

Het Haringvliet na de Kier

**Samenvatting van hydrologische prognoses ten
behoefte van effectinschattingen op vis en vogels**



Het Haringvliet na de Kier

**Samenvatting van hydrologische prognoses ten behoeve van
effectinschattingen op vis en vogels**

Ruurd Noordhuis

11200854-010

Titel

Het Haringvliet na de Kier

Opdrachtgever

Sportvisserij Nederland

Project

11200854-010

Kenmerk

11200854-010-ZWS-0001

Pagina's

38

Trefwoorden

Haringvliet, kier, vismigratie

Samenvatting

Vanaf 2018 zullen de Haringvlietsluizen wanneer mogelijk ook tijdens de vloedperioden worden geopend. De mate waarin dat gebeurt hangt af van de rivieraafvoer, waarbij de zout indringing de lijn van Middelharnis naar het Spui niet mag overschrijden. Het regime dat is voorgesteld, het Haringvliet Operationeel Programma (HOP), zal geleidelijk via een proces van "Lerend Implementeren" worden uitgevoerd, zo nodig met aanpassingen. Dit rapport beschrijft de hydrologische kenmerken van het Haringvliet onder het HOP en tijdens het Lerend Implementeren en geeft een doorkijkje naar de ecologische effecten daarvan, als basis voor meer gedetailleerde effectstudies met betrekking tot vis en vogels. Een lijst van conclusies en kernpunten is te vinden in hoofdstuk 6.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	sept. 2017	Ruurd Noordhuis		Tom Buijse		Sacha de Rijk	

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Ontwikkeling van Scenario's	1
2.1 MER 1998: Getemd Getij en De Kier	1
2.2 Aanpassing 2004: Haringvlietsluizen Operationeel Programma	4
2.3 Praktijkproeven	4
2.4 Lerend implementeren	5
3 Hydrologische veranderingen	7
3.1 Algemeen: watertype KRW	7
3.2 Waterbewegingen	7
3.2.1 Spui en inlaat	7
3.2.2 Aantal sluisdeuren en lifthoogte	8
3.2.3 Waterverdeling binnen de noordelijke Delta	9
3.2.4 Getijslag	9
3.2.5 Stroming	10
3.3 Waterkwaliteit	11
3.3.1 Zout	11
3.3.2 Zoetspoelen	16
3.3.3 Zwevend stof en chlorofyl	17
3.3.4 Troebelheid	17
3.3.5 Overig	18
3.4 Morfologie	19
4 Autonome ontwikkelingen sinds de MER van 1998	21
5 Betekenis voor natuurwaarden	25
5.1 Vis	25
5.2 Bodemfauna	27
5.3 Vogels	28
5.3.1 Visetende vogels	28
5.3.2 Steltlopers	29
5.3.3 Bodemfauna-eters	29
6 Samenvatting	31
6.1 Waterbeweging	31
6.2 Waterkwaliteit	31
6.3 Autonome ontwikkelingen sinds de MER van 1998	32
6.4 Betekenis voor natuurwaarden	32
7 Referenties	35
7.1 Verwijzingen in de tekst:	35
7.2 Overige geraadpleegde literatuur algemeen	36
7.3 Overige geraadpleegde literatuur ecologie	37

Bijlage(n)

A	Voorbeeld sluisopeningen bij eb in relatie tot de rivierafvoer	A-1
B	Voorbeeld sluisopeningen bij vloed in relatie tot de rivierafvoer.	B-1

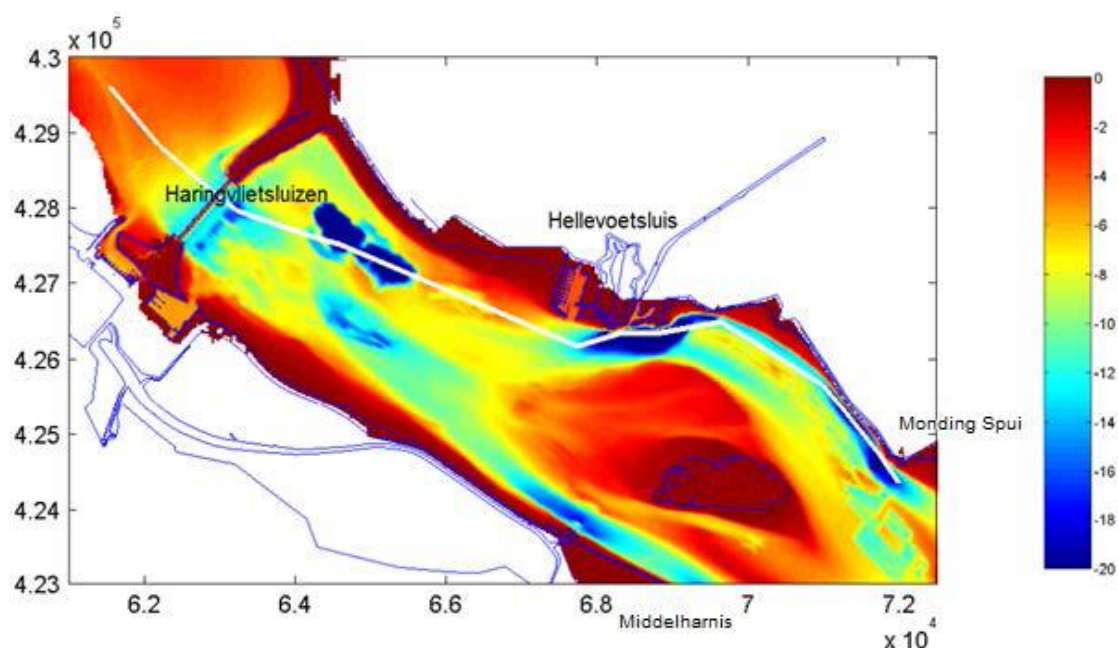
1 Inleiding

Voor het project Natuurherstel Haringvliet, dat wordt gefinancierd door het Droomfonds van de Postcodeloterij (<https://haringvliet.nu>), bestaat behoefte aan een review op bestaande documenten die een samenvatting geven van de prognose over hoe het watersysteem in het Haringvliet eruit gaat zien na de Kier. Dit document geeft een review/samenvatting van de hoofdlijnen, de basis levert voor prognoses over de vis- en vogelbestanden van het Haringvliet, die worden opgesteld door respectievelijk Wageningen Marine Research en SOVON.

Het doel van de Kier is herstel van internationale vismigratie, dit onder de randvoorwaarden van hoogwaterbescherming, zoet water en scheepvaart. De Kier is beschreven in het Haringvliet Operationeel Programma (HOP; Paalvast, 2016) waarmee de 17 spuisluizen anders beheerd zullen worden. Het HOP wordt geleidelijk uitgevoerd door middel van een proces van “lerend implementeren” waarbij de Kier doorlopend wordt geëvalueerd door RWS, vooral met het oog op controle en risicoanalyse van de zoet/zout gradiënt in het Haringvliet en Voordelta. Als gevolg van het lerend implementeren kan het HOP enigszins worden aangepast. Belangrijk is de Rijn-afvoer die varieert in tijd en ruimte en de zoet-zout gradiënt die zowel in de Voordelta als Haringvliet voor kan komen, waarbij in het Haringvliet de bovenstroomse begrenzing op de lijn Middelharnis-Spuimonding werd vastgesteld.

2 Ontwikkeling van Scenario's

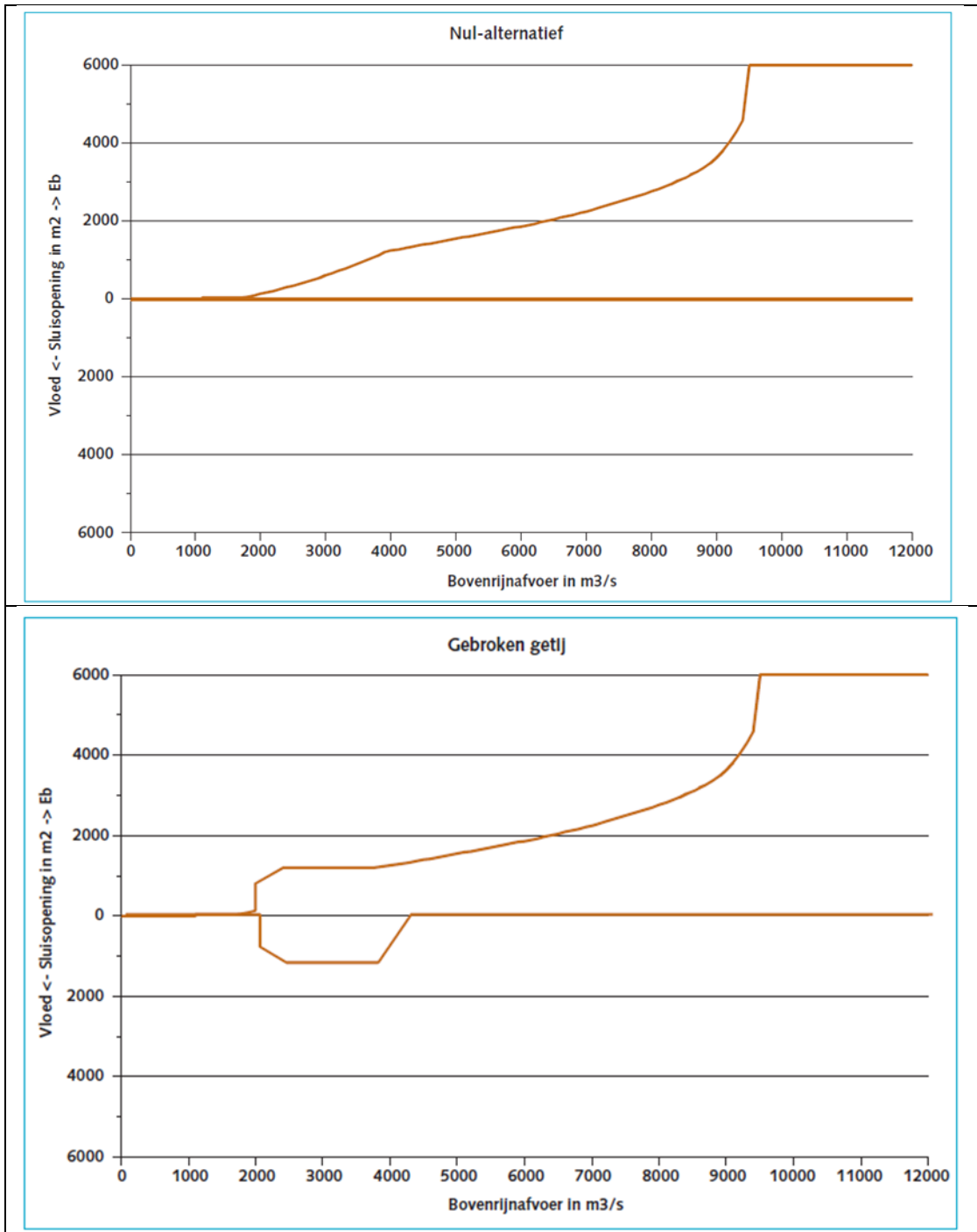
Het huidige spuiregime van het Haringvliet is het Lozings Programma Haringvlietssluisen 1984 oftewel het LPH'84 (van Leeuwen et al., 2004). De sluisen zijn bij vloed gesloten, bij eb is de opening afhankelijk van rivierafvoer. De huidige diepteverdeling is weergegeven in Figuur 2.1. Alleen in de in donkerblauw weergegeven diepe putten is het water momenteel iets brakker ($>150 - 5000 \text{ mg/l}$), onder een sprong-laag die op 10-15 m diepte ligt. Alleen tijdens hoge rivierafvoeren verzoeten deze putten (Groeneboom et al. 2016).

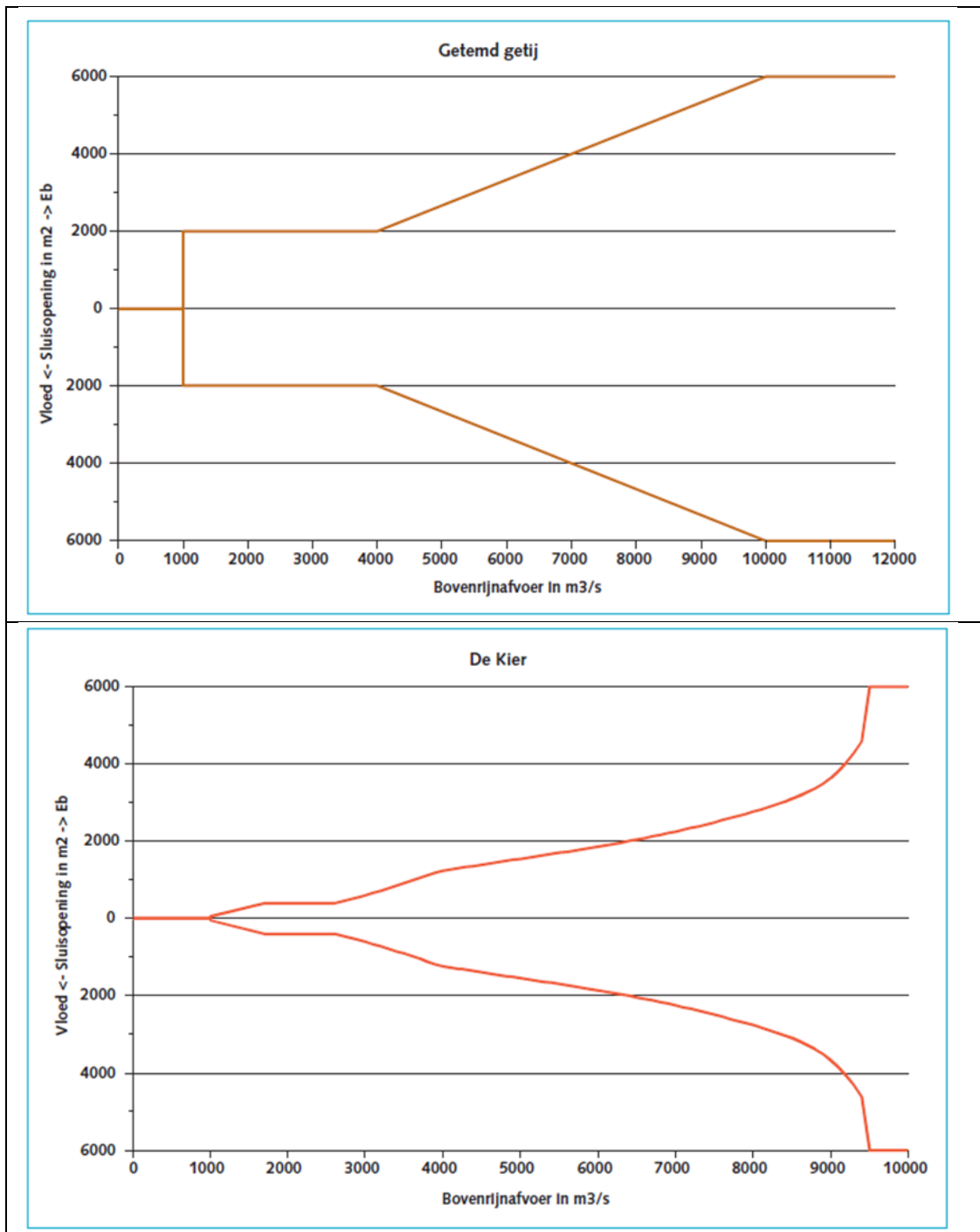


Figuur 2.1 Huidige diepteverdeling (meters t.o.v. NAP) van het westelijke Haringvliet (Uit Jacobs et al. 2003).

2.1 MER 1998: Getemd Getij en De Kier

Studies met betrekking tot wijzigingen in het spuiregime van het Haringvliet zijn al meer dan twintig jaar geleden uitgevoerd. De resultaten van een uitgebreide MER studie zijn gepubliceerd in 1998 (Driesprong et al. 1998). Daarin werden naast een nuloptie de varianten Getemd getij, Gebroken getij en Stormvloedkering verkend. Als voorkeursalternatief werd de variant "Getemd Getij" gepresenteerd, een variant voor de middellange termijn, met stapsgewijze invoering, waarvan stap 1 "De Kier" is. Dit is beschreven in het MER deelrapport "De sluisen op een kier" (Lofvers 1998).

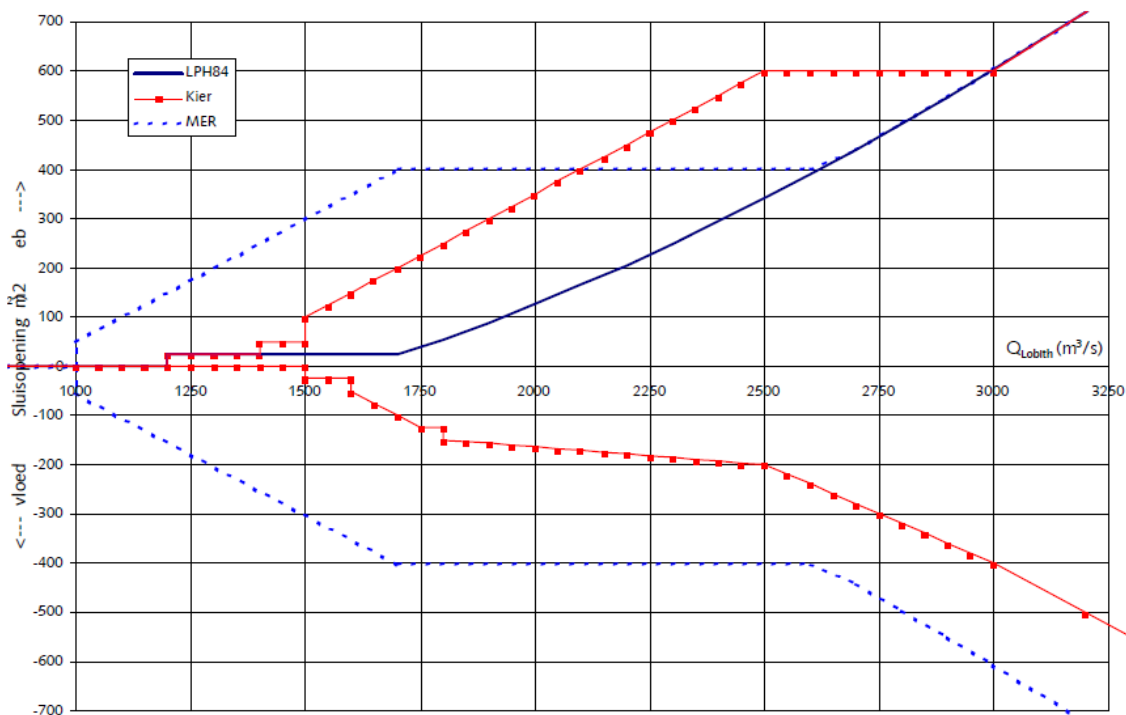




Figuur 2.2 Uit de MER van 1998: Bovenaan de nul-optie (LPH84) daaronder de variant Gebroken Getij en vervolgens Getemd Getij. Bij het LPH84 is sprake van een geleidelijk met het rivierdebiet oplopende spuiopening, versnellend tot 6000 m² bij een Bovenrijnafvoer van meer dan c. 9500 m³ per sec. Bij Gebroken getij was daarnaast sprake van beperkte opening bij lage rivierafvoer, bij Getemd getij van gelijke opening bij eb en vloed, met een opening van 2000 m² vanaf 1000 m³/sec, toenemend tot 6000 m² vanaf 10.000 m³/sec. Onderaan de kier volgens de MER van 1998; kleinere opening bij lage afvoer, en vanaf 2600 m³/sec de zelfde opening als bij de nul-optie, maar wel gelijk bij eb en vloed.

2.2 Aanpassing 2004: Haringvlietsluizen Operationeel Programma

Met behulp van nieuwe hydrologische modellen is de uitvoering van De Kier later gewijzigd (van Leeuwen et al. 2004). Het nieuwe bedieningsprogramma wordt het "Haringvlietsluizen Operationeel Programma" of kortweg het HOP genoemd. Ook dit sluisbeheer is afgestemd op de afvoer van de Rijn bij Lobith. De opening verloopt voorzichtiger bij lage afvoeren (geheel gesloten tot 1100 in plaats van 1000 m³/sec) en de sluizen zijn bij vloed ongeveer 200 m² minder ver geopend dan bij eb.



Figuur 2.3 Gewijzigd regime van de Kier in vergelijking tot het LPH84 en de oorspronkelijke versie van De Kier in de MER van 1998. Uit Van Leeuwen et al. 2004. Sluiting is hier aangegeven bij een debiet van 1200 m³/sec, dit moet zijn 1100 m³/sec.

2.3 Praktijkproeven

In de loop der jaren zijn enkele praktijkproeven uitgevoerd waarop latere studies mede zijn gebaseerd. Dat zijn met name:

- Visintrekproef 1994: drie keer een opening van 120 en 240 m² gedurende vijf uur tijdens vloed in maart en in mei en een keer 1 uur net na de eb-vloed kentering in april. Rond deze proeven zijn ook zout- en temperatuurmetingen gedaan. Deze zijn aanvankelijk niet gebruikt door de gelaagdheid; de toenmalige modellen waren nog niet 3D (Bol 1995).
- Zoutinlaatproef 1997: Opening sluizen met ca 900 m² tijdens 9 opeenvolgende vloedperioden in maart. Metingen aan palen, verticaal metingen en varend meten op 3 diepten (Rijkswaterstaat, 2002; Jacobs et al. 2003).
- Trillingstest 2008: Metingen aan trillingen en zoutgehaltes in december 2008 tijdens indringing en tijdens zoetspoelen, referentiemeting in januari 2009. Maximum opening 600 m². (van Spijk 2009).

De zoutmetingen van deze drie experimenten zijn recent gebruikt voor kalibratie van driedimensionale modellering van zoutindringing (Groenenboom et al. 2016).

2.4 Lerend implementeren

De MER en een deel van de studies rond de effecten van de Kier zijn inmiddels enigszins verouderd en de waterkwaliteit en de ecologie zijn veranderd. De behoefte aan nuancering van de effecten is daarbij toegenomen. Daarom wordt de realisatie van de Kier door middel van een proces van “lerend implementeren”, kennis- en risico-gestuurd uitgevoerd. Afhankelijk van de ervaringen die met behulp van dit proces worden opgedaan, kan het uiteindelijke protocol er anders uit gaan zien, waar de praktijk toch net anders blijkt dan modellen en de inlaatproeven lieten zien.

Het bedieningsprotocol in het wijzigingsbesluit van 2004 is nader uitgewerkt tot het HOP2010. De mate waarin de sluizen volgens het HOP of de Kier worden geopend wordt in 2018 niet direct toegepast. Het zal stapsgewijs gebeuren ten einde de bediening binnen de gestelde randvoorwaarden goed in de vingers te krijgen (Hiddema, 2014). Het HOP-programma wordt daarbij als indicatief beschouwd, als een programma dat laat zien wat met de feitelijke Kier mogelijk zou kunnen worden. Tijdens Lerend Implementeren wordt de ruimte bepaald die de gestelde randvoorwaarden bieden en dat betekent dat alle genoemde inlaat- en spuiopeningen, alsmede de grens van 1500 m³/sec Rijnafvoer waaronder geen water ingelaten wordt, de wijze van voorbereiding op perioden met lage rivierafvoer (“zoetspoelen”) en de beheervorm in zoet-gespoelde toestand uiteindelijk anders kunnen worden dan het HOP2010 aangeeft. Natuurlijk heeft dat ook gevolgen voor de effectschattingen van de Kier.

Het Lerend Implementeren werd aanvankelijk vooral geïnterpreteerd als het steeds verder open zetten van de sluizen. Dit Lerend Implementeren in eenvoudige stappen is vervolgens losgelaten en wordt nu ingevuld op basis van “leervragen”, waarvan de invulling niet bij voorbaat vast ligt, maar waarschijnlijk neer komt op stappen die verbonden zijn aan meerdere parameters. Pas wanneer de meetgegevens uit de monitoring en modelresultaten in voldoende mate met elkaar overeenkomen, wordt overgegaan op het bedieningsprogramma HOP (van Leeuwen et al. 2004). Voor het lerend implementeren wordt een periode van minimaal een jaar geschat (Projectgroep Kier 2009).

3 Hydrologische veranderingen

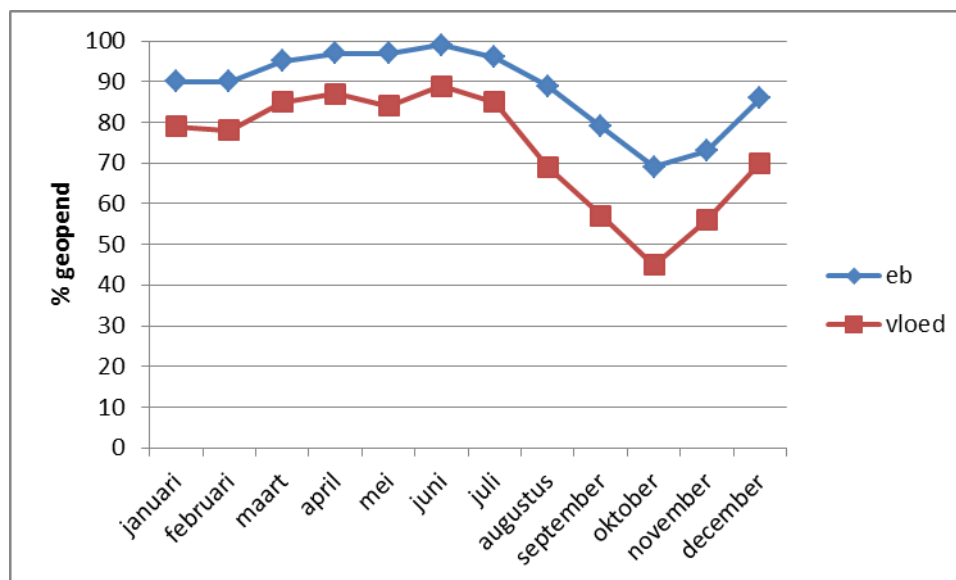
3.1 Algemeen: watertype KRW

Met het instellen van de Kier verandert de status van het Haringvliet-west volgens de classificatie van de Kaderrichtlijn Water (KRW) van het watertype R8, zoet getijdenwater (uitlopers rivier) op zand/klei, in het watertype O2, estuarium met matig getijverschil (Rijkswaterstaat Waterdienst, Brondocument Haringvliet West, 2012). Bij de beoordeling is hier onder de KRW echter reeds op voorgesorteerd en de fysisch/chemische en biologische monitoring is afgestemd op O2. Daardoor is met name de score op de vismaatlat op dit moment erg laag (Rijkswaterstaat 2012).

3.2 Waterbewegingen

3.2.1 Spui en inlaat

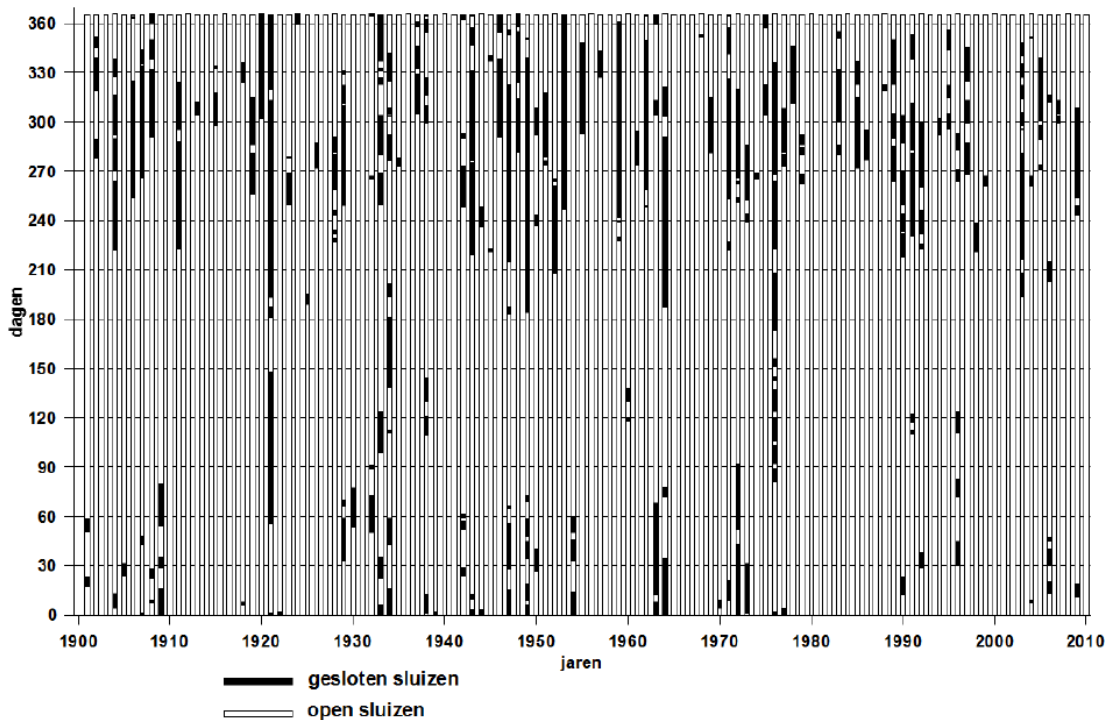
Na realisatie van het HOP zullen de sluizen bij eb gesloten blijven bij een Rijnaafvoer van minder dan $1100 \text{ m}^3/\text{sec}$ bij Lobith, bij vloed bij een afvoer van minder dan $1500 \text{ m}^3/\text{sec}$. Dat betekent dat de sluizen bij eb van januari tot augustus gemiddeld 90-100% van de tijd open zullen zijn, afnemend tot 70% in oktober, als de rivierafvoer gemiddeld het laagst is. Bij vloed wordt dat respectievelijk ca. 80-90% tot en met juli, afnemend tot 45% in oktober. De opening is bij het inlaten altijd kleiner dan de opening bij het spuien



Figuur 3.1 Gemiddeld percentage van de tijd per maand waarin de sluizen geopend zullen zijn bij eb en bij vloed.
Naar Paalvast 2016 op basis van Van Leeuwen et al. 2004.

Bij een afvoer van minder dan $1100 \text{ m}^3/\text{sec}$ zijn de sluizen dus zowel bij vloed als bij eb dicht. Die situatie kan langere tijd aanhouden; op basis van de simulatie in Figuur 3.2 zijn er in ongeveer 30% van de jaren in het najaar situaties waarin dit langer dan een maand duurt, met maxima van twee of drie maanden in de droogste jaren.

De dag-afvoer bij Lobith is gemiddeld 5 keer per jaar lager dan $1500 \text{ m}^3/\text{sec}$, met een gemiddelde duur van 20 dagen. De langste periode duurt gemiddeld 49 dagen, in bijna 60% van de jaren een maand of meer.



Figuur 3.2 Simulatie van de perioden van sluiting van de sluizen bij vloed op basis van een rivierafvoer bij Lobith $< 1100 \text{ m}^3/\text{sec}$. De sluizen zijn dan ook bij eb gesloten. 0 -> 365 = 1 januari – 31 december. Bij vloed blijven de sluizen al gesloten bij $< 1500 \text{ m}^3/\text{sec}$, en komen de zwart gekleurde perioden dus vaker voor en duren ze langer.

3.2.2 Aantal sluisdeuren en lifthoogte

Het Haringvliet spuisluizencomplex is ruim een kilometer lang en telt 17 zee-schuiven van 60 meter lengte. Een zee-schuif heeft twee 56 meter brede, kantelbare schuiven, aan de zeezijde en aan de rivierzijde. Elk van die schuiven kan worden geopend tot een hefhoogte van ongeveer 6 meter, zodat de totale opening maximaal bijna 6000 m^2 bedraagt.

In zes van de pijlers tussen de schuiven zijn vissluizen gemaakt, die werken als een schutsluis en maken beperkte visintrek mogelijk.

Bij lage Rijnafvoer wordt slecht één schuif geopend, te beginnen met ongeveer 40 cm, zodat de opening ongeveer 25 m^2 bedraagt. Bij hogere afvoer gaat deze schuif verder omhoog, bij nog meer afvoer gaat een tweede schuif open, etc. Bij een afvoer $> 2500 \text{ m}^3/\text{sec}$ bij eb gaan alle schuiven open, bij vloed waarschijnlijk nooit. Bij lagere debieten kan de spui dus geconcentreerd zijn rond een klein aantal schuiven. Voorbeelden van sluisbeheer zijn weergegeven in Bijlage 1 en 2. De keuze van aantal schuiven en hefhoogtes heeft invloed op stroomsnelheden, en op de mogelijkheden voor vistrek.

3.2.3 Waterverdeling binnen de noordelijke Delta

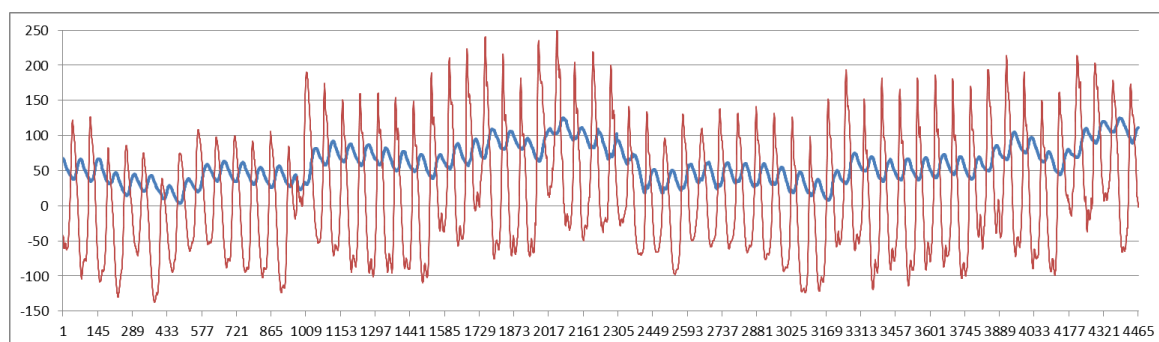
In de MER van 1998 (Driesprong et al. 1998) is weergegeven hoe de waterverdeling over de noordelijke Delta verandert onder invloed van de verschillende scenario's. Bij het nul-alternatief, dus in feite de huidige toestand, wordt het meeste water afgevoerd via de noordrand (Nieuwe Waterweg + Hartelkanaal) en is de verdeling van het restdebiet (uitstroom – instroom) gemiddeld 1470 m³/sec via de noordrand, 640 m³/sec via de Haringvlietsluizen. Bij getemd getij zou dat 980 m³/sec via de noordrand en 1130 m³/sec via de Haringvlietsluizen worden.

3.2.4 Getijslag

Tabel 3.1 Effecten getijslag huidige toestand LPH84 en toekomstig HOP (op basis van SOBEK berekeningen met modeljaren 1988-1990). Uit Van Leeuwen et al. 2004.

Locatie	Hoog		Laag		verschil		toename
	huidig	toekomstig	huidig	toekomstig	huidig	toekomstig	
Haringvlietsluizen buiten	1,51	1,49	-0,84	-0,8	2,35	2,29	-0,06
Haringvliet Hellevoetsluis	0,65	0,63	0,32	0,29	0,33	0,34	0,01
Hollandsch Diep Willemstad	0,65	0,63	0,32	0,27	0,33	0,36	0,03
Brab. Biesbosch Gat v. Kampen	0,63	0,64	0,31	0,27	0,32	0,37	0,05
Maas stuw Lith	1,2	1,19	0,98	0,95	0,22	0,24	0,02
Oude Maas Goldschaxoord	1	0,98	-0,15	-0,16	1,15	1,14	-0,01
Dordrecht	0,92	0,91	0,14	0,11	0,78	0,8	0,02
Nieuwe Waterweg Hoek v. Holland	1,13	1,13	-0,62	-0,62	1,75	1,75	0
Splitsing NWW-OM-NM	1,18	1,17	-0,45	-0,46	1,63	1,63	0
Nieuwe Maas, Rotterdam	1,31	1,3	-0,39	-0,4	1,7	1,7	0
Monding Lek	1,13	1,11	-0,16	-0,17	1,29	1,28	-0,01

Op basis van gegevens uit Van Leeuwen et al. 2004 (Tabel 3.1) is er in de huidige situatie aan de buitenkant van de sluizen een getijslag van 2,35 meter. Aan de binnenkant is er tot in de Biesbosch een getijslag van ongeveer 30 cm (vergelijk RWS 2011: Hellevoetsluis 28 cm, Middelharnis 27 cm, Willemstad 28 cm). Er is dus in het Haringvliet geen sprake van een gradiënt van afnemend getij in oostelijke richting, omdat dit getij niet via de Haringvlietsluizen, maar voornamelijk via Nieuwe Waterweg wordt gereguleerd. Niet alleen het getij, maar ook de fluctuaties van het zeeniveau op langere termijn worden doorgegeven aan het Haringvliet, waardoor de waterstand op die termijn fluctueert met een amplitude van ongeveer een meter.



Figuur 3.3 Waterhoogten bij Hellevoetsluis (binnen; blauw) en bij Stellendam (buiten; rood) in cm t.o.v. NAP, januari 2016.

Door de kenmerken van de getijritmiek buiten de sluizen (door interferentieprocessen duurt de vloedperiode korter dan de eb-periode) en het gemiddelde niveauverschil aan weerskanten van de sluizen duurt de periode waarin het water buiten de sluizen hoger is dan binnen, maar ongeveer vier uur.

Aan de getijslag zullen slechts beperkte verandering optreden door de kier. Voorzien wordt dat aan de zeezijde van de sluizen het gemiddelde hoogwater daalt met 2 cm en het gemiddelde laagwater stijgt met 4 cm. Hierdoor daalt de gemiddelde getijslag met 6 cm tot 2.29 meter. Aan de binnenzijde van de sluizen daalt ter hoogte van Hellevoetsluis het gemiddelde hoogwater met 2 cm en het gemiddelde laagwater met 3 cm met als resultaat dat de gemiddelde getijslag met 1 cm toeneemt tot 0.34 meter. De toename van de getijslag neemt naar het oosten enigszins toe, van 3% bij Hellevoetsluis naar 10% bij Willemstad en 15% in de Biesbosch. De gewijzigde waterstanden hebben geen gevolgen voor de Maatgevende Hoogwaterstanden (MHW) (Paalvast 2016; van Leeuwen et al. 2004).

3.2.5 Stroming

Uit de zout-inlaatproef in 1997 blijkt dat de vloedperioden korter duren (4 uur) dan de eb-perioden (8 uur).

Tijdens de inlaat was de stroomsnelheid afhankelijk van de schuifhoogte: 0,6 m/s bij 90 cm schuifhoogte, 3,8 m/s bij 450 cm schuifhoogte. Tijdens het spuien bedroegen de snelheden bij dezelfde openingen 0,5 tot 1,5 m/s. Vooral bij vloed was de snelheid verder van de sluis boven in de waterkolom hoger dan bij de bodem in verband met de toenemende diepte. De stroming bij de bodem is een groot deel van de vloedperiode een zeewaarts gerichte retourstroom. De in de proef maximaal toegepaste inlaatopening was gegeven de afvoersituatie vrij groot; een dergelijke opening zal naar verwachting in de praktijk niet vaak voorkomen.

De voorziene effecten van de Kier op de stroomsnelheden verder van de sluizen zijn klein, een toename in de orde van 1 à 2 cm/s (van Leeuwen et al., 2004). Relatief gezien zijn de effecten het grootst bij de vloedsnelheden in het Haringvliet, maar deze zijn laag, en blijven ook na uitvoering beduidend lager dan de eb-snelheden. Uit driedimensionale modelberekeningen (Bavelaar 2002) is gebleken dat het effect van de Kier op de stroomsnelheden dicht bij de bodem tot maximaal 3 kilometer aan de binnenzijde van de Haringvlietssluizen merkbaar zal zijn in afhankelijkheid van de totale sluisopening en het aantal schuiven dat in gebruik is.

Tabel 3.2 Veranderingen in eb- en vloed-stroomsnelheden huidige toestand LPH84 en toekomstig HOP (op basis van SOBEK berekeningen met modeljaren 1988-1990). Uit Van Leeuwen et al. 2004.

stroomsnelheid in cm/sec	Max. ebsnelheid		verschil	Max. vloedsneldheid		verschil
	huidg	toekomstig		huidg	toekomstig	
Haringvliet Hellevoetsluis	6	6	0	1	3	2
Hollandsch Diep Willemstad	20	21	1	6	7	1
Spui Bernisse	75	74	-1	82	81	-1
Dordtsche Kil 's Gravendeel	95	94	-1	96	94	-2
Amer Geertruidenberg	33	34	1	1	5	4
Nieuwe Merwede Kop van 't Land	61	61	0	35	34	-1
Nieuwe Waterweg Hoek v. Holland	79	79	0	65	66	1
Nieuwe Maas, Rotterdam	129	129	0	116	117	1
Oude Maas west Spijkenisse	85	84	-1	57	59	2
Oude Maas midden Heerjansdam	96	95	-1	69	72	3
Noord, H.I. Ambacht	94	92	-2	73	73	0
Beneden Merwede, Dordrecht	58	59	1	27	28	1
Lek, Krimpen aan de Lek	76	76	0	58	57	-1
Boven Merwede/Maas Werkendam	66	67	1	33	32	-1

3.3 Waterkwaliteit

3.3.1 Zout

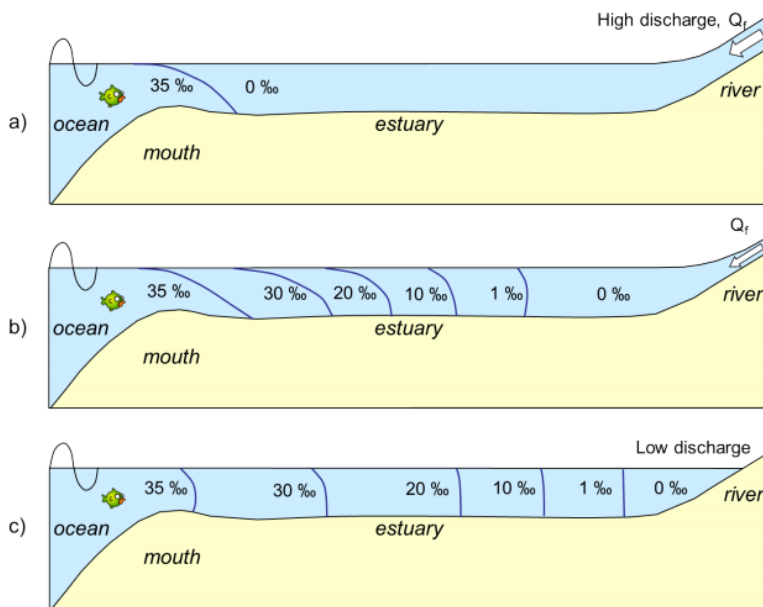
De effecten van invoering van de Kier op de zoutindringing worden voornamelijk gestuurd door de veranderingen in de debietverdelingen. Door een toename van het vloeddebiet zal de maximale lengte van zoutindringing toenemen, terwijl door een toename van het restdebiet (uitstroom minus instroom) de lengte van het gebied, waarover tijdens een volledige eb- en vloedperiode de zoutindringing verschuift (varieert), richting zee opschuift (van Leeuwen et al., 2004).

Uit de praktijkproeven bleek dat het zout langs de zuidoever verder landinwaarts kruipt dan langs de noordoever (sluisconfiguratie, Corioliskrachten, bodemligging; Groenenboom et al. 2016). In het zuiden bereikt het via de oude getijdegeul binnen enkele dagen de diepe put ter hoogte van Middelharnis. Aan de noordzijde verzamelt het zeewater zich eerst in de diepe put tussen de Haringvlietstuizen en Hellevoetsluis op circa 1,5 - 2,5 km achter het stuizencomplex, waarna het verder het Haringvliet indringt (Groenenboom et al. 2016). Tijdens eb wordt een deel van dit water natuurlijk weer uitgespoeld (met name het bovenste deel), en er zal zich een dynamisch evenwicht vormen.

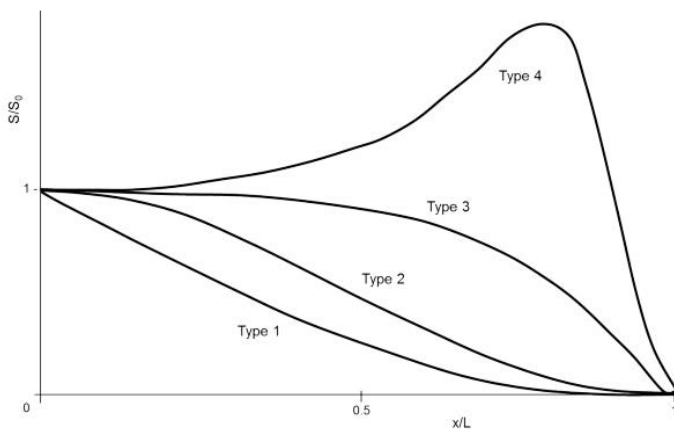
In het Kierbesluit is vastgelegd dat de zoutindringing niet verder oostwaarts mag reiken dan de lijn Spui-Middelharnis. Tijdens de praktijkproeven is het zout inderdaad niet verder doorgedrongen, maar dit is geen garantie voor de toekomst. De Kier is hierop afgestemd via de relatie tussen het rivierdebiet en de grootte van de opening en via het “zoetspoelen” voorafgaand aan perioden met lage debieten.

Paalvast (2016) noemt de modellen onbetrouwbaar ten aanzien van het voorspellen van de toekomstige verdeling van zout, vooral bij lagere rivierafvoer. Wel kan een globaal beeld worden geschetst met behulp van algemene kennis enerzijds en de resultaten van de zout-inlaatproef van 1997 anderzijds (Jacobs et al. 2003).

Doordat zout water iets zwaarder is dan zoet water schuift het zoute water bij het binnendringen tijdens de vloedperiode onder het zoete water van de rivier. De lengte van deze “zout-tong” en de steilheid van het raakvlak hangen af van de verhouding tussen de sterkte van de vloedstroom en de rivierafvoer.



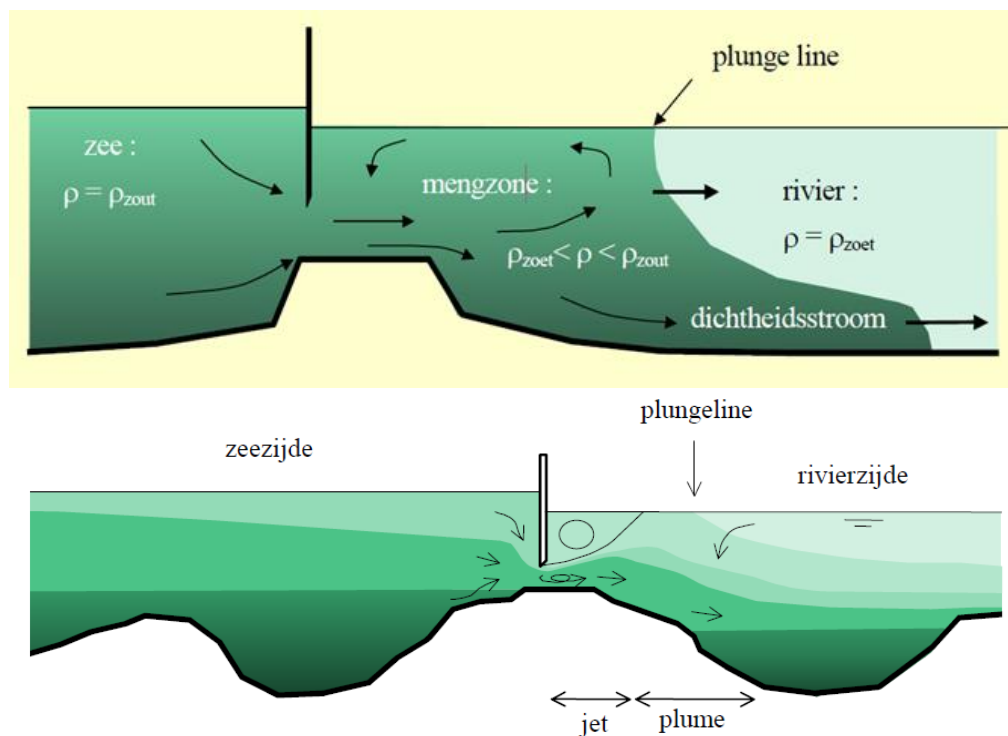
Figuur 3.4 Verdeling van zoutgehaltes in een estuarium onder invloed van rivierafvoer. Illustratie uit Savenije 2012. Vooral bij hoge afvoer ontstaat een verticale gradiënt in zoutgehalte in het estuarium zien.



Figuur 3.5 Vorm van zoutindringing in verschillende typen estuaria: Type 1 in smalle estuaria zoals Nieuwe Waterweg, type 3 in trechtervormige estuaria als Schelde (type 2 trompetvorm, type 4 hypersalien; Illustratie uit Savenije 2012).

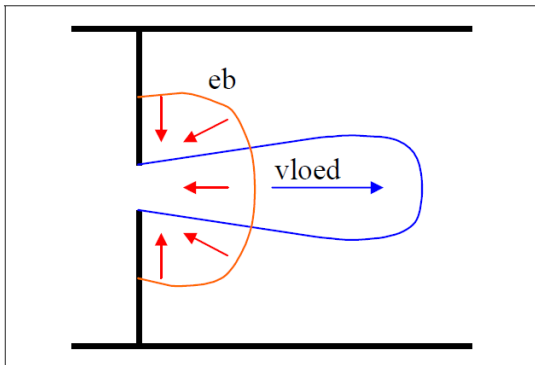
Jacobs et al. (2003) geven wat meer detail: Na binnenstromen van het zoute water vindt beperkt menging plaats over de hele waterkolom, maar alleen dichtbij de sluizen. Daar ontstaat een gebied met een verticale zoutgradiënt, die verder van de sluizen abrupt eindigt in een “plungeline”, een abrupte grens tussen brak/zout water en het zoete rivierwater, die sterker is naar mate de rivierafvoer groter is ten opzichte van de vloedstroom. De plungeline beweegt dus ook heen en weer met het getij en de meng-zone aan het oppervlak verdwijnt uit het Haringvliet bij eb. Uit de zout-inlaatproef bleek dat bij meer geconcentreerde verdeling van de sluisopeningen, d.w.z. dezelfde totale opening maar verdeeld over minder sluizen, de menging tussen zout en zout sterker is en verder stroomopwaarts dringt.

Het gemengde water heeft nog altijd een hogere dichtheid dan het zoete water en kruipt in de vorm van een dichtheidsstroom onder het zoete water. Daardoor is er ten oosten van de plunge line sprake van gelaagdheid.

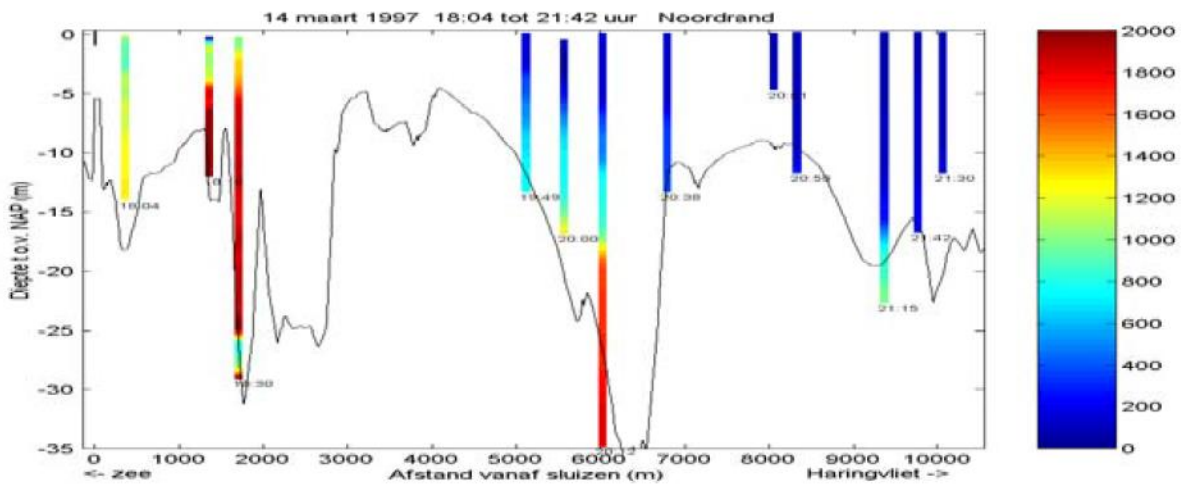


Figuur 3.6 Boven: vorming van de meng-zone met plungeline en dichtheidsstroom bij de eerste vloed. Onder: Evenwicht situatie tijdens vloed, met plungeline en gelaagdheid. Illustraties uit Jacobs et al. (2003)

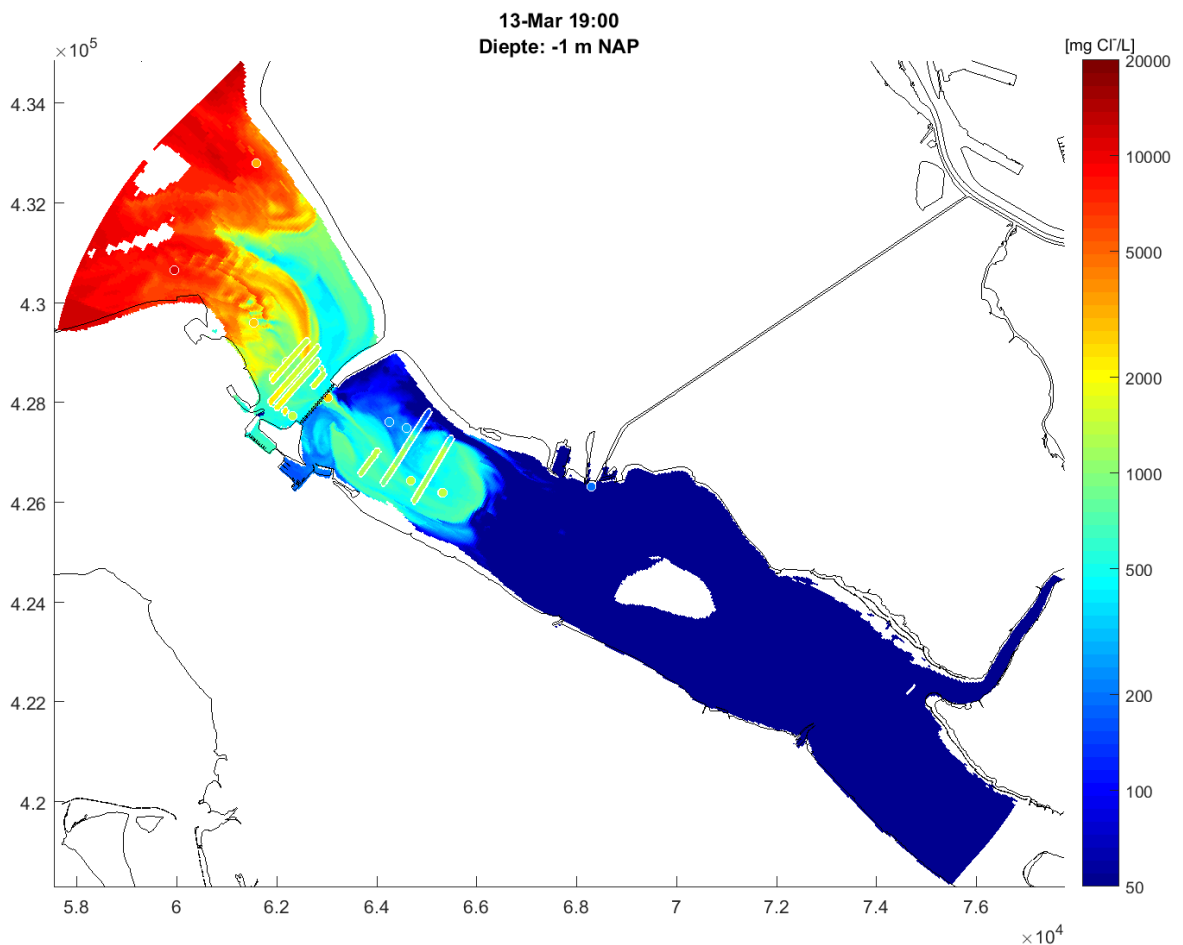
Doordat de vorm van het gebied waar zout water binnen stroomt afwijkt van die van het gebied van waaruit water naar buiten stroomt, blijft zout achter in het gebied. Bij het spuien ontstaat ook gelaagdheid aan de buitenkant van de sluizen, en als vervolgens weer wordt ingelaten komt vooral het relatief zoete water uit de bovenste laag naar binnen.



Figuur 3.7 Verskil tussen het gebied waarover zout indringing plaatsvindt bij vloed en het gebied waaruit water wordt onttrokken bij spui in de eb-periode. Illustratie uit Jacobs et al. 2003.



Figuur 3.8 Verdeling van zout vanaf de sluizen oostwaarts bij de laatste (negende) vloedperiode van de zout-inlaatproef van 1997. Rood en oranje is zout, blauw tot geel is zoet. Illustratie uit Jacobs et al. 2003.



Figuur 3.9 Berekende (gebieds-dekkend) en gemeten (omcirkeld met wit, hier lastig te zien in het gele en lichtblauwe gebied) chlorideconcentraties (mg Cl⁻/L) op 13 maart 1997 19:00 op 1 m onder NAP op een logaritmische schaal. Uit Groenenboom et al. 2016.

Vervolgens beschrijven Jacobs et al. (2003) de resultaten van de zout-inlaatproef in 1997, waarbij gedurende 9 vloedperioden water is ingelaten door sluisopeningen tot 900 m² (15% van de totale capaciteit) bij een gemiddelde Bovenrijn-afvoer. Daarbij werd onder meer op een meetpunt op 1 km ZO van de sluis de passage van de plingeline gemeten, waarachter het water over de hele kolom gemengd werd en bovenin een zoutgehalte van ongeveer 1000 mg/l bereikte. Op enkele kilometers van de sluis bleef het water in de bovenlaag zoet. Driedimensionale modellering van zoutindringing suggereert dat de meng-zone zich tijdens een vloedperiode halverwege de zout-inlaatproef tot ongeveer 3 km stroomopwaarts van de sluizen uitstreckte.

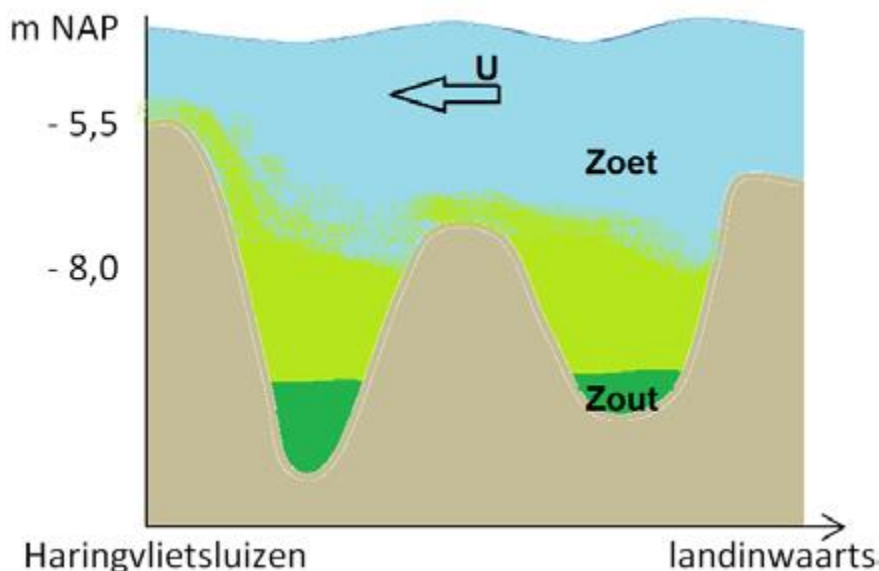
Zout in de onderlaag werd langs de zuidrand gemeten tot op 7 km van de sluizen, het zoutgehalte bedroeg daar nog 350 mg/l (achtergrondwaarde 200 mg/l). De bovenlaag was zoet. Bij de vis-intrekproef van 1994 bleek de zout-tong ongeveer 2 meter dik te zijn en zich met ongeveer 0,25 m/sec voort te planten (Bol 1995).

3.3.2 Zoetspoelen

Als de verwachting is dat de afvoer bij Lobith langdurig onder de $1500 \text{ m}^3/\text{sec}$ komt, zodat de sluizen bij vloed gesloten zullen blijven, dan wordt in de dagen voorafgaand daaraan het Haringvliet zo veel mogelijk “zoet-gespoeld”, door wel te spuien bij eb, maar alvast niet in te laten bij vloed. In het HOP2010 is de verwachting dat daarvoor ongeveer 6 getijperioden (3 dagen) nodig zijn. Op basis van de duur van de lage afvoerperioden zal gemiddeld gedurende ruim drie maanden per jaar sprake zijn van een “zoet-gespoeld systeem”, geconcentreerd in de periode rond oktober.

Bij een Rijnaflower onder de $1500 \text{ m}^3/\text{sec}$, staan de sluizen hoegenaamd dicht. Bijna al het water stroomt via de Nieuwe Waterweg naar buiten. Daardoor kan het rivierwater maximaal worden ingezet om zoutindringing van de Nieuwe Waterweg te beperken. Tussen de 1100 en $1400 \text{ m}^3/\text{sec}$ Rijnaflower is de opening bij het spuien nog 25 m^2 . Ook wordt zout water in de diepe geul voor de sluizen nog met de zoutriolen naar buiten gespuid. Onder de $1100 \text{ m}^3/\text{sec}$ gaan de sluizen volledig dicht. Alleen de zoutriolen functioneren dan nog.

De term zoet-gespoeld suggereert dat er geen zout meer is. Dat is niet juist. Het zal waarschijnlijk niet lukken al het zout weg te spuien. In de diepe geulen en putten zal zout water achterblijven. Bij de zout-inlaatproef van 1997 bleek dat in de bovenlaag het water na het stoppen van het inlaten in een dag weer zoet was, in de onderlaag (buiten de geulen) na drie tot vier dagen (Jacobs et al. 2003). Groenenboom et al. (2016) geven echter aan dat deze onderlaag de dieptezone beneden de gemiddelde diepte van 8 meter betreft en dat de diepere zoutlagen alleen gemengd en uitgespoeld kunnen worden bij hoge afvoer. Ze stellen dat het maanden kan duren voor de onderlaag zoet wordt.

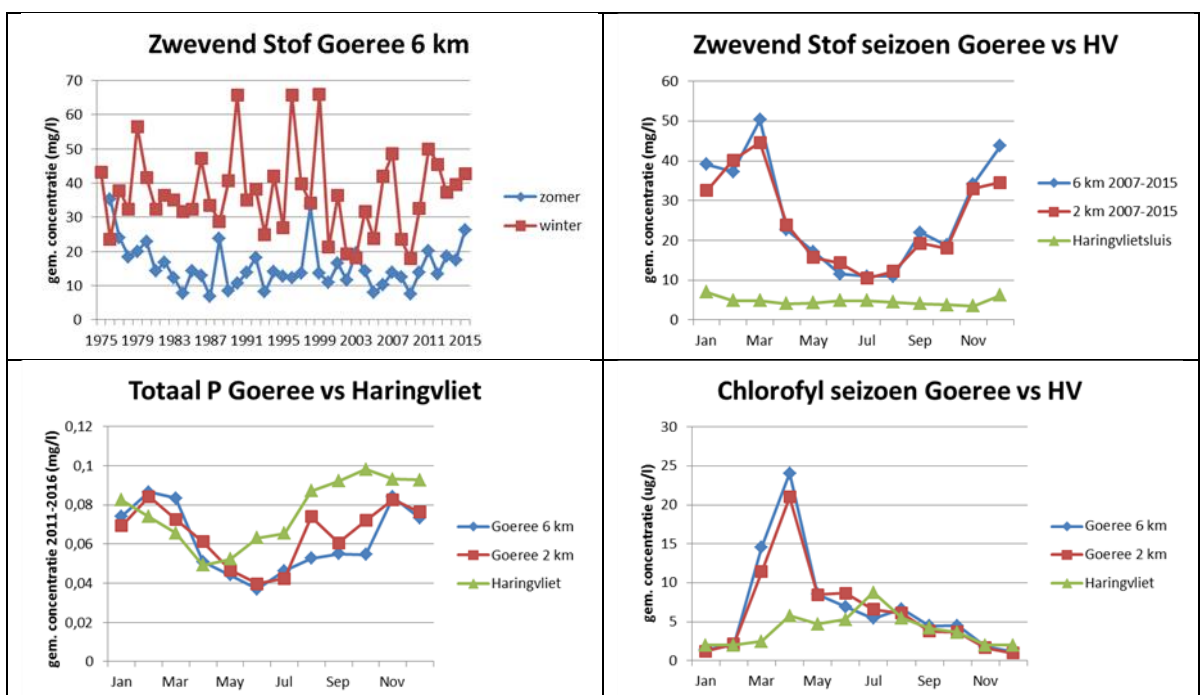


Figuur 3.10 Zoetspoelen: bij beperkt debiet wordt alleen het bovenste deel van de zoute onderlaag gemengd en uitgespoeld (Groenenboom et al. 2016).

Door in deze perioden geen water in te laten wordt het natuurlijke seizoens-verloop van de zoutverspreiding ten opzichte van de oorspronkelijke delta doorbroken; in de periode waarin van nature het zeewater het verst naar binnen dringt, is het Haringvliet nagenoeg volledig zoet.

3.3.3 Zwevend stof en chlorofyl

Terwijl in de huidige situatie alleen zwevend stof tijdens het spuien wordt afgevoerd, komt met het vloedwater in de nieuwe situatie ook zwevend stof naar binnen. Vooral sinds de zwevend stof concentraties na 2000 zijn afgenomen, en vooral in de winter, zijn de concentraties in het water aan de buitenkant van de sluisen veel hoger dan in het uitstromende water. Wel ontstaat in een evenwichtssituatie ook aan de buitenkant ook gelaagdheid, waarbij in eerste instantie vooral het relatief zoete water uit de bovenste laag wordt ingelaten (zie Figuur 3.9). Daarom zal het verschil in concentraties minder groot zijn dan de gegevens van de reguliere meetpunten bij Goeree op 2 en 6 km van de sluisen suggereren.

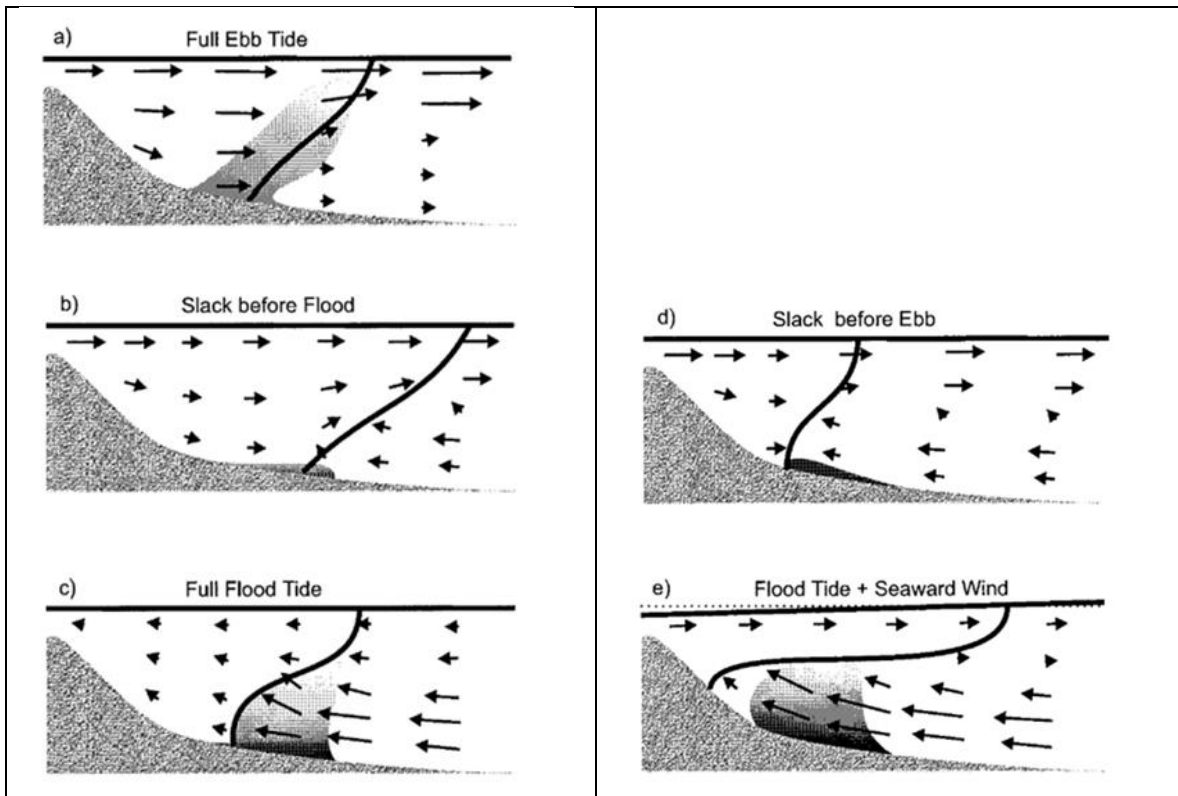


Figuur 3.11 Boven links: Gemiddelde concentratie zwevend stof in de zomer (apr-sept) en de winter (okt aangegeven jaar t/m maart volgend jaar) in de Noordzee buiten de Haringvlietssluisen (locatie Goeree 6 km uit de kust). Boven rechts: Seizoensverloop van zwevend stof concentraties in het Haringvliet (locatie Haringvlietssluis) en in de Noordzee buiten de Haringvlietssluisen (locaties Goeree 2 km en 6 km uit de kust). Gegevens RWS. Onder links: Gemiddeld seizoensverloop van totaal fosfaat buiten de Haringvlietssluisen bij Goeree en binnen de sluisen in het Haringvliet (2011-2016). Onder rechts: Gemiddeld seizoensverloop van chlorofyl binnen en buiten de sluisen (2011-2016).

3.3.4 Troebelheid

De combinatie van twee mechanismen zorg vaak voor zones met verhoogde troebelheid in estuaria: 1) opwerveling van sediment, veroorzaakt door de energie waarmee de dichtheidsstroom (zout-tong) bij opkomend water stroomopwaarts trekt (onder het zoete water) en 2) uitvloeking van opgeloste stoffen in het zoete water, als die in contact komen met het zoute of brakke water. Dit laatste kan leiden tot nog grotere troebelheid, en het gebied waar de combinatie van de twee effecten optreedt wordt het "Estuarine Turbidity Maximum"(ETM) genoemd. Flocculatie van fijn sediment in estuaria verhoogt ook de sedimentatiesnelheid als het water rustiger is en het ETM gebied is zodoende een gebied met verhoogde sedimentatie. Het gebied bevindt zich rond het front van de zouttong (bij

afgaand water aan rivierzijde, bij opkomend water aan de zeezijde van het front) en beweegt dus met het tij heen en weer ("CRETM-LMER What is an ETM?". <http://depts.washington.edu>). Het is relatief rijk aan organisch materiaal en de productie is relatief hoog via verhoogde zoöplankton graas (en verhoogde sterfte). In meer gemengde systemen is soms sprake van een tweede ETM verder stroomafwaarts (Schuttelaars 2003, Schuttelaars & Friedrichs 2002).



Figuur 3.12 Vorming van het Estuariene Turbiditeits Maximum in een estuarium in relatie tot de stadia van het getij. (rivier links – zee rechts). Illustratie uit Sanford et al. (2001)

3.3.5 Overig

Onder invloed van de zoutgradiënt veranderen enkele eigenschappen van water en bodem. Een daarvan is de zuurgraad, die in zwak brak water iets lager is dan in zoet water (6 i.p.v. 7,5), in zout water juist wat hoger (8; Paalvast 2016). Organische verontreinigingen worden beter gebonden en zijn daardoor minder biologisch beschikbaar.

De belasting met nutriënten kan iets veranderen in geval van dalende zuurstofconcentraties bij stratificatie, maar neemt ook toe door verandering in watervdeling tussen Haringvliet en Nieuwe Waterweg. Door de toename van het restdebiet (uitstroom minus instroom) door de Haringvlietluizen bij realisatie van getemd getij (en in minder mate het HOP) wordt de belasting van het Haringvliet met stoffen als nutriënten hoger. Op basis van het deelrapport water- en zoutbeweging in de MER van 1998 (Hees & Peters 1998), gaat het gemiddelde debiet dat via het Haringvliet wordt gespuid van 640 naar 1130 m³/s door wijziging van de verdeling met de noordrand. De belasting met stoffen neemt dan dus met 77% toe.

Dit zou gevolgen kunnen hebben voor de productie van algen. Sinds de MER is uitgevoerd is de vracht van voedingsstoffen via de rivieren echter fors gedaald, zie hoofdstuk 4.

3.4 Morfologie

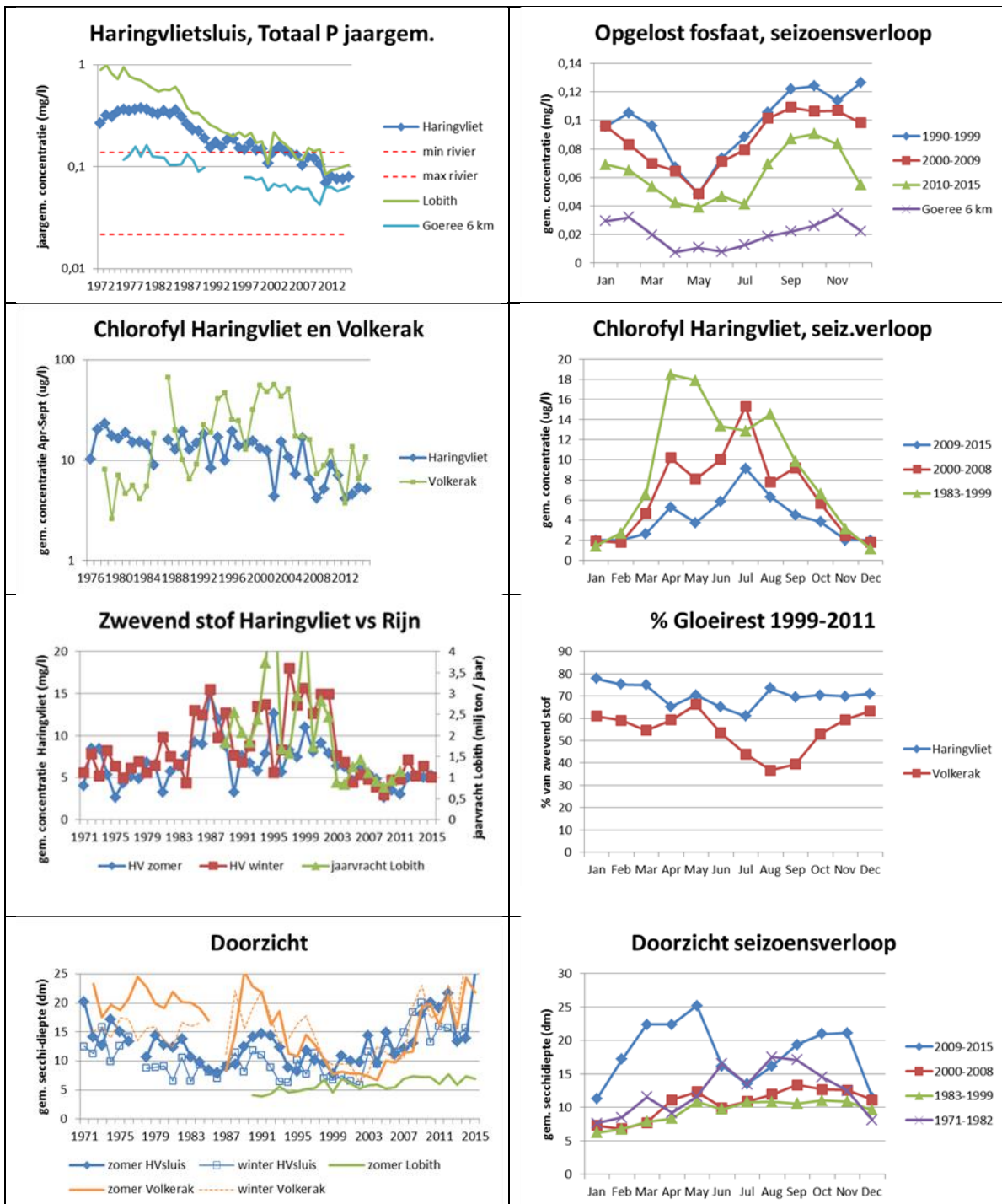
Doordat er geen veranderingen in sedimentaanvoer zullen zijn, is er de verwachting dat morfologische veranderingen niet plaats zullen vinden (van Leeuwen et al., 2004). Wel zijn erosie- en sedimentatieprocessen gekoppeld aan de bewegingen van de zouttong, waardoor op beperkte schaal veranderingen kunnen optreden in de ruimtelijke verdeling en in de dynamiek van sediment.

4 Autonome ontwikkelingen sinds de MER van 1998

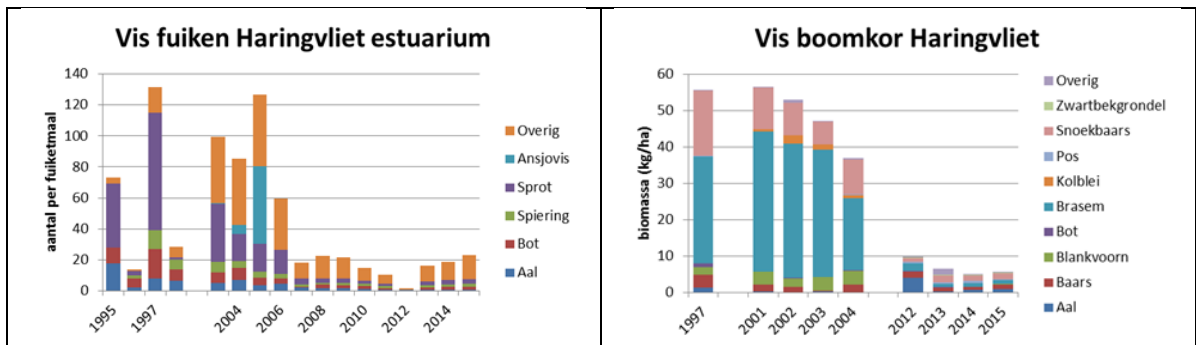
Een deel van de analyses waarop de effectbeoordelingen zijn gebaseerd, waaronder de MER uit 1998 (Driesprong et al. 1998), hebben wat betreft aspecten zoals de waterkwaliteit inmiddels betrekking op een verouderde situatie. Zo is het fosfaatgehalte afgenomen, samen met de gehalten chlorofyl en zwevend stof. Het gemiddeld doorzicht is toegenomen van 1 meter ten tijde van de MER tot 1,5-2 meter. Door de veranderingen zijn sommige uitspraken in de MER, bijv. over de kansen op algenbloei, mogelijk aan herziening toe.

De hoeveelheid fosfaat is net als overal in het Rijnstroomgebied sinds de tweede helft van de jaren tachtig sterk gedaald. Daarna is de afname vertraagd. Na 2000, dus na de periode waarin de MER is opgesteld, is de afname echter weer versneld. De huidige concentratie bedraagt gemiddeld ongeveer 0,08 mg/l. Dat is ruim binnen de achtergrondwaarden voor de Rijn (Laane et al. 2005). De opgeloste fractie wordt echter niet uitgeput en fosfaat is dus niet de beperkende factor voor algengroei in het Haringvliet. Dit past bij de relatief korte verblijftijd van het Haringvliet van gemiddeld ongeveer een week (Meijers & Groot 2007).

Het chlorofylgehalte is lange tijd min of meer constant geweest, maar is na de MER periode uiteindelijk met bijna een factor 3 afgenomen (Fig 16). Zwevend stof nam rond 1985 toe, maar halveerde weer in 2003 in samenhang met een abrupte afname van de zwevend stof vracht vanuit de Rijntakken. Het doorzicht nam toe, van gemiddeld ongeveer 1 meter tot 1,5 – 2 meter in de periode 2010-2015. Soortgelijke veranderingen zijn niet uniek voor het Haringvliet en zijn ook elders in het Rijnstroomgebied opgetreden, bijvoorbeeld in het Volkerak.



Figuur 4.1 Linker kolom van boven naar beneden: Jaargemiddelde concentraties totaal fosfaat, zomergemiddeldes van chlorofyl, zomer- en wintergemiddelden van zwevend stof en zomer- en wintergemiddeld doorzicht in het water van het Haringvliet binnen de sluizen, vergeleken met het verloop in omliggende wateren. Totaal fosfaat vergeleken met een locatie buiten de sluizen (Goeree, 6km uit de kust) en in de Rijn bij Lobith, en met minimum en maximum van de geschatte natuurlijke concentraties in de Rijn (Laane et al. 2005). Rechter kolom van boven naar beneden: Gemiddeld seizoens-verloop van opgelost fosfaat (vergeleken met locatie op 6 km uit de kust van Goeree), chlorofyl, percentage gloeirest (vergeleken met Volkerak) in zwevend stof en doorzicht in het water in verschillende tijdsperiodes in het Haringvliet. Gegevens RWS.



Figuur 4.2 Verloop van de abundantie van vis in het Haringvliet estuarium ten westen van de sluizen (links; monitoringsgegevens RWS via fuikregistratie) en in het Haringvliet zelf (rechts; monitoringsgegevens boomkor, RWS).

Met de waterkwaliteit is ook de fauna veranderd. Twee belangrijke exoten hebben het gebied gekoloniseerd, de Quaggamossel en de Zwartbekgrondel. De Quaggamossel, die in 2006 voor het eerst in het Haringvliet werd waargenomen en van daar uit Nederland heeft gekoloniseerd (Bij de Vaate 2006), kan via filtratie in hoge dichtheden hebben bijgedragen aan de toename van doorzicht en de afname van zwevend stof en chlorofyl. Deze ontwikkelingen waren echter al ingezet voordat de Quaggamossel in 2006 verscheen. De Zwartbekgrondel komt sinds 2012 in de monitoringgegevens voor.

Daarnaast lijkt de hoeveelheid vis zowel in het Haringvliet als in het estuarium buiten de Haringvlietssluisen na 2000 sterk te zijn afgenomen (Figuur 4.2). Buiten de sluizen geldt dat zowel voor estuariene vis als voor zoutwatervis. Opvallend is de afname van Sprout, die in de MER periode in hoge abundanties voorkwam buiten de sluizen. Deze ontwikkeling dient nader te worden onderzocht, met name de interpretatie van fuikgegevens vergt het nodige inzicht in de voor- en nadelen van de gebruikte methodiek.

5 Betekenis voor natuurwaarden

5.1 Vis

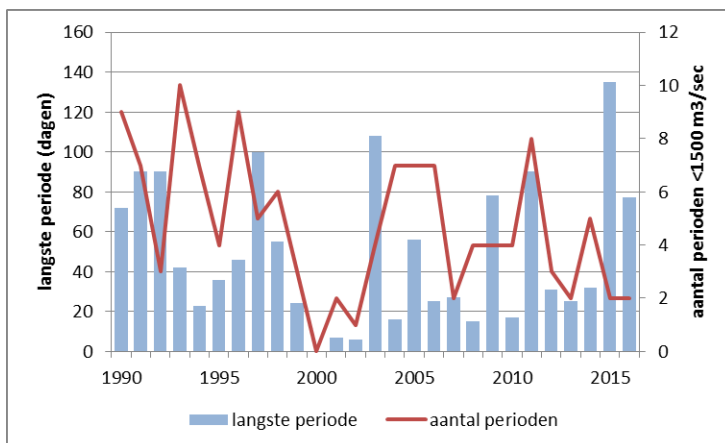
In de huidige situatie wordt de visgemeenschap aan weerskanten van de sluizen gekenmerkt door grote verschillen in samenstelling, met een zoute gemeenschap aan de buitenkant en een zoete aan de binnenkant. Hoewel beperkte mogelijkheden voor uitwisseling bestaan is er in het Haringvliet niet of nauwelijks sprake van een estuariene gemeenschap.

Visintrek kan bij het huidige beheer in principe plaatsvinden via de visluizen, en tijdens de begin- en eindfase van het spuien, wanneer de stroomsnelheden het laagst zijn. Vooral grotere, krachtige vissoorten zoals Zalm en Zeeforel zijn daartoe in staat (Bij de Vaate & Breukelaar 2001). Hoewel er een zekere zoutgradiënt aan de buitenkant voorkomt, komt de vis na intrek relatief plotseling in een zoet systeem. Door het ontbreken van een zoutgradiënt aan de binnenkant is er tijdens het spuien sprake van uitspoeling van (zowel ingetrokken vis als) zoetwatervis. Uitgespoelde Snoekbaars bleek bij lagere afvoer nauwelijks in staat terug te keren. Bij hogere afvoer ($>2000 \text{ m}^3/\text{sec}$) lukte dat beter, maar alleen via de vis- en scheepvaartsluizen (Vis 2017).

Als bij vloed water wordt ingelaten profiteren ook minder krachtige estuariene soorten. Die zijn om in te trekken meer afhankelijk van opening bij vloed, niet alleen door de mogelijkheid actief naar binnen te zwemmen maar ook door gebruik te maken van selectief getijdentransport, waarbij ze zich met het intrekende water passief mee laten voeren (de Wit et al. 2011), om vervolgens te profiteren van de aanwezigheid van brakke overgangszones binnen het meer. Tijdens de vis-intrekproef van 1994 is onderzocht in welke mate dit gebeurde (Van Beek & Waardenburg 1994). Vooral Haring leek te profiteren, waarbij de intrek van kleine soorten als Brakwatergrondel en Dikkopje bij de gebruikte methoden mogelijk is onderschat. Hop et al. (2011) geven een overzicht van de verwachte toename in het Haringvliet per soort, verdeeld in diadrome, estuariene, mariene en zoetwatervis. Ook Fint, Spiering, Bot, Harder en Sprot zijn kanshebbers. Hop et al. (2011) verwachten ook een licht positief effect op Alver, Baars, Brasem, Blankvoorn, Pos en Snoekbaars, omdat deze soorten na het instellen van een zoutgradiënt minder westelijk in het gebied voorkomen en daardoor minder worden uitgespoeld. Uitspoeling van zoetwatersoorten vindt plaats door het ontbreken van een geleidelijke zoutgradiënt, waardoor zoetwatervissen worden overvallen door de spui, en doordat de sluizen na de spui gesloten worden zodat ze niet kunnen terugkeren.

De intrekmogelijkheden voor de soorten die zullen profiteren van de kier zijn natuurlijk afhankelijk van de kans op opening van de sluizen bij vloed. Vanwege het seizoens-patroon in deze kans worden soorten die omstreeks september en oktober naar binnen willen, benadeeld. Dat is met name het geval omdat de kansverdeling niet ontstaat door hoog frequent optredende, korte perioden van sluiting, maar door onregelmatig optredende, lange perioden met gering rivierdebiet. Daardoor wordt in sommige jaren maanden lang geen water binnengelaten, zodat de route via de sluizen voor sommige soorten een seizoen kan wegvallen. Op basis van het schema dat Van Leeuwen et al. (2004) geven zou dat met name het geval kunnen zijn bij soorten als Kleine Zeenaald, Schar, Schol, Slakdolf, Vijfdradige Meun en Wijting. Ook de intrekmogelijkheden voor Sprot zouden beperkt kunnen worden. Met name bij deze soorten zou het voorkomen sterk van jaar tot jaar kunnen verschillen, in samenhang met de rivierafvoer.

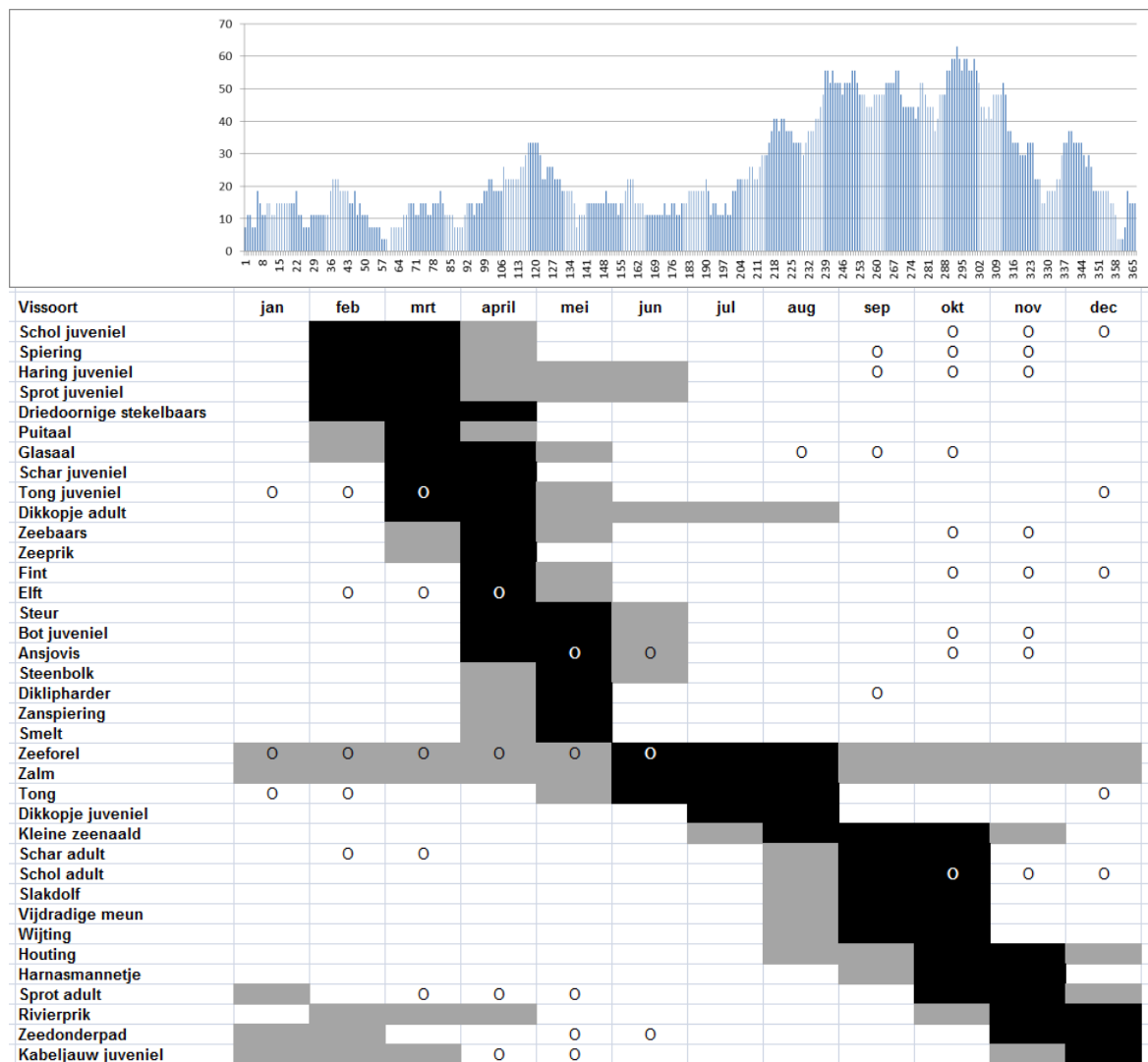
Ter beoordeling van deze effecten op estuariene vis is het van belang onderscheid te maken tussen soorten die willen doortrekken, zoals Zalm, en soorten die in het Haringvliet willen foerageren. Als er door lage afvoer wordt zoet-gespoeld verdwijnt de zoutgradiënt grotendeels uit het Haringvliet, in een periode waarin het zout van nature juist het verst zou binnendringen. Met de mogelijkheid tot intrekken verdwijnt dan dus ook het belang daarvan vanuit de vis gezien, omdat het gewenste habitat dan ontbreekt. Dat laatste geldt nog sterker als de voedselbeschikbaarheid wordt beperkt doordat zich als gevolg van het zoetspoelen geen estuariene bodemgemeenschap kan ontwikkelen.



Figuur 5.1 Aantal perioden met een debiet van minder dan 1500 m³/sec gemiddelde dag-afvoer bij Lobith en de duur van de langste periode in dagen. Gegevens RWS.

De soorten die in september en oktober binnen trekken doen dat van nature in de periode waarin het zoute water het verst het estuarium binnen trekt. Doordat juist in die periode de kans dat het Haringvliet door lage debieten langdurig zoet-gespoeld is om dit te voorkomen, is de situatie voor deze soorten het verst verwijderd van de natuurlijke toestand.

Bij het zoetspoelen zal een groot deel van de estuariene vis voorafgaand aan een periode zonder spui worden uitgespoeld. Achtergebleven vis kan daarna nog via het Spui ontsnappen.



Figuur 5.2 Boven: Percentage van de jaren 1990-2016 waarin de aangegeven dag in een zoet-gespoelde periode valt (<1500 m³/sec bij Lobith,; gegevens RWS). Omdat bij verwachting van lage afvoer al enkele dagen te voren gestopt wordt met inlaten, is het percentage in feite nog iets hoger. Onder: een overzicht van de trekperiodes van estuariene vis, uit Van Leeuwen et al. 2004.

5.2 Bodemfauna

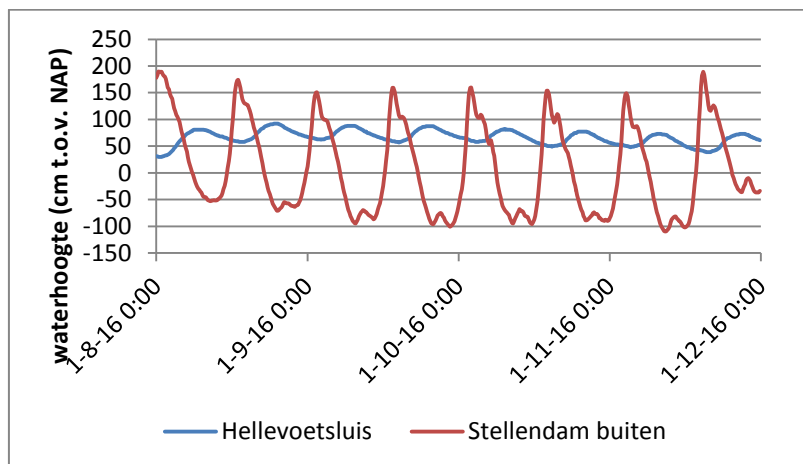
Door het binnenlaten van zout water zal een deel van de huidige, zoete bodemfauna, met onder meer Quaggamosselen, uit het westelijke Haringvliet verdwijnen. Doordat vrijwel elk jaar langere periodes voorkomen waarin bij lage rivierafvoer het Haringvliet zoet-gespoeld is, zal zich in de bodems met een waterlaag van minder dan 8 meter geen permanente zoute of brakke bodemfauna kunnen ontwikkelen. De bodemfauna zal dus bestaan uit soorten die een snelle ontwikkeling door kunnen maken, een groot koloniserend vermogen hebben en die een brede zouttolerantie hebben. Een deel van deze fauna moet ook bestand zijn tegen de dynamiek die verbonden is aan de passage van de zout-tong, vier keer per dag en de sedimentatie en opwerveling die daaraan beurtelings verbonden is.

Het belangrijkste is dat er lange perioden zullen zijn waarin deze dynamiek wegvalt. Daarom kan zich geen aangepaste fauna ontwikkelen. We moeten ons dus afvragen in welke mate en met welke frequentie het zoet-spoelen vanuit de zoetwatervoorziening nodig is, met deze ecologische beperking in gedachten. Ook hieraan kan wellicht tijdens het lerend implementeren aandacht worden besteed.

5.3 Vogels

5.3.1 Visetende vogels

Voor het bepalen van effecten op visetende vogels moet onderscheid worden gemaakt naar het duikvermogen. Soorten als sterns en meeuwen die alleen kunnen stootduiken en vis vangen in de bovenste waterlagen kunnen tijdens vloed enkele uren lang profiteren van de meng-zone die binnen de sluizen ontstaat, tot waar de plungeline deze zone abrupt beëindigt. Die meng-zone strekt zich uit tot maximaal enkele (3) kilometers stroomopwaarts van de sluizen, maar dit duurt slechts kort. Door interferentie van getijbewegingen duurt de vloedperiode buiten de sluizen korter dan de eb-periode, en door de gemiddeld relatief hoge waterstand in het Haringvliet duurt de periode waarin water tijdens vloed naar binnen kan stromen maar ongeveer vier uur, tegen acht uur potentiële spui. In de huidige situatie profiteren meeuwen en sterns ook van de turbulentie aan de buitenkant van de sluizen tijdens de spui bij eb. Daaraan wordt dus bij het kieren een periode toegevoegd die vooral binnen de sluizen, maar in mindere mate mogelijk ook buiten interessant is.



Figuur 5.3 Waterstanden bij Hellevoetsluis in het Haringvliet en bij Stellendam buiten de Haringvlietssluisen, januari 2016.

Ten oosten van de meng-zone kunnen alleen duikende viseters zoals Fuut, Aalscholver en zaagbekken eventueel profiteren van de vis die zich in het brakke water onder de sprong-laag bevindt.

Daarnaast kunnen viseters worden beïnvloed door veranderingen in doorzicht. Op deze manier zouden viseters kunnen profiteren van nieuwe gradiënten in doorzicht, zoals rond de plungeline om de meng-zone en rond het eventuele Estuariene Turbiditeits Maximum rond de kop van de zout-tong.

5.3.2 Steltlopers

Omdat de getijslag nauwelijks verandert, zullen steltlopers in de oeverzones van het Haringvliet nauwelijks profiteren. Enige positieve verandering zou kunnen optreden in de Biesbosch.

5.3.3 Bodemfauna-eters

De bodemfauna-eters onder de watervogels, d.w.z. duikende watervogels die bijv. mosselen eten, kunnen in principe nadelig worden beïnvloed door verlies van een deel van de huidige bodemfauna. Een groot deel hiervan leeft echter op een zodanige diepte dat ze waarschijnlijk ook in de huidige situatie niet beschikbaar zijn als voedselbron. Om dezelfde reden zullen ze waarschijnlijk ook niet profiteren van een eventuele zoute of brakke bodemfauna die zich op diepten van meer dan 8 meter zou kunnen ontwikkelen.

6 Samenvatting

De onderstaande samenvatting heeft betrekking op de effecten van het HOP. Tijdens het Lerend implementeren zullen deze effecten geleidelijk optreden, in een tempo dat afhangt van de opgeroepen vragen.

6.1 Waterbeweging

- De sluizen blijven bij eb gesloten bij een Bovenrijn-afvoer < 1100 m³/sec, bij vloed bij een afvoer < 1500 m³/sec. Daar boven worden ze geopend in een mate die afhankelijk is van de afvoer.
- Op basis van afvoergegevens betekent dit dat de sluizen bij gemiddeld 88% van de eb-perioden en 74% van de vloedperioden geopend zullen zijn, met een minimum van resp. 69% en 45% in oktober.
- In perioden van lage rivierafvoer kan het vooral omstreeks oktober voorkomen dat de sluizen langere tijd dicht zullen blijven. In ongeveer een derde van de jaren loopt zo'n periode op tot meer dan een maand, in de droogste jaren tot twee of drie maanden. Als zo'n periode wordt voorzien, wordt 3 dagen te voren gestopt met openen bij vloed ("zoetspoelen").
- Er is in het Haringvliet een gemiddelde getijslag van ongeveer 30 cm, die zonder afname tot in de Biesbosch optreedt. Deze getijslag neemt toe met slechts 3% in het westen van het Haringvliet (1 cm; hoog water 2 cm lager, laag water 3 cm lager) tot 15% in de Biesbosch (5 cm; hoog water 1 cm hoger, laag water 4 cm lager). Aan de buitenzijde van de sluizen neemt de huidige gemiddelde getijslag van 2,35 meter af met 6 cm.
- Tijdens de inlaat zullen in de sluizen stroomsnelheden ontstaan in de orde van enkele meters per seconde, afhankelijk van de sluisopening. Verder van de sluizen zullen geen substantiële veranderingen in stroomsnelheden ontstaan.

6.2 Waterkwaliteit

- Bij geopende sluizen tijdens vloed dringt zout water binnen in het Haringvliet. Een deel van het zoute water blijft achter na de volgende spui-gang, zodat zich vooral onder in het Haringvliet een gradiënt opbouwt. Zowel in de bovenlaag als in de onderlaag zijn de zoutgehaltes in het Haringvliet onderhevig aan getijbewegingen.
- Tijdens vloed ontstaat aan de binnenkant een meng-zone waarin het zoete en zoute water verticaal wordt gemengd. Bovenin worden zoutgehalten in de orde van 1000 mg/l bereikt. Deze meng-zone strekt zich één tot enkele km oostwaarts van de sluis uit en wordt scherp begrensd door een "plungeline". Bij eb verdwijnt deze zone weer uit het Haringvliet. Omdat de vloedperiode korter is (4 uur) dan de eb-periode (8 uur) bestaat deze meng-zone in het Haringvliet relatief kort.
- Dichter bij de bodem concentreert zich zouter water dat door de hogere dichtheid onderin blijft en zich ontwikkelt tot een "dichtheidsstroom" die zich verder oostwaarts beweegt dan de meng-zone, zodat oostwaarts van de plungeline gelaagdheid ontstaat met zoet water in de bovenlaag. Binnen deze dichtheidsstroom neemt het zoutgehalte oostwaarts af tot ongeveer 350 mg/l op orde grootte 10 km van de sluizen. Een deel van de gelaagdheid blijft bij eb in stand.

- Als bij lage Bovenrijn-afvoer het Haringvliet wordt “zoet-gespoeld” wordt de bovenlaag van de waterkolom binnen een dag zoet, de onderlaag in drie tot vier dagen. Alleen in de geulen en putten beneden een diepte van ongeveer 8 meter blijft zout achter. In de gemiddelde dag-afvoer bij Lobith komen perioden $< 1500 \text{ m}^3/\text{sec}$ gemiddeld vijf keer per jaar voor. Gemiddeld duurt zo’n periode 20 dagen, de langste periode per jaar duurt gemiddeld 49 dagen (1990-2016, exclusief zoetspoeldagen). De grootste kans op zo’n periode is in september en oktober (ca. 50%).
- In het water buiten de sluizen zijn de zwevend stof gehalten, vooral in de winter, aanzienlijk hoger dan in het Haringvliet. Chlorofyl vertoont aan de buitenzijde een sterke voorjaarspiek in februari en maart, en dan zijn de concentraties hoger dan in het Haringvliet.
- Door een combinatie van sediment opwerveling door de dichtheidsstroom (zout-tong) en vlokvorming door opgeloste stoffen in zoet water in contact met zout water, kan rond het front van de zout-tong een natuurlijke troebeling optreden (“Estuaries Turbiditeits Maximum”), maar ook extra sedimentatie.
- Door de verandering in de waterverdeling over de noordelijke Delta, waarbij het aandeel spui via de Haringvlietsluizen in combinatie met de inlaat (“restdebiet”) toeneemt, neemt de belasting met nutriënten op het Haringvliet iets toe.

6.3 Autonome ontwikkelingen sinds de MER van 1998

- Het fosfaatgehalte in het Haringvliet was in de periode van de MER relatief stabiel, maar is daarna verder afgenomen tot ongeveer $0,08 \text{ mg/l}$, ruim binnen de achtergrond range voor een zoetwatergetijden rivier.
- Chlorofyl was lange tijd stabiel maar is na de MER periode met bijna een factor drie afgenomen.
- Zwevend stof concentraties waren in de MER periode verhoogd, maar zijn sindsdien gehalveerd.
- Het doorzicht bedroeg in de MER periode in de zomer gemiddeld ongeveer 1 meter, daarna nam het toe tot 1,5 – 2 meter.
- Twee belangrijke exoten hebben sinds de MER periode het Haringvliet gekoloniseerd: de Quaggamossel sinds 2006 (2005), de Zwartbekgrondel sinds ongeveer 2012.
- Monitoringsgegevens van MWTL suggereren zowel binnen het Haringvliet (boomkor) als buiten de sluizen (fuikbemonsteringen “Haringvliet estuarium”) forse afnames van de visbestanden, in het estuarium onder meer van Sprot.

6.4 Betekenis voor natuurwaarden

- De visgemeenschap zal profiteren van een geleidelijke zout-zoet gradiënt in het Haringvliet in combinatie met getij-gebonden inlaat. Niet alleen de intrekmogelijkheden verbeteren daardoor sterk, ook het uitspoelen van zoetwatervis vermindert doordat die zich door de westwaarts oplopende zoutgehalten oostelijker zal ophouden.
- Visintrek kan worden gehinderd in perioden met lage rivierdebieten. Doordat de langste periode waarin geen water wordt ingeladen, die tot drie maanden kan duren, gemiddeld in de periode september tot november optreedt, worden vooral soorten die dan naar binnen willen getroffen, waaronder Schar, Schol, Wijting en Sprot.

- Zoete bodemfauna (Quaggamossel) zal in het westen verdwijnen door de zoutindringing, die zich concentreert in de onderlaag. Zoute of brakke macrofauna zal zich moeilijk kunnen handhaven door de vaak langdurige zoetspoelperioden, afgezien van de diepere geulen en putten (>8 m diep). De noodzaak van het zoetspoelen zou tijdens het lerend implementeren moeten worden onderzocht met het zo weinig mogelijk zoetspoelen als vertrekpunt.
- Sterns zullen profiteren van de meng-zone van brak water die zich tijdens vloed een paar uur lang binnen de sluizen ontwikkelt, totdat vanaf half juli de kans op te lage rivierdebieten toeneemt.
- Viseters kunnen profiteren van nieuwe doorzicht gradiënten die zich rond de meng-zone en door opwerveling en uitvlokking bij de top van de zout-tong kunnen ontwikkelen.
- Duikende viseters kunnen profiteren van de vis onder de sprong-laag in de zout-tong
- Steltlopers zullen hooguit in de Biesbosch kunnen profiteren van enige toename van de getijslag.
- Watervogels die van bodemfauna leven zullen nauwelijks worden beïnvloed omdat de gebieden die brak worden grotendeels te diep zijn om in te foerageren.

7 Referenties

7.1 Verwijzingen in de tekst:

- Bavelaar A. 2002. Resultaten van berekeningen met het Zeedelta-model t.b.v. HOP 2005, Rijkswaterstaat RIKZ, november 2002.
- Beek G.C.W. van & H.W. Waardenburg 1994. Visintrek via Haringvlietspuisluizen bij vloedinlaat (onderdeel bij totale rapportage Haringvlietluizenexperiment). Rapport nr. 94.19. Bureau Waardenburg bv, Culemborg. In opdracht van RWS, Directie Zuid-Holland.
- Bij de Vaate A. 2006. De quaggamossel, *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897), een nieuwe zoetwater mosselsoort voor Nederland. Spirula 353: 143-144.
- Bij de Vaate A. & A.W. Breukelaar 2001. De migratie van zeeforel in Nederland. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, rapport nr. 2001.046.
- Bol R. 1995. Een snuffe zout ...! Verslag van de metingen naar zoutindringing via de Haringvlietluizen in het kader van de Praktijkproef Visintrek. Rijkswaterstaat RIZA, nota 94.051
- Driesprong A., J. van Hees & L. de Jong (red.) 1998. MER Beheer Haringvlietluizen. Over de grens van zout naar zoet. Hoofdrapport. Milieu-effectrapport over een ander beheer van de Haringvlietluizen. RWS Directie Zuid-Holland.
- Groenenboom J., M.C.H. Tiessen, T. van der Kaaij & R. Plieger 2016. Ontwikkeling 3D Haringvlietmodel. Deltares, Delft
- Hees, J. van & Peters, H. (redactie), 1998. MER Beheer Haringvlietluizen: Over de grens van zout en zoet. Deelrapport Water- en Zoutbeweging. ISBN: 903694871. RWS, notanummer: apv 98/093.
- Hiddema P. 2014. Nota bediening en monitoring de Kier (definitief). Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid.
- Hop J., T. Vriese, J. Quak & A.W. Breukelaar 2011. Visstand Haringvliet en Kier. RWS Zuid Holland en ATKb, rapport 20110243/001, Rotterdam.
- Jacobs P., B.P.C. Steenkamp & S. de Goederen 2003. Van zoet naar zout in 5 dagen? Analyse zoutmetingen inlaatproef Haringvliet in maart 1997. RIZA rapport 2003.001, Dordrecht.
- Laane R.W.P.M., U. Brockmann, L. van Liere & R. Bovelander 2005. Immission targets for nutrients (N and P) in catchments and coastal zones: a North Sea assessment. Estuarine, Coastal and Shelf Science 62: 495-505.

- Leeuwen F. van, P. Jacobs & K. Storm (red.), 2004. Haringvlietsluizen op een Kier. Effecten op de gebruiksfuncties. Stuurgroep Realisatie de Kier. Project-organisatie Realisatie de Kier. In opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Lofvers E. (red.) 1998. MER Beheer Haringvlietsluizen. Over de grens van zout naar zoet. Deelrapport De sluizen op een Kier. RWS Directie Zuid-Holland.
- Meijers E. & S. Groot 2007. Deltamodel: ééndimensionaal stofstromenmodel voor de zuidwestelijke Delta. WL / Delft Hydraulics
- Paalvast P. W. Iedema, M. Ohm & R. Posthoorn (red.) 1998. Milieueffectrapport over een ander beheer van de Haringvlietsluizen. Over de grens van zout en zoet. Deelrapport ecologie en landschap. RIZA rapport 98.051
- Projectgroep Kier 2009. Werkplan Lerend Implementeren. Rijkswaterstaat Zuid-Holland.
- Rijkswaterstaat 2011. Beschrijving huidige situatie Haringvliet. Achtergrondrapportage voor onderzoek naar alternatief voor het Kierbesluit
- Sanford L.P., S.E. Suttles & J.P. Halka 2001. Reconsidering the Physics of the Chesapeake Bay Estuarine Turbidity Maximum. Estuaries and Coasts, 24(5), 655-669. https://faculty.washington.edu/pmacc/.../Lecture_ETM_phys.ppt
- Savenije H.H.G. 2012. Salinity and tides in alluvial estuaries. <http://salinityandtides.com/>
- Schuttelaars H.M. 2003. Vorming van Estuariene Troebelheidsmaxima in Gedeeltelijk Gemengde Estuaria. Verslag van werkzaamheden Periode: 1 Februari 2002 – 31 December 2002. RWS-RIKZ, Projectnummer: DG-543, Den Haag.
- Schuttelaars H.M. & C.T. Friedrichs 2002. Formation of Estuarine Turbidity Maxima in Partially Mixed Estuaries. Institute for Marine and Atmospheric Research, Utrecht University.
- Vis H. 2017. Onderzoek naar de intrekmogelijkheden voor snoekbaars na uitspoeling via de Haringvlietdam. VisAdvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2016_16, 31 pag.

7.2 Overige geraadpleegde literatuur algemeen

- Anonymus 2008. Haringvlietsluizen op een kier. Informatie notitie Monitoring en Bewaking Programma. December 2008.
- Bavelaar A. & J. Ligtenberg 2004. Resultaten zoetspoelberekeningen Zeedelta t.b.v. HOP. RIKZ, werkdocument-nummer RIKZ/AB/2004/108x".
- Burgers M., L. Louwman-Soeters, E. de Meijer K. Storm & T. Tiebosch 2004. Haringvlietsluizen op een Kier. De Kier: doordacht doen! Stuurgroep Realisatie de Kier. In opdracht van Ministeries van V&W en LNV.
- Friocourt Y., K. Kuijper & N. Leung 2014. Zoutindringing. Deltares, <http://deltaproof.stowa.nl>

- Kuijken W.J. 2010. Analyse uitvoering Besluit beheer Haringvlietsluizen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Besluit beheer Haringvlietsluizen, Notanummer HK/AW 2000/8178, juni 2000
- Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB) 1997. Rapport Visserijkundig Onderzoek. Sonar-onderzoek naar visbewegingen onder invloed van het openstellen van de Haringvlietsluizen in 1997 ("Zoutinlaatproef")
- Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Haringvlietsluizen op een Kier, Effecten op natuur en gebruiksfuncties, september 2004.
- Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Realisatie de Kier: doordacht doen! Eindrapportage Planstudie Haringvlietsluizen op een kier, 4 oktober 2004.
- Samenvattende analyse en leerervaringen inzake het Besluit beheer Haringvlietsluizen, op verzoek van de Minister van VenW, de Minister van LNV en Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland.
- "Bedieningsvoorschrift Haringvlietsluizen", Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, directie Zuid-Holland, productgroep Haringvlietsluizen Operationeel Programma, augustus 2004".
- Rijkswaterstaat 1994a. Startnotitie ten behoeve van het milieu effect rapport beheer Haringvlietsluizen. RWS dir. Zuid-Holland.
- Rijkswaterstaat 1994b. Richtlijnen voor het effect-milieurapport over het beheer van de Haringvlietsluizen. RWS dir. Zuid-Holland.
- Spijk A. van 2003. Resultaten zout- en zoetmetingen in de diepe delen van het Haringvliet. AP/2231799/2003/14,".

7.3 Overige geraadpleegde literatuur ecologie

- Backx J.G.M. 1987. Verlies van zoetwatervis uit het Haringvliet door het spuien via de Haringvlietsluizen naar zee. RIVO rapport 87-04. IJmuiden
- Backx J.J.G.M. & R.H.M. Eertman 2001. Monitoringplan Ecologie Haringvliet; Ter beoordeling van de ecologische effecten van een alternatief beheer van de Haringvlietsluizen volgens 'De Kier'. RWS, RIZA.
- Bremer T.A. 2005. Vismonitoringsonderzoek op het Haringvliet en Hollands Diep: het vergelijken van hydro-akoestische apparatuur met de kuil. OVB onderzoeksrapport 00197, Nieuwegein.
- Cazemier W. 1990. Onderzoeksmogelijkheden naar vis-intrek via de Haringvlietspui-sluisen: een voorstudie. RIVO Rapport BV 90-01
- Kemper J.H. 1997. Sonar-onderzoek naar visbewegingen, onder invloed van het openstellen van de Haringvlietsluizen in 1997. OVB Onderzoeksrapport RWSZH/OVB 1997-07, Nieuwegein.

- Moster K. & D. Wansink 2001. Zoogdieren van het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch. VZZ Rapportnummer: 2001.24.
- Paalvast P. 2009a. Monitoring van bodemfauna onder het beheerprogramma de Kier voor de Haringvlietsluizen. Plan van aanpak. In opdracht van Rijkswaterstaat, dir. Zuid-Holland. Ecoconsult, rapport nr. 2006.04.
- Paalvast P. 2009b. Monitoring van kreeftachtigen onder het beheerprogramma de Kier voor de Haringvlietsluizen. Plan van aanpak. In opdracht van Rijkswaterstaat, dir. Zuid-Holland. Ecoconsult, rapport nr. 2006.03.
- Paalvast P. 2016. Monitoringsplan ecologie project Kierbesluit. Ecoconsult, rapport 2016-01, Vlaardingen.
- Platteeuw M. & P. Cornelissen 2000. De Haringvlietsluizen op een Kier; wat doet dat voor de natuur? Effectbeschrijving van gedeeltelijke openstelling van de Haringvlietsluizen op instandhoudingsdoelen Natura 2000. Rijkswaterstaat RIZA werkdocument 2005.150X
- Rijkswaterstaat 2011. Andere mogelijkheden voor het Besluit beheer Haringvlietsluizen. Een verkennende studie naar verbetering van de vismigratie tussen de Noordzee en het Rijn- en Maasstroomgebied bij het intrekken van het Kierbesluit. wd0511zh038.
- Vaate, A. bij de, S.J. bij de Vaate, J. Tempelaars & E.A. Jansen 2010. Een uitgangssituatie voor Dreissena's in het Haringvliet ten behoeve van onderzoek naar effecten van het openen van de Haringvlietsluizen. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2010/03.
- Vaate A. bij de, S.J. bij de Vaate, E.A. Jansen & J. Tempelaars 2015. Dreissena's in het Haringvliet: dichtheid en conditie in 2015. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2015/02.
- Winter H.V. & S.M. Bierman 2010. De uittrekmogelijkheden voor schieraal via de Haringvlietsluizen. IMARES Rapport C155/10.
- Wit J.A.W. de, T.P.M. Chamuleau, H.V. Winter, A.W. Breukelaar V.A.W. Beijik & R. Goes 2011. Andere mogelijkheden voor het Besluit beheer Haringvlietsluizen. Een verkennende studie naar verbetering van de vismigratie tussen de Noordzee en het Rijn- en Maasstroomgebied bij het intrekken van het Kierbesluit
- Ypema & Backx, 2001. Kansen voor estuariene vissen in het Haringvliet door gewijzigd sluisbeheer – Een onderzoek naar de migratiekansen van de estuariene vis van het toekomstig Haringvliet door gewijzigd sluisbeheer.

B Voorbeeld sluisopeningen bij vloed in relatie tot de rivierafvoer.

H2P 2010 - Vloedopening		zeeschuimen																	totaal	
sluisopening afvoer (m³/s)	afvoer (m³/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
0 tot 1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1200 tot 1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1400 tot 1600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1600 tot 1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1800 tot 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000 tot 2200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2200 tot 2400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2400 tot 2600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600 tot 2800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2800 tot 3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3000 tot 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3200 tot 3400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3400 tot 3600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3600 tot 3800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3800 tot 4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4000 tot 4200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4200 tot 4400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4400 tot 4600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4600 tot 4800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4800 tot 5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5000 tot 5200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5200 tot 5400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5400 tot 5600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5600 tot 5800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5800 tot 6000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6000 tot 6200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6200 tot 6400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6400 tot 6600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6600 tot 6800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6800 tot 7000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7000 tot 7200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7200 tot 7400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7400 tot 7600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7600 tot 7800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7800 tot 8000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8000 tot 8200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8200 tot 8400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8400 tot 8600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8600 tot 8800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8800 tot 9000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9000 tot 9200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9200 tot 9400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9400 tot 9600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9600 tot 9800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9800 tot 10000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Notanummer AP/2004/07

Bijlage 5, tabel 1b