

# VOORKEURSVARIANTENNOTITIE VISVRIENDELIJK SLUISBEHEER AFSLUITDIJK EN HOUTRIBDIJK

RIJKSWATERSTAAT MIDDEN NEDERLAND



6 januari 2014  
077298068:0.8 - Definitief  
C01021.200821.0100/SD

# Inhoud

<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>11</b>
1.1 Projectkader .....	11
1.2 Aanpak .....	12
1.3 Leeswijzer .....	13
<b>2 Achtergrond</b> .....	<b>14</b>
2.1 Vismigratie IJsselmeergebied .....	14
2.2 Watersysteem en debieten in relatie tot vismigratie .....	15
2.3 Huidig visvriendelijk beheer Afsluitdijk .....	16
2.4 Interactie met andere projecten .....	16
<b>3 Ecologische, technische en maatschappelijke randvoorwaarden</b> .....	<b>19</b>
3.1 Inleiding .....	19
3.2 Ecologische randvoorwaarden .....	19
3.3 Technische randvoorwaarden .....	21
3.4 Maatschappelijke Randvoorwaarden .....	21
<b>4 Visvriendelijk beheer spuisluizen Afsluitdijk</b> .....	<b>23</b>
4.1 Algemeen .....	23
4.2 Varianten in het visvriendelijk beheer .....	25
4.2.1 Deuren openen voor gelijk peil optreed .....	25
4.2.2 Spuien bij een peilverschil kleiner dan 10 cm .....	25
4.2.3 Vis schutten met de spuisluizen .....	25
4.2.4 Vis schutten met variabele deuropening .....	26
<b>5 Visvriendelijk beheer schutsluizen Afsluitdijk</b> .....	<b>27</b>
5.1 Algemeen .....	27
5.2 Varianten in het visvriendelijk beheer .....	27
5.2.1 Migratie via rinketten in de sluisdeuren .....	27
5.2.2 Lokstroom via rinketten en migratie door open sluisdeur .....	28
5.2.3 Vis schutten met schutsluizen .....	28
<b>6 Visvriendelijk beheer spuisluizen Houtribdijk</b> .....	<b>29</b>
6.1 Algemeen .....	29
6.2 Varianten in het visvriendelijk beheer .....	31
6.2.1 Spuisluizen tussen Markermeer en IJsselmeer zo lang mogelijk open houden .....	31
6.2.2 Vis schutten met de spuisluizen .....	33
6.2.3 Spuideuren op een kier bij klein verval .....	33
<b>7 Visvriendelijk beheer schutsluizen Houtribdijk</b> .....	<b>34</b>
7.1 Algemeen .....	34
7.2 Varianten in het visvriendelijk beheer .....	34

7.2.1	Schutsluizen tussen Markermeer en IJsselmeer zo lang mogelijk open houden.....	34
7.2.2	Migratie via rinketten in de sluisdeuren.....	34
7.2.3	Lokstroom via omloopriool en migratie door open sluisdeur.....	35
7.2.4	Sluisdeuren op een kier bij klein verval.....	35
<b>8</b>	<b>Multicriteria analyse van de varianten .....</b>	<b>36</b>
8.1	Aanpak.....	36
8.2	Multicriteria analyse per objectsoort .....	42
8.3	Advies klankborggroep per objectsoort.....	43
8.4	Conclusie & advies per objectsoort .....	44
<b>9</b>	<b>Overige factoren visvriendelijk beheer .....</b>	<b>45</b>
9.1	Overzicht factoren .....	45
9.2	Periode, tijdstip en frequentie .....	45
9.3	Geometrische factoren (recirculatie) .....	46
9.4	Combinaties van varianten.....	47
9.5	Overige factoren.....	47
<b>10</b>	<b>Literatuur.....</b>	<b>48</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>Inventarisatie ecologische randvoorwaarden.....</b>	<b>52</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Inventarisatietabel technische randvoorwaarden .....</b>	<b>64</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Multicriteria-analyse matrixen .....</b>	<b>68</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Verslag Klankbordgroepbijeenkomst .....</b>	<b>69</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Verslag Stakeholdersbijeenkomst .....</b>	<b>70</b>
<b>Colofon.....</b>		<b>71</b>

# Samenvatting

## Algemeen

Het is een wettelijke eis vanuit de Kaderrichtlijn Water dat voor 1 november 2015 visvriendelijk beheer van de spui- en schutsluizen in de Afsluitdijk en de Houtribdijk operationeel is. Visvriendelijk beheer kan worden gedefinieerd als een zodanig beheer en bediening van de sluisen, dat vis in staat wordt gesteld via de sluisen te migreren volgens natuurlijke patronen. Hierbij gelden vaste randvoorwaarden als het gaat om basisfuncties, scheepvaart- en gebruiksfuncties. De mogelijkheden voor visvriendelijk beheer zijn nader onderzocht in het project visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk. De bevindingen zijn opgenomen in een voorkeursvariantennotitie waarvan voorliggend document de samenvatting is.

## Objectsoorten

Met betrekking tot de kunstwerken in de Afsluitdijk en de Houtribdijk kan onderscheid gemaakt worden in schutsluizen (voor de scheepvaart) en spuisluizen (voor de waterkwantiteitsbeheersing). Op de zoet-zoutovergangen in de Afsluitdijk liggen het Stevincomplex en het Lorentzcomplex (Figuur 1). Het Stevincomplex te Den Oever heeft drie groepen van vijf spuisluizen en één schutsluis. Het Lorentzcomplex te Kornwerderzand heeft twee groepen van vijf spuisluizen en twee schutsluizen. In de Houtribdijk bevinden zich drie zoet-zoet overgangen, namelijk het Krabbersgatcomplex met één schutsluis en twee spuisluizen, het Naviduct met twee schutsluizen en het Houtribcomplex met twee schutsluizen en zes spuisluizen (figuur 1). Dit leidt tot de volgende te onderscheiden objectsoorten: spuisluizen zoet-zout; spuisluizen zoet-zoet; schutsluizen zoet-zout; schutsluizen zoet-zoet.

## Zoutlast

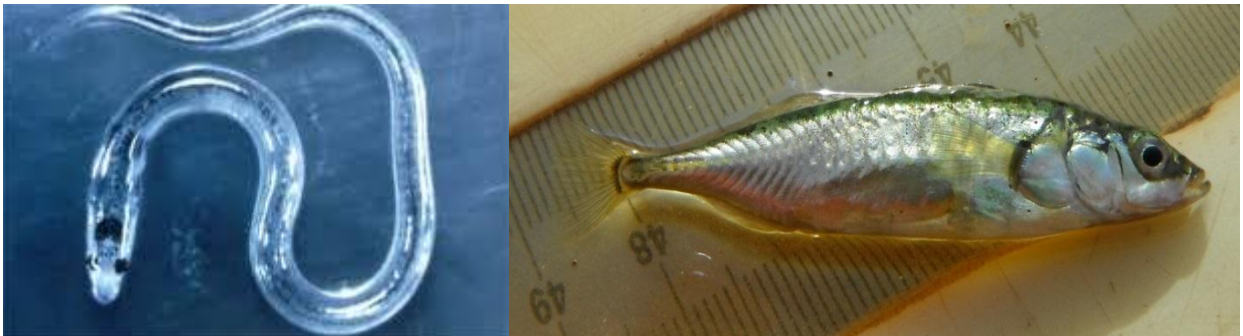
Bij de complexen gelegen op de Afsluitdijk is er aan de buitenzijde (Waddenzee) een getijdeslag (afwisseling van eb en vloed), die zorgt voor grote peilverschillen. Bij de Houtribdijk ontbreekt de getijdeslag en zijn relatief kleine peilverschillen tussen het IJssel- en Markermeer als gevolg van opwaaiing en 'klotseffect'. Een nadeel is dat instroming van water bij de Afsluitdijk een zoutbelasting geeft op het IJsselmeer. Een harde randvoorwaarde is dat het visvriendelijk beheer van kunstwerken in de Afsluitdijk op geen enkele wijze mag leiden tot extra zoutbelasting. Dit wordt geborgd door de aanleg van zouthevens (constructies die het ingestroomde zoutwater terug hevelen op de Waddenzee) bij Den Oever en Kornwerderzand.



Figuur 1. Ligging sluiscomplexen. Bron: Grote Bosatlas 52e editie

### *Vismigratie IJsselmeergebied*

Vismigratie is te omschrijven als de verplaatsing van vissen tussen paai-, opgroei- en overwinteringsgebieden, inclusief de dagelijkse verplaatsingen die nodig zijn voor het vinden van voedsel en verplaatsingen als gevolg van ongunstige omstandigheden. Vissen kunnen actief dan wel passief migreren. Bij actieve migratie verplaatsen vissen zich door zelf te zwemmen, terwijl bij passieve migratie vissen zich met de waterstroom mee laten voeren. Een bijzondere vorm van passieve migratie is selectief getijden-transport, waarbij vissen gebruik maken van de opkomende vloedstroom om vanaf zee naar de kust te migreren. Het visvriendelijk sluisbeheer in de Afsluitdijk is vooral gericht op deze zogenaamde getijdenmigranten en zwakke zwemmers. Doelsoorten hierbij zijn spiering, driedoornige stekelbaars, aal en bot (zie figuur 2).



Figuur 2 Glasaal (l) en driedoornige stekelbaars (r)

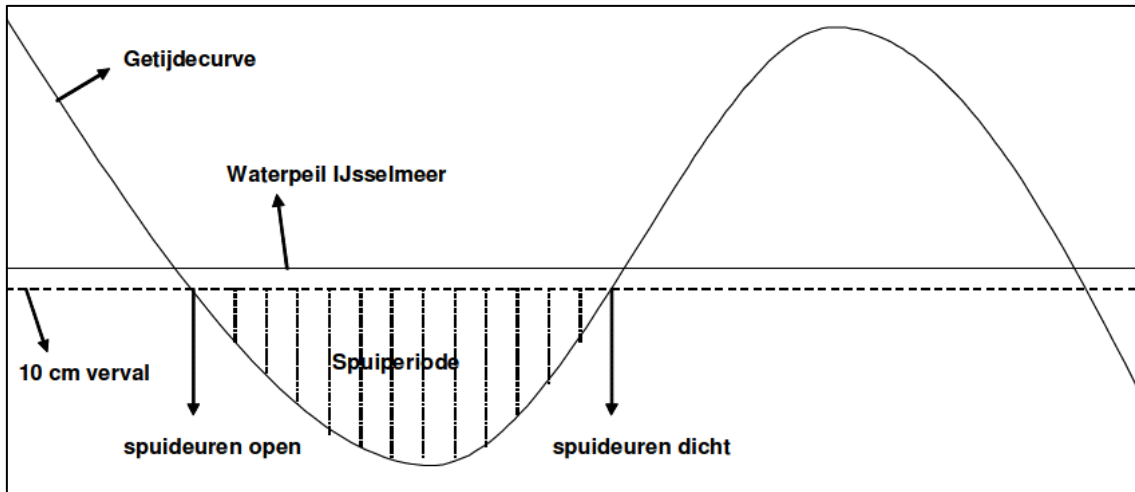
Het visvriendelijk sluisbeheer in de Houtribdijk is gericht op migratie van alle voorkomende vissoorten. Dit leidt tot een belangrijk verschil in de aanpak van het visvriendelijke beheer. Doordat het bij de Afsluitdijk om zwakke zwemmers gaat die met de waterstroom mee migreren, is het hier nodig om water in te laten. Uitgangspunt bij alle kunstwerken is dat sterke zwemmers, zoals zalm en zeeforel, sowieso wel van de Waddenzee naar het IJsselmeer kunnen migreren zoals blijkt uit onderzoek en dat migratie naar zee toe (schieraal) gewaarborgd is door het frequente spuien.

### *Randvoorwaarden*

Visvriendelijk beheer moet o.a. rekening houden met de zwemcapaciteit van vissoorten, met lokkende factoren (lokstroom, chemische samenstelling) en de timing van de migratie (wanneer zijn de specifieke soorten aanwezig). Visvriendelijk beheer is maatwerk. Het gaat er om de fysieke barrière (te hoge stroomsnelheid, dichte deuren etc.) voor vis tijdelijk weg te nemen, rekening houdend met de randvoorwaarden voor de vismigratie. Aard en gebruik van de sluizen zijn van invloed op de wijze van visvriendelijk beheer. In essentie gaat het echter in beide gevallen om hetzelfde: creëer een opening, creëer lage stroomsnelheden die overwonnen kunnen worden, zorg voor een waterverplaatsing die gunstig is voor vis. Dat kan door op specifieke momenten deuren op een kier te zetten, rinketten of omloopriolen te openen, extra schuttingen uit te voeren, mits de techniek dit mogelijk maakt en de functies van de kunstwerken niet in gevaar komen.

### *Beheervarianten spuisluizen Afsluitdijk.*

De spuisluizen dienen om water af te voeren waarbij tevens indringing van zout water wordt tegengegaan. Er is sprake van een concreet afgebakende periode waarin water gespuid kan worden, afhankelijk van het getij (zie figuur 3).



Figuur 3. Schetsmatige weergave spui-beheer Afsluitdijk

Bij een waterstand van 10 cm lager op de Waddenzee wordt gestart met spuien, bij afgaand tij. In het begin is de stroomsnelheid nog relatief laag door het kleine peilverschil maar gedurende het tij neemt dit aanzienlijk toe om een maximum te bereiken bij laag water. Bij een stijgende buitenwaterspiegel (opkomend tij) neemt de stroomsnelheid door de spuisluizen langzaam weer af. De sluisdeuren sluiten weer wanneer wederom een peilverschil van 10 cm is bereikt (10 cm lager op de Waddenzee). Er worden vier varianten van visvriendelijk beheer onderscheiden en wel de volgende: 1.1 Deuren open voor gelijk peil, 1.2 Spuien bij peilverschil kleiner dan 10 cm, 1.3 Vis schutten met de spuisluizen en 1.4 Vis schutten met een variabele deuropening.

#### 1.1 Deuren open voor gelijk peil

De spuideuren (noord en zuid) kunnen volledig worden geopend voorafgaand aan een normale spuiperiode als het waterpeil aan de zeezijde nog 20cm hoger is dan IJsselmeerpeil gedurende een korte periode (enkele minuten). Als gevolg hiervan is er een instroom van zout water die de slechte zwemmers de gelegenheid geeft om met het water mee binnen te komen.

#### 1.2 Spuien bij peilverschil kleiner dan 10 cm

De deuren worden eerder geopend (of later gesloten), bij een verval kleiner dan 10 cm (10 cm hoger in de Waddenzee). Dit is een variant op 1, die eveneens leidt tot instroom van zout water. Door dichtheidsverschillen stroomt er een bovenlaag van zoetwater naar buiten terwijl er langs de bodem zout water naar binnen stroomt. Het binnenstromende zoute water neemt de slechte zwemmers en passieve migranten mee.

#### 1.3 Vis schutten met de spuisluizen

In de periode dat er niet gespuid wordt, bij hoog water op de Waddenzee, worden schuttingen verricht met de spuisluizen. Even na het moment van hoogwater wordt hiertoe een noordelijke spuideur geopend waardoor er zeewater met vis de spuisluis inloopt en zoet water er uit. Deze situatie wordt gedurende enige tijd volgehouden. Vervolgens wordt de noordelijke deur gesloten en de zuidelijke deur geopend. Het zoute water in de spuisluis loopt het IJsselmeer binnen en de vis migreert met de stroom mee naar het zoete water.

#### 1.4 Vis schutten met een variabele deuropening

Als variant op 3, kan er ook gewerkt worden met twee deuren tegelijkertijd, gedurende laag tij aan de buitenzijde.



De noordelijke deur wordt hierbij geheel open gezet en de zuidelijke deur wordt op een kier gehouden. Onder de zuidelijke deur is sprake van een hoge stroomsnelheid vanwege het verval, onder de noordelijke deur en in de spuikoker is de stroomsnelheid laag door het beperkte debiet. Deze situatie wordt gedurende enige tijd aangehouden waarmee vis de koker in kan zwemmen. Vervolgens wordt de noordelijke deur op een kier gezet en de zuidelijke deur volledig geopend, als gevolg waarvan vis het IJsselmeer in kan zwemmen. Dit beheer is meer gericht op de actief zwemmende migranten die op een lokstroom afkomen.

#### ***Beheervarianten schutsluizen Afsluitdijk.***

Met betrekking tot het visvriendelijk beheer van de schutsluizen in de Afsluitdijk worden een drietal varianten onderscheiden: 2.1 Migratie via rinketten in de sluisdeuren, 2.2 Lokstroom via rinketten en migratie door de open sluisdeur, 2.3 Vis schutten met schutsluizen.

##### *2.1 Vismigratie via rinketten in de sluisdeuren*

Door, afhankelijk van de getijdencyclus, te variëren in de stand van de rinketten (nivelleerschuiven in de deuren) kan vismigratie worden bevorderd. Aan de hoogwaterzijde (IJsselmeerkant) worden hiertoe de rinketten een klein stukje geopend. Hierdoor komt er met een hoge stroomsnelheid water in de schutkolk. Door aan de andere zijde de rinketten volledig te openen, kan er water met een relatief beperkte stroomsnelheid uitstromen (laagwater) en vis tegen de stroming in binnenzwemmen. Na enige tijd wordt de stand van de schuiven omgewisseld.

##### *2.2 Lokstroom via rinketten en migratie door de open sluisdeur*

Een variant op het hierboven beschreven scenario is aan de laagwaterzijde (Waddenzee) de migratie niet te laten verlopen via volledig geopende rinketten maar door de deuren alhier volledig te openen. Hierdoor kan vis van de gehele sluisbreedte en waterkolom gebruik maken om de kolk binnen te zwemmen. Na enige tijd wordt de situatie weer gewisseld.

##### *2.3 Vis schutten met schutsluizen*

Bij een met zoetwater gevulde kolk worden de deuren aan de zeezijde geopend. Door dichtheidsverschillen stroomt het zoete water bovenlangs af en het zoute water (met vis) onderlangs de kolk in. De deuren aan de zeezijde worden gesloten, de deuren aan de zoetwaterzijde worden geopend. Het zoute water stroomt de kolk uit en neemt de vis mee. De kolk vult zich weer met zoet water en de cyclus kan worden herhaald.

#### ***Beheervarianten spuisluisen Houtribdijk.***

Het grote verschil met de Afsluitdijk is dat bij spuicomplexen gelegen op zoet-zoet overgangen geen rekening gehouden hoeft te worden met instroom van zout water. Wel belangrijk is om rekening te houden met de natuurlijke migratierichting van vis (in het voorjaar stroomopwaarts en in het najaar stroomafwaarts) en peilverschil door opwaaiing. Bedacht moet worden dat het peilverschil tussen het IJssel- en Markermeer 83% van de tijd kleiner is dan 10 cm en 63% van de tijd kleiner dan 5cm. Ook zijn de peilverschillen vaak slechts van korte duur. Met betrekking tot visvriendelijk beheer worden drie varianten onderscheiden: 3.1 Spuisluisen tussen Markermeer en IJsselmeer zo lang mogelijk open houden, 3.2 Vis schutten met de spuisluisen en 3.3 Spuideuren op een kier bij klein verval.

##### *3.1 Spuisluisen tussen Markermeer en IJsselmeer zo lang mogelijk open houden*

Het peilverschil tussen Markermeer en IJsselmeer is 83% van de tijd kleiner dan 10 cm. Als de kunstwerken open gezet zouden worden, treden relatief lage stroomsnelheden op die door vissen redelijk makkelijk overwonnen kunnen worden. Daarmee is de barrière tussen de twee waterlichamen opgeheven en kan vis tussen beide migreren.

### 3.2 Vis schutten met de spuisluisen

Bij een groter peilverschil kan vis worden geschut zoals boven beschreven bij scenario 1.3. Vis schutten met spuisluisen bij de Afsluitdijk. Door te manipuleren met de deuren kan vis de spuisluis ingelokt worden. Na een bepaalde periode wordt de stand van de deuren gewisseld, waardoor aangelokte vis de spuikoker in kan zwemmen en aan de andere zijde weer uit kan zwemmen.

### 3.3 Spuideuren op een kier bij klein verval

Een derde beheerscenario voor de spuisluisen in de Houtribdijk is het op een kier zetten van de spuideuren bij een peilverschil kleiner dan 10 cm. Het verval wordt dan over beide deuren verdeeld en kan vis van het ene meer naar het andere migreren. Een nadeel is dat er geen migratie mogelijk is over de gehele waterkolom, sommige vissoorten zijn minder geneigd langs de bodem te migreren, andere soorten echter juist weer wel.

## **Beheervarianten schutsluisen Houtribdijk**

Met betrekking tot visvriendelijk beheer van de schutsluisen in de Houtribdijk worden drie varianten onderscheiden: 4.1 Schutsluisen tussen Markermeer en IJsselmeer zo lang mogelijk open houden, 4.2 Migratie via rinketten in de sluisdeuren, 4.3 Lokstroom via omloopriool en migratie door open sluisdeur en 4.4 Sluisdeuren op een kier bij klein verval.

### 4.1 Schutsluisen tussen Markermeer en IJsselmeer zo lang mogelijk open houden

Indien de scheepvaart en andere overwegingen dit toelaten, kunnen bij gelijk peil alle deuren van de schutkolk worden geopend. In wezen is dan vrije vismigratie (en scheepvaart) mogelijk, conform hetzelfde scenario als bij de spuisluisen (3.1).

### 4.2 Migratie via rinketten in de sluisdeuren

Het Naviduct is voorzien van rinketten als niveleersysteem. In dit geval kan de migratie verlopen via de rinketten. Bij een lager peil op het IJsselmeer en een hoger peil op het Markermeer kunnen de rinketten aan de Markermeerzijde op een kier worden gezet, terwijl de rinketten aan de IJsselmeerzijde volledig worden geopend. Vis kan dan vanaf het IJsselmeer de kolk inzwemmen, tegen een relatief geringe stroomsnelheid in. Vervolgens worden de rinketten aan de IJsselmeerzijde op een kier gezet en de rinketten aan de Markermeerzijde volledig geopend. Vis kan dan de kolk uitzwemmen naar het Markermeer terwijl aan de IJsselmeerzijde een lokstroomwerking ontstaat die vis naar het Naviduct lokt. Vervolgens kan de procedure worden herhaald.

### 4.3 Lokstroom via omloopriool en migratie door open sluisdeur

De schutsluisen bij het Houtribcomplex en de schutsluis bij het Krabbersgatcomplex zijn voorzien van omloopriolen en hebben dus geen rinketten. De omloopriolen kunnen worden ingezet om een lokstroom op te wekken. Bij een hoger peil op het Markermeer en een lager peil op het IJsselmeer worden de omloopriolen enigszins geopend, bij geopende sluisdeuren aan de IJsselmeerzijde. Vis kan dan de kolk inzwemmen. Na enige tijd worden de sluisdeuren aan de IJsselmeerzijde gesloten en de deuren aan de Markermeerzijde geopend. Vis kan vervolgens de kolk uitzwemmen naar het Markermeer.

### 4.4 Sluisdeuren op een kier bij klein verval

Een vierde beheerscenario voor de schutsluisen in de Houtribdijk is het op een kier zetten van de sluisdeuren bij (nagenoeg) geen peilverschil. Het verval wordt dan over beide deuren verdeeld en kan vis van het ene meer naar het andere migreren. Er is bij dit scenario echter onzekerheid over de haalbaarheid gezien de technische constructie van de puntdeuren van de schutsluisen.



**Multicriteria analyse en klankbordgroep advies**

Alle beschreven varianten moeten voldoen aan de eerder genoemde randvoorwaarden vanuit ecologie, techniek en maatschappelijke gebruiksfuncties. De varianten zijn daarom onderworpen aan een Multicriteria-analyse. Hierbij zijn de volgende criteria gehanteerd:

1. Ecologie – Geschiktheid doelsoorten (Passieve/actieve zwemmers);
2. Ecologie – Capaciteit;
3. Zoutindringing;
4. Veiligheid (Waterkeringsveiligheid & gebruikers);
5. Scheepvaart;
6. Maatschappelijke gebruiksfuncties;
7. Peilbeheer;
8. Waterkwaliteit;
9. Bedieningsgemak/ implementeerbaarheid;
10. Inzet personeel;
11. Benodigde aanpassingen aan object;
12. Constructie object (slijtage en stabiliteit);
13. Kosten;
14. Energieverbruik.

De scenario's zijn kwalitatief en ten opzichte van elkaar gescoord in een multicriteria-analysematrix per objectsoort (spuisluizen zoet-zout; schutsluizen zoet-zout; spuisluizen zoet-zoet; schutsluizen zoet-zoet), waarbij 1, 2 of 3 punten werden toegekend. De verschillende criteria zijn even zwaar gewogen. De optelsom van de scores per criteria hebben geleid tot een ranking 1, 2, 3 of 4. Onderstaande tabel geeft de ranking van de beheervarianten per objectsoort (groen is hoogste ranking, rood is laagste ranking).

Tabel 1 Scores multicriteria analyse per objectsoort en beheervarianten.

Objectsoorten	Beheervarianten													
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4
Spuisluizen zoet-zout	2	1	4	3										
Schutsluizen zoet-zout					1	2	3							
Spuisluizen zoet-zoet								1	3	2				
Schutsluizen zoet-zoet											1	3*	3*	2

\*Zelfde score (gedeeld derde).

Na het opstellen van de voorkeursvariantennotitie is deze voorgelegd aan een klankbordgroep met externe deskundigen op het gebied van vismigratie en sluis techniek, daarnaast waren de inhoudelijk betrokken van Rijkswaterstaat en ARCADIS/ ATKB aanwezig. Tijdens een bijeenkomst met de klankbordgroep zijn de verschillende varianten per objectsoort toegelicht en bediscussieerd. Per objectsoort is door de klankbordgroep een voorkeur en advies uitgesproken.

### **Conclusies en klankbordgroep advies per locatie**

Onderstaand wordt per objectsoort kort de conclusie volgend uit de multicriteria analyse beschreven. Vervolgens wordt per objectsoort ook het advies van de klankbordgroep toegelicht.

#### ***Spuisluizen Afsluitdijk***

In de categorie Spuisluizen zoet-zout scoort het scenario 'Spuien bij een peilverschil <10 cm' het best, maar niet veel beter dan het scenario 'Deuren open voor gelijk peil'. Het verschil is slechts 1 punt. In essentie ontlopen de scenario's zich dan ook slechts beperkt (bij het ene scenario gaan de deuren eerder open dan bij het andere), waarbij het scenario 'Deuren open voor gelijk peil' iets slechter scoort vanwege een grotere hoeveelheid ingelaten zout water. Dit hoeft echter geen probleem te zijn, indien de zouthevens i.c.m. de opvolgende spuigang een voldoende capaciteit hebben om het ingestroomde zoute water weer terug te laten stromen naar de Waddenzee. De zouthevens zorgen samen het spuien voor een netto zoutlast nul.

#### ***Advies klankbordgroep***

De voorkeur van de klankbordgroep gaat uit naar scenario 1 en 2: 'Deuren open voor gelijk peil' of 'Spuien bij een peilverschil kleiner dan 10 cm'. Beheersvarianten 3 en 4 hebben zeker niet de voorkeur (Vis schutten met de spuisluizen bij hoog of laag water in de Waddenzee). Het eerste scenario heeft ecologisch het grootste effect, indien dit scenario uitgevoerd kan worden binnen de capaciteit van de zouthevens en de opvolgende spuigang (in verband met netto zoutlast nul), dan heeft dit de voorkeur. Scenario 2 is een goede tweede, maar in feite een afgezwakte variant op 1.

Scenario 3 en 4, vis schutten met de spuisluizen, hebben duidelijk niet de voorkeur. Dit levert technisch risico's op, is complex bij implementatie en ecologische effectiviteit is niet zeker. De technisch specialisten geven aan dat niet voor deze scenario's moet worden gekozen als aanpassingen aan de bestaande constructie niet toegestaan zijn. Er is onzekerheid over trillingen, stortebed en openen deuren onder groot verval. De visecologen geven aan dat variant 3, vis schutten bij hoog water in de Waddenzee, mogelijk wel effectief is door een goede zoutlast-vis verhouding. Dit ligt aan de visdichtheid voor de deur bij hoog water en zou eerst onderzocht moeten worden. Variant 4, vis schutten bij laag water in de Waddenzee, is vooral voor actieve zwemmers en valt voor de visecologen af. De technisch specialisten geven daarnaast aan bij deze variant twijfels te hebben over de betrouwbaarheid van de constructie en bodembescherming.

#### ***Schutsluizen Afsluitdijk***

In de categorie Schutsluizen zoet-zout scoort het scenario 'Migratie via rinketten in de sluisdeuren' het best met 32 punten. Beide andere scenario's scoren aanzienlijk minder. Scenario 'Migratie via rinketten in de sluisdeuren' scoort goed in verband met o.a. de lage zoutindringing, veiligheid, implementeerbaarheid, beperkt noodzakelijke aanpassingen en kosten. Dit laatste scenario biedt betere mogelijkheden tot het inzwemmen van de sluiscolk, omdat de deuren geopend zijn in plaats van alleen de rinketten.

#### ***Advies klankbordgroep***

De klankbordgroep verwacht voor visvriendelijk beheer van de schutsluizen in de Afsluitdijk een lage ecologische effectiviteit. De visecologen verwachten dat een marginaal deel van het aanbod aan vis de schutsluizen binnenkomt omdat hier geen vrijwel geen wateruitwisseling plaatsvindt. Als gekozen wordt voor aangepast beheer, dan valt de keuze op variant 3, 'Vis schutten met de schutsluizen'. Variant 3 is namelijk echt schutten, met een redelijk volume water, variant 1 en 2 zijn hier afgezwakte varianten van doordat rinketten gebruikt worden zodat het volume beperkt is. Daarnaast wordt aangenomen dat bij volledig open deuren de getijdenmigranten naar binnen komen door wateruitwisseling door dichtheidsverschillen. Wanneer alleen een rinket of omloopriool open staat, treedt dit effect nauwelijks op.

***Spuisluizen Houtribdijk***

In de categorie Spuisluizen zoet-zoet scoort het scenario 'Spuisluizen tussen Markermeer en IJsselmeer zo lang mogelijk open houden' het best met 37 punten. Het scenario 'Vis schutten met spuisluizen' scoort aanzienlijk slechter met slechts 23 punten. De redenen dat het eerste scenario het best scoort, zijn gelegen in de verwachte capaciteit en efficiëntie maar ook in de beperkt noodzakelijke aanpassingen en de goede implementeerbaarheid.

***Advies klankbordgroep***

De voorkeur van de klankbordgroep gaat unaniem uit naar het scenario 'Spuisluizen tussen Markermeer en IJsselmeer zo lang mogelijk open houden'. Het is gezien vanuit de techniek simpel en zonder afwijking op normale handelingen, en vanuit de ecologie is een zo vrij mogelijke migratie gewenst. Het visvriendelijk beheer van de Houtribdijk is ook minder van belang voor regionale migranten, maar meer voor dispersie van soorten. Het wordt in feite één groot meer, één systeem en dat is een groot voordeel van deze variant. Deze voorkeur sluit aan bij het advies in de voorkeursvariantennotitie. De deskundigen geven wel aan dat het lastig is deze variant op effectiviteit te onderzoeken. Eerder onderzoek van IMARES gaf al aan dat ter plaatse minder sprake is van gerichte migratie maar meer van dispersie (vissen zwemmen heen en weer). Gesteld wordt dat het niet nodig is deze variant op effectiviteit te onderzoeken. Doordat beide meren dan een groot deel van de tijd in open verbinding staan, is maximale uitwisseling van vis mogelijk.

***Schutsluizen Houtribdijk***

In de categorie Schutsluizen zoet-zoet scoort het scenario 'Schutsluizen zo lang mogelijk open' het best. Het scenario 'Migratie via rinketten in de sluisdeuren' scoort wel minder, maar nog steeds redelijk goed. Het eerste scenario scoort goed in verband met de verwachte capaciteit en efficiëntie, maar ook vanwege de beheersbaarheid, beperkt noodzakelijke aanpassingen, implementeerbaarheid, kosten en energie.

***Advies klankbordgroep***

De klankbordgroep merkt op dat als het scenario 'Spuisluizen zo lang mogelijk open' geïmplementeerd kan worden, het minder voor de hand ligt om op de schutsluizen visvriendelijk beheer te implementeren. De verwachting is dat de ecologische effectiviteit van maatregelen bij de schutsluizen relatief beperkt is vergeleken met het visvriendelijk beheer van de spuisluizen. Daarnaast geldt dat implementatie van visvriendelijk beheer bij de schutsluizen complex is binnen het huidige beheer vanwege het aantal extra bedieningshandelingen die verricht moeten worden. Als toch gekozen zou worden voor visvriendelijk beheer bij de schutsluizen dan gaat de voorkeur uit naar de schutsluizen zo lang mogelijk open houden bij weinig scheepvaart ('s nachts) en peilverschil kleiner dan 10 cm.

# 1 Inleiding

## 1.1 PROJECTKADER

Vissoorten die in hun levenscyclus afhankelijk zijn van de trek van zout naar zoet of omgekeerd ondervinden negatieve effecten van de Afsluitdijk en de Houtribdijk. De Houtribdijk is tevens een obstakel voor regionale migratie van zoet naar zoet. Met het project ‘Visvriendelijk Sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk’ wordt beoogd de mogelijkheden voor vismigratie via de bestaande spui- en sluiscomplexen (Figuur 4) te verbeteren en zo de leefomstandigheden voor verschillende vissoorten te bevorderen. Dit wordt gerealiseerd door het beheer en de bediening van de spui- en sluiscomplexen in de Afsluitdijk en de Houtribdijk waar mogelijk aan te passen. Het aangepaste beheer dient operationeel te zijn voor 1 november 2015 zodat voldaan wordt aan de wettelijke eis vanuit de Kaderrichtlijn Water.

### Objectsoorten

Per complex (Figuur 4) zijn één of meerdere spuisluizen en schutsluizen aanwezig. De sluisen (objecten) zijn ingedeeld in de volgende objectsoorten: spuisluizen zoet-zout; spuisluizen zoet-zoet; schutsluizen zoet-zout; schutsluizen zoet-zoet.

### Voorkeursvariantennotitie

Voorliggende notitie is het resultaat van de eerste fase: ‘Opstellen voorkeursvarianten aangepast beheer’ van het project Visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk. Het doel van deze fase is het vaststellen van 3 - 5 varianten van aangepast beheer per objectsoort. Op basis van deze notitie maakt het projectteam van Rijkswaterstaat een keuze voor de te testen voorkeursvarianten (één per objectsoort) in Fase 2 van het project (2014). De testen worden uitgevoerd bij een spui- en schutsluis in zowel de Afsluitdijk als Houtribdijk.



Figuur 4 Ligging sluiscomplexen. Bron: grote Bosatlas 52<sup>e</sup> editie.

## 1.2 AANPAK

### *Inventarisatie ecologische, technische en maatschappelijke randvoorwaarden*

Om te komen tot 3-5 voorkeursvarianten per objectsoort is de onderstaande methode gehanteerd (schematische weergave Figuur 5). De eerste fictieve lijst in de figuur betreft alle mogelijke varianten van aangepast beheer die maar denkbaar zijn. Dit kan variëren van het op een kier zetten van de spuideuren tot het jaarrond openstellen van alle sluisen. Een groot deel van deze varianten is uiteraard niet haalbaar vanwege allerlei randvoorwaarden en eisen. Dit kunnen randvoorwaarden zijn vanuit de ecologie, zoals maximale stroomsnelheden, maar ook vanuit de objecten, zoals het maximale peilverschil waarbij een sluisdeur nog kan openen. Daarom zijn eerst de ecologische randvoorwaarden (wat wil de vis?) en technische randvoorwaarden (wat is er technisch gezien mogelijk?) in kaart gebracht (hoofdstuk 3). Deze randvoorwaarden en eisen bepalen het kader waarbinnen de varianten van aangepast beheer opgesteld moeten worden.

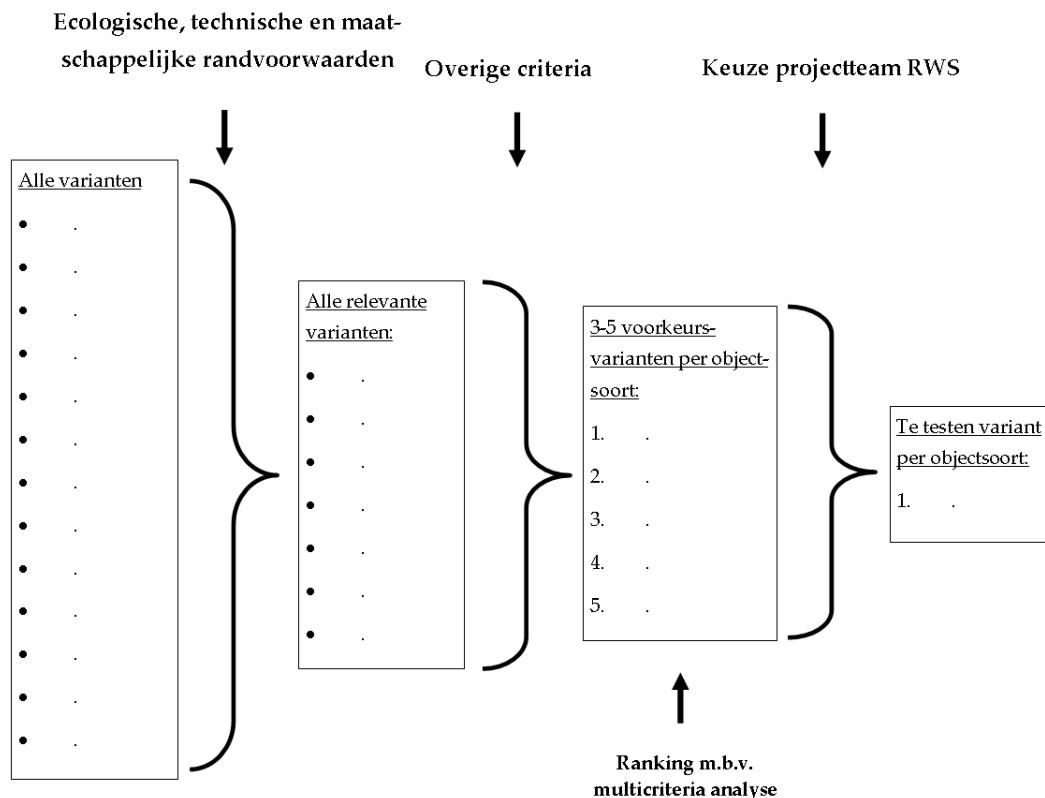
### *Voorkeursvarianten*

De tweede lijst in de figuur betreft alle varianten die mogelijk zijn, gezien vanuit de ecologische en technische randvoorwaarden. Deze varianten voldoen in principe aan de soort specifieke eisen van de doelsoorten en zijn technisch gezien mogelijk. Er zijn naast randvoorwaarden vanuit de ecologie en techniek ook nog andere criteria die van belang zijn zoals zoutindringing, bestaande functies, kosten, energieverbruik, noodzakelijke aanpassingen etc. Uit de varianten is een selectie gemaakt van de voorkeursvarianten per objectsoort met behulp van deze criteria. Uiteindelijk zijn 3 of 4 varianten per objectsoort geselecteerd (hoofdstukken 4-7), die in de expertsessie zijn beoordeeld als zowel zinvol als haalbaar. Deze selectie is door de projectteamleden van ARCADIS en ATKB gemaakt middels een expertsessie. Bij deze expertsessie waren aanwezig: Tim Vriese (ATKB), specialist vismigratie; Wilco de Bruijne (ARCADIS); specialist vismigratie; Hessel Voortman (ARCADIS), specialist waterbouwkunde en Tom Wijdenes (ARCADIS), specialist waterbouwkunde.

### *Multicriteria analyse*

De 3-5 voorkeursvarianten per objectsoort vormen de derde lijst in het schema. Voor deze voorkeursvarianten is een multicriteria analyse uitgevoerd (hoofdstuk 8). De varianten zijn kwalitatief en ten opzichte van elkaar gescoord in een multicriteria-analysematrix per objectsoort (spuisluisen zoet-zout Afsluitdijk; spuisluisen zoet-zoet Houtribdijk; schutsluisen zoet-zout Afsluitdijk; schutsluisen zoet-zoet Houtribdijk). De manier waarop deze score is toegekend wordt in hoofdstuk 8 per criterium beschreven. Zo wordt aangegeven wat het criterium precies inhoudt en op welke wijze het in de multicriteria matrix is getoetst. Daarnaast is in de multicriteria-analysematrixen bij iedere score een korte onderbouwing gegeven. Ten slotte geldt dat alle criteria eenzelfde gewicht toegekend hebben gekregen. In een later stadium wordt er per criterium een gespecificeerde wegingsfactor vastgesteld, voor zover noodzakelijk.

Uit de multicriteria volgt een advies per objectsoort voor de toe te passen vorm van aangepast beheer. Van deze lijst worden door het projectteam van Rijkswaterstaat de te testen varianten per locatie gekozen.



Figuur 5 Schematisch overzicht gehanteerde methode.

### Overige factoren

De voorkeursvarianten worden opgesteld op basis van type variant. Dat wil zeggen, maken we gebruik van rinketten (deurschuiven), of van de volledige sluisdeuren? Gaan we uit van schutten zonder lokstroom of met lokstroom? Daarbinnen kan eindeloos gevarieerd worden met een aantal factoren waaronder de werkingsperiode, tijdstip en frequentie (hoofdstuk 9). Met behulp van deze factoren worden de gekozen voorkeursvarianten geoptimaliseerd.

## 1.3 LEESWIJZER

- In hoofdstuk 2 wordt de achtergrond van de vismigratieproblematiek in het IJsselmeergebied nader toegelicht. Onder andere het watersysteem, huidig visvriendelijk beheer en interactie met andere projecten komt aan bod.
- In hoofdstuk 3 worden de ecologische en technische randvoorwaarden en eisen toegelicht. De randvoorwaarden en eisen bepalen de ruimte waarbinnen de varianten van aangepast beheer opgesteld kunnen worden.
- In de hoofdstukken 4 t/m 7 worden de mogelijkheden voor visvriendelijk beheer besproken per objectsoort te weten:
  - Spuisluizen Afsluitdijk (zoet-zout)
  - Schutsluizen Afsluitdijk (zoet-zout)
  - Spuisluizen Houtribdijk (zoet-zoet)
  - Schutsluizen Houtribdijk (zoet-zoet)
- In hoofdstuk 8 is voor iedere objectsoort een multicriteria analyse opgesteld. Het resultaat van de multicriteria analyse is een advies voor een voorkeursvariant per locatie. In hoofdstuk 9 worden de overige factoren besproken waarmee de gekozen voorkeursvarianten verder geoptimaliseerd kunnen worden.



# 2

## Achtergrond

### 2.1 VISMIGRATIE IJSSELMEERGEDIED

#### *Algemeen*

De visstand op het IJssel- en Markermeer is relatief eenzijdig en wordt op basis van biomassa of aantallen gedomineerd door een aantal soorten (LINKit consult, 2007). De meest dominante vissoorten zijn pos, baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars, die zich kenmerken door een voornamelijk lokale/ regionale migratie. Het merendeel van de anadrome soorten (houting, zalm, zeeforel, rivierprik, zeebek, driedoornige stekelbaars, fint, spiering en elft) en katadrome soorten (aal en bot) is relatief zeldzaam in het IJsselmeergebied (zie bijlage 1 voor uitleg). Deels vormen deze soorten ook standpopulaties in het IJsselmeergebied, denk hierbij aan houting, driedoornige stekelbaars en spiering. Voor zover er een migratie tussen zout en zoet is, zullen de anadrome en katadrome soorten het meest gebruik (willen) maken van de complexen in de Afsluitdijk. Uit telemetrisch onderzoek (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001; Bij de Vaate et al., 2003) maar ook uit onderzoek naar de strontium-calcium verhouding in schubben (Winter et al., 2008) is gebleken dat de grote migranten zoals zalm, zeeforel en houting in staat zijn de Afsluitdijk te passeren, hoewel de migratiemogelijkheden lang niet optimaal zijn. Waarschijnlijk geldt dit ook voor de soorten fint en elft. Voor soorten met beperkte zwemcapaciteit zoals glasaal, spiering en driedoornige stekelbaars is de situatie problematischer. Hoewel spiering, driedoornige stekelbaars, haring en bot wel binnentrekken aan het begin (voornamelijk) en aan het eind van de spuiperiode (beduidend minder) (Witteveen+Bos, 2009a), is sprake van een heel klein migratie 'window' in de tijd en in de ruimte. Het achterland (Markermeer, Randmeren, rivieren, beken etc.) is volledig afhankelijk van de aanvoer van (alle) genoemde soorten via de spui- en sluiscomplexen in de Afsluitdijk en Houtribdijk (en wellicht de Oranjesluizen) voor de kwaliteitsverbetering van de visstanden binnen de Kaderrichtlijn Water (KRW). Belangrijk is ook dat juist de regionale migratie moet verbeteren om een grotere uitwisseling tussen populaties mogelijk te maken en de soortenrijkdom te bevorderen. Om dit te realiseren is een hoge mate van visvriendelijk beheer van de spui- en sluiscomplexen wenselijk.

#### *Wat is er nodig voor de intrek van de doelsoorten?*

Diverse factoren zijn bepalend voor de mate waarin een kunstwerk (stuw, sluis, spuisluis, gemaal) passeerbaar is voor vis. Allereerst gaat het om de vindbaarheid van het kunstwerk; hierin spelen optische factoren, hydrodynamische factoren (stromingskarakteristieken, lokstroomwerking, omvang van het debiet etc.) en chemische samenstelling (b.v. een zoet-zout gradiënt) een rol. Vervolgens is de mate waarin een kunstwerk vermijdingsreacties veroorzaakt van belang. Zo maakt een gemaal vaak laagfrequent geluid dat afschrikwekkend kan werken op vis. Ook de aanwezigheid van bijvoorbeeld een grofvuilrooster kan een vermijdingsreactie veroorzaken. De fysieke omstandigheden bij passage zijn natuurlijk zeer bepalend; het gaat hier om de stroomsnelheid die overbrugd moet worden (en over welke afstand) maar ook om de dimensies van de doorzwemopening ter plaatse.

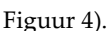
Om tot een goed visvriendelijk beheer te komen, moet er kennis zijn van het kunstwerk, maatschappelijke functies, het beheer en de omstandigheden ter plaatse evenals kennis van de doelsoorten die moeten passeren. In die zin is visvriendelijk beheer maatwerk. In de navolgende hoofdstukken wordt aangegeven wat het huidige visvriendelijke beheer is en wordt aangegeven welke visvriendelijke beheerscenario's bij spuisluizen en bij schutsluizen (theoretisch) mogelijk zijn. Hierbij moet bedacht worden dat er een verschil bestaat tussen kunstwerken gelegen op een zoet-zoutovergang en kunstwerken gelegen op een overgang tussen twee zoete waterlichamen. In het eerste geval is er een getijdeslag en is er sprake van dichtheidsafhankelijke stromingen (bij een gelijk peil). Deze verschijnselen treden niet op bij kunstwerken gelegen tussen twee zoete waterlichamen.

## 2.2 WATERSYSTEEM EN DEBIETEN IN RELATIE TOT VISMIGRATIE

Het IJsselmeergebied valt onder te verdelen in drie hydrologische compartimenten die door sluisen van elkaar zijn gescheiden (RDII, 2000 in LINKit consult, 2007):

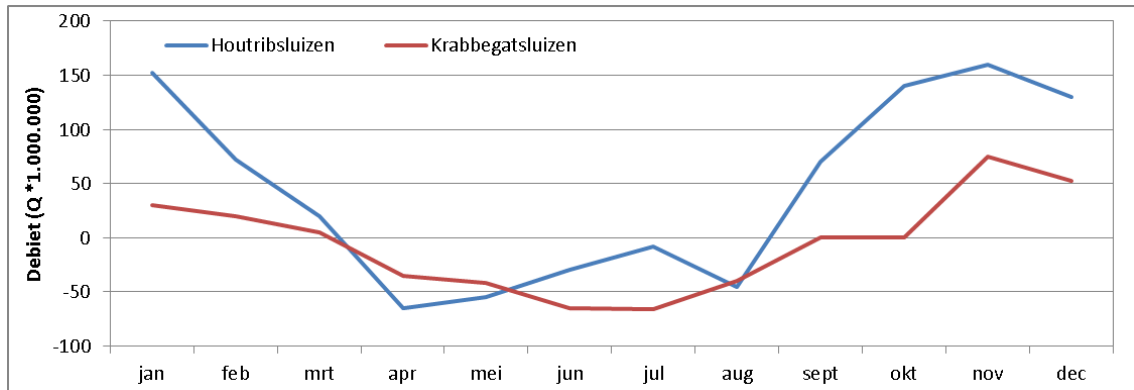
- Het IJsselmeer en de Noordelijke Randmeren (Ketelmeer, Zwarte Meer en Vossemeer);
- Het Markermeer, IJmeer, Gouwzee en de Zuidelijke Randmeren (Gooimeer, Eemmeer en Nijkerkernauw);
- Wolderwijd, Nuldernauw Veluwemeer en Drontermeer (Oostelijke Randmeren).

Het functioneren van het IJsselmeergebied als watersysteem wordt in sterke mate bepaald door de rivier de IJssel die ongeveer 70% van de totale wateraanvoer voor haar rekening neemt. De overige circa 30% van het water heeft een meer regionale herkomst en is voor een groot deel afkomstig uit Noord Nederland. De aanvoer vindt plaats via een aantal riviertjes en beken zoals de Overijsselse Vecht, de Eem en een aantal Veluwse beken. Ook wordt water via gemalen en sluisen vanuit de omliggende polders aangevoerd. Het totale afwateringsgebied beslaat circa 20.000 km<sup>2</sup> (LINKit consult, 2007).

De belangrijkste in- en uitgang voor vis naar het IJsselmeergebied wordt gevormd door de spui- en sluiscomplexen te Den Oever (Stevincomplex) en Kornwerderzand (Lorentzcomplex). Via de Oranjesluizen is er een verbinding naar het Noordzeekanaal en uiteindelijk, via het spui- en sluiscomplex te IJmuiden naar zee. IJsselmeer en Markermeer staan met elkaar in verbinding via de spui- en sluiscomplexen in de Houtribdijk (westzijde: Krabbersgatcomplex en Naviduct, oostzijde: Houtribcomplex, zie ook  Figuur 4).

Het zomer- en winterstreefpeil van het IJssel- en Markermeer is resp. NAP -0,2 m en NAP -0,4 m. Het peil in beide meren is dus zowel in de zomer als in de winter in principe gelijk. Gedurende de maanden september tot en met maart is er een debiet van het Markermeer naar het IJsselmeer. In de overige maanden (voorjaar, zomer) is er een debiet van het IJsselmeer naar het Markermeer (zie Figuur 6).

Geredeneerd vanuit de Zuidelijke Randmeren en het Markermeer is er een stroomrichting die aansluit bij een normale migratierichting in het najaar/ winter (stroomafwaarts voor schieraal). In de zomerperiode gaat er water vanuit het IJsselmeer naar het Markermeer, wanneer vis stroomopwaarts wil trekken. Dit leidt tot een onnatuurlijke migratierichting vanuit het Markermeer naar het IJsselmeer.



Figuur 6 Waterbewegingen tussen Markermeer en IJsselmeer (2000). Positief debiet: stroming van Markermeer naar IJsselmeer; negatief debiet: stroming van IJsselmeer naar Markermeer (Bron: LINKit consult, 2007).

### 2.3 HUIDIG VISVRIENDELIJK BEHEER AFSLUITDIJK

Op dit moment vindt geen visvriendelijk beheer plaats van de complexen in de Houtribdijk en van de schutsluizen in de Afsluitdijk. De spuisluizen in de Afsluitdijk zijn begin jaren '90 (1990-1993) visvriendelijk beheerd. Bij opkomend water werden de spuideuren pas gesloten bij gelijk peil in plaats van bij 10 cm peilverschil tussen IJsselmeer en Waddenzee (peil in IJsselmeer 10 cm hoger dan in de Waddenzee). In 1993 is dit teruggedraaid van wege de zoutlast, bij uitvoering van het visvriendelijk beheer kwam te veel zout water binnen. Het verval van 10 cm is tot op heden de norm om de spuideuren te openen en sluiten. Van 1990 tot 2003 is er daarnaast in de periode maart t/m augustus visvriendelijk beheer gevoerd op de spuisluizen die niet benut worden voor spuien. Hiervoor zijn de betreffende spuisluizen ingezet als vissluis door de zuidelijke deuren op een kier (0,5m) te zetten. Dit gebeurde echter bij en lager peil in de Waddenzee t.o.v. het IJsselmeer waardoor deze vorm van beheer is gericht op actieve zwemmers en in beperkte mate bijdraagt aan passieve migratie. Vanaf 2003 is dit beheer jaarrond toegepast, indien de waterkwantiteit dit toelaat. Vanaf 2003 worden de buitenste twee van iedere 5 kokers hiervoor ingezet. (Bron: RWS interne memo 7565 'Visintrek via spuisluizen Afsluitdijk' van H.J. Pompert.)

### 2.4 INTERACTIE MET ANDERE PROJECTEN

Voorafgaand en tijdens het project 'Visvriendelijk Sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk' zijn een reeks van projecten geïdentificeerd die een mogelijke interactie hebben met het visvriendelijk beheer. In onderstaande tabel zijn deze weergegeven en wordt deze interactie benoemd.

Project	Interactie met visvriendelijk sluisbeheer
Vismigratierivier	<p>Er is een afstemmingsoverleg geweest tussen de projectgroep van de Vismigratierivier en betrokkenen van Arcadis en ATKB. Geconstateerd is dat beide projecten tot doel hebben de vismigratie bij de Afsluitdijk te verbeteren. Het visvriendelijk beheer mag niet leiden tot verhoging van de zoutbelasting van het IJsselmeer en geen effect hebben op maatschappelijke functies. Het is niet onmogelijk dat de Vismigratierivier leidt tot een verhoging van de zoutbelasting. Uit de haalbaarheidsstudie hieromtrent gedaan, blijkt dat het mogelijk is om te komen tot een goede vismigratie via de Vismigratierivier, zonder dat de zoutbelasting van het IJsselmeer toeneemt. Een mogelijk nadelige interactie lijkt dan ook uitgesloten. Het is niet de verwachting dat deze voorziening en aangepast beheer elkaar beïnvloeden, daar deze ruimtelijk voldoende zijn gescheiden.</p>
Aanleg hevelvispassage Den Oever	<p>De hevelvispassage bij Den Oever heeft eveneens tot doel de vismigratie bij de Afsluitdijk te verbeteren. Een mogelijke interactie zou kunnen ontstaan wanneer de lokkende mechanismen (lokstroom of samenstelling van het water) van de hevelvispassage en/of het visvriendelijke beheer met elkaar gaan concurreren, waardoor de maatregelen afzonderlijk minder effectief zouden kunnen worden. Omdat nog geen definitieve keuze is gemaakt voor de meest optimale variant voor het visvriendelijk beheer, kan momenteel nog niet worden vastgesteld welke interactie mogelijk kan optreden. In een later stadium zal dit opnieuw aan de orde worden gesteld.</p>
Aanleg zouthevens	<p>Het belangrijkste interactiepunt is de capaciteit van de hevels (uitlaat van zout water) ten opzichte van de inlaat van zout water als gevolg van visvriendelijk beheer bij de Afsluitdijk. De inlaat van zout water zal worden afgestemd op de capaciteit van de hevels, wanneer het meest optimale scenario nader zal worden geconcretiseerd. Verder is de positie van de hevels van belang. Wanneer de ingetrokken/ ingelaten vis gedurende langere tijd verblijft in de diepe putten met zout water is het niet onmogelijk dat deze vis met het zoute water naar de Waddenzee wordt geheveld. Dit zou de inspanning ten aanzien van verbetering van de vismigratie teniet doen. Echter, momenteel valt nog niet te zeggen wat het gedrag van de vis is, nadat deze het IJsselmeer is binnengekomen. Dit zal onderwerp van nader onderzoek moeten zijn.</p>
Renovatie spuisluizen Den Oever en Kornwerderzand in het kader van het project Toekomst Afsluitdijk	<p>Het visvriendelijk beheer mag niet leiden tot aanpassingen aan de kunstwerken, met andere woorden het is toegespitst op de huidige mogelijkheden van deze kunstwerken. Dit is één van de technische randvoorwaarden. Als deze door de renovatie aangepast worden, is er een mogelijke interactie met het visvriendelijk beheer. Momenteel is niet inzichtelijk wat de renovatie maatregelen exact inhouden. Eventuele interactie zal in de toekomst nader moeten worden bekeken.</p> <p>Tevens worden in het kader van het project Afsluitdijk waarschijnlijk pompen in of voor de kokers van het spuicomples bij Den Oever geplaatst. De mogelijkheden voor visvriendelijk beheer van deze sluisen worden mogelijk beperkt. Dit is echter nog onduidelijk aangezien pas in 2016 een ministerieel besluit wordt genomen over het project Afsluitdijk.</p>
Regulier onderhoud aan de objecten	<p>Indien noodzakelijk kan hierdoor het visvriendelijk beheer tijdelijk worden onderbroken. Omdat het onderhoud in de tijd beperkt is, worden er hooguit tijdelijke effecten verwacht op het visvriendelijk beheer.</p>

Project	Interactie met visvriendelijk sluisbeheer
	De interactie is daarmee verwaarloosbaar.
Aanpassing peilbesluit IJsselmeer 2010-2015	Aanpassing van het peil op het IJsselmeer kan leiden tot verandering in de spuiduur. Voor visvriendelijk beheer met de spuisluizen zou dit consequenties kunnen hebben. Echter, dit heeft geen consequenties voor de mogelijke varianten die in deze studie worden voorgesteld. Interactie ligt dan ook niet voor de hand. Effecten op het visvriendelijk beheer bij de Houtribdijk liggen eveneens niet voor de hand. Naar verwachting blijft het peilverschil tussen beide meren gelijk (streefpeilverschil is nu 0).
Verdieping vaarweg Harlingen-Kornwerderzand	Geen interactie te verwachten. Dit valt buiten de invloedssfeer van het project visvriendelijk sluisbeheer.
Maatregelen in het kader van 'Natuurlijker Markermeer-IJmeer'	Maatregelen moeten leiden tot een hogere ecologische kwaliteit van het Markermeer. Interactie met visvriendelijk beheer is uitgesloten.
ANT (Autonome Neergaande Trends)	Onderzoek hoe autonome neergaande trends van o.a. spiering in IJssel- en Markermeer te keren. Geen interactie te verwachten. Door visvriendelijk beheer zullen de mogelijkheden voor de migratie van spiering alleen maar toenemen.
Blue Energy	Energie winning door middel van osmose. Proefinstallatie te Breezanddijk. Ruimtelijk gescheiden van de complexen te Kornwerderzand en Den Oever. Geen interactie te verwachten.
Herstelplan Aal	Door visvriendelijk beheer nemen de intrekmogelijkheden van glasaal toe en zal er een positief effect zijn op het herstel van de aal. De uittrekmogelijkheden zijn naar verwachting goed en zullen niet veranderen.
Van Noordzeekanaal naar Vecht	Plan om de vismigratie bij de Oranjesluizen te verbeteren. Er is sprake van een positieve interactie als de migratiemogelijkheden tussen Noordzeekanaal en Markermeer en tussen IJsselmeer, Markermeer en zee verbeteren.

Tabel 2 Interactie met andere projecten

# 3

## Ecologische, technische en maatschappelijke randvoorwaarden

### 3.1 INLEIDING

Een eerste stap in het ontwikkelen van beheervarianten is het in kaart brengen van de ecologische, technische en maatschappelijke randvoorwaarden. De inventarisatie van ecologische en technische randvoorwaarden voor het project visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk is als tussenproduct opgeleverd. De inventarisatie van ecologische en belangrijkste technische randvoorwaarden is daarom opgenomen in Bijlage 1 (ecologische randvoorwaarden) en Bijlage 2 (technische randvoorwaarden). In paragraaf 3.2 worden de ecologische randvoorwaarden samenvattend beschreven. Deze randvoorwaarden bepalen in grote mate het type van aangepast beheer dat voor de Afsluitdijk en Houtribdijk wordt voorgesteld in hoofdstuk 4 t/m 7. In paragraaf 3.3 worden kort de technische randvoorwaarden toegelicht en in paragraaf 3.4 de maatschappelijke randvoorwaarden uit het BPRW (Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015).

### 3.2 ECOLOGISCHE RANDVOORWAARDEN

Vismigratie is te omschrijven als de verplaatsing van vissen tussen paai-, opgroei- en overwinteringsgebieden, inclusief de dagelijkse verplaatsingen die nodig zijn voor het vinden van voedsel en verplaatsingen als gevolg van ongunstige omstandigheden, bijvoorbeeld lage zuurstofconcentraties (Kroes & Monden, 2005). Vissen kunnen actief dan wel passief migreren. Bij actieve migratie is sprake van verplaatsing door zwemmen bij passieve migratie van verplaatsing door meeliften op waterstromen. Een bijzondere vorm van passieve migratie is selectief getijden-transport, waarbij vissen gebruik maken van de opkomende vloedstroom om vanaf zee naar de kust te migreren. Selectief getijden-transport kan plaatsvinden tot het punt waar het getij nog net waarneembaar is (*tidal limit*). Vanaf dat punt dienen vissen actief verder te trekken. Bij kunstwerken zoals de Afsluitdijk kan gesteld worden dat deze de grens vormen tussen passief en actief transport.

#### *Vismigratie Afsluitdijk*

Het visvriendelijk sluisbeheer in de Afsluitdijk is vooral gericht op de intrek van diadrome vissoorten (zoet-zoutmigranten), in het bijzonder van zwakke zwemmers en getijdenmigranten. Doelsoorten hierbij zijn spiering, driedoornige stekelbaars, (Europese) aal en bot.

Bij spiering is er onderscheid te maken in de trekkende (anadrome) spiering die leeft in het zoute water maar zich voortplant in het zoete water en de zogenaamde binnenspiering van het IJsselmeer. De anadrome spiering trekt omstreeks februari-april het zoete water op.



Hoewel de spieringen sprintsnelheden kunnen bereiken van minstens 2 m/s vindt de migratie naar de kust toe plaats door middel van selectief getijden-transport.

Ook bij de driedoornige stekelbaars is er onderscheid te maken tussen een anadrome en een stand populatie. In het voorjaar trekken de paarijpe driedoornige stekelbaarzen het zoete water op om te paaien, waarbij sprintsnelheden tot 1,5 m/s bereikt kunnen worden, hoewel wordt aangenomen dat migratie ook plaats kan vinden via selectief-getijden transport.

De bot is een vissoort die zich voortplant in de zuidelijke Noordzee. Getijdenstromen brengen de botlarven naar de kust. Hoewel botten ook op zee het adulte stadium kunnen bereiken heeft juveniele bot een duidelijke voorkeur voor zoet water. Omstreeks mei-juli is er bij deze vissen een sterke drang het zoete water op te zoeken. De sprintsnelheid is hierbij beperkt tot circa 0,3 m/s.

Het merendeel van de glasalen verschijnt normaliter omstreeks maart voor de Afsluitdijk, waarbij het laatste deel van de reis geschiedt door middel van selectief getijden-transport. Glasaal trekt in principe van maart tot juni het zoete water in, voornamelijk 's nachts. Glasalen kunnen sprintsnelheden tot 0,5 m/s bereiken. Vanaf de *tidal limit* is er sprake van een switch van selectief getijden-transport (meezwemgedrag) naar actief transport (opzwemgedrag).

Tijdens onderzoek naar de intrek van vis bij de spuisluisen te Kornwerderzand is vastgesteld dat aan het begin van de spuiperioden meer (diadrome) vissen binnentrokken dan aan het eind van de spuiperioden. Het eerder openen van de sluisdeuren had tot gevolg dat er aanzienlijk meer vissen introkken. Bij schuttingen tijdens hoogwater bleek het aantal intrekkende spieringen en driedoornige stekelbaarzen een factor tien groter te zijn dan de intrek tijdens het reguliere spuien. De meeste intrek vond 's nachts plaats.

#### Samenvatting Afsluitdijk

Met betrekking tot de intrek van selectief getijde-migranten en zwakke zwemmers kan gesteld worden dat de sprintsnelheden zeer beperkt zijn, deze vissen zijn afhankelijk van het getij om het zoete binnenwater te bereiken. De periode van intrek is soortafhankelijk en ligt veelal binnen de periode februari tot en met juli. De meeste intrek van vis wordt 's nachts waargenomen. De omschakeling van passief naar actief transport is een belangrijke factor met betrekking tot de migratie. Deze omschakeling vindt plaats ter hoogte van de tidal limit.

#### Vismigratie Houtribdijk

Het visvriendelijk sluisbeheer in de Houtribdijk is gericht op migratie van alle voorkomende vissoorten. Dit zijn diadrome vissoorten, maar ook lokaal en regionaal migrerende soorten in zoet water (potadrome vissoorten). Bekende voorbeelden hiervan zijn blankvoorn, brasem en winde. De aard van de migratie verschilt sterk tussen vissoorten en ook bij individuen van één soort kan er sprake zijn van een sterke variatie. Windes kunnen bijvoorbeeld het gehele jaar in hetzelfde gebied blijven, of over afstanden tot bijna 200 kilometer migreren. Er kan hierbij sprake zijn van gerichte migratie of dispersie. Ook blankvoorn en brasem kunnen vooral in het voorjaar massaal naar paaigebieden trekken. De afstand waarover deze migratie plaatsvindt, kan sterk gereduceerd worden door verstuwving of andere typen migratie barrières. Bij de sluisen in de Houtribdijk is vooral de aanwezige stroomsnelheid en de afstand waarover deze aanwezig is een belangrijke factor met betrekking tot de migratiemogelijkheden.

Afhankelijk van diverse factoren (onder andere vislengte en watertemperatuur) hebben vissoorten een bepaalde sprintsnelheid en bijbehorend uithoudingsvermogen. Over het algemeen geldt dat vissoorten de maximale zwemsnelheid zo'n 5 tot 15 seconden volhouden. Lagere snelheden kunnen aanzienlijk langer worden volgehouden. Bij onderzoek naar het migratiegedrag van vis bij geopende spuisluisen in de Houtribdijk is vastgesteld dat bijna een kwart van de stroomopwaarts migrerende (grote) vissen moeite hadden de migratie voort te zetten door de hoge stroomsnelheden (tot circa 1,25 m/s).

Hoewel er het hele jaar door sprake kan zijn van migratie, is deze over het algemeen het hoogst in de paaiperioden. De meeste vissoorten migreren hierbij binnen de periode februari tot en met juni, bij stijgende watertemperaturen. Vooral gedurende de nacht (donkerperiode) is er hierbij sprake van een verhoogde activiteit in de bewegingen van vissen.

### Samenvatting Houtribdijk

Lokaal en regionaal migrerende vissoorten kunnen een sterke variatie vertonen in de aard van de migratie. In hoeverre sluizen zoals in de Houtribdijk gepasseerd kunnen worden is afhankelijk van de maximale sprintsnelheid en het uithoudingsvermogen van vissoorten. De migratiepiek vindt over het algemeen plaats in het voorjaar (paaiperiode), globaal in de periode van februari tot en met juni. Vooral gedurende de nacht is er sprake van een verhoogde activiteit van vissen.

### *Uittrek schieraal*

Evident is dat de uittrekmogelijkheden voor schieraal bij beide complexen (Afsluitdijk en Houtribdijk) van groot belang zijn voor deze soort. Vooralsnog wordt er vanuit gegaan dat deze mogelijkheden (mede door stroomrichting, debiet en spui-frequentie) geen beperking vormen voor de uittrek van schieraal in de huidige situatie. Belangrijke maanden hiervoor zijn augustus t/m november.

## 3.3 TECHNISCHE RANDVOORWAARDEN

Zoals in paragraaf 3.1 beschreven is de inventarisatie van belangrijkste technische randvoorwaarden in tabelvorm in Bijlage 2 opgenomen. De kern hiervan is dat uitgegaan dient te worden van de bestaande spui- en schutsluizen. Dit betreft dus twee complexen in de Afsluitdijk op een zoet-zout overgang en twee complexen in de Houtribdijk op een zoet-zoet overgang. Aanpassingen aan de constructies en bedieningsapparatuur komen niet in aanmerking. Zowel software als hardware matig is er zeer weinig over de uitwateringscomplexen gearhiveerd. Ook is de aansturing van de complexen gevoelig voor storing door de ouderdom. Aanpassing van de constructie en/ of bedieningsapparatuur dient daarom eerste aan een impactanalyse te worden onderworpen hetgeen geen onderdeel van dit project is. Ook aanleg van vistrappen of alternatieve trekroutes worden niet in ogenschouw genomen.

## 3.4 MAATSCHAPPELIJKE RANDVOORWAARDEN

In het BPRW (Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015), zijn voor de maatschappelijke randvoorwaarden drie functiegroepen opgenomen: Basisfuncties, Scheepvaart en gebruiksfuncties. Deze functies zijn in principe als harde randvoorwaarden opgenomen in dit project. In deze paragraaf worden deze randvoorwaarden nader toegelicht.

### *Basisfuncties: veiligheid, voldoende, schoon en (ecologisch) gezond water*

*“Deze basisfuncties dienen een algemeen belang en zijn zeker gesteld met wetten. Inhoudelijke speelruimte in het beheer is gering. Hier ligt een kerntaak die is voorzien van wettelijke instrumenten als vergunningverlening, handhaving en heffingen.”*

Ten aanzien van het project visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk zijn met name waterhuishoudkundige aspecten van de sluizen van belang. Dit zijn bijvoorbeeld peilbeheer, spuicapaciteit en kerende werking. Ook veiligheid is een onderdeel van de basisfuncties en dient bij alle scenario's gegarandeerd te zijn. Visvriendelijk beheer dient te allen tijde rekening te houden met de technische en functionele eisen van de objecten.

**Scheepvaart**

*“Vlot, betrouwbaar en veilig verkeer over water (voor alle verkeersdeelnemers). Deze gebruiksfunctie heeft een direct economisch en maatschappelijk belang. Aan het beheer liggen beleidsmatige kaders, maatschappelijke rentabiliteit en gebruikerswensen ten grondslag. Scheepvaart vormt een kerntaak van het beheer. Voor het betrouwbaar en veilig afwikkelen bestaan wettelijke instrumenten.”*

Voor het project visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk is ten aanzien van scheepvaart met name de nautische functie van de sluisen van belang. Visvriendelijk beheer mag geen beperking of nautische onveiligheid voor scheepvaart veroorzaken.

**Gebruiksfuncties (zoals drinkwater, recreatie, visserij, zwemwater)**

*“Het beheer voor de basisfuncties schept gunstige voorwaarden voor gebruiksfuncties. Een robuust systeem biedt dan ook ruimte voor gebruik, nu en in de toekomst. Alle gebruikers zijn in beginsel welkom op het water, maar niet alles kan altijd en overal. Waar nodig gelden randvoorwaarden om basisfuncties en scheepvaart veilig te stellen.”*

In het project visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk is ten aanzien van gebruiksfuncties met name zoutindringing een belangrijk aspect. Dit in verband met drinkwaterinnamepunten die mogelijk in de invloedssfeer liggen. Visvriendelijk beheer mag niet tot een hogere zoutwaterbelasting leiden, dan met behulp van de zouthoeven weer geloosd kan worden op de Waddenzee. Daarnaast zijn overige gebruiksfuncties zoals zwemwater, visserij en recreatie (recreatieve scheepvaart) van belang, visvriendelijk beheer mag hier geen negatief effect op hebben.

**Samenvatting proef zoutwaterinringing (Brongers & de Witte, 2013)**

Op 8 april is een zoutwaterinringing proef uitgevoerd in Den Oever en op 9 april in Kornwerderzand. In deze proef is zout water ingelaten net voor gelijk peil (peil Waddenzee hoger dan peil IJsselmeer). Het ingelaten debiet was daarbij ongeveer gelijk aan de inhoud van de putten voor het spuicomplexen aan de IJsselmeerszijde. Door middel van zoutmetingen voor en na het inlaten van het zoute water is gemeten of het zoute water werkelijk in de diepe delen blijft of dat er overstroming plaatsvindt naar de omliggende ondiepe delen. De proef is geslaagd, beperkt zout water inlaten voor visintrek lijkt een goede optie om te worden opgenomen in het spuiregim. Met het uitvoeren van de proef zijn punten naar voren gekomen die beter onderzocht dienen te worden voor de implementatie van het spuiregim:

- Om te voorkomen dat zout water de ondiepte overstroomt, is het aan te bevelen om de openingstijd dan wel debiet beter af te stellen. De uitkomst opnieuw toetsen met eenzelfde proef waarbij zoutmetingen in de diepe delen en omringende ondiepe delen in het IJsselmeer voor de spuicomplexen worden uitgevoerd.
- Onderzoek of vissen welke zijn ingelaten daadwerkelijk het IJsselmeer optrekken in de tijd voor een volgende spuigang. Als de vissen in de put blijven, kan het zijn dat ze bij een volgende spuigang meteen weer mee terug spoelen de Waddenzee op.
- Onderzoek naar continue monitoren van vissen voor het spuicomplex. Het spuiregim kan dan worden aangepast aan de behoefte voor visintrek.

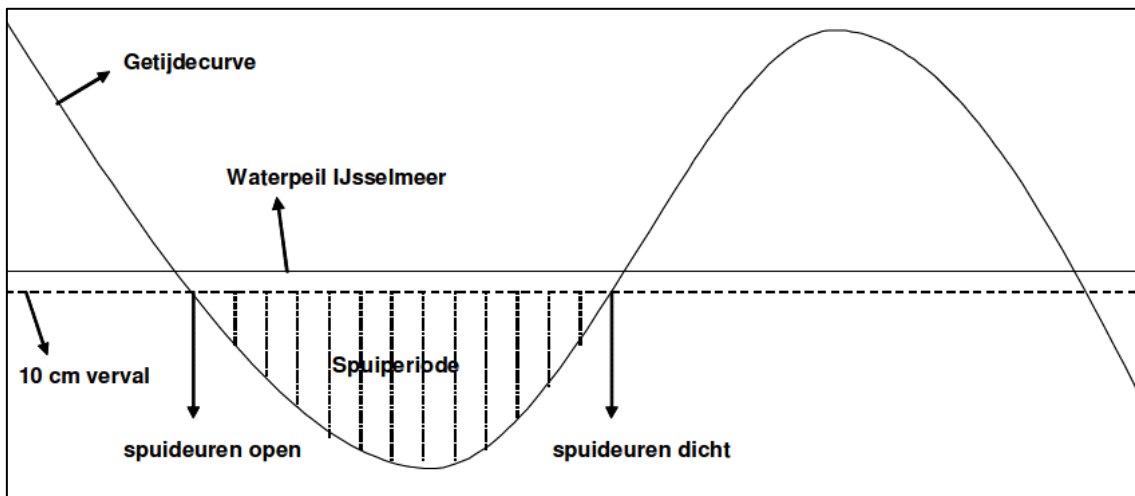
Voordat fase 2 van het project van start gaat, het testen van de voorkeursvarianten, installeert Rijkswaterstaat chloridemeters op de betreffende locaties. RWS verzorgt metingen en rapportage daarvan. Deze metingen kunnen gebruikt worden bij de evaluatie van de geteste voorkeursvarianten.

# 4

## Visvriendelijk beheer spuisluizen Afsluitdijk

### 4.1 ALGEMEEN

De spuisluizen dienen om water af te voeren waarbij tevens indringing van zout water wordt tegen gegaan. Op de zoet-zoutovergangen in de Afsluitdijk zijn er het Stevincomplex (Figuur 8) en het Lorentzcomplex (Figuur 9). Het Stevincomplex heeft drie groepen van vijf spuisluizen. Het Lorentzcomplex heeft twee groepen van vijf spuisluizen. De spuicomplexen zijn verder identiek. De afmetingen van de deuren (hefschuiven) zijn 12,0 m (breedte) en 6,9 m (hoogte). De lengte van de spuisluis is bij benadering 18,5 m, waarmee de inhoud ongeveer 1.532 m<sup>3</sup> is. Er is sprake van een concreet afgebakende periode waarin er water gespuid kan worden, afhankelijk van het getij (zie Figuur 7).

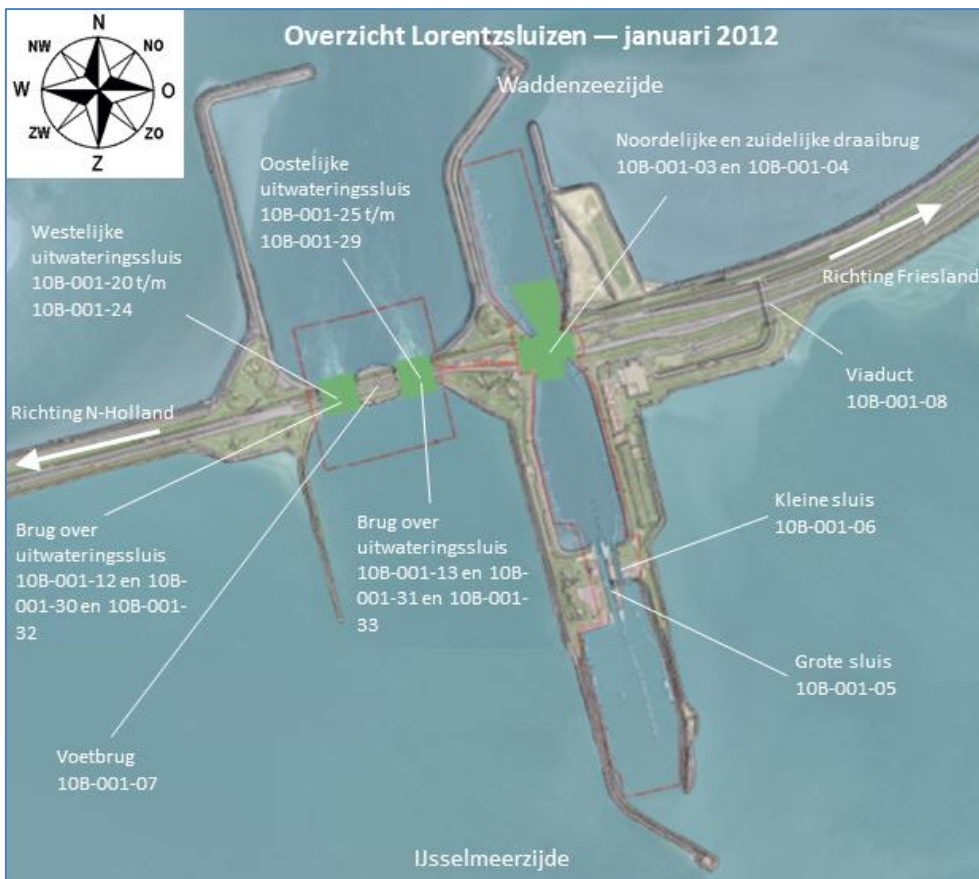


Figuur 7 Schetsmatige weergave van het spuibeheer bij de Afsluitdijk (bron: LINKit consult, 2007).

Bij een peilverschil van 10 cm tussen het IJsselmeer en de Waddenzee wordt gestart met spuien. In het begin is de stroomsnelheid nog relatief laag door het kleine peilverschil maar gedurende het afgaan van de dag neemt dit aanzienlijk toe om een maximum te bereiken bij laagwater. Bij een stijgende buitenwaterspiegel neemt de stroomsnelheid langzamerhand weer af. Het begin van het spuienster geeft lagere stroomsnelheden dan het einde van het spuienster bij gelijk Waddenzee peil. Dit komt omdat aan het begin de toestroming nog op gang moet komen, terwijl aan het einde van het spuienster de stroming nog op gang is (mededeling Erik Pompert (RWS), 3 sept. 2013). De sluisdeuren sluiten weer wanneer een peilverschil van 10 cm is bereikt.



Figuur 8 Bovenaanzicht Stevincomplex Den Oever (januari 2012)



Figuur 9 Lorentzcomplex Kornwerderzand (januari 2012)



## 4.2 VARIANTEN IN HET VISVRIENDELIJK BEHEER

### 4.2.1 DEUREN OPENEN VOOR GELIJK PEIL OPTREED

De spuideuren (noord en zuid) kunnen volledig worden geopend voordat het waterpeil aan de zeezijde gelijk is aan het IJsselmeerpeil gedurende een korte periode (5-10 minuten) en worden weer gesloten bij een peilverschil van 10 cm tussen het IJsselmeer en de zee. De deuren staan dan open van 20 cm tot 10 cm hoger peil aan de Waddenzee zijde. Als gevolg hiervan is er een aanzienlijke influx van zout water die passieve- en/of slechte zwemmers, aanwezig voor de spuideuren aan de Waddenzee kant, de gelegenheid geeft om met het water mee binnen te komen. Het is belangrijk dat de betreffende koker, danwel meerdere kokers of het gehele complex waarmee dit wordt gedaan, vervolgens niet wordt ingezet bij het spuien. Hiermee wordt de ingestroomde vissen de kans te geven om zich in de richting van het IJsselmeer te verspreiden. Bij het nader uitwerken van deze variant dient uitgezocht te worden of het overslaan van een spuingang mogelijk is bij één of meerdere kolken.

Dit beheer kan ook worden toegepast aan het einde van een spuiperiode. De deuren blijven dan langer open, nadat het peil tussen Waddenzee en IJsselmeer gelijk is. Ook dan is er een influx van water afkomstig van de Waddenzee. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de hoeveelheid intrekende vis aan het einde van de spuiperiode naar verwachting lager is. Bedacht moet worden dat na de spui direct aan de buitenzijde van de deuren mogelijk veel IJsselmeerwater aanwezig is en dat vissen zich tijdens de spui mogelijk verder hebben teruggetrokken op de Waddenzee (danwel zijn teruggespoeld). Bij verdere uitwerking dient er rekening te worden gehouden met symmetrisch spuien (Mededeling Erik Pompert, RWS).

### 4.2.2 SPUIEN BIJ EEN PEILVERSCHIL KLEINER DAN 10 CM

Een mogelijkheid voor visvriendelijk beheer is het eerder openen (of later sluiten) van de spuideuren, bij gelijk peil of bij een verval kleiner dan 10 cm (peil Waddenzee 10 cm hoger dan IJsselmeer). Dit is een variant die gelijkend is aan de hiervoor beschreven variant maar met een kleiner peilverschil. Bedacht moet worden dat dit ook kan leiden tot een influx van zout water (door dichtheidsverschillen stroomt er een bovenlaag van zoetwater naar buiten terwijl er langs de bodem zout water naar binnen stroomt). Doordat er bij een geringer peilverschil wordt geopend, zijn de optredende stroomsnelheden lager. Deze stroomsnelheden kunnen makkelijker door actief migrerende vissen worden overwonnen. Het binnenstromende zoute water neemt de slechte zwemmers en passieve migranten mee. Ook dit kan gedaan worden bij het begin van de spuiperiode, alsook bij het afsluiten van de spuiperiode. Met betrekking tot de migratie geldt hetzelfde als bij de eerste variant (minder vis aan het eind van de spuiperiode).

### 4.2.3 VIS SCHUTTEN MET DE SPUISLUIZEN

Zoals ook al eerder gedaan en beschreven in Witteveen + Bos (2009b) bestaat de mogelijkheid om tijdens de periode dat er niet gespuid wordt, bij hoog water in de Waddenzee schuttingen te verrichten met de spuisluizen. Even na het moment van hoogwater wordt hiertoe een noordelijke spuideur geopend waardoor er zeewater (met vis) de spuisluis inloopt (zoet water er uit). Deze situatie wordt gedurende een half uur volgehouden. Vervolgens wordt de noordelijke deur gesloten en de zuidelijke deur geopend. Het zoute water in de spuisluis loopt het IJsselmeer binnen en de vis migreert met de stroom mee naar het zoete water. Na een half uur wordt de zuidelijke deur gesloten. Bij het nader uitwerken van deze variant dient uitgezocht te worden of het openen van de deuren voor een half uur noodzakelijk is, mogelijk stroomt het zoute water veel sneller in de kolk en het zoete water uit. Als gevolg van dichtheidsverschillen



zal het zoete water uit de sluis kolk gedwongen worden. Het zelfde zal zich voordoen bij opening van de zuidelijke deur (het zoute water loopt over de bodem er uit en zoet water spoelt er bovenlangs in). In een dergelijke hoogwaterperiode kunnen meerdere schuttingen worden uitgevoerd.

De hierboven beschreven varianten gaan er vanuit dat de zwakke zwemmers al volop aanwezig zijn nabij de spuisluisen (er wordt geen lokale aparte lokstroom gecreëerd naast de reguliere spuigangen). De hierna te beschrijven variant creëert wel een lokstroom om zodoende het aanbod van de doelsoorten aan de zeezijde van de sluisen te verhogen.

#### 4.2.4 VIS SCHUTTEN MET VARIABELE DEUROPENING

Als variant op het scenario vis schutten met de spuisluisen, kan er ook (mits de techniek dit toelaat) gewerkt worden met twee deuren tegelijkertijd, gedurende laag tij aan de buitenzijde. De noordelijke deur wordt hierbij geheel open gezet en de zuidelijke deur wordt op een kleine kier gehouden. Onder de zuidelijke deur is sprake van een hoge stroomsnelheid vanwege het verval, onder de noordelijke deur en in de spuikoker is de stroomsnelheid laag door het beperkte debiet. Deze situatie wordt gedurende een half uur aangehouden waarmee vis de koker in kan zwemmen. Vervolgens wordt de noordelijke deur op een kier gezet en de zuidelijke deur volledig geopend, als gevolg waarvan vis het IJsselmeer in kan zwemmen. Een dergelijke wijze van beheer is meer gericht op de actief zwemmende migranten die op een lokstroom afkomen. Voor de zwakke zwemmers kan het ook werken, maar ligt een dergelijk beheer minder voor de hand.

##### *Heffen en sluiten deuren bij peilverschil*

Tijdens de klankbordgroepbijeenkomst met technisch specialisten bleek dat er verschillende inzichten zijn ten aanzien van de mogelijkheden om de spuideuren te heffen en sluiten bij (grote) peilverschillen (zie bijlage 4, verslag klankbordgroepbijeenkomst). Dhr. Koert van Elp meldt naar aanleiding van het verslag het volgende: "Bij hoog water in de Waddenzee is er veel mogelijk. Heffen kan dan tot een peilverschil van 1 meter. Sluiten is echter kritischer, hier is een kleiner peilverschil gewenst, het beste is gelijk peil".

Daarnaast geeft de heer Van Elp aan dat de deuren aan de binnenzijde voorzien zijn van vakwerk, deze kunnen water 'vangen' bij stroming en zo naar beneden worden getrokken. Dit is een risico omdat de kabels draaien op een kabelschuif en niet op tandwielen. De eindstand van een schuif wordt bepaald met een stop op de kabel. Het openen op een bepaalde (variabele) hoogte wordt met tijd geregeld en niet ingesteld met een stop op de kabel.

Dhr. Albert Buitenhuis meldt naar aanleiding van het verslag het volgende: Openen en sluiten met een groot watersverschil is een lastig in te schatten risico. 20 cm is mogelijk te groot, tijdens de zoutinlaatproef in april 2013 was het peilverschil 12 cm. Daarnaast geeft de heer Buitenhuis nog aan dat bij inlaten van water in de Waddenzee uitspoeling en bodembescherming aandachtspunten zijn, dit is een punt van nader onderzoek. Tijdens de klankbordgroepbijeenkomst is gemeld dat dit naar verwachting geen probleem is maar wel een onzekerheid (Reactie Harmen Faber (RWS), zie bijlage 4).

##### *Overige factoren*

Op de hierboven weergegeven beheersscenario's kan verder worden gevarieerd door een aantal factoren te variëren zoals tijdsduur, tijdstip en frequentie. De tijdsduur van de verschillende fases kan bijvoorbeeld veranderd worden om de intrek te optimaliseren. Het visvriendelijk beheer vindt bij voorkeur gedurende de nacht plaats omdat dan de hoogste activiteit van de vis is te verwachten. Aan de hand van inzicht in afvoeren in de voorjaarsperiode, zoutbelasting en capaciteit van de zouthevens dienen de verschillende scenario's verder geconcretiseerd te worden. De overige factoren worden in hoofdstuk 9 nader beschreven. Met deze factoren wordt de uiteindelijk gekozen variant geoptimaliseerd.

# 5

## Visvriendelijk beheer schutsluizen Afsluitdijk

### 5.1 ALGEMEEN

In de Afsluitdijk bevinden zich drie schutsluizen, waarvan één bij het Stevincomplex (Figuur 8) en twee (Grote- en Kleine Sluis) bij het Lorentzcomplex (Figuur 9). Net zoals bij de spuisluizen in de Afsluitdijk, is er sprake van een getijdeslag aan de buitenzijde en kan er zout water binnendringen met een resulterende zoutbelasting. In de kolken bevinden zich bellengordijnen, bedoeld om indringing van zout tegen te gaan. Bellengordijnen kunnen ook vismigratie belemmeren, dus bij visvriendelijk beheer van de schutsluizen dienen de bellengordijnen uitgeschakeld te zijn. Visvriendelijk beheer van deze kunstwerken is specifiek gericht op migratie van zee het IJsselmeer in. Migratie naar zee toe kan nagenoeg altijd in voldoende mate plaatsvinden via het spuien. Hoewel ook vis door schutsluizen heen gaat als er schepen gesloten worden, heeft dit niet de voorkeur. Door stroming, turbulentie en contact met de schroef kan vis gewond raken en het geluid van de schepen kan de vis afschrikken. Afhankelijk van de technische mogelijkheden zijn er verschillende varianten mogelijk om visvriendelijk beheer toe te passen, die hieronder worden beschreven.

### 5.2 VARIANTEN IN HET VISVRIENDELIJK BEHEER

#### 5.2.1 MIGRATIE VIA RINKETTEN IN DE SLUISDEUREN

De schutsluis bij Den Oever en de kleine sluis bij Kornwerderzand zijn uitgerust met schuiven in de deuren, die werken als nivelleersysteem voor het schutten. Door, afhankelijk van de getijdencyclus, te variëren in de stand van deze rinketten kan de vismigratie worden bevorderd. Aan de hoogwaterzijde (IJsselmeerkant) worden hiertoe de rinketten enigszins geopend. Hierdoor komt er met een hoge stroomsnelheid water in de schutkolk. Door aan de andere zijde (Waddenzee) de rinketten volledig te openen, kan er water met een relatief beperkte stroomsnelheid uitstromen (laagwater) en vis tegen de stroming in binnenzwemmen. Vervolgens wordt de schuif aan de zeezijde gesloten of op een kier gezet en de schuif aan de IJsselmeerzijde volledig geopend. De vis kan de kolk dan verlaten via de openstaande schuif. De vis zou gedurende het merendeel van de laagwaterperiode kunnen worden gelokt, waarna vlak voor het bereiken van gelijk peil de weg naar het IJsselmeer wordt vrijgemaakt. De mate waarin een en ander mogelijk is, is afhankelijk van de mogelijke zoutbelasting en technische randvoorwaarden, zoals de positie van de schuif in de deur en de grootte van de schuif. In een getijdensituatie kan dit scenario in 2 richtingen werken en zowel intrek als uittrek mogelijk maken. Maar, zoals aangegeven, uittrek lijkt niet heel belangrijk hier. Het visvriendelijke beheer dient in de nacht tot uitvoering te worden gebracht, of desnoods in de avond en vroege ochtend wanneer er weinig scheepvaartverkeer is.

Bij Kornwerderzand kan het visvriendelijke beheer specifiek worden gericht op de kleine sluis en kan de scheepvaart via de grote sluis verlopen. Het gebruik van de sluis is sterk afhankelijk van het tij en kan dus mogelijk niet iedere nacht worden toegepast.

### 5.2.2 LOKSTROOM VIA RINKETTEN EN MIGRATIE DOOR OPEN SLUISDEUR

Een variant op het hierboven beschreven scenario is aan de laagwaterzijde (Waddenzee) de migratie niet te laten verlopen via volledig geopende rinketten maar door de deuren alhier volledig te openen. Hierdoor kan vis van de gehele sluisbreedte en waterkolom gebruik maken om de kolk binnen te zwemmen. Na enige tijd (ca. half uur voor gelijk peil) worden de deuren aan de laagwaterzijde gesloten en kan de vis via de rinketten aan de andere zijde uitzwemmen, gedurende een half uur. Een en ander is natuurlijk afhankelijk van de technische mogelijkheden en de aanwezigheid van rinketten/schuiven in de deur, deze zijn aanwezig bij de schutsluis bij Den Oever en de kleine sluis bij Kornwerderzand.

### 5.2.3 VIS SCHUTTEN MET SCHUTSLUIZEN

Bij een met zoetwater gevulde kolk worden de deuren aan de zeezijde geopend. Door dichtheidsverschillen stroomt het zoete water bovenlangs af en het zoute water (met vis) onderlangs de kolk in. De deuren aan de zeezijde worden gesloten, de deuren aan de zoetwaterzijde worden geopend. Het zoute water stroomt de kolk uit en neemt de vis mee. De kolk vult zich weer met zoet water en de cyclus kan worden herhaald. Deze aanpak zorgt dus voor een (relatief beperkte) zoutbelasting en richt zich meer op de zwakke zwemmers (en passieve larven) die met het water meekomen. Bij de eerder genoemde scenario's is sprake van een lokstroom en migratiemogelijkheden voor actieve zwemmers.

#### **Glasaal bij Den Oever**

Deze beheervariant is in mei 2013 op verzoek van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier tijdelijk uitgevoerd op de Stevin schutsluis. Dit vanwege de relatief grote hoeveelheid glasaal die in het voorjaar van 2013 voor de sluisen verscheen. De schuttingen zijn uitgevoerd bij laag water in de Waddenzee zodat vrijwel geen zout water het IJsselmeer is ingelaten. De deuren aan de Waddenzeezijde zijn ca. 2 uur opengezet om vis de gelegenheid te geven de sluisen binnen te zwemmen om vervolgens de Waddenzeedeuren te sluiten en de IJsselmeerdeuren te openen. Er is geen onderzoek verricht naar de effectiviteit.

#### ***Rinketten schutsluisen den Oever en Kornwerderzand***

De heer Van Elp heeft naar aanleiding van het verslag van de klankbordgroepbijeenkomst (bijlage 4) nog een opmerking ten aanzien van de rinketten. De kleine schutsluis in Kornwerderzand heeft dubbele vierkante rinketten waardoor de stroomsnelheid over een langere afstand hoog is. In de schutsluis van den Oever zijn enkele rinketten aanwezig welke rond zijn. Dit lijkt visvriendelijker door de vorm en door de kleinere afstand waarover een hoge stroomsnelheid optreedt bij peilverschil.

#### ***Overige factoren***

Met betrekking tot alle drie scenario's is weer variatie mogelijk in een aantal factoren zoals de duur van de onderscheiden fases, frequentie, tijdstip etc. (zie hoofdstuk 9). Met deze factoren wordt de uiteindelijk gekozen variant geoptimaliseerd.

# 6

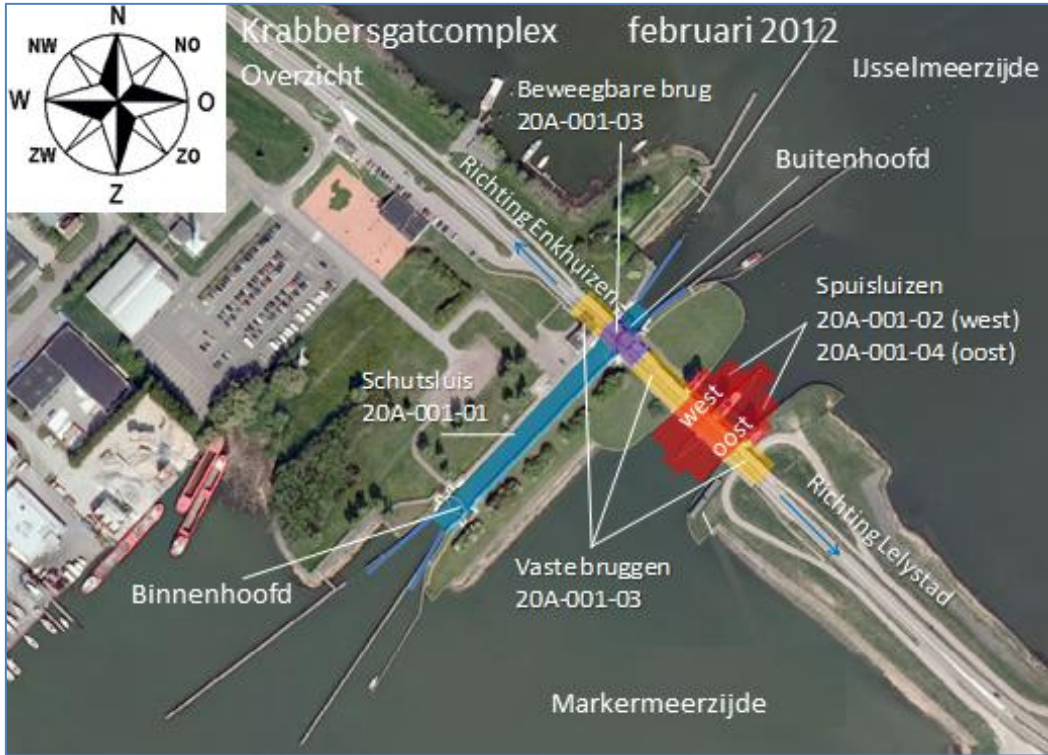
## Visvriendelijk beheer spuisluisen Houtribdijk

### 6.1 ALGEMEEN

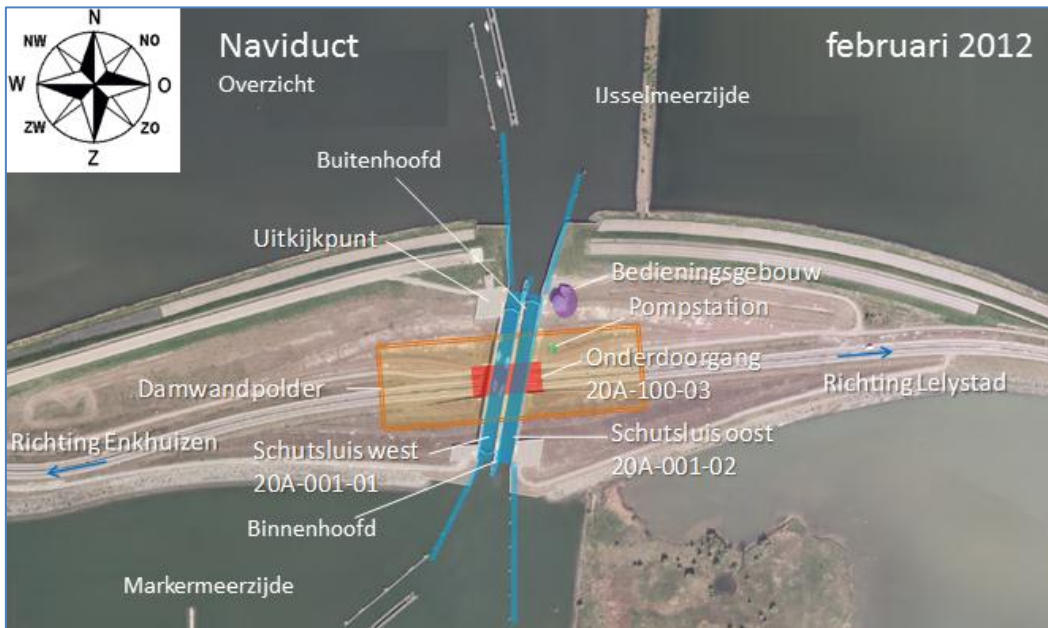
In de Houtribdijk bevinden zich drie zoet-zoet overgangen, namelijk, het Krabbersgatcomplex (Figuur 10), het Naviduct (Figuur 11) en het Houtribcomplex (Figuur 12). Het grote verschil is dat bij spuicomplexen gelegen op zoet-zoet overgangen geen rekening gehouden hoeft te worden met influx van zout water en zoutbelasting. Wel belangrijk is om rekening te houden met de natuurlijke migratierichting van vis en peilverschil door opwaaiing. In het voorjaar is er over het algemeen een migratie stroomopwaarts (tegen de stroming in) om kleinschaligere wateren (kleine rivieren, beken etc.) te bereiken in het kader van voortplanting en opgroei van juveniele vis. In het najaar is de migratie over het algemeen stroomafwaarts (met de stroming mee) om grootschaliger water (met een grotere diepte) te bereiken in het kader van de overwintering. Voor schieraal geldt natuurlijk een stroomafwaartse migratie naar zee om de paaigebieden in de Sargassozeer te bereiken.

Overigens, het bovenstaande geldt in zijn algemeenheid. Uit divers (telemetrisch) onderzoek is gebleken dat (oudere) vissen een *'mental map'* hebben van hun omgeving, waarmee zij invulling kunnen geven aan hun levenscyclus. Zo blijken barbelen op de Maas in de winter juist stroomopwaarts te trekken om vervolgens te overwinteren in een diepe erosiekuil onder de stuw van Linne. Desalniettemin geldt over het algemeen dat de stroomrichting van het water een belangrijke richtinggevende aanwijzing is voor migratie. Overigens zijn er meer van dit soort aanwijzingen, denk aan temperatuurgradiënten, verschillen in chemische samenstelling van het water, voedselrijkheid, aanwezigheid van feromonen etc. De migratie van vis valt op voorhand dan ook nooit helemaal exact te voorspellen. Zo is er nauwelijks stroming op het IJsselmeer. Salmoniden voorzien van een zender, weten echter in een zeer korte periode (1 à 2 dagen) van de Afsluitdijk naar de IJssel (detectiestation te Kampen) te migreren. Voor wat betreft de migratie tussen Markermeer en IJsselmeer via de Houtribdijk concluderen Griffioen et al. (2013) dat er bij de spuisluisen in het Houtribcomplex bij Lelystad eigenlijk meer sprake is van dispersie dan van gerichte migratie tussen beide systemen. Deze laatste vorm betrof geringe aantallen vis, mogelijk veroorzaakt door een klein aantal meetdagen (11). Bij stroomopwaartse migratie had 23% van de grote vissen moeite de migratie voort te zetten door relatief hoge stroomsnelheden (stroomsnelheden tot circa 1,25 m/s). Gemiddeld maakten echter ca. 1000 vissen per uur per spuigat gebruik van de migratieroute, met name bij lage stroomsnelheden.

Dit in ogenschouw nemende, zijn ook hier een aantal varianten van visvriendelijk beheer van de spuisluisen gelegen in de Houtribdijk mogelijk.



Figuur 10 Krabbersgatcomplex (Februari 2012)



Figuur 11 Naviduct (Februari 2012)





Figuur 12 Houtribcomplex (januari 2012)

## 6.2 VARIANTEN IN HET VISVRIENDELIJK BEHEER

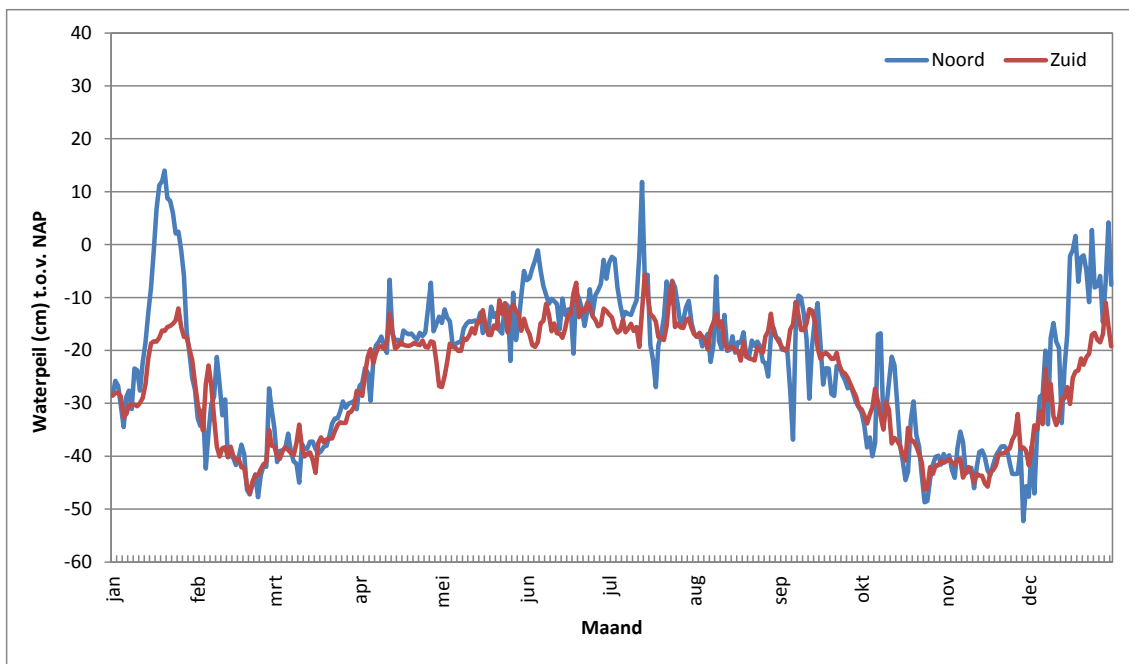
### 6.2.1 SPUISLUIZEN TUSSEN MARKERMEER EN IJSSELMEER ZO LANG MOGELIJK OPEN HOUDEN

Zo lang sprake is van kleine peilverschillen,  $\leq 10$  cm, treden maximale stroomsnelheden tussen de 0,98 en 1,40 m/s op, mede afhankelijk van de ruwheidscoëfficiënt (profielgemiddelde snelheid). In Nederland wordt een acceptabele maximale stroomsnelheid voor vismigratie van 1 m/s gehanteerd. Bovenin de waterkolom wordt deze maximale stroomsnelheid bij 10 cm peilverschil mogelijk overschreden, langs de wanden en bodem van een spuikolk zijn de stroomsnelheden echter lager. Een visvriendelijk beheerscenario kan er uit bestaan dat de spuideuren volledig open worden gehouden bij peilverschillen tot 10 cm. Daarmee is de barrière tussen de twee waterlichamen opgeheven en kan vis tussen beide migreren. In de jaren 2011 en 2012 (o.b.v. de 10-minuutgemiddelden van de meetpunten Houtrib Noord en Houtrib Zuid) is gebleken dat 63% van de tijd het verval kleiner is dan 5 cm (resulterende stroomsnelheid tussen de 0,69 en 0,99 m/s, profielgemiddelde snelheid) en 83% van de tijd het verval kleiner is dan 10 cm (resulterende stroomsnelheid tussen de 0,98 en 1,40 m/s, profielgemiddelde snelheid).

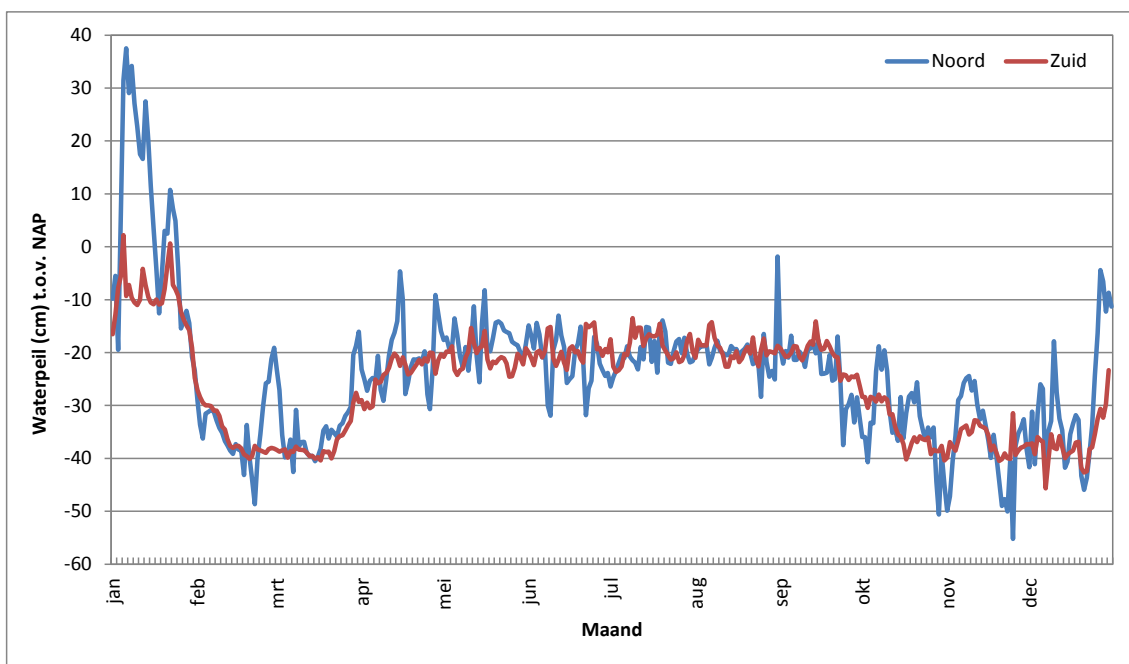
Indien er geen restricties zouden zijn vanuit waterkwantiteitsbeheer, techniek, scheepvaart en veiligheid, is er dan gedurende 83% van de tijd een vrije migratie mogelijk, waarbij de stroomrichting en de migratierichting wordt bepaald door het peilverschil tussen beide wateren. De figuren 3 en 4 geven de peilen van het Markermeer en het IJsselmeer in 2011 en 2012 (daggemiddelden).



Te zien valt dat de peilen meestentijds dicht bij elkaar liggen en regelmatig wisselen, in de zin van dat de ene keer het peil in het IJsselmeer hoger is en kort er na het peil in het Markermeer hoger is. In de winterperiode liggen de peilen wat verder uiteen en is het peil in het IJsselmeer vaak hoger dan het peil in het Markermeer. Als gevolg van de wisselende peilen zal de stroomrichting regelmatig keren hetgeen een gevarieerde migratie tot gevolg kan hebben. Overigens worden op dit moment van de Houtribspuisluizen de 2<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> kolk gebruikt voor kleine scheepvaart als de schutsluizen in onderhoud zijn of bij grote drukte. De schuiven kunnen ingezet worden tot een verval van 5cm en ongeveer 15 minuten lang. Hier wordt dit scenario dus in feite al toegepast (Mond. mededelingen de heer B. de Witte en de heer E. Pompert, RWS).



Figuur 13 Waterpeilen Markermeer (rood) en IJsselmeer (blauw) in 2011



Figuur 14 Waterpeilen Markermeer (rood) en IJsselmeer (blauw) in 2012

## 6.2.2 VIS SCHUTTEN MET DE SPUISLUIZEN

Bij een groter (desnoods kunstmatig opgewekt) peilverschil kan vis worden geschut volgens scenario 4.2.3 'Vis schutten met spuisluizen' zoals hierboven bij onderdeel spuisluizen Afsluitdijk. Het voordeel is dat in tegenstelling tot het scenario 6.2.1 hierboven sprake is van een grotere lokstroom dan wanneer de deuren volledig worden opengezet. Door met één deur te knijpen (andere deur volledig open), ontstaat onder de deur een sterkere lokstroom die vis aan kan trekken. Na een bepaalde periode wordt de stand van de deuren gewisseld, waardoor aangelokte vis de spuikoker in kan zwemmen en aan de andere zijde weer uit kan zwemmen. Belangrijk nadeel bij dit scenario ten opzichte van hetzelfde scenario bij de spuisluizen Afsluitdijk is dat de lengte van de spuikolk bij de spuisluizen in de Houtribdijk maar enkele meters is, terwijl dit bij de spuisluizen in de afsluitdijk ca. 15 meter is.

Zoals in Figuur 6 is aangegeven (jaar 2000) is er in het vroege voorjaar tot en met maart een debiet van het Markermeer naar het IJsselmeer. Door dit wat langer vast te houden in het Markermeer, kan er in de voorjaarsperiode mogelijk gedurende een langere tijd een lokstroom in stand worden gehouden en migratie mogelijk worden gemaakt vanaf het IJsselmeer naar het Markermeer. Of dit haalbaar is, zal afhangen van de vereisten die vanuit het waterkwantiteitsbeheer worden gesteld. In april (in het jaar 2000) gaat debiet vanuit het IJsselmeer naar het Markermeer. Ook bij de dan optredende peilverschillen kan vis worden geschut. Bedacht moet worden dat vis dan geneigd is om te migreren van het Markermeer naar het IJsselmeer, wat in het voorjaar een tegennatuurlijke migratierichting zal opleveren.

## 6.2.3 SPUIDEUREN OP EEN KIER BIJ KLEIN VERVAL

Een derde beheersscenario voor de spuisluizen in de Houtribdijk is het op een kier zetten van de spuideuren bij een peilverschil kleiner dan 10 cm. Dit is in feite een variatie op beheersscenario 6.2.1 'Spuisluizen zo lang mogelijk open houden'. Zoals beschreven is gedurende 83% van de tijd het peilverschil kleiner is dan 10 cm (resulterende stroomsnelheid tussen de 0,98 en 1,48 m/s). Een visvriendelijke beheersscenario kan er uit bestaan dat de spuideuren op een kier worden gezet bij peilverschillen tot 10 cm. Daarmee is de barrière tussen de twee waterlichamen opgeheven en kan vis tussen beide migreren. Een nadeel ten opzichte van variant 6.2.1 is dat er geen migratie over de gehele waterkolom mogelijk is. Het voordeel is dat de hoeveelheid water die gespuid wordt beperkter is zodat een peilverschil langer gehandhaafd kan worden. Indien er geen restricties zouden zijn vanuit waterkwantiteitsbeheer, techniek, scheepvaart en veiligheid, is er dan gedurende 83% van de tijd een vrije migratie mogelijk, waarbij de stroomrichting en de migratierichting wordt bepaald door het peilverschil tussen beide wateren.

### *Overige factoren*

Met betrekking tot alle drie scenario's is weer variatie mogelijk in een aantal factoren zoals de duur van de onderscheiden fases, frequentie, tijdstip etc. (zie hoofdstuk 9). Met deze factoren wordt de uiteindelijk gekozen variant geoptimaliseerd.

# 7

## Visvriendelijk beheer schutsluizen Houtribdijk

### 7.1 ALGEMEEN

Het grote verschil is dat bij schutsluiscomplexen gelegen op zoet-zoet overgangen geen rekening gehouden hoeft te worden met influx van zout water. Daarnaast is er natuurlijk ook geen getijdslag. Er is slechts een relatief beperkt peilverschil tussen Markermeer en IJsselmeer (zie ook bij Visvriendelijk beheer bij spuisluizen op zoet-zoet overgangen). Wel is er ten tijde van opwaaiing regelmatig een tijdelijk groter peilverschil. Ook hier zijn een aantal varianten van aangepast beheer mogelijk, het betreft het Naviduct, de Krabbersgat schutsluis en de Houtribschutsluis.

### 7.2 VARIANTEN IN HET VISVRIENDELIJK BEHEER

#### 7.2.1 SCHUTSLUIZEN TUSSEN MARKERMEER EN IJSSELMEER ZO LANG MOGELIJK OPEN HOUDEN

Indien de scheepvaart, veiligheid en andere overwegingen dit toelaten, kunnen bij gelijk peil, alle deuren van de schutkolk worden geopend. In wezen is dan vrije vismigratie (en scheepvaart) mogelijk. Nadeel van dit scenario is dat er geen grote aantrekkende werking vanuit gaat, omdat er geen lokstroom aanwezig is. Voordelen zijn dat er een open verbinding is en dat dit scenario relatief vaak en langdurig kan worden uitgevoerd.

#### 7.2.2 MIGRATIE VIA RINKETTEN IN DE SLUISDEUREN

Het Naviduct is voorzien van rinketten als nivelleersysteem. In dit geval kan de migratie verlopen via de rinketten. Bij een lager peil op het IJsselmeer en een hoger peil op het Markermeer kunnen de rinketten aan de Markermeerzijde op een kier worden gezet, terwijl de rinketten aan de IJsselmeerzijde volledig worden geopend. Vis kan dan vanaf het IJsselmeer de kolk inzwemmen, tegen een relatief geringe stroomsnelheid in. Vervolgens worden de rinketten aan de IJsselmeerzijde op een kier gezet en de rinketten aan de Markermeerzijde volledig geopend. Vis kan dan de kolk uitzwemmen naar het Markermeer terwijl aan de IJsselmeerzijde een lokstroomwerking ontstaat die vis naar het Naviduct lokt. Vervolgens kan de procedure worden herhaald. Vooralsnog lijkt een duur van een half uur voor elke fase voldoende. Dit scenario kan tot uitvoering worden gebracht in het voorjaar, wanneer er een stroomopwaartse migratie is naar kleinschaliger waterlichamen. Het zou ook kunnen werken in het najaar voor stroomafwaartse migratie (Markermeerzijde rinketten volledig open, IJsselmeerzijde rinketten op een kier, vis kan dan met de stroom mee de kolk inkomen. Vervolgens de rinketten aan de Markermeerzijde op een kier en aan de IJsselmeerzijde volledig open). De vraag is of dit nodig is, waarschijnlijk zijn de migratiemogelijkheden in stroomafwaartse richting groter bij de spuicomplexen.

Scenario's kunnen het best worden toegepast bij afwezigheid van scheepvaartverkeer en gedurende de nacht, vanwege grotere migratieactiviteit van de vis 's nachts en geen verstoring door scheepvaart. Het Naviduct wordt 's nachts niet lokaal bediend, aangepast beheer zou wel kunnen tussen 6 uur 's ochtends en 10 uur 's avonds in rustige perioden.

### 7.2.3 LOKSTROOM VIA OMLOOPRIOL EN MIGRATIE DOOR OPEN SLUISDEUR

De schutsluizen bij het Houtribcomplex en de schutsluis bij het Krabbersgatcomplex zijn voorzien van omloopriolen en hebben dus geen rinketten. De omloopriolen kunnen worden ingezet om een lokstroom op te wekken. Bij een hoger peil op het Markermeer en een lager peil op het IJsselmeer worden de omloopriolen enigszins geopend, bij geopende sluisdeuren aan de IJsselmeerszijde. Vis kan dan de kolk inzwemmen. Na een half uur worden de sluisdeuren aan de IJsselmeerszijde gesloten en de deuren aan de Markermeerszijde geopend. Vis kan vervolgens de kolk uitzwemmen naar het Markermeer.

### 7.2.4 SLUISDEUREN OP EEN KIER BIJ KLEIN VERVAL

Een vierde beheersscenario voor de schutsluizen in de Houtribdijk is het op een kier zetten van de sluisdeuren bij (nagenoeg) geen peilverschil. Dit is in feite een variatie op beheersscenario 7.2.1 'Schutsluizen zo lang mogelijk open houden'. Nadeel van dit scenario is dat er geen grote aanlokkende werking vanuit gaat, omdat er geen lokstroom aanwezig is. Daarnaast bestaat er bij de technisch specialisten twijfel over de technische haalbaarheid i.v.m. de constructie van de puntdeuren (zie bijlage 4 verslag klankbordgroepbijeenkomst). Voordelen zijn dat er een open verbinding is en dat dit scenario relatief vaak en langdurig kan worden uitgevoerd. Wel is de open verbinding kleiner dan bij beheersscenario 7.2.1, omdat de deuren niet volledig open staan maar op een kier. Mogelijk kan dit scenario wel langer worden toegepast naar mate de peilverschillen groter worden (maximaal 10 cm). Het debiet en de stroomsnelheid is namelijk beperkt wanneer de deuren op een kier staan zodat dit geen belemmering op hoeft te leveren voor aanwezige scheepvaart.

#### *Optioneel extra scenario: oude schutsluis Krabbersgat altijd op een kier*

Voor de oude Krabbersgat schutsluis is nog een extra optioneel scenario mogelijk. Van deze schutsluis wordt door scheepvaart nagenoeg geen gebruik meer gemaakt. In principe zou deze locatie jaarrond op een kier kunnen staan zolang dit vanuit peilbeheer toegestaan is. Er hoeft hierbij dan geen rekening te worden gehouden met peilverschillen en in verhouding bijbehorende stroomsnelheden in relatie tot scheepvaartverkeer. Er bestaat bij de technisch specialisten echter twijfel over de technische haalbaarheid i.v.m. de technische constructie van de puntdeuren (zie bijlage 4 verslag klankbordgroepbijeenkomst). Dhr. Frank van der Meer (adviseur verkeer en vervoer RWS) geeft daarnaast aan dat er een verkenning loopt om deze sluis definitief te sluiten indien de aanvaarroute naar het Naviduct een paar kleine aanpassingen krijgt.

#### *Overige factoren*

Met betrekking tot alle vier scenario's is weer variatie mogelijk in een aantal factoren zoals de duur van de onderscheiden fases, frequentie, tijdstip etc. (zie hoofdstuk 9). Met deze factoren wordt de uiteindelijk gekozen variant geoptimaliseerd.

# 8

## Multicriteria analyse van de varianten

### 8.1 AANPAK

In paragraaf 3.4 zijn de randvoorwaarden beschreven waaraan alle varianten van visvriendelijk beheer per definitie aan dienen te voldoen. In principe voldoen de hiervoor beschreven scenario's voor visvriendelijk beheer aan deze randvoorwaarden, maar de mate waarin varieert. Daarnaast zijn er nog andere criteria waaraan de scenario's getoetst kunnen worden. Samengevat levert dit de volgende criteria op:

1. Ecologie – Geschiktheid doelsoorten (Passieve/actieve zwemmers);
2. Ecologie – Capaciteit;
3. Zoutindringing;
4. Veiligheid (Waterkeringsveiligheid & gebruikers );
5. Scheepvaart;
6. Maatschappelijke gebruiksfuncties;
7. Peilbeheer;
8. Waterkwaliteit;
9. Bedieningsgemak/ implementeerbaarheid;
10. Inzet personeel;
11. Benodigde aanpassingen aan object;
12. Constructie object (slijtage en stabiliteit);
13. Kosten;
14. Energieverbruik.

De beschreven scenario's zijn onderworpen aan een Multicriteria-analyse. Hierbij zijn bovenstaande criteria gehanteerd. De scenario's zijn kwalitatief en ten opzichte van elkaar gescoord in een multicriteria-analysematrix per objectsoort (spuisluizen zoet-zout; spuisluizen zoet-zoet; schutsluizen zoet-zout; schutsluizen zoet-zoet). In totaal levert dit vier multicriteria-analysematrixen op, deze zijn opgenomen in paragraaf 8.2. Ieder scenario heeft voor ieder criterium een score 1, 2 of 3 gekregen. De manier waarop deze score is toegekend is hieronder per criterium beschreven. Daarnaast is in de matrixen bij iedere score een korte onderbouwing gegeven. Ten slotte geldt dat alle criteria eenzelfde gewicht toegekend hebben gekregen. In de klankbordgroep is de voorkeur uitgesproken geen wegingsfactoren toe te passen zodat de criteria objectief beschouwd kunnen worden. Het gewicht van een wegingsfactor is namelijk volledig afhankelijk van de persoon die hem bepaald en geeft dus een gekleurd beeld (Zie bijlage 4 verslag klankbordgroepbijeenkomst).

Onderstaand worden de genoemde criteria uiteengezet. Zo wordt aangegeven wat het criterium precies inhoudt en op welke wijze het in de multicriteria matrix is getoetst.

### 1. Ecologie – Geschiktheid doelsoorten (Passieve/actieve zwemmers)

Zoals eerder beschreven richt het visvriendelijk beheer van de sluisen in de Afsluitdijk (zoet-zout overgangen) zich op passieve zwemmers; de getijdenmigranten zoals glasaal en botlarven. Het beheer van de sluisen in de Houtribdijk (zoet-zoet overgangen) richt zich op actieve zwemmers; in principe alle voorkomende migrerende soorten die in het voorjaar stroomopwaarts gericht zijn en in het najaar stroomafwaarts. Een beheervariant kan het ene type zwemmers beter faciliteren dan het andere. In de multicriteria-analyse is bij het betreffende scenario een score toegekend voor de mate van geschiktheid voor de type doelsoorten. Indien de beheervariant zeer geschikt is: score 3; redelijk geschikt: score 2 en niet geschikt: score 1.

Voorbeeld: Voor de spuisluizen in de Afsluitdijk krijgt beheervariant 'Deuren openen voor gelijk peil' een score 3 omdat bij deze variant het meeste Waddenzee water wordt ingelaten net na hoog water. Dit is optimaal voor het type doelsoort getijdenmigranten. Beheervariant 'Vis schutten met variabele deuropening' krijgt een score 1, omdat deze variant uitgaat van het creëren van een zoete lokstroom aan de Waddenzeezijde bij laag water. Dit past bij actieve zwemmers maar niet bij getijdenmigranten.

### 2. Ecologie – Capaciteit

Oorspronkelijk betekent 'capaciteit' bij een vispassage de hoeveelheid vis die door de vispassage heen kan migreren per tijdseenheid of per volume water (Bell, 1973; 1986). In voorgenoemde literatuur uit de Verenigde Staten wordt als vuistregel gehanteerd maximaal 'one pound of fish per cubic foot' (500 g vis per 27 liter volume). Dit is echter gebaseerd op de massale en stootsgewijze migratie van pacifische salmoniden in snelstromende wateren. In onderhavig geval is capaciteit geïnterpreteerd als indicatie van de hoeveelheid vis die als gevolg van het visvriendelijk beheer bij het betreffende kunstwerk kan passeren. Duidelijk mag zijn dat bij een volledig open verbinding de passagemogelijkheden voor vis aanzienlijk groter zijn dan wanneer vis éénmalig geschut kan worden gedurende één spuicyclus. In de multicriteria-analyse is bij het betreffende scenario een score toegekend voor de hoeveelheid vis die naar verwachting per tijdseenheid gebruik kan maken van een aangepast beheer. Indien de beheervariant een grote capaciteit heeft: score 3; een redelijke capaciteit: score 2 en een geringe capaciteit: score 1.

Voorbeeld: Voor de spuisluizen in de Houtribdijk krijgt beheervariant 'spuisluizen zo lang mogelijk openhouden' een score 3. Er is bij dit scenario een open verbinding die in theorie gedurende 83% van het jaar open staat (zie beschrijving in 6.2.1). Hierdoor kan naar verwachting zeer veel vis gebruik maken van deze beheervariant. De beheervariant 'Vis schutten met de spuisluizen' krijgt een score 1. De ruimte tussen de spuideuren in de Houtribdijk is beperkt. Het volume dat geschut wordt, is dus gering en daarmee is de capaciteit naar verwachting laag.

### 3. Zoutindringing

Hoewel het natuurlijk de bedoeling is dat zout water binnen wordt gelaten (met daarin de zwakke zwemmers), moet deze indringing beperkt blijven, zodat de middelen die ter beschikking staan om het zout water terug te voeren, de zouthevens, dit volledig kunnen realiseren. Een harde randvoorwaarde is immers dat de hoeveelheid ingelaten zout geen effect heeft op bestaande functies en waterkwaliteit. In de multicriteria-analyse is bij het betreffende scenario een score toegekend voor de mate van indringing van zout water. Een geringe indringing van zout water: score 3; gemiddelde indringing van zout water: score 2; aanzienlijke indringing van zout water: score 1

Voorbeeld: Voor de spuisluizen in de Afsluitdijk krijgt beheervariant 'Deuren openen voor gelijk peil' een score 1 omdat bij deze variant het meeste Waddenzee water wordt ingelaten voordat een gelijk peil wordt bereikt bij afgaand water (de maximale zoutlast is niet groter dan de capaciteit van de zouthevens). Hierdoor treedt een aanzienlijke zoutlast op.



Beheervariant 'Vis schutten met variabele deuropening' krijgt een score 3 omdat deze variant uitgaat van het creëren van een zoete lokstroom aan de Waddenzeezijde bij laag water. Hierdoor wordt er geen zout water ingelaten in is er geen zoutlast. De twee tussenliggende beheervarianten krijgen een score twee omdat deze we zoutindringing opleveren maar in mindere mate dan bij het eerst beschreven scenario.

#### 4. Veiligheid (waterkeringsveiligheid & gebruikers)

Veiligheid moet ten allen tijd gegarandeerd zijn bij ieder scenario. Het betreft hier dan ook een oordeel ten aanzien van de risico's van een beheervariant op gebied van veiligheid. In welke mate is er een kans aanwezig dat een beheervariant minder of niet meer beheersbaar is gedurende de uitvoering er van. Dit kan bijvoorbeeld een deur of een klep zijn die tijdens de procesgang ineens niet meer verder gesloten kan worden of stroomsnelheden die onbeheersbaar groot worden dit kan een veiligheidsrisico voor zowel de waterkerende werking als voor op dat moment aanwezige gebruikers opleveren. Indien een beheervariant goed beheersbaar is krijgt deze score 3; gemiddeld beheersbaar: score 2; slecht of beperkte beheersbaar: score 1.

Voorbeeld: Voor de spuisluisen in de Afsluitdijk krijgt beheervariant 'Spuien bij een peilverschil <10cm een score 3, omdat deze variant toegepast wordt vlak voor het begin van de spuiperiode. In geval van een storing is het veiligheidsrisico beperkt, aangezien de periode waarover en de mate waarin vrije instroming van zeewater plaatsvindt, beperkt is. Beheervariant 'Vis schutten met spuisluisen' krijgt een score 1, omdat bij deze variant tijdens hoog water geen dubbele kering plaatsvindt, omdat een groot gedeelte van de tijd één van de twee deuren open staat om zout water en vis naar binnen te schutten.

#### 5. Scheepvaart

Een harde randvoorwaarde is dat geen negatief effect op bestaande functies, waaronder scheepvaart, plaats mag vinden. Hier kan rekening mee worden gehouden door visvriendelijk beheer 's nachts uit te voeren indien personeel beschikbaar is en wanneer de scheepvaartintensiteit laag is. Toch kan het voorkomen dat door een storing of een ander voorval incidenteel een gering effect op de scheepvaart optreedt. De effecten hiervan worden binnen dit criterium geschaard. In geval van de spuisluisen zijn deze effecten zeer beperkt. De spuisluisen zijn op alle locaties fysiek door middel van strekdammen gescheiden van schutsluisen om invloed op scheepvaart te voorkomen. De impact van de voorgestelde beheervarianten voor spuisluisen op de schutsluisen en daarmee samenhangend scheepvaartverkeer is dermate klein dat geen invloed op scheepvaartfunctie verwacht wordt. De score voor dit criterium is voor alle spuisluisen score 3: kleine invloed.

Voor de schutsluisen is er wel invloed. In geval van een storing of ander voorval kan de scheepvaartfunctie incidenteel verstoord worden. Bij alle scenario's ten aanzien van schutsluisen wordt gebruik gemaakt van reeds aanwezige objecten: sluisdeuren, rinketten en omloopriolen. Deze objecten worden ook op dezelfde manier gebruikt als bij het schutten van schepen. De objecten zijn ontworpen om te openen onder verval, hierdoor is de kans op problemen klein. Toch is er altijd de mogelijkheid aanwezig dat een effect optreedt, daarom krijgen de scenario's ten aanzien van schutsluisen een score 2: middelmatige invloed.

Ten aanzien van dit criterium zijn er geen scenario's die score 1: 'grote invloed' krijgen. Dit is in principe ook ondervangen door de harde randvoorwaarde dat invloed op bestaande functie niet toegestaan is.

#### 6. Maatschappelijke gebruiksfuncties

Onder het criterium maatschappelijke functies worden de aspecten geschaard zoals benoemd in het BPRW (Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren). Dit zijn drinkwater, recreatie, visserij en zwemwater. Sommige van deze maatschappelijke functies vormen onderdeel van andere criteria, dan criterium 6.

Zo is voor drinkwater het belangrijkste aspect zoutindringing. Dit aspect is echter al gescoord onder het criterium 3. Zoutindringing. Overige functies betreft recreatieve activiteiten, recreatieve scheepvaart, visserij en zwemwater. Ten aanzien van recreatieve scheepvaart gelden dezelfde argumenten als voor criterium 5. Scheepvaart, al treed recreatieve scheepvaart met name in de zomermaanden op. Bij de spuisluizen wordt geen invloed verwacht, bij de schutsluizen een middelmatige invloed door kans op incidenteel effect. Direct effect op visserij wordt niet verwacht omdat visserij een minimale afstand moet houden tot de objecten. Zij kunnen in principe niet in de invloedssfeer komen. In een indirect effect op visserij is een toename van vismigratiemogelijkheden in het IJsselmeergebied. Ten slotte zwemwater, de officiële aangewezen zwemwateren die voldoen aan de EU zwemwaterrichtlijn liggen niet in de beïnvloedingssfeer van de schut- en spuisluizen in verband met de veiligheid. Effect op zwemwater wordt niet verwacht.

Omdat recreatieve activiteiten buiten de invloedssfeer van de spuisluizen plaats vinden wordt geen effect verwacht. De score voor dit criterium is voor alle spuisluizen score 3: kleine invloed. Wel treedt mogelijk effect op ten aanzien van recreatieve activiteiten bij schutsluizen. Het aangepast visvriendelijk beheer kan net als bij criterium 5. Scheepvaart incidenteel recreatieve gebruiksactiviteiten beïnvloeden. Daarom krijgen de scenario's ten aanzien van schutsluizen een score 2: middelmatige invloed.

Ten aanzien van dit criterium zijn er geen scenario's die score 1: 'grote invloed' krijgen. Dit is in principe ook ondervangen door de harde randvoorwaarde dat invloed op bestaande maatschappelijke gebruiksfuncties niet toegestaan is.

#### 7. Peilbeheer

Ten aanzien van peilbeheer zijn er twee aspecten van belang. Ten eerste de invloed van het in bedrijf zijnde visvriendelijk beheer op het peil. Ten tweede het risico op incidenten, waardoor peilbeheer in het gedrang komt. Het eerste aspect valt onder de harde randvoorwaarden zoals gesteld in paragraaf 3.4. Eén van de basisfuncties in het BPRW is voldoende water, het peilbeheer is hierin van belang. Effecten op het peil mogen per definitie niet optreden. Hierin kan nog onderscheid gemaakt worden tussen de complexen in de Afsluitdijk, waar het beheer gericht is op het binnenlaten van een geringe hoeveelheid zout water, en de complexen in de Houtribdijk. Peilbeheer op het IJsselmeer ondervindt hier in principe geen effecten van, behalve als een spuigang overgeslagen dient te worden. De betreffende kolk is dan niet beschikbaar voor spuien. Het beheer op de Houtribdijk is echter gericht op het zo lang mogelijk creëren van een migratieroute tussen het IJsselmeer en Markermeer. Hierdoor stroomt er in meer of mindere mate water van het ene meer naar het andere, wat effect kan hebben op het peil. De mate waarin verschilt per variant. Het tweede aspect is het risico op incidenten waardoor peilbeheer in het gedrang komt. Wanneer een deur bijvoorbeeld niet sluit, kan er tijdelijk veel water van de ene naar de andere zijde stromen. Wanneer een rinkel niet sluit, is dat effect beperkt, omdat het natte oppervlak kleiner is. Indien een beheervariant gering effect heeft op peilbeheer krijgt deze score 3 klein effect. Redelijk effect is score 2; aanzienlijk effect: score 1.

Voorbeeld: Ten aanzien van de spuisluizen in de Afsluitdijk krijgt beheervariant 1 'Deuren open voor gelijk peil' score 3. De uitvoering van deze variant vindt plaats voor één spuiperiode. Er is dus geen effect op de spuicapaciteit. Dit is er wel bij beheervarianten 2 en 4 waarbij de betreffende spuikolk niet beschikbaar is tijdens de opvolgende spuiperiode. Deze varianten krijgen score 2: redelijk effect op peilbeheer.

#### 8. Waterkwaliteit

Het gaat bij dit aspect om de effecten van de visvriendelijke beheervarianten op de waterkwaliteit in het IJsselmeer en Markermeer. Voor wat betreft de Houtribdijk wordt er vanuit gegaan dat er geen groot waterkwaliteitsverschil is tussen het IJsselmeer en Markermeer.

Een zeer groot gedeelte van het jaar is er immers reeds uitwisseling, zie Figuur 6. Alle beheervarianten op de Houtribdijkcomplexen krijgen daarom score 3: Geringe invloed.

Voor de beheervarianten van de complexen in de Afsluitdijk geldt dat het effect op het IJsselmeerwater is gekoppeld aan de hoeveelheid zout water die binnengelaten wordt. Daarom wordt voor de beheervarianten van de complexen in de Afsluitdijk de score gekoppeld aan criteria 3: Zoutindringing.

#### 9. Bedieningsgemak/implementeerbaarheid

Hierbij gaat het om het gemak waarmee het scenario tot uitvoering kan worden gebracht in relatie tot bestaande bedieningshandelingen. Een aantal beheervarianten betreft nieuwe handelingen, zoals vis schutten met spuisluizen. Andere beheervarianten zijn een variant op bestaande handelingen, zoals het eerder openen of sluiten van spuideuren. Het bedieningsgemak wordt op de volgende wijze gescoord: makkelijk implementeerbaar in bestaande bedieningshandelingen: score 3; matig implementeerbaar: score 2; moeilijk implementeerbaar: score 1.

Voorbeeld: In geval van de spuisluizen in de Afsluitdijk krijgen de beheervarianten 'Deuren openen voor gelijk peil' en 'Spuien bij een peilverschil <10 cm' score 3. De aanpassingen zijn gering ten opzichte van de bestaande handelingen. De scenario's 'Vis schutten met spuisluizen' bij hoog water en 'Vis schutten met variabele deuropening' bij laag water krijgen score 1. Dit betreft nieuwe handelingen.

#### 10. Inzet personeel

Inzet van personeel is een belangrijk aspect, het visvriendelijke beheer dient bij voorkeur niet te leiden tot een vergroting van de bedieningsinspanning. Er is reeds een versobering van de bediening ingevoerd betreffende het Naviduct/Krabbersgatschutsluis en Stevinschutsluis. Gedurende het gehele jaar is de betreffende sluiswachter in de nacht aanwezig op de Stevin. Ook in het weekend en in de winter is de bedienaar niet altijd aanwezig op het Naviduct/ Krabbersgatsluis. Op aanvraag verlaat hij de Stevin om het Naviduct te bemannen. Gedurende een spuiperiode is er altijd iemand aanwezig op de Stevin. Voor wat betreft de beheervarianten is een score toegekend voor de mate waarin het beheer plaatsvindt buitenom normale bediening. In geval van spuien is er bijvoorbeeld al iemand aanwezig. Een beheervariant die hierop aansluit, kan naar verwachting zonder inzet van extra personeel uitgevoerd worden. Een variant die plaatsvindt op een moment dat er normaal geen bediening is, leidt naar verwachting tot inzet van extra personeel. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat aangepast visvriendelijk beheer niet geautomatiseerd plaatsvindt. De volgende scores zijn toegekend: Score 1: inzet van extra personeel benodigd; score 3: geen inzet van extra personeel benodigd.

Voorbeeld: In geval van de spuisluizen in de Afsluitdijk krijgen de beheervarianten 'Deuren openen voor gelijk peil' en 'Spuien bij een peilverschil <10 cm' score 3. De bedieningshandelingen sluiten aan bij de handeling die gepaard gaan met een spuiperiode. De scenario's 'vis schutten met spuisluizen bij' hoog water en 'vis schutten met variabele deuropening' bij laag water krijgen score 1. Dit betreft nieuwe handelingen buitenom de spuiperioden, hiervoor is extra capaciteit benodigd.

Toevoeging dhr. Erik Pompert (RWS): Als er personeel aanwezig is en het is niet druk, dan kan het uitvoeren van visvriendelijk beheer ook een positief effect hebben op de motivatie. Het kan dan wel tijd vragen van de sluismeester maar er is op dat moment tijd en het is nuttig werk.

#### 11. Benodigde aanpassingen aan object

Per scenario is een oordeel toegekend ten aanzien van de omvang van de noodzakelijke aanpassingen. Dit betreft aanpassingen die naar verwachting moeten worden gedaan aan de constructie en bedieningsinstrumentarium, om de beheervarianten tot uitvoer te brengen. In principe is een harde randvoorwaarde dat geen aanpassingen aan de bestaande constructie en het instrumentarium benodigd is.

Dit neemt niet weg dat de ene vorm van aangepast beheer gemakkelijk uitgevoerd kan worden naast de bestaande handelingen, terwijl het voor andere vormen wenselijk zou zijn een aparte bediening te realiseren. Er is op de volgende manier gescoord: geen aanpassingen: score 3; beperkte aanpassingen: score 2; aanzienlijke aanpassingen: score 1.

Voorbeeld: In geval van de spuisluisen in de Afsluitdijk krijgen de beheervarianten 'Deuren openen voor gelijk peil' en 'Spuien bij een peilverschil <10 cm' score 3. De bediening vindt handmatig plaats en de bedieningshandelingen sluiten aan bij de handelingen die gepaard gaan met een spuiperiode. Aangepast beheer kan dus handmatig plaatsvinden naast de gebruikelijke bediening.

In geval van de schutsluisen in de Afsluitdijk krijgen de beheervarianten 'Migratie via rinketten', 'Lokstroom via rinketten en migratie via sluisdeuren' score 1. Dit betreft handelingen die sterk afwijken van normale scheepvaartschuttingen en de handelingen zijn intensief door de verschillende fases. Bij deze beheervariant is een 'aparte knop' voor visvriendelijke beheer gewenst. Dit is ook bevestigd door een aanwezig sluismeester ten tijde van een veldbezoek door de projectbegeleiders van Rijkswaterstaat.

## 12. Constructie object (slijtage en stabiliteit)

Ten aanzien van de stabiliteit van de bestaande constructies is een harde randvoorwaarde gesteld. Visvriendelijk beheer mag nooit leiden tot risico's voor de bestaande constructie. Deze randvoorwaarde is meegenomen in de beschreven expertsessie waarin de beheervarianten zijn ontwikkeld en gescoord. De beschreven beheervarianten zijn dientengevolge uitvoerbaar zonder gevaar voor de stabiliteit van bestaande constructies. De hoeveelheid bewegingen die als gevolg van het aangepast beheer met de sluisdeuren gemaakt worden, veroorzaken wel (normale) slijtage. Voor dit criterium is een score toegekend voor de mate van verwachte slijtage: score 3: geringe extra slijtage; score 2: gemiddelde extra slijtage; score 1: veel extra slijtage.

Voorbeeld: In geval van de schutsluisen in de Afsluitdijk krijgt de beheervariant 'Migratie via rinketten' score 3 en de varianten 'Lokstroom via rinketten en migratie via sluisdeuren' en 'Vis schutten met de schutsluisen' score 2. De eerste variant maakt slechts gebruik van de rinketten en veroorzaakt dus ook alleen slijtage aan de rinketten, de andere twee maken gebruik van zowel de sluisdeuren als de rinketten. Het betreft in alle gevallen handelingen waarvoor de objecten gemaakt zijn. Veel extra slijtage (score 1) wordt daarom niet verwacht.

## 13. Kosten

Kosten zijn geschat voor het implementeren en uitvoeren van het beheer. Het betreft hier een voorlopige beoordeling, er is in deze fase nog onvoldoende inzicht in eventuele investeringen die noodzakelijk zijn om het visvriendelijke beheer te realiseren. Het gaat dus om kosten die naar verwachting gemaakt worden voor de uitvoering van een beheervariant. Dit is gekoppeld aan het aantal extra (nieuwe) handelingen, inzet van personeel en bedieningsgemak. Dit criterium is op de volgende wijze gescoord; lage kosten: score 3; gemiddelde kosten: score 2; hoge kosten: score 1.

Voorbeeld: In geval van de spuisluisen in de Afsluitdijk krijgen de beheervarianten 'Deuren openen voor gelijk peil' en 'Spuien bij een peilverschil <10 cm' score 3. De extra handelingen zijn gering ten opzichte van de bestaande handelingen en vergen daarom weinig aanpassingen, extra capaciteit, bedieningshandelingen en dus kosten. De scenario's 'Vis schutten met spuisluisen' bij hoog water en 'Vis schutten met variabele deuropening' bij laag water krijgen score 1. Dit betreft nieuwe handelingen die naar verwachting aanpassingen, extra capaciteit en bedieningshandelingen opleveren.

#### 14. Energieverbruik

Het uitvoeren van extra handelingen met de kunstwerken kost extra energie. Voor de verschillende scenario's is deze op een kwalitatieve wijze ingeschat. Extra energieverbruik is gekoppeld aan het aantal extra handelingen. Dit criterium is op de volgende wijze gescoord; laag energieverbruik: score 3; gemiddeld energieverbruik: score 2; hoog energieverbruik: score 1.

Voorbeeld: Ten aanzien van schutsluizen in de Afsluitdijk krijgt beheervariant 'migratie via rinketten in de sluisdeuren' score 3. Deze variant maakt alleen gebruik van de rinketten wat ten opzichte van de andere varianten het laagste energieverbruik met zich mee brengt. Beheervariant 'Lokstroom via Rinketten krijgt score 2, omdat deze gebruik maakt van de rinketten aan de IJsselmeerzijde en de sluisdeuren aan de Waddenzeezijde. De sluisdeurbewegingen kosten meer energie dan de rinketbewegingen. Beheersvariant 'Vis schutten met de schutsluizen' krijgt score 1 omdat deze variant gebruik maakt van de sluisdeuren aan beide zijden. Dit kost het meeste energie ten opzichte van de andere twee varianten.

### 8.2 MULTICRITERIA ANALYSE PER OBJECTSOORT

De uitgewerkte multicriteria-analysematrixen zijn opgenomen in bijlage 3. In onderstaande tabel is een samenvatting van de eindscores opgenomen per beheervariant en objectsoort. Vervolgens worden de resultaten van de MCA besproken.

Beheervarianten														
Objectsoorten	4.2.1	4.2.2	4.2.3	4.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.3	6.2.1	6.2.2	6.2.3	7.2.1	7.2.2	7.2.3	7.2.4
Spuisluizen zoet-zout	33	34	24	25										
Schutsluizen zoet-zout					32	28	23							
Spuisluizen zoet-zoet								37	23	30				
Schutsluizen zoet-zoet											32	23	23	29

Tabel 3 Scores multicriteria analyse per objectsoort en beheervarianten

#### *Schutsluizen Houtribdijk*

In de categorie Schutsluizen zoet-zoet scoort het scenario 7.2.1 'Schutsluizen zo lang mogelijk open' het best. Het eerste scenario scoort goed in verband met de verwachte capaciteit en efficiëntie, maar ook vanwege de beheersbaarheid, beperkt noodzakelijke aanpassingen, implementeerbaarheid, kosten en energie.

#### *Spuisluizen Houtribdijk*

In de categorie Spuisluizen zoet-zoet scoort het scenario 6.2.1 'Spuisluizen zo lang mogelijk open' het best met 37 punten. Het scenario 6.2.2 'Vis schutten met spuisluizen' scoort aanzienlijk slechter met slechts 23 punten. De redenen dat het eerste scenario het best scoort, zijn gelegen in de verwachte capaciteit en efficiëntie maar ook in de beperkt noodzakelijk aanpassingen en de goede implementeerbaarheid.

#### *Schutsluizen Afsluitdijk*

In de categorie Schutsluizen zoet-zout scoort het scenario 5.2.1 'Migratie via rinketten in de sluisdeuren' het best met 32 punten. Beide andere scenario's scoren aanzienlijk minder. Scenario 5.2.1 'Migratie via rinketten in de sluisdeuren' scoort goed in verband met o.a. de lage zoutindringing, veiligheid,

implementeerbaarheid, beperkt noodzakelijke aanpassingen en kosten. Dit laatste scenario biedt betere mogelijkheden tot het inzwemmen van de sluis, omdat de deuren geopend zijn in plaats van alleen de rinketten.

#### *Spuisluizen Afsluitdijk*

In de categorie Spuisluizen zoet-zout scoort het scenario 4.2.2 'Spuien bij een peilverschil <10 cm' het best, maar niet veel beter dan het scenario 4.2.1 'Deuren open voor gelijk peil'. Het verschil is slechts 1 punt. In essentie ontlopen de scenario's zich dan ook slechts beperkt (bij het ene scenario gaan de deuren eerder open dan bij het andere), waarbij het scenario 'Deuren open voor gelijk peil' iets slechter scoort vanwege een grotere hoeveelheid ingelaten zout water. Dit hoeft echter geen probleem te zijn, indien de zouthevels een voldoende capaciteit hebben om het ingestroomde zoute water weer terug te hevelen naar de Waddenzee.

### 8.3 ADVIES KLANKBORGROEP PER OBJECTSOORT

#### *Advies klankbordgroep Spuisluizen Afsluitdijk*

De voorkeur van de klankbordgroep gaat uit naar scenario 4.2.1 en 4.2.2: 'Deuren openen voor gelijk peil' of 'Spuien bij een peilverschil kleiner dan 10 cm'. Beheersvarianten 4.2.3 en 4.2.4 hebben zeker niet de voorkeur (Vis schutten met de spuisluizen bij hoog of laag water in de Waddenzee).

Het eerste scenario 4.2.1 heeft ecologisch het grootste effect, indien dit scenario uitgevoerd kan worden binnen de capaciteit van de zouthevels (i.v.m. netto zoutlast nul), dan heeft dit de voorkeur. Scenario 4.2.2 is een goede tweede maar in feite een afgezwakte variant op 1.

Scenario's 4.2.3 en 4.2.4, vis schutten met de spuisluizen, hebben duidelijk niet de voorkeur. Dit levert technisch risico's op, is complex bij implementatie en ecologische effectiviteit is niet zeker. De technisch specialisten geven aan dat niet voor deze scenario's moet worden gekozen als aanpassingen aan de bestaande constructie niet toegestaan zijn. Er is onzekerheid over trillingen, stortebed en openen deuren onder groot verval. De visecologen geven aan dat variant 4.2.3, vis schutten bij hoog water in de Waddenzee, mogelijk wel effectief is door een goede zoutlast-vis verhouding. Dit ligt aan de visdichtheid voor de deur bij hoog water en zou eerst onderzocht moeten worden. Variant 4.2.4, vis schutten bij laag water in de Waddenzee, is vooral voor actieve zwemmers en valt voor de visecologen af. De technisch specialisten geven daarnaast aan bij deze variant twijfels te hebben over de betrouwbaarheid van de constructie en bodembescherming.

#### *Advies klankbordgroep Schutsluizen Afsluitdijk*

De klankbordgroep verwacht voor visvriendelijk beheer van de schutsluizen in de Afsluitdijk een lage ecologische effectiviteit. De visecologen verwachten dat een marginaal deel van het aanbod aan vis de schutsluizen binnenkomen. Als gekozen wordt voor aangepast beheer, dan valt de keuze op scenario 5.2.3, 'Vis schutten met de schutsluizen'. Scenario 5.2.3 is namelijk echt schutten, met een redelijke volume water, variant 5.2.1 en 5.2.2 zijn hier afgezwakte varianten van doordat rinketten gebruikt worden zodat het volume beperkt is. Daarnaast wordt aangenomen dat bij volledig open deuren de getijdenmigranten naar binnen komen door wateruitwisseling door dichtheidsverschillen. Wanneer alleen een rinket of omloopriool open staat treedt dit effect nauwelijks op en zal ook het effect op vismigratie naar verwachting minimaal zijn.

#### *Advies klankbordgroep Spuisluizen Houtribdijk*

De voorkeur van de klankbordgroep gaat unaniem uit naar het scenario 6.2.1 'Spuisluizen zo lang mogelijk open houden'. Het is gezien vanuit de techniek simpel en zonder afwijking op normale handelingen, en vanuit de ecologie is een zo vrij mogelijke migratie gewenst. Het visvriendelijk beheer van de Houtribdijk is ook minder van belang voor regionale migranten maar meer voor dispersie van soorten.



Het wordt in feite één groot meer, één systeem en dat is een groot voordeel van deze variant. Deze voorkeur sluit aan bij het advies in de voorkeursvariantennotitie. De deskundigen geven wel aan dat het lastig is deze variant op effectiviteit te onderzoeken. Eerder onderzoek van IMARES gaf al aan dat ter plaatse minder sprake is van gerichte migratie maar meer van dispersie (vissen zwemmen heen en weer). Gesteld wordt dat het niet nodig is deze variant op effectiviteit te onderzoeken. Doordat beide meren dan een groot deel van de tijd in open verbinding staan is maximale uitwisseling van vis mogelijk. Geconcludeerd wordt dat de monitoringsinspanning het best volledig wordt gericht op het visvriendelijke beheer op de Afsluitdijk.

#### ***Advies klankbordgroep Schutsluizen Houtribdijk***

De klankbordgroep merkt op dat als scenario 6.2.1 'Spuisluisen zo lang mogelijk open' geïmplementeerd kan worden voor de spuisluisen, het minder voor de hand ligt om op de schutsluizen visvriendelijk beheer te implementeren. De verwachting is dat de ecologische effectiviteit van maatregelen bij de schutsluizen relatief beperkt is vergeleken met het visvriendelijk beheer van de spuisluisen. Daarnaast geldt dat implementatie van visvriendelijk beheer bij de schutsluizen complex is binnen het huidige beheer. Als toch gekozen zou worden voor visvriendelijk beheer bij de schutsluizen dan gaat de voorkeur uit naar de schutsluizen zo lang mogelijk open houden bij geen scheepvaart ('s nachts) en peilverschil kleiner dan 10 cm.

## **8.4 CONCLUSIE & ADVIES PER OBJECTSOORT**

#### ***Spuisluisen Afsluitdijk***

Op basis van de multicriteria analyse en bespreking daarvan met de klankbordgroep wordt geadviseerd het scenario 'deuren openen voor gelijk peil' te kiezen als voorkeursvariant. Hierbij dient de exacte openstellingstijd en het peilverschil bepaald te worden door het maximaal toelaatbare volume ingelaten waddenzeewater. Hierbij wordt gerefereerd naar de eerder succesvol uitgevoerde proef waarbij een volume zout water is ingelaten dat binnen het volume van de spoelkom aan de binnenzijde van de dijk bleef. Het maximaal toelaatbare volume is ook afhankelijk van de capaciteit van de nog te bouwen zouthevels. In de testfase wordt het exacte peilverschil en opstellingstijd nader bepaald.

#### ***Schutsluizen Afsluitdijk***

Voor de schutsluizen in de afsluitdijk wordt geadviseerd extra schuttingen uit te voeren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de rinketten en sluisdeuren (een 'normale' schutting) zodat vissen de mogelijkheid krijgen over de volledige waterkolom te migreren. In de testfase kan deze beheersvariant worden gestart voor de test op de spuisluisen en pas daarna worden beëindigd. Op die manier kan het effect van het binnen schutten van zout water en het naar buiten schutten van zoet water worden getest mist de fuiken bij gelijk peil een extra keer geleegd worden.

#### ***Spuisluisen Houtribdijk***

Voor de spuisluisen van de houtribdijk wordt geadviseerd deze zo lang mogelijk open te stellen bij geen of kleine peilverschillen (tot maximaal 10 cm). Nu staan de sluisen standaard dicht. Deze variant is veruit het eenvoudigst te implementeren en heeft ecologisch gezien naar verwachting het grootste effect.

#### ***Schutsluizen Houtribdijk***

Indien het scenario voor de spuisluisen in de Houtribdijk uitgevoerd wordt dan wordt geadviseerd geen aangepast beheer voor de Schutsluizen te implementeren. Het effect ten opzichte van het aangepast beheer van de Schutsluizen in naar verwachting gering, daarnaast zijn de scenario's voor de Schutsluizen complexer en naar verwachting ook duurder om te implementeren.

## 9

## Overige factoren visvriendelijk beheer

### 9.1 OVERZICHT FACTOREN

Zoals eerder beschreven in hoofdstuk 1 zijn de voorkeursvarianten beschreven op hoofdlijnen. Uiteraard kunnen de varianten geoptimaliseerd worden door de aanpassing van factoren zoals de werkingsperiode, tijdstip en frequentie. In de onderstaande tabel worden de factoren opgesomd, in de navolgende teksten worden deze toegelicht en wordt een advies gegeven per factor.

Factoren	Omschrijving
Periode, tijdstip en frequentie	Openingstijd, hoe lang worden de schuiven geopend?
	Dag/nacht (de voorkeur gaat uit naar de nacht i.v.m. meer vissen en minder scheepvaart)
	Ieder getij visvriendelijk beheer toepassen of getijden overslaan?
	Seizoen waarin visvriendelijk beheer wordt toegepast (de voorkeur gaat uit naar half februari t/m juni)
Geometrische factoren	Worden beide complexen ingezet, slechts één complex of wordt er tussen de complexen gewisseld?
	Wordt het gehele complex ingezet of slechts een deel (spuigroepen en openingen)?
	Worden de openingen geheel of slechts deels (brievensbus) geopend?
Overige factoren	Afhankelijk van het aanbod van scheepvaart kan er visvriendelijk beheer toegepast worden tussen de schuttingen door (specifiek voor de schutsluizen)
	De Lorentzsluizen bestaan uit twee kolken. Er kan gekozen worden om één kolk voor de scheepvaart te gebruiken en één kolk voor de vispassage.

Tabel 4 Overzicht overige factoren

### 9.2 PERIODE, TIJDSTIP EN FREQUENTIE

#### Periode

Bij de migratie van de Waddenzee naar het IJsselmeer gaat het voornamelijk om de zwakke diadrome zwemmers in het voorjaar (driedoornige stekelbaars, glasaal, bot en spiering). De periode van visvriendelijk beheer dient daarop afgestemd te zijn en dus rekening te houden met de vroegste en de laatste migranten. Diadrome stekelbaars kan al in januari gaan trekken, spiering en glasaal zijn langs de kust aanwezig vanaf februari, bot komt relatief laat tot uiterlijk juli. Ten behoeve van de efficiëntie is het niet noodzakelijk om de volledige periode te kiezen, maar te focussen op de piekperioden. Voorgesteld wordt dan ook om het visvriendelijke beheer bij spui- en schutsluizen te voeren vanaf half februari tot en met half juni. Binnen deze tijdseenheid vallen de piekperioden in de migratie van de doelsoorten.

Voor de migratie van het IJsselmeer naar het Markermeer kan dezelfde periode worden aangehouden, daar dit ook de periode is dat de migratie van vissoorten met een lokale c.q. regionale migratie plaatsvindt (stroomopwaarts richting paaigebieden). Vanuit visecologisch oogpunt gaat de voorkeur uit naar het zoveel mogelijk openstellen van de verbindingen tussen IJssel- en Markermeer, waardoor deze meren vanuit de vismigratie gezien een eenheid vormen. Geredeneerd vanuit de zwakke diadrome zwemmers, heeft dit ook de voorkeur. In de loop van de voorjaarsmaanden vertonen deze een actievere migratie het zoete water in (zie ook Hop, 2009; 2012). De stroomafwaartse migratie kan dan ook het makkelijkst kan plaatsvinden. Voor de migratie van schieraal naar zee bij de Afsluitdijk geldt dat de afvoer via de spuisluisen hier voldoende mogelijkheden voor biedt.

### *Tijdstip*

Het visvriendelijke beheer wordt uitgevoerd gedurende de nacht, omdat gebleken is dat de migratie overdag van slechts geringe intensiteit is (Witteveen+Bos, 2009b; Spierts, 2013). Overigens zouden hier voor nog vele bronnen kunnen worden weergegeven. Globaal kan gesteld worden dat de migratie in de vooravond aantrekt (na zonsondergang) en dan rond 2 uur in de nacht weer in intensiteit begint af te nemen. Dit geldt zowel voor de Afsluitdijk als voor de Houtribdijk. Voor visvriendelijk beheer, waarvoor actieve bedieningshandelingen noodzakelijk zijn, kan hierbij worden aangesloten.

### *Frequentie*

Idealiter zou het visvriendelijk beheer zo frequent mogelijk uitgevoerd moeten worden, zodat geen ophoping van vis optreedt met per saldo een hogere mortaliteit door toegenomen predatie. Belangrijke randvoorwaarden hierbij zijn natuurlijk de omvang van de afvoer en de zoutbelasting als gevolg van het visvriendelijk beheer. De totale hoeveelheid zout water die wordt ingelaten moet middels de zouthevens en het normale spuien geloosd kunnen worden op de Waddenzee. Vooralsnog wordt voorgesteld om visvriendelijk beheer bij de spuisluisen in de Afsluitdijk om de dag uit te voeren (dag 1: 1 x visvriendelijk; 1 keer niet spuien; dag 2: geen visvriendelijk beheer etc.). Een dergelijke aanpak voorkomt een onverantwoorde ophoping van vis. Bij de schutsluisen in de Afsluitdijk kan het beheer in principe dagelijks worden toegepast. Bij de complexen in de Houtribdijk speelt frequentie geen rol wanneer wordt gekozen voor een zo lang mogelijke openstelling. Indien dit laatste niet het geval zou zijn, leidt een dagelijkse frequentie tot de beste migratiemogelijkheden.

## **9.3 GEOMETRISCHE FACTOREN (RECIRCULATIE)**

Belangrijk is dat er na het uitvoeren van een visvriendelijk beheer bij de spuisluisen in de Afsluitdijk niet gelijk gespuid gaat worden. Dit zou er toe kunnen leiden dat binnengelaten vissen direct weer uitspoelen. Dit kan voorkomen worden door enerzijds visvriendelijk beheer toe te passen in periodes dat er sowieso niet gespuid hoeft te worden, anderzijds door een spuigang over te slaan of te spuien met andere delen/kokers van het complex. Naar verwachting is het overslaan van een enkele spuigang voldoende om de zwakke zwemmers de tijd te geven om weg te migreren. Als het overslaan van een spuigang niet mogelijk is, kan de meest oostelijke groep spuikokers van één complex worden ingezet voor visvriendelijk beheer en kan vervolgens gespuid worden met de meest westelijke groep spuikokers (of met de buitenste kokers van een groep). Anderzijds is het ook mogelijk de spuicomplexen bij Den Oever en Kornwerderzand alternerend in te zetten:

- spuigang 1: visvriendelijke beheer Den Oever (niet spuien) en normale spui Kornwerderzand,
- spuigang 2: visvriendelijke beheer Kornwerderzand (niet spuien) en normale spui Den Oever).

Bij de schutsluisen in de Afsluitdijk speelt een en ander geen rol van betekenis, omdat hier geen grote volumes water naar buiten worden gelaten. Met betrekking tot de Houtribdijk kan worden gesteld dat geometrie hier op een andere manier een rol zou kunnen spelen.

Indien er om diverse redenen (bediening, kosten, etc.) overgegaan zou worden tot (actief) visvriendelijk beheer bij slechts één complex dan zou dit naar verwachting het best kunnen worden gedaan bij het Krabbersgatcomplex te Enkhuisen. Visstandbemonsteringen geven aan dat de visdichtheid in de late voorjaars- en zomermaanden het laagst is bij het Houtribcomplex. Indien bij de Houtribdijk gekozen zou worden voor een zo lang mogelijke openstelling bij beide complexen, dan speelt genoemde afweging natuurlijk geen rol.

#### **9.4 COMBINATIES VAN VARIANTEN**

Varianten 4.2.1 en 4.2.2 kunnen ook gecombineerd worden met varianten 4.2.3 en 4.2.4 daar deze varianten zich afspelen rondom het hoog water in de Waddenzee en de eerste varianten uitgevoerd worden rondom gelijk peil tussen Waddenzee en IJsselmeer.

#### **9.5 OVERIGE FACTOREN**

Specifiek met betrekking tot schutsluizen kan in sommige gevallen gekozen worden om een kolk te reserveren voor visvriendelijk beheer (Lorentz- en Houtribcomplex), voor zover natuurlijk de scheepvaart en eventueel kostenaspecten dit toestaan. Ook kan visvriendelijk beheer toegepast worden tussen scheepvaartschuttingen door.

# 10

## Literatuur

De literatuurlijst is ook van toepassing op bijlage 1.

- Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 Werken aan een robuust watersysteem, herziene versie december 2012
- Bell, M.C., 1973. Fisheries handbook of engineering requirements and biological criteria. Fisheries Engineering Research Program. U.S. Army Corps of engineers, North Pacific division, Portland Oregon (Verenigde Staten).
- Bell, M.C. 1986. Fisheries handbook of engineering requirements and biological criteria. AD/A167 877), 290 p. U.S. Army Corps of engineers, North Pacific division, Portland Oregon (Verenigde Staten). (Herziene versie).
- Blake, R.W., 1983. Fish locomotion. London: Cambridge University Press, 208 pp. In: Winter, H.V., 2007. A fisheye view on fishways. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands. ISBN: 978-90-8504-867-1.
- Boer, W.F. de, 2001. RIKZ rapporten. In: Quak, J., Emmerik, W.A.M. van & Verspui, R., (in prep.). Kennisdocument Trekvisen Afsluitdijk. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Brongers, I. de Witte, B. Chloridemetingen in het IJsselmeer bij de spuisluisen Den Oever en Kornwerderzand 10 juli 2013 Rijkswaterstaat CIV/ Midden Nederland.
- Bos, A.R., 1999. Aspects of the Life History of the European Flounder (*Pleuronectes flesus* L. 1758) in the tidal River Elbe. Faculty of Biology of the University of Hamburg.
- Bult, T.P. & Dekker, W., 2006. Een experimentele veldstudie naar het intrekgedrag van glasaal op de grens van zout en zoet met implicaties voor het verbeteren van intrekmogelijkheden. Rapportnr. C064/06. Wageningen IMARES. I.o.v. Ministerie van LNV, Directie Visserij.
- Dekker & Van Willigen, 1997. In: Dekker, W., 2004. Monitoring van de intrek van glasaal in Nederland: evaluatie van de huidige en alternatieve methodieken. Rapportnr. C006/04. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) B.V. I.o.v. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Visserij.

- Dekker & Van Willigen, 2000. In: Dekker, W., 2004. Monitoring van de intrek van glasaal in Nederland: evaluatie van de huidige en alternatieve methodieken. Rapportnr. C006/04. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) B.V. I.o.v. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Visserij.
- Dekker, W., 2004. Monitoring van de intrek van glasaal in Nederland: evaluatie van de huidige en alternatieve methodieken. Rapportnr. C006/04. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) B.V. I.o.v. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Visserij.
- Deelder, C.L., 1960. Proeven met paling. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek. Uitgave AO-reeks 831. 14 oktober 1960.
- Emmerik, W.A.M. van & Nie, H.W. de, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Geeraerts, C., M. Ovidio, H. Verbiest, D. Buysse, J. Coeck, C. Belpaire en J-C. Philippart. De trekpatronen van blankvoorn (*Rutilus rutilus* L.) in gefragmenteerde rivieren in België. Congres Watersysteemkennis 2006– 2007. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2006. In: Laak, G.A.J. de, 2010. Kennisdocument blankvoorn *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 32. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Griffioen, A.B. van Keeken, O.A. Burggraaf, D. & Winter, H.V. Nulmeting visbeheer Houtribdijk spui: DIDSON metingen. Rapport C161/12 IMARES
- Groot, S.J. de, 1988. Deelrapport Spiering. RIVO-rapport 88-209, IJmuiden. In: Emmerik, W.A.M. van & Nie, H.W. de, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Hart, M. 't, 1978. De stekelbaars. Het Spectrum 112 p. In: Emmerik, W.A.M. van & Nie, H.W. de, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Hartgers, E.M., Backx, J.J.G.M. & Walhout, T., 2001. Vis intrek in de Delta. Een inventarisatie van migratieknelpunten. Rapport RIKZ-2001.049 / RIZA 2001.057. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) & Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ). I.o.v. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Hop, J., 2009. Visonderzoek migratieknelpunten Fase II: Voorjaarsonderzoek. Rapportnr. 20080984. ATKB Geldermalsen. In opdracht van Waterschap Zuiderzeeland.
- Hop, J., 2012. Visintrek via inlaatwerk bij gemaal Colijn, voorjaar 2012. Rapportnr. 20120069/001. ATKB Geldermalsen. In opdracht van Waterschap Zuiderzeeland.
- ICES/EIFAC, 2004. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels, 7-11 October 2003, Sukarrieta, Spain. ICES CM 2004/ACFM:09. In: Klein Breteler, J.G.P., 2005. Kennisdocument Europese aal of paling, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 11. OVB/Sportvisserij Nederland, Bilthoven.



- Jager, Z., 1999. Floundering, processes of tidal transport and accumulation of the larval Flounder in the Ems-Dollard nursery. Proefschrift UvA, Amsterdam. In: Emmerik, W.A.M. van & Nie, H.W. de, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Koopmans, J.H. & Emmerik, W.A.M. van, 2006. *Leuciscus idus* L. Sportvisserij Nederland, Bilthoven. Kennisdocument 20, 58 pag.
- Kroes, M.J. & Monden, S. (red.), 2005. Vismigratie. Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. OVB, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. Uitgave van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. AMINAL, Afdeling Water.
- Kroon, J.W., 2009. Kennisdocument bot *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 27. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Kruitwagen, G., 2007. Monitoring van stroomopwaartse migratie bij de gemalen Katwijk en Halfweg. Referentie: HW8-1/krub/003. Witteveen + Bos, Deventer. In opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland en Rijkswaterstaat Noord Holland.
- Kruitwagen, G., 2009. Metingen aan visintrek bij de uitvoering van schuttingen bij de spuisluizen te Kornwerderzand. Rapportnr. RW1696-2/bote/002. Witteveen+Bos, Deventer. I.o.v. Rijkswaterstaat Waterdienst & Rijkswaterstaat IJsselmeergebied.
- Leeuw, J.J. de, 2007. Aanbevelingen Richtlijnen Duurzame Visserij op Spiering in IJsselmeer/Markermeer. Rapportnr. C008/07. Wageningen IMARES. I.o.v. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Leeuw, J.J. de en Winter, H.V., 2006. Telemetriestudie naar migratiebarrières voor riviervis (winde, barbeel, kopvoorn, sneep). IMARES-rapport C074/06. In: Winter, H.V., 2007. A fish-eye view on fishways. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands. ISBN: 978-90-8504-867-1.
- Leeuwen, F. van, Jacobs, P. & Storm, K. (red.), 2004. Haringvlietsluizen op een Kier. Effecten op natuur en gebruiksfuncties. Notanr. AP/2004.07. Stuurgroep Realisatie de Kier. I.o.v. Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- LINKit consult, 2007. Van zee, naar IJsselmeergebied en verder... Verbetering vismigratie in en rond het IJsselmeergebied. In opdracht van RWS IJsselmeergebied. Amsterdam.
- Mullem, P.J. van & Vlugth, J.C. van der, 1964. On the age, growth and migration of the anadromous stickleback *Gasterosteus aculeatus* L., investigated in mixed populations. Extrait des Archives Néerlandaises de Zoologie, XVI, 1:p. 111-139. In: Emmerik, W.A.M. van & Nie, H.W. de, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Muus, B.J., Nielsen, J.G., Dahlstrom, P. & Nyström, B.O., 1999. Zeevissen van Noord- en West-Europa. Nederlandse vertaling Keijl, G. Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs B.V., Haarlem. ISBN 90 6097 510 3. In: Kroon, J.W., 2009. Kennisdocument bot *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 27. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

- OVB, 1986. Cursus Vissoorten, dl. 1. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein, p. 65-77. In: Koopmans, J.H. & Emmerik, W.A.M. van, 2006. *Leuciscus idus* L. Sportvisserij Nederland, Bilthoven. Kennisdocument 20, 58 pag.
- Peak, A., 2008. Onbekend. In: Quak, J., Emmerik, W.A.M. van & Verspui, R., (in prep.). Kennisdocument Trekvissen Afsluitdijk. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Quak J. & Heij, W. van de, onbekend. Spierin willen en bot vangen (?): vismigratie-rivier Afsluitdijk. 8ste symposium Waddenacademie Zuiderzee 2.0. Sportvisserij Nederland / Waddenvereniging.
- Quak, J., Emmerik, W.A.M. van & Verspui, R., (in prep.). Kennisdocument Trekvissen Afsluitdijk. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Schmidt-Luchs, C.W. 1977. Visplatenalbum deel 1: Zeevissen. Uitgeverij Beet, Utrecht. ISBN 90-70206-01-3. In: Kroon, J.W., 2009. Kennisdocument bot *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 27. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Spierts, I.L.Y., 2013. Onderzoek vispasseerbaarheid sifon Wilhelminakanaal. Rapportnr. 20120498/002. ATKB, Geldermalsen. I.o.v. Waterschap Brabantse Delta.
- Spierts, I.L.Y, Merckx, J.C.A. & Vriese, F.T., 2008. Onderzoek migratie snoekbaars 2007. Rapportnr. VA2007\_14. VisAdvies, Nieuwegein. I.o.v. Sportvisserij Nederland, RWS Zuid-Holland en RWS Waterdienst.
- Videler, J.J. and Wardle, C.S., 1991. Fish swimming stride by stride: speed limits and endurance. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 1: 23-40. In: Winter, H.V., 2007. A fisheye view on fishways. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands. ISBN: 978-90-8504-867-1.
- Vis, H. & Spierts, I.L.Y., 2010. Telemetrisch onderzoek naar de migratie van brasem in de Maas, 2009/2010. Rapportnr. VA2009\_28. VisAdvies Nieuwegein. I.o.v. RWS Limburg en RWS Waterdienst.
- Wardle, C.S., 1975. Limit of fish swimming speed. *Nature* 225: 725-727. In: Winter, H.V., 2007. A fisheye view on fishways. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands. ISBN: 978-90-8504-867-1.
- Winter, H.V., 2007. A fisheye view on fishways. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands. ISBN: 978-90-8504-867-1.
- Winter, H.V., Bult, T.P. & Willigen, J.A. van, 2007. Glasaalintrek in gebied Waterschap Zeeuwse Eilanden. Rapportnr. C025/07. Wageningen IMARES. I.o.v. Waterschap Zeeuwse Eilanden.
- Witteveen + Bos, 2009a. Metingen vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk. RW1696-1, Witteveen + Bos, Deventer.
- Witteveen + Bos, 2009b. Metingen aan visintrek bij de uitvoering van schuttingen met de spuisluizen te Kornwerderzand. RW1696-2\_002, Witteveen + Bos, Deventer.

# Bijlage 1 Inventarisatie ecologische randvoorwaarden

## Inleiding

Visvriendelijk sluisbeheer is maatwerk. De basis voor visvriendelijk beheer is een gedegen kennis van de doelsoorten die moeten passeren. Het visvriendelijk sluisbeheer in de Afsluitdijk is vooral gericht op de intrek van zwakke zwemmers en getijdenmigranten vanuit de Waddenzee naar het IJsselmeer. Vissoorten die buiten deze categorieën vallen kunnen meeliften op de te nemen maatregelen. Het visvriendelijk sluisbeheer in de Houtribdijk is gericht op migratie van alle voorkomende vissoorten tussen Markermeer en IJsselmeer (en vice versa). Hierbij wordt enerzijds bereikt dat leefgebieden van voorkomende zoetwatervissen worden vergroot en anderzijds dat bijvoorbeeld de trek van aal en andere migrerende soorten wordt bevorderd.

Op basis van het vertoonde migratiegedrag kunnen vissoorten onderverdeeld worden in twee groepen; potadrome en diadrome vissoorten (Kroes & Monden, 2005). Binnen de potadrome vissoorten is onderscheid te maken in lokaal en regionaal migrerende soorten en binnen de diadrome vissoorten is onderscheid te maken in anadrome, katadrome en amphidrome soorten. In navolgend kader wordt een korte beschrijving van deze gilden gegeven.

Groep	Beschrijving
Potadroom	Potadrome vissoorten leven uitsluitend in zoet water. Deze soorten kunnen over korte (lokaal) en lange (regionaal) afstanden migreren.
Diadroom	Diadrome vissoorten migreren tijdens hun levenscyclus van zout- naar zoetwatergebieden. Deze groep kan ingedeeld worden in anadrome, katadrome en amphidrome soorten.
Anadroom	Soorten zoals zalm, zeeforel, elft, driedoornige stekelbaars, rivierprik, zee-prik, houting, grote marene en steur. Deze soorten reproduceren in zoetwater, maar groeien op in zee. Eenmaal volwassen trekken ze terug naar hun geboortestreek om zich daar voort te planten.
Katadroom	Soorten zoals paling en bot, planten zich voort in zout water maar groeien op in zoet water.
Amphidroom	Soorten zijn bijvoorbeeld haring, sprot en dunlipharder. Deze soorten kunnen vertoeven in zowel zoet als zout water. Migratie gebeurt hier niet met het oog op reproductie, maar heeft te maken met het zoeken naar voedsel- en of schuilgebieden.

Tabel 5 Overzichten soortgroepen.

Het visvriendelijk sluisbeheer in de Afsluitdijk heeft vooral betrekking op diadrome vissoorten. Zoals vermeld is het aangepaste beheer in het bijzonder gericht op de intrek van zwakke zwemmers en getijdenmigranten vanuit de Waddenzee naar het IJsselmeer. Doelsoorten zijn spiering, driedoornige stekelbaars, (Europese) aal en bot. Andere soorten die eveneens kunnen profiteren van het visvriendelijk beheer zijn Atlantische zalm, zeeforel, zee-prik, rivierprik, fint, houting, haring, harder en in de toekomst mogelijk soorten als Atlantische steur, elft, grote marene en kleine marene.

Het visvriendelijk sluisbeheer in de Houtribdijk richt zich naast de diadrome (doel)soorten eveneens op vissoorten uit de potadrome groep. In het bijzonder de regionaal migrerende soorten zijn hierbij van belang. Enkele bekende regionaal migrerende vissoorten zijn blankvoorn, brasem en winde.

## Uitwerking inventarisatie ecologische randvoorwaarden

Van de belangrijkste doelsoorten zijn de ecologische randvoorwaarden met betrekking tot migratie geïnventariseerd. In navolgende uitwerking worden de verkregen randvoorwaarden gepresenteerd en besproken. In eerste instantie wordt een korte toelichting gegeven op het begrip vismigratie en de verschillende vormen hiervan.

*Vismigratie is te omschrijven als de verplaatsing van vissen tussen paai-, opgroei- en overwinteringsgebieden, inclusief de dagelijkse verplaatsingen die nodig zijn voor het vinden van voedsel en verplaatsingen als gevolg van ongunstige omstandigheden (Kroes & Monden, 2005). De aard van de verplaatsing verschilt hierbij per soort en per levensstadium.*

Binnen het begrip vismigratie is onderscheid te maken in actieve en passieve vismigratie. Bij actieve migratie leiden de inspanningen van de vis tot een verplaatsing. Een bekend voorbeeld hiervan is de stroomopwaarts gerichte migratie van de Atlantische zalm. Passieve vismigratie vindt plaats doordat vissen zich met de stroom laten meevoeren. De inspanningen zijn hierdoor minimaal. Een bijzondere vorm van passieve migratie is selectief getijden-transport, welke plaats kan vinden in getijden water. Bij afgaand water (eb) houdt vis zich in of tegen de bodem op, terwijl de vis bij opkomend water (vloed) zich hoog in de waterkolom ophoudt, daar waar de stroomsnelheid het grootst is. Selectief getijden-transport kan plaatsvinden tot het punt waar het getij nog net waarneembaar is (*tidal limit*). Vanaf dit punt dienen vissen op eigen kracht verder te migreren. Selectieve getijdenmigranten kunnen over het algemeen gekarakteriseerd worden als zwakke zwemmers (glasaal, botlarven), hoewel ook sterke zwemmers als zalm en forel gedurende enige tijd op een dergelijke wijze kunnen migreren.

### *Spiering (Osmerus eperlanus)*

Eigenschappen spiering	
Stadium	adult
Lengteklasse	10-30 cm
Migratietype	anadroom
Migratiewijze	selectief getijden-transport
Migratie periode	februari-april
Sprintsnelheid	minstens 2 m/s
Positie waterkolom	pelagisch

Bij spiering is er onderscheid te maken in de trekkende (anadrome) spiering en de zogenaamde binnenspiering van het IJsselmeer. Voor aanleg van de Afsluitdijk kwam de spiering veelvuldig voor in de toenmalige Zuiderzee (Van Emmerik & De Nie, 2006). Gedurende de paaiperiode trokken deze vissen vanuit de zoute/brakke Zuiderzee de IJssel op tot aan Doesburg. Na afsluiting van de Zuiderzee bleef er in het IJsselmeer een grote standpopulatie over, die zowel paait als opgroeit in het zoete water. Deze populatie is de laatste decennia sterk onder druk komen te staan. In het noordelijke deel van het IJsselmeer worden overigens nog steeds anadrome spieringen aangetroffen (De Leeuw, 2007). Deze vissen hebben veelal een lengte van 15 tot 20 cm (bij uitzondering tot meer dan 25 cm). De gemiddelde lengte van deze spieringen is ongeveer twee keer zo groot als bij spieringen uit de standpopulatie (De Groot, 1988). De spiering is een vissoort die zich pelagisch in de waterkolom bevindt.

De migratie- en paaiperiode is afhankelijk van de ontwikkeling van de watertemperatuur. Tijdens vismigratiemetingen aan de spuicomplexen werd in 2008 vastgesteld dat intrek van spiering het hoogtepunt had tussen half maart en half april (Kruitwagen, 2009). In 2009 werd bij een groot poldergemaal aan het Ketelmeer vastgesteld dat de intrek van spiering begin april reeds sterk was afgenomen (Hop, 2009). In het overzicht dat Van Leeuwen et al. (2004) geven wordt de periode februari-maart als voorkeursperiode weergegeven, waarbij eveneens in april nog migratie plaatsvindt. Spieringen kunnen stroomsnelheden tot 2 m/s overbruggen (lit. in Hartgers et al., 2001), waarbij eveneens wordt aangegeven dat migratie plaatsvindt via selectief getijden-transport.

#### *Driedoornige stekelbaars (Gasterosteus aculeatus)*

Eigenschappen driedoornige stekelbaars	
Stadium	adult
Lengteklasse	0-10 cm
Migratietype	anadroom
Migratiewijze	selectief getijden-transport
Migratie periode	februari-mei (Hoogtepunt in maart-april)
Sprintsnelheid	1,5 m/s
Positie waterkolom	pelagisch/ demersaal

Net als bij de spiering is er bij de driedoornige stekelbaars onderscheid te maken tussen een anadrome populatie en een standpopulatie. Ook bij deze vissoort geldt dat de anadrome exemplaren grotere afmetingen bereiken dan de exemplaren uit de standpopulatie. De anadrome driedoornige stekelbaarzen trekken in het voorjaar (februari tot april) naar het zoete water om te paaieren. Bij de spuicomplexen van de Afsluitdijk was de intrek in 2008 voornamelijk in de maanden april en mei (Kruitwagen, 2009). In het daaropvolgende jaar werd bij een groot poldergemaal aan het Ketelmeer vastgesteld dat de intrek van driedoornige stekelbaarzen vooral in de periode van eind maart tot de laatste week van april plaatsvond (Hop, 2009). In 2012 liep de migratieperiode iets langer door (tot half mei) (Hop, 2012), waarbij opgemerkt kan worden dat het voorjaar relatief koud was. Migratie van driedoornige stekelbaarzen kan plaatsvinden via selectief getijden-transport (lit. in Hartgers et al., 2001). Bij tijdens de ebstroom zoeken deze vissen de luwte in de oevers (inhammen, vegetatie) (Dekker, 2004). Bij metingen van visintrek bij een poldergemaal aan het Ketelmeer werd overigens waargenomen dat een toename van de stroomsnelheid (van circa 0,2 tot 0,8 m/s) van het ingelaten water in eerste instantie leidde tot een toename van het aantal ingelaten driedoornige stekelbaarzen (Hop, 2012). Op een gegeven moment leidde een toename van de stroomsnelheid niet langer tot een toename van het aantal ingelaten vissen. Deze waarneming suggereert mogelijk dat de driedoornige stekelbaarzen zich in eerste instantie niet willoos met de stroom laten meevoeren, selectief getijden-transport is overigens ook niet mogelijk in de zoete binnenwateren. De driedoornige stekelbaars kan een sprintsnelheid van 1,5 m/s behalen (Kroes & Monden, 2005), de literatuur in (Hartgers et al., 2001) maakt melding van zwemsnelheden van 30 cm/s. De terugtrek van driedoornige stekelbaarzen naar zee vindt plaats in de zomer en het najaar (tussen juni en oktober ('t Hart, 1978; Van Mullem & Van der Vlugt, 1964).

**Bot (*Platichthys flesus*)**

Eigenschappen bot	
Stadium	larve/ juveniel
Lengteklasse	0-10 cm
Migratietype	katadroom
Migratiewijze	selectief getijden-transport
Migratie periode	mei-juli
Sprintsnelheid	n.v.t.
Positie waterkolom	larve – pelagisch; juveniel – bentisch

De bot komt vooral voor in ondiepe kustwateren en estuaria (zeearmen). Net als de paling is het een katadrome soort die zich voortplant in zout water. De paaiperiode van botten verschilt per gebied. In de zuidelijke Noordzee paaien de vissen tussen februari en mei (Muus et al., 1999). Getijdenstromen brengen de botlarven, middels selectief getijden-transport, naar de kust (Dekker, 2004). Bij opkomend water laten de larven zich meevoeren richting kust. Ze bevinden zich dan aan de oppervlakte of op half water (Kroon, 2009). Bij tijdens de ebstroom vestigen botlarven zich op slikkige bodem (Dekker, 2004). Omstreeks april-mei komen de botlarven de Waddenzee binnen via de grote zeegaten (lit. in Hartgers et al., 2001). Hoewel botten ook op zee het adulte stadium kunnen bereiken heeft juveniele bot een duidelijke voorkeur voor zoet water (Bos, 1999; Jager, 1999). Botlarven en jonge platvis hebben een sterke drang om omstreeks mei-juli het zoete water op te zoeken (lit. in Hartgers et al., 2001). De vissen die zijn opgegroeid in zoet water keren nadat ze de eerste keer hebben gepaaid niet meer terug naar het zoete water, maar brengen de rest van hun leven in zee door (Schmidt-Luchs, 1977).

Uit de historische vangstgegevens van de bot in de Zuiderzee/het IJsselmeer is duidelijk zichtbaar dat de botvangsten enkele jaren na de aanleg van de afsluitdijk (1932) drastisch zijn afgenomen (Quak & Van de Heij, onbekend). Desondanks kent het IJsselmeer nog steeds een botpopulatie, waarbij er sinds de jaren negentig van de vorige eeuw zelfs sprake lijkt van een sterke toename in aantallen jonge (0+ klasse) en volwassen bot in het IJsselmeer (De Leeuw, 2001). Mogelijk is dit het gevolg van visintrekbevorderende maatregelen bij Den Oever en Kornwerderzand. Ook is er begin jaren '90 tijdelijk visvriendelijke beheer uitgevoerd. Aangezien er geen verband is tussen de botstand in de Waddenzee en het IJsselmeer, wordt gesuggereerd dat slechts een klein deel van het botbestand kan intrekken en de intrekmogelijkheden beperkt zijn (De Leeuw et al., 2001).

**Europese aal of paling (*Anguilla anguilla*)**

Eigenschappen bot	
Stadium	juveniel
Lengteklasse	0-10 cm
Migratietype	katadroom
Migratiewijze	selectief getijden-transport
Migratie periode	maart-juni (tijdens zachte winters al omstreeks half januari aanwezig)
Sprintsnelheid	0,5 m/s
Positie waterkolom	pelagisch

De paling is een katadrome vissoort die opgroeit in zoet water of kustwateren, maar zich voortplant in zout water (Sargassoze). De aallarven migreren met de oceaanstromingen naar Europa en Noord-Afrika, alwaar ze als zogenaamde glasalen het zoete water optrekken. In zachte winters is glasaal al omstreeks half januari aanwezig aan de Afsluitdijk, het merendeel verschijnt normaliter omstreeks maart (Deelder, 1960). Het laatste deel van de reis van de glasaal geschiedt middels selectief getijden-transport.



Bij tijdens de ebstroom houden de glasalen zich in of tegen de bodem op (of kruipen weg in grindbedden (Dekker, 2004)), terwijl de vis bij opkomend water (vloed) zich hoog in de waterkolom ophoudt, daar waar de stroomsnelheid het grootst is. Op het punt waar het getij nog net waarneembaar is (tidal limit), is er sprake van clustering van glasaal (Dekker, 2004). Vanaf de *tidal limit* dient de vis actief tegen de stroom in te zwemmen. Actieve migratie wordt zo lang mogelijk uitgesteld en vindt veelal alleen plaats bij een voldoende hoge watertemperatuur (5-10° Celsius) (Dekker, 2004). Glasaal kan langdurig zwemmen met een snelheid van één lichaamslengte per seconde (circa 7 cm/s), met korte spurts tot maximaal 0,5 m/s (Dekker, 2004). Glasaal trekt in principe van maart tot juni in (ICES/EIFAC, 2004). Glasaalintrek vindt vooral 's nachts plaats (Bult & Dekker, 2006). Kruitwagen (2007) geeft aan dat de intrek vooral plaatsvindt tijdens de eerste uren van de nacht.

#### *Switch van selectief getijden-transport naar actief transport*

Zoals besproken is er in een natuurlijke situatie sprake van een overgang van (relatief) passief naar actief transport vanaf de *tidal limit*. Vanaf de *tidal limit* is selectief getijden-transport niet langer mogelijk (vanwege het ontbreken van getijdewerking) en dient de vis over te schakelen op actief transport. Van de verschillende doelsoorten (zwakke zwemmers) is vooral de intrek van glasaal relatief vaak onderzocht. Deze wordt in navolgende tekst in groter detail besproken.

Voordat glasaal van selectief getijden-transport overgaat op actieve stroomopwaarde migratie is er waarschijnlijk sprake van een periode van rust (lit. in Bult & Dekker, 2006). Dekker (2004) geeft aan dat actieve migratie pas plaatsvindt bij een voldoende hoge watertemperatuur. Bij kunstwerken zoals de Afsluitdijk kan gesteld worden dat deze de grens zijn tussen passief en actief transport (*tidal limit*). Voor de Afsluitdijk ontstaat voor de sluisdeur een ophoping van vis (Dekker & Van Willigen, 2000). Uit onderzoek van Dekker & Van Willigen (1997) blijkt dat glasaal tot enkele weken lang voor de sluisen aanwezig kan zijn. Gesuggereerd wordt dat dit mogelijk veroorzaakt wordt door het niet kunnen binnentrekken middels selectief getijden-transport.

In 2005 werd tijdens duikwaarnemingen bij de Bergse Diepssluis het volgende gedrag waargenomen bij glasalen die zich voor een sluis bevinden (Bult & Dekker, 2006):

- Bij hoog water concentreerde de glasaal zich direct voor de deur van het sluiscomplex (< 1 m), verspreid over de waterkolom. De zwemrichting van de glasaal was willekeurig. Meerdere glasalen wisten dan door kieren met de stroom mee het achterland te bereiken. De indruk bestond dat glasalen zich bewust met de stroom mee lieten voeren;
- Bij laag water waren er aanvankelijk nauwelijks glasalen aanwezig. Met het invallen van het duister werden echter tientallen glasalen waargenomen die tegen de zoete lokstroom in naar de sluisdeur zwommen, dit in de bovenste halve meter van de waterkolom. De glasaal concentreerde zich in de bovenste halve meter van de waterkolom direct voor de sluisdeuren (< 1 m), als gevolg van de zoetwater lokstromen uit de kieren van het sluiscomplex. De stroomsnelheden in de kieren waren te groot om doortrek mogelijk te maken;
- De omslag van deze laagwatersituatie naar de hoogwatersituatie lijkt vrij abrupt plaats te vinden: Een lekstroom door de kieren van het sluiscomplex waartegen glasaal het achterland wist te bereiken, is niet waargenomen.

Deze resultaten geven het beeld dat glasaal effectief weet in te trekken naar het zoete water door tijdens hoogwater door gaten en kieren in sluisdeuren te zwemmen (meezwemgedrag). Opzwemgedrag en lokstromen tijdens laagwater blijken in dit geval nauwelijks glasaal in te laten trekken (Bult & Dekker, 2006), hoewel de glasalen wel tegen de lokstroom in naar de sluisdeuren zwommen. Deze waarnemingen worden versterkt door resultaten van vismigratievoorzieningen die in dergelijke situaties appelleren aan meezwemgedrag (hevels) en opzwemgedrag (aalgoten).

Tijdens de studie van Bult & Dekker (2006) is waargenomen dat bij hoogwater tien keer zoveel glasalen via een hevel (meezwemgedrag) introkken ten opzichte van een aalgoot (opzwemgedrag). Ook soorten als driedoornige stekelbaars en spiering migreerden via de hevel). Winter et al. (2007) geven aan dat er een vertraging is te zien in de timing van de piek in het aanbod van glasaal versus de timing van de piek van intrek van glasaal via aalgoten. De vertraging is gemiddeld enkele weken. Gesuggereerd wordt dat vermoedelijk de switch van vertrouwen op selectief getijden-transport (meezwemgedrag) naar actief transport (opzwemgedrag) een rol speelt.

In dit kader geven Bult & Dekker (2006) aan dat als gevolg van het selectief getijden-transport glasaal het zoete water vooral kan bereiken wanneer er tijdens hoogwater zout water het achterland instroomt. Het schutten van glasaal, het op een kier zetten van de sluisdeuren tijdens laagwater, of het aanbieden van aalgoten of andere lekstrooppassages is weinig effectief (Dekker & Van Willigen, 2000). Dit is in tegenspraak met de stelling van Deelder (1960), die aangeeft door bij laag water de sluisen open te zetten wel degelijk effectief glasaal kan worden ingelaten. Deelder stelt dat glasaal aanvankelijk helemaal niet genegen is om naar binnen te trekken. Aan de buitenzijde van de sluisen blijven ze in eerste instantie hangen. Gedurende deze periode scholen de glasalen samen en verandert de afkeer van licht tot een *trigger* die de glasaal aantrekt. Daarnaast ontwikkelen ze sterk de neiging om 's nachts tegen zoet water in te zwemmen (niet alleen aan de oppervlakte, maar ook in de diepere waterlagen). De neiging om bij laag water tegen de zoete lokstroom in te zwemmen is in overeenstemming met de waarnemingen bij de Bergse Diepssluis. Het is echter niet bekend of deze glasalen de omschakeling van selectief getijden-transport (meezwemgedrag) naar actief transport (opzwemgedrag) hebben gemaakt.

De exacte prikkel met betrekking tot de intrek van glasaal is niet bekend. Dekker (2004) geeft aan dat veelal is verondersteld dat zoet water de attractieve prikkel is, maar dat experimenten een verwarrend beeld geven. In een estuarium brengt de vloedstroom relatief zout water naar binnen, terwijl de ebstroom ruimte maakt voor het zoete rivierwater. Selectief getijden transport is dan slechts mogelijk als de vis bij toenemend zoutgehalte gaat zwemmen en bij afnemend zoutgehalte in de bodem of oever wegkruipt. Ook kunnen drukgevoeligheid of andere fysische of chemische factoren van belang zijn. Dekker (2004) geeft aan dat waarschijnlijk een samenstel van factoren uiteindelijk bepalend is.

#### ***Samenvatting metingen vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk (Kruitwagen, 2009).***

In de periode van eind 2007 tot begin 2009 is er onderzoek gedaan naar de vismigratie bij de spuisluisen in de Afsluitdijk te Kornwerderzand. Door middel van vangtuigen is de samenstelling en omvang van de uitgaande en intrekende visbestanden vastgesteld, eveneens is sonarapparatuur ingezet.

Binnen het visbestand dat tijdens de spuiperiode intrekt waren de soorten haring, spiering en driedoornige stekelbaars het sterkst vertegenwoordigd. Er waren duidelijke pieken in de intrek zichtbaar voor spiering (begin april), driedoornige stekelbaars (eind april/begin mei), haring (eind mei/begin juni) en bot (eind mei/begin juni). Opvallend was dat aan het begin van de spuiperioden meer (diadrome) vissen binnentrokken dan aan het eind van de spuiperioden. De meeste intrek van vis vindt 's nachts plaats, overdag was er vrijwel geen intrek van vis. Het eerder openen van de sluisdeuren had tot gevolg dat meer vissen introkken. Bij haring was er sprake van een verdubbeling, bij andere soorten lag de toename in de orde van grootte van 5 tot 20%. Bij schuttingen tijdens hoogwater bleek het aantal spieringen en stekelbaarzen een factor tien keer zo groot te zijn dan het aantal vissen dat tijdens het spuien intrekt. De gebruikte methodiek was niet toereikend voor de monitoring van de intrek van glasaal.

#### ***Lokale en regionale migratie***

Zoals eerder aangegeven is vismigratie te omschrijven als de verplaatsing van vissen tussen paai-, opgroei- en overwinteringsgebieden, inclusief de dagelijkse verplaatsingen die nodig zijn voor het vinden van voedsel en verplaatsingen als gevolg van ongunstige omstandigheden (Kroes & Monden, 2004).

De aard van de migratie verschilt sterk per vissoort en ook binnen vissoorten kan sprake zijn van sterke variatie. Bij onderzoek naar de migratie van windes bleek dat sommige exemplaren jaarrond in een gebied van slechts enkele kilometers aanwezig waren, terwijl anderen over afstanden tot meer dan 180 kilometer migreerden (Winter, 2007). Een duidelijk voorbeeld van de migratie en navigatie van de winde is de route die een gezenderde winde aflegde, nadat deze in februari 2004 was uitgezet in de Amer. Na uitzetting migreerde deze vis stroomopwaarts de Maas op gedurende het paaiseizoen. Vervolgens keerde de vis terug naar de Amer, om via de Waal en het Pannerdens Kanaal de IJssel op te trekken. Via de IJssel trok deze vis naar het IJsselmeer om vervolgens de complete route in slechts enkele dagen terug te zwemmen (De Leeuw & Winter, 2006). Dit voorbeeld illustreert de afstanden en doelgerichte migratie die vissoorten kunnen vertonen. In Nederland trekken de windes uit het IJsselmeer en omgeving vaak in grote aantallen de IJssel en de Overijsselse Vecht op (OVV, 1986). Opmerkelijk is dat de mannetjes eerder naar de paaigronden trekken dan de vrouwelijke windes (Winter & De Leeuw, 2006). Na de paai laten de windes zich stroomafwaarts zakken onder andere naar overstroomde gebieden (uiterwaarden) om zich daar te voeden (Koopmans & Van Emmerik, 2006).

Een algemeen voorkomende vissoort is de blankvoorn. Deze vissoort kan relatief grote afstanden afleggen ten behoeve van de paai. Aangenomen wordt dat een deel van de blankvoorns uit het IJsselmeer, Ketelmeer en Zwarte Meer in het voorjaar het Vollenhover- en Kadoelermeer optrekken om te paaieren. Mogelijk is dit (deels) ook het geval bij brasems. In het voorjaar van 2009 werd er bij diverse gemalen van de Flevopolder een verhoogd visbestand aangetroffen bij de uitslag van het gemaal (Hop, 2009). Dit liep op tot bestanden van bijna 5.000 kg/ha (voornamelijk brasem). In België is vastgesteld dat blankvoorns in een sterk verstuwde rivier minder dan een kilometer aflegden om een paaiplaats te bereiken. Indien vrije vismigratie mogelijk was werden afstanden van acht tot twaalf kilometer afgelegd. De migratie wordt hiermee sterk beperkt door verstuwving (Geeraerts et al., 2006).

Bij telemetrisch onderzoek naar de verplaatsingen van brasem in de Maas bleek dat de gezenderde vissen migreerden in de omgeving van het vangstgebied (Vis & Spierts, 2010). Ook de verplaatsingen van snoekbaars zijn onderzocht middels telemetrie onderzoek (Spierts et al., 2008). De home range van snoekbaarzen uit de Oude Maas bleek beperkt tot de zuidzijde van het Haringvliet, de Nieuwe Waterweg aan de Noordzijde en aan de oostzijde van de Beneden Merwede. De home range van snoekbaarzen uit het Haringvliet lijkt op basis van detecties min of meer beperkt tot het Haringvliet. Op basis van het onderzoek leek het overigens aannemelijk dat veel snoekbaarzen niet meer dan enkele tientallen kilometers binnen het onderzoeksgebied migreren. Hierbij zijn uitzonderingen aanwezig van individuen die wel grote afstanden afleggen, zoals ook bij winde zichtbaar is. Met zekerheid is vastgesteld dat één van de gezenderde snoekbaarzen gedurende het onderzoek een afstand van minstens 170 kilometer heeft afgelegd.

Naast winde, blankvoorn, brasem en snoekbaars zijn er vele andere soorten die lokaal dan wel regionaal migreren. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de migratieperiode van vissoorten in Nederland (bron: Monden & Kroes, 2005).

Vissoort	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Alver (partieel)				15 tot 22								
Amerikaanse hondsvis				14 tot 15								
Allantische steur												
Allantische zalm						3 tot 9						
Baars			8 tot 14									
Barbeel			10 tot 12									
Beekforel										3 tot 9		
Beekprik			11 tot 14									
Bermpje			14 tot 18									
Bittervoorn												
Blankvoorn				12 tot 15								
Blauwband				15 tot 24								
Bot												
Brasem				14 tot 16								
Bruine Amerikaanse dwergmeerval						21						
Diklipharder												
Donaubrasem												
Driedoornige stekelbaars												
Dunlipharder												
Elft												
Elrits				> 10								
Europese meerval												
Europese aal of paling (adult)												
Europese aal of paling (juveniel)												
Fint				15 tot 20								
Gestippelde alver												
Gewone zonnebaars						> 20						
Giebel of goudvis				15 tot 20								
Grote marene												
Grote modderkruiper			13 tot 14									
Houting												
Karper						16 tot 20						
Kleine marene												
Kleine modderkruiper												
Kolblei					14 tot 16							
Kopvoorn				9 tot 10								
Kroeskarper				14 tot 20								
Kwabaal												
Pos			10 tot 15									
Regenboogforel												
Rivieronderpad			8 tot 11									
Riviergrondel				12 tot 17								
Rivierprik	10 tot 14									10 tot 14		
Roofblei												
Ruisvoorn of rietvoorn				> 15								
Serpeling			8									
Sneep			8 tot 10									
Snoek			6 tot 14									
Snoekbaars			10 tot 12									
Spiering												
Tienddoornige stekelbaars			10 tot 12									
Vetje				18 tot 22								
Vlagzalm			7									
Winde			> 10									
Zeeforel							3 tot 9					
Zeelt					18 tot 20							
Zeeprik				10 tot 14								
Zwarte Amerikaanse dwergmeerval						20 tot 21						

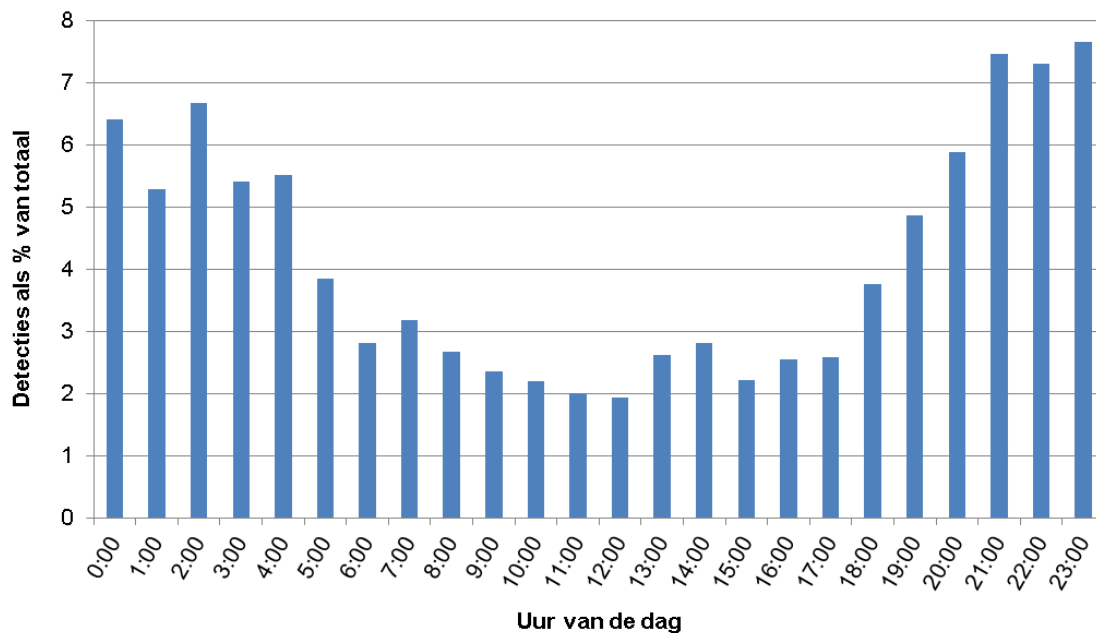
Tabel 6 Migratie periode (blauw) en paaitemperatuur (°C) van vissoorten in Nederland (bron: Kroes & Monden, 2005)

### Samenvatting nulmeting visbeheer Houtribdijk spui: DIDSON metingen (Griffioen et al., 2013).

Tijdens het najaar van 2011 en het voor- en najaar van 2012 zijn gedurende elf dagen opnamen gemaakt van vissen met behulp van een DIDSON. De opnames zijn bij geopende spuisluisen gemaakt om het migratiegedrag van vis vast te stellen. Vastgesteld is dat vissen de spuikokers gebruiken om van het ene naar het andere meer te komen, waarbij meer sprake is van dispersie dan van gerichte migratie. Deze laatste vorm betrof geringe aantallen vis, mogelijk echter veroorzaakt door een klein aantal meetdagen. Voor grotere vis (> 10 cm) is gerichte migratie waargenomen tegen de stroom in (36%) en met de stroom mee (19%). Bij stroomopwaartse migratie had 23% van de grote vissen moeite de migratie voort te zetten door de hoge stroomsnelheden (stroomsnelheden tot circa 1,25 m/s). Belangrijke conclusie is verder dat er gemiddeld over alle meetdagen 1000 vissen per uur per spuikolk migreren (totaal van beide richtingen, Markermeer naar IJsselmeer en andersom). De meeste vissen passeerden bij lage stroomsnelheden.

### Migratieperiode en -tijdstip

In tabel 1 (Monden & Kroes, 2005) is een globaal overzicht gegeven van de migratieperioden van de vissoorten in Nederland, evenals de paaitemperatuur. Naast de periode van migratie is eveneens het tijdstip van migratie van belang. Uit de metingen naar vismigratie via de spuicomplexen in de Afsluitdijk (Kruitwagen, 2009) bleek dat de meeste intrek van vis 's nachts plaatsvindt. Dit is ook waargenomen bij stroomopwaartse migratie bij de gemalen Katwijk en Halfweg (Kruitwagen, 2007). Recent PIT -telemetrie (*Passive Integrated Transponder*) onderzoek toont aan dat vissen vooral actief zijn gedurende de (donker) periode tussen 20.00 en 02.00 uur (Spierts, 2013), zie figuur 2.



Figuur 15 Percentage van aantal waarnemingen (PIT-telemetrie) per uur van de dag. Onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode van 7 september tot en met 23 november 2012.

### Zwemcapaciteit (1) (bron: Winter, 2007).

Om te bepalen in hoeverre vissen een bepaalde stroomsnelheid kunnen overwinnen zijn de sprintsnelheden en het uithoudingsvermogen van de vis van belang. De sprintsnelheid van vissen wordt bepaald door de maximale afstand die afgelegd wordt middels één staartbeweging (S) en de maximale frequentie (F) hiervan (Wardle, 1975). Over het algemeen geldt dat vissoorten middels één staartbeweging 0,4 tot 1,1 keer hun eigen lichaamslengte kunnen afleggen (Videler & Wardle, 1991). De frequentie van de staartbewegingen is afhankelijk van vissoort, temperatuur en afmeting van de vis (Wardle, 1975).

Over het algemeen geldt dat de frequentie verdubbeld bij een toename van 10° Celsius van de watertemperatuur en de frequentie neemt met een factor 0,84-0,89 (circa 0,87) toe bij een toename van 10 cm van de lichaamslengte (Videler & Wardle, 1991).

Indien voor een vissoort bij een gegeven lengte (x) en een watertemperatuur (y) de gemeten maximale zwembeweging bekend is (F<sub>xy</sub>), dan kan de maximale zwembeweging (Flt) bij andere lengtes (l) en temperaturen (t) bepaald worden met de volgende formule (Videler & Wardle, 1991).

$$Flt = F_{xy} \cdot 0,87^{(l-x)/10} \cdot 2^{(t-y)/10}$$

De maximale zwemsnelheid (Ult in m/s) kan geschat worden indien de maximale afstand die met één zwembeweging wordt afgelegd (S) bekend is.

$$Ult = S \cdot l \cdot Flt$$

In de praktijk blijkt er slechts van weinig vissoorten informatie over de afstand die bij één staartbeweging wordt afgelegd. Winter (2007) maakt daarom de volgende aannames, gebaseerd op de vorm van de vis, waarbij S de lichaamslengte is die bij één staartbeweging wordt afgelegd:

Lichaamsvorm	S	Vissoorten
Carangiform / sub-carangiform (karper-/ baars-/ zalmvormig)	0,7	meeste cypriniden, perciden, salmoniden en spiering
Anguilliform (Aalvormig)	0,5	paling, prikken en modderkruipers
Esocids (Snoekvormig)	0,4	snoeken
Overig	0,5	platvissen, grondels en stekelbaarzen

Tabel 7 Afstand (in lichaamslengte) die tijdens één zwembeweging wordt afgelegd (bron: Winter, 2007).

De maximale staartbewegingen zijn voor veel vissoorten onbekend. Winter (2007) heeft op basis van beschikbare literatuur onderscheidt gemaakt in een hoge frequentie (25 staartbewegingen per seconde (op basis van serpeling), een gemiddelde frequentie (20 staartbewegingen per seconde) en een lage frequentie (15 staartbewegingen per seconde, op basis van giebel). In Tabel 8 wordt een overzicht gegeven van verschillende vissoorten, de migratieperiode, de gemiddelde afmetingen van de migrerende vissen, de zwemcapaciteit (S) en de frequentie van de zwembewegingen. Het aantal vissen is beperkt naar in het IJsselmeergebied voorkomende soorten.



Vissoort	Migratie type *	Migratie periode (maand)	Gemiddelde lengte en range (cm)	S (Afgelegde lichaamslengte bij 1 zwembeweging)	F (zwembewegingen/s)
Alver	Pot.	4-6	15 (10-20)	0,7	20
Baars	Pre.	(3-4)	25 (15-35)	0,7	25
Bermpje	Pre.	(3-4)	8 (5-10)	0,5	15
Blankvoorn	Pot.	4-5	20 (15-35)	0,7	20
Bot	Cat.	5-7	10 (5-20)	0,5	20
Brasem	Pot.	4-6	40 (30-55)	0,7	15
Driedoornige stekelbaars	Ana.	3-4	8 (5-10)	0,5	25
Kleine modderkruiper	Pre.	(4-5)	10 (8-12)	0,5	15
Kolblei	Pot.	5-6	20 (15-30)	0,7	15
Paling (juv.)	Cat.	4-5	7 (7-8)	0,5	15
Pos	Pre.	(3-5)	10 (7-15)	0,7	20
Rivierdonderpad	Pre.	(3-4)	8 (5-10)	0,5	20
Rivierprik	Ana.	9-4	35 (30-45)	0,5	15
Snoekbaars	Pre.	(3-4)	60 (40-80)	0,7	25
Spiering	Ana.	2-3	10 (8-20)	0,7	20
Tiendoorlige stekelbaars	Pre.	(3-4)	5 (4-7)	0,5	25
Winde	Pot.	2-4	40 (30-50)	0,7	25

Tabel 8 Parameters van belang om migratiemogelijkheden vast te stellen (bron: Winter, 2007).

Over het algemeen geldt dat vissoorten de maximale zwemsnelheid zo'n 5 tot 15 seconden kunnen volhouden (Blake, 1983). Op basis van bovenstaande formules kan hiermee bepaald worden of een zekere vissoort een bepaalde stroomsnelheid kan overwinnen, waarbij dit afhankelijk is van de af te leggen afstand. Winter (2007) maakt gebruik van een gemiddeld uithoudingsvermogen van 10 seconden op maximale sprintsnelheid.

#### Zwemcapaciteit (2) (bron: Quak et al. (in prep.)).

De migratiemogelijkheden van diverse vissoorten zijn eveneens weergegeven in Quak et al. (in prep.). Hierbij wordt vooral ingegaan op typische migrerende vissoorten. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 9. In deze tabel worden de volgende begrippen en definities gehanteerd:

- *Sustained speed* (kruissnelheid): bij relatief lage snelheden, kan langdurig worden volgehouden (> 200 minuten);
- *Maximum sustained speed* (maximale kruissnelheid): is de maximale snelheid die kan worden volgehouden op aerob energieverbruik;
- *Prolonged speed* (snelzwemmen): gemiddelde snelheden met deels aerob en deels anaerob energieverbruik (20 seconden tot 200 minuten);
- *Burst speed* (sprintsnelheid): volledig anaerob energieverbruik (< 20 seconden).

Voor de maximale kruissnelheid (*maximum sustained speed*), vanaf een periode van circa 20 minuten, wordt de Ucrit (kritische zwemsnelheid) gehanteerd. Afhankelijk van de lengte van de vis en de watertemperatuur is er een range voor Ucrit (zie onderstaande tabel, overgenomen uit Quak et al., 2013). Als in de kolom "soort" een vissoort tussen haakjes is genoemd, dan is de data ontleend aan andere soorten binnen hetzelfde geslacht. In de tabel zijn voor een aantal soorten regressie-vergelijkingen opgenomen. Hiervoor geldt dat  $Y = U_{crit}$ ,  $X =$  vislengte in cm en  $Z =$  watertemperatuur in graden Celsius. In de laatste tabel zijn suggesties gegeven voor (maximale) stroomsnelheden, uitgaande van maximale kruissnelheden. Deze waarden zijn opgenomen in de laatste kolom. Een groot deel van deze data is gebaseerd/overgenomen uit de review van Peake (2008).

Vissoort	Lengte (range) cm	Water temperatuur T (range) in C	Ucrit (range) cm/s	Regressie-verg.	Max. stroomsnelheid (cm/s)
Acipenser (steur)	Maximale stroomsnelheid 1 lichaamslengte/ sec				15 j, 35 sa, 110 a
Alosa (elft)	Maximale stroomsnelheid 40 -50 cm/s			idem	40 j, 50 a
Alosa ( fint)	5-15	12	43-53	$Y = 31.7 X^{0.193}$	40 j, 50 a
Bot <sup>1</sup>	1-5		27		
Cottus (donderpad)	6,3 -7,1	5-15	28 -38		30 a
Coregonus (houting)	6-48	5-17	34,1 – 70,6	$Y = 18.2 X^{0.35}$	40 j, 55 a
Driedoornige stekelbaars	6,3 -7,1	5 -15	19 -36		20 j, a
Glasaal	5 -6,5		20		20
Haring <sup>2</sup>	25	14	4,1 L s <sup>-1</sup>		
Kwabaal	12 -62	12	36,4 – 40,8	$Y = 30,6 X^{0.07}$	35 j,a
Osmerus (spiering)	7-16	10	30,1 -45,6	$Y = 11.45 X^{0.504}$	30 j, 40 a
Rivierprik <sup>3</sup>	30 -40		111 <sup>4</sup>		
Snoek	2-62	12 -17	13 -47,4	$Y = 4.9 X^{0.55}$	15 j, 35 a
Tiendornige stekelbaars			20		20
Zalm adult zeewater	34 -44	8-9,5	65-94		95 a
Zalm adult zoetwater	35,9 – 57,5	10,2 -18	93 -198		90 a
Zalm smolts	12 -21,7	5-19	41,6-162	$Y = 25,2 + 6.3 X$ ; $Y = 48.6 + 3.2 Z$	65
Zeeforel	5-35	5-15	35,8 – 145,6	$Y = 0.2 + 4.8X + 2.3 Z$	20 j, 70 a
Zeeprik	30 cm/s juveniel (ook voor rivierprik), Ucrit adult 79 cm/s				30 j, 75 a

Tabel 9 Zwemcapaciteiten diverse vissoorten (bron: Quak et al., in prep.) (j = juveniel; sa = subadult; a = adult).

<sup>1</sup> Data uit De Boer, 2001<sup>2</sup> Data uit Videler,1993<sup>3</sup> Data uit De Boer, 2001<sup>4</sup> Deze waarde lijkt onwaarschijnlijk hoog, voorgesteld wordt hiervoor de Ucrit van juveniele zeeprik te hanteren.

## Bijlage 2 Inventarisatietabel technische randvoorwaarden

De inventarisatie van technische randvoorwaarden is opgenomen in tabelvorm. Per complex zijn de randvoorwaarden in kaart gebracht en beschreven in de tabel. Daarnaast zijn onderin de tabel door de technisch specialisten mogelijkheden voor aangepast beheer opgenomen. Dit zijn geen voorkeursvarianten maar suggesties.

Algemeen	Krabbersgatscomplex	Naviduct	Houtribcomplex	Stevincomplex	Lorentzcomplex	
Locatie	Houtribdijk westzijde	Houtribdijk westzijde	Houtribdijk oostzijde	Afsluitdijk westzijde	Afsluitdijk oostzijde	
Zoet-zout scheiding	nee	nee	nee	ja	ja	
<b>Schutsluis</b>						
Aantal kolken	1	2	2	1	2 (Grote en Kleine sluis)	
<b>Sluisdeuren (per kolk)</b>					<i>Grote sluis</i>	<i>Kleine sluis</i>
Type deur	Puntdeuren	Puntdeuren	Puntdeuren	Puntdeuren	Puntdeuren	Puntdeuren
Deur dubbelkerend	nee	ja (tot max 1 m)	nee	nee	nee	nee
Vierkant sluiten	ja	nee	ja	ja	ja	ja
Aantal deuren	8 + 2 stormvloeddeuren	4	8 + 2 stormvloeddeuren	12 (ivm tussenhoofd)	8 + 2 stormvloeddeuren	8 + 2 stormvloeddeuren
Aandrijving deur	Elektrohydraulisch	Elektrohydraulisch	Elektrohydraulisch	Elektromechanisch	Elektromechanisch	Elektrohydraulisch
Omschrijving aandrijving	Per deur is er een hydraulische unit die de cilinder aandrijft. De stormvloeddeuren worden aangedreven door de unit voor de vloeddeuren. De stormvloeddeuren worden door de unit van de vloeddeuren aangedreven.	Een hydraulische unit per sluishoofd (4 st.) drijft de cilinders aan. Er is een noodpomp aanwezig. De deuren kunnen tot 1m negatief verval keren.	Per deur is er een hydraulische unit die de cilinder aandrijft. De stormvloeddeuren worden aangedreven door de unit voor de vloeddeuren. De stormvloeddeuren worden door de unit van de vloeddeuren aangedreven.	De deur is verbonden met een trekduwstang die bewogen wordt door het panamawiel. Het panamawiel wordt aangedreven door een E-motor. Per deur is er een bewegingswerk.	De deur is verbonden met een trekduwstang die bewogen wordt door het panamawiel. Het panamawiel wordt aangedreven door een E-motor. Per deur is er een bewegingswerk.	Er is per zijde van een sluishoofd één hydraulische unit die de beide deuren aandrijft via cilinders. De stormvloeddeuren worden handmatig bewogen.
Bodembescherming aanwezig	ja	ja	ja	ja	ja	ja

Algemeen	Krabbersgatscomplex	Naviduct	Houtribcomplex	Stevincomplex	Lorentzcomplex	
Deur geschikt voor vismigratie	De deur kan niet onder verval worden gesloten. Bij beperkt verval is het mogelijk om de deuren geheel te openen zodat er een open verbinding ontstaat.	De deur kan niet onder verval worden gesloten. Bij beperkt verval is het mogelijk om de deuren geheel te openen zodat er een open verbinding ontstaat.	De deur kan niet onder verval worden gesloten. Bij beperkt verval is het mogelijk om de deuren geheel te openen zodat er een open verbinding ontstaat.	nee	nee	nee
Risico's	* Bij het te laat sluiten van de deuren, kunnen de deuren en het bewegingswerk ernstig beschadigd raken. * Het bewegingswerk wordt zwaarder belast tijdens openen/sluiten met (beperkt) verval.	* Bij het te laat sluiten van de deuren, kunnen de deuren en het bewegingswerk ernstig beschadigd raken. * Het bewegingswerk wordt zwaarder belast tijdens openen/sluiten met (beperkt) verval.	* Bij het te laat sluiten van de deuren, kunnen de deuren en het bewegingswerk ernstig beschadigd raken. * Het bewegingswerk wordt zwaarder belast tijdens openen/sluiten met (beperkt) verval.	nvt	nvt	nvt
<b><u>Nivelleersysteem (per kolk)</u></b>						
Omloopriolen	ja	nee	ja	nee	ja	nee
Aantal omloopriolen	2	nvt	4	nvt	4	nvt
Deurschuiven	nee	ja	nee	ja	nee	ja
Aantal deurschuiven per deur	nvt	1	nvt	1	nvt	1
Type schuif	Hefschuif	Rinketschuif	Hefschuif	Hefschuif	Hefschuif	Rinketschuif
Aandrijving schuif	Elektrohydraulisch	Elektrohydraulisch	Elektrohydraulisch	Elektrohydraulisch	Elektrohydraulisch	Elektrohydraulisch
Omschrijving aandrijving	De schuif wordt bewogen door een cilinder die wordt aangedreven door de hydraulische unit van de ebdeuren.	Per schuif is er een hydraulische unit die de cilinder aandrijft.	Per schuif is er een hydraulische unit die de cilinder aandrijft.	Per schuif is er een hydraulische unit die de cilinder aandrijft.	Per sluishoofd zijn er twee hydraulische units (1 per kant) die de cilinders aandrijven.	De schuif wordt bewogen door een cilinder die wordt aangedreven door dezelfde hydraulische unit als die van de sluisdeuren.
Nivelleersysteem geschikt voor vismigratie	ja	ja	ja	ja	ja	ja


Algemeen	Krabbersgatscomplex	Naviduct	Houtribcomplex	Stevincomplex	Lorentzcomplex	
Eigenschappen	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kan openen en sluiten bij verval.</li> <li>* Wanneer de schuiven (deels) geopend worden, is schutten niet meer mogelijk en is de kolk gestremd.</li> <li>* Tevens zal er een beperkt debiet door openingen stromen in vergelijking met de spuisluisen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kan openen en sluiten bij verval.</li> <li>* Wanneer de schuiven (deels) geopend worden, is schutten niet meer mogelijk en is de betreffende kolk gestremd.</li> <li>* Tevens zal er een beperkt debiet door openingen stromen in vergelijking met de spuisluisen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kan openen en sluiten bij verval.</li> <li>* Wanneer de schuiven (deels) geopend worden, is schutten niet meer mogelijk en is de betreffende kolk gestremd.</li> <li>* Tevens zal er een beperkt debiet door openingen stromen in vergelijking met de spuisluisen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kan openen en sluiten bij verval.</li> <li>* Wanneer de schuiven (deels) geopend worden, is schutten niet meer mogelijk en is de kolk gestremd.</li> <li>* Tevens zal er een beperkt debiet door openingen stromen in vergelijking met de spuisluisen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kan openen en sluiten bij verval.</li> <li>* Wanneer de schuiven (deels) geopend worden, is schutten niet meer mogelijk en is de kolk gestremd. Aangezien er een tweede sluis is, is de vaarweg echter niet gestremd.</li> <li>* Tevens zal er een beperkt debiet door openingen stromen in vergelijking met de spuisluisen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kan openen en sluiten bij verval.</li> <li>* Wanneer de schuiven (deels) geopend worden, is schutten niet meer mogelijk en is de kolk gestremd. Aangezien er een tweede sluis is, is de vaarweg echter niet gestremd.</li> <li>* Tevens zal er een beperkt debiet door openingen stromen in vergelijking met de spuisluisen.</li> </ul>
Risico's	* Risico van zelf-excitatie is beperkt. Het systeem is ontworpen om te openen en sluiten bij verval.	* Risico van zelf-excitatie is beperkt. Het systeem is ontworpen om te openen en sluiten bij verval.	* Risico van zelf-excitatie is beperkt. Het systeem is ontworpen om te openen en sluiten bij verval.	* Risico van zelf-excitatie is beperkt. Het systeem is ontworpen om te openen en sluiten bij verval.	* Risico van zelf-excitatie is beperkt. Het systeem is ontworpen om te openen en sluiten bij verval.	* Risico van zelf-excitatie is beperkt. Het systeem is ontworpen om te openen en sluiten bij verval.
<b>Spuisluisen</b>						
Type schuif	Hefschuif	Geen spuisluis bij het Naviduct	Hefschuif	Hefschuif	Hefschuif	
Breedte schuif	18 m (RINK2012)	nvt	18 m (IHP)	12 m (Legger Afsluitdijk)	12 m (Legger Afsluitdijk)	
Hoogte schuif	7,3 m (RINK2012)	nvt	7,5 m (IHP)	6,9 m (Legger Afsluitdijk)	6,9 m (Legger Afsluitdijk)	
Aantal spui groepen en spui openingen	1 x 2	nvt	1 x 6	3 x 5	2 x 5	
Aantal schuiven per opening	2	nvt	2	2	2	
Aandrijving schuif	Elektromechanisch	nvt	Elektromechanisch	Elektromechanisch	Elektromechanisch	
Omschrijving aandrijving	Aan beide zijde van de schuif twee stalen balanskabels die via het omloopwiel naar een contragewicht lopen. Tevens 1 trekkabel die naar de kabeltrommel loopt, aangedreven door een E-motor.	nvt	Aan beide zijde van de schuif twee stalen balanskabels die via het omloopwiel naar een contragewicht lopen. Tevens 1 trekkabel die naar de kabeltrommel loopt, aangedreven door een E-motor.	Aan beide zijde van de schuif twee stalen balanskabels die via het omloopwiel naar een contragewicht lopen. Deze omloopwielen worden aangedreven door een E-motor.	Aan beide zijde van de schuif twee stalen balanskabels die via het omloopwiel naar een contragewicht lopen. Deze omloopwielen worden aangedreven door een E-motor.	

Algemeen	Krabbersgatscomplex	Naviduct	Houtribcomplex	Stevincomplex	Lorentzcomplex
Bodembescherming aan beide zijden	ja	nvt	ja	Met name goede bescherming aan Waddenzeezijde. Er is aan de IJsselmeerzijde geen lang doorlopende bodembescherming aanwezig. Bij het naar binnen spuien kan dit tot problemen leiden.	Met name goede bescherming aan Waddenzeezijde. Er is aan de IJsselmeerzijde geen lang doorlopende bodembescherming aanwezig. Bij het naar binnen spuien kan dit tot problemen leiden.
Spuisluizen geschikt voor vismigratie	ja	nvt	ja	ja	ja
Eigenschappen	* Kan openen en sluiten bij een beperkt verval. * Tevens zal door de grote openingen een relatief groot debiet optreden.	nvt	* Kan openen en sluiten bij een beperkt verval. * Tevens zal door de grote openingen een relatief groot debiet optreden.	* Kan openen en sluiten bij een beperkt verval. * Tevens zal door de grote openingen een relatief groot debiet optreden.	* Kan openen en sluiten bij een beperkt verval. * Tevens zal door de grote openingen een relatief groot debiet optreden.
Risico's	* Bij beperkt openen ontstaat mogelijk zelf-excitatie met schade aan keermiddel en drempel als gevolg.	nvt	* Bij beperkt openen ontstaat mogelijk zelf-excitatie met schade aan keermiddel en drempel als gevolg.	* Bij beperkt openen ontstaat mogelijk zelf-excitatie met schade aan keermiddel en drempel als gevolg. * Bodembescherming IJsselmeerzijde vormt een risico.	* Bij beperkt openen ontstaat mogelijk zelf-excitatie met schade aan keermiddel en drempel als gevolg. * Bodembescherming IJsselmeerzijde vormt een risico.
<b>Mogelijkheden voor een aangepast spuibehaar:</b>					
Bij aanwezigheid van meerdere spui groepen bestaat er de mogelijkheid om met 1 spui groep (of slechts 1 opening van 1 spui groep) een ander regime te hanteren dan de overige spui groepen. Hiertoe dient de besturing aangepast te worden. Zo wordt een eventueel negatief aspect voor het peilbeheer/zoet-zoutscheiding beperkt.					
Ook kan er door een spui groep (of slechts 1 opening van 1 spui groep) beperkt water ingelaten worden. Hierdoor wordt migratie mogelijk voor getijdenmigranten. Om zojuist gepaseerde vissen bij de volgende spui cyclus niet weer naar buiten weg te spuien, kan er voor gekozen worden om tijdens een volgende cyclus niet te spuien met deze spui groep. Door te kiezen voor 1 opening i.p.v. 1 spui groep wordt voor de sluis in de Afsluitdijk het zoutbezwaar op het IJsselmeer beperkt. Hiertoe dient de besturing aangepast te worden. Bij een extreem hoog peil in het IJsselmeer zal de peilbeheerfunctie zwaarder wegen en wordt er met alle groepen/openingen gespuid en is deze oplossing (tijdelijk) niet toepasbaar.					
Ook kan de vismigratie bevorderd worden door van de schutsluisen gebruik te maken. Dit kan door van één sluishoofd de deuren te openen en in het andere sluishoofd een lokstroom te creëren door de schuiven te openen. Door dit tussen de sluishoofden af te wisselen worden de vissen eerste de sluis ingelokt en vervolgens aan de andere zijde de sluis weer uit gelokt.					



## Bijlage 3


# Multicriteria-analyse matrixen

Project:	Visvriendelijk beheer Afsluitdijk en Houtribdijk	Opsteller:	W.J.J. de Bruijne	
Constructiedeel:	Spuisluizen Afsluitdijk	Controlleur:		
Projectnummer:	C01021.200821	Vrijgave:		
		Status:	Concept	
		Datum:	22 augustus 2013	

Multicriteria Matrix: Spuisluizen Afsluitdijk					Deuren openen voor gelijk peil		Spuien bij een peilverval < 10 cm		Vis schutten met de spuisluizen		Vis schutten met variabele deuropening	
					Variant 1		Variant 2		Variant 3		Variant 4	
Niveau	Nummer	Beschrijving	Opmerking	Weging	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel

Beoordelingsaspecten												
	1	Ecologie - Geschiktheid doelsoorten		1	Geschikt voor passieve zwemmers door aanzienlijke instroom zout water	3	Geschikt voor passieve zwemmers door redelijke instroom zout water.	2	Redelijk geschikt voor passieve zwemmers, geen continue werking.	2	Geschikt voor actievare zwemmers. Weinig geschikt voor passieve zwemmers	1
	2	Ecologie - Capaciteit		1	Door aanzienlijke instroom grote capaciteit verwacht.	3	Bepanking door noodzaak overslaan spuicyclus.	2	Geen continue werking, lagere capaciteit verwacht	2	Geschikt voor actievare zwemmers. Weinig geschikt voor passieve zwemmers	1
	3	Zoutindringing		1	Aanzienlijke zoutlast IJsselmeer	1	Redelijke zoutlast IJsselmeer	2	Redelijke zoutlast IJsselmeer	2	geen zoutlast IJsselmeer	3
	4	Veiligheid (waterkeringsveiligheid & gebruikers )		1	Tijdens openen (10-15 min.) is er een open verbinding. Door toepassing aan begin spuiperiode geen instroming bij storing.	3	Zo goed als gelijk aan huidige proces.	3	Geen dubbele kering tijdens hoogwater op de Waddenzee.	1	vind plaats bij laag water, bij storing treedt 'normale' spuisituatie op.	3
	5	Scheepvaart		1	Invloed op functie beperkt door fysieke scheiding met schutsluizen en bijbehorende scheepvaart bewegingen.	3	Invloed op functie beperkt door fysieke scheiding met schutsluizen en bijbehorende scheepvaart bewegingen.	3	Invloed op functie beperkt door fysieke scheiding met schutsluizen en bijbehorende scheepvaart bewegingen.	3	Invloed op functie beperkt door fysieke scheiding met schutsluizen en bijbehorende scheepvaart bewegingen.	3
	6	Maatschappelijke gebruiksfuncties		1	Recreatieve gebruiksfuncties buiten invloedssfeer spuisluizen.	3	Recreatieve gebruiksfuncties buiten invloedssfeer spuisluizen.	3	Recreatieve gebruiksfuncties buiten invloedssfeer spuisluizen.	3	Recreatieve gebruiksfuncties buiten invloedssfeer spuisluizen.	3
	7	Peilbeheer		1	Invloed op peilbeheer beperkt, uitvoering vind plaats voor spuiperiode.	3	Bepanking door noodzaak overslaan spuicyclus.	2	Invloed op peilbeheer beperkt door uitvoering tijdens hoog water Waddenzee	3	Bepanking doordat de betreffende kolk niet volledig kan spuien tijdens laag water	2
	8	Waterkwaliteit		1	Aanzienlijke zoutlast IJsselmeer	1	Redelijke zoutlast IJsselmeer	2	Redelijke zoutlast IJsselmeer	2	Geen zoutlast IJsselmeer	3
	9	Bedieningsgemak/ implementeerbaarheid		1	Weinig aanpassingen t.o.v. bestaande handelingen.	3	Weinig aanpassingen t.o.v. bestaande handelingen.	3	Nieuwe handeling	1	Nieuwe handeling	1
	10	Inzet personeel		1	Sluit aan op handelingen die gepaard gaan met spuiperiode	3	Sluit aan op handelingen die gepaard gaan met spuiperiode	3	Nieuwe handeling buitenom de spuiperiode	1	Nieuwe handeling buitenom de spuiperiode	1
	11	Noodzakelijke aanpassingen		1	Werkt hetzelfde als spuihandelingen en sluit aan op spuiperiode	3	Werkt hetzelfde als spuihandelingen en sluit aan op spuiperiode	3	Wijkt af van spuihandelingen mogelijk aparte bediening gewenst.	2	Wijkt af van spuihandelingen mogelijk aparte bediening gewenst.	2
	12	Constructie object (slijtage en stabiliteit)		1	Per spuingang 1 extra deurbewerking	2	Geen extra deurbewerking, deuren gaan eerder open.	3	Per vloed meerdere extra deur-bewegingen	1	Per eb meerdere extra deur-bewegingen	1
	13	Kosten		1	weinig aanpassingen, capaciteit en handelingen benodigd.	3	weinig aanpassingen, capaciteit en handelingen benodigd.	3	Nieuwe handeling, extra capaciteit benodigd, aanpassingen gewenst.	1	Nieuwe handeling, extra capaciteit benodigd, aanpassingen gewenst.	1
	14	Energieverbruik		1	Per spuingang 1 extra deurbewerking	2	Geen extra deurbewerking, deuren gaan eerder open.	3	Extra handeling buitenom spuiperioden	1	Extra handeling buitenom spuiperioden	1
<b>Totale score (incl. weging)</b>					<b>33</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>25</b>				


Beoordeling	1	Minder
	2	Neutraal
	3	Beter

Project:	Visvriendelijk beheer Afsluitdijk en Houtribdijk	Opsteller:	W.J.J. de Bruijne	
Constructiedeel:	Schutsluizen Afsluitdijk	Controlleur:		
Projectnummer:	C01021.200821	Vrijgave:		
		Status:	Concept	
		Datum:	22 augustus 2013	

Multicriteria Matrix: Schutsluizen Afsluitdijk					Migratie via rinketten in de sluisdeuren		Lokstroom via rinketten en migratie door open sluisdeur		Vis schutten met de schutsluizen		n.v.t.	
					Variant 1		Variant 2		Variant 3		Variant 4	
Niveau	Nummer	Beschrijving	Opmerking	Weging	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel

Beoordelingsaspecten												
	1	Ecologie - Geschiktheid doelsoorten			1	Geschikt voor actieve zwemmers, niet voor passieve.	1	Geschikt voor actieve zwemmers, niet voor passieve.	1	Redelijk geschikt voor passieve zwemmers.	2	
	2	Ecologie - Capaciteit			1	Geen continue werking door schutten, lokstroom beperkt.	2	Geen continue werking door schutten, lokstroom beperkt.	2	Geen continue werking door schutten, geen lokstroom.	1	
	3	Zoutindringing			1	Geen zoutindringing	3	Geen zoutindringing	3	Beperkte zoutindringing.	2	
	4	Veiligheid (waterkeringsveiligheid & gebruikers )			1	Uitvoering vind plaats bij laag water in waddensee. IJsselmeerdeur blijft gesloten.	3	Uitvoering vind plaats bij laag water in waddensee. IJsselmeerdeur blijft gesloten.	3	Geen dubbele kering tijdens hoogwater op de Waddensee. Dit treed echter ook op bij normale scheepvaart schuttingen.	2	
	5	Scheepvaart			1	Middelmatige invloed: in principe geen invloed door tijdstip, mogelijk incidenteel invloed.	2	Middelmatige invloed: in principe geen invloed door tijdstip, mogelijk incidenteel invloed.	2	Middelmatige invloed: in principe geen invloed door tijdstip, mogelijk incidenteel invloed.	2	
	6	Maatschappelijke gebruiksfuncties			1	Incidenteel invloed op recreatieve gebruiksfuncties	2	Incidenteel invloed op recreatieve gebruiksfuncties	2	Incidenteel invloed op recreatieve gebruiksfuncties	2	
	7	Peilbeheer			1	Invloed op peilbeheer zeer beperkt	3	Invloed op peilbeheer zeer beperkt	3	Invloed op peilbeheer zeer beperkt	3	
	8	Waterkwaliteit			1	Geen zoutindringing	3	Geen zoutindringing	3	Beperkte zoutindringing.	2	
	9	Bedieningsgemak/ implementeerbaarheid			1	Alleen gebruik van rinketten	3	Gebruik van rinketten en sluisdeur.	2	Gebruik van rinketten en beide sluisdeuren.	1	
	10	Inzet personeel				Extra handeling met rinketten buitenom bestaande schuttingen.	3	Extra handeling met rinketten en sluisdeur buitenom bestaande schuttingen.	2	Extra handeling met rinketten en beide sluisdeuren buitenom bestaande schuttingen.	1	
	11	Noodzakelijke aanpassingen			1	Wijkt af van scheepvaart-schuttingen en betreft intensieve handelingen. Aparte bediening gewenst.	1	Wijkt af van scheepvaart-schuttingen en betreft intensieve handelingen. Aparte bediening gewenst.	1	werkt hetzelfde als scheepvaart-schuttingen.	3	
	12	Constructie object (slijtage en stabiliteit)			1	Alleen gebruik van rinketten	3	Gebruik van rinketten en sluisdeur.	2	Gebruik van rinketten en beide sluisdeuren.	1	
	13	Kosten			1	Geen aanpassingen benodigd, geringe extra capaciteit.	3	Geen aanpassingen benodigd, redelijke extra capaciteit.	2	Geen aanpassingen benodigd, aanzienlijke extra capaciteit.	1	
	14	Energieverbruik			1	Alleen gebruik van rinketten	3	Gebruik van rinketten en sluisdeur.	2	Gebruik van rinketten en beide sluisdeuren.	1	
<b>Totale score (incl. weging)</b>						<b>32</b>		<b>28</b>		<b>23</b>		<b>0</b>


Beoordeling	1	Minder
	2	Neutraal
	3	Beter

Project:	Visvriendelijk beheer Afsluitdijk en Houtribdijk	Opsteller:	W.J.J. de Bruijne	
Constructiedeel:	Spuisluizen Houtribdijk	Controlleur:		
Projectnummer:	C01021.200821	Vrijgave:		
		Status:	Concept	
		Datum:	22 augustus 2013	

Multicriteria Matrix: Spuisluizen Houtribdijk					Spuisluizen zo lang mogelijk open houden		Vis schutten met spuisluizen		Spuideuren op een kier bij klein verval		n.v.t.	
					Variant 1		Variant 2		Variant 3		Variant 4	
Niveau	Nummer	Beschrijving	Opmerking	Weging	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel

Beoordelingsaspecten												
	1	Ecologie - Geschiktheid doelsoorten			Continue grote lokstroom voor actieve zwemmers, volledige waterkolom doorzwenbaar	3	Geen lokstroom, daarnaast weinig ruimte tussen spuideuren.	1	Continue redelijke lokstroom, waterkolom niet volledig doorzwenbaar.	2		
	2	Ecologie - Capaciteit		1	Door aanzienlijk debiet en gehele waterkolom passeerbaar grote capaciteit verwacht.	3	Geen lokstroom, daarnaast weinig ruimte tussen spuideuren dus een lage capaciteit verwacht.	1	Continue redelijke lokstroom, waterkolom niet volledig doorzwenbaar.	2		
	3	Zoutindringing			n.v.t.		n.v.t.		n.v.t.		n.v.t.	
	4	Veiligheid (waterkeringsveiligheid & gebruikers )			In principe normaal beheer wat ook bij spuien wordt toegepast	3	Schutten met spuisluizen wijkt af van normaal beheer. Bij storing geen direct gevaar vanwege gering peilverschil en zoet-zoet overgang.	2	Deuren staan op een kier, dit wijkt af van normaal beheer. Bij storing geen direct gevaar vanwege gering peilverschil en zoet-zoet overgang.	2		
	5	Scheepvaart		1	Invloed op functie beperkt door fysieke scheiding met schutsluizen en bijbehorende scheepvaart bewegingen.	3	Invloed op functie beperkt door fysieke scheiding met schutsluizen en bijbehorende scheepvaart bewegingen.	3	Invloed op functie beperkt door fysieke scheiding met schutsluizen en bijbehorende scheepvaart bewegingen.	3		
	6	Maatschappelijke gebruiksfuncties		1	Recreatieve gebruiksfuncties buiten invloedssfeer spuisluizen.	3	Recreatieve gebruiksfuncties buiten invloedssfeer spuisluizen.	3	Recreatieve gebruiksfuncties buiten invloedssfeer spuisluizen.	3		
	7	Peilbeheer		1	Open verbinding, groot debiet bij peilverschillen.	1	Geen open verbinding, effect op peilbeheer gering.	3	Open verbinding, redelijk debiet door 'kier' bij peilverschillen.	2		
	8	Waterkwaliteit		1	Geringe invloed door bestaande uitwisseling water.	3	Geringe invloed door bestaande uitwisseling water.	3	Geringe invloed door bestaande uitwisseling water.	3		
	9	Bedieningsgemak/ implementeerbaarheid		1	In principe normaal beheer wat ook bij spuien wordt toegepast	3	Schutten met spuisluizen wijkt af van normaal beheer en is intensief.	1	Deuren staan op een kier, dit wijkt af van normaal beheer maar in niet intensief.	2		
	10	Inzet personeel			Is gelijk aan bestaande handelingen.	3	Schutten met spuisluizen wijkt af van normaal beheer en is intensief, extra inzet benodigd.	1	Wijkt af van normaal beheer maar is niet intensief. Geringe extra inzet benodigd.	2		
	11	Noodzakelijke aanpassingen		1	Werkt hetzelfde als bestaande handelingen.	3	Wijkt af van spuihandelingen mogelijk aparte bediening gewenst.	2	Wijkt af van spuihandelingen mogelijk aparte bediening gewenst.	2		
	12	Constructie object (slijtage en stabiliteit)		1	Is gelijk aan bestaande handelingen. En betreft geen extra handelingen.	3	Schutten met spuisluizen wijkt af van normaal beheer en is intensief.	1	Deuren staan op een kier, dit wijkt af van normaal beheer maar in niet intensief.	2		
	13	Kosten		1	Geen aanpassingen, capaciteit en handelingen benodigd.	3	Nieuwe handeling, extra capaciteit benodigd, aanpassingen gewenst.	1	Nieuwe handeling, mogelijke extra capaciteit benodigd en aanpassingen gewenst.	2		
	14	Energieverbruik		1	Is gelijk aan bestaande handelingen. En betreft geen extra handelingen.	3	Schutten met spuisluizen is intensief.	1	Deuren staan op een kier, dit wijkt af van normaal beheer maar kost geen extra energie.	3		
<b>Totale score (incl. weging)</b>					<b>37</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>0</b>				

Beoordeling	1	Minder
	2	Neutraal
	3	Beter

Project:	Visvriendelijk beheer Afsluitdijk en Houtribdijk	Opsteller:	W.J.J. de Bruijne		
Constructiedeel:	Schutsluizen Houtribdijk	Controlleur:			
Projectnummer:	C01021.200821	Vrijgave:			
		Status:	Concept		
		Datum:	22 augustus 2013		

Multicriteria Matrix: Schutsluizen Houtribdijk					Schutsluizen zo lang mogelijk open houden		Migratie via rinketten in de sluisdeuren		Lokstroom via rinketten en migratie door open sluisdeur		Sluisdeuren op een kier bij klein verval	
					Variant 1		Variant 2		Variant 3		Variant 4	
Niveau	Nummer	Beschrijving	Opmerking	Weging	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel	Opmerkingen	Oordeel

Beoordelingsaspecten												
	1	Ecologie - Geschiktheid doelsoorten		1	Geen lokstroom door toepassing bij geen peilverschil. Wel open verbinding.	2	Wel lokstroom, doorwemopening en echter klein door gebruik rinketten.	2	Wel lokstroom, doorwemopening groot door gebruik sluisdeur.	3	Continue lokstroom en doorzwemmogelijkheden.	3
	2	Ecologie - Capaciteit		1	Open verbinding, in potentie grote capaciteit	3	Geen continue werking, waterkolom niet volledig passeerbaar.	2	Geen continue werking, waterkolom niet volledig passeerbaar.	2	Open verbinding, en continue lokstroom, in potentie grote capaciteit	3
	3	Zoutindringing		1	n.v.t.		n.v.t.		n.v.t.		n.v.t.	
	4	Veiligheid (waterkeringsveiligheid & gebruikers )		1	Geen effect waterkeringsveiligheid door geen peilverschil. Mogelijk wel verwarring door openstaande deuren. (verkeer van twee kanten)	2	Geen verwacht effect op waterkeringsveiligheid of veiligheid voor gebruikers.	3	Geen verwacht effect op waterkeringsveiligheid of veiligheid voor gebruikers.	3	Geen verwacht effect op waterkeringsveiligheid of veiligheid voor gebruikers.	3
	5	Scheepvaart		1	Middelmatige invloed: in principe geen invloed door tijdstip, mogelijk incidenteel invloed.	2	Middelmatige invloed: in principe geen invloed door tijdstip, mogelijk incidenteel invloed.	2	Middelmatige invloed: in principe geen invloed door tijdstip, mogelijk incidenteel invloed.	2	Middelmatige invloed: in principe geen invloed door tijdstip, mogelijk incidenteel invloed.	2
	6	Maatschappelijke gebruiksfuncties		1	Incidenteel invloed op recreatieve gebruiksfuncties	2	Incidenteel invloed op recreatieve gebruiksfuncties	2	Incidenteel invloed op recreatieve gebruiksfuncties	2	Incidenteel invloed op recreatieve gebruiksfuncties	2
	7	Peilbeheer		1	Vind plaats bij geen peilverschil	3	Geen open verbinding, effect op peilbeheer gering.	3	Geen open verbinding, effect op peilbeheer gering.	3	Open verbinding, en continue stroming. Effect beperkt.	2
	8	Waterkwaliteit		1	Geringe invloed door bestaande uitwisseling water.	3	Geringe invloed door bestaande uitwisseling water.	3	Geringe invloed door bestaande uitwisseling water.	3	Geringe invloed door bestaande uitwisseling water.	3
	9	Bedieningsgemak/ implementeerbaarheid		1	Gemakkelijk implementeerbaar en bedienbaar.	3	Alleen gebruik van rinketten	2	Gebruik van rinketten en sluisdeur.	1	Deuren staan op een kier, wijkt in geringe mate af van normaal beheer.	2
	10	Inzet personeel			Geen extra handelingen.	3	Extra handeling met rinketten buitenom bestaande schuttingen.	2	Extra handeling met sluisdeuren buitenom bestaande schuttingen.	1	Extra handeling met sluisdeuren buitenom bestaande schuttingen.	2
	11	Noodzakelijke aanpassingen		1	Werkt hetzelfde als bestaande handelingen.	3	Wijkt af van scheepvaartschuttingen en betreft intensieve handelingen. Aparte bediening gewenst.	1	Wijkt af van scheepvaartschuttingen en betreft intensieve handelingen. Aparte bediening gewenst.	1	Extra handeling met sluisdeuren buitenom bestaande schuttingen. Mogelijk aparte bediening gewenst.	2
	12	Constructie object (slijtage en stabiliteit)		1	Is gelijk aan bestaande handelingen. En betreft geen extra handelingen.	3	Nieuwe handeling, extra capaciteit benodigd, aanpassingen gewenst.	1	Nieuwe handeling, extra capaciteit benodigd, aanpassingen gewenst.	1	Extra handeling met sluisdeuren buitenom bestaande schuttingen.	2
	13	Kosten		1	Geen aanpassingen, capaciteit en handelingen benodigd.	3	Nieuwe handeling, extra capaciteit benodigd, aanpassingen gewenst.	1	Nieuwe handeling, extra capaciteit benodigd, aanpassingen gewenst.	1	Nieuwe handeling, mogelijke extra capaciteit benodigd en aanpassingen gewenst.	2
	14	Energieverbruik		1	Is gelijk aan bestaande handelingen. En betreft geen extra handelingen.	3	Extra gebruik van rinketten.	1	Extra gebruik van rinketten en sluisdeur.	1	Deuren staan op een kier, dit wijkt af van normaal beheer maar kost geen extra energie.	3
<b>Totale score (incl. weging)</b>					<b>32</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>29</b>			

Beoordeling	1	Minder
	2	Neutraal
	3	Beter

## Bijlage 4

# Verslag Klankbordgroepbijeenkomst



## VERSLAG

Onderwerp: Klankbordgroepbijeenkomst project Visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk

Projectnummer:  
C01021.200821.

Afdeling:  
Waterbeheer en Groene Ruimte

Ons kenmerk:  
:

DIVISIE WATER

Plaats/datum bespreking:  
Apeldoorn, 19 september 2013

Verslagnummer:  
4

Opgesteld door:  
ir. W.J.J. de Bruijne

Verzenddatum:  
9 september 2013

Aanwezig:  
Erwin Winter  
Henk van der Weijde  
George Wintermans  
Arie Vrijburcht  
Bauke de Witte  
Carolien Breukers  
Harmen Faber  
Eddy Lammens  
Tim Vriese  
Hessel Voortman  
Wilco de Bruijne

Afwezig:  
Herman Wanningen

Kopieën aan:  
Renee Talens

---

### Doel en werkwijze

Doel van de klankbordgroepbijeenkomst was het toetsten van de opgestelde beheersvarianten in het project 'Visvriendelijke sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk'. De beheersvarianten zijn beschreven in de voorkeursvariantennotitie opgesteld door de specialisten van ARCADIS en ATKB. De notitie is ter voorbereiding op de bijeenkomst aan de deelnemers toegestuurd. Tijdens de bijeenkomst zijn de beheersvarianten besproken en zijn aanvullingen en commentaar verzameld. Het commentaar en de aanvullingen worden door ARCADIS verwerkt in de definitieve notitie.

Bij de klankbordgroepbijeenkomst waren deskundigen op gebied van zowel vismigratie als sluis techniek/ veiligheid aanwezig. De klankbordgroep bestond uit de volgende externe experts:

- Erwin Winter – Scientific researcher, IMARES Wageningen UR
- George Wintermans – Senior Ecoloog, Wintermans Ecologenbureau
- Henk van der Weijde – Expert waterbouwkunde, oud Rijkswaterstaat medewerker
- Arie Vrijburcht - Expert waterbouwkunde, oud Rijkswaterstaat medewerker

Daarnaast waren experts van Rijkswaterstaat en ARCADIS & ATKB aanwezig, zie bovenstaande aanwezigheidslijst. De voorkeursvariantennotitie is plenair besproken om de kennisvelden te integreren.

**Programma**

- 13:30 Opening en kennismaking
- 13:45 Toelichting project en proces (Wilco de Bruijne)
- 14:00 Toelichting randvoorwaarden gebruiksfuncties & techniek (Wilco de Bruijne)
- 14:15 Toelichting randvoorwaarden vismigratie en toelichting beheersvarianten (Tim Vriese)
- 14:45 Plenaire bespreking beheersvarianten per objectsoort
- 15:45 Terugkoppeling en samenvatting (Hessel Voortman)
- 16:00 Afsluiting

**Algemene opmerkingen/ vragen voorkeursvariantennotitie**

- In de tekst worden een aantal begrippen (kentering, vloed, eb, hoog water, laag water, afgaand tij en opkomend tij) door elkaar heen gebruikt, dit is af en toe onduidelijk. Nakijken op consistentie.
- Bij variant 4.2.2 wordt gesproken van 10 cm peilverschil. Het is onduidelijk aan welke zijde het hoge peil optreedt. In het huidige beheer sluiten de spuideuren bij 10 cm hoger peil aan de IJsselmeerszijde. In de notitie wordt bedoeld dat het peil aan Waddenzeezijde 10 cm hoger is bij openen van de deuren.
- Voor de afsluitdijk dient te worden gesproken van water 'spuien' of 'inlaten', voor de Houtribdijk van 'doorstromen' (kan twee richtingen op zijn). De Houribdijk sluizen zijn dan ook geen spuisluizen maar stroomsluizen.
- Bij de gebruiksfuncties mist de natuurwaarde (Natura 2000). In de notitie kan een paragraaf opgenomen worden die hier nog kort aandacht aan besteedt. Overigens ontbreken er nog wel meer gebruiksfuncties. Deze zijn echter vanuit het visvriendelijk beheer minder relevant.
- In de notitie en overige communicatie moet helder zijn dat de netto zoutlast nul is. De ene beheersvariant laat wel meer water in dan de andere (daarom is zoutlast opgenomen in de multicriteria analyse), dit komt echter voor rekening van de zouthoevels en levert geen extra zoutlast op ten opzichte van de huidige situatie. Er wordt op beide locaties chloride gemeten op enkele honderden meters van de objecten. Deze metingen worden in de testfase beschikbaar gesteld om het effect van de testen te kunnen controleren.
- Is er een bepaald budget per dijk om visvriendelijk beheer te implementeren en kan de verdeling van dit budget wijzigen (bijvoorbeeld focussen op Afsluitdijk)? Er is weinig budget beschikbaar, doel van het project is om met minimale kosten een aanpassingen visvriendelijk beheer in te voeren met de bestaande middelen.

ARCADIS neemt van de deelnemers het individuele commentaar mee in de definitieve versie.

**Opmerkingen/ vragen multicriteria analyse (MCA)**

- Constructieve aanpassingen aan objecten, zijn die onderdeel van de criteria of niet? In principe niet, het is een harde randvoorwaarde dat geen aanpassingen aan de hardware worden gedaan. Wel is een criterium 'benodigde aanpassingen aan object' opgenomen, dit betreft mogelijk benodigde/gewenste aanpassingen in de bediening, niet aan de constructie. Duidelijker omschrijven.
- Er is een neutrale weging toegepast in de MCA. Dit is bewust gedaan om als groep alle criteria neutraal in ogenschouw te nemen en vervolgens te focussen op een scenario dat volgens ons de meeste potentie heeft. De problematiek is te complex om in één MCA te vatten er zijn te veel criteria en meningen. De voorkeursvariantennotitie met MCA tabellen is bedoeld als basis om de problematiek bij de hoorns te vatten maar moet niet verzanden in een discussie over wegingsfactoren. Het moet ook niet te complex worden i.v.m. deadline 2015 KRW.

- Is er ruimte voor een meer dynamische beheersvariant die inspeelt op bijvoorbeeld afvoersituatie of scheepvaartverkeer? Dit is een optimalisatie binnen de randvoorwaarden, op zich goed, maar wel te complex voor nu. Een 'vrij' beheer met vele opties levert aanzienlijke beheers- en veiligheidsrisico's op. Harmen Faber: een meer dynamisch beheer is in de toekomst wellicht mogelijk wanneer er automatisering is maar nu niet. Je moet het voor de bedienaars heel erg simpel houden. In de notitie wordt een paragraaf opgenomen die een doorkijk geeft naar mogelijkheden voor de toekomst met het oog op automatisering.

## **Opmerkingen bespreking beheersvarianten per dijk en soort (Spuisluis/ Schutsluis)**

### **Houtribdijk**

#### *Spuisluizen*

Er wordt een stemming gehouden om een eerste beeld te krijgen van de voorkeur van de groep. Daarbij blijkt dat unaniem de voorkeur uit gaat naar scenario 'spuisluizen zo lang mogelijk open houden'. Het is bezien vanuit de techniek simpel en zonder afwijking op normale handelingen, en vanuit de ecologie is een zo vrij mogelijke migratie gewenst. Het visvriendelijk beheer van de Houtribdijk is ook minder van belang voor regionale migranten maar meer voor dispersie van soorten. Het wordt in feite één groot meer, één systeem en dat is een groot voordeel van deze variant. Deze voorkeur sluit aan bij het advies in de voorkeursvariantennotitie.

#### *Overige opmerkingen/ aandachtspunten spuisluizen Houtribdijk*

- Mogelijk moeten de stortebedden vaker gecontroleerd worden door meer m<sup>3</sup> uitwisseling van water. Stroomsnelheden zijn daarentegen echter wel lager naar verwachting. Dit is een controlepunt bij verdere uitwerking.
- Hoe ga je de effectiviteit van deze variant testen? Uit onderzoek van Erwin blijkt dat je vooral dispersie zal meten en geen gerichte trek omdat je er in feite één groot systeem van maakt. Beter is om voor de Houtribdijk een kwalitatieve beschouwing geven en een bepaald advies te geven. Het monitoringsbudget dan volledig besteden aan de Afsluitdijk.
- Scenario 3 (spuideuren op een kier bij laag verval) kan mogelijk als soort van 'de Wit vispassage' gebruikt worden door het verval te trappen. Door beide deuren op een kier te zetten, in plaats van één deur open en één deur op een kier, zal het peilverschil zich over de twee deuren verdelen.

#### *Schutsluizen*

Voordat de verschillende scenario's voor schutsluizen in de Houtribdijk besproken werden, is opgemerkt dat als scenario 'spuisluizen zo lang mogelijk open houden' doorgaat, het minder voor de hand ligt om op de schutsluizen visvriendelijk beheer te implementeren. Implementatie van visvriendelijk beheer in de schutsluizen is waarschijnlijk complex, beter inzetten op spuisluizen.

Van de beheersvarianten voor de schutsluizen gaat de voorkeur uit naar het eerste scenario: de schutsluizen zo lang mogelijk open houden bij geen scheepvaart ('s nachts) en peilverschil kleiner dan 10 cm.

*Overige opmerkingen/ aandachtspunten schutsluizen Houtribdijk*

- Bovenstaande voorkeursvariant kan aangevuld worden met het openzetten van alle niveleermiddelen bij peilverschil tussen de 10 en 20 cm. Het peilverschil zal zich dan namelijk over de deuren verdelen waardoor een soort van 'de Wit vispassage' ontstaat.
- De schutsluizen zullen naar verwachting een marginaal effect opleveren t.o.v. de spuisluisen, waar het gaat om migratie van vis.
- Als het peilverschil groter is dan 10 cm en de spuisluisen dicht moeten, kunnen de beheersvarianten voor de schutsluizen een goede aanvulling zijn. Implementatie is naar verwachting echter complex ten opzichte van de spuisluisen, beter focussen op de spuisluisen.

**Afsluitdijk***Spuisluisen*

Wederom wordt door middel van stemming globaal vastgesteld hoe de voorkeuren liggen. Daarbij stemming blijkt de voorkeur uit te gaan naar scenario 1 en 2: 'deuren openen voor gelijk peil' of 'spuien bij een peilverschil kleiner dan 10 cm', respectievelijk 4 en 2 stemmen. Beheersvarianten 3 en 4 hebben zeker niet de voorkeur (Vis schutten met de spuisluisen bij hoog of laag water in de Waddenzee). Het eerste scenario heeft ecologisch het grootste effect, indien dit scenario uitgevoerd kan worden binnen de capaciteit van de zouthevels (i.v.m. netto zoutlast nul), dan heeft dit de voorkeur. Scenario 2 is een goede tweede maar in feite een afgezwakte variant op 1. De keuze voor scenario 1 of 2 wordt bepaald door de acceptabele zoutlast, het peilverschil waarbij de deuren kunnen openen en het mogelijk optreden van trillingen in een gedeeltelijk geheven schuif. De laatste twee aandachtspunten maken dat dit beheer alleen uitgevoerd kan worden bij beperkt verval (indicatief tot 2 dm) In feite gaan variant 1 en 2 via een "glijdende schaal" van het verval in elkaar over.

Scenario 3 en 4, vis schutten met de spuisluisen, hebben duidelijk niet de voorkeur. Dit levert technisch risico's op, is complex bij implementatie en ecologische effectiviteit is niet zeker. De technisch specialisten geven aan dat niet voor deze scenario's moet worden gekozen als aanpassingen aan de bestaande constructie niet toegestaan zijn. Er is onzekerheid over trillingen, stortebed en openen deuren onder groot verval. De visecologen geven aan dat variant 3, vis schutten bij hoog water in de Waddenzee, mogelijk wel effectief is door een goede zoutlast-vis verhouding. Dit ligt aan de visdichtheid voor de deur bij hoog water en zou eerst onderzocht moeten worden. Variant 4, vis schutten bij laag water in de Waddenzee, is vooral voor actieve zwemmers en valt voor de visecologen af. De technisch specialisten geven daarnaast aan bij deze variant twijfels te hebben over de betrouwbaarheid van de constructie en bodembescherming. Harmen Faber geeft aan dat het openen en sluiten van de deuren onder grote vervallen in een aantal specifieke gevallen al gebeurd en dat dit geen problemen oplevert. Het is echter wel een onzekerheid.

De voorkeur van de klankbordgroep sluit op hoofdlijnen aan bij het advies in de voorkeursvariantennotitie.

*Overige opmerkingen/ aandachtspunten spuisluisen Afsluitdijk*

- Mogelijk kan variant 1 of 2 uitgevoerd worden met opkomend tij in plaats van met afgaand tij zodat vis de tijd heeft om verder te trekken tot de volgende spuiperiode. In het algemeen wordt echter aangenomen dat de getijdenmigranten juist met hoog water zich voor de sluisen concentreren en dat de dichtheid dus na hoog water (met afgaand tij) het hoogst is.

- Een nuance op de formulering van lokstroom bij de Afsluitdijkcomplexen. Nu is omschreven dat lokstroomwerking niet van belang is voor getijdenmigranten. Op kleine schaal is dit juist, op grote schaal treedt natuurlijk wel concentratie van vis op door de lozingen van zoet water. Voor het binnenhalen van getijdenmigranten is er echter de lokstroom niet van belang maar het inlaten van water.
- Is actieve intrek bij Afsluitdijk (b.v. salmoniden) niet van belang? Uiteraard wel, maar die komen al binnen blijkt uit onderzoek. Erwin geeft aan dat deze ook verder kunnen profiteren van het in te stellen visvriendelijk beheer.
- Hoe lang duurt aanpassing aan zoet water bij getijdenmigranten in het IJsselmeer? De visecologen verwachten één spuigang, uit onderzoeken blijkt dat vis snel doortrekt. In notitie moet duidelijker aangegeven worden dat na visvriendelijk beheer bij voorkeur een spuigang overgeslagen dient te worden.

#### *Schutsluizen*

De klankbordgroep verwacht voor visvriendelijk beheer van de schutsluizen in de Afsluitdijk net als voor de Houtribdijk een lage ecologische effectiviteit. De visecologen verwachten dat een marginaal deel van het aanbod vis de schutsluizen binnenkomt. Als je kiest voor aangepast beheer, kies dan voor variant 3, 'vis schutten met de schutsluizen'. Variant 3 is namelijk echt schutten, met een redelijke volume water, variant 1 en 2 zijn hier afgezwakte varianten van doordat rinketten gebruikt worden zodat het volume beperkt is. Daarnaast wordt aangenomen dat bij volledig open deuren de getijdenmigranten naar binnen komen door wateruitwisseling door dichtheidsverschillen. Wanneer alleen een rinket of omloopriool open staat treedt dit effect nauwelijks op.

#### *Overige opmerkingen/ aandachtspunten schutsluizen Afsluitdijk*

- Voordeel van alle varianten voor schutsluizen is dat ze ten allen tijde beheersbaar zijn omdat het gebruikelijke handelingen zijn.
- Is het uitzetten van de bellenschermen ook niet al 'visvriendelijk' beheer? Na toelichting blijkt dat dit al meestal al plaats vindt uit kostenoogpunt en voor scheepvaart.
- Mogelijk is er wel voorkeur van bijvoorbeeld glasaal voor schutsluizen in plaats van voor de spuisluizen. Spiering heeft wellicht juist weer voorkeur voor de spuisluizen, dit kan per soort variëren. Dit is echter niet aangetoond.
- In perioden dat er niet gespuid wordt, is visvriendelijk beheer van de schutsluizen mogelijk wel effectief. Eddy geeft echter aan dat er ook weinig lokkende werking op de Waddenzee is als er niet gespuid wordt.

#### **Afsluiting**

De gemaakte opmerkingen en aandachtspunten worden verwerkt in de voorkeursvarianten notitie. Het verslag van de beschouwing van de klankbordgroep op de beheersvarianten wordt als bijlage toegevoegd en meegenomen in het advies.

Voorliggend verslag van de klankbordbijeenkomst en de voorkeursvarianten notitie zijn ten slotte nog voorgelegd aan Erik Pompert, Koert van Elp, Albert Buitenhuis en Frank van der Meer (Allen RWS). Van hen is reactie ontvangen op de notitie en het verslag welke is verwerkt.

## Bijlage 5

# Verslag Stakeholdersbijeenkomst

## VERSLAG

Onderwerp: Stakeholderbijeenkomst Visvriendelijk Sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk  
Projectnummer: C01021.200821.0100/SD

Afdeling: Waterbeheer en Groene Ruimte  
Ons kenmerk: 077346738:0.3

Plaats/datum bespreking: Lelystad, 3 oktober 2013  
Verslagnummer: 1

Opgesteld door: ir. W.J.J. de Bruijne  
Verzenddatum: 3 oktober 2013

Aanwezig: Piet Dijkstra, Ype Heijnsman, Herman Wannings, Bauke de Witte, Marianne Greijdanus, Frank van de Meer, Koos Hartnack, Rik Beentjes, Peter Schuit, Marianne Wolfs, Simon Kay, Jose Schriever, Tjerk van Malsen, Wilco de Bruijne, Renee Talens, Wim Schouten, Jaap Quak, Piet van Erven Dorens, Mirjam Snijdelaar, Paul Kok, Meinard Bos, Enno de Graaf, Hans Vos, Barbara Holierhoek, Tim Vriese, Flos Fleischer & Norbert Jeronimus.  
Afwezig: Zie overige genodigden op genodigdenlijst

DIVISIE WATER

Kopieën aan:

---

### 13:00 Opening – Dagvoorzitter Piet Dijkstra

#### 13:05 Welkom en korte inleiding - Dir. Netwerkmanagement Ype Heijnsman (RWS)

Ype Heijnsman refereert in zijn inleiding aan een tekst over het IJsselmeer uit 1939 om te benadrukken dat de problematiek al sinds het aanleggen van de Afsluitdijk en Houtribdijk speelt:

Daar de visscherij op paling — met die op andere zoet-watervisch — zeer belangrijk is ter compensatie van de vervallen seizoenvisscherij op ansjovis en haring, worden maatregelen genomen om het binnenkomen van de jonge paling, de glasaaltjes, in het meer te bevorderen. Dit geschiedt door de diertjes in hun trektijd naar binnen te schutten door de uitwateringsluizen. Van half Maart tot eind Mei worden 's nachts bij de sluizen tellingen van glasaaltjes verricht en wanneer hun aantal groot is, wordt zoodanig met de schuiven gemanipuleerd, dat de aaltjes naar binnen kunnen komen. Vele tientallen millioenen worden elk seizoen binnengelaten. Wel kost dit zout en op de chloorbalans paraisseert dan ook een post voor het gelijk met de glasaaltjes binnengekomen zout, maar die post is klein: nog geen procent van het totaal, zoodat het chloorgehalte van het IJsselmeerwater met omstreeks een milligram per liter stijgt.

Die onmerkbare opoffering zullen de waterdrinkers gaarne voor de palingeters over hebben.



Na de opening van Piet Dijkstra en Welkom van Ype Heijnsman stellen alle deelnemers zich kort voor.

### **13:15 Vismigratie in het IJsselmeergebied – Bauke de Witte (RWS)**

Bauke de Witte geeft een presentatie over o.a. de functies, eigenschappen en doelstellingen van het IJsselmeergebied. En het programma voor de vismigratie in het IJsselmeergebied. Dit programma bestaat uit 3 onderdelen t.w. aanleg vispassages en zoutwaterhevels, instellen visvriendelijk sluisbeheer en medefinanciering met de Waterschappen van vismigratiemaatregelen op de overgangslocaties tussen rijks- en regionaal water. Daarnaast schetst Bauke de problematiek rond de complexen en de maatregelen die gepland zijn, daar is visvriendelijk sluisbeheer er één van.

Tijdens en na de presentatie zijn de volgende vragen gesteld en antwoorden gegeven:

- Bieden de zouthevens meer ruimte voor visvriendelijk sluisbeheer? Ja.
- Er is getest hoe zout water binnen komt, wat leverde het op qua vis? Technische test op verspreiding zout water in IJsselmeer, niet gekeken naar vis.
- Zijn de zouthevens er al? Deze worden gebouwd in 2014.
- Er spoelt veel vis uit via de spuisluisen (hiervan is 85% zoetwatervis), wat doen jullie daar mee? Niets, het is een gegeven, we zijn er niet blij mee maar het gebeurt nu eenmaal. Er zijn veel onderzoeksvragen wat betreft dit thema. Hard gegeven is dat er gespuid moet worden. Mogelijk dat visvriendelijk sluisbeheer een bijdrage kan leveren aan de terugkeer van zoetwatervis vanuit de Waddenzee naar het IJsselmeer.
- Opmerking: In de presentatie werd gezegd dat maatregelen zijn wegbezuinigd, dit is niet correct, deze maatregelen staan in de wacht (zoals de vishevel Kornwerderzand).

### **13:30 Vispassage en zouthevens Afsluitdijk – Marianne Greijdanus (RWS)**

Marianne Greijdanus geeft een presentatie over de aanlegmaatregelen: de vispassage in de voorhaven bij Den Oever en de zoutwaterafvoersysteem die worden aangelegd bij Den Oever en Kornwerderzand. De aanleg van de vispassage bij Kornwerderzand is uitgesteld met het oog op aansluiting bij het project Vismigratierivier. Daarnaast speelt er nog een project om de Afsluitdijk te versterken met het oog op de hoogwaterveiligheid.

Tijdens en na de presentatie zijn de volgende vragen gesteld en antwoorden gegeven:

- Is de hevelvispassage bij Den Oever later uitbreidbaar? Of moet er iets aanvullends gebeuren om de capaciteit later te kunnen vergroten? Weten we niet, hij wordt nu aangelegd met een bepaalde diameter, die gaan we eerst monitoren, dan kijken we of er aanvullende maatregelen nodig zijn.
- De 'zoete' lokstroom in de voorhaven bij Den Oever heeft een andere samenstelling dan het IJsselmeer, wat heeft dit voor effect? Weten we niet, monitoring moet dit uitwijzen.
- Is er voldoende geld voor monitoring? Dat moet aangevraagd worden, vinden we wel heel belangrijk.
- Hoe zit het met visserij in de omgeving van aangelegde maatregelen? Net als op de rivieren moet een bepaalde afstand bewaard gaan worden, dit is in de VBC's onderwerp van gesprek. Er is inderdaad wel een probleem wat opgelost moet worden. Daar waar visserij de vismigratie niet belemmerd is er ook geen conflict bijv. visserij op wolhandkrab in de sluisdommen.

## ARCADIS

- Wat is het effect van de maatregelen? Is het een druppel op de gloeiende plaat? Het liefst hebben we geen Afsluitdijk, maar dat kan niet. Effect van maatregelen moet nog blijken door monitoring.
- Is er een idee van visaanbod voor de spuikokers en schutkokers? En de verhouding tussen die twee? Het visaanbod van zwakke zwemmers is sterk seizoen gestuurd. Ruwweg kun je stellen dat afhankelijk van de winter er vanaf februari tot juni sprake is van aanbod. Dit betreft achtereenvolgens Spiering, glasaal, Stekelbaars en jonge Bot. Daarnaast zijn er nog de nodige onderzoeksvragen.

### 14:00 Varianten visvriendelijk sluisbeheer Afsluit- en Houtribdijk- Tim Vriese (ATKB)

Tim Vriese vraagt Wilco de Bruijne (ARCADIS) een toelichting te geven op het proces wat tot aan de stakeholdersbijeenkomst is doorlopen in het project Visvriendelijk Sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk. Wilco geeft een korte toelichting op het proces, waar staan we nu in het project en wat is er al gedaan. Vervolgens gaat Tim in op o.a. de ecologische randvoorwaarden, uitgangspunten bij de beide dijken; getijdenmigranten bij de Afsluitdijk en regionale migranten bij de Houtribdijk (dispersie). Ten slotte licht Tim de varianten per objectsoort toe: Spuisluizen Afsluitdijk, Schutsluizen Afsluitdijk, Spuisluizen Houtribdijk & Schutsluizen Houtribdijk.

Tijdens en na de presentatie zijn de volgende vragen gesteld en antwoorden gegeven:

- Uitgegaan wordt van gelijke winter- en zomerpeilen, die zijn gelijk voor IJsselmeer en Markermeer. Wordt ook rekening gehouden met peilopzet in de toekomst? Nee, peil verandert mogelijk wel maar peilverschillen als gevolg van opwaaiing vooralsnog niet, hier houden we nu dus geen rekening mee, het visvriendelijk beheer kan in de toekomst met het peil mee veranderen.
- Geldt het voorgestelde beheer voor alle kokers? Nee, er zijn vrijheidsgraden in het beheer zoals het aantal kokers, locatie etc. Dit gaat uitkristalliseren in de testfase.
- Is er al gerekend aan het aantal m<sup>3</sup> zout water die je in kunt laten t.o.v. de capaciteit van de zouthevels? Er is een korte scan gedaan o.b.v. de studie van Deltares, deze wordt verder uitgewerkt in de testfase. Verder is gekeken naar de omvang van de diepe kuilen voor de spuisluizen in het IJsselmeer. Beneden NAP – 6 meter is de inhoud van deze kuilen bij Den Oever resp. bij Kornwerderzand 150.000 en 200.000 kuub.
- Je gaat uit van selectief getijde transport, maar er zijn ook studies die aantonen dat glasaal wel met een zoete stroom gelokt moet worden? Klopt, op grote schaal gezien komt glasaal af op de zoete lokstroom van het spuien in de Waddenzee. Op kleine schaal, vlak voor de sluisen waar hoge stroomsnelheden optreden, maken ze gebruik van selectief getijde transport.
- Wordt er ook gekeken naar het spuiprotocol? Bijvoorbeeld 's ochtends spuien in plaats van einde van de middag, omdat 's avonds migratie plaats moet vinden? Ja, maar dit wordt ook nog nader bekeken in de testfase. Echter, spuien vindt plaats bij laag water. Het tijdstip waarop dit plaatsvindt, is afhankelijk van het getij.

### 14:30 Pauze

### 15:00 Bespreking varianten in groepjes

Na de inleidende presentaties wordt de zaal in twee groepen verdeeld, een groep die inhoudelijk meer in de vis en ecologie geïnteresseerd is en een groep die meer in de beleidsmatige kant geïnteresseerd is. In de groepen worden de verschillende sluisen en scenario's voor aangepast beheer besproken.

# ARCADIS

Gevraagd wordt naar eerste reacties/ vragen, Tips&Tricks. Alle besproken punten worden genotuleerd op flip-overs.

## **16:00 Plenaire terugkoppeling - Dagvoorzitter Piet Dijkstra**

In de plenaire terugkoppeling worden alle vragen en aandachtspunten besproken. Hieronder worden deze per groep voor de twee dijken beschreven.

### *Groep vismigratie (Bauke de Witte/ Wilco de Bruijne)*

#### *Algemeen*

- Wat is het doel? Hoeveel m<sup>3</sup> water of kilo's vis wil je door de sluizen krijgen? Het effect, op uiteindelijk de KRW maatlat, is een optelsom van alle maatregelen. De maatregelen zijn het doel, het effect moet blijken. Verstandig is wel om het aantal keren dat je een maatregel kan toepassen en het aantal m<sup>3</sup> dat je dan uitwisselt grofweg vast te leggen om achteraf het doelbereik te kunnen toetsen.

#### *Afsluitdijk*

- Zijn de zouthevens wel nuttig, is de speelruimte die gecreëerd wordt niet veel te gering en is het niet een druppel op de gloeiende plaat? De zouthevens zijn nuttig om het visvriendelijk sluisbeheer ruimer te kunnen faciliteren bijv. om een spuigang over te kunnen slaan of in periodes van droogte of peilopzet als er niet gespuid wordt. Het effect van de maatregel is nog onbekend. Het is goed om met deze gemakkelijke en goedkope maatregel te starten en te kijken wat je hiermee kunt bereiken. Mocht dat onvoldoende effect sorteren dan moet er verder worden gekeken naar ingewikkelder maatregelen. Bovendien wordt er hard gewerkt aan de Vismigratierivier.
- Is er niet veel meer mogelijk op gebied van het inlaten van zout water? Er is in 1993 niet gemeten, dat kunnen we nu wel. Het wordt te veel als een probleem ervaren, er kan veel meer dan we denken! Het IJsselmeer heeft een belangrijke functie in de zoetwatervoorziening voor landbouw en drinkwater. In de testfase (2014) gaan we met mobiele chloridemeters de verspreiding van zout water in het IJsselmeer volgen.
- Jaap Quak pleit voor overleg tussen project de vismigratierivier en project Visvriendelijk Sluisbeheer wat betreft de monitoring in de testfase. Dat is een waardevolle suggestie.

#### *Houtribdijk*

- Algemeen oordeel is dat variant 1, de sluizen zo lang mogelijk open sterk de voorkeur heeft.
- Kan je vissen ook over de dijk laten zetten door vissers in plaats van andere maatregelen? Is dat niet goedkoper? Geen onderdeel van het project, we focussen op de objecten. Gebruik maken van vissers is ook geen duurzame oplossing.
- Wat is het effect van aalscholvers? Kan de maatregel positief effect hebben op predatie? Misschien wel, de aalscholvers willen nog wel eens vis naar de sluiskommen jagen en bij de sluis gekomen opeten. Als de vissen door kunnen zwemmen is er sprake van minder predatiedruk.
- Hoe lang staan de sluizen nu open? Hoelang wordt dat in de toekomstige situatie? Is er netto meer wateruitwisseling waardoor erosie effecten een rol spelen? En hoe erg is het als er extra opwaaiingseffect is als de sluizen langer open staan? De sluizen worden nu alleen geopend om water door te laten. In de toekomst wordt dat vaker (wanneer mogelijk) met het oog op vis. Dit kan echter alleen bij kleine peilverschillen. Daarbij treden relatief lage stroomsnelheden op. Bij meer opwaaiing en grotere peilverschillen zullen de sluizen dicht moeten.

## ARCADIS

- Komt er een beslissingsondersteunend systeem (BOS) voor visvriendelijk sluisbeheer? Nee, dit willen we in de toekomst wellicht wel graag. Voor dit project worden aangepaste bedieningsprotocollen opgesteld, alles is namelijk handwerk.
- Zijn er positieve neveneffecten? Kunnen schepen vrij gebruik varen van de sluisen omdat er geen peilverschil is? Of bijvoorbeeld voor de waterkwaliteit van het Markermeer. Wellicht wel dat is in dit project niet verder bekeken. Wel goede suggesties.

### *Groep beleid (Tim Vriese/ Marianne Greijdanus)*

#### *Algemeen*

- Waarom is er geen rekening gehouden met peilopzet in de toekomst? Is nu te weinig zicht op, kunnen we nog niets over zeggen/ rekening mee houden. Met beheer kunnen we daar op inspelen als dit zich voordoet. Het aantal vissen dat gebruik gaat maken van visvriendelijk sluisbeheer kan ook een argument zijn om na veranderingen weer visvriendelijk beheer toe te passen. Daarom goed monitoren!
- Er zijn heel veel vragen, daarom is monitoren heel erg belangrijk straks zodat dit project een aantal antwoorden geeft.
- 2014 is een testjaar. Hieruit moet blijken wat de beste periode is en welke combinaties mogelijk zijn. Hiervoor zouden we wel meer moeten monitoren dan alleen één voorkeursvariant.

#### *Afsluitdijk*

- Liever vaker kort open (op tijden van veel aanbod) dan lang open in slechts één koker.
- Let op het spuiprotocol, liever visvriendelijk beheer in de nacht dan overdag.
- Door de bodemmorfolgie komt er naar verwachting meer vis bij Kornwerderzand, terwijl het debiet anders doet vermoeden. Dit is een vraag, monitoren!
- Er is bij Nieuwstatenzijl al een vergelijkende monitoring gedaan tussen spui- en schutsluizen. Hier zijn verschillen tussen spuisluizen en schutsluizen zichtbaar. Mogelijk van nut in dit project.

#### *Houtribdijk*

- Variant 1: alle sluisen open als dat kan heeft de voorkeur, zoek alleen in de volgende fase goed uit wanneer het precies kan en wanneer niet.

### **16:45 Het vervolg - Directeur Netwerkmanagement Ype Heijnsman**

De gesprekken zijn open, eerlijk en nieuwsgierig gevoerd waarvoor dank en applaus. De problematiek is groot en speelt al decennia. Het project is relatief kortlopend en heeft een bepaald scope en doel. Een doel is de KRW maatregel uitvoeren die is afgesproken met Brussel. Met dit project kunnen we niet de hele problematiek oplossen, maar het is een afgebakende stap in de goede richting en onderdeel van een grotere context. Hier is wel een spanningsveld zoals is gebleken gedurende de bijeenkomst. We willen samen veel maar de scope van dit project is duidelijk afgebakend. Niet alleen de sluisen maar het hele systeem is daarbij van belang.

Vervolgstappen: 1. De oogst van de bijeenkomst goed gebruiken in de vervolgfases. 2. Nadenken over optimaal benutten van het testjaar 2014 waarin meerdere projecten bij elkaar komen. Monitoren is erg belangrijk, heeft Ype wel gemerkt vandaag, er is een appèl gedaan op Ype om hiervoor ook de middelen beschikbaar te stellen.

# ARCADIS

## **16:45 Afsluiting - Dagvoorzitter Piet Dijkstra**

Piet sluit af met de boodschap dat het verslag en de presentaties toegestuurd worden aan de deelnemers.

## **17:00 Borrel**

# Colofon

## VOORKEURSVARIANTENNOTITIE VISVRIENDELIJK SLUISBEHEER AFSLUITDIJK EN HOUTRIBDIJK

### **OPDRACHTGEVER:**

Rijkswaterstaat Midden Nederland

### **STATUS:**

Definitief

### **AUTEUR:**

Tim Vriese  
Wilco de Bruijne  
Hessel Voortman  
Tom Wijdenes

### **GECONTROLEERD DOOR:**

Renée Talens

### **VRIJGEGEVEN DOOR:**

Renée Talens

6 januari 2014  
077298068:0.8

ARCADIS NEDERLAND BV  
Het Rietveld 59a  
Postbus 673  
7300 AR Apeldoorn  
Tel 055 5815 999  
Fax 055 5815 599  
www.arcadis.nl  
Handelsregister 09036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.