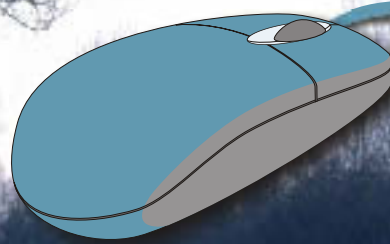


# De Kleine Nete

Computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel



Ministerie van de  
Vlaamse Gemeenschap  
afdeling Water

# De Kleine Nete

Computermodellering  
als methode,  
hoogwaterbeheer  
als doel

### **Samenstelling en eindredactie**

Grontmij Belgroma nv  
Raghenopark  
Hanswijkvaart 51  
B-2800 Mechelen  
e-mail: info@belgroma.be  
www.belgroma.be

### **Redactieadvies**

Ivo Terrens, Patrik Peeters (AMINAL - afdeling Water)

### **Fotografie**

Tom Mampaey (Fotostudio Toko)  
Rollin Verlinde, natuurfotograaf : blz. 27  
AMINAL afdeling Water

### **Vormgeving**

Lieven Jacobs (creality)  
Stijl naar een idee van Luk Guillaume  
Cover naar een idee van Lieven Jacobs (creality)

### **Depotnummer**

D/2003/3241/081

### **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 Kleine Nete en Aa.

### **Lijst van alle stroomgebieden:**

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

# Inhoud

Colofon / Lijst van alle stroomgebieden	2
Voorwoord	4
De afdeling Water	7
1. Een kennismaking met het stroomgebied	8
2. De Kleine Nete en Aa treden buiten hun oevers	19
3. Water wordt weer water	25
4. Water heeft ruimte nodig	28
5. De kracht van computermodellerings	32
Kaderstuk: Een computermodel van de Kleine Nete en Aa	36
6. Welke maatregelen hebben effect?	42
7. Wat brengt de toekomst?	46
Overstromingskaart van de Kleine Nete en Aa (1e categorie)	49

# 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.

Integraal waterbeheer impliceert een nieuwe visie op hoogwater. De overstromingszone 'Graafweide' langsheen de linkeroever van de Kleine Nete te Grobbendonk komt geregeld onder water te staan en biedt zo bescherming tegen wateroverlast aan Grobbendonk en andere meer stroomafwaarts gelegen gebieden. Woningen gelegen binnen deze natuurlijke overstromingszone dienen soms met behulp van zandzakjes gevrijwaard te worden van waterschade.





## 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 studie bureaus. Men noemt dit modeleringsstudies, 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.

Ook de Kleine Nete opwaarts van Grobbendonk werd in de jaren '60 omgebouwd tot een kanaal met alle gevolgen van dien. Vandaag de dag, 40 jaren later, zijn de eerste tekenen van natuurlijke hermeandering waar te nemen.

## 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 bekkenniveau die de aspecten waterkwanti-

Natuur en landbouw behoren tot de belangrijkste sectoren binnen het stroomgebied van de Kleine Nete en dragen zo in aanzienlijke mate bij tot het uitzicht ervan.

teit, waterkwaliteit en natuurlijk milieu gezamenlijk behandelen. Op lokaal niveau (deelbekkens) zullen de waterhuishoudingsplannen de kwantiteitsaspecten meer in detail uitwerken met het oog op het beheer van waterlopen en watervoorraden.

## Het stroomgebied van de Kleine Nete ter studie

Deze brochure stelt de resultaten voor van één van dergelijke studies, nl. voor het stroomgebied van de Kleine Nete opwaarts van Grobbendonk. Dit stroomgebied van de als onbevaarbaar geklasseerde Kleine Nete, met zijn voornaamste zijloop de Aa, vormt een onderdeel van het hydrografisch bekken van de Nete.

De studie werd uitgevoerd door het studiebureau Grontmij Belgroma. Verschillende afdelingen en wetenschappelijke instellingen van AMINAL, de administratie Waterwegen en Zeewezen, de provincie Antwerpen, de lokale gemeenten, de Vlaamse Milieumaatschappij, de NV Aquafin, de administratie van Ruimtelijke Ordening, de Vlaamse Landmaatschappij, PIDPA, de administratie van Land- en Tuinbouw en de Boerenbond, waren vertegenwoordigd 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 Kleine Nete zullen worden uitgevoerd. Het ontwerp van deze werken steunt op de resultaten van deze studie. Ze moeten in eerste instantie de wateroverlastproblemen op een integrale wijze aanpakken. De verzamelde informatie zal ook aangewend worden bij het opstellen van het bekkenbeheerplan voor het Netebekken of van een waterbeheersplan (DuLo) voor een deelbekken.

**AMINAL - afdeling Water**

**januari 2003**



# 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 wateringen 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 250-tal medewerkers, waaronder een ploeg van 100 muskusrattenbestrijders. Naast het hoofdbestuur te Brussel zijn er vijf buitendiensten, in de provinciale hoofdsteden Antwerpen, Leuven, Brugge, Gent en Hasselt.



# Een kennismaking met het stroomgebied

Het stroomgebied van een waterloop is de totale landoppervlakte waarvan de neerslag die erop valt, via zij- en hoofdbeken naar die waterloop afvloeit.

In deze brochure komt het stroomgebied van de Kleine Nete stroomopwaarts van Grobbendonk - meer in het bijzonder stroomopwaarts van de Troonbrug - uitgebreid aan bod.

Het Netebekken behoort tot het stroomgebied van de Schelde. Het Netebekken bestaat voornamelijk uit twee grote deelbekkens: dat van de Kleine Nete en dat van de Grote Nete. De Kleine Nete en de Grote Nete komen in Lier samen en vormen dan de Beneden-Nete, die op haar beurt in de Rupel uitmondt. De Rupel is dan weer een belangrijke zijloop van de Schelde. Op de Grote Nete is de getijdenwerking merkbaar tot Berlaar, wat niet wil zeggen dat het zoute water tot daar komt. Wel fluctueert het waterpeil er met de getijden mee, wat men ook schijngetij noemt. Op de Kleine Nete reikt deze getijdenwerking tot Grobbendonk.

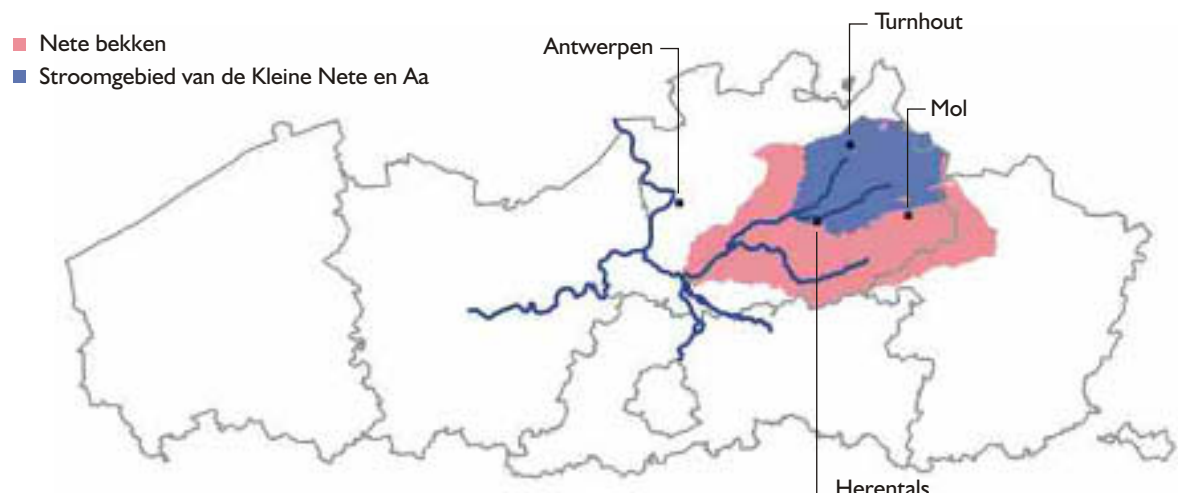
## De Kleine Nete

Geografisch gezien behoort het stroomgebied van de Kleine Nete tot de Antwerpse Noorder- en Zuiderkempen. Het stroomgebied strekt zich uit van Ravels en Rijkevorsel in het

noorden tot Mol en Geel in het zuiden, en van Grobbendonk in het westen tot Arendonk en Retie (Postel) in het oosten. Dit gebied beslaat een oppervlakte van ongeveer 573 km<sup>2</sup>. Daarvan is een kleine 20 km<sup>2</sup> gelegen in Nederland. Ruim 40% van het stroomgebied of 237 km<sup>2</sup> vloeit rechtstreeks af naar de Aa. De Aa is dus een zeer belangrijke zijrivier. Vaak spreekt men dan ook van het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa. De Aa mondt uit in de Kleine Nete juist stroomopwaarts van de nog in bedrijf zijnde watermolen van Grobbendonk. Een tweede belangrijke zijrivier van de Kleine Nete is de Wamp met een stroomgebiedsoppervlakte van 88 km<sup>2</sup>.

De Kleine Nete ontsprong oorspronkelijk in het noorden van de gemeente Mol, op de zuidwestelijke helling van de Kempense microcuesta. De eigenlijke bovenloop, de Waterstraalloop, is nu door zandwinningsputten van de rest van de rivier afgesneden. De Kleine Nete ontspringt nu

Situering van het stroomgebied van het onbevaarbare gedeelte van de Kleine Nete.





Opwaarts van de monding van de Aa in de Kleine Nete vormen de 2e en 3e Beek reeds een open waterverbinding tussen Kleine Nete en Aa. De vallei van de 2e en 3e Beek doet eveneens dienst als natuurlijk overstromingsgebied.

ter hoogte van het Reties Goor - een zandput in Mol - op een hoogte van ongeveer 25 m boven zeeniveau. Daar ontvangt ze ook water van het Goorveldenneetje en het Plasneetje. In Retie verandert de naam in Witte Neet. De rivier stroomt eerst in noordwestelijke richting, maar buigt na de monding van de Zwarte Neet naar het zuidwesten af. Afwaarts van de monding van het Klein Neetje spreekt men van - de middenloop van - de Kleine Nete. Op het grondgebied van Kasterlee vloeit de Wamp in de Kleine Nete. De Kleine Nete stroomt verder naar Geel, Herentals en Grobbendonk. Afwaarts van Grobbendonk wordt de Kleine Nete ingedeeld bij de bevaarbare waterwegen en valt ze onder het beheer van de administratie Waterwegen en Zeewezen. Opwaarts van Grobbendonk zijn alle belangrijke waterlopen geklasseerd bij de onbevaarbare waterlopen.

De meeste zijlopen van de Kleine Nete, waaronder de Aa en de Wamp, ontstaan op de steile zuidwestelijke tot zuidelijke helling van de Kempense microcuesta en zijn dus ten noorden van de Kleine Nete gelegen. Zij lopen meestal parallel en in zuidwestelijke richting. Kenmerkend voor de waterlopen gelegen ten zuiden van de Kleine Nete is het geringere afvoerdebiet.

### De Aa als belangrijke zijloop

De Aa kent haar oorsprong in de Vennen - zeer lage beemden - op ongeveer 500 m afstand van de bron van de Mark nabij de gemeentegrens van Merksplas en Turnhout. De naam die daar gegeven wordt, is Nattenloop. De Aa vloeit langs Turnhout, Gierle, Tielen en Poederlee naar het meest oostelijke punt van Vorselaar. Ze mondt te Grobbendonk in de Kleine Nete uit.



De eigenlijke bovenloop van de Kleine Nete werd door zandwinningsputten (foto) afgesloten van de rivier. Tegenwoordig ontspringt de Kleine Nete ter hoogte van het Reties Goor op een hoogte van ongeveer 25 m boven zeeniveau.



De Aa is de belangrijkste zijrivier van de Kleine Nete opwaarts van Grobbendonk. Vaak spreekt men zelfs van het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa

De waterscheiding tussen de Kleine Nete en de Aa wordt gevormd door een lange, west-oostgerichte heuvelrug met maximale hoogten tot 40 m boven zeeniveau, waarop begroeide stuifzandduinen voorkomen. De waterscheiding loopt van Herentals over Lichtaart in de richting van Kasterlee, en begrenst in het noorden de vallei van de Kleine Nete. De waterscheiding bestaat uit een miljoen jaar oud zogenaamd tertiair zand dat onder tienduizend jaar oud kwartaair dekzand ligt. De valleien van Kleine Nete en Aa gaan over in een vlakke overstromingszone tussen Vorselaar en Grobbendonk, gelegen op een hoogte van ca. 7 à 8 m boven zeeniveau.

### Geen echt brongebied

De waterlopen van het Netebekken zijn laaglandbeken die zelden uit echte bronnen ontstaan maar gevoed worden door afvloeiing van neerslagwater en oppervlakkig grondwater (kwel), dat via een netwerk van grachten en sloten uiteindelijk samenvloeit in grotere waterlopen. Van nature uit is het beekwater dan ook relatief zuur (arm aan kalk), arm aan mineralen, en weinig voedselrijk voor levende organismen. Er is wel voedselaanrijking door organische lozingen zoals uitspoeling en insijpeling van drijf- en kunstmest uit landbouwgronden. Bovendien wordt het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa doorkruist door de Kempische kanalen Dessel-Turnhout-Schoten en Bocholt-Herentals, die voor aanrijking met kalkrijk (basisch) Maaswater zorgen.

### Wat zit er in de ondergrond?

Om te begrijpen wat er met het water gebeurt in het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa, is het belangrijk een idee te hebben van de eigenschappen van de ondergrond. Niet alle regen komt immers onmiddellijk in de waterloop terecht. Een deel dringt in de bodem en zoekt daar zijn weg in de diepere grondlagen.

De ondergrond van België is bijna uitsluitend opgebouwd uit sedimentaire gesteenten, vooral van mariene oorsprong. Deze sedimentaire gesteenten kunnen voor wat betreft ouderdom in drie grote eenheden onderverdeeld worden:



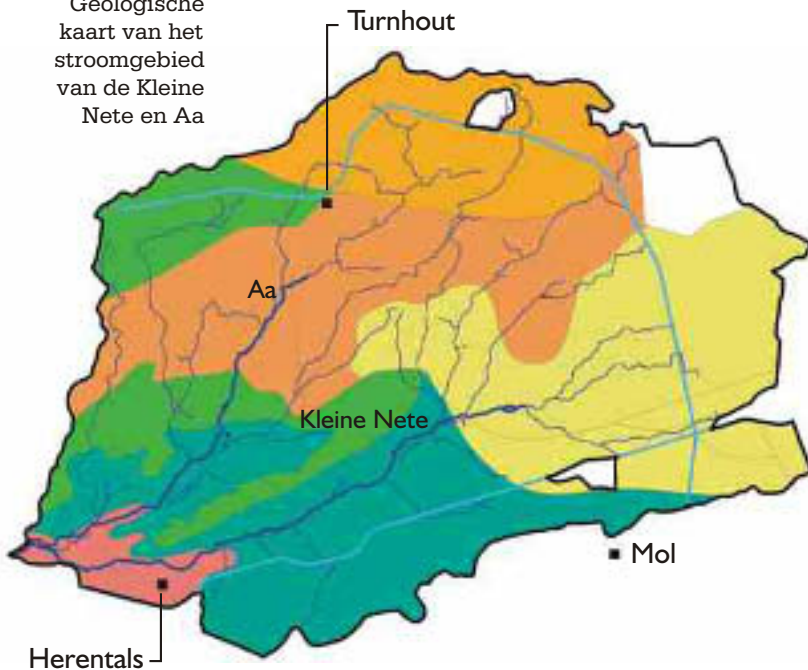
Het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa ontvangt naast zuur regenwater ook kalkrijk (basisch) water vanuit het Maasbekken via de Kempische kanalen (kanalen Dessel-Turnhout-Schoten en Bocholt Herentals). De Kempische kanalen veroorzaken enerzijds een basische kwelstroom (via het grondwater) in het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa, wat aanleiding geeft tot een aantal bijzondere natuurgebieden. Anderzijds voeden de Kempische kanalen door middel van een systeem van bevoeiingsgrachten (via het oppervlaktewater) diverse recreatie-, natuur- en landbouwgronden, die op hun beurt zorgen voor aanrijking van de bovenlopen. Op talrijke plaatsen sifoneren waterlopen in het stroomgebied van de Kleine Nete onder de Kempische kanalen door.

de paleozoïsche sokkel, de postpaleozoïsche dekklagen en de kwartaire mantel.

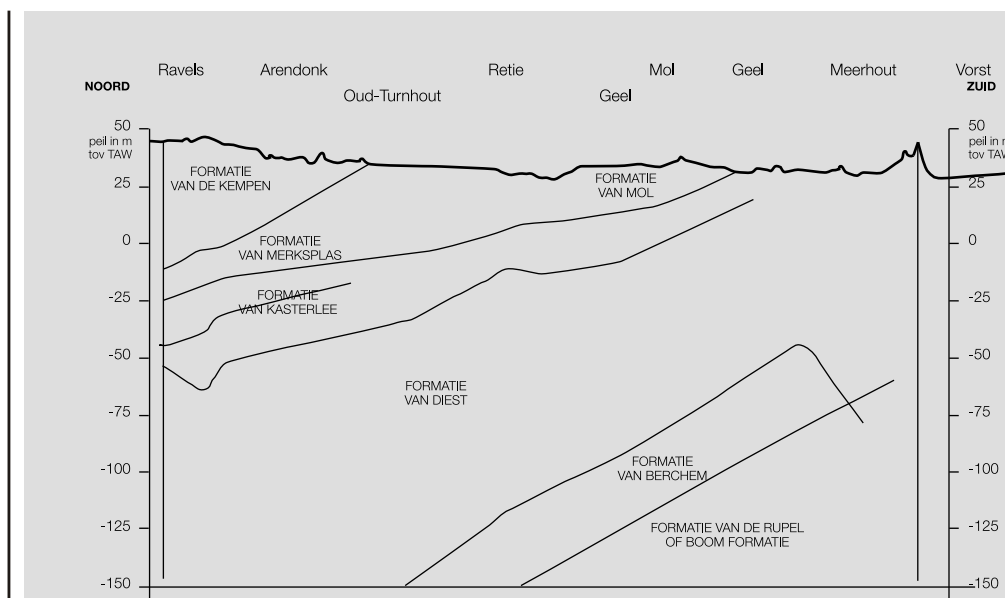
Het Bekken van de Kempen, een onderdeel van de paleozoïsche sokkel, strekt zich uit ten noorden van de lijn Antwerpen - Maastricht en ligt volledig bedolven onder honderden meters postpaleozoïsche dekklagen. Enkele tientallen miljoenen jaren geleden (in het Mesozoïcum en het Tertiair) werd het Bekken van de Kempen vanuit het noorden verschillende keren overspoeld door de zee. Een dergelijke transgressie van de zee gaat gepaard met afzetting van sediment waarbij de (over)stroomsnelheid de dikte van de afzetting bepaalt. De verschillende transgressies gaven aanleiding tot de vorming van verschillende op elkaar rustende formaties van zand, vaak ijzerhoudend (glauconiet) en soms kleihoudend, die afhellen in noord-oostelijke richting en dikker worden naar het noorden en noordoosten toe. Belangrijk voor het water is, dat de éne laag het water beter doorlaat dan de andere. In het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa bestaat de ondergrond hoofdzakelijk uit goed doorlatende zanden (Formaties van Diest, Kasterlee en Berchem genoemd). Onder deze goed doorlatende lagen botst het water op de Boomse Klei, die bijna geen water doorlaat.

FORMATIE	LID	LITHOLOGIE	CHRONOSTRATIGRAFIE		Ouderdom 10 <sup>6</sup> jaar
Merksplas		zand	Kwartair	Oud-Pleistoceen	1,8
Mol	Maatheide Maat Donk		Tertiair	Plioceen	
Brasschaat	Hemeldonk Schorvoort	zand			
Lillo	Merksem Malle	zand			
Poederlee					
Kasterlee		kleihoudend zand			
Diest		zand			
				Mioceen	23,8

Geologische kaart van het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa



Later tijdens de ijstijden (in het Kwartair) werd een continue mantel bestaande uit dekzand afgezet bovenop de oudere formaties. Deze kwartaire lagen vormen de bodem waarop wij lopen en die landbouwers bewerken. Voor de Kleine Nete en Aa bestaat de bodem voornamelijk uit grofkorrelige zandgronden. Deze ijstijdsedimenten werden vermoedelijk door winden aangevoerd uit het grotendeels droogliggende Noordzeebekken en zorgden vooral voor een opvulling van de valleien en depressies. Verstuivingen van materiaal uit de valleien leidden op het einde van de ijstijden tot de vorming van stuifzandduinen, waaronder de intussen begroeide duinen op de heuvelrug tussen de Kleine Nete en de Aa. Veen, vergane en door sedimenten bedolven plantenresten, ontwikkelde zich eveneens tijdens deze periode. Het werd gevormd in de laag gelegen afgesloten kommen van de valleien.



## Waar water is, is een weg

De aanleg van een rivierenet in een gebied gebeurt wanneer de zee zich daar terugtrekt. De rivieren volgen de wegebbende kust en breiden zich uit over de vlakke die vrijkomt.

De opheffing van het land, aangevangen in het Tertiair en verdergezet tijdens het Kwartair, zorgde ervoor dat de zee zich terugtrok. Later werden tijdens de ijstijden grote gebieden door gletsjers bedekt, zoals Groot-Brittannië, Noord-Duitsland en Scandinavië, alsook de Alpen en andere gebergten. De vorming van die enorme gletsjers ging gepaard met een wereldwijde daling van de zeespiegel met een honderdtal meter. Valleien werden door het afstromend water diep ingesneden, hetgeen een verdroging van het landschap tot gevolg had. Het ontstaan van landduinen in de Kempen nabij Lichtaart is hier een gevolg van.

De terugtrekking van de zee zorgde er voor dat de waterlopen zich in het landschap insneden, met vorming van valleien en het ontstaan van waterscheidingslijnen (interfluvia) tot gevolg. De hoofdtrekken van een reliëf zijn nauw gebonden met verschillen in weerstand van de gesteenten en deklagen tegen deze verwerking en (rivier)erosie. De depressie of vlakke van de Kleine Nete vormt hier geen uitzondering op.

Op het einde van het Tertiair - enkele honderd-duizenden jaren geleden - werd wat nu België is

gekenmerkt door een rivierenstelsel in noordelijke richting, naar de toenmalige zee. Er was toen nog geen sprake van de Kleine Nete of Aa. Die streek lag toen onder de zeespiegel. Deze toestand werd quasi behouden tot de oprukking van de ijstijden enkele tienduizenden jaren geleden. Tijdens de opeenvolgende ijstijden konden de rivieren zich dank zij de sterk terugtrekkende zee diep insnijden (erosie), soms tot diep in de tertiaire gesteenten. Het Scheldebekken werd in de Vlaamse Vallei uitgeschuurd waardoor de rivieren niet meer noordelijk stroomden maar werden afgebogen naar het huidige traject van de rivieren. Zo ook de Kleine Nete en de Aa.

Bij de definitieve terugkeer van de zee tijdens de ijstijden ontstond in het noorden van België een waddenzee, waarin de kleien van de Kempen werden afgezet die de basis vormen voor het ontstaan voor de huidige Kempische micro-cuesta. Naar het noorden toe rusten dus op de zandige tertiaire afzettingen, kleiige minder erosiegevoelige kwartaire afzettingen. Naar het oosten toe had de Maas grind aangevoerd, vooral vanuit de Ardennen. Deze grindlaag heeft een grotere weerstand tegen afspoeling en riviererosie dan de zandige substraten uit de omgeving. Het ganse Kempische Plateau is daarom bedekt met een laag grof grind. In het zuiden en zuidwesten werden de Klei van Boom en de Diestiaanruggen (afzettingen met ijzerzandsteen) minder gemakkelijk weggeërodeerd dan de meer zandige formaties.

Enkele miljoenen jaren geleden werd het Netebekken vanuit het noorden verschillende malen overspoeld door de zee. Opeenvolgende transgressies gaven aanleiding tot op elkaar rustende formaties (geologische pakketten) met verschillende eigenschappen. De afzettingen worden genoemd naar de plaats tot waar de zee, die het desbetreffende sediment aanvoerde, destijds reikte. Hoe



hogher het kleigehalte, hoe slechter de doorlatendheid van een bepaalde laag. Watervoerende lagen bestaan uit materiaal met een hoge doorlatendheid. Binnen het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa gebeuren de belangrijkste waterwinningen hoofdzakelijk in de zandige formaties van Diest (Diestiaan), Berchem (Berchemiaan), Kasterlee en Mol. In het noorden worden de watervoerende lagen afgesloten door de weinig doorlatende formatie van de Kempen.

De zachtere gesteenten werden wel weggeërodeerd en vormden het zadeldal van Kleine Nete. De hardere afzettingen kwamen als een plateau boven de omgeving uit en vormden zo de verschillende waterscheidingslijnen van het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa met de omliggende rivieren. Ook de heuvelrug die de waterscheiding tussen de Kleine Nete en de Aa vormt, bestaat uit harder tertiair zand en werd bijgevolg niet weggeërodeerd.

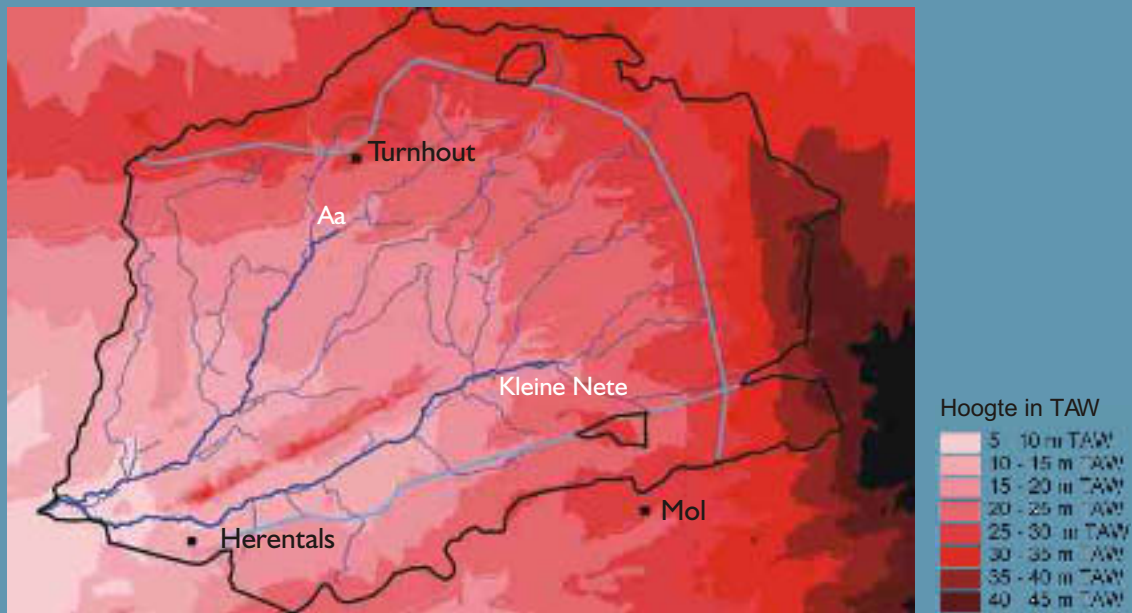
Post-glaciale zeespiegelstijgingen hebben er voor gezorgd dat de valleien werden opgevuld tot op hun huidig peil.

## Ontginning van de vallei van de Kleine Nete en Aa

De mens heeft in de loop van zijn korte geschiedenis de natuurlijke componenten en processen van de verschillende waterlopen sterk beïnvloed. In het jaar 358 na Christus kregen de Salische Franken van de Romeinen de toestemming om zich in de Kempen te vestigen. De Salische Franken waren meer herders dan boeren, maar kunnen toch beschouwd worden als de eerste landbouwers in deze contreien. Zij zochten grasland en water voor het vee, hetgeen verklaart waarom zij zich hoofdzakelijk aan rivieren vestigden. In de 7e en 8e eeuw leverde



Tot in de 17e eeuw voer men tot Herentals op de Kleine Nete. Vandaag de dag beperken de vaaractiviteiten op de Kleine Nete opwaarts van Grobbendonk zich tot enkele kayakers en deze houten visserssloep.



Het stroomgebied van de Kleine Nete valt morfologisch op als een depressie (zadeldal) tussen de Noorderkempen, het Kempens Plateau en het hoger gelegen vlakke bovenbekken van de Grote Nete. In het midden van de depressie wordt het vlakke karakter onderbroken door een heuvelrug die zich uitstrekt van Herentals tot Kasterlee. Het huidige macroreliëf is het gevolg van erosie die heeft plaatsgevonden op de verschillende Tertiaire en Oud-Kwartaire afzettingen. Het is de aard van de substraten die in belangrijke mate verantwoordelijk is voor de opgetreden differentiële erosie.

Het substraat van de hoger gelegen Noorderkempen bestaat uit kleien die afwisselen met zanden (formatie van de Kempen). Kleiformaties bieden een verhoogde weerstand tegen fysische erosieprocessen. Ten oosten van de grote depressie bevindt zich het Kempens Plateau waarvan de ondergrond wordt gevormd door overwegend grofkorrelig materiaal (Maasafzettingen). Deze grove afzettingen vormen een relatief resistente laag ten opzichte van de westelijk gelegen zanden. De zuidelijke grens wordt gevormd door de waterscheiding (interfluvium) met de Grote Nete. Het substraat van het interfluvium (en van het bekken van de Grote Nete) bestaat voor het grootste deel uit de formatie van Diest. Deze formatie bestaat uit grove en glauconietrijke (ijzerrijke) zanden. Enerzijds biedt het grove karakter meer weerstand tegen wind- en watererosie. Anderzijds draagt het hoge glauconietgehalte bij tot de relatieve resistentie van de formatie. De aanwezigheid van het Diestiaan in de ondergrond van het bekken van de Grote Nete verklaart zo de afwezigheid van een dergelijke depressie als van de Kleine Nete.

Het substraat van de grote depressie zelf bestaat uit zanden. De formaties van Mol, Lillo en Kasterlee bestaan uit fijne zanden en werden gemakkelijk weggeërodeerd. Enkel de heuvelrug veroorzaakt een afwijking van de normale depressievorm en vormt zo het interfluvium tussen de Kleine Nete en de Aa. Aan de top van de heuvel komen ijzerzandsteenbanken (gevormd door vrijstelling van ijzer uit glauconiet) voor die het resistente karakter van de heuvelrug bepalen.





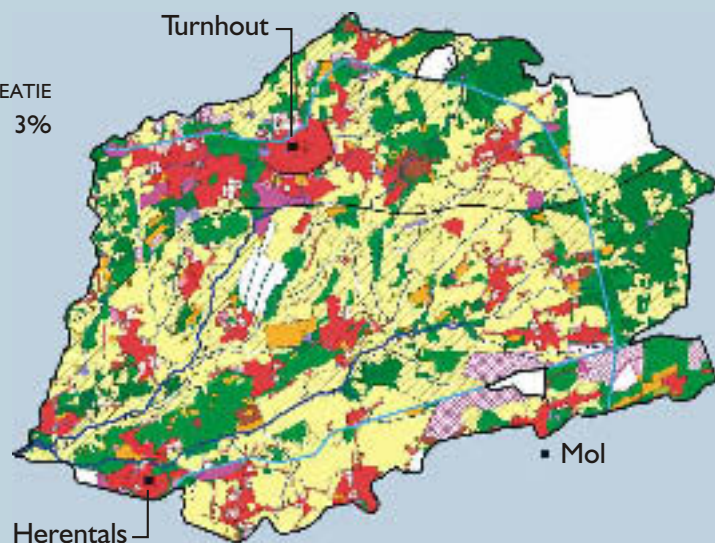
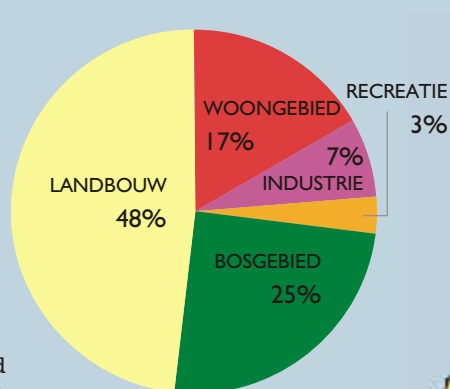
De mineralenarme Kempen is van nature uit voedselarm. Lange tijd was de hoeveelheid mest die geproduceerd kon worden de beperkende factor in de ontginning van het land.

de kerstening in onze streken een belangrijke bijdrage tot de ontwikkeling van de landbouw, met onder meer droogleggings- en bemalings-technieken. Grootschalige ontbossingen in de Middeleeuwen gaven aanleiding tot bodemerosie met aanzienlijke sedimentaties in de rivierbeddingen tot gevolg. Sommige alluviale vlaktes werden verschillende meters opgehoogd.

De mineralenarme Kempen is van nature uit voedselarm. Van oudsher was de hoeveelheid mest die geproduceerd kon worden de beperkende factor in de ontginning van het land. De opkomst van de kunstmeststoffen vanaf de tweede helft van de 19e eeuw maakte komaf met deze beperking en leidde tot nieuwe heideontginningen.

Na de Tweede Wereldoorlog werden de boeren verplicht hun productiviteit op te drijven en de meeste grote bedrijven specialiseerden zich in de melkveehouderij. De drainage van de alluviale gronden - die mits drainage het best geschikt waren als weiland - vergde enorme infrastructuurwerken. Vandaag de dag wordt het grootste deel van het landbouwareaal in de alluviale vlakte ingenomen door weiland, met uitzondering van slecht ontwaterde oppervlakten waar een half-natuurlijke vegetatie voorkomt. Verder worden de hogere gronden tegen de bebouwde zone gebruikt als akkerland. De hoogste (en droogste) gronden zijn niet in cultuur gebracht, maar werden met pijnbomen beplant.

## Landgebruik in het stroomgebied van De Kleine Nete en Aa



Het stroomgebied van de Kleine Nete blijft ondanks de grote industrialisatiegolf vanaf de jaren '60 gedomineerd door landbouw en natuur.



Bij de ingebruikname van het Albertkanaal werd het kanaalgedeelte van de oude verbinding tussen Antwerpen en Herentals gedempt. Het gedempte kanaal, dat een bochtig traject dwars door Herentals volgde, is nog goed herkenbaar door de brede invalsweg van Herentals (de Augustijnenlaan). De waterweg van Herentals naar Sint-Jozef-Olen werd verbonden met het Albertkanaal door een bocht ten zuiden van Herentals.

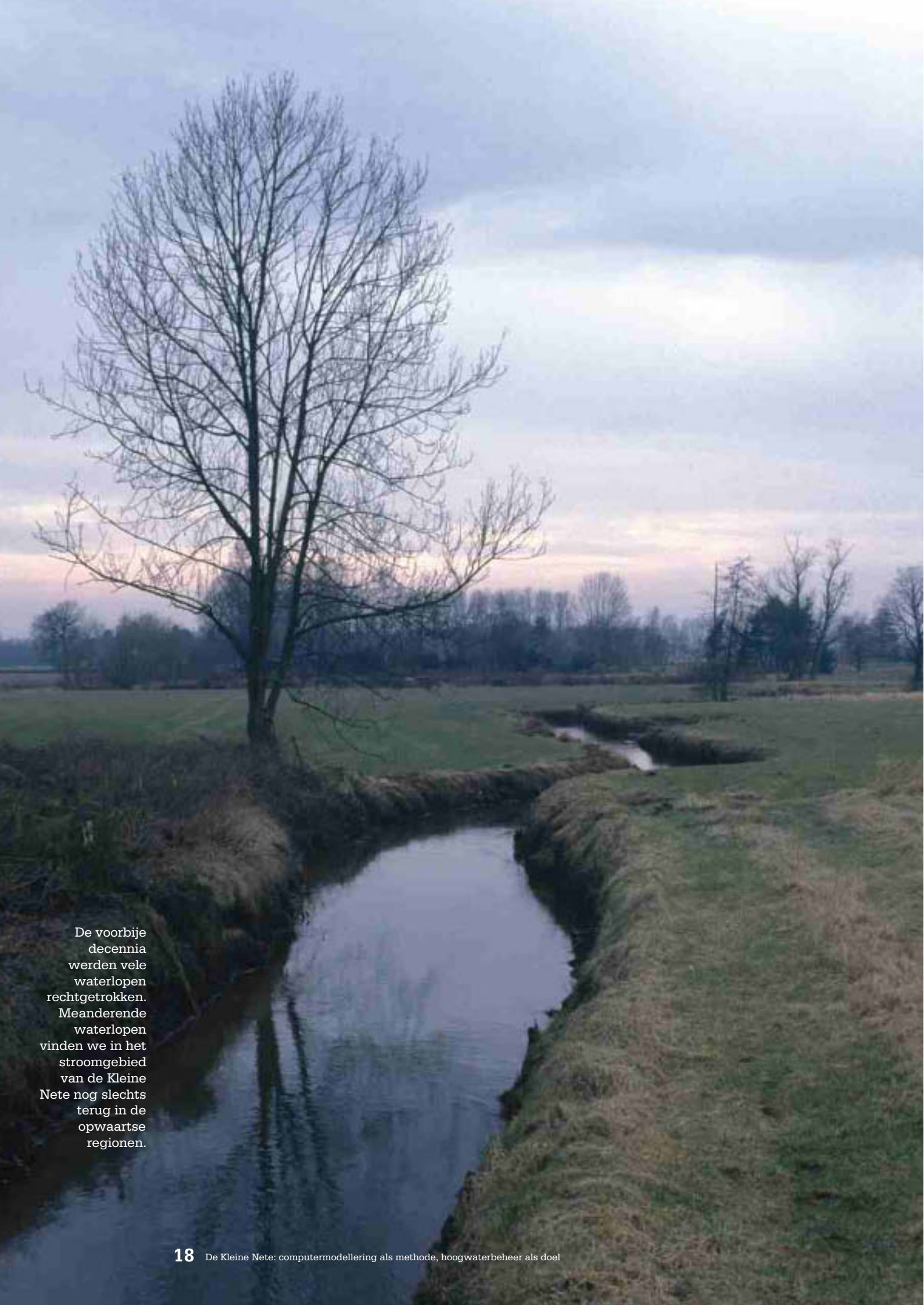
### Vroegere scheepvaart

Reeds van in de eerste helft van de 15e eeuw is er sprake van plannen voor een waterverbinding tussen Antwerpen en Herentals. Het beoogde doel hierbij is tweeledig: bevordering van de handel en toevoer van zoetwater.

Allerlei factoren hebben ervoor gezorgd dat de plannen niet werden uitgevoerd. Zo werden de ontwerpen geenszins met gejuich onthaald in Lier, dat hierdoor immers een groot deel van haar transithandel zou verliezen. In de 16e en 17e eeuw voer men tot Herentals op de Kleine Nete. Oorlogen in de 17e eeuw hebben de verwaarlozing van de scheepvaart in de hand gewerkt. In de 18e eeuw was op de Kleine Nete scheepvaart haast niet meer mogelijk. De belangstelling voor de landbouw in de Kempen in 1784 blies de plannen van de waterverbinding tussen Antwerpen en Herentals nieuw leven in en leidde tot een vlotte waterverbinding tussen beide steden. Midden 19e eeuw werden de Kempische Kanalen aangelegd om een verbinding te vormen tussen het Maas- en Scheldebekken. In de jaren '30 van vorige

eeuw werd een modernere en meer aangepaste versie gebouwd: het Albertkanaal. Bij de ingebruikname van het Albertkanaal werd het kanaalgedeelte van de oude verbinding tussen Antwerpen en Herentals gedempt. Het gedempte kanaal, dat een bochtig traject dwars door Herentals volgde, is nog goed herkenbaar in de brede invalsweg van Herentals, de Augustijnenlaan. De waterweg van Herentals naar Sint-Jozef-Olen werd verbonden met het Albertkanaal door een bocht ten zuiden van Herentals.

De ontsluiting van de Kempen startte pas echt in de tweede helft van de 19e eeuw. Langsheen het Kanaal Antwerpen-Turnhout-Kwaadmechelen werden de Kempische kleien ontgonnen voor de steenbakkerijen. In Mol werden de bekende witte zanden ontgonnen voor de glasnijverheid. De grote industrialisatie kwam er pas vanaf 1960 met de aanleg van talrijke industrieterreinen. Ook binnen het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa neemt het aandeel van de industrieterreinen en bedrijvenparken nog steeds toe.



De voorbije  
decennia  
werden vele  
waterlopen  
rechtgetrokken.  
Meanderende  
waterlopen  
vinden we in het  
stroomgebied  
van de Kleine  
Nete nog slechts  
terug in de  
opwaartse  
regionen.

## 2 De Kleine Nete en Aa treden buiten hun oevers

In het verleden heeft de mens herhaaldelijk gepoogd om in het natuurlijk afstromingsgedrag van rivieren en waterlopen in te grijpen. Door de jaren heen werden bijvoorbeeld allerlei constructies in de beddingen van de waterlopen geplaatst, die ons in staat moesten stellen de afvoeren en waterpeilen te beheersen in perioden van zowel wateroverlast als droogte. Tot zulke constructies, of kunstwerken, behoren onder meer de watermolens, stuwen, en pompgemalen.

De waterlopen binnen het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa zijn laaglandbeken. Ze zijn van nature ondiep ingesneden, hebben een klein verval en een geringe stroomsnelheid. Hierdoor zullen ze reeds van in hun bovenloop een (van nature uit) sterk meanderend verloop kennen. De zijbeken worden gevoed door oppervlakkig kwelwater en via een aantal kleine sloten komen ze samen tot grotere grachten, die de hoofdwaterlopen voeden.

Onze rivieren kronkelen vandaag de dag veel minder dan vroeger. In de loop van de voorbije decennia zijn vele waterlopen over verschillende trajecten rechtgetrokken. Opvallend hierbij is dat gemeentegrenzen vaak de oude loop zijn

blijven volgen. Overdimensionering van de rechtgetrokken waterlopen leidde tot (te) trage stroomsnelheden, waarbij zandkorrels gaan bezinken en een sliblaag vormen op de bodem van de waterlopen.

Niet alleen het slib verkleint de afvoercapaciteit van de Kleine Nete en Aa. In de zomer groeien er heel veel waterplanten, vooral in de Aa. Sommige groeien als lange slierten in het water, andere staan rechtop. Allemaal vormen ze een hindernis voor een snelle afvoer van het water. Hierdoor stijgen de waterstanden niet alleen over de begroeide trajecten, maar ook verder stroomopwaarts. Het water wordt opgestuwd.

Circa 1865



Circa 1995



Bij de rechtekking ging minstens een derde van de lengte verloren, waardoor het huidige verloop eerder op een kanaal lijkt. De gemeentegrens Kasterlee-Geel volgt het vroegere verloop van de Kleine Nete nog. Vandaag de dag is de natuurlijke (her)meanderende werking van de Kleine Nete zichtbaar onder de vorm van de talrijk voorkomende oeverafkalvingen. Afdeling Water samen met afdeling Natuur koesteren plannen om de Kleine Nete ter hoogte van de Hellekens opnieuw te laten meanderen.

## Wateroverlast in het Netebekken, niets nieuws onder de zon

De geschiedenis van de Neten staat vol van de nooit aflatende strijd van de mens tegen het water. Van oudsher werd de Kempen geplaagd door frequente overstromingen van de Neten. Voor de 14e eeuw wordt herhaaldelijk melding gemaakt van het in de winter overstroomd van de omliggende landen. Na de 14e eeuw kwam hierin een kentering toen, door de vraag naar meer landbouwgronden en de opbloei van het verkeer, zich de noodzaak aandeed om het land en de wegen tegen overstromingen te beschermen. Grote waterwerken werden uitgevoerd en de rivieren werden het gehele

De Kempen werden in het verleden geplaagd met frequente overstromingen. De zwaarste was deze van 1720. Rond Pinksteren veroorzaakten hevige regens geduchte overstromingen. Beemden en velden bleven tot 78 dagen onder water staan waardoor de gewassen bedorven. Deze zware problemen van wateroverlast leidden tot een meer dan 10 jaar aanslepend proces tussen de aangelanden van beide Neten en de stad Lier, en resulteerde in een overheidsingrijpen door de afkondiging van de ordonnantie op de beide Neten in 1731. Ook de zware overstromingen van september 1998 hebben geleid tot diverse schadeclaims van boordegenaars tegen het Vlaamse Gewest.

Het gebied net opwaarts van molen van Grobbendonk tussen de Kleine Nete en de Aa doet dienst als natuurlijk overstromingsgebied voor beide waterlopen en biedt zo bescherming aan het centrum van Grobbendonk.

jaar door bevaarbaar. Zo kondigde Filips de Goede in 1437 een ordonnantie af over het ruimen en rechtmaken van de beide Neten, en deed Karel V dit in 1549 nog eens over. Ook de regering van Maria Theresia van Oostenrijk was het niet ontgaan dat ieder jaar, zowel in de wintermaanden als bij zomeroverstromingen, overstromingen optraden langs de Neten. Tussen 1731 en 1776 leidden die overstromingen tot niet minder dan 7 ordonnanties die de sanering van de Neten regelden, met onder meer het uitdiepen van beide Neten en het doorsteken van grote bochten.

Uit inspectieverslagen uit de 18e eeuw blijkt dat de mens vaak in gebreke bleef. Naast de aanwezigheid van hinderende kunstwerken (watermolens, bruggen, ...) dienden wagens en karren soms door de rivier te rijden bij gebrek aan bruggen. Hierdoor werden de oevers breder en verzandden de rivieren. Ook het storten van steengruis op die plaatsen kwam de afwatering alsook de scheepvaart zeker niet ten goede. Scheepstrekkingen gooiden afwateringsgrachten dicht om hun werk te vergemakkelijken.

Door menselijke verwaarlozing groeide de hinder (opstuwing, damvorming) veroorzaakt door waterplanten toen reeds uit tot een serieus probleem. Nochtans werden boordegenaars in diverse ordonnanties onder meer verplicht tussen 15 mei en 15 juni de waterplanten met wortel en al uit te trekken. Een inspectietocht op 23 augustus 1770 door de Lierse schout bracht desondanks de aanwezigheid van veel 'kruyt' aan het licht. De aangelande bleek evenwel de planten in mei nog te hebben afgesneden. In het jaar 1721 groeide zoveel 'kruyt' in de Neten dat het onmogelijk werd erdoor te varen.

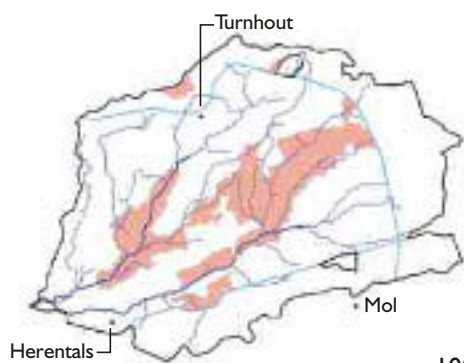
## Waar de mens is, moe(s)t het water weg

In de jaren zestig beantwoordde de Kempense landbouw niet langer aan het toenmalige Europese landbouwbeleid. Onder impuls van de landbouworganisaties werden grote moderniseringsprojecten op touw gezet. De natuurlijke loop van zowel de Kleine Nete als de Aa werd naar aanleiding van de ruilverkavelingen in de jaren '60 - '70 op tal van plaatsen gewijzigd. Vooral langs de huidige gekanaliseerde loop van de Kleine Nete zijn meerdere afgesneden





Molenaars proberen het waterpeil voor de molen zo hoog mogelijk te houden om zoveel mogelijk te kunnen malen. Hierdoor rezen in de vorige eeuwen klachten over overstromingen stroomopwaarts van de molen, zeker bij zware regenval. Vaak kon de vraag van de omwoners de molenaar niet vermurwen zijn sluizen te doen openzetten. In 1762 dwongen de omliggende boeren de Grobbendonkse molenaar met het geweer op de neus zijn sluizen te openen en werd zijn molen wekenlang dag en nacht door die boeren bewaakt. Dezelfde taferelen speelden zich te Tielen (foto) en Kasterlee af. Vandaag de dag heeft elke molen een zogenaamd pegelpeil, waarboven niet mag gestuwd worden. Dit stuwrecht schijnt anno 2003 nochtans juridisch niet zo onaantastbaar te zijn als vele moleneigenaars ons willen doen geloven. Ook in vroegere tijden zou dit stuwrecht trouwens overal niet zo hard gespeeld zijn kunnen worden als in Grobbendonk. Er waren streken in Vlaanderen waar de molenaars verplicht waren om het water om de zoveel dagen terug een tijdlang af te laten om de ontwatering van de velden toe te laten.



rivierbochten nog goed te zien.

Eén van de eerste realisaties is de ontginning 'De Zegge', gestart in 1955. Meer dan 1000 ha waardevol

laagveen (Geels Gebroekt) werd

omgetoverd tot één landbouwproject, met de vorming van een kunstmatig open landschap met rechtlijnige ontwateringsgrachten (inclusief bemaling) en een uniform uitzicht. Het natuurreservaat 'De Zegge' kon hieraan ontsnappen, hoewel het niet volledig onbeïnvloed bleef. De ruilverkaveling van Poederlee langs de Aa leidde eveneens tot een (weliswaar minder uitgesproken) wijziging van het landelijke karakter. De grondwaterspiegel en bodemvochtigheid maar

Combinaties van de verschillende ruilverkavelingen binnen het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa.

ook het uitschurende effect als gevolg van deze rechttrekkingen worden hier beheerst door vier automatisch geregelde klepstuwen.

De indijking van de Kleine Nete ter hoogte van Herentals en meer afwaarts richting Grobbendonk, en de aanwezigheid van tal van grotere automatische en kleinere manueel te bedienen stuwen, sluiten de lijst met waterbeheersingsingrepen in het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa af.

### Problematiek van het afwateringsstelsel

De voorbije eeuwen is het afwateringsstelsel van de streek sterk gewijzigd door menselijke ingrepen. Harde cultuurtechnische ingrepen zoals nivellering, ontwatering, rechttrekken en betonneren van waterlopen en 'opruimen' van de randbegroeiingen wisten echter de eeuwenoude

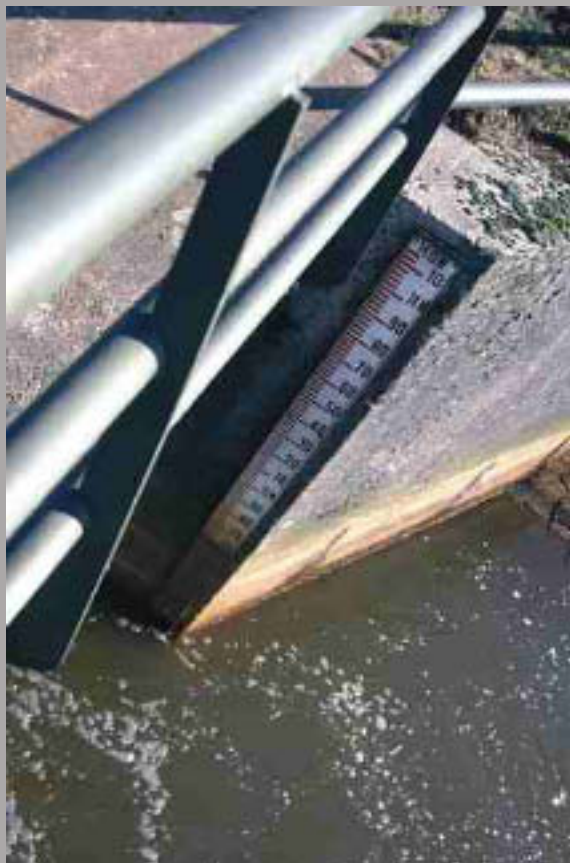


problemen niet te verhelpen. Hooguit werden de problemen verplaatst.

Het vlakke karakter van de Netevallei maakt dat een geringe stijging van het waterpeil al gauw uitgestrekte gevolgen met zich meebrengt. Het geringe verval resulteert bovendien in geringe stroomsnelheden en bijgevolg lange afvoertijden. Het reliëf in de opwaartse regionen biedt weinig waterbergingsmogelijkheden. Het huidige natuur- en landbouwareaal langsheen de waterlopen is dan ook geen overbodige luxe voor het opvangen van langdurige winterwassen. De sinds begin de jaren '90 (opnieuw) optredende excessieve kruidgroei en de hiermee gepaard gaande opstuwing van de waterpeilen zorgt voor frequent optredende overstromingen tijdens de zomermaanden, met schade aan de gewassen tot gevolg.

Vooralsheen de Kleine Nete wordt de natuurlijke meanderende (kronkelende) werking van de rivierstroming langzaam maar zeker zichtbaar. Afkalving van de oevers van rechtgetrokken trajecten en aanslibbing nabij de kunstwerken zijn op diverse plaatsen aan de orde.

De verschillende ruilverkavelingen gaven aanleiding tot de verdroging van waardevolle natuurgebieden. Zo hebben onder meer het Frans Seghers Natuurreservaat langs de Aa te Turnhout en het Olensbroek langs de Kleine Nete te Herentals te kampen met verdroging. Een vermindering van de (zoet)waterreserves, omdat het grondwater minder gevoed wordt, komt evenmin landbouw, industrie en drinkwatervoorziening ten goede. Hoger gelegen landbouwgronden zijn in onbruik geraakt.



De ruilverkaveling Poederlee bracht naast de rechtekking van de Aa de aanleg van vier automatische stuwen met zich mee.





Excessieve kruidgroei zorgt voor frequent optredende overstromingen tijdens de zomermaanden, met schade aan de landbouwgewassen die vaak tot bijna in de waterloop staan, tot gevolg.

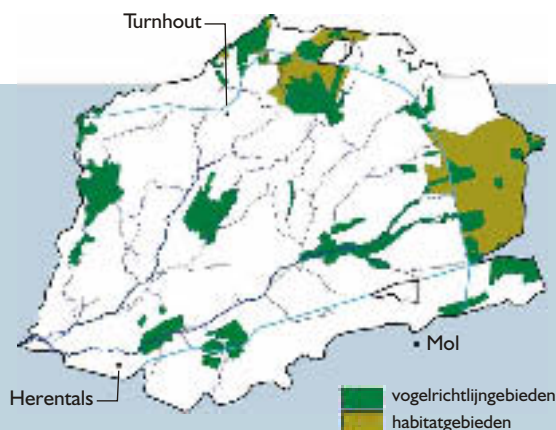
### Het waterbeheer van vandaag (en morgen)

Bij het waterbeheer van vandaag tracht men rekening te houden met de belangen van landbouw, industrie, natuur, landschap en recreatie. Het integrale waterbeheer streeft geenszins een terugkeer naar de natuurlijke ongereptheid van het Netebekken na. Veeleer staan we aan het begin van de uitbouw van een nieuw watersysteem waarbinnen de verschillende facetten voldoende (maatschappelijk

verantwoorde) ruimte toebedeeld krijgen. Vandaag de dag dienen opnieuw keuzes gemaakt te worden zonder in de fouten van het verleden te vervallen.

Meer dan ooit liggen de kaarten zeer mooi om een integraal en duurzaam waterbeheer uit te bouwen. Het gebruik van hydrologische en hydraulische modellen kan hierbij van nut zijn om de verschillende mogelijkheden te testen op hun effectiviteit en ze onderling af te wegen op meerdere aandachtspunten.

Het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa bevat vele vogelrichtlijngebieden en habitatgebieden (zeer waardevolle natuurgebieden) wat toch wel wijst op de maagdelijkheid van het ganse stroomgebied.



### 3 Water wordt weer water

Grote delen van het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa zijn gevrijwaard gebleven van ernstige waterverontreiniging, mede door de vroeg uitgebouwde rioolwaterzuiveringsinfrastructuur. Naast de directe oppervlaktewaterlozingen (door RWZI's, industrie en huishoudens) en de diffuse lozingen vanuit de landbouw zijn ook de lage debieten in de droge perioden ongunstig voor de waterkwaliteit in het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa.

De waterkwaliteit in de Kleine Nete blijft de laatste jaren nagenoeg constant. Vanaf haar oorsprong tot in Grobbendonk wordt de Kleine Nete als 'aanvaardbaar' tot 'zeer zuiver' ingekleurd. Vooral de bovenlopen en de middenloop van de Kleine Nete kunnen tot de zuiverste waterlopenstelsels in Vlaanderen gerekend worden, alhoewel de laatste jaren een lichte terugval wordt waargenomen. De laatste jaren is de kwaliteit van de Voorste Nete en de Achterste Nete afgenomen. Ook de kwaliteit van het Loeiends Neetje, de Wamp en de Daelemansloop ging lichtjes achteruit. De goede waterkwaliteit in de Kleine Nete blijft behouden tot aan de samenvloeiing met de Aa. Langs dit traject komen nog verschillende zijlopen in de Kleine Nete uit met een matige tot goede kwaliteit. Uitzonderingen hierop vormen de Gerheezelooop (Kneutersloop) en de Steenhovenloop (Bankloop) die een slechte tot zeer slechte waterkwaliteit hebben. Beide waterlopen worden gekenmerkt door een hoge concentratie aan zware metalen.

De bovenloop van de Aa heeft een goede tot matige kwaliteit. De nog niet volledig voltooide renovatie en uitbreiding van de RWZI van Turnhout, die in de Aa loost, leidde in 2001 al tot een spectaculair herstel van de Aa ten opzichte van de waterkwaliteitsmetingen van 2000. De Visbeek met zijn blijvende matige kwaliteit is mede verantwoordelijk voor de matige waterkwaliteit van de Aa afwaarts van Turnhout. Al na 8 km is de biologische conditie van de Aa weer hersteld, zelfs dermate dat de biologische kwaliteit beter is dan in voorgaande jaren. Voor de eerste maal wordt hier dus een goede biologische kwaliteit genoteerd. Deze

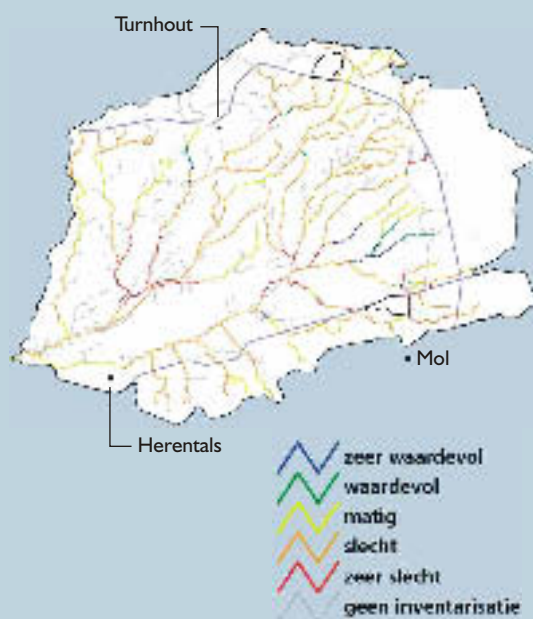
verbetering zet zich voort tot aan de monding in de Kleine Nete, waar er ook een goede biologische kwaliteit genoteerd werd. Dit is deels toe te schrijven aan de blijvende goede kwaliteit van de Laakbeek en de Grote Caliebeek. Over heel de lijn wordt wel een licht afgenomen zuurstofconcentratie ten opzichte van 1999 vastgesteld. In de bovenloop van de Platte Beek - Oude Dijkloop wordt een te hoge concentratie aan koper vastgesteld. Het brongebied van de Bosbeek-Visbeek-Diepteloop heeft te kampen met hoge concentraties aan zware metalen, die te wijten zijn aan een industriële lozing.

Globaal gezien verbetert de waterkwaliteit in het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa nog gestaag. Eind 1994 werd de RWZI van Oud-Turnhout opgestart, wat de kwaliteit van de vervuilde Aa ten goede kwam alhoewel afwaarts van de RWZI de kwaliteit van de Aa nog steeds afneemt. De opstart van de zuiveringsinstallatie in Arendonk eind 1996 zorgde voor een verdere verbetering van de Wamp. Inmiddels werd

De waterlopen binnen het stroomgebied van de Kleine Nete hebben globaal gezien een goede tot matige kwaliteit. Uitzonderingen hierop vormen de Gerheezelooop en de Steenhovenloop te Olen met hun hoge concentratie aan zware metalen. Deze vervuiling weerhoudt echter niet de 'echte' visser.



## Structuurkenmerken



De waterlopen binnen het stroomgebied van de Kleine Nete kennen van nature uit een sterk meanderend verloop. Gezien de rechte trekkingen van midden vorige eeuw vinden we deze natuurlijk kronkelende waterlopen nog slechts terug in de bovenlopen, zoals de Zwarte Nete en Desselse Nete.

gestart met de renovatie en uitbreiding van de RWZI van Turnhout. Momenteel zijn de belangrijkste nieuwe onderdelen van de installatie reeds in bedrijf gesteld. Het gezuiverde water is van uitstekende kwaliteit en draagt bij tot een schonere Aa. Te Postel staat sinds enkele jaren een rietveld in voor de zuivering van het afvalwater. Naast de goede zuivering van zowel huishoudelijk en industrieel afvalwater, gebeurden er ook binnen de landbouwsector - nadrukkelijk aanwezig met de talrijke kalver- en varkenswekerijen en de grote ruilverkavelingen - ernstige aanpassingen om de kwaliteit van de waterlopen te herstellen.

### Kruidgroei in het water

De Kleine Nete blijkt van oudsher gedurende de zomermaanden te kampen te hebben met overdreven kruidgroei. Normalisering (kanalisering) en vervuiling van de waterlopen

in de tweede helft van de 20e eeuw heeft de aanwezigheid van waterplanten aanzienlijk doen verminderen. De vroeg uitgebouwde waterzuiveringsinfrastructuur in het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa heeft er echter voor gezorgd dat de waterplanten een tweede kans kregen. De goede waterkwaliteit gecombineerd met voedselaanrijking door organische lozingen, uitspoeling en insijpeling van drijf- en kunstmest uit landbouwgronden, leidde de laatste 10 jaar tot soms zeer excessieve kruidgroei, vooral dan op de Aa. De uitbouw van de waterzuiveringsinfrastructuur begin jaren '90 loopt gelijk met de opgang van kruidgroei op de Aa en Witte Neet. De aanwezigheid van waterplanten biedt vaak tal van ecologische voordelen. Zij fungeren onder meer als voedselbron en schuilplaats voor vissen en talrijke ongewervelde organismen en hebben eveneens een zuiverende werking. Daarenboven zorgen waterplanten voor een variatie in het beekmilieu (stroomversnellingen, stilstaande water zones, micro-meandering...) en aëratie van het beekwater. Deze positieve ecologische functies moeten afgewogen worden tegen de belemmering van de afvoerfunctie van de waterloop. Kruidgroei kan namelijk aanleiding geven tot enorme opstuwing en mogelijks overstromingen.

### Kleine Nete: habitat voor vele zeldzame vissoorten

De goede waterkwaliteit leidde tot (de overleving van) een rijke levensgemeenschap. Zo komen meer dan 21 vis- en rondbeksoorten voor binnen het bekken van de Kleine Nete. Enkele hiervan zijn in Vlaanderen uiterst zeldzaam geworden, zoals het biermpje, de grote en kleine modderkruiper, de rivierdonderpad, de serpeling en de winde. Voor de bescherming van de kleine modderkruiper in stromend water neemt het Netebekken in België een unieke plaats in: waar elders enkele exemplaren worden gesignaleerd, komen ze hier voor bij duizenden. De aanwezigheid van enkele voor Vlaanderen zeer zeldzame fonteinkruidsoorten en zelfs de beschermde slangewortel wijst nogmaals op de zuiverheid van het stroomgebied. Diverse waterbeheersingswerken (rechttekening, kanalisering, stuwen, ...) en ontginningen ten behoeve van de landbouw in de jaren '60 en '70 hebben echter tot gevolg gehad dat de structurele kwaliteit van de meeste waterlopen sterk achteruit is gegaan. Ook



vormen de aanwezige stuwen een knelpunt voor faunamigratie. Momenteel lopen er enkele projecten om de migratieknelpunten te overbruggen door middel van zogenaamde vistrappen.

Vandaag is de belangrijkste functie van het oppervlaktewater binnen het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa viswater. Ook de



kanalen die het stroomgebied doorkruisen (het Albertkanaal, het kanaal Bocholt-Herentals, het Postels Vaartje, de Colateur, het Kanaal Dessel-Schoten, het Kanaal Dessel-Kwaadmechelen, het Kanaal van Beverlo en het Netekanaal) hebben als bestemming viswater. Voor een aantal waterlopen is deze gewenste bestemming echter nog veraf.

Foto links: De waterkwaliteit van de Kleine Nete en de Aa verbetert nog gestaag. De renovatie en uitbreiding van de RWZI van Turnhout zal zeker ook haar bijdrage leveren tot een schonere Aa (en Kleine Nete).

Foto rechts: De automatische stuwen op de Kleine Nete alsook op de Aa vormen onoverbrugbare barrières voor vissen en andere fauna die stroomopwaarts willen migreren. Momenteel lopen er enkele projecten om de migratieknelpunten te overbruggen door middel van zogenaamde vistrappen.



Meer dan 21 vis- en rondbeksoorten komen voor binnen het bekken van de Kleine Nete, waarvan enkele uiterst zeldzaam zijn geworden in Vlaanderen zoals de riviervierdonderpad.



# 4 Water heeft ruimte nodig

Een geringe peilstijging in de Aa kan gezien het vlakke reliëf van de vallei uitgestrekte gevolgen met zich meebrengen.

Onze waterlopen werden in een keurslijf gedwongen, rechtgetrokken, verbreed en verdiept. Tegelijk liet men toe dat er gebouwd werd in het winterbed van de rivieren en verzaakte men aan natuurlijke beschermingsgebieden tegen hoogwater. Maar water laat zich niet bedwingen!

De Kleine Nete en Aa vormen geen uitzondering op de regel. Meer nog, het vlakke karakter van het stroomgebied maakt dat de relatie tussen waterloop en de omliggende vallei veel intenser is dan bijvoorbeeld bij een bergbeek het geval is. Een geringe stijging van het waterpeil brengt al gauw enorme gevolgen met zich mee. Ook naar waterbergingsmogelijkheden in de opwaartse regionen, komt het vlakke reliëf van het stroomgebied de waterproblematiek niet ten goede.

## De kringloop van het water

Niet alle neerslag die binnen een bepaald stroomgebied valt, komt direct (als oppervlakkige afvoer) in de waterloop terecht. Een gedeelte van de neerslag zal immers op het bodemoppervlak, op de vegetatie of op andere soorten bedekkingen, blijven liggen (interceptie) en vervolgens verdampen, terwijl een ander gedeelte in de bodem zal wegsijpelen (infiltratie).

Een fractie van het water dat zich in de bodem bevindt, zal verdampen. Dit gebeurt zowel rechtstreeks uit de bodem als via de vegetatie. Dit proces wordt evapotranspiratie genoemd. Het gedeelte van het bodemwater dat niet verdampt of door de bodem zelf wordt

vastgehouden, zakt door naar het grondwater.

Water verlaat het grondwatersysteem door migratie naar de oppervlakte (bron- of kwelwater) of door grondwaterstromingen richting waterloop. Het grondwater levert een continue bijdrage aan de waterhoeveelheid in een waterloop. Deze bijdrage wordt basisafvoer of droogweerafvoer genoemd.

De totale afvoer, dit is de hoeveelheid water die in het rivierenstelsel terecht komt, is de som van de oppervlakkige afvoer, de afvoer door kwel en de basisafvoer. Hierbij is de oppervlakkige afvoer de belangrijkste component van de piekafvoer. Zij ontstaat na regen of dooi.

Het rivierenstelsel brengt het water naar zee. Door de warmte van de zon verdampt een deel van dit water en komt in de atmosfeer terecht. Deze waterdamp komt bij afkoeling als neerslag terug op het aardoppervlak terecht. Dan begint de cyclus opnieuw ...

Op plaatsen waar riolering aanwezig is, gebeurt de afvoer kunstmatig. Dit is voornamelijk het geval in de omgeving van Herentals en Turnhout. De totale oppervlakte van de zones met kunstmatige afvoer bedraagt voor het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa om en bij 120 km<sup>2</sup>.



De kringloop van het water

### De weg naar de waterloop

Hoe de neerslag precies in waterlopen terecht komt is van vele factoren afhankelijk. In de eerste plaats speelt het klimaat een rol. Hierdoor wordt bepaald hoeveel neerslag er valt, en hoeveel van die neerslag uiteindelijk verdampt. Daarnaast wordt de manier waarop het water tot afvoer komt, beïnvloed door het reliëf en het landschap. In een sterk hellend landschap zal de neerslag sneller in de waterloop terechtkomen dan in een vlak landschap. Ook de vegetatie speelt een rol: in een dicht begroeid gebied onttrekken de planten heel wat meer water aan de bodem dan in ontgonnen gebied. Bovendien vertraagt de vegetatie de oppervlakkige afvoer aanzienlijk. Tot slot bepalen de karakteristieken van de bodem in belangrijke mate de neerslagafvoer. Is de bodem goed doorlatend, dan zal een groter deel van de neerslag ondergronds geborgen kunnen worden en zal deze minder snel tot afvoer komen dan wanneer de bodem slecht doorlatend is. Ook in gebieden met een groot aandeel op de riolering aangesloten verharde oppervlakken wordt de neerslag in een mum van tijd via de riolering naar de waterloop gevoerd.

Het vlakke karakter, de zandige (doorlatende) ondergrond en de lage graad van bebouwing binnen het stroomgebied van de Kleine Nete is zo verantwoordelijk voor lange en trage afvoergolven.

### Zomerbui, winterbui

De kenmerken van een typische bui in de zomer zijn verschillend van een bui in de winter. Bij een zomerse bui valt in een zeer korte periode over een beperkt gebied enorm veel neerslag. Het water krijgt nauwelijks de tijd om in de bodem te dringen en zal snel richting waterloop stromen. De rivier krijgt in korte tijd op een bepaalde plaats zeer veel water te slikken.

Een winterbui houdt vaak meerdere dagen aan en valt doorgaans op grotere gedeelten van het stroomgebied. Hoewel de neerslagintensiteit doorgaans niet zo groot is, kan ook een winterbui voor kritieke situaties zorgen omdat er langdurig en op grote oppervlakten water blijft neervallen. Een watersysteem heeft een zeker vermogen om water te bergen. Bij langdurige neerslag wordt deze bergingscapaciteit volledig ingenomen en is er sprake van verzadiging. De waterstanden in de rivieren zullen dan snel stijgen en de rivieren zullen de voorheen droge gebieden langs hun oevers aangrijpen om het overtollig water tijdelijk te bergen.

Zowel de winterbuien als de zomerbuien in combinatie met kruidgroei kunnen aanleiding geven tot overstromingen langsheen de Kleine Nete en haar zijlopen. Het zijn de jaarlijks terugkerende zomerstormen die vaak waterschade aan de landbouwgewassen met zich brengen.

## Risicobeheer

Bij het beoordelen of beheren van de overstromingsrisico's speelt het begrip 'terugkeerperiode' een belangrijke rol. De terugkeerperiode geeft aan hoe vaak een bepaalde gebeurtenis zich - statistisch gezien - voordoet. Een bui met een terugkeerperiode van 10 jaar zal zich - over een zeer lange periode beschouwd - gemiddeld één maal om de 10 jaar voordoen. De kans op een relatief kleine bui is vrij groot; de meeste buien zijn klein. Een kleine bui heeft dan ook een kleine of korte terugkeerperiode. Zeer zware stormen met hevige regens komen zelden voor en hebben een lange terugkeerperiode, bijvoorbeeld 100 jaar.

Bij het vastleggen van een aanvaardbaar risico voor de samenleving spelen zowel maatschappelijke als economische belangen mee.

Overstromingen kunnen serieuze schade aanrichten, maar om de bevolking te beschermen tegen bijvoorbeeld een 1.000-jarige bui zouden onredelijk hoge kosten gemaakt moeten worden. Er zal dus een afweging gemaakt worden tussen de kosten en de baten van risicobeperkende ingrepen.

## De invloed van de mens

De ontwikkeling van industrie, landbouw, bewoning, transport, ... veroorzaakte een sterke verandering van het ruimtegebruik binnen een stroomgebied. De inname van land door de mens kent sinds enkele decennia geen

grenzen meer: zelfs de natuurlijke overstromingszones werden ingepalmd door industrieterreinen, verkavelingen, wegen, ... Door de enorme toename van verharde, ondoorlatende terreinen krijgt het regenwater geen kans meer om in de bodem te infiltreren. Het water dat op deze terreinen neervalt wordt - via de riolering en overstorten - razendsnel afgevoerd naar de waterlopen. Hier geeft het aanleiding tot hoge piekdebieten die het risico op overstromingen doen toenemen.

Om de bevaarbaarheid te verbeteren en het risico op overstromingen te beperken, werden rivieren rechtgetrokken en ingedijkt. Hetzelfde gebeurde met beken en kleinere stromen in het kader van ruilverkavelingen. Open grachten, die zorgden voor de berging van oppervlaktewater en infiltratie van neerslag, verdwenen of werden ingebuisd. Door de drainerende werking van kortere, rechtgetrokken beken en waterlopen verdroogden de vochtige valleien en verschaalde het landschap.

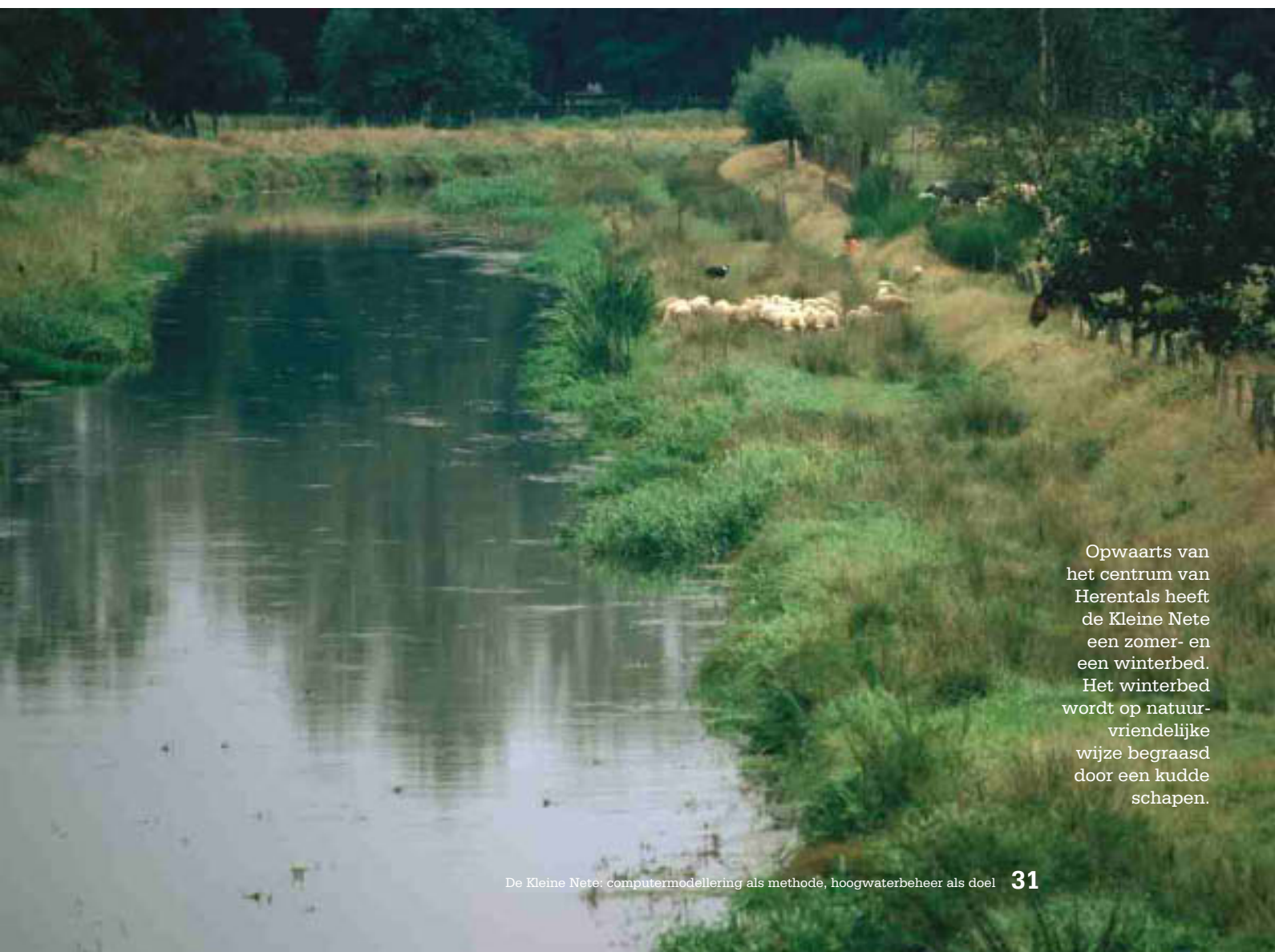
Om de waterafvoer te beheersen heeft de mens ook allerlei bouwwerken in de waterlopen geplaatst: bruggen, stuwen, verdeelwerken, watermolens, ... Niettegenstaande de grote voordelen van dergelijke constructies, houden zij soms ook een risico in. De vrije afvoer van water wordt er immers door belemmerd, waardoor bij een hevige bui ter plaatse overstromingen kunnen ontstaan.

Een tekst uit 1191 maakt melding van 'Huita' (lees: Hnita) en in 1221 spreekt men van 'Netā'. De herkomst (etymologie) van 'Nete' is niet zo duidelijk. Zo leiden sommigen 'Nete' af uit '\*nid-fließen'. 'Nete' betekent dan gewoonweg 'stroom'. Neet of Neetje is in de streek rond Retie, Dessel en Kasterlee - dus aan de bovenloop van de huidige Kleine Nete - een soortnaam met als betekenis 'waterloop'. Het werd (en wordt) gebruikt om de belangrijkste waterlopen aan te duiden, terwijl de kleinere loop: gracht of beek wordt genoemd. Om de verschillende 'Neten' of 'Neetjes' te onderscheiden, gebruikt men bepalingen als Zwarte Nete, Witte Nete, Klein Neetje, ... Slechts wanneer een bepaalde waterloop moest aangegeven worden, bijvoorbeeld een waterloop die een grensscheiding vormde (en vormt), gaf men de waterloop een specifieke naam, zoals bvb. de Wamp.

Aa of A wordt zowel in het Noord- als West-Germaans veelvuldig gebruikt als waternaam of als tweede bestanddeel van waternamen. De herkomst van 'A' is duidelijk. Het woord komt in alle Germaanse talen voor. Al de(ze) vormen gaan terug tot '\*ahwō', dat geheel beantwoordt aan het Latijn Aqua. 'A' betekent dus gewoon 'het water'.



Doordat de landbouwers hun gewassen tot bijna in de waterloop zaaien, kan de geringste peilstijging in de waterloop reeds aanleiding geven tot waterschade. Nochtans zou steeds een strook van 5 m langsheen beide oevers moeten gevrijwaard blijven.



Opwaarts van het centrum van Herentals heeft de Kleine Nete een zomer- en een winterbed. Het winterbed wordt op natuurvriendelijke wijze begrast door een kudde schapen.



# 5 De kracht van computer-modelleringen

De weg die water aflegt vanaf het moment dat het als regendruppels uit de wolken neervalt tot het uiteindelijk terug in zee terecht komt, heeft reeds vele mensen bezig gehouden. Ook u zal zich hiervan ongetwijfeld een voorstelling hebben gemaakt. De werkelijkheid omtrent de hydrologische cyclus is echter zeer complex en is het onderwerp van tal van studies. De huidige computermodellen vormen een ideaal instrument om het afvoerproces na te bootsen en de effecten van bepaalde maatregelen op voorhand te voorspellen en te vergelijken.

Een computermodel is niets anders dan de vertaling van de kringloop van het water geheel of gedeeltelijk naar de wiskundige taal. Met behulp van modellen kan onze kennis van het natuurlijk functioneren van het watersysteem uitgebreid worden. Deze modellen stellen ons in staat om voorspellingen te doen over bijvoorbeeld het piekdebiet dat met een kans van één maal in de honderd jaar dient afge-

voerd te worden en over de snelheid waarmee neerslag in de rivier terechtkomt. Bovendien kan de effectiviteit van bepaalde maatregelen (op bijvoorbeeld de waterstand) vooraf beter ingeschat worden. Modellen kunnen zo een bijdrage leveren bij de afweging van prioriteiten en het maken van keuzes binnen het integraal waterbeheer.

Bij het bouwen van zulke modellen is er behoefte aan een omvangrijke hoeveelheid gegevens. Die gegevens stellen ons enerzijds in staat om alle karakteristieken van het landschap in cijfers te vertalen en anderzijds om de verschillende neerslagpatronen en afvoersituaties na te bootsen. Veel van de wiskundige grondslagen van wetenschappelijke disciplines als hydrodynamica (stroming van vloeistoffen), statistiek, enz. dateren reeds uit de 18e en 19e eeuw. Dankzij alsmat krachtiger computers is de verwerking van alle noodzakelijke gegevens echter vandaag in veel gevallen een kwestie van minuten en is men in staat om inzicht te krijgen in zeer complexe situaties.

De opbouw van een model 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

Om het waterafvoerende gedrag van de Kleine Nete en de Aa zo juist mogelijk na te bootsen worden ook de 2e en 3e Beek die een open waterverbinding vormen tussen Kleine Nete en Aa opgenomen in het computermodel.





genoemd. De omzetting van neerslag naar deze inloopdebieten wordt nagebootst met een zogenaamd neerslag-afvoer-model en maakt onderdeel uit van de hydrologische studie. De tweede stap is de gedetailleerde berekening van waterstanden in en overstromingen langs de hoofdwaterlopen, hier de Kleine Nete en de Aa, vertrekkend vanuit de kennis van alle debieten die over de ganse lengte van de hoofdwaterlopen verspreid in die waterloop instromen. Dit wordt gedaan met een hydraulisch model. We spreken van het hydraulisch luik van de studie.

### De hydrologische studie

Om de kans op voorkomen van een bepaald piekdebiet of afvoervolume in te schatten, wordt vaak gebruik gemaakt van beschikbare afvoergegevens waarop dan een frequentieanalyse (een wiskundige rangschikking van de hoogste jaarlijkse pieken) wordt toegepast. In het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa bevinden er zich vijf meetstations waar sinds meerdere jaren debietgegevens worden geregistreerd. De lengte van de beschikbare debietreeks is hierbij van groot belang aangezien de statistische betrouwbaarheid van de frequentieanalyse toeneemt met de lengte van de reeks.

Aanvullend op de gemeten tijdreeks kan men een gesimuleerde tijdreeks bekomen op basis van beschikbare neerslagen en met behulp van een model. Indien het opgebouwde hydrologisch model in staat is de verscheidene deelprocessen met betrekking tot de waterhuishouding binnen het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa behoorlijk weer te geven, kan de gesimuleerde debietreeks beschouwd worden als het afgevoerde debiet indien de in het model gebruikte neerslag de afgelopen decennia zou zijn gevallen. Zo kan neerslag gebruikt worden welke effectief de voorbije jaren boven het stroomgebied uit de hemel is gevallen, maar kan ook een kunstmatige of elders waargenomen neerslagreeks worden gehanteerd mits deze representatief wordt verondersteld voor het studiegebied.

Een recente KMI-studie stelt dat de neerslag geregistreerd te Ukkel representatief is voor gans Vlaanderen. Daarom werd beslist om de 100-jarige neerslagreeks van Ukkel (1898-1998) door te rekenen met het hydrologisch model en de frequentie-analyse uit te voeren op de hydrologisch gesimuleerde 100-jarige debietreeks. Zo kunnen voorspellingen gedaan worden over de mogelijke piekafvoeren en hun herhalingstijd die door de Kleine Nete en Aa dienen te worden afgevoerd.

Naast de waterlopen zelf worden ook de zones naast de waterlopen (weilanden, akkers, woonwijken, ...) in de computer gestoken waardoor de (al dan niet gewenste) waterberging ter hoogte van deze locaties mee in rekening wordt gebracht.

In deze studie werd gekozen voor het continue conceptuele PDM model. Conceptuele modellen moeten afgeijkt worden aan de hand van meetgegevens. De opbouw van dit hydrologisch model wordt meer in detail besproken in 'Een computermodel van de Kleine Nete en Aa' (kaderstuk). Uit de hydrologisch gesimuleerde 100-jarige debietreeks werden hoogwaterperioden geselecteerd overeenkomstig een bepaalde terugkeerperiode, namelijk voor 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar. Deze gegevens vormen een belangrijke randvoorwaarde (input) van het hydraulisch model.

### De hydraulische studie

Uit de hydrologische studie komt naar voren hoeveel water er onder bepaalde omstandigheden in de (hoofd)waterlopen terecht komt. Hoe dit water vervolgens doorheen de waterloop beweegt is even belangrijk: welke waterstandverhoging zal er immers op kritieke plaatsen als gevolg van een bepaalde bui of ingreep optreden en gaat dat al dan niet gepaard met een overstroming? De studie van de stroming van water in de waterloop zelf wordt de hydraulica genoemd.

Hydrologische modellen zijn niet in staat waterstanden te voorspellen in de waterloop overeenkomstig een bepaald afgevoerd debiet. Ook de invloed van stuwen en andere kunstwerken kan doorgaans niet in rekening gebracht worden door een hydrologisch model. Daarvoor is een hydraulisch model nodig. De opbouw van het hydraulisch model van de waterlopen wordt in detail besproken in 'Een computermodel van de Kleine Nete en Aa' (kaderstuk).

Met het hydraulisch model kunnen naast de bestaande toestand ook mogelijke scenario's van aanpassingen aan de waterlopen doorgerekend en vergeleken worden. De gesimuleerde waterpeilen in de waterlopen maar evenzeer in de overstroomde valleien kunnen op hun beurt gebruikt worden voor de aanmaak van gesimuleerde overstromingskaarten met daarop de zogenaamde MOG's of de geModelleerde OverstromingsGebieden.

### Resultaten van de berekeningen

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 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.

Uit het model blijkt de Kleine Nete opwaarts van Herentals weinig problemen van wateroverlast te kennen. Meer afwaarts te Grobbendonk treedt de Kleine Nete geregeld buiten haar oevers en wordt de vallei (Graafweide) aangewend als natuurlijk overstromingsgebied. De Aa is meer overstromingsgevoelig alhoewel de grotere overstromingen zich vooral ook in het afwaartse pand ter hoogte van de Tweede en Derde Beek situeren.

De overstromingen in de winterperiode brengen weinig schade met zich mee. In de zomermaanden in combinatie met excessieve kruidgroei treedt de Aa vaak bij de minste neerslag buiten haar oevers, met schade aan de landbouwgewassen tot gevolg. Dit is mede het gevolg van het feit dat de landbouw thans intensief tot op de rand van de oevers beoefend wordt, ook op percelen die van nature te nat zijn, en met teelten die vaak geen wateroverlast kunnen verdragen. Ook dergelijke kleine(re) zomerstormen waarbij de Aa verondersteld werd vol kruid te staan, werden doorgerekend met het hydraulisch model. Dit zogenaamde zomermodel zal aangewend worden voor het evalueren van het effect van bepaalde kruidruimingspatronen.



De Kleine Nete  
net opwaarts  
van de  
Troonbrug te  
Grobbendonk.



# Een computermodel van de Kleine Nete en Aa

**In de studie is zowel gebruik gemaakt van een hydrologisch als een hydraulisch computermodel. Welke modellen zijn gebouwd, wat hun relatie is en wat er bij het bouwen van modellen komt kijken, wordt in dit kader beschreven.**

Bij het bouwen van modellen staat voorop dat zij een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid zijn. Om deze weergave zo getrouw mogelijk te maken, dienen de in het model opgenomen kenmerken, zogenaamde parameters, de werkelijkheid zo goed mogelijk weer te geven. Parameters zijn ofwel direct meetbaar ofwel worden ze berekend uit meetreeksen of andere gegevens. Zo kan bijvoorbeeld de dwarsdoorsnede van de waterloop opgemeten worden, maar wordt de ruwheid van de bodem afgeleid op basis van berekeningen. Dit laatste noemt men kalibreren of ijken: het aanpassen van de parameterwaarde totdat het model de werkelijkheid correct weergeeft.

## Hydrologisch model

(van neerslag naar afvoer)

### Principe

Het voorspellen van afvoeren op basis van neerslaggegevens is al zo oud als de hydrologie. In de loop der jaren heeft dat geleid tot tal van oplossingsmethoden om afvoeren van stroomgebieden te voorspellen. Onderscheid dient gemaakt te worden tussen discontinue en continue berekeningen. Discontinue modellen bestuderen bui per bui, onafhankelijk van elkaar. De begintoestand van het watersysteem, vooral de mate van voorafgaande vernatting, moet door de onderzoeker zelf ingerekend worden door een goede keuze van de parameters. Continue modellen daarentegen bestuderen het effect van lange perioden van neerslag en nemen de variatie van de berging ofwel de verzadigingsgraad van het hydrologisch systeem zelf mee in de berekeningen.

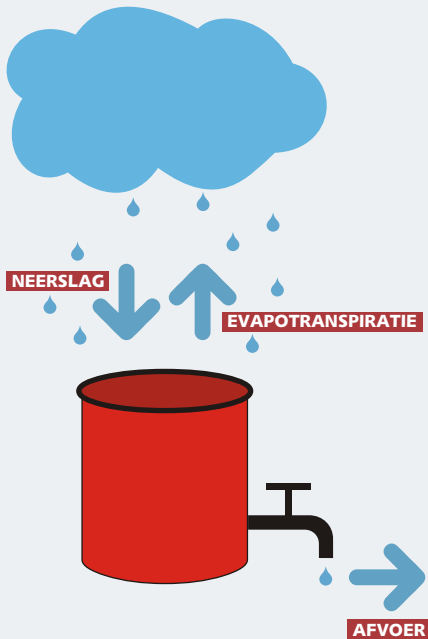
In het vorige hoofdstuk werd het begrip 'terugkeerperiode' aangehaald als sleutelwoord bij het inschatten van risico's. In het voorbeeld werd de herhalingsstijd van een bepaalde bui aangehaald. Afhankelijk van de verzadigingsgraad van het watersysteem bij aanvang van de bui zal eenzelfde bui aanleiding geven tot hogere of lagere afvoeren en zo ook resulteren in meer of minder problemen

van wateroverlast. Zo kan een lichte(re) bui op een verzadigde ondergrond meer afvoer genereren dan een zware bui op een droge ondergrond. Er bestaat geen éénduidig verband tussen de neerslag en de hieruit resulterende afvoer en bijhorende wateroverlast. Bijgevolg is de kans op voorkomen van een bepaalde bui evenmin noodzakelijk gelijk aan de kans op voorkomen van een bepaalde afvoer. Niet de herhalingsstijd van de bui maar die van de afvoergolf willen we weten. Om deze reden is het gebruik van continue modellen een noodzaak geworden.

Hydrologische modellen kunnen verder nog ingedeeld worden in drie soorten: 'zwarte-doods'-modellen, conceptuele modellen en volledig fysisch-gebaseerde modellen. Een 'zwarte-doods'-model zet een bepaalde input (neerslag) om naar een bepaalde output (afvoer) waarbij de werkelijk optredende fysische processen niet worden beschouwd. Het zijn sterk wiskundige modellen die dan ook voor allerlei andere processen kunnen gebruikt worden, bijvoorbeeld om aandelenkoersen te voorspellen op basis van bijvoorbeeld petroleum-prijzen. De modelparameters hebben geen enkele fysische betekenis en dienen bijgevolg afgeijkt te worden aan de hand van meetgegevens van input en output. Daartegenover wordt door fysisch-gebaseerde modellen het hele hydrologische proces van neerslag tot afvoer in fysische termen beschreven, gebruikmakend van fysische wetmatigheden, waarbij de modelparameters meetbaar zijn op het terrein ('witte doos'-modellen). Conceptuele modellen geven de fysische realiteit niet volledig weer, maar hebben wel een structuur die bevattelijk kan worden voorgesteld. Vaak wordt het neerslag-afvoerproces vereenvoudigd tot één of meerdere reservoirs die gevuld raken met neerslag en op een bepaalde wijze leegstromen. Ze worden daarom ook reservoir- of cascademodellen genoemd en zijn goed te vergelijken met de bekende serie van tuinvijvertjes die via watervalletjes en pompjes met elkaar in verbinding staan en zo een watercyclus in stand houden. De parameters van deze structuren hebben wel enige fysische betekenis, maar zijn vaak niet meetbaar en dienen dus eveneens afgeijkt te worden aan meetgegevens. Conceptuele modellen worden ook wel 'grijze-doods'-modellen genoemd.



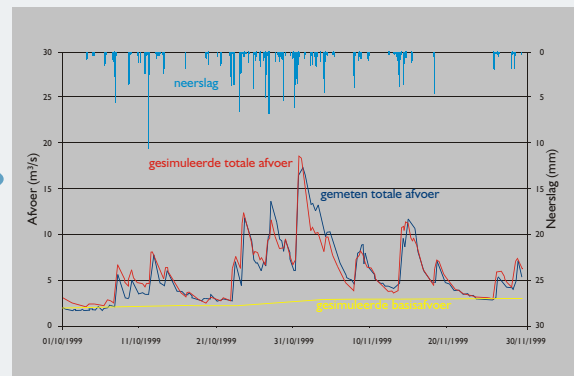
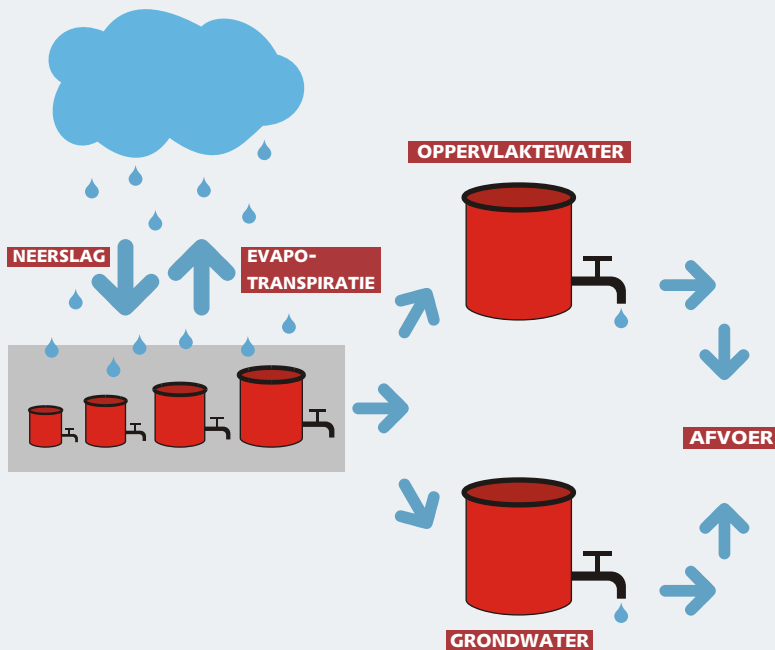
## Conceptuele benadering van de kringloop van het water



Bij het berekenen van kwantitatieve oppervlaktewaterproblemen wordt thans het meeste gebruik gemaakt van conceptuele (vereenvoudigde fysische) benaderingen. Het hydrologisch systeem wordt beschouwd als één of meerdere reservoirs (rivier, bodem, ...) die regen opvangen en vervolgens aanleiding geven tot een bepaalde (afvoer)stroom (oppervlaktewater en grondwater, in de verzadigde en onverzadigde zone, infiltratie en verdamping, ...). De parameters van de modellen hebben niet altijd een fysische betekenis, wat calibratie aan meetgegevens noodzakelijk maakt.

De in te schatten (en te calibreren) modelparameters zijn bij dergelijke modellen o.a. de grootte (de opslagcapaciteit) van de beschouwde reservoirs (emmers) en de opening van het 'kraantje'.

## Het Hydrologisch model PDM



Het PDM-model doet de neerslag door een aantal opeenvolgende reservoirs lopen waarmee de verdeling tussen evapotranspiratie, oppervlakkige afstroming en infiltratie wordt bepaald. Vervolgens worden ook de berging aan de oppervlakte en in de ondergrond gesimuleerd door twee reservoirs die samen de totale afvoer naar de rivier geven. Bijzonder aan het PDM-model is de mogelijkheid om via een wiskundige verdelingsfunctie een ganse waaier aan reservoirs van verschillende capaciteit in de computer te steken, waardoor beter rekening kan gehouden worden met de (geografische) diversiteit aan bergingscapaciteit in een stroomgebied.

## Een computermodel van de Kleine Nete en Aa

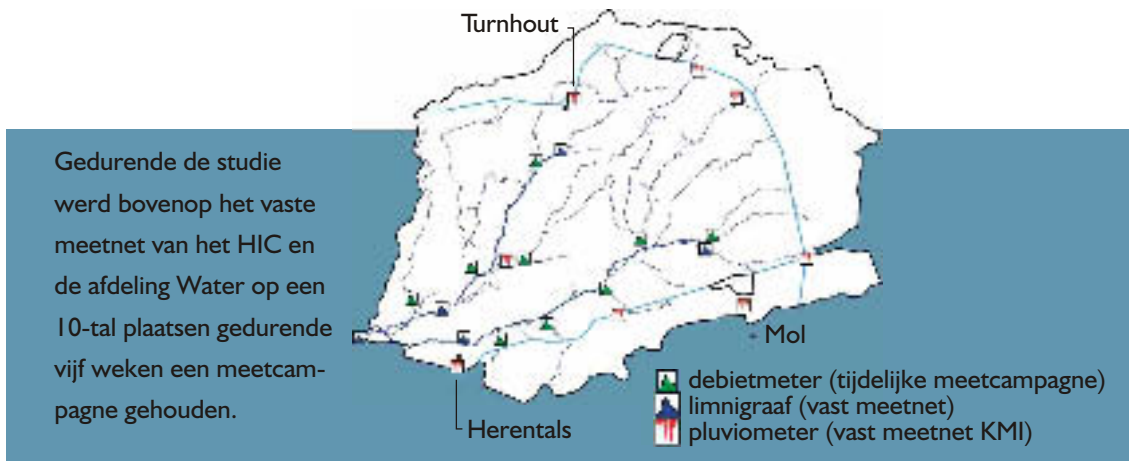
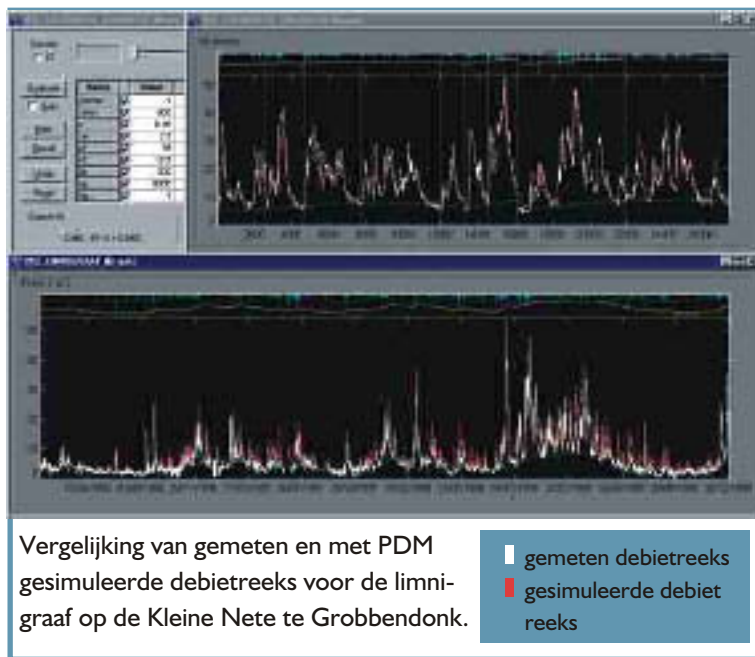
### Modelleren met het conceptuele PDM-model

Voor de simulatie van de neerslag-afvoerrelatie werd gebruik gemaakt van de Engelse software PDM (Probability Distributed Moisture-model). 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 vermindert 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 fysieke 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 zodat niet langer met één bodemreservoir gerekend wordt, maar met een ganse waaier van reservoirs van verschillende capaciteit. Hierdoor kan beter rekening gehouden worden met de grote diversiteit aan bergingscapaciteit in een stroomgebied.

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 zogenoemde '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, wordt een vergelijking uitgevoerd tussen hetgeen in het model berekend wordt en hetgeen zich werkelijk heeft afgespeeld in het gebied. Het KMI beschikt over verschillende weerstations binnen het stroomgebied van de Kleine Nete. Het HIC (Hydrologisch Informatiecentrum) en de afdeling Water beschikken over afvoerdebieten voor het stroomgebied van de Kleine Nete sinds eind de jaren zeventig. Daarenboven is er gedurende de studie een meetcampagne van vijf weken uitgevoerd waarbij bijkomend neerslag, waterstanden en debieten gemeten werden op verschillende plaatsen in het stroomgebied van de Kleine Nete. Wanneer het berekende debiet nog te veel verschilt van het werkelijke debiet, worden de parameters in het model verbeterd.

Een goed model stelt ons in staat een debietreeks van verscheidene jaren uit een neerslagreeks (al dan niet werkelijk gevallen boven het studiegebied) te genereren waarop een frequentie-analyse kan worden uitgevoerd. Het bepalen van de relatie tussen de kans van voorkomen, de omvang en het volume van de afvoer vormt immers de eerste belangrijke stap bij het vaststellen van het overstromingsrisico.



## Hydraulisch model

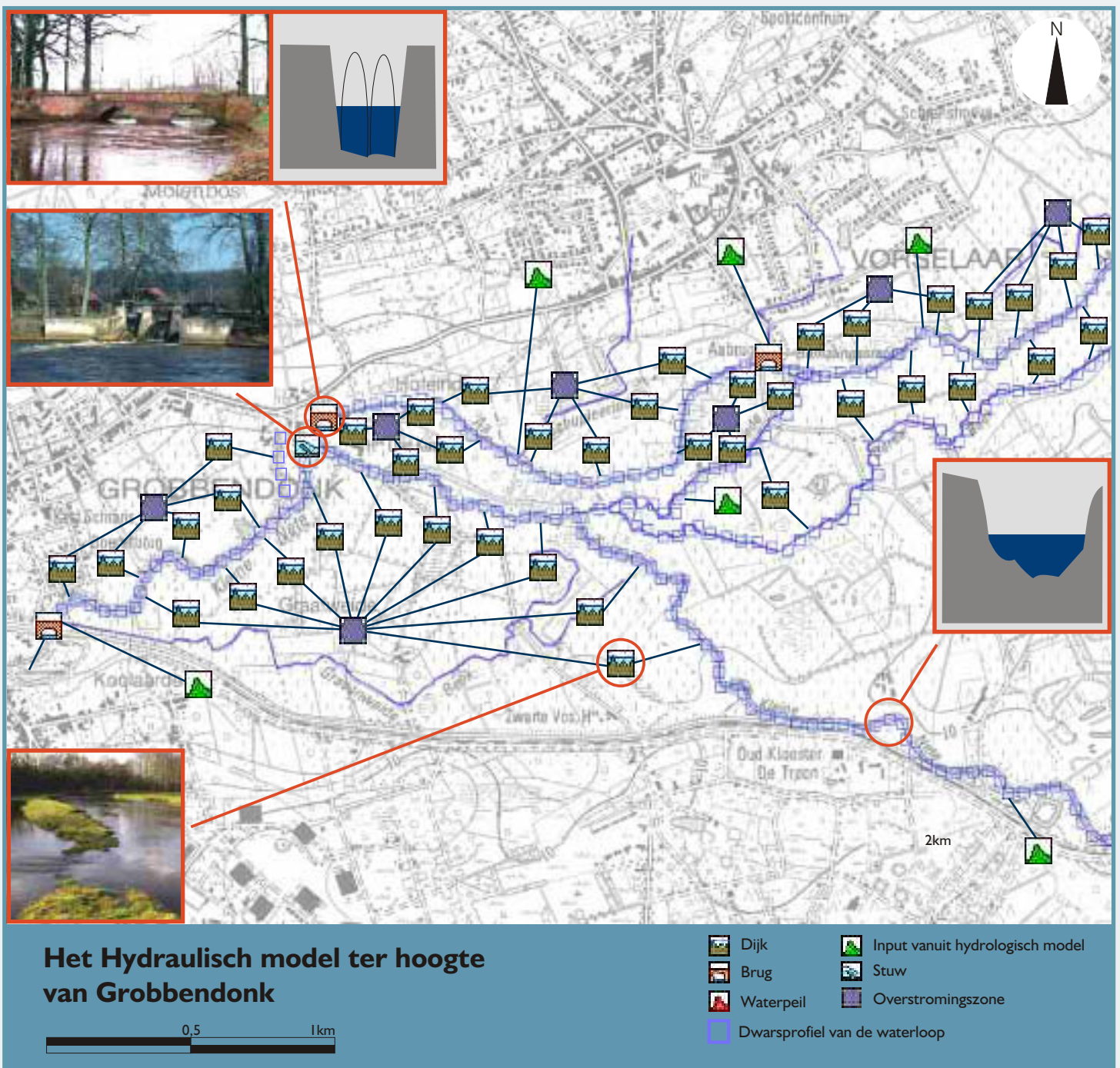
(van neerslagafvoer naar waterstanden en overstromingen)

### Principe

Het hydrologisch model geeft de afvoer over 'land' weer. Onder meer de aard van de waterlopen en de werking van stuwen worden niet in rekening gebracht. Daarvoor dient een hydraulisch model opgebouwd te worden dat toelaat om in elk punt van de waterloop waterstanden en debieten te voorspellen gedurende de stormperiode. Eens de bestaande toestand is opgebouwd als referentie kunnen eveneens geplande verbeteringswerken als scenario worden nagerekend. Het hydraulisch

model is immers een meccano van knopen. Door knopen weg te laten (bijvoorbeeld een stuw) of te vervangen door andere (bijvoorbeeld het inbouwen van een wachtbekken) wordt een andere situatie bestudeerd.

De omzetting van het - uit het PDM-model - toestromend debiet naar waterstanden en debieten in de Kleine Nete en Aa, en de eventueel daarbij horende overstromingen, vergt een fysisch-gebaseerd model. Het zijn de fysisch-gebaseerde vergelijkingen opgesteld door de Franse onderzoeker de Saint-Venant, die bestaan uit een continuïteitsvergelijking (behoud van massa) en een momentumvergelijking (behoud van beweging), die moeten opgelost worden om de stroming en de berging in de waterlopen vast te stellen.





## Een computermodel van de Kleine Nete en Aa

### Modelleren met het fysisch-gebaseerde ISIS-model

Het gebruikte Engelse softwarepakket ISIS berekent in de opgegeven rekenpunten (knopen) de waterstand en het debiet in functie van de tijd, dus over het verloop van de storm. Men spreekt dan ook van een hydrodynamisch model. Deze tijdsafhankelijke of niet-stationaire berekeningen vergen in complexe waterlopenstelsels enorme rekestijden. Zonder computers was dit niet mogelijk en moest men zich beperken tot handmatige stationaire berekeningen, de vroegere klassieke waterlijnberekeningen. In deze waterlijnberekeningen beperkte men zich meestal tot het uitrekenen van de maximale dwarsdoorsnede van de waterloop opdat die een boordevol debiet zou kunnen afvoeren.

De moderne berekeningen vergen wel veel gegevens. Alle essentiële werkelijke afmetingen van de waterloop (bedding en oevers) moeten ingegeven worden in de computer. De as van de waterloop wordt voorgesteld als een meccano van knopen. Deze omvatten de opgemeten fysische kenmerken van de waterloop op een groot aantal punten: dwarssecties, afmetingen van hydraulische infrastructuurwerken (bruggen, bodemvallen, duikers, stuwen), de topografie van overstromingszones. Naast de talrijke opmetingen vormen ook de werking (regeling) van de stuwen en andere kunstwerken noodzakelijke gegevens. Vervolgens wordt het ISIS-model gevoed met debieten afkomstig uit het PDM-model en met de zogenaamde afwaartse randvoorwaarden, waaronder de waterpeilen in het gedeelte van de Kleine Nete dat nog bij de bevaarbare waterlopen gerangschikt is.

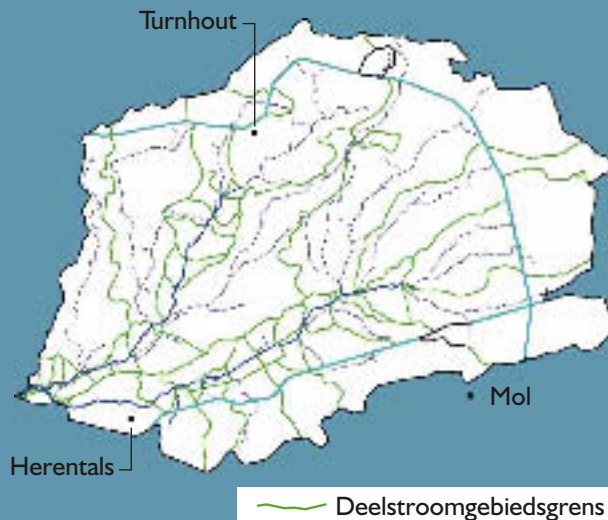
Het gebruik van een fysisch-gebaseerd model maakt het afijken van de modelresultaten aan de werkelijkheid spijtig genoeg niet geheel overbodig. Ook in het hydraulisch model dienen nog enkele parameters ingevuld of verbeterd te

worden. Deze houden voornamelijk verband met de ruwheid van de rivier en vallei. Hoe lager de ruwheid, hoe gemakkelijker het water kan afgevoerd worden. Een rechtgetrokken beek met verharde oevers zal het water sneller doorvoeren 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 en waar telkens energieverliezen moeten ingerekend worden. 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.

### Inbouwen van scenario's

Nadat het model 'bestaande toestand' is opgebouwd, kunnen verschillende scenario's worden doorgerekend. Scenario's worden ingebracht door bijvoorbeeld de geometrie van de waterloop te wijzigen in geval van ruimingswerken, of door de ruwheidsparements in geval van bijvoorbeeld kruidruiming, aan te passen. Het is ook mogelijk om de hoeveelheid berging die aan weerszijde van de waterloop aanwezig is te vergroten door de aanleg van een wachtbekken of het (weer) ter beschikking stellen van natuurlijke overstromingsgebieden.

Het hydraulisch model dient gevoed te worden met afvoerdebieten ofwel inloophydrogrammen. Hiervoor werd het stroomgebied van de Kleine Nete en Aa opgedeeld in verschillende deelstroomgebieden waarvoor telkens met het hydrologisch model inloophydrogrammen werden gegenereerd. De deelstroomgebieden stemmen grotendeels overeen met de stroomgebiedjes van de zijlopen van de Kleine Nete en de Aa. Ze worden afgeleid aan de hand van de topografie.



# Afvoer in het stroomgebied van de Kleine Nete

De gemiddelde jaarneerslag van het stroomgebied van de Kleine Nete is zo'n 850 mm. Het grootste gedeelte van de neerslag zal verdampen, terwijl de totale afvoer 44 % bedraagt, bestaande uit oppervlakkige (snelle) afvoer en basisafvoer. De toevoer van (kalkrijk) water vanuit de Kempische kanalen of door kwel uit de diepere ondergrond maakt dat de totale afvoer groter is dan het verschil tussen de hoeveelheid neerslag en de verdamping.

Het stroomgebied van de Kleine Nete vertoont een homogeen afvoergedrag. Het ganse gebied wordt gekenmerkt door redelijk constante waarden voor de afvoercoëfficiënten (die de verhouding geven van de snelle afvoer op de totale neerslag) gaande van 20 tot 25 %.

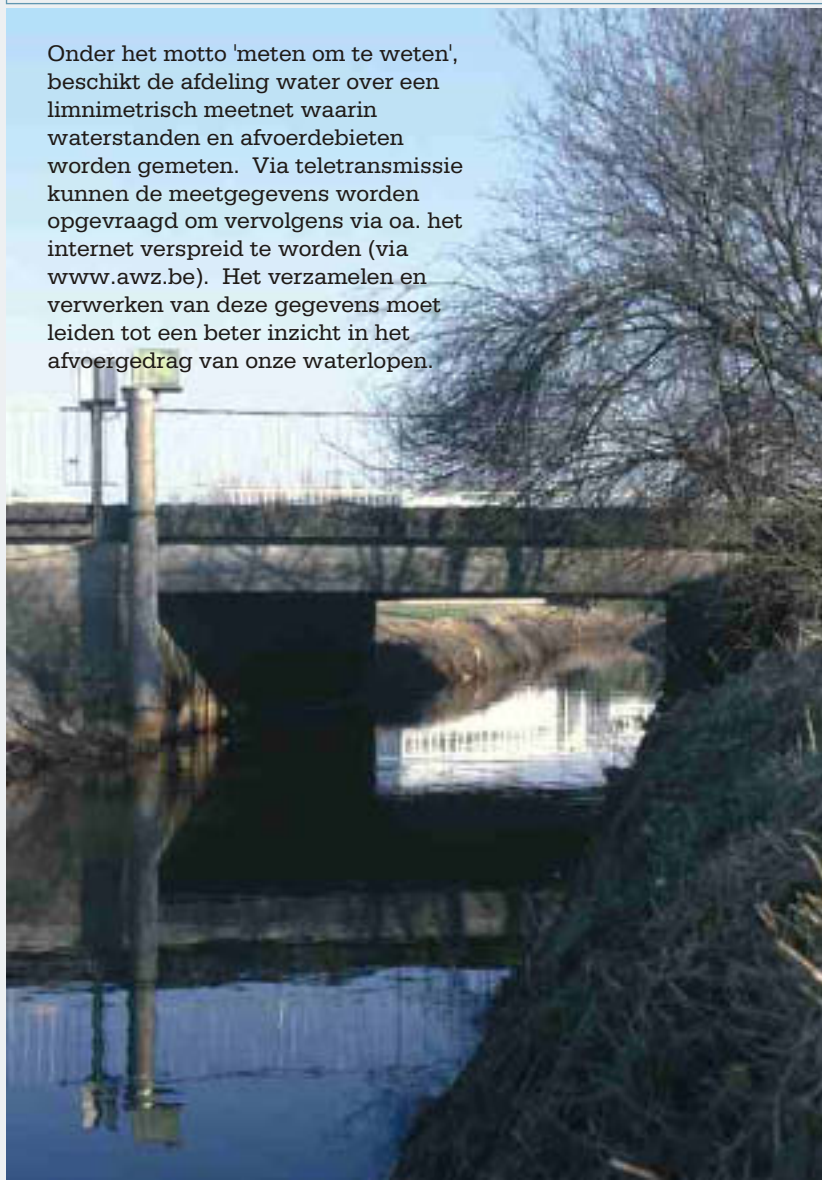
Als gevolg van de zandige bodem en de beperkte helling in het gebied, vormt de basisafvoer (trage afvoer) een belangrijk deel van de totale afvoergolf. In vergelijking met andere gebieden in Vlaanderen vertonen de afvoergolven in het Netebekken kleinere piekdebieten maar wel extra lang durende hoogwaterperiodes.

Onderstaande tabel toont de resultaten van de frequentieanalyse op de meetreeks van de limnigraaf op de Kleine Nete te Grobbendonk.

Toename van het jaarlijks piekdebiet ( $m^3/s$ ) voor de limnigraaf te Grobbendonk voor verschillende terugkeerperiodes.

<i>terugkeerperiode in jaren</i> →	2	5	10	25	50	100
<i>piekdebiet in <math>m^3/s</math></i> →	34	42	47	54	58	63

Onder het motto 'meten om te weten', beschikt de afdeling water over een limnietrisch meetnet waarin waterstanden en afvoerdebieten worden gemeten. Via teletransmissie kunnen de meetgegevens worden opgevraagd om vervolgens via oa. het internet verspreid te worden (via [www.awz.be](http://www.awz.be)). Het verzamelen en verwerken van deze gegevens moet leiden tot een beter inzicht in het afvoergedrag van onze waterlopen.



## 6 Welke maatregelen hebben effect?



De vallei van de Aa te Poederlee zal ook in de toekomst nog aangevend worden door de Aa als natuurlijk overstromingsgebied.

In nauw overleg met het Lokaal Wateroverleg zijn een aantal voorstellen geformuleerd om de knelpunten in het stroomgebied van de Kleine Nete aan te pakken. De knelpunten situeren zich hier in mindere mate op het vlak van de overstromingsproblematiek. Het aantal huizen dat bedreigd wordt, is er immers beperkt en de frequentie waarmee deze huizen wateroverlast en echte schade ondervinden is laag. Er is eerder gewerkt in het kader van een natuurvriendelijk waterbeheer in het stroomgebied en het vermijden dat nog gebouwd wordt op plaatsen waar het zal blijven overstromen. De vallei van de Kleine Nete is immers reeds vele jaren een pilotogebied voor watergebonden natuurontwikkeling, gelet op de vele mogelijkheden die er nog aanwezig zijn.

## Scenario 1

*Verplaatsing van de dijk langsheen de rechteroever van de Kleine Nete te Grobbendonk*

De potentiële waterschade als gevolg van overstromingen in de wijk langsheen de rechteroever van de Kleine Nete te Grobbendonk baart velen zorgen. Gezien de woningen zich dichtbij de Kleine Nete bevinden op opgehoogd terrein, blijft de wateroverlast meestal beperkt tot de ernaast liggende weilanden. Uit de simulaties van de bestaande toestand is gebleken dat er geen water in de nabijgelegen huizen komt te staan bij afvoeren met een herhalingstijd tot 50 jaar. De verplaatsing van de dijk van de Kleine Nete opwaarts van de woonwijk zou het veiligheidsniveau van de bewoners vergroten tot bijna 200 jaar.

## Scenario 2

*Natuurlijke inrichting van de Kleine Nete nabij de Hellekens*

Net opwaarts van de ring van Herentals bevindt zich langsheen de linkeroever van de Kleine Nete het terrein de 'Hellekens'. De afdelingen Natuur en Water van AMINAL koesteren het plan om op deze plaats de natuur en de waterloop meer ruimte te geven en wel door de Kleine Nete doorheen de Hellekens te laten hermeanderen. Tevens zou deze herinrichting een peilverhoging van 50 cm moeten verwezenlijken ter hoogte van het Olensbroek gelegen net opwaarts van de 'Hellekens'. Op die manier wil men het Olensbroek verder vernatten. De peilverhoging kan worden verwezenlijkt door het plaatsen van kleine bodemvalletjes die tevens dienst doen als vistrap. Het huidige traject van de Kleine Nete zou dienst doen als afleidingskanaal, dat vanaf bepaalde waterpeilen op de Kleine Nete wordt aangewend voor het grootste deel van de afvoer.

Uit de berekeningen volgt dat bij basisafvoer de peilverhoging voelbaar is tot nabij de brug 'Zeggendijk' te Geel. De maximale waterstanden bij een 5- en 25-jarige afvoergolf blijven dezelfde. Om een goede werking van de vistrap te verwezenlijken, dient de regeling van

de stuw te Herentals herbekeken te worden. En belangrijker nog, eerst dient het migratieknelpunt ter hoogte van deze stuw verholpen te worden.

## Scenario 3

*Slibruiming op de Aa*

In dit scenario is een slibruiming op de Aa nagebootst tussen Grobbenonk en Gierle. De berekeningen werden uitgevoerd voor een terugkeerperiode van 1, 2 en 25 jaar. De aanwezigheid van de 4 automatische stuwen beperkt de mogelijke toename van de afvoercapaciteit van de Aa vrij sterk. De vlakke vallei kan de uitgestrektheid van de overstromingen weinig afremmen. Bijkomend moet opgemerkt worden dat in het afwaartse pand van de Aa een (eveneens geringe) toename van de waterstanden valt waar te nemen, wat geenszins als positief wordt beschouwd. Een tweede nadeel van dit scenario vormt de hoge kostprijs van een slibruiming en het feit dat elders ruimte moet ingenomen worden om vervuilde slibspectie te bergen.

## Scenario 4

*Kruidruiming op de Aa*

Uitbundige plantengroei in een waterloop bemoeilijkt de waterafvoer. Om een maximale afvoercapaciteit te garanderen, is een regelmatige kruidruiming nodig. Vanuit ecologisch standpunt zijn kruidruiming echter niet gewenst. Zij betekenen immers een ernstige verstoring voor

De verplaatsing van de dijk van de Kleine Nete opwaarts van de woonwijk te Grobbendonk zou het veiligheidsniveau van de bewoners vergroten tot bijna 200 jaar.



Afdeling Water en afdeling Natuur koesteren plannen om de Kleine Nete ter hoogte van de 'Hellekens' (achteraan op de foto) opnieuw te laten meanderen. De huidige loop van de Kleine Nete zou dan dienst kunnen doen als afleidingskanaal ingeval van hoogwater.

het biologisch leven in en rond de waterloop. De berekeningen werden uitgevoerd voor korte gepiekte zomerstormen met lage terugkeerperioden (1 à 2 jaar). Bij hogere retourperioden worden de stroomsnelheden in de waterloop zo hoog dat het kruid wordt platgedrukt. Het biedt dan veel minder weerstand waardoor de opstuwende invloed veel minder wordt.

Overeenkomstig de verwachtingen berekent het model met uitbundige plantengroei aanzienlijke opstuwning (tot bijna 1 meter) ter hoogte van de plantengroei en verder opwaarts. De uitgestrektheid van de overstromingen is niet gering. Er worden weliswaar geen huizen bedreigd, maar waterschade aan de landbouwgewassen is niet ondenkbaar. Bij het toepassen van een volledige kruidruiming zou de Aa voor deze lage herhalingstijden niet langer buiten haar oevers treden. Een volledige kruidruiming brengt wel een toename van de waterpeilen in het afwaartse pand met zich mee. Het uitvoeren van de kruidruiming volgens een ecologisch verantwoord maaipatroon doet de problemen van wateroverlast als gevolg van de meerjarige kleine zomerstormen verdwijnen. Voor een terugkeerperiode van 2 jaar en meer is de overstromde oppervlakte veel beperkter dan bij niet-ruimen. De toename van de afvoer die als nadelig voor de



meer afwaarts gelegen zones wordt beschouwd, stelt zich veel minder.

Een ecologisch aanvaardbaar maaipatroon vormt een compromis tussen enerzijds het bereiken van een voldoende waterafvoercapaciteit en anderzijds het behoud van grotere delen watervegetaties, die als habitat fungeren. Een voorbeeld hiervan is het selectief maaien in niet-in-de-dwarsrichting overlappende blokken.

Vanaf 2002 werd het kruid in de waterlopen deels in blokpatroon gemaaid en deels volledig gemaaid (2 maaibeurten). Hierdoor worden verschillende doelstellingen bereikt: beperking van overstromingen (zowel boven- als benedenstrooms), verbetering van de zuurstofhuishouding en de habitatkwaliteit.



## Geen grote werkzaamheden in de vallei van de Kleine Nete gepland

Het kan niet genoeg gezegd worden. Waterlopen laten zich niet in een eng keurslijf duwen. De voorbije jaren namen vele rivieren terug wat hen was afgenomen, namelijk ruimte. De afdeling Water, en niet alleen zij, is zich hier van bewust en draagt de slogan 'Ruimte voor water' hoog in het vaandel.

Het vlakke karakter van de vallei van de Kleine Nete is verantwoordelijk voor de intense relatie tussen waterloop en vallei. Een geringe stijging van het waterpeil brengt al gauw grote overstromingen met zich mee. Dit fenomeen heeft de 'Netenaars', in tegenstelling tot de bewoners van andere valleien, waarschijnlijk in het verleden ervan weerhouden om de Netevallei vol te bouwen. De Kleine Nete en Aa konden zo goed als ongestoord buiten hun oevers blijven treden. En gaan dit mogen blijven doen. De nog bestaande ruimte voor water moet immers behouden blijven en dient als voorbeeld voor de herinrichting van vele andere Vlaamse valleien, zoals de Demer- en Dijlevallei.

De afdeling Water wil met de in deze brochure opgenomen overstromingskaarten een duidelijk signaal geven om de Kleine Nete en de Aa de nodige ruimte te laten. Blijf uit die Netevallei.

Er worden bijgevolg geen grote werkzaamheden gepland. Wel zal de afdeling Water zich actief inzetten om de onrechtmatige negatieve gevolgen van de frequente overstromingen na een zomerbui te beperken. Ook wordt overwogen op diverse plaatsen dijkverstevingen in combinatie met een verplaatsing ervan uit te voeren. Op deze manier leidt bijkomende ruimte voor de waterloop eveneens tot een verhoogd beschermingsniveau van de omwonenden.

Overstromingen langs de Kleine Nete nabij de grens tussen Grobbendonk en Herentals. (januari 1995)



# 7 Wat brengt de toekomst?

Integraal waterbeheer kan niet gezien worden als een herstel van het huidige, door menselijke invloed vaak gedegeneerde watersysteem tot het 'oorspronkelijke' natuurlijke systeem. Integraal waterbeheer heeft tot doel te komen tot een nieuw watersysteem waarbinnen een optimalisatie wordt nagestreefd tussen haar diverse ecologische functies en andere gebruiksfuncties.

Eigenlijk zijn er weinig problemen van echte wateroverlast in het stroomgebied. In de winter doen zich op de Kleine Nete tot retourperioden van 25 jaar bijna geen overstromingen voor. Op de Aa gebeurt dit wel frequenter, maar woningen worden niet bedreigd. Voor zeer grote stormen - die als natuurramp kunnen gerekend worden - stromen beide rivieren wel over grote lengten over, zij het evenmin met echte bedreiging van bewoning.

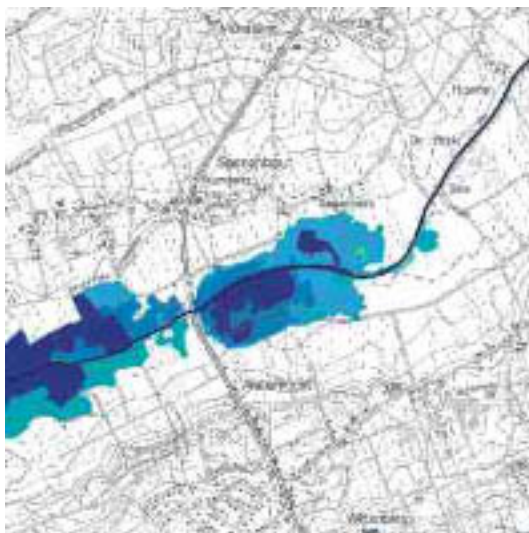
Waterlopen worden in het hedendaags waterbeheer als een landelijk, landschappelijk en ecologisch element benaderd. Grote infrastructuurwerken worden er niet meer verwacht. Water moet vooral terug eigen ruimte krijgen. In die optiek worden natuurlijke overstromingen op niet bewoonde percelen getolereerd teneinde wateroverlast op bewoonde percelen te vermijden. Het is daarom belangrijk deze natuurlijke overstromingsgebieden te beschermen. Lokale besturen alsmede de eigenaars van dergelijke

percelen moeten beseffen dat zij een eigen verantwoordelijkheid dragen dat de bestaande overstromingsgebieden maximaal gevrijwaard worden van elke overstromingsgevoelige activiteit (bijvoorbeeld woningbouw).

Het belangrijkste resultaat van de uitgevoerde berekeningen is de afbakening van de overstroombare gebieden. Deze gebieden moeten in de toekomst de functie van waterbuffer kunnen blijven vervullen. De ingekleurde gebieden dienen beschouwd te worden als overstromingsgevoelige gebieden. Het is echter niet zo dat niet-ingekleurde gebieden daarom per definitie 'veilig' zijn. De ervaring leert ook dat veel plaatselijke overstromingen ontstaan langs kleinere waterlopen of uit de rioleringen, en die werden nog niet ingetekend op de kaarten. Bouwen 'langs het water' moet dus in de toekomst met meer inzicht gebeuren. De toekomstige watertoets bij nieuwe projecten tracht hieraan tegemoet te komen.

De reeds bebouwde zones zullen maximaal als financieel verantwoord is, beschermd worden. Hierbij zullen voornamelijk technieken aangewend worden die de valleiwaarde respecteren en verhogen. Dus indien mogelijk geen slibruiming en slechts minimale kruidruiming, geen algemene harde oeververdediging. Wel verantwoorde lokale ingrepen om het water eerder te geleiden en te begeleiden.

In de zomer is de Aa zeer overstromingsgevoelig indien er onvoldoende kruid geruimd wordt. De opstuwning door het kruid beschermt wel de benedenwaartse panden bij zeer grote stormen. Vanaf 2002 werd het kruid in de waterloop deels in blokpatroon gemaaid en deels volledig gemaaid (2 maai beurten). Hierdoor worden verschillende



Fragment uit de gesimuleerde overstromingskaart. Hoe donkerder ingekleurd, hoe groter de kans op overstroming. De volledige overstromingskaart voor de Kleine Nete en Aa (1e categorie) is achteraan in deze brochure terug te vinden.



doelstellingen bereikt: overstromingen in het valleigebied worden beperkt en wateroverlast benedenstrooms wordt voorkomen. Ook ecologisch is het inperken van een volledige maaibeurt zeer belangrijk voor de zuurstofhuishouding in de beek en voor de habitatkwaliteit. Ook voor het zelfzuiverend vermogen van het watersysteem is dergelijk maaipatroon positief. Op termijn - na een verdere afname van de nutriëntenbelasting - is een verdere extensivering van het maaipatroon aangewezen.

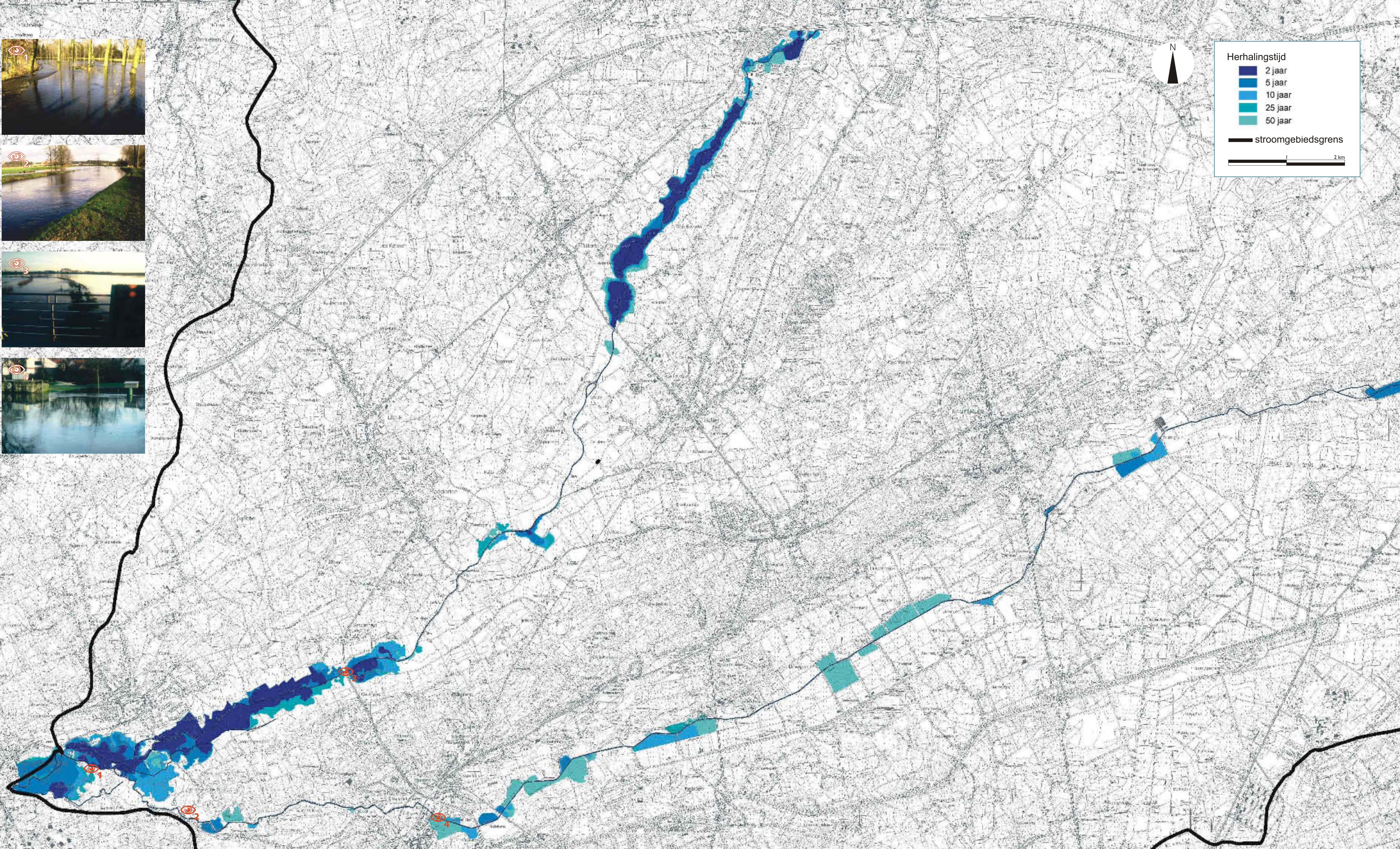
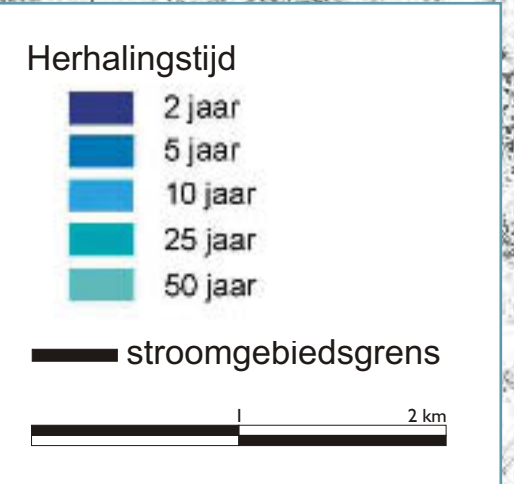
Op termijn zullen de percelen langs de waterlopen wellicht opgeslorpt worden in een groene bufferstrook waarbinnen de waterloop en de waterafvoer zich vrij kan bewegen. Langs verschillende waterlopen in Vlaanderen, zeker ook voor een pilotgebied als de Kleine Nete, wordt thans al onderzocht op welke wijze de oevers en de vallei best heringericht en beheerd worden. Hiermee wordt onder meer invulling gegeven aan Europese regelgeving die stelt dat watersystemen niet verder meer mogen degenereren maar dat integendeel actieve maatregelen moeten genomen worden om te komen tot een goede natuurlijke toestand van de watersystemen.

Tot op zekere hoogte zijn geregelde overstromingen een natuurlijk verschijnsel. Ze komen al eeuwen voor. Om echte overlast en schade te beperken, dienen we de nog beschikbare ruimte verstandig te gebruiken om extreme afvoeren te bufferen. Maatregelen aan de bron, zoals de aanleg van minder verharde oppervlak-

ten, het scheiden van rioolwater in leidingen en regenwater in open grachten, de installatie van regenwaterputten en bezinkingsbekkens, kunnen ook helpen als ze op voldoende grote schaal toegepast worden. Bij alle computerberekeningen wordt vanzelfsprekend aangenomen dat het geheel van de hydraulische infrastructuur goed onderhouden is en degelijk functioneert. Het verleden toont evenwel aan dat meegesleurde takken en zwerfvuil soms zeer nefaste gevolgen kunnen hebben. 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.

Zicht op de woelkom afwaarts van de stuw te Grobbendonk.







Ministerie van de  
Vlaamse Gemeenschap

afdeling Water