

DE V-VORMIGE BEKKENVISTRAP: EEN HYDRAULISCHE BENADERING

ir. L. VAN POUCKE,
Prof. dr. ir. R. VERHOEVEN,
dr. ir. P. VERDONCK
Laboratorium voor Hydraulica,
Universiteit Gent

ir. W. GODERIS,
Landelijke Waterdienst, AMINAL

Hydraulic design of V-shaped fish-ladders

For several reasons, rivers happen to be important migration routes for fishes. The presence of water control structures often prohibits natural migration which can only be re-established by the realization of universal fish passages.

Starting from swim- and behaviour characteristics of different fishes and taking into account boundary conditions with regard to hydrology, biology and water management, a study for the determination of design criteria was carried out. Use has been made of an hydraulic model on a scale 1/2, focussed on a realistic test case.

Different design parameters, such as the shape of the weir crest, the length, the width and the depth of the reaches, the stage difference between the succeeding weirs and the internal arrangement of the reaches, have been determined, starting from the characteristic discharge as a governing parameter.

Also guidelines concerning the implementation of a fish-ladder and the concept of the in- and outflow conditions are given. A practical example of the fish ladder in the river Dijle at Rotselaar is presented.

1. INLEIDING

De groeiende interesse voor de ecologische aspecten van het leefmilieu heeft voor gevolg dat sinds enkele jaren bijzondere aandacht wordt besteed aan de sanering van het oppervlaktewater. Dankzij de realisatie van een uitgebreid en doelgericht waterzuiveringsprogramma moet binnen afzienbare tijd opnieuw relatief zuiver water stromen in de Vlaamse waterlopen. Als een direct gevolg is een substantiële toename van het visbestand te verwachten. In sommige buurlanden wordt reeds jaren gewerkt aan een visvriendelijke benadering van gekanaliseerde en geregulariseerde waterlopen. In Vlaanderen wordt op initiatief van de Landelijke Waterdienst (AMINAL) grondig met dit fenomeen rekening gehouden.

Rivieren zijn belangrijke trekroutes voor diverse vissoorten. De trek gebeurt voornamelijk ten behoeve van de voortplanting ("paaitrek") en de zoektocht naar voedsel of beschutting. Behalve sterke en welbekende trekkers zoals zalm en forel voeren ook verschillende andere, meestal veel minder goede zwemmers, een trekbeweging uit. De vaste of beweegbare stuwen die om redenen van scheepvaart of waterbeheer en waterbeheersing op vele waterlopen gebouwd zijn, verhinderen dikwijls de natuurlijke vistrek. De constructies creëren een belangrijk niveauverschil dat voor de vissen een onoverkomelijke hindernis vormt. Wil

men de 'trek' mogelijk maken dan moet een afzonderlijke, universele (dit wil zeggen voor alle vissoorten bruikbare) doorgang gerealiseerd worden. Dit kan door het te grote niveauverschil in meerdere kleinere intervallen op te splitsen. De oplossingen zijn uiteraard afhankelijk van de lokale situatie maar ruwweg kunnen zij in drie groepen ingedeeld worden:

1. Constructie van een bypass omheen de hindernis.
2. Vervanging van de (meestal vaste) drempel door meerdere drempels met kleiner niveauverschil in de rivierbedding zelf.
3. Constructie van een mechanische doorgang waarbij de vis via een mechanisch systeem (vissluis, vislift) voorbij de hindernis wordt gebracht.

2. KENMERKEN VAN EEN GOEDE VISTRAP

In het verleden gebouwde constructies houden in vele gevallen onvoldoende rekening met de kenmerken van een goede vistrap. Het niveauverschil per trap is vaak te groot, luchtbarrières achter de overstorten de waterlagen schrikken de vissen af, de watersnelheden in de hoofdstroom overschrijden de fysieke mogelijkheden van de vissen en rustzones zijn niet of nauwelijks aanwezig. Deze vaststellingen leiden tot de conclusie dat een grondig onderzoek naar

de ontwerpcriteria van een vistrap noodzakelijk is. Door het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Landelijke Waterdienst is hiertoe een opdracht gegeven aan het Laboratorium voor Hydraulica van de Universiteit te Gent.

In een eerste fase is via een uitgebreide literatuurstudie een overzicht en inzicht verkregen omtrent de beschikbare kennis [2], [4], [5]. Tevens is contact opgenomen met het Instituut voor Natuurbehoud teneinde informatie te bekomen over reeds bestaande vistrappen en over de zwem- en gedragskarakteristieken van diverse vissoorten [3]. Vertrekkend van deze wetenschap is geopteerd voor een studie van de ontwerpkenmerken van een V-vormige bekkenvistrap [1] waarbij rekening gehouden wordt met hydrologische, biologische en waterbeheertechnische randvoorwaarden:

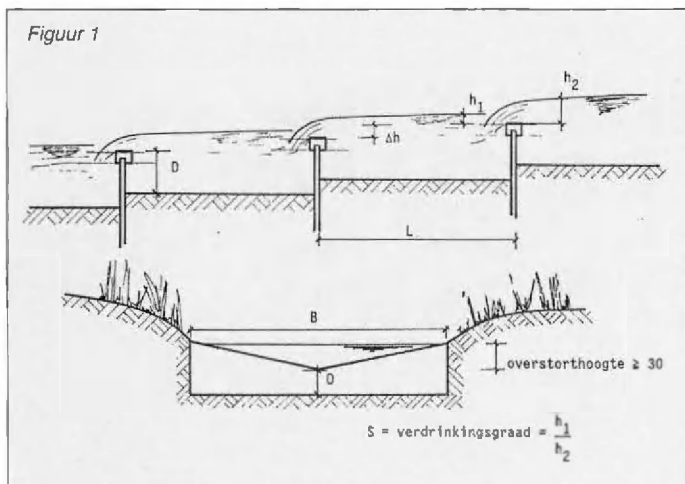
(1) Hydrologische factoren

Uit de afvoerrelatie voor de betreffende waterloop volgt het ontwerpdebiet. Voor sterk afwijkende debieten wordt de visdoorgang minder efficiënt wegens een te kleine of een beluchte overstortstraal en te lage of te hoge stroomsnelheden.

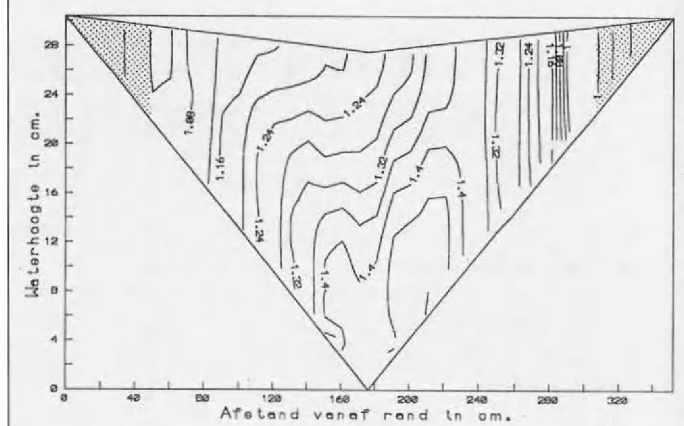
(2) Biologische factoren

Het ontwerp dient rekening te houden met de zwem- en springkwaliteiten van de beoogde vissoorten. Essentiële factoren hierbij zijn de kruis- en sprintsnelheden en de spronghoogtes van de vis.

Figuur 1



Figuur 2: Snelheidsverdeling.



(3) Waterbeheertechnische factoren

Een optimalisatie van het ontwerp van een visdoorgang is maar zinvol als de constructie op een correcte manier ingeplant wordt in het afwateringssysteem, zodat de vis zonder noemenswaardige problemen de doorgang kan vinden en passeren. Hierbij mag de waterafvoer niet in het gedrang gebracht worden.

Het ontwerpdebiet is van primordiaal belang bij de bepaling van de afmetingen en de vorm van de vistrap. Op waterlopen met een vast waterpeil geregeld door een beweegbare stuw is het in normale omstandigheden perfect mogelijk een constant debiet over de vistrap te sturen. Deze wordt dan als bypass omheen de beweegbare constructie geïnstalleerd. Wordt het waterpeil in de waterloop niet geregeld dan dient de vistrap in de bedding zelf ingeplant. De basisafvoer bepaalt dan het ontwerpdebiet. De toepassing van een voldoende brede, V-vormige overlaat maakt de vistrap ook bruikbaar bij hogere afvoerdebieten. Enkel bij wasgolven is de trap tijdelijk onbruikbaar wegens te hoge watersnelheden. Dit is

evenwel een situatie die zich ook op elke natuurlijke waterloop voordoet.

Naast deze randvoorwaarden dient rekening gehouden met de volgende restricties en richtlijnen:

(1) Minimale hinder van vistrak

Optimale vistrak betekent dat de doorgang van vis in waterlopen zo weinig mogelijk gehinderd wordt. Dat wil zeggen dat de breedte van de visdoorgang zo groot mogelijk is ten overstaan van de breedte van de waterloop.

(2) Vistrak in functie van de tijd, de watertemperatuur en de waterstand

Daar de vistrak afhankelijk is van de seizoenen, de watertemperatuur maar ook van de waterstand kan algemeen gesteld worden dat een visdoorgang het hele jaar door dient te functioneren.

(3) Efficiëntie

De inplanting van de visdoorgang dient de vistrak te bevorderen.

(4) Visvriendelijkheid

Links en/of rechts van de hoofdstroom in een pand zijn rustplaatsen aanwezig voor de trekkende vis.

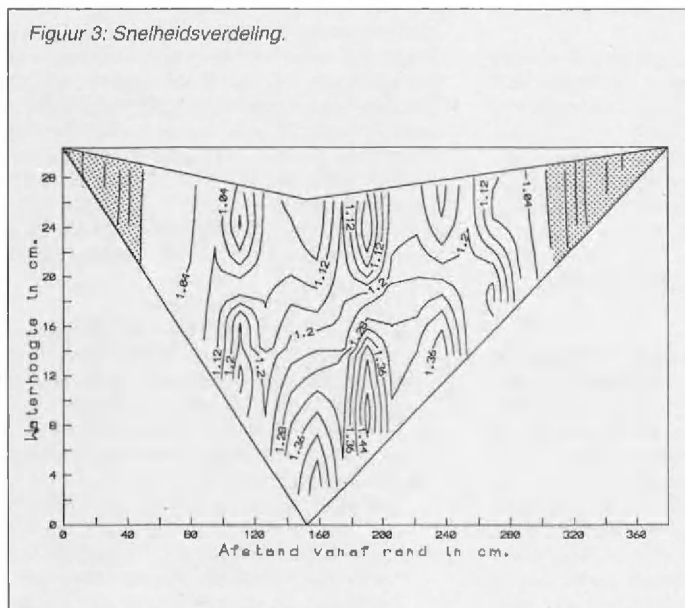
(5) Economisch aspect

Het ontwerp in het algemeen en de lengte in het bijzonder van de visdoorgang worden beperkt tot de minimum vereisten omwille van de kostprijs.

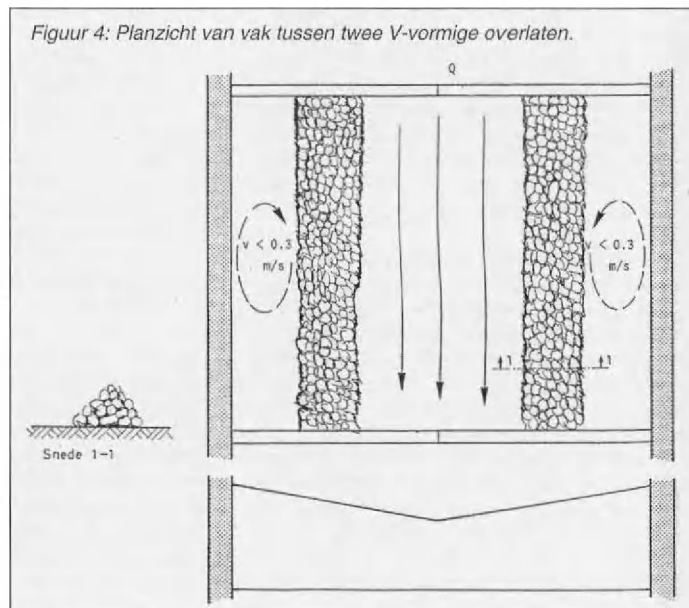
(6) Optimale hydraulische karakteristieken

Het verval per pand is maximaal 15 à 20 cm. Aangezien een luchtgordijn een onoverbrugbaar obstakel vormt voor vistrak dient dit ten allen prijze vermeden. Daarom bedraagt de verdringsgraad (figuur 1) bij een V-vormige overlaat minimaal 50% en is het ontwerpdebiet voldoende hoog. Wanneer het aantal panden geen beperkende factor is, suggereert men het verval zo laag mogelijk te houden. Dit resulteert niet alleen in een hogere verdringsgraad maar tevens in lagere stroomsnelheden. De diepte bedraagt 0,5 à 1 m. Als hiervoor geen beperkingen bestaan, wordt de diepte bij voorkeur zo groot mogelijk genomen, waardoor een groter watervolume ontstaat in een pand. Dat is gunstig voor een betere energiedemping. Elk pand moet lang genoeg zijn om een voldoende energiedemping te

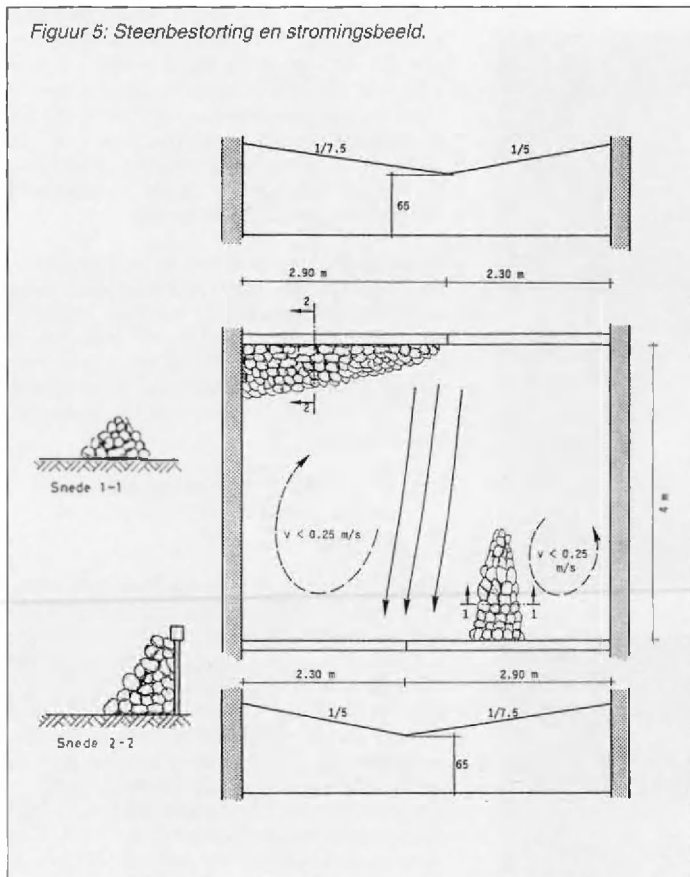
Figuur 3: Snelheidsverdeling.



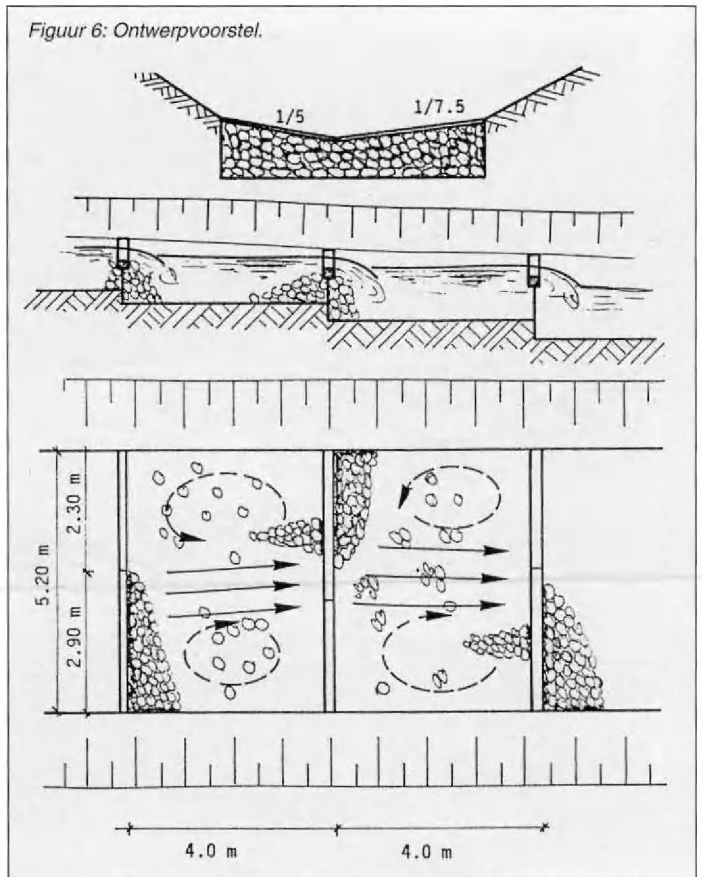
Figuur 4: Planzicht van vak tussen twee V-vormige overlaten.



Figuur 5: Steenbestorting en stromingsbeeld.



Figuur 6: Ontwerpvoorstel.



realiseren binnen het pand. Een te korte pandlengte kan leiden tot cumulatieve van energie in afwaartse stroomrichting.

3. HYDRAULISCHE MODELSTUDIE

Teneinde de karakteristieken en de dimensies van de vispassage te bepalen is gebruik gemaakt van een hydraulisch model. Dit moet toelaten de belangrijkste afmetingen zoals vorm van de overlaat, lengte, breedte en diepte van de vakken, zo te bepalen dat in normale omstandigheden aan de gestelde voorwaarden betreffende rustzones, maximale watersnelheid, minimale waterhoogte en verdrinkingsgraad voldaan wordt. De testen in het kader van deze studie zijn uitgevoerd op een model op schaal 1/2 voor een ontwerpdebiet van 0,5 m³/s. De verschillende factoren die het stromingsbeeld in de vistrap beïnvloeden zijn één na één onderzocht.

3.1. Vorm van de overlaat - snelheidsverdeling op de kruin

Steunend op literatuurgegevens [2] is de vorm van de overlaat op iteratieve wijze bepaald. Voor een eerste reeks metingen is een symmetrische, driehoekige overlaat met helling 1/5 gekozen (figuur 1). Er is gewerkt met een relatief brede en afgeronde kruin, daar uit enkele preliminaire proeven gebleken is dat een te smalle en te hoekige kruin de luchtbelvorming achter de overstortende waterlaag bevordert.

Uit de resultaten van de eerste proefreeks

blijkt dat de waterhoogte op de kruin ongeveer 0,33 m is bij het ontwerpdebiet van 0,5 m³/s. Hiermee is voldaan aan de voorwaarde van minimale waterhoogte, maar de zone met lagere overstortingsnelheden aan beide zijden is beperkt zoals blijkt uit figuur 2.

Om dit te verbeteren is overgestapt naar een asymmetrische overlaat met een helling 1/5 links en 1/9 rechts. Hierdoor wordt aan de zijde van de flauwste helling een relatief brede overstortzone met beperkte snelheden gecreëerd. Zo krijgen atletisch minder begaafde vissen meer mogelijkheden om de hindernis te overwinnen. Het nadeel van deze oplossing is dat de vereiste overstortingshoogte van ongeveer 30 cm niet meer gehaald wordt.

Uiteindelijk is geopteerd voor een V-vormige overlaat met hellingen 1/5 en 1/7.5. Bij een ontwerpdebiet van 0,5 m³/s is voldaan aan de vereiste van minimale waterhoogte op de kruin. Eveneens is er een bredere zone met aanvaardbare snelheden aanwezig langs de steile zijde van de overlaat.

Figuur 3 toont hoe de snelheid oploopt tot 1.5 m/s in de punt van de overlaat terwijl zij aan de zijanten daalt onder de 0,9 m/s. Uit metingen 0,20 m opwaarts van de overlaat blijkt dat de maximale snelheid nog 1 m/s bedraagt. De zone met grote snelheden is bijgevolg beperkt in de lengterichting en vormt aldus geen onoverkomelijke hindernis voor de vis. De breedte van de overstortlaag bij de voorgestelde V-vorm bedraagt 3,7 m bij een debiet van 0,5 m³/s. Wordt de verdrinkingsgraad opgevoerd bij

een constant debiet, dan daalt de maximale watersnelheid lichtjes. Het is evenwel duidelijk dat bij een goed ontwerp dient gestreefd naar een maximaal verval (= minimum aantal trappen) waarbij toch voldaan is aan de vereisten qua snelheid en verdrinkingsgraad.

3.2. Afstand tussen de overlaten - snelheidsverdeling en breedte van de vakken

De lengte van de afzonderlijke vakken wordt enerzijds bepaald door de lengte nodig om het overstortende water zijn energie te ontnemen en anderzijds door de noodzaak om rustzones te creëren. Metingen op vakken met verschillende lengte (en diepte) hebben uitgewezen dat de lengte van de vakken kan beperkt worden tot 4 m op voorwaarde dat een minimum diepte van 0,80 m gerespecteerd wordt. Bij deze lengte wordt de energie van het overstortende water voldoende gebroken en is er geen energieoverdracht naar het lager gelegen vak.

Indien echter geen extra maatregelen worden genomen zijn te weinig echte rustzones voorhanden. Deze zones zijn absoluut noodzakelijk om de vistrap universeel bruikbaar te maken, daar minder begaafde zwimmers op regelmatige afstanden rustig water nodig hebben. De totale breedte van de vistrap speelt een belangrijke rol in de creatie van rustzones. Uit [3] volgt dat de totale breedte minstens 25% groter moet zijn dan de overstortbreedte. Uitgaande van de gekozen vorm en het ontwerpdebiet

Foto 1: Algemeen zicht op de inrichting van de vistrap.

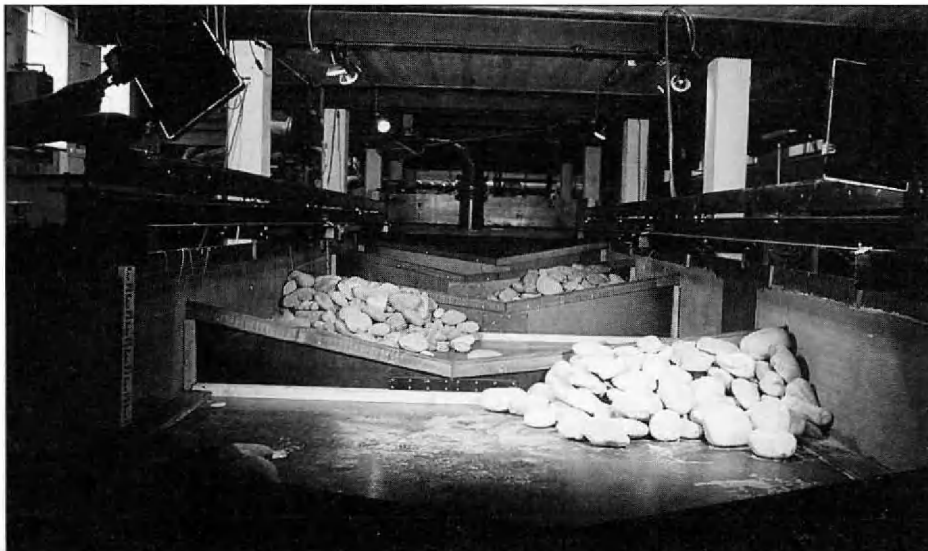


Foto 2: Vistrap in werking bij $Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.



is geopteerd voor een totale breedte van 5,2 m. Dit alleen leidt niet tot echte rustzones; de minimum watersnelheid bedraagt nog steeds ongeveer 0,4 m/s. Door het nemen van gepaste maatregelen kan deze minimumsnelheid evenwel sterk gereduceerd worden.

Plaatsing van een langsdrempel met een hoogte van 30 cm links en rechts van de hoofdstroom heeft voor gevolg dat de stroming zich hoofdzakelijk in de aslijn van de vistrap situeert. Dit leidt tot rustige zones aan beide randen doch met deze configuratie wordt de energiebreking onvoldoende en ontstaat transfer naar de afwaartse vakken (figuur 4).

Teneinde de energie van het overstortende water sneller te dempen wordt aan de afwaartse zijde van de overlaat, aan de kant met helling 1/7,5 een steenbestorting aangebracht. Het overstortende water wordt afgeremd en er ontstaat een schuin verlopend stromingsbeeld in de vakken. Combinatie van beide vermelde ingrepen leidt tot een aanvaardbaar stromingsbeeld dat nog

verbetert door het laagste punt van de overlaat alternerend 30 cm links en rechts uit de as van de vistrap te plaatsen en door bij de opeenvolgende overlaten de steilste helling afwisselend links en rechts te situeren. Figuur 5 schetst de uiteindelijke oplossing en geeft een indruk van het stromingsbeeld.

3.3. Diepte van de bekkens - niveauverschil tussen opeenvolgende overlaten

Teneinde een aanvaardbare situatie te creëren waarbij vissen gemakkelijk van het ene vak naar het andere kunnen migreren dient een verdrinkingsgraad van ongeveer 50% gerespecteerd te worden. Bij een ontwerpdebiet van $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ in combinatie met de hierboven beschreven asymmetrische overlaat resulteert dit in een maximaal niveauverschil per trap van 15 cm. De waterdiepte in ieder bekken hangt nauw samen met de lengte ervan. Naarmate de waterdiepte daalt is meer lengte vereist om de aanwezige energie te absorberen. Zoals reeds vermeld is uit de testen gebleken dat

voor een vaklengte van 4 m een waterdiepte van 0,80 m in combinatie met de vorm van de vistrap voorgesteld in figuur 5 voldoet aan alle gestelde eisen. Om extra ruwheid en dus bijkomende snelheidsreductie en energiebreking te realiseren en om de vissen nog meer gelegenheid te geven zich te verschuilen kan de bodem uitgevoerd worden met losliggende stenen.

Is om praktische redenen de vooropgestelde waterdiepte niet realiseerbaar, dan wordt de lengte van de vakken vermeerderd. Per 10 cm ontbrekende waterdiepte wordt de lengte met 30 à 40 cm opgevoerd. Het spreekt voor zich dat een minimale waterdiepte van 50 à 60 cm moet gerespecteerd worden.

3.4. Besluiten met betrekking tot de ontwerpkenmerken van de vistrap

Het ontwerpdebiet is de belangrijkste parameter bij de vormgeving en dimensionering van de vistrap. Bij een ontwerpdebiet van $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, kan de vistrap op de volgende wijze worden gedimensioneerd. De lengte van de afzonderlijke vakken is minimaal 4 m. De bijhorende minimale breedte bedraagt 5,2 m. Het water in elk vak is minstens 0,80 m diep en de overlaat wordt V-vormig maar asymmetrisch uitgevoerd met respectievelijke hellingen 1/5 en 1/7,5. Tevens is de punt van de overlaat 30 cm uit de aslijn gelegen en worden de overlaten alternerend met de steile zijde langs linker- en rechtertalud geplaatst. Tenslotte wordt het niveauverschil tussen 2 opeenvolgende overlaten beperkt tot 15 cm. Teneinde zones met lage watersnelheden te realiseren worden grove steenbestortingen geplaatst opwaarts en afwaarts van iedere overlaat aan de zijde met helling 1/7,5 (figuur 5). Aan de opwaartse zijde bestaat deze uit een langsdrempel van 30 cm hoogte en doorlopend tot in het midden van elk vak. Aan de afwaartse zijde wordt een zwak hellend talud tot aan de kruin van de overlaat aangelegd. Figuur 6 en foto's 1 en 2 illustreren bovenvermelde besluiten.

3.5. Uitbreiding van de resultaten en constructieve aspecten

Steunend op de theorie van de hydrodynamische gelijkvormigheid worden de afmetingen bepaald voor hetzelfde type vistrap bij andere ontwerpdebieten. Tabel 1 geeft voor verschillende ontwerpdebieten de lengte (L), de breedte (B) en de waterdiepte (D) van de vakken alsook het niveauverschil (ΔH) tussen de opeenvolgende overlaten en de waterhoogte (H) boven het laagste punt van de overlaat.

Tabel 1

Q [m ³ /s]	L [m]	B [m]	D [m]	ΔH [m]	H [m]
0,5	4,00	5,20	0,80	0,15	0,28
1,0	4,80	6,40	0,95	0,18	0,32
1,5	5,75	7,50	1,10	0,22	0,38
2,0	6,50	8,45	1,15	0,24	0,43
2,5	7,10	9,20	1,20	0,27	0,47

Het is aangewezen om op regelmatige afstanden vakken te voorzien met een grotere afmeting dan de minimale ontwerplengte. Op deze wijze ontstaan extra rustzones. Bij de bouw wordt bij voorkeur geen gebruik gemaakt van gladde betonnen overlaten. Best wordt geopteerd voor een steenbestorting die in de vooropgestelde vorm aangebracht wordt. Om te vermijden dat de steenbestorting in periodes van was verplaatst wordt, is injectie met vloeibaar beton noodzakelijk. Evenwel moet het oppervlak zo ruw mogelijk blijven. De bestorting tegen de overlaat en de langsdrampel worden om dezelfde redenen eveneens geïnjecteerd. Tenslotte verdient het aanbeveling de bodem te bedekken met een laag losliggende stenen.

4. INPLANTING VAN DE VISTRAP

4.1. Algemeen

Naast een goede en visvriendelijke vormgeving is een verantwoorde keuze van de inplanting van doorslaggevend belang voor de efficiënte werking van de constructie. Vissen vinden de toegang tot een vistrap alleen wanneer een duidelijke lokstroom hen de weg wijst. Dit kan door de inplanting op een weloverwogen manier uit te voeren.

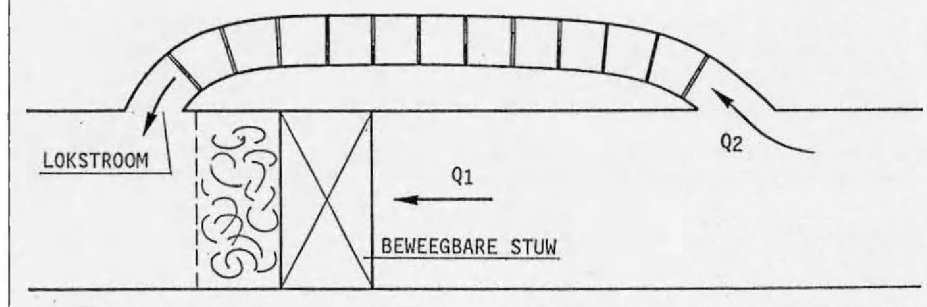
In kleinere waterlopen met enkel vaste drempels wordt de vistrap bij voorkeur in de bedding gebouwd. De vaste drempel wordt vervangen door een aantal V-vormige overlaten. De vorm van de overlaat wordt bepaald steunend op de basisafvoer van de waterloop. Worden hogere debieten afgevoerd, dan zal in eerste instantie de breedte van de overstortlaag stijgen maar niet zozeer de watersnelheid. Het probleem van de lokstroom is in dit geval onbestaande.

Bij waterlopen waar, met het oog op de waterbeheersing, beweegbare constructies zijn aangebracht die het waterpeil binnen nauwe grenzen regelen, wordt de vistrap als bypass gebouwd. Aangezien gewerkt wordt met een omleiding zal omwille van de noodzakelijke lokstroom bijzondere aandacht besteed worden aan op- en afwaarts uiteinde van de vistrap.

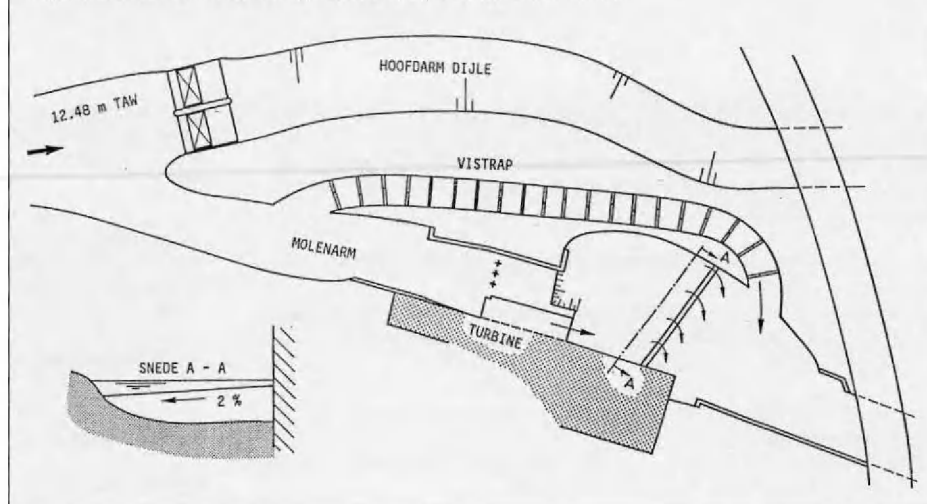
Figuur 7 schetst de principiële inplanting in grondplan. De uitmonding situeert zich afwaarts van de turbulente zone van de stuw en ligt dwars op de normale stroomrichting. Op deze manier ontstaat een overdwarse stroming die de vis in de richting van de trap lokt. Aan de opwaartse zijde wordt de toegang naar de vistrap zo gebouwd dat, in periode van basisafvoer, de snelheid gericht naar de vistrap groter is dan de snelheid naar de stuw toe. Zo wordt de vis ook in afwaartse richting de juiste weg gewezen.

De aansluiting van de vistrap op de hoofdriever is bijgevolg cruciaal voor zijn goede werking. Voor de tussengelegen vakken dient rekening gehouden met de conclusies van de modelstudie maar het is niet noodzakelijk een rechtlijnig tracé aan te houden. Afhankelijk van de beschikbare ruimte en

Figuur 7: Inplanting van een vistrap.



Figuur 8: Voorstel tot inplanting van vistrap op de Dijle te Rotselaar.



de creativiteit van de ontwerper kunnen diverse vormen in grondplan ontwikkeld worden.

4.2. Praktijkvoorbeeld: vistrap op de Dijle te Rotselaar

Gezien het ontwerp van een vistrap op de Dijle te Rotselaar de aanleiding was tot het onderzoek lijkt het ons nuttig als voorbeeld de aldaar voorgestelde oplossing kort te beschrijven.

Ter hoogte van de molen te Rotselaar is de Dijle over een 800-tal meter gesplitst in twee armen. Op de hoofdarm wordt een beweegbare stuw gebouwd die het waterpeil regelt op 12,48 m TAW. Op de molenarm is een turbine voorzien die de basisafvoer van de Dijle zal gebruiken voor energieopwekking. Gezien de basisafvoer nagenoeg volledig langsheen de molenarm gebeurt, wordt de opwaarts bewegende vis aangetrokken door de stroming in de molenarm. Bouwen van een vistrap rond de beweegbare stuw op de hoofdarm heeft bijgevolg geen enkele zin. De vistrap wordt dus ingeplant op de molenarm. De rechteroever is de beste oplossing omdat de turbine aan deze kant staat. Dit is om praktische redenen niet haalbaar en een oplossing op de linkeroever wordt gezocht. Figuur 8 schetst de lokale situatie samen met een mogelijke inplanting van de vistrap. Afwaarts van de turbine is een naar de vistrap aflopende drempel voorzien om de stroming te drijven naar de linkeroever.

5. BESLUIT

Het ontwerp van een goed functionerende vistrap is geen voor de hand liggende zaak. Uitgaande van de fysieke mogelijkheden en het zwemgedrag van de vis moet de ontwerper de geschikte hydraulische omstandigheden realiseren om een vlotte trekbeweging te verzekeren. Basisparameter is het ontwerpdebiet. Uitgaande hiervan worden de dimensies van de vistrap bepaald rekening houdend met de voorwaarden van maximale snelheid en verdrinkingsgraad en creatie van rustzones. Bovendien dient eveneens bijzondere aandacht besteed aan de aansluiting van de vistrap op de waterloop. Een degelijke combinatie van al deze factoren biedt de beste garantie voor de constructie van vispassages die hun functie optimaal vervullen. Samen met een doorgedreven en volgehouden inspanning tot de sanering van het oppervlaktewater leveren zij een belangrijke bijdrage tot de bevordering van het visbestand op de Vlaamse waterlopen.

L. VAN POUCKE,
R. VERHOEVEN,
P. VERDONCK,
Universiteit Gent, Labo voor Hydraulica
Sint-Pietersnieuwstraat 41
9000 Gent

W. GODERIS
AMINAL
Landelijke Waterdienst
Kunstlaan 52, 1040 Brussel

6. REFERENTIES

[1] VAN POUCKE L., VERDONCK P., VERHOEVEN R. "Hydraulische modelstudie van de vistrap behorende bij de stuw op de Dijle te Rotselaar", Rapport Laboratorium voor Hydraulica, Universiteit Gent, Mei 1993.

[2] BOITEN W. "De V-vormige vistrap - Optimalisatie van het hydraulische ontwerp". Water-

loopkundig Laboratorium, Landbouwniversiteit Wageningen; 1989, Nederland.

[3] COECK J., VANDELANNOOTE, YSEBOODT R. "Visdoorgangen voor laaglandbeken: werking, bouw en evaluatie", Instituut voor Natuurbehoud; Rapport IM A.91.50; 1991.

[4] LARINIER M. "Guide pour la conception des dispositifs de franchissement des barrages pour les poissons migrateurs". Bulletin

Français de pisciculture, numéro special - Juillet 1983. 33 pp., France.

[5] MUYREW. "Vistrappen". Ministerie van Landbouw en Visserij, Nederland; 1987.

[6] COECK J., VANDELANNOOTE A., YSEBOODT R., VERHEYEN R.F. "De bouw van vistrappen voor laaglandbeken en -rivieren". Water - Tijdschrift over waterproblematiek - nr. 61, Nov./Dec. 1991.

CONGRESSEN

13-18 maart 1994: IWSA Specialised Conference on "Desinfection of Potable Water", Kruger National Park, South Africa
Inlichtingen : Miss L. Fourie, Rand Water, PO Box 1127 Johannesburg 2000, South Africa. Tel. +27 11 682-0472 +27 11 682-0911.
Fax : +27 11 682-0444

16 maart 1994: Studiedag "Natuurtechnische Milieubouw", Congrescentrum Oud Sint-Jan, Brugge
Inlichtingen : Secretariaat werkgroep Natuurtechnische Milieubouw, Mevr. K. Claus, Kamer 18, Belliardstraat 14-18, 1040 Brussel.
Tel. 02/507.30.72. Fax : 02/507.30.65.

26 maart - 3 december 1994: Basiscursus Waterzuivering, TI-KVIV, Antwerpen
Inlichtingen : K. VIV, Mevr. R. Peys, Desguinlei 214, 2018 Antwerpen. Tel. 03/216.09.96. Fax : 03/216.06.89.

23-27 maart 1994: "Sep/Pollution: The City and the Environment, 15th International Exhibition of Public Services of Techniques against Pollution", Padova, Italië.
Inlichtingen : Padova Fiere, Via N. Tommaseo 59, Padova, Italië

30 maart 1994: Studiedag "Geotechniek 2001" - Mechelen, K.I.H. De Nayer. Huidige en toekomstige ontwikkelingen binnen de geotechniek tot 2001.
Inlichtingen : K.I.H. De Nayer - Afd. Bouwkunde - J. De Nayerlaan 5 - 2860 Sint-Katelijne-Waver.
Tel. 015/31.69.44. Fax : 015/31.74.53.

31 maart 1994: Lezingendag "Hydrogeologisch Onderzoek en Ontwikkelingssamenwerking", I.H.E. Delft.
Inlichtingen : Secretariaat Lezingendag c/o IGG-TNO, Mw. N.C.S. Van Gaalen, PB 6012, 2600 JA Delft.

12-15 april 1994: Hydrotop 94, Marseille, France.
Inlichtingen : SAFIM organisation, Parc Chanot, BP 2, 13265 Marseille cedex 8 - France. Tel. +33 91.76.16.00. Fax : +33 91.22.16.45.

13 april 1994: Symposium "Bescherming, Beheer en Gebruik van zoetwatervissen in Nederland", Nijmegen.
Inlichtingen : Vakgroep Oecologie, Werkgroep Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit, PB 9010, 6500 GL Nijmegen.

26-28 april 1994: Conference on "Flotation processes in water and sludge treatment", Orlando, Florida, USA.
Inlichtingen : IWSA, 1, Queen Anne's Gate, London SW 1H 9BT (UK). Tel. +44 71 222.3848. Fax : +44 71 233.1197.

3-6 mei 1994: 6th Scandinavian Trade Fair for Environmental and Process Technology "Dan Miljø", Herning, Denemarken.
Inlichtingen : Messecenter Herning, Vardeweg 1 DK - 7400 Herning, Denemarken. Tel. +45 97 12 60 00. Fax : +45 97 22 30 60.

5-6 mei 1994: International Workshop on Communication Systems

in Water Utilities, Madrid, Spanje.
Inlichtingen : Mr J.I. Zubizarreta, Canal de Isabel II, Santa Engracia 125, 28003 Madrid, Spain. Tel. (34 1) 445 10 00. Fax : (34 1) 447 93 93.

15-20 mei 1994: Conference on "Water Supply 2000 : Rehabilitation, Zurich, Zwitserland.
Inlichtingen : Zurich Water Supply, Hardhof 9, P.O. Box, CH-8023 Zürich. Tel. +41 1 435 21 11. Fax : +41 1 435 25 57.

19-20 mei 1994: European Congress on Energy and Environment, Antwerpen.
Inlichtingen : v.z.w. WEL, Marktplaats 16, 2110 Wijnegem. Tel. 03/353.72.53. Fax : 03/353.89.91.

24-26 mei 1994: 2nd International Conference on Pipeline Systems, Edinburgh, Scotland.
Inlichtingen : BHR Group Ltd. c/o T. Peters, Cranfield, Bedford MK 43 OAJ, United Kingdom. Tel. +44 234 750422. Fax : +44 234 750074.

25 mei - 3 juni 1994: Advanced Course on Environmental Biotechnology, T.U. Delft.
Inlichtingen : Institute for Biotechnology Studies Delft Leiden c/o dr.ir. L.A. van der Meer - Lerk, Julianalaan 67, 2628 BC Delft (NL) Tel. +31- 15-785140. Fax : +31-15-782355.

14-18 juni 1994: Second European Conference on "Advances in Water resources technology and management", Lissabon, Portugal.
Inlichtingen : ECAWART '94 c/o Maria A. Santos Av. do Brasil, 101 P-1799 Lisboa, Portugal. Tel. +351 1 8482131. Fax : +351 1 847384.

24-30 juli 1994: Water Quality International '94, IAWQ 17th Biennial Conference & Exhibition, Budapest, Hungary.
Inlichtingen : IAWPRC, 1 Queen Anne's Gate, London SW1H 9BT, England.

26-29 september 1994: "Living with water". Aquatech 1994, Amsterdam.
Inlichtingen : Conference secretariat, Buerweg 51, 1861 CH Bergen.

27-28 september 1994:
- Specialised Conference "The Cost of Quality of Service (or managing a Water Company)" in conjunction with Aquatech '94.
- Specialised Conference "Activated carbon in drinking Water Treatment" in conjunction with Aquatech '94.
Inlichtingen : IWSA, 1, Queen Anne's Gate, London SW 1H 9BT (UK). Tel. +44 71 957.45.67. Fax : +44 71 222.72.43.

28-30 september 1994: "Forum for Applied Biotechnology", Provinciaal Hof, Brugge.
Inlichtingen : GOM-West-Vl., Baron Ruzettelaan 33, 8310 Assebroek, Brugge. Tel. 050/35.81.31. Fax : 050/35.31.86.