

Verbetering van de peil- en debietreeks voor het station op de Ieperlee te Zuidschote

Pieter Cabus

Nota Instituut voor Natuurbehoud
IN.A.2003.219



*Onderzoek uitgevoerd aan het Instituut voor Natuurbehoud
in opdracht van de Afdeling Water van AMINAL*



Instituut voor Natuurbehoud
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel



Inleiding

In Vlaanderen worden sinds verschillende decennia peil- en debietmetingen verricht op de onbevaarbare waterlopen. Sinds de oprichting van de Afdeling Water van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap ressorteren de stations onder haar bevoegdheid. Voor de periode 1981-1996 werd de uitlezing en het onderhoud van de stations uitbesteed aan de vakgroep Hydraulica van de Universiteit Gent. Na 1996 werd dit uitgevoerd door het Hydrologisch Informatie Centrum van de afdeling Waterwegen en Zeewezen. Voor deze periode lag de nadruk vooral op het onderhoud en de werking van de stations. Er werd slechts een minimale aandacht besteed aan de data en de kwaliteit ervan. Op initiatief van de Afdeling Water werd door de onderzoeksgroep Landelijk waterbeheer van het Instituut voor Natuurbehoud recent gestart met de doorlichting en validatie van de historische meetreeksen van de limnigrafische stations. In deze nota wordt de verbetering van de reeks van de Ieperlee te Zuidschote (Ieper) toegelicht.

De validatie van de meetreeksen gaat uit van een integrale aanpak. Alle informatie over de reeks, het station en de waterloop worden in de analyse betrokken. Dit omvat alle peildata (oorspronkelijke data), alle debietkrommen, de hydrologische jaarboeken van KMI, RUG en HIC, het verloop van de nulhoogte van de peillat, gegevens over belangrijke werken/ruiming, beeldmateriaal van de meetplaats, ...

Het verloop van de procedure kan als volgt worden samengevat:

- Analyse van de debietkromme(n)
- Analyse van de peilreeks
- PDM-modellering
- Verbetering van de debietreeks

Elk van deze bewerkingen op de reeks van de Ieperlee te Zuidschote zal uitvoerig toegelicht worden in het vervolg van deze nota.

Analyse van de debietkromme(n) en van de peilreeks

Voor elk van de stations is de debietkromme nagegaan. Hierbij is vooral aandacht besteed aan het bestreken interval van peilen, de spreiding van de calibratiepunten en de verklaring hiervoor, en verschuivingen van peilen in de loop van de tijd.

Simultaan zijn ook de peilreeksen onderzocht op abnormaliteiten en verbanden tussen beide (calibratiepunten en peilreeksen) zijn opgespoord.

Qh_495

495, Ieperlee te Zuidschote. AMWA nr. 579, RUG nr. 8

Hoogste gemeten waterstand : 169cm

Op 28.10.83 is een andere peilschaal geplaatst. De eerste schaal had een nulhoogte van 4.229mTAW, de nieuwe schaal heeft een nulhoogte van 4.620 mTAW. Alle waterstanden vóór 1.1.83 moeten met $4.620^+ - 4.229^+ = 39.1$ cm verminderd worden. Het blijkt dat een

aanpassing met 43cm de ijkingen beter laat overeenstemmen. Het is goed mogelijk dat de vroegere nulhoogte enkele cm verkeerd is.

Verder vermelden de jaarboeken dat er eind 1990 calibreringswerken uitgevoerd werden. De ijkingsmetingen van voor 1990 dienen dan ook los gezien te worden van deze van na 1990.

Alle ijkingspunten worden weergegeven in figuur 1 met verbeterde hoogten.

Voor de ijkingen van voor 1991 werd de volgende kromme gevonden:

$$Q = 0,823 * h + 0,575 * h^2 \quad (\text{vgl.1})$$

Bij de bepaling van deze kromme werden de twee outlyers van 1980 buiten beschouwing gelaten. In een eerdere publicatie (1991) werden deze metingen een lagere hoogte toegekend. De onzekerheid over deze metingen en de invloed van deze metingen op de kromme is dan ook te groot om ze in beschouwing te nemen. De correlatie tussen deze kromme en de overige meetpunten bedraagt 98 %, wat als zeer goed kan beschouwd worden. Deze kromme met de relevante punten wordt voorgesteld in figuur 2.

Voor de kromme na de calibreringswerken van eind 1990 kan niet zo eenvoudig een vergelijking gevonden worden. Men zou veronderstellen dat de kromme na calibratiewerken verschuift naar lagere hoogten, waarna ze eventueel terug kan opschuiven naar grotere hoogten. In figuur 3 worden de ijkingsmetingen samen met de HIC-kromme 2001, De HIC-kromme van 2000, de kromme tot 1990 en een nieuwe kromme op basis van alle metingen na 1990. De ijkingsmetingen werden hierbij opgesplitst in perioden van twee jaar om zo een mogelijke verschuiving zichtbaar te maken.

Uit deze figuur kunnen geen duidelijke conclusies getrokken worden. Algemeen kan wel gesteld worden dat de kromme na 1990 inderdaad bij kleinere hoogten ligt dan deze voor 1990. Verschillende ijkingspunten (zelfs uit het jaar 1991) liggen echter toch bij grotere hoogten dan de 'oude' kromme.

Om meer duidelijkheid kan de debietkromme nagerekend door een eenvoudig hydraulisch model op te maken met behulp van het ISIS-rekenprogramma.

De nieuwe kromme heeft de volgende vergelijking ($R^2=0,96$):

$$Q = 1,18 * h + 0,2997 * h^3 \quad (\text{vgl.2})$$

De HIC-kromme van 2000 heeft deze vergelijking:

$$Q = a_0 + a_1.H + a_2.H^2 + a_3.H^3$$

a0	a1	a2	a3	Hmin - Hmax
-0.04380	1.05350	1.21010	0.00000	0.000 0.500
-0.23190	1.80570	0.45790	0.00000	0.500 1.800

Met de meetpunten van 2000 erbij berekent het HIC de volgende kromme:

$$Q = a_0 + a_1.H + a_2.H^2 + a_3.H^3$$

a0	a1	a2	a3	Hmin - Hmax	
0	0.10160	-1.61070	33.94660	0.000	0.150
-0.19290	1.90980	0.00000	0.00000	0.150	1.800

De invloed van de waterstanden op de IJzer is (tot heden) niet nagegaan (de opstuwing zou volgens de ijkingen sedert 1996 moeten verminderd zijn). Ook hier zou een hydraulisch model klaarheid kunnen scheppen.

Door opwaartse schikkingen (wachtbekken en overstortmogelijkheden naar het kanaal van Ieper naar de IJzer) zijn de debieten van 495 sinds 1987 te bekijken als een aanvoergegeven naar de IJzer, en niet als natuurlijke hoogwaterdebieten. Voor de afdeling Water is dit station derhalve niet van prioritair belang.

De hoogste hoogwaterstanden zijn beïnvloed door de afmetingen van de brug ter plaatse van de limnigraaf. Het sleutelpeil bedraagt volgens een waterpassing van 1990 : 6.06mTAW. De opstuwing (aangenomen op 1.5 x de snelheidshoogte) is echter klein (0.52 m/s voor een debiet van 3.0 m³/s, hetzij ca 2 cm) en te verwaarlozen als fout in vergelijking met de onzekerheid op de debietkromme.

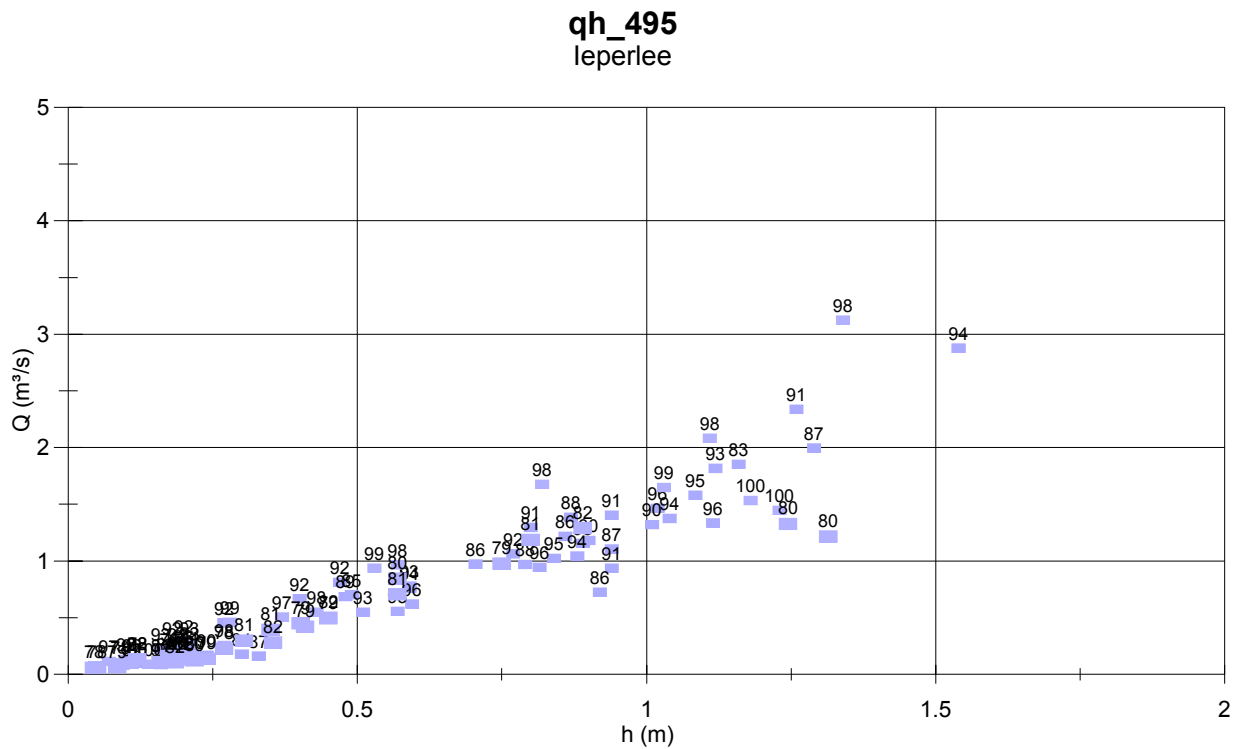
Gezien de onzekerheid op de ijkingspunten na 1991 opteren we ervoor 1 kromme te gebruiken tot 1990 (vgl. 1) en één kromme te gebruiken vanaf 1991 (vgl.2) om de debieten te bepalen.

Tabel : IJkingen

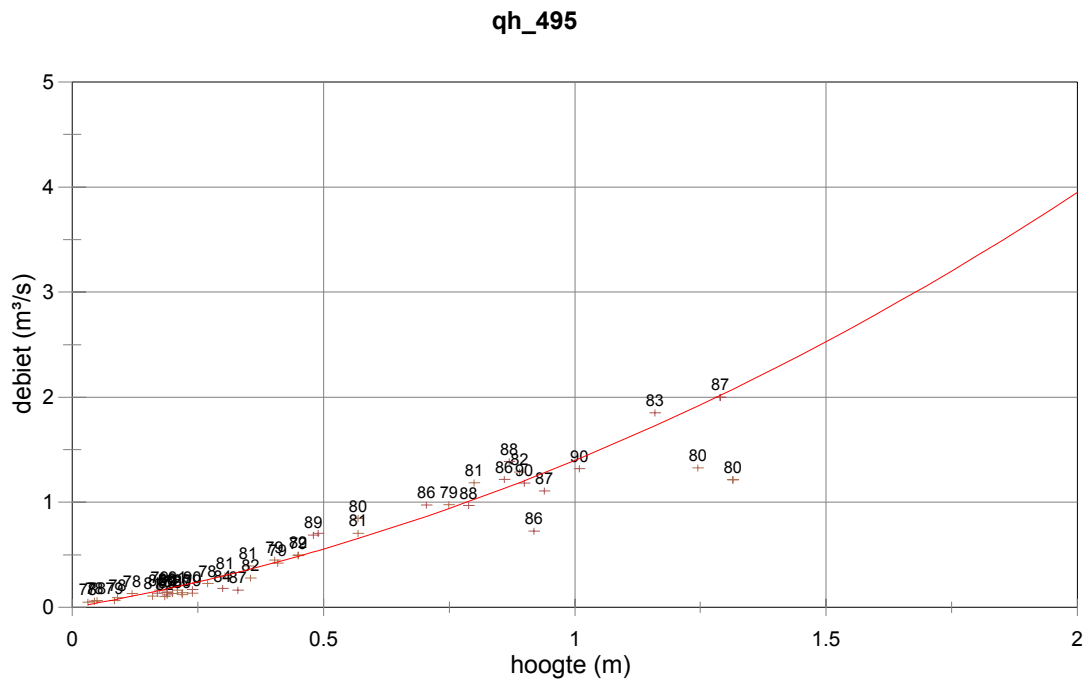
DATUM	Q	Horigineel	Hverbeterd
1/06/1978	0.133	0.55	0.12
12/07/1978	0.093	0.52	0.09
14/08/1978	0.053	0.46	0.03
11/09/1978	0.064	0.48	0.05
7/11/1978	0.061	0.48	0.05
11/12/1978	0.228	0.70	0.27
26/01/1979	0.451	0.83	0.40
21/02/1979	0.495	0.88	0.45
27/03/1979	0.980	1.18	0.75
24/04/1979	0.423	0.84	0.41
31/05/1979	0.163	0.61	0.18
16/08/1979	0.064	0.52	0.09
26/11/1979	0.138	0.67	0.24
6/02/1980	1.216	1.75	1.32
3/04/1980	1.329	1.68	1.25
20/05/1980	0.123	0.65	0.22
20/08/1980	0.140	0.65	0.22
4/11/1980	0.142	0.62	0.19
2/12/1980	0.846	1.00	0.57
20/01/1981	1.186	1.23	0.80
16/02/1981	0.301	0.74	0.31
14/04/1981	0.394	0.78	0.35
12/06/1981	0.166	0.64	0.21
25/08/1981	0.109	0.59	0.16
4/11/1981	0.706	1.00	0.57
21/01/1982	1.290	1.32	0.89
12/02/1982	0.500	0.88	0.45

14/04/1982	0.283	0.79	0.36
8/06/1982	0.134	0.63	0.20
24/08/1982	0.106	0.62	0.19
6/04/1983	1.854	1.16	1.16
5/09/1983	0.119	0.19	0.19
15/06/1984	0.182	0.3	0.30
16/04/1985	0.705	0.49	0.49
1/07/1985	0.137	0.17	0.17
16/01/1986	1.220	0.86	0.86
16/04/1986	0.975	0.705	0.71
12/06/1986	0.146	0.19	0.19
20/11/1986	0.728	0.92	0.92
20/03/1987	1.109	0.94	0.94
24/03/1987	2.000	1.29	1.29
27/05/1987	0.165	0.33	0.33
12/01/1988	1.388	0.87	0.87
12/02/1988	0.970	0.79	0.79
21/02/1989	0.689	0.48	0.48
26/01/1990	1.185	0.9	0.90
15/02/1990	1.323	1.01	1.01
24/09/1990	0.172	0.24	0.24
1/04/1991	0.940	0.94	0.94
1/07/1991	2.339	1.26	1.26
6/11/1991	1.406	0.94	0.94
15/11/1991	1.299	0.8	0.80
5/02/1992	0.813	0.47	0.47
16/03/1992	0.276	0.18	0.18
27/04/1992	0.669	0.4	0.40
10/06/1992	0.457	0.27	0.27
18/09/1992	0.143	0.12	0.12
16/10/1992	0.134	0.1	0.10
28/10/1992	1.066	0.77	0.77
10/11/1992	0.291	0.2	0.20
12/01/1993	1.821	1.12	1.12
22/01/1993	0.783	0.59	0.59
19/03/1993	0.273	0.21	0.21
17/06/1993	0.226	0.16	0.16
28/07/1993	0.236	0.21	0.21
16/09/1993	0.560	0.57	0.57
30/09/1993	0.552	0.51	0.51
20/10/1993	0.208	0.2	0.20
7/01/1994	1.377	1.04	1.04
10/01/1994	0.762	0.59	0.59
27/06/1994	0.224	0.19	0.19
9/12/1994	2.880	1.54	1.54
10/12/1994	1.047	0.88	0.88
4/01/1995	1.027	0.84	0.84
24/01/1995	1.159	0.89	0.89
27/01/1995	1.582	1.085	1.09
19/12/1995	0.104	0.12	0.12
30/08/1996	1.339	1.115	1.12
17/09/1996	0.131	0.11	0.11
29/10/1996	0.625	0.595	0.60
12/11/1996	0.946	0.815	0.82
21/11/1996	1.469	1.02	1.02
19/06/1997	0.089	0.16	0.16

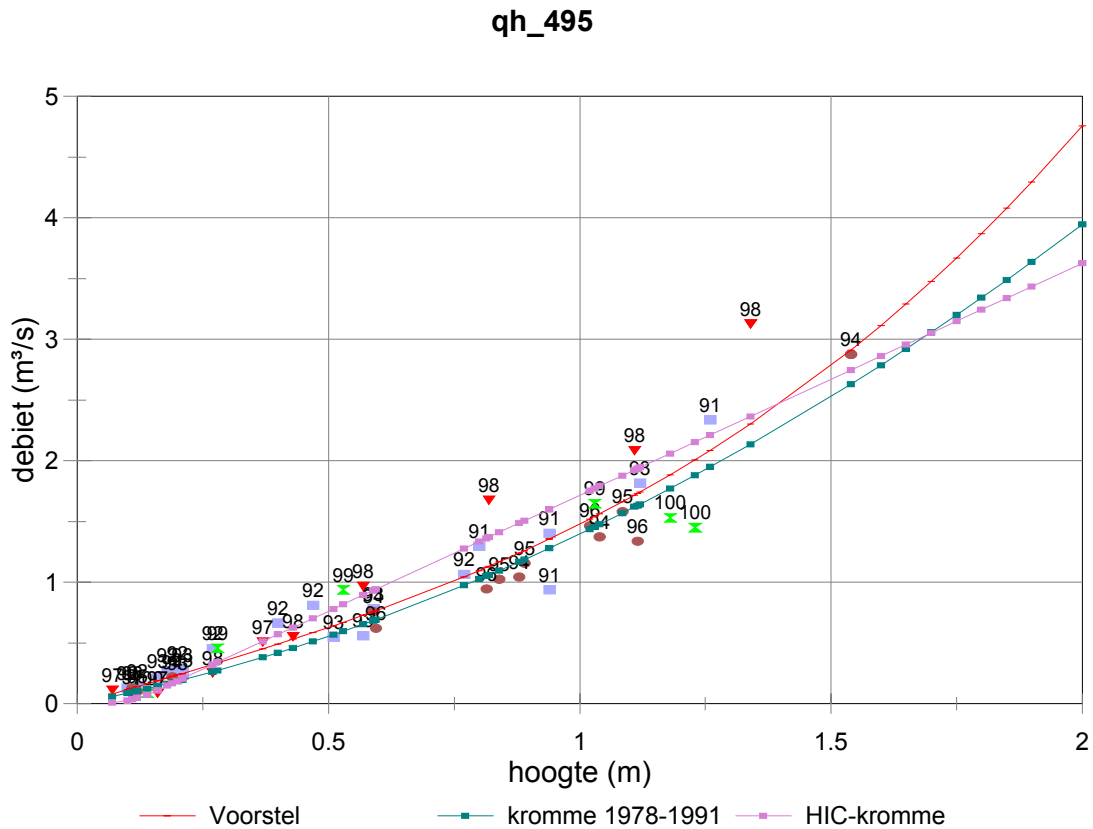
30/06/1997	0.510	0.37	0.37
30/07/1997	0.115	0.07	0.07
29/09/1997	0.093	0.11	0.11
8/01/1998	2.084	1.11	1.11
4/03/1998	0.256	0.27	0.27
20/03/1998	0.553	0.43	0.43
8/10/1998	0.969	0.57	0.57
5/11/1998	3.128	1.34	1.34
10/12/1998	1.680	0.82	0.82
20/01/1999	0.941	0.53	0.53
1/07/1999	0.460	0.28	0.28
15/12/1999	1.649	1.03	1.03
17/08/2000	0.090	0.14	0.14
7/11/2000	1.451	1.23	1.23
4/12/2000	1.534	1.18	1.18



Figuur 1: ijkingsmetingen voor het station op de Ieperlee. Boven de ijkingspunten staat het jaartal van de meting.



Figuur 2: ijkingswaarnemingen tot voor de calibratiewerken van eind 1990. De twee hoge punten van 1980 werden buiten beschouwing gelaten voor de bepaling van de debietkromme.



Figuur 3: ijkingsmetingen vanaf 1991 met verschillende mogelijke debietkrommen

PDM-modellering

Aan de hand van de verbeterde debietkrommen werden de peilgegevens getransformeerd tot een debietreeks. Deze reeks werd gebruikt als input voor een eenvoudig PDM-model. Het resultaat van dit model kan dienen als hulpmiddel bij de verbetering van de gegevensreeks. Bij de opmaak en de calibratie van het model werd daarom vooral aandacht besteed aan een goede simulatie van de basisafvoer. In de modelleringstudies kunnen andere parametersets naar voor komen, omdat hier het accent ligt op de piekafvoeren. Hoewel beiden niet los kunnen gezien worden kunnen de twee benaderingswijzen toch tot verschillende resultaten leiden. Voor de calibratie werd de methodologie gehanteerd zoals ze voorgeschreven is in het bestek voor de modelleringstudies van de afdeling Water.

Voor de bepaling van de parameters k_1 en k_2 werd gebruik gemaakt van de regressie tussen de stroomgebiedoppervlakte en de parameters die konden getrokken worden met behulp van de modelparameters uit de modelleringstudies 1999.

Bij de modellering werden enkel de debieten tot en met het jaar 1990 gebruikt. Tijdens de latere jaren is er zeker en vast invloed van het wachtbekken stroomopwaarts, gecombineerd met de verschillende overlopen naar het kanaal van Ieper naar de IJzer. Ook voor de periode voor 1990 kan moeilijk met zekerheid gezegd worden of de limnigraaf een werkelijk hydrologische beeld geeft van de afvoer van het stroomgebied, gezien de onontwarbare knoop van inbuizingen en overwelvingen onder en rond Ieper. Het gebruik van de reeksen van deze limnigraaf als afijking voor modelleringstudies is dan ook niet echt betrouwbaar.

Om toch een zo goed mogelijke inschatting te geven van ontbrekende perioden werd, ondanks de hierboven vernoemde redenen om dit niet te doen, toch een PDM-model opgemaakt.

Een optimale parameterset geeft voor de simulatie van de jaren 1978 tot 1990 een correlatie van 61 %. Het beeld van de gesimuleerde afvoer correspondeert dan echter niet met de verwachtingen: afgeplatte piekafvoeren, zeer hoge basisafvoeren, ...

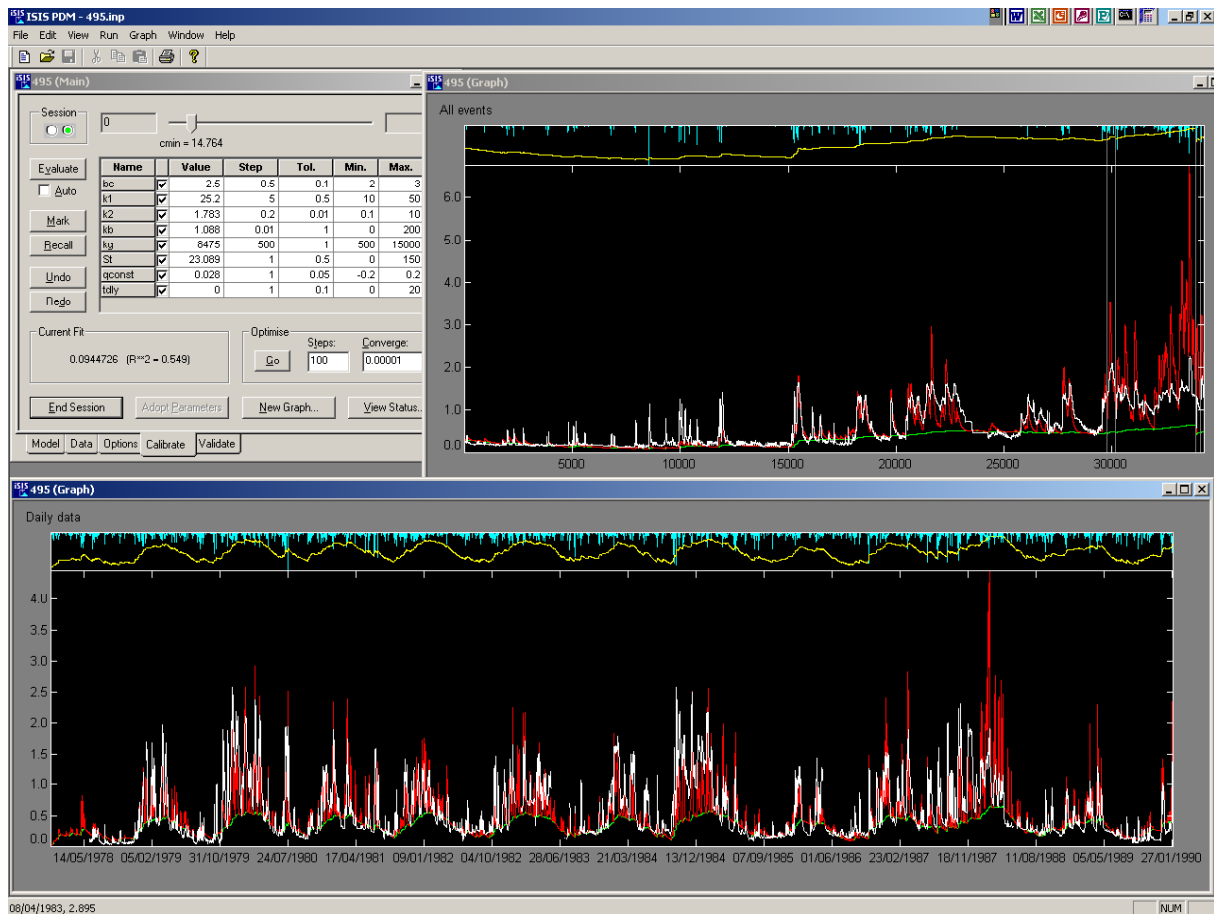
Om toch een aanvaardbaar beeld te verkrijgen werden verschillende parameters handmatig bevroren op 'aanvaardbare' waarden. Zo werd een parameterset bekomen die de reeks van 1978 tot 1990 simuleert met een correlatie van 53 %.

Deze parameterwaarden werden uiteindelijk weerhouden:

Tabel 2: Optimale parameterset van het PDM-model voor de Ieperlee te Zuidschote

Cmin	15
Cmax	566
B	1.7
Be	2.5
k_1	25.2
k_2	1.8
Kb	1
Kg	8475
St	23
Qconst	0.028

In figuur 4 worden de simulatieresultaten weergegeven.



Figuur 4: Simulatieresultaten voor de Ieperlee te Zuidschote

Verbetering van de debietreeksen

Met behulp van de opmerkingen uit de visuele inspectie, opmerkingen uit de analyse van de debietkromme, de reeks van Thiessenneerslag voor het stroomgebied, de gemodelleerde reeks en de 'ongekuiste' reeksen van naburige stations werd de reeks van de Ieperlee te Zuidschote grondig doorgelicht en opgekuist. Dit gebeurde met behulp van het programma WISKI-TV.

Deze reeks bevatte veel perioden met ontbrekende waarnemingen en regelmatig plateau's bij laagwaterafvoeren.

Effecten reeksverbetering

Om een eerste indruk van het belang van de ‘verbetering’ te geven zijn hieronder enkele karakteristieken van de oude en nieuwe reeks getoond.

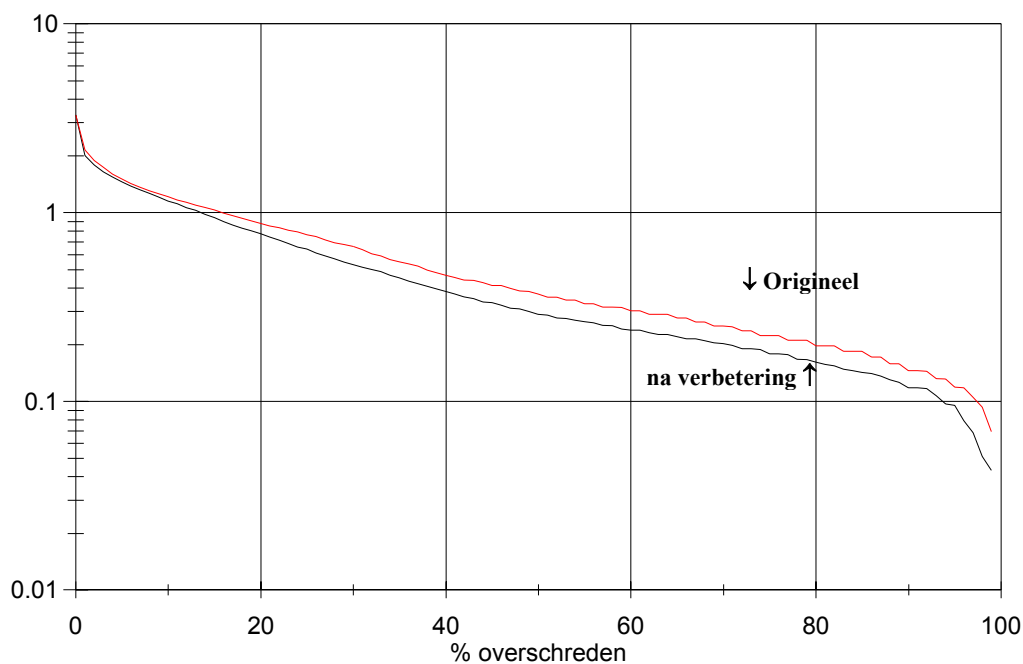
1. frequentieverdeling

In figuur 7 worden de overschrijdingspercenten van de afvoeren voor de Ieperlee voorgesteld (frequentieduurlijnen). In Tabel 3 worden de respectievelijke overschrijdingspercentages getoond.

Voor de Ieperlee wijzigt de frequentieverdeling voor de lage en gemiddelde afvoeren. Deze daling van de debieten is nauwelijks te wijten zijn aan de aanpassing van de debietkromme, gezien deze slechts licht aangepast werd ten opzichte van de RUG-krommen. De daling is voornamelijk te wijten aan het verbeteren (= verlagen) van de laagwaterplateau's en invoegen van de ontbrekende perioden.

Tabel 3 : Overschrijdingsdebieten voor de Ieperlee

%	Debiet verb	Debiet onverbeterd	verhouding (verb/onverb)
max	3.293	3.274	1.01
5	1.458	1.51	0.97
10	1.151	1.211	0.95
25	0.64	0.761	0.84
50	0.289	0.37	0.78
75	0.178	0.223	0.8
90	0.118	0.145	0.81
95	0.095	0.119	0.8
98	0.051	0.093	0.55



Figuur 7: Duurlijnen voor de Ieperlee: in het rood de originele, in het zwart de verbeterde reeks

2. volume's

In Tabel 4 worden de gemiddelde afgevoerde volume's uitgezet (mm/jaar) van zowel de totale afvoer als basisafvoer en snelle afvoer. Ook worden de verhoudingen tussen deze waarden voor de verbeterde en onverbeterde reeks gegeven. Voor de bepaling van de basisafvoer werd de 'eenvoudige' methode gebruikt die voorgesteld werd door het *Institute of Hydrology*:

- De methode maakt gebruik van de gemiddelde dagafvoeren.
- Er worden n niet overlappende blokken van 5 dagen gevormd. De minimumwaarden voor de afvoer in deze blokken noemt men Q_1, Q_2, \dots, Q_n .
- Per drie blokken worden de minimumwaarden vergeleken: $(Q_1, Q_2, Q_3), (Q_2, Q_3, Q_4), \dots, (Q_{n-2}, Q_{n-1}, Q_n)$. Als voor een groep de buitenste waarden Q_{i-1} en Q_{i+1} beide groter zijn dan 90 % van de centrale waarde Q_i dan is de waarde Q_i een deel van de basisafvoerkromme. Op die manier bekomt men een non-equidistante reeks van basisafvoerwaarden.
- Deze reeks wordt lineair geïnterpoleerd om terug een equidistant reeks te krijgen met basisafvoerwaarden. Steeds wordt gecontroleerd of de basisafvoer bij deze interpolatie niet hoger komt te liggen dan de werkelijke afvoer.

Voor de Ieperlee bedraagt de daling van het afgevoerde volume tengevolge de verbeteringen 2,7 %. Deze daling is, zoals hierboven reeds aangegeven werd te wijten aan een daling van de basisafvoer met 25,6 mm/jaar (bijna 4 %). De globale runoffcoëfficiënt bedraagt ongeveer 12 %.

Tabel 4: Volume's en verhoudingen voor de Steenbeek te Massemen

	Totale runoff (mm/jaar)	Basis- afvoer (mm/jaar)	Snelle afvoer (mm/jaar)	RC globaal (%)	Neerslag (mm/jaar)
Verbeterd	239.6	158.8	90.0	11.9	756.6
Onverbeterd	274.6	184.4	90.3	11.9	
Verhouding (%)	87.3	86.1	99.6		

BESLUIT OPTIMALISATIE

Het station 449, op de Steenbeek te Merkem vertoont is een vrij "propere" reeks, waardoor er niet veel verbetering behoefde. Voornamelijk het onderzoek van de debietkromme leverde belangrijke aanpassingen.

De aanpak van zowel debietkrommen als de reeks zelf garandeert een 'integrale' benadering en een zo volledig mogelijke verbetering. Het onderzoek van de debietkromme heeft een invloed op alle gegevens, zowel hoog- als laagwater, waar de reeksverbetering zich voornamelijk concentreert op aanpassingen van laagwater, gezien de grote onnauwkeurigheid en de vele fouten die hier optreden. De modellering met behulp van PDM geeft aanvaardbare resultaten die als basis kunnen gebruikt worden voor de verbetering.

Zowel de ruwe debietwaarden (na omzetting met de 'beste' debietkromme), als de 'verbeterde' debietreeks kunnen, samen met dit verslag gedownload worden van <ftp://ftp.instnat.be/users/pcabus/data>.