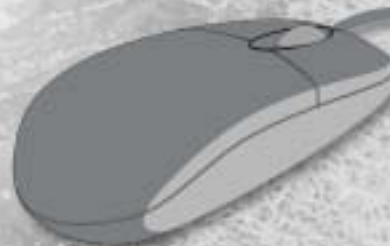




De Voer

Computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel



Ministerie van de
Vlaamse Gemeenschap
afdeling Water

De Voer

Computermodellering
als methode,
hoogwaterbeheer
als doel

Samenstelling en eindredactie

Davy Vanham
Technum-IMDC
in samenwerking met
Resource Analysis
P/a Wilrijkstraat 37
B-2140 Antwerpen
Tel: 03-270 92 95 • Fax: 03-235 67 11
E-mail: imdc@technum.be

Redactieadvies

Marijke Van Hoorick, Koen Martens, Filip Raymaekers,
Ivo Terrens (AMINAL - afdeling Water)

Fotografie

AMINAL - afdeling Water en IMDC
Rollin Verlinde, natuurfotograaf: blz. 48

Vormgeving

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

Depotnummer

D/2003/3241/088

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 Voer.

Lijst van alle stroomgebieden:

Deze brochure over het stroomgebied van de Voer
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 Ledebek afwaterend
naar Lokeren, de Maarkebeek, de Wallebeek, de
Kalkenvaart, de Benedenvliet, de Benedenschijn, de
Mark, de Bollaak, de Kleine Nete en Aa, de Wimp, de
Zuunbeek, de Winge, de Begijnebeek, de Gete en
Melsterbeek, de Herk, de Voer en de Grote Laakbeek.

Inhoud

Colofon / Lijst van alle stroomgebieden	2
Voorwoord	4
De afdeling Water	7
1. Het stroomgebied van de Voer	8
2. Het afstromingsgedrag van de Voer	16
3. Structuur en infrastructuur van de Voer	18
4. Waterkwaliteit van de Voer en haar zijbeken	26
5. Het nut van voorspellen	28
6. Welke maatregelen hebben effect?	40
7. Wat brengt de toekomst?	47

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

Vallei van de Voer, tussen de dorpskernen Sint-Pieters-Voeren en Sint-Martens-Voeren.



kwantitatieve aspecten van het waterbeheer richt. Integraal waterbeheer impliceert ook een andere visie op hoogwater. Het uitgangspunt daarbij is dat overstromingen een natuurlijk verschijnsel zijn die altijd zullen blijven voorkomen. Door het bouwen in overstromingsgebieden ontstaat er schade. De betrachting van de waterbeheerder was en is nog altijd om deze schade te beperken. Het verleden heeft geleerd dat de natuur nooit helemaal door de mens kan bedwongen worden.

Ongewenste overstromingen

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

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



waar dit niet volstaat, moeten aanvullende infrastructuurwerken voorzien worden.

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

Het binnen dit kader nemen van maatregelen, vergt een zorgvuldig handelen. Er is een grondig inzicht nodig in de af te voeren waterhoeveelheden, de stromingen van water binnen een stroomgebied en de buffermogelijkheden in de valleigebieden. Bovendien moeten de verschillende aanspraken op het aanwezige water in het stroomgebied mee in rekening gebracht worden. Belangen moeten dus worden afgewogen, meerdere alternatieven met elkaar vergeleken, eventueel negatieve effecten ondervangen.

Wateroverlast aanpakken

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

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



Brug in het centrum van 's-Gravenvoeren weggespoeld na hevige neerslag.



Brug in het centrum van 's-Gravenvoeren weer opgebouwd in 2002.

Lokaal overleg belangrijk

De studies worden begeleid door een lokaal wateroverleg: een groep van specialisten die als waterbeheerder of als vertegenwoordiger van een bepaald maatschappelijk belang de plaatselijke problemen kennen en die aan de oplossing kunnen meewerken. Op deze manier ontstaat door het samenbrengen van verschillende disciplines en bevoegdheden een ruim draagvlak voor de te nemen maatregelen.

De resultaten van de studies en het overleg daarrond worden vervolgens neergeschreven in beleidsplannen, die het integraal waterbeheer in Vlaanderen moeten omzetten naar de praktijk. Het is de bedoeling dat alle waterbeheerders daarbij samenwerken, en eenieder zijn verantwoordelijkheid opneemt. Momenteel is men gestart met de opmaak van de bekken-

beheerplannen. Dit zijn geïntegreerde plannen op bekkenniveau die de aspecten waterkwantiteit, waterkwaliteit en natuurlijk milieu gezamenlijk behandelen. Op lokaal niveau (deelbekkens) zullen de waterhuishoudingsplannen de kwantiteitsaspecten meer in detail uitwerken met het oog op het beheer van waterlopen en watervorraden.

Het stroomgebied van de Voer ter studie

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

De studie werd uitgevoerd door het studie-bureau Technum-IMDC. Verschillende afdelingen en wetenschappelijke instellingen van AMINAL, de provincies Limburg en Luik, de gemeenten, de Vlaamse Milieumaatschappij, de NV Aquafin, de administratie van Ruimtelijke Ordening – afdeling Monumenten en Landschappen, de Vlaamse Landmaatschappij, het Waterschap Roer en Overmaas, waren vertegenwoordigd in het lokale wateroverleg.

Met deze brochure wenst de afdeling Water de betrokkenen in te lichten over de gevolgde methode en de geplande maatregelen die de komende jaren in het stroomgebied van de Voer zullen worden uitgevoerd. Zij moeten in eerste instantie de wateroverlastproblemen aanpakken. Het ontwerp van deze werken steunt op de resultaten van deze studie. Daarnaast laat de afdeling Water ook een ecologische inventarisatie en visievorming van de Voer uitvoeren. Doelstelling van deze studie is na te gaan in welke mate kan gezorgd worden voor een ecologisch en landschappelijk herstel van de waterloop en haar vallei. Later zal de verzamelde informatie verder opgenomen worden in het op te stellen bekkenbeheerplan voor het Maasbekken.

AMINAL - afdeling Water
Januari 2003

Het waterglas hiernaast symboliseert het nieuwe concept van integraal waterbeheer, zoals opgenomen in de missie en de 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 watertoevoer (bvb. overstromingen) worden aangepakt door de uitvoering van infrastructuurwerken en door richtlijnen op de ruimtelijke ordening en het landgebruik.

Verder besteedt de afdeling Water heel wat aandacht aan het herstellen van de biodiversiteit van watergebonden ecosystemen. Waterlopen en valleien moeten in deze visie de ruggengraat worden van natuurgebieden door de heraanleg van de bedding en de omgeving op een natuurlijke manier. Ook de verontreiniging van grond- en oppervlaktewater door puntlozingen en diffuse lozingen

(pesticiden, meststoffen) krijgt de nodige aandacht door nieuwe wetgeving en voorlichting van bevolking, landbouw en industrie.

Concreet vertalen deze verschillende aandachtspunten in de werking van de afdeling Water zich in allerhande activiteiten: het opstellen en uitbouwen van meetnetten, databanken en computermodellen van waterlopen en ondergrondse waterlagen, het opmaken en overleggen van beleidsplannen en kaartmateriaal voor waterhuishouding en rivierbekkenbeheer, het opstellen van wetgeving voor het beheer van oppervlaktewater, grond- en drinkwater, het sensibiliseren en stimuleren van burgers, bedrijfssectoren en overheden, het ontwerpen, uitvoeren, ondersteunen, adviseren, vergunnen en controleren van concrete projecten waaronder de bouw en aanleg van overstromingsgebieden en wachtbekkens, computergestuurde pompstations en kunstwerken, natuurlijke oevers en visdoorgangen, infiltratiegebieden en kleinschalige waterzuivering, het ruimen van slib en het bestrijden van muskusratten, het vergunnen van grondwaterwinningen en drinkwaterbeschermingszones, de erkenning van laboratoria voor wateranalyses, de subsidiëring van polders en watering en de controle op de investeringen van Aquafin...

Voor de uitvoering van dit alles beschikt de afdeling Water over een jaarlijks begrotingsbudget van ca. 45.000.000 EUR (1,8 miljard BEF), de investeringen van Aquafin en de subsidies voor gemeentelijke rioleringen niet meegerekend, en telt een 250-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.

Het stroomgebied van de Voer

Het stroomgebied van een waterloop is de totale landoppervlakte waarvan de neerslag die erop valt, via zij- en hoofdbeken naar die waterloop afvloeit. De Voer is zelf een zijrivier van de Maas en ontspringt zuidelijk van de dorpskern van Sint-Pieters-Voeren aan de bron 'De Drink'.

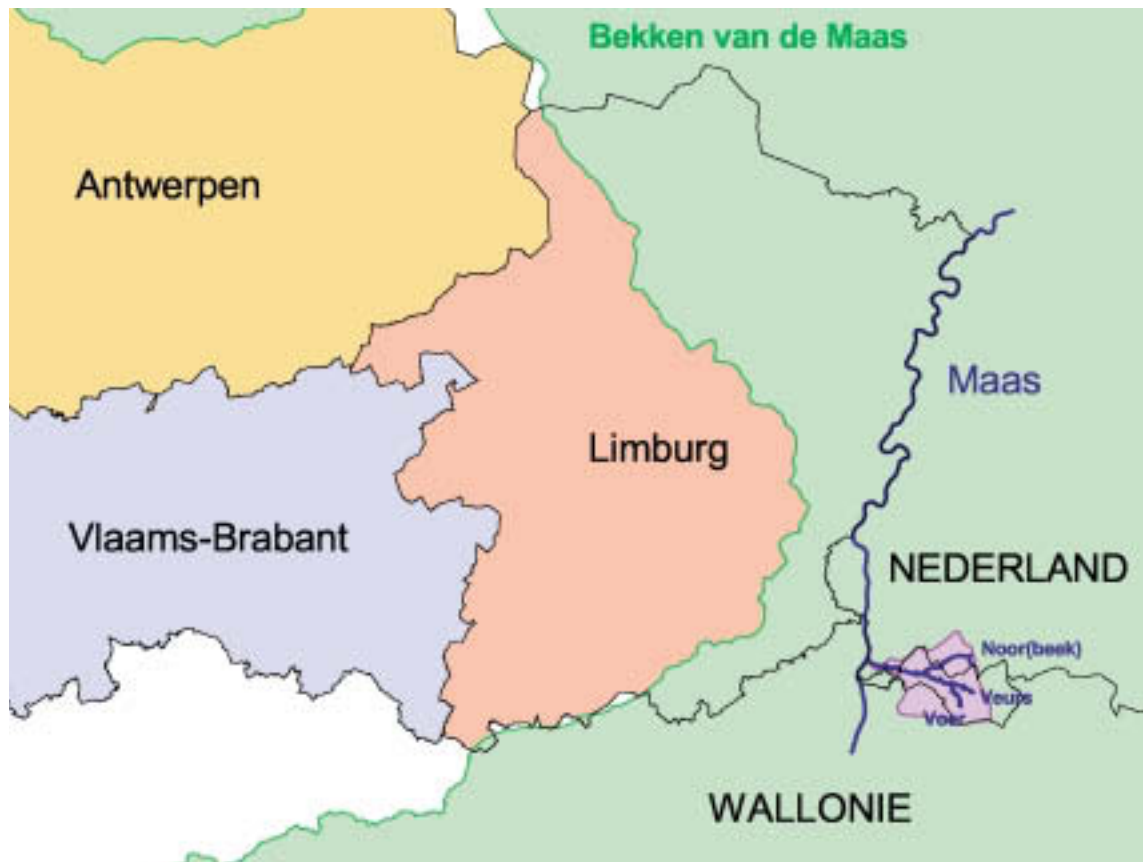
Te Eijsden (Nederland) mondt de Voer uit in de Maas.



De Voer wordt ter hoogte van de Commanderie permanent gevoed door een groot brondebiet. De waterloop stroomt achtereenvolgens door de dorpskernen van Sint-Martens-Voeren en 's-Gravenvoeren op Vlaams grondgebied, waarna de Voer op Nederlands grondgebied komt, door de dorpskern van Mesch stroomt en ter hoogte van Eijsden uitmondt in de Maas.

Een belangrijke zijloop van de Voer is de Veurs, die ontspringt ter hoogte van de spoorweg-tunnel in het gehucht Veurs en uitmondt in de Voer in de dorpskern van Sint-Martens-Voeren. De Noorbeek of Noor ontspringt in Nederland en mondt in de Voer uit juist opwaarts de dorpskern van 's-Gravenvoeren. Andere belangrijke zijbeken van de Voer zijn de Horstergrub en de Beek.

Het stroomgebied van de Voer is gelegen in het Maasbekken. Het Maasbekken, weergegeven in groene kleur, werd bovenop de bestuurlijke indeling in provincies en landen (aangeduid met andere kleuren) gelegd.





De bron van de Voer ter hoogte van de Commanderie (links), en de Voer opwaarts de Commanderiebron (rechts), waar de waterloop gevoed wordt door de bron "De Drink".

Het totale stroomgebied van de Voer heeft een oppervlakte van 5.937 ha, waarvan zich 3.313 ha (56%) op Vlaams grondgebied bevindt, 1.544 ha (26%) op Nederlands grondgebied en 1.080 ha (18%) op Waals grondgebied. Elke druppel

neerslag die in dit stroomgebied valt komt dus, afgezien van de verdamping, de opname van water door planten en de doorsijpeling naar het grondwater, uiteindelijk in de Voer terecht. De Voer zelf is ongeveer 13 kilometer lang.



In het domein van de Commanderie wordt de Voer door verscheidene viskweekvijvers geleid.

In de modelleringsstudie is niet het gehele stroomgebied van de Voer beschouwd, maar enkel het deel op Vlaams grondgebied. De studie van het afvoergedrag werd daarenboven voornamelijk in detail bestudeerd voor de waterlopen van eerste en tweede categorie. De indeling van onbevaarbare waterlopen in categorieën gebeurt in Vlaanderen volgens de beheerder. Waterlopen van eerste categorie worden beheerd door het Vlaamse Gewest (afdeling Water), waterlopen van tweede categorie door de provincie, en waterlopen van derde categorie door de gemeenten.

De Voerstreek vormt een overgangsgebied van de Maasvallei, met een sterk Haspengouws karakter, naar het land van Herve. Het stroomgebied bestaat in hoofdzaak uit een mergelplateau, doorsneden door een aantal door erosie ontstane dalen, met een naar Vlaamse normen vrij uitgesproken reliëf. De toppen in het gebied reiken tot een hoogte van 285 m boven zeeniveau; de Voer en zijrivieren liggen diep ingesneden in de dalen. Ter hoogte van de

Het stroomgebied van de Voer heeft een sterk hellend karakter, zoals hier aan de Commanderie te Sint-Pieters-Voeren.

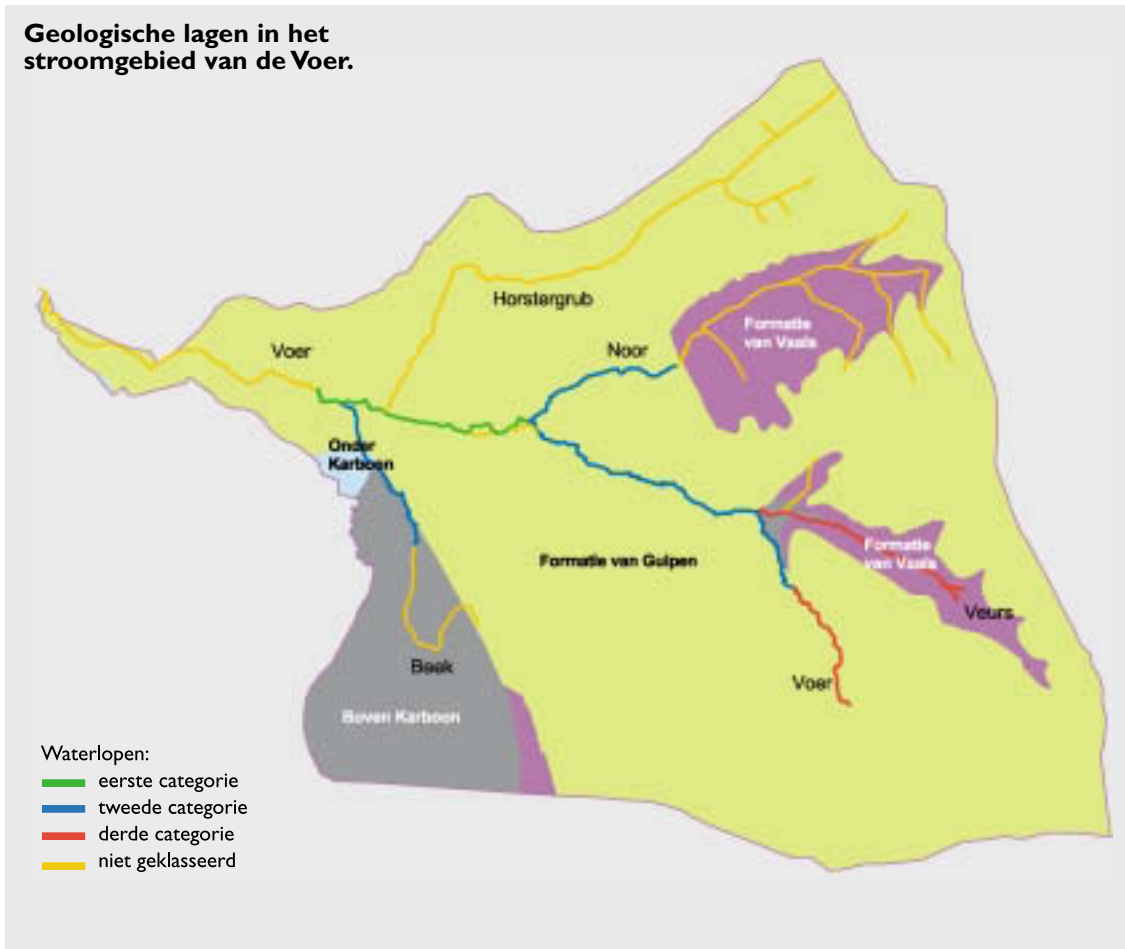
mondung van de Voer in de Maas ligt het maai-veld ongeveer op 50 m boven zeeniveau. Het stroomafwaartse gedeelte van het bekken is relatief vlak. Door het grote verhang in de verschillende waterlopen in het gebied, is de waterstroming vrij snel vergeleken met andere waterlopen in Vlaanderen. Dit heeft tot gevolg dat het stroomgebied van de Voer zeer (overstromings)gevoelig is bij korte intensieve buien zoals die zich kunnen voordoen in de zomer onder de vorm van onweer.

Honderd miljoen jaar geleden ...

De natuurlijke omgeving waardoor een waterloop stroomt is gedurende miljoenen jaren gevormd door processen in de aardkorst en op het aardoppervlak. De wijze waarop neerslag binnen het stroomgebied tot afvoer komt en het stromingsgedrag van de waterloop zelf worden in grote mate bepaald door de karakteristieken van de natuurlijke omgeving, in het bijzonder het landschap waardoor de waterloop zich in de loop der tijd een weg heeft gebaan.



Geologische lagen in het stroomgebied van de Voer.



De voornaamste ondergrondse laag is de **Formatie van Gulpen**, een tientallen meters dikke kalk- of mergellaag met goede waterdoorlatende eigenschappen.

In een sterk hellend landschap zal neerslag sneller in de waterloop terecht komen dan in een vlak landschap. Is bijvoorbeeld de bodem goed doorlatend, dan zal een groter deel van de neerslag in de ondergrond geborgen kunnen worden en zal minder snel tot afvoer komen. Begrip van de opbouw van het landschap inclusief de ondergrond is dus essentieel om het gedrag van een waterloop en de wijze waarop neerslag tot afvoer komt, te kunnen verklaren en voorspellen.

Wanneer men het profiel van een ondergrond bekijkt, kan men meestal een aantal lagen, geologische formaties genoemd, onderscheiden. Deze lagen zijn het resultaat van miljoenen jaren evolutie. De toplaag wordt gevormd door de recentste afzettingen, door bijhorende plantengroei en in toenemende mate door menselijke ingrepen. Ze is onderhevig aan weer en wind, aan erosie. Om meer inzicht te krijgen in de wijze waarop neerslag tot afvoer komt, is een goede kennis van deze toplaag bijgevolg essentieel. Toch speelt ook de samenstelling en de structuur van de diepere lagen een rol in de waterhuishouding.

Voor de bodemlagen die nu in de Voerstreek dagzomen (dus aan de oppervlakte komen) is vooral het Krijttijdperk belangrijk. Zo noemen geologen de periode van 140 tot 70 miljoen jaar geleden. In die tijd ontstonden de krijtlagen, die men nu kan terugvinden in de omgeving van Maastricht, maar ook in het Engelse Dover en de Italiaanse Dolomieten. Toen golfde over het gebied van de huidige Voer het water van een ondiepe tropische zee. In deze voedselrijke zee wemelde het van de zogenaamde 'foraminiferen', diertjes met een uitwendig skelet van kalk. Het zijn deze kalkskeletjes die de metersdikke kalklaag gevormd hebben die nu in de bodem van het stroomgebied te vinden is, namelijk de **Formatie van Gulpen**, met een maximale dikte van ongeveer 80 meter. Een ander woord voor kalk of krijt is mergel. Onder deze **Formatie** ligt de **Formatie van Vaals**, een laag siltige kleien, die een dikte kan bereiken van 40 meter. Het is een slechte watervoerende laag. De **Formatie van Gulpen**, een fijnkorrelige, zwak verkitte kalksteen, is meer waterdoorlatend dan de **Formatie van Vaals**, en kan dan ook gezien worden als de watervoerende laag in het stroomgebied van de

**Fossielen uit de
Formatie van
Gulpen.**

Voer. De gemiddelde doorlatendheid bedraagt tussen de 0,5 en 10 meter per dag. De Formatie van Gulpen heeft een porositeit van ongeveer 35 tot 40 procent, waardoor de bergingscapaciteit groot is. Het water van de Veurs komt voor een groot deel uit de Formatie van Vaals, het water van de Voer uit de Formatie van Gulpen.



Ongeveer 35 miljoen jaar geleden (de laat Tertiaire periode genoemd) trok de zee zich definitief terug uit het gebied, omdat de aardbodem onder invloed van opstuwende krachten vanuit het zuiden steeds hoger kwam te liggen. Deze periode wordt de Alpiene opheffingsfase genoemd, tijdens dewelke het gebied van de Alpen kilometers hoog werd opgeduwd, en de Voerstreek enkele honderden meters. Zo ontstond hier een zacht hellend krijtplateau, dat stilaan door rivieren werd uitgeschuurd.

Het warme, subtropische klimaat wisselde in de loop van de duizenden jaren af met extreem koude periodes: de ijstijden. Vooral tijdens die

ijstijden werd het krijtpakket sterk door erosie aangetast. De situatie in onze streken was toen te vergelijken met wat we nu nog in Siberië aantreffen: weinig begroeiing en een bodem die alleen in de zomer oppervlakkig ontdooit. Daarin kon het regen- en smeltwater niet diep wegzinken. De bovenste, doorweekte grondlaag kon gemakkelijk gaan schuiven en meegespoeld worden. Zo ontstonden de huidige, erg brede, asymmetrische dalen. Erg breed in verhouding tot de kleine waterlopen die er tegenwoordig door vloeien, zoals de Voer, de Veurs, de Berwijn, de Gulp en de Geul. Soms is er nu zelfs geen waterloop meer, maar de erosie uit de ijstijden heeft toch een dal uitgesleten. Dit noemt men een droogdal, zoals dat van de Horstergrub. In principe spreekt men daarom van een dallandschap voor het heuvelige stroomgebied van de Voer. Immers in wat ooit een licht hellende hoogvlakte was, hebben de Maas en haar zijrivieren een aantal brede, V-vormige dalen uitgesneden.

Bovenste bodemlagen

De laatste ijstijd liep 10.000 jaar geleden op zijn einde. Tijdens deze laatste ijstijd werd de Krijtbodem door een eolische (door de wind aangevoerde) leemlaag bedekt, löss genoemd, waardoor de Voerstreek terugblijkt op een rijke agrarische traditie, wat zich uit in het grote areaal aan landbouwoppervlakte. Enkel op de plateaus en zwakke hellingen is de oorspronkelijke lösslaag nog aanwezig. De doorlatendheid van löss kan oplopen van 1 cm tot 10 meter per dag, al naar gelang de aanwezigheid van bioporiën. Door de onderliggende kalklaag is de bodem neutraal tot licht basisch, dus zeer geschikt voor landbouw. Hier vindt men vooral weiden en akkers terug. Op de steilere hellingen is deze leemlaag door erosie deels weggespoeld, waardoor ze dunner is en gemengd met silex. Dit zijn kiezels die gevormd zijn uit de skeletjes van de foraminiferen. Het is een zure, onvruchtbare bodem niet geëigend voor landbouw. Daarom zijn de steile hellingen in het stroomgebied meestal bebost gebleven. De dikte van deze hellingafzettingen varieert van enkele decimeters op steile hellingen tot 5 meter op minder steile hellingen, met een doorlatendheid tussen de 0,5 en 5 meter per dag. De dalgrond is een mengeling van aangespoeld materiaal uit hoger gelegen gebieden en leem.

Algemeen kan gezegd worden dat het stroomgebied van de Voer behoort tot het Krijtlandschap waar een voldoende dikke löss-leemlaag rust op een goed doorlatende krijtondergrond, zodat de leemgronden geen roestverschijnselen vertonen (dus droog zijn). Op geërodeerde, steilere hellingen is de oorspronkelijke leemlaag dunner en gemengd met kiezels en stenen.

Verstening van het landschap

Onder natuurlijke omstandigheden bepaalt het klimaat, samen met de geologie, het functioneren van het watersysteem. Niet al de neerslag (precipitatie) die op de bodem valt, stroomt onmiddellijk af naar de waterlopen. Een deel zal verdampen, enerzijds rechtstreeks (evaporatie) en anderzijds na opname door planten (transpiratie). In Vlaanderen wordt voor de combinatie van beide vormen van verdamping (evapotranspiratie) een benaderende waarde van 60 à 70% van de neerslag op jaarbasis aangenomen. Een deel van het water zal in de bodem dringen (infiltratie) en zal dienen als voeding voor het grondwater. De gemiddelde neerslag in het stroomgebied van de Voer bedraagt ongeveer 862 mm per jaar over de periode 1994-1999.

Voor de wijze waarop neerslag binnen het stroomgebied van de Voer tot afvoer komt, spelen de van nature aanwezige hellingen, het landgebruik en de bodemtypes een belangrijke rol. Indien de waterdoorlatendheid binnen het stroomgebied wordt verminderd, door bijvoorbeeld het uitbreiden van verhard oppervlak, zal de hoeveelheid neerslag die over het oppervlak moet worden afgevoerd drastisch toenemen. Een toename van verharding door bijvoorbeeld stedelijke uitbreiding leidt tot een versnelde en verhoogde piekafvoer. Het water komt met andere woorden sneller en daardoor met grotere hoeveelheden tegelijkertijd in de rivier terecht waardoor de waterstanden verhogen en de kans op overstromingen toeneemt.

Om een efficiënt en alles omvattend duurzaam ('integraal') waterbeheer te kunnen voeren, moeten geschiedenis, actuele tendensen en toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen in kaart worden gebracht. Inzicht in de impact van de menselijke activiteiten op de frequentie van overstromingen en de schade ten gevolge hiervan is hierbij cruciaal.



Vallei van de Veurs.

De 'stroomversnelling' waarmee in de laatste jaren enerzijds het oorspronkelijk overwegend agrarisch gebied met kleinschalig landgebruik is gewijzigd (door grootschalige landbouwmethodes, nieuwe teelten, ruilverkavelingen...) en anderzijds kleine kernen stedelijke allures hebben gekregen (nieuwe woonzones), heeft de natuurlijke waterhuishouding immers op talrijke plaatsen verstoord. Niet alleen de verharde oppervlakten (bebouwing, industrie en infrastructuur) maar ook de veranderingen in landbouwproductiewijze waardoor water sneller van de akkers loopt, dragen hiertoe bij. De aanleg van riolering, die een zegen is voor de oppervlaktewaterkwaliteit mits zij aangesloten is op een waterzuivering, voert het regenwater dat erin komt ook nog eens versneld af. Vandaar de roep naar gescheiden rioleringsstelsels en herwaardering van het grachtenstelsel. Grachtenstelsels die vroeger zorgden voor de berging van oppervlaktewater en infiltratie van de neerslag, zijn vaak dichtgegooid of ingebuisd. Afname van de oppervlakte aan infiltratiegebieden resulteert in een afname van kwel en een verdroging van waterrijke gebieden. Dat laatste is niet enkel te wijten aan de effecten van de urbanisatie, maar eveneens aan de toenemende onttrekking van grondwater. Het eindresultaat is een algemene daling van het grondwaterpeil. Snelle afstroming betekent daarenboven niet zelden ook een grotere afvoer van bodemmateriaal (erosie) en een verhoogde sedimentatie in de waterlopen.

De vele overstromingen van de laatste jaren hebben de noodzaak van een herschikking van de prioriteiten inzake landgebruik aangetoond. Naast ruimte voor landbouwgrond en bouwterreinen is zodoende het besef ontstaan dat eveneens ruimte voor de waterloop gereserveerd moet worden, in het bijzonder voor de inrichting van overstromingsgebieden.

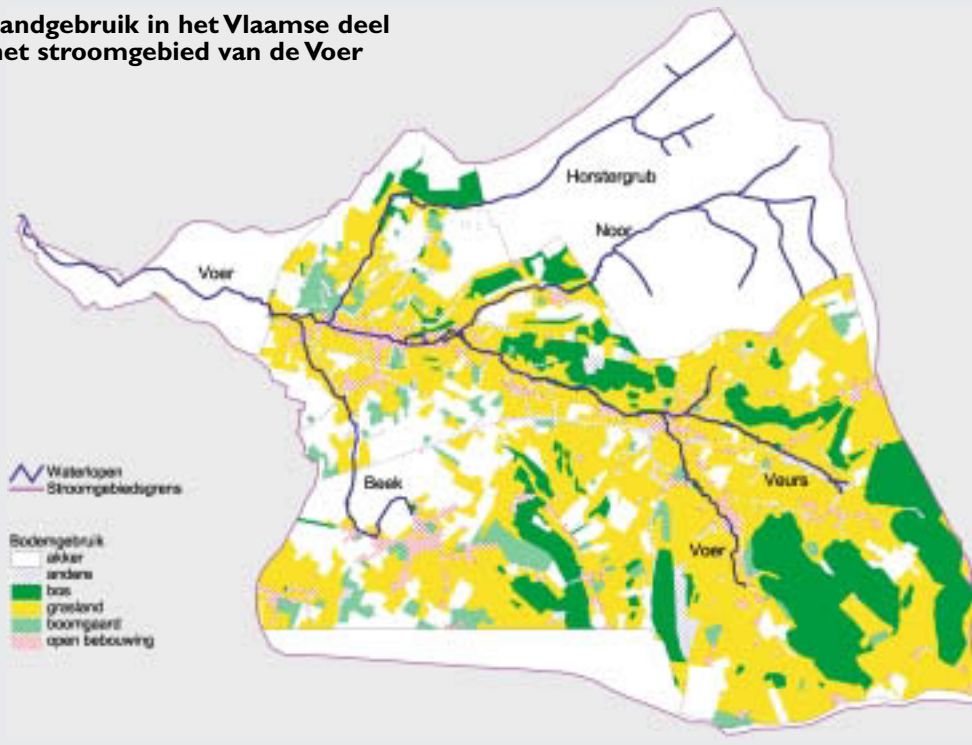
In het stroomgebied van de Voer is nog een relatief groot deel van het gebied onverhard. Het in de modellering bestudeerde gebied ligt tussen drie verstedelijkte zones, namelijk Maastricht, Luik en Aken. Toch heeft dit gebied nog steeds een zeer landelijk karakter. De bebouwing is gegroepeerd in dorpskernen en gehuchten langsheen de belangrijkste wegen. De dorpskern van 's-Gravenvoeren situeert zich uitgestrekt langs de loop van de Voer. Grootschalige infrastructuurelementen, zoals grote wegen (de autostrade E25 Maastricht-Luik) en spoorwegen (de goederenspoorlijn tussen Aken en Hasselt, die aan de bron van de Veurs door een 2 km lange tunnel onder het Veursbos gaat) beïnvloeden tevens de karakteristieken van de waterafvoer, nog voor de neerslag beken en rivieren bereikt. De meeste wegen binnen het gebied zijn kleine smalle wegen die de dorpskernen met elkaar verbinden.

Het landgebruik in het stroomgebied van de Voer wordt gedomineerd door landbouw (76%). Bebouwing en infrastructuur maken slechts 6% uit van de oppervlakte, waarvan het grootste deel open bebouwing. Echte dichte bebouwing komt niet voor in het stroomgebied. In totaal wordt 31% ingenomen door akkerbouw en 45% door weiland en grasland. De akkerbouw is vooral geconcentreerd op de vruchtbare plateaus en licht hellende bodems; weidegrond is grotendeels gelegen op meer hellende bodems. De landbouw domineert in het stroomgebied. De laatste jaren is er in de agrarische structuur een afname van weideareaal ten koste van maïsteelt en fruitteelt (boomgaarden). Het aandeel aan bos, geconcentreerd op de steilere hellingen, is 14%. Vele van deze bossen zijn beschermd als natuurgebied. Circa 4% van de oppervlakte wordt ingenomen door ander landgebruik, zoals struwelen of stortterreinen.



Het landgebruik in het stroomgebied van de Voer wordt gedomineerd door landbouw, zoals in de Voervallei tussen de dorpskernen van Sint-Pieters-Voeren en Sint-Martens-Voeren (links op de foto met de spoorwegbrug).

Het landgebruik in het Vlaamse deel van het stroomgebied van de Voer



2 Het afstromingsgedrag van de Voer

Limnigraaf op de Veurs in het centrum van Sint-Martens-Voeren.

Neerslag en potentiële evapotranspiratie worden in het studiegebied gemeten met behulp van meteorologische meetapparatuur van het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België, het Hydrologisch Informatie Centrum (ministerie van de Vlaamse Gemeenschap), het Nederlandse Waterschap Roer en Overmaas, en de Landbouwniversiteit van Wageningen.

In het stroomgebied van de Voer is er een meetgoot gelegen op de Voer te Mesch (Nederland), waar sinds 1994 uurlijkse peil- en debietmetingen geregistreerd worden. De meetgoot wordt beheerd door het Waterschap Roer en Overmaas. Op de Veurs staat een limnigraaf (automatische peilmeter) van de afdeling Water te Sint-Martens-Voeren juist opwaarts van de

De meetgoot te Mesch in Nederland.



monding in de Voer, waarvan sinds 1987 uurlijkse peil- en debietmetingen beschikbaar zijn. Op de Noor zijn twee limnigrafen aanwezig aan de Molenhoeve, waarvan één sinds 1987 uurlijkse peil- en debietmetingen levert.

De Voer is gekenmerkt door kleine schommelingen in debiet en waterpeilen, hoewel het gebied een heuvelig karakter heeft. De Voer kan gedefinieerd worden als een bronrivier, wat betekent dat de rivier vooral gevoed wordt door het grondwater. De bijkomende oppervlakkige afstroming na regenbuien draagt maar voor een klein gedeelte bij tot de totale afvoer per jaar. De krijtlagen van het gebied bevatten talrijke calciumrijke brongebieden. Zo ontstaat de Voer door het uittreden van grondwater uit de bron 'De Drink', en wordt in het domein van de Commanderie gevoed door een tweede bron waarvan het gemiddeld debiet veel groter is. Deze bron wordt ook gevoed door water uit het stroomgebied van de Geul. Het grondwater van deze twee bronnen is voornamelijk afkomstig van de Formatie van Gulpen.



Voor het stroomgebied van de Voer bedraagt de gemiddelde jaarneerslag 862 mm over de periode 1994-1999, waarvan ongeveer 60% verdampte en ongeveer 20% werd afgevoerd door de waterlopen. In totaal is er dus over deze periode een verlies van ongeveer 20%. Dit is hetzij te wijten aan een toename in waterberging (verhoging van de grondwatertafel) hetzij aan verlies van grondwater uit het bekken. Het gemiddeld debiet van de Commanderiebron bedraagt over deze periode 0,2 m³/s of 114 mm/jaar. De gemiddelde jaarafvoer van de Voer ter hoogte van de meetgoot te Mesch bedraagt 0,34 m³/s of indien uitgedrukt in neerslaghoogte 193 mm/jaar over de periode 1994-1999.

Lage afvoercoëfficiënten

Het stroomgebied van de Voer wordt gekenmerkt door zeer lage afvoercoëfficiënten, die een maat zijn voor de afstroming van de neerslag over het grondoppervlak. Meer dan 80% van de totale afstroming per jaar gebeurt onrechtstreeks via voeding van de waterlopen door het grondwater (in andere stroomgebieden in Vlaanderen bedraagt dit gemiddeld maar 40%) en slechts 10% via oppervlakkige afstroming. De afvoercoëfficiënt heeft dan ook een zeer lage waarde, namelijk tussen 1 en 10%. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de geologische structuur van het stroomgebied. Het betreft een lössbodem, op steile hellingen gemengd met kiezels en stenen, bovenop een watervoerende kalklaag. Door het grote bergingsvolume van de kalklagen zijn de bodems in het gebied droog; slechts 6,2% van de landbouwgronden in het stroomgebied zijn bodems met een gestoorde natuurlijke waterhuishouding. Daar de grondwaterspiegel in een groot deel van het stroomgebied (op de hellingen en plateaus) 30 tot 40 meter onder het maaiveld ligt, is de bergingscapaciteit groot. Door een dergelijk diepe onverzadigde zone infiltreert de neerslag gemakkelijk naar de onderliggende watervoerende laag, en stroomt slechts weinig water oppervlakkig af.

Bij zeer intensieve neerslag kunnen de bovenste bodemlagen evenwel tijdelijk als het ware dichtslaan en kunnen door het uitgesproken reliëf grote piekdebieten afgevoerd worden, die aanleiding geven tot overstromingen. Opvallend

is dat de belangrijkste afvoeren in de periode 1994 tot 1999 zich in het stroomgebied hebben voorgedaan in de zomerperiode, namelijk in juni 1998 en juli 1999. Tijdens deze 2 afvoeren werden de hoogste neerslagintensiteiten geregistreerd uit deze periode, telkens boven de 20 mm per uur. Zeer recent in augustus 2002 was er ook wateroverlast door een intensieve zomerbui.

Erosie en aanslibbing

Een belangrijk probleem in de Voerstreek is erosie, een probleem dat vaak samengaat met het probleem van wateroverlast. Op vooral onvoldoende begroeide en sterk hellende bodems spoelen veel gronddeeltjes mee af met het regenwater. Naast het verlies aan grond en de verhoging van de schade bij overstromingen, veroorzaakt erosie nadien ook sedimentatie in de waterlopen, wat op zijn beurt de doorvoercapaciteit beperkt en opnieuw wateroverlast in de hand werkt. In het verleden zijn door erosie holle wegen ontstaan, die bij hoge afvoeren vaak dienst doen als afvoerweg voor regenwater. Om uitschuring en erosie in de Noorbeek tegen te gaan, zijn in het verleden verscheidene stuwen op deze waterloop aangelegd. Hierdoor wordt het steile verval en de hoge stroomsnelheid gebroken.

**Holle wegen
doen vaak dienst
als afvoerweg
voor regenwater.**



3 Structuur en infrastructuur van de Voer

Naast de kenmerken van het landschap en het landgebruik spelen uiteraard de kenmerken van de waterloop zelf een belangrijke rol bij de bepaling van het overstromingsrisico. Waaraan is te zien of een waterloop meer of minder risico loopt op overstromen?

Welke factoren spelen hierin mee?

Wat is de relatie tussen de kansen op overstroming en de structuur van natuurlijke en kunstmatige elementen in de waterloop?

In de dorpskern van 's-Gravenvoeren heeft de Voer slechte structuurkenmerken. De waterloop is hier rechtgetrokken in een betonnen bakprofiel.



Algemeen kan worden gesteld dat een waterloop met een zogenaamde goede structuur, meandert en holle oevers heeft. Bovendien wisselen diepe en ondiepe gedeeltes elkaar af. Een rivier met goede structuurkenmerken en een bochtig en dus langer traject is bij machte een extra volume aan water op te nemen en af te voeren. Bovendien vormen goede structuurkenmerken de basis voor ontwikkelingsmogelijkheden voor flora en fauna in en langs de waterloop, en neemt het zelfreinigend vermogen van de waterloop toe.

Veel van de natuurlijke kenmerken zijn door de mens beïnvloed en zelfs verdwenen. Bekken werden rechtgetrokken, soms ingebuisd, oevers werden verstevigd en veelvuldig worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Al deze ingrepen beïnvloeden de natuurlijke stromingskarakteristieken en het vermogen van de rivier om water op een veilige manier af te voeren. Door het rechtekken en indijken zijn waterlopen afgesneden van laaggelegen gebieden die als natuurlijke overstromingsgebieden functioneerden, en die nu vaak zijn ingepalmd als woon- en industriezones.

Niet alleen heeft de mens getracht het water te beteugelen door in te grijpen in de natuurlijke structuurkenmerken van de waterlopen, maar ook door constructies in de bedding van de waterloop aan te leggen. Voorbeelden hiervan zijn de aanleg van stuwen en verdeelwerken, maar ook de bouw van watermolens. Naast de grote voordelen van deze constructies vormen ze in enkele gevallen ook een bedreiging omdat ze de vrije afvoer van water belemmeren. Lokaal wordt het water opgestuwd, waardoor ter plekke overstromingsproblemen kunnen ontstaan. Een bijkomend nadeel is de invloed op het natuurlijke stromingsgedrag. Paaiplaatsen en fourageermogelijkheden verdwijnen, ontwikkelingsmogelijkheden voor flora en fauna worden beperkt. De barrières in de waterlopen (stuwen, watermolens, ...) belemmeren de stroomopwaartse migratie van vissen.



Structuurkenmerken van de Voer, Veurs en Noorbeek

De Voer heeft over vrijwel haar ganse lengte goede structuurkenmerken, met een goede meandering, holle oevers en een pool-riffle patroon. Wel is de waterloop tussen de bron 'De Drink' en de Commanderie over grote delen illegaal ingebuisd. In de dorpskern van Sint-Martens-Voeren komt plaatselijk bebouwing langs de oevers voor. Het tracé tussen deze dorpskern en het gehucht Schophem is gelegen in weiland en heeft goede structuurkenmerken, doch in het gehucht Ketten is de Voer over enkele kilometers rechtgetrokken. In de dorpskern van 's-Gravenvoeren krijgt de waterloop een slechte beoordeling; de Voer is hier rechtgetrokken in een betonnen bakprofiel.



Tussen de bron "De Drink" en de Commanderie is de Voer in de weiden illegaal ingebuisd.

De Voer tussen Schophem en Ketten heeft goede structuurkenmerken.



De natuurlijke bron van de Veurs in het gehucht Veurs, ten zuiden van de spoorwegtunnel.

De Veurs is de meest natuurlijke waterloop in het Voerbekken. Over een groot gedeelte loopt ze door een bronbos, waarbij de waterloop op verscheidene plaatsen gevoed wordt door bronnen. De structuurkenmerken zijn goed. Enkel in het dorpscentrum van Sint-Martens-Voeren daalt de structuurwaarde door een aantal recht-trekkingen, en opwaarts in het gehucht Veurs is de oorspronkelijke bron verdwenen door de aanleg van de spoorwegtunnel in het begin van de 20ste eeuw. De Veurs komt nu via 2 greppels uit de spoorwegtunnel. De Veurs wordt ook gevoed door een andere bron opwaarts van de spoorweg. Door werken bij de elektrificering van de spoorweg zijn de bodem- en waterlagen verstoord waardoor nu een grote hoeveelheid mergelslib via de bronnen in de spoorwegtunnel, in de Veurs terecht komt. Stroomopwaarts van de spoorwegtunnel is de beek illegaal ingebuisd. Deze zone werd vroeger door de beekforel gebruikt als paaiplaats.



Door de aanleg van de spoorwegtunnel in het begin van de 20ste eeuw in het gehucht Veurs is een oorspronkelijke bron van de Veurs beïnvloed. Het bronwater komt nu via twee greppels uit de spoorwegtunnel.

De Noorbeek is opwaarts het kasteel van Altembroek rechtgetrokken. Het gedeelte ter hoogte van Altembroek is eveneens gekanaliseerd, waarbij een deel van het water door de kasteelvijvers stroomt. Tussen de Molenhoeve en de dorpskern van 's-Gravenvoeren heeft de beek een goede structuurkwaliteit. Er is een redelijke meandering, er zijn holle oevers en sommige delen vertonen een stroomkuilenpatroon. De oevers zijn echter op vele plaatsen afgekald door de afwezigheid van een grindbodem, door het hoge verval, de afwezigheid van oeververstevigingen en vertrappeling door vee. Om deze erosie tegen te gaan zijn op vele



plaatsen bodemvallen aangebracht. In de dorpskern van 's-Gravenvoeren vloeit de Noorbeek samen met de Voer, waarbij de oevers deels verstevigd zijn waardoor de beek een geringe variatie kent.

De Beek heeft over grote lengtes slechte structuurkenmerken. Hier stroomt de waterloop in een betonnen bakprofiel.



Foto boven: De Noor opwaarts de dorpskern van 's-Gravenvoeren heeft goede structuurkenmerken, met een redelijke meandering.

Foto links: De Noor tussen de Molenhoeve en de dorpskern van 's-Gravenvoeren heeft een goede structuurkwaliteit. Om erosie tegen te gaan zijn verscheidene bodemvallen aangelegd.

Het afleidingskanaal naar het molenrad.

Waterbeheersingsinfrastructuur

De Voer en haar zijbeken zijn bronrivieren. Ongeveer 80% van de afvoer is basisafvoer, dus afkomstig van de trage afstroming van grondwater. Dit is een ander afvoerregime dan vele andere waterlopen in Vlaanderen, zoals bijvoorbeeld de waterlopen in het stroomgebied van de Dender, die het karakter hebben van een regenrivier. Bij regenrivieren is het brondebiet zeer klein ten opzichte van de neerslagafstroming, wat resulteert in zeer grote schommelingen van debieten en waterpeilen. In droge perioden is de afvoer in deze waterlopen klein, wat resulteert in lage waterstanden. Daarom zijn op deze waterlopen vaak stuwen gebouwd, die de afvoer en het waterpeil regelen. In het Voerbekken is dit niet nodig omdat er geen grote schommeling is van debieten en waterpeilen. De waterlopen worden het hele jaar voorzien van een minimaal debiet, terwijl de waterlopen van het Denderbekken bijvoorbeeld vaak vrijwel droog zouden vallen indien geen stuwen aanwezig zouden zijn.

Op de Voer zijn weliswaar in het verleden stuwen gebouwd om bijvoorbeeld water af te



leiden naar watermolens of omwille van andere doeleinden. Het betreft van opwaarts naar afwaarts de serie stuwen in het domein van de Commanderie te Sint-Pieters-Voeren om de visvijvers van water te voorzien, een 2 meter hoge stuw met een afleiding naar de visvijvers te Berg, een stuw afwaarts de straat Berg te Sint-Martens-Voeren (met een afleidingskanaal naar de watermolen 'Oude Molen' die niet meer in gebruik is), de stuw opwaarts het Kasteel van Ottegroeven, de stuw ter hoogte van de straat Meulenberg te 's-Gravenvoeren (met een afleiding naar de watermolen 'van l'Homme'), en de stuw in de dorpskern van 's-Gravenvoeren met een afleiding naar de watermolen 'Moleke' aan de Hoogstraat. Geen enkele van de watermolens op de Voer op Vlaams grondgebied is momenteel nog in gebruik. In het Nederlandse gedeelte van de Voer stroomafwaarts

Het "Moleke" (of molen van Janssen) in het centrum van 's-Gravenvoeren, met de stuw en bodemval op de Voer, vanwaar een afleidingskanaal naar het molenrad voert.





Bufferzone op de Beek in de gemeente Warsage.

's-Gravenvoeren zijn verbeteringswerken uitgevoerd. Bij hoge afvoeren ontstonden er in de Voer, vooral ter hoogte van de 5 hier gelegen watermolens, problemen met wateroverlast. Op de Noor op Vlaams grondgebied zijn er op het domein van het Kasteel van Altembroek stuwen aangelegd om de vijvers van water te voorzien.

Eind jaren '80, begin jaren '90 zijn in het Nederlandse gedeelte van het deelstroomgebied van de Noorbeek door het Waterschap Roer en Overmaas verschillende bufferzones aangebracht, met een totaal buffervolume van 19.900 m³, evenals in het Nederlands gedeelte van de Horstergrub, met een totaal buffervolume van 14.200 m³.

In het bekken van de Beek zijn in opdracht van de gemeente Dalhem in de jaren '89-90 twee bufferzones geconstrueerd om de waterover-

lastproblemen in de deelgemeente Warsage tegen te gaan, met een bergingscapaciteit van respectievelijk 6.400 m³ en 6.900 m³.

Bufferzone op de Horstergrub, net stroomopwaarts van de Belgisch-Nederlandse grens.

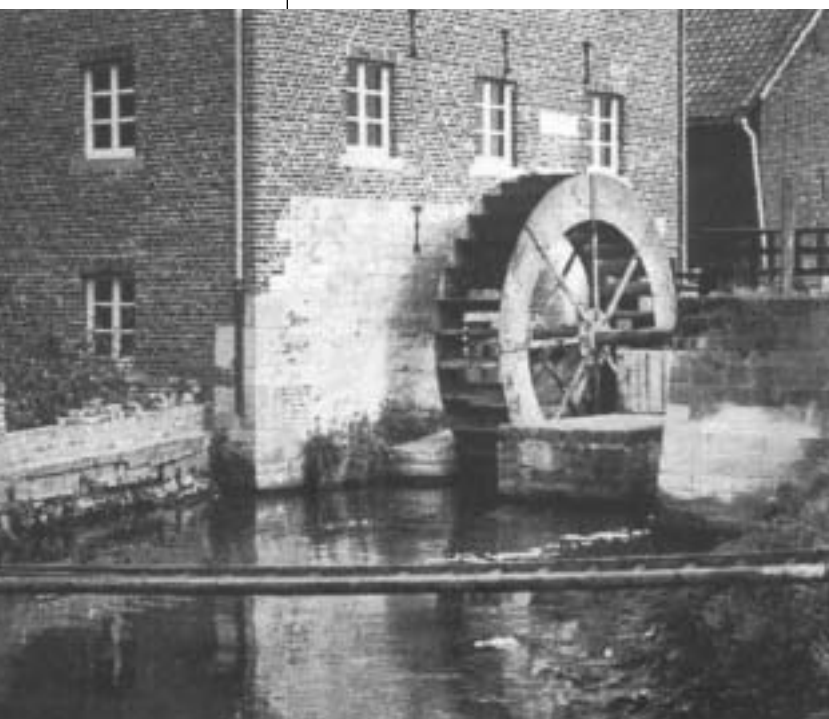


Vismigratieknelpunten

De waterlopen van het Voerbekken zijn met hun goede beekstructuur, hun goede waterkwaliteit en hun hoog verval een zeldzaamheid in het Vlaamse Gewest. Ze herbergen voor Vlaanderen een zeer unieke visfauna. De beken behoren tot de zogenaamde forelzone. Deze wateren worden gekenmerkt door een hoge stroomsnelheid, een hoge zuurstofconcentratie, een bodem bestaande uit grind en keien en een lage maximumtemperatuur, namelijk 20°C. De kenmerkende vissoort voor dit watertype is de beekforel. Als begeleidende vissoorten kunnen rivierdonderpad, elrits, beekprik en berrmpje voorkomen. De beekprik en het berrmpje vereisen evenwel een gedeeltelijke zandbodem. Deze voorwaarden zijn enkel in de Noorbek en in de benedenloop van de Voer vervuld.

Bij een visstandsbeemonstering in 1994 vertoonde de visstand in het Voerbekken duidelijke tekenen van verstoring. De elritspopulatie is volledig verdwenen, en de rivierdonderpadpopulaties lijken op lange termijn te verdwijnen. De achteruitgang van de visstand heeft 4 oorzaken. Ten eerste de beperkte migratiemogelijkheden, door een compartimentering van de waterlopen door stuwen, bodemvallen en andere structuren. Ten tweede hebben deze stroomminnende vissoorten door ingrepen zoals de aanleg van stuwen, heel wat sterk stromende habitats verloren. In gans Vlaanderen

Oude foto van de Graanmolen op de Voer te Eijsden in Nederland.



hebben de stroomminnende vissoorten problemen om zich in stand te houden. De plaatsen die oorspronkelijk werden ingenomen door deze soorten met specifieke eisen worden meer en meer bezet door vissen die minder sterke habitateisen stellen. Ten derde door de slibproblemen in de Veurs, sinds de aanleg van



de spoorwegtunnel, waardoor de waterloop troebel is geworden en alle aquatische leven vrijwel is verdwenen. Vroeger was de Veurs een uitgelezen paaiplaats voor beekforel. En tenslotte door een verslechterde waterkwaliteit door sluikestortingen en de lozing van afvalwater te 's-Gravenvoeren.



Het gebrek aan stroomopwaartse vismigratiemogelijkheden is vrijwel de belangrijkste oorzaak van de achteruitgang van het visbestand in het stroomgebied.

De waterlopen Voer, Veurs en Noorbeek zijn aangeduid als ecologisch waardevolle waterlopen, prioritair aangeduid voor het oplossen van de vismigratieknelpunten. Een BENELUX-Beschikking uit 1996 stelt dat vismigratie mogelijk moet worden gemaakt tegen 2010 voor alle vissoorten in alle waterlopen van de hydrografische bekkens van de Benelux. Om deze doelstelling te verwezenlijken heeft de afdeling Water een meerjarenprogramma ontwikkeld.

In Nederland is de Voer reeds vrijgemaakt voor vismigratie in 1993, waardoor vis reeds ongestoord vanuit de Maas kan optrekken in de Voer tot vrijwel de dorpskern van 's-Gravenvoeren. De 5 bestaande watermolens werden zo ingericht dat migratie mogelijk is. Eén van de opgeloste knelpunten voor vismigratie betreft de Graanmolen te Eijsden, een watermolen daterende van voor het midden van de 18de eeuw. Gezien de beperkte ruimte in de directe omgeving van de molen werd een V-vormige bekkentrap aangelegd, bestaande uit 11 bakken, waardoor over een lengte van 33 meter een hoogteverschil van 1,65 meter waterkolom overbrugd wordt.

De Graanmolen op de Voer te Eijsden in Nederland, niet ver van de monding van de waterloop in de Maas, is sinds 1993 vrijgemaakt voor vismigratie door de aanleg van een bekkentrap.

4 Waterkwaliteit van de Voer en haar zijbeken

Bij de studie van hoogwaterfenomenen wordt in de eerste plaats gedacht in kwantitatieve termen: volumes en debieten.

Toch is ook de waterkwaliteit een niet te verwaarlozen aspect van de problematiek, zowel naar de omgeving toe als binnen de waterloop.

Een slechte waterkwaliteit legt een hypotheek op de mogelijke inrichting van overstromingsgebieden, vooral in natuur- en landbouwgebieden. In het water opgeloste polluenten binden zich veelvuldig aan bodemdeeltjes, het zogenaamde slib. Na een overstroming blijft het eventueel verontreinigde slib achter. Indien deze verontreiniging sterk is, beperkt het in grote mate de ontwikkeling van bijvoorbeeld plantengemeenschappen of landbouwgewassen in natuur- of landbouwgebieden. Bij een goede waterkwaliteit heeft het daarentegen eerder een positief effect voor zowel natuur als landbouw. In de natuur versterkt het de dynamiek en daarmee de diversiteit van flora en fauna, op de landbouwgronden kunnen zich vruchtbare lagen afzetten.

De Voer stroomt door de visvijvers in het domein van de Commanderie.



In de waterloop zelf heeft sterke verontreiniging een aantasting van het natuurlijke biotoop tot gevolg. Wijzigingen in de plantengroei - overheersing van sommige soorten, verschraling of algehele verdwijning van de begroeiing - beïnvloeden onvermijdelijk ook de stromingskarakteristieken van de waterloop.

Op verschillende locaties in het stroomgebied wordt de waterkwaliteit jaarlijks meerdere malen gemeten door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Men bepaalt de waterkwaliteit aan de hand van twee indexen, de Belgische biotische index (BBI), die de biologische waterkwaliteit bepaalt, en de Prati-index, die de fysico-chemische kwaliteit bepaalt. De BBI steunt op de aan- of afwezigheid van een reeks van ongewervelde waterdieren. De Prati-index karakteriseert de zuurstofhuishouding van het water. Polluenten kunnen door de natuur zelf afgebroken worden door micro-organismen, mits deze organismen voldoende zuurstof vinden. Hoe groter de vervuiling, hoe meer zuurstof in het water aanwezig moet zijn om deze af te breken. Deze vraag naar zuurstof geeft hierdoor de vervuilingsgraad aan.

Op basis van metingen in 2000 kan worden gesteld dat de kwaliteit van het water in de Voer, de Veurs en Noorbeek aanvaardbaar is voor wat betreft de Prati-index. Dit is niettemin een verdere daling in kwaliteit ten opzichte van 1999, na een reeds belangrijke daling in 1999 ten opzichte van 1998, toen de Prati-index op alle meetlocaties in het stroomgebied geen verontreiniging gaf, behalve afwaarts 's-Gravenvoeren waar de kwaliteit toen ook aanvaardbaar was. In de opwaartse gedeelten van het stroomgebied, namelijk in de Voer en Veurs te Sint-Martens-Voeren en in de Noorbeek, heeft het water een goede tot zeer goede biologische waterkwaliteit. Ten opzichte van de vorige jaren is de biologische waterkwaliteit van de Voer te 's-Gravenvoeren en Mesch verbeterd tot de kwalificatie 'goed'. Over het algemeen beantwoorden de waterlopen aan

de basiskwaliteitsnormen, al worden enkele overschrijdingen vastgesteld. Met name voor fosfor en zwevende stoffen op de Voer in en afwaarts 's-Gravenvoeren, en voor nitraat en zwevende stoffen op de Noorbeek.

Weinig riolering aanwezig

Buiten een aantal straten te Sint-Pieters-Voeren is er momenteel in het Vlaamse gedeelte van de Voer bijna geen riolering aanwezig. Meer dan 95% van alle rioleringen moeten nog worden aangelegd, evenals een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) langs de Voer juist afwaarts de dorpskern van 's-Gravenvoeren, die het afvalwater van Sint-Pieters-Voeren, Veurs, Krindeal, Sint-Martens-Voeren, Schophem en 's-Gravenvoeren zal zuiveren. Het afvalwater van Mheer in Nederland wordt via een pijpleiding verpompt naar een RWZI in het stroomgebied van de Geul. Dit rioleringssysteem heeft een aantal overstorten op de Horstergrub en de Noor, die de waterkwaliteit in deze valleien permanent bedreigen.

De beken van het Voerbekken zijn kalkrijke, licht alkalische, zuurstofrijke wateren. Dankzij hun hoge verval en hun goede structuurkenmerken bezitten deze beken een groot zelfreinigend vermogen. In het besluit van de Vlaamse regering van 21 oktober 1987 werd aan de Voer de bestemming viswater toegekend; de overige beken in het stroomgebied hebben als bestemming basiskwaliteit. Door het in de toekomst aansluiten van huishoudens op de geplande RWZI afwaarts de dorpskern van 's-Gravenvoeren en de ontwikkeling van kleinschalige waterzuivering, zal lozing van verontreinigd water verder worden teruggedrongen. Het ligt in de verwachting dat door al die inspanningen de waterkwaliteit in de toekomst zal verbeteren. Door het landelijk karakter van het gebied kan niet elk huishouden worden aangesloten op de riolering, en moet er dus op veel plaatsen kleinschalige waterzuivering worden geïnstalleerd. Stroomopwaarts liggen in Wallonië ook nog een aantal zuiveringsgebieden met een onvolledige afvalwaterinfrastructuur. Dit heeft vanzelfsprekend nadelige gevolgen voor de waterkwaliteit in het Vlaamse landsdeel. Ook hieruit blijkt weer het belang van een integrale benadering.



Dankzij haar goede kwaliteit kan het water van de Voer gebruikt worden voor de viskwekerij in de Commanderie te Sint-Pieters-Voeren.

5 Het nut van voorspellen



Bij het aandragen van oplossingen voor het hoogwaterbeheer, kaderend in integraal waterbeheer, worden in toenemende mate computermodellen gebruikt. Deze stellen ons in staat de doeltreffendheid van oplossingen ter voorkoming van overstromingen op voorhand beter in te schatten.

Vroeger kon de impact van aanpassingen aan een waterloop (zoals het vergroten van een duiker, het plaatsen van een stuw, het ruimen van een beek) ter voorkoming van wateroverlast meestal pas beoordeeld worden eens de werken voltooid waren. De huidige kennis van hydrologie en hydraulica in combinatie met de rekenkracht van moderne computers laten toe een rivier of bekenstelsel op een andere manier te beheren. Met behulp van specifieke computerprogramma's gebaseerd op wiskundige modellen kan het huidige gedrag van een waterlopenstelsel 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 ter voorkoming van bijvoorbeeld wateroverlast in de toekomst gemakkelijker vergeleken worden.

Bij hevige neerslag vergroot de afvoer en kan er wateroverlast optreden. Om deze processen te simuleren, is er in de studie van de Voer gebruik gemaakt van twee computermodellen, namelijk van een hydrologisch en een hydrodynamisch model. Vooreerst modelleert het hydrologisch model de relatie tussen neerslaghoeveelheid en neerslagafvoer, met andere woorden de hoeveelheid neerslag die uiteindelijk in de waterlopen terecht komt. Niet alle neerslag komt immers onmiddellijk in de waterlopen terecht: een deel verdampt en infiltriert. De doelstelling van het hydrologisch model is het opstellen van inloophydrogrammen aan de invoerknoppen van het hydrodynamisch model. Vervolgens modelleert het hydrodynamisch model de waterstroming in de waterlopen zelf, als resultaat van de neerslag die in de waterlopen terecht komt. Hierbij wordt de waterhoogte gesimuleerd, waaruit kan worden afgeleid of de waterlopen buiten hun oevers treden of niet. De combinatie van de twee modellen legt het verband tussen neerslag en overstromingen.

Weggespoelde brug na hevige neerslag.



Bij het gebruik van modellen staat voorop dat het een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid is. Om deze weergave zo getrouw mogelijk te laten zijn, moeten de in het model opgenomen parameters eerst geschat en dan aangepast worden, totdat de modelresultaten zo goed mogelijk overeenkomen met gemeten waarden. Dit noemt men kalibreren of ijken. Voor het hydrologisch model is een belangrijke parameter de afvoercoëfficiënt, voor het hydrodynamisch model is een belangrijke parameter de bodemruwheid van de waterloop.

Neerslag en afvoer voorspellen

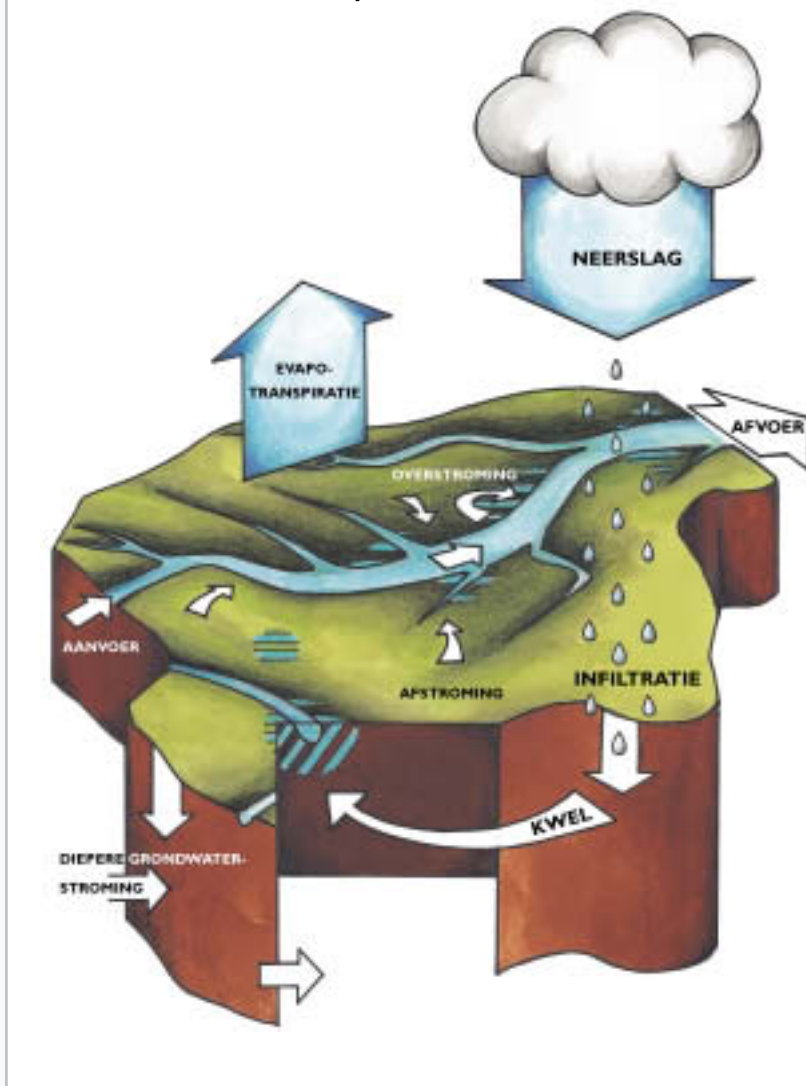
De hoeveelheid neerslag die uiteindelijk door een waterloop moet worden afgevoerd, kan worden voorspeld aan de hand van een hydrologisch model. Om de doeltreffendheid van ingrepen tegen wateroverlast te kunnen voorspellen, moet om te beginnen bekend zijn welke typen van buien zich in het stroomgebied voordoen, en met welke kans deze in de toekomst opnieuw kunnen voorkomen.

Overstromingen traden in het Voerbekken in het verleden zowel op in de zomer als in de winter. Uitzonderlijk voor Vlaanderen is echter dat de belangrijkste afvoeren in het gebied zich voordoen in de zomerperiode. De kenmerken van een typische bui in de zomer zijn verschillend van een typische bui in de winter. Zomerse buien zijn buien waarbij gedurende een korte periode heel veel neerslag valt op een relatief klein gebied. Vaak zijn het onweersbuien. Omdat het water met zeer hoge intensiteit valt, krijgt het weinig tijd om in de bodem te dringen en stroomt het snel richting waterloop. De rivier krijgt in een korte periode grote hoeveelheden water af te voeren. Dit leidt tot zogenaamde hoge piekdebieten. Dit was het geval voor de stormen van juni 1998 en juli 1999, waarbij de neerslagintensiteit zeer hoog was, namelijk groter dan 20 mm per uur.

In de winter is er vaak sprake van langdurige neerslag. Ook al is bijvoorbeeld de hoeveelheid neerslag die per uur valt niet groot, toch kunnen ook dit soort buien tot kritieke situaties leiden. Een watersysteem heeft een bepaald vermogen om water te bergen, enerzijds als grondwater, anderzijds in de rivier zelf en in aangrenzende overstromingsgebieden. Indien gedurende een aantal dagen neerslag valt, is op een gegeven moment de aanwezige bergingscapaciteit volledig gebruikt. Er is dan sprake van verzadiging. Bij aanhoudende neerslag stijgen de waterstanden in de rivier snel en gaat de rivier op zoek naar andere gebieden om haar water te bergen. In winterperiodes is dus niet zo zeer de intensiteit, maar eerder de hoeveelheid neerslag die gedurende een aantal dagen valt de maatgevende factor. Dit leidt tot zogenaamde hoge volumedebieten.

Men kan een voorspelling maken van de herhalingsperiode van een afvoerdebit aan de meetgoot te Mesch. Deze metingen, de langst beschikbare reeks in het gebied, worden uitgevoerd door het waterschap Roer en Overmaas. Herhalingsperiodes van afvoerdebieten worden gekoppeld aan de grootte van regenbuien of aan overstromingen. Kleine regenbuien komen zeer vaak voor en hebben dus een kleine herhalingsperiode. Zeer zware regenbuien komen minder frequent voor en hebben een grotere herhalingsperiode. Deze herhalingsperiodes berusten op historische gegevens (voor de Voer zijn dit de meetgegevens te Mesch voor de jaren 1994 tot 1999) en zijn gemiddelde waarden. Een bepaald afvoerdebit met een herhalingsperiode van bijvoorbeeld 5 jaar,

Hoe functioneert het watersysteem?



kan na 3 jaar al opnieuw voorkomen maar kan ook 9 jaar op zich laten wachten. Hetzelfde kan gezegd worden voor een regenbui. Er moet echter opgepast worden met de interpretatie van de herhalingsperiode van een regenbui en een afvoerdebit. Een bui met een bepaalde herhalingsperiode geeft niet steeds het afvoerdebit met diezelfde herhalingsperiode, want de reactie van het stroomgebied op de bui hangt af van de initiële condities van dit gebied (zoals verzadigingsgehalte van de bodem).

Om inzicht te krijgen in de kans van voorkomen van een bepaalde afvoer worden de limnigraafmetingen onderworpen aan een frequentie-analyse en regressieanalyse (wiskundige berekeningen op de van groot naar klein gerangschikte metingen). Om meer betrouwbare voorspellingen op langere termijn te kunnen doen, zijn deze gemeten reeksen vaak te kort. Ze worden daarom aangevuld met hypothetische waarden, het zogenaamde extrapoleren. Deze extrapolaties kennen een grote mate aan onzekerheid. Het bepalen van de piekwaarden en afvoervolumes aan de limnigraaf voor verschillende herhalingsperiodes kan verbeterd worden door vergelijking met de uitkomsten van de berekeningen in andere stroomgebieden in Vlaanderen. De bekomen waarden worden gebruikt om het hydrologisch model mee te controleren op zijn juistheid.

Schematische voorstelling van het watersysteem.



Het hydrologisch model

Het hydrologisch model simuleert het afstromingsproces. De resultaten van dit model vormen de inloophydrogrammen aan de invoerknoppen van het hydrodynamisch model. Voor de

studie van de Voer werd het Engelse model PDM gebruikt. Het PDM-model (Probability Distributed Moisture) is een conceptueel neerslag-afvoermodel geschikt voor continue simulaties. Een conceptueel model is gebaseerd op een vereenvoudigd concept voor de beschrijving van het neerslag-afvoerproces. Het model beschrijft de functionele relaties tussen invoer (neerslag) en uitvoer (afvoer) van het watersysteem aan de hand van semi-empirische wiskundige vergelijkingen. De fysische betekenis hiervan is echter onvoldoende opdat de parameters uit directe metingen kunnen afgeleid worden. De parameters dienen bepaald te worden door calibratie. PDM werd in de loop van de jaren '80 ontwikkeld door het bekende British Institute of Hydrology. In essentie laat een dergelijk model de oppervlakkig afstromende neerslag door een aantal opeenvolgende reservoirs lopen. Daartoe wordt de gevallen neerslag eerst via een verliesfunctie vermindert tot de hoeveelheid neerslag die oppervlakkig afstroomt (het verlies stelt de neerslag voor die verdampt, blijft staan in plassen of in de grond sijpelt). De reservoirs stellen dan de voornaamste fysische elementen (bergingen) van het stroomgebied voor die invloed hebben op de afstroming van de neerslag over de grond richting waterloop. Als belangrijkste kenmerk van PDM geldt het gebruik van een wiskundige verdelingsfunctie voor het bodemvochtgehalte ('soil moisture capacity') zodat niet langer met één conceptueel bodemreservoir gerekend wordt, maar met een ganse waaier van reservoirs. Dit laat toe om de dynamische aangroei van de vernattende gebieden in rekening te brengen zonder dat deze gebieden expliciet op kaart lokaliseerbaar moeten zijn. Er

bestaan veel andere soorten modellen, die echter allemaal hun voor- en nadelen hebben.

Omwille van de uitgestrektheid van het bestudeerde stroomgebied van de Voer, de ruimtelijke variabiliteit van de neerslag en het verschil in landgebruik, is voor de opbouw van het hydrologisch model het stroomgebied opgesplitst in deelstroomgebieden. Bij het vastleggen van de grenzen van de deelstroomgebieden wordt rekening gehouden met topografische waterscheidingen, de behoefte aan informatie (inloophydrogrammen, overstromingsgevoelige gebieden, ...), de situering van de meetpunten (limnigrafie, pluviografie, topografische opmetingen) en plaatsen waar significante veranderingen in de hydrologische en/of hydraulische randvoorwaarden optreden: neerslag, infiltratiekarakteristieken (bodemgebruik en bodemtype), afvoer, geometrie van de beek, locatie van waterbeheersingsinfrastructuur, ... Het hydrologisch model veronderstelt immers uniforme eigenschappen per deelgebied.

Afjiking van het model

Deze eigenschappen worden in het model vertaald door parameters. Een belangrijke parameter is de afvoercoëfficiënt, een maat voor de afstroming van de neerslag over het grondoppervlak. Voor gebieden met leembodems met geringe helling (0-5%) en een landgebruik als gras, gewas of kale bodem variëren de afvoercoëfficiënten in het algemeen tussen de 20 en 50%. Uit de meetreeks te Mesch van 1994 tot 1999 werden 20 stormen geselecteerd om na te gaan wat de gemiddelde afvoercoëfficiënt van het stroomgebied aan de meetgoot is. Deze is gemiddeld 3,6% voor deze stormen, met een minimum van 1% en een maximum van 8%. Deze waarde is zeer laag vergeleken met andere stroomgebieden in Vlaanderen die ook een leembodem en een sterk uitgesproken reliëf hebben. Het is zeer belangrijk met deze vaststellingen rekening te houden bij de opbouw van het hydrologisch model.

Zandzakken, een vertrouwd beeld langs have en goed in tijden van rampspoed.

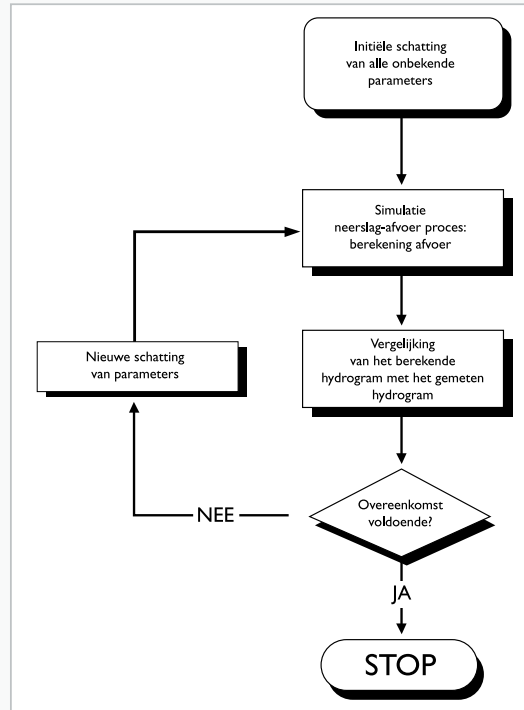


Om betrouwbare voorspellingen te doen, moet het model zo nauwkeurig mogelijk afgestemd worden op de karakteristieke eigenschappen van het gegeven stroomgebied. IJken of kalibreren gebeurt door berekende afvoerwaarden te vergelijken met metingen afkomstig van waargebeurde regenbuien, evenementen genoemd. Het is een iteratief proces, waarbij de parameters van het hydrologische model (afvoercoëfficiënt, initieel verlies ...) na elke rekencyclus worden bijgesteld tot er voldoende overeenkomst wordt vastgesteld tussen gemeten en berekende waarden. De kalibratie werd uitgevoerd op basis van de beschikbare meetreeks van 5 jaar te Mesch.

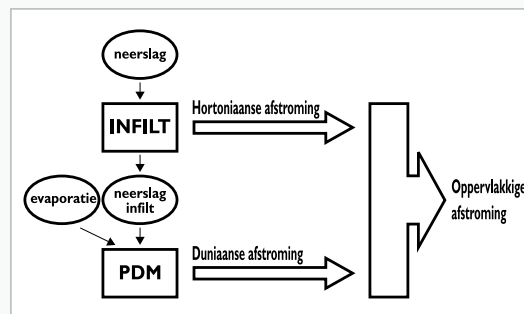
Uit de kalibratie bleek dat de oppervlakkige afstroming zich in het stroomgebied van de Voer niet alleen voordoet ten gevolge van een verzadigde ondergrond (de zogenaamde Duniaanse afstroming), maar ook en vooral ten gevolge van een overschrijding van de infiltratiecapaciteit bij hoge neerslagintensiteiten (de zogenaamde Hortoniaanse afstroming), zoals die zich vooral voordoen in de zomer. Dit kan te verklaren zijn door de aanwezigheid van een watervoerende laag met grote bergingscapaciteit onder de lemige bodems van het gebied, waardoor al dan niet langdurige doch niet intense neerslag wordt afgevoerd naar de watervoerende laag, terwijl bij zeer intense neerslag de oppervlakkige afvoer over de steile hellingen plots groot kan worden door een overschrijding van de infiltratiecapaciteit (het zogenaamde 'dichtslaan' van de grond). Om deze reden werd een bijkomend hydrologisch model gebouwd, genaamd INFILT, dat specifiek deze Hortoniaanse afstroming simuleert. Met behulp van beide hydrologische modellen werd een goede kalibratie bekomen voor de beschikbare meetreeks van 5 jaar.

Simulatie met het model

Eenmaal de kalibratie is uitgevoerd, is het model klaar om gebruikt te worden en kunnen de zogenaamde maatgevende hydrogrammen afgeleid worden. Het gecombineerd hydrologisch model PDM - INFILT wordt namelijk gebruikt om een afvoerreeks te genereren die veel langer is dan de waargenomen reeks die bij de kalibratie gebruikt

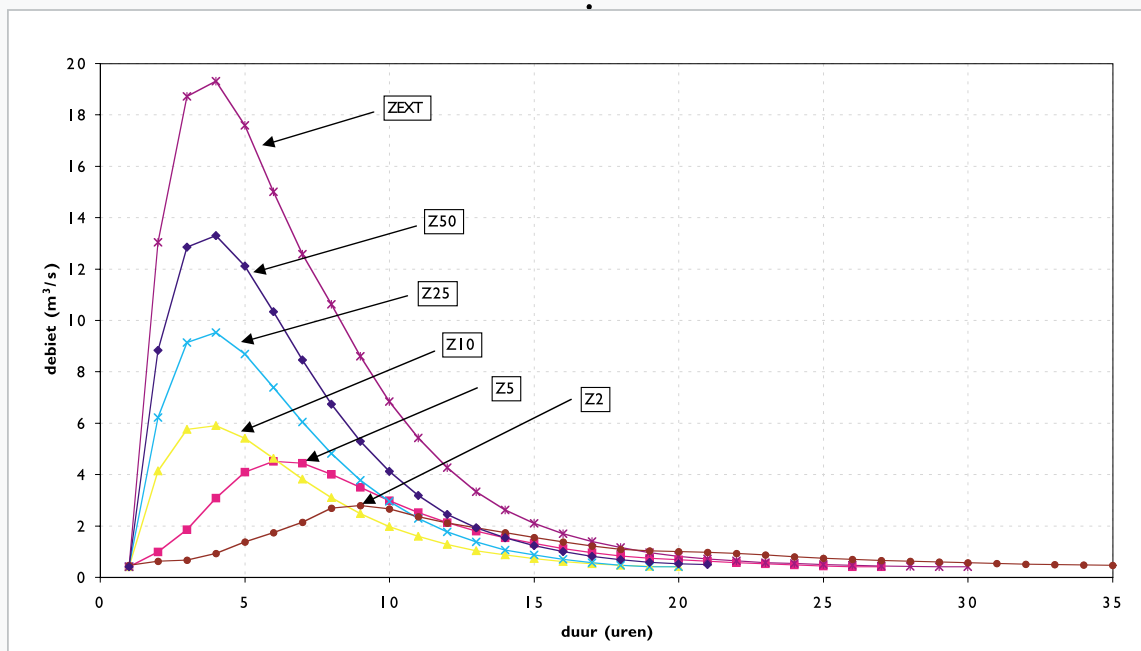


Stroomschema kalibratie hydrologisch model (optimalisatie van de parameters).



Schematische voorstelling van de berekening van de oppervlakkige afstroming.

werd. Daartoe wordt de 100-jarige uurlijkse neerslagreeks van Ukkel (1897 - 1997) ingevoerd in het model. Het resultaat van de berekeningen is dan een 100-jarige debietreeks. Men heeft als het ware de gemeten debietreeks geëxtrapoleerd in de tijd door het stroomgebied in de computer 100 jaar te laten beregenen. Op deze manier werd een



Maatgevende zomerhydrogrammen, voor de terugkeerperiodes 2, 5, 10, 25, 50 en meer dan 100 jaar.



continue afvoerreeks bekomen van de totale afstroming ter plaatse van de meetgoot te Mesch met een duur van 100 jaar. Uit deze 100-jarige debietreeks werden vervolgens 10 hydrogrammen geselecteerd die een bepaalde kans van voorkomen hebben. Dit gebeurt op basis van een frequentie-analyse. Deze 10 hydrogrammen kunnen als maatgevend beschouwd worden. Dat wil zeggen dat zij passen bij kritische herhalingsperiodes, op basis waarvan het waterbeheer in het gebied zal ontworpen worden. De gekozen herhalingsperiodes zijn: 2, 5, 10, 25 en 50 jaar. Hiermee wordt een volledig inzicht bekomen in het gedrag van de waterloop en zijn vallei bij steeds zwaarder wordende stormen. De selectie van de stormen gebeurt op basis van twee verschillende criteria. Enerzijds worden er hydrogrammen geselecteerd die gekenmerkt worden door een groot afvoervolume, de zogenaamde winterhydrogrammen. Anderzijds worden hydrogrammen geselecteerd die gekenmerkt worden door een groot piekdebiet. Hoewel ze vaak ook in de winter voorkomen, worden deze hydrogrammen zomerhydrogrammen genoemd. Als resultaat krijgt men 5 maatgevende winterhydrogrammen en 5 maatgevende zomerhydrogrammen, voor terugkeerperiodes van 2, 5, 10, 25 en 50 jaar. Daarnaast werd nog een extreem afvoerhydrogram afgeleid waarvan de terugkeerperiode meer dan 100 jaar bedraagt. Deze storm wordt als noodscenario bestudeerd.

Modelleren van stroming in waterlopen

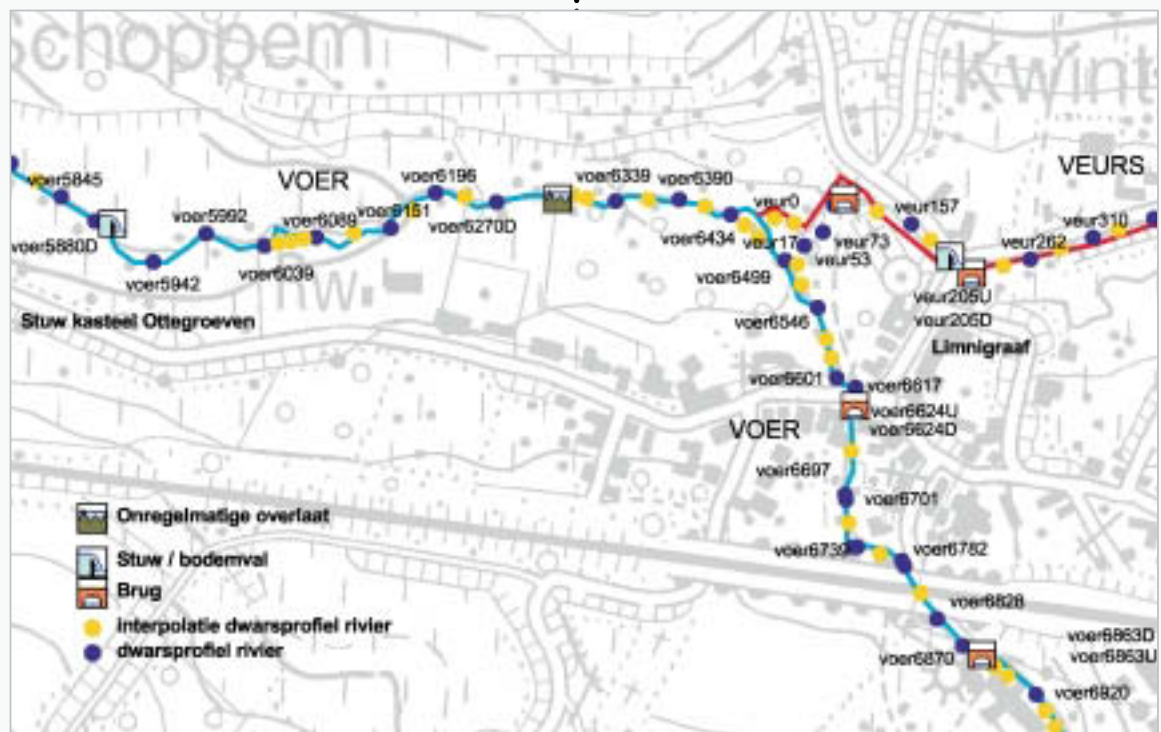
Om het stromingsgedrag van het water doorheen een waterloop op specifieke plaatsen te voorspellen, wordt een computermodel opgebouwd dat de fysische kenmerken van die waterloop nabootst. Eens de bestaande toestand is opgebouwd als referentie kunnen eveneens geplande verbeteringswerken als scenario worden berekend.

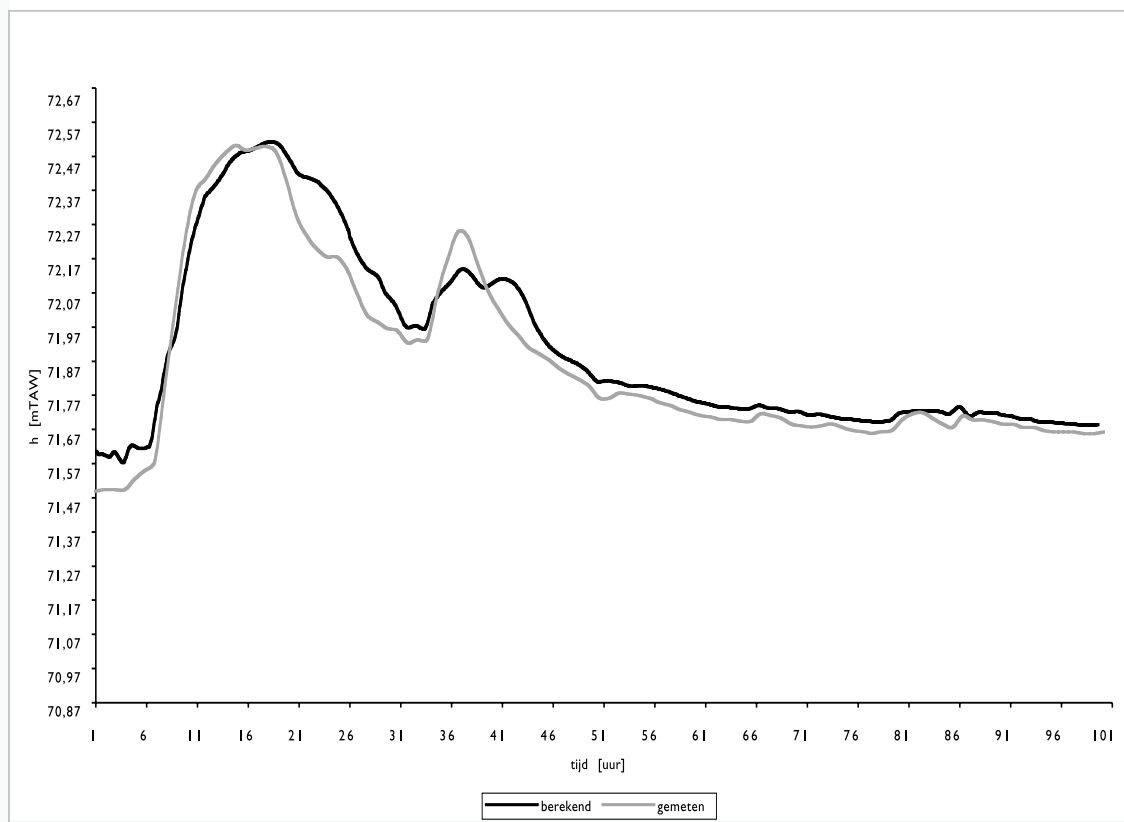
Per deelstroomgebied zijn de door de waterloop te

verwerken watervolumes als gevolg van de neerslagsituatie berekend door middel van het hydrologisch model. Ze vormen de inputgegevens voor de hydraulische (hydrodynamische) simulatie waarmee voor een aantal locaties waterstanden en debieten worden voorspeld in functie van de tijd.

Het hydraulisch model van de Voer bestaat uit een netwerk van 959 rekenknopen. In deze knopen worden de fysische kenmerken van de waterloop beschreven. Andere knopen zijn de randvoorwaarden (inloophydrogrammen en afwaartse randvoorwaarde). De fysische kenmerken zijn dwarsprofielen ongeveer om de 50 meter, hydraulische kunstwerken op de waterloop (bruggen, vaste overlaten, (beweegbare) stuw, duikers, stroming door openingen ter hoogte van een bypass) en de topografie van de overstromingszones. Het gebruikte softwarepakket ISIS berekent in de knopen de waterpeilen, debieten en stroomsnelheden in functie van de tijd, rekening houdend met interne en externe randvoorwaarden. De externe randvoorwaarden zijn een debiet in functie van de tijd (de inloophydrogrammen uit het hydrologisch model) en afwaarts de debiet-waterhoogte-relatie in de meetgoot te Mesch. Interne randvoorwaarden omvatten de eigenschappen van de beekbedding en een wiskundige beschrijving van de aanwezige kunstwerken die een invloed hebben op de hydrodynamica. De afmetingen van de dwarsprofielen en de kunstwerken werden tijdens terreinwerk opgemeten door een landmeetbureau. Het model van de Voer is opgebouwd vanaf de Commanderiebron te Sint-Pieters-Voeren tot aan de meetgoot te Mesch. Het omvat de gedeelten van eerste en tweede categorie van deze waterloop. Van de waterlopen van tweede categorie werd een hydrodynamisch model opgebouwd van de Veurs, vanaf de spoorwegtunnel tot de monding in de Voer in de dorpskern van Sint-Martens-Voeren, en van de Noorbeek, vanaf de Nederlandse grens tot aan de monding in de Voer. De andere waterlopen worden enkel via het hydrologisch model meegenomen in de detailberekeningen.

Schema van de knopen (rekenpunten) van het ISIS-model ter hoogte van de dorpskern van Sint-Martens-Voeren. Elke knoop wordt voorgesteld door een symbool dat de aard van de knoop illustreert. De blauwe bolletjes zijn de gewone dwarssecties van de waterlopen. Andere symbolen geven bijvoorbeeld een brug of een stuw weer.





Vergelijking berekende en gemeten waterstanden (calibratie) te Mesch, voor de storm van 13 september 1998 (om 13.00 uur) tot en met 19 september 1998 (om 12.00 uur).

Om het model te kalibreren aan de werkelijkheid werden de periode van de meetcampagne en een aantal historische stormen doorgerekend. De onbekenden of onzekerheden zoals de bedruwheid van de beekbedding en de verliescoëfficiënten van de kunstwerken werden zoals bij het ijken van het hydrologisch model ook initieel geschat, en dan interactief gecorrigeerd totdat een goede overeenkomst tussen gesimuleerde en gemeten debieten en waterpeilen bekomen werd.

Eens het model opgesteld (gekalibreerd) en nagezien (gevalideerd) is, werd de huidige toestand van de Voer, de Veurs en de Noorbeek doorgerekend. Dit gebeurde aan de hand van 11 simulaties: namelijk voor maatgevende zomer- en winterbuien met een terugkeerperiode van 2, 5, 10, 25 en 50 jaar, en voor een extreme storm met een terugkeerperiode van

meer dan 100 jaar. De simulatieresultaten leveren dan debieten en waterhoogten in alle gemodelleerde knopen van de gemodelleerde Voer, de Veurs en de Noorbeek. Overstromingen treden op waar het berekende waterpeil hoger is dan de oevers. Bijvoorbeeld op de bovenste figuur op pagina 34 duiden de rode en groene lijnen op het lengteprofiel respectievelijk de ligging van linker- en rechteroever van de Voer aan ter hoogte van de monding van de Horstergrub in de dorpskern van 's-Gravenvoeren.

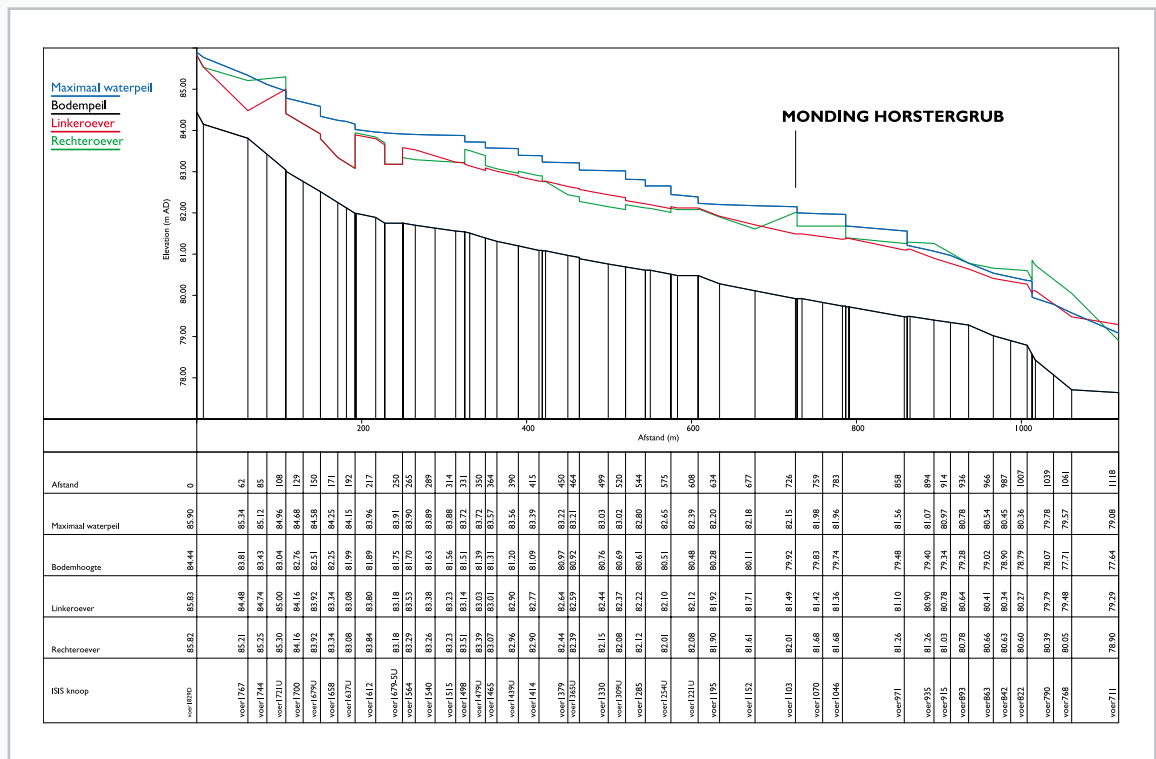
De Voer vanaf de monding van de Horstergrub (met zicht naar stroomafwaarts) in het dorpscentrum van 's-Gravenvoeren.



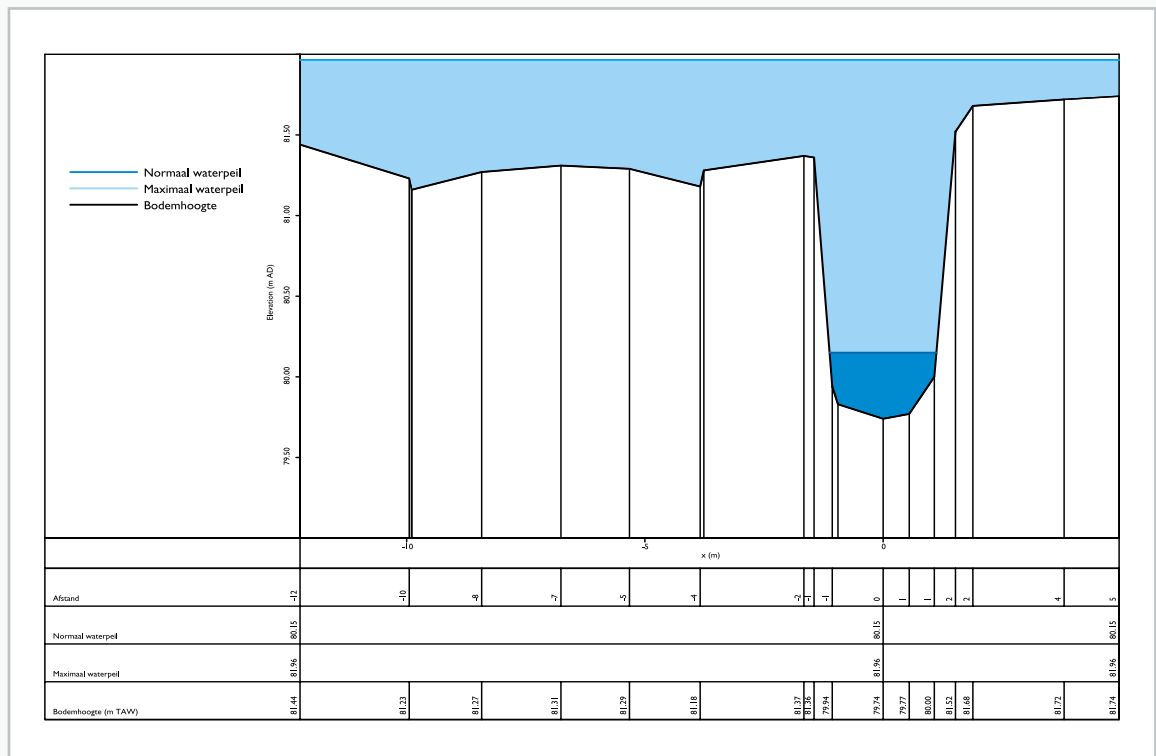
De blauwe lijn bepaalt de maximale waterhoogte, hier voor een maatgevende zomerbui met een retourperiode van 25 jaar. Er kan vastgesteld worden op welke plaatsen problemen te verwachten zijn. Dezelfde informatie kan bekomen worden uit de verschillende dwarsprofielen.

De monding van de Horstergrub in de Voer.

Lengteprofiel van de Voer in het dorpscentrum van 's-Gravenvoeren. Bijvoorbeeld een afvoerdebiet (zomer) met een terugkeerperiode van eens in de 25 jaar geeft een maximaal waterpeil dat op verschillende plaatsen hoger ligt dan de linker- en/of de rechteroever. Er treedt dus wateroverlast op.



Dwarsprofiel Voer 1046 in het ISIS-model van de Voer, een 25-tal meter afwaarts de monding van de Horstergrub in de Voer met aanduiding van een normaal waterpeil en een hoog waterpeil (afvoerdebiet zomer met een terugkeerperiode van eens om de 25 jaar) waarbij zowel de linker- als de rechteroever overstroomt.



In de onderste figuur wordt een dwarsprofiel weergegeven, namelijk aan de monding van de Horstergrub. Bij een normaal waterpeil zijn er geen overstromingsproblemen. Bij een zomerstorm met een retourperiode van 25 jaar blijken echter overstromingen op zowel de linkeroever als de rechteroever voor te komen.

Uit de simulaties van de bestaande toestand blijkt dat vanaf het gehucht Ketten tot Mesch zich wateroverlastproblemen voordoen langs het hele traject van de Voer, en met een grote regelmaat. Vanaf een terugkeerperiode van 2 jaar is er zeer lokale wateroverlast in het dorpscentrum

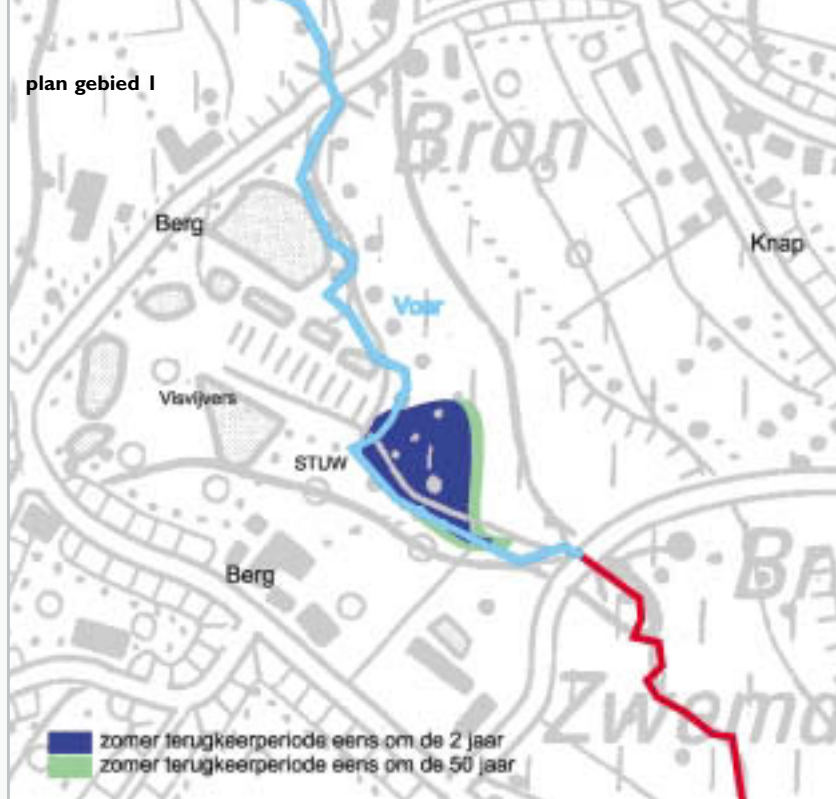
van 's-Gravenvoeren. Concreet betekent dit dat over de laatste 20 jaar lokaal ongeveer 10 keer wateroverlast is opgetreden in 's-Gravenvoeren. Vanaf een terugkeerperiode van 5 jaar wordt deze wateroverlast belangrijk. De wateroverlast langs de Voer wordt vooral veroorzaakt door de beperkte afvoercapaciteit van de waterloop zelf. Bepaalde structuren, zoals molens, stuwen en bruggen, zorgen lokaal voor opstuw, zoals in het dorpscentrum van 's-Gravenvoeren ter hoogte van de stuw aan de afleiding van de Molen van l'Homme, en de stuw naar de visvijvers te Berg. In het dorpscentrum van Sint-Martens-Voeren doet zich ook wateroverlast voor vanuit de Veurs.

Gekende overstromingen

In wat volgt worden de gebieden onderhevig aan overstromingen van opwaarts naar afwaarts beschreven, voor de Voer, de Veurs en de Noorbeek. Niet alle gebieden waar overstromingen optreden worden beschouwd als wateroverlastgebieden, daar ze gelegen zijn in natuurgebied of landbouwgebied. Hier is de optredende schade gering of afwezig; meestal zijn deze gebieden al van nature aan overstromingen onderworpen.

Een eerste gebied waar de Voer buiten haar oevers treedt (overstromingsfrequentie eens om de 2 jaar) is aan de stuw te Berg, waar via een afleiding water stroomt naar de visvijvers van Berg. Dit gebied is aangegeven op het gewestplan als recreatiegebied; er overstroomt geen bebouwing.

Aan de stuw een 100-tal meter opwaarts van het Kasteel van Ottegroeven te Schoppem overstroomt de Voer (overstromingsfrequentie eens om de 2 jaar) in een natuurgebied, te wijten aan opstuwung door de stuw. De afvoercapaciteit van de Voer ter hoogte van het Kasteel bedraagt $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit gebied wordt niet als kritisch ervaren omdat er ingevolge de gewestplanbestemming geen overstromingsgevoelige activiteiten mogen plaatsvinden, en er dus weinig maatschappelijke schade kan ontstaan.

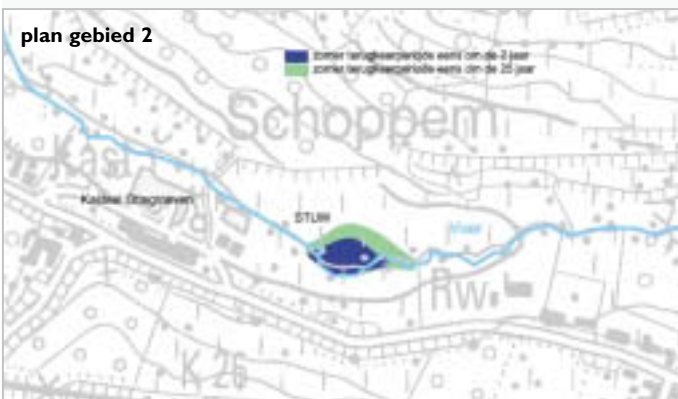


Een derde gebied gekenmerkt door wateroverlast (overstromingsfrequentie eens om de 25 jaar) is het gehucht Ketten, waar de Voer langs de weg Schoppem stroomt. De afvoercapaciteit van de Voer is hier beperkt tot $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Het overstroomd gebied is aangegeven op het gewestplan als landschappelijk waardevol agrarisch gebied, waarbij de weg Schoppem en bebouwing onder water kunnen komen.

Een vierde gebied gekenmerkt door wateroverlast is de straat Ketten (overstromingsfrequentie eens om de 25 jaar), waar de Voer een afvoercapaciteit van $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ heeft, tot iets verder stroomafwaarts aan de stuw ter hoogte van de weg Meulenberg, met een afleidingskanaaltje naar de molen van l'Homme. Dit gebied staat aangegeven op het gewestplan als landschappelijk waardevol agrarisch gebied.

Overstromingen in de huidige toestand van de Voer aan de stuw te Berg, tussen de dorpskernen van Sint-Pieters-Voeren en Sint-Martens-Voeren.

Overstromingen in de huidige toestand van de Voer opwaarts de stuw aan het Kasteel van Ottegroeven.



Overstromingen in de huidige toestand van de Voer in het gehucht Ketten, langs de weg Schoppem en aan de weg Ketten.



In het centrum van 's-Gravenvoeren geeft de Voer wateroverlast (overstromingsfrequentie eens om de 5 jaar) vanaf een 100-tal meter opwaarts de monding van de Noorbeek tot aan de stuw aan de Dokter Goffinstraat,

waar een afleidingskanaal stroomt naar de watermolen 'het Moleke'. De afvoercapaciteit van dit deel van de Voer bedraagt slechts $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Op het gewestplan staat het overstroomde gebied aangegeven deels als woongebied met een landelijk karakter, deels als landschappelijk waardevol agrarisch gebied.

Een zesde gebied dat te kampen heeft met wateroverlast is het gebied vanaf de stuw van de molen 'het Moleke' tot aan het punt waar de Voer parallel komt te liggen met de hoofdweg (Kloosterstraat) in het dorpscentrum, met een terugkeerperiode van 5 jaar. Dit deel van de Voer heeft een afvoercapaciteit van $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Op het gewestplan staat het overstroomde gebied aangegeven deels als woongebied met een landelijk karakter, al dan niet met een



Stuw aan afleiding Molen van l'Homme.

cultureel-historische waarde, en deels als landschappelijk waardevol agrarisch gebied.

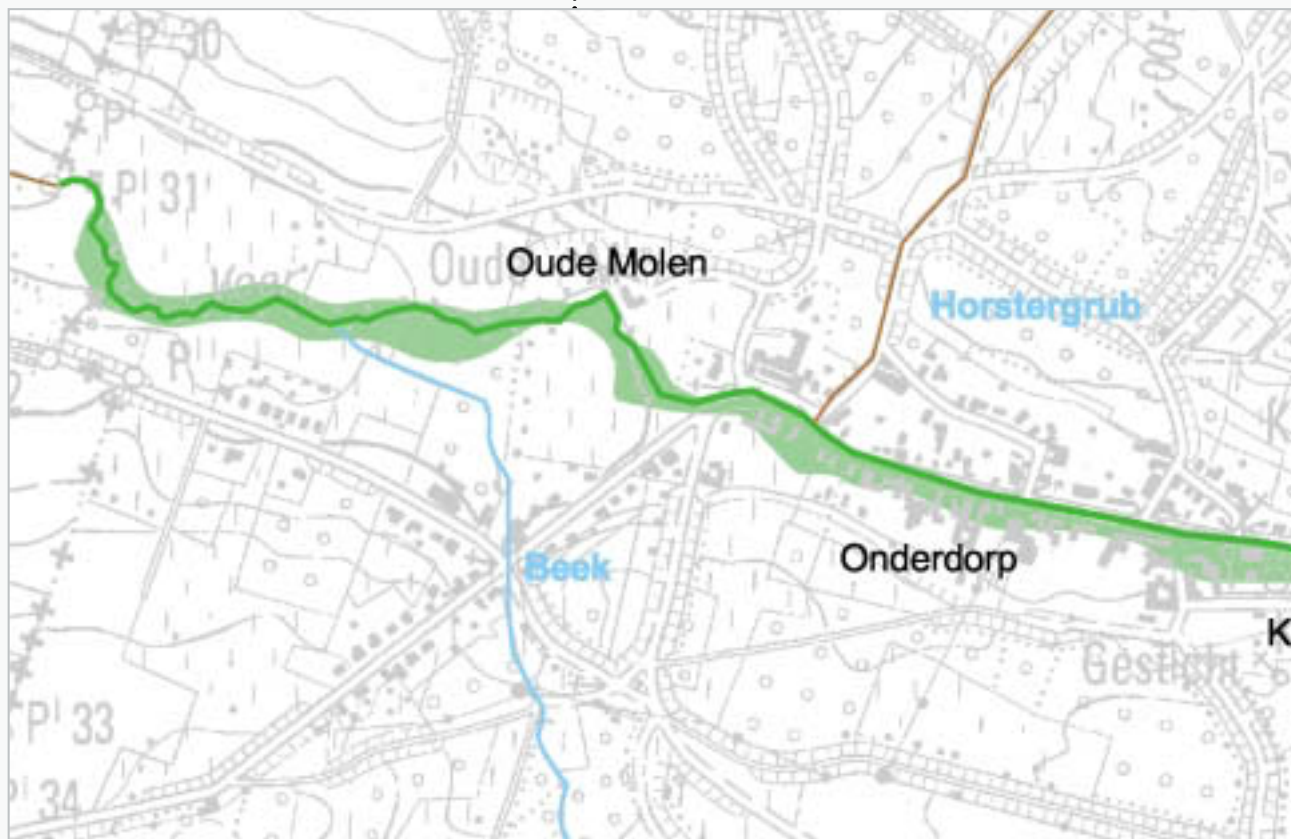
Een zevende gebied gekenmerkt door wateroverlast is het gebied waar de Voer in bakprofiel stroomt parallel aan de Kloosterstraat-Onderdorp, tot de afwaartse rand van het dorpscentrum van 's-Gravenvoeren (aan de weg Onderdorp), met een terugkeerperiode van eens om de 10 jaar.

Dit deel van de Voer heeft een afvoercapaciteit van $3,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Op het gewestplan staat het overstroomde gebied aangegeven als woongebied met een landelijk karakter, al dan niet met een cultureel-historische waarde.

Het gebied afwaarts het dorpscentrum van 's-Gravenvoeren tot aan de Nederlandse grens overstromt met een terugkeerperiode van eens in de 25 jaar. De afvoercapaciteit van de Voer in dit gebied, dat op het gewestplan is aangegeven als landschappelijk waardevol agrarisch gebied, bedraagt $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Hier overstromt echter geen bebouwing; enkel de Oude Molen ligt aan de rand van het overstroomde gebied.

De Veurs zorgt voor wateroverlast in het dorpscentrum van Sint-Martens-Voeren, opwaarts de Kastanjeboomstraat, met een terugkeerperiode van eens om de 25 jaar in woongebied met een landelijk karakter, langs de straat Kwinten met een terugkeerperiode van eens in de 50 jaar, en afwaarts de Kerkstraat met een terugkeerperiode van eens om de 50 jaar.

De Noorbeek overstromt lokaal in het domein van Altembroek met een terugkeerperiode van eens om de 10 jaar, en geeft wateroverlast aan de monding in de Voer, namelijk ter hoogte van de straat Vitchen met een terugkeerperiode van eens om de 25 jaar, en aan de monding van de Voer met een terugkeer-



Overstromingen in de huidige toestand van de Voer (en Noor) in het centrum van 's-Gravenvoeren.



periode van eens om de 2 jaar door opstuwing vanuit de Voer. Aan de straat Vitchen staan enkele huizen; het overstromd gebied is op het gewestplan aangegeven als woongebied met een landelijk karakter.

Met behulp van het model kan gekeken worden wat de invloed is van toekomstige maatregelen en/of ingrepen op de overstromingen. Door wijzigingen aan te brengen in het hydraulische model (bijvoorbeeld het vergroten van een duiker, het ophogen van een oever, het inplanten van een wachtbekken) kan gezocht worden naar oplossingen om overstromingen te voorkomen of te beperken. Voor een ingreep of een combinatie van ingrepen kunnen dezelfde stormen worden doorgerekend, waarna het effect van deze wijziging op het waterpeil kan vergeleken worden met de waterpeilen in de huidige situatie.

De Voer stroomt in een bakprofiel door 's Gravenvoeren.

Close-up van een stuwte op een afleidingskanaal.



Het volledig stroomgebied van de Voer.





6 Welke maatregelen hebben effect?

Vroeger werd bij wateroverlast bijna altijd geopteerd voor een versnelde afvoer van het water. Men redeneerde dat als het water weg was, het ook niet meer kon overstromen. Het probleem van wateroverlast wordt hiermee echter verplaatst naar de afwaarts gelegen stroomgebieden (de Voer in Nederland, de Maas), hetgeen in strijd is met de visie inzake integraal waterbeheer.

Door de beperkte doorvoercapaciteit van de Voer op verscheidene plaatsen treden er in haar valleigebied overstromingen op. Ook in het valleigebied van de Veurs en Noorbeek treden overstromingen op. Bepaalde structuren, zoals molens, stuwen en bruggen, zorgen lokaal wel voor een zekere opstuwning en soms wateroverlast, maar hun invloed op het globale afvoergedrag is toch klein. Vooral ter hoogte van enkele woonwijken en de dorpscentra van 's-Gravenvoeren en Sint-Martens-Voeren geeft dit niettemin problemen. De vraag naar concrete ingrepen voor met name deze omgeving was daarom zeer acuut geworden.

Door het innemen van het natuurlijk overstromingsgebied van de Voer en haar zijlopen door o.a. huisvesting, wordt het landschap gevoeliger voor overstromingen. Integraal waterbeheer betekent dat oplossingen voor hoogwater niet enkel meer in de waterloop zelf moeten gezocht worden, maar dat het hele stroomgebied dient te worden beschouwd. Door enkel een versnelde afvoer te bewerkstelligen van het overtollige water aan de lokale knelpunten van de waterlopen, worden de gebieden stroomafwaarts meer belast. Een algemene verhoging van de afvoercapaciteit van de waterloop is om

ecologische, technische en strategische redenen (de problemen verschuiven zich naar afwaarts) niet mogelijk of wenselijk. Een andere aanpak is de implementatie van buffergebieden, wat een globale impact heeft op het afstromingsgedrag van het stroomgebied. Hierbij wordt zoveel mogelijk water gebufferd in de opwaarts gelegen gebieden, zodat de afwaarts gelegen gebieden bij een storm minder zwaar belast worden. Bovendien creëert men door buffering een zone met verhoogde graad van vernatting, hetgeen de natuurwaarde in natuurlijke overstromingsgebieden versterkt.

Om de kans op overstromingen in de vallei van de Voer, Veurs en Noorbeek te verlagen, kan men gecontroleerde overstromingsgebieden (bufferbekkens) aanleggen in de opwaarts gelegen valleien van deze waterlopen. Door tijdens hoogwater het water vanuit deze bekkens gecontroleerd door te laten stromen, wordt de kans op overstromingen stroomafwaarts verkleind. Hoe kleiner de hoeveelheid water die per tijdseenheid wordt doorgelaten, hoe kleiner de kans op overstromingen benedenstrooms, en hoe meer water in het gecontroleerde overstromingsgebied moet worden opgevangen.

De optimale inplantingsplaats voor een gecontroleerde overstromingszone is afhankelijk van enerzijds de noodzakelijke buffercapaciteit en anderzijds de randvoorwaarden van die gebieden. Als randvoorwaarden worden gegeven: de hoogteligging van het terrein, het landgebruik (bij voorkeur een (potentieel) natuurgebied of landbouwgebied), de bodemgesteldheid, het ecologisch belang van de omgeving, de waterkwaliteit, enzovoort. Er wordt in de keuze gekeken om het landschap met zo weinig mogelijk bouwkundige ingrepen te beïnvloeden. Een gecontroleerde overstromingszone moet ook steeds zo leeg mogelijk zijn om in stormomstandigheden zoveel mogelijk water te kunnen bergen. Daarom moet het bekken best op een natuurlijke

's-Gravenvoeren loopt onder water

In het centrum van 's-Gravenvoeren trad zaterdagavond de Voer buiten haar oevers. Tal van kelders liepen vol water. Ook zondag waren brandweer en civiele bescherming nog druk bezig met het leegpompen ervan.

De oorzaak van de overstroming lag in zware regenval tijdens de tweede helft van de namiddag hogerop in de vallei van de Voer. Ook uit de dalen van de Noor als van de Veurs, twee zijriviertjes van de Voer, stroomden massa's water naar het lager gelegen 's-Gravenvoeren.

Het landschap van de Voervallei is het best te vergelijken met een trechter: al het water dat op de hellingen terecht komt, moet uiteindelijk via een smalle uitloop naar de Maas worden gevoerd. Precies in die uitloop heeft zich 's-Gravenvoeren ontwikkeld. Het is een lang lintdorp vlak bij het riviertje, omdat vóór het aanleggen van waterlei-

ding op het einde van de vorige eeuw, mens en dier op de Voer waren aangewezen voor de watervoorziening.

Als er ergens in het bekken van de Voer of haar zijriviertjes zware neerslag is, leidt dat in 's-Gravenvoeren tot problemen.

De laatste decennia werden ook vaak weilanden op de hellingen omgezet in akkers. Dat leidt tot een sneller wegstromen van het water en verhoogt daardoor nog de waterlende. Tot overmaat van ramp verhinderden obstakels onder de lage bruggetjes over de Voer een snelle afvoer van het water.

Na enkele uren zakte het waterpeil maar op de weg en in de huizen bleef een dikke slijklaag achter. De brandweer en de civiele bescherming spotten het wegdek schoon en pompten de kelders leeg. In een huis langs de Voer raakte een brandstoftank los, zodat er stookolie begon te lekken. Gelukkig werd die niet door het stromende water meege-

voerd. De brandweer liet toch een speciale tankwagen aanrukken om het verontreinigde water in de kelder weg te pompen.

Het zwaarst te leiden had een restaurant, dat een feesttent vlak langs de Voer had geïnstalleerd voor een feest. Dat kende een abrupt einde toen het onweer eerst de elektriciteit deed uitvallen en even later het Voerwater de tent onder water zette.

De organisatoren van de 'Old Tractor Day', een jaarlijks treffen van liefhebbers van oude tractoren, lasten de optocht door het dorp en een deel van de namiddagactiviteiten af. Voor een deel van het opgekomen publiek, aangevuld met een groot aantal ramptoeristen, waren de opruimingswerkzaamheden langs de Voer een alternatieve bezienswaardigheid. (RPV)

Het Nieuwsblad (editie Limburg) - 8 juni 1998

gravitaire manier (door de zwaartekracht) in de waterloop kunnen lozen. Algemeen kan worden gesteld dat de buffergebieden zich opwaarts moeten bevinden van de gebieden met wateroverlast. Anderzijds kunnen de gebieden niet te ver opwaarts van de gebieden met wateroverlast worden gekozen, omdat zij dan een te klein gedeelte van het afvoervolume kunnen bergen, zodat een te groot gedeelte van de neerslagafstroming nog ongecontroleerd afwaarts het bergingsgebied in de waterloop terecht komt. Tevens is het nuttig een buffergebied in deze streek met sterke topografie, in cascade aan te leggen (dus in trappen), teneinde een optimale berging te kunnen benutten. Als uitlaatconstructie is er in de plaats van automatische klepstuwen gekozen voor doorlaatopeningen op bodemhoogte, enerzijds om de landschappelijke waarde van dit gebied niet te storen, en anderzijds om geen bijkomend vismigratieknelpunt te creëren. Er moet tevens afwaarts de uitlaatconstructie een energiedemping voorzien worden opdat door de hoge stroomsnelheden hier door erosie geen nieuw vismigratieknelpunt gecreëerd wordt.

Langsheen de Voer treft men nog open gebieden aan die als potentiële bergingszones voor water in aanmerking komen. Het betreft gebieden die op het gewestplan zijn ingekleurd als natuurgebied, landschappelijk waardevol landbouwgebied en recreatiegebied. In totaal werden twee gebieden geselecteerd als bergingsgebied, welke topografisch werden opgemeten. Het eerste betreft een gebied tussen de dorpskernen van Sint-Pieters-Voeren en Sint-Martens-

Voeren, in het gehucht Berg, opwaarts van de straat Berg. Het tweede betreft een gebied tussen de dorpskernen van Sint-Martens-Voeren en 's-Gravenvoeren, ter hoogte van het kasteel van Ottegroeven.

Langsheen de Veurs is als potentiële bergingszone voor water een gebied gekozen opwaarts het centrum van Sint-Martens-Voeren, afwaarts van het gehucht Krindael. Het betreft een gebied dat op het gewestplan is ingekleurd als natuurgebied en landschappelijk waardevol landbouwgebied.

Langsheen de Noorbeek is als potentiële bergingszone een gebied gekozen opwaarts het centrum van 's-Gravenvoeren, een 150-tal meter opwaarts de straat Vitche. Het betreft een gebied dat op het gewestplan is ingekleurd als landschappelijk waardevol landbouwgebied. Naast dit gebied is er nog een bijkomende berging nodig op de Noor ten bedrage van 5.000 m³.

Tevens is nog een extra bergingsgebied voorzien op de Beek en de Horstergrub.

In de modellering werd ervan uitgegaan om het centrum van 's-Gravenvoeren en Sint-Martens-Voeren te vrijwaren van wateroverlast bij een redelijke terugkeerperiode, namelijk 50 jaar. Het centrum van 's-Gravenvoeren heeft in de huidige situatie volgens de modelresultaten (en in de praktijk) eens in de 2 jaar lokale wateroverlast. Eens in de 5 jaar wordt deze wateroverlast aanzienlijk.

Gecontroleerde overstromingszones op de Voer, Veurs en Noorbeek



Geplande gecontroleerde overstromingszones te Berg.

De visvijvers te Berg.



Stuw op de Voer met afleidingskanaal naar de visvijvers te Berg.



De vallei van de Voer opwaarts de straat Berg heeft een uitgesproken reliëf, waardoor een zeer grote hoeveelheid water geborgen kan worden. Berging zal gebeuren door 3 gebieden in cascade, met een totale oppervlakte van ongeveer 1,9 ha. Het laagst gelegen gebied (diameter van de uitlaatconstructie is 45 cm, kruinhoogte van de dwarsdam is 136,5 cm) is gelegen aan de opwaartse zijde van de straat Berg, het middelste gebied is gelegen opwaarts de bestaande stuw met een afleiding naar de oude reservoirs, momenteel gebruikt als visvijvers, het hoogst gelegen gebied (diameter van de uitlaatconstructie is 27 cm, kruinhoogte van de dwarsdam is 143,8 cm) is gelegen aan de opwaartse zijde van de straat Knap. Deze gebieden liggen deels in recreatiegebied, deels in landschappelijk waardevol agrarisch gebied. De stuw kan behouden blijven; het gebied dat opwaarts de stuw overstroomt, overstroomt ook in de huidige toestand. Wel moet gekeken worden dat deze stuw als vismigratieknelpunt opgelost wordt. Dit bergingsgebied wordt gemiddeld 1 keer om de 2 jaar door het water ingenomen. De bergingscapaciteit van het afwaartse en opwaartse gebied bedraagt 30.800 m³.

Het tweede bergingsgebied op de Voer, gelegen tussen de dorpskernen van Sint-Martens-Voeren en 's-Gravenvoeren ter hoogte van het Kasteel van Ottegroeven, betreft een bergingsgebied van ongeveer 4,6 ha, grotendeels gelegen in natuurgebied en deels in landschappelijk waardevol agrarisch gebied. Dit gebied heeft tevens een uitgesproken reliëf, waardoor met een cascade van verschillende openvolgende buffergebieden dient gewerkt te worden. Een te klein aantal bufferzones (bvb. 1 of 2) resulteert in te hoge opstuwing om het vereiste volume te bereiken. Wanneer bvb. slechts één dam gebouwd wordt, zou deze 6 m hoog moeten zijn om een afvoer te kunnen bergen met terugkeerperiode 50 jaar. Het is duidelijk dat dit onrealistisch is. Bovendien zou de verbindingsweg tussen 's-Gravenvoeren en Sint-Martens-Voeren bedijkt moeten worden. Anderzijds heeft een te groot aantal buffergebieden tot gevolg dat de verschillende bekkens vrij klein zijn, zodat het totaal geborgen volume daalt. Op die manier werd het optimale aantal voor de zone Ottegroeven vastgesteld op 4. De stuw opwaarts het kasteel van Ottegroeven zorgt in de huidige toestand ook voor overstromingen en dus berging. Hij moet wel aangepakt worden als vismigratieknelpunt. De diameters van de uitlaat-



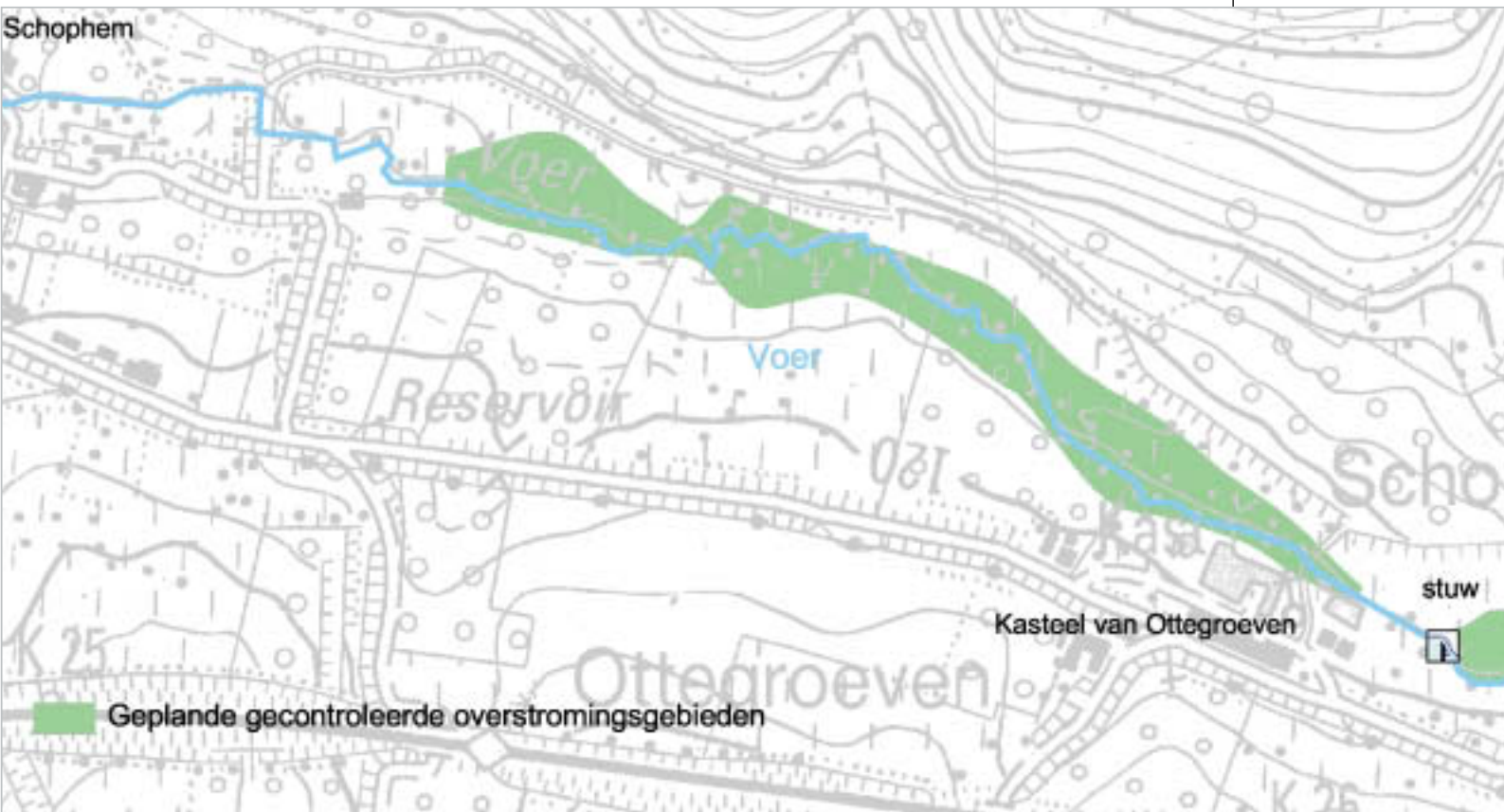
Stuw aan Kasteel van Ottegroeven, zicht naar stroomafwaarts met het voorgestelde gecontroleerde overstromingsgebied.



Stuw aan Kasteel van Ottegroeven.

constructies in de dwarsdammen bedragen respectievelijk van opwaarts naar afwaarts 50, 56, 56 en 45 cm. Dit bergingsgebied komt gemiddeld 1 keer om de 5 jaar onder water te staan. De bergingscapaciteit van dit gebied (4 zones in cascade) bedraagt 56.500 m³.

Gepland gecontroleerd overstromingsgebied afwaarts het Kasteel van Ottegroeven.



Drempels op de Veurs onder de Kastanjeboomstraat.



Stuw op de Noorbeek.



Op de Veurs is een bergingsgebied voorzien opwaarts de dorpskern van Sint-Martens-Voeren, ter hoogte van de wijk Knepkens, met een oppervlakte van ongeveer 0,8 ha, vrijwel volledig gelegen in natuurgebied. Door de kleine oppervlakte is hier geen cascade nodig. Met een diameter van de knijpleiding van 74 cm komt dit bergingsgebied gemiddeld 1 keer om de 10 jaar onder water te staan. De kruinhoogte van de dwarsdam bedraagt 135,8 m TAW (Tweede Algemene Waterpassing). De bergingscapaciteit van dit gebied bedraagt 2.200 m³.

Het bergingsgebied op de Noorbeek is gelegen een 150-tal meter opwaarts de straat Vitthen. Het betreft een gebied dat op het gewestplan is ingekleurd als landschappelijk waardevol landbouwgebied, met een oppervlakte van ongeveer 0,5 ha. Met een diameter van de knijpleiding van 50 cm komt dit bergingsgebied gemiddeld 1 keer om de 10 jaar onder water te staan. De kruinhoogte van de dwarsdam bedraagt 101,2 m TAW. De bergingscapaciteit van dit gebied bedraagt 10.500 m³. Naast dit gebied is er nog een bijkomende berging nodig op de Noor ten bedrage van 5.000 m³. De locatie moet gekozen worden opwaarts van het Kasteel van Altembroek zodat het maximaal invoerdebiet vanuit Nederland beperkt wordt tot 1 m³/s.

Extra overstromingszones op Beek en Horstergrub

Op de Beek is een extra bergingsgebied nodig om het maximaal waterpeil in het afwaartse gedeelte van het centrum van 's-Gravenvoeren mede te doen dalen. In opdracht van de provincie Limburg werd reeds een voorontwerp gemaakt van dit gebied; de juiste locatie ligt echter nog niet vast. Bij een extreme storm met een terugkeerperiode groter dan 100 jaar wordt het volledige vulpeil bereikt, namelijk 45.000 m³. Voor een invoerhydrogram met een terugkeerperiode van 50 jaar bedraagt het geborgen volume 25.000 m³.

Op de Horstergrub moet ook een bergingsgebied van 14.000 m³ water worden voorzien om het afwaartse gedeelte van het centrum van 's-Gravenvoeren te behoeden voor wateroverlast bij de hoogwaterafvoer met terugkeerperiode 50 jaar, zodat ook hier het



maximale piekdebiet aan de monding van de Horstergrub in de Voer 1 m³/s bedraagt. De locatie van dit bergingsgebied ligt nog niet vast. De gunstige invloed van de berging op de Horstergrub is slechts waarneembaar langsheen de Voer tot ongeveer 300 m opwaarts van de monding van de Horstergrub in de Voer.

In totaal geeft dit 2 nieuwe bergingsgebieden op de Voer, met een bergingscapaciteit van 30.800

en 56.500 m³, 1 nieuw bergingsgebied op de Veurs met een bergingscapaciteit van 2.200 m³, 2 nieuwe bergingsgebieden op de Noorbeek, met een bergingscapaciteit van 5.000 en 10.500 m³, 1 nieuw bergingsgebied op de Beek met een bergingscapaciteit van 45.000 m³ en 1 nieuw bergingsgebied op de Horstergrub met een bergingscapaciteit van 14.000 m³. Dit is een totaal van 164.000 m³ nieuwe bergingscapaciteit, die bovenop de bestaande bergingscapaciteit van de Noor in Nederland van 19.900 m³, de Horstergrub in Nederland van 14.200 m³, en de Beek in Wallonië van 13.300 m³ komt.

Samenvattend kan gezegd worden dat met de invoering van deze bergingsgebieden de wateroverlastproblemen opgelost zijn tot een aanvaardbare terugkeerperiode van 50 jaar in de dorpskern van 's-Gravenvoeren en het gehucht Ketten. Het afvoerhydrogram naar Nederland heeft een piekdebiet van 4,8 m³/s bij een terugkeerperiode van 25 jaar, en een piekdebiet van 5,4 m³/s bij een terugkeerperiode van 50 jaar, terwijl men wateroverlast verwacht vanaf 5 m³/s te Mesch. In Nederland wordt voor de Voer een veiligheid gehanteerd op basis van een terugkeerperiode van 25 jaar. In de dorpskern van Sint-Martens-Voeren blijven beperkte lokale wateroverlastproblemen bestaan.

Monding van de Horstergrub.



Een gecontroleerd overstromingsgebied is niet meer dan een natuurlijk terrein dat op het laagste punt licht afgeschermd wordt door een dijkje, waarachter het water tijdelijk kan opgehouden worden.



7 Wat brengt de toekomst?

De studie van de waterafvoer van de Voer en haar zijlopen heeft aangetoond welke maatregelen effect hebben op het overstromingskarakter in het stroomgebied.
Aan de hand van computersimulaties werden voorspellingen gedaan om na te gaan waar de kritieke gebieden liggen en welke groep van maatregelen
het overstromingsrisico in die gebieden tot
een aanvaardbaar niveau terugdringen.

Gunstige resultaten worden bekomen met het aanleggen van gecontroleerde overstromingsgebieden en het aanpassen van enkele lokale knelpunten. De verschillende bevoegde waterbeheerders, AMINAL afdeling Water, de provincie Limburg, de gemeenten en de Vlaamse Landmaatschappij (VLM), zullen beslissen welke maatregelen effectief zullen worden uitgevoerd. In het moderne waterbeheer worden van de waterbeheerder geen harde waterbouwkundige ingrepen op de onbevaarbare waterlopen verwacht. Sleutelbegrippen zijn thans het opnieuw ruimte bieden aan het water en het herwaarderen van de ecologische waarde. Door behoud en verdere uitbouw van vooral

natuurlijke overstromingsgebieden en bufferzones tracht men het overstromingsrisico in bebouwde zones te beperken zonder elders nieuwe problemen te scheppen.

Door de afdeling Water zal de Voer in 2004-2005 ook vanuit ecologisch oogpunt doorgelicht worden, waarna een visie voor ecologisch herstel uitgewerkt zal worden.

Het is de intentie van de afdeling Water om de maatregelen voor de oplossing van wateroverlast maximaal te combineren met maatregelen voor ecologisch herstel. Zo wordt er steeds naar gestreefd om de gecontroleerde overstromingsgebieden ecologisch en landschappelijk in te richten.

De vallei
van de Noorbeek.



Nu er een gedetailleerd computermodel bestaat, is het mogelijk om de invloed van andere maatregelen in te schatten, zoals de aanleg van vismigratielopen in de toekomst. Andere mogelijke ecologische maatregelen zijn het voorzien van natuurlijke oeverzones en habitatherstel van de waterloop.

De studie heeft ook aangetoond dat een aantal overstromingsproblemen niet kunnen opgelost worden. Dit heeft enerzijds te maken met het karakter van het stroomgebied en anderzijds vooral met het feit dat de mens dit natuurlijk karakter niet heeft gerespecteerd. Door intensieve landbouw zijn de afvoerdebieten vergroot, de natuurlijke structuurkenmerken van de Voer zijn in het verleden aangepast (verslechterd) en de mens heeft het valleigebied met haar natuurlijke overstromingen gekoloniseerd. Uit de studie blijkt dat er voor enkele percelen langsheen de Voer een risico voor overstromingen blijft, die niet mits redelijke kosten te vermijden zijn, vooral gelet op de onzekerheid hoe dikwijls de grote waterafvoeren verwacht mogen worden. Het is dan

ook belangrijk dat eigenaars van dergelijke percelen beseffen dat zij een eigen verantwoordelijkheid dragen en dat bebouwing daar best vermeden kan worden. Het is duidelijk dat natuurlijke overstromingsgebieden in de toekomst onbebouwd moeten gelaten worden, zoniet zal het rivierwater daar en ook elders overstromen met nog grotere schade tot gevolg.

Tot op zekere hoogte zullen we in Vlaanderen terug moeten wennen aan regelmatige of wellicht onregelmatige wateroverlast, zoals het al eeuwen het geval is. Steeds dienen we de nog beschikbare ruimte verstandig te gebruiken om extreme afvoeren te bufferen en alle initiatieven achterwege te laten die aanleiding geven tot verhoogde of versnelde afvoer. De aanleg van minder verharde oppervlakten, het scheiden van rioolwater (in leidingen) en regenwater (in open grachten), de installatie van regenwaterputten voor dagelijks watergebruik en bezinkingsbekkens, dienen de aandacht van iedere burger te krijgen. Op die manier komen we stilaan tot meer 'waterveilige' stroomgebieden.

De beekforel.





**Ministerie van de
Vlaamse Gemeenschap**
afdeling Water