

Visgeleiding Stedelijke Roer te Roermond

W. Boiten

Rapport 113

Sectie Waterhuishouding
Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA Wageningen
Internet: www.dow.wau.nl/whh

ISSN 0926-230X

Inhoud

1. Inleiding	1
2. De Stedelijke Roer te Roermond	2
3. Vragen bij het ontwerp visgeleiding	3
4. Berekening van de energieverliezen van krooshekken	4
5. Voorlopig ontwerp en positionering krooshek, dat 0,05 m opstuwt	7
6. Definitief ontwerp en positionering krooshek	9
7. Geleidewand t.b.v. de lokstroom naar de vispassage	12
8. Samenvatting	14
Geraadpleegde literatuur	15

Lijst van figuren, tabellen en fotoblad

Figuur 1	Schematisch overzicht Roertakken
Figuur 2	Waarden van σ_1 en σ_2
Figuur 3	Voorlopige positionering van het krooshek, dat 0,05 m opstuwt
Figuur 4	Definitief ontwerp krooshek en geleidewand
Tabel I	Overzicht van de minimale waarden van F
Tabel II	Energieverliezen ΔH in het voorlopig ontwerp
Tabel III	Energieverliezen ΔH in het definitieve ontwerp
Table IV	Stroomsnelheden Roertakken bij afwezigheid geleidewand
Fotoblad	Samenvloeiing van Klein Hellegat en Groot Hellegat in de Stedelijke Roer

1. Inleiding

Op 11 september 2002 verleende de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij opdracht aan de Sectie Waterhuishouding van de Wageningen Universiteit, per brief 2120/pf, tot het uitbrengen van een kort advies met betrekking tot de visgeleiding in de Stedelijke Roer te Roermond.

Het advies hield de volgende werkzaamheden in:

- zoekwerk in de literatuur naar de verliescoëfficiënten van schuin aangestroomde krooshekken
- berekening van de minimale oppervlakte van het krooshek voor een spijlfstand $0,010 < a < 0,025$ m bij een maximale opstuwing $\Delta H = 0,050$ m tijdens een afvoer $Q = 20$ m³/s door de ECI-waterkrachtcentrale en een waterstand NAP +16,90 m.
- voorstel tot een zodanige dimensionering dat de stroomsnelheden langs het hek toenemen in bovenstroomse richting, en dat er voldoende lokstroom is in de richting van een nog te bouwen vispassage naast de klepstuw in Groot Hellegat.

De opdracht was conform de offerte 02 176 WB/hw d.d. 4 september 2002.

Tijdens de voortgang van het onderzoek heeft enige malen overleg plaats gevonden met de heren Kroes en Muyres van de OVB. In dit overleg heeft de OVB de wens geuit om de oppervlakte van het krooshek te vergroten, waardoor de stroomsnelheden kort achter het hekwerk worden verlaagd.

Dit heeft geleid tot een aanvullende opdracht, die het volgende inhoud:

- verbreding van het krooshek (lagere stroomsnelheden), waarbij er van wordt uitgegaan, dat de bodemhoogte vanaf tenminste 25 m vóór tot 25 m achter het krooshek over de volle breedte op NAP +15,00 m wordt gebracht en de taluds langs de oevers 1 : 1,5 worden.
- het ontwerp van een damwand ten behoeve van de lokstroom in de richting van de vispassagemonding, met een zodanige minimum doorstroombreedte dat de stroomsnelheid in deze monding 0,90 à 1,00 m/s wordt.
- stroomopwaarts van deze versmalling wordt het dwarsprofiel van Groot Hellegat zódanig verkleind dat de stroomsnelheid in de vispassage ca. 0,40 m/s wordt.

Het onderzoek vond plaats in oktober 2002 en is uitgevoerd door ing. W. Boiten, gastmedewerker bij de Sectie Waterhuishouding van de Wageningen Universiteit.

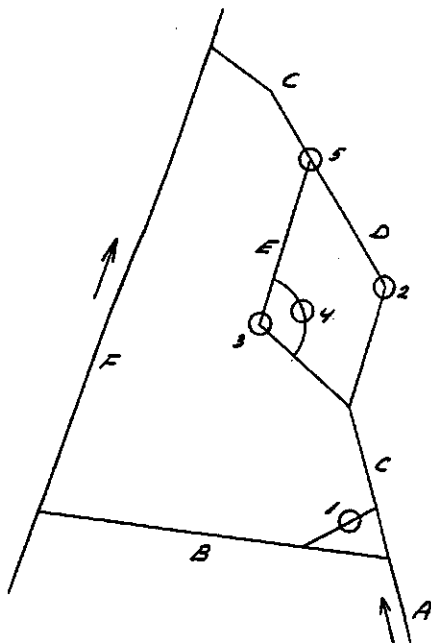
2. De Stedelijke Roer te Roermond

De Roer komt vanuit Duitsland Nederland binnen bij Vlodrop. Het debiet varieert als volgt $8,8 < Q < 123 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ter hoogte van de spoorlijn Roermond-Sittard splitst de Roer zich in een zuidelijke tak, de Hambeek, en een noordelijke tak, de Stedelijke Roer. Deze laatste splitst zich in Roermond nogmaals in een molentak naar en van de ECI centrale, Klein Hellegat, en een omleiding waarin een klepstuw, Groot Hellegat. Na enkele honderden meters komen beide takken weer samen en mondt de Stedelijke Roer uit in de Maas.

Recent is de ECI waterkrachtcentrale gerestaureerd en weer in gebruik genomen, waardoor de waterverdeling over de Hambeek, Groot Hellegat (klepstuw en vispassage) en de molentak Klein Hellegat (ECI centrale) sterk is gewijzigd.

Als de ECI centrale in werking is, dan zal de visgeleiding ter plaatse van de samenvloeiing van de molentak en de omleiding worden ontworpen op een debiet $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ via de molentak en $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ via de vistrap in de omleiding.



- | | |
|---|-------------------------|
| A | Roer |
| B | Hambeek |
| C | Stedelijke Roer |
| D | Klein Hellegat |
| E | Groot Hellegat |
| F | Maas |
| 1 | Balgstuw Hambeek |
| 2 | ECI Waterkrachtcentrale |
| 3 | klepstuw |
| 4 | vispassage |
| 5 | ontwerp visgeleiding |

Figuur 1 Schematisch overzicht Roertakken

3. Vragen bij het ontwerp visgeleiding

Het doel van het onderzoek is om stroomopwaarts migrerende vis, die vanuit de Maas de Roer op wil – ingeval de ECI centrale in werking is – de goede weg te wijzen door:

- te voorkómen dat de vis de molentak Klein Hellegat (hoofdstroom) intrekt door het plaatsen van een krooshek aan het eind van deze tak
- het inzwemmen naar de omleiding waarin een nieuwe vistrap is ontworpen, aantrekkelijk te maken door een duidelijke lokstroom

Om dit te bereiken zijn voorzieningen nodig op de keuze-locatie 5 (figuur 1).

De volgende vragen zijn gesteld:

1. Hoe lang en hoe diep moet het krooshek tenminste zijn om bij een debiet $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ en een waterstand NAP +16,90 m ten hoogste 0,05 m energieverlies (opstuwing) te veroorzaken bij een spijlfstand $a = 0,020$ à $0,025$ m, rekening houdend met een standaard spijlmaat $d = 0,01$ m dik en $\ell = 0,05$ m in de stroomrichting. Om voldoende heklengte te verkrijgen, kan er voor worden gekozen het hekwerk niet loodrecht, maar onder een hoek α_0 schuin op de stroomrichting te plaatsen. Voor het berekenen van de krooshekafmetingen is het van belang, betrouwbare informatie te hebben over de verliescoëfficiënten van schuin aangestroomde krooshekken.
2. Hoe worden de krooshekafmetingen als de spijlfstand wordt verkleind naar $a = 0,010$ à $0,012$ m?
3. Hoe wordt bereikt dat de stroomsnelheid langs het hekwerk toeneemt in stroomopwaartse richting. Kan een strekdam in Groot Hellegat de lokstroom verhogen?
4. Hoe kan tot aan de ingang van de nieuwe vispassage ($Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$) in het traject Groot Hellegat een stroomsnelheid $v > 0,40$ m/s (threshold velocities salmoniden) worden gerealiseerd?

4. Berekening van de energieverliezen van krooshekken

De zoektocht naar literatuurgegevens heeft geleid naar twee bronnen:

- de roosterformule van Kirschmer met verliescoëfficiënten voor diverse vormgevingen van 0,01 m dikke staven, uitsluitend voor krooshekken die haaks op de stroomrichting staan. De Kirschmer gegevens zijn o.m. te vinden in Informatieblad No. V150, geschreven door ing. J.D. van der Tuin van WL/Delft Hydraulics [2].
- Memento des pertes de charge, geschreven door Idel'cik [1]. In hoofdstuk VIII wordt uitgebreid informatie verstrekt over de verliescoëfficiënten van ook weer diverse vormen van staven, nu echter ook voor schuin aangestroomde krooshekken tot hoeken $\alpha_0 = 60^\circ$.

De informatie over verliescoëfficiënten van haaks aangestroomde krooshekken uit beide bronnen vertoonde een goede overeenkomst. Voor het huidige onderzoek is verder gebruik gemaakt van de formules en de verliescoëfficiënten volgens Idel'cik.

De afvoerformule luidt als volgt:

$$\Delta H = \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot c^1 \cdot \sin \beta \cdot \frac{v^2}{2g} \quad [1]$$

hierin zijn:

ΔH	energieverlies over het krooshek (m)
σ_1	verliescoëfficiënt f (staafvorm en α_0)
	α_0 is de hoek van aanstroming t.o.v. een haakse aanstroming
σ_2	verliescoëfficiënt $f(a/a + d$ en $\alpha_0)$
	d staafdikte (m)
	a ruimte tussen de opeenvolgende, gelijk gespreide staven (m)
c^1	coëfficiënt voor krooshekken die handmatig worden schoongemaakt (-)
β	de hoek waaronder het krooshek staat met het horizontale vlak (graden)
v	gemiddelde stroomsnelheid vlak vóór het krooshek (m/s)
	Deze kan ook worden geschreven als $v = Q/F$ [2]
	Q het debiet (m ³ /s)
	F oppervlakte krooshek (m ²)
g	versnelling van de zwaartekracht ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

Omdat uiteindelijk de waarde van F moet worden vastgesteld, wordt formule [1] met gebruikmaking van formule [2] als volgt herschreven:

$$F = Q / \sqrt{2g \Delta H / \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot c^1 \cdot \sin \beta} \quad [3]$$

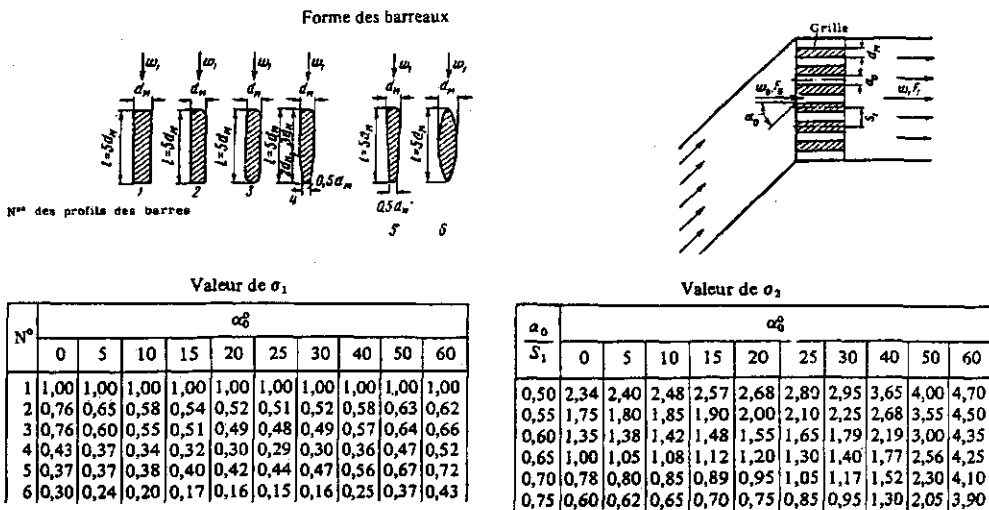
Voor het huidige onderzoek geldt:

$Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$
 $\Delta H = 0,05 \text{ m}$ (maximaal energieverlies)
 $c^l = 2$ (maximale waarde van Idel'cik)
 $\sin \beta = 0,981$ (krooshek onder een helling 5 op 1, ofwel $\beta = 78,7^\circ$)

Formule [3] wordt voor dit onderzoek als volgt:

$$F = 28,284 \sqrt{\sigma_1 \cdot \sigma_2} \quad [4]$$

In figuur 2 worden waarden van σ_1 en σ_2 gegeven voor aanstromingshoeken $0 < \alpha_0 < 60^\circ$ en voor zes verschillende staafprofielen.



Figuur 2 Waarden van σ_1 en σ_2 (Idel'cik, diagramme 8.10)

Waarden van F zijn berekend voor:

- de staafprofielen 1 en 3
- spijlafstanden $a = 0,010 \text{ m}$ $0,012 \text{ m}$ $0,020 \text{ m}$ en $0,0025 \text{ m}$
- aanstromingshoeken $\alpha = 0^\circ$ 10° 15° en 20°

Tabel I geeft een overzicht van de minimale waarden F , teneinde het energieverlies te beperken tot $\Delta H = 0,05 \text{ m}$.

waarden van F (m^2 hekwerk)								
a (m)	haaks profiel no. 1				afgerond profiel no. 3			
	$\alpha_0 = 0$	$\alpha_0 = 10^\circ$	$\alpha_0 = 15^\circ$	$\alpha_0 = 20^\circ$	$\alpha_0 = 0$	$\alpha_0 = 10^\circ$	$\alpha_0 = 15^\circ$	$\alpha_0 = 20^\circ$
0,010	43,3	44,5	45,3	46,3	37,7	33,0	32,4	32,4
0,012	37,9	39,0	39,6	40,6	33,0	29,0	28,3	28,5
0,020	27,1	28,2	28,8	29,8	23,6	20,9	20,5	20,9
0,025	24,1	25,1	25,8	26,6	21,0	18,6	18,4	18,6

Tabel I Overzicht van de minimale waarden van F

Uit dit overzicht worden de volgende conclusies getrokken:

- Het haaks profiel 1 vraagt een aanzienlijk grotere oppervlakte hekwerk dan het afgeronde profiel 3.
Bij $\alpha_0 = 15^\circ$ gaat het om ca. 40% meer.
Derhalve gaat de voorkeur uit naar het staafprofiel 3 met een dikte $d = 0,01$ m en een lengte $\ell = 0,05$ m.
- Voor het staafprofiel worden bij een aanstromingshoek $\alpha_0 = 15^\circ$ de kleinste waarden van F gevonden.
De voorkeur gaat er dan ook naar uit de aanstromingshoek $\alpha_0 = 15^\circ$ aan te houden, zoals is aangegeven op figuur 3.
- De gewenste minimum oppervlakte hekwerk neemt uiteraard af met een toenemende spijlfstand a .
Gezien het praktisch lastig zal zijn een hekwerk te bouwen met $F > 24$ m^2 (beschikbaar kanaalprofiel), wordt een spijlfstand $a < 0,016$ ontraden.
De voorkeur gaat uit naar een spijlfstand $a = 0,020$ m ($F = 20,5$ m^2)

5. Voorlopig ontwerp en positionering krooshek, dat 0,05 m opstuwt.

In figuur 3 is het aanbevolen krooshek geplaatst aan het eind van de molentak onder een aanstroomhoek van $\alpha_0 = 15^\circ$.

Het dwarsprofiel in deze voorgestelde raai is globaal geschat aan de hand van het opgemeten profiel DP 32.

Uit het geschatte dwarsprofiel valt af te leiden, dat er waarschijnlijk een bodembreedte beschikbaar is van ca. 15 m op een niveau van NAP +15,00 m.

Het krooshek zal worden aangebracht op een betondrempel, ter hoogte bijvoorbeeld van NAP +15,30 m.

In hoofdstuk 4 is gewerkt met een minimale waterstand van NAP +16,90 m. De minimale actieve hekhoogte bedraagt dan $K = 1,60$ m. Met een hekwerk breedte $b = 13,00$ m wordt de oppervlakte $F = K \times b = 20,80 \text{ m}^2$ hetgeen voldoet aan de eis $F \geq 20,50 \text{ m}^2$ voor het in hoofdstuk 3 aanbevolen krooshek.

Samengevat, ziet het voorlopig ontwerp voor een krooshek dat 0,05 m opstuwt, er als volgt uit:

- afgerond staafprofiel no. 3 met een dikte $d = 0,01$ m en een lengte $\ell = 0,05$ m
- spijlafstand $a = 0,02$ m over de gehele breedte van het hek
- krooshek onder een helling 5:1 ($\beta = 78,7^\circ$)
- krooshek onder een aanstroomhoek $\alpha_0 = 15^\circ$ in een raai volgens figuur 3
- fundering betondrempel/onderkant krooshek op NAP +15,30 m
- breedte krooshek $b = 13,00$ m

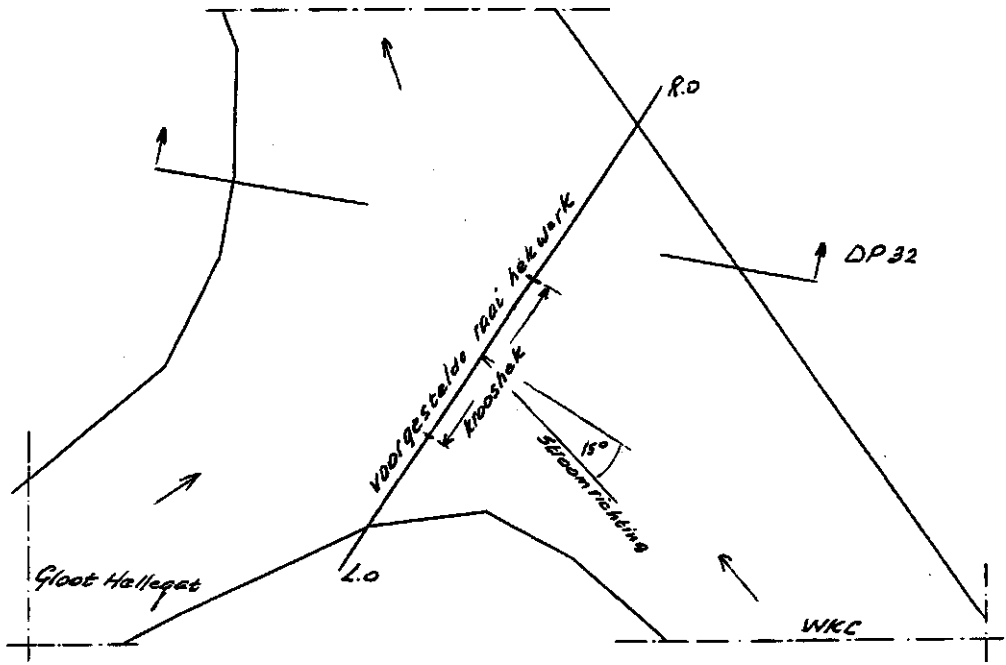
Als onderkant krooshek op een andere hoogte wordt gekozen, dan zal de breedte b zó worden aangepast dat de onderwater oppervlakte t.o.v. NAP +16,90 m $F \geq 20,5 \text{ m}^2$ wordt

- het ontwerp is gebaseerd op handmatig schoonmaken van het krooshek

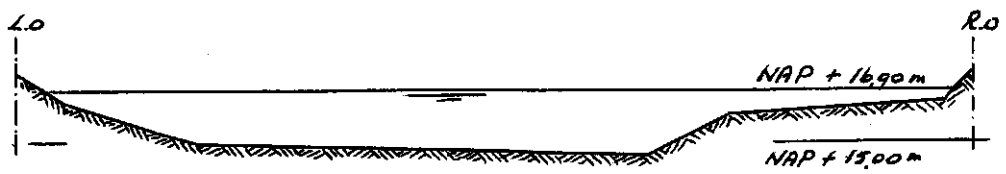
Met dit voorlopig ontwerp zijn de te verwachten energieverliezen ΔH bij een waterstand NAP +16,90 m als volgt in tabel II weergegeven.

Mate van vervuiling krooshek	Debiet Q via ECI	
	18 m ³ /s	20 m ³ /s
Geheel schoon (theoretisch)	0,028 m	0,035 m
Handmatig geschoond	0,040 m	0,049 m

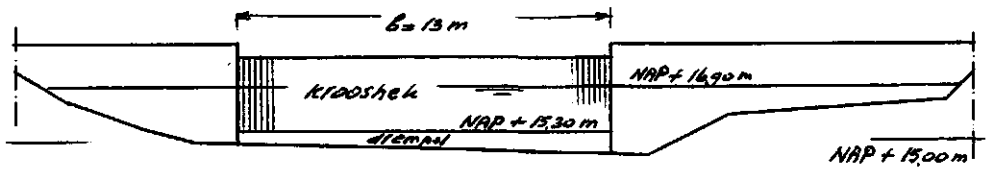
Table II Energieverliezen ΔH in het voorlopig ontwerp



plattegrond schaal 10 meter



geschat dwarsprofiel voorgestelde raai hekwerk schaal 5 meter



voorgesteld krooshek 13 meter breed op een drempel NAP + 15,30 m

Figuur 3 Voorlopige positionering van het krooshek, dat 0,05 m opstuwt.

6. Definitief ontwerp en positionering krooshek

In het voorlopig ontwerp waren de randvoorwaarden als volgt:

- spijlen $a = 0,02$ m $d = 0,01$ m afgerond profiel no. 3.
- laagste waterstand NAP +16,90 m, hoogste waterstand NAP +17,40 m.
- bestaand bodemprofiel
- krooshekdrempel NAP +15,30 m
- debiet $Q = 20$ m³/s
- maximale opstuwung $\Delta H = 0,050$ m

Dit resulteerde in een 13,00 m breed krooshek, waarbij de stroomsnelheden kort vóór maar ook kort achter het hek 0,98 m/s worden en de stroomsnelheden tussen de spijlen 1,46 m/s werd. Met name een snelheid 0,98 m/s achter het krooshek is ongewenst omdat stroomopwaarts migrerende vis zich mogelijk bij het hekwerk zal ophouden zonder aangetrokken te worden door de lokstroom van de vispassage.

Naar aanleiding van tussentijds overleg is het volgende besloten:

- a) het dwarsprofiel van de watergangen in de omgeving van het geplande krooshek wordt verruimd: de bodemhoogte wordt NAP +15,00 m over de volle breedte en de taluds langs de oevers worden 1:1,5.
Hierdoor ontstaat aanzienlijk meer ruimte voor een breder krooshek.
- b) het krooshek zal zóveel breder worden gemaakt, dat de stroomsnelheden kort achter het krooshek niet meer "concurreren" met die van de lokstroom van de vispassage.

Het definitief ontwerp voorziet in een 19,80 m breed krooshek (drie stukken van 6,60 m waartussen pijlers, omdat één zeer grote breedte onpraktisch is).

Hiermee wordt de oppervlakte krooshek $1,60 \times 19,80 = 31,68$ m², ruim anderhalf maal wat het was in het voorlopig ontwerp.

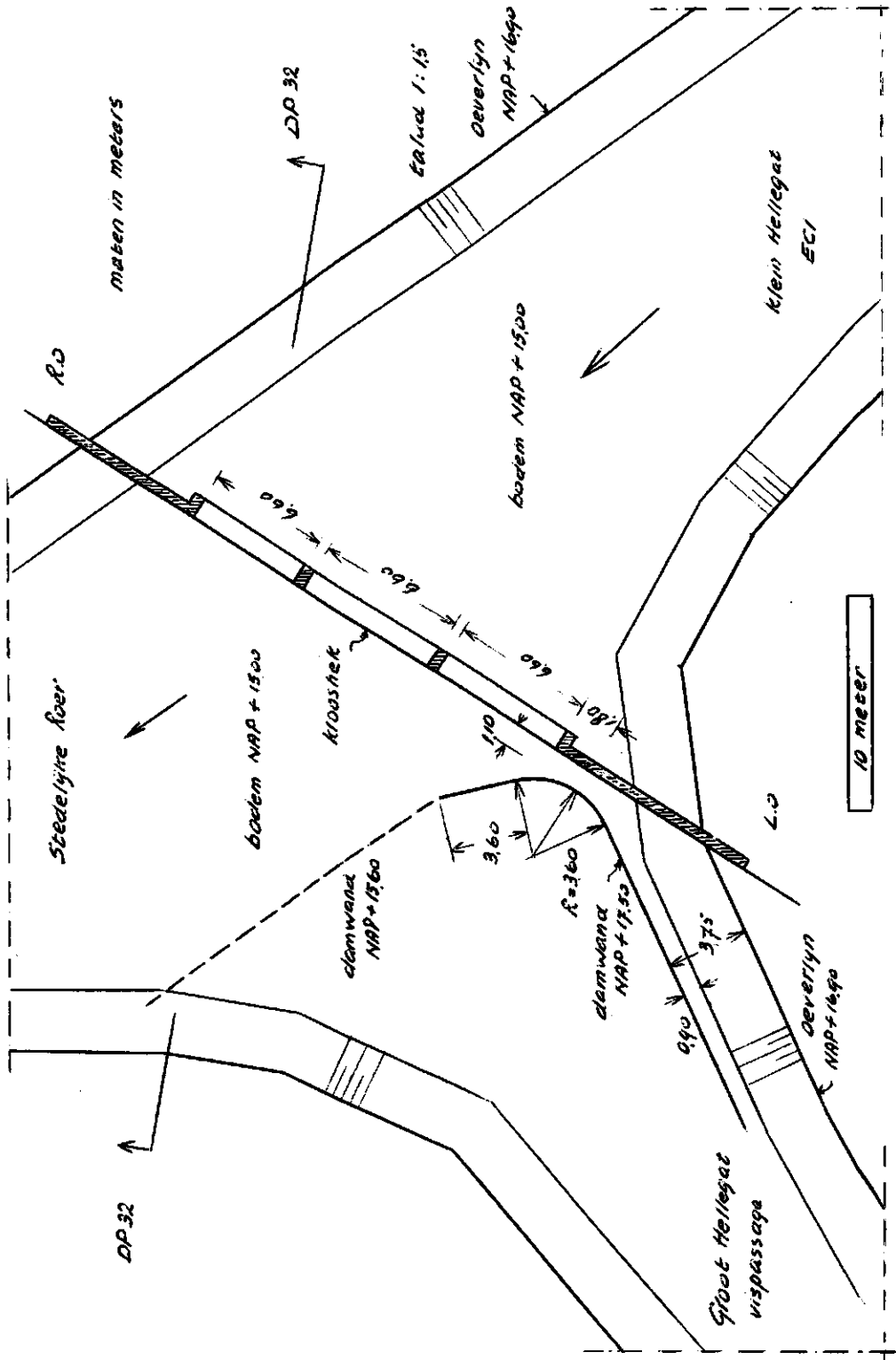
Als gevolg worden nu de stroomsnelheden kort achter het krooshek 0,63 m/s bij een debiet $Q = 20$ m³/s en een waterstand NAP +16,90 m.

De energieverliezen worden eveneens aanzienlijk geringer dan ze waren in het voorlopig ontwerp (zie tabel III).

Mate van vervuiling krooshek	$Q_{EC1} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q_{EC1} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$	
	+16,90 m	+17,40 m	+16,90 m	+17,40 m
Schoon (theoretisch)	0,009 m	0,005 m	0,011 m	0,006 m
Mechanisch geschoond	0,011 m	0,006 m	0,014 m	0,008 m
Handmatig geschoond	0,017 m	0,010 m	0,021 m	0,012 m

Tabel III Energieverliezen ΔH in het definitieve ontwerp.

Figuur 4 geeft de positie van het krooshek aan het eind van Klein Hellegat.



Figuur 4 Definitief ontwerp krooshek en geleidewand

7. Geleidewand t.b.v. de lokstroom naar de vispassage

Uit informatie van de OVB over de debietverdeling als de centrale in werking is, blijkt dat er bij een Roer debiet $Q = 82 \text{ m}^3/\text{s}$ een omslagpunt is:

- in het bereik $22 < Q < 82 \text{ m}^3/\text{s}$ is de centrale op volle capaciteit en is er geen afvoer over de klepstuw in Groot Hellegat.
- in het bereik $Q > 82 \text{ m}^3/\text{s}$ is de centrale niet meer in werking en vindt er wel afvoer plaats over de klepstuw.

Met andere woorden: zó lang de centrale in werking is, heeft de klepstuw geen afvoer en zal de lokstroom naar de vispassage uitsluitend worden onderhouden door het debiet over de te bouwen vispassage in Groot Hellegat, $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$.

De te verwachten stroomsnelheden in de Stedelijke Roer, direct stroomafwaarts van de samenvloeiing en die in Groot Hellegat vóór de samenvloeiing zijn als volgt weergegeven in Tabel IV.

Waterstand (m NAP)	Oppervlakte dwarsdoorsnede		Gemiddelde stroomsnelheid	
	Stedelijke Roer m.b.v. DP32	Groot Hellegat DP 31	Stedelijke Roer $Q = 22 \text{ m}^3/\text{s}$	Groot Hellegat $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$
16,90	34,8 m ²	27,7 m ²	0,63 m/s	0,072 m/s
17,40	46,7 m ²	35,5 m ²	0,47 m/s	0,056 m/s

Tabel IV Stroomsnelheden Roertakken bij afwezigheid geleidewand

Zonder enige voorziening om een lokstroom te realiseren loopt de stroomsnelheid voor stroomopwaarts migrerende vis met een factor 8 à 9 terug.

Teneinde toch de vis naar Groot Hellegat te lokken, is een geleidewand ontworpen, die de volgende functies heeft (zie figuur 4):

- verkleining van het dwarsprofiel in Groot Hellegat voor de passage van vis:
 - bodembreedte 0,90 m op NAP +15,00 m met een talud langs de rechteroever 1:1,5.
 - Bij een debiet $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ zijn de stroomsnelheden:
 - $v = 0,453 \text{ m/s}$ bij NAP +16,90 m
 - $v = 0,309 \text{ m/s}$ bij NAP +17,40 m
- een kleinste doorsnede (vertical slot) op ca. 1,80 m vóór het begin van het krooshek, eveneens met de bodem op NAP +15,00 m.
 - Bij een debiet $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ zijn de stroomsnelheden:

$v = 0,957 \text{ m/s}$ bij NAP +16,90 m

$v = 0,758 \text{ m/s}$ bij NAP +17,40 m

- een gestroomlijnde afbuiging naar links, waarvan mag worden verwacht dat de stroomlijnen deze wand zullen blijven volgen (geen loslaatverschijnselen met neren).

Deze geleidewand kan een hoogte NAP +17,50 m krijgen (getrokken deel in figuur 4). Om ook de lage zwemmers de juiste richting aan te geven kan deze wand op een hoogte NAP +15,60 m (gestippelde deel in figuur 4) worden doorgetrokken naar de linkeroever. Figuur 4 geeft de positie en de maatvoering van de geleidewand.

In dit ontwerp is de kleinste doorsnede van de geleidewand gesitueerd op ca. 1,80 m vóór het begin van het krooshek. De ruime bochtstraal $R = 3,60 \text{ m}$ en het rechte gedeelte met een lengte van 3,60 m voorbij de bocht zijn zó gekozen dat de stroomlijnen deze wand - naar verwachting - zullen blijven volgen, en dat het stroombeeld in en na deze kleinste doorsnede relatief rustig zal zijn.

Verschuiving van de kleinste doorsnede in benedenstroomse richting (verkleining van de 1,80 m) zal het stroombeeld in en zeker ná deze "vertical slot" ongunstig beïnvloeden.

8. Samenvatting

- Om te voorkomen dat optrekkende vis vanuit de Stedelijke Roer naar de ECI waterkrachtcentrale zwermt, is een krooshek ontworpen aan het eind van de molentak Klein Hellegat. Bij een bodemligging NAP +15,00 m is de drempel, waarop het krooshek staat, ontworpen op NAP + 15,30 m. Het krooshek bestaat uit drie hekken, die elk 6,60 m breed zijn. De spijlen zijn $d = 0,01$ m dik, de spijlafstand $a = 0,02$ m en de vorm is afgerond. Het energieverlies is maximaal $\Delta H = 0,021$ m bij een geregeld onderhoud.
- Om voldoende lokstroom te verkrijgen in de richting van de nog te bouwen vispassage in Groot Hellegat is een geleidewand ontworpen, waarin een "vertical slot" met een doorstroombreedte $b = 1,10$ m. De hierin optredende gemiddelde stroomsnelheid is onder alle omstandigheden circa 50% hoger dan de gemiddelde stroomsnelheid achter het krooshek. Alle in dit rapport berekende stroomsnelheden zijn een gemiddelde snelheid in een dwarsprofiel (in elk beschouwd profiel zullen de werkelijke optredende stroomsnelheden, afhankelijk van de plaats in dat profiel, hoger en lager zijn dan de gemiddelde waarde).

Figuur 4 geeft het definitieve ontwerp van krooshek en geleidewand.

Geraadpleegde literatuur

1. **Idel'cik, I.E., 1969**
Memento des pertes de charge
Eyrolles, Paris
2. **Tuin, J.D. van der, 1964**
Informatie No. V 150
WL/Delft Hydraulics



Fotoblad Samenvloeiing van Klein Hellegat en Groot Hellegat in de Stedelijk Roer

**Inlichtingen zijn verkrijgbaar bij het
secretariaat:**

Wageningen Universiteit
Departement Omgevingswetenschappen
Sectie Waterhuishouding
Nieuwe Kanaal 11
6709 PA Wageningen
telefoon : 0317 - 482778
telefax : 0317 - 484885

**For information please contact the
secretariat:**

Wageningen University
Department of Environmental Sciences
Sub-department Water Resources
Nieuwe Kanaal 11
6709 PA Wageningen
The Netherlands
telephone : +31 - (317) - 482778
telefax : +31 - (317) - 484885

Internet: www.dow.wau.nl/whh

EERDER VERSCHENEN RAPPORTEN/PREVIOUS REPORTS

Nr	Auteur(s) + titel/author(s) + title	Prijs/Price (€)
51.	Boiten, W., A. Dommerholt en M. Soet, 1995. Handboek debietmeten in open waterlopen.	*
52.	Boiten, W., 1995. Het opstellen van de afvoerkrommen van klepstuwen.	8,00
53.	Boiten, W., 1995. Afvoerrelaties klepstuwen op de samenvloeiing van de Veengoot en de Van Heeckerenbeek.	*
54.	Benning, R.G., 1995. Towards a new lumped parameterization at catchment scale.	11,00
55.	Bastiaansen, C.J.M., 1995. Lui River Valley Model, and some of its applications.	10,00
56.	He, Q., K.D.W. Nandalai, J.J.K.M. Bogardi and D. Milutin, 1995. Application of stochastic dynamic programming models in optimization of reservoir operations: A study of algorithmic aspects.	15,00
57.	Lanen, H.A.J. van, B. van de Weerd, R. Dijkma, H.J. ten Dam en G. Bier, 1995. Hydrogeologie van het stroomgebied van de Noor en de effecten van grondwateronttrekkingen aan de westrand van het Plateau van Margraten. Basisrapport.	*
58.	Lanen, H.A.J. van, R. Dijkma en B. van de Weerd, 1995. De effecten van grondwateronttrekkingen aan de westrand van het Plateau van Margraten op de hydrogeologie van het Noordal. Samenvattend rapport.	*
59.	Bogardi, J.J.K.M., B.A.H.V. Brorens, M.D.U.P. Kularathna, D. Milutin en K.D.W. Nandalai, 1995. Long-term assessment of a multi-unit reservoir system operation: the <i>ShellDP</i> programme package manual.	25,50
60.	Dommerholt, A., 1995. Afvoerrelatie meetoverlaat Stemerdingbrug.	*
61.	Dijkma, R., J.H. Bouma en H.F. Gertsen, 1995. Proefproject verdroging Duurswouderheide. Hoe effectief zijn de beheersmaatregelen?	*
62.	Verburg, P.H., 1995. De relatie tussen de vochttoestand van de bodem en de vochtindicatie van de vegetatie. Een nadere bepaling van de grens tussen 'vochtig' en 'droog' binnen het ecotopensysteem.	12,00

* niet te koop bij de sectie, alleen ter inzage/not for sale at the department, for inspection only.

Nr	Auteur(s) + titel/author(s) + title	Prijs/Price (€)
63.	Denecke, H.W., 1995. Voorlopige evaluatie drainagesysteem militaire oefenterrein Marnewaard.	*
64.	Arts, M.P.T. en W. Boiten, 1995. Meetnet voor afvoermetingen in de Renkumse Beken.	*
65.	Arts, M.P.T. en R. Dijkma, 1995. Morra park, voorlopige resultaten grond- en oppervlaktewater meetnet.	*
66.	Akker, M.F.A. van den en B.J.H. van de Wiel, 1996. Hoogwatervoor- spellingen voor de Rijn bij Lobith met hybride methoden. De hydrologische Muskingum methode uitgebreid met lineaire en niet- lineaire updatingstechnieken.	18,00
67.	Soet, M., P. Petrovic, J.N.M. Stricker, W. Meijninger, A. van Schaik en T. Lapsansky, 1996. Water budget of maize on heavy clay in a continental climate: field experiment and model simulation. Final report of the project "Evaporation estimation comparison".	*
68.	Torfs, P.J.J.F. en H. Middelkoop, 1996. Analysis of discharge series from the Rhine basin at different levels of aggregation.	*
69.	Dijkma, R. (ed.), 1996. International excursion Hydrogeology - SLOVAKIA, september 8-15, 1996. Excursion report.	-,-
70.	Oevelen, P.J. van and I.H. Woodhouse, 1996. NOPEX/FOREST-DYNA- MO ground data collection and data analysis report.	11,50
71.	Dam, J.C. van, J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk and C.A. van Diepen, 1997. Theory of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment.	20,50
72.	Warmerdam, P.M.M. (ed.) en M. Quist (ed.), 1997. Verslag van de buitenlandse excursie Hydrologie naar België, 1 t/m 5 september 1997.	-,-
73.	Moors, E.J., J.N.M. Stricker and G.D. van den Abeele, 1998. Evapo- transpiration of cut over bog covered by <i>Molinia Caerulea</i> .	8,50
74.	Eertwegh, G.A.P.H. van den en C.R. Meinardi, 1998. Water- en nutriën- tenhuishouding van het stroomgebied van de Hupselse beek.	*
75.	Eertwegh, G.A.P.H. van den, J.R. Hoekstra en C.R. Meinardi, 1998. Praktijkproef nutriëntenbalans: nutriëntenbelasting in oppervlakte- water via drainage van akkerbouwpercelen op zeelei.	*
76.	Boiten, W. 1998. Levering drie Rossum-stuwen Schouwen West.	*
77.	Oevelen, P.J. van, M.A.M. Vissers and I.H. Woodhouse, 1998. RESMEDES Spain 1996. Ground data collection and analysis report.	12,50
78.	Dijkma, R., H.A.J. van Lanen, W.J. Ackerman en H.F. Gertsen, 1998. De afvoer van de Noor (Zuid-Limburg). Periode 1992 - 1997.	*
79.	Soet, M., J.N.M. Stricker, P. Droogers and J. Esenbrink, 1998. EFEDA- Spain and HAPEX-Sahel. A further analysis of data.	*
80.	Wojcik, R., P.J.J.F. Torfs and S. Ignar, 1998. Sensitivity of output covariance to non-second order properties of the input in the case of unsaturated zone models.	11,50

Nr	Auteur(s) + titel/author(s) + title	Prijs/Price (€)
81.	Kroes, J.G., J.C. van Dam, J. Huygen en R.W. Vervoort, 1998. Users Guide of SWAP 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment.	16,00
82.	Boiten, W., 1998. Levering Rossum-stuw. Polder de Noordplas.	*
83.	Boiten, W., 1998. IJking Friese spuisluisen. Friese Sluis te Zoutkamp, Suatiesluis Nes, Ameland.	*
84.	Dijkma, R. en J.F. Borsje, 1999. Het Morra Park. Water als lust of last.	*
85.	Klok, E.J. and K.P. Roelofsma, 1999. Modelling of glacier and snow melt processes within the hydrological catchment model WaSiM-ETH.	12,50
86.	Boiten, W., 1999. Ontwerp Hobrad-overlaat. Project Evertsekoog, Texel.	*
87.	Warmerdam, P.M.M. en P.J.J.F. Torfs, 1998. Verslag van de buitenlandse excursie Hydrologie naar de landendriehoek Frankrijk, Duitsland en Luxemburg, 30 augustus tot 5 september 1998.	,-
88.	Wójcik, R., 1999. Non-linear stochastic methods for discharge prediction.	27,00
89.	Kalma, J.D., R.A. Feddes, G. Boulet, M.F. McCabe and S.W. Franks, 1999. Towards effective land surface parameters for use with SVAT models: the use of similarity scaling and inversion techniques.	6,50
90.	Kalma, J.D., S.W. Franks, B.J.J.M. van den Hurk, M.F. McCabe and R.A. Feddes, 1999. Estimating large scale land surface fluxes: the use of remote sensing data with SVAT and NWP models	7,00
91.	Ovaa, B.P.S.A., 1999. Gebiedscontracten. Een nieuwe kijk op sturing van regionaal landgebruik en waterbeheer.	11,50
92.	Boiten, W., 2000. Report Overseas Study Tour Rhine Basin, 7-21 November 1999. Hydrology Project India.	*
93.	Boiten, W., 2000. Debietmeetstations in het gebied Halkenbroek.	*
94.	Schaaf, S. van der en P.M.M. Warmerdam, 2000. Herstel van het watersysteem in het bebouwde gebied van Wageningen. Haalbaarheidsonderzoek.	14,00
95.	Dommerholt, A., 2000. Meetopstelling voor aan- en afvoer van water in de Vlietpolder bij Hoogmade. Onderdeel project "Water- en Nutriëntenhuishouding Veenweideproject".	*
96.	Boiten, W. 2000. Debietmeetstations op de Schipbeek; Kloosterstuw te Deventer, inlaatgemaal Twentekanaal te Markelo.	*
97.	Dijkma, R. (ed.), 2000. International excursion Hydrogeology – Poland. 3-10 September 2000.	,-
98.	Dijkma, R. en H.A.J. van Lanen, 2001. De afvoer van de Noor (Zuid-Limburg). Periode 1992-2000.	*
99.	Boiten, W., 2001. Rehabilitation of the Busongo Reservoir near Sirigu, Bolgatanga, Ghana.	8,00
100.	Uijlenhoet, R., M.J.M. de Wit, P.M.M. Warmerdam and P.J.J.F. Torfs, 2001. Statistical Analysis of Daily Discharge Data of the River Meuse and its Tributaries (1968-1998): Assessment of Drought Sensitivity.	7,00

Nr	Auteur(s) + titel/author(s) + title	Prijs/Price (€)
101.	Loon, E.E. van and P.A. Troch, 2001. Book of Abstracts. International Workshop on Catchment scale Hydrologic Modeling and Data Assimilation. Wageningen, September 3-5, 2001.	14,00
102.	Boiten, W., 2001. Inrichting debietmeetnet Vallei en Eem. Vooronderzoek, richtingsadvies en ontwerp van een lange overlaat achter de Grebbesluis.	*
103.	Dommerholt, A., W. Boiten en M.R. Hoffmann, 2001. Meetopstelling voor hoogwater peilregistratie. Afwijking tussen gemeten en werkelijke waterhoogte.	*
104.	Wit, M.J.M. de (ed.), P. Warmerdam, P. Torfs, R. Uijlenhoet, E. Roulin, A. Cheymol, W. van Deursen, P. van Walsum, M. Ververs, J. Kwadijk and H. Buiteveld, 2001. Effect of climate change on the hydrology of the river Meuse.	18,00
105.	Loon, A. van (ed.) en G. v.d. Meijden (ed.), 2001. Hydrologie excursie – Duitsland. 2 – 7 september 2001.	,-
106.	Dommerholt, A., W. Boiten en R.T. Oosterhoff, 2002. Modelonderzoek van de Venturi-meetdoorlaat. Een vispasseerbare debietmeetinrichting.	*
107.	Breukels, M., B.P.S.A. Ovaa en P.M.M. Warmerdam, 2002. Water als ordenend principe. Interviews.	10,00
108.	Boiten, W., 2002. Inlaatduiker Oosterhout. Herijking van de afvoerrelatie	*
109.	Uijlenhoet, R., 2002. Parameterization of Rainfall Microstructure for Radar Meteorology and Hydrology.	20,00
110.	Uijlenhoet, R., 2002. Development of a Stochastic Model of Rainfall for Radar Hydrology.	8,00
111.	Boiten, W., R. Velner, R. Dijkma en J.W. Kole, 2002. Waterbalansen voor de polders Atsjetille, Edens, Rodenburg en Grouster Laagland. Rapportage over de gegevensverwerking en de waterbalansen van de meetplichtige gebieden binnen Wetterskip Marne-Middelsee voor 1997, 1998 en 1999.	*
112.	Käfer, J., 2002. Het gewicht van bedekking. Optimalisatie van de berekening van gewogen gemiddelde indicatiewaarden voor vegetatieopnamen.	10,00
113.	Boiten, W., 2002. Visgeleiding Stedelijke Roer te Roermond.	*