Witteveen + Bos

Dt
263-25

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard

Uitwerking van kansen voor vismigratie bij gemaal Verdoold

Witteveen+Bos

van Twickelostraat 2

postbus 233

7400 AE Deventer

telefoon 0570 69 79 11

telefax 0570 69 73 44

Witteveen+Bos

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard

Uitwerking van kansen voor vismigratie bij gemaal Verdoold

referentie	projectcode	status
DT263-25-1/gral/002	DT263-25-1	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
drs. M. Klinge	ir. Th.G.J. Witjes	25 november 2008

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs. M. Klinge	b.a.

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens ISO 9001 : 2000

© Witteveen+Bos
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

1 945 948

INHOUDSOPGAVE **blz.**

1. INLEIDING **1**
1.1. Aanleiding 1
1.1.1. Gemaal Verdoold 1
1.1.2. Beleid op het gebied van vismigratie 1
1.1.3. Ecologische baten van vismigratie bij gemaal Verdoold 1
1.2. Doel 2
1.3. Leeswijzer 2

2. AANPAK **3**
2.1. Identificeren van mogelijke oplossingen 3
2.2. Beoordeling en keuze van uit te werken varianten 3
2.3. Uitwerking van varianten 3
2.4. Eindbeoordeling van varianten 3

3. PRESENTATIE EN BEOORDELING VAN OPLOSSINGEN **5**
3.1. Mogelijke oplossingen 5
3.1.1. Oplossingsrichting 1: visveilig maken hoofdpompen 5
3.1.2. Oplossingsrichting 2: bijplaatsen vispomp als secundaire pomp 5
3.1.3. Oplossingsrichting 3: aanvullende voorzieningen voor tweezijdige passage 5
3.1.4. Oplossingsrichting 4: inzet van een vistrap bij het gemaal 6
3.1.5. Oplossingsrichting 5: realisatie van een passage elders 7
3.2. Beoordeling en keuze van uit te werken varianten 8
3.2.1. Beoordeling van oplossingen 8
3.2.2. Overzicht van scores en keuze van nader uit te werken varianten 11

4. VARIANT 1: HEVELVISTRAP **13**
4.1. Algemene beschrijving 13
4.2. Uitgangspunten en randvoorwaarden bij gemaal Verdoold 14
4.2.1. Uitgangspunten 14
4.2.2. Programma van eisen 14
4.3. Ontwerp hevelvistrap 15
4.3.1. Hevelvistrap 15
4.3.2. Instroombak 16
4.3.3. Uitstroombak 16
4.3.4. Regeling peil 16
4.3.5. Benutting van de migratievoorziening 16
4.3.6. Educatieve voorzieningen 17
4.3.7. Werktuigbouwkundige installaties 17
4.3.8. Elektrische installatie 17
4.3.9. Civiele werkzaamheden 17
4.4. Stroboscooplampen 17
4.4.1. Lampbuizen 18
4.4.2. Bewegingsinrichting 18
4.4.3. Berekening van de stroomsnelheid voor de pompen 18
4.5. Schetsontwerpen 19
4.6. Kostenramingen 19

5. VARIANT 2: VISVEILIGE HOOFDPOMPEN IN COMBINATIE MET DE INZET VAN DE MAALKOM ALS INLAATVOORZIENING **20**
5.1. Algemene beschrijving van de visveilige waaier 20
5.2. Tweezijdige passeerbaarheid door inzet van maalkom als inlaatvoorziening 20

5.3. Uitgangspunten en randvoorwaarden bij gemaal Verdoold 20
5.3.1. Uitgangspunten 20
5.3.2. Programma van eisen 21
5.3.3. Regeling peil 21
5.3.4. Benutting van de migratievoorziening 21
5.3.5. Werktuigbouwkundige installaties 22
5.3.6. Elektrische installatie 22
5.3.7. Civiele werkzaamheden 22
5.4. Schetsontwerpen 22
5.5. Kostenramingen 22

6. EINDBEOORDELING EN ADVIES 23
6.1. Eindbeoordeling 23
6.2. Advies 27

7. REFERENTIES 28

laatste bladzijde **28**

bijlagen		aantal bladzijden
I	Geldende wet- en regelgeving met betrekking tot vismigratie	5
II	Schetsontwerp van de hevelvistrap volgens uitvoeringsvariant A	1
III	Schetsontwerp van de hevelvistrap volgens uitvoeringsvariant B	1
IV	Schetsontwerp van de hevelvistrap volgens uitvoeringsvariant C	1
V	Schetsontwerp van de hevelvistrap volgens uitvoeringsvariant D	1
VI	Schetsontwerp van stroboscoopschermen	1
VII	Schetsontwerp en aanvullende gegevens van de visveilige pompwaaier	14
VIII	Kostenramingen	4

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

1.1.1. Gemaal Verdoold

Gemaal M. Verdoold Czn. (verder aangeduid als gemaal Verdoold) bemaalt het noordoostelijk gedeelte van de Krimpenerwaard. Het gemaal vormt één van de hoofdgemalen van de Krimpenerwaard en vervult daarmee een belangrijke rol binnen het waterbeheer in dit deelgebied. De oudste delen van het huidige gemaal dateren uit 1880. Sindsdien zijn er diverse aanpassingen en uitbreidingen aan het monumentale gemaal gedaan. Anno 2008 is het gemaal dringend aan renovatie toe omdat het bestaande gemaal zich in slechte technische staat bevindt en uitbreiding van de gemaalcapaciteit gewenst is. In opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard zijn inmiddels diverse onderzoeken uitgevoerd om te verkennen welke mogelijkheden bestaan voor de renovatie of vervanging van het gemaal. Zo zijn onder meer een locatieonderzoek en een onderzoek naar de best passende pomptypes uitgevoerd. Naar aanleiding van deze onderzoeken is geadviseerd om het bestaande gemaal te renoveren en te voorzien van axiaalpompen. Op 1 januari 2011 moet de renovatie van het gemaal volledig afgerond zijn.

Bij de renovatie van gemaal Verdoold is de realisatie van een 'veilig goed functionerend' gemaal het belangrijkste uitgangspunt. Daarnaast vindt het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard het wenselijk om, waar mogelijk, andere functies in te passen. Eén van deze functies betreft het vispasseerbaar maken van gemaal Verdoold. Het gemaal is als één van de prioritaire knelpunten aangewezen in een uitgevoerde knelpuntenanalyse [lit. 1, 2]. Door de belangrijke functie van het gemaal in het waterbeheer van de Krimpenerwaard vormt het gemaal één van de belangrijkste verbindingen tussen de Krimpenerwaard en het buitenwater.

1.1.2. Beleid op het gebied van vismigratie

Het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard heeft een Kadernota Vis opgesteld [lit. 3]. Deze nota zal binnenkort aan het Algemeen Bestuur worden voorgelegd. In deze nota is opgenomen dat de prioritaire vismigratieknelpunten, waaronder gemaal Verdoold, voor 2015 (uiterlijk voor 2027) worden opgeheven. Prioriteit wordt gelegd bij de mogelijkheden voor herstel van vismigratie vanuit en naar aangrenzende buitenwatersystemen (Lek, Hollandse IJssel, Nieuwe Maas). Bij nieuwbouw, reconstructie of vervanging van gemalen en stuwen of sluizen wordt in principe uitgegaan van het vispasseerbaar (gemaal vormt geen migratiebarrière), of tenminste visveilig (er treedt geen visschade en -sterfte op), maken van de kunstwerken. De Kadernota Vis vertaalt zodoende de verplichtingen die voortvloeien uit de Benelux-beschikking Vrije Vismigratie 1996, de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) [lit. 4], de Decembernota 2006 [lit. 5] en de Europese Aalrichtlijn naar het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (zie ook bijlage I). Daarnaast wordt ook in het Waterbeheersplan 2007-2011 [lit. 6] van het hoogheemraadschap ingegaan op het treffen van vismigratievoorzieningen ten einde een gezonde en gevarieerde visstand te bereiken in, onder meer, de Krimpenerwaard. In aansluiting op de kadernota en het waterbeheersplan is het wenselijk om gemaal Verdoold zowel visveilig als vispasseerbaar uit te voeren.

1.1.3. Ecologische baten van vismigratie bij gemaal Verdoold

Voor een gezonde visstand is het van belang dat vissen alle habitats die van belang zijn voor de soort kunnen bereiken. Door de aanwezigheid van stuwen, gemalen en andere kunstwerken in watergangen worden de migratiebewegingen van vissen ingeperkt en neemt de bereikbaarheid van geschikte paaigronden, opgroei-, foerageer- en overwinteringsgebieden voor vissen af. Als gevolg daarvan gaat de kwaliteit van de visstand achteruit en kunnen soorten (lokaal) verdwijnen.

Door de aanwezigheid van gemaal Verdoold wordt de migratie van vissen tussen de Hollandsche IJssel en de Krimpenerwaard beperkt als gevolg van een barrièrewerking van het gemaal. Deze barrièrewerking is meerledig:

- gemaal Verdoold vormt een fysieke barrière die intrek van de Hollandsche IJssel naar achterliggende poldergebieden blokkeert;
- het gemaal beperkt de migratie van de polder naar de Hollandsche IJssel doordat een deel van het visbestand dat de gemaalpompen passeert beschadigd raakt;
- tenslotte gaat er van gemalen een algemene barrièrewerking uit doordat vissen terughoudend zijn om de vreemde objecten, die soms veel herrie maken en trillingen veroorzaken, te passeren. Als gevolg van deze barrièrewerking kan er een groot verschil bestaan tussen het bestand dat het gemaal in de huidige situatie passeert en het bestand dat passeert wanneer voorzieningen ten behoeve van vismigratie zijn getroffen.

Wanneer gemaal Verdoold vispasseerbaar wordt gemaakt zal dit naar verwachting resulteren in een grotere uitwisseling van vissen tussen de Hollandsche IJssel en de Krimpenerwaard. Diverse vissoorten, waaronder aal, driedoornige stekelbaars en bot, zullen in de Krimpenerwaard waardevolle habitats vinden, waardoor de bestanden van deze soorten zullen kunnen toenemen. Tegelijkertijd zal de betere uitwisseling van vis naar verwachting leiden tot een algehele toename in de ecologische waterkwaliteit.

1.2. Doel

Het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard heeft Witteveen+Bos verzocht om te onderzoeken welke mogelijkheden voor de realisatie van vismigratievoorzieningen bestaan binnen de gestelde randvoorwaarden vanuit onder andere techniek en de monumentale status.

Het doel van deze opdracht is om op basis van een gedegen afweging van de beschikbare migratievoorzieningen te komen tot een advies voor het visveilig en vispasseerbaar maken van gemaal Verdoold bij de aanstaande renovatie.

1.3. Leeswijzer

De verdere indeling van deze rapportage is als volgt:

- in hoofdstuk 2 wordt de werkwijze bij de uitvoering van deze opdracht beschreven;
- in hoofdstuk 3 worden mogelijke oplossingen gepresenteerd en beoordeeld;
- in hoofdstuk 4 wordt de eerste van de twee geselecteerde oplossingen nader uitgewerkt;
- hoofdstuk 5 gaat in op de nadere uitwerking van de tweede geselecteerde oplossing;
- in hoofdstuk 6 worden de uitgewerkte oplossingen nogmaals beoordeeld en onderling vergeleken. Daarbij wordt tenslotte een advies gegeven over de realisatie van een vismigratievoorziening bij gemaal Verdoold.

2. AANPAK

2.1. Identificeren van mogelijke oplossingen

Bij aanvang van het project is een overzicht gemaakt van alle mogelijke oplossingen voor vismigratie die op het terrein van gemaal Verdoold of elders kunnen worden gerealiseerd. Hierbij is gepoogd om een zo volledig mogelijk overzicht te krijgen van alle bekende en relevante voorzieningen. De oplossingen zijn ingedeeld in de volgende vijf categorieën (oplossingsrichtingen):

- oplossingen waarbij de hoofdpompen van het gemaal visveilig en vispasseerbaar gemaakt worden (ten behoeve van migratie van de Krimpenerwaard naar de Hollandsche IJssel);
- oplossingen waarbij een aparte vispomp als secundaire pomp wordt toegepast in combinatie met een viswering bij de hoofdpompen (ten behoeve van migratie van Krimpenerwaard naar Hollandsche IJssel);
- oplossingen die kunnen worden toegepast om intrek van de Hollandsche IJssel naar de Krimpenerwaard mogelijk maken. Deze oplossingen kunnen worden toegepast als aanvulling op voorzieningen voor stroomafwaartse vismigratie (hier migratie van de Krimpenerwaard naar de Hollandsche IJssel);
- vistrappen rond het gemaal (ten behoeve van tweezijdige passeerbaarheid);
- realisatie van oplossingen tussen polder en Hollandsche IJssel elders.

2.2. Beoordeling en keuze van uit te werken varianten

In de vervolgstap is elk van de oplossingen beoordeeld op basis van de volgende criteria:

- ruimtebeslag. Met dit criterium wordt gekeken naar de totale ruimte die nodig is om de oplossing te realiseren, hierbij wordt zowel naar ruimte binnen als buiten gekeken;
- kosten. Dit betreft het totaal aan kosten dat met de realisatie van de oplossing gemoeid is, plus de kosten van beheer en onderhoud;
- duurzaamheid. Bij de beoordeling op dit criterium wordt zowel gekeken naar levensduur van de oplossingen als naar de gevolgen van de oplossing voor het waterkwantiteitsbeheer;
- onderhoudsvriendelijkheid. Dit criterium heeft betrekking op de hoeveelheid onderhoud die de verschillende oplossingen vergen;
- veiligheid in verband met de waterkerende functie. Bij dit criterium wordt bekeken in hoeverre de oplossingen de waterkerende functie van de dijk en het gemaal aantasten;
- effectiviteit. Bij de beoordeling op dit criterium wordt gekeken naar de verwachtte bijdrage aan de verbetering van vismigratie.

In eerste instantie heeft Witteveen+Bos de verschillende oplossingen op deze criteria gescoord. Vervolgens is per oplossing een eindscore bepaald, waarbij aan alle criteria een gelijke weging is toegekend. De beoordelingen zijn in een tabel samengevat.

De geselecteerde oplossingen en de beoordeling van de diverse oplossingen zijn in een werksessie met de projectgroep van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard besproken. Op basis van de aanvullende informatie die tijdens het overleg verkregen is en de inzichten van de projectgroep is de beoordelingstabel aangepast en aangevuld. Op basis van de eindscores van de verschillende oplossingen zijn vervolgens enkele oplossingen aangewezen voor verdere uitwerking.

2.3. Uitwerking van varianten

De geselecteerde oplossingen zijn vervolgens uitgewerkt tot op het niveau van schetsontwerpen. Daarbij is een kostenraming opgesteld volgens de SSK-methodiek.

2.4. Eindbeoordeling van varianten

Na de uitwerkingen van de geselecteerde varianten zijn deze varianten opnieuw beoordeeld en gescoord in een onderlinge vergelijking. Hierbij is uitgegaan van de volgende criteria:

- veiligheid in relatie tot het waterkwantiteitsbeheer;
- inpassing op eigen grond;

- energetisch rendement;
- mate waarin wordt voldaan aan eisen van de Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten (RACM) in verband met de status als Rijksmonument:
  - aanpassing van de constructie van het gemaal;
  - aanpassing van het vooraanzicht van het gemaal;
  - aanpassing van het achteraanzicht van het gemaal;
- educatieve mogelijkheden;
- verbetering van de kansen voor verbetering van vismigratie:
  - verbetering van de intrekmogelijkheden;
  - verbetering van de uittrekmogelijkheden;
- omvang van de civiele werkzaamheden die bij uitvoering van de uitwerkingsvariant moeten worden verricht;
- de kosten die ten behoeve van de vispasseerbaarheid worden gemaakt in aanvulling op de kosten voor de renovatie van het gemaal;
- de hoeveelheid aanvullend onderhoud die uit moet worden gevoerd in aanvulling op het reguliere onderhoud van het gemaal.

De eindbeoordelingen van de verschillende uitgewerkte varianten zijn met de projectgroep van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard besproken. De aanvullingen en opmerkingen die uit dit overleg naar voren zijn gekomen, zijn in deze rapportage verwerkt.

3. PRESENTATIE EN BEOORDELING VAN OPLOSSINGEN

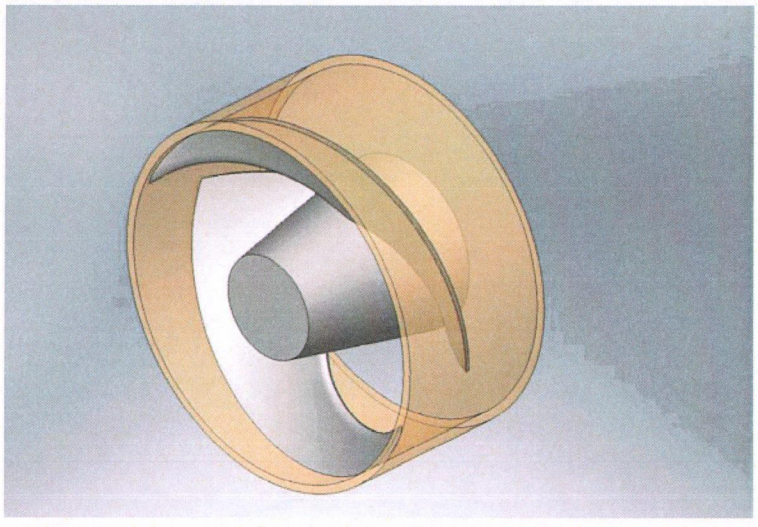
3.1. Mogelijke oplossingen

Uit de beschouwing van de beschikbare vismigratievoorzieningen zijn per oplossingsrichting één of meerdere geschikte oplossingen naar voren gekomen. Deze worden in onderstaande paragrafen beschreven.

3.1.1. Oplossingsrichting 1: visveilig maken hoofdpompen

Gezien de huidige staat van de huidige pompen van gemaal Verdoold is het wenselijk om de bestaande pompinstallatie te vervangen door een moderne installatie. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om de hoofdpompen van het gemaal visveilig te maken. Dit kan worden gerealiseerd door de beoogde axiaalpompen uit te voeren met een visveilige pompwaaier. Dit type waaier is recent ontwikkeld door een samenwerkingsverband van Nijhuis Pompen en FishFlow Innovations. Momenteel wordt een prototype van deze waaier vervaardigd. De vormgeving van deze waaier is zodanig aangepast dat deze geschikt is voor hoge pomprendementen en gelijktijdig zowel visveilig als stroomafwaarts vispasseerbaar is.

afbeelding 3.1. De visveilige waaier



3.1.2. Oplossingsrichting 2: bijplaatsen vispomp als secundaire pomp

Gemaal Verdoold zou passeerbaar gemaakt kunnen worden door in aanvulling op de nieuwe hoofdpompen een extra pompunit te plaatsen die is voorzien van een visveilig pompconcept (bijvoorbeeld een visveilige pomp van Hidrostal of FishFlow Innovations). Omdat deze pomp enkel voor het verpompen van vis zou zijn, is de capaciteit van de pomp niet van belang. Wel moet de pomp een voldoende hoog aanlokkend debiet hebben en moet de opvoerhoogte gehaald worden. Omdat de hoofdpompen van gemaal Verdoold bij deze oplossing niet visveilig worden gemaakt, zou het bijplaatsen van een visveilige pomp gecombineerd moeten worden met de plaatsing van een viswering (flitslampen) voor de conventionele gemaalpompen.

3.1.3. Oplossingsrichting 3: aanvullende voorzieningen voor tweezijdige passage

De oplossingsrichtingen 1 en 2 bieden enkel een oplossing voor het visveilig en vispasseerbaar maken van stroomafwaartse passage. Om gemaal Verdoold tweezijdig (dus ook stroomopwaarts) passeerbaar te maken, moeten er aanvullende voorzieningen getroffen worden.

oplossing 3: inzet van de bestaande maalkom als inlaatvoorziening

Gemaal Verdoold is voorzien van een maalkom en een inlaatwerk bestaand uit een schuif en een gewelf. Door de inzet van de bestaande maalkom en de inlaat kan eenvoudig een visintrekvoorziening worden gerealiseerd. Via de inlaatvoorziening kan direct na bemalingsperioden water worden ingelaten.

Vissen die op de lokstroom van het gemaal afzwemmen en zich ophopen in de maalkom kunnen dan met het ingelaten water de polder intrekken. Voor de inzet van het inlaatwerk is het in verband met de veiligheid wel nodig dat dubbele afsluiters worden aangebracht. Het inlaatwerk is nu alleen voorzien van een spindel. Daarnaast kan het goed zijn om een buis in het gewelf aan te brengen om beschadigingen van vis door het ruwe oppervlak van het gewelf te voorkomen.

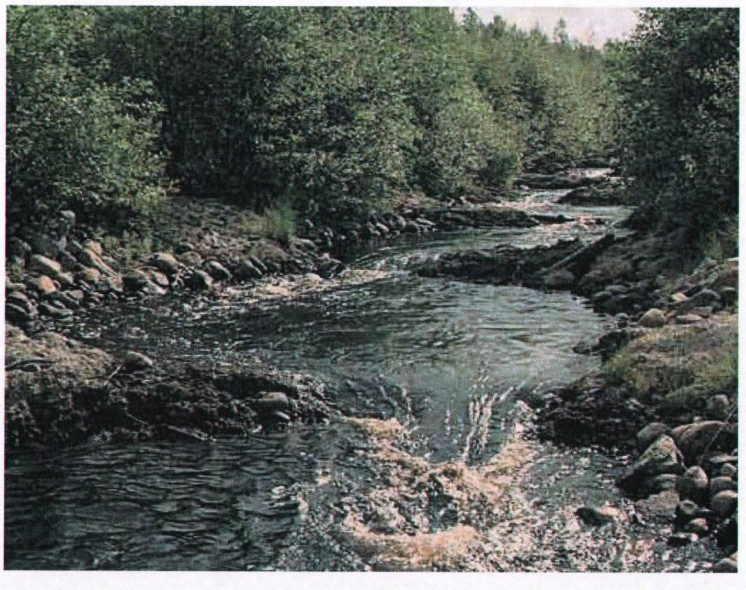
3.1.4. Oplossingsrichting 4: inzet van een vistrap bij het gemaal

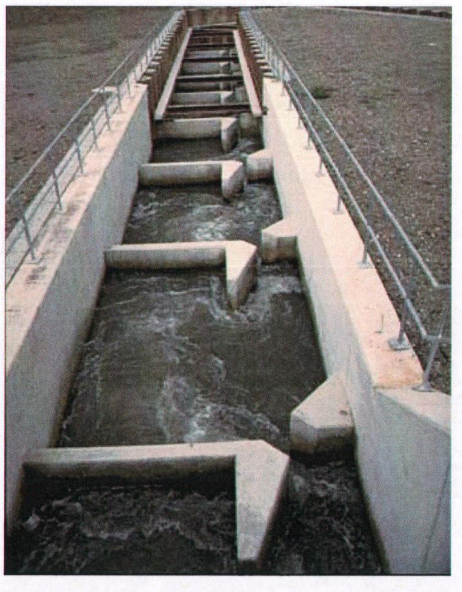
De verbinding tussen de Krimpenerwaard en de Hollandsche IJssel kan vispasseerbaar gemaakt worden door de aanleg van een vistrap bij gemaal Verdoold. Vistrappen bestaan uit een reeks achter elkaar geplaatste bekkens, waarmee het aanvankelijke peilverschil tussen de weerszijden van een kunstwerk wordt verdeeld over een aantal stappen. Hierbij wordt ervoor gezorgd dat de staphoogte tussen elk van de opvolgende bekkens klein genoeg is om overbrugbaar te zijn voor vissen. Door de aanleg van een vistrap kan de verbinding bij gemaal Verdoold zowel stroomop- als stroomafwaarts passeerbaar gemaakt worden. Door de realisatie van een vistrap blijft de visveiligheid van de gemaalpompen onveranderd. In aanvulling op de vistrap moet daarom een viswering worden aangelegd om de kans dat vissen, ondanks de aanleg van de vistrap, in de gemaalpompen terechtkomen.

Voor alle vistrappen geldt dat water onder vrij verval naar de polderzijde stroomt (dus van de Hollandsche IJssel naar de Krimpenerwaard). Wanneer het gemaal in bedrijf is, zal de stromingsrichting in de vistrap tegengesteld zijn aan de heersende stromingsrichting in de gemaalpompen en de aanvoerende watergang. Als gevolg van deze tegenstelling is het voor een succesvolle passage noodzakelijk dat de vissen zowel bij het binnenzwemmen als het verlaten van de vistrap hun oriëntatie ten opzichte van de stroming aanpassen. Dit heeft mogelijk gevolgen voor de effectiviteit van de oplossing. Dit is niet eerder onderzocht, maar de noodzaak voor een oriëntatieverandering heeft naar verwachting weinig effect op de vispassage. Bovendien geldt dat de oriëntatieverandering alleen nodig is wanneer het gemaal in bedrijf is. Buiten de bedrijfsuren van het gemaal kan de vis met de stroom mee de Krimpenerwaard in zwemmen en is er geen oriëntatieverandering nodig bij het gemaal. Aangezien het aantal draaiuren van gemaal Verdoold over het algemeen laag is, lijkt de inzet van een vistrap een geschikte oplossing voor het vispasseerbaar maken van het gemaal.

Er bestaan verschillende uitvoeringsvarianten van de vistrap. Onderstaand worden enkele passende varianten beschreven.

afbeelding 3.2. Voorbeelden van een bekkenvistrap en een vertical slot-passage





oplossing 4a: bekkenvistrap
Bij gemaal Verdoold kan een bekkenvistrap worden gerealiseerd door met behulp van (stort-)stenen een reeks semi-natuurlijke bekkens aan te leggen. De bekkenvistrap heeft een relatief natuurlijke uitstraling en heeft daardoor een hoge landschappelijke en recreatieve waarde.

oplossing 4b: vertical slot passage
Een andere uitvoeringsvariant die bij gemaal Verdoold overwogen kan worden betreft de vertical slotpassage. Deze passage bestaat uit een hellend kanaal waarbinnen op regelmatige afstand schotten zijn geplaatst. De schotten zijn zodanig geplaatst dat er zich ter hoogte van elk schot één of meerdere openingen over de hoogte van de passage bevinden. Door verschillende plaatsing van de schotten kan de stroomsnelheid in de passage worden gereduceerd waardoor passagemogelijkheden voor vissen ontstaan.

oplossing 4c: hevelvistrap
Een derde uitvoeringsvariant voor een vistrap rond gemaal Verdoold wordt gevormd door de hevelvistrap. Deze vistrap berust op het principe van een bekkenpassage, maar deze is in een gesloten bak geplaatst. In de bak wordt met behulp van een vacuümpomp een onderdruk gecreëerd, waarbij een luchtbel in de bak wordt vastgehouden. Door het volume van de luchtbel aan te passen is het debiet dat door de hevelvistrap stroomt eenvoudig te regelen. Bovendien is de bak dankzij het gebruik van het vacuüm vrij plaatsbaar ten opzichte van het waterpeil aan weerszijden van het te passeren kunstwerk.

oplossing 4d: hevelvistrap binnen de bestaande constructie
De constructie van de hevelvistrap maakt het ook mogelijk om de vistrap binnen de bestaande constructie van het gemaal te plaatsen.

afbeelding 3.3. Een voorbeeld van een hevelvistrap

3.1.5. Oplossingsrichting 5: realisatie van een passage elders
Wanneer de oplossingen bij gemaal Verdoold niet geschikt blijken kan worden uitgeweken naar andere locaties. Specifiek wordt de inzet van de Stolwijkse Sluis beoogd. Deze sluis wordt nu weinig gebruikt, maar het beheer zou kunnen worden aangepast ten behoeve van de vismigratie. Bij de sluis ligt ook gemaal Stolwijk. Dit gemaal zou een lokstroom kunnen vormen voor de sluis.

3.2. Beoordeling en keuze van uit te werken varianten

3.2.1. Beoordeling van oplossingen

Onderstaand worden de aangedragen oplossingen stuk voor stuk beoordeeld op de criteria ruimtebeslag, kosten, duurzaamheid, onderhoudsvriendelijkheid, veiligheid in verband met de waterkerende functie en ecologische effectiviteit.

oplossing 1: Visveilig maken van de hoofdpompen

Het visveilig maken van de hoofdpompen is als volgt beoordeeld:

tabel 3.1. Beoordeling van het visveilig maken van de hoofdpompen

beoordelingscriterium	score	beoordeling
ruimtebeslag	++	voor deze oplossing is geen ruimte nodig;
kosten	+	er zijn weinig meerkosten met de oplossing gemoeid; Indien het rendement van de pompen afneemt door andere waaiers worden de beheerkosten hoger.
duurzaamheid	++	de oplossing is duurzaam omdat er geen gevolgen voor het waterkwantiteitsbeheer zijn;
onderhoudsvriendelijkheid	++	de waaiers zijn onderhoudsvriendelijk omdat niet meer onderhoud nodig is dan voor pompen met reguliere waaiers;
veiligheid	++	met deze oplossing wordt de waterkerende functie van dijk en gemaal niet aangetast
effectiviteit	++*	naar verwachting is de waaier zeer effectief. *deze score betreft een aanname, de waaier is nog niet in de praktijk getest. Er bestaat nog onzekerheid over de effectiviteit.

Omdat het visveilig maken van de hoofdpompen op alle beoordelingscriteria '++' scoort, is de eindscore voor deze oplossing eveneens '++'.

oplossing 2: bijplaatsen van vispomp als secundaire pomp

Deze oplossing is als volgt beoordeeld:

tabel 3.2. Beoordeling van de bijplaatsing van een visveilige pomp als secundaire pomp

beoordelingscriterium	score	beoordeling
ruimtebeslag	-	het bijplaatsen van een extra pomp vergt meer ruimte;
kosten	-	er ontstaan aanvullende kosten voor de realisatie van een extra pomp;
duurzaamheid	+	als gevolg van een vergroting van de gemaalcapaciteit is het bijplaatsen van een extra pomp een duurzame oplossing;
onderhoudsvriendelijkheid	-	er is meer onderhoud nodig door de bijplaatsing van een pomp;
veiligheid	-	de vispomp vormt een extra verbinding tussen de maalkom en de polder;
effectiviteit	+	de passeerbaarheid van het gemaal neemt toe, maar de hoofdpompen blijven visonvriendelijk.

De eindscore voor het bijplaatsen van een vispomp als secundaire pomp bedraagt '0' wanneer aan alle beoordelingscriteria een gelijk gewicht wordt toegekend.

oplossing 3: inzet van de bestaande maalkom als inlaatvoorziening

De inzet van de bestaande maalkom als inlaatvoorziening is als volgt beoordeeld:

tabel 3.3. Beoordeling van de inzet van de maalkom als inlaatvoorziening

beoordelingscriterium	score	beoordeling
ruimtebeslag	++	geen extra ruimtebeslag omdat gebruik wordt gemaakt van reeds bestaande voorzieningen;
kosten	+	de enige kosten bestaan uit het moderniseren van de inlaatconstructie. Hierdoor is deze oplossing relatief goedkoop;
duurzaamheid	+	de oplossing is duurzaam omdat slechts een geringe hoeveelheid water ingelaten hoeft te worden;
onderhoudsvriendelijkheid	+	de oplossing is onderhoudsvriendelijk omdat de schuiven in het inlaatwerk de enige draaiende delen bevatten
veiligheid	++	met deze oplossing wordt de waterkerende functie van dijk en gemaal niet aangetast;
effectiviteit	++	de inzet van de maalkom vormt naar verwachting een zeer effectieve voorziening om vis die op de lokstroom van het gemaal af is gekomen in te laten.

Deze oplossing scoort op alle beoordelingscriteria goed tot zeer goed. Als gevolg daarvan is de ongewogen eindscore '+' tot '++'.

oplossing 4a: bekkenvistrap

De beoordeling voor de inzet van een bekkenvistrap bij gemaal Verdoold is als volgt:

tabel 3.4. Beoordeling van de inzet van een bekkenvistrap

beoordelingscriterium	score	beoordeling
ruimtebeslag	--	om het peilverschil over gemaal Verdoold met een vistrap te overbruggen is een grote lengte nodig. Het ruimtebeslag is hierdoor heel groot;
kosten	--	omdat voor de aanleg van de bekkenvistrap veel grondverzet nodig is, is deze oplossing duur. Daarnaast zijn de beheerkosten hoog vanwege de inlaat van grote hoeveelheden water;
duurzaamheid	+	een bekkenvistrap heeft een lange levensduur (circa 40 jaar, maar vergt iedere 10 jaar onderhoud i.v.m. verzakkingen e.d.), wel moet veel water worden ingelaten;
onderhoudsvriendelijkheid	-	bekkenvistrappen zijn gevoelig voor verlanding en moeten daarom regelmatig gebaggerd/schoongemaakt worden;
veiligheid	-	de bekkenvistrap moet in open verbinding met de maalkom staan om water in te kunnen laten. Er is een afsluiter nodig om te voorkomen dat bij bemaling een retourstroom ontstaat;
effectiviteit	+	een bekkenvistrap kan naar verwachting een effectieve bijdrage aan de verbetering van de kansen voor vismigratie leveren.

De bekkenvistrap heeft de meest natuurlijke uitstraling. De kosten en het ruimtebeslag zijn echter aanzienlijk. De eindscore van deze oplossing is daardoor '--'.

oplossing 4b: vertical slot passage
Deze oplossing is als volgt beoordeeld:

tabel 3.5. Beoordeling van de inzet van een vertical slot passage

beoordelingscriterium	score	beoordeling
ruimtebeslag	--	voor een vertical slot passage is veel ruimte nodig;
kosten	--	als gevolg van het grondverzet en de benodigde betonnen constructies is een vertical slot passage een kostbare oplossing;
duurzaamheid	+	een vertical slot passage heeft een lange levensduur oplossing (minimaal 40 jaar), maar heeft ook een grote watervraag;
onderhoudsvriendelijkheid	0	dit type vispassage vergt slechts beperkt onderhoud;
veiligheid	-	ook deze vistrap moet in open verbinding met de maalkom staan om water in te kunnen laten. Er is een afsluiter nodig om te voorkomen dat bij bemaling een retourstroom ontstaat;
effectiviteit	+	een vertical slot passage kan naar verwachting een effectieve oplossing zijn.

Een vertical slot passage is weinig geschikt vanwege de hoge waterconsumptie; deze is hoger dan bij de bekkenvistrap. Hierdoor zou veel water uit de Hollandsche IJssel worden ingelaten, hetgeen een nadelig kwaliteitseffect is. De ongewogen eindscore voor de vertical slot passage is '-'.

oplossing 4c: hevelvistrap
Bij aanleg van een hevelvistrap als vispassage rond het gemaal is als volgt beoordeeld:

tabel 3.6. Beoordeling van de inzet van een hevelvistrap rond het gemaal

beoordelingscriterium	score	beoordeling
ruimtebeslag	-	de vistrap neemt ruimte naast het gemaal in, maar het ruimtebeslag kan beperkt worden doordat de voorziening gedeeltelijk in het talud kan worden geplaatst;
kosten	-	de hevelvistrap is een relatief voordelige oplossing doordat het benodigd grondverzet en civieltechnisch werk beperkt is;
duurzaamheid	+	de hevelvistrap heeft een lange levensduur (circa 40 jaar voor de civieltechnische delen, circa 15 jaar voor de mechanische en elektrische delen) en werkt al bij een gering inlaatdebiet;
onderhoudsvriendelijkheid	+	deze vistrap is heel onderhoudsvriendelijk en kan eenvoudig worden doorgespoeld;
veiligheid	+	omdat deze vistrap water verhevelt hoeven er geen keringen te worden gepasseerd. Door het vacuüm van de vistrap te halen wordt de waterstroom onderbroken;
effectiviteit	+	de hevelvistrap is naar verwachting een effectieve oplossing voor toepassing bij gemalen.

De beoordeling op de verschillende criteria levert de eindscore '+' op voor de hevelvistrap.

oplossing 4d: hevelvistrap binnen de bestaande constructie
Bij plaatsing van de hevelvistrap binnen de bestaande constructie van gemaal Verdoold wordt de vistrap als volgt beoordeeld:

tabel 3.7. Beoordeling van de inzet van een hevelvistrap binnen het gemaal

beoordelingscriterium	score	beoordeling
ruimtebeslag	-	bij plaatsing is er geen ruimtebeslag buiten het gebouw. Daarentegen is er wel een relatief groot ruimtebeslag binnen het gebouw. Vanwege de monumentale status van het gemaal wordt de ruimte binnen gelijk gewaardeerd met de ruimte buiten;
kosten	--	de kosten bij aanleg binnen het gebouw zijn aanzienlijk doordat aanpassingen aan het gebouw moeten worden gedaan;
duurzaamheid	+	de hevelvistrap heeft een lange levensduur en werkt al bij een gering inlaatdebiet;
onderhoudsvriendelijkheid	+	deze vistrap is heel onderhoudsvriendelijk en kan eenvoudig worden doorgespoeld;
veiligheid	+	omdat deze vistrap water verhevelt hoeven er geen keringen te worden gepasseerd. Door het vacuüm van de vistrap te halen wordt de waterstroom onderbroken;
effectiviteit	+	de hevelvistrap is naar verwachting een effectieve oplossing voor toepassing bij gemalen.

De beoordeling van de plaatsing van de hevelvistrap binnen het gebouw levert de eindscore '0/+'. De lagere score dan bij plaatsing buiten het gebouw komt voort uit de hoge kosten voor aanpassingen aan het gebouw ten behoeve de vistrap.

oplossingsrichting 5: realisatie van een passage elders
Onderstaand is de beoordeling voor de realisatie van een vispassage elders weergegeven. De beoordeling is specifiek toegesneden op de inzet van de Stolwijkse sluis voor vispassage.

tabel 3.8. Beoordeling van de realisatie van een vispassage elders (Stolwijkse sluis)

beoordelingscriterium	score	beoordeling
ruimtebeslag	++	er wordt gebruik gemaakt van de bestaande sluis bij Stolwijk;
kosten	-	voor deze oplossing is aanpassing van het beheer van de sluis nodig, evenals de plaatsing van effectieve visweringen bij gemaal Verdoold;
duurzaamheid	+	de inzet van de bestaande sluis is een duurzame oplossing;
onderhoudsvriendelijkheid	0	aanpassing van het beheer van de sluis vraagt weinig extra onderhoud op;
veiligheid	+	de inzet van de sluis biedt een veilige oplossing;
effectiviteit	--	de realisatie van een oplossing bij de Stolwijkse sluis vormt waarschijnlijk geen effectieve oplossing voor het bieden van migratiekansen aan vissen die op gemaal Verdoold afzwemmen vanwege de grote afstand tussen gemaal Verdoold en de sluis.

De realisatie van een passage elders, specifiek bij de Stolwijkse sluis, krijgt als een ongewogen eindscore '-'. De waarde van deze oplossing voor vismigratie wordt echter met name beperkt door de afstand tot gemaal Verdoold.

3.2.2. Overzicht van scores en keuze van nader uit te werken varianten
In tabel 3.9 is een overzicht gegeven van de scores die aan de oplossingen zijn toegekend op basis van de verschillende beoordelingscriteria.

tabel 3.9. Beoordeling van de verschillende oplossingen

passage-richting	oplossing	ruimtebeslag	kosten	duurzaamheid	onderhouds-vriendelijkheid	veiligheid i.v.m. waterkerende functie	effectiviteit, incl. ecologische baten	eindscore, ongewogen
UIT	hoofdpomp visveilig	++	+	++	++	++	++*	++
UIT	aparte vispomp (secundair)	-	-	+	-	-	+	-
IN	inzet maalkom als inlaat	++	+	+	+	++	++	+
IN + UIT	vistrap rond gemaal							
	- bekkentrap	--	--	+	-	-	+	--
	- vertical slot	--	--	+	0	-	+	-
	- hevelvistrap	-	-	+	+	+	+	+
IN + UIT	vistrap in gemaal							
	- hevelvistrap	-	--	+	+	+	+	0/+
IN + UIT	terugval: vispassage elders	++	-	+	0	+	--	-

* score is gebaseerd op een aanname

Uit de tabel komt naar voren dat de hoogste score ('++') is toegekend aan het visveilig maken van de hoofdpompen, gevolgd door de inzet van de maalkom als inlaat en de aanleg van een hevelvistrap rond het gemaal. De drie oplossingen die in hoofdstuk 4 verder uitgewerkt worden tot schetsontwerpen zijn:

- het plaatsen van visveilige hoofdpompen;
- de inzet van de maalkom als inlaatvoorziening;
- de realisatie van een hevelvistrap rond het gemaal.

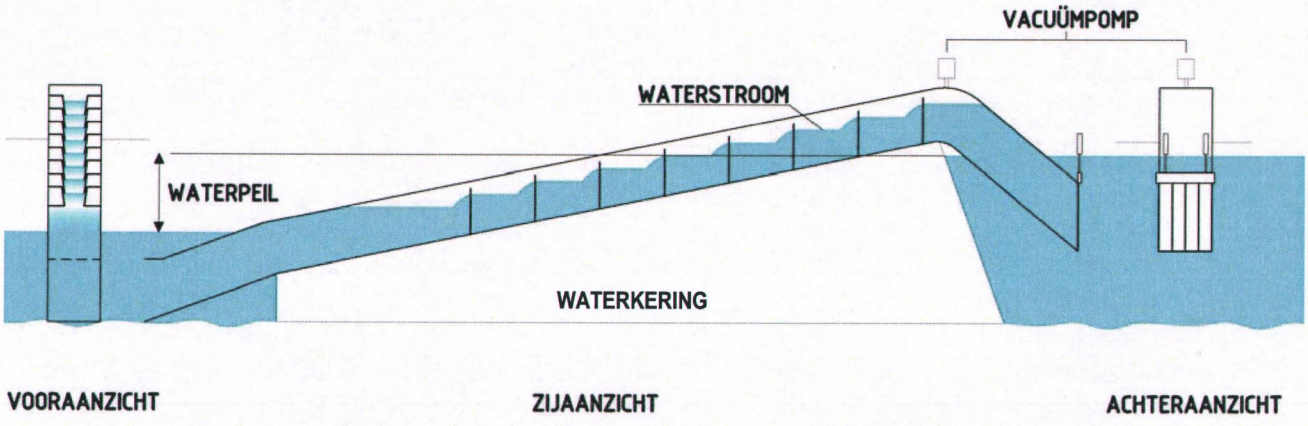
4. VARIANT 1: HEVELVISTRAP

4.1. Algemene beschrijving

De hevelvistrap bestaat uit een gesloten buis waarin met behulp van tussenschotten bekkens zijn gevormd (afbeelding 4.1). De vistrap is met behulp van leidingen verbonden met het water aan weerszijden van het te passeren kunstwerk. Met behulp van een vacuümpomp wordt water uit het bovenstroomse pand aangezogen en tot boven het bovenste (meest bovenstrooms gelegen) schot van de vispassage gebracht. Vervolgens stroomt het water over de achtereenvolgende schotten naar beneden. Boven in de hevelvistrap bevindt zich een grote luchtbel. Deze luchtbel is van belang om het debiet in de hevelleiding te regelen. Middels een vacuümpomp met regelaar wordt de grootte van de luchtbel beheerst. Als de bel te groot dreigt te worden (door luchtbelletjes die met het water meekomen) slaat de vacuümpomp aan en pompt lucht uit. De vacuümpomp vormt eveneens een veiligheidsmechanisme: wanneer het vacuüm wordt verbroken, valt de hevelwerking weg en valt de vistrap stil.

De vacuümpomp wordt dichtbij het hoogste punt in de hevel aangesloten. In het kader van onderhoud en inspectie is het wenselijk alle mechanische onderdelen zoveel mogelijk op één plek te concentreren.

afbeelding 4.1. Principe hevelvistrap

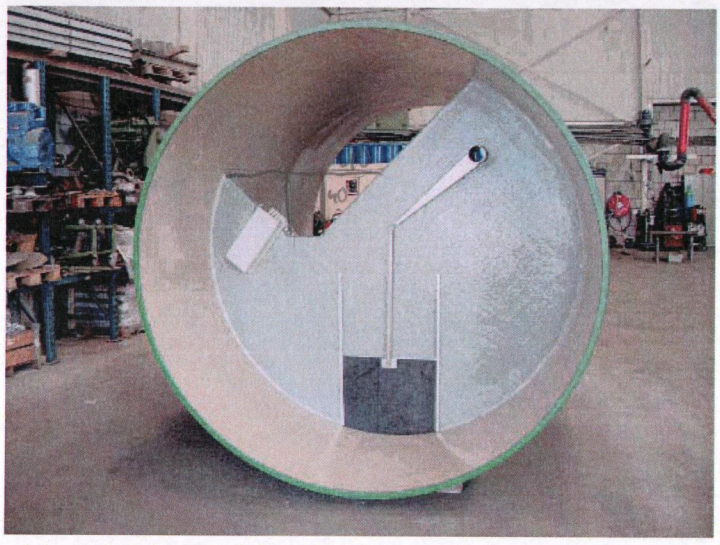


De in- en uitstroomvoorzieningen worden gevormd door betonnen bakken. De in- en uitstroomopeningen worden (gedeeltelijk) stroomafwaarts gericht en komen onder het laagwaterpeil te zitten. Zodoende zal de hevelvistrap geen lucht aanzuigen en wordt de kans op overlast van drijfvuil beperkt. Als aanvullende maatregel ter voorkoming van verstopping en ten behoeve van de veiligheid zullen de beide openingen worden voorzien van een grof rooster (spijlafstand circa 18 cm). Verlanding van de hevelvistrap wordt tegen gegaan met behulp van schuiven in de scheidingsschotten. Deze schuiven worden periodiek met behulp van een hydraulische cilinders opgetrokken om de vistrap door te spoelen (afbeelding 4.2). Dankzij dit doorspoelmechanisme is de constructie zeer onderhoudsarm. De gemaalvispassage zal worden voorzien van een V-vormige inkeping waardoor de stroomsnelheid over de schotten ook bij toenemende debieten laag blijft.

Voor elk scheidingsschot wordt een borstelbaan aangebracht. Deze dient enerzijds om de passeerbaarheid van de hevelvistrap voor slecht zwemmende en bodemvissoorten te optimaliseren en anderzijds om beschutting te geven aan bodemvissoorten die zich in de borstels kunnen verbergen. De borstels worden tegen de zijwand gemonteerd en lopen vanaf de bodem van elk compartiment tot in de doorzwemopening.

0,2 x 0,4

afbeelding 4.2. Voorbeeld van het binnenwerk van een hevelvistrap



0,08
0,00
0,00
0,24 =

4.2. Uitgangspunten en randvoorwaarden bij gemaal Verdoold

4.2.1. Uitgangspunten

De uitgangspunten voor het ontwerp van een hevelvistrap voor toepassing bij gemaal Verdoold zijn:

- een minimale afvoer van water over de hevelvistrap;
- waterstanden:
  - polder: - 2,21 m NAP + 40 jaar peilaanpassing (30 cm);
  - max. peil Hollandsche IJssel + 2,60 m NAP;
  - te overbruggen verschil 4,80 meter;
- ontvangen (PDF) schetsen van TAK Architecten;
- eventuele mogelijkheid voor educatieve voorzieningen op maaiveldhoogte;
- de hevelvistrap moet zo min mogelijk boven het maaiveld uitsteken;
- de nieuw aan te leggen toegangsweg langs de oostzijde van het gemaal moet zo min mogelijk geblokkeerd worden.

4.2.2. Programma van eisen

Naast de bovengenoemde uitgangspunten worden er bij gemaal Verdoold zowel biologische als technische randvoorwaarden gesteld.

biologische randvoorwaarden

De biologische randvoorwaarden hangen samen met de keuze van de doelsoorten en hebben betrekking op de eisen die vissen stellen aan de constructie van de vispassage. De biologische randvoorwaarden spelen in op het gedrag van de vissen.

Tot de biologische randvoorwaarden behoren:

- ontwerpdebiet. Het ontwerpdebiet wordt afgestemd op de afmetingen van de passage en de eis van een goede passeerbaarheid voor alle vissoorten;
- zwemcapaciteit. Er wordt rekening gehouden met de zwemcapaciteit van de verschillende vissoorten.

technische randvoorwaarden

Technische randvoorwaarden vloeien voort uit de waterhuishoudkundige situatie ter plaatse en hebben betrekking op zowel de waterkwantiteit als de waterkwaliteit, de beschikbare hoeveelheid ruimte en de eisen die worden gesteld aan de veiligheid.

Tot de technische randvoorwaarden behoren:
- waterkwantiteit en veiligheid. De vispassage levert een continue stroom water aan de polder. Hier moet rekening mee worden gehouden bij het gemaalbeheer. Tevens zijn veiligheidsvoorzieningen nodig om te voorkomen dat er (teveel) waterinlaat optreedt in perioden dat dit ongewenst is;
- locatie. Voor de keuze van de locatie moet rekening worden gehouden met een geschikte en de beschikbare ruimte naast gemaal Verdoold;
- beheer en onderhoud zal tot een minimum moeten worden beperkt.

Dit programma van eisen en de eerder aangegeven uitgangspunten vormen de basis voor de uitwerking van het ontwerp. Op basis van het te overbruggen hoogteverschil is gekozen voor een hevelvistrap. De passage bestaat uit een gesloten hevelvistrap met in- en uitstroombakkken.

4.3. Ontwerp hevelvistrap

Op basis van het programma van eisen en de gestelde uitgangspunten is het ontwerp van de hevelvistrap en de omloopleiding bepaald.

4.3.1. Hevelvistrap

Op basis van het te verwachten visaanbod en een maximale afvoer, kiezen we een doorsnede van 1.000 mm voor de buis van de hevelvistrap. Aangezien alle vissoorten gebruik moeten kunnen maken van de hevel worden in de tussenschotten V –vormen gemaakt met een hoek van 1:1, welke om en om in de buis geplaatst worden. Hierdoor ontstaat er een slingerende waterstroom in het gedeelte van de passage waar de schotten zich bevinden. Het hoogteverschil welke de vissen moeten overwinnen is circa 100 mm per schot, wat voor de meeste vissen geen problemen oplevert. De maximale snelheid van het water in de hevelvistrap bedraagt 1,5 meter per seconde. Dit komt overeen met de sprintsnelheid van veelvoorkomende vissoorten. Tussen de schotten ontstaan rustkamers met een lengte van 800 mm. Om ook de passage van minder goede zwemmers en kruipende dieren mogelijk te maken, worden in de kamers borstelbanen gemonteerd.

Het ontwerp van de hevelvistrap wordt als volgt:
- doorsnede vishevel en aan- en toevoerleidingen rond 1.000 mm;
- V- vorm; hoek 1:1;
- vulling in de hevel circa 750 mm water;
- afstand tussen de schotten 800 mm;
- maximale snelheid van het water is 1,5 m per seconde.

Er zijn verschillende varianten van de hevelvistrap gemaakt waarbij is uitgegaan van verschillende opvoerhoogtes:
- in 2 varianten (varianten A en B) is uitgegaan van een te overbruggen hoogteverschil van 4,80 meter; dit betreft het verschil tussen het polderpeil en het peil in de maalkom bij een maximale vulling tot + 2,56 NAP;
- in variant C is uitgegaan van een te overbruggen hoogteverschil van 3,5 meter; dit betreft het verschil tussen het polderpeil –2.20 NAP en het gemiddelde opgegeven waterpeil van + 1,30 in de maalkom;
- in variant D is uitgegaan van de minimale lengte die nodig is om het gemaal met een hevelvistrap te passeren, onafhankelijk van de optredende waterpeilen in de maalkom.

De hevelvistrap wordt uitgevoerd in composietmateriaal. De hevel wordt zoveel als mogelijk onder de grond aangebracht.

Voor het periodiek optrekken van de schotten wordt gebruik gemaakt van een hydraulische systeem. Dit systeem wordt samen met de besturingskast en de vacuümpomp met reservoir, ondergebracht in

een omkasting welke buiten opgesteld kan worden op een goed toegankelijke plaats. Eventueel kunnen deze voorzieningen in het gemaal Verdoold zelf gemonteerd worden.

Ten behoeve van onderhoudswerkzaamheden aan de schotten, zullen de delen van de hevelleiding waar zich trappen in bevinden worden voorzien van afneembare afdekplaten. Per twee tussenschotten zal een afdekplaat worden geplaatst.

4.3.2. Instroombak

De instroombak (gemarkeerd als uitzwembak in bijlage I) wordt achter de wand van de maalkolk gepositioneerd, op een dusdanige wijze dat de waterkerende functie van de maalkolk met de nog nieuw te bouwen persleidingen en kleppen, niet beïnvloed wordt. Deze positie heeft als voordeel dat de gemaalpompen een lokstroom voor de hevelvistrap genereren. Vissen die op de lokstroom van het gemaal zijn afgekomen zullen in de maalkom op zoek gaan naar passagemogelijkheden en de instroombak binnen zwemmen. De instroombak vormt voor vissen ook een aantrekkelijke schuilgelegenheid. De in het werk te storten betonnen bak wordt achter de bestaande muur geplaatst direct onder het waterniveau, waarbij een sleuf in de bestaande muur gemaakt dient te worden om de instroombak toegankelijk te maken. De instroom van de hevelleiding wordt voorzien van een betonnen duikschot en een krooshek. De instroombak staat onder een hoek van 45° - 90° op de stromingsrichting afhankelijk van de uitvoering van de hevelvistrap. Een buis verbindt de instroombak met het hoogste punt van de hevelvistrap.

4.3.3. Uitstroombak

De (in het werk) te storten betonnen uitstroombak (gemarkeerd als inzwembak in de bijlagen II t/m V) is geheel afgedekt en is voorzien van een uitstroomopening die zich dicht bij de bodem bevindt. De betonnen bak ligt geheel onder water en wordt haaks op de stromingsrichting van het kanaal achter de bestaande betonnen kade geplaatst. De hevelvistrap wordt met behulp van een leiding op de uitstroombak aangesloten.

4.3.4. Regeling peil

De regeling van de luchtdruk in de hevel wordt gestuurd op basis van de waterstand in de hevel. Afhankelijk van het peil in de hevel zal de vacuümpomp meer of minder vacuüm in de hevelvistrap trekken. De definitieve regeling zal samen met het waterschap opgesteld worden. Daarnaast zal een meting van het waterpeil in de maalkom noodzakelijk zijn om er voor te zorgen dat de hevelvistrap geen lucht gaat zuigen.

4.3.5. Benutting van de migratievoorziening

De inzet van de hevelvistrap is afhankelijk van de verbinding tussen de maalkolk en de Hollandsche IJssel. Om deze verbinding af te kunnen sluiten zal het hoogheemraadschap schuiven aanbrengen. De hevelvistrap kan worden ingezet in de volgende situaties:

- gemaalpompen aan en schuiven tussen maalkolk en Hollandsche IJssel open;
- gemaalpompen uit en schuiven tussen maalkolk en Hollandsche IJssel open. Peil in maalkom minimaal 0,00 NAP. Beneden dit peil zal de hevelvistrap zichzelf 'uitschakelen' in verband met een te lage waterstand;
- gemaalpompen uit en schuiven dicht: tot een peil van 0,00 NAP zal de vistrap nog als migratiesysteem kunnen werken. Beneden dit peil zal de hevelvistrap zichzelf 'uitschakelen' in verband met een te lage waterstand.

In al deze situaties is het wenselijk het peil in de polder op circa -2,21 NAP (+ 40 jaar peilaanpassing) te houden.

Daarnaast bestaat de mogelijkheid om de inlaatkoker van gemaal Verdoold direct na een maalperiode in te zetten om vissen die op de maalstroom van het gemaal zijn afgekomen vanuit de maalkom in te laten richting de polder. Om de inlaatkoker hiervoor te optimaliseren dient de inlaatschuif te worden gemoderniseerd. Daarnaast kan een stalen glijgoot in de betonnen inlaatkoker worden aangebracht om

schade als gevolg van contact met het ruwe oppervlak van de wanden van de koker te voorkomen. In overleg met het waterschap zal een inlaat protocol opgesteld dienen te worden, indien deze mogelijkheid benut gaat worden.

Verder dienen nog aanvullende voorzieningen aan de aanzuigkant van de pompen gerealiseerd te worden. Geadviseerd word een lichtscherm voor de pompen te monteren welke de vissen af moet schrikken. Dit lichtscherm heeft tot doel de vissen te weren uit de pompen, aangezien vissen gevoelig zijn voor licht en geluid. De vissen zullen ervan weerhouden worden om het lichtscherm te passeren en zullen zo gestimuleerd worden om op zoek te gaan naar een alternatieve route (de hevelvistrap) om het gemaal te passeren.

4.3.6. Educatieve voorzieningen

De hevelvistrap biedt voldoende mogelijkheden voor een educatieve nevenfunctie. Met beperkte middelen is de constructie voor educatieve doeleinden geschikt te maken. Een vispassage is voor het grote publiek nog een onbekend fenomeen. De mogelijkheid om de werking van de vispassage voor het publiek zichtbaar te maken kan dan ook zijn educatieve meerwaarde hebben. Voorgesteld wordt een aantal ramen te positioneren in de bovenzijde van de passage zodat de werking vanaf de buitenzijde bekeken kan worden. In overleg met de opdrachtgever kan hier nadere invulling aan worden gegeven.

4.3.7. Werktuigbouwkundige installaties

De volgende werktuigbouwkundige installaties zullen gerealiseerd worden:
- vacuümpomp met reservoir;
- hydropack voor het optrekken van de verlandingsschuiven;
- een omkasting van staal of kunststof voor het onderbrengen van de schakelkast;
- een elektrisch bedienbare schuif (versie C en D).

4.3.8. Elektrische installatie

De schakel- en verdeelinrichtingen van de vacuüminstallatie, het hydropack, zullen samen met de aansturing van de klepstuw in één omkasting geplaatst gaan worden. Indien de mogelijkheid bestaat kunnen deze voorzieningen ook in het gemaal Verdoold gerealiseerd worden. De gehele installatie werkt op een spanning van 220 V/380 V.

4.3.9. Civiele werkzaamheden

De civiele werkzaamheden zijn op dit moment nog niet volledig inzichtelijk aangezien geen geotechnische gegevens voorhanden waren van de ondergrond van het gemaal Verdoold. Indien de hevelvistrap daadwerkelijk gerealiseerd gaat worden is het van belang een geotechnisch onderzoek uit te voeren door middel van sonderingen en op het tracé grondboringen te laten verrichtten. Daarnaast is het wenselijk door middel van hoogtemeting de exacte hoogtes naast het gemaal te gaan bepalen waar de hevelvistrap gepositioneerd is.

Voor het bouwen van de beschreven delen moet voorzien worden in tijdelijke voorzieningen, zoals bijvoorbeeld een bouwkuip van damwandschermen. Daarnaast zullen naar alle waarschijnlijkheid enkele beton- of buispalen onder de betonnen bakken aangebracht dienen te worden. Verder kan een eventuele grondverbetering onder de buis aan de orde zijn.

4.4. Stroboscooplampen

Als een hevelvistrap wordt ingezet om gemaal Verdoold vispasseerbaar te maken en de pompen niet visveilig worden gemaakt, is het nodig om een viswering aan te brengen om vissen ervan te weerhouden om de pompen in te zwemmen. Deze viswering zal bestaan uit stroboscoopschermen die in de aanvoerkanalen van gemaal Verdoold worden geplaatst. Deze schermen bestaan uit horizontale lampbuizen met een bewegingsinrichting (hydraulische cilinder). Tussen de stroboscooplampen en de inzwembak is een minimale afstand van 10 meter aangehouden, zodat de opening van de inzwembak buiten de lichtbundel van de stroboscooplampen valt.

4.4.1. Lampbuizen

In de beide gewelven van het gemaal worden twee horizontale lampbuizen Ø244,5 mm met een wanddikte van 10 mm aangebracht. De afstand van de bodem tot het midden van de lampenbuizen is circa 0,50 meter. De lampbuizen worden verzinkt en gecoat. In de lampbuizen worden met een tussenafstand van circa 1,00 – 1,50 meter sparingen aangebracht van circa 20 centimeter breedte en 15 centimeter hoogte. In deze sparingen worden de stroboscooplampen, LED-lampen van 20 Watt, gemonteerd en waterdicht afgedekt met een glazen kap. Deze glazen kap loopt met de buis mee, zodat een glad geheel ontstaat en aanhechting van vuil wordt geminimaliseerd. De lampenbuis wordt met behulp van geleidingen aan de muur bevestigd.

Voor uitvoering dienen de werkelijke maten in het werk opgenomen te worden.

4.4.2. Bewegingsinrichting

De lampenbuizen worden voorzien van een bewegingsinrichting om de lampen onder en boven water te kunnen brengen. Zodra de gemaalpompen worden ingeschakeld worden de lampenschermen onder water gebracht. Zodra het gemaal wordt uitgeschakeld worden de lampen weer boven water gebracht. Door de lampen hoogteverstelbaar te maken wordt aangroei op de lampen voorkomen, waardoor een reinigingsapparaat niet nodig is. Daarnaast vergemakkelijkt het bewegingsapparaat inspectie en onderhoud van de lampenbuizen.

De bewegingsinrichting bestaat uit een hydraulische cilinder met een geleiding. Het aanwezige hydropack zorgt voor de aansturing. Daardoor kan de cilinder naar boven of beneden bewogen worden. De slaglengte is circa 1,00 meter, omdat de cilinder mininimaal 0,60 meter naar boven getrokken moet kunnen worden. Op deze wijze kunnen de lampen boven water gereinigd, geïnspecteerd en onderhouden worden. De cilinder wordt door middel van een plaat aan de muur vastgemaakt.

Alle stalen onderdelen van de bewegingsinrichting, worden verzinkt en voorzien van een conservering.

4.4.3. Berekening van de stroomsnelheid voor de pompen

De stroboscooplampen zijn aangebracht om vissen ertoe te motiveren om voor de gemaalpompen om te draaien. Dit is alleen mogelijk als vissen ook fysiek in staat zijn om tegen de stroom in weg te zwemmen van de gemaalpompen. Onderstaand wordt daarom berekend wat de stroomsnelheid van het water in het toevoerkanaal is wanneer de gemaalpompen in bedrijf zijn.

Het gemaal Verdoold heeft twee pompen, elke pomp heeft een pompcapaciteit (Q) van 200 m^3/min.
De breedte van het gewelf van het voerkanaal '1' is circa 3,40 meter en van het gewelf van het aanvoerkanaal '2' is circa 4,30 meter. Voor de berekening van de hoogte van de instroming water ofwel de hoogte van het invoerkanaal is de bodempeil en het waterpeil nodig.

Bodem = -3,42 NAP
Normaal WP = -2,22 NAP
Daarmee is de hoogte van de waterlaag 1,20 meter.

De stroomsnelheid in de beide gewelven is als volgt berekend:
$v = Q/A$
$A = b * h$

capaciteit per pomp:	$Q = 200 m^3/min = 3,33\ m^3/s$;
oppervlakte water in gewelf 1:	$A_1 = 3,40m * 1,20m = 4,08\ m^2$;
oppervlakte water in gewelf 2:	$A_2 = 4,30m * 1,20m = 5,16\ m^2$;
snelheid in gewelf 1:	$v_1 = 3,33\ m^3/s / 4,08m^2 = 0,82$ m/s;
snelheid in gewelf 2:	$v_2 = 3,33\ m^3/s / 5,16m^2 = 0,65$ m/s.

De stroomsnelheid op 1 meter afstand voor het gemaal, uitgaande van dezelfde peilen is met behulp van dezelfde formules berekend:

maximale capaciteit:	$Q = 400m^3/min = 6,66\ m^3/s$;
oppervlakte van het aanvoerkanaal:	$A_3 = 11,70m * 1,20m = 14,04\ m^2$;
snelheid in het aanvoerkanaal :	$v_3 = 6,66\ m^3/s\ /\ 14,04m^2 = 0,475\ m/s$.

Uit deze berekeningen komt naar voren dat de stroomsnelheid maximaal 0,82 m/s bedraagt. De maximale sprintsnelheid van vissen verschilt per soort, maar ligt voor de meeste vissoorten tussen de 1,0 en 1,5 m/s. Uit de verschillende snelheden kan geconcludeerd worden dat de stroomsnelheden die bij gemaal Verdoold optreden geen belemmering vormen om vissen in de gemaalgewelven te laten omdraaien om vervolgens weg te zwemmen van de gemaalpompen.

4.5. Schetsontwerpen

Op basis van de voorhanden zijnde gegevens zijn een tweetal voorkeurstracé tot stand gekomen voor de hevelvistrap aan de hand van onder andere de volgende overwegingen:

- het waterschap maakt gebruik van eigen grond;
- het betreft een monumentaal gebouw;
- de vistrap wordt zoveel mogelijk in een recht lijn gebouwd;
- de inzwem- en uitzwemopeningen van de hevelvistrap worden zo dicht mogelijk bij de pompen aangebracht;
- er wordt naar gestreefd een minimum aan civiele werkzaamheden uit te voeren;
- de vistrap moet toegankelijk zijn voor onderhoud;
- de vistrap komt zo min mogelijk boven de grond uit.

In de bijlagen II t/m V worden vier uitwerkingsvarianten gepresenteerd. In bijlage VI is een schetsontwerp van de stroboscooplampen opgenomen.

In de varianten A en B, respectievelijk weergegeven in de bijlagen II en III, is uitgegaan van een peilverschil van 4,80 m. Met het oog op de lengte die benodigd is om deze hoogte te overbruggen is in deze varianten uitgegaan van plaatsing langs de oostzijde van het gemaal. De beide varianten verschillen in de ligging van het hoogste punt (waar de vacuümpomp zich bevindt). De lengte die tussen het hoogste punt en de uitstroomopening nodig is, is in beide gevallen gelijk.

De varianten C en D, respectievelijk weergegeven in de bijlagen IV en V, gaan uit van passage van het gemaal langs de westzijde. Daarbij wordt uitgegaan van gedeeltelijke plaatsing op het naastgelegen perceel dat momenteel niet in eigendom van het hoogheemraadschap is.

4.6. Kostenramingen

De kostenramingen zijn opgenomen in bijlage VII.

5. VARIANT 2: VISVEILIGE HOOFDPOMPEN IN COMBINATIE MET DE INZET VAN DE MAALKOM ALS INLAATVOORZIENING

De inzet van visveilige hoofdpompen biedt alleen kansen voor visveilige stroomafwaartse passage (van de Krimpenerwaard naar de Hollandsche IJssel). Om gemaal Verdoold bij keuze voor deze variant ook stroomopwaarts (van de Hollandsche IJssel naar de Krimpenerwaard) passeerbaar te maken, zal de inzet van visveilige hoofdpompen worden gecombineerd met inzet van de maalkom als inlaatvoorziening.

5.1. Algemene beschrijving van de visveilige waaier

FishFlow Innovations en Nijhuis Pompen hebben in samenwerking een visveilige pomp (waaier met leischoepen) voor axiaalpompen ontwikkeld. Deze waaier is bedoeld voor nieuw te bouwen pompen én voor de vervanging van visonveilige waaiers van bestaande pompen. De pomp is recent ontwikkeld. Momenteel wordt de bouw van de eerste pomp van dit type voorbereid. Vervolgens zullen de eerste praktijkproeven worden uitgevoerd. Bij deze praktijkproeven zullen onder andere het rendement en de warmteontwikkeling worden onderzocht.

Bij de ontwikkeling van de visveilige pomp van FishFlow Innovations en Nijhuis Pompen is uitgegaan van de volgende algemene eisen:
- vissen moeten de mogelijkheid hebben de pomp te passeren;
- de (onderwater) geluidsproductie moet zeer laag zijn om afschrikking te voorkomen;
- de kansen op botsingen met vissen moeten worden geminimaliseerd;
- concessies aan het pomprendement ten behoeve van visveiligheid moet minder zijn dan 5 procent.

Op basis van het conceptontwerp van de visveilige pompwaaier is een analyse gemaakt van de kans dat passerende vissen door de waaier worden geraakt. Deze analyse legt een verband tussen kinematische en geometrische parameters van een waaier met de waarschijnlijkheid van een botsing met een migrerende vis. De uitkomsten van deze analyse vormen de basis voor het hydraulisch ontwerp. Bij het maken van een hydraulische ontwerp van de visveilige pomp is uitgegaan van de aangenomen prestatie-eisen van een typische polderpomp. De essenties van de vormgeving van de visveilige waaier wordt in bijlage III geïllustreerd.

De visveilige pompen zullen per gemaal, dus ook voor gemaal Verdoold, constructief worden ontworpen. Aangezien de pomp is ontwikkeld met het oog op de vervanging van bestaande pompen moet de pomp worden afgestemd op de bestaande infrastructuur. Per gemaal zullen de prestaties worden geoptimaliseerd. Voor nieuwe gemalen zullen een aantal basisontwerpen beschikbaar komen, welke echter ook naar de eisen van de klant kunnen worden aangepast. Zowel horizontale als verticale varianten zijn mogelijk, in combinatie met een natte of droge opstelling. De constructieve uitvoering van het eerste prototype wordt in bijlage VI, tweede blad, geïllustreerd. Voor het gemaal Verdoold is gekozen voor een droge opstelling volgens de principetekening in bijlage VI, eerste blad.

5.2. Tweezijdige passeerbaarheid door inzet van maalkom als inlaatvoorziening

In gemaal Verdoold bestaat de mogelijkheid om het bestaande inlaatwerk in te zetten voor vismigratie. Door het installeren van een nieuwe elektrisch bedienbare afsluiter op de plaats van de huidige handbediende afsluiter kan de bediening van het inlaatwerk vereenvoudigd worden. De inlaatkoker bestaat uit een gewelf. Om de kans op visschade als gevolg van ruwe oppervlakken in het gewelf te minimaliseren, zal een stalen glijgoot in de koker gemonteerd worden.

5.3. Uitgangspunten en randvoorwaarden bij gemaal Verdoold

5.3.1. Uitgangspunten

De uitgangspunten van de visveilige pomp zijn:
- waterstanden:

- polder: - 2,21 m NAP (+ 40 jaar peilaanpassing);
- max peil Hollandsche IJssel + 2,60 m NAP;
- te overbruggen verschil 4,80 meter;

- in te bouwen in de bestaande constructie;

5.3.2. Programma van eisen

technische randvoorwaarden
Technische randvoorwaarden vloeien voort uit de waterhuishoudkundige situatie ter plaatse en hebben betrekking op zowel de waterkwantiteit als de waterkwaliteit, de beschikbare hoeveelheid ruimte en de eisen die worden gesteld aan de veiligheid.

Tot de technische randvoorwaarden behoren:
- waterkwantiteit en veiligheid. De visveilige hoofdpompen dragen bij aan het waterkwantiteitsbeheer in het peilvak Stolwijk en Berkenwoude achter gemaal Verdoold;
- locatie. Voor de keuze van de locatie moet rekening worden gehouden met de beschikbare ruimte in het gemaal Verdoold;
- beheer en onderhoud zal tot een minimum moeten worden beperkt;

Dit programma van eisen en de eerder aangegeven uitgangspunten vormen de basis voor de uitwerking van het ontwerp.

technisch ontwerp
Op basis van de capaciteit van de pomp wordt vooralsnog uitgegaan van een pompwaaier met een doorsnede van 1.200 mm. Het ontwerp van de pomp wordt als volgt:
- H = te overbruggen hoogteverschil 4,80 meter;
- Q = capaciteit 12.000 m3/h per pomp;
- P = 185 kW;
- Eta (pomprendement) = 85 %;
- NPSH (toestroomdruk) = 4,3 meter;
- doorsnede waaier 1.200 mm.

De motor en de pomp zullen volgens de standaarden van Nijhuis Pompen worden uitgevoerd. In overleg kan hier eventueel een andere invulling aangegeven worden.

5.3.3. Regeling peil
De regeling van de pompen zal op basis van het streefpeil in de polder en de Hollandsche IJssel ingevuld gaan worden door het hoogheemraadschap.

5.3.4. Benutting van de migratievoorziening
De visveilige pomp zal aangestuurd worden door middel van een frequentieomvormer. Dit biedt de mogelijkheid om het toerental te verlagen om de kans op beschadigingen van vis, indien nodig, verder te beperken. Bij het testen van het prototype zal de invloed van snelheid van waaier in relatie tot de visbeschadigingen nader onderzocht dienen te worden om een definitieve uitspraak over de mate van visveiligheid te kunnen doen voor de nieuwe pompen voor gemaal Verdoold.

De plaatsing van de frequentieomvormer maakt het ook mogelijk om het toerental tegen het einde van een maalcyclus te verlagen. Zodoende wordt aan vissen die stroomopwaarts (richting de Krimpenerwaard) willen migreren de mogelijkheid geboden om op te trekken naar het gemaal en de maalkom binnen te zwemmen. Nadat het streefpeil is bereikt kunnen de gemaalpompen worden uitgeschakeld en wordt de schuif die de maalkom van de Hollandsche IJssel scheidt gesloten. Vervolgens kan de afsluiter van het inlaatwerk worden geopend en kunnen de vissen die zich in de maalkom hebben opgehoopt met een deel van het water uit de maalkom worden ingelaten naar de Krimpenerwaard. In over-

leg met het waterschap zal voor deze automatisch bediende inlaat een protocol opgesteld dienen te worden.

5.3.5. Werktuigbouwkundige installaties

De volgende werktuigbouwkundige installaties zullen gerealiseerd worden:

- pomp met visveilige waaier en motor;
- automatische bedienbare afsluiter voor het inlaatwerk.

5.3.6. Elektrische installatie

De schakel- en verdeelinrichtingen van de pomp dient opgenomen te worden in de nieuwe schakelinrichting welke in het gemaal Verdoold gerealiseerd worden. De gehele installatie werkt op een spanning van 380 V.

5.3.7. Civiele werkzaamheden

Bij de plaatsing van nieuwe gemaalpompen moet de bodem van de gewelven worden verdiept. Doel hiervan is om de hoogteplaatsing van de pompen in de toekomst aan te kunnen passen om zo de verwachte bodemdaling te kunnen volgen. Overige civiele aanpassing vallen buiten het kader van deze notitie, maar zijn wel reeds onderzocht door het waterschap.

5.4. Schetsontwerpen

In bijlage VI zijn de volgende tekeningen opgenomen:

- een schetsontwerp van de plaatsing van de gemaalpomp binnen de constructie van het gemaal;
- een ontwerp tekening van het pomptype dat beoogd wordt voor plaatsing van de visveilige waaier;
- rendementscurves voor het beoogde pomptype. Bij de bouw van de visveilige waaier zal naar dit rendement toegewerkt worden. De feitelijke rendementscurves van de visvelilige waaier kunnen pas na de tests met de waaier worden opgesteld.

5.5. Kostenramingen

De kostenraming is opgenomen in bijlage VII.

6. EINDBEOORDELING EN ADVIES

6.1. Eindbeoordeling

Op basis van de schetsontwerpen van de geselecteerde varianten zijn de verschillende uitgewerkte varianten opnieuw beoordeeld.

In de tabellen 6.1 en 6.2 worden de beoordelingen voor de respectievelijk uitvoeringsvarianten A en B van de hevelvistrap weergegeven.

tabel 6.1. Beoordeling van de inzet van een hevelvistrap volgens uitvoering A

beoordelingscriterium	score	beoordeling
veiligheid	0	gemaal wordt niet onveiliger of veiliger;
inpassing op eigen grond	+	bouw volledig op eigen grond;
algemene inpasbaarheid	--	hevelvistrap kruist ondergrondse kabels, leidingen en de toevoerweg naar het gemaal en komt grotendeels bovengronds te liggen;
energetisch rendement	-	er is energie nodig om het water dat via de hevelvistrap wordt ingelaten af te pompen. Minder gewenst is dat water uit de Hollandsche IJssel wordt ingelaten;
mate waarin wordt voldaan aan eisen RACM (monumentale status):		
- aanpassing van de constructie van het gemaal	-	sleuf in kademuur voor verbinding tussen hevelvistrap en maalkolk nodig. Omdat de sleuf onder het wateroppervlak komt is dit waarschijnlijk niet erg bezwaarlijk;
- aanpassing van het vooraanzicht van het gemaal	0	het vooraanzicht op het gemaal wordt niet verstoord door de hevelvistrap;
- aanpassing van het achteraanzicht van het gemaal	-	het hoogste punt van de hevelvistrap komt achter de kolenschuur boven de grond; De hevelvistrap komt aan de achterzijde van het gemaal bovengronds om een watergang te passeren;
educatieve mogelijkheden	+	vistrap is zichtbaar te maken. De plaatsing van een visteller is eveneens mogelijk;
vismigratie:		
- verbetering intrekmogelijkheden	+	de mogelijkheden voor migratie van de Hollandsche IJssel naar de Krimpenerwaard verbeteren;
- verbetering uittrekmogelijkheden	+	de mogelijkheden voor migratie van de Krimpenerwaard naar de Hollandsche IJssel verbeteren;
- inzetbaarheid / passeerbaarheid	++	de hevelvistrap is buiten de maaluren van het gemaal om altijd inzetbaar;
omvang civiele werkzaamheden	-	- er is ondersteuning nodig voor het laagst gelegen deel van de vistrap; - er moeten enkele palen worden geslagen ter ondersteuning van de vistrap; - eventueel moet grond worden aangebracht onder de vistrap;
aanvullende kosten	-	de kosten voor de realisatie van de vistrap zijn meerkosten die bovenop de kosten voor de renovatie van het gemaal komen;
onderhoudsvriendelijkheid	-	de hevelvistrap vergt onderhoud dat in aanvulling op het onderhoud van het gemaal komt;
risico in realisatietermijn	0	de hevelvistrap kan binnen de gestelde termijn worden gerealiseerd.

tabel 6.2. Beoordeling van de inzet van een hevelvistrap volgens uitvoering B

beoordelingscriterium	score	beoordeling
veiligheid	0	gemaal wordt niet onveiliger of veiliger;
inpassing op eigen grond	+	bouw volledig op eigen grond;
algemene inpasbaarheid	-	hevelvistrap kruist ondergrondse kabels en de toevoerweg naar het gemaal;
energetisch rendement	-	er is energie nodig om het water dat via de hevelvistrap wordt ingelaten af te pompen. Minder gewenst is dat water uit de Hollandsche IJssel wordt ingelaten;
mate waarin wordt voldaan aan eisen RACM (monumentale status):		
- aanpassing van de constructie van het gemaal	-	sleuf in kademuur voor verbinding tussen hevelvistrap en maalkolk nodig;
- aanpassing van het vooraanzicht van het gemaal	-	hoogste punt van de vistrap is in het zicht voor het gemaal bij de maalkolk;
- aanpassing van het achteraanzicht van het gemaal	0	het achteraanzicht op het gemaal wordt niet verstoord door de hevelvistrap;
educatieve mogelijkheden	+	vistrap zichtbaar, toepassing visteller mogelijk;
vismigratie:		
- verbetering intrekmogelijkheden	+	de mogelijkheden voor migratie van de Hollandsche IJssel naar de Krimpenerwaard verbeteren;
- verbetering uittrekmogelijkheden	+	de mogelijkheden voor migratie van de Krimpenerwaard naar de Hollandsche IJssel verbeteren;
inzetbaarheid / passeerbaarheid	++	de hevelvistrap is buiten de maaluren van het gemaal om altijd inzetbaar;
omvang civiele werkzaamheden	-	- er is ondersteuning nodig voor het laagst gelegen deel van de vistrap; - er moeten enkele palen worden geslagen ter ondersteuning van de vistrap; - eventueel moet grond worden aangebracht onder de vistrap;
aanvullende kosten	-	de kosten voor de realisatie van de vistrap zijn meerkosten die bovenop de kosten voor de renovatie van het gemaal komen;
onderhoudsvriendelijkheid	-	de hevelvistrap vergt onderhoud dat in aanvulling op het onderhoud van het gemaal komt;
risico in realisatietermijn	0	de hevelvistrap kan binnen de gestelde termijn worden gerealiseerd.

Uit de tabellen 6.1 en 6.2 komt naar voren dat de uitvoeringsvarianten A en B grotendeels gelijk gescoord worden. De varianten A en B onderscheiden zich alleen in de aanpassing van het voor- of achteraanzicht.

In tabel 6.3 worden de beoordelingen voor de uitvoeringsvarianten C en D weergegeven. Deze varianten verschillen alleen in lengte, waardoor de beoordeling gelijk is.

tabel 6.3. Beoordeling van de inzet van een hevelvistrap volgens uitvoering C en D.

beoordelingscriterium	score	beoordeling
veiligheid	0	gemaal wordt niet onveiliger of veiliger;
inpassing op eigen grond	+	bouw volledig op eigen grond mogelijk;
algemene inpasbaarheid	+	tracé langs de westzijde van het gemaal is vrij beschikbaar. Bij grote lengte moet wel toestemming van de eigenaar van het aangrenzende perceel verkregen worden;
energetisch rendement	-	er is energie nodig om het water dat via de hevelvistrap wordt ingelaten af te pompen. Minder gewenst is dat water uit de Hollandsche IJssel wordt ingelaten;
mate waarin wordt voldaan aan eisen RACM (monumentale status):		
- aanpassing van de constructie van het gemaal	-	sleuf in kademuur voor verbinding tussen hevelvistrap en maalkolk nodig;
- aanpassing van het vooraanzicht van het gemaal	0	het vooraanzicht op het gemaal wordt niet verstoord door de hevelvistrap;
- aanpassing van het achteraanzicht van het gemaal	0	het achteraanzicht op het gemaal wordt niet verstoord door de hevelvistrap;
educatieve mogelijkheden	+/++	aan de westzijde van het gemaal is veel ruimte beschikbaar voor educatie;
vismigratie:		
- verbetering intrekmogelijkheden	+	de mogelijkheden voor migratie van de Hollandsche IJssel naar de Krimpenerwaard verbeteren;
- verbetering uittrekmogelijkheden	+	de mogelijkheden voor migratie van de Krimpenerwaard naar de Hollandsche IJssel verbeteren;
- inzetbaarheid / passeerbaarheid	++	de hevelvistrap is buiten de maaluren van het gemaal om altijd inzetbaar;
omvang civiele werkzaamheden	-	er moeten enkele palen worden geslagen ter ondersteuning van de vistrap;
aanvullende kosten	-	de kosten voor de realisatie van de vistrap zijn meerkosten die bovenop de kosten voor de renovatie van het gemaal komen;
onderhoudsvriendelijkheid	-	de hevelvistrap vergt onderhoud dat in aanvulling op het onderhoud van het gemaal komt;
risico in realisatietermijn	0	de hevelvistrap kan binnen de gestelde termijn worden gerealiseerd.

In tabel 6.4 is de inzet van de visveilige pompwaaiers in combinatie met de inzet van de maalkom als inlaatvoorziening beoordeeld.

tabel 6.4. Beoordeling van de inzet van visveilige pompwaaiers in combinatie met de inzet van de maalkom als inlaatvoorziening

beoordelingscriterium	score	beoordeling
veiligheid	0	gemaal wordt niet onveiliger of veiliger;
inpassing op eigen grond	+	de aanpassing vindt volledig binnen de bestaande bebouwing plaats;
algemene inpasbaarheid	+	zie boven;
energetisch rendement	0	het rendement van de visveilige waaiers is gelijk aan het rendement van conventionele waaiertypen;
mate waarin wordt voldaan aan eisen RACM (monumentale status):		
- aanpassing van de constructie van het gemaal	+	de constructie van het gemaal hoeft niet te worden aangepast ten behoeve van de vismigratievoorzieningen;
- aanpassing van het vooraanzicht van het gemaal	+	het vooraanzicht van het gemaal blijft onveranderd;
- aanpassing van het achteraanzicht van het gemaal	+	het achteraanzicht van het gemaal blijft onveranderd;
educatieve mogelijkheden	-	de visveilige waaier en de inzet van de maalkom bieden geen educatieve mogelijkheden;
vismigratie:		
- verbetering intrekmogelijkheden	+	de mogelijkheden voor migratie van de Hollandsche IJssel naar de Krimpenerwaard verbeteren door de inzet van de maalkom als inlaatvoorziening;
- verbetering uittrekmogelijkheden	+	de mogelijkheden voor migratie van de Krimpenerwaard naar de Hollandsche IJssel verbeteren door de aanpassing van de gemaalpompen;
- inzetbaarheid / passeerbaarheid	-	de visveilige pompen zijn alleen tijdens de maaluren (±1000 per jaar) passeerbaar. De passeerbaarheid van het inlaatwerk is beperkt tot direct na de inzet van de gemaalpompen;
omvang civiele werkzaamheden	+	er zijn geen civiele werkzaamheden nodig bij de aanpassingen ten behoeve van vismigratie;
aanvullende kosten	+	aangezien de plaatsing van nieuwe gemaalpompen bij de renovatie van het gemaal is voorzien, vormen de plaatsing van visveilige waaiers en de inzet van de maalkom kosteneffectieve oplossingen voor het tweezijdig passeerbaar maken van het gemaal;
onderhoudsvriendelijkheid	+	het onderhoud van de visveilige waaiers en het inlaatwerk maken deel uit van het reguliere gemaalonderhoud;
risico in realisatietermijn	-	pomp wordt momenteel ontwikkeld en getest. De verwachting is dat deze binnen de gestelde termijn gerealiseerd kan worden.

De eindbeoordelingen voor de oplossingen die tot schetsontwerpen zijn uitgewerkt zijn samengevat in tabel 6.6.

tabel 6.6. Eindbeoordeling van de verschillende oplossingen en varianten

beoordelingscriterium	hevelvistrap, uitvoering A	hevelvistrap, uitvoering B	hevelvistrap, uitvoering C	hevelvistrap, uitvoering D	visveilige pompen i.c.m. inzet inlaatwerk
veiligheid	0	0	0	0	0
inpassing op eigen grond	+	+	+	+	+
algemene inpasbaarheid	--	-	+	+	+
energetisch rendement	-	-	-	-	+
mate waarin wordt voldaan aan eisen RACM (monumentale status):					
- aanpassing van de constructie van het gemaal	-	-	-	-	+
- aanpassing van het vooraanzicht van het gemaal	0	-	0	0	+
- aanpassing van het achteraanzicht van het gemaal	-	0	0	0	+
educatieve mogelijkheden	+	+	+/++	+/++	-
vismigratie:					
- verbetering intrekmogelijkheden	+*	+*	+*	+*	+
- verbetering uittrekmogelijkheden	+*	+*	+*	+*	+
- inzetbaarheid / passeerbaarheid	++	++	++	++	-
omvang civiele werkzaamheden	-	-	-	-	+
aanvullende kosten	-	-	-	-	+
onderhoudsvriendelijkheid	-	-	-	-	+
risico in realisatietermijn	0	0	0	0	-

* de effectiviteit van de hevelvistrap als migratievoorziening bij toepassing bij een gemaal is niet eerder onderzocht. De hevelvistrap biedt naar verwachting een effectieve oplossing buiten de maaluren van het gemaal. Tijdens de maaluren is de effectiviteit mogelijk lager doordat de tegenstelling in de stromingsrichting in de gemaalpompen en de passage een oriëntatieverandering van vissen vergt. Zie ook paragraaf 3.1.4.

6.2. Advies

Binnen deze opdracht zijn vier varianten van de hevelvistrap uitgewerkt. Van deze varianten zijn de varianten A en B ongunstig vanwege de passage van het gemaal langs de oostzijde. Bovendien bestaan er betere kansen voor educatieve doeleinden bij de varianten C en D. Van deze twee varianten is variant C breder inzetbaar doordat de hevelvistrap tot een hoger peil in de maalkom in bedrijf kan zijn. Bij keuze voor de realisatie van een hevelvistrap adviseren wij te kiezen voor de uitvoering van variant C.

Voor de hevelvistrap geldt dat er enige onzekerheid bestaat over de effectiviteit van de vistrap tijdens bemaling. Het is daarom aan te bevelen om een praktijkproef met een hevelvistrap bij een gemaal uit te voeren voordat een definitieve keuze tussen de hevelvistrap en de visveilige pompen wordt gemaakt.

In onze ogen zijn zowel de realisatie van een hevelvistrap (in combinatie met viswerende stroboscooplampen) volgens variant C als de plaatsing van visveilige pompen (in combinatie met de inzet van het inlaatwerk) kansrijke oplossingen voor het visveilig en vispasseerbaar maken van gemaal Verdoold. Een voornaam verschil tussen de beide oplossingen is de inzetbaarheid van de oplossingen: terwijl de hevelvistrap continu in beide richtingen passeerbaar is voor vissen, zullen de visveilige pompen alleen tijdens bemaling stroomafwaarts passeerbaar zijn. De keuze tussen deze beide oplossingen is afhankelijk van het gewicht dat het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard aan de verschillende beoordelingscriteria toekent.

7. REFERENTIES

- Kruitwagen, G., Klinge, M. (2007) Prioritering van knelpunten voor vismigratie. Fase 1: identificatie van prioritaire peilvakken en kunstwerken. Rapport in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard;
- Kruitwagen, G., Klinge, M. (2008) Prioritering van knelpunten voor vismigratie. Fase 2: mogelijkheden voor ontsluiting van prioritaire peilvakken. Rapport in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard;
- Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, concept. Kadernota Vis. Rotterdam;
- Havekes, H.J.M. (2001) Europese Kaderrichtlijn Water. Een artikelenreeks. Unie van Waterschappen, 's-Gravenhage;
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2006) Decembernota 2006 KRW/WB21 Beleidsbrief (27 625, nr. 84). Den Haag;
- Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, 2006. Waterbeheerplan 2007-2010. Rotterdam;
- Aalcomité (2005) Nederlands Beheerplan Aal.

BIJLAGE I Geldende wet- en regelgeving met betrekking tot vismigratie

1. Inleiding

In deze paragraaf wordt ingegaan op de stand van zaken van de wet- en regelgeving en beleidsvoornemens op gebied van vismigratie. In het eerste deel wordt ingegaan op de geldende wet- en regelgeving. Daarna wordt ingegaan op actuele beleidsvoornemens. Grotendeels hebben de beschreven wet- en regelgeving en beleidsvoornemens betrekking op de gehele visstand. Een uitzondering vormen degene die specifiek op de aal gericht zijn. Deze uitzonderingen zijn het gevolg van de slechte staat van het aalbestand en het hoge economische belang van de aal. De maatregelen die ten behoeve van de aal getroffen worden hebben over het algemeen ook een positieve uitwerking voor de overige vissoorten.

2. Geldende wet- en regelgeving

Waterschappen en andere overheden hebben te maken met landelijke, Europese en Benelux wet- en regelgeving. De doorwerking van Europese en Benelux wet- en regelgeving op de nationale wet- en regelgeving is als volgt:

Naast landelijke wetgeving hebben waterschappen en andere overheden te maken met Europese wetgeving. Europese richtlijnen kunnen namelijk direct gelden, zeker voor overheden, ook al is de betreffende richtlijn nog niet in de nationale wetgeving vastgelegd. Of deze zogeheten rechtstreekse werking aan de orde is, hangt van de exacte formulering van de richtlijn (waaronder datumbepalingen en de mate van concreetheid van bepalingen).

Van regelingen binnen de Benelux is minder bekend in hoeverre deze rechtstreekse werking hebben dan dat het geval is voor Europese regelgeving. Door ondertekening van Benelux-beschikkingen is de Nederlandse overheid echter verplicht zich aan afspraken die binnen de Benelux gemaakt zijn te houden. Ook de Benelux-beschikkingen kunnen rechtstreekse werking hebben. Of dat het geval is hangt af van de inhoud van de betreffende bepalingen. Als voorbeeld verwijzen wij hiervoor naar een Benelux-beschikking die betrekking heeft op vreemdelingenbeleid: in een arrest van de Hoge Raad van 11 juni 1993, NJ 1993/562 werd over deze beschikking geoordeeld dat deze een rechtstreekse werking heeft.

2.1. Benelux-beschikking vrije vismigratie 1996

In 1996 hebben België, Nederland en Luxemburg de 'Beschikking van het Comité van Ministers van de Benelux Economische Unie inzake de vrije migratie van vissoorten in de hydrografische stroomgebieden van de Beneluxlanden, M (96) 5' opgesteld. Deze beschikking heeft tot doel om gemeenschappelijke concepten ter bescherming, het herstel en beheer van trekvissoorten, en meer in het bijzonder van de grote anadrome trekvissoorten, op te stellen. De beschikking is bindend voor de regeringen van de Benelux.

De kern van de Benelux beschikking bestaat uit de volgende drie artikelen:
Artikel 2:

'De regeringen verzekeren de vrije migratie van de vissoorten in alle hydrografische stroomgebieden op de onderstaande wijze:
- door bij voorrang de migratie van de grote anadrome en katadrome trekvissoorten van en naar de paai- en opgroeigebieden mogelijk te maken;
- door dit trekken voor 1 januari 2010 mogelijk te maken voor alle soorten vis in alle hydrografische stroomgebieden, ongeacht de beheerder hiervan.'

Artikel 3:

'Ten einde het gestelde in artikel 2, punten 1 en 2 van de onderhavige beschikking te realiseren zetten de regeringen een programma op dat zal bestaan uit een uitvoeringsprogramma inclusief een financieringsoverzicht en dit binnen een termijn van tien maanden, te rekenen vanaf de datum van inwerkingtreding van deze beschikking.'

Artikel 4:

'Voor wat de grote anadrome trekvissoorten betreft verzekeren de regeringen ervoor dat voldoende volwassen paaidieren naar en van de paaigebieden kunnen trekken door het vangen van deze dieren sterk te beperken met bijvoorbeeld een hiertoe aangepaste visserijwetgeving binnen de termijn van één jaar te rekenen vanaf de datum van inwerkingtreding van deze beschikking.

Daarenboven verzekeren de regeringen de stroomafwaartse vismigratie van de juvenielen.'

Nederland heeft zich door ondertekening van de beschikking door Mr. H.A.F.M.O. van Mierlo, toenmalig minister van Buitenlandse Zaken en vice-ministerpresident, op 26 april 1996 verplicht zich aan deze beschikking te houden. In praktijk is de beschikking in Nederland echter gedurende lange tijd vrijwel geheel buiten beeld verdwenen. In een brief aan de Tweede Kamer heeft de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat de Tweede Kamer onlangs geïnformeerd over de stand van zaken ten aanzien van de implementatie van deze Benelux-beschikking (zie hieronder). In tegenstelling tot Nederland heeft België wel actie ondernomen naar aanleiding van de beschikking en de beschikking geïmplementeerd in wet- en regelgeving.

Het is naar onze mening noodzakelijk ervoor zorg te dragen dat het beheer van waterschappen niet in strijd is met de beschikking en bijdraagt aan het bereiken van de doelstellingen van de beschikking.

In de eerste plaats omdat de Nederlandse regering gebonden is aan de beschikking. Van lagere overheden mag dan worden verwacht dat zij zich ook aan de beschikking houden.

In de tweede plaats, maar niet minder belangrijk, omdat de beschikking ons inziens rechtstreekse werking heeft. Die betekent concreet dat per 1 januari 2010 de migratie van alle soorten vis in alle hydrografische stroomgebieden mogelijk moet zijn, ongeacht de beheerder hiervan. Daarmee is de beschikking dus ook gericht aan het Hoogheemraadschap.

Die rechtstreekse werking van de beschikking volgt uit artikel 93 van de Grondwet. Daarin wordt bepaald dat 'bepalingen van verdragen en van besluiten van volkenrechtelijke organisaties, die naar haar inhoud een ieder kunnen verbinden', verbindende kracht hebben nadat ze zijn bekendgemaakt. Uit het in paragraaf 3.1 genoemde arrest en een arrest van de Hoge Raad uit 1986[1] volgt dat de Hoge Raad artikel 93 Grondwet zodanig interpreteert dat er sprake is van rechtstreekse werking ('een voor ieder verbindende kracht van een verdragsbepaling') wanneer deze bepaling zo duidelijk en concreet is dat het een zelfstandig toepasbare bepaling uit een Nederlandse wet zou kunnen zijn ('alsof het in de nationale rechtsorde zonder meer als objectief recht kan functioneren'). Het gaat dus om de vraag of de tekst van de verdragsbepaling zodanig is dat deze zich leent voor rechtstreekse toepassing. Aangezien de Benelux-beschikking een duidelijke norm stelt ten aanzien van de vrije vismigratie per 1 januari 2010 heeft de beschikking ons inziens rechtstreekse werking.

verplichtingen voor HHSK vanuit de Benelux-beschikking Vrije vismigratie
Op grond van de verbindendheid van de beschikking en de rechtstreekse werking, dient per 1 januari 2010 vrije vismigratie mogelijk te zijn in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.

2.2. Europese Kaderrichtlijn Water

Het doel van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is de vaststelling van een kader voor de bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwateren en grondwater, waarmee aquatische ecosystemen en, wat de waterbehoeften ervan betreft, terrestrische ecosystemen en waterrijke

[1] HR, 30 mei 1986, NJ 198, 688.

gebieden die rechtstreeks afhankelijk zijn van aquatische ecosystemen, voor verdere achteruitgang worden behoed en worden beschermd en verbeterd [lit. 4].

De KRW legt waterbeheerders een resultaatverplichting ten aanzien van de waterkwaliteit op. Er zijn duidelijke doelen gesteld waaraan de waterkwaliteit in 2015 moet voldoen. Daar waar deze door veranderingen in het watersysteem, economische of sociale belangen niet haalbaar zijn, gelden aangepaste doelen.

Om invulling te geven aan de KRW zijn binnen de beheersgebieden van waterbeheerders waterlichamen aangewezen. Deze waterlichamen zijn wateren met een grote omvang of waterstelsels, zoals polders of boezemwater. De wateren binnen een waterlichaam zijn ingedeeld in KRW watertypen op basis van de abiotische karakteristieken van de wateren (bijvoorbeeld omvang en bodemsamenstelling). Per watertype zijn doelen vastgesteld voor diverse ecologische kwaliteitsparameters.

De visstand is een voorname ecologische kwaliteitsparameter bij de beoordeling van de waterlichamen. Voor elk watertype (bijvoorbeeld laagveen vaarten en kanalen (M10), gebufferde laagveensloten (M8) en kleine ondiepe gebufferde plassen (M11)) zijn doelen voor de visstand opgesteld. De samenstelling van de visstand is indicatief voor de ecologische waarde van een gebied. In Nederland zijn voor de toetsing van de kwaliteit van de visstand maatlatten opgesteld waarbij voor elk watertype een referentietoestand is weergegeven. De visstand van wateren dient te worden getoetst aan de referentie voor het betreffende watertype. Daar waar de kwaliteit afwijkt van de referentie dienen maatregelen genomen te worden om de kwaliteit te verbeteren, dit kan onder meer gedaan worden door de mogelijkheden voor vismigratie te verbeteren. Met een natuurlijker vismigratiepatroon zal een visstand ontstaan die meer lijkt op de natuurlijke visstand. Waar de mogelijkheden voor mitigerende maatregelen bestaan, moeten deze worden toegepast. Verslechtering van het visbestand door de bouw of aanpassing van kunstwerken is niet toegestaan. Bij de bouw en of aanpassing van kunstwerken zal daarom rekening moeten worden gehouden met de visstand.

verplichtingen voor HHSK vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water

De KRW heeft indirect betrekking op vismigratie doordat de waterbeheerder verplicht is om maatregelen te treffen om de kwaliteit van de visstand te verbeteren, indien de kwaliteit afwijkt van de referentietoestand. Opheffing van migratieknelpunten kan één van deze maatregelen zijn. De KRW gaat uit van een zogenaamd *stand still* principe, dit wil zeggen dat er geen verslechtering van de waterkwaliteit mag optreden. Dit betekent onder meer dat er geen verslechtering van de visstand mag optreden als gevolg van de aanleg van nieuwe kunstwerken.

2.3. Europese Aalrichtlijn

In juni 2007 heeft de Europese commissie besloten tot een Europese richtlijn gericht op maatregelen ten behoeve van herstel van het bestand van de Europese paling. Deze richtlijn zal tijdens de volgende bijeenkomst worden vastgesteld.

De Europese Aalrichtlijn omvat de volgende maatregelen ter bescherming van het aalbestand:
- elke lidstaat is verplicht een nationaal beheerplan voor de aal op te stellen voor elk stroomgebied met als doel dat gemiddeld tenminste 40 % van de biomassa aan volwassen aal naar zee weet te migreren;
- de nationale beheerplannen beschrijven methoden voor het behalen en monitoren van het doel;
- elke lidstaat stelt voor 31 december 2008 een nationaal beheerplan op en implementeert dit ten laatste op 1 juli 2009 na goedkeuring van de Europese Commissie;
- elke lidstaat rapporteert, te beginnen op 30 juni 2012, elke drie jaar de voortgang en de resultaten van haar aalbeheerplan aan de Europese Commissie;

- lidstaten die visserij op aal kleiner dat 12 cm toestaan, zullen 60 % van de vangst reserveren voor bepotingsprogramma's, te beginnen met 35 % in het eerste jaar waarin het aalbeheerplan van kracht is en daarna jaarlijks toenemend met tenminste 5 % tot een niveau van 60 % op 31 juli 2013;
- de Europese Commissie brengt jaarlijks rapport uit over de ontwikkeling van de marktprijs voor glasaal op basis van de gegevens die door de lidstaten beschikbaar worden gesteld. Indien nodig zal de commissie voorstellen doen met betrekking tot de beoordeling van de maatregelen ten behoeve van herstel of aanpassing van bovengenoemde percentages.

verplichtingen voor HHSK vanuit de Europese Aalrichtlijn

De Europese Aalrichtlijn omvat de minimale eisen die het Nederlandse Aalbeheerplan aan de waterbeheerders zal moeten stellen. Gezien de specifieke bepalingen van de Aalrichtlijn ligt het in de lijn van verwachting dat deze Richtlijn te zijner tijd rechtstreekse werking zal krijgen. Die rechtstreekse werking geldt mogelijk vanaf de in de conceptrichtlijn genoemde uiterste implementatiedatum van 1 juni 2009.

3. Beleidsvoornemens

Naast de vastgestelde wet- en regelgeving zijn er diverse uitspraken en beleidsvoorstellen gedaan die betrekking hebben op vismigratie. Deze uitspraken en voorstellen hebben geen wettelijke status, maar zijn richtinggevend. Tevens bieden ze een indicatie over ontwikkeling van wet- en regelgeving.

3.1. Nationaal Aalbeheerplan

De Europese Aalrichtlijn (zie hierboven) verplicht elke lidstaat om een nationaal aalbeheerplan op te stellen. In Nederland werkt het Aalcomité aan een concept voor het nationale aalbeheerplan dat eind 2008 gereed moet zijn. Het Nederlandse Aalcomité heeft echter al in 2005 een voorstel voor het nationale aalbeheerplan gepresenteerd met de titel 'Nederlands Beheerplan Aal'. In dit beheerplan zijn, vooruitlopend op centrale doelstellingen, al verschillende adviezen uitgebracht [lit. 7].

Het Aalcomité stelde in haar voorstel uit 2005 de volgende benadering van het aalherstel voor:
- toepassing van een pragmatische, voorlopige norm voor duurzaam beheer:
  - een visserij waarbij 15 % (in aantallen) van de door sport- en beroepsvisserij onttrokken rode aal langer dan 50 cm is, respectievelijk 35 % van de onttrokken schieraal, wordt als duurzaam beschouwd;
  - waar schieraalsterfte een belangrijke rol speelt (afgesloten gebieden; waterkrachtcentrales), kan de huidige beroepsvisserij gecompenseerd worden door de uitzet van 1 kg/ha schieraal in zee;
- verkennen of de kwaliteit van de paairijpe aal in het beheer een rol kan spelen;
- onderzoek naar een gedetailleerde norm voor duurzaam beheer van de aal, waarbij bestaande ervaringen (territoriaal beheer, Vissen met Verstand) dienen te worden betrokken;
- de verantwoordelijkheid voor een goed beheer is uiteindelijk een gezamenlijke taak van de Overheid (nationaal, provinciaal, gemeentelijk, waterschappen) en de betrokken partijen (beroepsvisserij, sportvisserij, natuurbescherming);
- deze verantwoordelijkheid voor goed beheer kan worden gedelegeerd aan regionale waterbeheerders en visrechthebbenden;
- de Overheid kan zich bij uitwerking naar regionaal beheer beperken tot regie en controle op het behaalde resultaat;
- als en waar het regionale beheer niet leidt tot het gewenste resultaat, kan de Overheid aanvullende maatregelen treffen;
- de regionale waterbeheerder en visrechthebbenden kiezen zelf hun maatregelen om tot een duurzaam visserijbeheer te komen, enkele voorbeelden zijn:
  - vaststelling van een compleet vangstverbod;
  - vaststelling van een verbod op de vangst van specifieke levensstadia;
  - beperking van het aantal visvergunningen;

- verbod van specifieke types vistuigen (voor beroeps- en/of sportvisserij);
- beperking van het aantal vistuigen;
- vaststelling van een totaal toelaatbare vangst (quotum);
- vaststelling van technische maatregelen (maaswijdtes, ringen, afmetingen van fuiken, etc.);
- vaststelling van minimummaten bij aanvoer (thans 28 cm);
- vaststelling van gesloten tijden;
- vaststelling van gesloten gebieden;
- uitzet van glasaal en/of pootaal in binnenwateren;
- uitzet van schieraal in zee, ter compensatie van vangsten in binnenwateren;

- uitgangspunt bij de keuze van maatregelen is dat de inspanningen zo gelijk mogelijk verdeeld worden over de betrokken partijen. Als dit niet werkt, zal de Overheid maatregelen dienen te nemen;
- registratie, monitoring van sport- en beroepsvisserij, en beheer op regionaal niveau te organiseren, op basis van (nationale en internationale) richtlijnen,
- de resultaten van regionale registraties kunnen bijdragen aan de evaluatie op nationaal niveau;
- in aanvulling op het beheer van de aal door regionale visstandbeheerders, dient de toestand van de aalstand en -visserij ook op nationaal niveau geëvalueerd;
- bij deze evaluatie dient de visserijsector nauw betrokken te worden.

In het nationale aalbeheerplan zullen vismigratieoplossingen (waaronder visveilige gemalen) naar verwachting een belangrijke plaats innemen.

3.2. Decembernota 2006

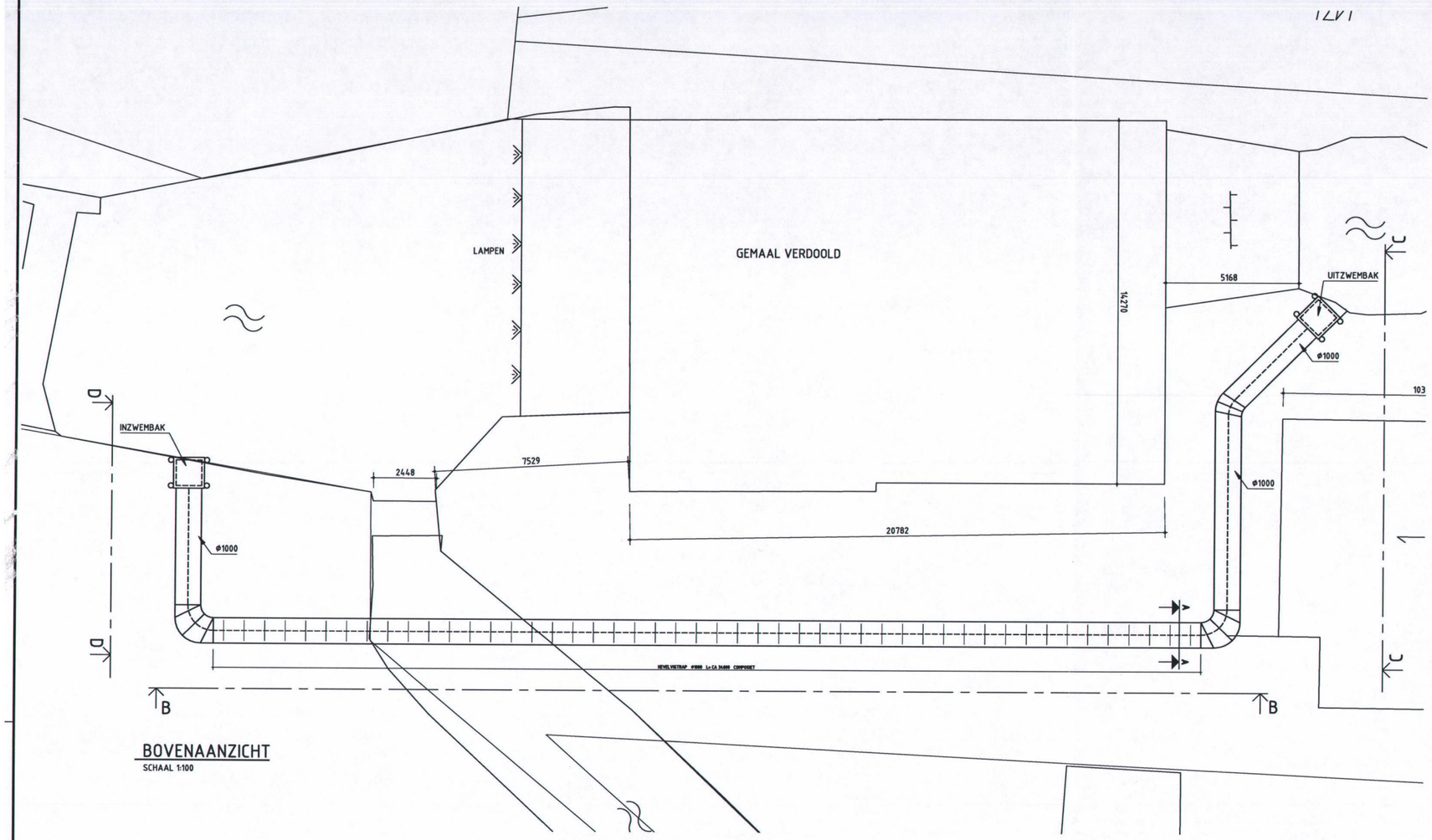
De Decembernota KRW/WB21 2006 die door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat [lit. 5] is opgesteld, betreft een beleidsbrief waarin uitspraken worden gedaan met het doel richting te geven aan de uitvoering van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en Waterbeleid 21e eeuw (WB21) in 2007. De beleidsbrief geldt als opmaat tot het stroomgebiedbeheersplan 2009.

In de Decembernota 2006 zijn de volgende beleidsuitspraken gedaan die direct betrekking hebben op het onderwerp vismigratie:

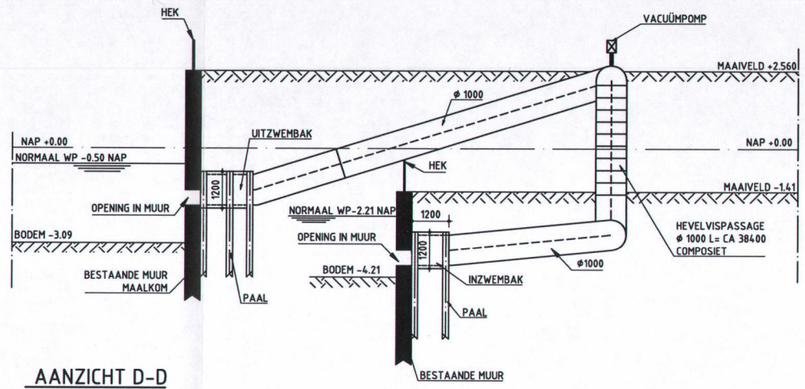
Beleidsuitspraak:
'Om vismigratie naar ecologisch waardevolle wateren in binnen- en buitenland te bevorderen zullen de waterbeheerders in 2007 een lijst met prioritair op te heffen vismigratieknelpunten opstellen.'

Beleidsuitspraak:
'Visgeleidende maatregelen dienen, voor zover ze relevant zijn voor vismigratie, ten minste te worden gerealiseerd bij nieuw te bouwen of te verbeteren gemalen, stuwen, sluizen en waterkrachtcentrales (WKC's). Specifiek met betrekking tot de bestaande WKC's geldt bovendien de afspraak dat de aanleg van een visveilige turbine verplicht is, volgens het principe van de best beschikbare technologie zodra de bestaande turbine wordt vervangen. Daarnaast dienen op korte termijn bij de bestaande WKC's maatregelen te worden genomen ter bescherming van naar zee trekkende schieralen. Dit gezien de Europese conceptverordening voor het herstel van de aal. Tot slot zal in 2007 een proef met visgeleiding worden uitgevoerd bij een bestaande WKC.'

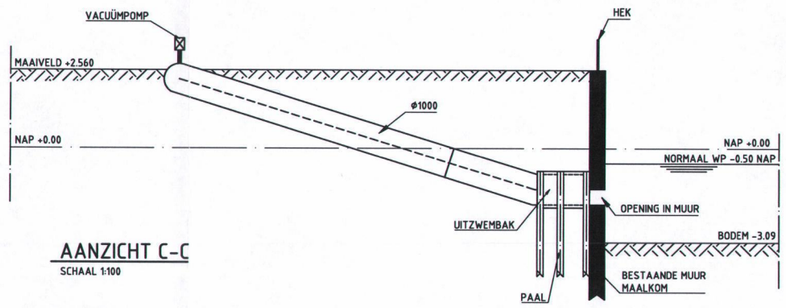
BIJLAGE II Schetsontwerp van de hevelvistrap volgens uitvoeringsvariant A



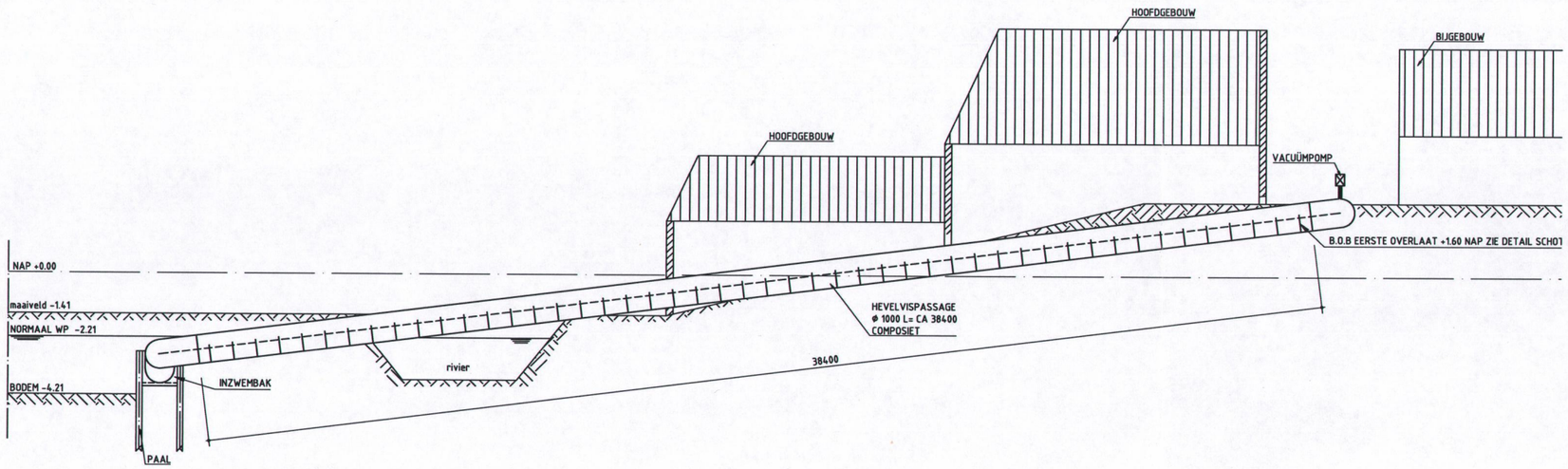
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:100



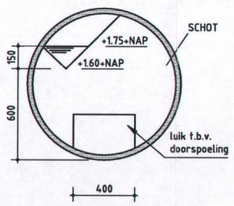
AANZICHT D-D
SCHAAL 1:100



AANZICHT C-C
SCHAAL 1:100



ZIJAANZICHT B-B
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20

CONCEPT 1 12-09-2008

OPMERKINGEN

-MATEN IN mm TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
-HOOGTEMAATVOERING IN m. T.O.V. N.A.P.

HHS VAN SCHIELAND EN KRIMPENERWAARD
GEMAAL VERDOOLD UITVOERING A

SITUATIE TEKENING
SCHETSONTWERP HEVELVISTRAP
BOVENAANZICHT + ZIJAANZICHT + DETAIL

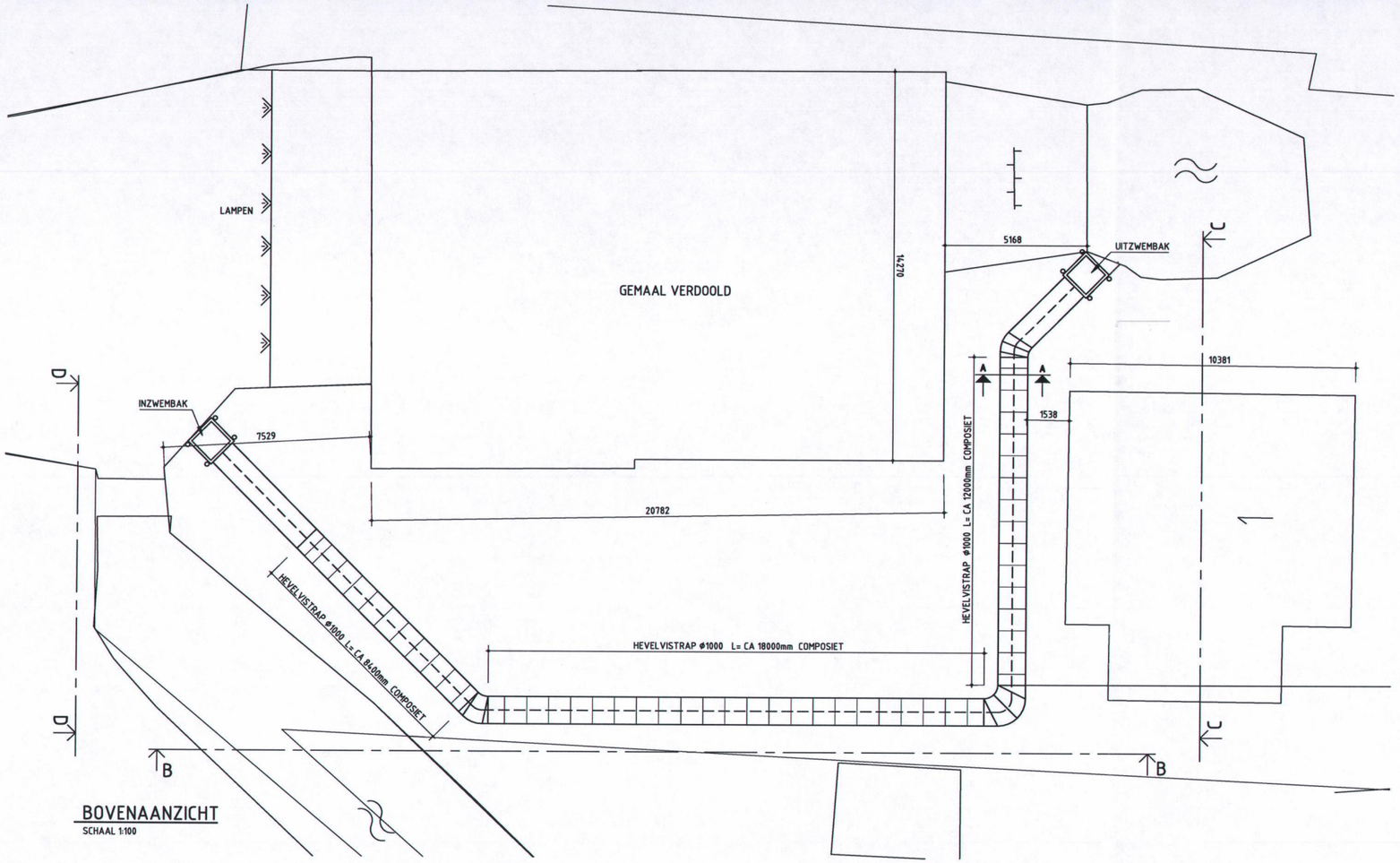
Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend	M. Neunaber
Gecontroleerd	ing. K. Hibma
Goedgekeurd	ing. G. Kruitwagen
Datum	15-09-2008

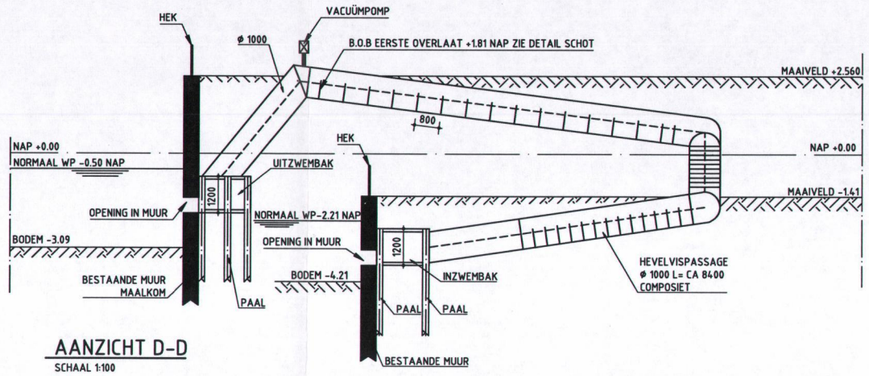
G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen

Schaal	zie tekening
	DT263-25-1002
Formaat	A1

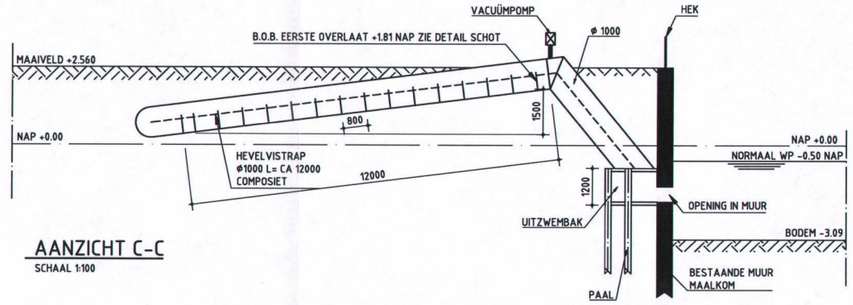
BIJLAGE III Schetsontwerp van de hevelvistrap volgens uitvoeringsvariant B



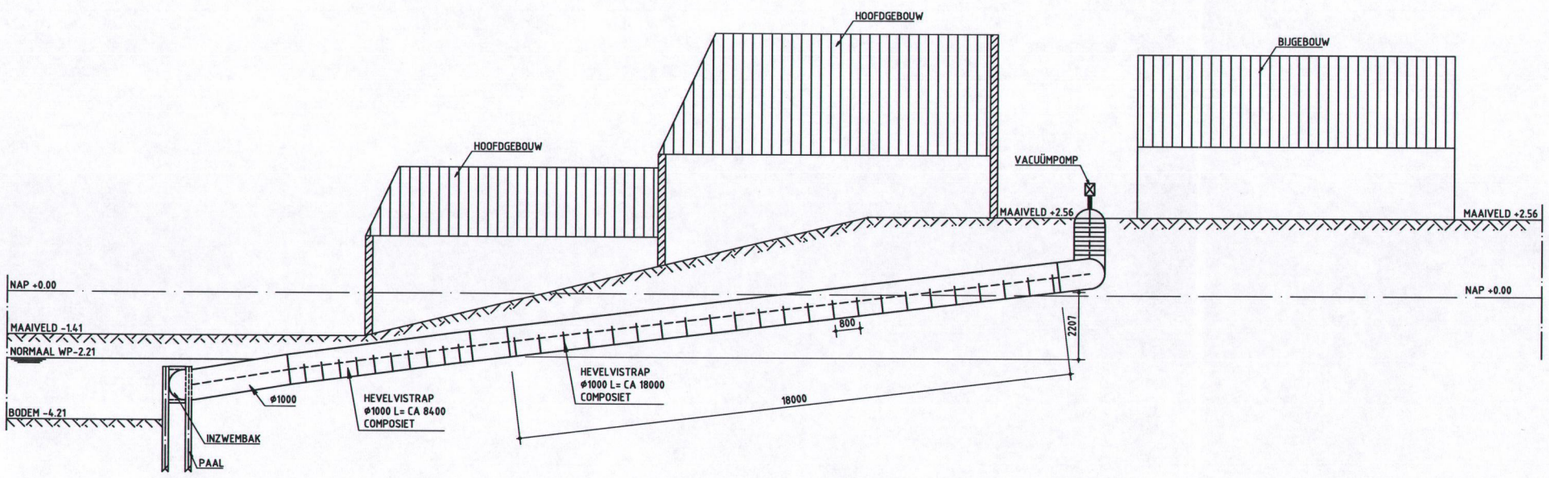
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:100



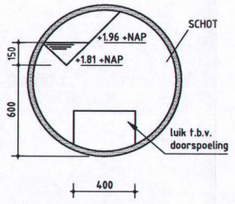
AANZICHT D-D
SCHAAL 1:100



AANZICHT C-C
SCHAAL 1:100



ZIJAANZICHT B-B
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20

CONCEPT 1 12-09-2008

OPMERKINGEN
-MATEN IN mm TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
-HOOGTEMAATVOERING IN m. T.O.V. N.A.P.

HHS VAN SCHIELAND EN KRIMPENERWAARD
GEMAAL VERDOOLD UITVOERING B

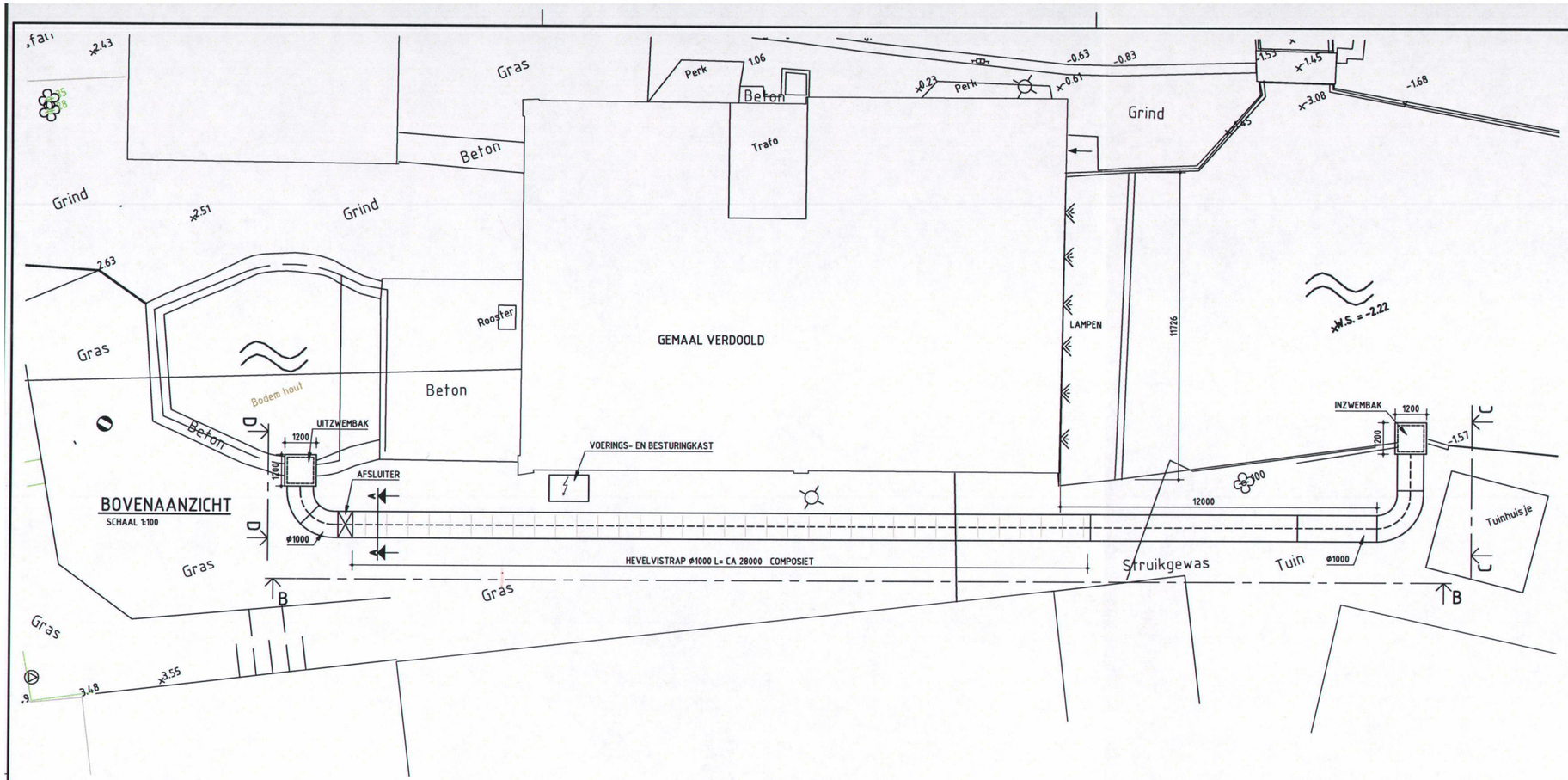
SITUATIE TEKENING
SCHETSONTWERP HEVELVISTRAP
BOVENAANZICHT + ZIJAANZICHT + DETAIL

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

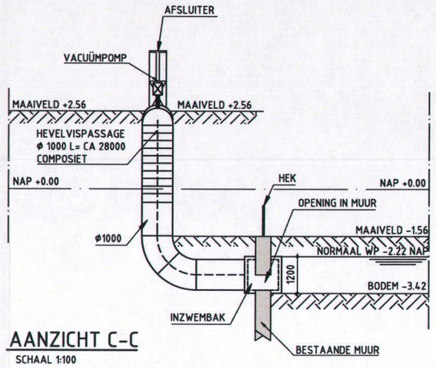
Getekend	M. Neunaber
Gecontroleerd	ing. K. Hibma
Goedgekeurd	ing. G. Kruitwagen
Datum	15-09-2008

G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen

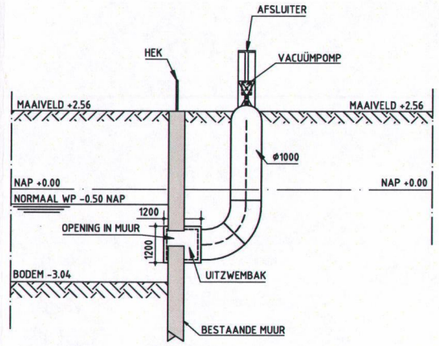
Schaal	zie tekening
	DT263-25-1001
Formaat	A1



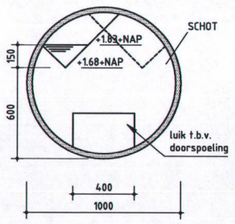
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:100



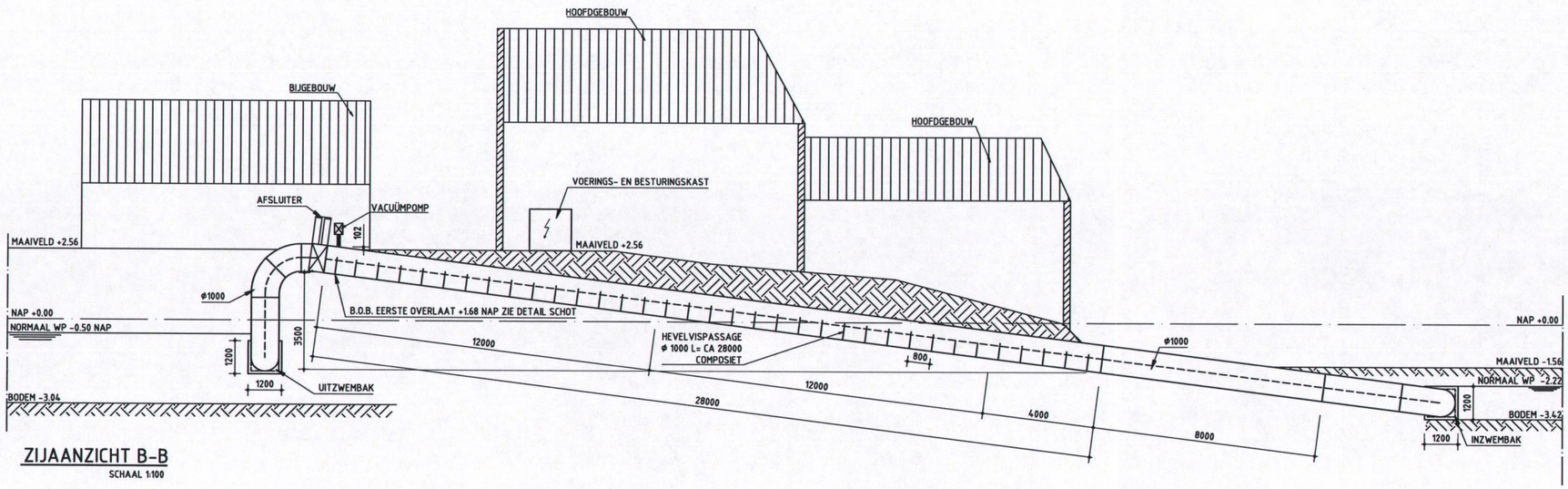
AANZICHT C-C
SCHAAL 1:100



AANZICHT D-D
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20



ZIJAANZICHT B-B
SCHAAL 1:100

CONCEPT 1 26-09-2008

OPMERKINGEN
- MATEN IN mm TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
- HOOGTEMAATVOERING IN m. T.O.V. N.A.P.
- WERKING HEVEL TUSSEN +1.30 NAP EN -2.20 NAP
- HEVELVISTRAP 35 SCHOTTEN
- BIJBEHORENDE TEKENING DT263-25-1005

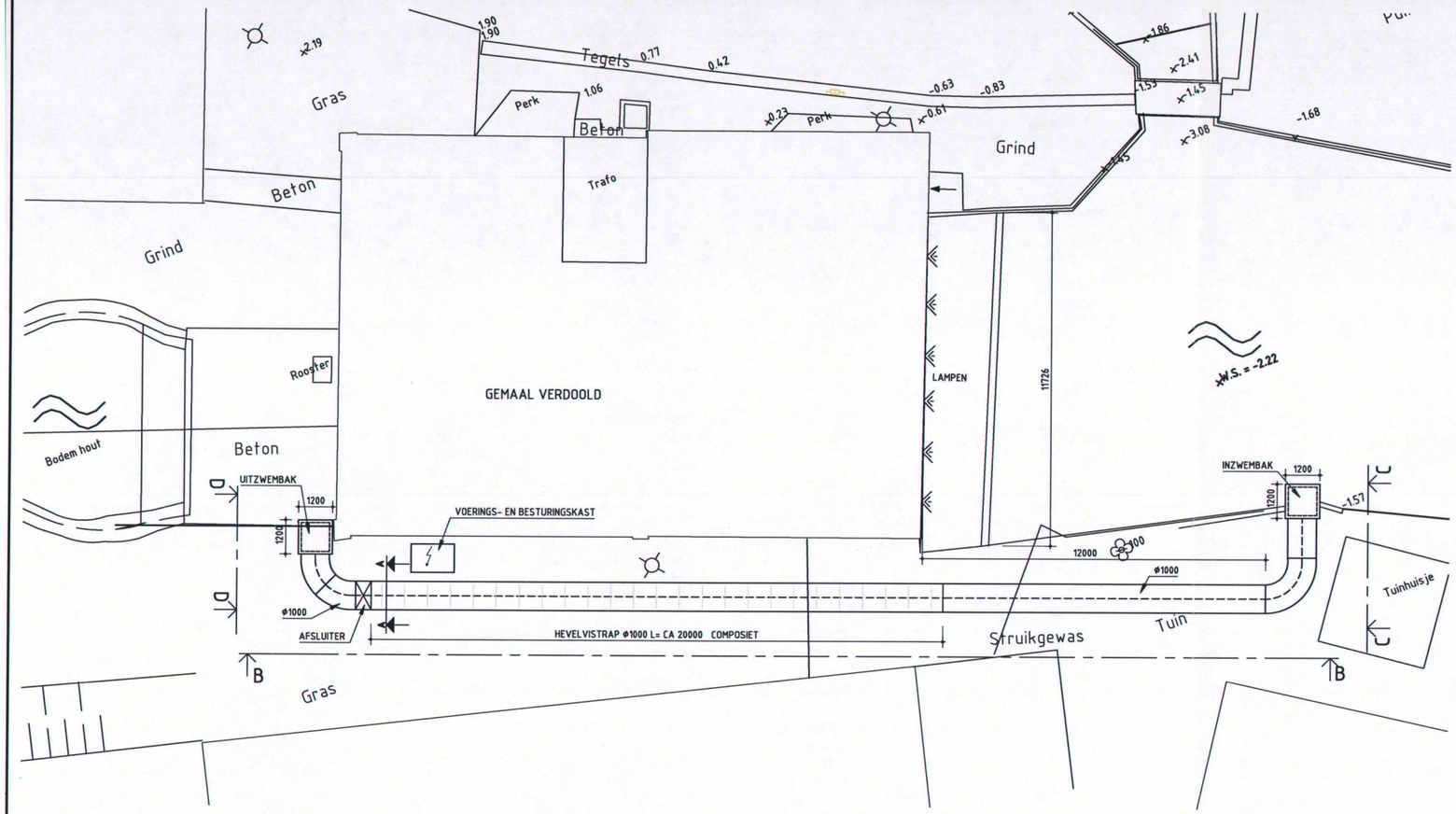
HHS VAN SCHIELAND EN KRIMPENERWAARD
GEMAAL VERDOOLD UITVOERING C

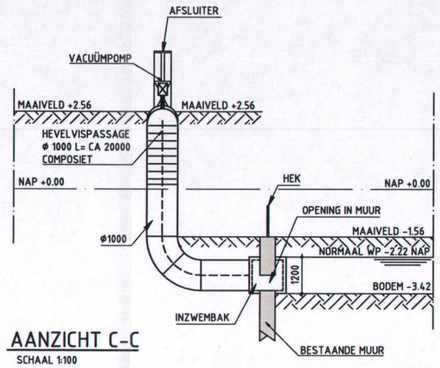
SITUATIE TEKENING
SCHETSONTWERP HEVELVISTRAP
BOVENAANZICHT + ZIJAANZICHT + DETAIL

Wijzigingen: G, F, E, D, C, B, A

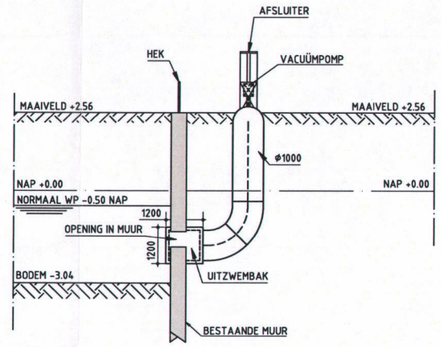
Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend	M. Neunaber	Schaal	zie tekening
Gecontroleerd	ing. K. Hibma		DT263-25-1003
Goedgekeurd	ing. G. Kruitwagen		
Datum	29-09-2008	Formaat	A1

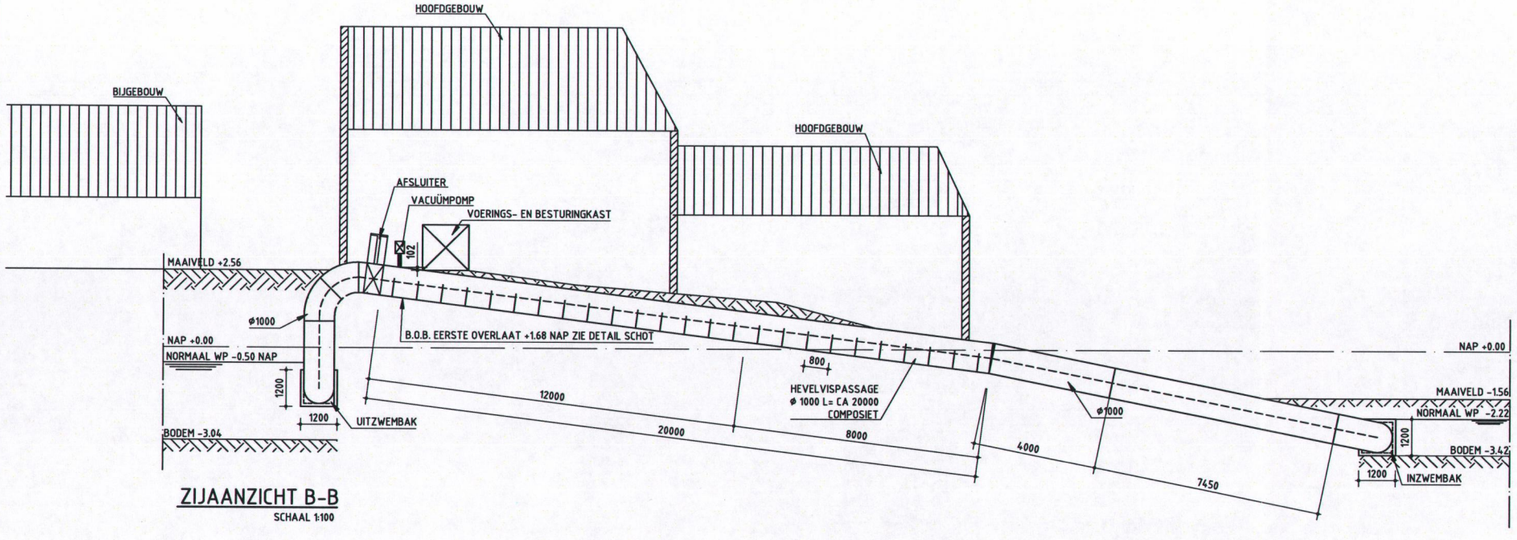




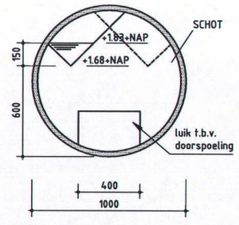
AANZICHT C-C
SCHAAL 1:100



AANZICHT D-D
SCHAAL 1:100



ZIJAANZICHT B-B
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20

CONCEPT 1 30-09-2008

OPMERKINGEN

-MATEN IN mm TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
-HOOGTEMAATVOERING IN m. T.O.V. N.A.P.
-WERKING HEVEL TUSSEN +1.30 EN -2.20
-HEVELVISTRAP 25 SCHOTTEN
-BIJBEHORENDE TEKENING DT263-25-1005

HHS VAN SCHIELAND EN KRIMPENERWAARD
GEMAAL VERDOOLD UITVOERING D

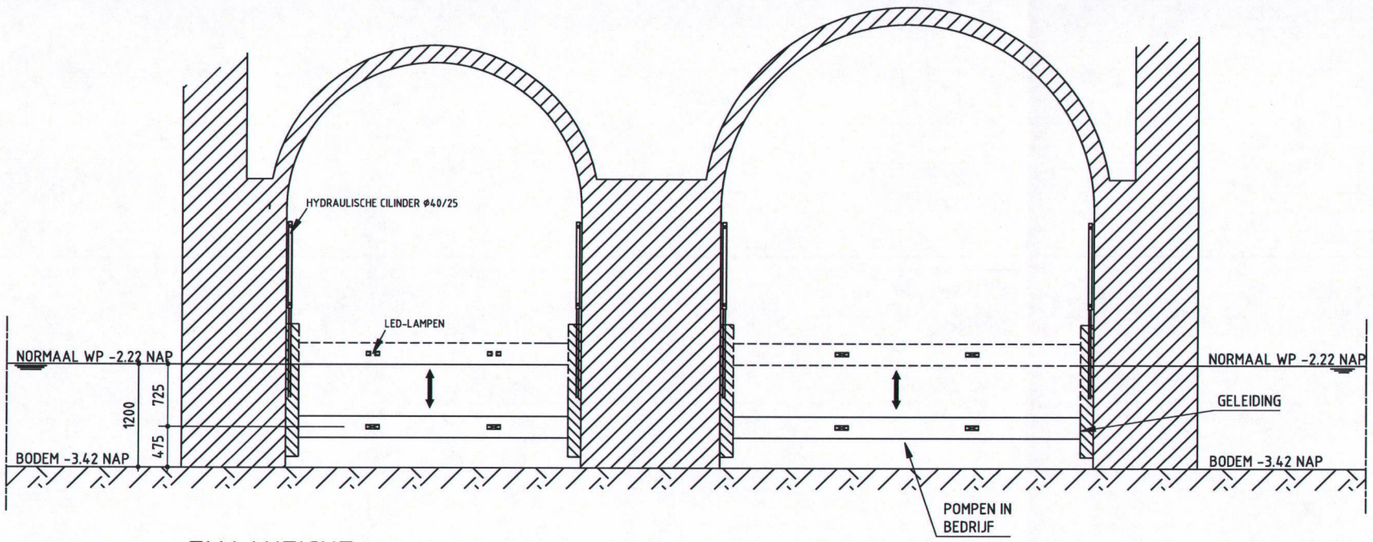
SITUATIE TEKENING
SCHETSONTWERP HEVELVISTRAP
BOVENAANZICHT + ZIJAANZICHT + DETAIL

Witteveen + Bos
Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend	M. Neunaber
Gecontroleerd	ing. K. Hibma
Goedgekeurd	ing. G. Kruitwagen
Datum	01-10-2008

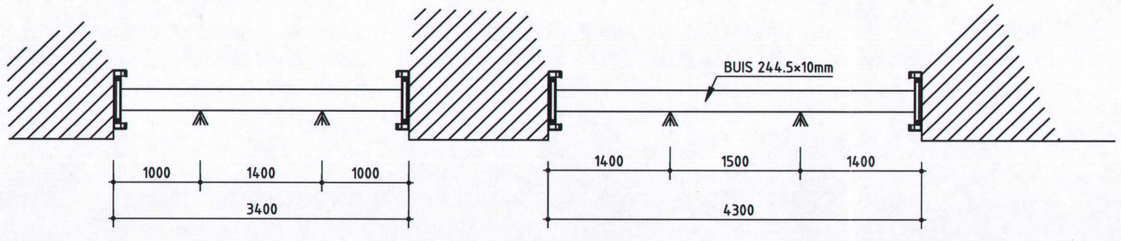
G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen

Schaal	zie tekening
	DT263-25-1004
Formaat	A1



ZIJAANZICHT

SCHAAL 1:50



BOVENAANZICHT

SCHAAL 1:50

CONCEPT

1
30-09-2008

OPMERKINGEN

-MATEN IN mm TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
-HOOGTEMAATVOERING IN m. T.O.V. N.A.P.

HHS VAN SCHIELAND EN KRIMPENERWAARD
GEMAAL VERDOOLD UITVOERING LAMPEN

SITUATIE TEKENING
SCHETSONTWERP HEVELVISTRAP
BOVENAANZICHT + ZIJAANZICHT + DETAIL

G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen

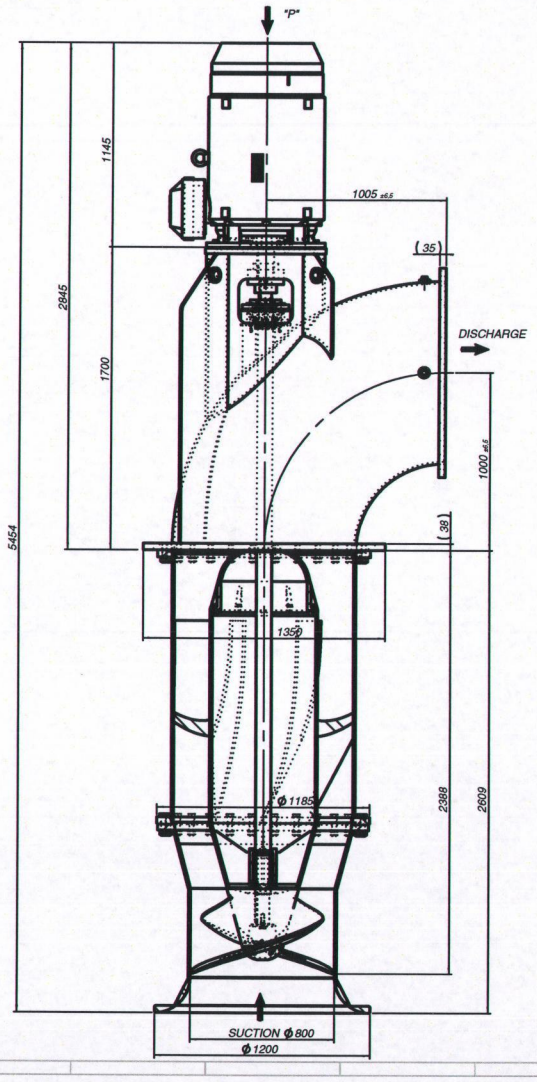
Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

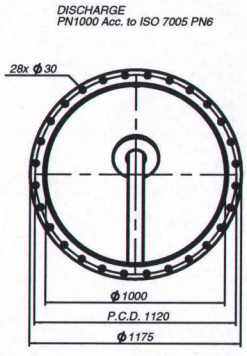
Getekend	M. Neunaber	Schaal	zie tekening
Gecontroleerd	ing. K. Hibma		
Goedgekeurd	ing. G. Kruitwagen		DT263-25-1005
Datum	01-10-2008	Formaat	A2

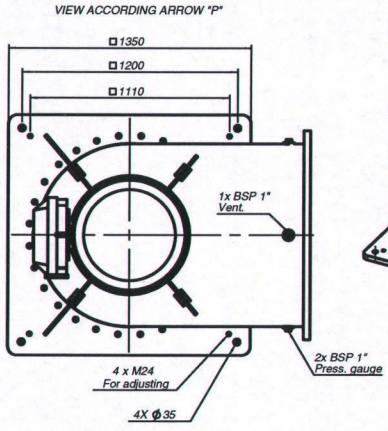
ACAD TEK.:

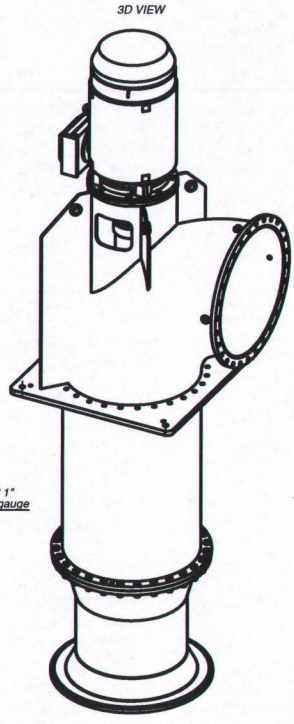
BIJLAGE V Schetsontwerp van de hevelvistrap volgens uitvoeringsvariant D

BIJLAGE VI Schetsontwerp van stroboscoopschermen









CERTIFIED DIMENSIONS
DIRECTION OF ROTATION: C.W. according arrow "P"

HOISTING WEIGHT PUMP: 3300 Kg
HOISTING WEIGHT E.MOTOR: 1150 Kg

HOISTING WEIGHT SET: 4480 Kg

For untolerated dimensions:			Roughness acc. to ISO 1302 Form and position tol. according to NEN-ISO 1101	Trim sharp edges with 0.5 x 0.5* Fillet all undercuttings with R=0.2* *= unless otherwise indicated
Casting	:	ISO 8062		
Welded parts	:	ISO 2768-v		
Machined surfaces	:	ISO 2768-m		

Certified made			DESCRIPTION REVISION	
P.G.			DRN.	
20/05/2010			DATE	
A	-		REV.	

NIJHUIS POMPEN
P.O.BOX 102
7100 AC WINTERSWIJK- HOLLAND
E-MAIL: nijhuis@nijhuis.com

DIMENSION SKETCH
VPF1-800.300
E.MOTOR: ABB M3BP 315 MLA 10

DRN.: P.G.	CHK.: M.B.	APP.:
DD.: 16-05-2008	DD.: 19-09-2008	DD.:

PROJECTION

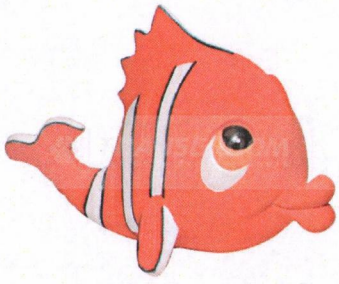
Sheet1 / 1

SCALE: 1:15 | A2

This document is our property and may not be copied without our written permission, and the contents thereof may not be disclosed to any third party, nor be used for any unauthorised purpose

ORIGIN	PATTERN/ART.NO.	DWG./ART.NO.	REV.
		349407_01	A

Ontwikkeling Visveilige Pomp voor Poldergemalen



Inhoud

1 Achtergrond. 2
2 Ontwerpeisen 2
3 Hydraulisch ontwerp 2
4 Constructief ontwerp 2
5 Samenvatting 2

1 Achtergrond.

Poldergemalen (ca. 3500 in Nederland) verpompen grote hoeveelheden water van polderkanalen naar boezemstreken. Bestaande poldergemalen hebben capaciteiten variërend van 3600 tot 36 000 [m^3/h] met opvoerhoogtes tussen de 1 en 4 [m], en zijn meestal uitgevoerd met een aantal conventionele propeller type pompen. Het verpompte water komt vaak uit rivieren en meren, de habitat van verscheidene vissoorten. Het is alom bekend dat vissen nauwelijks een gewenst of ongewenst passage door conventionele pompen overleven.

Per jaar worden ca. 35 pompstations gerenoveerd en worden de pompen vervangen. Nieuwe regelgeving vereist echter dat de vervangende pompen aantoonbaar visveilig moet zijn of alternatieve maatregelingen (vistrappen) moeten worden geïntroduceerd om vismigratie te faciliteren. De hoge kosten gemoeid met deze alternatieve oplossingen gaf aanleiding tot het ontwikkelen van een visveilige pomp voor toepassing in deze marktsegment. In een samenwerkingsverband tussen Norit-Nijhuis Pompen en Fishflow Inovations is een prototype pomp in ontwikkeling en zal in het najaar van 2008 uitgebreid worden getest. Basisvormen van de waaier, de meest kritische component, is al met succes door Fishflow Innovations getest.

2 Ontwerpeisen

De eisen gesteld aan het ontwerp zijn

- Vissen moeten de mogelijkheid hebben de pomp te passeren – preventie is uitgesloten.
- De (onderwater) geluidsproductie moet zeer laag zijn om afschrikking te voorkomen.
- De kansen op botsingen met vissen moeten worden geminimaliseerd.
- Concessie aan pomprendement t.b.v. visveiligheid moet minder zijn dan 5 [%].
- Prototype prestatie 4800 [m^3/h] bij een opvoerhoogte van 1.5 [m].

3 Hydraulisch ontwerp

Conform aangenomen prestatie-eisen van een typische polderpomp is een hydraulisch ontwerp gemaakt van een visveilige pomp. De basis zijn karakteristieken voortvloeiend uit een analyse van trefkansen van een pomprotor met passerende vissen , zie bijlage [A]. Deze analyse legt een verband tussen kinematische en geometrische parameters van een rotor met de waarschijnlijkheid van een botsing met een migrerende vis. Essenties van vormgeving van het ontwerp wordt in bijlage [B] geïllustreerd.

4 Constructief ontwerp

Omdat het meestal vervangingspompen betreffen, zullen deze per gemaal constructief worden ontworpen, passend in een bestaande infrastructuur. Ook de prestaties zullen per geval worden geoptimaliseerd. Voor nieuwe gemalen zullen er een aantal basisontwerpen komen, maar ook deze kunnen naar de wensen van de klant worden aangepast. Horizontale zowel als verticale varianten worden ontwikkeld, droog zowel als nat opgesteld. De constructieve uitvoering van een eerste prototype wordt in bijlage [B] geïllustreerd.

5 Samenvatting

Norit-Nijhuis Pompen en Fishflow Innovations streeft erna om voor eind 2008 een aantoonbaar visveilige pomp voor toepassing in poldergemalen op de markt te presenteren.

Bijlage [A] – Vispassage door een Pomprotor

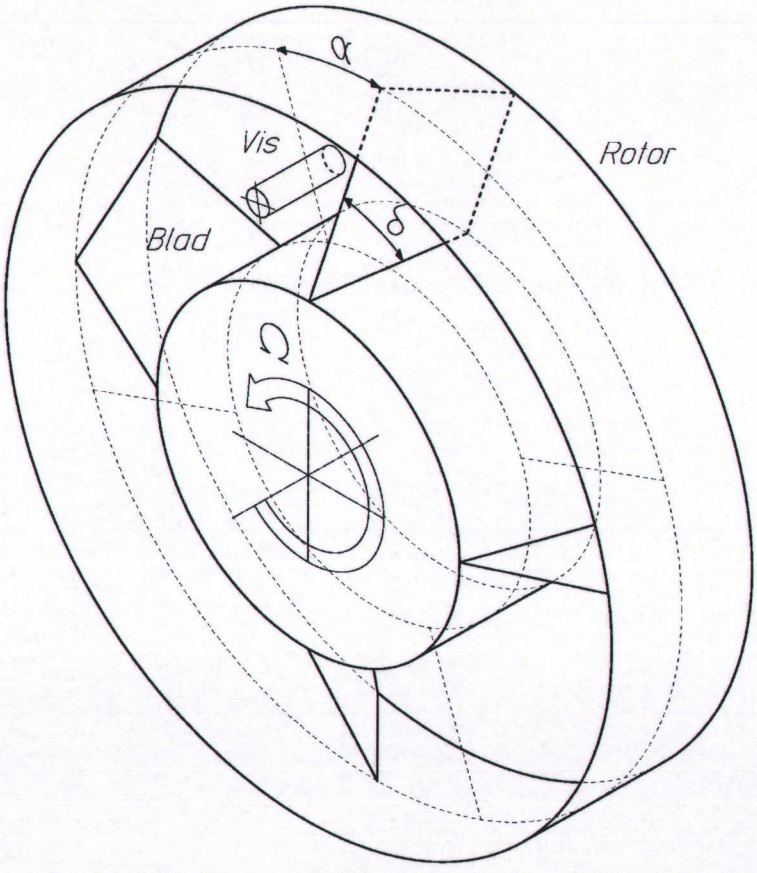
INHOUD

1 Inleiding 4
2 Het model 4
3 Evaluatie varianten 7
4 Samenvatting 8

1 Inleiding

Waterpompen toegepast voor peilbeheersing in poldergemalen en sluizen opereren in een omgeving waarin een verscheidenheid aan vissoorten voorkomt. Deze vissen kunnen op een willekeurig moment door een pomp worden aangezogen, tenzij blokkerende of afwerende maatregelingen worden genomen. In sommige gevallen is het echter wenselijk om in één of beide richtingen vis door te laten. Hier wordt een model opgesteld om de overlevingskans te berekenen van een vis die door een operationele pomprotor migreert. Het model wordt ook toegepast op twee verschillende varianten: een conventionele rotor en een visvriendelijke rotor.

2 Het model



Figuur [1]

In dit model wordt een vis beschouwd die door een roterende pomp met hoeksnelheid Ω, binnenstraal r_h en buitenstraal r_s zwemt, zie figuur [1]. De vis staat haaks op het vlak waarin de pomprotor draait.

Het gevaar op een botsing bestaat wanneer de vis zich op enig tijdstip in een schijfsegment bevindt, bestreken door de voorrand van een schoep. De tijd dat een vis met lengte L en snelheid v door de schijf passeert is

[1] $$t_c = L / v$$

In dezelfde tijd bestrijkt een rotor met oppervlak A en n_b bladen, een segment met een oppervlak van

[2] $$A_c = n_b \frac{\alpha_c}{2}\left[r_s^2 - r_h^2\right]$$

De waarschijnlijkheid dat een vis door een blad wordt geraakt is

[3] $$p_b = A_c / A \quad indien \quad A_c < A,$$
$$p_b = 1 \quad indien \quad A_c \geq A$$

De hoek α_c bereikt na een tijd t_c is

[4] $$\alpha_c = \int_0^{t_c} \Omega \, dt \approx \Omega t_c$$

Invulling van vergelijking [1] in [4] en [2] in [3] levert

[5] $$p_b = \min\left[\frac{n_b \Omega L}{2\pi v}, 1\right]$$

De snelheid waarmee de vis door de schijf passeert is zijn eigen zwemsnelheid v_v en de stroomsnelheid van het water v_w. Dus

[6] $$v = v_v + v_w$$

Hoewel de zwemsnelheid van een vis nagenoeg proportioneel is aan de lengte van een vis, wordt het hier gelijk aan nul aangenomen. Dus de vis drijft mee met het water en is $v_v = 0$ en $v = v_w$.

Een botsing hoeft echter niet fataal te zijn. In de eerste plaats is fataliteit afhankelijk van het trefpunt. Hier wordt aangenomen dat een botsing mogelijk fataal kan zijn als het trefpunt voor het zwaartepunt ligt, op ca. *(1/3)L*. Dan worden vitale organen geraakt en wordt de vis teruggeslingerd. Vergelijking [5] wordt dus

[7] $$p_b = \frac{n_b \Omega L}{6\pi v_w}$$

Ten tweede is fataliteit afhankelijk van de botsingsenergie, proportioneel aan de snelheid waarmee de botsing plaatsvindt. De waarschijnlijkheid dat een botsing fataal is neemt exponentieel toe met omtreksnelheid *u* van een rotorblad. Hiervoor wordt een Weibull verdeling aangenomen

$$p_f = 1 - e^{-(u/u_c)^2}$$

De kritieke snelheid u_c wordt hier aangenomen als ca. 12 [m/s]. Een botsing bij deze kritieke snelheid impliceert een overlevingskans van maar 37 [%].

Ten derde is fataliteit afhankelijk van de geometrie van de voorrand van een schoep, met name de schuinte δ t.o.v. een cilindrisch vlak. De effectieve botsingssnelheid wordt dan $u[\sin(\delta)]$.

[8] $$p_f = 1 - e^{-(u \sin(\delta)/u_c)^2}$$

De waarschijnlijkheid voor een sterfte is dus de waarschijnlijkheid van een botsing vermenigvuldig met de waarschijnlijkheid van een fatale beschadiging

[9] $$p = p_b p_f = \frac{n_b \Omega L}{6\pi v_w}\left[1 - e^{-(u\sin(\delta)/u_c)^2}\right]$$

Voor een toerengeregelde pomp (vaak de praktijk) kunnen de volgende benaderingen worden gemaakt ten einde de stroomsnelheid en de omtreksnelheid te vervangen met pompparameters.

De stroomsnelheid is gelijk aan het debiet Q per eenheidsoppervlak A van de pomprotor

[10] $$v_w = \frac{Q}{A}$$

Het debiet van een pomp is nagenoeg proportioneel aan het toerental

[11] $$Q = \left(\frac{\Omega}{\Omega_o}\right) Q_o$$

Het voetschrift o duidt ontwerpwaarden aan.

Het optimale rotoroppervlak voor minimum wrijvingsverliezen is

[12] $$A \approx \pi \left(\frac{Q_o}{\Omega_o}\right)^{2/3}$$

Vergelijkingen [11] en [12] ingevuld in [10] levert

[13] $$v_w \approx \frac{\Omega}{\pi}\left(\frac{Q_o}{\Omega_o}\right)^{1/3}$$

De gemiddelde omtreksnelheid van de voorrand van een toerengeregelde rotor met diameter *D* kan worden benaderd met

[14] $$u \approx \frac{1}{3}\Omega D = \frac{1}{3}\Omega\sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \frac{2}{3}\Omega\left(\frac{Q_o}{\Omega_o}\right)^{1/3} \approx 2v_w$$

Het optimale toerental van een pomp is afhankelijk van de zuigdruk beschikbaar en de zuigdruk vereist door de rotor om vrij van cavitatie te functioneren. De zuigdruk vereist wordt bepaald door het zogenaamde zuig-specifiek toerental. Deze heeft nagenoeg een constante (dimensieloze) waarde van 3.75 [-] voor een typische pomp rotor. Zuig-specifiek toerental wordt gedefinieerd als

[15] $$\Omega_s = \frac{\Omega_o\sqrt{Q_o}}{(gH_s)^{3/4}}$$

Hierin is H_s de beschikbare zuigdruk. Voor een breed operationeel werkgebied wordt een zuigdruk bij ontwerppunt van ca. 6 [m] aangenomen. Dan volgt dat het optimale toerental kan worden benaderd met

[16] $$\Omega_o \approx \frac{80f}{\sqrt{Q_o}}$$

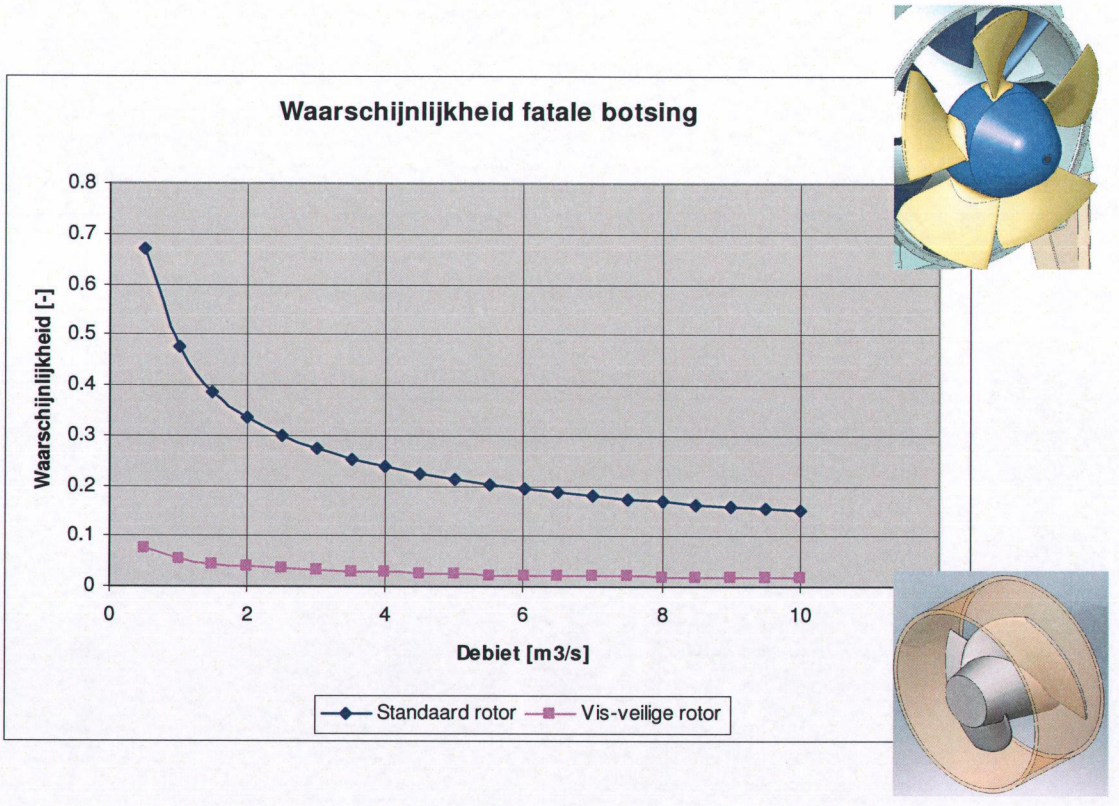
Een factor f is geïntroduceerd om het effect van afwijking van het optimale ontwerptoerental te modelleren. Instelling van vergelijking [16] in [13], met introductie van de parameter $\omega = \Omega/\Omega_o$ voor toerenregeling, volgt

[17] $$v_w \approx 6\omega f^{2/3}$$

De waarschijnlijkheid voor een sterfte bij een toerengeregelde pomp, vergelijking [9], wordt na vervanging van Ω en v_w benaderd door

[18] $$p \approx \frac{3}{4}\frac{n_b L f^{1/3}}{\sqrt{Q_o}}\left[1 - e^{-\left(\omega f^{2/3}\sin(\delta)\right)^2}\right] \quad [-]$$

3 Evaluatie varianten



Figuur [3] Theoretische vissterfte bij ontwerptoerental

Vergelijking [18] wordt in figuur [2] grafisch weergegeven voor een standaard propeller pomp bij ontwerptoerental met typisch vijf rechte schoepen (δ = 90 [°]) en een gemiddelde vislengte van L = 20 [cm]. De grafiek geeft de waarschijnlijkheid van vissterfte als functie van ontwerpdebiet.

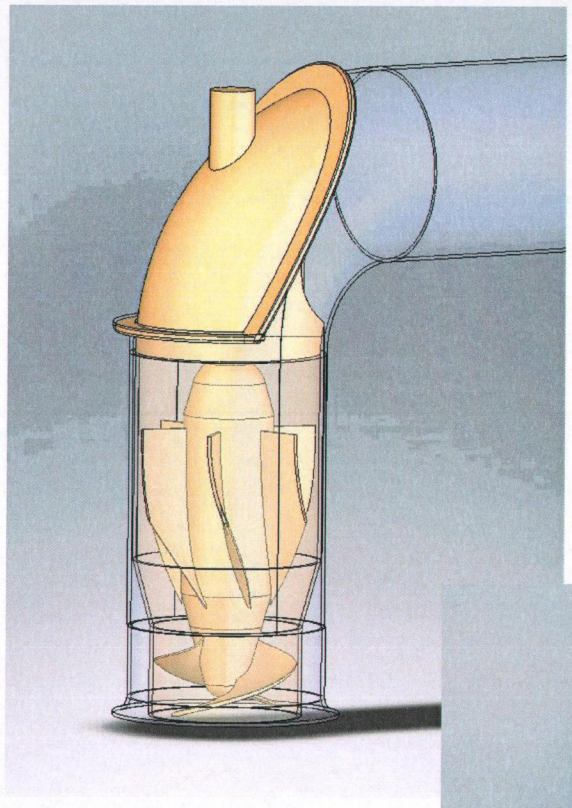
Een alternatief visvriendelijk ontwerp van de rotor bij dezelfde bedrijfspunten (ontwerpdebieten) verlaagd de waarschijnlijkheid van vissterfte met ca. een factor 10, zie figuur [2]. Het alternatieve ontwerp heeft twee afgeschuinde schoepen (δ = 35 [°]) en een ontwerptoerental 25 [%] lager dan de conventionele propeller. Het lager ontwerptoerental impliceert een vergroting in diameter van ca. 20 [%], terwijl een kleiner aantal langere schoepen een verlaging in rendement van ca. 5 [%] tot gevolg heeft

4 Samenvatting

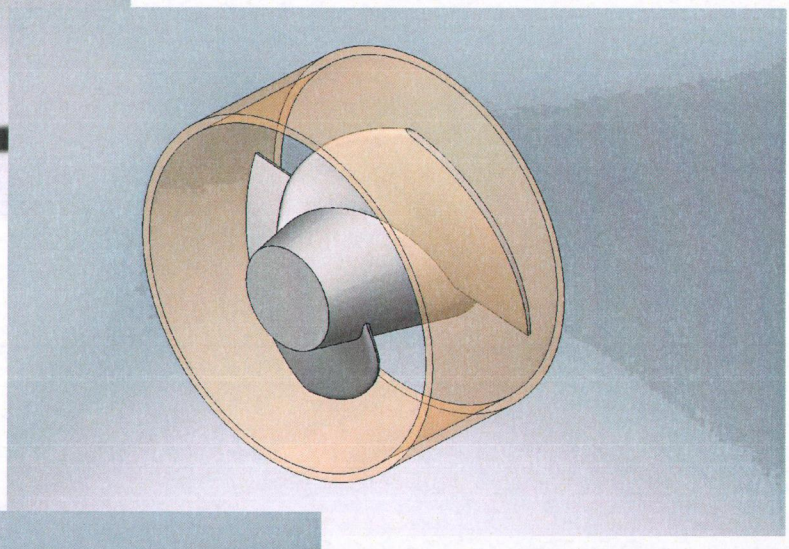
Uit het gepresenteerde model blijkt dat het bijna onvermijdelijk is dat een fractie van de vissen die een pomprotor passeren worden getroffen door de roterende bladen. Het is echter moeilijk in te schatten hoeveel vissen er in totaal zullen passeren en hoeveel fatale botsingen toelaatbaar zijn. Ook omdat het vermogen van vissen om van bewegende obstructies weg te zwenken of om stromingen te mijden niet te simuleren is.

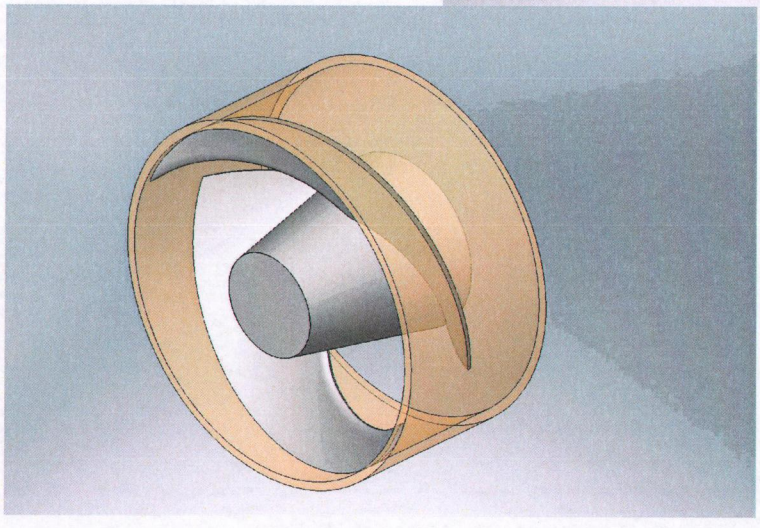
Uit illustratieve berekeningen met bovenstaand model toegepast op een conventionele pomp met een debiet van 1 [m^3/s] geplaatst in een spuikanaal, blijkt dat waarschijnlijk ca. 45 [%] van de passerende vissen met een lengte van 20 [cm] t.g.v. botsingen met rotorbladen het niet zullen overleven. Een alternatieve visvriendelijke rotor, geoptimaliseerd voor maximale visdoorlaat zonder al te veel concessie aan rendement, verlaagd de waarschijnlijkheid van vissterfte met een factor 10. De invloed van andere stilstaande obstructies zoals ruggen en leidschoepen zijn in dit model buiten beschouwing gelaten, zo ook effecten van drukgradiënten en turbulentie, die ook een (indirecte) bijdrage aan vissterfte kan hebben.

Bijlage [B] – Concept ontwerp Visveilige Pomp



Uitvoering prototype pomp





Geometrie visveilige waaiers

BIJLAGE VIII Kostenramingen

Opdrachtgever		Datum:	03-okt-08
HHS van Schieland en Krimpenerwaard	Witteveen + Bos	Print datum:	03-okt-08
Project		Status:	concept 01
Gemaal Verdoold, hevelvistrap		Dossier nr.	**DT263-25**
Volgnr Onderdeel		Niveau raming:	SO
1 hevelvistrap variant A		Prijspeil:	2008

onderbouwing van de raming van kosten per categorie

post	omschrijving	hoeveel heid	een heid	prijs	totaal
	hevelvistrap variant A				
1A	VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN				
1A1	Toepassen tijdelijke bemaling	1,0	EUR	€ 5.000,00	€ 5.000
1A2	Toepassen tijdelijke stalen damwand	180,0	m2	€ 60,00	€ 10.800
1A3	Maken sparingen in bestaande kademuur	2,0	st	€ 1.000,00	€ 2.000
1B	GRONDWERK				
1B1	Ontgraven grond uit sleuf	400,0	m3	€ 3,00	€ 1.200
1B2	Leveren en verwerken zand in sleuf	65,0	m3	€ 15,00	€ 975
1B3	Verwerken grond in sleuf	335,0	m3	€ 3,00	€ 1.005
1B4	Afvoeren overtollige grond (schoon, <10 km)	65,0	m3	€ 10,00	€ 650
	CONSTRUCTIES				
1C1	Aanbrengen palen in-/uitzwembak 150x150 mm	8,0	st	€ 500,00	€ 4.000
1C2	Aanbrenngen inzwem/-uitzwembak 1,2x1,2 m, hoogte 1,2 m	2,0	st	€ 6.000,00	€ 12.000
1C3	Aanbrengen putrand met afdekking	2,0	st	€ 375,00	€ 750
1C4	Aanbrengen stalen palen fundering visheveltrap	8,0	st	€ 1.000,00	€ 8.000
1C5	Aanbrengen oplegging (betonkesp)	4,0	st	€ 250,00	€ 1.000
1E	VISHEVELTRAP				
1E5	Versie A: Leveren materialen	1,0	EUR	€ 125.000,00	€ 125.000
1E6	Versie A: Fabricagekosten	1,0	EUR	€ 51.000,00	€ 51.000
1E7	Versie A: Montagekosten op het werk	1,0	EUR	€ 26.500,00	€ 26.500
1F	DIVERSEN				
1F1	Toepassen rijplatenbaan	50,0	m2	€ 10,00	€ 500
1F2	Toepassen tijdelijke toegangsweg	50,0	m2	€ 7,50	€ 375
			subtotaal dir.kosten		€ 250.755
	Subtotaal directe kosten				€ 250.755
	nader te detailleren	10%	pct	€ 250.755,0	€ 25.076
	totaal directe kosten				€ 275.831
	Eenm/bouwpla/uitv	12%	pct	€ 275.830,5	€ 33.100
			subtotaal (1) indirecte kost		€ 33.100
	AK/WR/bijdrage/ntd-ik	13%	pct	€ 275.830,5	€ 35.858
			subtotaal (2) indirecte kost		€ 35.858
	totaal indirecte kosten			25,00%	€ 68.958
	object onvoorzien	20%	pct	€ 344.788,1	€ 68.958
			subtotaal objectonvoorzier.		€ 68.958
	afronding		EUR		€ 254,3
	BOUWKOSTEN hevelvistrap variant A				**€ 414.000**
	Engineering	16%	pct	€ 414.000,0	€ 55.166
	afronding		EUR		€ 834,0
	BASISRAMING hevelvistrap variant A				**€ 470.000**

Opdrachtgever		Datum:	03-okt-08
HHS van Schieland en Krimpenerwaard	Witteveen + Bos	Print datum:	03-okt-08
Project		Status:	concept 01
Gemaal Verdoold, hevelvistrap		Dossier nr.	**DT263-25**
Volgnr Onderdeel		Niveau raming:	SO
2 hevelvistrap variant B		Prijspeil:	2008

onderbouwing van de raming van kosten per categorie

post	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	prijs	totaal
	hevelvistrap variant B				
2A	VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN				
2A1	Toepassen tijdelijke bemaling	1,0	EUR	€ 5.000,00	€ 5.000
2A2	Toepassen tijdelijke stalen damwand	180,0	m2	€ 60,00	€ 10.800
2A3	Maken sparingen in bestaande kademuur	2,0	st	€ 1.000,00	€ 2.000
2B	GRONDWERK				
2B1	Ontgraven grond uit sleuf	440,0	m3	€ 3,00	€ 1.320
2B2	Leveren en verwerken zand in sleuf	55,0	m3	€ 15,00	€ 825
2B3	Verwerken grond in sleuf	385,0	m3	€ 3,00	€ 1.155
2B4	Afvoeren overtollige grond (schoon, <10 km)	55,0	m3	€ 10,00	€ 550
	CONSTRUCTIES				
2C1	Aanbrengen palen in-/uitzwembak 150x150 mm	8,0	st	€ 500,00	€ 4.000
2C2	Aanbrenngen inzwem/-uitzwembak 1,2x1,2 m, hoogte 1,2 m	2,0	st	€ 6.000,00	€ 12.000
2C3	Aanbrengen putrand met afdekking	2,0	st	€ 375,00	€ 750
2E	VISHEVELTRAP				
2E8	Versie B: Leveren materialen	1,0	EUR	€ 116.000,00	€ 116.000
2E9	Versie B: Fabricagekosten	1,0	EUR	€ 51.000,00	€ 51.000
2E10	Versie B: Montagekosten op het werk	1,0	EUR	€ 26.500,00	€ 26.500
2F	DIVERSEN				
2F1	Toepassen rijplatenbaan	50,0	m2	€ 10,00	€ 500
2F2	Toepassen tijdelijke toegangsweg	50,0	m2	€ 7,50	€ 375
			subtotaal dir.kosten		€ 232.775
	Subtotaal directe kosten				€ 232.775
	nader te detailleren	10%	pct	€ 232.775,0	€ 23.278
	totaal directe kosten				€ 256.053
	Eenm/bouwpla/uitv	12%	pct	€ 256.052,5	€ 30.726
			subtotaal (1) indirecte koste		€ 30.726
	AK/WR/bijdrage/ntd-ik	13%	pct	€ 256.052,5	€ 33.287
			subtotaal (2) indirecte koste		€ 33.287
	totaal indirecte kosten			25,00%	€ 64.013
	object onvoorzien	20%	pct	€ 320.065,6	€ 64.013
			subtotaal objectonvoorzien		€ 64.013
	afronding		EUR		€ 921,3
	BOUWKOSTEN hevelvistrap variant B				**€ 385.000**
	Engineering	16%	pct	€ 385.000,0	€ 51.211
	afronding		EUR		€ 789,0
	BASISRAMING hevelvistrap variant B				**€ 437.000**

Opdrachtgever		Datum:	03-okt-08
HHS van Schieland en Krimpenerwaard	Witteveen + Bos	Print datum:	03-okt-08
Project		Status:	concept 01
Gemaal Verdoold, hevelvistrap		Dossier nr.	**DT263-25**
Volgnr Onderdeel		Niveau raming:	SO
3 hevelvistrap variant C		Prijspeil:	2008

onderbouwing van de raming van kosten per categorie

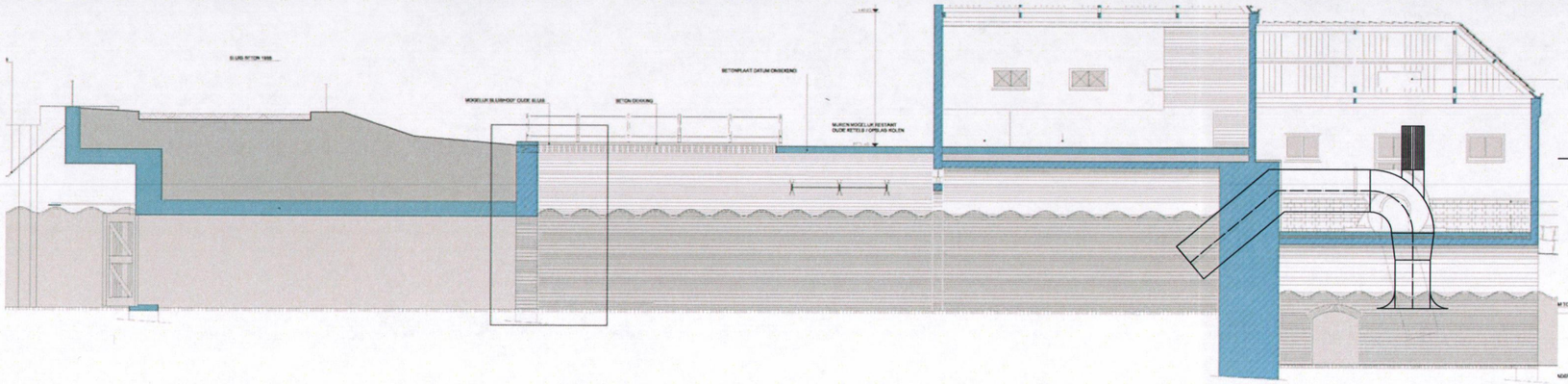
post	omschrijving	hoeveelheid	eenheid	prijs	totaal
	hevelvistrap variant C				
3A	VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN				
3A1	Toepassen tijdelijke bemaling	1,0	EUR	€ 5.000,00	€ 5.000
3A2	Toepassen tijdelijke stalen damwand	840,0	m2	€ 60,00	€ 50.400
3A3	Maken sparingen in bestaande kademuur	2,0	st	€ 1.000,00	€ 2.000
3B	GRONDWERK				
3B1	Ontgraven grond uit sleuf	480,0	m3	€ 3,00	€ 1.440
3B2	Leveren en verwerken zand in sleuf	45,0	m3	€ 15,00	€ 675
3B3	Verwerken grond in sleuf	435,0	m3	€ 3,00	€ 1.305
3B4	Afvoeren overtollige grond (schoon, <10 km)	45,0	m3	€ 10,00	€ 450
	CONSTRUCTIES				
3C2	Aanbrenngen inzwem/-uitzwembak 1,2x1,2 m, hoogte 1,2 m	2,0	st	€ 6.000,00	€ 12.000
3C3	Aanbrengen putrand met afdekking	2,0	st	€ 375,00	€ 750
3E	VISHEVELTRAP				
3E11	Versie C: Leveren materialen	1,0	EUR	€ 123.500,00	€ 123.500
3E12	Versie C: Fabricagekosten	1,0	EUR	€ 40.000,00	€ 40.000
3E13	Versie C: Montagekosten op het werk	1,0	EUR	€ 26.500,00	€ 26.500
3F	DIVERSEN				
3F1	Toepassen rijplatenbaan	50,0	m2	€ 10,00	€ 500
3F2	Toepassen tijdelijke toegangsweg	50,0	m2	€ 7,50	€ 375
			subtotaal dir.kosten		€ 264.895
	Subtotaal directe kosten				€ 264.895
	nader te detailleren	10%	pct	€ 264.895,0	€ 26.490
	totaal directe kosten				€ 291.385
	Eenm/bouwpla/uitv	12%	pct	€ 291.384,5	€ 34.966
			subtotaal (1) indirecte koste		€ 34.966
	AK/WR/bijdrage/ntd-ik	13%	pct	€ 291.384,5	€ 37.880
			subtotaal (2) indirecte koste		€ 37.880
	totaal indirecte kosten			25,00%	€ 72.846
	object onvoorzien	20%	pct	€ 364.230,6	€ 72.846
			subtotaal objectonvoorzien		€ 72.846
	afronding		EUR		€ 923,3
	BOUWKOSTEN hevelvistrap variant C				**€ 438.000**
	Engineering	16%	pct	€ 438.000,0	€ 58.277
	afronding		EUR		€ 723,0
	BASISRAMING hevelvistrap variant C				**€ 497.000**

Opdrachtgever		Datum:	03-okt-08
HHS van Schieland en Krimpenerwaard	Witteveen + Bos	Print datum:	03-okt-08
Project		Status:	concept 01
Gemaal Verdoold, hevelvistrap		Dossier nr.	**DT263-25**
Volgnr Onderdeel		Niveau raming:	SO
3 hevelvistrap variant D		Prijspeil:	2008

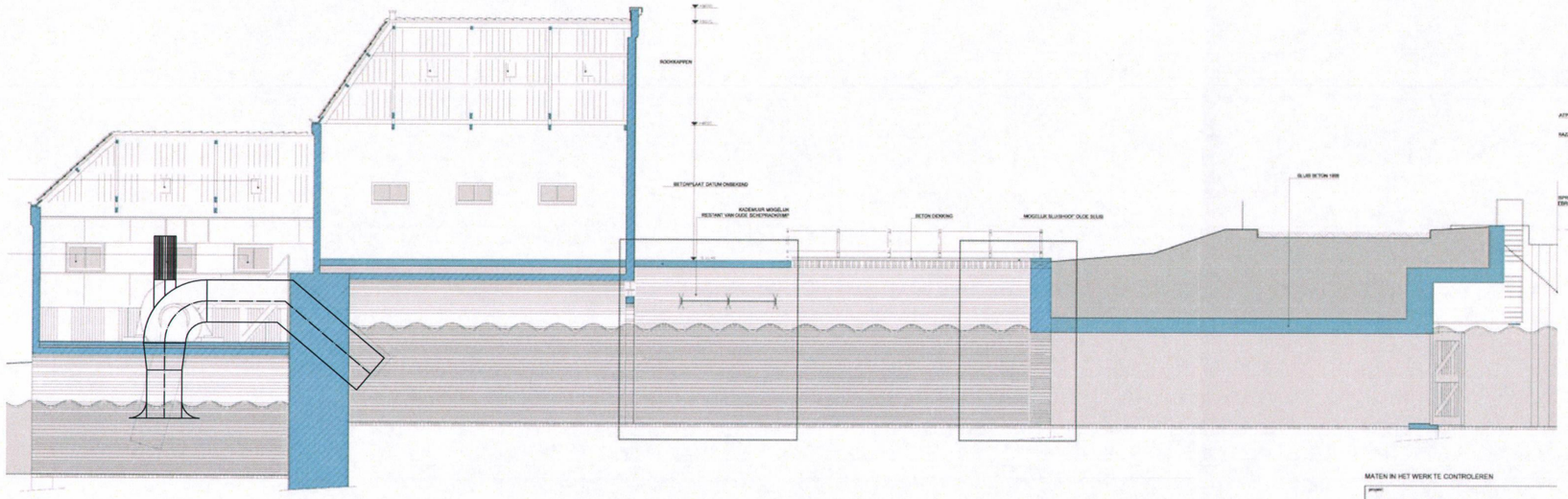
onderbouwing van de raming van kosten per categorie

post	omschrijving	hoeveel heid	een heid	prijs	totaal
	hevelvistrap variant D				
3A	VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN				
3A1	Toepassen tijdelijke bemaling	1,0	EUR	€ 5.000,00	€ 5.000
3A2	Toepassen tijdelijke stalen damwand	624,0	m2	€ 60,00	€ 37.440
3A3	Maken sparingen in bestaande kademuur	2,0	st	€ 1.000,00	€ 2.000
3B	GRONDWERK				
3B1	Ontgraven grond uit sleuf	250,0	m3	€ 3,00	€ 750
3B2	Leveren en verwerken zand in sleuf	40,0	m3	€ 15,00	€ 600
3B3	Verwerken grond in sleuf	210,0	m3	€ 3,00	€ 630
3B4	Afvoeren overtollige grond (schoon, <10 km)	40,0	m3	€ 10,00	€ 400
	CONSTRUCTIES				
3C2	Aanbrenngen inzwem/-uitzwembak 1,2x1,2 m, hoogte 1,2 m	2,0	st	€ 6.000,00	€ 12.000
3C3	Aanbrengen putrand met afdekking	2,0	st	€ 375,00	€ 750
3E	VISHEVELTRAP				
3E14	Versie D: Leveren materialen	1,0	EUR	€ 118.000,00	€ 118.000
3E15	Versie D: Fabricagekosten	1,0	EUR	€ 31.000,00	€ 31.000
3E16	Versie D: Montagekosten op het werk	1,0	EUR	€ 26.500,00	€ 26.500
3F	DIVERSEN				
3F1	Toepassen rijplatenbaan	50,0	m2	€ 10,00	€ 500
3F2	Toepassen tijdelijke toegangsweg	50,0	m2	€ 7,50	€ 375
			subtotaal dir.kosten		€ 235.945
	Subtotaal directe kosten				€ 235.945
	nader te detailleren	10%	pct	€ 235.945,0	€ 23.595
	totaal directe kosten				€ 259.540
	Eenm/bouwpla/uitv	12%	pct	€ 259.539,5	€ 31.145
			subtotaal (1) indirecte koste		€ 31.145
	AK/WR/bijdrage/ntd-ik	13%	pct	€ 259.539,5	€ 33.740
			subtotaal (2) indirecte koste		€ 33.740
	totaal indirecte kosten			25,00%	€ 64.885
	object onvoorzien	20%	pct	€ 324.424,4	€ 64.885
			subtotaal objectonvoorzien		€ 64.885
	afronding		EUR		€ 690,8
	BOUWKOSTEN hevelvistrap variant D				€ 390.000
	Engineering	16%	pct	€ 390.000,0	€ 51.908
	afronding		EUR		€ 92,0
	BASISRAMING hevelvistrap variant D				€ 442.000

BIJLAGE VII Schetsontwerp en aanvullende gegevens van de visveilige pompwaaier

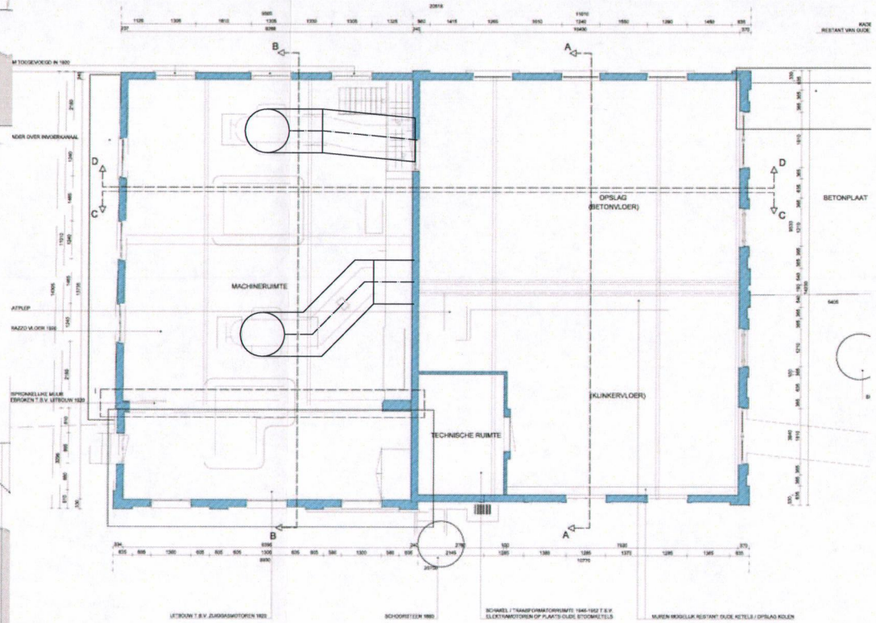


DOORSNEDE C - C



MATEN IN HET WERK TE CONTROLEREN

GEMAAL VERDOOLD

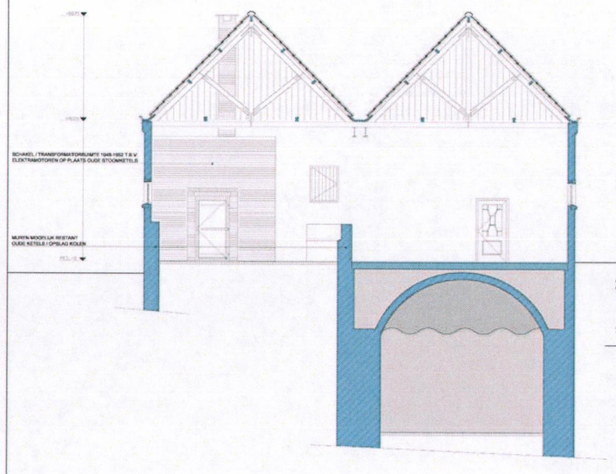


MATEN IN HET WERK TE CC

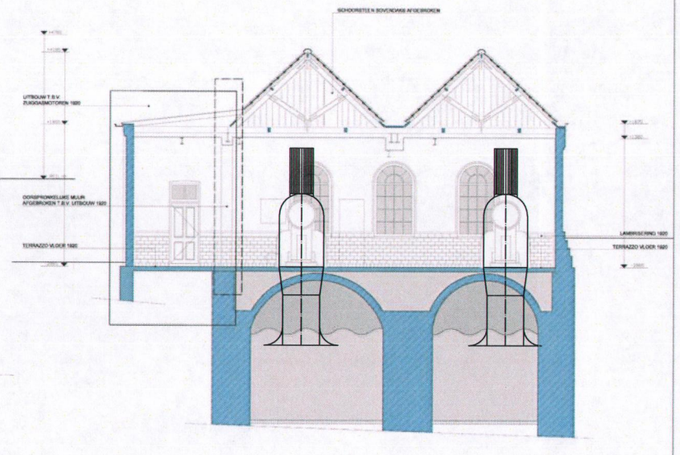
GEMAAL VERDOO

BOUWSPOREN TEKENING
PLATTEGROND

08-01 | BS-100



DOORSNEDE A - A



DOORSNEDE B - B

MATEN IN HET WERK TE CONTROLEREN

GEMAAL VERDOOLD

BOUWSPOREN TEKENING
DOORSNEDE A - A en B - B

CONCEPT 1 12-09-2008

OPMERKINGEN

-MATEN IN mm TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
-HOOGTEMAATVOERING IN m. T.O.V. N.A.P.

HHS VAN SCHIELAND EN KRIMPENERWAARD
GEMAAL VERDOOLD UITVOERING C

SITUATIE TEKENING
SCHETSONTWERP VISVEILIGE POMP
BOVENAANZICHT + ZIJAANZICHT

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend	M. Neunaber	
Gecontroleerd	ing. K. Hibma	
Goedgekeurd	ing. G. Kruitwagen	
Datum	15-09-2008	

G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen

Schaal zie tekening

DT263-25-1003

Formaat A1

BIJLAGE IV Schetsontwerp van de hevelvistrap volgens uitvoeringsvariant C