

77074

MATHEMATISCH VOORSPELLINGSMODEL VAN WASDEBIETEN OP DE BELGISCHE MAAS

DEEL 3: IMPLEMENTATIE EN OPERATIONEEL GEBRUIK

D. VAN ERDEGHEM*

P.A. TROCH

F.P. DE TROCH

Laboratorium voor Hydrologie, Cultuur-
techniek en Agrarische Waterbouwkunde
Universiteit Gent

* nu: Ingenieursbureau Soresma N.V.

REAL-TIME FLOOD FORECASTING MODEL OF THE BELGIAN PART OF THE RIVER MEUSE

PART 3: IMPLEMENTATION AND OPERATIONAL USE

In this third paper of a series of three contributions dealing with the development and operational use of the real-time flood forecasting model of the Belgian part of the River Meuse, the problem of the implementation and real-time operation of the full forecasting model is discussed. The model is implemented on an IBM PS/2 computer which is connected via a serial port and communication software with the central computer of the Service for Hydrological

Studies (DiHO) in Brussels. This central computer controls the hydrological data-acquisition system, developed by DiHO. The hourly recorded data are stored in a data-base. The model reads the necessary information from this data-base. Therefore the model can operate in two modes: a simulation mode and a forecasting mode. In both modes, graphical software provides a user-friendly interface between the model and the operator.

1. INLEIDING

Deze bijdrage vormt het laatste deel van een reeks van drie artikelen die de theoretische achtergronden en de werking van het ware-tijd voorspellingsmodel van wasdebeten op de Belgische Maas beschrijven. In deel 1 werden de gebruikte neerslag-afvoer modellen besproken. Deel 2 behandelde het hydraulisch flood-routing model dat het centrale deel van het globale voorspellingsmodel vormt. In dit derde deel komen aspecten van implementatie en real-time werking van het voorspellingsmodel aan bod.

Het voorspellingsmodel maakt gebruik van het telemetrisch meetnet ontwikkeld door de Dienst voor Hydrologisch Onderzoek (DiHO) van het Departement Leefmilieu en Infrastructuur (vroeger Ministerie van Openbare Werken). Dit meetnet verzamelt in ware tijd hydrologische en meteorologische informatie omtrent het stroomgebied van de Maas. Het hart van dit dataverzamelings-systeem vormt de MODCOMP computer van DiHO. Het voorspellingsmodel is geïnstalleerd op een IBM PS/2 computer.

Via een seriële verbinding en speciaal ontwikkelde communicatie-routines staan beide computersystemen met elkaar in verbinding en is informatie-overdracht mogelijk. Grafische software zorgt voor een mens-vriendelijke interface tussen het computer-model en de gebruiker. Aandacht werd besteed aan het opvangen van het probleem van ontbrekende gegevens in ware tijd.

2. HET VOORSPELLINGSSYSTEEM

Door de Dienst voor Hydrologisch Onderzoek (DiHO) van het Departement Leefmilieu en Infrastructuur (vroeger Ministerie van Openbare Werken) werd in België een uniek hydrologisch meetnet uitgebouwd. Het meetnet is niet alleen zeer dicht, maar is ook telemetrisch. Via R.T.T. lijnen komt een rechtstreekse verbinding tot stand tussen het meetstation op het terrein en de centrale verwerkingspost te Brussel. Op die manier zijn de binnenkomende (ruwe) gegevens dadelijk beschikbaar in de databank van de MODCOMP computer.

Het voorspellingsmodel zelf werd geïmplementeerd op een personal computer (IBM PS/2). Hierdoor ontstond de moeilijkheid dat de meetgegevens moeten kunnen worden doorgespeeld van de MODCOMP naar de IBM PS/2. Om vanuit de PC 'automatisch' gegevens op te vragen aan de databank van de MODCOMP, werden communicatie-routines ontwikkeld.

Het gehele voorspellingssysteem wordt schematisch weergegeven in figuur 2. De operator start het voorspellingsmodel op de PC. Bij het opstarten is het mogelijk (in geval van ontbrekende gegevens) dat het model extra informatie vraagt aan de operator. Verder vraagt het model de nodige gegevens (uurlijkse neerslag, debieten en waterhoogten) op aan de databank van de MODCOMP. Op basis van de ingelezen gegevens berekent het model voorspellingen

voor de Maas en haar bijrivieren. De operator heeft de mogelijkheid de resultaten van de voorspellingen op de PC te bekijken en te evalueren. Hij kan hieruit de nodige conclusies trekken en eventueel overgaan tot het treffen van de nodige maatregelen.

In geval van voorspelling in real-time is het mogelijk dat de operator een oproep ('appel') dient uit te voeren vanuit de MODCOMP om de laatste gegevens van de hydrometrische stations op te vragen. Dit kan noodzakelijk zijn om de voorspellingen te kunnen berekenen tot op het laatste uur.

3. MOGELIJKHEDEN VAN HET REAL-TIME VOORSPELLINGSMODEL.

Bij het opstarten van het voorspellingsmodel (figuur 1) heeft de operator keuze uit twee mogelijkheden: a posteriori voorspelling of real-time voorspelling. Bij a posteriori voorspelling wordt uitsluitend gewerkt met historische gegevens. Men kan bijvoorbeeld een historische was selecteren en de afvoeren tijdens deze periode voorspellen alsof het in real-time was. Deze mogelijkheid van a posteriori voorspelling is vooral interessant om het gedrag van het voorspellingsmodel voor de Maas te leren kennen. Dit laat toe de nauwkeurigheid van de voorspellingen te evalueren en de tekortkomingen van het model aan te duiden, om ze in de toekomst te verbeteren.

Bij de real-time voorspelling berekent het model de voorspellingen in ware tijd op basis van de laatste gegevens.

Het model berekent de voorspellingen vanaf de begindatum tot op de datum en het uur van de laatste oproep (appel). Aangezien voor de volgende uren nog geen gegevens binnen zijn, wacht het model en blijft 'stand-by'. Het model voert om de tien minuten automatisch een 'scanning' uit om na te gaan of de gegevens nog niet binnengekomen zijn. Het is ook mogelijk om een manuele scanning uit te voeren. Het model gaat verder met zijn berekeningen voor de voorspellingen van de volgende uren, indien de datum of het uur van de laatste oproep veranderd is (dus zodra nieuwe gegevens zijn binnengekomen).

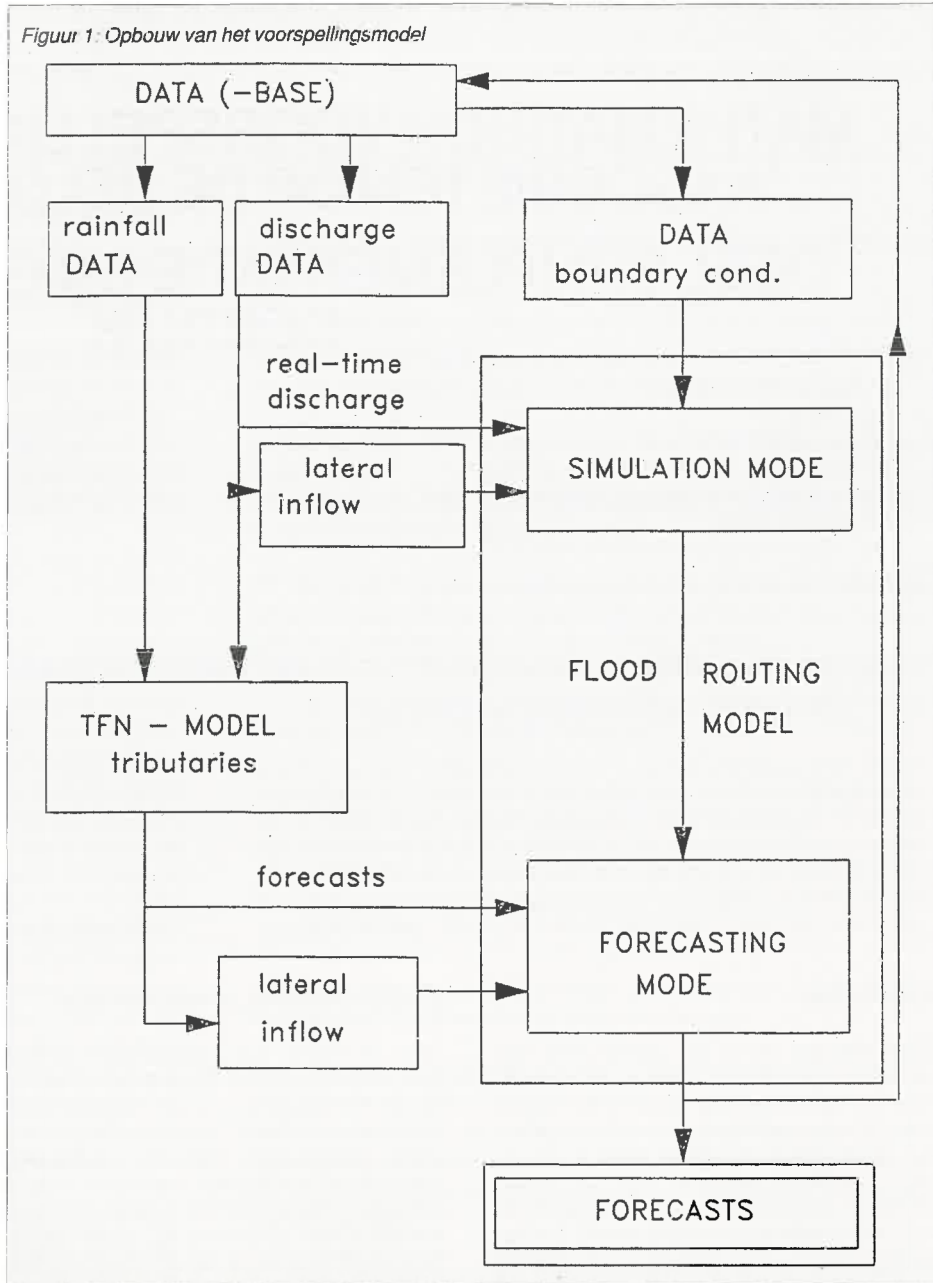
4. HET OPVANGEN VAN ONTBREKENDE GEGEVENS

Ontbrekende meetgegevens kunnen zich voordoen door allerlei redenen: een defect meetstation, een defecte telefoonlijn, een slechte verbinding ... In geval van ontbrekende debieten tijdens de berekeningen wordt de 1 uur voorspelling van het vorige uur in rekening gebracht en beschouwd als de gemeten waarde. Het kan voorkomen dat er verschillende uren na elkaar ontbrekende debieten zijn voor een bepaald station. Ook in dit geval wordt nog steeds dezelfde werkwijze toegepast. De neerslagafvoer modellen werken in dit geval echter niet meer als voorspellingsmodellen maar in feite als simulatiemodellen.

In geval van ontbrekende neerslaggegevens voor een bepaald station zal met dit station geen rekening gehouden worden voor de berekening van de gebiedsneerslag voor een bepaald bekken. De gebiedsneerslag wordt bijgevolg berekend uit de overige neerslagstations, die voor een bekken representatief zijn en waarvoor gegevens beschikbaar zijn.

5. OUTPUT VAN HET VOORSPELLINGSMODEL

Een verzorgde output van de voorspellingen laat de operator toe een vlugge en juiste interpretatie, evaluatie en beslissing te maken. Er is veel aandacht besteed aan de grafische output van de voorspellingen. Hiervoor is gebruik gemaakt van het software-pakket HALO'88 dat talrijke grafische routines bevat.

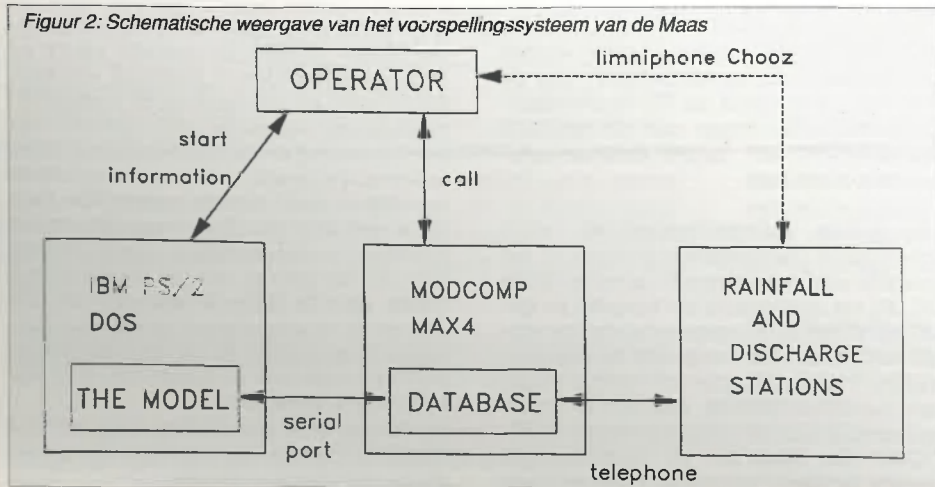


Het voorspellingsmodel kan verschillende grafische schermen tonen: een begin-scherm (enkel bij het opstarten van het model), een overzichtsscherm en een detail-

scherm. Het overzichtsscherm geeft schematisch de loop van de Maas, de randvoorwaarden en de gemeten zijrivieren weer. Voor Chooz en alle gemeten zijrivieren van de Maas worden de gemeten debieten en de 12 uur vooruit voorspellingen weergegeven op het scherm. Voor Dinant, Namen, Apsin, Luik, Lixhe en Maaseik worden de gesimuleerde en de 12 uur vooruit voorspelde debieten getoond. Het detailscherm toont grafisch de voorbij debieten en neerslag, de 1 tot 12 uur vooruit voorspelde debieten en de 12 uur vooruit voorspelde debieten van de voorbij uren.

6. EVALUATIE VAN HET VOORSPELLINGSSYSTEEM.

Drie criteria waarop het functioneren van het voorspellingsysteem dient beoordeeld te worden zijn: nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en tijdigheid van de geproduceerde voorspellingen. Deze drie vereisten kunnen met twee aspecten van het compu-



tersysteem, namelijk hardware en software, gecombineerd worden tot een schema in matrixvorm, zoals getoond hieronder, dat als basis kan dienen voor een bespreking van een evaluatie van de huidige stand van zaken en van de toekomstperspectieven.

Criteria	A. Software	B. Hardware
1. Nauwkeurigheid	1A	1B
2. Betrouwbaarheid	2A	2B
3. Tijdigheid	3A	3B

Hieronder bespreken we de verschillende mogelijke combinaties uit het schema:

- (1A) Criterium: nauwkeurigheid / aspect: software;

Het komt er hier op aan om over een 'goed en representatief' model te beschikken: d.w.z. een model dat in de vorm van een computerprogramma de werkelijkheid zo nauwkeurig mogelijk voorstelt. In de huidige toestand van het onderzoek van het Maasmodel beschikken we over een model met een vrij complexe structuur: een tiental stochastische neerslag-afvoermodellen van het ARMAX-type, gekoppeld aan een fysisch-gebaseerd model voor de voortplanting van de diverse deelafvoeren door een vertakt net van waterlopen bestaande uit de Maas (tussen Chooz en Maaseik) en een gedeelte van de Samber. Het gehele model is bijgevolg vrij ingewikkeld qua software (nog afgezien van de programma's voor de gegevensverzameling in real-time en voor de grafische output). Men bedenkt hierbij dat de gemodelleerde verschijnselen in de werkelijkheid ook ingewikkeld zijn. Ten aanzien van het hier behandelde probleem hebben we gekozen voor de modellen die bij de huidige stand van de wetenschap tot de nauwkeurigste kunnen gerekend worden, gelet op de beschikbare real-time input-gegevens.

- (2A) Criterium: betrouwbaarheid / aspect: software;

Met 'betrouwbaarheid' wordt voor de software in hoofdzaak bedoeld: de robuustheid van het model tegen ontbreken (bvb. door uitvallen van meettoestellen) van input-gegevens. Het voorspellingsmodel is thans in staat te werken ook in het geval van ontbrekende meetgegevens.

- (3A) Criterium: tijdigheid / aspect: software;

Hier stelt zich qua software geen enkel probleem, gelet op de gebruikte snelle rekenalgoritmen.

- (1B) Criterium: nauwkeurigheid / aspect: hardware;

Een nauwkeurig model veronderstelt nauwkeurige input-gegevens; vooral in real-time modellen is dit een bijzonder belangrijk punt. Het is daarom onontbeerlijk een blijvende zorg te besteden aan het verzamelen van de nodige meteorologische en hydrologische waarnemingen. In de toekomst zouden verdere uitbreiding, verbetering en modernisering van het waarnemingsnet de nauwkeurigheid van het model nog kunnen verhogen. Hierbij kan bvb. gedacht worden aan: een betere meting van de debieten ter plaatse van de randvoorwaarden van het model (Samber, Maas aan de Franse grens en te Maaseik) (akoustische meters?); verdere verbetering van de bestaande limnime-trische stations (bvb. meetstructuren ter verbetering van de Q/H-relaties van de belangrijke zijrivieren, ...); meer nauwkeurige bepaling (in real-time) van de gebieds-neerslag voor de verschillende deelstroombekkens (bvb. met neerslagradar waarnemingen).

- (2B) Criterium: betrouwbaarheid / aspect: hardware;

Het door DiHO gebruikte meet-instrumentarium, evenals het teletransmissiesysteem hebben reeds verschillende jaren hun deugdelijkheid bewezen. Een degelijk onderhoud teneinde het systeem operationeel te houden en eventueel het moderniseren van het real-time waarnemingsnet moet ook in de toekomst een belangrijke bekommernis van DiHO blijven wil het voorspellingsmodel kunnen werken.

- (3B) Criterium: tijdigheid / aspect: hardware;

Bij de a posteriori voorspelling van het model worden de meetgegevens 'automatisch' opgevraagd in de databank van de computer, wat slechts enkele ogenblikken in beslag neemt. Bij de real-time voorspelling moeten de meetstations (elk uur) opgebeld worden, wat 5 à 10 minuten in beslag neemt. Soms komt het voor dat een meetstation niet antwoordt. In dat geval worden de meetgegevens van het betreffende station beschouwd als ontbrekend, zodat het voorspellingsmodel niet onnodig hoeft te wachten.

7. BESLUIT

In mei 1990 werd het ware-tijd voorspellingsmodel van wasdebieten op de Belgische Maas door de Dienst voor Hydrologisch Onderzoek (DiHO) in gebruik genomen. In januari 1991 werd het nut van dergelijk voorspellingsmodel reeds aange-

toond: tijdens en na het voornoemde hoogwater werd het model intensief door de bevoegde instanties gebruikt teneinde beheersmaatregelen en rapporten te ondersteunen. De voorspellingsresultaten waren betrouwbaar en het computermodel bleek robuust genoeg voor real-time gebruik. Uiteraard is het model in zijn huidige vorm vatbaar voor verbetering. Dit proces van verfijning dient in nauw overleg met de betrokken instanties te gebeuren.

8. DANKWOORD

De auteurs wensen hun oprechte dank te betuigen aan de volgende personen: ir. J. Demoen, ir. J. Heynderickx, ir. J. Laurent, ir. Y. Deworm en ir. J-F. Roland. Historische neerslaggegevens nodig voor het afijken van de neerslag-afvoer modellen werden geleverd door het Koninklijk Meteorologisch Instituut.

D. VAN ERDEGHEM
Ingenieursbureau SORESMA n.v.
Britselei 23 bus 1
2000 Antwerpen

P.A. TROCH
F.P. DE TROCH
Universiteit Gent
Laboratorium voor Hydrologie,
Cultuurtechniek en
Agrarische Waterbouwkunde
Coupure Links 653
9000 Gent

9. REFERENTIES

ICID (1988a). International Commission on Irrigation and Drainage, Working Group on Non-Structural Aspects of Flood Management, Glossary (not published), 3p.

ICID (1988b). International Commission on Irrigation and Drainage, Economic Aspects of Flood Control and Non-Structural Measures, Special Technical Session, Dubrovnik, Yugoslavia, 299p.

LAURENT, J.; HEYNDERICKX, J.; DEWORM, Y & DE HOE, M. (1980). Le 21 Juillet 1980 : une crue cent-cinquantenaire. DIHO/SETHY, Ministerie van Openbare Werken, 27p. + bijlagen.

LAURENT, J.; HEYNDERICKX, J. & DEWORM, Y. (1986). La Meuse et le système Mosan entre Liège et Maastricht, In: Het hydrologisch systeem in het grensgebied Luik-Maasbracht, CHO-TNO, rapporten en nota's n°15.

VAN ERDEGHEM, D. (1990). Wiskundig model ter voorspelling van wasdebieten op de Maas, Vijfde deel, Laboratorium voor Hydrologie, R.U.G., 178p.