

**Nota over het meetpunt 6.894 op de Perlinkbeek (Peerdestokbeek) te Mater (Oudenaarde) IN.A.2002.91****Marcel Voet, Pieter Cabus**

In het kader van de uitbouw van het meetpunt op de onbevaarbare waterlopen worden de bestaande stations aan een kritische analyse onderworpen waarbij de efficiëntie van debietmetingen centraal staat. Ook de bruikbaarheid van deze metingen voor wetenschappelijk onderzoek en extrapolatie naar vergelijkbare stroomgebieden wordt bekeken. Concreet wordt er belang gehecht aan de debietkromme en de beschikbare ijkingspunten, de voorgeschiedenis en de ‘hydraulische’ lokatie (voor/na overstromingsgebieden, in een bocht, erodeerbare bodem, ...). In deze nota wordt de lokatie van het meetstation op de Peerdestokbeek, waterloop OS267 van 2<sup>de</sup> categorie met een stroomgebied 1904 ha, geanalyseerd.

Dit stroomgebied is een deel van het Zwalmbekken. Het Zwalmbekken maakte het onderwerp uit van een hydrologisch/hydraulische modelleringsstudie. Hierdoor waren opmetingen van de beek beschikbaar.

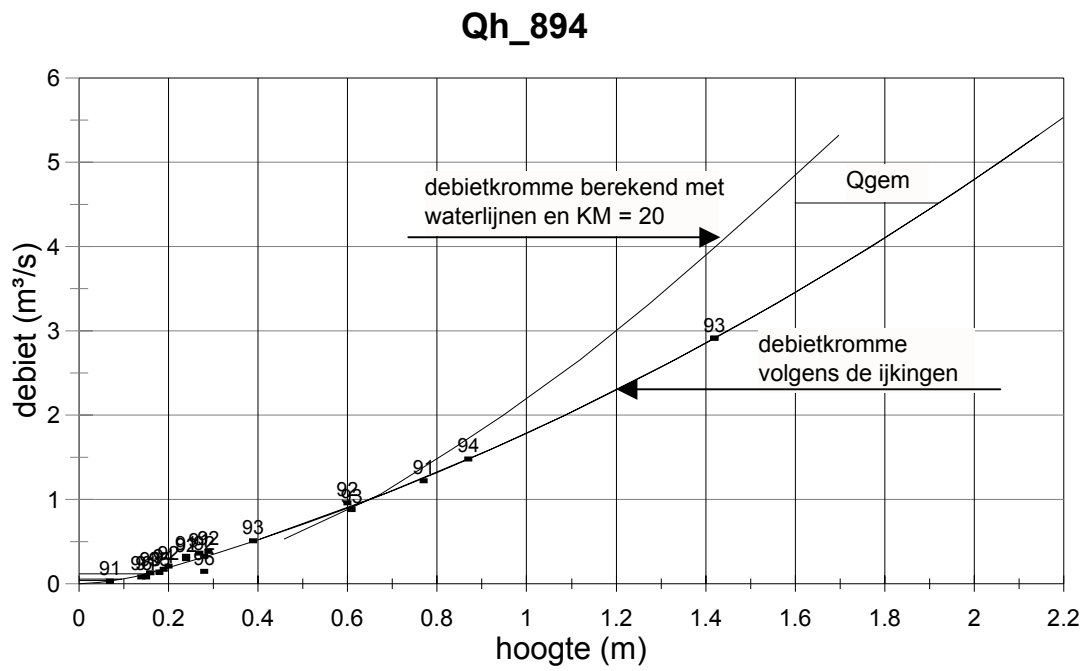
**1. Debietkromme**

Tot recent waren geen plannen gekend voor de inrichting van wachtbekkens of speciale overstromingszones. De gemeten debieten van dit ‘maagdelijk stroomgebied’ konden dus model staan voor analoge gebieden en het station kon zonder meer in het meetnet geïntegreerd worden. In de modelleringsstudie van de Zwalm is echter geopteerd om 2 overstromingsgebieden in te richten, één afwaarts de limnigraaf en één opwaarts de limnigraaf. Dit laatste gegeven is pas bij het einde van dit onderzoek naar boven gekomen, en zou normalerwijze er toe geleid hebben dit meetpunt niet op te nemen in het voorstel van meetnet.

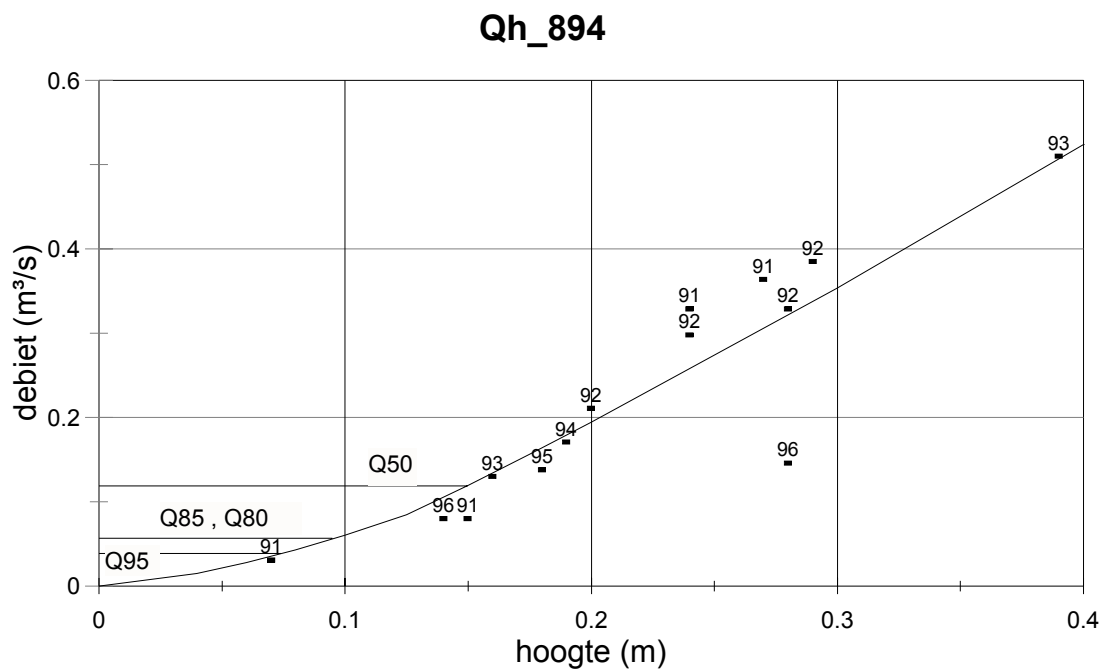
Het meetpunt is in mei 1991 opgericht in het kader van het onderzoeksprojectgroep Zwalmbekken aan de Universiteit Gent. Het station is dan uitgebouwd als een klassiek station met een vlotterlimnigraaf voor de peilregistratie en met traditionele snelheidsmetingen voor de ijkingskromme. Bij de overname door het HIC in 1997 (voor wat betreft de opvolging van peilregistraties en debietkromme) is dit station bij de RUG gebleven. Voor de periode 1997 tot 2001 zijn de peil- en debietgegevens aangevraagd bij het Labo voor Hydraulica van de RUG.

Bij de studie van de optimalisatie van het meetnet was gekozen om dit station op te nemen in het meetnet : de debieten komen uit een “natuurlijk” gebied en er kan geprofiteerd worden van de reeds beschikbare tijdreeks.

De debietkromme tot 1996 is voorgesteld in figuur 1 en 2. Men bemerkt de moeilijkheid om laagwaterdebieten correct te begroten en de onzekerheid omtrent de hoogwaterdebieten omwille van het ontbreken van ijkingspunten. Om deze nadelen op te vangen, is een verbetering van de bestaande ijkingskromme nodig, en werd een meetgoot voorgesteld.



Figuur 1 : Debietkromme 1996



Figuur 2 : Inzooming van figuur 1

Uit de tijdreeks 1991 tot 1996 zijn volgende percentieldebieten genomen (alle debieten berekend met de ijkingskromme van 1996) :

Tabel 1 : Laagwaterdebieten van station 894

percentielwaarde	Debiet (m <sup>3</sup> /s)
Q98	0.039
Q95	0.039
Q90	0.048
Q85	0.057
Q80	0.057
Q50	0.119

Uit de tijdreeks 1991 tot 1996 zijn volgende maximumwaarden afgeleid (alle debieten berekend met de ijkingskromme van 1996) :

- gemiddeld jaarmaximum : 4.517 m<sup>3</sup>/s
- maximum 1991-1996 : 5.01 m<sup>3</sup>/s (h = 2.06 m)

## 2. Hydraulische modellering

In de modelleringstudie van de Zwalm is ook een model gemaakt van de Peerdestokbeek, de profielen zijn er genummerd met het label PDS, en met VDL voor het deel Van der Lindensmolen .

Voor het onderzoek naar de werking van het station op de Peerdestokbeek zijn de volgende profielen gebruikt : van de Moldergemmolen tot de Van der Lindensmolen. Het stuwpeil aan de Van der Lindensmolen is niet op de plannen aangeduid. Het juiste stuwpeil heeft voor de hier doorgevoerde berekeningen geen belang, gezien de helling in het beekdeel. Het stuwpeil heeft wel belang indien de limnigraaf verder afwaarts (de Boekelstraat) gezet wordt.

In het model werden de volgende ruwheden aangenomen:

Aangenomen ruwheden : n = 0.10 ( $K_M = 10$ ) voor het deel opwaarts profiel 37 en  
 n = 0.07 ( $K_M = 15$ ) voor het deel afwaarts profiel 37 (en profiel 89)  
 n = 0.07 ( $K_M = 15$ ) voor het deel aan de Van der Lindensmolen

Uit de calibratie van het model, en de vergelijking van de gemodelleerde debietkromme met de kromme van de RUG, kwamen deze waarden naar voor. Bij de aanvang van de modellering werden de ruwheden in de Peerdestokbeek aangenomen op  $K_M = 20$  over de gehele lengte van de beek. Dit is een normale waarde, die misschien iets kan verlaagd worden ( $K_M = 18$ ), omdat de oeverbegroeiing bijna op de volledige omtrek aanwezig is. De ruwheden volgens het gecalibreerde model zijn onnatuurlijk hoog. Ook de opsplitsing nabij profiel 37 is niet met echte redenen verantwoord.

De opstuwingen die bij de modellering aan kunstwerken is berekend, werd gecontroleerd. Omdat bij de storm van 1997 grote opstuwingen aan profiel 52 (de limnigraafplaats) gevonden zijn in de modelberekeningen, werd de invoer in het model nader onderzocht. De doorsnede van de brug bleek niet correct ingevuld : het onderste deel van de brug (beneden de geboorte van het gewelf) heeft de sectie van de waterloop gekregen, en niet deze van de brug

(dit is een rechthoek met een basis van 3.07m op peil 15.80 mTAW). De opstuwing van de brug blijkt erg hoog te worden berekend :

Voor  $Q = 5.607 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $= Q_{\text{max}}$  en hierbij stroomt de brug onder druk) wordt tussen profiel 52D en 52U een energieverlies  $\Delta H$  berekend van 14.2 cm. Een klassieke verliesberekening geeft veel minder : maximum 8 cm . Dit verlies (van 8 cm) is de som van

- een instroomverlies ( $= 1.3 \times$  de snelheidshoogte in de brug  $=$  ca 6.4 cm) en
- een uitstroomverlies ( $= 0.8 \times (V_{\text{brug}} - V_{\text{P52D}})^2 / 19.62 = 1 \text{ cm}$ ).

Voor  $Q = 4.15 \text{ m}^3/\text{s}$  (en hierbij stroomt de brug met een vrije waterspiegel) wordt door het model tussen profiel 52D en 52U een energieverlies berekend van 7.2 cm. Een klassieke verliesberekening geeft terug veel minder : amper 2 cm. Navolgende tabel komt uit de ISIS-berekening (model) :

	PDS52U	PDS52U	PDS52D	PDS52D	$\Delta H$	$V_{\text{brug}}$
debiet	waterpeil	snelheid	waterpeil	snelheid	(m)	(m/s)
5.608	18.224	0.466	18.079	0.532	0.142	0.99
4.147	17.901	0.463	17.828	0.493	0.072	0.74
3.233	17.599	0.464	17.557	0.481	0.041	

De correcte invulling van de doorsnede van de brug zal de snelheden in de brug doen dalen, en zou dus in lagere energieverliezen resulteren. Er is ook tegenspraak over het sleutelpeil van de brug aan P52 : 17.90 mTAW volgens de dwarsprofielen of 18.00 mTAW volgens de ISIS-gegevens.

Een analoge opmerking over de doorstroomopening van de brug geldt voor de andere bruggen op de Peerdestokbeek.

De brug aan profiel 75 is ingevoerd als een "orifice".

Bij het maximum debiet van de hoogwatergolf van 1993 berekent men een verlies van 29 cm bij een snelheid in de koker (afmetingen 200 x 140 cm) van 1.96 m/s. De koker stroomt onder druk. Klassieke verliesberekeningen geven ongeveer eenzelfde waarde, afhankelijk van de aangenomen contractie.

Bij een debiet van 2.263  $\text{m}^3/\text{s}$  berekent men een verlies van 6.7 cm bij een snelheid in de koker (afmetingen 200 x 140 cm) van 0.86 m/s. De koker stroomt vrij . Klassieke verliesberekeningen geven een kleinere waarde (ca. 2 cm). Eenzelfde besluit bekomt men voor een debiet van 0.478  $\text{m}^3/\text{s}$ .

flow	PDS75D	PDS75D	PDS75E	PDS75E	$\Delta H$	Snelheid in koker
debiet	waterpeil	snelheid	waterpeil	snelheid	(m)	(m/s)
5.482	22.426	0.58	22.120	0.77	0.293	1.958
2.263	21.420	0.59	21.350	0.64	0.067	0.864
0.478	20.643	0.41	20.626	0.43	0.016	0.408

In de modelleringen is derhalve gerekend met extra hoge verliezen ter plaatse van de duikers en met extra ruwe wanden. Een herberekening van de hoogwatergolf van 1993 met dezelfde verliescoëfficiënten en ruwheden maar met verbeterde secties bij de bruggen is niet gebeurd. Voor het deel opwaarts de limnigraafplaats komen er geen overstromingen voor. Voor de

gebruikte debieten moeten de in het model berekende waterstanden derhalve als maximale waarden beschouwd worden.

### 3. Vergelijking en Controle

Omwille van de slechte overeenkomst tussen de gemeten debietkromme van de RUG en de met waterlijnen nagebootste debietkromme (figuur 1), en omwille van de extra grote waarden van de ruwheidscoëfficiënt die nodig was om enige overeenkomst met de bestaande debietkromme te bereiken, ontstond twijfel omtrent de juistheid van de dwarsprofielen. In overleg met de afdeling Water is een controle meting uitgevoerd voor dwarsprofielen 37 tot 52, dit is het deel dat in grote mate de debietkromme bepaalt. Voor de waterpassing is vertrokken van het sleutelpeil van de brug nabij profiel 52 (17.90 mTAW). De sluitfout bij de waterpassing bedroeg 22 mm, en staat garant voor een juiste beoordeling van de profielen. De profielen zijn in bijlage gegeven. De profielen werden genomen op de plaatsen aangeduid op de grondplannen. Mogelijks moeten de profielen nog iets verschoven worden om de “as” van de waterloop exact te laten samenvallen. Uit de bijlage besluit men :

- er is geen wezenlijk verschil tussen de dwarsprofielen uit beide opmetingen, de dwarsprofielen verschillen teveel op korte afstand (enkele m).
- een tussenafstand van 50 m is voor het geval Peerdestokbeek eigenlijk te groot, want de profielen wisselen sterk op relatief korte afstand.
- het grondplan van de beek vertoont een kronkelend verloop, het vaststellen van de as van de beek is discutabel. Het automatisch laten aanpassen van tussenafstanden in het dwarsprofiel zodat het profiel loodrecht op de as van de beek staat, is wellicht een “gevaarlijke” opdracht. Als dusdanig was het niet altijd duidelijk waar de profielen van de modellering genomen waren (bv. grondplan bij profiel 47)
- in lengteprofiel zijn er meerdere kleinere watervalletjes die niet op lengteprofiel terug te vinden zijn en er een mogelijke verklaring vormen voor (een deel van) de verschillen tussen beide metingen
- het beekdeel vertoont duidelijke tekenen van erosie : de beek is zich aan het insnijden en door oeverafkalvingen aan het verbreden. Het verschil met het deel opwaarts profiel 52, waar een beschoeiing aanwezig is, is zonder meer duidelijk. Ook de erosie kan een deel van de verschillen tussen beide metingen verklaren indien het tijdsverschil tussen beide meerdere jaren bedraagt

Derhalve zijn de dwarsprofielen van de modellering als de goede profielen aangenomen.

Voor een aantal debieten zijn de ruwheden berekend waarmee de berekende waterstanden samenvallen met de debietkromme. Men bekomt :

debiet (m <sup>3</sup> /s)	waterstand (m)	waterstand (mTAW)	ruwheid : n	ruwheid : K <sub>M</sub>
0.532	0.405	16.040	0.039	25.6
1.064	0.681	16.316	0.050	20.0
1.597	0.922	16.557	0.060	16.7
1.996	1.085	16.720	0.065	15.4
2.661	1.333	16.968	0.0715	14.0
3.326	1.559	17.194	0.0766	13.1
3.991	1.767	17.402	0.080	12.5
4.657	1.961	17.596	0.0805	12.4
5.322	2.144	17.779	0.079	12.7

De bekomen K<sub>M</sub>-waarden voor debieten tot 1.6 m<sup>3</sup>/s liggen in het interval dat bij vele waterlopen in het hellend gebied van West- en Oost-Vlaanderen ter gelegenheid van ruwheidmetingen is gevonden : waarden rond de K<sub>M</sub> = 20 (cf. supra). Het interval tot 1.6 m<sup>3</sup>/s is het frequent bemeten deel van de debietkromme. Voor grotere debieten stijgt de ruwheid volgens de debietkromme van de RUG tot de K<sub>M</sub> = 12 à 13. Dergelijke waarden zijn eerder nooit gevonden. Aanvankelijk was gedacht dat de dwarsprofielen een fout inhielden, maar deze blijken goed te zijn. Het terreinbezoek bevestigt dat een ruwheidsfactor K<sub>M</sub> = 20 of iets minder de meest voor de hand liggende waarde is.

Daarom wordt de debietkromme nu met vinger gewezen omwille van volgende redenen :

- de extrapolatie steunt in hoge mate op de waarde van de hoogste meting (2.9 m<sup>3</sup>/s bij een hoogte van 1.42m + 15.635 mTAW). Vanaf een hoogte van 40 cm liggen de punten goed op de kromme, en gaven geen aanleiding tot enige argwaan.
- de laatste hoge meting is uit 1993. Sedertdien zijn er zware jaren geweest die de uitdieping van de bedding en dus van de meetsectie kunnen beïnvloeden hebben. Men vergelijkte een profiel vóór en na de brug aan profiel 52, (dwz een profiel met en een profiel zonder oeverbeschoeiing) om zich een idee te vormen over de mogelijke erosie. Een correctie van de debietkromme om rekening te houden met deze uitdieping, zou de debietkromme doen opschuiven in de “goede” richting.

#### 4. Besluiten

- Het verder zetten van de metingen op de huidige locatie zonder ingrijpende maatregelen kan zeker geen garantie bieden voor kwalitatief goede metingen, zowel van hoogwater als van laagwater. Goede meetpunten veronderstellen een lange(re) tijdreeks. Zonder bouwkundige maatregelen kan geen stabiele ijkingskromme gegarandeerd worden.
- Gelet op de kortstondigheid van de afvoergolven is er weinig kans om het gehele debietbereik met ijkingspunten te beleggen, en is een meetgoot aangewezen.
- De huidige locatie ligt in een bocht. Het is niet duidelijk waarom de meetplaats vroeger niet opgericht werd ca. 1200 m verder afwaarts, ter hoogte van de Stationstraat/Boekelstraat : hier wordt de duiker bijna recht aangestroomd en de duiker heeft wel een vaste vloer. Deze meetplaats is goed bereikbaar, kan beschikken over netstroom, ligt buiten de bebouwde delen, en lijkt dus in vele opzichten beter dan de oude limnigraafplaats, tenminste indien de stuwpeilen van de Van der Lindensmolen de debietkromme niet zouden verstoren (en dat was niet het geval bij het terreinbezoek).
- In de modelleringstudie van de Zwalm werd een mogelijk overstromingsgebied beschouwd opwaarts de spoorweg (profiel 37). Het hoogste vulpeil bedraagt 18.38 mTAW en ligt ca 40 cm boven de vloer van de beek ter plaatse van de limnigraaf : de peilen van de limnigraaf worden dus zeker beïnvloed door het overstromingsgebied aan de spoorweg. In totaal zou ca 60.000 m<sup>3</sup> berging gemaakt worden in de 2 overstromingsgebieden op de Peerstestokbeek, dit is ca. 3.2 mm over het stroomgebied van de limnigraaf. Indien deze berging op de “goede” manier aangesproken wordt, zouden de meeste hoogwatertoppen afgevlakt worden, en derhalve de meetplaats niet meer aantrekkelijk maken.
- Er moet eerst een beslissing over de locatie van de meetplaats genomen worden vooraleer een voorontwerp verder uit te werken. Indien de overstromingsgebieden ingericht worden, wordt beter een andere meetplaats gezocht, hetzij meer stroomopwaarts, hetzij in een ander “maagdelijk” stroomgebied.