

De Winterbeek

Computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel



Ministerie van de
Vlaamse Gemeenschap
afdeling Water

De Winterbeek

Computermodellering
als methode,
hoogwaterbeheer
als doel

Samenstelling en eindredactie

Haskoning Belgium bvba
Hanswijkdries 80
2800 Mechelen
Tel: 015-40 56 56 • Fax: 015-40 56 57
E-mail: Info@Haskoning.be

Redactieadvies

Koen Martens, Guido Vanderwaeren, Ivo Terrens
(AMINAL - afdeling Water)

Fotografie

Haskoning Belgium

Vormgeving

www.tabeoka.be
Cover naar een idee van Guy Adam
Stijl naar een idee van Luk Guillaume

Depotnummer

D/2002/3241/039

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 Winterbeek.

Lijst van alle stroomgebieden:

Deze brochure over het stroomgebied van de Winterbeek behoort tot een reeks van 15 brochures die vanaf het jaar 2000 gemaakt werden. Ze behandelen de modelleringsstudies van de stroomgebieden die deel uitmaken van het meerjarenprogramma van de afdeling Water, fase 2 (bestek 1997). Deze stroomgebieden zijn: het stroomgebied van de Martjesvaart, de Heulebeek, de waterlopen naar het Veurne-Ambacht-gemaal, de Bellebeek, de Molenbeek te Erpe-Mere, de Marke, de Zwalm, de Jeker, de Winterbeek-Kleine Beek-Zwart Water, de Velpe, de Demer tussen Schulen en Webbekom, de Grote Nete - Grote Laak, de Vliet - Molenbeek, de Barebeek en de IJse.

Inhoud

Colofon / Lijst van alle stroomgebieden	2
Voorwoord	4
De afdeling Water	7
1. Een kennismaking met het stroomgebied	8
2. Het afstromingsgedrag van de Winterbeek	16
3. De waterkwaliteit is een belangrijk knelpunt	21
4. Een computermodel van de Winterbeek	24
5. Hoe kunnen overstromingen met verontreinigd water worden voorkomen?	31
6. Het grondwater in het stroomgebied	36
7. Wat brengt de toekomst?	43

Voorwoord

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

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

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

Ongewenste overstromingen

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

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

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



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

Wateroverlast aanpakken

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

Infrastructuurwerken aan waterlopen worden voorafgegaan door studies, uitgevoerd door externe studie bureaus. Men noemt dit modelleringsstudies, omdat er gebruik gemaakt wordt van computermodellen die de werkelijkheid nabootsen. Ze laten toe om de effecten van mogelijke ingrepen te voorspellen. Bovendien wordt steeds uitgegaan van het volledig stroomgebied. Elke studie is opgebouwd uit 3 luiken:

(i) een inventarisatieluik waarin alle watergerelateerde gegevens worden bijeengebracht en geïnterpreteerd naar hun invloed op het watersysteem; (ii) een hydrologisch luik waarin de karakteristieken van de neerslag en de afvoer ervan over het land naar de waterloop worden geanalyseerd en (iii) een hydraulisch luik waarin de stroming in de waterloop wordt gesimuleerd en de effecten van verschillende alternatieve oplossingen voor de bestaande knelpunten worden voorspeld en vergeleken.

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

Linnigraaf met peilschaal op de Winterbeek (Hulpe) te Molenstede (Diest).

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

Het stroomgebied van de Winterbeek ter studie

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

De studie werd uitgevoerd door het studiebureau Haskoning Belgium. Verschillende afdelingen en wetenschappelijke instellingen van AMINAL, de afdeling Zeeschelde van AWZ, de provincies Vlaams-Brabant en Limburg, de lokale gemeenten en wateringen, de Vlaamse Milieumaatschappij, de Vlaamse Landmaatschappij, de NV Aquafin, de afdeling Monumenten en Landschappen van AROHM, OVAM, ..., zijn actief in het gebied.

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 Winterbeek zullen worden uitgevoerd. Zij moeten in eerste instantie de wateroverlastproblemen aanpakken. Daarnaast laten de afdelingen Natuur en Water ook een ecologische inventarisatie en visievorming van de Winterbeek uitvoeren. Doelstelling van deze studie is na te gaan in welke mate kan gezorgd worden voor een ecologisch en landschappelijk herstel van de waterloop en haar vallei. De problematiek van de Winterbeek situeert zich voornamelijk op het vlak van de waterkwaliteit. Door aanhoudende lozingen op het oppervlaktewater werd ook het grondwater gecontamineerd. In de modellering van de Winterbeek werd dan ook de aanzet gegeven voor de opmaak van een grondwatermodellering, die verder zal uitgebreid worden. Het ontwerp van de maatregelen zal uiteindelijk steunen op de resultaten van al deze studies. Later zal de verzamelde informatie verder opgenomen worden in het op te stellen bekkenbeheerplan voor het Demerbekken.

AMINAL - afdeling Water
Mei 2003

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

De afdeling Water

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

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

De afdeling Water zet zich ook in voor het behoud van een kwantitatief evenwicht in de watersystemen. Hierbij moet een duurzame balans tussen de onttrekking van water en de hervoeding van de watersystemen worden nagestreefd. Grondwatertekorten worden vermeden door onder meer het verminderen van waterverspilling en door meer regenwater, oppervlaktewater en gezuiverd afvalwater te gebruiken. Gevallen van watertoevloed (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 allerlei 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 265-tal medewerkers, waaronder een ploeg van 100 muskusrattenbestrijders. Naast het hoofdbestuur te Brussel zijn er 5 buitendiensten, in de provinciale hoofdsteden Antwerpen, Leuven, Brugge, Gent en Hasselt.

1 Een kennismaking met het stroomgebied

Het stroomgebied van een waterloop is dat gedeelte van het aardoppervlak waarvan het hemelwater dat erop valt, via oppervlakkige afvoer en via kleinere beken en sloten, naar die waterloop toe vloeit. Het stroomgebied van de Winterbeek is gelegen in de Zuiderkempen, op de grens van de provincies Vlaams-Brabant en Limburg, en meer bepaald op het grondgebied van de gemeenten Beringen, Tessenderlo, Lummen en Diest.

Het stroomgebied van de Winterbeek behoort tot het grotere Demerbekken. De grenzen van het stroomgebied - de zogenaamde waterscheiding met de naastgelegen rivierbekkens - worden afgebakend op basis van de hoogtelijnen op de topografische kaart en aan de hand van terreinbezoeken waarbij de stromingsrichting van de kleinere (zij)beken werd vastgesteld. De tota-

le oppervlakte van het stroomgebied van de Winterbeek beslaat 8.544 ha (85,44 km²). De totale lengte van de Winterbeek bedraagt ongeveer 32,25 km.

Situatieschets

Het 'brongebied' van de Winterbeek is gelegen ten oosten van het Albertkanaal in de gemeente

Beringen. Stroomopwaarts van het Albertkanaal wordt de Winterbeek gevoed door een drietal kleinere beken. Ten gevolge van de mijnverzakkingen is de waterhuishouding in het stuk opwaarts het Albertkanaal verstoord. Hierdoor is onder meer de stromingsrichting in de Genemeebeek, een van de aanvoerbeken naar de Winterbeek, omgekeerd. In het oorspronkelijke brongebied van deze beek is daarom een verbinding met de Winterbeek aangelegd zodat de Genemeebeek toch normaal naar de Winterbeek kan blijven afwateren.

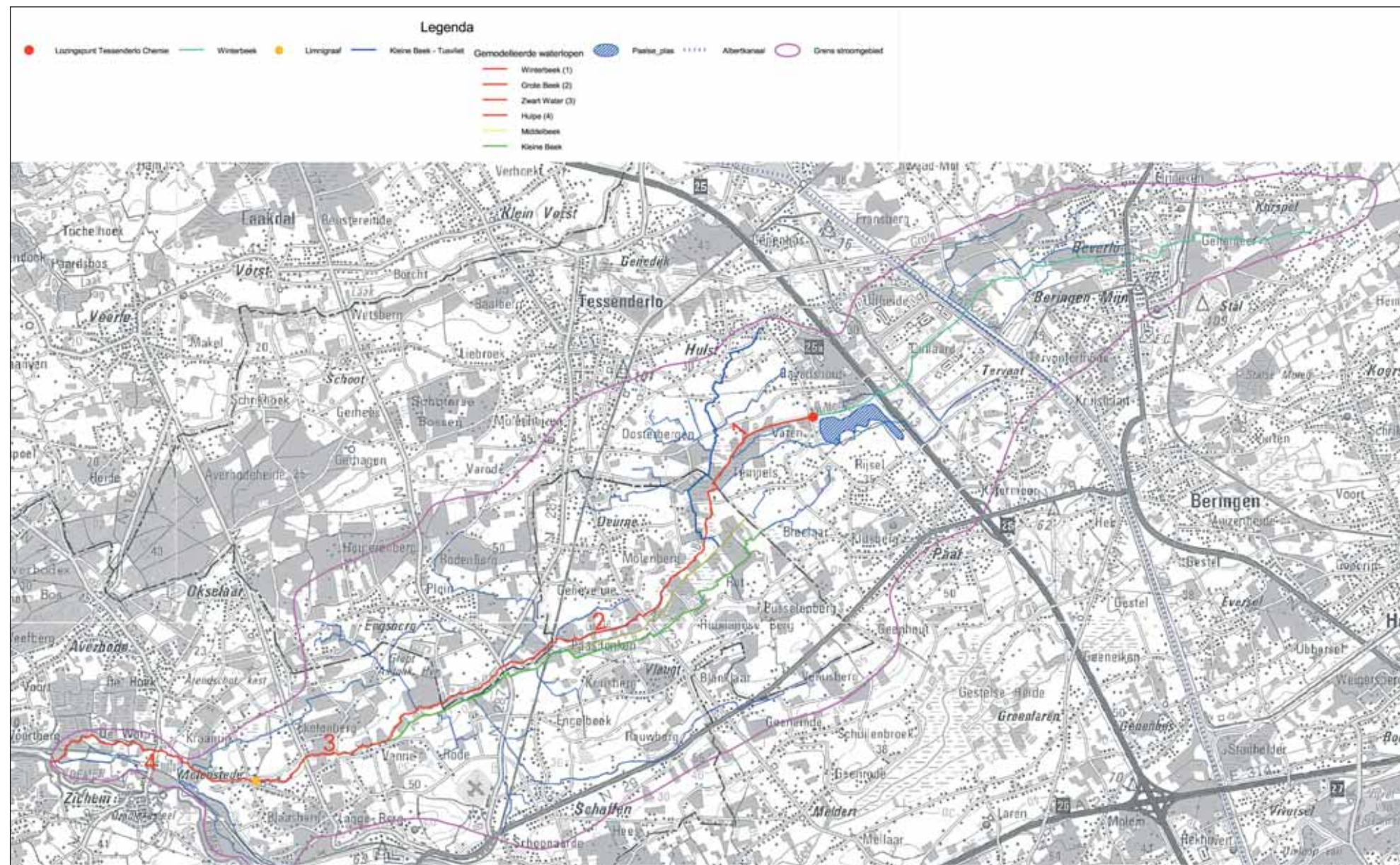
De Winterbeek wordt onder het Albertkanaal geleid door middel van een sifon. Deze sifon is de enige weg waarlangs het oppervlaktewater van de ene zijde van het kanaal de ander zijde kan bereiken. Vervolgens loopt de Winterbeek door het industriegebied Duilaard tot aan de E313. Net zoals het Albertkanaal vormt de E313 een hydrologische barrière tussen de gebieden langs beide zijden van de autoweg, en is de Winterbeek de enige verbinding. Stroomafwaarts van de E313 bevindt zich de Paalse Plas. Deze



Lozingen van afvalwater (boven) vormen een ernstige bedreiging voor de verdere natuurlijke ontwikkeling (onder) van het valleigebied.



Overzichtkaart van het stroomgebied.



vijver is een belangrijke recreatieplas die afwaterd in de Winterbeek.

De Winterbeek gaat vervolgens onder de Paalse Weg door. Net stroomopwaarts van de Paalse Weg bevindt zich het lozingspunt van het bedrijf Tessenderlo Chemie. Dit lozingspunt heeft een belangrijke invloed op de waterkwaliteit van de Winterbeek en vormt de belangrijkste aanleiding voor de uitvoering van de modelleringsstudie. Net stroomafwaarts van de Paalse Weg is er tevens een overstort voorzien van de collector die naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van Tessenderlo voert. Verder stroomafwaarts lopen, parallel met de Winterbeek, de Middelbeek en de Kleine Beek. Vanaf hier wordt de Winterbeek 'Grote Beek' genoemd. De vallei waardoor deze parallel lopende beken lopen, wordt ook wel eens de 'Vallei der drie beken' genoemd.

De Middelbeek, gelegen tussen Kleine Beek en Grote Beek, mondt uiteindelijk uit in de Kleine Beek. Vervolgens mondt de Kleine Beek uit in de Grote Beek. Tussen de Paalse Weg (lozingspunt Tessenderlo Chemie) en de monding van de Kleine Beek in de Grote Beek, worden de

drie beken gevoed door een aantal kleinere zijbeken. De belangrijkste hiervan wordt ook Kleine Beek genoemd, die via een duiker onder de Winterbeek doorloopt en in de Middelbeek terecht komt. Daarnaast is er nog de Veldebeek, een zijbeek van de Kleine Beek.

Vanaf het moment dat de Kleine Beek in de Grote Beek terecht komt verandert de naam Grote Beek in 'Zwart Water'. Het Zwart Water heeft zijn naam te danken aan de donkere kleur van het water, een gevolg van de venige bodem waar ze doorheen loopt. De belangrijkste zijbeken daar zijn de Leigracht en Hulpe. Vanaf de monding van de Hulpe krijgt het Zwart Water de naam van zijn zijbeek mee, namelijk 'Hulpe'. Hier loopt ze door de Demerbroeken om vervolgens in de Demer uit te monden.

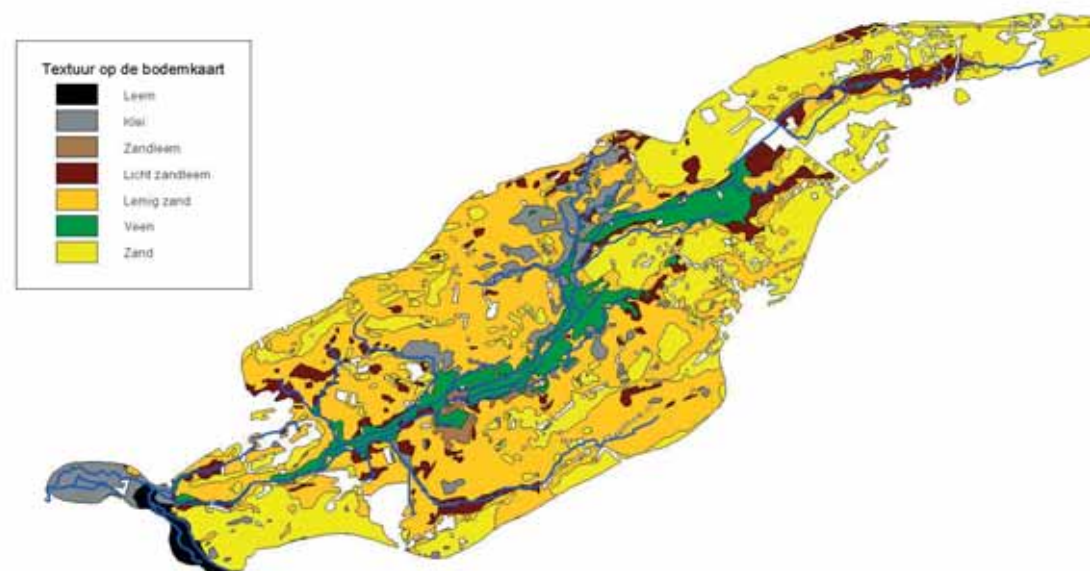
Het stroomgebied van wat kortweg de Winterbeek genoemd wordt, heet dus voluit eigenlijk het stroomgebied van de Winterbeek, Grote Beek, Zwart Water en Hulpe.

Reliëf

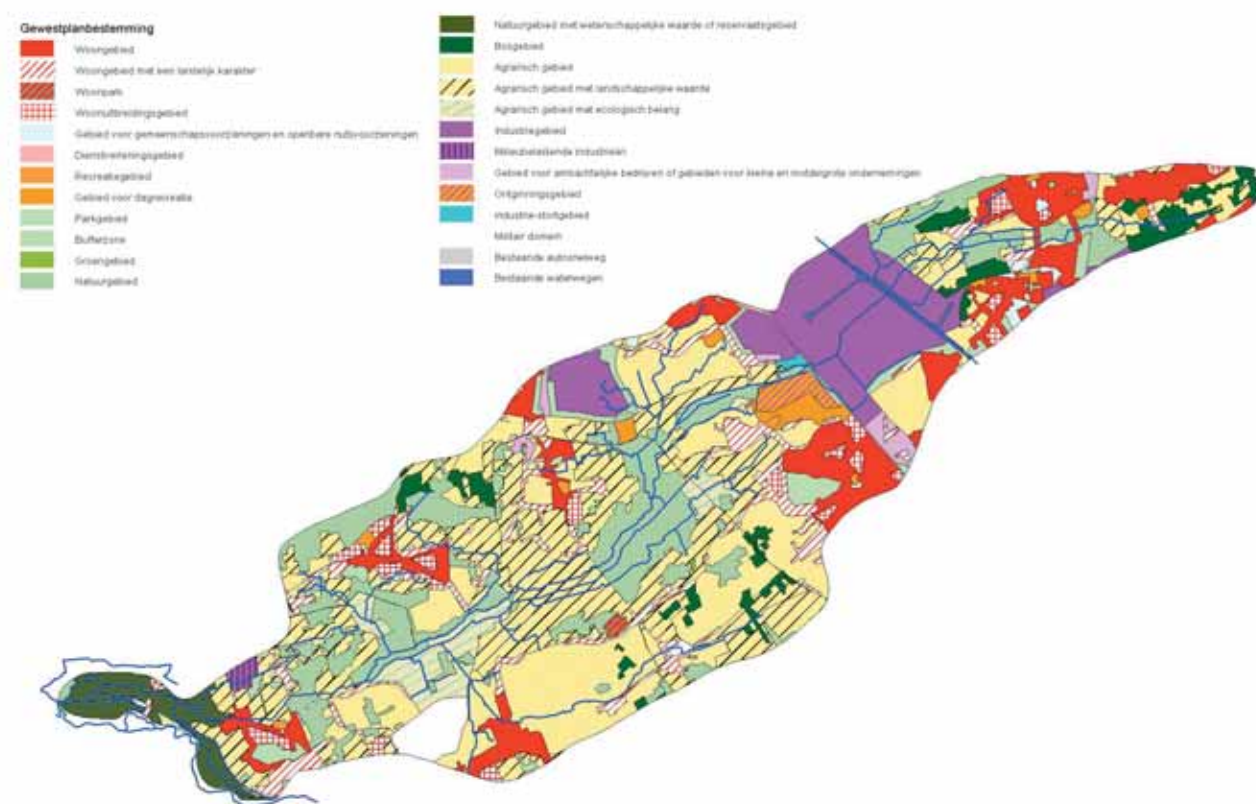
Het stroomgebied van de Winterbeek ligt op een hoogte variërend tussen de 17 en 57,5 meter boven zeeniveau. De Winterbeek ten oosten van het Albertkanaal (het brongebied van de Winterbeek) is gelegen op het Kempense Laagplateau. Verder stroomafwaarts komt de waterloop via de Kempense laagvlakte in de Demer terecht. Door de ontginning van steenkool in de ondergrond van Beringen zijn verzakkingen ontstaan op het plateau. Hierdoor is de waterhuishouding verstoord. Om afwatering nog mogelijk te maken zijn aanpassingen uitgevoerd.

Ten westen van de E313 wordt het stroomgebied van de Winterbeek geomorfologisch gekenmerkt door de aanwezigheid van getuigenheuvels, ook wel ijzerzandsteenbergen genoemd. Deze heuvels hebben een noordoost-zuidwest gerichte oriëntatie langsheen de vallei. De toppen liggen tot 30 meter hoger dan hun omgeving (zie ook kaderstuk: ontstaansgeschiedenis van de ijzerzandsteenbergen). Door hun grote

Bodemkaart van het stroomgebied van de Winterbeek.



Gewestplan van het stroomgebied van de Winterbeek.



helling en hun aard (ijzerzandsteen) hebben deze heuvels een belangrijke invloed op de waterafvoer in het gebied. De vallei is in dit gedeelte zowat 2 à 3 km breed en wordt vooral langs de zuidzijde door deze heuvels begrensd.

Historiek

De vele plaatsnamen eindigend op 'broek', zoals Rietbroek, Schouwbroek, Genevennebroek, Broek tussen de twee beken en Willebroek, duiden op het zeer natte karakter van het gebied. Broek betekent immers moeras. Plaatsnamen zoals Asdonk en Paasdonk duiden dan weer op een lokale verhevenheid. Door de aanwezigheid van bijvoorbeeld een zandrug worden plaatselijk drogere condities aangetroffen in een 'natte' omgeving. Wellicht zijn de Middelbeek en de Kleine beek gegraven om juist de ontwatering van dit natte gebied mogelijk te maken.

De drie beken (Winterbeek of Grote Beek, Middelbeek en Kleine Beek) waren reeds ten tijde van graaf de Ferraris (1773) aanwezig. Sinds 1773 zijn deze waterlopen wel rechtgetrokken. In functie van ontginning en landbouwgebruik werd tevens een dicht waterlopenstelsel aangelegd, waardoor het grootste gedeelte van de percelen voorzien zijn van drainagegrachtjes.

Momenteel zijn deze grachten gedegradeerd waardoor het waterafvoerend vermogen gereduceerd is. Ook van de Kleine Beek, die een sterk drainerende functie had, is het watervoerend vermogen afgenomen. De sterkere meandering ten opzichte van bijvoorbeeld de Middelbeek en de grotere wisselwerking met omliggende grachten, vijvers en draslanden, hebben een dempende invloed uitgeoefend op de afvoer. Ter hoogte van Schutshaag is er zelfs een knikpunt in het verhang van de waterloop ontstaan en is de afvoer omgekeerd. Het stroomopwaartse water stroomt er via twee dwarsgrachten naar de Middelbeek. Ter hoogte van Willebroek wordt de Kleine Beek enkel met zuiver gebiedseigen water gevoed. Hierdoor is ze ecologisch van groot belang geworden.

Bodem en Geologie

De aard van de bodem en ondergrond bepaalt in sterke mate het afstromingsgedrag van regenwater in een stroomgebied. In eerste instantie is de aard van de bovengrond of het bodemtype (het gedeelte tot op 1,25 meter diepte) van belang. Dit is door het Centrum voor Bodemkartering in kaart gebracht. Het bodemtype bepaalt mee de mogelijkheid voor regenwater om in de bodem te dringen. In het stroomgebied van de Winterbeek bestaat het grootste gedeelte van de bodem uit zand en lemig zand. Deze texturen hebben de eigenschap regenwater relatief goed door te laten. In de vallei zelf komt echter vooral weinig materiaal voor. Veengebied heeft de eigenschap als een spons te werken en veel water op te nemen. Eens het veen verzadigd is, kan het als vrij ondoorlatend worden beschouwd. Hierdoor is de infiltratiecapaciteit in de vallei eerder gering.

De aard van de diepere ondergrond bepaalt eveneens de mogelijkheid om regenwater op te slaan. Door de aanwezigheid van een dikke,

goed doorlatende laag kan regenwater worden gestockeerd en wordt dit niet onmiddellijk aan het rivierenstelsel afgegeven. Ter hoogte van het stroomgebied van de Winterbeek is een dergelijke goed doorlatende laag aanwezig, namelijk de Formatie van Diest. Deze Formatie kan in het gebied een dikte tot 150 meter bereiken en bestaat uit glauconiethoudende middelmatig grove zanden. Door de aanwezigheid van deze laag is in principe een grote buffercapaciteit aanwezig. Deze capaciteit kan enkel benut worden in zones waar de grondwatertafel relatief diep gelegen is. Op deze plaatsen is boven de grondwatertafel nog een aanzienlijk volume vrij om water op te slaan. Deze zones bevinden zich dan ook vooral op de hoger gelegen delen van de vallei of het stroomgebied.

Deze buffercapaciteit kan echter niet overal optimaal worden benut. Enerzijds verweert het aanwezig glauconiet in de zone boven de grondwatertafel, waardoor plaatselijk slecht doorlatende horizonten ontstaan. Ten gevolge van deze horizonten wordt infiltratie van regenwater



Ontstaan van ijzerzandsteenbanken en de getuigenheuvels

In het Tertiair (70 tot 3 miljoen jaar geleden) werd een groot deel van België regelmatig overspoeld door de zee. Afwisselend werden klei en zandlagen afgezet. Ongeveer acht miljoen jaar geleden werd hierboven een laag sterk glauconiethoudend zand afgezet. Door sterke getijdenstromingen werden enorme banken gevormd. Bij het regelmatig droog vallen van deze zandbanken is het glauconiet verweerd. Door de oxidatie van ijzer, aanwezig in het glauconiet, 'roestte' het zand aan elkaar vast waardoor het gesteente een typisch rode kleur kreeg. Hierdoor ontstond een sterke laag ijzerzandsteen.

Gedurende de voorbije vijf miljoen jaar is de bodem langzaam naar omhoog getild (met onder andere de

vorming van de Alpen) waardoor de oude zee (de zogenaamde Diestiaanzee) zich heeft teruggetrokken. Wind en regen hebben de zachtere zandlagen die niet beschermd werden door de ijzerzandsteen, weggespoeld waardoor een heuvelend landschap is ontstaan. Deze heuvels noemt men getuigenheuvels en zijn o.a. te vinden in het Hageland (Brabant), de Vlaamse Ardennen (Oost-Vlaanderen) en het Heuvelland (West-Vlaanderen). Op basis van deze heuvels kan men de vroegere kustlijn van de Diestiaanzee traceren. In tegenstelling tot de huidige zee, liep de Diestiaanzee dus van west naar oost over België, waarbij Nederland en het noorden van Vlaanderen onder de zeespiegel lagen. Vandaar ook de noordelijke stromingsrichting van vele rivieren in Vlaanderen.



bemoeilijkt en blijft het regenwater stagneren of stroomt het af. Het duidelijkste voorbeeld hiervan zijn de vennen en de nattere gebieden gelegen ten noorden van Engsbbergen. Anderzijds zijn er de heel sterke topografische variaties: in het stroomgebied zijn steile heuvels ontstaan met een sterke oppervlakkige afvoer (zie kaderstuk: ontstaansgeschiedenis van de getuigenheuvels). Aangezien deze heuvels bovendien uit slecht doorlatende ijzerzandsteenbanken bestaan, kan het regenwater moeilijker naar het diepere grondwater infiltreren. Het stroomt plaatselijk af of het treedt ter hoogte van zandsteenbanken uit op de hellingen van de heuvels. Niettemin zorgt de aanwezigheid van de Formatie van Diest voor een aanzienlijke buffer en kan ondanks de aanwezigheid van deze horizonten en zandsteenbanken toch een aanzienlijk deel van het water infiltreren naar de ondergrond. In de vallei ligt bovenop de Formatie van Diest een quartaire deklaag met een dikte tot 2 meter. Het quartair bestaat voornamelijk uit dekzanden en alluviale afzettingen langs de rivieren. Aan de monding van de Winterbeek (Hulpe) in de Demer en ter hoogte van de Demerbroeken kan de dikte oplopen tot 15 meter. Buiten het valleigebied, op de toppen van het gebied, is dit quartair zowat onbestaand.

Onder de Formatie van Diest is de Formatie van Boom gelegen. Deze Formatie bestaat uit een

blauwgrijze tot bruinzwarte harde vette klei afgewisseld met siltige tussenlaagjes. Deze Formatie zou in normale omstandigheden als een afsluitende laag kunnen beschouwd worden waardoor water moeilijk kan infiltreren. Echter ten gevolge van een geulvormige insnijding 10 tot 100 meter diep, is deze Formatie gedeeltelijk verdwenen en opgevuld of vervangen door de Formatie van Diest. Als gevolg daarvan is er contact tussen de Formatie van Diest en de onderliggende Formaties.

Bodemgebruik

Het bodemgebruik heeft ook een belangrijke invloed op de waterhuishouding in een stroomgebied. Een groot aandeel verharde oppervlakte (wegen, bebouwing, industrie) zorgt voor een versnelde afvoer van het regenwater naar de beken en rivieren. In het verleden kon dit regenwater plaatselijk op het terrein stagneren, infiltreerde het naar de ondergrond en werd het daar gebufferd en/of geleidelijk teruggegeven aan het riviersysteem.

Voor het bepalen van het bodemgebruik kan gebruik gemaakt worden van de biologische waarderingskaart (BWK) en de grondgebruikskaart gebaseerd op satellietfoto's. Op basis van een aantal steekproeven is gebleken dat het bepalen van het bodemgebruik op basis van de biologische waarderingskaart een nauwkeuriger

Grondgebruikskaart van het stroomgebied van de Winterbeek.

beeld geeft dan de grondgebruikskaarten die op basis van satellietfoto's zijn opgemaakt. Naast de verschillende vegetaties worden op de biologische waarderingskaart ook urbane gebieden aangegeven. Onder deze gebieden verstaat men een hele reeks zones gaande van dicht bebouwd gebied tot open bebouwing, recreatiegebieden tot industriële gebieden. Niet de totale oppervlakte die als urbaan is aangegeven kan bijgevolg als volledig verharde oppervlakte worden aanschouwd.

De biologische waarderingskaart geeft aan dat iets meer dan de helft van het stroomgebied van de Winterbeek bestaat uit graslanden, dertien procent uit akkers en éénentwintig procent uit bossen. Naar schatting kan zowat tien procent van het gebied als verhard gebied worden beschouwd. In het stroomgebied van de Winterbeek komen van stroomopwaarts naar stroomafwaarts volgende verharde gebieden voor: de dorpskernen van Korspel, Beverlo en Beringen-

mijn, het industriegebied Duilaard, de dorpskernen van Rijsel (Paal), Deurne, Vleught, Schaffen, Engsbergen en ten slotte Molenstede. Een vergelijking met andere gelijkaardige stroomgebieden leert dat het aandeel verharde oppervlakte in het stroomgebied van de Winterbeek eerder beperkt is. Op het gewestplan zijn echter nog een aantal woonuitbreidingsgebieden rond de dorpskernen voorzien zodat het aandeel verharde oppervlakte naar verwachting in de toekomst kan toenemen.

De ecologische waarde van het stroomgebied

De vallei van de Winterbeek kent een waardevolle ecologische opbouw. De verschillende biotopen uit het Kempische ecosysteem (bossen, graslanden en ruigtes) zijn goed ontwikkeld. De nagenoeg natuurlijke waterhuishouding en het schone en vele kwelwater, maken het ecosysteem op vele plaatsen nog geschikt voor waardevolle en zeldzame planten en dieren.

De huidige vegetatie in de vallei van de Winterbeek is gevarieerd. Goed ontwikkelde broekbossen worden afgewisseld met natte graslanden, moerasvegetaties, ruigten, riet, wilgenstruweel, akkers, weiden en een boomkwekerij. Ook de fauna in de vallei is waardevol. Zo komen er nog enkele verdrogingsgevoelige insecten voor (bronlibel, zompsprinkhaan en moerassprinkhaan). Dit is eveneens te danken aan de nog goede waterhuishouding in het gebied.



Gewoon blaasjeskruid, eveneens een zeldzame (vleesetende) soort die achteruit gaat door eutrofiëring.

Door de slechte (ecologische) kwaliteit van het oppervlaktewater komen er in de Winterbeek zelf geen waterplanten voor. De Kleine Beek daarentegen heeft op plekken met weinig beschaduwing een waardevolle watervegetatie ontwikkeld. De zeldzame soorten drijvende waterweegbree (een habitatrichtlijnsoort) en loos blaasjeskruid groeien hier. Dit watertype is dan ook bijzonder waardevol en zeer kwetsbaar. De waterfauna in de Winterbeek is door de slechte waterkwaliteit eveneens beperkt. In de Winterbeek (stroomafwaarts Tessenderlo Chemie) zijn dan ook geen vissen aanwezig.

In het stroomgebied van de Winterbeek zijn enkele gebieden (Europees) beschermd. Drie gebieden zijn aangeduid als habitatrichtlijngebied. De Demervallei is vogelrichtlijngebied. Deze beide richtlijnen stipuleren expliciet dat de lidstaten 'passende maatregelen moeten treffen om ervoor te zorgen dat de kwaliteit van de natuurlijke habitats ... niet verslechtert en er geen storende factoren optreden'.



Drijvende waterweegbree, een zeldzame plant in Vlaanderen (links) en Dotterbloem, een frequent voorkomende soort (rechts).

2 Het afstromingsgedrag van de Winterbeek

Het stroomgebied van de Winterbeek wordt gekenmerkt door een natte vallei waarin bij hevige neerslag water stagneert. Hierdoor komen gebieden onder water te staan. De waterlopen zelf treden ook af en toe buiten hun oevers waardoor de aanpalende percelen overstromen.

In het grootste deel van het stroomgebied worden de overstromingen op zich niet echt als overlast ervaren: bebouwing komt langs de waterlopen relatief weinig voor; overstroomde percelen bestaan hoofdzakelijk uit graslanden en bossen.

In het stroomgebied van de Winterbeek zorgen een aantal factoren voor een snelle waterafvoer. De getuigenheuvels met hun grote helling zorgen voor een snelle aanvoer van water. Daarnaast zorgt de aanwezigheid van verweerde glauconiet-horizonten boven de grondwater tafel voor stagnerend water dat in hellende of sterk gedraineerde gebieden eveneens snel wordt afgevoerd.

Daarentegen zorgt de aanwezigheid van een dik zandpakket (de Formatie van Diest) voor een aanzienlijk reservoir. In de hoger gelegen gebieden, waar de grondwaterstand relatief diep gelegen is, is nog voldoende plaats om het regenwater te bufferen.

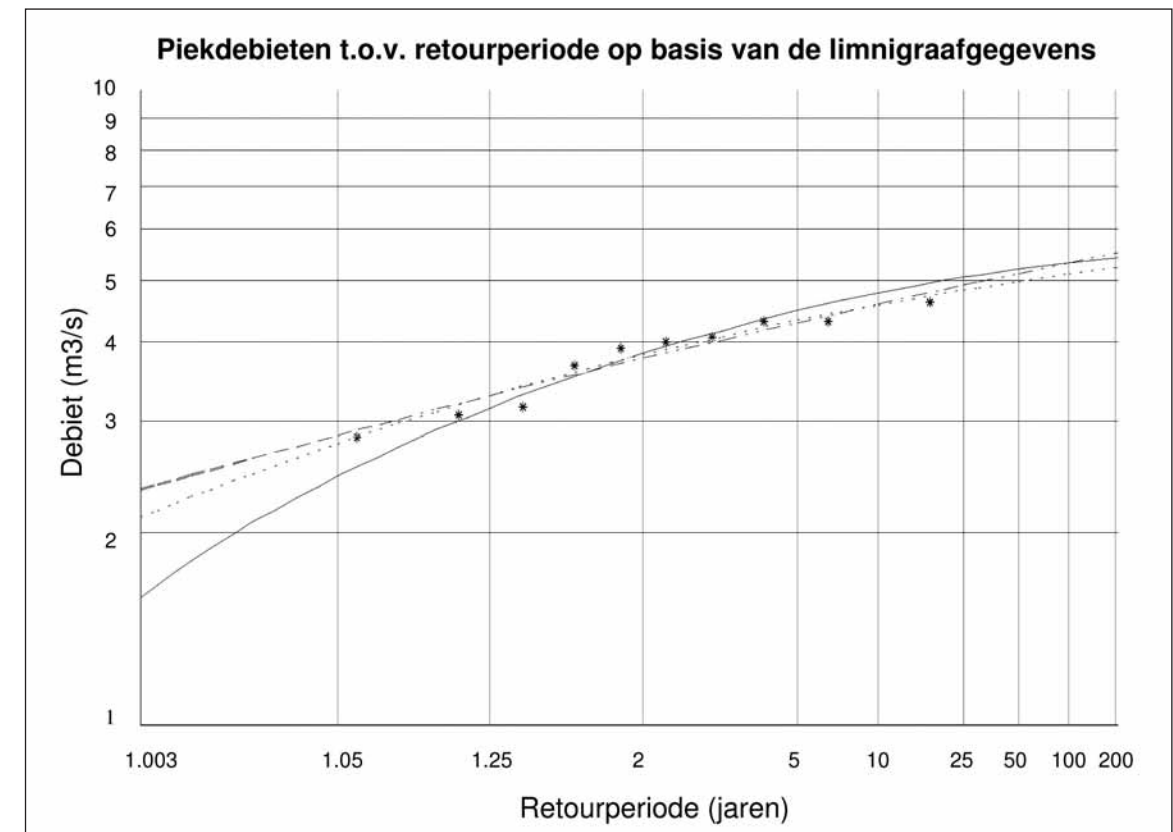
In het stroomgebied van de Winterbeek en vooral in de vallei, zijn ook talrijke drainagesloten aanwezig. Deze zijn niet goed onderhouden. Hierdoor wordt de waterafvoer enigszins gedempt waardoor bij hevige regenval een aantal percelen onder water komen te staan. Dit vormt een bijkomende buffering.

Welke factoren doorslaggevend zijn voor de snelheid van afvoer naar de waterlopen blijkt uit jarenlange metingen op de Hulpe ter hoogte van Molenstede. Hier is door de afdeling Water in 1986 een limnigraaf geplaatst. Dit toestel meet continu het waterpeil in de beek. Op basis van dit waterpeil kan ook het debiet van de waterloop worden bepaald. Door een analyse van deze meetgegevens en vergelijking met neerslaggegevens in het gebied kunnen de afstromingseigenschappen worden bepaald.

Analyse van de meetgegevens

Gemiddeld voert de Winterbeek een hoeveelheid water af van 896 liter per seconde. De maximale afvoer die gemeten is ter hoogte van het meetstation bedraagt 4,566 kubieke meter per seconde (4.566 liter per seconde). Op 15 maart 1988 stroomde aldus vijf keer meer water door de Winterbeek dan gemiddeld. Uit de analyse blijkt verder dat de meeste hoogwaterafvoeren zich voordoen tijdens de wintermaanden. Een uitzondering hierop vormt de storm van augustus 1996. Deze storm wordt gekenmerkt door een aaneenschakeling van meerdere hevige regenbuien en wordt voorafgegaan door een aantal perioden van hevige neerslag.

Vergelijking met andere bemeten stroomgebieden in Vlaanderen leert dat het maximaal gemeten debiet in relatie tot de oppervlakte van het stroomgebied klein is. In andere stroomgebieden (zoals de



stroomgebieden in Oost- en West-Vlaanderen) is de maximale hoogwaterafvoer per oppervlakte twee tot drie keer groter. Daarentegen is het totaal volume water dat bij een storm doorheen de Winterbeek raast groter in vergelijking met andere stroomgebieden. De piekdebieten zijn dus minder hoog maar duren een heel stuk langer.

Net zoals bij een neerslagstorm kan zowel aan een piekdebet als aan het afgevoerd watervolume een herhalingsstijd worden gekoppeld. Dit is de gemiddelde tijd die mag verwacht worden tussen 2 even hoge piekdebieten. De herhalingsstijd wordt bepaald door een statistische analyse van de meetgegevens. Een 2-jarige storm zal dan naar verwachting eens om de 2 jaar voorkomen, terwijl een 100-jarige storm gemiddeld genomen eens om de 100 jaar voorkomt. Dit betekent anderzijds ook dat een 100-jarige storm bijvoorbeeld zich al na 50 jaar opnieuw kan voordoen, maar tevens kan diezelfde 100-jarige storm ook 150 jaar op zich laten wachten. Kleine regenbuien komen frequenter voor dan zeer zware regenbuien. Daarom zullen kleine regenbuien ook een lagere herhalingsstijd hebben dan die zeer zware regenbuien. Naargelang een langere neerslagreeks en afvoermeetreks van de waterloop beschikbaar is, zal de nauwkeurigheid waarmee bijvoorbeeld een 100-jarige storm bepaald wordt, toenemen. Ook voor de Winterbeek is aan de hand van de debietsmetingen een analyse uitgevoerd,

waaruit een herhalingsstijd van 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar is bepaald voor onder meer het piekdebet en de afgevoerde volumes water.

Het bepalen van deze herhalingsstijden en overeenkomende piekdebieten en afvoervolumes zijn belangrijk voor het veiligheidsniveau dat men wil bereiken of opleggen. Zo zal het financieel-technisch niet haalbaar zijn om een gebied te beschermen tegen - of te vrijwaren van - overstromingen van een storm die naar verwachting één maal in de 1.000 jaar voorkomt. De kostprijs van de beveiligingswerken zou veel hoger zijn dan de mogelijke schade, rekening houdend met de kleine kans dat zo'n grote storm zich zou voordoen. Op basis van de analyse van meetgegevens kan men afspreken welk veiligheidsniveau men wil bereiken. Deze analyse in combinatie met computermodellen maakt het mogelijk in te schatten wat daarvoor de benodigde maatregelen of beveiligingswerken zijn.

De overstromingskaart

Via terreinverkenningen, gesprekken met waterbeheerders en het bestuderen van luchtfoto's uit 1998 (een historische want zeldzame storm in Vlaanderen en in het Demerbekken in het bijzonder), zijn de gekende overstromingsgebieden in kaart gebracht. Veel historische informatie over de overstromingen is niet beschikbaar. Vermoedelijk is dat

Grafiek waaruit het piekdebet bij verschillende retourperioden kan afgelezen worden aan de hand van verschillende wiskundige formules. Hoe minder metingen van hoge debieten men heeft (zwarte sterretjes), hoe onzekerder de voorspelling van uitzonderlijke stormen is.

Close-up van de bovenkant van de limnigraaf op de Hulpe te Molenstede. Oud en nieuw bij elkaar. In het groene kastje zit het oude apparaat, bestaande uit een met de hand op te winden aandrijfmechanisme voor een tijdsband met bijhorende schrijfstift. In de buis eronder hangt een vlotter aan een stalen kabel, die de waterhoogte via de stift overbrengt op een papierrol. Thans hangt er ook de moderne meetapparatuur in: een sensor die via datalogger en modem de waterhoogte digitaal doorseint naar een centrale computer. Een zonnepaneel levert de nodige stroom.



te wijten aan het vrij onbewoonde karakter van de vallei. Daarom was het niet mogelijk frequent overstroomde gebieden in kaart te brengen. De storm van september 1998 weerspiegelt een heel extreme situatie waarvan de herhalingsjijd vermoedelijk enkele honderden jaren bedraagt. De aangeduide overstromingsgebieden geven aldus een maximalistisch scenario. De belangrijkste overstromingsgebieden zijn :

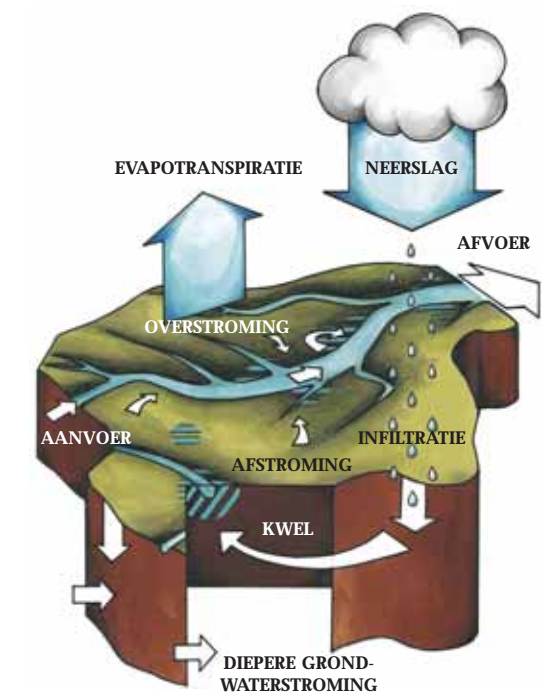
- de Demerbroeken te Scherpenheuvel-Zichem aan de monding van de Hulpe: de overstromingen in de Demerbroeken zijn enerzijds het gevolg van instroming van Demerwater. Anderzijds wordt de Winterbeek door het

hoge waterpeil in de Demer opgestuwd en kan de Winterbeek haar water niet meer in de Demer kwijt. Als gevolg daarvan stroomt ook water uit de Winterbeek in de Demerbroeken.

- de samenvloeiing van de Winterbeek en de Middelbeek: de overstromingen zijn het gevolg van overstromingen vanuit het bekenstelsel.
- tussen de Middelbeek en de Winterbeek ten oosten van de weg Deurne-Meldert: deze overstromingen zijn vermoedelijk grotendeels het gevolg van overstromingen vanuit de Middelbeek en de Winterbeek.
- ter hoogte van de monding van de Beekbembdevliet en Schoestersvliet: deze over-

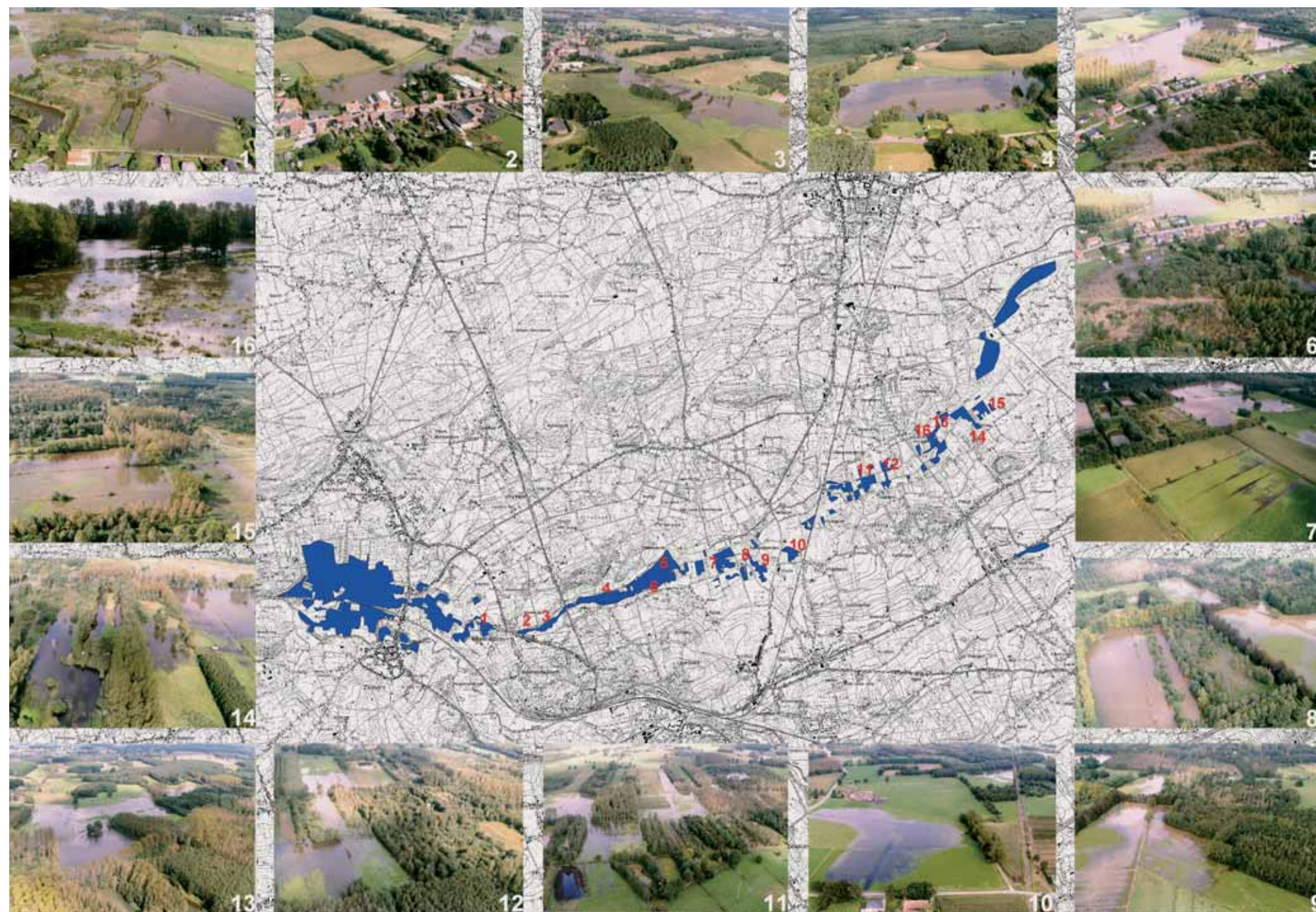
stromingen zijn vermoedelijk het gevolg van een onvoldoende afvoer waardoor regenwater stagneert.

- de Veldebeek ter hoogte van de dorpskern van Schaffen: het traject van de Veldebeek is over een grote lengte onoordeelkundig ingebuisd.
- onderdoorgang van de Kleine Beek onder de Winterbeek: de duiker van de Kleine beek onder de Winterbeek samen met de brug stroomafwaarts ervan zorgen voor een belemmering van de waterdoorstroming. Als gevolg daarvan treedt water uit de Winterbeek naar het nabijgelegen drasland.



De bekende hydrologische cyclus of kringloop van het water.

Kaartje met bijhorende foto's van de waargenomen overstromingen in september 1998, een stormperiode die extreme vormen aannam in de stroomgebieden van Nete en Demer.



Een aantal factoren bepalen of overstromingen al dan niet voorkomen. De verdamping maar vooral de neerslag in het gebied zullen sterk bepalend zijn. Daarnaast speelt de klimatologische voorgeschiedenis eveneens een belangrijke rol. Uiteindelijk zullen de eigenschappen van het stroomgebied en de waterlopen (het afstromingsgedrag van het stroomgebied en zijn waterloop) doorslaggevend zijn bij het al dan niet voorkomen van overstromingen.

Neerslag en verdamping

De hoeveelheid neerslag die binnen een welbepaalde periode valt, is uiteraard sterk bepalend voor het al dan niet optreden van overstromingen. Een deel van de neerslag wordt door aanwezige vegetatie opgevangen. Het resterende deel valt op de bodem waar het kan stagneren of infiltreren. Afhankelijk van de helling van het terrein kan een deel van het water ook oppervlakkig afstromen. Via kleinere sloten en beken komt het uiteindelijk in de hoofdwaterloop terecht. Ook de verdamping speelt een rol. De verdamping kent een seizoenaal verloop en is veel groter in de zomer en bijna onbestaand in de wintermaanden. Deze verdamping kan optreden via evaporatie vanop aanwezige vegetatie of rechtstreeks vanuit open watervlaktes of de bodem. Tijdens regenrijke periodes in de wintermaanden kan men er van uitgaan dat verdamping een ondergeschikte rol speelt.

Klimatologische voorgeschiedenis

De impact van een regenbui op de waterloop is niet alleen afhankelijk van de neerslaghoeveelheid van die regenbui maar tevens van de voorgeschiedenis van de weersomstandigheden. Dit wil zeggen dat eveneens rekening dient gehouden te worden met de bodemgesteldheid. Na een lange periode van neerslag zal de bodem volledig verzadigd zijn. Dit betekent dat geen water meer zal infiltreren in de bodem. Alle neerslag zal, als snelle afvoer, naar de waterloop stromen. Na een lange periode van droogte kunnen bepaalde bodems ook zodanig uitgedroogd zijn dat er bij het vallen van

neerslag in eerste instantie geen infiltratie plaatsvindt (het zogenaamd dichtslaan van de bodem). Op dat moment kan de bodem beschouwd worden als een verhard oppervlak en bekomt men hetzelfde afstromingsgedrag als bij een 'verharde oppervlakte'.

Eigenschappen van het stroomgebied en aard van de waterlopen

De eigenschappen van het stroomgebied spelen eveneens een belangrijke rol bij het al dan niet optreden van overstromingen. Indien een groot deel van het gebied door bebouwing is verhard, zal een versnelde afvoer optreden naar de waterlopen. Door de aanleg van een goed werkend, niet gescheiden rioleringsstelsel kan deze afvoer nog worden versneld. Hierdoor worden hogere piekdebieten op de waterloop genoteerd. Ook ander grondgebruik kan een belangrijke invloed hebben. Zo zullen goed gedraineerde akkers het water sneller afvoeren terwijl weinig gedraineerde weiden en bossen het water trager zullen afgeven.

Het bodemtype bepaalt in welke mate water kan infiltreren naar de ondergrond. Zo zal een zandig bodemtype infiltratie makkelijk toelaten. Het geïnfiltreerde water kan in de diepere ondergrond worden opgeslagen indien een watervoerend pakket aanwezig is en indien de grondwatertafel voldoende diep is gelegen. Indien het een leemig of kleiig bodemtype betreft, zal infiltratie worden bemoeilijkt. Het water zal stagneren. De helling en de aanwezigheid van drainagesloten bepalen in welke mate dit stagnerend water snel naar de hoofdwaterloop wordt afgevoerd. Indien de helling in een gebied heel groot is, kan zelfs bij een goed doorlaatbare bodem nog een aanzienlijke hoeveelheid water gewoon afstromen.

De vorm van het stroomgebied speelt eveneens een belangrijke rol. De afstand die het water moet afleggen vooraleer het de waterloop bereikt, is naast de helling en de aanwezigheid van kleinere drainagesloten bepalend voor de snelheid waarmee het water de rivier bereikt.



Omgaan met overstromingen

Door het gebruik van de winterbedding of de natuurlijke overstromingsgebieden van een waterloop voor andere doeleinden, kan het water niet meer gebufferd worden. Dit heeft een versnelde afvoer tot gevolg met grotere doorstroomvolumes en een hoger piekdebiet op de waterloop. Stroomafwaarts ontstaan hierdoor problemen op plaatsen waar vroeger nauwelijks problemen werden vastgesteld. Dergelijke ingrepen hebben uiteindelijk ook invloed op de gebieden buiten het

stroomgebied, binnen de grotere rivierbekkens waarvan het stroomgebied een onderdeel vormt. Op de grotere waterlopen die het water verzamelen, ontstaan eveneens problemen. Het is dus van belang deze natuurlijke overstromingsgebieden te vrijwaren en effectief als overstromingsgebied aan te duiden. Bebouwing in de overstromingsgebieden zal vanzelfsprekend frequent onderlopen als er geen bescherming aangebracht werd of als deze bescherming faalt.

3 De waterkwaliteit is een belangrijk knelpunt

De overstromingen in het stroomgebied van de Winterbeek worden op zich niet echt als wateroverlast ervaren. De kwaliteit van het overstromingswater vormt wel een belangrijk knelpunt in de verdere ontwikkeling van het valleigebied, dat afgezien van de waterkwaliteit nog over veel troeven beschikt. Tevens vormt de slechte kwaliteit van het oppervlaktewater een bedreiging voor het grondwater.

Winterbeek-Grote Beek-Zwart Water-Hulpe

In het bovenstroomse gedeelte wordt de Winterbeek hoofdzakelijk belast met lozingen van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van Beverlo. De middenloop wordt belast met de lozingen van Borealis, Tessenderlo Chemie Ham en de RWZI van Tessenderlo. Ook langs de oevers van de Veldebeek, een zijbeek van de Winterbeek, zijn naast zuivelbedrijven een aantal scheikundige bedrijven actief die hun water lozen op de Veldebeek. De Vlaamse Milieumaat-

schappij verzamelt debietgegevens en kwaliteitsgegevens van deze lozingspunten.

Op basis van deze gegevens kan vastgesteld worden dat Tessenderlo Chemie het grootste aandeel heeft (zowat 59 %) in het totale debiet dat op de Winterbeek wordt geloosd. Daarnaast staat dit bedrijf in voor de helft van de totale geloosde hoeveelheid zwevende stof en vormt het de belangrijkste bron voor de aanrijking van het Winterbeek-water met chloriden. Het geloosde water is zouter dan zeewater.



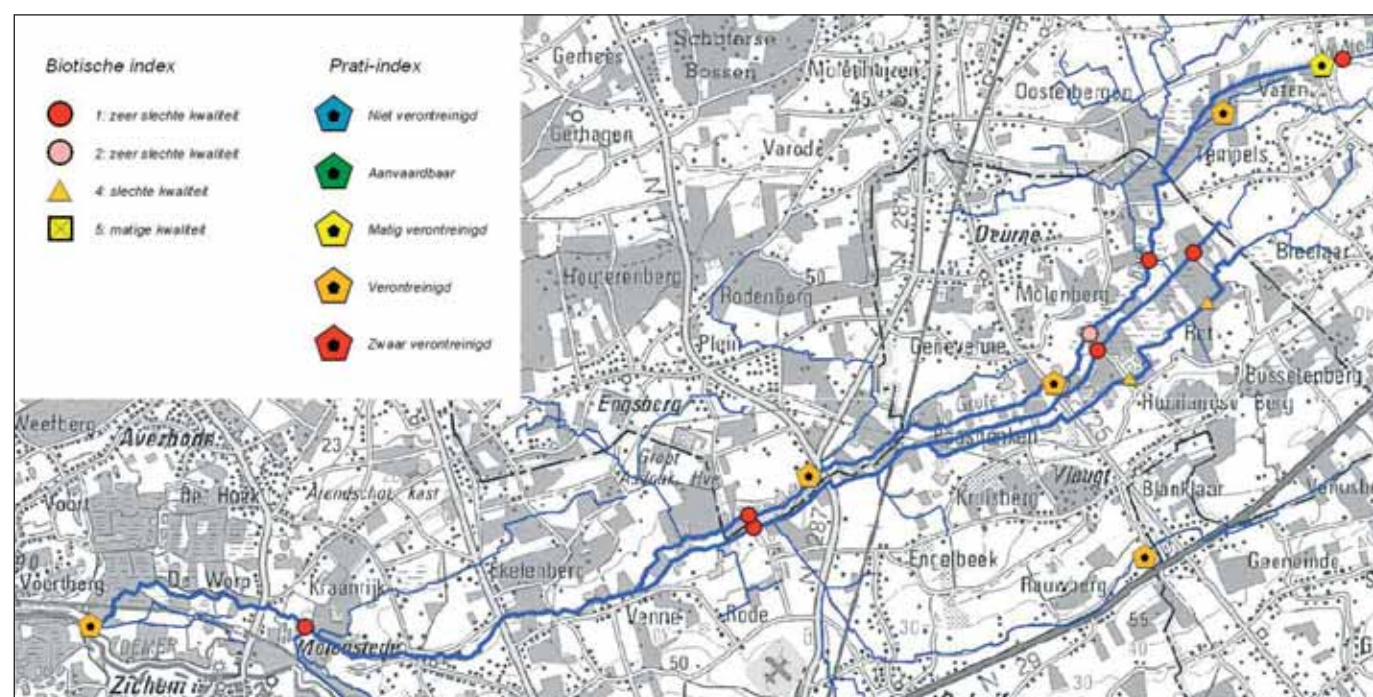
Close-up van een bezinktank van een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Het vuil vlokt samen op de bodem in het centrum van de tank (rechts buiten beeld); geklaard water stroomt langs de randen over en verlaat de tank naar de volgende zuiveringsfase.

Door de relatief grote industriële en huishoudelijke lozingen is het ecologisch systeem van de Winterbeek sterk verstoord. De Vlaamse Milieumaatschappij meet op een aantal punten in het waterlopenstelsel regelmatig de waterkwaliteit. De kwaliteit wordt onder andere nagegaan op basis van de afwezigheid of aanwezigheid van bepaalde organismen (met het blote oog waarneembare ongewervelden) in het water. Hierbij wordt een index toegekend op basis van de aanwezigheid van het meest gevoelige organisme : de Belgische Biotische Index. Deze index bestaat uit 11 klassen van 0 (geen organismen), over 1 (zeer lage biologische kwaliteit) tot 10 (zeer goede biologische kwaliteit). De biotische index van de Winterbeek heeft de klasse 1 tot 2 gekregen. Dit betekent een zeer lage biologische kwaliteit.

Voor het leven in de waterloop is de aanwezigheid van een voldoende grote concentratie opgeloste zuurstof van groot belang. Bovendien speelt de zuurstofconcentratie een grote rol in zelfzuiverende processen van de waterloop. Daarom wordt ook een kwaliteitsindex toegekend die een aanduiding geeft omtrent de fysisch-chemische kwaliteit van de waterloop : de Prati-index. Deze index baseert zich op het percentage zuurstofverzadiging (O₂), het chemisch zuurstofverbruik (CZV) en de ammonium stikstof (NH₄⁺). De basis-Prati-index omvat vijf klassen gaande van niet verontreinigd tot zwaar verontreinigd. De Winterbeek wordt als verontreinigd geklasseerd.

De slechte waterkwaliteit is niet alleen een probleem voor het aquatische leven in de waterloop zelf, het vormt ook een probleem bij overstromingen. De grote concentraties aan chloriden in het overstromingswater kunnen een bijkomende verontreiniging van grondwater veroorzaken.

Dit is reeds het geval in de Demerbroeken en ter hoogte van de onderdoorgang van de Kleine Beek onder de Winterbeek. Op beide plaatsen treedt de Winterbeek regelmatig buiten haar oevers.



De Middelbeek

De Middelbeek heeft een waterkwaliteit die meestal onder de basiskwaliteitsnorm ligt. Deze basiskwaliteitsnorm is de minimum kwaliteitsdoelstelling waarnaar men wil evolueren. Sporadisch wordt deze basiskwaliteitsnorm overschreden door verhoogde chlorideconcentraties. Dit is het gevolg van Winterbeekwater dat via de Kleine Beek in de Middelbeek terecht komt. De Kleine Beek stroomt via een duiker onder de Winterbeek door. Ter hoogte van deze duiker treedt de Winterbeek, onder andere door opstuwing (tengevolge van de duiker en een brug) buiten haar oevers en komt water uit de Winterbeek in de Kleine Beek terecht. Deze Kleine Beek vormt de belangrijkste aanvoer van de Middelbeek.

De Kleine Beek

Het watertype op de Kleine Beek is bijzonder waardevol en zeer kwetsbaar. Ter hoogte van Willebroek is er sprake van vrijwel stilstaand water doordat de Kleine Beek niet meer normaal afvoert. Als gevolg daarvan is de waterkwaliteit niet vergelijkbaar met 'stromend' water, en zijn zeldzame vegetaties ontstaan.

Idyllische plaatjes van de vallei van de Kleine Beek.

Een computermodel van de Winterbeek



Vroeger werd voor de analyse van het gedrag van een waterloop vooral gebruik gemaakt van waarnemingen en opmetingen ter plaatse (bvb. waterpeilen bij hoogwater, locaties waar overstromingen optreden, ...). Ontwerpen voor wijzigingen aan het waterlopenstelsel (bvb. vergroten van een duiker, plaatsen van een stuw, herprofilen van de beekbedding, ...) gebeurden met behulp van eenvoudige handberekeningen of waren gebaseerd op inzichten van het ingenieursbureau.

De impact van een bepaalde maatregel op het hydraulisch gedrag van een waterloop kon meestal pas goed ingeschat worden eens de werken voltooid waren. De huidige kennis van hydrologie en rivierhydraulica in combinatie met de rekenkracht van moderne computers laten toe een rivier of waterlopenstelsel op een andere manier te beheren. Met behulp van wiskundige modellen kan het gedrag van een rivierstelsel vrij nauwkeurig nagebootst worden. Dergelijke modellen laten ook toe om de impact van wijzigingen in het waterlopenstelsel op voorhand te berekenen en te bestuderen. Op die manier kunnen verschillende opties gemakkelijker vergeleken worden.

Voor de modellering van de Winterbeek is gebruik gemaakt van 2 modellen: een hydrologische model en een hydraulisch model. Het hydrologische model berekent de oppervlakkige waterafvoer en de waterafvoer via de kleinere beken en sloten die aansluiten op de hoofdwaterloop. Dit model berekent inloopdebieten, zogenaamde inloophydrogrammen, die in de hoofdloop terecht komen. Dit is met andere woorden de vertaling van de bekende hydrologische cyclus of kringloop van het water: neerslag valt neer en stroomt

over land en via riviertjes terug naar zee. De resultaten van het hydrologisch model vormen de invoer voor het hydraulische model. Met het hydraulisch model worden dan de waterpeilen en debieten in detail in de hoofdwaterwaterlopen berekend. Hieruit haalt men ook alle kenmerken van de overstromingen.

Het hydrologisch model van het stroomgebied

Het hydrologisch model geeft de relatie weer tussen de neerslag en de uiteindelijke afstroming naar de waterloop. De inloopdebieten zijn sterk variabel en afhankelijk van de bodemopbouw in het stroomgebied, de hellinggraad, het bodemgebruik, de neerslagintensiteit en -voorgeschiedenis, en de eigenschappen van de zijlopen. Het hydrologisch model dat voor de studie van de Winterbeek gebruikt werd, is het Nederlandse RAM (Regenafvoermodel), in combinatie met Duflow. Dit laatste model heeft het grote voordeel dat niet enkel de afvoer berekend wordt maar dat eveneens reeds een vereenvoudigde schematisatie van de te modelleren waterlopen is ingebracht. Met deze schematisatie kon het hydrologisch model eenvoudig getoetst worden aan gemeten waarden op de hoofdwaterloop.

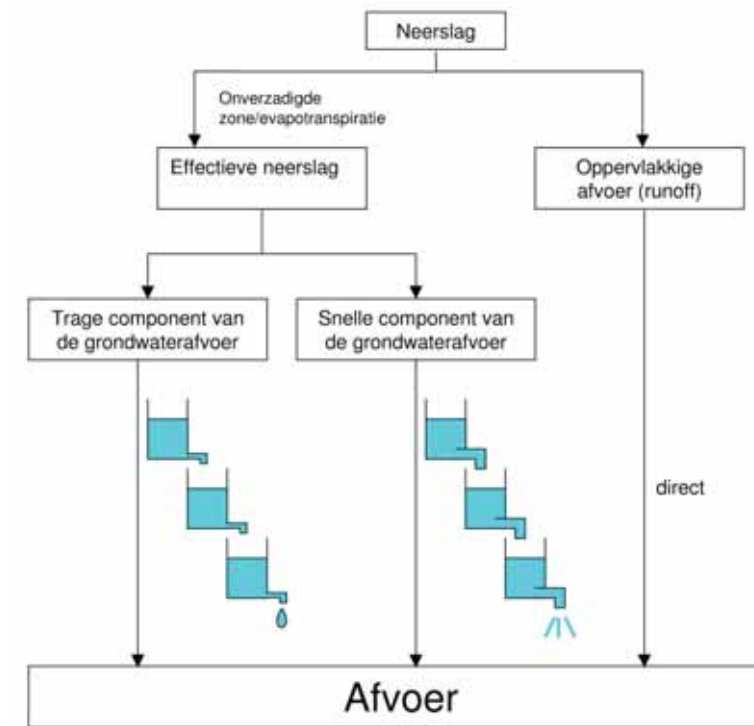
Het principe van lineaire reservoirs

Het hydrologisch model RAM is gebaseerd op lineaire reservoirs of een combinatie van lineaire reservoirs (serieschakeling of parallelle schakeling). Men stelt een deel van het stroomgebied voor als een bak water (een reservoir) waar onderaan een opening zit. Door deze opening stroomt water: het afvoerdebiet. De hoeveelheid water die er doorheen stroomt is enerzijds gerelateerd aan de

grootte van de opening en anderzijds aan de hoogte van het water in de bak.

Hoe groter de opening of hoe hoger de waterstand in de bak, hoe hoger het afvoerdebiet is. Indien het regent zal de waterstand in de bak verhogen waardoor het afvoerdebiet toeneemt tot de waterstand op zijn vorig niveau is teruggekomen. Bij verdamping zal de waterstand

in de bak dalen waardoor het afvoerdebiet zal afnemen. De grootte van de opening bepaalt eveneens de snelheid waarmee de afvoer reageert op een regenbui. In hydrologische termen wordt ze de vertragingstijd genoemd van de afvoergolf ten opzichte van de regenbui. De oppervlakte van het reservoir weerspiegelt de oppervlakte van het deelstroomgebied.



Voor de simulatie van het afvoerdebiet gebruikt men vaak een combinatie van verschillende reservoirs na elkaar. De afvoer van het eerste reservoir wordt de invoer voor het volgende reservoir. Het laatste reservoir geeft dan de afvoer van het deelgebied weer. Het aantal reservoirs bepaalt de vorm van de afvoergolf ten opzichte van de regenbui. Daarnaast worden in RAM nog andere processen beschreven zoals bijvoorbeeld percolatie door onverzadigde zones, infiltratiecapaciteit van de bodem en berging boven het maaiveld. Een volledige beschrijving van deze processen zou hier te ver leiden. Al die processen worden vertaald door andere reservoirs of door de karakteristieken van die reservoirs.

WAT WORDT INGEVOERD IN HET MODEL?

In eerste instantie wordt het stroomgebied verdeeld in verschillende deelstroomgebieden of afvoereenheden die elk op één punt in de hoofdwaterloop afwateren. In het algemeen is dit een belangrijke zijbeek van de waterloop. Voor elk gebied wordt dan met behulp van het hydrologische model het afvoerdebiet berekend. Het stroomgebied van de Winterbeek is zo onderverdeeld in een 20-tal afvoereenheden.

Per afvoereenheid wordt het afstromingsgedrag afgesplitst volgens het bodemgebruik. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen open water, verhard en onverhard oppervlak. De afvoer voor verharde oppervlakten en open water wordt beschreven door één lineair reservoir (zie kaderstuk). Aan deze afvoer wordt een tijdsconstante toegekend in functie van de afstand tot de hoofdwaterloop.

De afvoer voor onverharde oppervlakten wordt beschreven met behulp van de verdamping, infiltratie van water in de bodem, doorsijpeling van water naar het grondwater en grondwaterafvoer naar het afwateringsstelsel. Deze laatste component wordt opgesplitst in een trage en een snelle component. Het systeem kan best voorgesteld worden als een aaneenschakeling van bakjes of reservoirs (zie kaderstuk).

HOE WORDT HET MODEL GECONTROLEERD?

Omdat in elk model steeds een aantal parameters worden ingebracht die moeilijk meetbaar zijn, moet het model getoetst worden. Deze toetsing bestaat erin om een historische gebeurtenis waarvan metingen beschikbaar zijn ook met het model door te rekenen. De

Het hydrologisch model bootst de kringloop van het water na als een opeenvolging van bakjes of (tuin)vijvertjes. Bijpassende wiskundige formules berekenen de waterstroming er doorheen.



gemeten waarden worden dan vergeleken met de berekende resultaten. De invoerparameters worden vervolgens aangepast zodat een goede overeenkomst wordt bekomen tussen berekende en gemeten resultaten. Dit noemt men de calibratie of ijking van een model. Indien voor het model geen of onvoldoende metingen beschikbaar zijn, is het verstandig een tijdelijke meetcampagne op te zetten teneinde het model te kunnen toetsen. Enkel op deze manier kan nagegaan worden of een model voldoende draagkracht heeft om goede voorspellingen te doen.

EEN MEETCAMPAGNE ALS TOETSING VAN HET MODEL

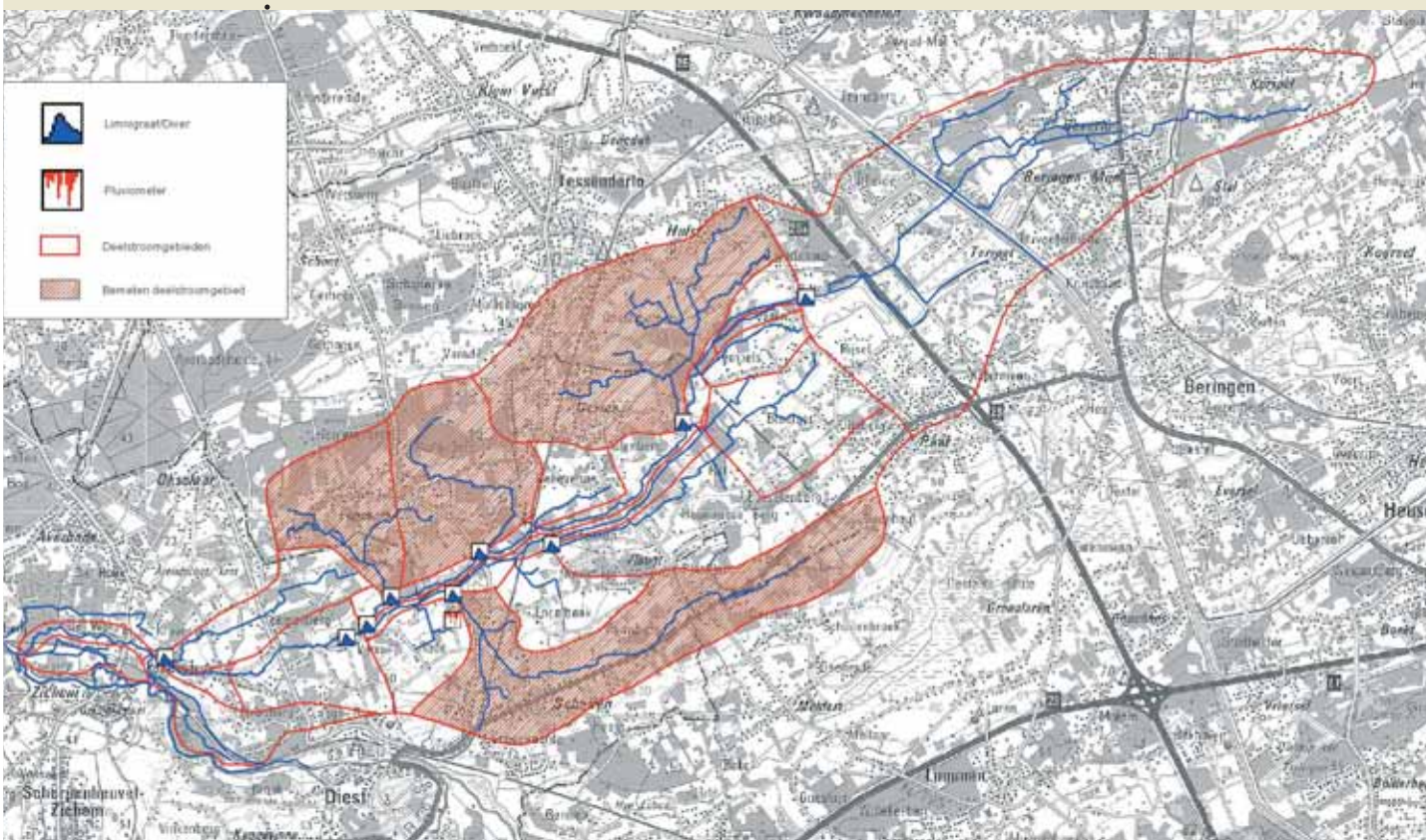
Op de Winterbeek worden maar op één plaats standaard debietmetingen uitgevoerd. Aangezien het

stroomgebied uit meerdere afvoereenheden bestaat is het onmogelijk de invoerparameters van elke afvoereenheid op basis van deze metingen te toetsen. Daarom is een meetcampagne van 2 maanden uitgevoerd. Tijdens deze periode werd de neerslag geregistreerd aan de hand van een pluviograaf en zijn op 8 plaatsen continue peilmetingen uitgevoerd. Tegelijkertijd zijn handmatig op regelmatige tijdstippen stroomsnelheidsmetingen uitgevoerd. Op basis van de snelheid, het peil en de vorm van het dwarsprofiel kon dan het debiet berekend worden. Deze metingen werden uitgevoerd aan de monding van de hoofdwaterloop van elk deelstroomgebied. Zodoende kon de berekende afvoer onmiddellijk vergeleken worden met de metingen.

Installatie van meetapparatuur ten velde.



Een meetcampagne als toetsing van het model: peilmeters in het meest stroomafwaartse punt, afijking van het hydrologisch model en peilmeters op de te modelleren waterloop, afijking niet bemeeten deelstroomgebieden.



DE IJING VAN HET HYDROLOGISCH MODEL

Aan de hand van de gemeten neerslagwaarden berekent het model een tijdreeks van debieten voor het betreffende deelstroomgebied. Deze meetreeksen werden vergeleken met de gemeten debieten op dezelfde plaats. Indien nodig werden de verschillende afstromingsparameters in het model aangepast totdat een goede, realistische overeenkomst werd bereikt tussen gemeten en berekende gegevens. Nadat het model gecalibreerd is, wordt het model gevalideerd. Bij een validatie wordt gebruik gemaakt van een meetreeks die nog niet met het model is doorgerekend. Hiermee kan gecontroleerd worden of het model ook goede resultaten behaalt in andere situaties dan deze die voor de geijkte meetreeks gelden. Voor de validatie is gebruik gemaakt van stormen uit de 10-jarige meetreeks van de limnograaf op de Winterbeek.

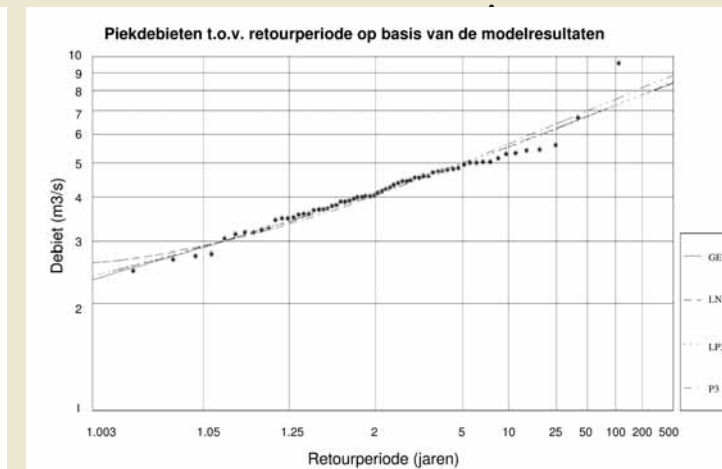
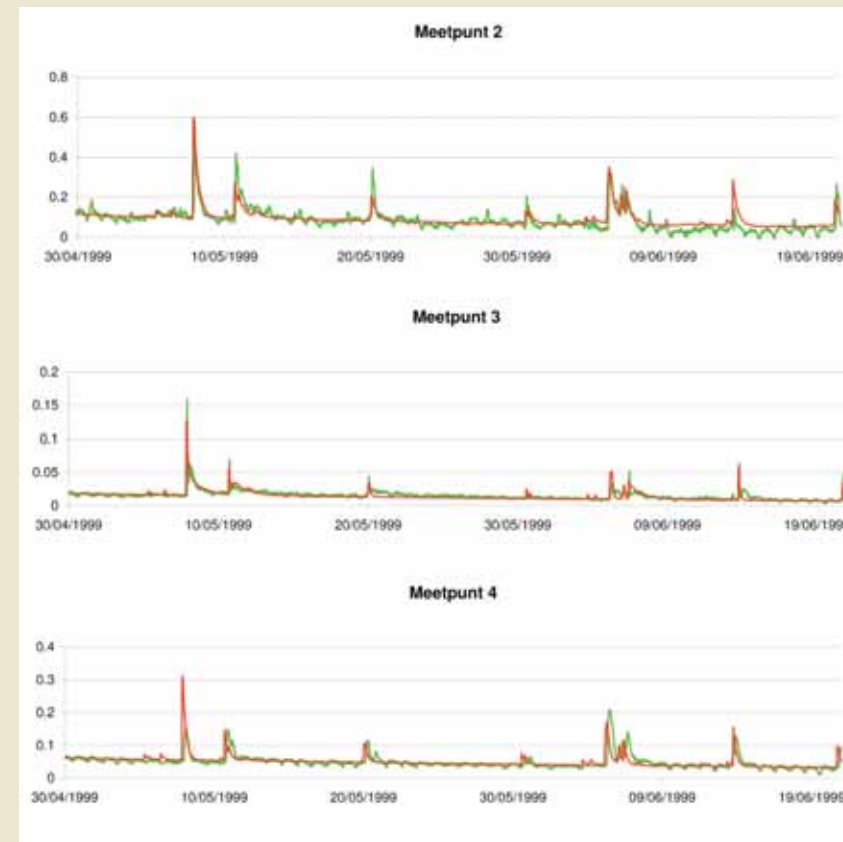
BEPALEN VAN DE RETOURPERIODE

Om het overstromingsgevaar modelmatig in kaart te brengen, worden met het model stormen met verschil-

lende herhalingstijden doorgerekend. Dit geeft het meeste inzicht in de draagkracht en gevoeligheid van de vallei ten aanzien van extreme en minder extreme stormen. Daartoe worden herhalingstijden van 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar gebruikt. Omdat op de waterloop slechts 10 jaar afvoergegevens beschikbaar zijn, is deze meetreeks te kort om op een nauwkeurige manier een 25-, 50- en 100-jarige storm te bepalen. Daarom werd de neerslagreeks van Ukkel met 65 jaar gegevens (jaren 1934-1997) gebruikt als invoer in het hydrologisch model. Als uitvoer wordt dan een 65-jarige afvoerreeks bekomen voor elke afvoereenheid of deelstroomgebied van de Winterbeek. Door een statistische analyse van deze afvoeren kan het piekdebiet en afgevoerd volume voor elke herhalingstijd met een grotere nauwkeurigheid worden bepaald. Uit de 65-jarige afvoerreeks kunnen onmiddellijk ook de overeenkomstige hoogwaterafvoergolven gehaald worden. Met deze hoogwaterafvoeren wordt vervolgens het hydraulisch model doorgerekend, dat zal aangeven waar de waterloop kan overstromen.

Figuren links: Gemeten (groen) en met het model berekende waterpeilen (rood) in verschillende meetstations op zijn lopen tijdens de meetcampagne.

Figuur rechts: Grafiek waaruit het piekdebiet bij verschillende retourperioden kan afgelezen worden aan de hand van piekdebieten zoals die met het model berekend werden voor zeer vele stormen.



Het hydraulisch model van de Winterbeek

Het hydraulisch model berekent waterpeilen en debieten langsheen de hoofdloop van de Winterbeek. Daartoe worden de twee zogenaamde stromingsvergelijkingen van de Franse onderzoeker de Saint-Venant wiskundig opgelost. Deze vergelijkingen vertolken het behoud van massa en het behoud van beweging in een waterlooppand. Het model houdt rekening met de stromingsverliezen aan bruggen, duikers, stuwen, enz. Het model bestaat uit een netwerk van rekenknopen. Voor iedere knoop wordt het overeenkomstig dwars-

Verschillende stappen in de modellering

- 1. Modelbouw:** de gegevens van het stroomgebied van de Winterbeek en haar zijlopen worden vertaald naar een wiskundig model.
- 2. Calibratie en validatie:** de modelresultaten worden getoetst aan de werkelijkheid.
- 3. Scenarioanalyse:** in deze fase worden, naast een grondige analyse van het gedrag van de Winterbeek in de huidige toestand, in het stroomgebied een aantal veranderingen doorgevoerd. In de scenarioanalyse schuilt de grote kracht van het modelleren. Verschillende beheerstrategieën en wijzigingen aan de waterlopen of het afstromingsgedrag kunnen relatief eenvoudig met een computer nagebootst en vergeleken worden.

profiel van de waterloop ingegeven. Naast de dwarsprofielen worden eveneens alle belangrijke hydraulische structuren en mondingen van zijlopen ingegeven. Het Engelse softwarepakket ISIS is gebruikt voor deze modellering. ISIS is ontworpen voor de simulatie van debieten, waterpeilen en stroomsnelheden als functie van de eigenschappen van de beekbedding en de aanwezige kunstwerken.

Om het hydraulisch model van de hoofdlopen te laten werken, zijn inloopdebieten of inloophydrogrammen nodig voor alle belangrijke zijlopen en/of rioolmonden. De plaatsen waar deze inloophydrogrammen ingegeven worden in het hydraulisch model worden de randvoorwaarden genoemd. Dergelijke inloophydrogrammen worden berekend met behulp van het hydrologisch model. Door het grote aantal knopen (660 voor de Winterbeek) zijn de complexe berekeningen met het hydraulisch model beperkt tot periodes van enkele dagen tot enkele weken. RAM daarentegen berekent inloopdebieten als functie van de neerslag en de gebiedseigenschappen van alle oppervlakten en zijlopen die afwateren naar de Winterbeek. Het hydrologisch model is veel eenvoudiger qua wiskundige vergelijkingen en daardoor wel in staat om 100 jaar of meer continu te simuleren. Met ISIS worden de berekeningen beperkt tot de geselecteerde hoogwatergolven met retourperiodes van 2 tot 100 jaar.

WAT WORDT OPGEMETEN EN INGEVOERD IN HET MODEL?

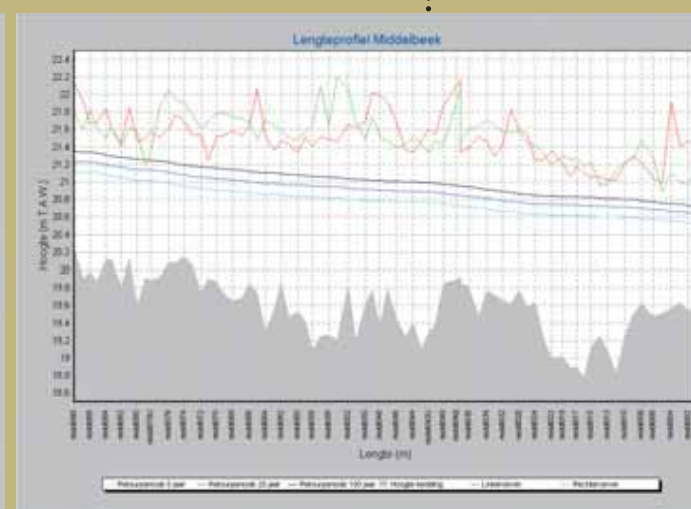
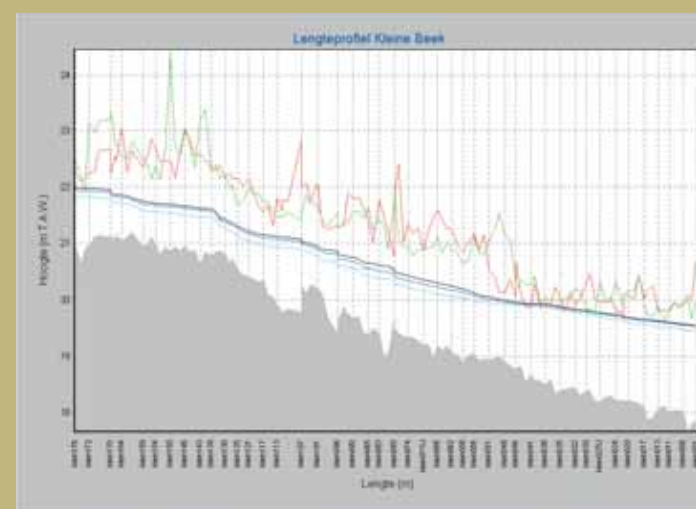
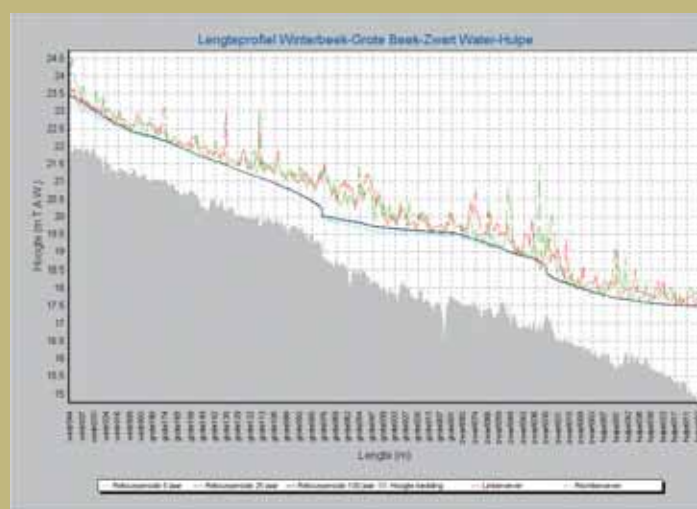
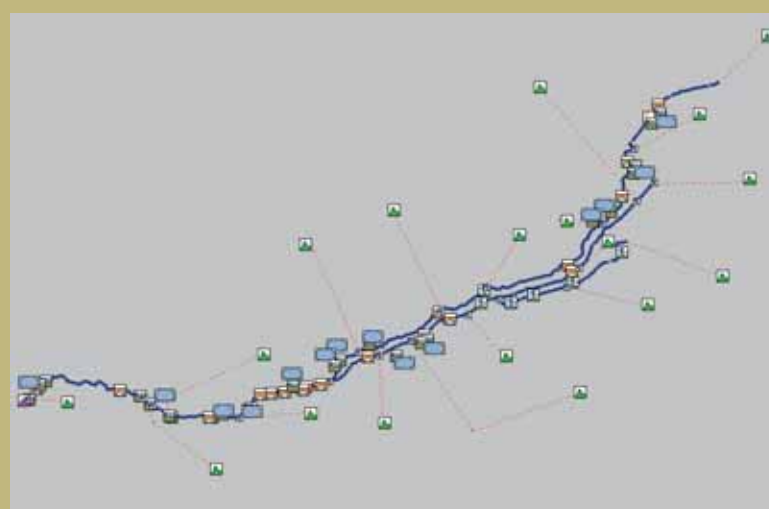
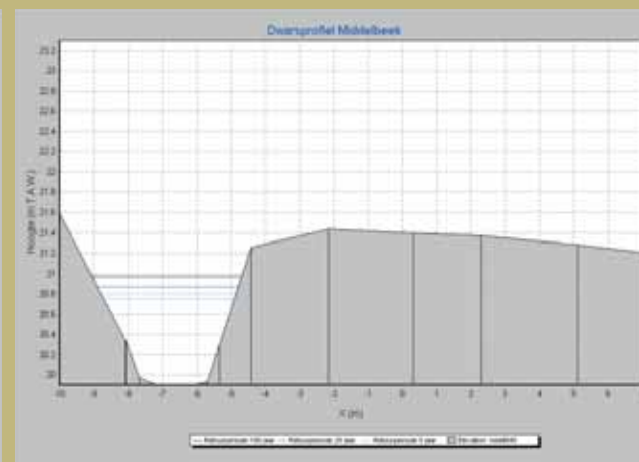
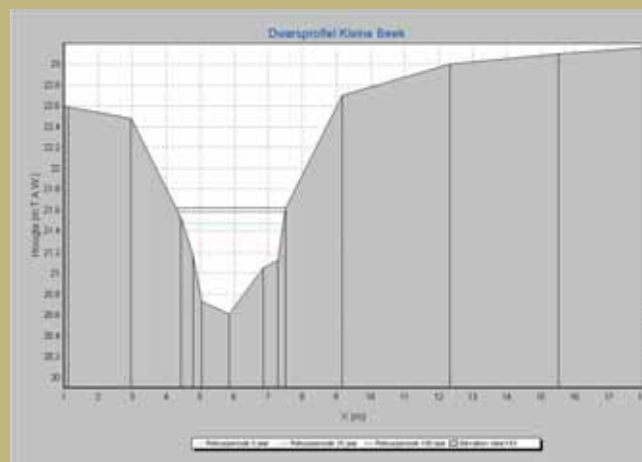
De opbouw van het hydraulisch model omvat onder meer het invoeren van dwarsprofielen (de doorsnede van de waterloop van oever tot oever) met een tussenafstand van minstens om de 50 meter. Daarnaast werden ook de hydraulische kunstwerken (bruggen, duikers, stuwen, overwelvingen) ingevoerd. De dwarsprofielen en kunstwerken werden voorafgaand aan de modellering nauwkeurig op het terrein opgemeten door een landmeetbureau. Zij worden vertaald in rekenknopen, die gelden als bouwstenen van het model. Door het wijzigen, weglaten of toevoegen van bouwstenen ontstaat een nieuwe situatie (scenario) waarmee effecten op het afvoergedrag kunnen bestudeerd worden.

Een belangrijk onderdeel van het hydraulisch model zijn de randvoorwaarden. Dit zijn de locaties waar gegevens van buiten de waterloop in het model wordt ingegeven, alsook - als die aanwezig zijn - waar interne spelregels worden opgelegd. De eerste randvoorwaarden noemt men externe randvoorwaarden. Die komen overeen met de belangrijkste zijlopen van de Winterbeek, Kleine Beek en Middelbeek. Verder werd ook een opwaartse en afwaartse randvoorwaarde ingevoerd. De opwaartse randvoorwaarde van de Winterbeek situeert zich afwaarts van de Paalse Plas.

Voor de Middelbeek en de Kleine Beek is dit ter hoogte van de gemeentegrens Tessenderlo-Diest. De monding van de Winterbeek kent geen vrije uitstroming. De waterpeilen in het afwaarts gedeelte van de Winterbeek (Hulpe) worden sterk beïnvloed door de waterpeilen van de Demer. Als afwaartse randvoorwaarde van het hydraulisch model worden dan ook de waterpeilen in de Demer gebruikt. De tweede soort randvoorwaarden zijn interne randvoorwaarden. Voorbeelden daarvan zijn bvb. het opleggen van een stuwpeil of de werking van een watermolen. De waterstroming gebeurt daar niet natuurlijk, maar wordt 'gestuurd' door regels.

Daarnaast werden de overstromingszones en de plaatsen waar de Winterbeek buiten haar oevers kan treden in het model ingevoerd. De overstromingszones worden in het model voorgesteld als een soort reservoirs of bufferbekkens. De overstromingszones werden eveneens voorafgaandelijk aan de modelopbouw op het terrein opgemeten (waterpassing).

Onderste figuur links: Dit kaartje toont het hydraulisch model van de Winterbeek en de Drie Beken, dat een ketting is van opeenvolgende rekenknopen. De knopen zijn bouwstenen, die wegge- laten, toegevoegd of veranderd kunnen worden. Wiskundige formules die daar bij horen, berekenen de waterafvoer door de gehele ketting. De meeste knopen zijn de dwarsdoorsneden van de waterloop; andere knopen stellen bruggen voor of andere kunstwerken en hindernissen. De blauwe rechthoekjes zijn de overstrombare vallei- gronden. De groene klokjes stellen de inloophydrogrammen voor van de zijriviertjes.



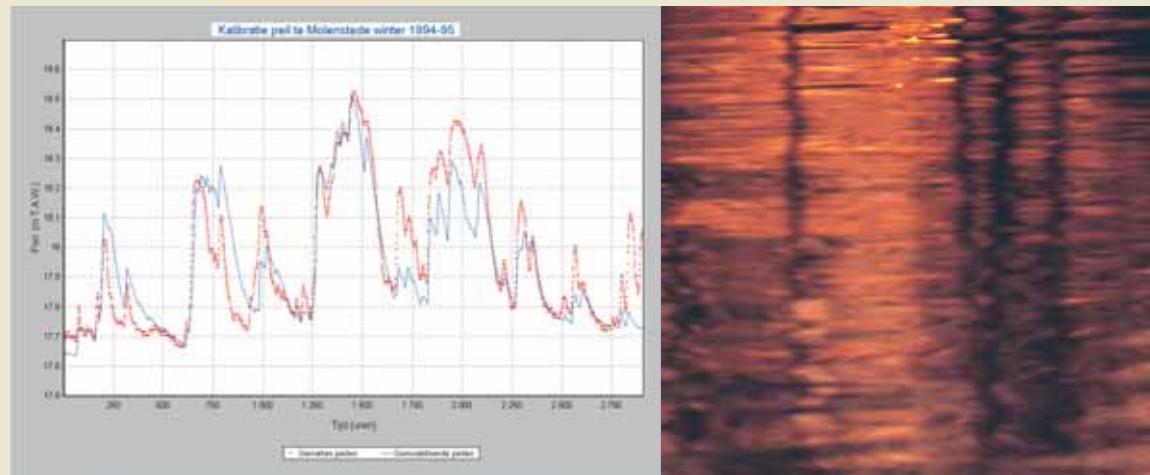
Figuren links: De dwarsdoorsneden van enkele waterlopen zoals zij als rekenknopen in het model ingebracht zijn. Het model zal de waterpeilen berekenen en kunnen vaststellen waar en tot waar de oevers overstromen. De drie figuren onderaan geven langspiegelen weer van enkele waterlopen, met onderaan in het grijs de bodempeilen, in rood en groen de oeverpeilen links en rechts. De verschillende blauwe lijnen zijn de berekende waterhoogten over heel de waterloop, bij verschillende stormen. Hier kan men direct zien op welke plaatsen overstromingen optreden.

CALIBRATIE EN VALIDATIE : KOMEN DE SIMULATIERESULTATEN OVEREEN MET DE WERKELIJKHEID?

Evenzeer als voor het hydrologisch model gebeurt er een calibratie en validatie van het hydraulisch model. Voor de calibratie en validatie werden volgende gegevens gebruikt :

- de debiet- en peilgegevens van de limnigrafie te Molenstede;
- peilen en debieten op verschillende plaatsen langs de waterloop opgemeten tijdens het voorjaar van 1999;
- gekende knelpunten en overstromingszones langs de Winterbeek.

De calibratie gebeurde door het instellen van de verschillende modelparameters (bvb. hydraulische ruwheid van de bedding van de waterloop, infiltratiecapaciteit van het stroomgebied, energieverliescoëfficiënten aan kunstwerken). Indien nodig wordt het basismodel aangepast. De uiteindelijke bedoeling van de calibratie en validatie is om een model te bekomen dat het gedrag van de Winterbeek zo goed mogelijk weergeeft. Het model kan pas als goede benadering van de werkelijkheid beschouwd worden wanneer ook de probleemgebieden in het model overeenstemmen met de werkelijke overstromingszones.



Ook het hydraulisch model wordt gekalibreerd. Daartoe worden metingen (rode lijn) en berekeningen (blauwe lijn) van gekende stormen met elkaar vergeleken. Parameters worden aangepast tot een goede overeenkomst bekomen wordt.

WAT WORDT BEREKEND?

Om het aantal tijdrovende simulaties met het hydraulisch model te beperken, worden een aantal retourperiodes geselecteerd voor simulatie en verdere analyse (5, 10, 25, 50 en 100 jaar). Uit de simulatieresultaten van het hydrologisch model werden 5 stormen uitgekozen waarvan het piekdebiet overeenkwam met het piekdebiet van de geselecteerde retourperiodes. Deze 5 stormen werden dan gebruikt om het (overstromings)gedrag van de Winterbeek in de huidige toestand en na het uitvoeren van bepaalde maatregelen (scenario's) te bestuderen.

RESULTATEN EN KNELPUNTEN

De simulaties met het model 'bestaande toestand' leren dat de debieten in het afwaarts gedeelte beperkt blijven tot ongeveer 4 m³/s, ondanks de veel hogere inlopedebieten. Door overstromingen en berging in de vallei

stroomopwaarts worden de piekdebieten afgetopt. De belangrijkste knelpunten zijn (zie overstromingskaartje):

- Opwaarts van de monding van de Schoestersvliet ;
- Opwaarts van Molenstede ;
- Opwaarts van de monding van de Leigracht ;
- In de omgeving van de monding van de Hulpe in de Demer ;
- Afwaarts gedeelte van de Kleine Beek ;

In de meeste gevallen worden deze overstromingen veroorzaakt door de beperkte capaciteit van de waterloopsectie. Behalve de molen te Molenstede zijn er geen kunstwerken die een noemenswaardige opstuwings veroorzaken tijdens piekdebieten. De overstromingen in het afwaarts gedeelte worden voornamelijk veroorzaakt door opstuwings van het Zwart Water.

5 Hoe kan overstroming met verontreinigd water worden voorkomen?

Aangezien de overstromingen in de vallei van de Winterbeek niet echt als een probleem ervaren worden, hebben de uitgewerkte scenario's eerder ecologische objectieven. De belangrijkste doelstelling is het valleigebied zo in te richten dat er zo weinig mogelijk - met chloriden vervuild - water vanuit de Winterbeek buiten de oevers komt. Daarnaast wil men de vallei van de Kleine Beek vernatten met het oog op natuurontwikkeling.

Modellen laten toe om op een eenvoudige manier alternatieve waterbeheerstrategieën uit te proberen en de impact van wijzigingen aan de waterlopen in te schatten. In overleg met de werkgroep 'Vallei der 3 beken' zijn 5 scenario's van maatregelen vastgelegd. De efficiëntie van deze maatregelen werd nagegaan met behulp van het model.

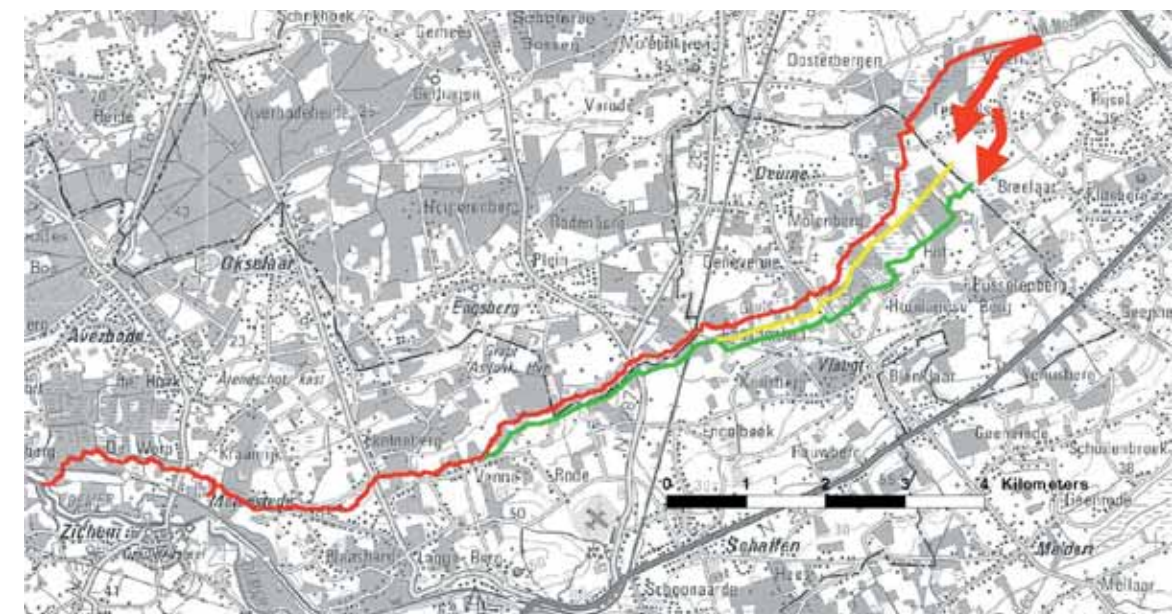
Scenario 1: Afleiden opwaarts gedeelte van de Winterbeek naar de Middelbeek

In het eerste scenario wordt de mogelijkheid nagegaan om het opwaartse gedeelte van de Winterbeek (opwaarts van de lozing van Tessenderlo Chemie) af te leiden naar de Middelbeek. Om de Middelbeek niet te overbelasten, wordt het opwaartse gedeelte van de

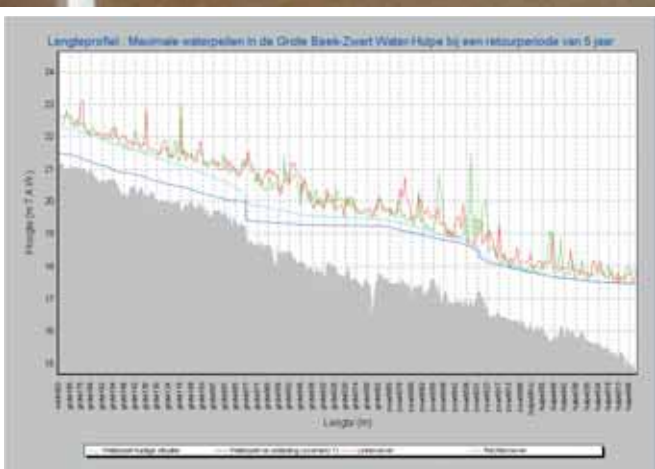
Middelbeek omgeleid naar de Kleine Beek. De bedoeling van dit scenario is om de waterpeilen in de Winterbeek te laten dalen en zo overstromingen te beperken.

Door de toename in debiet stijgt het maximum waterpeil in de Middelbeek en Kleine Beek tot aan het oeverpeil. Op een aantal plaatsen worden de oeverpeilen overschreden. Het omleiden van de Winterbeek naar de Middelbeek zal op een aantal plaatsen langs de Middelbeek en de Kleine Beek dus voor (nieuwe) overstromingen zorgen.

Na de omleidingen zullen de overstromingen langs de Winterbeek en Grote Beek (opwaarts van Molenstede) bijna volledig verdwenen zijn. Ook afwaarts van Molenstede is een daling in de



Kaartje van scenario 1 met de ligging van de Drie Beken.



Berekening van de waterstandsverlaging in de Winterbeek door berging van water in de Paalse Plas.

overstromingsvolumes te verwachten. Deze daling wordt vooral veroorzaakt door de grotere volumes die nu langs de Kleine Beek overstromen. De overstromingen langs de Kleine Beek zullen in werkelijkheid wel meer verspreid langs de waterloop optreden (in het huidige model zijn alleen de huidige overstromingsgebieden ingevoerd).

Een gedeeltelijke afleiding van de Winterbeek naar de Middelbeek zou de overstromingen langs de Winterbeek dus kunnen beperken.

Scenario 2: Berging opwaarts van de Paalse Weg

Een alternatief voor het beperken van het debiet en de overstromingen afwaarts van Tessenderlo Chemie is berging opwaarts van de Paalse Weg.

In dit scenario wordt verondersteld dat de Paalse Plas voor deze berging zou kunnen dienen. De volgende veronderstellingen werden gemaakt:

- Oppervlakte Paalse Plas = 60 ha
- Bergingsvolume = 180.000 m³ (bij 30 cm berging)

Het effect van de buffering is vooral in het opwaarts gedeelte te zien. Afwaarts van de Hasseltse Baan is er geen effect van de berging meer. Dit komt eveneens tot uiting in de overstromingsvolumes. Opwaarts van de Hasseltse Baan kan door buffering een aanzienlijke afname in de overstromingsvolumes bekomen worden. Het is algemeen bekend dat wachtbekkens die te ver opwaarts gelegen zijn, slechts beperkt effect hebben op afwaartse overstromingen. Dit komt omdat zij een te klein gedeelte van het totale stroomgebied kunnen controleren. Het grootste gedeelte van het gebied, afwaarts het wachtbekken, blijft immers vrij en ongebufferd afstromen.

Scenario 3: Vernatten van de vallei van de Kleine Beek

In het 3de scenario werd de mogelijkheid bestudeerd om de waterpeilen in de Kleine Beek te verhogen om zo de vallei van de Kleine Beek te vernatten. De verhoging van de waterpeilen gebeurde door opstuwen op 2 plaatsen:

- Opwaarts van de monding van de Kleine Beek in het Zwart Water werd een stuw ingevoerd met een breedte die overeenkomt met de kruinbreedte van de waterloop in die omgeving (ongeveer 7 m) en een hoogte van 18,80 m TAW. Het huidig bodempeil op die plaats is 18,10 m TAW. Er wordt dus een opstuw van 70 cm voorgesteld.
- Opwaarts van de monding van de Middelbeek werd het bodempeil van de duiker van 20,13 m TAW naar 20,60 m TAW gebracht. De doorstroomopening werd vergroot van 0,5 m² (buis met doorsnede van 80 cm) naar 1,2 m² (koker 0,6 m x 2,0 m).

Bij laag water is het effect van de opstuw duidelijk te zien. Voor een globaal hoger peil zouden evenwel stuwen op verschillende plaatsen nodig zijn. Bij hoog water zijn er slechts minieme verschillen in maximale waterpeilen in vergelijking met de huidige toestand. Het effect op de overstromingsvolumes is wel duidelijker.

Scenario 4: Verhoging van de oeverwallen opwaarts de monding van de Demer

In dit scenario werd nagegaan tot welke hoogte de dijken in het afwaartse gedeelte van de Hulpe moeten worden opgehoogd om overstromingen te vermijden. Ook al zijn dijkverhogingen in het hedendaagse waterbeheer niet erg meer geliefd, dan nog kunnen zij in bijzondere omstandigheden toch verantwoord zijn. Voor dit scenario werden de volgende veronderstellingen gemaakt:

- De debieten van de Leigracht en de Kleine Hulpe worden rechtstreeks naar de Demer afgevoerd.
- Overstromingen in het afwaarts gedeelte worden niet meer toegelaten.
- De afwaartse randvoorwaarde werd aangepast zodat het piekdebiet met een bepaalde retourperiode op de Hulpe overeenkomt met het maximum waterpeil op de Demer met eenzelfde retourperiode. Deze peilen zijn afkomstig van het ISIS-model van de Demer zoals opgesteld in opdracht van de afdeling Water in een

andere modelleringsopdracht. In de praktijk zal deze situatie zich naar alle waarschijnlijkheid zelden voordoen omdat de Demer en de Winterbeek niet hetzelfde afvoergedrag vertonen door de sterk verschillende grootte van hun stroomgebieden.

De maximale peilen afwaarts van Molenstede bedragen 18,50 m TAW voor een afvoergolf met een retourperiode van 10 jaar en 18,51 m TAW voor een afvoergolf met een retourperiode van 50 jaar. Het maximum waterpeil op die plaats is dus weinig afhankelijk van het piekdebiet. De maximale waterpeilen ter hoogte van de monding in de Demer zijn dezelfde als deze van de Demer. Wanneer de dijken opgehoogd worden tot op deze niveaus, kunnen overstromingen vermeden worden. De nodige ophogingen zijn dus afhankelijk van de peilen op de Demer (afwaartse randvoorwaarde). Op vele plaatsen zijn de huidige dijkniveaus ontoereikend. Op sommige plaatsen moet minstens 0,35 m opgehoogd worden. Dit is toch een vrij beperkte ingreep, die niet misstaat in het landschap en toch grote baten kent om verontreiniging van vooral de Demerbroeken te voorkomen.

Scenario 5: Ruimen van de Winterbeek

Door slib te ruimen in de Winterbeek/Grote Beek/Zwart Water/Hulpe wordt de capaciteit van de waterloop verhoogd en kunnen overstromingen voorkomen of beperkt worden. Dit was het basisidee van het laatste scenario. Het beperken van overstromingen is vooral ecologisch belangrijk. Het vervuilde water van de Winterbeek (o.a. hoog chloride-gehalte) is een bedreiging voor de watervolle natuurgebieden langs de Winterbeek. Wanneer het volledige traject van de Winterbeek (ongeveer 17 km) een halve meter dieper zou worden gemaakt, moet er in totaal 35.000 m³ slib geruimd worden. Een dergelijke slibuiming is alleszins zeer duur.

Een slibuiming van de Winterbeek/Grote Beek/Zwart Water/Hulpe zorgt voor lagere maximale waterpeilen in het opwaartse gedeelte. De overstromingen worden hierdoor aanzienlijk beperkt of vermeden. Afwaarts van Molenstede nemen de overstromingen evenwel toe. De waterpeilen worden hier in grote mate door de Demer bepaald en het debiet wordt door de ruiming vergroot (minder overstromingen

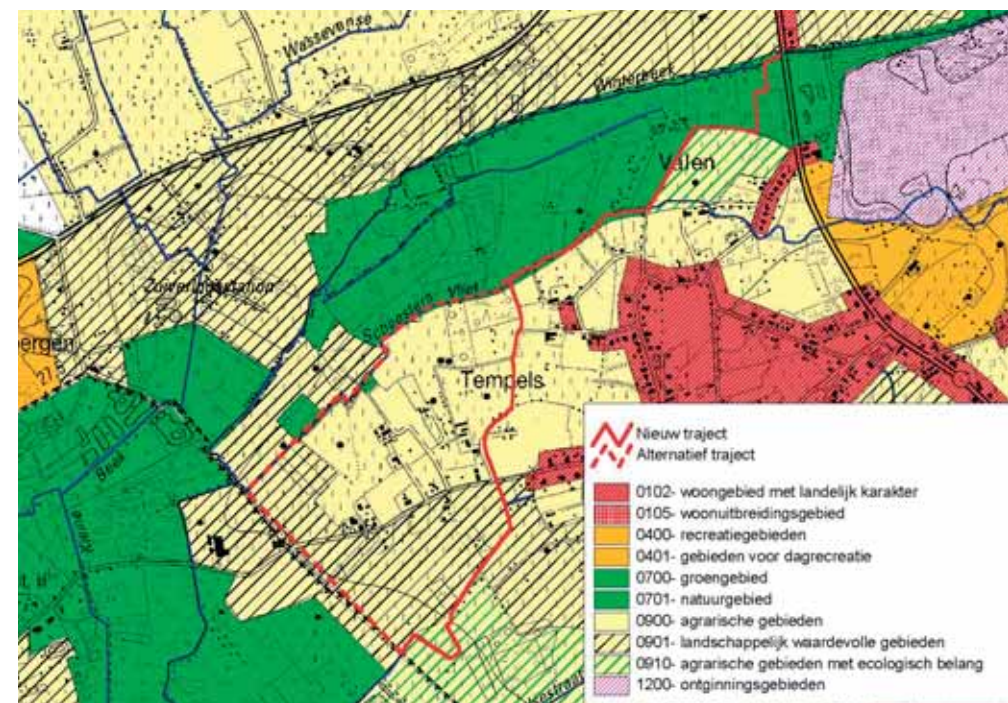
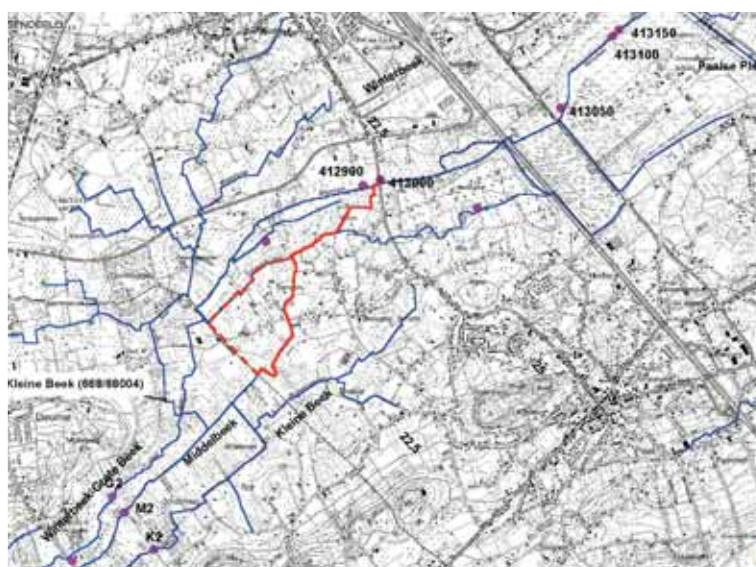
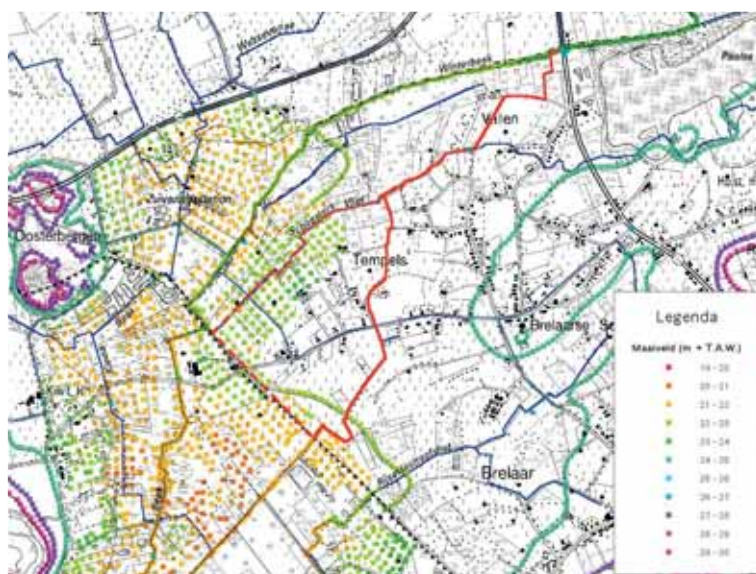
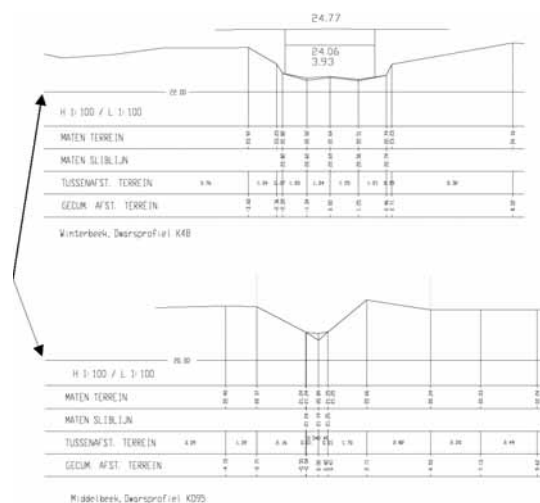
opwaarts). Een slibruiming over het volledige traject van de Winterbeek resulteert in een netto afname van de overstromingsvolumes (10 tot 25 %).

Bij een gedeeltelijke slibruiming (tussen duiker Lapseheide en samenvloeiing met de Rettervliet) is er opwaarts een kleine afname in overstromingsvolumes. Een gedeeltelijke ruiming heeft geen effect op de totale overstromingsvolumes en resulteert enkel in een verschuiving van de overstromingsvolumes naar meer afwaarts.

Besluiten

Met de combinatie van scenario 1 (omleiden opwaarts gedeelte van de Winterbeek) en scenario 4 (licht ophogen van de dijken langs de Hulpe) kunnen de overstromingen vanuit de Winterbeek/Grote Beek/Zwart Water/Hulpe het best beheerst worden. Voorwaarde hierbij is dat de bijkomende overstromingen langs de Kleine

Beek en de Middelbeek geen wateroverlast veroorzaken. Deze laatste opmerking is eveneens van toepassing op scenario 3 (opstuwung van de Kleine Beek).



Haalbaarheid en randvoorwaarden voor het omleggen van de Winterbeek

In scenario 1 is aan de hand van het hydraulisch model nagegaan of overstromingen kunnen worden voorkomen of beperkt door het afleiden van de Winterbeek naar de Middelbeek. Om de Middelbeek niet te overbelasten wordt het opwaartse gedeelte van de Middelbeek omgeleid naar de Kleine Beek. Met dit scenario konden de overstromingen ter hoogte van de vallei van de drie beken het best beheerst worden. Daarom is de haalbaarheid van dit scenario verder nagegaan door het te toetsen aan verschillende randvoorwaarden.

Vanuit technisch standpunt is, op basis van bestaande gegevens, een afleiding van de Winterbeek naar de Middelbeek haalbaar. Hiervoor zijn echter wel bijkomende topografische opmetingen noodzakelijk, zodat kan nagegaan worden of de uit te diepen of uit te graven bedding niet onrealistisch diep ten opzichte van het maaiveld gelegen zal zijn.

Vanuit kwalitatief standpunt zijn er wel een aantal vraagtekens. De afleiding zal vermoedelijk een lichte stijging van de chlorideconcentratie in het bovenstroomse gedeelte van de Middelbeek tot gevolg hebben. Bijkomende analyses in het bovenstroomse gedeelte van de Middelbeek zijn noodzakelijk om dit te bevestigen. Daartegenover zal de chlorideconcentratie stroomafwaarts sterk dalen doordat geen Winterbeekwater meer via een zijgracht in de Middelbeek terecht komt.

Vanuit juridisch standpunt zal voor de uitvoering van

het project en voor het bekomen van de bouwvergunning een MER-rapport dienen voorgelegd te worden. Het project is een waterhuishoudingsproject dat invloed kan hebben op een door het gewestplan aangeduid natuurgebied. Verder ligt de afleiding eveneens gedeeltelijk in een habitatrictlijngebied.

Het dempen van de verbindingssloot tussen Kleine Beek en Middelbeek zal door de grotere wateraanvoer in de Kleine Beek wellicht het verdwijnen van de plant 'drijvende waterweegbree' tot gevolg hebben. Deze plant is beschermd door bijlage II van de habitatrictlijn. Gezien de consequenties met betrekking tot habitatrictlijngebieden is het dempen van deze verbindingssloot geen optie en zullen zelfs maatregelen genomen moeten worden om te voorkomen dat het water van de Middelbeek, die tevens het water uit de Winterbeek zal ontvangen via deze verbindingssloot, naar de Kleine Beek gaat. Dit impliceert dat de resultaten van het doorgerekende scenario niet helemaal van toepassing zullen zijn.

Door het blijvend afvoeren van water van het brongebied 'Kleine Beek - Middelbeek' naar de Middelbeek en door de afleiding van de Winterbeek naar de Middelbeek zal enerzijds het overstromingsrisico in de Middelbeek vergroten ten opzichte van het doorgerekende scenario. Anderzijds is vernatting gewenst gezien de bestemming van het gebied als natuurgebied. Overstromingen met zoet water van een relatief goede waterkwaliteit kunnen een positieve invloed hebben en zijn dus naar verwachting zelfs gewenst.

De juiste ligging van de afleiding van de Winterbeek naar de Middelbeek moet – indien men ze wil aanleggen – nog verder in detail onderzocht worden. Veel zal afhangen van de plaatselijke terreinhoogten (bovenaan reeds gedeeltelijk aangegeven door gekleurde stippen).

6 Het grondwater in het stroomgebied

Op basis van een terreinanalyse is duidelijk geworden dat er een belangrijke interactie plaatsvindt tussen het grondwater en de Winterbeek. Enerzijds kan de infiltratie vanuit de Winterbeek met 'verzilt' oppervlaktewater verontreiniging van het grondwater tot gevolg hebben. Anderzijds wordt in het kader van natuurontwikkeling vernatting van het valleigebied overwogen door het plaatsen van stuwen op de Kleine beek.

Aan de hand van een grondwatermodel is nagegaan waar de Winterbeek mogelijks infiltreert en wat de grondwaterstandsveranderingen zijn ten gevolge van het plaatsen van stuwen. Daarnaast is nagegaan of eventuele infiltratie van verzilt water een bedreiging vormt voor de aanwezige drinkwaterwinning.

Wat is een grondwatermodel?

Een grondwatermodel is een computermodel dat de grondwaterstanden in de ondergrond kan voorspellen en de beweging van het grondwater simuleert. Hierdoor kan men kwelgebieden (gebieden waar grondwater aan het maaiveld uittreedt) afbakenen alsook de herkomst van dit kwelwater in ruimte en tijd achterhalen. Daarnaast kan men grondwaterstandsveranderingen tengevolge van grondwaterwinningen voorspellen. Ook de herkomst van het opgepompte grondwater kan worden bepaald zodat men de winning optimaal kan beschermen. Een grondwatermodel maakt het tevens mogelijk de effecten op grondwater tengevolge van ingrepen in het oppervlaktewatersysteem in te schatten. Vanuit ecologisch standpunt kan men op basis van de berekende grondwaterstanden voorspellingen doen naar de wijzigingen in vegetatie die zullen optreden.

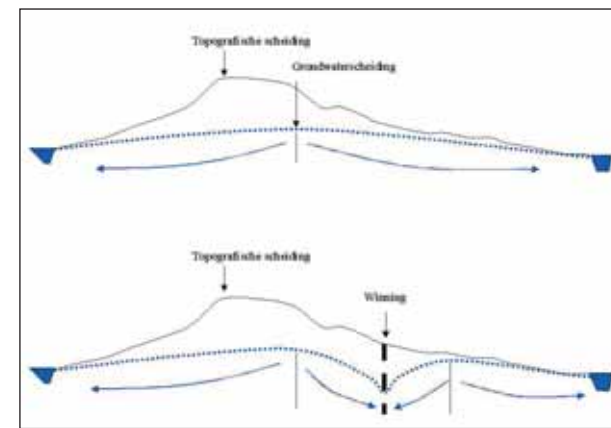
De grondwaterscheiding

De grondwaterscheiding vormt een scheidingslijn tussen 2 waterlopen voor wat betreft de ondergrondse stroming van water. In het geval van de Winterbeek kan de grondwaterscheiding niet als grens van het modelgebied worden aangenomen. Enerzijds zijn er onvoldoende metingen om deze grondwaterscheiding correct te kunnen bepalen. Anderzijds kunnen ingrepen of waterwinningen in het stroomgebied een verschuiving van deze grondwaterscheiding tot gevolg hebben. Daarom werden de hoofdwaterlopen van aanliggende stroomgebieden minstens in het model opgenomen.

Hoe gaat men te werk?

Bij het opstellen van een grondwatermodel wordt in eerste instantie het te modelleren gebied afgebakend. Deze afbakening moet zodanig zijn dat de invloedzone van ingrepen die men met het model wil gaan doorrekenen, minstens binnen het modelgebied gelegen is. Aangezien juist het bepalen van de invloed het doel is, wordt deze invloed vaak door middel van vereenvoudigde berekeningen of op basis van ervaring in gelijksoortige gebieden ingeschat.

Voor het stroomgebied van de Winterbeek werd een deel van de aanpalende stroomgebieden met hun hoofdwaterlopen Laak en Zwarte Beek meegenomen. Het model is zodoende voldoende groot om de volledige invloedzone van ingrepen binnen het stroomgebied van de Winterbeek te omvatten. Op die manier kan het model ook zelf de grondwaterscheiding tussen de waterlopen aangeven (tussen Laak en Winterbeek enerzijds en Zwarte Beek en Winterbeek anderzijds). Het is immers bekend dat de grondwaterscheiding verschilt van de oppervlaktewaterscheiding (de traditionele waterscheidingskammen op het aardoppervlak).



Het te modelleren gebied wordt vervolgens in een groot aantal kleinere gebieden met elk een knooppunt opgedeeld. Aan elk knooppunt worden de eigenschappen van het grondwatersysteem toegekend zoals deze zich binnen elk gebied voordoen: de dikte of diepte van elke watervoerende laag en scheidende laag, de doorlatendheid van elke laag, de grondwateraanvulling, de oppervlaktewaterpeilen, enz. Hoe kleiner de gebiedjes zijn, hoe beter men de variatie in de eigenschappen ruimtelijk kan beschrijven en hoe nauwkeuriger men de grondwaterstroming kan simuleren. Het netwerk dat de knooppunten van elk gebiedje verbindt, noemt men het 'eindige elementennetwerk'. Voor het stroomgebied van de Winterbeek is een rekennetwerk opgesteld met 32.000 knooppunten. De minimum knooppuntsafstand bedraagt 20 meter in de omgeving van de drie beken. Binnen het stroomgebied van de Winterbeek is de maximale knooppuntsafstand 75 meter.

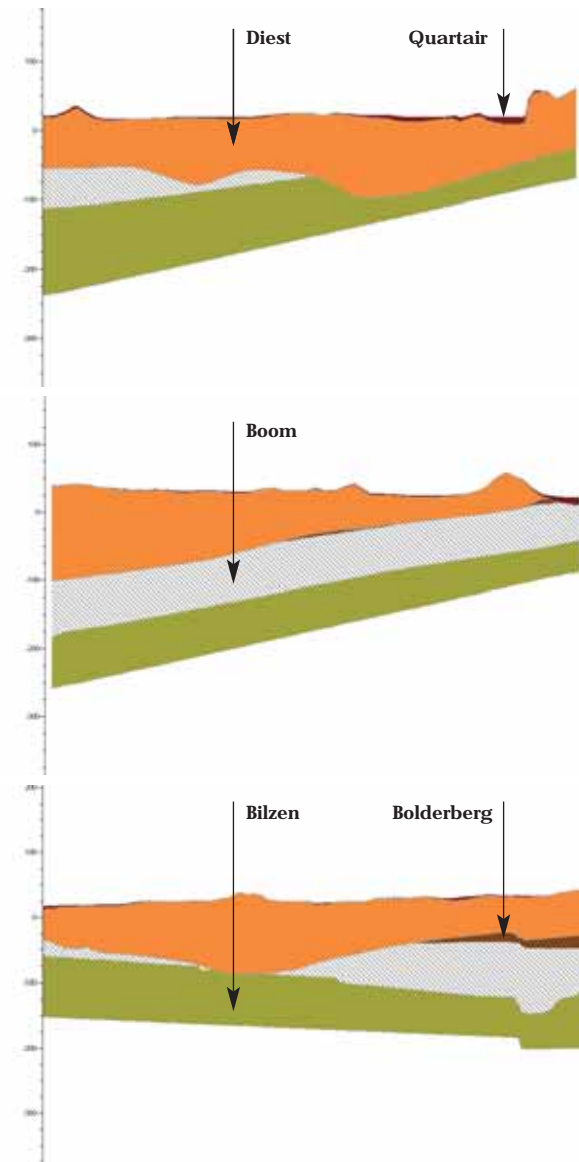
Voor het opzetten van een grondwatermodel zijn een groot aantal invoergegevens nodig die aan de knooppunten van het netwerk moeten worden toegekend.

Welke gegevens worden er in het model ingevoerd?

Geologie en hydrogeologische schematisatie

De grondwaterstroming wordt in grote mate bepaald door de aard van de ondergrond en de opeenvolging en diepte van zandige en kleiige lagen. De dieptegegevens van de verschillende geologische lagen moeten verzameld worden. Enerzijds is er de Geologische kaart waarop de diepte of dikte van een aantal lagen staat aangegeven. Anderzijds doet men beroep op boorbeschrijvingen van boringen die in het verleden zijn uitgevoerd.

Op basis van de aard en de doorlatendheid van de geologische Formatie gaat men deze opdelen

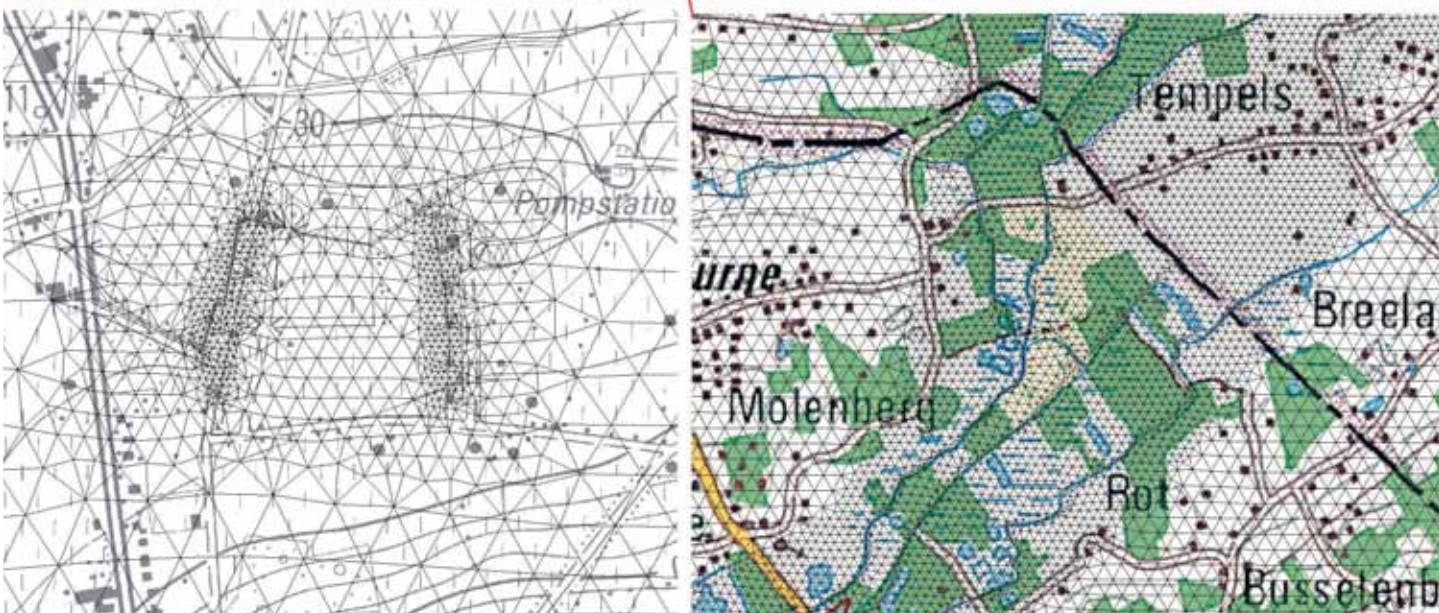
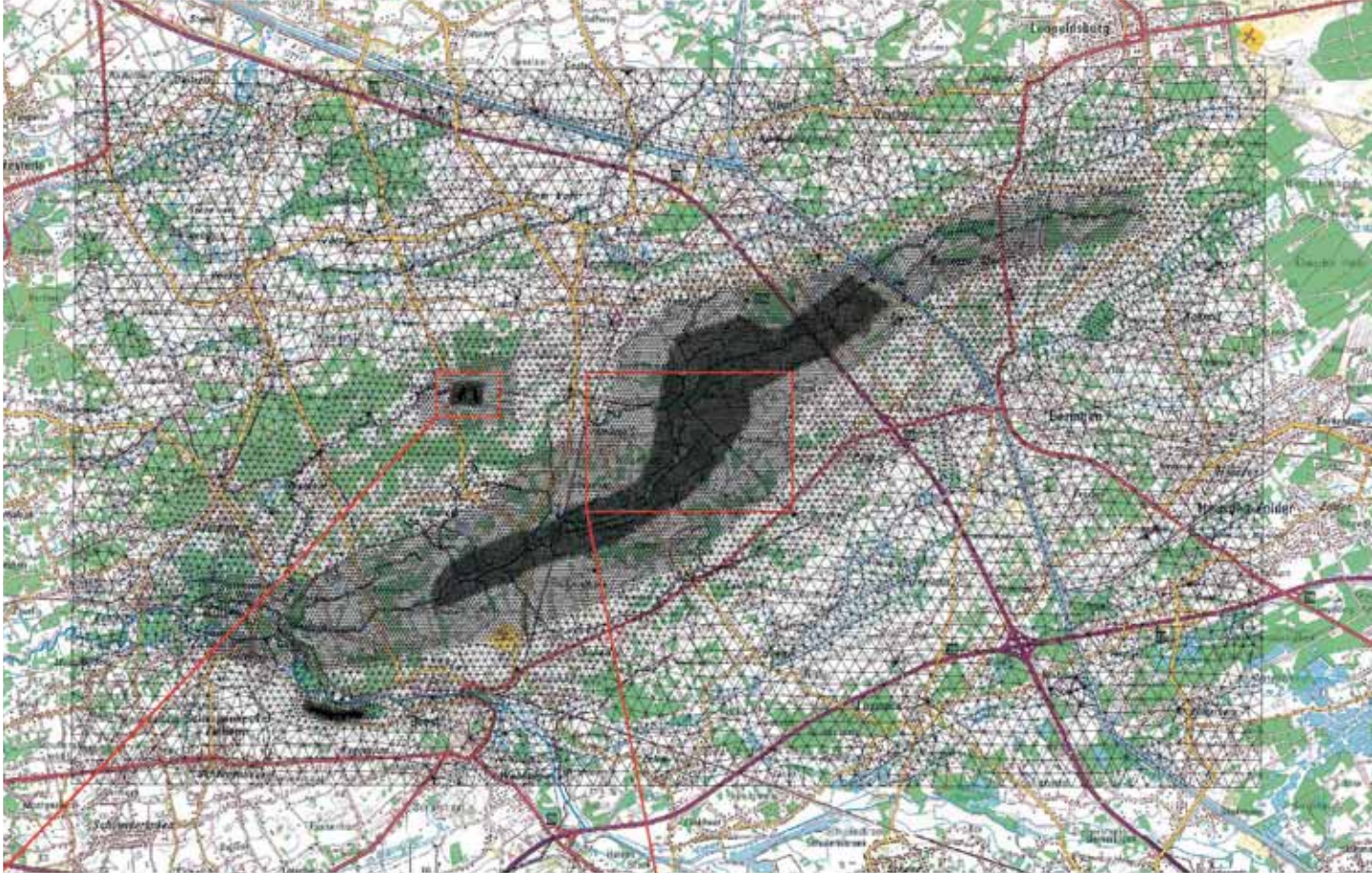


Hydrogeologische schematisatie

Formatie	Hydrogeologische eenheid
Quartair	1ste watervoerende laag
Diest	2de watervoerende laag
Bolderberg	3de watervoerende laag
Boom	1ste Scheidende laag
Bilzen-Borgloon/St Huibrechts Hern/Formatie van Brussel	4de watervoerende laag
Kortrijk/Loksberg	Basis van het systeem

in watervoerende en scheidende lagen. Van de basis en de top van deze lagen worden vervolgens dieptekaarten opgesteld. De diepte wordt vervolgens aan elk knooppunt van het model toegekend. De belangrijkste watervoerende laag in het stroomgebied wordt gevormd door de Formatie van Diest. Binnen het modelgebied bereikt ze een dikte tot 150 meter. In het zuidoosten van het modelgebied (buiten het stroomgebied van de Winterbeek) komt deze Formatie niet meer voor. Bovenop deze Formatie ligt het Quartair. Die is vaak heterogeen van aard waar-

Drie geologische dwarsdoorsneden van de ondergrond. Men bemerkt dat er in een aantal zones een contact is tussen de twee grootste watervoerende lagen omdat de waterdichte kleilaag ertussen onderbroken is. Hierlangs kan dus water verder doorsijpelen in de ondergrond. Het grondwatermodel moet al deze ondergrondse kenmerken dus bevatten, zo niet worden verkeerde berekeningen gemaakt.



De 32.000 rekenknopen van het eindige-elementen-grondwatermodel. Het netwerk heeft verschillende dichtheden naargelang de rekennauwkeurigheid die men wil bereiken.

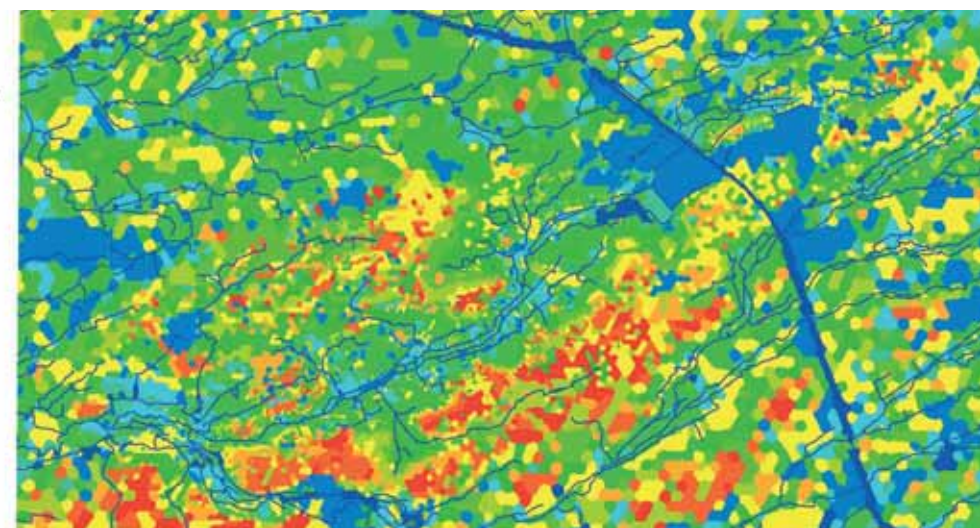
door de doorlatendheid sterk varieert. In het oosten van het modelgebied komt de Formatie van Bolderberg voor. Hier vormt ze de derde watervoerende laag.

Onder de Formatie van Diest komt de Formatie van Boom voor. Deze Formatie die hoofdzakelijk bestaat uit klei, zou een afsluitende laag kunnen vormen in het grondwatersysteem. Echter over een deel van het modelgebied is deze laag door geulwerking volledig weggeschuurd en opgevuld met de Formatie van Diest. Op deze manier is er contact met de onderliggende watervoerende lagen en dienen deze mee opgenomen te wor-

den in het model. Als basis van het systeem is daarom de Formatie van Kortrijk aangenomen, die eveneens bestaat uit een dik ondoorlatend kleipakket en bijgevolg het systeem afsluit. In het oosten wordt het grondwatersysteem afgesloten door de Formatie van Loksberg.

Topografie

De topografie of hoogteligging is een belangrijke parameter in gebieden waar de grondwatertafel ondiep gelegen is. In natte gebieden bepaalt de hoogteligging met de eraan gerelateerd diepte van de drainagesloten de afvoer van grondwater via het oppervlaktewatersysteem. Een nauwkeu-



Gemiddelde natuurlijke aanvulling van de grondwatertafel door de neerslag gevallen gedurende de periode 1991-2000.

rige topografie zal aangeven waar kwel zal optreden.

Daarnaast wordt de voeding van het grondwater (grondwateraanvulling) bepaald door de diepte van de grondwatertafel ten opzichte van het maaiveld. Capillair water - water dat tussen de aardkorrels opstijgt vanaf de grondwatertafel zoals limonade in een drinkrietje - is enkel beschikbaar voor opname door de vegetatiewortels indien de grondwatertafel zich niet te diep onder het maaiveld bevindt. Deze opname door de planten zorgt voor een kleinere aanvulling van het grondwater en heeft dus eveneens zijn invloed op de berekende grondwaterstand.

Gezien het belang van de hoogteligging en in afwachting van de beschikbaarheid van een nauwkeurig DTM - een digitaal terrein model is een dicht puntenbestand waarin nauwkeurig maaiveldhoogtes zijn opgemeten - zijn de 1/10.000 topografische kaarten gedigitaliseerd. Daarnaast zijn er nauwkeurige opmetingen over een deel van de vallei beschikbaar. Deze zijn verwerkt tot een DTM voor het gehele modelgebied en vervolgens aan de knooppunten van het model toegekend.

Grondwaterwinningen

De vergunde winningen zijn beschikbaar bij de afdeling Water. In het model worden deze winningen ingevoerd als aparte knooppunten van het netwerk. De belangrijkste winning in het modelgebied is de drinkwaterwinning te Tessenderlo van de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening. Daarnaast zijn er een groot aantal industriële winningen ter hoogte van het industriepark Duilaard te Tessenderlo.

Natuurlijke aanvulling

Een deel van de neerslag wordt opgenomen door de vegetatie of verdampt. Anderzijds wordt een deel van het grondwater door capillaire opstijging via de wortels opgenomen door de planten. Indien men de werkelijke aanvulling van het grondwater (de zogenaamde natuurlijke aanvulling) wil kennen, dient men deze processen eveneens door te rekenen. Deze natuurlijke aanvulling werd berekend met het onverzadigde-zone-model Fluzo. Dit model gaat op basis van bodemtype, grondgebruik, neerslag en verdamping per knooppunt de hoeveelheid water bepalen die uiteindelijk het grondwater bereikt. Hierbij wordt met een groot aantal factoren rekening gehouden:

- de interceptie van regenwater door de planten: door de aanwezig vegetatie valt niet alle neerslag op de bodem maar blijft een deel op de vegetatie 'hangen'. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de vegetatiebedekking in functie van de tijd.
- de capillaire opstijging van het grondwater en de opname door de wortels van dit water: de worteldiepte van de planten is eveneens in Fluzo opgenomen.
- de mate waarin de bodem het water kan blijven 'vasthouden' (afhankelijk van vochtigheidsgehalte en doorlatendheid) vooraleer het naar het grondwater infiltreert.

De natuurlijke aanvulling hangt dus af van grondgebruik, bodemtype en diepte van de grondwaterstand, waardoor ze ruimtelijk sterk kan variëren. Gemiddeld is binnen het modelgebied een aanvulling berekend van 0,8 mm/dag. De maximale aanvulling komt vooral voor ter plaatse van de hoger gelegen delen met een diepe grondwaterstand, en de minimale aanvul-

ling komt vooral voor in de valleigebieden, met een ondiepe grondwaterstand.

Waterlopen en drainagesloten

Alle waterlopen die opgenomen zijn in de Vlaamse Hydrografische Atlas (VHA), zijn als lijnelementen in het model ingegeven. De VHA bevat alle rivieren en beken die geklasseerd zijn en waarvan de bevoegdheid bij het gewest, de provincie of de gemeente ligt. Van sommige van deze waterlopen zijn peilgegevens bekend. Het waterpeil van het Albertkanaal is vastgelegd op 29,7 mTAW en het waterpeil van de Winterbeek, Middelbeek en Kleine beek is overgenomen uit het hydraulisch oppervlaktewatermodel ISIS. Van de overige waterlopen is het peil ingeschat op 0,5 m onder het maaiveld.

Voor de hoofdwaterlopen is ervan uitgegaan dat deze zowel kunnen draineren als infiltreren. Voor de kleinere beken is er van uitgegaan dat deze geen infiltrerende werking hebben. Concreet betekent dit dat ze in droge perioden zullen droogvallen, iets wat in werkelijkheid ook wordt vastgesteld.

In de vallei blijken nog een kleiner aantal sloten en grachten aanwezig te zijn die niet in de VHA zijn opgenomen. Deze slootjes zijn als één systeem (het zogenaamde topsysteem) in het model ingevoerd. In dit systeem wordt een drainagediepte (diepte van de sloten, of het waterpeil), een infiltratieweerstand en een drainageweerstand ingevoerd. Deze drainageweerstand is een maat voor de dichtheid aan afvoersloten per gebied, de aard van de (slib)bodem van deze sloten en de doorlatendheid van de ondergrond ter hoogte van deze sloten.

Hoe wordt het model gecontroleerd?

Gevoeligheidsanalyse

Bij een gevoeligheidsanalyse worden de invoerparameters, waarvan de waarde maar met beperkte nauwkeurigheid is gekend, gewijzigd binnen een bepaald realistisch waarde-interval. Dan worden de resultaten van het model vergeleken met de oorspronkelijke resultaten. Op deze manier krijgt men een beeld van de gevoeligheid van de resultaten op een wijziging van een invoerparameter. Indien de resultaten slechts heel weinig of niet afwijken van de oorspronkelijke resultaten, dan beïnvloedt de waarde van deze parameter het watersysteem weinig of niet. De parameter is dus weinig gevoelig en

dient voor de grondwatermodellering ook niet heel nauwkeurig gekend te zijn. Indien de resultaten wel sterk afwijken, dan wordt de parameter als gevoelig beschouwd. Een nauwkeurige inschatting van de waarde van deze invoerparameter is dan nodig om betrouwbare resultaten uit het model te verkrijgen. Deze gevoelige parameters worden bij de calibratie van het model meegenomen.

Calibratie

De calibratie van een grondwatermodel bestaat erin om de berekende grondwaterstanden te toetsen aan de gemeten grondwaterstanden. De invoerparameters (doorlatendheid van de watervoerende pakketten en de drainageweerstand van de waterlopen) worden aangepast totdat een goede overeenkomst wordt bekomen tussen de gemeten en de berekende waarden. In het geval van een stationair model - een model dat de gemiddelde grondwaterstand beschrijft over de tijd van een jaar - wordt voor de calibratie een klimatologisch gemiddelde jaar (niet te nat en niet te droog) geselecteerd. Voor dat jaar worden de gemiddelde stijghoogten van het grondwater in meetputten vergeleken met de resultaten van het model.

Binnen het modelgebied van de Winterbeek is vastgesteld dat het aantal peilputten met continue metingen zeer beperkt is. In het modelgebied zijn er slechts 11 peilputten aanwezig. In het stroomgebied van de Winterbeek zelf zijn er maar 2 peilputten aanwezig. Bovendien blijkt de periode waarin de betreffende peilputten zijn ingemeten niet altijd overeen te stemmen. Dit betekent dat het aantal meetpunten onvoldoende is om een gedegen calibratie uit te voeren. Toch is het model reeds getoetst aan het beperkte aantal metingen en is een goede overeenkomst bekomen. Gezien de beperkte calibratie kan echter geen uitspraak gedaan worden over de te verwachten nauwkeurigheid van de resultaten en de voorspellingen die met het model zijn uitgevoerd.

In functie van een verdere uitbouw van het grondwatermodel in de toekomst en gezien de mogelijke verontreiniging van het grondwater ten gevolge van overstromingen, is belist een aantal bijkomende peilputten in het stroomgebied te boren. Hierbij werd het grondwatermodel ook gebruikt om de meest optimale ligging van de peilputten aan te duiden. De meetgegevens van deze peilputten zijn echter nog niet

voorhanden zodat een uitgebreide calibratie nog niet mogelijk was. Ondanks de beperkte calibratie kunnen met het model toch een aantal uitspraken worden gedaan over de systeemwerking. Daarnaast kunnen grootte-orden van grondwaterstandswijzigingen ten gevolge van bepaalde ingrepen worden ingeschat.

Modelresultaten

Infiltratie van de Winterbeek

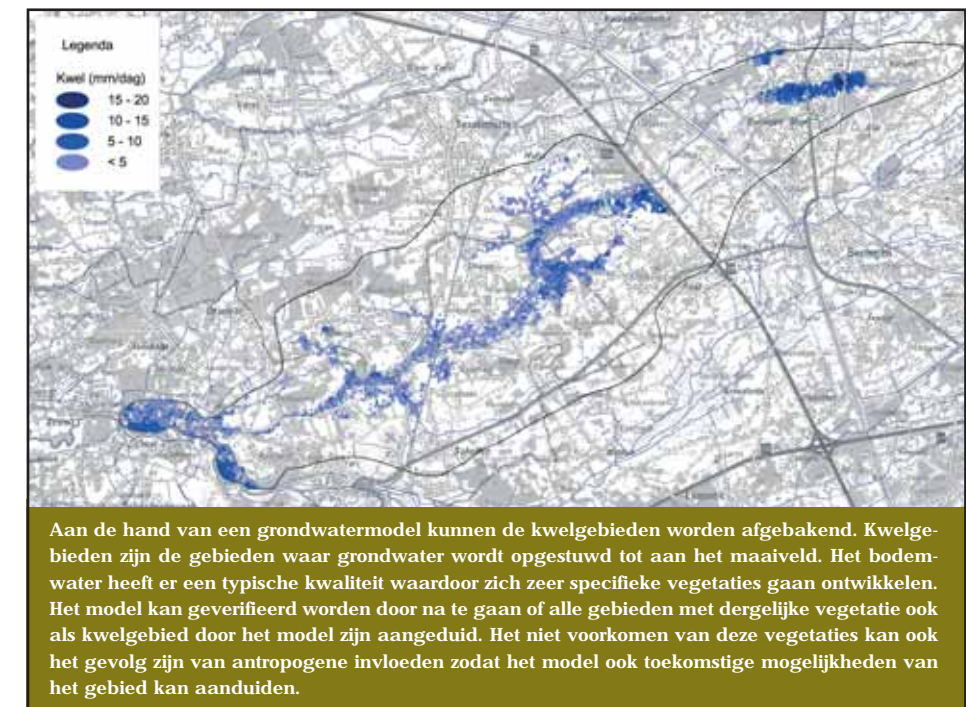
Gelet op de problematiek van de lozing van sterk chloridehoudend water op de Winterbeek is er voor verschillende situaties nagegaan of er lokaties zijn waar de Winterbeek een infiltrerend karakter vertoont. Deze infiltratie is het gevolg van een hoger waterpeil in de beek ten aanzien van het grondwaterpeil. Indien dit het geval is, zijn dit de preferentiële gebieden waar chlorideverontreinigd water naar het grondwater zal infiltreren. Deze situaties zijn doorgerekend bij een lage, een gemiddelde en een hoge waterstand in het waterlopenstelsel.

Uit de modelberekeningen blijkt dat op de Middelbeek en de Kleine Beek overwegend drainage plaatsvindt. Volgens de modelberekeningen treedt langs de Winterbeek in 2 zones infiltratie op: ter hoogte van het industrieterrein Duilaard stroomopwaarts van de Paalse Weg (of stroomopwaarts van het lozingspunt van Tessenderlo Chemie) en aan de onderdoorgang van de Kleine Beek onder de Winterbeek. De infiltratie ter hoogte van het industrieterrein Duilaard is het gevolg van de talrijke industriële grondwaterwinningen

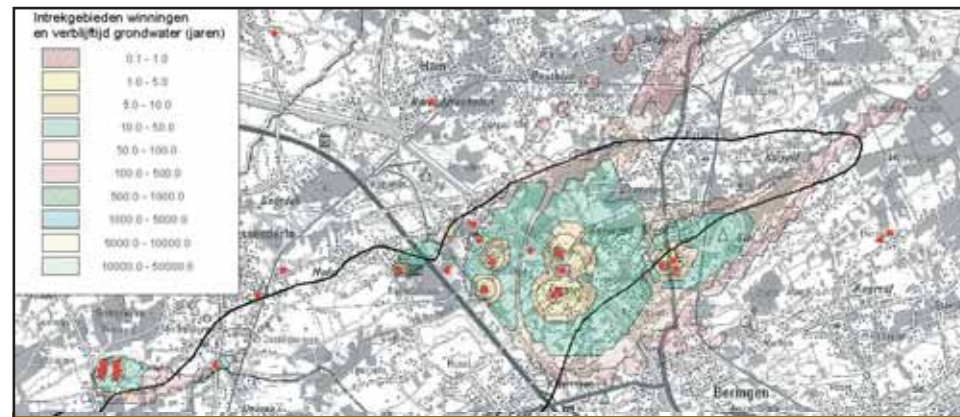
die het grondwater verlagen. Aangezien deze zone stroomopwaarts van het lozingspunt van Tessenderlo Chemie is gelegen, bevat het beekwater hier nog relatief weinig chloride. Verontreiniging van het grondwater is bijgevolg niet van toepassing. De infiltratie ter hoogte van de onderdoorgang van de Kleine Beek komt enkel voor bij hoge waterstanden. Ze is het gevolg van een hogere waterstand op de Winterbeek ten aanzien van de Kleine Beek. Aangezien het water hier wel sterk chloridehoudend is, kan verontreiniging van het grondwater optreden. Naar aanleiding hiervan zijn een aantal peilputten in de omgeving van deze onderdoorgang geplaatst. Hierop zijn in het kader van de ecologische inventarisatie en visievorming van de Winterbeek kwaliteitsmetingen op het grondwater uitgevoerd. Deze metingen bevestigen de modelresultaten door verhoogde concentraties aan chlorides in het grondwater.

Infiltratie ten gevolge van dichtheitsverschillen

Naast de infiltratie die het gevolg is van een hoger waterpeil in de Winterbeek is er een tweede fenomeen waardoor chloridehoudend water kan infiltreren. Ten gevolge van het opgeloste zout is chloridehoudend water 'zwaarder': de dichtheid van chloridehoudend water is groter dan dat van het grondwater. Als gevolg van deze dichtheitsverschillen kunnen zich dichtheitsstromingen voordoen: het zwaarder water wordt gravitair sterker aangetrokken. Hierdoor 'zakt' het naar beneden en treedt eveneens infiltratie op.



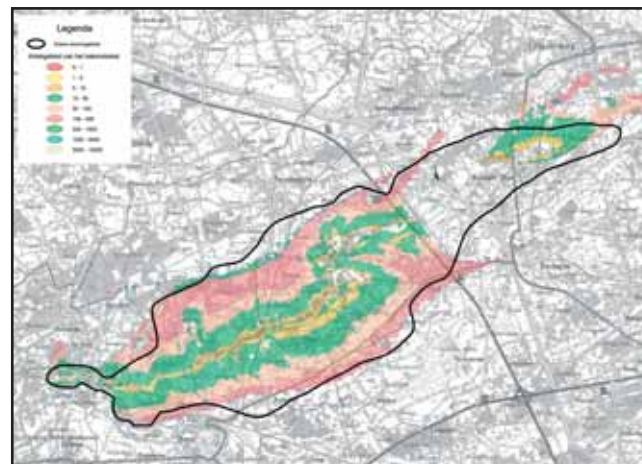
Berekende kwelgebieden.



Aan de hand van stroombaanberekeningen kan men de weg die een waterdeeltje aflegt of zal afleggen in de ondergrond simuleren. Het intrekgebied is het voedingsgebied van de winning en kan afgebakend worden door vanaf de watertafel voor elk punt van het model een stroombaan te laten vertrekken. De verzameling van alle knooppunten, waarvan de stroombaan in de winning terecht komt, is het intrekgebied. Aan de hand van het intrekgebied kan de kwaliteit van het opgepompte grondwater op korte en langere termijn worden bepaald. In functie van de bescherming van een drinkwaterwinning is de kennis van het intrekgebied onontbeerlijk. Het deel van het intrekgebied met relatief korte verblijftijden zou onderdeel moeten uitmaken van de beschermingszone van de winning teneinde zuiver water over diezelfde termijn te garanderen. Welke de uiterste verblijftijd is waarmee wordt rekening gehouden, wordt bepaald door de periode waarover men denkt drinkwater te blijven winnen. De hier voorgestelde figuur geeft het intrekgebied van de belangrijkste winning in het gebied.

Deze infiltratie zal naar verwachting vrij continu optreden juist stroomafwaarts van het lozingspunt van Tessenderlo Chemie. Hier zijn de concentraties heel hoog waardoor het dichtheitsverschil er ook het hoogst is. Daarnaast zal er in droge perioden, als het basisdebiet in de Winterbeek sterk is afgenomen, weinig verdunning optreden over het hele traject van de Winterbeek. In deze situatie kan infiltratie over het gehele traject niet uitgesloten worden. Infiltratie als gevolg van dichtheitsstromingen kan eveneens optreden indien gebieden overstroomd met chloridehoudend water. Zo is er in de Demerbroeken een verhoogde conductiviteit gemeten in het grondwater. Deze wijzen op een verhoogde chlorideconcentratie in het grondwater.

Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van het inrichten van stuwen op de Kleine Beek
In functie van de vernatting werd met het hydraulisch model nagegaan wat het effect is van het plaatsen van stuwen op de Kleine Beek. Het hydraulisch model geeft hier enkel de verhoging in de waterloop als resultaat. Of deze verhoging ook de beoogde effecten heeft op het grondwater kan met het grondwatermodel worden nagegaan. Uit het hydraulisch model blijkt dat het invoeren van deze stuwen slechts over een beperkte afstand langs de beek een verandering in het waterpeil van de beek met zich meebrengt. De grondwatermodelberekening toont aan dat de grondwaterstandsverhoging zich beperkt tot een afstand van 100 meter langs de beek.



Vergelijking tussen het stroomgebied en het intrekgebied van de waterloop

Net zoals van een winning kan men het intrekgebied van een kwelgebied of van een waterloop bepalen. Het totale intrekgebied van de waterloop en van alle draingesystemen die op deze waterloop uitkomen, kan men beschouwen als het 'grondwater' stroomgebied. Deze figuur geeft aan dat deze niet identiek is met het oppervlaktewaterstroomgebied.

7 Wat brengt de toekomst?

Vanuit het standpunt van integraal waterbeheer zou de 'Vallei van de Drie Beken' een ideale plaats zijn om 'bovenstrooms' grote hoeveelheden water te bufferen. Bewoning is er vrijwel onbestaand en vanuit ecologisch standpunt is een verdere vernatting gewenst. Op deze manier kan overstromingsgevaar in de stroomafwaarts gelegen gebieden en verderop, in de Demervallei, worden voorkomen.

De verontreiniging ten gevolge van de lozingen op de Winterbeek hypothekeren echter dit scenario. Alle bestudeerde maatregelen zijn er daarom op voorzien het verontreinigd water van de Winterbeek te isoleren van de rest van het valleysysteem teneinde verdere verontreiniging te voorkomen. De vernatting en mogelijke buffering van water bij een hevige regenstorm zullen zich moeten beperken tot de Middelbeek en de Kleine Beek. Op langere termijn wordt er echter vanuit gegaan dat de lozing van chloriderijk water zal stoppen en dat de Winterbeek terug zuiver wordt.

Vormen de doorgerekende maatregelen een waterdichte oplossing?

Het inrichten van het waterloopsysteem om overstroming met verontreinigd water te voorkomen, lijkt met behulp van de doorgerekende scenario's een haalbare kaart. Deze maatregelen kunnen gecombineerd worden met de installatie van terugslagkleppen op de zijbeken van de Winterbeek-Zwart Water-Hulpe zodat geen terugstroom van zout water kan gebeuren. Op deze manier lijkt het isoleren van het lozingswater mogelijk. Echter zal door de afleiding van het bovenstroomse gedeelte van de Winterbeek, de chlorideconcentratie in de Winterbeek stroomafwaarts van het lozingspunt van Tessenderlo Chemie toenemen. Het water zal er dan wellicht niet meer overstroomd, maar er zal toch nog verontreiniging van het grondwater optreden. De grote dichtheitsverschillen tussen het zoute beekwater en het zoete grondwater zullen blijvend infiltratie van zout water vanuit de waterloop tot gevolg hebben. Hierdoor wordt het grondwater op termijn onbruikbaar voor menselijke consumptie. De voorgestelde maatregelen zijn dus geen 'waterdichte' oplossing om het verontreinigde lozingswater volledig te isoleren. Een ruiming van de Winterbeek om overstro-

mingen nog beter te bedwingen, zal de infiltratie nog doen toenemen. De laag slib, die naar verwachting de infiltratie voor een stuk bemoeilijkt, zal dan weggenomen worden. De infiltratie kan worden voorkomen door de Winterbeek plaatselijk te isoleren. Dit kan gebeuren door het aanbrengen van een slecht doorlatende bedding, het inbuizen van de waterloop of het inwerken in beton. Deze dure maatregelen staan echter haaks op de principes van het integraal waterbeheer. Toch dient men af te wegen of het volgen van de principes van integraal waterbeheer de maatregelen ter voorkoming van verontreiniging van het grondwaterreservoir mogen verhinderen.

Wat met het verleden?

Overstromingen in het verleden met verontreinigd water dat behalve Chloride nog heel wat andere stoffen bevatte (zware metalen, radioactiviteit), hebben een deel van de bodems in de vallei sterk verontreinigd. Door de afdeling Water is in samenwerking met OVAM opdracht gegeven tot het uitvoeren van een oriënterend bodemonderzoek in de vallei om de ernst van de verontreiniging vast te stellen. De eerste resultaten van dit onderzoek tonen aan dat de oevers en delen van de valleigronden sterk verontreinigd zijn. Het saneren van deze bodem over het gehele gebied lijkt financieel en technisch geen haalbare kaart - alhoewel daarover thans besprekingen lopende zijn tussen het Vlaamse Gewest, OVAM, de verschillende waterbeheerders en Tessenderlo Chemie - zodat wellicht gebruikbeperkingen op deze bodems zullen moeten worden opgelegd.

De Laak of de Winterbeek?

Om het chloridegehalte zo laag mogelijk te houden, worden de afvalwaters van Tessenderlo Chemie sinds geruime tijd over het bekken van



de Laak en het bekken van de Winterbeek verdeeld. Op deze manier wordt de belasting verdeeld over zowel het Netebekken als het Demerbekken, waardoor beide stelsels minder te verduren krijgen. Om de spreiding van de verontreiniging te verkleinen, wordt overwogen om de lozing tot één van beide stroomgebieden te beperken. In dat geval zal de belasting van het gekozen gebied tengevolge van de grotere lozing nog toenemen. Bij een dergelijke afweging spelen een groot aantal factoren mee. Nagaan in welk watersysteem men het lozingswater maximaal kan isoleren zodat het watersysteem een minimale hinder ondervindt, is hierin een eerste stap. Daarnaast zal de visie van de landgebruikers, eigenaars, bedrijven, milieuverenigingen en overheid, die actief zijn binnen de twee stroomgebieden, en de invloed op deze actoren, eveneens van belang zijn. De belangrijkste stap is wellicht na te gaan welk watersysteem zich het best volledig of gedeeltelijk kan herstellen indien het lozingswater op korte of lange termijn proper wordt.

Andere oplossingen en de lange termijnoplossing?

Naast de voorgestelde maatregelen dienen tevens de mogelijkheden te worden nagegaan van verplaatsing van het lozingspunt van Tessenderlo Chemie tot buiten het stroomgebied. Een rechtstreekse lozing in de Demer, waar de verdunning groter zal zijn, of een lozing verder stroomafwaarts kunnen in een dergelijke afweging worden meegenomen. De voormalige afvalwatercollector langs het Albertkanaal, in de volksmond 'de Smeerpijp' genoemd, wordt

thans benut als transportleiding voor drinkwater, en kan dus niet meer ingeschakeld worden, in zoverre dit nog beoogd zou worden.

De meest ideale oplossing bestaat erin de verontreiniging aan de bron aan te pakken : ontziltling van het te lozen water zou allerlei maatregelen ter voorkoming van overstroming van verontreinigd water overbodig maken. Een analyse waarbij de voorgestelde (tijdelijke) maatregelen zowel technisch als financieel worden afgewogen ten opzichte van een ontziltling kan de inrichting van dergelijke maatregelen beter verantwoorden. Door de voortschrijdende technieken mag men er vanuit gaan dat ontziltling vroeg of laat haalbaar zal worden. Op dat moment worden de ingrepen in het waterlopenstelsel overbodig en kan de vallei volgens de regels van het integraal waterbeheer gebruikt worden als een plaats waar naast natuur, de berging van water een belangrijke rol speelt.

Hierbij wordt dan nog voorbij gegaan aan de zware metalen en radioactieve componenten in het geloosde water, die vooral in het verleden hebben bijgedragen tot de actuele vervuilinggraad van de omgevende gronden. Kortom, verder onderzoek en initiatieven tot sanering, waar nodig en mogelijk, zijn nodig en ondertussen in opdracht van de Vlaamse minister van Leefmilieu effectief van start gegaan.

