

De Kalkenvaart

Computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel



De Kalkenvaart

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

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

Fotografie

Haskoning Belgium en afdeling Water

Vormgeving

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

Depotnummer

D/2003/3241/076

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
www.waterinfo.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 Kalkenvaart.

Lijst van alle stroomgebieden:

Deze brochure over het stroomgebied van de Kalkenvaart behoort tot een reeks van 22 brochures die vanaf 2002 gemaakt werden of worden. Ze behandelen de modelleringstudies van de stroomgebieden die deel uitmaken van het meerjarenprogramma van de afdeling Water, fase 3 (bestek 1999). Deze stroomgebieden zijn:

het stroomgebied van de Poperingevaart, de Handzamevaart, de Kerkebeek, de Mandel, de Molenbeek te Wetteren, de Ledebeek afwaterend naar Lokeren, de Maarkebeek, de Wallebeek, de Kalkenvaart, de Benedenvliet, de Benedenschijn, de Mark, de Bollaak, de Kleine Nete en Aa, de Wimp, de Zuunbeek, de Winge, de Begijnebeek, de Gete en Melsterbeek, de Herk, de Voer en de Grote Laakbeek.

Inhoud

Colofon / Lijst van alle stroomgebieden	2
Voorwoord	4
De afdeling Water	7
1. Het stroomgebied van de Kalkenvaart	8
2. Het afstromingsgedrag van de Kalkenvaart	14
3. Het belang van kwaliteit van water en oevers	18
4. Een computermodel van de Kalkenvaart	21
5. Het grondwatermodel	30
6. Wat brengt de toekomst?	38

Voorwoord

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

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

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

Ongewenste overstromingen

We moeten dus respect opbrengen voor het gedrag van het natuurlijk systeem. Meer zelfs, het kan ons de middelen aanreiken om onze huidige problemen aan te pakken.

Overstromingen zijn maar al te vaak een gevolg van het in een eng keurslijf dwingen van de waterloop. Door de natuurlijke functie van de valleigebieden als overstromingsgebied in ere te herstellen of te vrijwaren op plaatsen waar dit nog kan, kunnen we overstromingen op ongewenste plaatsen aanpakken. Alleen daar waar dit niet volstaat, moeten aanvullende infrastructuurwerken voorzien worden.

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

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



De vallei van de Kalkenvaart is een laaggelegen, komvormig poldergebied, de Kalkense Meersen.

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

Wateroverlast aanpakken

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

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

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

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

De Kalkense
Meersen hebben
een hoge
natuurwaarde.



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

Het stroomgebied van de Kalkenvaart ter studie

Deze brochure stelt de resultaten voor van één van dergelijke studies, nl. voor het stroomgebied van de Kalkenvaart. Het stroomgebied van de Kalkenvaart vormt een onderdeel van het hydrografisch bekken van de Boven-Schelde.

De studie werd uitgevoerd door het studiebureau Haskoning Belgium. Verschillende afdelingen en wetenschappelijke instellingen van AMINAL, de afdeling Zeeschelde van AWZ, de provincie Oost-Vlaanderen, de Polder van Belham, de lokale gemeenten, de Vlaamse Milieumaatschappij, AROHM, Aquafin NV, de Boerenbond, het Algemeen Boerensyndicaat, Natuurpunt vzw, waren betrokken bij het lokaal wateroverleg.

Met deze brochure wenst de afdeling Water de betrokkenen in te lichten over de gevolgde methode en de geplande maatregelen die de komende jaren in het stroomgebied van de Kalkenvaart zullen worden uitgevoerd. Zij moeten in eerste instantie de wateroverlastproblemen aanpakken. Daarnaast laat de afdeling Natuur ook een eco-hydrologische studie van de Kalkense Meersen uitvoeren. Doelstelling van deze studie is na te gaan in welke mate kan gezorgd worden voor een ecologisch herstel van de waterloop en haar vallei. In de modellering van de Kalkenvaart 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 Bovenscheldebekken.

AMINAL - afdeling Water
Maart 2004

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

De afdeling Water

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

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

De afdeling Water zet zich ook in voor het behoud van een kwantitatief evenwicht in de watersystemen. Hierbij moet een duurzame balans tussen de onttrekking van water en de hervoeding van de watersystemen worden nagestreefd.

Grondwatertekorten worden vermeden door onder meer het verminderen van waterverspilling en door meer regenwater, oppervlaktewater en gezuiverd afvalwater te gebruiken. Gevallen van watertoevloed (bv. overstromingen) worden aangepakt door de uitvoering van infrastructuurwerken en door richtlijnen op de ruimtelijke ordening en het landgebruik.

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

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

het opstellen en uitbouwen van meetnetten, databanken en computermodellen van waterlopen en ondergrondse waterlagen, het opmaken en overleggen van beleidsplannen en kaartmateriaal voor waterhuishouding en rivierbekkenbeheer, het opstellen van wetgeving voor het beheer van oppervlaktewater, grond- en drinkwater, het sensibiliseren en stimuleren van burgers, bedrijfssectoren en overheden, het ontwerpen, uitvoeren, ondersteunen, adviseren, vergunnen en controleren van concrete projecten waaronder de bouw en aanleg van overstromingsgebieden en wachtbekens, 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 Het stroomgebied van de Kalkenvaart

Het stroomgebied van een waterloop wordt omschreven als het volledige gebied waarvan het regenwater naar die waterloop wordt afgevoerd, hetzij rechtstreeks over de grond via oppervlakkige afvoer, hetzij via kleinere zijbeken en grachten.

Het stroomgebied van de Kalkenvaart is gelegen in de provincie Oost-Vlaanderen, op het grondgebied van de gemeenten Laarne, Destelbergen, Lochristi, Berlare, Wichelen en Wetteren. De Kalkenvaart mondt uit in de Schelde, waardoor het stroomgebied behoort tot het bekken van de Schelde, meer bepaald dat van de Boven-Schelde. De grens van het stroomgebied valt min of meer samen met de Polder van Belham. De begrenzing is bepaald aan de hand van topografische kaarten en veldwaarnemingen waarbij de stromingsrichting van de kleinere zijbeken vastgesteld werd. De totale oppervlakte van het stroomgebied van de Kalkenvaart bedraagt 54,45 km².

Historiek

Het poldergebied bestaat uit een dicht net van grachten en sloten. Het grootste deel van dit afwateringssysteem is gegraven door de mens. Aangezien het een vlak gebied is, verloopt de afwatering naar de Schelde zeer moeilijk en traag. Vroeger bestond er een natuurlijk sys-

teem van bevoeiing van de gronden tijdens de hoge waterstanden van de Schelde. Hierdoor vond er een natuurlijke bemesting van de landbouwgronden plaats met Scheldeslib. In de jaren '60 zijn de bevoeiingen stopgezet omdat het water uit de Schelde te verontreinigd werd.

De Kalkenvaart zelf is in de 16de eeuw gegraven om een betere verbinding met de omliggende dorpen tot stand te brengen. De Kalkenvaart kon tevens voorzien in een betere afwatering van de omgeving.

De Kalkenvaart bevindt zich in het gebied van de Kalkense Meersen, die een natuurlijk overstromingsgebied van de Schelde vormen. In het begin van de 20ste eeuw zijn grote delen van de Schelde rechtgetrokken om een snellere en betere afvaart van de Schelde te verzekeren. Zo is de Schelde ook in Kalken rechtgetrokken. De Kalkenvaart werd toen verlengd. Er werden 2 grachten gegraven, links en rechts van de Kalkenvaart, zodat de afwatering van Belham en

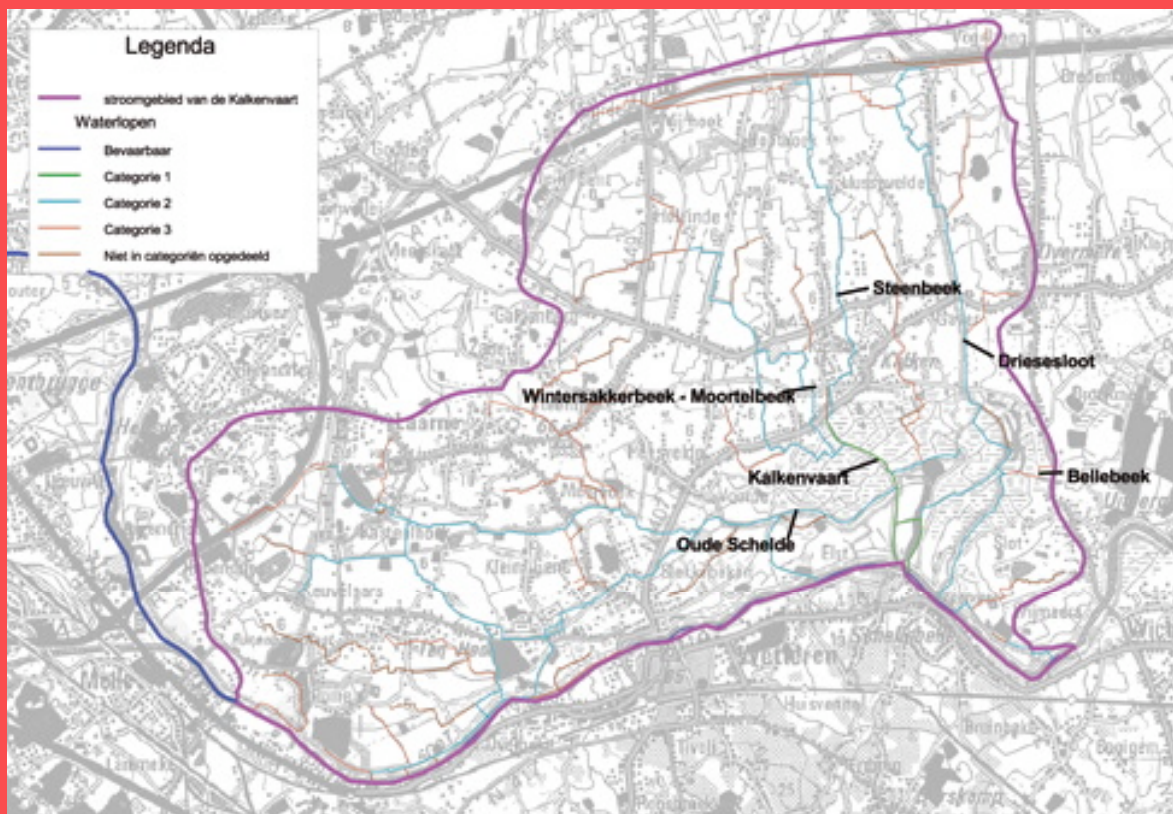
De Kalkenvaart is een in de 16de eeuw door de mens gegraven afwaterings- en scheepvaartkanaal.



Langdonk enerzijds en van Broekmeers anderzijds verzekerd bleef. Aan de monding van de Kalkenvaart werd een klepsluis aangelegd om het dichtslippen van de Kalkenvaart tegen te gaan. Deze sluis kon enkel afwateren bij laagtij. In 1922 werd beslist om de Kalkenvaart te bedijken. Deze maatregelen konden de bevaarbaarheid van de Kalkenvaart evenwel niet in stand houden en in 1958 werd de Kalkenvaart dan ook gerangschikt als een onbevaarbare waterloop van 2de categorie. In 1970 werden de dijken afgegraven tot op gelijke hoogte met

de meersvlakte. Het meest stroomafwaartse tracé van de Kalkenvaart werd later gerangschikt bij de onbevaarbare waterlopen van eerste categorie.

Aan de monding van de Kalkenvaart werd eind de jaren '70 een bemalingsstation geplaatst ten behoeve van ontwatering voor de landbouw en om dreigende overstromingen tegen te gaan. Het station bevordert de drainering van de meersen en voorkomt gedeeltelijk overstromingen in de gemeenten Kalken en Laarne.



De Kalkenvaart wordt gevoed door de waterlopen, grachten en sloten van de Kalkense Meersen. Al deze waterlopen vinden hun oorsprong buiten de Kalkense Meersen. De Bellebeek, Driesesloot, Steenbeek en Moortelbeek vinden hun oorsprong ten noorden van de Kalkense Meersen. De Oude Schelde, gelegen ten westen van de Kalkenvaart, vormt de afstroming van de gemeente Laarne.

Reliëf

De topografie van het stroomgebied beïnvloedt in belangrijke mate het afstromingsgedrag van de Kalkenvaart. Het stroomgebied is een laaggelegen en vlak gebied met een eigen typisch microreliëf van oude meanders, moerassige depressies en plassen. De Kalkense Meersen zijn een komvormig gebied dat 1,5 m lager gelegen

is dan zijn omgeving. In de meersen zelf komen er lenzen met zandheuvels voor die hoger gelegen zijn. In het westen van het stroomgebied worden hoogten tot 10 m opgemeten, in het noorden tot 7 m. De meersen zelf zijn 4,5 tot 5 m hoog. In het gebied is permanent grondwater aanwezig op geringe diepte.

Topografie in het stroomgebied van de Kalkenvaart met behulp van vliegtuiglaser-scanning (meer uitleg op blz. 33). Links het volledige stroomgebied, rechts de laaggelegen Kalkense Meersen meer in detail.



Bodem en Geologie

De aard van de bodem en de ondergrond bepaalt in sterke mate het afstromingsgedrag van regenwater in het stroomgebied.

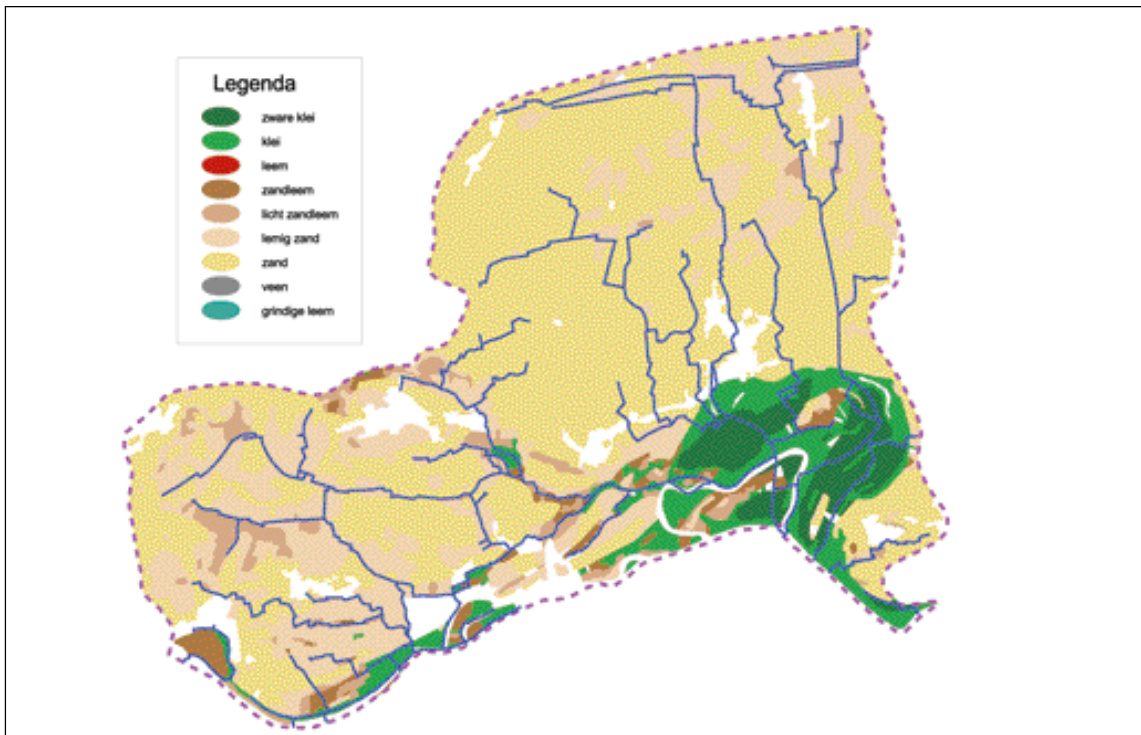
In eerste instantie is de aard van de bovengrond of het bodemtype van belang. Het bodemtype is in kaart gebracht door het Centrum voor

Bodemkartering. Het bodemtype bepaalt de mogelijkheid voor regenwater om in de bodem te dringen. In het noorden van het gebied komt een hoofdtextuur van zand met vlekken van lemig zand voor. Het westen wordt gekenmerkt door een gelijke verdeling van zand en lemig zand. In de meersen worden hoofdzakelijk klei en zware klei aangetroffen. De zandige texturen

hebben de eigenschap regenwater relatief gemakkelijk door te laten. De kleiige texturen laten zeer slecht water door en worden als vrij ondoorlatend beschouwd.

De aard van de diepere ondergrond bepaalt eveneens de mogelijkheid om regenwater op te slaan. In het stroomgebied van de Kalkense Meersen komen vooral Quartaire afzettingen voor die bovenaan uit kleiige materialen bestaan. Daaronder bevindt zich een dikke zandlaag, die tot 25 m dik kan zijn en die verspreid nog enkele veenlaagjes bevat. Onderaan het Quartair bevindt zich een grindlaag van ongeveer 10 m dik.

De Tertiaire lagen in het stroomgebied worden gekenmerkt door een afwisseling van zandige en kleiige lagen. Onder het Quartair komt in de Kalkense Meersen het Lid van Vlierzele voor, bestaande uit zandige sedimenten. Meer naar het noorden bevinden zich boven het Lid van Vlierzele de Formatie van Lede (zand) en het Lid van Asse (klei). Onder het Lid van Vlierzele komen het Lid van Merelbeke (klei), het kleiig zand van het Lid van Egem en de klei van het Lid van Kortemark voor. Deze Leden worden afgesloten door de Formatie van Kortrijk, een zeer dik (150-200 m) pakket bestaande uit zware klei.



Bodemkaart van het stroomgebied van de Kalkenvaart. De Kalkense Meersen worden gekenmerkt door kleibodems, de rest van het stroomgebied door zand- en zandleembodems.

Quartaire geschiedenis

Het stroomgebied van de Kalkenvaart behoort tot de Vlaamse vallei, die ontstaan is door de gezamenlijke eroderende werking van de Schelde, de Leie, de Dender en de Rupel. De vallei omvatte verschillende vlechtende netwerken van grote rivieren. Tijdens de laatste ijstijd (120.000 jaar geleden) was de Noordzee ver naar het noorden teruggetrokken en werd de Vlaamse vallei opgevuld met sedimenten afkomstig van de blootliggende Noordzeebodem, die via de wind werden aangevoerd. Op de laagste plaatsen in Vlaanderen, zoals in de Vlaamse vallei, werden de zwaarste sedimenten afgezet, nl. zand. Door de zeeniveaustijging in het Holoceen (10.000 jaar geleden) konden de rivieren opnieuw overstromen en werden in de overstromingszones meer kleiige sedimenten afgezet. Zo bestaat de deklaag in een deel van het stroomgebied, voornamelijk in de Kalkense Meersen, uit zeer kleiig materiaal.

Landgebruik

Het landgebruik is bepaald aan de hand van terreinbezoeken, luchtfoto's en verwerkte satellietbeelden. Deze gegevens werden aangevuld met mondeling verstrekte informatie van de plaatselijke bevolking.

In het stroomgebied bevinden zich 2 belangrijke dorpskernen met een relatief dichte bebouwing: Laarne en Kalken. Verder worden de belangrijkste wegen omzoomd door lintbebouwing. In het stroomgebied liggen twee belangrijke industriezones. De eerste is de industriezone van Laarne. De tweede industriezone bevindt zich op het grondgebied van de gemeente Wetteren, in het zuiden van het stroomgebied.

Weidse landschappen en veel water (foto's onder) zijn aantrekkelijk voor weidevogels zoals de Grutto (foto rechts boven).

In de Kalkense Meersen is weinig bebouwing aanwezig. Omwille van de natte gronden is akkerbouw moeilijk waardoor het landschap hoofdzakelijk gekenmerkt wordt door graslanden gebruikt als hooilanden. Op de hoogst gelegen delen van de meersen is ook zandontginning aanwezig.



De ecologische waarde van het stroomgebied

De Kalkense Meersen vormen een waardevol ecologisch gebied, de overige zones van het stroomgebied hebben een geringe ecologische waarde. Een aantal typische biotopen van valleigronden komen voor in de Kalkense Meersen: soortenrijke hooilanden, overstromingsgraslanden, rietlanden en laagveenmoeras.

Grote delen van het gebied zijn in gebruik als hooiland. Als het beheer niet te intensief

gebeurt, worden deze hooilanden in het voorjaar en de zomer getooid met kleurrijke vegetaties. Dotterbloem en Koekoeksbloem zijn veel voorkomende soorten. Het open landschap is ook bijzonder aantrekkelijk voor weidevogels. Vooral de hoge dichtheden aan broedkoppels van Grutto zijn opmerkelijk. In het voorjaar kondigen deze vogels met veel rumoer en gekke vliegstunten het broedseizoen aan. In de winterperiode vormen natte en overstromde graslanden de perfecte overwinteringsplaats voor vele trekvogels.



Nattere zones buiten landbouwgebruik zorgen voor ecologisch interessante afwisseling. Kleine rietlandjes vormen het broedbiotoop van Blauwborst en Bruine kiekendief, waardoor de Kalkense Meersen deel uitmaken van het vogelrichtlijngebied "Durme en de middenloop van de Schelde".



Aan de rand van de valleizone bevinden zich talrijke vijvertjes, die het resultaat zijn van de turfwinning in vorige eeuwen. Tussen de plassen in liggen zones die niet ontgonnen zijn en die nog uit laagveenmoeras bestaan. De verdrogingsgevoelige Moerassprinkhaan vindt hier een

geschikt biotoop. In deze randzone komt ook kwelwater voor, wat de zone extra interessant maakt aangezien hier typische vegetaties voorkomen. De vijvers en het netwerk aan waterlopen in het gebied vormen een interessant biotoop voor waterdieren en -planten. Vervuilende invloeden vanwege industriezones, woonzones en door het landbouwkundig gebruik hebben ervoor gezorgd dat de waterfauna en -flora niet zo goed ontwikkeld zijn. In de kleinere slotjes komen relatief goed ontwikkelde watervegetaties voor met Holpijp, Zwanebloem en Dotterbloem. Het voorkomen van de zeldzame Kleine modderkruiper, die zeer gevoelig is voor verontreiniging, wijst erop dat de waterkwaliteit in enkele waterlopen niet zo slecht is. In de Kalkenvaart zelf komen onder andere Bittervoorn, Vetje en beide stekelbaarssoorten voor.

Een deel van de Kalkense Meersen behoort tot een habitatrichtlijngebied. Er komen levensvatbare populaties van de Ingekorven vleermuis en Meervleermuis voor, die beide habitatrichtlijnsoorten zijn. Naast de natte graslanden zijn ook de open graslanden op landduinen beschermd. De aanwezigheid van deze droge, zandige zones zorgt voor een grotere variatie aan biotopen in het gebied.

Een bijkomende ecologische en recreatieve troef van de Kalkense Meersen is zijn ligging in een geluidsarme zone. Het gebied is aangeduid als stiltegebied. Aan de afbakening ervan hangen geen wettelijke verplichtingen vast.



Foto boven: sloot met Kikkerbeet

2 Het afstromingsgedrag van de Kalkenvaart

In het stroomgebied van de Kalkenvaart wordt de waterafvoer enerzijds bewerkstelligd door gravitaire afvoer tijdens laagtij en anderzijds door het sporadisch gebruik van het pompemaal tijdens hoogtij of perioden met hoge neerslag. Het pompemaal is destijds gebouwd voor het ontwateren van de landbouwgebieden en om wateroverlast in de omliggende gemeenten te vermijden.

Hierdoor zijn meer gronden geschikt gemaakt voor landbouw en kunnen tijdens bepaalde perioden van het jaar gewassen verbouwd worden. Bovendien wordt de afstroming van de Kalkenvaart in de Schelde verzekerd bij hevige regenval.

Vóór de plaatsing van het pompemaal waren de Kalkense Meersen een drassig gebied. In de winter stonden de weilanden bijna continu onder water; in de zomer zakte het grondwaterpeil en waren de weilanden geschikt als hooilanden, die enkele keren per jaar gemaaid werden. Eénmaal per jaar werden de beken geruimd. Met het slib uit deze beken werd vlas groot. Voor andere landbouwactiviteiten waren deze gronden veel te drassig.

In Vlaanderen worden meersen steeds schaarser. Door hun drassige karakter bezitten meersgron-

den een specifieke fauna en flora. De natuurverenigingen ijveren er dan ook voor om de Kalkense Meersen hun oorspronkelijke eigenschappen terug te geven. Dit betekent opnieuw een vernatting van het gebied.

Het vernatting van de meersen in functie van natuur enerzijds en het ontwateren in functie van landbouw anderzijds heeft tot gevolg dat in het gebied tegenstrijdige belangen bestaan. Natuurverenigingen wensen dat het gebruik van het pompemaal zoveel mogelijk beperkt wordt of zelfs helemaal verdwijnt, terwijl er vanuit landbouworganisaties voor geijverd wordt om het pompemaal te blijven gebruiken, zodat de aanwezige landbouwgronden bewerkbaar blijven. Daarnaast wordt het gebruik van het pompemaal, zeker tijdens natte perioden, door de omliggende gemeenten ondersteund om wateroverlast in bebouwde zones te vermijden.

Foto's onder: Een waterbeheer in functie van de landbouw en de hoogwaterbeheersing is niet altijd verenigbaar met een zuiver ecologisch gericht waterbeheer.



Bergingsproblematiek in de Kalkense Meersen

De werking van de pompen zorgt er op dit moment voor dat het meersengebied steeds over zijn maximale bergingscapaciteit kan beschikken. Dit betekent dat het volledige meersengebied tijdens stormperioden kan gebruikt worden om water, afkomstig van de hoger gelegen dorpskernen, te bergen. Indien de pompen onder normale weersomstandigheden niet actief zijn, wordt een deel van de bergingscapaciteit in de sloten en grachten ingenomen door water afkomstig van neerslag of grondwater. Bij het optreden van een grote storm kan dan minder water geborgen worden. Wil men de hoger gelegen dorpen dan vrijwaren van wateroverlast, dan moet het overtollig water sneller en met grotere debieten weggepompt kunnen worden. Dit betekent dat pompen met een grotere capaciteit noodzakelijk zijn.



Normaal wordt al het water via het pompemaal op de Kalkenvaart afgevoerd. In de zomer wordt voornamelijk gravitair geloosd via de valdeuren; in de winter worden ook de 4 pompen gebruikt. Tot nu toe werden de pompen manueel bediend, vanaf 2003 worden ze automatisch geregeld. Bij de handmatige bediening werd het pompemaal aangezet vanaf een peil van 3,70 m. Dit is ook het aanslagpeil nu de aansturing geautomatiseerd is. De pompen blijken gemiddeld 10 dagen per jaar te pompen.

De sluisen op de Bellebeek en Sompelbeek werken bijna nooit, deze op de Oude Schelde en Driesesloot af en toe. Via de sluis op de Oude Schelde stroomt ook water van de Schelde de polder in.



Overstromingszones

Op basis van terreinverkenningen, gesprekken met beheerders en bewoners en fotomateriaal van de gemeenten zijn de overstromingsgebieden in kaart gebracht. In het meersengebied staan tijdens de wintermaanden geregeld weilanden onder water. Deze wateroverlast is niet enkel afkomstig van hevige regenval maar ook van natuurlijke hoge grondwaterstanden in de winter.

De belangrijkste andere knelpunten bevinden zich in Laarne en Kalken ten noorden van de provinciale weg.

Echte wateroverlast, waarbij infrastructuur onderloopt, komt slechts plaatselijk voor, voornamelijk door de slechte afwatering van de E17.



1. Op de Moortelbeek zorgen de overwelvingen aan de Brugstraat, de Heirweg en de Provinciebaan voor wateroverlast bij hoge waterstanden. Ook ter hoogte van de afrit van de E17 zijn er regelmatig problemen. De beek 'de Stroom' treedt buiten haar oevers telkens zij een straat kruist. Al deze overstromingen zijn waarschijnlijk het gevolg van niet of slecht onderhouden duikers.

2. Op de Driesesloot zijn er regelmatig problemen vastgesteld in de Bontinkstraat. De wateroverlast is vermoedelijk het gevolg van de grote afvoer afkomstig van de parking aan de E17.



Een aantal factoren bepalen of overstromingen al dan niet optreden. Niet enkel de verdamping maar vooral de neerslag in het gebied is sterk bepalend. Daarnaast speelt de klimatologische voorgeschiedenis eveneens een belangrijke rol. Uiteindelijk zijn de eigenschappen van het stroomgebied en de waterlopen (het afstromingsgedrag van het stroomgebied en zijn waterloop) doorslaggevend voor 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 opgevangen door de aanwezige vegetatie. 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 afgevoerd worden. 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. Verdamping treedt op via evaporatie vanop de aanwezige vegetatie of rechtstreeks vanuit open watervlakken of de bodem. Tijdens regenrijke perioden 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 enkel afhankelijk van de neerslaghoeveelheid van die regenbui maar tevens van de voorgeschiedenis van de weersomstandigheden. Dit wil zeggen dat eveneens rekening dient te worden gehouden met de bodemgesteldheid. Na een lange periode van neerslag is de bodem volledig verzadigd. Dit betekent dat geen water meer zal infiltreren in de bodem. Alle neerslag stroomt als snelle afvoer naar de waterloop. Na een lange periode van droogte kunnen bepaalde bodems zodanig uitgedroogd zijn dat bij het vallen van neerslag in eerste instantie geen infiltratie plaatsvindt (het zgn. dichtslaan van de bodem). Op dat moment kan de bodem beschouwd worden als een verhard oppervlak dat hetzelfde afstromingsgedrag als 'verharde oppervlakte' vertoont.

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 verhard is, treedt een versnelde afvoer naar de waterlopen op. Door de aanleg van een goed werkend, niet gescheiden rioleringsstelsel wordt deze afvoer nog versneld. Hierdoor worden hogere piekdebieten op de waterloop genoteerd. Ook ander grondgebruik kan een belangrijke invloed hebben. Zo voeren goed gedraineerde akkers het water sneller af terwijl weinig gedraineerde weiden en bossen het water trager afgeven.

Het bodemtype bepaalt in welke mate water naar de ondergrond kan infiltreren. Zo laat een zandig bodemtype infiltratie makkelijk toe. Het geïnfilterde water kan in de diepere ondergrond opgeslagen worden indien een watervoerend pakket aanwezig is en indien de grondwatertafel voldoende diep gelegen is. Indien het een lemig of kleiig bodemtype betreft wordt infiltratie bemoeilijkt en zal het water stagneren. De helling en de aanwezigheid van drainagesloten bepalen in welke mate dit stagnerend water snel naar de hoofdwaterloop afgevoerd wordt. 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 en de hellingsgraad van het stroomgebied spelen 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.

3 Het belang van kwaliteit van water en oevers

In het huidige integraal waterbeheer zijn niet alleen de afgevoerde waterhoeveelheden en de overstromingen belangrijk. Ook bijvoorbeeld de waterkwaliteit en het uitzicht van de waterlopen moeten onze aandacht genieten, willen we komen tot hoogwaardige watersystemen.

De typologie of kwaliteit van een waterloop is gebaseerd op de waterkwaliteit van het oppervlaktewater en de structuurkenmerken van de waterloop. De waterkwaliteit wordt bepaald aan de hand van fysisch-chemische en biotische analyses. De waterkwaliteit wordt ingedeeld in 3 groepen: goed-matig-slecht.

De structuurkenmerken zijn meandering, pool-riffle patroon en holle oevers. Binnen de structuurkenmerken worden waterlopen die onderhevig zijn aan het getij en waterlopen die zich situeren in de alluviale vlakte van een rivier apart geklasseerd. Bij getijderivieren is de structuurindeling gebaseerd op oeverversterking en de aanwezigheid van slikken en schorren. Voor waterlopen in het alluviaal gebied zijn de structuurkenmerken gebaseerd op de aanwezigheid en het type van oeverversterking. Bij alle andere waterlopen worden de structuurkenmerken bepaald aan de hand van de aanwezigheid van holle oevers, meanders, pool-riffle, oeverversterking en waterplanten. De structuurkenmerken worden algemeen ingedeeld in 2 groepen: goed, matig tot slecht.



Voor de bepaling van de fysisch-chemische waterkwaliteit worden een aantal chemische parameters geanalyseerd. Voor de leefbaarheid in het water is opgeloste zuurstof de belangrijkste parameter. Aan het fysisch-chemisch meetnet van de VMM is ook een index verbonden: de Prati-index. Deze index is samengesteld uit enerzijds het zuurstofgebrek en anderzijds de zuurstofverzadiging.

Voor de bepaling van de biotische waterkwaliteit wordt nagekeken welke fauna in het water aanwezig is en hoeveel exemplaren van elke soort aanwezig zijn. Naargelang de waterkwaliteit worden andere dieren aangetroffen. Ook voor de biologische waterkwaliteit is een index opgesteld: de Belgische Biotische Index.



Ecologische kwaliteitsdoelstelling

De Kalkenvaart wordt ingedeeld in klasse III. Dit zijn waterlopen die potentieel waardevol zijn of die stroomop- of stroomafwaarts een hoge ecologische waarde bereiken. De waterloop dient steeds een ecologische waarde te bereiken die hoger is dan de ecologische basiskwaliteit.

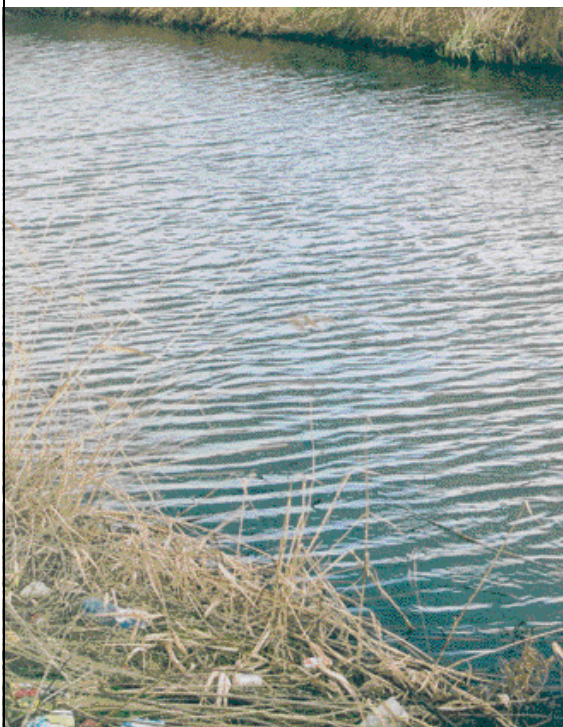
De BBI-index in het stroomgebied van de Kalkenvaart heeft waarden tussen 4 en 7. Aan de hand van de metingen van de laatste jaren is duidelijk een gestage verbetering merkbaar. In het meetpunt net voorbij de industriezone te Laarne is de BBI-index zeer laag, maar ook daar is verbetering merkbaar (van 0 naar 4).



Waterkwaliteitsdoelstelling

In de Vlaremwetgeving wordt aangegeven dat alle waterlopen in de Kalkense Meersen moeten voldoen aan de basiskwaliteit, behalve de Oude Schelde, die de normen voor viswaterkwaliteit moet halen.

Geen enkele waterloop in het stroomgebied haalt op dit ogenblik de basiskwaliteit. Het water wordt als licht tot zwaar verontreinigd



beschouwd. Rond de Kalkenvaart toont de Prati-index aan dat het water 'licht verontreinigd' tot 'verontreinigd' is. Op de Maanbeek bevindt er zich een meetpunt vóór de industriezone van Laarne en een meetpunt ná de industriezone van Laarne. Vóór de industriezone is het water 'verontreinigd', na de industriezone is het water sedert 1995 'zwaar verontreinigd'. Het water in de Oude Schelde blijkt ook 'zwaar verontreinigd' te zijn.

Op de Oude Schelde bevond er zich vroeger een stuw. Vóór het weghalen van deze stuw (in 1998) loosde de Oude Schelde enkel water in de Kalkenvaart bij zware regenval. Tot dan werd het water voornamelijk via de Oude Schelde-arm naar de Schelde afgevoerd. Door het weghalen van de stuw wordt het vervuilde water van de Oude Schelde continu in de Kalkenvaart geloosd (niet enkel bij zware regenval), waardoor de kwaliteit in het afwaartse gedeelte van de Oude Schelde verslechterde. Een deel hiervan was te wijten aan de Oude Schelde-Sloot die tot 1999 het afvalwater van Overschelde en Ten Ede ontving. In 1999 is de RWZI Overschelde in gebruik genomen, waardoor het grootste gedeelte van dit rioolwater niet meer rechtstreeks in de Sloot geloosd wordt. Toch zijn er nog belangrijke andere lozingen op de Sloot aanwezig waardoor de vereiste kwaliteitsnormen niet gehaald worden.



4 Een computermodel van de Kalkenvaart

Vroeger werd voor de analyse van het gedrag van een waterloop vooral gebruik gemaakt van waarnemingen en opmetingen ter plaatse (bv. waterpeilen bij hoogwater, locaties waar overstromingen optreden, ...). Ontwerpen voor wijzigingen aan het waterlopenstelsel (bv. vergroten van een duiker, plaatsen van een stuw, herprofiëren van de beekbedding, ...) gebeurden met behulp van eenvoudige handberekeningen of waren gebaseerd op inzichten van het ingenieurbureau. De impact van een bepaalde maatregel op het hydraulisch gedrag van een waterloop kon meestal pas 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 waterlopen vrij nauwkeurig

nagebootst worden. Dergelijke modellen laten ook toe om de impact van wijzigingen in het waterlopenstelsel op voorhand te berekenen. Op die manier kunnen verschillende opties gemakkelijker vergeleken worden.

Voor de modellering van de Kalkenvaart is gebruik gemaakt van 2 modellen: een hydrologisch model en een hydraulisch model. Het hydrologisch 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 terechtkomen. De resultaten van het hydrologisch model vormen de invoer voor het hydraulische model. Met het hydraulisch model worden de waterpeilen en debieten langs het traject van de hoofdwaterlopen berekend.

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, de hellingsgraad in het stroomgebied, het bodemgebruik, de neerslagintensiteit en de eigenschappen van de zijlopen. Voor de studie van de Kalkenvaart is gebruik gemaakt van ISIS-PDM. Dit conceptueel model is volledig compatibel met ISIS dat voor de hydraulische modellering gebruikt is.

Bij een hydrologisch model wordt een simulatie gemaakt van de weg die het regenwater aflegt tussen het ogenblik dat de druppel op de grond

valt tot het ogenblik dat het water in de beek stroomt. Deze weg wordt beschreven door verschillende complexe processen. Een hydrologisch model heeft tot doel deze processen na te booten. De verschillende processen die aan de basis liggen zijn sterk afhankelijk van de omgeving (regionale omstandigheden) en het tijdstip (temporele omstandigheden).

Deze omstandigheden worden uitgedrukt aan de hand van verschillende parameters. Het is de taak van de modelleerder om deze parameters zo nauwkeurig mogelijk te bepalen, zodat het model de werkelijkheid zo goed mogelijk benadert.

De afvoer op een steile lemige helling verschilt uiteraard van de afvoer op een vlakke zandige bodem. Ook afvoer van verharde oppervlakten is sterk verschillend van die van onverharde oppervlakten. Via plantengroei kan een deel van het water verdampen. Uiteraard bestaan ook hier verschillen tussen een weiland of een bos en

verdampst er in de zomer meer dan in de winter. Indien de grond verzadigd is door vorige regenval, dringt nog weinig water in de grond en stroomt meer water af. Al deze aspecten zijn in de schematisatie van het hydrologisch model opgenomen en worden vertaald door de verschillende parameters.

Het principe van lineaire reservoirs

Het hydrologisch model PDM is gebaseerd op lineaire reservoirs of een combinatie (serieschakeling of parallelschakeling) van lineaire reservoirs. Men stelt onderdelen van het stroomgebied voor als een bak water (een reservoir) met onderaan een opening, waardoor water kan stromen (het afvoerdebiet). De hoeveelheid water die er doorstroomt 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. Met deze reservoirs wordt de verdeling bepaald tussen evapotranspiratie, oppervlaktige afstroming en infiltratie. Daarnaast zijn er in het hydrologisch model reservoirs aanwezig die de berging aan de oppervlakte respectievelijk in de ondergrond simuleren. Samen vormen ze de totale afvoer naar de rivier.

Het hydrologisch model is niets anders dan een wiskundige vertaling van de bekende kringloop van het water.



Welke invoergegevens zijn nodig?

Het stroomgebied wordt verdeeld in verschillende deelstroomgebieden die elk op een punt in de hoofdwaterloop afwateren. In het algemeen is dit een belangrijke zijloop van de Kalkenvaart. Voor elk gebied wordt met behulp van het hydrologische model het afvoerdebiet berekend. Voor elk van deze deelstroomgebieden worden

de parameters bepaald die het gebied hydrologisch karakteriseren. Deze parameters worden bepaald door bodemopbouw, helling, bodemgebruik en oppervlakte van het deelstroomgebied.

IJking van het model

Om ervoor te zorgen dat het model de werkelijkheid zo goed mogelijk benadert, worden de

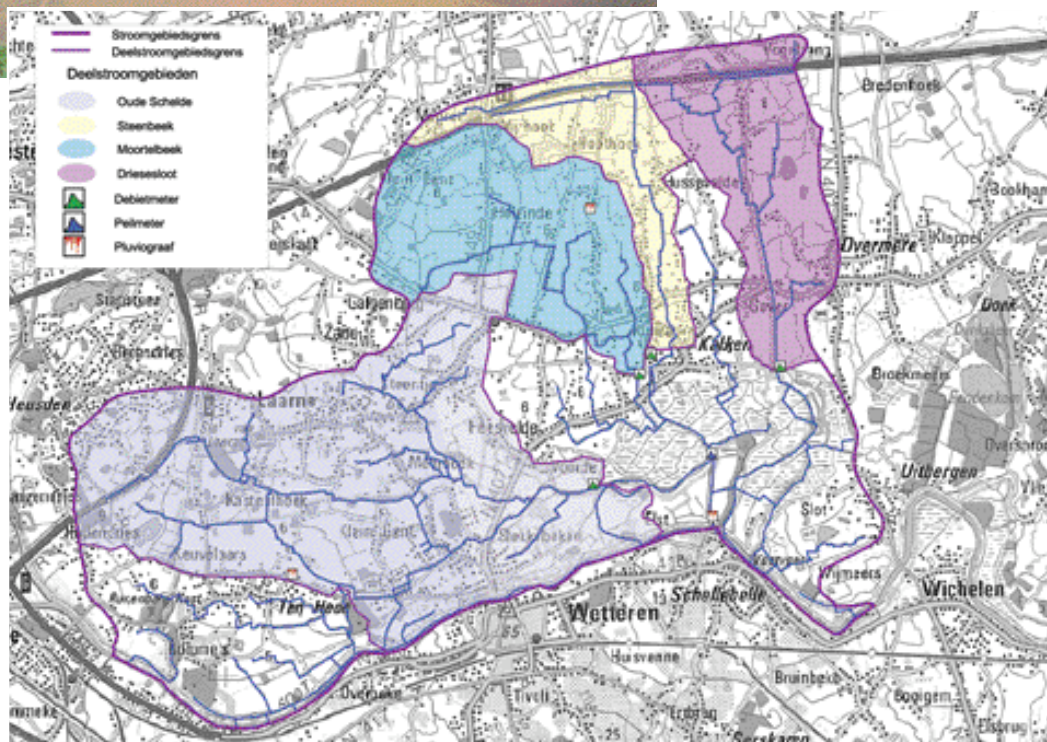
verschillende hogervermelde parameters bijgestuurd. De toetsing van het model bestaat erin om een historische gebeurtenis waarvan metingen beschikbaar zijn ook met het model door te rekenen en vervolgens de gemeten waarden te vergelijken met de berekende resultaten. De invoerparameters kunnen vervolgens aangepast worden zodat een betere overeenkomst bekomen wordt. Dit proces wordt calibratie of ijking genoemd.

Een meetcampagne als toetsing van het model

In het stroomgebied van de Kalkenvaart is geen limnigraaf aanwezig. Teneinde voldoende gedetailleerde meetgegevens te hebben voor een goede ijking werd een meetcampagne opgezet. Gedurende 6 weken zijn op 4 plaatsen continue peil- en snelheidsmetingen uitgevoerd. Dit

gebeurde telkens op zijbeken van de Kalkenvaart waar geen invloed van de afwaartse randvoorwaarde (de gestremde uitwatering in de Schelde) meer aanwezig is. Daarnaast zijn op de Kalkenvaart zelf peilmetingen uitgevoerd. Met behulp van deze gegevens en de peilen van de Schelde kon de gravitaire afvoer en de frequentie en duur van de afvoer in de Schelde bepaald worden. Tijdens dezelfde periode is de neerslag met behulp van pluviografen gemeten.

Naast de gegevens van de eigen meetcampagne kon er eveneens gebruik gemaakt worden van metingen die gedurende 6 jaar in het stroomgebied verzameld werden in het kader van een analyse van hoogwatergolven in Vlaanderen door een wetenschappelijke werkgroep van de afdeling Water te Merelbeke.

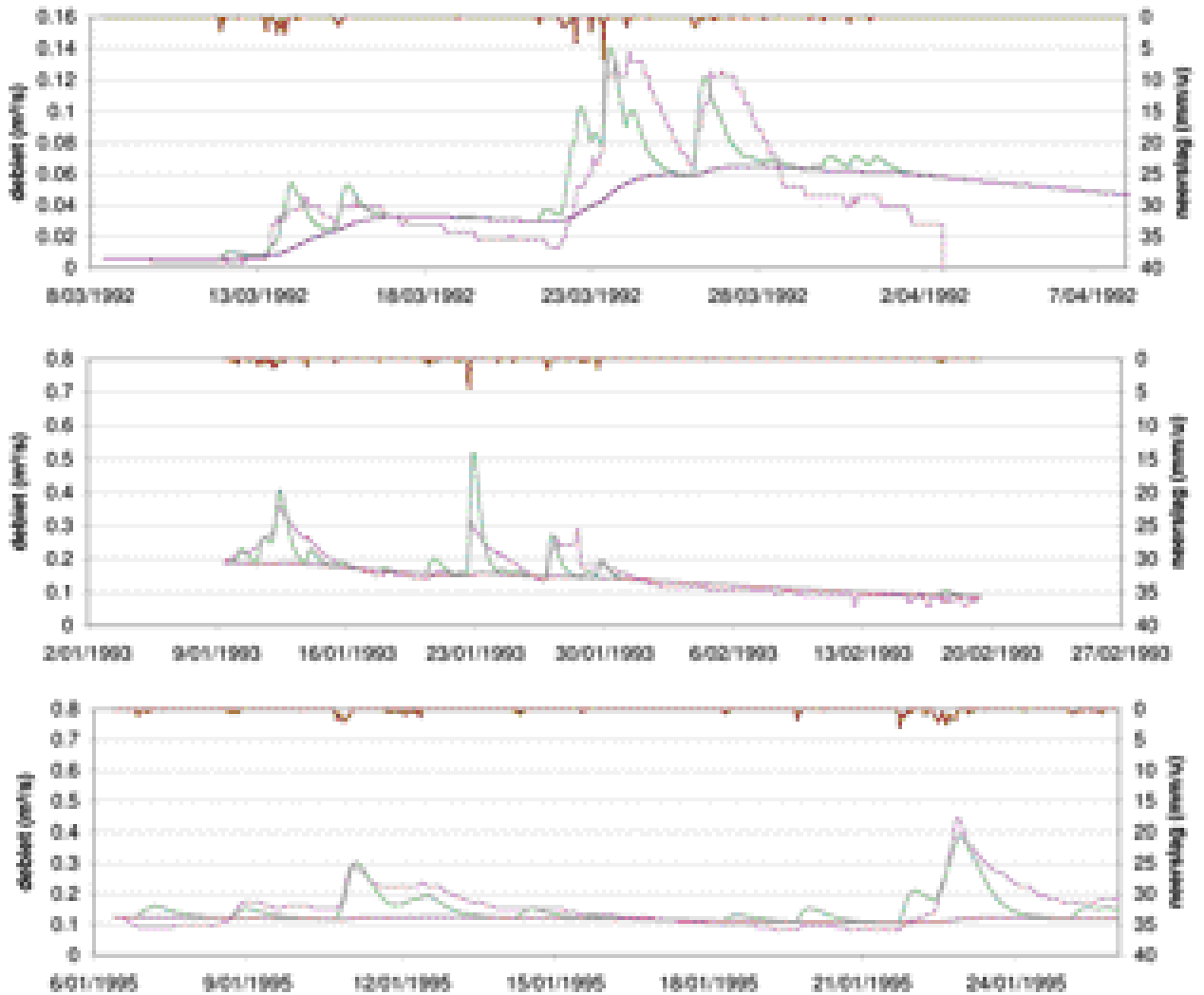


Plaats van de meettoestellen en bemeeten deelstroomgebieden tijdens de meetcampagne.

Aan de hand van de gemeten neerslagwaarden berekent het hydrologisch 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 bereikt

werd tussen gemeten en berekende gegevens. Nadat het model gecalibreerd was, werd het model gevalideerd. Bij een validatie wordt gebruik gemaakt van een meetperiode die nog niet met het model doorgerekend is. Hiermee kan bepaald worden of het model ook goede resultaten behaalt in andere situaties dan deze die voor de geijkte meetreeks gelden.

Calibratie-
resultaten van 3
stormen. In purper
de gemeten debie-
ten, in groen
de berekende
debieten met hun
typische klokvorm.
De blauwe lijn is
de berekende
basisafvoer.
Bovenaan staan
telkens de neer-
slagblokjes.



Er bestaan verschillende soorten stormen. Enerzijds zijn er de piekdebieten. Een piekdebiet ontstaat wanneer er op een zeer korte periode enorm veel water via de waterloop afgevoerd wordt. In een korte periode wordt dan een zeer hoge waarde in het debiet gemeten, waarna de beek terug zijn normale debieten te verwerken krijgt. Deze stormen komen voornamelijk voor in de zomer en worden daarom aangeduid onder de naam zomerstormen. Anderzijds bestaan er ook stormen die gekenmerkt worden door een hoog afvoervolume. Tijdens deze stormen treedt gedurende enkele dagen een eerder gelijkmatige afvoer in de waterloop op. Deze stormen kennen niet zozeer één enkele hoge piek in het debiet, maar moeten gedurende een langere periode (soms enkele dagen) veel water verwerken, waardoor de totale afgevoerde volumes zeer groot kunnen zijn. Indien dan water overstroomt, kunnen grote gebieden blank gezet worden. Deze stormen komen hoofdzakelijk voor tijdens de wintermaanden en worden daarom gemakshalve winterstormen genoemd.

Aan elke storm kan een herhalingstijd gekoppeld worden. Dit is de gemiddelde tijd die verwacht mag worden tussen 2 even hoge piekdebieten of afvoervolumes. Door een statistische analyse van de meetgegevens kan de herhalingstijd bepaald worden. Een 2-jarige storm zal naar verwachting eens om de 2 jaar voorkomen, terwijl een 100-jarige storm gemiddeld eens om de 100 jaar voorkomt. Dit betekent evenwel dat een 100-jarige storm zich bijvoorbeeld al na 50 jaar opnieuw kan voordoen, maar dat diezelfde storm even goed 150 jaar op zich kan laten wachten. Kleine piekdebieten komen frequenter voor dan zeer grote piekdebieten. Daarom hebben kleine pieken een lagere herhalingstijd dan zeer grote pieken.

Bepalen van de retourperiode

Teneinde het overstromingsgevaar via modelmatige weg te kennen, dienen met het model stormen met verschillende herhalingstijden te worden doorgerekend. Hierbij worden herhalingstijden van 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar gebruikt. Aangezien op de waterloop slechts beperkte meetgegevens beschikbaar zijn, is deze meetreeks te kort om op een nauwkeurige manier een 25-, 50- en 100-jarige storm te bepalen. Daarom is de neerslagreeks van Ukkel (1899-1999) met 100 jaar neerslaggegevens gebruikt als invoer voor het hydrologisch model. Als uitvoer wordt een 100-jarige afvoerreeks bekomen voor elke afvoereenheid of elk deelstroomgebied van de Kalkenvaart. Door een statistische analyse van deze afvoeren kunnen zowel het piekdebiet als het maximum afvoervolume voor elke herhalingstijd met een grotere nauwkeurigheid worden bepaald. Voor elk piekdebiet/afstromingsvolume en zijn overeenkomstige herhalingstijd is vervolgens uit de 100-jarige afvoerreeks de dichtstbijzijnde hoogwaterafvoer bepaald. Met deze hoogwaterafvoeren (stormen) is tenslotte het hydraulisch model doorgerekend.

Het hydraulisch model van de Kalkenvaart

Het hydraulisch model berekent waterpeilen en debieten op verschillende plaatsen langsheen de hoofdloop van de Kalkenvaart. Het houdt rekening met de invloed van bruggen, duikers en

stuwen. Het model bestaat uit een netwerk van rekenknoten. Voor iedere knoop wordt het overeenkomstig dwarsprofiel van de waterlopen ingegeven. Naast de dwarsprofielen worden eveneens alle belangrijke hydraulische structuren en mondingen van zijlopen ingegeven. Het softwarepakket ISIS is voor deze modellering gebruikt.

De aard van het landgebruik en de helling van het terrein hebben naast de neerslag een grote invloed op de waterafvoer over land richting waterlopen, zoals berekend met het hydrologisch model.



Teneinde het hydraulisch model van de hoofdlopen te laten werken, zijn inloopdebieten of inloophydrogrammen voor alle belangrijke zijlopen en/of rioolmonden nodig. De plaatsen waar deze inloophydrogrammen in het hydraulisch model ingegeven worden, worden de randvoorwaarden genoemd. Dergelijke inloophydrogrammen worden berekend met behulp van het hydrologisch model. Het hydrologisch en hydraulische model zijn dus aan elkaar gekoppeld.

Verschillende stappen in de modellering:

- Modelbouw: de gegevens van het stroomgebied van de Kalkenvaart en zijn zijlopen worden vertaald naar een wiskundig model.
- Calibratie en validatie: de modelresultaten worden getoetst aan de werkelijkheid.
- Scenarioanalyse: in deze fase zijn, naast een grondige analyse van het gedrag van de Kalkenvaart in de huidige toestand, in het stroomgebied een aantal veranderingen doorgevoerd. In de scenario-analyse schuilt de grote kracht van het modelleren. Verschillende beheerstrategieën en wijzigingen aan de waterlopen of het afstroomgedrag kunnen op een computer relatief eenvoudig nagebootst en vergeleken worden.

Wat wordt opgemeten en ingevoerd in het model...

De opbouw van het hydraulisch model omvat onder meer de invoer van dwarsprofielen (zijnde de doorsneden van de waterlopen van oever tot oever) met een tussenafstand van ongeveer 50 m. Daarnaast zijn ook de hydraulische kunstwerken (bruggen, duikers, stuwen, overwelvingen) ingevoerd. De dwarsprofielen en kunstwerken zijn voorafgaand aan de modellering nauwkeurig opgemeten door een landmeetbureau. Op deze manier zijn de Kalkenvaart en de belangrijkste zijlopen gemodelleerd.

Een laatste belangrijk onderdeel van het hydrau-

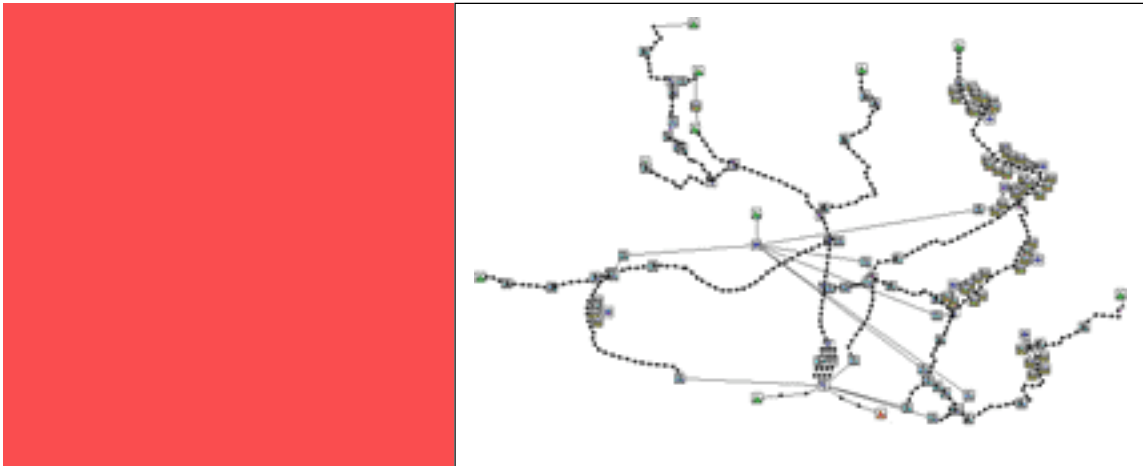
lisch model zijn de randvoorwaarden. Dit zijn de locaties waar een debiet in het model ingegeven wordt. De randvoorwaarden komen overeen met de belangrijkste zijlopen en het begin van de gemodelleerde waterlopen. De verschillende waterlopen komen uit in de Schelde. Bij de monding van deze waterlopen zorgen terugslagkleppen, een pompstation (Kalkenvaart) en sluisen (zijbeken van de Kalkenvaart) voor de afvoer van het water naar de Schelde. Deze constructies zijn in het model gesimuleerd als kunstwerk, waarbij de handmatige bediening van de pompen en de sluisen gesimuleerd is. Het met de getijden variërende peil van de Schelde is in het model ingebracht op basis van door AWZ uitgevoerde metingen te Wetteren.

In de Kalkense Meersen dragen ook de percelen bij tot de totale afvoer naar de Kalkenvaart. De oppervlakte van de polder bedraagt 8,28 km². In dit laaggelegen gebied komen bijna 60 km grachten voor, waarvan kan aangenomen worden dat de gemiddelde stand van het oppervlaktewater in evenwicht is met de grondwaterstand.

Het grachtenstelsel kon niet in detail in het model ingevoerd worden en is daarom ingevoerd als een bekken verbonden met de water-

De karakteristieken van onder meer uitmondingen van zijlopen (links) en de plaatsen waar veel water kan geborgen worden (rechts) zijn belangrijk voor de berekening van de waterafvoer doorheen de waterlopen, en zijn dus onmisbare onderdelen van het hydraulisch model.





Overzicht van het hydraulisch model van de Kalkenvaart, dat een ketting van opeenvolgende rekenknopen vormt. De knopen zijn bouwstenen, die weggelaten, toegevoegd of veranderd kunnen worden.

Wiskundige formules die daar bij horen, berekenen de waterafvoer door de gehele ketting. De meeste knopen zijn dwarsdoorsneden van de waterloop; andere knopen stellen bruggen, stuwen en andere infrastructuur in de waterloop voor.

lopen via een vertraagde uitloop. Het systeem is zo opgevoerd dat ook water van de zijbeken naar de poldergrachten kon stromen.

Calibratie en validatie: komen de simulatie-resultaten overeen met de werkelijkheid?

Voor de calibratie en validatie is gebruik gemaakt van de tijdens de meetcampagne verzamelde data. De calibratie gebeurde door het instellen van de verschillende modelparameters (bv. hydraulische ruwheid van de bedding van de waterloop, infiltratiecapaciteit van het stroomgebied of de verschillende parameters die de kunstwerken karakteriseren). Tevens zijn de parameters van de terugslagkleppen aan de monding van de Kalkenvaart en de parameters van de vertraagde uitloop van de grachten naar

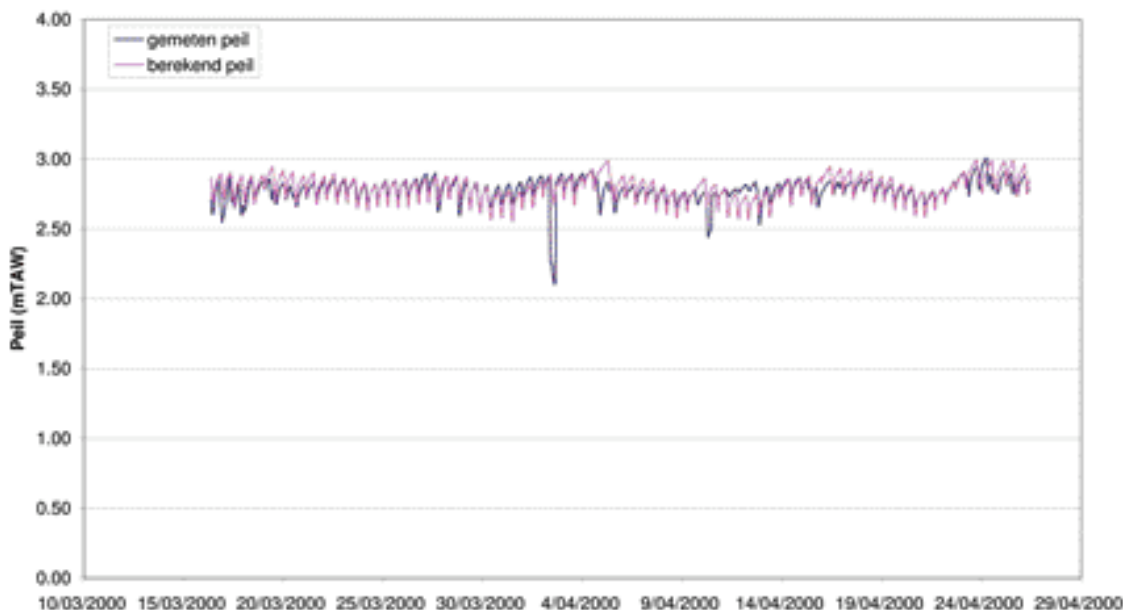
de zijbeken en omgekeerd meegenomen in de calibratie.

De uiteindelijke bedoeling van de calibratie en validatie is een model te bekomen dat het gedrag van het stroomgebied zo goed mogelijk weergeeft. Het model kan pas als goede benadering van de werkelijkheid beschouwd worden wanneer de probleemgebieden in het model overeenstemmen met de werkelijke zones met gevaar voor overstroming.

Wat wordt er berekend?

Teneinde het aantal simulaties met het hydraulisch model te beperken, zijn een aantal retourperioden geselecteerd voor simulatie en verdere analyse (5, 10, 25, 50 en 100 jaar). Uit de simu-

Kalibratie peil op de Kalkenvaart

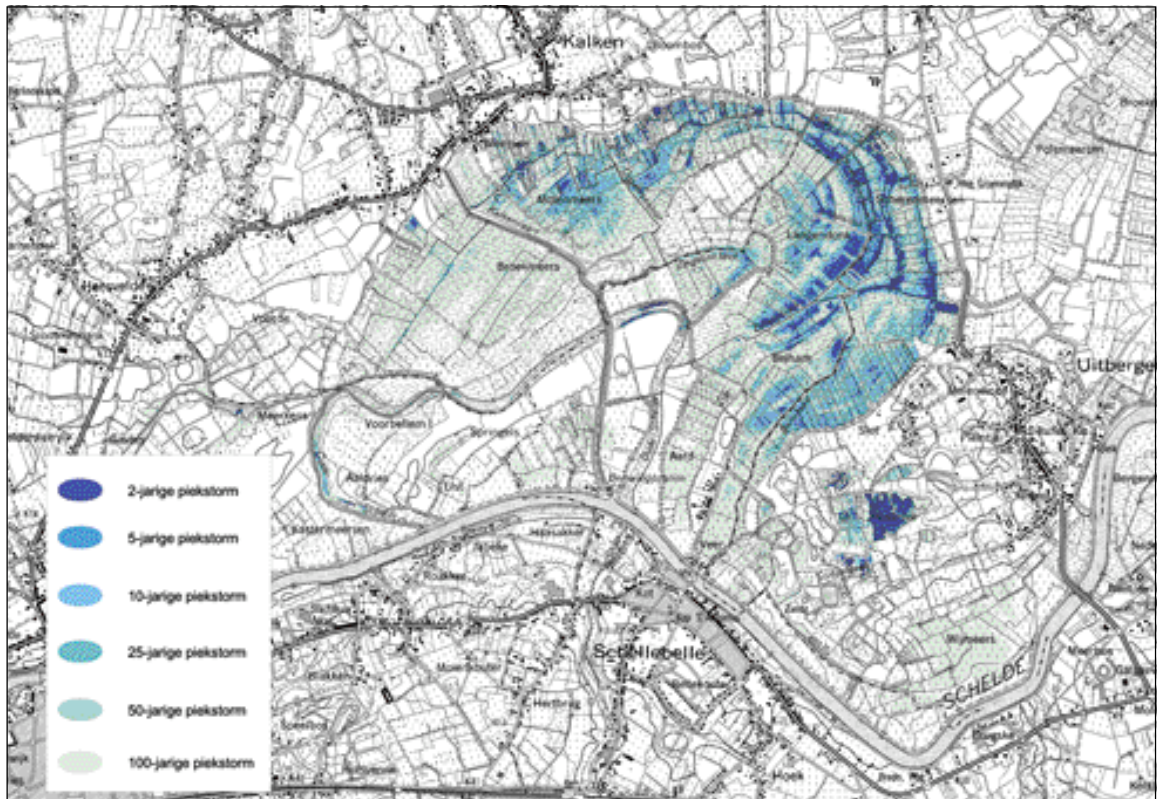


Ook het hydraulisch model wordt gecalibreerd. Daartoe worden metingen en berekeningen met elkaar vergeleken.

latieresultaten van het hydrologisch model zijn 5 stormen uitgekozen waarvan het piekdebiet overeenkwam met het piekdebiet van de geselecteerde retourperiodes. Hetzelfde is voor de volumestormen gedaan. Deze 10 stormen zijn

dan gebruikt om het (overstromings)gedrag van het stroomgebied van de Kalkenvaart in de huidige toestand en na uitvoer van bepaalde maatregelen te bestuderen.

Voor een retourperiode van 100 jaar stijgt het waterpeil in de polder tot 3,75 m TAW. Met uitzondering van de Kalkenvaart stijgt het water langs de meeste waterlopen tot ver boven de oevers. Zoals duidelijk aangegeven op de figuur staat het grootste gedeelte van de Kalkense Meersen onder water.



Resultaten

Enkel onmiddellijk afwaarts van de randvoorwaarde en in de hellende stukken van de waterlopen worden de typische klokvormen in de debieten teruggevonden. Dit betekent dat bij regenbuien het debiet in de waterloop stijgt tot een maximum om daarna terug tot zijn normale peil te zakken. In de rest van het systeem worden de peilen en debieten volledig bepaald door het aan- en afslaan van de pompen en de getijderwerking van de Schelde.



Bij extreme waterpeilen zou zich evenwel een probleem met de werking van de pompen kunnen voordoen. Bij peilen hoger dan 3,40 m TAW in de omgeving van het pompstation lopen de pompen onder water. Dit peil wordt overschreden bij volumestormen met een retourperiode hoger dan 50 jaar en bij piekdebietstormen met een retourperiode van 100 jaar.

De overstromingen in de Kalkense Meersen worden in het algemeen niet echt als een probleem ervaren. Er is weinig bewoning. Enkel in de omgeving van de Aard staan enkele huizen. Deze worden evenwel niet bedreigd omdat ze voldoende hoog gelegen zijn.

Scenario

Met het gecalibreerde model kunnen de effecten van ingrepen op de waterlopen doorgerekend worden. Een wijziging van het peil waarbij de pompen aan de monding van de Kalkenvaart in de Schelde aangezet worden is zo'n ingreep. Dit scenario is ontstaan uit ecologische belangen. Aangezien de zones die momenteel geregeld overstromen in natuurgebied gelegen zijn en er geen inwoners bedreigd worden, bestaat de mogelijkheid om eventueel het peil te verhogen in het meersengebied, hetgeen mogelijk gunstige effecten op de flora en fauna heeft. Met de resultaten van dit scenario kunnen de beheerders van het gebied een gefundeerde visie opstellen.

Het aan- en afslagpeil van de pompen aan de monding van de Kalkenvaart in de Schelde is met 0,25 m verhoogd voor een 2- en 10-jarige volumestorm. Dit betekent dat er onder normale omstandigheden meer water in de meersen geborgen wordt. Dit betekent eveneens dat er tijdens de stormperiode minder water kan bijkomen. In deze scenario's is het de bedoeling om een raming te geven van de invloed van het aan- en afslagpeil op de overstromingsoppervlakte en -volumes in de Kalkense Meersen.

Uit dit scenario blijkt dat de storm met een 2-jarige retourperiode en gewijzigde pompeilen overstromingen veroorzaakt die even groot zijn als voor een 10-jarige retourperiode in de bestaande toestand. Voor een retourperiode van 10 jaar en gewijzigde pompeilen zijn de overstromde gebieden even groot als voor een 25-jarige storm in de bestaande toestand.

De Kalkenvaart gezien vanaf de vuilroosters – die het drijfvuil tegenhouden dat anders de pompen zou kunnen beschadigen – aan het pompgemaal.



5 Het grondwatermodel

Het stroomgebied van de Kalkenvaart wordt gekenmerkt door meersen. Dit zijn lager gelegen komgebieden aan oude meanders van grotere rivieren. Door hun lagere ligging kwelt in deze gebieden grondwater op vanuit hoger gelegen gebieden. Om deze kwelstromen en de invloed ervan op het watersysteem in kaart te brengen, is een grondwatermodel opgesteld. Het model moet tevens toelaten de invloed van eventuele vernattingsmaatregelen op deze kwel na te gaan.

De Kalkense Meersen zijn een potentieel natuurgebied dat historisch gezien vrij nat is. De grondwaterstanden hebben dus een belangrijke invloed op de mogelijke vegetatie die er kan en mag gedijen.



Wat is een grondwatermodel?

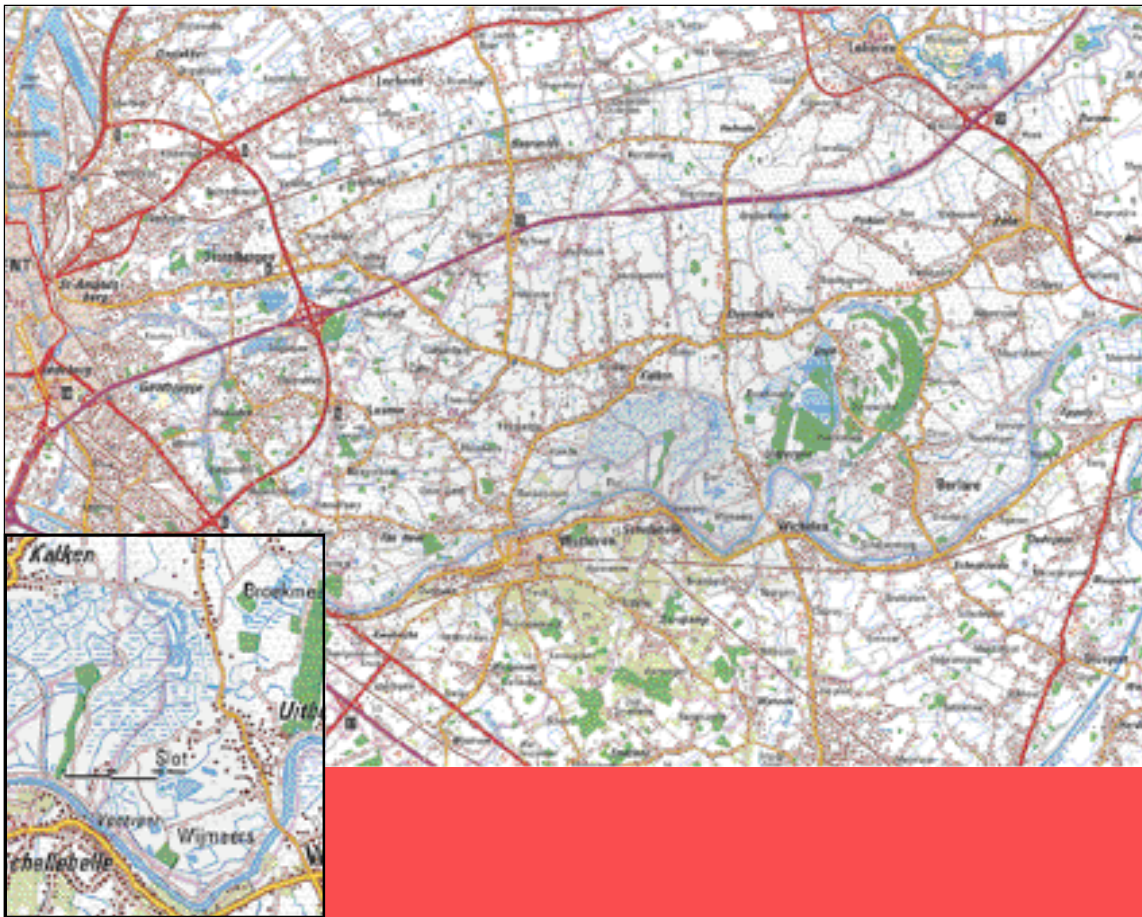
Een grondwatermodel is een model dat de grondwaterstanden in de ondergrond kan voorspellen en de beweging van het grondwater simuleert. Hierbij kan men kwelgebieden bepalen (gebieden waar grondwater tot aan maaiveld wordt opgestuwd), alsook de afkomst van dit kwelwater achterhalen. Daarnaast kan men grondwaterstandsveranderingen tengevolge van grondwaterwinningen voorspellen. Ook de afkomst van het op te pompen grondwater kan bepaald worden, 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 betreffende de wijzigingen in vegetatie die zullen optreden.

Indien mogelijk, wordt gebruik gemaakt van natuurlijke randvoorwaarden zoals grote rivieren, ondoorlatende geologische breuken, enz.

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 doorrekenen, minstens binnen het modelgebied gelegen is. Aangezien het bepalen van de invloed net het doel is, wordt deze invloed vaak door middel van vereenvoudigde berekeningen of op basis van ervaring in gelijksoortige gebieden ingeschat, zodat het modelgebied toch afgebakend kan worden.

Het stroomgebied van de Kalkenvaart wordt in het zuiden begrensd door de Schelde. De bekkengrens in het noorden wordt gevormd door



Aangezien grondwater niet stroomt volgens het bovengronds reliëf zal een grondwatermodel een veel ruimer gebied omvatten dan een oppervlaktewatermodellering. Het inzetkaartje links onder geeft een detail van de Kalkense Meersen.

de waterscheidingskam tussen het bekken van de Schelde (Kalkenvaart) en het bekken van de Durme (Lede). In het oosten en westen wordt de bekkengrens gevormd door de Schelde en de deelbekkens van de Schelde. De grens is ver genoeg van deze waterscheidingskam genomen, zodat geen invloed van de randvoorwaarden meer aanwezig is.

Het te modelleren gebied wordt vervolgens opgedeeld in een groot aantal kleinere gebieden met elk een knooppunt. 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 Kalkenvaart is een dergelijk netwerk opgesteld.

Het rekennetwerk telt hierbij 21.000 knooppunten. In de Kalkense Meersen, waar meer details gewenst waren, is een knooppuntsafstand van 50 m aangehouden. De knooppuntsafstand wordt groter naarmate men zich verder van het centrale gebied verwijderd. De buitenste schil heeft een knooppuntsafstand van 200 m.

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

Wat zijn de invoergegevens?

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 worden hiervoor verzameld. Men doet hiervoor beroep op de Geologische kaart waarop de diepte of dikte van een aantal lagen aangegeven is en op boorbeschrijvingen van boringen die in het verleden uitgevoerd zijn.

Op basis van de aard en de doorlatendheid van de geologische Formatie deelt men deze op in watervoerende en scheidende lagen. Van de basis en top van deze lagen worden vervolgens dieptekaarten opgesteld. De diepte wordt vervolgens aan elk knooppunt van het model toegekend.

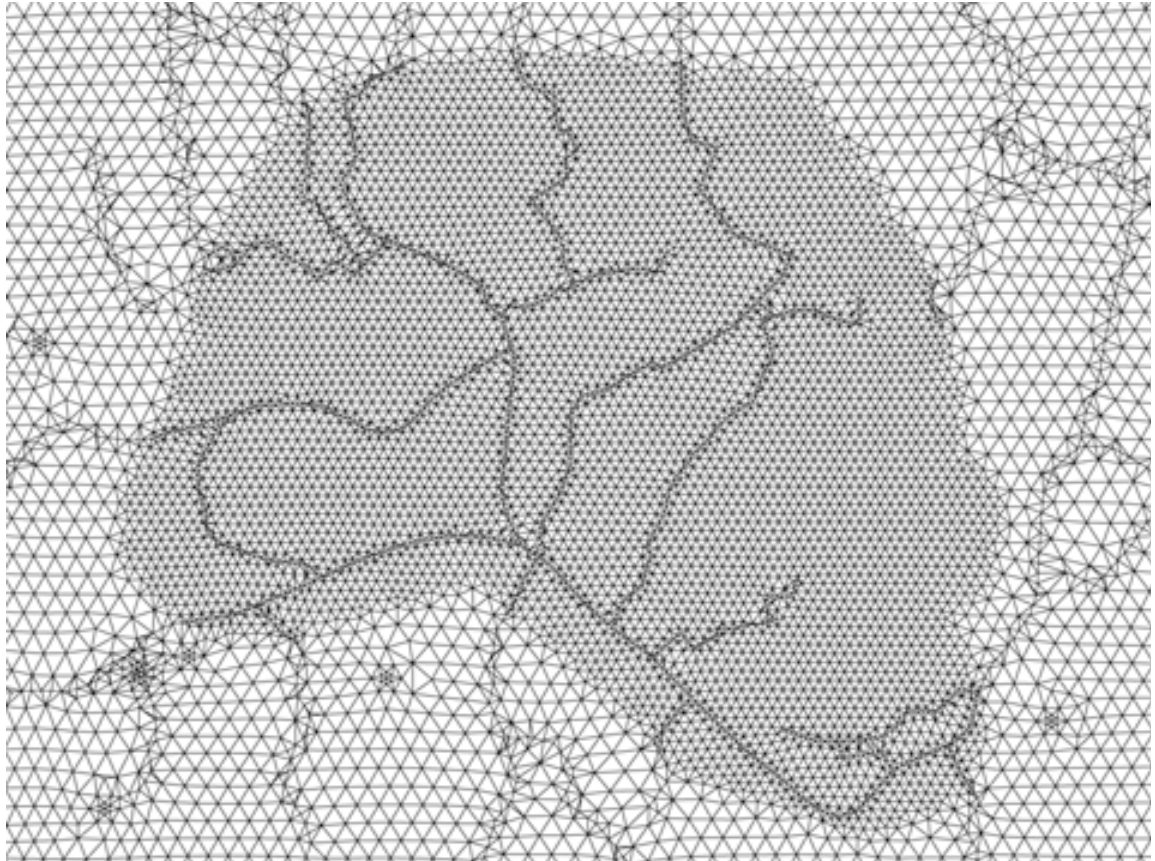
Topografie

Omdat het over een vlak gebied gaat waar

belangrijke kwelgebieden aanwezig zijn, is de topografie van groot belang. Het meersengebied ligt 1 à 2 meter lager dan het omliggende gebied. Het model is erop gericht om de kwel in het meersengebied in kaart te brengen.

De nauwkeurigheid van de topografische kaart 1:10 000 is in dit gebied niet voldoende. Daarom is overgegaan tot het opstellen van een DTM (Digitaal Terrein Model) met grotere nauwkeurigheid, via vliegtuiglaserscanning.

Een deel van de duizenden rekenknoten van het eindig-elementen-grondwatermodel. Het netwerk heeft verschillende dichtheden naar gelang de reken-nauwkeurigheid die men wil bereiken.



Woningen

De vergunde winningen zijn door de afdeling Water ter beschikking gesteld. In het model zijn deze winningen ingevoerd als aparte knooppunten van het netwerk. De belangrijkste winning is de drinkwaterwinning Zele van de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening. Deze winning bestaat uit 4 batterijen van in totaal 140 putten.

Natuurlijke aanvulling

Een deel van de neerslag wordt door de vegetatie opgenomen of verdampt. Een deel van het

grondwater wordt door capillaire opstijging via de wortels opgenomen door de planten. Indien men de werkelijke aanvulling van het grondwater (de natuurlijke aanvulling) wil kennen, dient men deze processen eveneens door te rekenen. De natuurlijke aanvulling is met het onverzadigde zone model Fluzo berekend. Dit model bepaalt op basis van bodemtype, grondgebruik, neerslag en verdamping per knooppunt de hoeveelheid water die uiteindelijk het grondwater bereikt. Hierbij wordt met een groot aantal factoren rekening gehouden:

- interceptie van regenwater door de planten:

Vliegtuiglaserscanning

Vliegtuiglaserscanning is een methode om de topografie van een gebied te bepalen. Met behulp van een vliegtuig, uitgerust met een laserapparaat, worden laserstralen naar het aardoppervlak gestuurd. Deze laserstralen weerkaatsen en aan de hand van de tijd die de laserstraal nodig heeft om terug te keren naar het vliegtuig kan de afstand of hoogte berekend worden. Om telkens de juiste plaats van het vliegtuig en de laserscanner te kennen, worden via een aantal satellieten constante GPS-metingen (Ground Positioning System) uitgevoerd. Dit betekent dat vanuit het vliegtuig en de laserscanner een signaal gestuurd wordt dat opgevangen wordt door een aantal satellieten. Deze satellieten sturen dan een signaal terug, waaruit het GPS-toestel de juiste positie van vliegtuig en laserscanner kan afleiden.

Er is gevlogen met evenwijdige stroken waarbij een overlap van 30% tussen twee aanliggende stroken verzekerd werd. De overlappende stroken worden gebruikt om een kwaliteitscontrole van de gemeten data uit te voeren. Daarnaast worden nog correcties voor verschillende soorten begroeiingen uitgevoerd.

Het eindproduct omvat een topografische kaart met een gemiddelde nauwkeurigheid van 7 (op harde ondergrond) tot 20 (afhankelijk van de begroeiing) centimeter.

ten gevolge van de aanwezige 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;

- capillaire opstijging van het grondwater en opname van dit water door de wortels: de worteldiepte van de planten is eveneens in Fluzo opgenomen;
- de mate waarin de bodem het water kan blijven 'vasthouden' (vochtigheidsgehalte en doorlatendheid) vooraleer het naar het grondwater infiltreert.

De natuurlijke aanvulling hangt dus af van het grondgebruik, het bodemtype en de diepte van de grondwaterstand, waardoor ze ruimtelijk sterk kan variëren.

Waterlopen en drainagesloten

Alle waterlopen die in de Vlaamse hydrografische atlas (VHA) opgenomen zijn, zijn in het model als lijnelementen ingegeven. De hydrografische atlas omvat alle rivieren en beken die gecatalogeerd zijn en waarvan de bevoegdheid

bij het gewest, provincie of gemeente ligt. Van sommige van deze waterlopen zijn peilgegevens bekend. Voor de Schelde zijn de langjarige gemiddelde waarden voor Uitbergen en Wetteren opgevraagd. De gemiddelde waterstand bedraagt 3,85 m TAW. Het waterpeil van de Kalkenvaart en haar zijbeken is uit het hydraulisch model overgenomen. Van de overige beken is het peil ingeschat op 0,2 m onder het maaiveld.

In de Kalkense Meersen en Berlare Broek bevinden zich een groot aantal slootjes. Deze slootjes zijn als 1 systeem (het topsysteem) in het model ingevoerd. In dit systeem worden een drainage-diepte (diepte van de sloten of van het waterpeil), een infiltratieweerstand en een drainage-weerstand ingevoerd. De drainageweerstand is een maat voor de dichtheid aan afvoersloten per gebied, de aard van de (slib)bodem van de sloten en de doorlatendheid van de ondergrond ter hoogte van deze sloten. Het peil in de slootjes is volgens een ruimtelijke spreiding aan de hand van de oppervlaktewaterpeilen uit het hydraulisch model bepaald.

De grondwaterpeilen worden bepaald door de aard van de bodem maar ook door de dichtheid aan waterlopen in het gebied en het waterpeil dat daarin gehandhaafd wordt.



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. De resultaten van het model worden 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, beïnvloedt de waarde van deze parameter het systeem weinig of niet. De parameter is dus weinig gevoelig en dient voor de grondwatermodellering niet zeer nauwkeurig gekend te zijn. Indien de resultaten wel sterk afwijken, wordt de parameter als gevoelig beschouwd. Een nauwkeurig inschatting van de waarde van de invoerparameter is dan nodig om betrouwbare resultaten uit het model te verkrijgen. Bij de calibratie van het model worden de gevoelige parameters meegenomen.

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de weerstand tussen het bovenste watervoerende pakket (Quartaire Aquifersysteem) en het onderliggende watervoerende pakket (Zand van Egem en/of Mont-Panisel) weinig tot geen invloed op de kwel in de Kalkense Meersen heeft. De drainageweerstand van de rivieren en sloten heeft wel een invloed op de kwelhoeveelheid. Dit geldt eveneens voor de doorlatendheid van het eerste watervoerende pakket. Tijdens de gevoeligheidsanalyse was geen duidelijke verandering van de ligging van de kwelgebieden merkbaar, enkel de hoeveelheid grondwaterstroming naar het oppervlak veranderde.

Calibratie

De calibratie van een grondwatermodel bestaat in het toetsen van de berekende grondwaterstanden aan de gemeten grondwaterstanden. De invoerparameters (doorlatendheid van de watervoerende pakketten en drainageweerstand van de beken) worden aangepast totdat een goede overeenkomst tussen de gemeten en de berekende waarden wordt bekomen. In het geval van een stationair model (een model dat de gemiddelde grondwaterstand op een jaar beschrijft) wordt voor de calibratie een klimatologisch gemiddeld jaar (niet te nat en niet te

droog) geselecteerd. Voor dat jaar worden de gemiddelde stijghoogten vergeleken met de resultaten van het model.

Met betrekking tot dit model is vastgesteld dat het aantal peilputten met continue metingen beperkt is. Ook blijken de meetgegevens van een aantal peilputten weinig betrouwbaar. Het aantal meetpunten is onvoldoende om een gedegen calibratie van het grondwatermodel zoals beschreven mogelijk te maken. Hierdoor kan geen exacte uitspraak gedaan worden over de te verwachten nauwkeurigheid van de voorspellingen die met het model uitgevoerd worden. Toch kunnen een aantal uitspraken betreffende de systeemwerking gedaan worden. Tevens kunnen grootte-orden van grondwaterstandswijzigingen ten gevolge van bepaalde ingrepen ingeschat worden.

Modelresultaten

Kwelgebieden

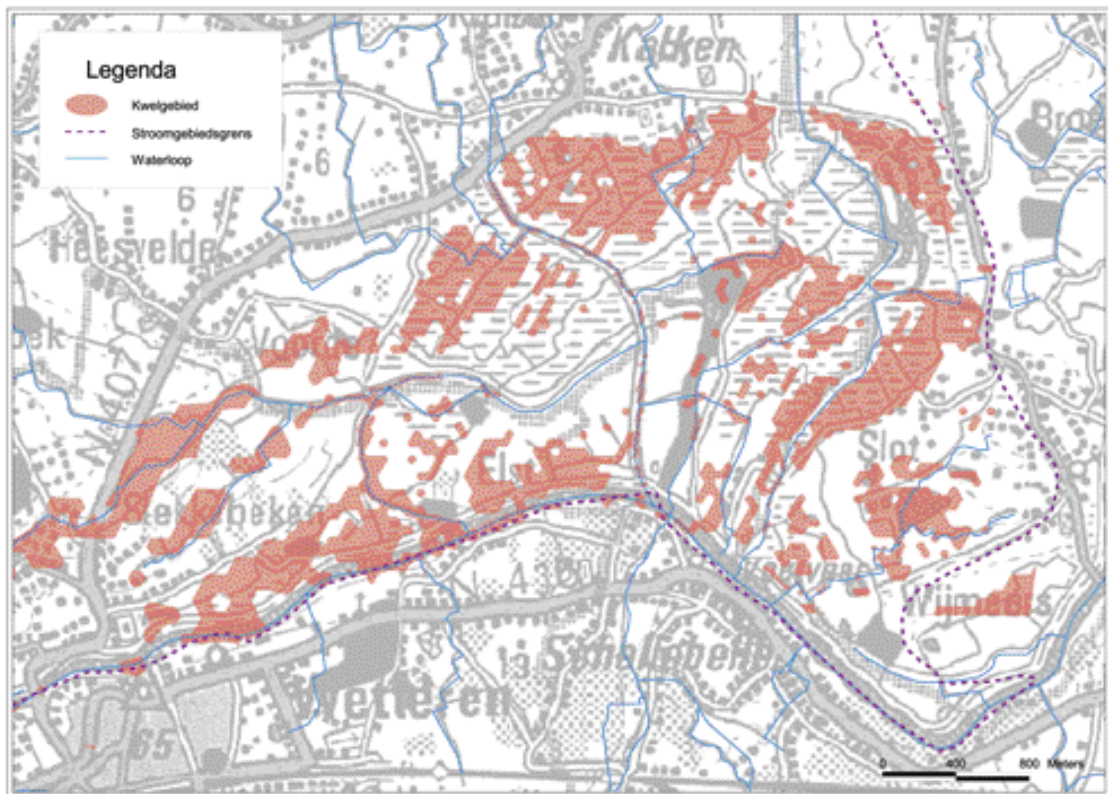
Met het grondwatermodel zijn kwelgebieden berekend. Kwelgebieden zijn gebieden waar het grondwaterpeil boven het topsysteempeil uitkomt, waardoor het topsysteem water afvoert. In de praktijk worden ter plaatse van kwelgebieden veelal drainagesloten aangelegd om het overtollige kwelwater af te voeren en zodoende geen water boven maaiveld te hebben staan. Door de ontwatering van kwelgebieden kan het bestaan van kwel vaak enkel nagegaan worden door peilputten te plaatsen, de kwaliteit van het grondwater of van het afgevoerde water te bepalen of door de bestaande vegetatie te karteren.

Intrekgebieden

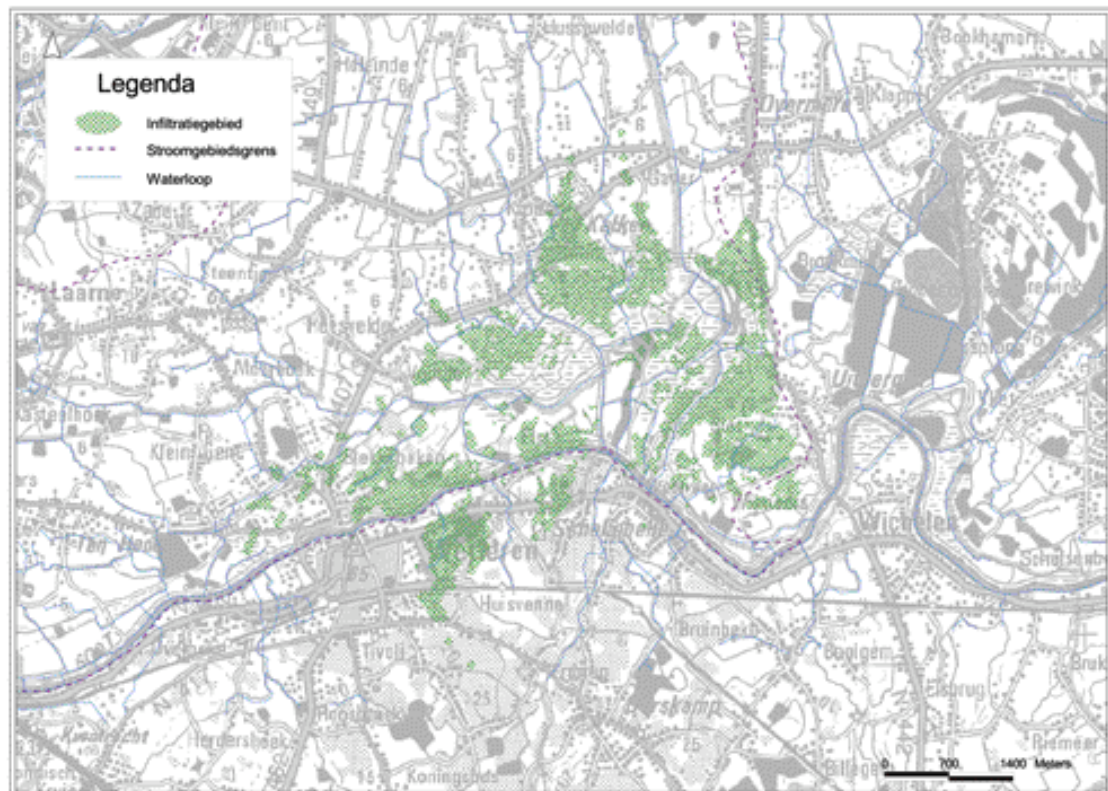
Om een indicatie van de intrekgebieden van de kwelzones te krijgen, is aan de hand van het grondwatermodel een intrekgebiedsberekening uitgevoerd. Hierbij is vanaf elk knooppunt van het model een stroombaan berekend vanaf de watertafel tot het punt waar het grondwater terug in het oppervlaktewater of een grondwaterwinning eindigt. Door alle punten waarvan het eindpunt van de stroombaan in het kwelgebied terechtkomt samen te nemen, bekomt men het intrekgebied van de kwelgebieden.

Het intrekgebied kan dus beschouwd worden als het voedingsgebied van een kwelgebied en bepaalt de kwaliteit van het kwelwater op lange

De kwel situeert zich hoofdzakelijk aan de rand van het meersengebied. Door het verschil in hoogte tussen de meersen en de omliggende topografie, is het meest waarschijnlijk dat kwel zich daar voordoet. Zoals reeds aangegeven zijn deze kwelzones louter indicatief. Een exacte bepaling van de kwelzones en van de kwelfluxen is pas mogelijk na een gedegen calibratie.



Het intrekgebied situeert zich in zones die topografisch 1 tot 2 m hoger gelegen zijn dan het kwelgebied zelf.



en op korte termijn.

Grondwaterstandsverandering door het aanpassen van het stuwpeil

In het kader van de hydraulische modellering van de Kalkenvaart is gevraagd om een aanpassing van het aan- en afslagpeil van de pompen ter hoogte van de monding van de Kalkenvaart in de Schelde door te voeren. De nieuw berekende peilen van de waterlopen in de Kalkense

Meersen zijn in het grondwatermodel ingegeven. Aan de hand van deze peilen zijn de verschillende polderpeilen in de meersen bepaald. Het blijkt dat de kwel op de meeste plaatsen blijft bestaan maar dat er een verandering optreedt in de hoeveelheid kwel die in deze zone optreedt. In vergelijking met de bestaande toestand is er 1,93 % minder kwel aanwezig. Hetzelfde kan gezegd worden van het intrekgebied.



Het nauwgezet instellen van hogere waterpeilen in een gebied leidt tot nattere biotopen.

6 Wat brengt de toekomst?

In het stroomgebied van de Kalkenvaart zijn er weinig echte problemen van wateroverlast. In het stroomopwaartse gebied bestaan er wel enkele lokale knelpunten, die dan ook vooral daar ter plaatse moeten opgelost worden. De laagste gebieden, de meersen, zijn weinig bebouwd en het bestaande pompstation is er voldoende krachtig om hoge retourstormen aan te kunnen.

De uitgevoerde computermodellering is er dan ook vooral gekomen op vraag van de natuursector. Die ziet de meersen graag verder onttrokken worden aan de landbouw en heringericht als natuurlijk, nat gebied. De computermodellering diende dan ook vooral om een gewijzigd waterbeheer te toetsen op haalbaarheid en consequenties.

Qua oppervlaktewaterbeheer betekent een vernatting van het gebied een afname van de onmiddellijke buffercapaciteit: op de momenten dat het regent, zal er minder water kunnen geborgen worden in het waterlopenstelsel. In dit vermaasd netwerk van kleine sloten kan een pompstation daarenboven geen snelle afpompings bewerkstelligen. Als resultaat zullen bij regenval nog meer - en sneller - percelen onder water komen te staan.

Er werd ook een grondwatermodel opgebouwd. De vernatting van het gebied is maar zinvol vanuit ecologisch oogpunt indien met deze grond-

waterstijging ook de bijhorende gewenste vegetatie ontstaat. Het correct karakteriseren van de kwel- en infiltratiegebieden is dus noodzakelijk. Vastgesteld werd evenwel dat er voorlopig te weinig grondwaterpeilmetingen aanwezig waren om het grondwatermodel goed op te bouwen. De afdeling Natuur werkt daarom versneld verder aan de opbouw van een goed grondwatermeetnet en bouwt het bestaande grondwatermodel verder uit. Parallel vindt tevens een ecologische studie plaats om het verband tussen grondwaterstand en vegetatie beter te vatten.

Pas als deze studies voltooid zijn, kan een grondige beslissing genomen worden over de toekomstige inrichting van de Kalkense meersen. Eventuele gewenste beheermaatregelen kunnen terug doorgerekend worden met het oppervlaktewatermodel. Hiermee kan dan bijvoorbeeld het functioneren van het pompstation bijgesteld worden. Op die manier wordt een waterbeheer mogelijk dat in overeenstemming is met de gewenste karakteristieken van het watersysteem.



In de huidige situatie is wateroverlast onder controle dankzij het pompstation. Hogere waterpeilen voor natuurdoeleinden vereisen een krachtiger pompstation met bijhorend computersturingssysteem, tenzij men een ver gaande vernatting van het gebied niet schuwt, wat het einde van de huidige landbouwactiviteiten impliceert.

