



ALTERRA

WAGENINGEN UR

# Vispasseerbaarheid sifons in Overijssel

K Didden



HDV 08-39, november 2008



# **Vispasseerbaarheid sifons in Overijssel**

**Karin Didden**

## **Woord vooraf**

Het in dit rapport beschreven onderzoek is een onderdeel van de Helpdeskvragen van het cluster Ecologische Hoofdstructuur binnen het Beleidsondersteunend onderzoek van het ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit (BO-002 HDV 08-39) en uitgevoerd door Karin Didderen van Alterra, WUR.

De medewerking en begeleiding van Lini Vosser (DRZ Oost), Roel Hoeve (Provincie Overijssel), Hannie ter Maat (Waterschap Rijn en IJssel), Hans Gels (Waterschap Regge en Dinkel), Iwan de Vries, Gerhard Duursema (Waterschap Velt & Vecht), Henri Boschman (Waterschap Groot Salland) en Dennis Waasdorp (Alterra WUR) hebben bijgedragen aan het eindresultaat.

# Inhoud

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Woord vooraf</b>                                                       | <b>2</b>  |
| <b>Woord vooraf</b>                                                       | <b>2</b>  |
| <b>Samenvatting</b>                                                       | <b>5</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>                                                        | <b>7</b>  |
| 1.1 Probleem                                                              | 7         |
| 1.2 Methode                                                               | 7         |
| <b>2 Overzicht van sifons in Overijssel</b>                               | <b>9</b>  |
| 2.1 Definitie sifon                                                       | 9         |
| 2.2 Overzicht van sifons in Overijssel                                    | 9         |
| <b>3 Resultaten van onderzoek naar vispasseerbaarheid van sifons</b>      | <b>11</b> |
| 3.1 Wanneer is de passeerbaarheid van een sifon voor vissen een probleem? | 11        |
| 3.2 Bestaande onderzoeken vispasseerbaarheid                              | 11        |
| 3.3 Visuele inspectie sifons                                              | 14        |
| <b>4 Conclusie en aanbevelingen</b>                                       | <b>25</b> |
| <b>Bronnen</b>                                                            | <b>26</b> |
| <b>Bijlage 1 Sifons in Overijssel</b>                                     | <b>27</b> |
| <b>Bijlage 2 Culverts and Fish passage, British Colombia 2000</b>         | <b>29</b> |



## Samenvatting

In de provincie Overijssel kruisen watergangen (o.a. beken) op 73 locaties andere waterlichamen (met name kanalen) door middel van een sifon. Het is echter onduidelijk of vissen gebruik maken van deze constructies voor stroomopwaartse migratie in de beek. Hierover is meer duidelijkheid nodig, want als blijkt dat sifons als een barrière werken voor vismigratie, heeft het weinig zin om verderop in de beek (en andere watergangen) vispassages aan te leggen.

- Slechts twee van de 73 sifons in Overijssel zijn onderzocht op hun vispasseerbaarheid.
- Of een sifon daadwerkelijk gebruikt wordt is sterk afhankelijk van het ontwerp van de sifon.
- Uit de bestaande onderzoeken blijkt dat een sifon in principe geen barrière hoeft te zijn voor stroomopwaartse vispassage. Daarnaast is het gebruik afhankelijk van de aanwezige vis in de watergang waarin de sifon is gelegen. Deze aanwezigheid is mede afhankelijk is van vismigratiebarrières die elders in de watergang zijn gelegen. Als er geen vis aanwezig is, zal de sifon niet gebruikt worden.
- De zichtbare knelpunten voor vispassage bij 18 geïnspecteerde sifons zijn:
  1. Een barrière gelegen direct beneden- of bovenstrooms van de sifon (met name stuwen);
  2. Afdichting door een rooster of andere structuur aan de buitenkant van de sifon;
  3. Hoogteverschil tussen wateroppervlakte van de beek en de in- of uitstroomopening van de sifon;
  4. Aanwezigheid van blad-, planten- of huishoudelijk afval rondom de in- of uitstroomopening van de sifon.

Ook zijn sommige sifons moeilijk bereikbaar, waardoor het niet mogelijk is de kenmerken te beschrijven.

- Andere factoren die *mogelijk* problemen op kunnen leveren voor vissen zijn:
  1. Geringe waterdiepte in de sifon;
  2. Hoge stroomsnelheid in de sifon;
  3. Glad materiaal in de sifon en op de bodem van de watergang bij in- of uitstroomopening;
  4. Ontbreken van een rustplaats voor migrerende vissen;
  5. Ontbreken van een lokstroom;
  6. Positie van de sifon is niet in de zwemrichting van de vissen.
- Tijdens de visuele inspectie is opgemerkt dat de meeste sifons enkele decennia oud zijn, waarbij het onwaarschijnlijk is, dat bij het ontwerp rekening is gehouden met de vispasseerbaarheid van de sifon. Het merendeel van de sifons bestaat uit glad beton of staal, waarbij de betoning tientallen meters doorloopt voorbij de in- en uitstroomopening. Glad materiaal belemmert vispassage en vergroot daarnaast de kans op uitspoeling van vissen tijdens periodes dat er veel water door de sifon stroomt.
- Wanneer het onbekend is of een sifon werkt, is het sterk aan te bevelen eerst de visstand en de vispasseerbaarheid van de sifon te monitoren, voordat er bovenstrooms vismigratiemaatregelen worden getroffen.
- Ook dienen vismigratiebarrières elders in de watergang opgelost te worden om het nut en de effectiviteit van bovenstroomse vismigratiemaatregelen te bevorderen.
- Om enkele algemene voorwaarden voor duikerontwerp en vispasseerbaarheid direct in de praktijk toepasbaar te maken, is als bijlage een handleiding voor de aanleg van duikers toegevoegd (Culverts and Fish passage, British Columbia 2000) (Bijlage 2).





# 1 Inleiding

## 1.1 Probleem

Op een aantal locaties kruisen watergangen (o.a. beken) door middel van een sifon andere watergangen (kanalen). In Overijssel liggen veel van deze constructies bij de Twentekanal en de Hooogeveense vaart.

Het is onduidelijk of vissen gebruik maken van deze constructies voor stroomopwaartse migratie in de beek. Hierover is meer duidelijkheid nodig, want als blijkt dat sifons als een barrière werken voor vismigratie, heeft het weinig zin om verderop in de beek (en andere watergangen) vispassages aan te leggen.

Aanleiding voor de vraag was het Ontsnipperingsoverleg Overijssel, waar DRZ, provincie, RWS en waterschappen bij betrokken waren. Het stellen van bovenstaande vraag tijdens dit overleg leverde geen antwoorden op. De meningen over dit onderwerp zijn dan ook erg verdeeld, variërend van: "ze worden zelfs gebruikt als schuilgelegenheid" tot "er gaat geen vis doorheen".

## 1.2 Methode

Er heeft een inventarisatie plaatsgevonden van de aanwezige snel beschikbare kennis over dit onderwerp bij verschillende partijen in Overijssel (waterschappen, provincie, DRZ, Rijkswaterstaat Oost-Nederland).

Bij de waterschappen zijn overzichten van alle aanwezige sifons in Overijssel opgevraagd. Daarnaast zijn de gegevens betreffende vispasseerbaarheid van reeds onderzochte sifons opgevraagd. Tenslotte zijn zoveel mogelijk locaties met sifons geïnspecteerd, waarbij de kenmerken van deze sifons zijn beoordeeld op hun vispasseerbaarheid. Kenmerken die zijn opgenomen zijn onder andere:

- Naam sifon
- Waterschap
- Sifonwater
- breedte instroom, % van breedte van de waterloop
- breedte uitstroom, % van breedte van de waterloop
- stroomsnelheid uitstroom
- stroomsnelheid in sifon
- waterdiepte in sifon
- diepte bodem uitstroombekken
- materiaal
- ruwheid
- positie
- vorm buis
- sifon hoofdstroom of zijtak
- uitstroom direct op oever
- gebruik betonning
- sedimentatie aanwezig
- afval aanwezig
- lengte uitstroombekken minstens 2x de breedte
- materiaal bij uitstroom kan worden weggespoeld
- schotten buitenkant sifon

- barrière in aanloop naar sifon
- vistrap
- vrije afstroom
- vertakking waterloop bovenstrooms sifon
- lokstroom
- route logisch

De resultaten zijn verzameld en gepresenteerd. Daarnaast is de gewenste informatie in een kort rapport aangeboden aan de opdrachtgever en de waterschappen die bijdragen hebben geleverd.

## 2 Overzicht van sifons in Overijssel

### 2.1 Definitie sifon

Een onderleider, grondduiker of sifon is een duiker, die water van een bepaalde waterloop onder een ander water door leidt. Sifons worden aangelegd als een watergang met eenzelfde peil wordt doorsneden door een watergang met een ander, afwijkend peil. De constructie is van de zijkant meestal een U vorm en wordt meestal van beton, pvc, hout of staal gebouwd. Constructies variëren van enkele meters tot honderden meters. Voorbeelden zijn vooral te vinden waar beken Rijkskanalen passeren.

### 2.2 Overzicht van sifons in Overijssel

In totaal liggen er 73 sifons in Overijssel (tabel 1, bijlage 1 voor een totaaloverzicht). Twee sifons zijn onderzocht op vispasseerbaarheid.

*Tabel 1. Overzicht van sifons in Overijssel*

| waterschap     | aantal sifons in OV | voorbeeld                                                    | monitoring  |
|----------------|---------------------|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Regge & Dinkel | 20                  | Hollandergraven-Dinkelkanaal                                 | ja, 1 sifon |
| Rijn & IJssel  | 3                   | onder kanaal Almelo-Nordhorn<br>Schipbeek onder Twentekanaal | ja, 1 sifon |
| Velt & Vecht   | 16                  | onder kanaal Almelo - de Haandrik                            | nee         |
| Groot Salland  | 33                  | onder Overijsselsch kanaal                                   | nee         |
| Reest & Wieden | 1                   | Reest-Hoogeveense vaart                                      | nee         |
| <b>Totaal</b>  | <b>73</b>           |                                                              | <b>2</b>    |

- **Sifons in het werkgebied van Waterschap Regge en Dinkel**

Het waterschap heeft 19 sifons in zijn gebied, variërend van 47 tot 194 meter lang. De onderleider Dinkelkanaal-Hollandergraven is dit voorjaar bemonsterd op optrekkende vis. Het bleek dat deze sifon uitstekend werkt (veel optrekkende vis in allerlei soorten en maten). Het betreft een ruime onderdoorgang waar zelfs duikers onderdoor kunnen.

- **Sifons in het werkgebied van Waterschap Rijn en IJssel**

Het waterschap heeft 3 sifons die tevens in de provincie Overijssel liggen. Ten eerste de sifon Schipbeek onder Twentekanaal: rechthoekige duiker, 3 meter hoog, 2,5 meter breed, 115 meter lang. Deze is af te sluiten met een schuif. Deze sifon is onderzocht op vispasseerbaarheid. Ten tweede de onderleider Beusbergerwatergang in Schipbeek: Ronde betonnen duiker, doorsnede 1.25 m, 54 meter lang. Ten derde de onderleider Spildijkswatergang in Schipbeek: ronde stalen duiker, doorsnede 1 meter, 79 meter lang.

- **Sifons in het werkgebied Waterschap Velt en Vecht:**

Er is een lijst gegenereerd van de sifons in het werkgebied Velt en Vecht. Dit zijn 44 sifons, waarvan er 16 in Overijssel zijn gelegen. Lengtes variëren tussen de 18 en 78 meter en diameters van 30 cm tot 9 meter, materiaal is beton of pvc. Van geen enkele sifon is bekend of vissen er gebruik van maken.

- **Sifons in het werkgebied Waterschap Reest en Wieden**

Voor zover bekend liggen er in het werkgebied 10 sifons, waarvan 1 in Overijssel. Dit is de Reest bij de Rijksweg A28 en onder de Hoogeveense vaart. De onderleider in de Reest onder de Hoogeveense Vaart is 85 meter lang en heeft een diameter van 900 mm. Het precieze profiel is onbekend. Het waterschap heeft geen informatie over vismigratie in de sifon, maar is zelf zeer geïnteresseerd of deze sifon gebruikt wordt door vissen. Onderzoek hiernaar wordt in de toekomst beoogd. De visstand in de Reest voldoet aan de GET, maar als knelpunt is een beperking van de vismigratie aangeduid, omdat er drie stuwen aanwezig zijn die niet vispasseerbaar zijn.

- **Sifons in het werkgebied van Waterschap Groot Salland**

Het gaat om 33 sifons in Overijssel met lengtes van 3 tot 72 meter en diameters van 30 tot 130 cm. Er heeft geen monitoring plaatsgevonden van de vispasseerbaarheid van deze sifons.

### 3 Resultaten van onderzoek naar vispasseerbaarheid van sifons

#### 3.1 Wanneer is de passeerbaarheid van een sifon voor vissen een probleem?

De passeerbaarheid van duikers, waaronder sifons, is een probleem voor vissen bij een:

- Afdichting van de duiker met bijvoorbeeld een rooster.
- Te groot hoogteverschil tussen wateroppervlakte en duiker bij de in- of uitstroomopening.
- Te weinig water in de duiker, waardoor de waterdiepte niet toereikend is voor zwemmende vissen.
- Te hoge stroomsnelheid of extreme stroomsnelheidswisselingen (piekafvoer) aan of de in- of uitstroomopening of midden in de duiker.
- Turbulentie in de duiker.
- Gebrek aan rustplaatsen (poeltjes) voor optrekkende vis aan de in- of uitstroomopening of midden in de duiker.
- Ophoping van afval of organisch materiaal in of aan de buitenkant van de duiker.
- Barrière in de aanloop van de sifon (bijvoorbeeld gemaal of stuw).
- Tijdstip van werkzaamheden aan de duiker (bijvoorbeeld schoning).

In tabel 2 zijn de belangrijkste duikereigenschappen gekoppeld aan de biologische eigenschappen van vissen.

*Tabel 2. Belangrijkste eigenschappen van duikers, waaraan door vissen eisen worden gesteld*

| Eigenschappen duiker                                                                                                                                                                                                                                                 | Biologische eigenschappen                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Hoogteverschil tussen sifon en wateroppervlakte</li><li>• Stroomsnelheid in duiker</li><li>• Turbulentie in duiker</li><li>• Waterdiepte in duiker</li><li>• Tijdstip van werkzaamheden aan duiker (schooning oid)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• In staat te springen</li><li>• Zwemsnelheid vissen (kracht vis)</li><li>• Diep genoeg om te kunnen zwemmen (grootte vis)</li><li>• Paaitijd, migratie</li></ul> |

#### 3.2 Bestaande onderzoeken vispasseerbaarheid

1. Onderzoek passeerbaarheid sifons in Brabant en Limburg (OVB 1997)
2. Onderzoek passeerbaarheid grondduiker Schipbeek (Aquaterra 2005)
3. Onderzoek passeerbaarheid onderleider Dinkelkanaal-Hollandergraven (Kroes & Caldenhoven 2008)

##### **Onderzoek passeerbaarheid sifons in Brabant en Limburg (OVB 1997)**

Situatieschets: Het onderzoek heeft plaatsgevonden in twee beken in Noord-Brabant en één in Limburg. Een sifon is gelegen in de Beerze, is 63 meter lang en 2.5 meter in doorsnede, en loopt onder het Wilhelminakanaal door. De andere sifon leidt de Goorloop onder de Zuid-

Willemsvaart en is 58 meter lang en 1 meter in doorsnede. De Tungelroyse beek in Limburg loopt onder het kanaal Wessem-Nederweert en is 96 meter lang en 1.6 meter in doorsnede. Onderzoek vispasseerbaarheid: In de drie beken is onderzocht of vis, in stroomopwaartse richting, sifons kan passeren. Er is gebruik gemaakt van de merk-terugvangst methode. Hiervoor zijn zowel beneden- als bovenstrooms van de sifon vissen gevangen en gemerkt, waarna alle vis benedenstrooms is uitgezet. In totaal zijn twaalf vissoorten van een merk voorzien. Hiervan konden na één week, in het bovenstroomse gebied, in totaal acht vissoorten met een merk terug worden gevangen. Voor de niet teruggevangen vissoorten mag worden aangenomen dat het aantal gemerkte vissen te beperkt is geweest om resultaat te mogen verwachten. De stroomsnelheid door de sifons was tijdens het onderzoek laag (< 15 cm per sec). De resultaten hebben geleid tot de volgende conclusies:

- De merk-terugvangst-methode blijkt werkzaam om vispassage door sifons te onderzoeken.
- Voor acht vissoorten is aangetoond dat zij de sifons kunnen passeren. In totaal zijn twaalf vissoorten voor het onderzoek gevangen en gemerkt. De acht passerende vissoorten zijn: baars, blankvoorn, brasem, kolblei, riviergrondel, ruisvoorn, snoek en zeelt.
- Van de overige vier vissoorten is niet aangetoond dat zij de sifons niet kunnen passeren. Hiervoor zijn er van deze vissoorten te weinig exemplaren gevangen en gemerkt. De vier niet passerende vissoorten zijn; alver, biermpje, karper en winde.
- De kleinste vis die de sifon nog kon passeren was een blankvoorn van acht cm.
- Het ontbreken van licht in de sifons blijkt geen migratiebarrière te vormen, zoals aanvankelijk en met name voor snoek werd aangenomen.
- De grotere soortenrijkdom aan de bovenstroomse zijde van de sifons en het feit dat vissen de sifon in bepaalde perioden kunnen passeren, geven aan dat stroomopwaartse vismigratie niet het grootste knelpunt is. Door de destijds verstoorde situatie in de Beerze en de hoge piekafvoeren in deze beek, werd aangenomen dat uitspoeling van vis het grootste knelpunt is bij een aantal sifons in Brabant.
- Oplossingen voor het probleem van uitspoeling, kunnen worden gevonden in het verlagen van de stroomsnelheid in het bovenstroomse deel van de sifons.
- Om stroomopwaartse migratie van vis te stimuleren is het zinvol om in de sifon luwe plaatsen aan te brengen waar vis tot rust kan komen.

### **Onderzoek passeerbaarheid grondduiker Schipbeek (Aquaterra 2005)**



*Figuur 1. Grondduiker Schipbeek onder Twentekanaal (foto: Aquaterra)*

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit een rechthoekige duiker van 3 meter hoog, 2.5 meter breed en 115 meter lang. Deze is af te sluiten met een schuif. In mei 2005 is de grondduiker aangepast voor vispassage. De waterstand werd tot die tijd geregeld met beweegbare schotten aan de bovenstroomse zijde van de duiker. In mei 2005 is deze voorziening

verplaatst naar de benedenstroomse zijde middels het plaatsen van drie beweegbare klepstuwen.

Onderzoek vispasseerbaarheid: De grondduiker van de Schipbeek onder het Twentekanaal is onderzocht met de merk-terugvangst-methode. Uit dit onderzoek blijkt dat, ondanks deze aanpassing, gemerkte vis die benedenstrooms is uitgezet, niet bovenstrooms wordt teruggevangen. Geconcludeerd moet worden dat de duiker niet passeerbaar lijkt, tenzij de uitgezette vis geen aandrang heeft om terug te keren naar bovenstroomse delen. Een mogelijke oorzaak kan de grote hoeveelheid vuil zijn dat zich aan de bovenstroomse zijde in de kokers verzameld heeft. Er dient te worden opgemerkt dat het ecologische rendement van de meeste onderzochte passages in de Schipbeek beperkt is, omdat elders (soms al na 700 meter) een volgende barrière volgt.

#### **Onderzoek passeerbaarheid onderleider Dinkelkanaal-Hollandergraven (Kroes & Caldenhoven 2008)**



*Figuur 2. Onderleider Dinkelkanaal-Hollandergraven (foto: Visadvies)*

Situatieschets: Deze onderleider vormt de verbinding tussen Hollandergraven en Dinkelkanaal en gaat onder de Dinkel door. De sifon bestaat uit een betonnen onderleider van 2 meter breed en 47 meter lang.

Onderzoek vispasseerbaarheid: De onderleider Dinkelkanaal-Hollandergraven is dit voorjaar bemonsterd op optrekkende vis, met behulp van aangepaste hokfuiken met een kleine maaswijdte (4 mm, om vangst van kleine beekvissen mogelijk te maken). Blankvoorn, riviergrondel, kolblei en brasem zijn in grotere aantallen gevangen in de fuik achter (bovenstrooms) de onderleider. Op grond hiervan kan worden geconstateerd dat de onderleider goed passeerbaar is voor veel (optrekkende) vissoorten. Voor alver, kopvoorn, gibel en karper is dit onduidelijk (Kroes & Caldenhoven 2008).

### 3.3 Visuele inspectie sifons

Binnen het huidige onderzoek zijn 18 sifons in Overijssel geïnspecteerd en beoordeeld op hun vispasseerbaarheid. Daarbij heeft geen bevissing plaatsgevonden, maar is op basis van visuele kenmerken van de buitenkant van de sifon aangegeven of het aannemelijk is dat de sifon passeerbaar is voor vis. De resultaten zijn samengevat in Tabel 33. Per sifon is een beschrijving gegeven van de situatie ter plaatse en van de kenmerken van de sifon die samenhangen met de vispasseerbaarheid.

*Tabel 3. Geïnspecteerde sifons en hun problemen m.b.t. vispasseerbaarheid. Passeerbaarheid: + visuele inspectie levert geen duidelijke knelpunten op die veroorzaakt worden door het ontwerp van de sifon – ontwerp van de sifon is een knelpunt voor vispasseerbaarheid ? sifon niet bereikbaar voor onderzoek. Knelpunten voor vispassage 1: bevindt zich in de aanloop naar de sifon (stuw), 2: is een structuur aan de buitenkant van de sifon (afdichting), 3: is het hoogteverschil tussen het wateroppervlak in de beek en de in- of uitstroomopening van de sifon, 4: is opgehoopt (planten-, blad- of huishoudelijk-) afval voor de sifon, 5: is niet zichtbaar. Advies 1: aanpassing sifon, 2: onderhoud, 3: overige knelpunten (stuwen, duikers) opheffen, 4: nader onderzoek.*

| Sifon                                                                 | Passeerbaarheid | Knelpunt | Advies |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|--------|
| Reest onder Hoogeteense vaart                                         | -               | 2,1      | 1, 3   |
| Beusbergerwatergang onder Schipbeek                                   | ?               | 5        | 4      |
| Spildijkswatergang onder Schipbeek                                    | -               | 2,3,4    | 1,2    |
| Nieuwe stroomkanaal onder kanaal Almelo-De Haandrik                   | +               | 5,1      | 4      |
| Veeneleiding / Verbindingsleiding onder Kanaal Almelo-De Haandrik     | +               | 1,5      | 3      |
| Doorbraak/Bornerbroekse waterleiding onder Twentekanaal zijtak Almelo | ?               | 1,4,5    | 3,4    |
| Twickelervaart onder Twentekanaal zijtak Almelo                       | +               | 5,1      | 3      |
| Boven-Regge onder Twentekanaal hoofdkanaal                            | ?               | 5        | 4      |
| Fleringer Molenbeek onder het kanaal Almelo-Nordhorn                  | -               | 3,1      | 1,3    |
| Roelinksbeek/Hollandergraven onder het kanaal Almelo-Nordhorn         | -               | 3,1,4    | 1,3,2  |
| Voltherbeek onder het kanaal Almelo-Nordhorn                          | +               | 1,4      | 3,2    |
| Beneden Dinkel onder het kanaal Almelo-Nordhorn                       | -               | 3        | 1      |
| Sloot onder Twentekanaal                                              | -               | 3,2      | 1,2    |
| sloot gemaal Willem snel onder het kanaal Almelo de Haandrik          | ?               | 1,2      | 4      |
| Radewijkerbeek onder kanaal Almelo-De Haandrik                        | -               | 2,4      | 4      |
| Bruchterbeek onder kanaal Almelo-De Haandrik                          | -               | 2,5      | 4      |
| sloot onder sloot Hoopsteegweg                                        | +               | 4,1      | 3,2    |
| Sloot Schapenweg onder kanaal Almelo-De Haandrik                      | -               | 1,2,4    | 3      |



### **Reest onder Hogeveense vaart WRW, Meppel**



*Figuur 3. Onderleider Reest onder Hogeveense vaart.*

Situatieschets: De sifon in de Reest onder de Hogeveense Vaart is 85 meter lang bestaat uit een betonnen rechthoekige constructie van 0.9m breed. De sifon mondt zowel boven- als benedenstrooms uit aan de zijkant van een waterloop (sloot). Bovenstrooms is dit een sloot als onderdeel van 3 vertakkingen die daarna middels een duiker onder de A28 door gaat (Figuur 3). Benedenstrooms is dit een korte sloot, die alleen door middel van een betonnen duiker van 0.9m doorsnede in verbinding staat met de Reest. De sifon is aan beide kanten afgedekt met betonnen roosters met water doorlaatbare spleten van 1-2cm.

Vispasseerbaarheid: De betonnen afdichting zorgt dat er niet of nauwelijks vis door de sifon kan passeren. Daarnaast is de aanzwemroute zowel benedenstrooms als bovenstrooms niet logisch. De sifon ligt niet aan het einde, maar aan de zijkant van een langerekt waterlichaam (zijkant van een sloot). De aanzwemroute bevat tevens naast de sifon andere barrières voor vispassage (duikers).

### **Beusbergerwatergang onder Schipbeek WRIJ, Markelo**



*Figuur 4. Beusbergerwatergang onder Schipbeek.*

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit een ronde stalen buis met een doorsnede van 0.5 meter en 54 meter lang. Het uitstroombekken is van beton en te diep om verder te onderzoeken. De instroomopening ligt op een kruising tussen 3 watergangen verscholen tussen de oeverplanten (Figuur 4). Bladeren en waterplantenmateriaal bevinden zich voor de instroomopening.

Vispasseerbaarheid: Er is te weinig van deze sifon bekend.

### **Spildijkswatergang onder Schipbeek WRIJ, Deventer**



*Figuur 5. Spildijkswatergang onder Schipbeek.*

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit een ronde betonnen buis van 1 meter doorsnee en is 79 meter lang. Benedenstrooms ligt de sifon dicht bij de A1, waar geen bezoek heeft plaatsgevonden. Bij de instroom bovenstrooms zijn 2 roosters aangelegd om afval en plantenmateriaal tegen te houden. Het eerste rooster is vierkant en over de breedte van watergang aangebracht, een tweede, rond, rooster is in de instroomopening bevestigd.

Vispasseerbaarheid: Door de ophoping van plantenmateriaal is er zowel bij het eerste als het tweede rooster een onoverbrugbaar hoogteverschil van respectievelijk 20 cm en 25 cm ontstaan. Vissen zullen aan deze zijde de sifon uitgang niet kunnen passeren. Daarnaast vormen de roosters zelf wellicht een barrière voor het passeren van vis.

### **Nieuwe stroomkanaal onder kanaal Almelo-De Haandrik WRD, Beersveld**





*Figuur 6. Nieuwe stroomkanaal onder kanaal Almelo-De Haandrik.*

**Situatieschets:** Deze sifon bestaat uit twee rechthoekige compartimenten van 4 meter. Deze zijn afgesloten met regelbare schotten. Bovenstrooms ligt er een barrière in de vorm van een regelbare stuw die momenteel 30 cm hoog is. Deze stuw is voorzien van een vispassage (Figuur 6).

**Vispasseerbaarheid:** Er zijn geen zichtbare barrières voor vispassage. De sifon is echter dermate groot dat niet alle kenmerken zijn opgenomen. Wellicht werkt de vispassage langs de stuw, die bovenstrooms van de sifon een barrière vormt niet optimaal, omdat de waterdiepte bij de overlaten te gering is.

### **Veeneleiding / Verbindingsleiding onder Kanaal Almelo-De Haandrik WRD, Westerhoeven**



*Figuur 7. Veeneleiding / Verbindingsleiding onder Kanaal Almelo-De Haandrik.*

Deze sifon bestaat uit twee betonnen rechthoekige compartimenten van 1.7 meter breed en 61 meter lang, die niet afsluitbaar zijn. Bovenstrooms ligt er een barrière in de vorm van een regelbare stuw die momenteel 0.75 meter hoog is. Verderop bovenstrooms volgt een opvangsysteem voor kroos en plantenmateriaal, welke bestaat uit hout dat met een metalen draad over de gehele breedte van de watergang is gespannen.

**Vispasseerbaarheid:** Er zijn geen zichtbare barrières voor vispassage bij de sifon zelf. De stuw bovenstrooms van de sifon vormt een niet passeerbare barrière voor vissen.

## Doorbraak/Bornerbroekse waterleiding onder Twentekanaal zijtak Almelo WRD, Bornebroek



*Figuur 8. Doorbraak/Bornerbroekse waterleiding onder Twentekanaal zijtak Almelo.*

**Situatieschets:** Deze sifon is moeilijk bereikbaar. Beide zijden bestaan uit een betonnen constructie met metalen platen, maar het is niet duidelijk waar het water precies de grond in duikt. Volgens de waterschapsgegevens is de sifon 1.2 meter breed en 101 meter lang. Bovenstrooms splitst de watergang in 3 sloten, die alle drie voorzien zijn van een kantelbare stuw met een verticaal hoogteverschil van respectievelijk 20, 15 en 20 cm. Bovenstrooms heeft zich afval (zowel huishoudelijk als plantenresten) opgehoopt voor de sifon.

**Vispasseerbaarheid:** Er is weinig bekend van de sifon. De bovenstroomse stuwen vormen een barrière voor vispassage. Het afval kan ook als barrière werken.

## Twickelervaart onder Twentekanaal zijtak Almelo WRD, Hof van Twente



*Figuur 9. Twickelervaart onder Twentekanaal zijtak Almelo.*

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit twee betonnen rechthoekige compartimenten van 1.2 meter breed en 91 meter lang, die niet afsluitbaar zijn. Bovenstrooms ligt er een barrière in de vorm van een opvangsysteem voor kroos en plantenmateriaal, welke bestaat uit hout dat met een metalen draad over de gehele breedte van de watergang is gespannen.

Vispasseerbaarheid: Er zijn geen zichtbare barrières voor vispassage bij de sifon zelf. De opvang van plantenmateriaal bovenstrooms kan een barrière vormen.

#### **Boven-Regge onder Twentekanaal hoofdkanaal WRD, Goor**



*Figuur 10. Boven-Regge onder Twentekanaal hoofdkanaal.*

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit een rechthoekige betonnen doorgang van 194 meter lang en 2.2 meter breed. Omdat naast deze sifon een ander kunstwerk ligt is niet duidelijk of de juiste structuur is geïnspecteerd. Bovenstrooms is er een kantelbare stuw aangebracht, gevolgd door een schuifstuw, die op dit moment zorgen voor een onoverbrugbare afstand van 20 en 30 cm.

Vispasseerbaarheid: onbekend. Waarschijnlijk verkeerd kunstwerk bekeken. Stuwen bovenstrooms zijn niet passeerbaar voor vissen.



## Fleringer Molenbeek onder het kanaal Almelo-Nordhorn WRD, Fleringen



*Figuur 11. Fleringer Molenbeek onder het kanaal Almelo-Nordhorn.*

**Situatieschets:** Deze sifon bestaat uit 3 hoogvormige doorgangen van 48 meter lang en 1.1 meter breed. Het water duikt niet echt naar beneden, dus het woord 'duiker' in plaats van sifon zou ook volstaan. Bovenstrooms splitst de watergang zich in twee delen, waarbij één gedeelte slechts bereikbaar is via een stuw van meer dan 1 meter hoog. Benedenstrooms bij de uitstroom bevinden zich 2 hoogteverschillen, eerst is er een dammetje van paaltjes van 25 cm hoogte, daarna volgt een sprong bij de uitstroomopening van 20 cm. De waterdiepte in de sifon is gering, variërend van 8 tot 12 cm.

**Vispasseerbaarheid:** De twee verticale hoogteverschillen zorgen dat de barrières van 20 en 25 cm niet optrekbaar voor vis zijn. De geringe waterdiepte in de sifon zou daarnaast voor veel vissen tot problemen kunnen leiden. Tenslotte vormt de bovenstroomse stuw een barrière voor vispassage.

## Roelinksbeek/Hollandergraven onder het kanaal Almelo-Nordhorn WRD, Dinkelland



*Figuur 12. Roelinksbeek/Hollandergraven onder het kanaal Almelo-Nordhorn.*

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit één (of meerdere) rechthoekige verbindingen van 1.5 meter breed en 65 meter lang. Benedenstrooms is de sifon geheel onder water en niet zichtbaar. Bovenstrooms maakt het water twee sprongen met een verticaal hoogteverschil. Eerst een stuw van 1 meter, daarna een sprong naar de sifon zelf van 20 cm. Het water dat zich in de sifon verzamelt, wordt bedekt met een laag kroos, schuim en afval. De stroomsnelheid is verwaarloosbaar klein.

Vispasseerbaarheid: De twee verticale hoogteverschillen van 1 meter (stuw) en 20 cm (sifon) zijn niet optrekbaar voor vis. Het afval dat zich verzamelt bovenstrooms van de sifon kan ook als barrière werken. Daarnaast wijst de geringe stroomsnelheid op het ontbreken van een lokstroom voor optrekkende vis.

### **Voltherbeek onder het kanaal Almelo-Nordhorn WRD, Voltherbroek**



*Figuur 13. Voltherbeek onder het kanaal Almelo-Nordhorn.*

Situatieschets: Deze stuw bestaat uit twee boogvormige stalen verbindingen van 1.40 doorsnede en 65 meter lang. Benedenstrooms is er vrije afstroom van het water. Bovenstrooms wordt de gehele waterloop langs een kantelbare stuw geleid van 70 cm hoog. Het water komt na de stuw terecht in een compartiment met kroos en blad, alvorens het water de sifon in duikt. De gemeten stroomsnelheid is nagenoeg 0.

Vispasseerbaarheid: De bovenstroomse stuw is niet passeerbaar voor vis. Het bladafval en kroos dat zich verzamelt bovenstrooms van de sifon kan ook als barrière werken. Daarnaast wijst de geringe stroomsnelheid op het ontbreken van een lokstroom voor optrekkende vis.



Situatieschets: Deze sifon bestaat uit twee rechthoekige doorgangen van 50 meter lang en 4.8 meter breed. Bovenstrooms passeert het water als onderdeel van het kunstwerk een schuifbare stuw, die momenteel het water van 1.3 meter naar beneden laat storten. Benedenstrooms is het hoogteverschil van de uitstroomopening van de sifon tot het wateroppervlak 5 cm.

## Sloot onder Twentekanaal WRD, Delden



Situatieschets: Het water komt via een bocht aan bij de sifon die bestaat uit een rechthoekige betonnen doorgang van 1 meter breed. Bovenstrooms is een rooster aangebracht om bladeren tegen te houden. Het water wordt door de bladeren opgestuwd, waardoor de afstand



tussen het wateroppervlak en de instroomopening van de sifon enkele centimeters bedraagt. De waterdiepte in de sifon is slechts 3 cm.  
 Vispasseerbaarheid: Het rooster met bijbehorende hoogteverschil dient op dit moment als barrière. Ook het ondiepe water zorgt dat niet veel vissen gebruik zullen maken van deze sifon.

#### **Watergang vanaf gemaal Willem Snel onder het kanaal Almelo de Haandrik WVV, Gramsbergen**

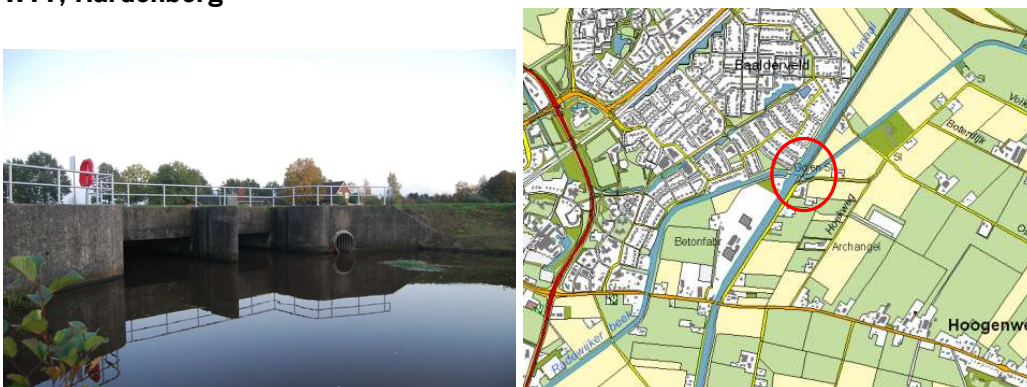


*Figuur 16. watergang onder kanaal Almelo-de Haandrik (foto: R.C. Snoek)*

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit 2 ronde compartimenten van 4 meter breed. Aan de zijkant stroomt water door een betonnen ronde buis met een doorsnede van 0.6m. Bovenstrooms is er een rooster aangelegd om afval tegen te houden, waarbij het afval automatisch wordt verwijderd. De sifon is zeer groot en slecht bereikbaar voor het observatieteam en overige gegevens zijn daardoor niet bekend.

Vispasseerbaarheid: Het is erg waarschijnlijk dat het gemaal benedenstrooms van de sifon een grotere barrière vormt voor optrekkende vis dan de sifon zelf. Daarnaast is het rooster bovenstrooms een barrière die vissen moeten nemen. De zijtak van de sifon (ronde buis) is een verbinding die niet gebruikt zal worden door optrekkende vis, omdat er een hoogteverschil van 40 cm overbrugd moet worden.

#### **Radewijkerbeek onder kanaal Almelo-De Haandrik WVV, Hardenberg**



*Figuur 17. Radewijkerbeek onder kanaal Almelo-de Haandrik (foto: R.C. Snoek)*

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit 2 ronde compartimenten van 4 meter breed die geheel onder water staan. Aan de zijkant stroomt water door een betonnen ronde buis met een doorsnede van 0.8m en een rooster bij de uitstroomopening. Bovenstrooms is er een rooster aangelegd om afval tegen te houden. De sifon is wederom zeer groot en slecht bereikbaar, waardoor overige gegevens niet bekend zijn.

Vispasseerbaarheid: Het rooster aan de buitenkant van de sifon bovenstrooms is een barrière die vissen moeten overbruggen. De zijtak van de sifon (ronde buis) is een verbinding die niet gebruikt zal worden door optrekkende vis. Het rooster bij de uitstroom van deze buis bevat 10 cm afval, waardoor er geen open verbinding is tussen het wateroppervlak en de buis. De stroomsnelheden bij de uitstroom variëren door dit afval sterk van 0.03 tot 1.1 m/s, hetgeen niet bijdraagt aan de vispasseerbaarheid.

### **Bruchterbeek onder kanaal Almelo-De Haandrik WV, Hardenberg**

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit een rechthoekige doorgang van 2 meter breed. Bovenstrooms is er een rooster aangelegd om afval tegen te houden, waarbij het afval mechanisch wordt verwijderd. Bovenstrooms is er meteen een vertakking die het water in tweeën splitst.

Vispasseerbaarheid: Benedenstrooms voldoen de stroomsnelheid en waterdiepte in de sifon aan de eisen voor vispasseerbaarheid. Het rooster bovenstrooms is een barrière die vissen moeten overbruggen. Daarnaast is niet zichtbaar of onder het rooster een hoogteverschil tussen de instroomopening en het wateroppervlak aanwezig is.

### **Sloot onder sloot Hoopsteegweg WV, Berghem**

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit een ronde PVC buis van 0.3 meter doorsnede die een landbouwsloot onder een andere landbouwsloot door leidt. Benedenstrooms bevindt zich een 20cm hoge stenen dam. Bovenstrooms heeft zich kroos en plantenmateriaal verzameld. De stroomsnelheid is laag. De gehele sifon is gevuld met water.

Vispasseerbaarheid: Het opgehoopte plantenmateriaal en de stenen dam kunnen een barrière vormen voor optrekkende vissen. Dit knelpunt is waarschijnlijk geen belangrijk optrekpunt voor vissen, het betreft hier namelijk een landbouwsloot van 2 meter breed.

### **Sloot Schapenweg onder kanaal Almelo-De Haandrik WV, Berghem**

Situatieschets: Deze sifon bestaat uit een rechthoekige doorgang van 1.5 meter breed. Bovenstrooms is er een rooster aangelegd om afval tegen te houden, waarbij het afval mechanisch wordt verwijderd. Bovendien eindigt het water bovenstrooms in een betonnen verzamelbak, die slechts door middel van duikers (2 stuks) in verbinding staat met de verderop gelegen sloten. De bak is gevuld met plantenmateriaal en kroos.

Vispasseerbaarheid: Ondanks dat er benedenstrooms geen barrières voor vispassage worden aangetroffen, vormen het rooster, het afval in de verzamelbak en de duikers vanuit de verzamelbak een barrière voor vispassage. Het is vanwege het rooster niet zichtbaar of er bovenstrooms een hoogteverschil is tussen de instroomopening en het wateroppervlak dat door vissen overbrugd moeten worden.

## 4 Conclusie en aanbevelingen

- In de provincie Overijssel liggen 73 sifons. In het verleden zijn twee sifons onderzocht op hun vispasseerbaarheid. In dit project zijn 18 sifons visueel geïnspecteerd, waarbij knelpunten voor vispasseerbaarheid zijn opgenomen.
- Uit de bestaande onderzoeken blijkt dat een sifon in principe geen barrière hoeft te zijn voor vismigratie
- Of een sifon daadwerkelijk gebruikt wordt door vissen is afhankelijk van het ontwerp van de sifon
- Bij de visuele inspectie van de 18 sifons zijn de zichtbare knelpunten voor vispassage:
  1. Een barrière gelegen direct beneden- of bovenstrooms van de sifon (bijvoorbeeld stuwen);
  2. Afdichting door een rooster of andere structuur aan de buitenkant van de sifon;
  3. Hoogteverschil tussen wateroppervlakte van de beek en de in- of uitstroomopening van de sifon;
  4. Aanwezigheid van blad-, planten- of huishoudelijk afval rondom de in- of uitstroomopening van de sifon.

Ook zijn sommige sifons moeilijk bereikbaar, waardoor het niet mogelijk is de kenmerken te beschrijven.

- Andere factoren die *mogelijk* problemen op kunnen leveren voor vissen zijn:
  1. Geringe waterdiepte in de sifon;
  2. Hoge stroomsnelheid in de sifon;
  3. Glad materiaal in de sifon en op de bodem van de watergang bij in- of uitstroomopening;
  4. Ontbreken van een rustplaats voor migrerende vissen;
  5. Ontbreken van een lokstroom;
  6. Positie van de sifon is niet in de zwemrichting van de vissen.
- Tijdens de visuele inspectie is opgemerkt dat de meeste sifons enkele decennia oud zijn, waarbij het onwaarschijnlijk is, dat bij het ontwerp rekening is gehouden met de vispasseerbaarheid van de sifon. Het merendeel van de sifons bestaat uit glad beton of staal, waarbij de betonning tientallen meters doorloopt voorbij de in- en uitstroomopening. Glad materiaal belemmert vispassage en vergroot daarnaast de kans op uitspoeling van vissen tijdens periodes dat er veel water door de sifon stroomt.
- Wanneer het onbekend is of een sifon werkt, is het sterk aan te bevelen eerst de visstand te en de vispasseerbaarheid van de sifon te monitoren, voordat er bovenstrooms vismigratiemaatregelen worden getroffen.
- Indien er geen gebruik gemaakt wordt van een sifon, kan dit ook betekenen dat er vismigratiebarrières aanwezig zijn op andere plaatsen in de watergang. Ook deze knelpunten dienen opgelost te worden om nut en effectiviteit van bovenstroomse vismigratiemaatregelen te bevorderen.
- Bij de aanleg of aanpassing van sifons moet in de ontwerpfase rekening gehouden worden met de vispasseerbaarheid.
- Om enkele algemene voorwaarden voor duikerontwerp en vispasseerbaarheid direct in de praktijk toepasbaar te maken, is als bijlage een handleiding voor de aanleg van duikers toegevoegd (Culverts and Fish passage, British Columbia 2000) (Bijlage 2). In het Handboek vismigratie is informatie te vinden over de (her)aanleg van duikers en sifons (Kroese et al. 2005).

## Bronnen

AquaTerra Water en Bodem B.V., 2005. Onderzoek naar de werking van 11 vispassages in het beheersgebied van waterschap Rijn en IJssel. Projectnummer AT30.2004.956.

Kemper Jan H. , 1997. Onderzoek naar de passeerbaarheid van sifons. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. OVB-Onderzoeksrapport 1997-18, 31 p.

British Columbia Ministry of Transportation and Highways, 2000. Culverts and Fish passage. Fact sheet of the Environmental Management Section.

Kroes, M. J. & Caldenhoven, R., 2008. Beoordeling functionaliteit 7 vispassages en een onderleider waterschap Regge en Dinkel. Visadvies rapport nummer VA2007\_25.

Kroes, M.J., Monden, S., Beeren, J., Lieferinge, C., 2005. Vismigratie : een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap AMINAL, Afdeling Water, Brussel.

## Bijlage 1 Sifons in Overijssel

Tabel 1. Overzicht sifons in Overijssel geïnspecteerd: o = bestaand onderzoek, vi = visueel geïnspecteerd

| waterschap | water                                                                   | lengte | breedte | materiaal | vorm      | geïnspecteerd |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|--------|---------|-----------|-----------|---------------|
| WGS        |                                                                         | 12     | 0.8     | PVC       | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 12     | 0.5     | beton     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 46     |         |           |           |               |
| WGS        |                                                                         | 39     | 1.3     | beton     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 32     | 0.3     | PVC       | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 36     |         | beton     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        |         | beton     |           |               |
| WGS        |                                                                         | 43     |         |           | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 16     | 0.5     | beton     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 39     | 0.6     | beton     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        |         |           |           |               |
| WGS        |                                                                         | 30     | 0.8     | ijzer     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        |         |           |           |               |
| WGS        |                                                                         | 10     | 0.6     | beton     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 34     | 1.3     | ijzer     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 29     | 0.7     | beton     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        |         |           |           |               |
| WGS        |                                                                         | 37     | 0.9     | staal     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        |         | PVC       | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        |         |           |           |               |
| WGS        |                                                                         | 46     | 0.5     | kunststof | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        | 0.5     | kunststof | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 28     | 0.5     | ijzer     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 3      | 1.3     | beton     | rechthoek |               |
| WGS        |                                                                         | 9      |         | PVC       | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 27     | 0.9     | staal     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        |         |           |           |               |
| WGS        |                                                                         |        |         | hout      |           |               |
| WGS        |                                                                         |        |         |           |           |               |
| WGS        |                                                                         | 58     | 0.9     | beton     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         | 72     | 0.9     | staal     | rond      |               |
| WGS        |                                                                         |        |         |           |           |               |
| WGS        |                                                                         | 33     | 0.6     | staal     | rond      |               |
| WRD        | Holandergraven onder het Dinkelkanaal                                   | 47     | 2.0     |           |           | bo            |
| WRD        | Nieuwe stroomkanaal onder kanaal Almelo De Haandrik                     |        |         | beton     | rechthoek | vi            |
| WRD        | Veeneleiding / Verbindingsleiding (onder Kanaal Almelo De Haandrik)     | 61     | 1.7     | beton     | vierkant  | vi            |
| WRD        | Doorbraak Bornebroekse waterleiding (onder Twenthekanaal zijtak Almelo) | 101    | 1.2     |           |           | vi            |
| WRD        | Twickelervaart (onder Twenthekanaal zijtak Almelo)                      | 92     | 1.2     | beton     | vierkant  | vi            |
| WRD        | Boven Regge (onder Twenthekanaal hoofdkanaal)                           | 194    | 0.8     | beton     | rechthoek | vi            |
| WRD        | Roelinksebeek / Holandergraven (onder het kanaal Almelo Nordhorn)       | 65     | 1.5     |           | rechthoek | vi            |
| WRD        | Voltherbeek (onder het kanaal Almelo Nordhorn)                          | 65     | 1.5     | staal     | rond      | vi            |

| waterschap | water                                                     | lengte | breedte | materiaal | vorm      | geïnspecteerd |
|------------|-----------------------------------------------------------|--------|---------|-----------|-----------|---------------|
| WRD        | Beneden Dinkel (onder het kanaal Almelo Nordhorn)         | 50     | 1.5     | beton     | rechthoek | vi            |
| WRD        | Fleinger Molenbeek (onder het kanaal Almelo Nordhorn)     | 48     | 1.0     | beton     | boog      | vi            |
| WRD        | Oelerbeek (onder Twenthekanaal hoofdkanaal)               | 90     | 2.0     |           |           |               |
| WRD        | shoot (onder kanaal Almelo Nordhorn)                      | 53     | 0.6     |           |           |               |
| WRD        | Lateraalkanaal onder het kanaal Almelo - De Haandrik      | 63     | 4.0     |           |           |               |
| WRD        | Nieuwe Graven onder het Zijkanaal Almelo                  | 104    | 6.9     |           |           |               |
| WRD        | shoot onder omleidingskanaal                              | 49     | 0.4     |           |           |               |
| WRD        | shoot onder kanaal Almelo - de Haandrik                   | 56     | 1.6     |           |           |               |
| WRD        | Shoot onder Twenthekanaal                                 | 109    | 1.0     |           |           |               |
| WRD        | Holandergraven onder het kanaal Almelo De Haandrik        | 65     | 1.3     |           |           |               |
| WRD        | shoot bij noordbroek onder zijkanaal Almelo               | 90     | 1.0     |           |           |               |
| WRD        | Shoot (onder Twenthekanaal)                               |        |         | beton     | vierkant  |               |
| WRU        | Schipbeek onder het Twenthekanaal                         | 115    | 2.5     |           | vierkant  | bo            |
| WRU        | Bausbergerwatergang onder Schipbeek                       | 54     | 1.3     | staal     | rond      | vi            |
| WRU        | Spidijkswatergang onder Schipbeek                         | 79     | 1.0     | beton     | rond      | vi            |
| WRW        | Reest onder Hoogeveensche vaart                           |        |         | beton     | vierkant  | vi            |
| WWV        | watergang gemaal onder het kanaal Almelo de Haandrik      | 55     | 4.0     | beton     | rond      | vi            |
| WWV        | Radewijkerbeek onder kanaal Almelo De Haandrik            | 78     | 4.0     | beton     | rond      | vi            |
| WWV        | Bruchterbeek onder kanaal Almelo De Haandrik              | 56     | 2.0     | beton     | vierkant  | vi            |
| WWV        | shoot onder shoot hoopsteegweg                            | 18     | 0.3     | PVC       | rond      | vi            |
| WWV        | Shoot Schapenweg onder kanaal Almelo De Haandrik          | 65     | 2.0     | beton     | vierkant  | vi            |
| WWV        | shoot onder Lutterhoofdijk                                | 50     | 0.6     | beton     |           |               |
| WWV        |                                                           | 35     | 0.3     | PVC       |           |               |
| WWV        |                                                           | 24     | 0.3     | PVC       |           |               |
| WWV        |                                                           | 20     | 0.6     | beton     |           |               |
| WWV        |                                                           | 27     | 0.4     | PVC       |           |               |
| WWV        | zijtak afwateringskanaal onder het Coevorden Vecht kanaal | 60     | 2.5     | overig    |           |               |
| WWV        | shoot Klinkerweg onder Radewijkerbeek                     | 44     | 0.5     | beton     |           |               |
| WWV        | shoot onder plas bij sportlaan Bergenheim                 | 45     | 0.5     | PVC       |           |               |
| WWV        |                                                           | 18     | 0.6     | beton     |           |               |
| WWV        |                                                           | 51     | 1.5     | beton     |           |               |
| WWV        |                                                           | 0      | 4.0     | beton     |           |               |



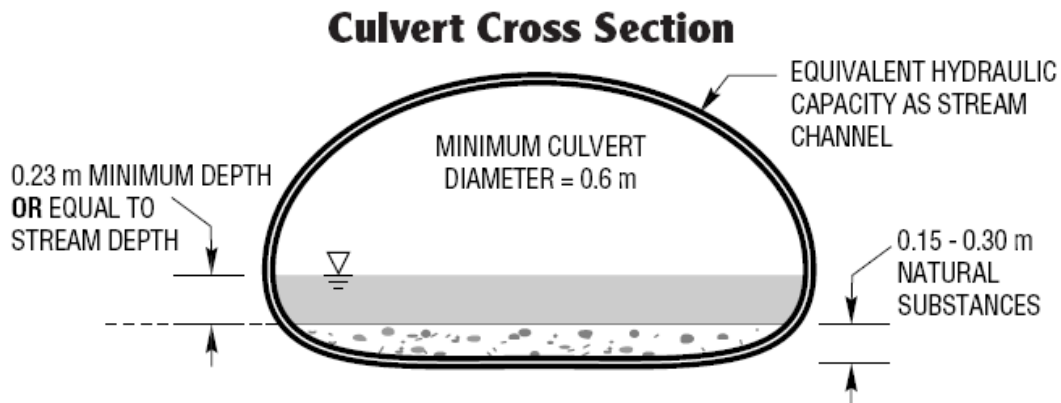
## Bijlage 2 Culverts and Fish passage, British Colombia 2000

### 1. Overzicht

Bij het installeren van een duiker moet erop gelet worden dat de verdwijning en verstoring van de vishabitat geminimaliseerd wordt. Een goed ontwerp houdt niet alleen rekening met de kosten en onderhoudsactiviteiten, maar ook met de leefbaarheid voor vis en vishabitat. Duikers (en sifons) die goed geïnstalleerd zijn, verhinderen vissen niet in hun migratie

Vispasseerbaarheid is een belangrijke eigenschap van duikers. De migratie van vissen zowel stroomop- als afwaarts kan beperkt worden door verschillende zaken:

1. de lengte en hoek waarin een duiker is aangelegd
2. In- en uitstroomopening
3. Waterniveaus
4. Stroomsnelheid



*Figuur 18. Overzicht van de belangrijkste eigenschappen van een duiker*

### 2. Lengte, breedte en helling van de duiker

Lengte en hoek van de duikers zijn nauw aan elkaar verwante parameters die vispassage kunnen verhinderen. De stroomsnelheid neigt toe te nemen met toenemende lengte en hoek. Een te hoge stroomsnelheid, verhindert de migratie van vissen en kan bij extreme snelheden zelfs schade aan de vissen toebrengen.

#### **Helling van de duiker is maximaal:**

- 0.5% voor een duiker van meer dan 24 meter, tenzij structuren worden aangebracht
- 1% voor een duiker van minder dan 24 meter
- 5% in totaal

#### **Stroomsnelheid:**

- In duikers tot 24 meter zijn stroomsnelheden tot maximaal 1.2 m/s toegestaan
- In duikers van meer dan 24 meter lang zijn stroomsnelheden van maximaal 0.9 m/s toegestaan.

- De wanden worden zo ruw mogelijk afgewerkt om grote stroomsnelheden te voorkomen. Glad beton dient zo veel mogelijk vermeden te worden.

**Diepte:**

De waterdiepte in de duiker moet minstens 23 cm zijn op het moment van vistrekk.

**Breedte:**

De breedte van de duiker is niet veel kleiner dan deze van de waterloop. Een koker met een sectie die veel kleiner is dan de waterloop creëert te hoge stroomsnelheden voor vissen om te migreren.

### 3. Positie van de duiker

De duiker wordt diep genoeg ingebed in de bodem en volgt de helling van de waterloop. De bodem van de duiker ligt 15 tot 30 cm lager dan de bedding van de waterloop. De bodem van de duiker zal vanzelf aangevuld worden met natuurlijk sediment. Dit heeft tot gevolg dat de bodem in de duiker doorloopt, de stroomsnelheid beperkt blijft en dat er geen onoverbrugbare hoogteverschillen voorkomen.

Als door het plaatsen van een duiker een meanderende stroom wordt rechtgetrokken, wordt de hoogte in een kleinere afstand overbrugd, waardoor de helling en daarmee de stroomsnelheid toenemen. De uitspoeling (erosie van oever en bodemmateriaal) die hiermee samenhangt, zal leiden tot insnijding van de beek, verlies van structuur om te schuilen of voort te planten. Om dit te voorkomen kunnen de volgende richtlijnen gehanteerd worden:

- Plaats de duiker waar de beek relatief recht is
- Positioneer de duiker zodat de uitstroom niet direct op een oever uitkomt
- Het gebruik van betonning bij de uit- en instroom opening is af te raden.

### 4. Regulatie van In- en uitstroom

Bij de aanleg van de duiker moet ook rekening gehouden worden met het ontwerp van de in- en uitstroomopening van de duiker.

**Instroomopening:**

Een probleem kan zijn dat de instroom opening minder water aan kan dan de duiker zelf. Een stroming die ondiep begint met een hoge snelheid en eindigt als diep en langzaam, is doorgaans ontzettend turbulent. Vissen kunnen hierdoor niet zwemmen. Oorzaken kunnen zijn:

- Sedimentatie van beekmateriaal in het water bij de instroom (verslibbing).
- Duikers met een kleinere helling dan de beek van nature heeft.
- Te kleine duikers. Het water dat terugstroomt (het past er immers niet doorheen) zorgt voor sediment verslibbing van de instroom.
- Afval in de beek, dat zorgt voor verstopping.

**Uitstroomopening:**

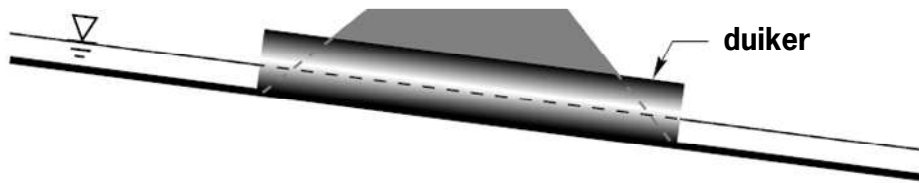
Het meest ideale ontwerp van een duiker resulteert in een constante stroomsnelheid in de duiker. Als de stroomsnelheid bij de uitstroomopening toeneemt, kan dit de intrek van vis verhinderen. Ook mag de waterdiepte niet minder worden dan 0.23 meter.

Tips voor de aanleg van een uitstroombekken kunnen zijn:

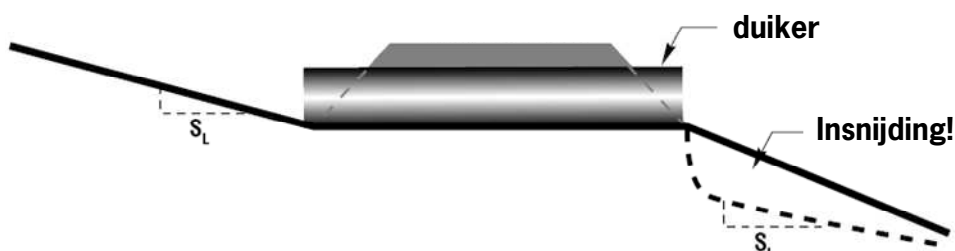
- De breedte van het uitstroombekken moet de natuurlijke breedte van de beek benaderen
- De lengte van het uitstroombekken moet minstens twee keer de breedte bedragen

- De bodem van het uitstroombekken moet minstens 0.61 meter lager liggen dan de hoogte van de uitstroomopening
- Materiaal dat gebruik wordt voor de aanleg van de uistroom moet zo zwaar zijn dat het niet weggespoeld wordt.

#### Correcte installatie



#### Incorrecte installatie



Ook zou er met de ligging en de uitstroomopening rekening gehouden moeten worden met het hoogteverschil dat ontstaat bij de uitstroom. Als uitstroomopening uitkomt boven een beekbodem, wordt de bedding vaak uitgesneden en wordt het hoogte verschil bij de opening steeds groter. Dit kan zelfs gebeuren bij duikers met een lage stroomsnelheid en kleine hellingshoek. In de duiker, maar ook bij de opening, mag er geen plotselinge diepte afname ontstaan, die meer dan 0.31 meter bedraagt. Een manier om uitsnijding te voorkomen is het aanleggen van structuren zoals stenen of hout, waardoor het uitstromende water niet direct de beekbodem raakt. Deze structuren moeten echter niet de doorgang blokkeren.

Voordeel van het goed aanleggen van dergelijke structuren zijn:

- Een rustplaats voor migrerende vis aanleggen.
- De waterdiepte in de duiker verhogen door een verhoogde waterweerstand.
- De stroomsnelheid in de duiker verminderen.
- Een overgangszone van duiker naar de natuurlijke beek.

Het gebruik van schotten in de duiker kan bijdragen aan het oplossen bovenstaande probleem, maar deze duikers hebben veel onderhoud nodig, omdat organisch materiaal zich achter de schotten kan verzamelen. Een andere mogelijkheid is het aanleggen van een duiker speciaal voor vismigratie, terwijl een andere duiker het grootste gedeelte van het water getransporteerd.

## 5. Het aanleggen van een duiker en onderhoud

Bij de aanleg van een duiker moet rekening gehouden worden met het seizoen, bij voorkeur worden zo min mogelijk vissen verstoord. Verstoring van de oevers moet zo veel mogelijk voorkomen worden en zo veel mogelijk worden hersteld. Ook het oprakelen van sediment moet tot het minimum beperkt worden. Verplaatsingen van grote hoeveelheden slib of sediment kunnen zorgen dat

- Vissen stikken doordat hun kieuwen verstopt raken
- Macrofauna bedolven of verplaatst wordt, waardoor voedsel voor vissen afwezig is

- Habitat van de vissen wordt bedolven

Bij voorkeur dienen installaties dan ook plaats te vinden in tijden van lage afvoer.

Het schonen van duikers dient bij voorkeur te gebeuren in periodes dat er weinig vismigratie optreedt.