

Verbetering van de peil- en debietreeks voor het station op de Rivierbeek te Oostkamp

Pieter Cabus

Nota Instituut voor Natuurbehoud
IN.A.2004.74



*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 Zwarte Beek te Lummen 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 Rivierbeek te Oostkamp 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.

Qh425

Rivierbeek te Oostkamp, AMWA nr. 8136, RUG-nr. 5, KMI nr. 3570

Station op de Rivierbeek werd in gebruik genomen in 1976. De nulpuntshoogte bedroeg toen 6,827 m TAW. Deze peilschaal is nog steeds in gebruik, maar recentere waterpassingen van deze peilschaal gaven het nulpunt een hoogte van 6,8 mTAW. Er hoeven geen peilen aangepast te worden, vermits de peilschaal dezelfde bleef.

Het maximaal opgemeten waterpeil bedraagt 2,61 m peilschaalhoogte en werd op 31/12/1993 opgetekend. Vanaf een peilschaalhoogte van 2,1 m stroomt de duiker onder druk en kan een opstuwende invloed waargenomen worden.

Het gemiddeld jaarmaximum voor het debiet bedraagt 5,832 m³/s.

De ijkingen worden weergegeven in figuur 1. In de loop van het jaar 1990 werden calibreringswerken uitgevoerd aan de waterloop. Het profiel van de beekbedding veranderde daardoor drastisch. De periode voor 20/09/1990 dient dan ook met een andere debietkromme benaderd te worden dan deze na die datum.

In de periode na 1990 zijn er drie hoge ijkingpunten, waarvan de hoogste in het jaar 2002 sterk afwijkt van de trend die uit de andere punten blijkt. Een hoogtestijging van 3 cm resulteert in een debietstijging van 3 m³/s. Dit lijkt vrij onwaarschijnlijk, temeer daar bij deze hoogten een opstuwend effect van de brug kan verwacht worden, wat een relatief kleiner debiet bij grotere hoogten zou opleveren. Het ijkingpunt uit 2002 wordt dan ook verder niet gebruikt. Een tweede ijking bij dergelijke hoogte zou uitsluitel kunnen geven over de geloofwaardigheid van dit punt.

Voor de periode tot 20/09/1990 vinden we de volgende kromme:

$$\text{Voor } h < 1 \quad Q = 0,24 - 1,83 * h + 4,17 * h^2 - 1,32 * h^3 \quad (\text{vgl.1})$$

$$h < 2,1 \quad Q = -0,43 + 0,72 * h + 1,06 * h^2 - 0,091 * h^3$$

$$Q = -0,53 + 2,71 * h - 1,05 * h^2 + 0,47 * h^3$$

Het gedeelte boven 2,1 m peilschaalhoogte werd bekomen door ook de ijkingpunten uit 1991 en 1998 mee in de analyse te betrekken (bij gebrek aan hoge ijkingpunten uit deze periode).

Deze kromme is weergegeven in figuur 2.

Om de invloed van de opstuwung na te gaan werd deze opstuwung berekend voor het ijkingpunt uit 1998. De natte sectie van de brug bedraagt ((8,9-6,3)*5,63) of 12,825 m². De snelheid die dan optreedt in de brug is 0,557 m/s (Q/A). De belangrijkste verliezen zijn de intredeverliezen die kunnen begroot worden als de gekwadraterde snelheid, gedeeld door 2 maal 9,81. Deze verliezen bedragen dan 1,5 cm voor deze ijkingmeting en zijn dus verwaarloosbaar klein.

Voor de periode na 20/09/1990 zien we een geleidelijke verschuiving in de laagwaterpeilen (figuur 4). Deze is vermoedelijk te wijten aan een langzame aanslibbing met enkele centimeter per jaar. Over zes jaar verschuiven deze laagwaterpeilen 15 cm. Bovendien vertonen de peilen nog verschuivingen in de jaren 1995-1996. Wanneer we de ijkingmetingen aanpassen aan deze verschuiving krijgen we figuur 3.

De Rug-kromme uit 1996 heeft de volgende vergelijking:

$$\text{Voor } h < 0,31 \quad Q = 1,7727 * (h - 0,01)^{1,5099} \quad (\text{vgl.2})$$

$$h < 2,1 \quad Q = -0,1868 + 1,4209 * (h - 0,01) + 0,5488 * (h - 0,01)^2$$

Het HIC stelt de volgende debietkromme voor:

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

a0	a1	a2	a3	Hmin - Hmax
-0.517	0.4141	1.028	0.00000	0.000 0.600

-0.2583	1.1028	0.4541	0.00000	0.600	1.800
11.1354	-11.547	3.9701	0.00000	1.800	2.510

Met de aangepaste ijkingsmetingen (gewijzigde peilen) bekomen we de volgende regressiekromme (met een correlatie van 98%):

Voor $h < 2$

$$Q = -0,67 + 2,71 * h - 1,05 * h^2 + 0,47 * h^3 \quad (\text{vgl.3})$$

$$Q = -0,217 + 1,034 * h + 0,306 * h^3$$

Deze wijkt af bij zeer lage peilen, waardoor negatieve debieten zouden kunnen ontstaan. Daarom lijkt het beter de HIC-kromme te gebruiken tot een peil van 0,4 m, waarboven de vgl.3 kan gehanteerd worden, mits de peilreeks eerst getransformeerd wordt met behulp van volgende vergelijkingen:

als datum < 20/09/1990 geen verschuiving

als datum < 04/05/1995 $h_v = h + 0,15 - 0,1 * \left(\frac{\text{daggetal}('04/05/1995') - \text{daggetal}(\text{datum})}{1687} \right)$

als datum < 18/08/1995 $h_v = h + 0,05 + 0,18 * \left(\frac{\text{daggetal}('18/08/1995') - \text{daggetal}(\text{datum})}{106} \right)$

als datum < 28/07/1996 $h_v = h + 0,21 - 0,03 * \left(\frac{\text{daggetal}('28/07/1996') - \text{daggetal}(\text{datum})}{345} \right)$

als datum < 20/04/1997 $h_v = h + 0,18 - 0,18 * \left(\frac{\text{daggetal}('20/04/1996') - \text{daggetal}(\text{datum})}{266} \right)$

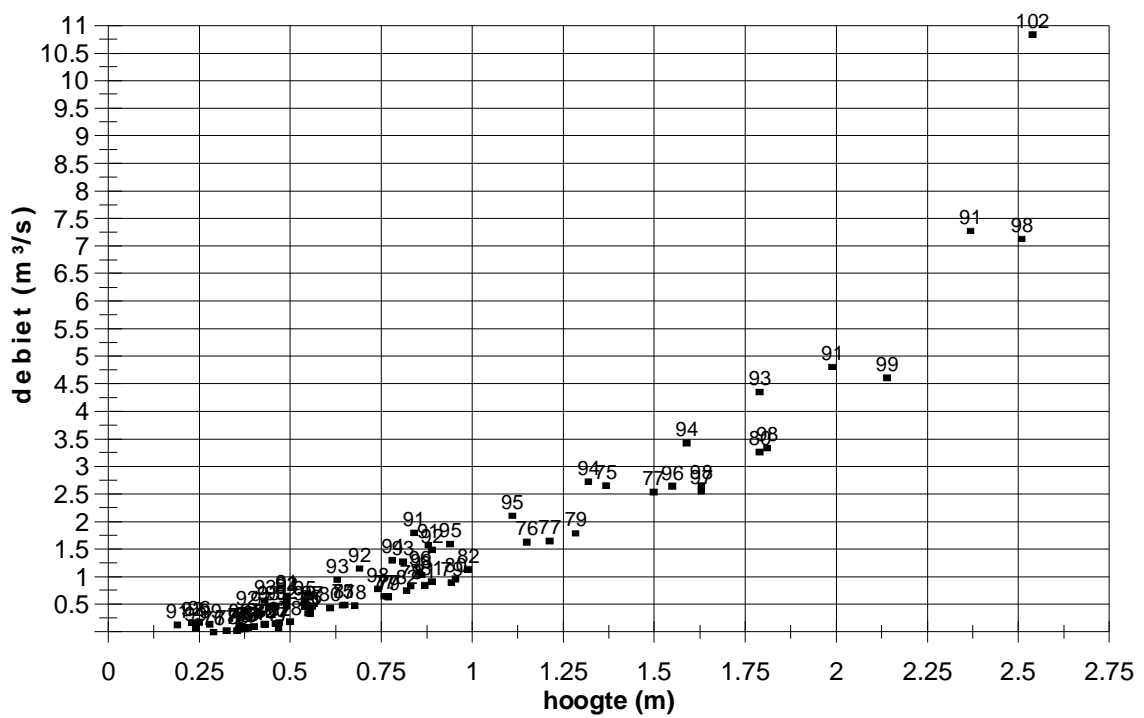
als datum > 20/04/1997 geen verschuiving

waarbij - $\text{daggetal}('01/01/1997') - \text{daggetal}(\text{datum})$ het aantal dagen tussen de datum waarvan het peil aangepast wordt en 01/01/1997

DATE	Q	H	Hverbeterd
19/07/1999	0.068	0.24	0.24
15/05/1996	0.189	0.25	0.275
24/06/1999	0.141	0.28	0.28
29/06/1976	0.007	0.29	0.29
18/09/1978	0.028	0.33	0.326
22/05/1991	0.137	0.19	0.34
27/09/1976	0.027	0.35	0.354
16/10/1992	0.176	0.23	0.355
10/10/1977	0.052	0.36	0.359
25/08/1982	0.132	0.36	0.36
5/10/1978	0.062	0.36	0.36
9/06/1975	0.058	0.38	0.375
8/10/1979	0.062	0.38	0.377
21/08/1980	0.088	0.38	0.38
4/05/1976	0.090	0.38	0.384
15/06/1981	0.100	0.40	0.4
26/08/1981	0.106	0.40	0.4
24/06/1997	0.342	0.42	0.42
21/05/1980	0.142	0.43	0.429
19/05/1982	0.146	0.43	0.43
20/05/1975	0.145	0.43	0.432
5/11/1980	0.160	0.46	0.46

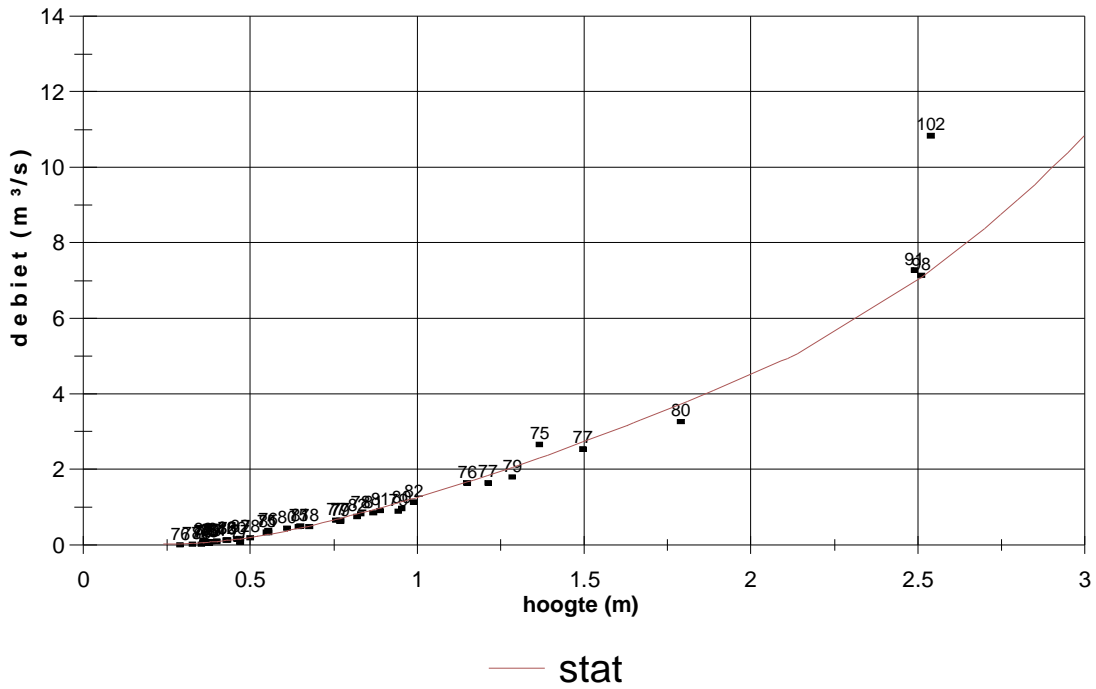
18/05/1977	0.075	0.47	0.469
15/04/1982	0.180	0.47	0.47
29/11/1978	0.190	0.50	0.5
16/01/1992	0.377	0.38	0.505
28/07/1993	0.572	0.43	0.53
19/03/1998	0.458	0.54	0.54
20/10/1993	0.462	0.44	0.54
22/08/1975	0.346	0.55	0.55
17/02/1981	0.332	0.56	0.555
26/02/1976	0.385	0.56	0.555
27/09/1993	0.473	0.46	0.56
8/12/1997	0.474	0.56	0.56
6/12/1994	0.583	0.49	0.565
25/09/1995	0.551	0.54	0.59
8/04/1980	0.443	0.61	0.61
27/04/1992	0.626	0.49	0.615
16/03/1992	0.482	0.49	0.615
25/06/1991	0.666	0.49	0.64
7/03/1975	0.490	0.65	0.645
15/04/1981	0.502	0.65	0.65
18/12/1978	0.485	0.68	0.677
17/06/1993	0.949	0.63	0.73
16/09/1998	0.788	0.74	0.74
5/04/1977	0.657	0.76	0.758
19/01/1977	0.654	0.77	0.769
23/02/1979	0.637	0.77	0.77
5/06/1992	1.160	0.69	0.815
15/02/1982	0.765	0.82	0.82
24/03/1978	0.837	0.83	0.831
10/01/1994	1.304	0.78	0.855
22/01/1998	1.046	0.86	0.86
5/11/1981	0.854	0.87	0.87
8/11/1996	1.100	0.86	0.88
21/01/1981	0.922	0.89	0.89
8/12/1993	1.280	0.81	0.91
23/04/1979	0.900	0.94	0.943
3/12/1980	0.969	0.96	0.955
22/01/1982	1.139	0.99	0.99
8/01/1991	1.805	0.84	0.99
4/01/1995	1.605	0.94	0.99
25/03/1992	1.499	0.89	1.015
4/07/1991	1.583	0.88	1.03
27/01/1976	1.639	1.15	1.15
25/01/1995	2.117	1.11	1.16
18/02/1977	1.656	1.21	1.213
29/03/1979	1.797	1.29	1.285
3/04/1975	2.665	1.37	1.367
6/04/1994	2.738	1.32	1.395
21/02/1977	2.548	1.50	1.498
20/11/1996	2.653	1.55	1.575
3/11/1998	2.658	1.63	1.63
1/12/1997	2.564	1.63	1.63
6/01/1994	3.434	1.59	1.665
7/02/1980	3.268	1.79	1.79
5/01/1998	3.349	1.81	1.81
11/01/1993	4.362	1.79	1.89
15/11/1991	4.818	1.99	2.14
28/12/1999	4.615	2.14	2.14
17/11/1998	7.143	2.51	2.51

Qh_425
Rivierbeek te Oostkamp



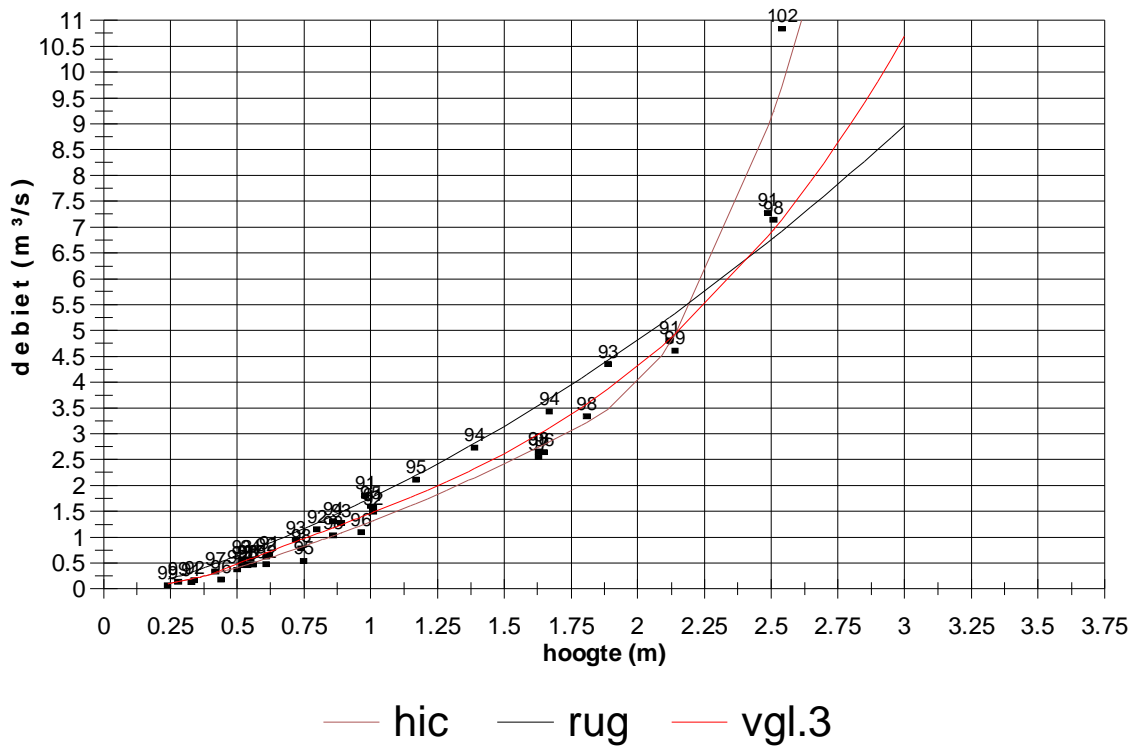
Figuur 1: Calibratiemetingen, onverbeterd

Qh_425
Rivierbeek te Oostkamp

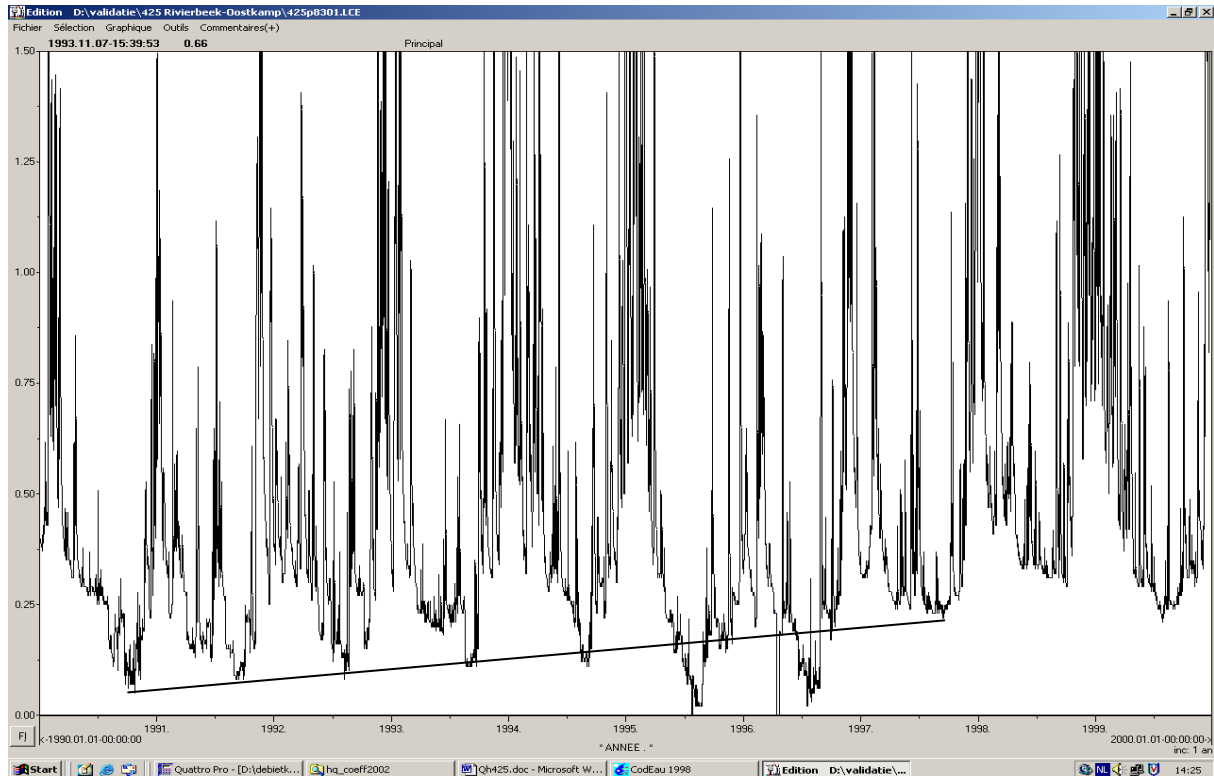


Figuur 2 : Ijkingspunten en debietkromme tot 20/09/1990

Qh_425
Rivierbeek te Oostkamp



Figuur 3 : aangepaste ijkingen en debietskrommen van HIC en RUG (labels verwijzen naar het jaar van de meting)



Figuur 4: peilverschuivingen van 1990 tot 1997

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 worden gezien 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.

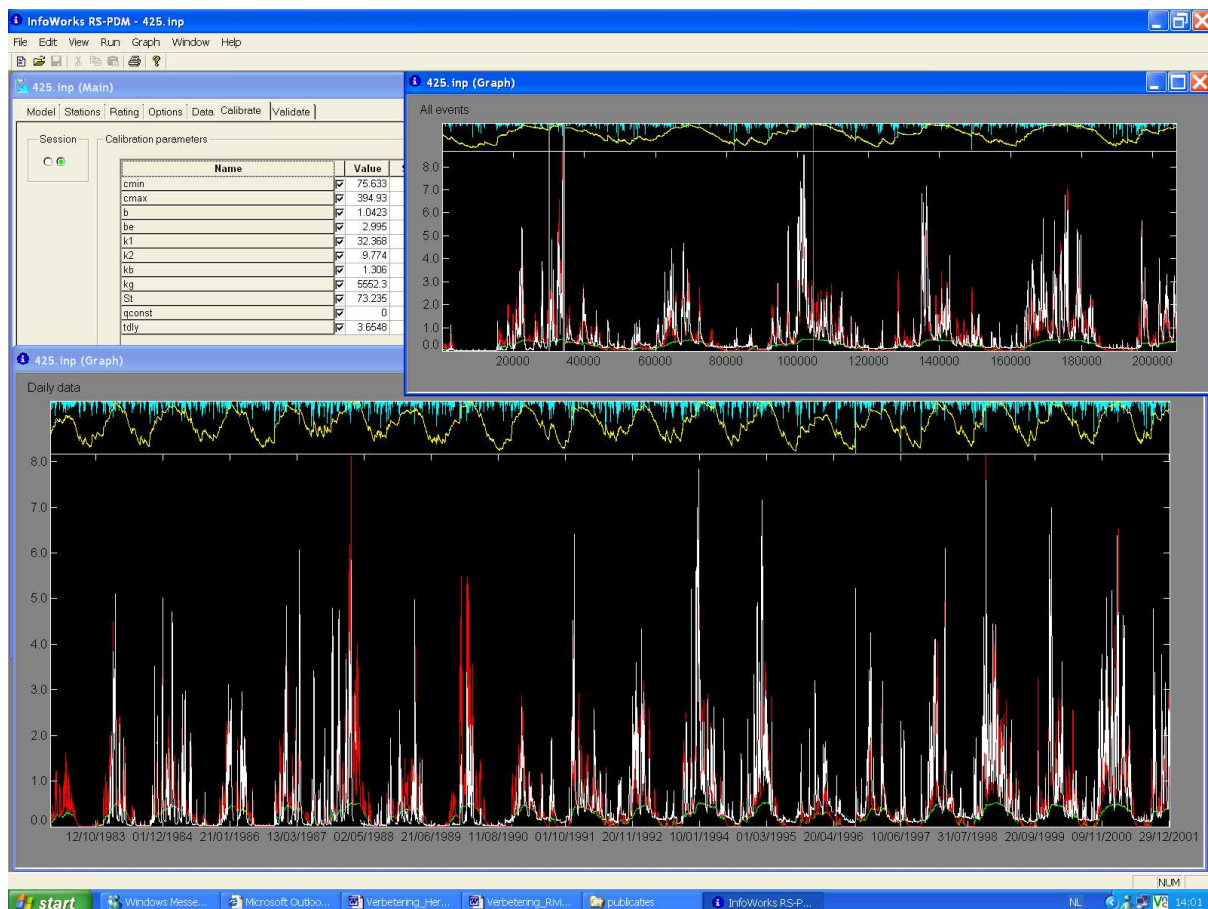
Als optimale parameterset werden de volgende parameters weerhouden:

Tabel 2: Optimale parameterset van het PDM-model voor de Rivierbeek te Oostkamp

Cmin	75.5
Cmax	395
B	1.05
Be	3

k1	32.37
k2	9.77
Kb	1.3
Kg	5552
St	73.25
Qconst	0

Met deze optimale parameterset en een tdely-parameter van 3.65 uur (tijdsverschuiving) werd een correlatie van 87 % teruggevonden voor de calibratie-events. De hele reeks (uurwaarden) wordt dan gemodelleerd met een correlatie van 77 %. Dit zijn aanvaardbare correlaties. In figuur5 worden de simulatieresultaten weergegeven.



Figuur 5: Simulatieresultaten voor de Rivierbeek te Oostkamp

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 Rivierbeek te Lummen grondig doorgelicht en opgekuist. Dit gebeurde met behulp van het programma WISKI-TV.

De reeks van de Rivierbeek is een vrij ‘propere’ reeks die niet erg veel verbetering behoeft. Regelmatig werden plateau’s ‘verbeterd’ met gemodelleerde waarden en ontbrekende waarden ingevuld door gemodelleerde waarden of herschaalde waarnemingen uit het naburig station op de Hertsbergebeek.

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.

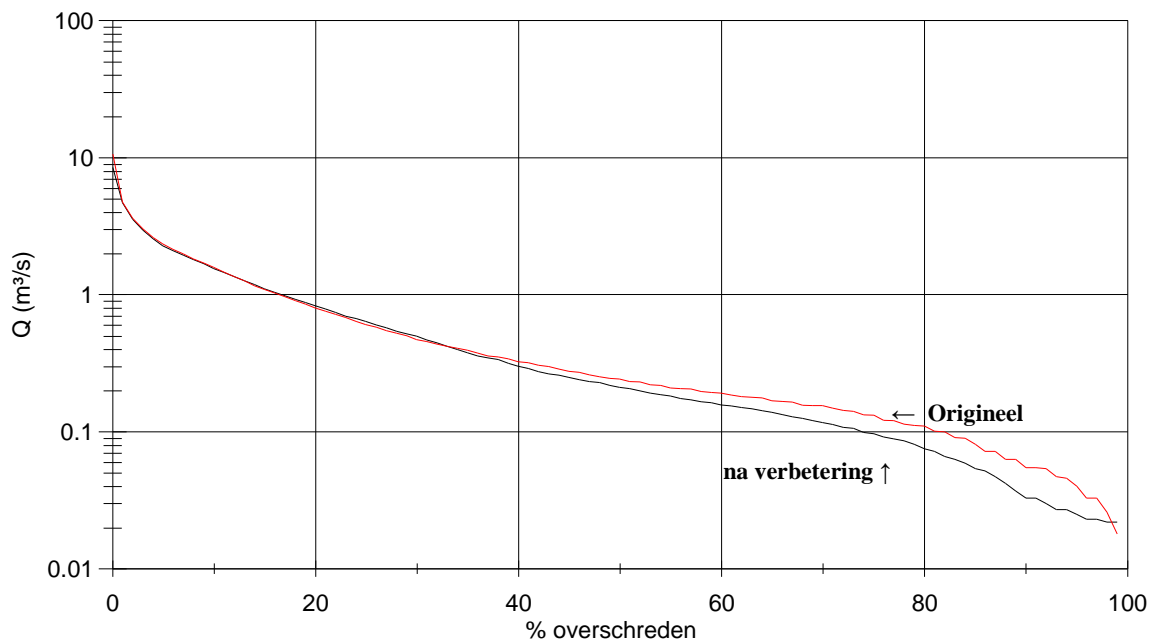
1. frequentieverdeling

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

Voor de Rivierbeek wijzigt de frequentieverdeling licht voor alle afvoeren. Deze wijziging zal grotendeels te wijten zijn aan de aanpassing van de debietkromme. Gemiddelde afvoeren wijzigen slechts licht. Hoge en lage afvoeren zijn kleiner geworden ten opzichte van de vroegere waarden.

Tabel 3 : Overschrijdingsdebieten voor de Rivierbeek

%	Debiet verb	Debiet onverbeterd	verhouding (verb/onverb)
5	2.28	2.35	0.97
10	1.56	1.58	0.99
25	0.64	0.60	1.05
50	0.21	0.24	0.88
75	0.10	0.13	0.73
90	0.03	0.06	0.60
95	0.03	0.04	0.63
98	0.02	0.03	0.85
max	8.52	10.67	0.80



Figuur 7: Duurlijnen voor de Rivierbeek: 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 Rivierbeek bedraagt de daling van het afgevoerde volume tengevolge de verbeteringen 3,4 %. Deze daling is te wijten aan een daling van de basisafvoer met 5 mm/jaar (5,5 %) en een daling van de snelle afvoer met gemiddeld 3 mm/jaar (2,1 %).

Tabel 4: Volume's en verhoudingen voor de Rivierbeek te Oostkamp

Totale runoff (mm/jaar)	Basis- afvoer (mm/jaar)	Snelle afvoer (mm/jaar)	RC globaal (%)	Neerslag (mm/jaar)
----------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------	-----------------------

Verbeterd	229.7	95.4	134.3	15.7	857.5
Onverbeterd	237.9	100.9	137.2	16	
Verhouding (%)	96.6	94.5	97.9	97.9	

BESLUIT OPTIMALISATIE

Het station 425, op de Rivierbeek te Oostkamp is een vrij “propere” reeks, waardoor er niet veel verbetering behoefde. Voornamelijk het onderzoek van de debietkromme leverde belangrijke aanpassingen. Ook het invullen van ontbrekende perioden leverde een belangrijke meerwaarde.

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.instatat.be/users/pcabus/data> .