

Analyse detectiegegevens salmoniden 2011-2016

Rapportnummer: 20170122/rap01
Status rapport: Definitief
Datum rapport: 13-3-2018

Auteur: dhr. J. Hop
Projectleider: dhr. F.T. Vriese
Kwaliteitscontrole: dhr. F. T. Vriese

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat WNZ
Projectbegeleider: dhr. A.W. Breukelaar

Dit rapport is digitaal gegenereerd en derhalve niet voorzien van een handtekening. De inhoud van de rapportage is aantoonbaar gecontroleerd en vrijgegeven.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doel	1
1.3 Leeswijzer	1
2 MATERIAAL EN METHODE	2
2.1 Inleiding	2
2.2 Vissoorten	2
2.3 Experimentele setup	3
2.3.1 Nedap Trail Systeem®	3
2.3.2 Merkprocedure	6
2.4 Gegevensverwerking	6
3 RESULTATEN	8
3.1 Algemeen	8
3.2 Intrek	9
3.2.1 Aantallen	9
3.2.2 Periode	11
3.2.3 Spuicyclus	14
3.3 Doortrek	16
3.3.2 Migratie via de Benedenrivieren.....	17
3.3.3 Migratie via de Rijn.....	18
3.3.4 Migratie via de Maas	19
4 DISCUSSIE	21
4.1 Algemeen	21
4.2 Intrek	22
4.2.1 Locatie	22
4.2.2 Moment	22
4.2.3 Spuicyclus	23
4.3 Doortrek	23
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	25
5.1 Conclusies	25
5.1.1 Intrek.....	25
5.1.2 Doortrek.....	25
6 LITERATUUR.....	27

BIJLAGEN

BIJLAGE 1	Lengtefrequentieverdeling gemerkte salmoniden
BIJLAGE 2	Lengte-gewicht relatie en conditie gemerkte salmoniden
BIJLAGE 3	Kenmerken gemerkte salmoniden (wel/geen detectie)
BIJLAGE 4	Ligging stations
BIJLAGE 5	Grafische weergave passage van salmoniden (per station)
BIJLAGE 6	Grafische weergave van laatste detectie van salmoniden (per station)
BIJLAGE 7	Migratieroute salmoniden

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Sinds 1996 laat Rijkswaterstaat onderzoek uitvoeren naar de migratieroutes van zalm en zeeforel in de Rijn en Maas. Doel hiervan zijn de mogelijkheden tot intrek en verdere migratie in kaart te brengen en zodoende knelpunten in beeld te krijgen. Het onderzoek wordt uitgevoerd door vissen te voorzien van transponders, waarmee deze op specifieke locaties in het riviersysteem (stations) gedetecteerd kunnen worden.

Voor de Haringvlietsluizen geldt dat deze op het moment beheerd worden volgens het Lozings Programma Haringvliet '84 (LPH'84). De intrekmogelijkheden voor salmoniden zijn hierbij niet optimaal. Eind 2018 worden de Haringvlietsluizen op een kier gezet (Kierbesluit), waarmee de intrekmogelijkheden naar verwachting sterk verbeteren. Om de huidige intrekmogelijkheden in beeld te brengen heeft Rijkswaterstaat WNZ aan ATKb opdracht gegeven voor het uitwerken en analyseren van detectiegegevens van salmoniden die gemerkt zijn in de periode 2011-2016.

1.2 Doel

Doelstellingen van de uitwerking en analyse van de detectiegegevens zijn;

1. Het verkrijgen van een algemeen beeld van de stroomopwaartse migratie van salmoniden in het Benedenrivierengebied, de Maas en de Rijn.
2. Het bepalen van het succes waarmee de stroomopwaartse migratie over de verschillende riviertrajecten wordt uitgevoerd, alsmede voor de afzonderlijke stuwcomplexen.

Door het realiseren van bovenstaande doelstellingen kunnen knelpunten met betrekking tot de stroomopwaartse migratie van salmoniden worden benoemd. Aan de hand van deze knelpunten worden maatregelen gedefinieerd om de stroomopwaartse migratie te verbeteren of worden aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 komen materiaal en methode aan de orde, waarbij wordt ingegaan op de te merken vissen en de experimentele set up van het project (w.o. telemetriesysteem en merkmethode). Hoofdstuk 3 geeft de resultaten aangaande de intrek van de salmoniden en de verdere migratie op de rivieren, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen het Benedenrivieren gebied, de Rijn en de Maas. Hoofdstuk 4 geeft de discussie waarbij wordt ingegaan op de locatie van intrek, het moment van intrek en de spuicyclus. In hoofdstuk 5 worden de conclusies en aanbevelingen weergegeven.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Inleiding

Om antwoord te krijgen op de onderzoeksvragen is het onderzoek uitgevoerd middels het Nedap Trail Systeem®. Dit systeem bestaat uit zendermerken (transponders) en uit detectiestations (kabels en zenderontvangers) die op cruciale locaties in het riviersysteem zijn aangebracht. De transponders worden geïmplanteerd in de buikholte van de salmoniden. Wanneer deze vissen vervolgens in het bereik van een detectiestation komen, wordt de transponder geactiveerd. De transponder zendt op dat moment het unieke transpondernummer uit. Een datalogger, die onderdeel is van het detectiestation, slaat dit transpondernummer op evenals de datum en het tijdstip van detectie, alsmede nog enkele systeemkenmerken en controleparameters. De opgeslagen gegevens worden automatisch doorgeleid naar een afgeschermd site op het internet.

2.2 Vissoorten

In de periode 2010 t/m 2016 zijn in totaal 60 zalmen en 417 zeeforellen van een transponder voorzien. De vissen zijn aangeleverd door visserijbedrijf De Visser uit Klundert en gevangen in fuiken aan de zeezijde van de Haringvlietdam. Omdat het onderzoek zich toespits op de analyse van het migratiegedrag van geslachtsrijpe vissen zijn enkel vissen met een totale lengte van minimaal 40 cm aangeleverd/gemerkt. De gemerkte zalmen hebben een gemiddelde totaallengte (L) van 75 cm (44-101 cm) bij een gemiddeld gewicht (W) van 4.171 g (734-8.660 g). De conditie van de vissen is bepaald middels de Fulton-index ($K = 100 (W / L^3)$). De gemerkte zalmen hebben een gemiddelde conditie van 0,87 (0,41-1,40). De gemerkte zeeforellen hebben een gemiddelde lengte van 50 cm (40-77 cm), bij een gemiddeld gewicht van 1.271 g (701-6.350 g). Deze vissen hebben een gemiddelde conditie van 0,98 (0,52-1,51). In bijlage 1 tot en met 3 zijn de lengtefrequentieverdeling, lengte-gewicht relatie, conditie en de kenmerken van de wel/niet gedetecteerde vissen weergegeven.



Afbeelding 2.1. Detailopnames van twee type zalmen die in de Voordelta worden aangetroffen; Rijnzalm (links), van oorsprong vnl. Aträn en Maaszalm (rechts), van oorsprong vnl. Loire-Allier).

2.3 Experimentele setup

2.3.1 Nedap Trail Systeem®

Het Nedap Trail Systeem® is specifiek ontwikkeld voor telemetrisch onderzoek naar de migratie(routes) van vissen (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001). Het systeem kan hierbij toegepast worden op wateren met enerzijds een relatief hoge scheepvaartintensiteit en anderzijds een hoge geleidbaarheid. Het systeem bestaat uit transponders en een keten van detectiestations in het Rijn- en Maassysteem.

Transponders: De transponders bestaan uit een glazen buisje met een lengte van circa 65 mm en een diameter van 15 mm. In de buis zit een ferrietstaaf (lengte 25 mm) met daar omheen gewonden een spoel van koperdraad die dient als antenne, een printplaatje met daarop de benodigde elektronica (zender, ontvanger, tijd klok, etc.) en twee batterijen. De capaciteit van de batterijen is voldoende om een werking van de transponder te kunnen garanderen tot minimaal twee jaar, natuurlijk mede afhankelijk van het aantal detecties. Het gewicht van de transponder bedraagt ongeveer 26 g (17 g in water). In het algemeen dient ernaar gestreefd te worden om het gewicht van de transponder zo gering mogelijk te maken om eventuele hinder voor de gemerkte vissen te minimaliseren. In voorliggende studie bedraagt het transpondergewicht gemiddeld 2,3% en maximaal 3,8% van het lichaamsgewicht, wat als acceptabel wordt beschouwd (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001).

Detectiestations: Elk detectiestation bestaat uit een zender en een ontvanger. De zender zorgt ervoor dat de transponder, die zich in de buikholte van de vis bevindt, wordt geactiveerd. Hiertoe staat de zender in verbinding met een antenne die op de bodem van de rivier ligt (3 parallelle kabels, doorverbonden). Elke vier seconden wordt er een elektromagnetisch veld gegenereerd middels de antenne. Dit elektromagnetisch veld wekt in de antennespoel van de transponder een inductiestroom op, wanneer de vis door het veld zwemt (tot een afstand van circa 15 à 30 meter tot antenne). De transponder zendt vervolgens een unieke code (transpondernummer) uit.

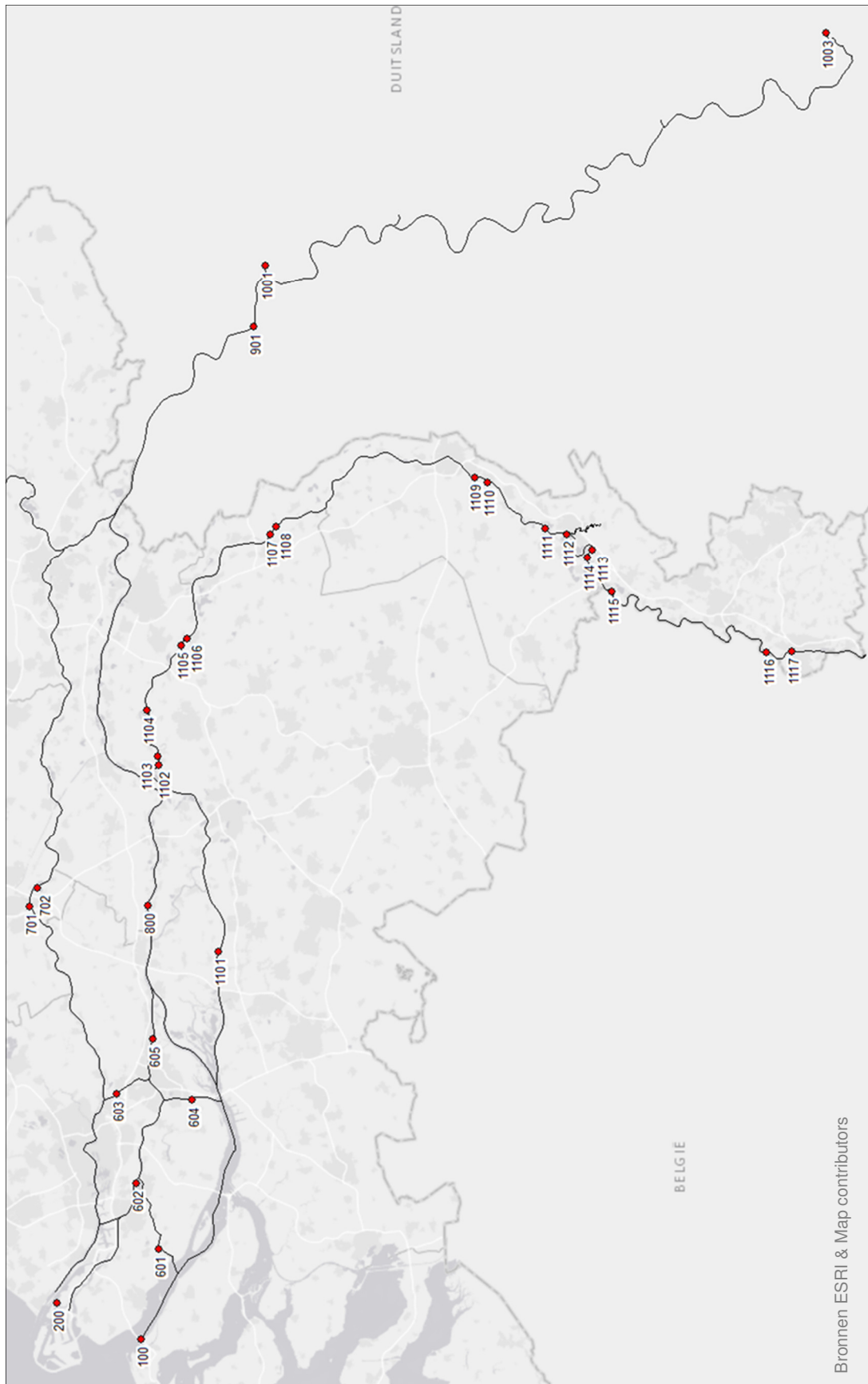
Het transpondersignaal wordt via een elektromagnetische koppeling met de antenne aan de ontvanger van het detectiestation doorgegeven en opgeslagen middels een microprocessor. Naast gegevens als datum en tijd van registratie worden ook een aantal interne gegevens opgeslagen. Het gaat hierbij onder andere om een interne controle van de werking van het station die elke 12 uur automatisch wordt uitgevoerd

Het Nedap Trail Systeem® bestaat van oorsprong uit 12 stations. Door de jaren heen is het aantal stations uitgebreid tot meer dan 60 stations in binnen- en buitenland. Veelal zijn dit permanente stations die zich op strategische locaties in het riviersysteem bevinden. Daarnaast bestaat er de mogelijkheid om gebruik te maken van tijdelijke stations op specifieke locaties (veelal bij waterkrachtcentrales). In tabel 2.1 is een overzicht gegeven van de verschillende stations. Aan elk station is voor dit rapport een locatienummer en station code toegekend. Locatienummer en station code zijn in voorliggende rapportage gebruikt voor een overzichtelijke weergave van de resultaten. In figuur 2.1 zijn de stations (locatienummers) op kaart weergegeven (voor de locaties waar vissen passeerden), zie ook bijlage 4.

Tabel 2.1. Detectiestations Nedap Trail Systeem® met daarbij het locatienummer en station code zoals gebruikt voor deze rapportage.

Locatie nr.	Station code	Station naam
100	Cluster	Haringvliet Stellendam
	HVL_1_0	Haringvliet Stellendam spuisluisen
	HVL_2_0	HV_Stellendam_scheep
200	Cluster	NieuweWaterweg Hartelkanaal
	NWW_1_0	NieuweWaterweg_Europoort
	NWW_2_0	Hartelkanaal_Europoort
301	NZK_1_0	NZK_Velsen
302	Cluster	NZK_IJmuiden
	NZK_2_2	NZK_IJmuiden_gemaal
	NZK_2_1	NZK_IJmuiden_spu
401	AFD_1_0	IJsselmeer_Den Oever
402	AFD_2_0	IJsselmeer_Kornwerderzand
500	IJS_1_0	IJssel_Kampen
601	BEN_1_0	Spui_Zuidland
602	BEN_2_0	Oude Maas_Spijkenisse
603	BEN_3_0	De Noord_Kinderdijk
604	BEN_4_0	Dordtsche Kil_s'Gravendeel
605	BEN_5_0	Ben Merwerde_Sliedrech
701	NLK_1_0	Lek_Nieuwegein
702	Cluster	Nederrijn_Hagestein
	NLK_2_1	Nederrijn_Hagestein
	NLK_2_2	Nederrijn-Hagestein-Cylinder
704	NLK_3_0	Nederrijn_Amerongen
705	Cluster	Nederrijn_Maurik
	NLK_4_2	Nederrijn_Mauik_WKC_ben
	NLK_4_1	Nederrijn_Maurik
706	NLK_5_0	Nederrijn_Arnhem
800	WAA_1_0	Waal_Brakel
901	RIJ_1_0	Rijn_Xanten
902	Cluster	Iffezheim_Dam
	RIJ_2_1	Iffezheim Dam Downstream
	RIJ_2_2	Iffezheim Dam Downstream
903	RIJ_3_0	Downstream Strasbourg
904	RIJ_4_0	Upstream Marckolsheim dam
905	Cluster	Kembs powerhouse/locks
	RIJ_5_2	Downstream Kembs Powerhouse
	RIJ_5_1	dowstream Kembs locks
906	Cluster	Kembs dam
	RIJ_6_1	Downstream, Kembs dam
	RIJ_6_2	Upstream Kembs dam
1001	LIP_1_0	Lippe_Wesel
1002	RUH_1_0	Ruhr_Duisburg
1003	SIE_1_0	Sieg_Menden

Locatie nr.	Station code	Station naam
1004	WUP_1_0	Wupper_Burrig
1101	MAA_1_0	Bergsche Maas_Capelse Veer
1102	MAA_2_0	Maas_Lith_dorp
1103	Cluster	Maas_Lith
	MAA_3_4	Maas_Alphen_wkc
	MAA_3_2	Maas_Alphen_wkc_ben
	MAA_3_1	Maas_Lith_stuw_ben
	MAA_3_3	Maas_Lith_vistrap
1104	MAA_4_0	Maas_Megen
1105	MAA_5_0	Maas_Balgoij
1106	Cluster	Maas_Grave
	MAA_6_2	Maas_Grave_bov
	MAA_6_1	Maas_Grave_vistrap
1107	Cluster	Maas_Sambeek
	MAA_7_1	Maas_Sambeek_ben_stu
	MAA_7_2	Maas_Sambeek_vis
1108	MAA_8_0	Maas_Afferden
1109	MAA_9_0	Maas_Steyl
1110	Cluster	Maas_Belfeld
	MAA_10_2	Maas_Belfeld_bov
	MAA_10_1	Maas_Belfeld_vistrap
1111	MAA_11_0	Maas_Bugenum
1112	Cluster	Maas_Roermond
	MAA_12_2	Maas_Roermond_bov
	MAA_12_1	Maas_Roermond_vistra
1113	MAA_13_0	Maas_Linne_dorp
1114	Cluster	Maas_Linne
	MAA_14_1	Maas_Linne_stuw_ben
	MAA_14_4	Maas_Linne_stuw_bov
	MAA_14_3	Maas_Linne_vistrap
	MAA_14_5	Maas_Linne_wkc
	MAA_14_2	Maas_Linne_wkc_ben
	MAA_14_6	Maas_Linne_visgeleiding
1115	MAA_15_0	Grensmaas_Stevensweert
1116	MAA_16_0	Grensmaas_Itteren
1117	Cluster	Maas_Borgharen_Maastricht
	MAA_17_1	GrensMaas_Bharen_vis
	MAA_17_2	Maas_Maastricht
1201	NIF_1_0	Maas_Niftrik_Loonsewaard
1202	ROE_1_0	Roer_Roermond
1203	ROE_2_0	Roer_Sint_Odiliënberg
1204	BER_1_0	Berwijn_Moelingen



Figuur 2.1. Ligging stations waar vissen zijn gedetecteerd of gepasseerd (enkele nummers zijn een cluster van meerdere stations).

2.3.2 Merkprocedure

In afwachting van de implantatie van de transponders is de gevangen vis door de ingehuurd beroepsvissers overgebracht naar een opslagbekken in de buitenhaven van Stellendam, alwaar zich een permanente operatiefaciliteit bevindt. De opslagbekkens hebben een capaciteit van 1.500 l en zijn voorzien van een pompsysteem waardoor een permanente doorstroming met zeewater wordt gerealiseerd. De tijdsduur van opslag van de gevangen vissen in de opslagbekkens is zo kort mogelijk gehouden en bedraagt in het algemeen niet meer dan één dag.

Het implanteren van de transponders in de buikholte van de vissen is uitgevoerd conform een protocol dat in 1995 is opgesteld door de toenmalige Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (Vriese, 1995). In grote lijnen ziet deze procedure er als volgt uit, zoals beschreven in Bij de Vaate & Breukelaar (2001):

- a. De vis wordt in verdovingsstadium gebracht door toepassing van een benzocaïne oplossing. De concentratie wordt hierbij aangepast aan de grootte van de vis en de temperatuur van het water.
- b. Zodra de vis onder verdoving is wordt deze in de daarvoor ontwikkelde operatieopstelling gebracht en wordt onder semi-steriele omstandigheden een incisie (lengte 30-40 mm) langs de linea alba gemaakt, tussen de borst- en buikvinnen.
- c. Na een inwendige controle wordt een gesteriliseerde transponder in de buikholte ingebracht. De incisie wordt vervolgens met een drietal hechtingen gesloten. Huid en spierweefsel worden hierbij gelijktijdig gehecht. De hecht draad (Vicryl) wordt na verloop van tijd door het lichaam geabsorbeerd.
- d. Na een korte herstelperiode in een bak die doorstroomt wordt met vers water, zijn de gemerkte vissen teruggezet. Het merendeel van de vissen is teruggezet in de buitenhaven van Stellendam (BHS) en de Voordelta (VD). Daarnaast zijn enkele vissen teruggezet in de Nieuwe Waterweg (NWW).

Een deel van de gemerkte vissen is voorzien van een VI-tag (Visible Implantable tag) bij het linkeroog. Hiermee is het mogelijk om uitwendig kenbaar te maken dat de vis is voorzien van een transponder. Van de gemerkte vissen zijn de volgende kenmerken bepaald:

- a. Totaallengte;
- b. Vorklengte;
- c. Gewicht;
- d. Bijzondere uitwendig zichtbare kenmerken.

De lengtemetingen zijn uitgevoerd met een nauwkeurigheid van $\pm 0,5$ cm, terwijl het gewicht op één gram nauwkeurig is bepaald. Daarnaast is van de gemerkte vissen weefsel genomen van de vetvinn om nadere determinatie aan de hand van DNA mogelijk te maken en zijn schubben getrokken om in een later stadium de leeftijd van de vissen te kunnen vaststellen. Eveneens is van vrijwel alle vissen een foto genomen van de vis als geheel, alsmede detailfoto's van de determinatiekenmerken.

2.4 Gegevensverwerking

De merkgegevens en detecties op het Nedap Trail Systeem® over de periode 2011-2017 zijn door RWS WNZ beschikbaar gesteld aan ATKb. De data is, in samenspraak met RWS WNZ, gecontroleerd op de juistheid van transpondernummers en waargenomen detecties. Een detectie (registratie) is hierbij gedefinieerd als één of meerdere detecties die binnen drie minuten van elkaar zijn uitgezonden.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat in meer dan 90% van de detecties met een tijdsduurverschil van drie minuten of meer de zwemrichting tegengesteld was aan die van de voorgaande detectie. De gegevensverwerking en opwerking van de data is uitgevoerd middels MS-Excel.



3 RESULTATEN

3.1 Algemeen

In tabel 3.1 is het aantal gemerkte en gedetecteerde vissen weergegeven, uitgesplitst naar jaar en uitzetlocatie. In totaal zijn er 60 zalmen van een transponder voorzien, waarvan het merendeel is uitgezet in de buitenhaven Stellendam en de Voordelta. Van de 60 gemerkte zalmen zijn er zeven exemplaren (12%) op één of meerdere detectiestations gedetecteerd. Het aandeel gedetecteerde zalmen is het grootst bij de vissen die in de Voordelta zijn uitgezet (16%). De verschillen tussen uitzetlocaties berusten op het wel of niet detecteren van slechts enkele exemplaren.

In totaal zijn er 417 zeeforellen van een transponder voorzien, waarvan het grootste deel is uitgezet in de buitenhaven Stellendam en in mindere mate in de Voordelta. Van de 417 gemerkte zeeforellen zijn er 61 exemplaren (15%) op één of meerdere detectiestations gedetecteerd. Het aandeel gedetecteerde zeeforellen is het grootst bij de vissen die in de Voordelta zijn uitgezet (23%), tegenover een detectie van 13% van de vissen die in de buitenhaven van Stellendam zijn uitgezet. Drie van de gemerkte zeeforellen zijn niet gedetecteerd, maar wel terug gemeld (via transpondernummer) op het stand van Renesse, op het strand van Middelkerke (BE) en op het strand van Duinkerke (F).

Tabel 3.1. Aantal gemerkte en gedetecteerde salmoniden per jaar (2010-2016).

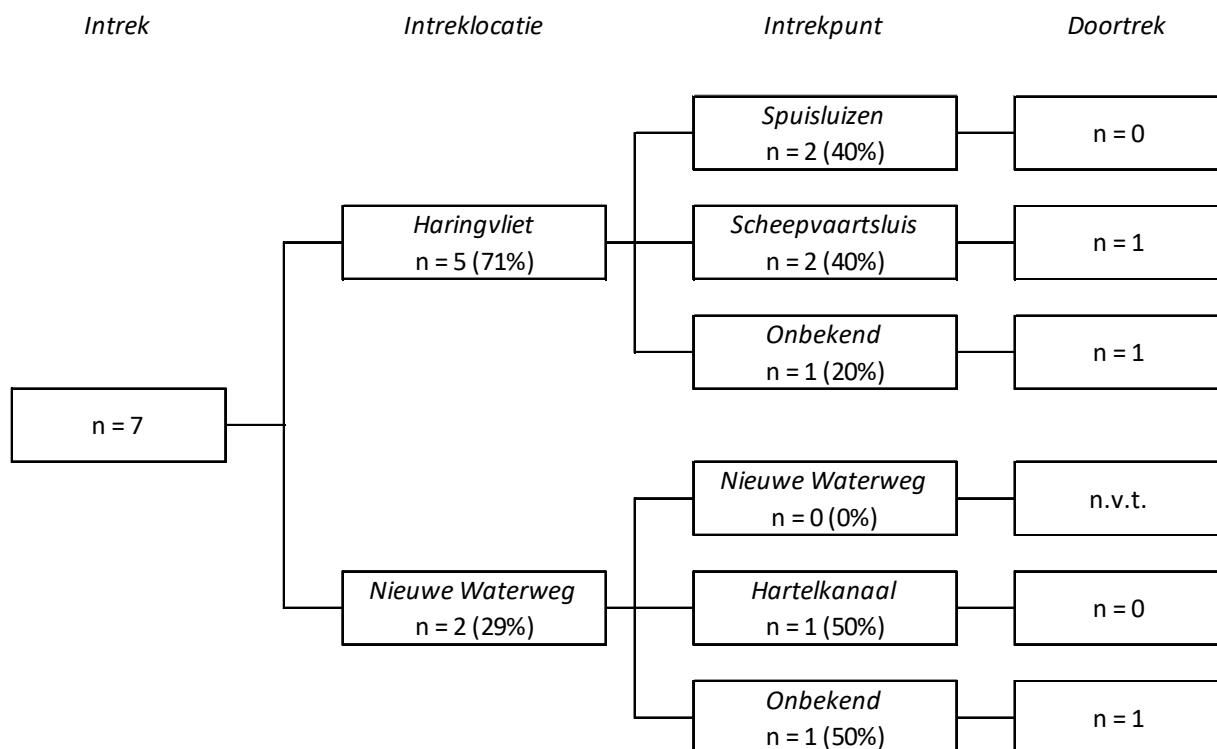
Soort	Jaar	BHS*			VD*			NWW*			Totaal		
		Merk		Detectie	Merk		Detectie	Merk		Detectie	Merk		Detectie
		n	n	%	n	n	%	n	n	%	n	n	%
Zalm	2010	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
	2011	5	0	0%	0	-	-	1	0	0%	6	0	0%
	2012	19	2	11%	0	-	-	0	-	-	19	2	11%
	2013	10	2	20%	0	-	-	0	-	-	10	2	20%
	2014	5	0	0%	0	-	-	0	-	-	5	0	0%
	2015	1	0	0%	13	3	23%	0	-	-	14	3	21%
	2016	0	-	-	6	0	0%	0	-	-	6	0	0%
Totaal		40	4	10%	19	3	16%	1	0	0%	60	7	12%
Zeeforel	2010	4	1	25%	0	-	-	0	-	-	4	1	25%
	2011	76	13		0	-	-	1	0	0%	77	13	17%
	2012	102	8	8%	0	-	-	0	-	-	102	8	8%
	2013	123	17	14%	0	-	-	0	-	-	123	17	14%
	2014	6	0	0%	0	-	-	0	-	-	6	0	0%
	2015	1	0	0%	24	5	21%	0	-	-	25	5	20%
	2016	16	2	13%	64	15	23%	0	-	-	80	17	21%
Totaal		328	41	13%	88	20	23%	1	0	0%	417	61	15%

* BHS = buitenhaven Stellendam; VD = Voordelta Haringvliet; NWW = Nieuwe Waterweg

3.2 Intrek

3.2.1 Aantallen

In figuur 3.1 is de intrek van zalm weergegeven. De daadwerkelijke intrek heeft plaatsgevonden in de jaren 2012 tot en met 2015. De gedetecteerde zalmen zijn ingetrokken via het Haringvliet (71%) en de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal (29%). Bij het Haringvliet zijn de aantallen evenredig verdeeld over de spuisluizen en de scheepvaartsluis (beiden twee exemplaren). Van één zalm is de intreklocatie niet met zekerheid vast te stellen, maar waarschijnlijk het Haringvliet (intrekpunt onbekend). Slechts twee zalmen die via het Haringvliet zijn ingetrokken zijn ook op andere detectiestations waargenomen. Van de twee zalmen die via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal introkken is er één in het Hartelkanaal gedetecteerd. De andere zalm is niet op deze intreklocatie gedetecteerd, maar waarschijnlijk wel ingetrokken (intrekpunt onbekend). Alleen deze laatste vis is ook op een ander detectiestation waargenomen.



Figuur 3.1. Intrek van zalm (2012-2015).

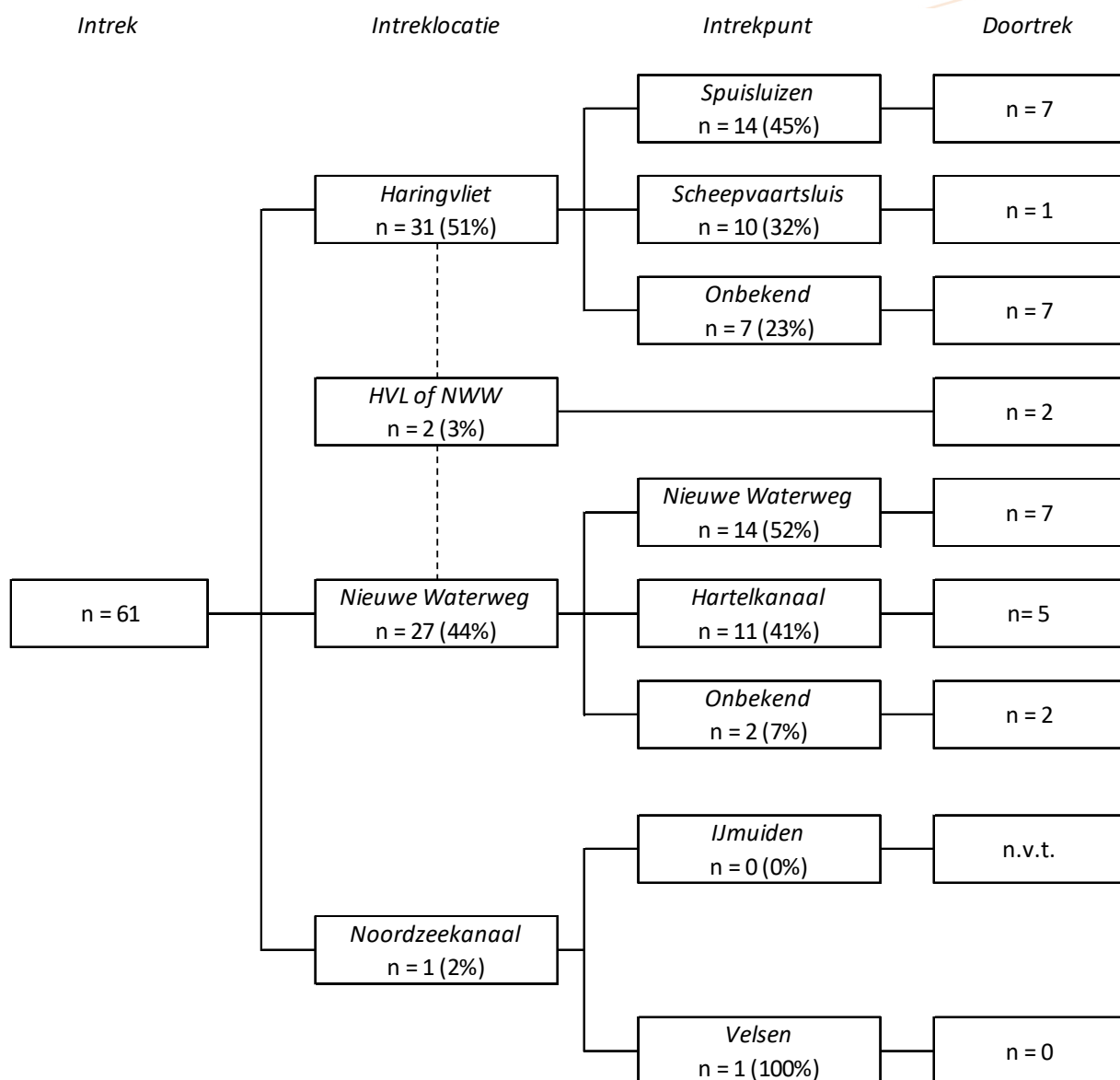
In figuur 3.2 is de intrek van zeeforel weergegeven. De daadwerkelijke intrek heeft plaatsgevonden in de jaren 2011 tot en met 2017. De gedetecteerde zeeforellen zijn ingetrokken via het Haringvliet (51%), Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal (44%) en het Noordzeekanaal (2%). Van twee zeeforellen is niet te herleiden (op basis van overige detecties) waar deze vissen zijn ingetrokken. Waarschijnlijk is de intrek van deze vissen via het Haringvliet (HVL) of via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal (NWW) verlopen.

Van de zeeforellen die via het Haringvliet zijn ingetrokken zijn er 14 (45%) via de spuisluizen gegaan, tegenover tien exemplaren (32%) via de scheepvaartsluis. Voor zeven zeeforellen geldt dat deze waarschijnlijk via het Haringvliet zijn ingetrokken (o.b.v. overige detecties), maar dat deze hier niet gedetecteerd zijn. Vijf van deze vissen zijn mogelijk via de vissluizen in de Haringvlietdam naar binnen getrokken (intrek voor 2014), voor de overige vissen geldt dat er op het moment van intrek

waarschijnlijk problemen waren met het detectiestation. Logischerwijs zijn deze vissen wel op andere detectiestations waargenomen. Van de zeeforellen die bij de spuisluizen zijn gedetecteerd zijn er zeven (50%) ook op andere stroomopwaarts gelegen detectiestations waargenomen. Van de zeeforellen die in de scheepvaartsluis zijn gedetecteerd is slechts één exemplaar (10%) verder stroomopwaarts getrokken.

De zeeforellen die via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal zijn ingetrokken zijn vrij evenwichtig verdeeld over de Nieuwe Waterweg (14 exemplaren; 52%) en het Hartelkanaal (11 exemplaren; 41%). Respectievelijk zeven (50%) en vijf (45%) van deze vissen zijn ook verder stroomopwaarts waargenomen. Voor twee zeeforellen geldt dat deze, o.b.v. overige detecties, waarschijnlijk via de Nieuwe Waterweg of het Hartelkanaal zijn ingetrokken, maar hier niet zijn gedetecteerd.

Eén zeeforel is in het Noordzeekanaal gedetecteerd, op het detectiestation Velsen. Deze vis is niet op andere detectiestations gedetecteerd.

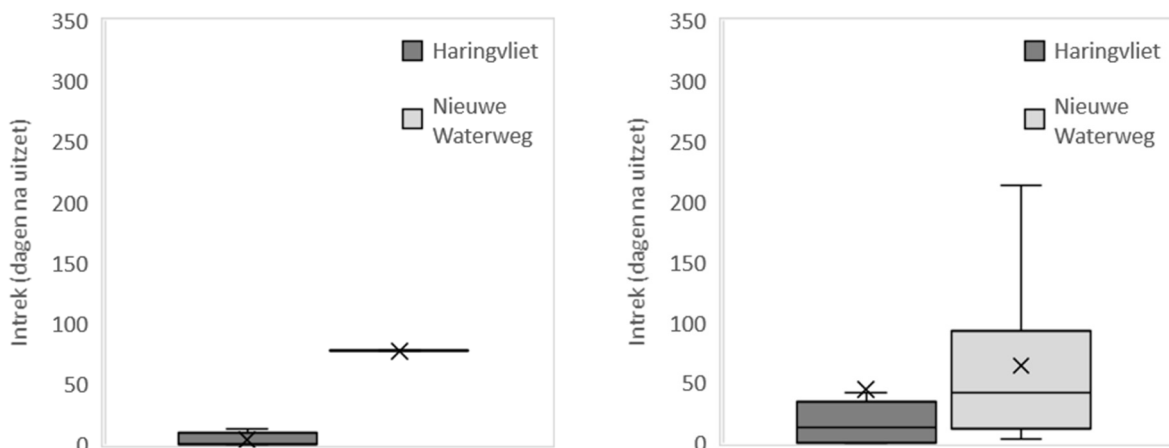


Figuur 3.2. Intrek van zeeforel (2011-2017).

3.2.2 Periode

In figuur 3.3 is het moment van intrek weergegeven als de tijd na uitzet. Bij het Haringvliet betreft het 28 vissen waarvan dit tijdstip bekend is (24 zeeforellen en vier zalmen), bij de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal 26 vissen (25 zeeforellen en één zalm) en bij het Noordzeekanaal één vis (zeeforel, niet weergegeven in figuur).

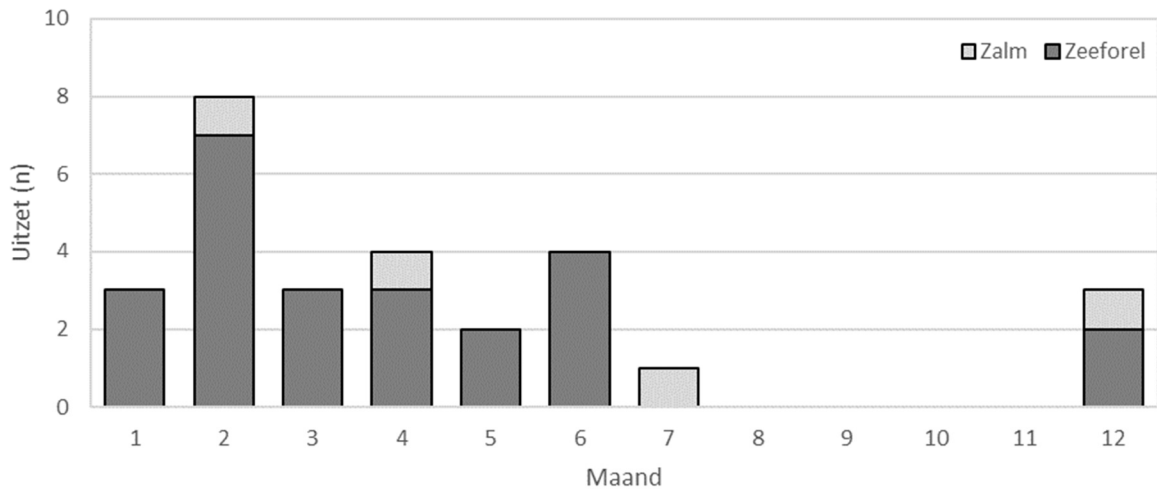
Zowel bij het Haringvliet als bij de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal is er sprake van een grote variatie in het moment van intrek. Bij het Haringvliet trekken de snelste vissen de dag van uitzet nog in, tegenover vissen die pas het daaropvolgende jaar intrekken. Circa 50% van de vissen trekt echter binnen vijf dagen na uitzet in. De vier zalmen die via het Haringvliet introkken deden dit allen binnen twee weken (gemiddeld in drie tot vier dagen). Bij de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal is de intrek later in de tijd na uitzet dan bij het Haringvliet. De eerste vissen trekken binnen vijf dagen na uitzet naar binnen. Circa 50% van de vissen trekt echter pas anderhalve maand na uitzet of nog later in de tijd de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal op. Eén van de vissen trok pas na circa 10 maanden naar binnen.



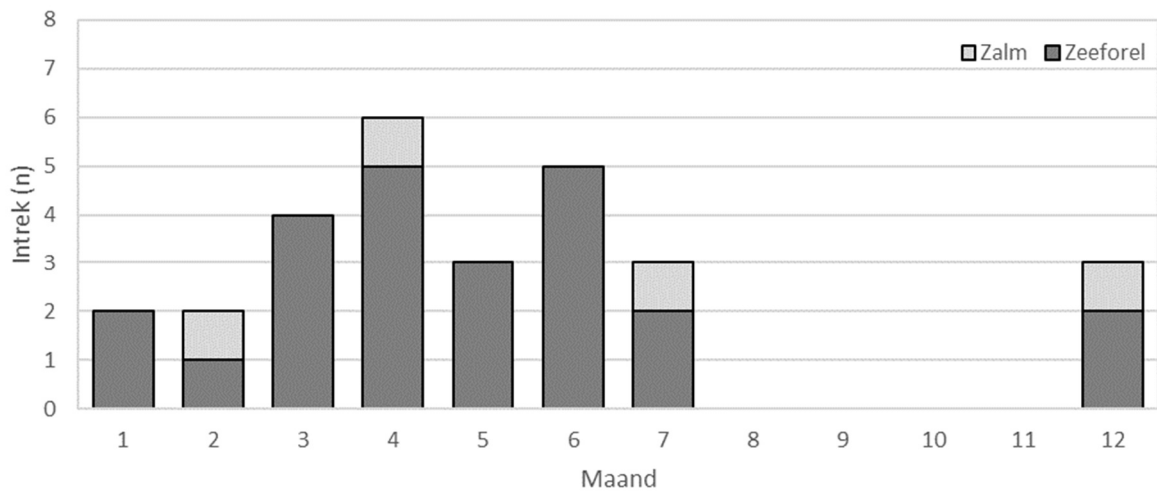
Figuur 3.3. *Moment van intrek (dagen na uitzet) van zalm (links) en zeeforel (rechts), weergegeven als mediaan en de daarbij behorende kwartielen. Het rekenkundig gemiddelde is weergegeven als x.*

In figuur 3.4 tot en met figuur 3.6 zijn voor het Haringvliet het moment van uitzetten en de intrekgegevens weergegeven van de vissen die op deze locatie zijn ingetrokken. De intrek van salmoniden via de Haringvlietdam vindt voornamelijk plaats in de eerste helft van het jaar, tot en met juli. In deze periode zijn ook de meeste salmoniden voorzien van een transponder. Intrek vindt voornamelijk overdag plaats, tussen 7.00 en 19.00 uur.

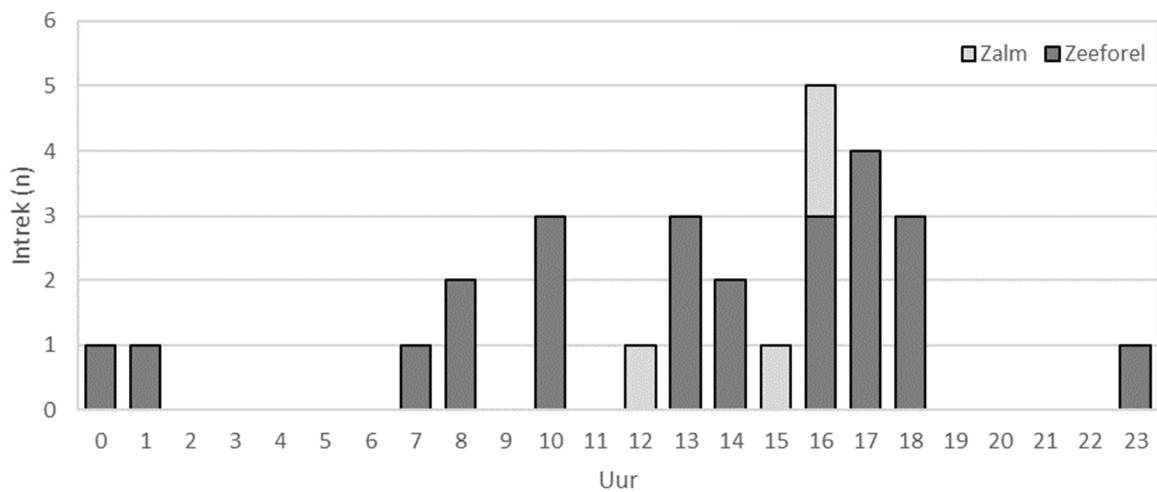
In figuur 3.7 tot en met figuur 3.9 zijn voor de Nieuwe Waterweg het moment van uitzetten en de intrekgegevens weergegeven van de vissen die op deze locatie zijn ingetrokken. Hoewel er verspreid over het jaar sprake is van intrekende salmoniden, zijn de aantallen het grootst in de maanden februari en maart. Daarnaast is er in mei/juni sprake van een lichte toename in de aantallen. De salmoniden die via de Nieuwe Waterweg naar binnen trokken zijn van een transponder voorzien in de periode van november tot en met april. Intrek vindt zowel overdag als 's nachts plaats met een piek net na de middag.



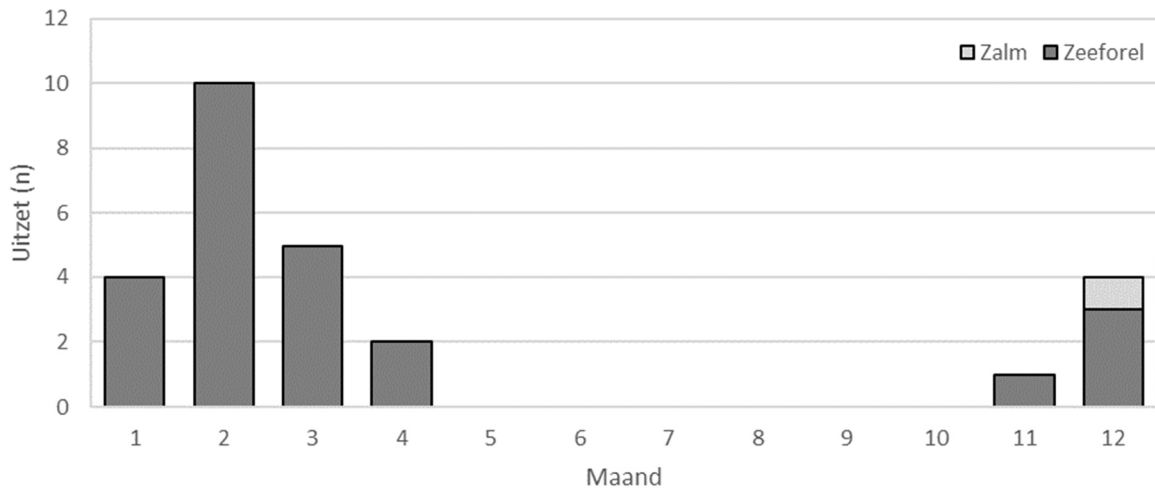
Figuur 3.4. Haringvliet; moment van merken (maand).



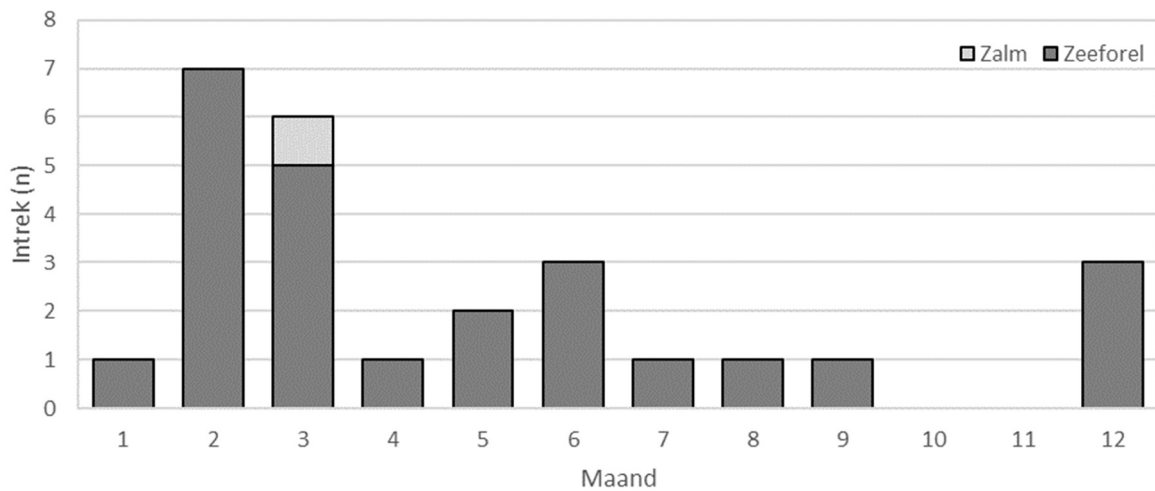
Figuur 3.5. Haringvliet; moment van intrek (maand).



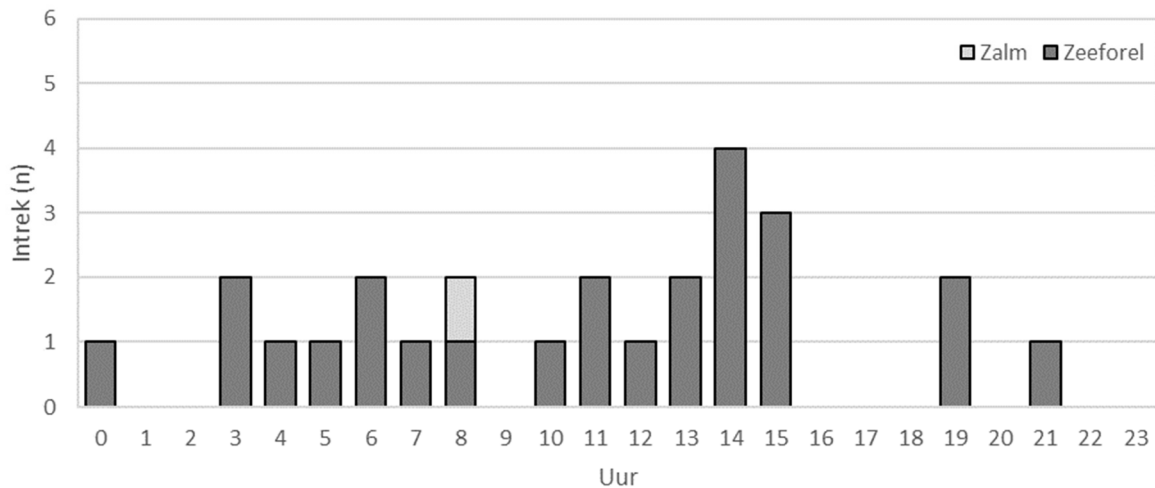
Figuur 3.6. Haringvliet; moment van intrek (uur).



Figuur 3.7. Nieuwe Waterweg; moment van merken (maand).



Figuur 3.8. Nieuwe Waterweg; moment van intrek (maand).



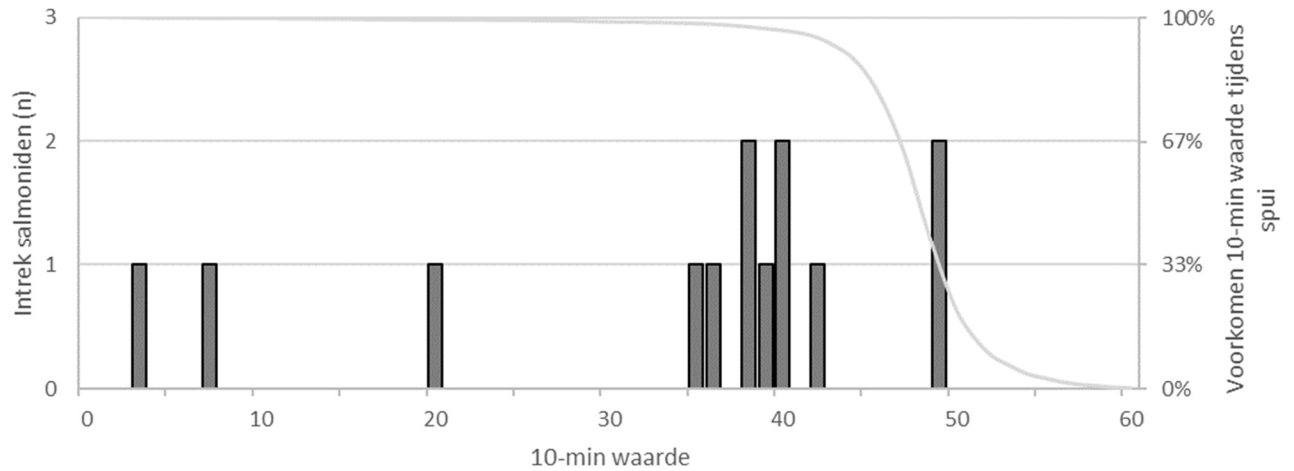
Figuur 3.9. Nieuwe Waterweg; moment van intrek (uur).

3.2.3 Spuicyclus

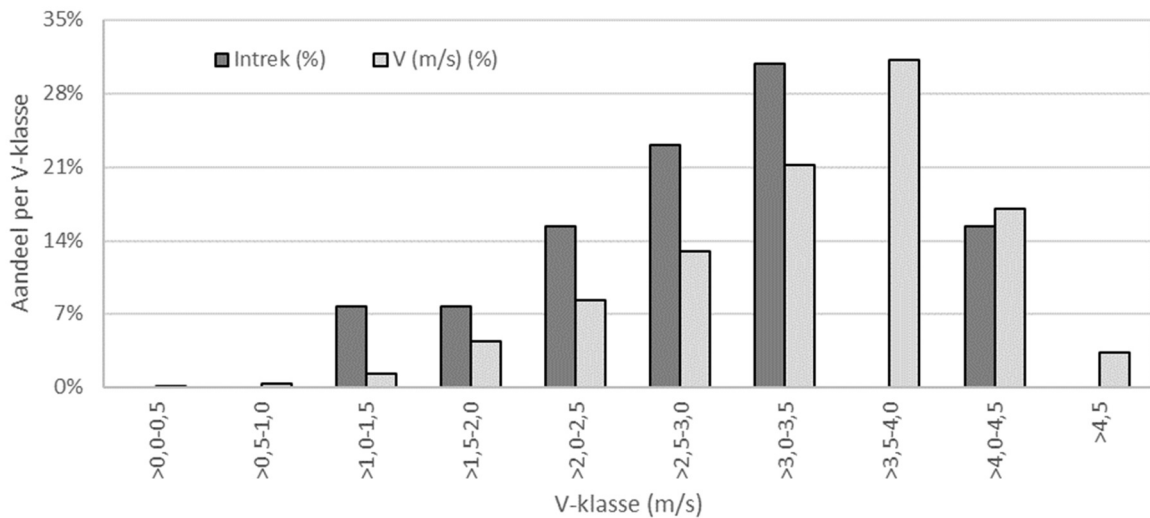
De intrek van salmoniden door de Haringvlietdam is in grote mate afhankelijk van het spuibeheer. Van dertien salmondien die via de spuiokers van de Haringvlietdam naar binnen trokken is de intrek te relateren aan het moment in de spuicyclus (Figuur 3.10) en de stroomsnelheid tijdens het spuien (figuur 3.11 en figuur 3.12).

Over het algemeen is er bij het Haringvliet sprake van relatief lange spuingangen. Circa 90% van de spuingangen heeft een duur van minimaal zeven tot maximaal negen uur (circa 42 tot 54 10-min waarden). Gedurende de spuingang is er sprake van wisselende peilverschillen tussen het Haringvliet en de Voordelta. De belangrijkste factor hierin is het getij in de Voordelta. Het optredende peilverschil resulteert in een bepaalde stroomsnelheid. Wanneer het moment van intrek wordt gerelateerd aan het moment van de spuingang/spuiperiode, dan valt op dat het grootste deel van de salmoniden (bijna 80%) relatief laat in de spuiperiode naar binnen trekt. Dit is over het algemeen na minimaal zes uur spuien.

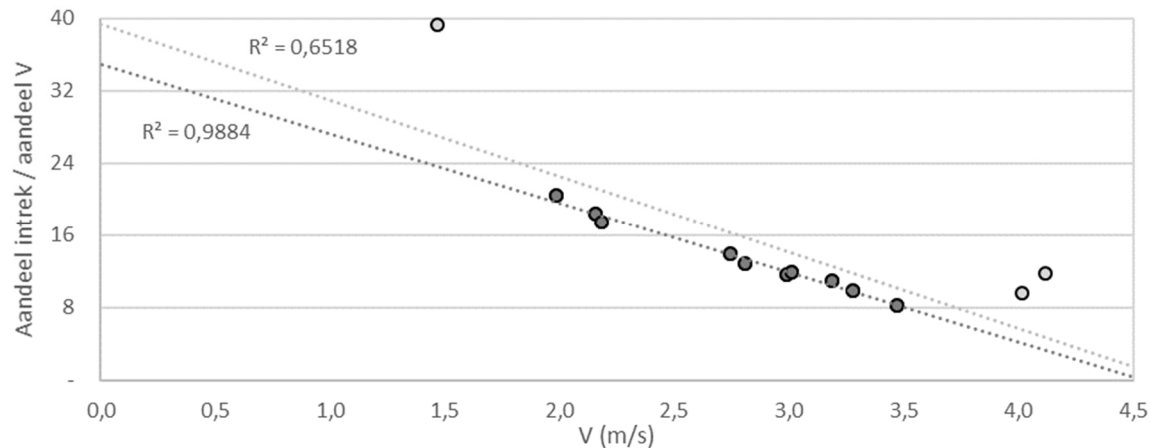
Het grootste deel van de intrek vindt plaats bij stroomsnelheden tussen 2,0 en 3,5 m/s. Slechts twee vissen trokken naar binnen bij hogere stroomsnelheden, namelijk circa 4,0 tot 4,1 m/s. Wanneer de stroomsnelheid waarbij de intrek wordt uitgezet tegen het voorkomen van deze stroomsnelheid dan blijkt dat vissen vrijwel niet intrekken bij stroomsnelheden groter dan 3,5 m/s, ondanks dat deze stroomsnelheden wel relatief veel voorkomen in de tijd.



Figuur 3.10. Intrek in relatie tot tijdstip in spuiperiode (grijze lijn geeft de duur van de spuiperiode weer, deze eindigt normaliter tussen circa 400 en 600 minuten).



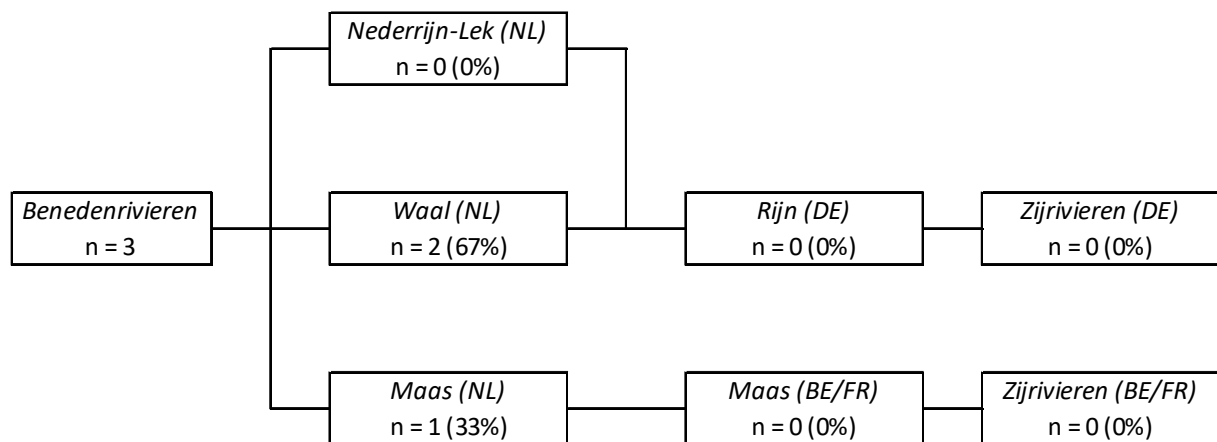
Figuur 3.11. Intrek in relatie tot stroomsnelheid tijdens spuien, beiden weergegeven als aandeel binnen het totaal aan waarden.



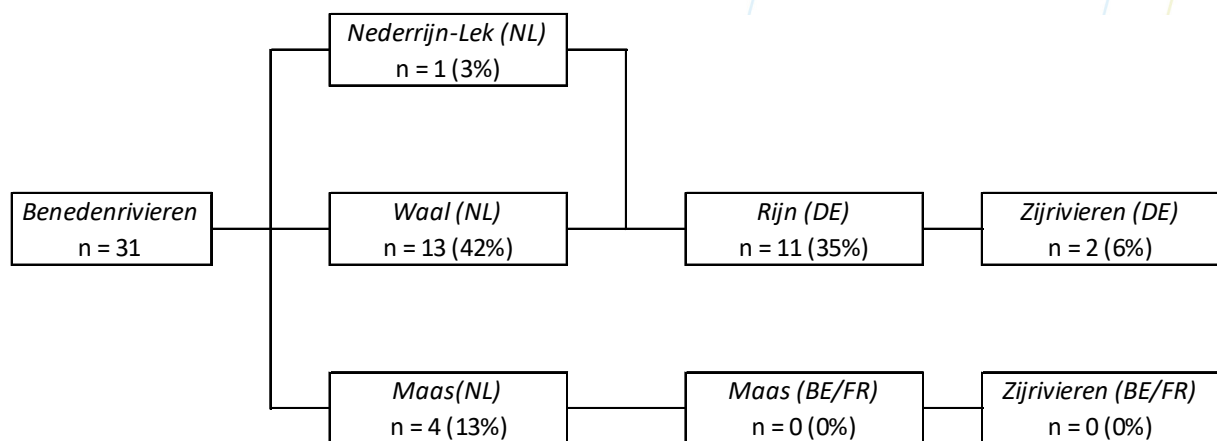
Figuur 3.12. Lineair verband tussen intrek en stroomsnelheid (aandelen). Eénmaal is de trendlijn berekend o.b.v. alle waarden, éénmaal exclusief de extremen (grijs weergegeven).

3.3 Doortrek

Van de 68 salmoniden die zijn ingetrokken zijn er 34 (50%) ook verder stroomopwaarts gedetecteerd. In figuur 3.13 en figuur 3.14 is de doortrek van respectievelijk zalm en zeeforel weergegeven. De doortrek van de gedetecteerde zalmen beperkt zich tot het Nederlandse deel van de Rijn (Waal) en de Maas. De zeeforellen zijn wel verder stroomopwaarts gezwommen, tot in de Duitse zijrivieren van de Rijn. In bijlage 5 en 6 is de migratie op kaart weergegeven, evenals de stations waarop de vissen voor het laatst gedetecteerd zijn. In de volgende subparagrafen wordt de migratie door de Benedenrivieren, Rijn en Maas in groter detail besproken.



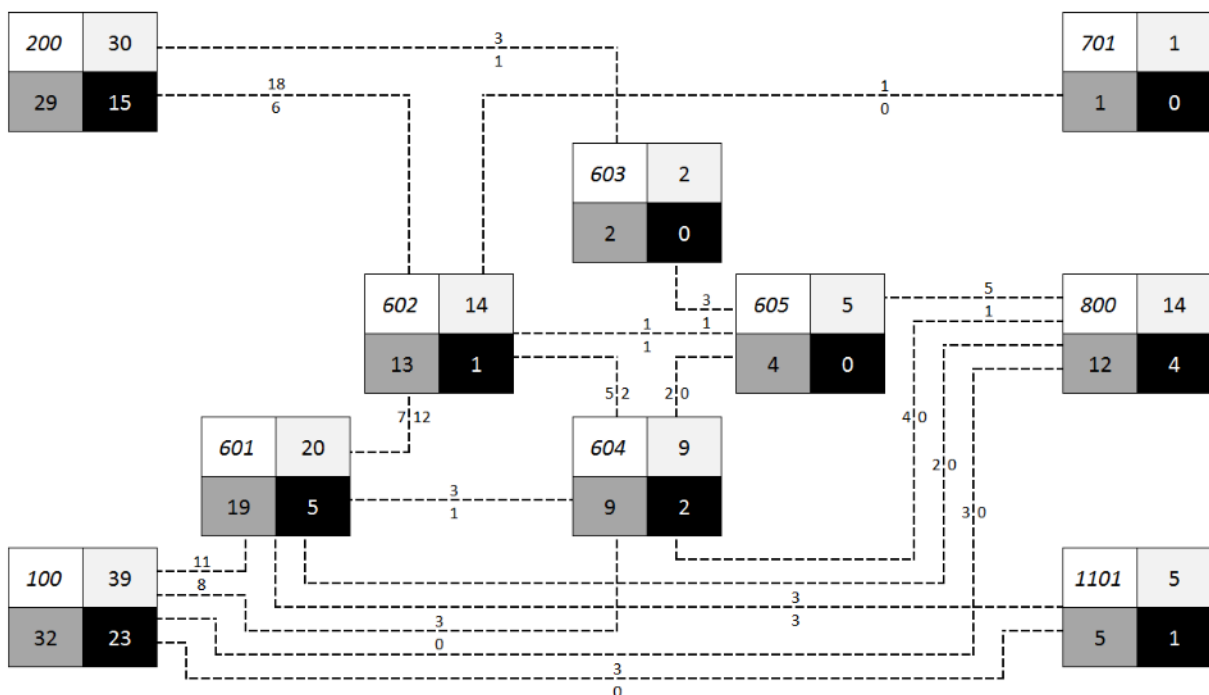
Figuur 3.13. Doortrek van zalm (2012-2015).



Figuur 3.14. Doortrek van zeeforel (2011-2017).

3.3.2 Migratie via de Benedenrivieren

De 34 vissen die via het Haringvliet en via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal zijn ingetrokken en daadwerkelijk verder stroomopwaarts zwemmen, komen allen in de Benedenrivieren terecht. In figuur 3.15 zijn de migratieroutes door de Benedenrivieren schematisch weergegeven voor zalm en zeeforel samen. Twee vissen zijn niet meegenomen in dit schema (transpondernummers 1847 en 8087). Deze vissen werden voor het eerst gedetecteerd op respectievelijk station 605 en 800, waarmee de routes niet te herleiden zijn. Mogelijk trokken deze vissen via de vissluizen in het Haringvliet naar binnen (voor 2013 werden vissen via deze route niet gedetecteerd, vanaf 2013 is dit wel het geval door de aanleg van het detectiestation aan de binnenzijde van de Haringvlietdam; beide vissen trokken in 2012 naar binnen).



Figuur 3.15. Doortrek van salmoniden via de Benedenrivieren naar de Nederrijn-Lek, Waal en Maas. Het nummer linksboven in de vakken correspondeert met het station; rechtsboven met het absolute aantal gepasseerde vissen, linksonder met het aantal gedetecteerde vissen en rechtsonder met het aantal vissen waarvan de laatste detectie op het betreffende station was. De routes zijn weergegeven met stippellijnen, met daarbij het aantal stroomopwaartse zwembewegingen (boven en links van de lijn) en stroomafwaartse zwembewegingen (onder en rechts van de lijn).

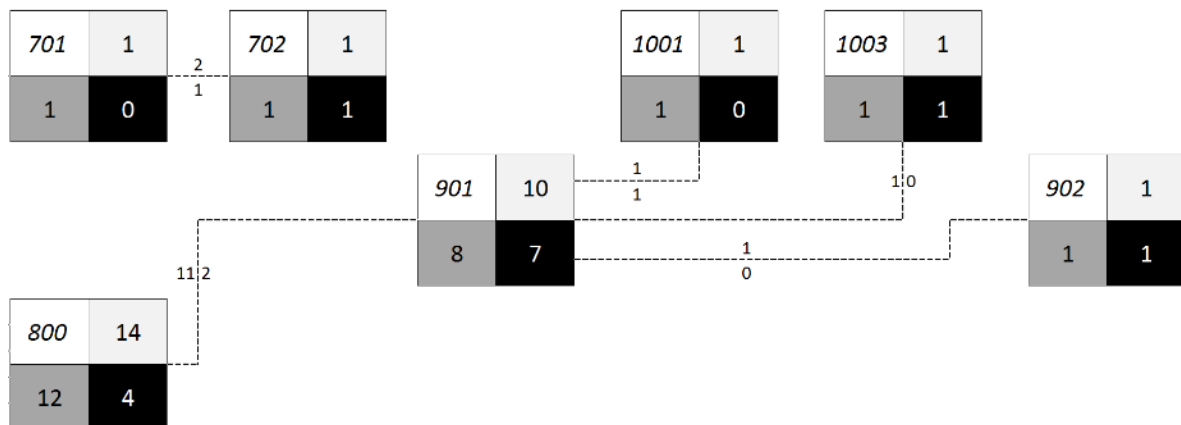
De vissen die via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal (200) intrekken, zwemmen voor het merendeel de Oude Maas (602) op. Slechts een klein deel van de vissen zwemt via de Nieuwe Maas om vervolgens op De Noord (603) gedetecteerd te worden. Van deze vissen zwemt er één verder richting de Nederrijn Lek (701). Deze vis is in eerste instantie via de Nieuwe Waterweg ingetrokken, waarna de vis de Oude Maas en het Spui (601) is opgezwoomen. Vervolgens is deze vis een jaar lang niet gedetecteerd, om vervolgens in Lek te Nieuwegein op te duiken. Omdat deze vis op de tussenliggende stations niet gedetecteerd is, kan de exacte route niet met zekerheid gereproduceerd worden. In theorie is de route via de Oude Maas (602) en de Nieuwe Maas het meest waarschijnlijk. Het merendeel van de vissen die via het Spui verder trekken, zwemt namelijk naar de Oude Maas.

Van de vissen die de Oude Maas opzwellen, trekt een groot deel verder in de richting van het Spui (601). Twee van deze vissen trekken waarschijnlijk via het Haringvliet (100) weer terug naar zee, terwijl drie van deze vissen voor het laatst in het Spui zijn gedetecteerd. Mogelijk zijn ook deze vissen via het Haringvliet weer naar zee getrokken. Ook vanuit het Haringvliet zwemt een deel van de vissen (acht in totaal) direct het Spui op. Over het algemeen laten deze vissen meerdere zwembewegingen zien tussen het Spui en het Haringvliet of zwemmen ze richting de Oude Maas (602), Dordtse Kil (604) of Beneden Merwede (605).

Vanuit de Benedenrivieren kunnen de salmoniden de Nederrijn-Lek, Waal of Maas optrekken. Slechts één van de salmoniden is de Nederrijn-Lek opgetrokken. Zoals eerder vermeld, zwom deze vis via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal het zoete water in. De vissen die de Waal opzwellen (14 stuks) afkomstig uit de Beneden Merwede (5); via de Nieuwe Merwede uit de Dordtse Kil (4); via het Haringvliet, Hollandsch Diep en Nieuwe Merwede uit het Spui (2) en tenslotte via dezelfde route direct uit het Haringvliet (3). Van oorsprong zijn deze vissen afkomstig van de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal (6) of het Haringvliet (8). Salmoniden die de Maas opzwellen doen dit allen via het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Bergsche Maas (5). Twee van deze vissen zijn hierbij eveneens in het Spui waargenomen.

3.3.3 Migratie via de Rijn

In figuur 3.16 is de verdere stroomopwaartse migratie weergegeven van vissen die via de Benedenrivieren de Rijntakken Nederrijn-Lek en Waal zijn opgezwellen. In totaal zijn dit 16 vissen, waarvan er 15 in de figuur zijn weergegeven. Vis 1847 is eveneens in de Waal (800) gedetecteerd en later in de Rijn te Xanten (901). Benedenstrooms is deze vis niet gedetecteerd, waarmee intrek via één van de vissluizen in de Haringvlietdam het meest waarschijnlijk is.



Figuur 3.16. Doortrek van salmoniden via de Nederrijn-Lek en Waal naar Duitsland. Het nummer linksboven in de vakken correspondeert met het station; rechtsboven met het absolute aantal gepasseerde vissen, linksonder met het aantal gedetecteerde vissen en rechtsonder met het aantal vissen waarvan de laatste detectie op het betreffende station was. De routes zijn weergegeven met stippellijnen, met daarbij het aantal stroomopwaartse zwembewegingen (boven en links van de lijn) en stroomafwaartse zwembewegingen (onder en rechts van de lijn).

Zoals in de vorige paragraaf al aangegeven is er slechts één vis de Nederrijn-Lek opgezwellen. Via de Lek te Nieuwegein (701) is deze vis verder stroomopwaarts gezwommen, tot de vistrap van Hagestein (702). Eind mei 2014 was deze vis hier voor het eerst, waarna deze toch weer

stroomafwaarts is getrokken. Eind november van dat jaar is de vis opnieuw de Lek te Nieuwegein (701) opgezwommen om enkele dagen later opnieuw tot Hagestein (702) te komen. Hierna is deze vis niet meer gedetecteerd.

Het merendeel van de salmoniden die de Rijn optrekt doet dit via de Waal. Van de 14 vissen zijn er tien met zekerheid verder stroomopwaarts getrokken. Tien vissen passeerden de Rijn te Xanten (901), één is gedetecteerd in de Lippe en één in de Sieg. Daarnaast is één vis gedetecteerd benedenstrooms van de dam te Iffezheim. Van de tien vissen die tot Xanten komen zijn er twee die op een later moment ook weer terugkeren naar de Waal. Eén van de vissen (transponder 14604) wordt eind juli 2016 al gedetecteerd te Xanten, maar zwemt vervolgens terug naar de Waal. Pas half november trekt deze vis stroomopwaarts via de Waal naar Xanten. Vervolgens wordt de vis half januari nogmaals gedetecteerd te Xanten. De andere vis (transponder 7675) trekt begin februari 2011 via de Waal naar Xanten. Daar wordt de vis omstreeks half februari waargenomen. Twee weken later wordt de vis nogmaals gedetecteerd en enkele dagen later weer op de Waal.

Voor de vis die in de Lippe is gedetecteerd geldt dat dit eind oktober was. Deze vis is hier vijf dagen waargenomen om vervolgens begin november nog éénmaal in de Rijn gedetecteerd te worden. De vis die in de Sieg is gedetecteerd (transponder 4862) was hier eind juni 2012. Tien dagen eerder is deze vis op de Waal (800) gedetecteerd, een dag daarvoor nog in de Dordtse Kil (604).

3.3.4 Migratie via de Maas

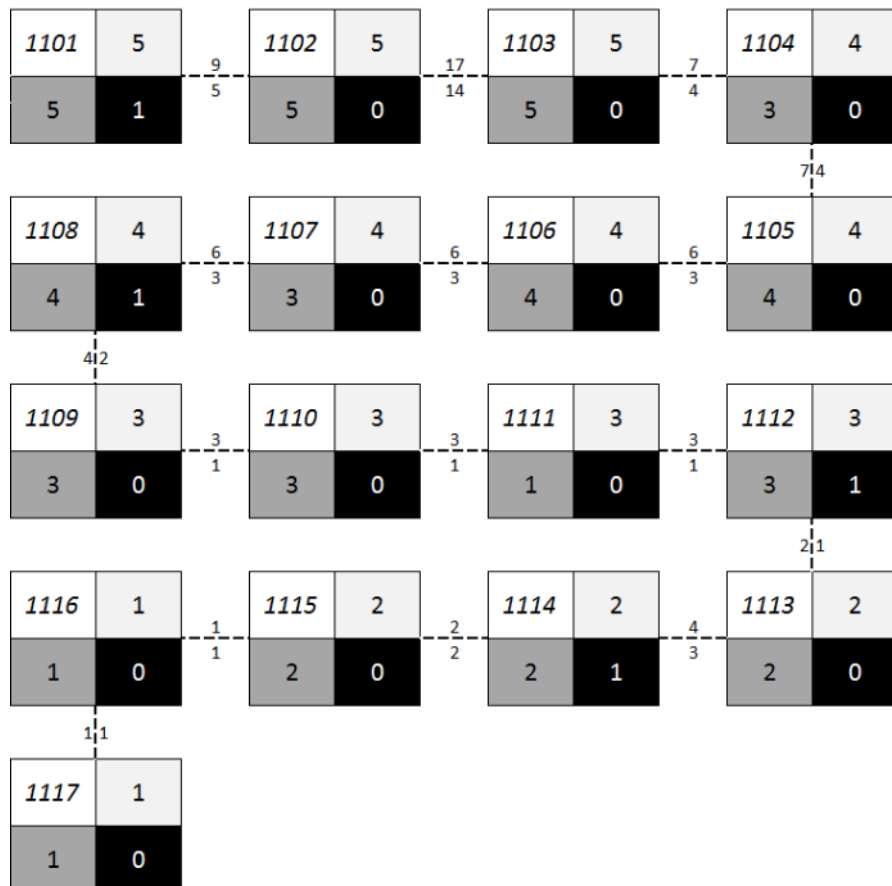
In figuur 3.17 is de migratie van salmoniden via de Maas weergegeven. In totaal zijn vijf vissen de Maas opgezwommen. Zoals reeds aangegeven zijn al deze vissen afkomstig van het Haringvliet.

De vissen die de Maas opzwemmen, weten allen het stuwcomplex te Lith te bereiken (1103). Met uitzondering van één vis, zwemmen alle salmoniden vanaf dit punt stroomafwaarts naar het station te Lith (1102), of zelfs verder stroomafwaarts naar de Bergsche Maas te Capelse Veer (1101) om vervolgens weer stroomopwaarts te zwemmen naar het stuwcomplex te Lith (1103). Vissen leggen deze route meermaals af, alvorens ze het stuwcomplex te Lith passeren. Uiteindelijk weten vier vissen dit te doen, waarbij driemaal de laatste detectie benedenstrooms van het stuwcomplex was en slechts éénmaal in de vistrap. Er is één vis die het stuwcomplex te Lith niet passeert (transponder 3532). Deze vis is in de eerste week van januari (2013) al waargenomen te Lith. In maart wordt de vis weer gedetecteerd, wederom te Lith. De vis besluit dan stroomafwaarts te trekken en wordt begin april in de Oude Maas te Spijkenisse (602) waargenomen. In juni besluit deze vis toch weer terug te keren naar Lith, waar de vis enkele dagen veelvuldig gedetecteerd wordt. Eind juni/begin juli 2013 zwemt de vis echter stroomafwaarts, om op 11 juli nog éénmaal in de Oude Maas (602) gedetecteerd te worden.

De vissen die het stuwcomplex te Lith passeren zwemmen allen verder tot het stuwcomplex te Linne. Voor één vis is dit de laatste detectie. Twee anderen zwemmen eerst stroomafwaarts (zelfs tot het Spui (601)), om vervolgens alsnog het stuwcomplex te passeren. De vertraging bedraagt hiermee één en vierenhalve maand.

De resterende drie vissen zwemmen verder stroomopwaarts tot het stuwcomplex te Roermond. Voor één vis is dit de laatste detectie. Deze vis is voor het laatst waargenomen in de vistrap te Roermond, op 20 juli 2012. De overige twee vissen zwemmen verder stroomopwaarts tot de Grensmaas te Stevensweert (1115) en de Maas te Maastricht (1117). De vis die tot Stevensweert is waargenomen (transpondernummer 14703) werd een dag later nog éénmaal aangetroffen benedenstrooms van de stuw te Linne, en enkele minuten later bovenstrooms van deze stuw. De vis die tot Maastricht is

gezwommen (transpondernummer 3533) was hier begin december 2012. Eind december is deze vis stroomafwaarts waargenomen in de Grensmaas te Stevensweert. Na enkele maanden niet gedetecteerd te zijn, is deze vis half april weer tussen Lith en Balgoij waargenomen. Enkele dagen later is de vis voor het laatst gedetecteerd op het station in de Bergsche Maas (1101).



Figuur 3.17. Doortrek van salmoniden via de Maas. Het nummer linksboven in de vakken correspondeert met het station; rechtsboven met het absolute aantal gepasseerde vissen, linksonder met het aantal gedetecteerde vissen en rechtsonder met het aantal vissen waarvan de laatste detectie op het betreffende station was. De routes zijn weergegeven met stippellijnen, met daarbij het aantal stroomopwaartse zwembewegingen (boven en links van de lijn) en stroomafwaartse zwembewegingen (onder en rechts van de lijn).

4 DISCUSSIE

4.1 Algemeen

In voorliggende studie is de intrek en verdere migratie (doortrek) van salmoniden in beeld gebracht voor vissen die zich in de Voordelta aandienen. Dit door middel van het Nedap Trail Systeem®, waarbij de salmoniden zijn voorzien van een inwendige transponder. De werkzaamheden zijn hierbij uitgevoerd conform het protocol dat hiervoor is opgesteld (Vriese, 1995). Het transpondergewicht bedraagt in voorliggende studie gemiddeld 2,3% en maximaal 3,8% van het lichaamsgewicht, wat als acceptabel wordt beschouwd (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001).

Van de gemerkte salmoniden is uiteindelijk 14% gedetecteerd op één of meerdere detectiestations. Dit percentage is aanzienlijk lager dan de 35% voor de periode 1996-2000 (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001), de 36% voor de periode 2001-2008 (Vriese, 2011) en de 39% voor de periode 2009-2010 (Van Giels, 2011). Hiervoor zijn verschillende oorzaken aan te wijzen namelijk;

- 1) de verplaatsing van het detectiestation Haringvliet;
- 2) de afwijkende uitzetlocatie in de jaren 2010-2014;
- 3) de terugzetverplichting van salmoniden.

Ad. 1. De detectiekabels van het station Haringvlietdam lagen tot en met 2013 in het midden van de spuikokers (en waren voor 2000 zelfs afwezig). Er was hierbij onderscheid tussen de noordelijk gelegen spuikokers en de zuidelijk gelegen spuikokers. In de praktijk bleek echter dat vissen die op deze stations gedetecteerd werden niet noodzakelijkerwijs ook daadwerkelijk introkken. Deze vissen bevonden zich in de spuikoker, maar waren deze bij detectie nog niet gepasseerd. In 2014 zijn deze kabels vervangen door één kabel die zich aan de binnenzijde van de Haringvlietdam bevindt. De kabel ligt op circa 50 meter afstand van de schuiven. De vissen die nu op dit station worden gedetecteerd zijn daadwerkelijk ingetrokken. Indien de detecties van de Haringvlietdam voor de periode 2001-2008 niet worden meegenomen voor de intrek, dan komt het intrekpercentage uit op 23% (Vriese, 2001). Dit is vergelijkbaar met de intrek van de laatste jaren van voorliggende studie (zie ad. 2).

Ad. 2. In de periode 2010-2014 zijn vrijwel alle gemerkte salmoniden uitgezet in de buitenhaven van Stellendam en niet in de Voordelta. Op basis van de detectiegegevens van de laatste jaren blijkt dat van de salmoniden die in de buitenhaven zijn uitgezet circa 11% is gedetecteerd, tegenover 21% van de vissen die in de Voordelta zijn uitgezet. De uitzetlocatie heeft hiermee een grote invloed op de kans tot detectie, al dan niet éénmalig.

Ad. 3. Per 3 april 2000 is er een terugzetverplichting voor zalm en zeeforel van kracht. In de eerste onderzoeksperiode (1996-2000) bestond een groot deel van het intrekpercentage uit terugvangsten/-meldingen (21% van de gemerkte vissen). Indien hiervoor gecorrigeerd komt het intrekpercentage in de eerste periode uit op 25% bij zeeforel (Vriese, 2011). Dit ligt in dezelfde orde van grootte als de intrek die de laatste jaren is waargenomen bij de vissen die in de Voordelta zijn uitgezet.

Wat eveneens een rol kan spelen bij de detectie van vissen is de conditie waarin deze verkeren. In het verleden is geconstateerd dat de conditie van vissen die niet gedetecteerd werden veelal lager waren dan van vissen die wel gedetecteerd werden, hoewel dit niet significant is (Bij de Vaate & Breukelaar). In deze studie hebben de gemerkte zalmen een gemiddelde conditie van 0,87 (0,41-1,40). De gemerkte zeeforellen hebben een gemiddelde conditie van 0,98 (0,52-1,51). De vissen die uiteindelijk gedetecteerd zijn hadden een conditie van minimaal 0,81 (zalm) of 0,74 (zeeforel). Hierbij dient opgemerkt te worden dat de conditie tijdens het merken niet noodzakelijkerwijs gelijk is aan de conditie op het moment van intrek. Wat wel vast staat is dat salmoniden (zeeforel) een goede conditie

nodig heeft voor de stroomopwaartse migratie, waarbij deze onder meer bepaald wordt door de leeftijd en de rijping van de gonaden (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001). Voor zeeforel geldt dat de gemiddelde conditie toeneemt met het aantal zeejaren van de vis (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001). In voorliggende studie is de leeftijd van de vissen echter niet vastgesteld.

4.2 Intrek

4.2.1 Locatie

Doordat de gemerkte salmoniden in de Voordelta worden uitgezet, ligt het accent van het onderzoek op de intrek en doortrek via het Benedenrivierengebied. Voor zalm geldt dat de (beperkte) intrek voornamelijk plaatsvindt via het Haringvliet. Circa 70% van de vissen trekt via dit punt naar binnen, tegenover circa 30% via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal. Een dergelijke verdeling is ook voor de periode 2009-2010 (70%-30%) en voor de periode 2001-2008 (86%-14%) waargenomen bij zalm. Vanwege de beperkte aantallen is de waarde hiervan echter beperkt.

Ten opzichte van zalm is de intrek van zeeforel meer verdeeld over het Haringvliet (51%) en de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal (44%). Voor 3% van de vissen is de exacte intreklocatie niet bekend, terwijl 2% van de vissen voor het eerst is gedetecteerd in het Noordzeekanaal. De huidige min of meer gelijke verdeling over het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg is afwijkend met eerdere onderzoeken. In de periode 2001-2008 trok 62% van de zeeforellen via het Haringvliet naar binnen (Vriese, 2011), in de periode 2009-2010 was dit zelfs 73% (Van Giels, 2011). Waarschijnlijk zijn verschillen met de huidige periode deels verklaarbaar door de eerdergenoemde verschillen in het detectiestation Haringvlietspuisluizen en de uitzetlocatie. In de periode 1996-2000 trok het merendeel van de zeeforellen via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal naar binnen, namelijk 20% van de gemerkte vissen, tegenover 14% via het Haringvliet (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001). Destijds lag er bij de Haringvlietdam echter geen detectiestation.

Van de zeeforel die via het Haringvliet naar binnen trekt doet 45% dit via de spuisluizen, 32% via de scheepvaartsluis en voor 23% van de vissen is het exacte intrekpunt niet bekend. Van deze laatste categorie is waarschijnlijk een deel (maximaal vijf exemplaren) via de visluizen in de Haringvlietdam naar binnen getrokken (intrek voor 2014). De overige vissen zijn niet gedetecteerd, waarschijnlijk als gevolg van problemen met het detectiestation. Voor zalm is de verdeling over de spuisluizen en de scheepvaartsluis gelijk. Dat relatief veel salmoniden via de scheepvaartsluis naar binnen trekken, lijkt gerelateerd te zijn aan de uitzetlocatie en vindt voornamelijk in 2012 en 2013 plaats. Slechts 17% van deze salmoniden wordt ook verder stroomopwaarts waargenomen, tegenover 44% van de salmoniden die via de Haringvlietdam naar binnen trekken.

De intrek van zeeforel via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal is min of meer gelijk verdeeld over de Nieuwe Waterweg (52%) en het Hartelkanaal (41%). Voor 7% van de vissen is de exacte intreklocatie onbekend. Van de twee zalmen die via deze locatie introkken deed één dit via het Hartelkanaal en is de exacte intreklocatie van de andere zalm onbekend. Voor beide locaties geldt dat circa 45-50% van de gedetecteerde vissen ook verder stroomopwaarts zijn gedetecteerd. Dit percentage is vrijwel gelijk aan de doortrek van salmoniden via het Haringvliet.

4.2.2 Moment

Zowel bij het Haringvliet als bij de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal is er sprake van een grote variatie in het moment van intrek. Bij de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal is de intrek later in de tijd na uitzetten dan bij het Haringvliet (42 dagen versus 13 dagen). Dit lijkt een logisch gevolg van de uitzetlocatie. De

intrek via het Haringvliet vindt voornamelijk plaats in de eerste helft van het jaar, in het bijzonder van maart tot en met juli. De intrek van salmoniden via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal is het grootst in februari/maart. Door de jaren heen (2001-2016) vindt het overgrote deel van de intrek plaats in de lengte- en zomermaanden. De piek lijkt zich hierbij iets te verschuiven naar eerder in het jaar.

De intrek via het Haringvliet is voornamelijk overdag. Dit geldt zowel voor de intrek via de spuisluisen als via de scheepvaartsluizen. Wanneer specifiek naar de spuisluisen wordt gekeken, dan blijkt ook in voorgaande perioden de intrek vooral overdag plaats te vinden (Vriese, 2011; Van Giels, 2011). Voor de gehele periode gebeurt intrek voor 82,9% overdag. Dit terwijl er zowel overdag als 's nachts in een min of meer gelijke mate gespuid wordt. De reden dat salmoniden bij in complexe situaties, zoals bij de Haringvlietdam, voornamelijk overdag intrekken is te relateren aan oriëntatie middels zicht (Keefer *et al.*, 2013). De intrek via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal is wat dat betreft aanzienlijk minder complex. Op deze locatie trekt de vis zowel overdag als 's nachts het zoete water op, hoewel de piek net na de middag ligt.

4.2.3 Spuicyclus

Intrek via de Haringvlietdam verloopt primair via migratie door de spuikokers, hoewel ook visriolen aanwezig zijn. Het grootste deel van de salmoniden (circa 80%) trekt relatief laat in de spuiperiode naar binnen. Ook tijdens voorgaande jaren was dit het geval (Vriese, 2011; Van Giels, 2011). Dat salmoniden vooral aan het einde van de spuicyclus intrekken lijkt gerelateerd te zijn aan;

- 1) de ontwikkeling van een lokstroom;
- 2) de optredende stroomsnelheid.

Ad. 1. Gedurende een spuigang ontwikkeld zich een zoete waterstroom die zich steeds verder in de Voordelta uitstrekt. Deze zoete waterstroom fungeert als een lokstroom voor vissoorten die vanuit zee de rivier optrekken. Afhankelijk van de locatie waar vissen zich in de Voordelta bevinden kan het enige tijd in beslag nemen alvorens vissen daadwerkelijk bij de Haringvlietdam aankomen en deze kunnen passeren.

Ad. 2. De mogelijkheid tot passage is afhankelijk van de stroomsnelheid. De huidige resultaten tonen aan dat passage vooral plaatsvindt bij stroomsnelheden tot 3,5 m/s. Circa 50% van de spuiperiode is dit het geval, globaal de eerste twee uur van de spuiperiode en de laatste twee uur van de spuiperiode. Hoewel salmoniden een voorkeur lijken te hebben voor passage bij stroomsnelheden lager dan 3,5 m/s blijken ook bij hogere stroomsnelheden vissen naar binnen te trekken. In voorliggend onderzoek is intrek waargenomen bij stroomsnelheden tot 4,1 m/s en in eerdere jaren zelfs tot 4,5 m/s. Een stroomsnelheid van 4,5 m/s lijkt hierbij de grenswaarde waarbij stroomopwaartse migratie nog mogelijk is.

4.3 Doortrek

Van de 68 gedetecteerde salmoniden zijn er 34 (50%) ook op stroomopwaarts gelegen stations gedetecteerd en zijn 21 exemplaren (31%) via de Benedenrivieren verder stroomopwaarts gezwommen. Circa 69% van de ingetrokken vissen is hiermee niet verder gekomen dan de intreklocatie of de Benedenrivieren. Mogelijk waren deze vissen onvoldoende gemotiveerd om verder stroomopwaarts te trekken, of zijn deze er op enig moment niet in geslaagd de juiste migratieroute te vinden.

Het grootste deel van de vissen die via de Benedenrivieren verder stroomopwaarts trekken gaat via de Nieuwe Merwede en de Beneden Merwede naar de Waal (71%), een klein deel trekt via het Haringvliet en Hollandsch Diep de Maas op (24%) en slechts één vis (5%) gaat via de Nieuwe Maas naar de Nederrijn-Lek.

De enkele vis die de Nederrijn-Lek optrekt, doet dit zonder succes. De laatste detectie vond plaats op het station te Hagestein, waarna de vis niet meer is gedetecteerd. De migratie naar de Nederrijn-Lek verloopt vermoedelijk via de Nieuwe Maas. De vis is in eerste instantie echter vanuit de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal de Oude Maas ingetrokken. Het merendeel van de vissen die op deze intreklocatie intrekt, volgt in eerste instantie deze route, zoals ook in het verleden het geval was.

Van de 15 vissen die de Waal op trekken bereiken 11 exemplaren Duitsland (73%). Dit is 16% van de vissen die ooit gedetecteerd zijn en circa 32% van de vissen die na detectie ook verder stroomopwaarts zijn aangetroffen. Dit percentage is iets lager dan de 42% over de periode 2009-2010 (Van Giels, 2011) en iets hoger dan de 26% over de periode 2001-2008 (Vriese, 2011). Drie salmoniden worden ook verder stroomopwaarts van Xanten waargenomen, in de zijrivieren Lippe en Sieg en in de Rijn te Iffezheim. Van de resterende vissen is het in theorie mogelijk dat deze in (andere) zijrivieren van de Rijn tot voortplanting zijn gekomen. Als voorbeeld dient de vis met transpondernummer 14604 die half november Xanten passeert en half januari terugkeert.

De vissen die de Waal opzwellen zijn afkomstig uit de Beneden Merwede (36%) en de Nieuwe Merwede (64%). Tweederde van de vissen die via de Nieuwe Merwede optrekken, zijn daarvoor aangetroffen in het Spui of de Dordtse Kil. Bijna 80% van de vissen die de Waal optrekken, is hiermee op enig moment waargenomen in het Spui, de Dordtse Kil of de Beneden Merwede. Een belangrijke factor hierbij zijn de wisselende stroomrichtingen in de Dordtse Kil en het Spui. De zwembewegingen in deze wateren komen overeen met de wisselende stroomrichtingen in deze wateren. In het Spui stroomt het water bij afvoeren tot 3.000 m³/s circa 65% van de tijd in de richting van het Haringvliet, in de Dordtse Kil is dit circa 60-70% van de tijd het geval (Bij de Vaate & Breukelaar, 2001). De waargenomen zwembewegingen tussen Spui in de richting van de Oude Maas en tussen Dordtse Kil in de richting van de Oude Maas komen met respectievelijk 63% en 71% overeen met een stroomopwaarts gerichte migratie in deze delen van het Benedenrivierengebied.

De vissen die de Maas opzwellen, trekken allen in via het Haringvliet. Drie van deze vissen zwemmen direct de Maas op, twee vissen zijn daarnaast in het Spui waargenomen. Van de vissen die de Maas optrekken, komt er één tot stuwcomplex Lith, één tot stuwcomplex Linne, één tot stuwcomplex Roermond en zijn twee exemplaren tot aan Stevensweert/Maastricht gezwellen. De migratie in de Maas wordt gekenmerkt door relatief veel opeenvolgende stroomop- en stroomafwaarts gerichte migratie. De vis (zeeforel) die tot Maastricht is doorgezwellen, is mogelijk tot voortplanting gekomen in één van de zijbeken van de Maas. Deze vis werd eind december waargenomen in de Grensmaas te Stevensweert en pas enkele maanden later weer te Lith.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusies

5.1.1 Intrek

- Van de salmoniden die van een transponder zijn voorzien is 14% op één of meerdere detectiestations gedetecteerd. Dit percentage is lager dan in voorgaande jaren, wat waarschijnlijk deels veroorzaakt wordt door veranderingen in stations, uitzetlocatie en de terugzetverplichting die voor 2000 van kracht was.
- De beperkte intrek van zalm vindt voornamelijk plaats via het Haringvliet (circa 70%), tegenover circa 30% via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal. Bij zeeforel is de intrek min of meer gelijk verdeeld over het Haringvliet (51%) en de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal (44%). Voor 3% van de zeeforellen is de exacte intreklocatie niet bekend, één vis trok via het Noordzeekanaal naar binnen (2%). Bij de interpretatie van deze aandelen is het van belang mee te nemen dat de gemerkte salmoniden in de Voordelta van het Haringvliet zijn uitgezet.
- De vissen die via het Haringvliet intrekken doen dit via de spuisluisen (45%) of scheepvaartsluisen (32%). Voor 23% is het exacte intrekpunt op deze locatie niet bekend. Mogelijk trok een groot deel van deze vissen via de vissluizen in de Haringvlietdam naar binnen. Slechts 17% van de salmoniden die via de scheepvaartsluisen intrekken, zijn ook verder stroomopwaarts waargenomen, tegenover 44% van de vissen die via de spuisluisen naar binnen trekken.
- De intrek van salmoniden via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal is min of meer gelijk verdeeld over de Nieuwe Waterweg (52%) en het Hartelkanaal (41%). Voor 7% van de vissen is de exacte intreklocatie niet bekend. Circa 45-50% van de vissen die via de Nieuwe Waterweg of het Hartelkanaal intrekken, zijn ook verder stroomopwaarts waargenomen.
- De intrek via het Haringvliet vindt vooral plaats in de maanden maart tot en met juli. Vissen trekken hierbij vooral overdag naar binnen, zoals ook in het verleden is waargenomen. De salmoniden die via de spuisluisen naar binnen trekken doen dit voornamelijk aan het einde van de spuigang, voornamelijk bij stroomsnelheden tot 3,5 m/s.
- De intrek van salmoniden via de Nieuwe Waterweg/Hartelkanaal vindt vooral plaats in de maanden februari/maart. In tegenstelling tot het Haringvliet trekken de vissen zowel overdag als 's nachts naar binnen, met een piek net na de middag.

5.1.2 Doortrek

- Van de 68 salmoniden die zijn gedetecteerd zijn er 34 (50%) ook op stroomopwaarts gelegen stations gedetecteerd en uiteindelijk 21 (31%) die via de Benedenrivieren verder stroomopwaarts zijn gezwommen. De vissen die niet verder stroomopwaarts trekken worden voor het laatst gezien op de intreklocaties of op detectiestations in de Benedenrivieren.
- Het grootste deel van de vissen die via de Benedenrivieren verder stroomopwaarts trekken gaat via de Nieuwe Merwede en de Beneden Merwede naar de Waal (71%), een klein deel trekt via het Haringvliet en Hollandsch Diep de Maas op (24%) en slechts één vis (5%) gaat via de Nieuwe Maas naar de Nederrijn-Lek.

- De enkele vis die de Nederrijn-Lek optrekt doet dit zonder succes. De laatste detectie vond plaats op het station te Hagestein, waarna de vis niet meer is gedetecteerd.
- Van de 15 vissen die de Waal op trekken bereiken 11 exemplaren Duitsland (73%). Dit is 16% van de vissen die ooit gedetecteerd zijn. Drie exemplaren worden nog verder stroomopwaarts waargenomen, in de zijrivieren Lippe en Sieg en in de Rijn te Iffezheim. Van de resterende vissen is het in theorie mogelijk dat deze in (andere) zijrivieren van de Rijn tot voortplanting zijn gekomen.
- Van de vissen die de Maas optrekken komt er één tot stuwcomplex Lith, één tot stuwcomplex Linne, één tot stuwcomplex Roermond en zijn twee exemplaren tot aan Stevensweert/Maastricht gezwommen. De migratie in de Maas wordt gekenmerkt door relatief veel opeenvolgende stroomop- en stroomafwaarts gerichte migratie. De vis (zeeforel) die tot Maastricht is doorgezwommen, is mogelijk tot voortplanting gekomen in één van de zijbeken van de Maas.

6 LITERATUUR

Bij de Vaate, A. & Breukelaar, A.W. (eds.), 2001. De migratie van zeeforel in Nederland. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, rapport nr. 2001.046. ISBN 9036954037.

Giels, J. van, 2011. Analyse detectiegegevens salmoniden 2009-2010. Rapport 20110401/01. ATKB, Waardenburg.

Keefer, M. L., C. C. Caudill, C. A. Peery, and M. L. Moser. 2013. Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes* 96:691-700

Vriese, F.T., 1995. Implantering van transponders in salmoniden. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport 1995-26, 59 p.

Vriese, F.T., 2011. Concept artikel salmoniden 2001-2008. Rapport 20101157/02. ATKB, Waardenburg.

BIJLAGE 1



Lengtefrequentieverdelingen

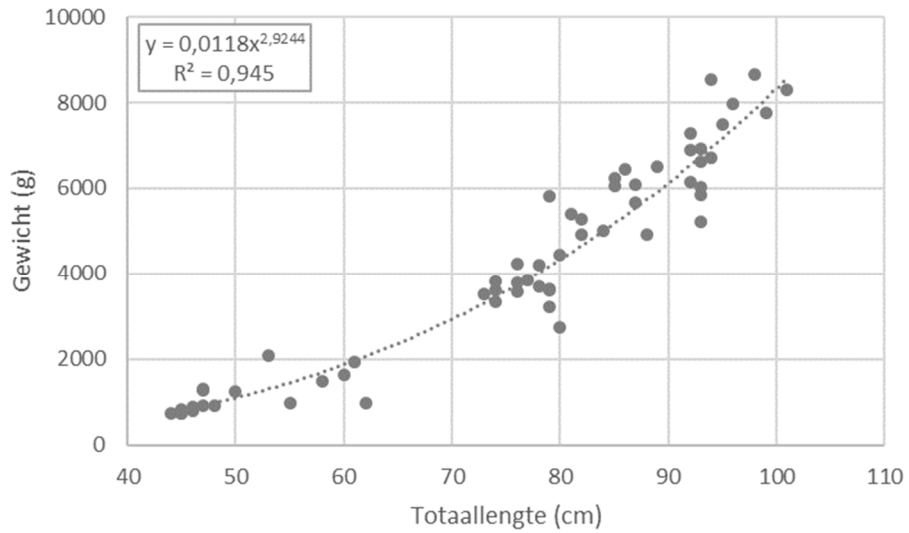
Tabel A. Lengtefrequentieverdeling gemerkte salmoniden per lengteklasse (2010-2016)

Lengteklasse (cm)	Zalm								Zeeforel							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Totaal	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Totaal
40-44	0	0	0	1	0	0	0	1	2	19	7	36	0	1	6	71
45-49	0	0	3	5	2	0	0	10	0	25	48	65	4	9	56	207
50-54	0	0	0	1	1	0	0	2	2	11	21	13	0	5	14	66
55-59	0	0	1	0	1	0	0	2	0	7	13	5	2	4	2	33
60-64	0	1	1	0	0	1	0	3	0	7	8	2	0	3	0	20
65-69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1	0	0	2	10
70-74	0	1	0	0	0	3	0	4	0	3	2	0	0	2	0	7
75-79	0	2	1	1	0	4	2	10	0	0	1	1	0	1	0	3
80-84	0	0	3	0	0	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0
85-89	0	0	6	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
90-94	0	1	3	2	0	4	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
95-99	0	0	1	0	1	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
100-104	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	0	6	19	10	5	14	6	60	4	77	102	123	6	25	80	417

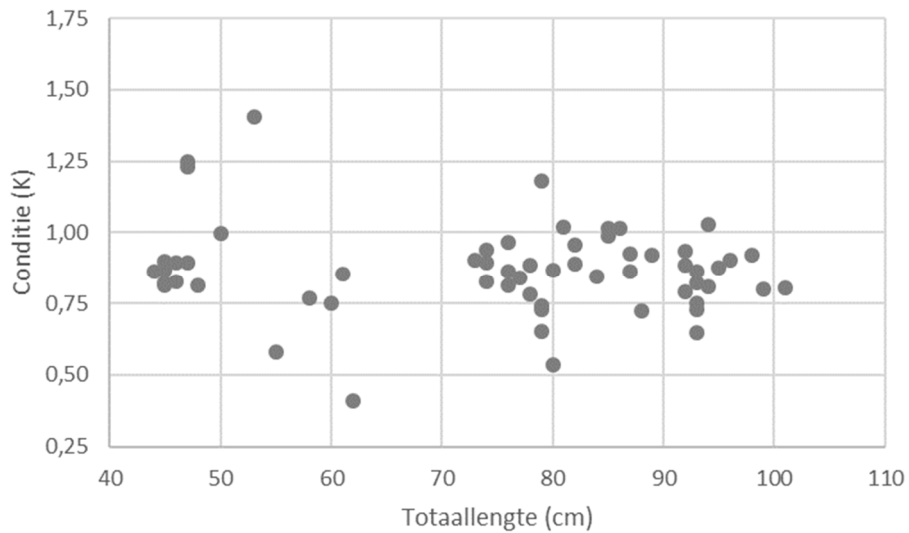
BIJLAGE 2



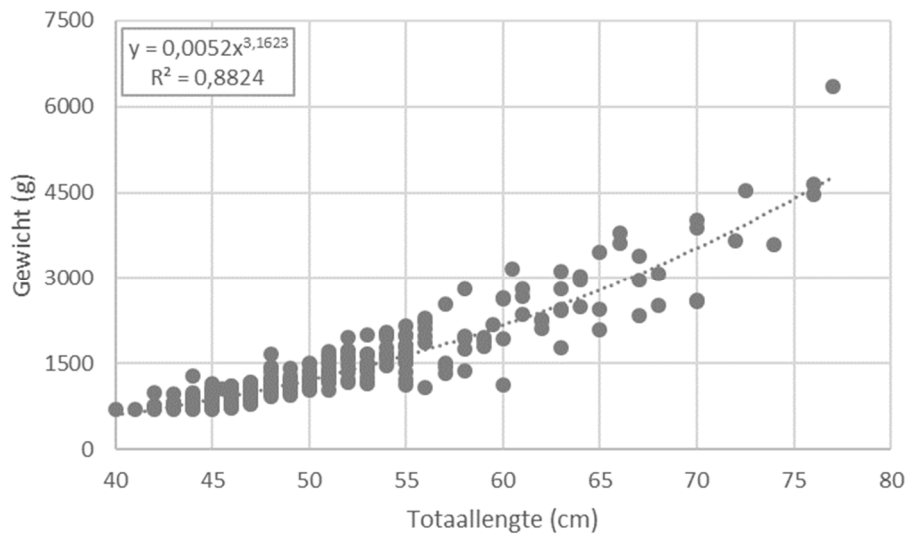
Lengte-gewicht relatie en conditie



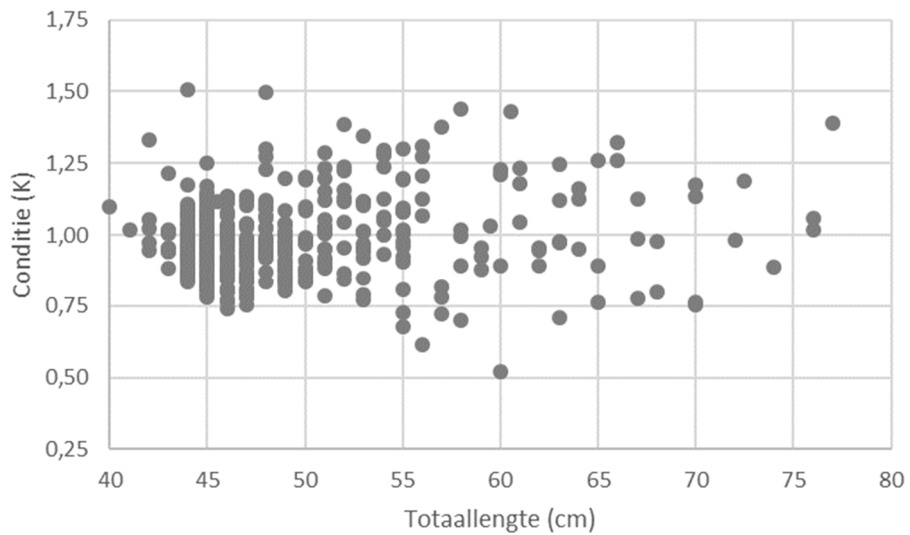
Figuur A. Lengte-gewicht relatie zalm (n = 60)



Figuur B. Conditie zalm (n = 60)



Figuur C. Lengte-gewicht relatie zeeforel (n = 417)



Figuur D. Conditie zeeforel (n = 417)

BIJLAGE 3



Kenmerken gemerkte salmoniden

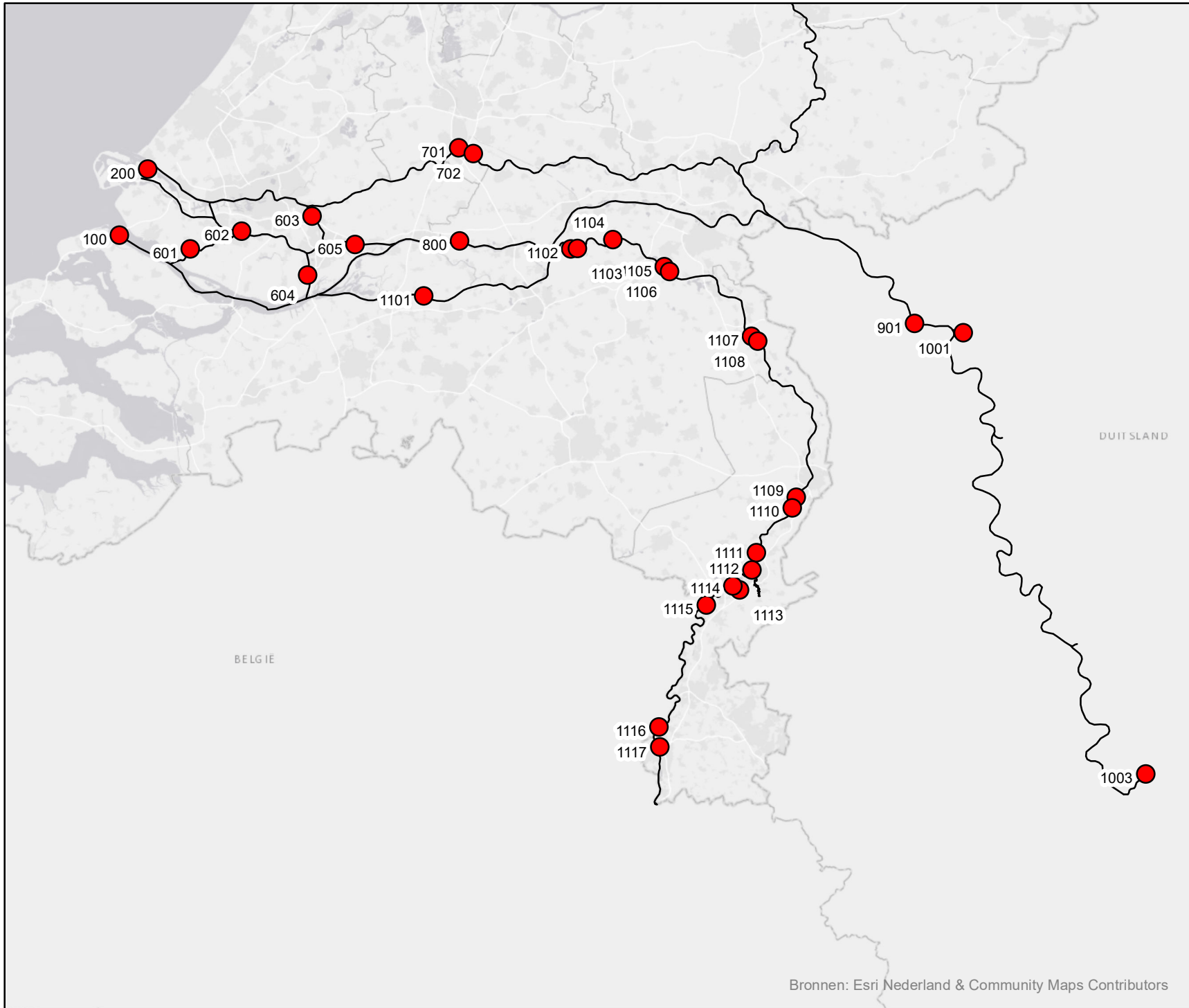
Tabel B. Kenmerken gemerkte salmoniden (wel/geen detectie)

Soort	Zalm			Zeeforel		
	<i>ja</i>	<i>nee</i>	<i>totaal</i>	<i>ja</i>	<i>nee</i>	<i>totaal</i>
Aantal (n)	7	53	60	61	356	417
<i>Lengte (cm)</i>						
Gemiddeld	69,1	75,6	74,8	51,7	49,1	49,5
Stdev.	20,6	17,6	17,9	8,0	6,3	6,6
Min.	45,0	44,0	44,0	44,0	40,0	40,0
Max.	93,0	101,0	101,0	74,0	77,0	77,0
<i>Gewicht (g)</i>						
Gemiddeld	3.762	4.225	4.171	1.513	1.230	1.271
Stdev.	2.602	2.436	2.438	887	672	713
Min.	742	734	734	720	701	701
Max.	7.280	8.660	8.660	3.895	6.350	6.350
<i>Conditie (K)</i>						
Gemiddeld	1,00	0,85	0,87	1,00	0,98	0,98
Stdev.	0,23	0,14	0,16	0,15	0,14	0,14
Min.	0,81	0,41	0,41	0,74	0,52	0,52
Max.	1,40	1,23	1,40	1,50	1,51	1,51

BIJLAGE 4



Migratie salmoniden ligging van stations



Bronnen: Esri Nederland & Community Maps Contributors

Tekeningnummer: 20170122/01
Datum: 15-2-2017

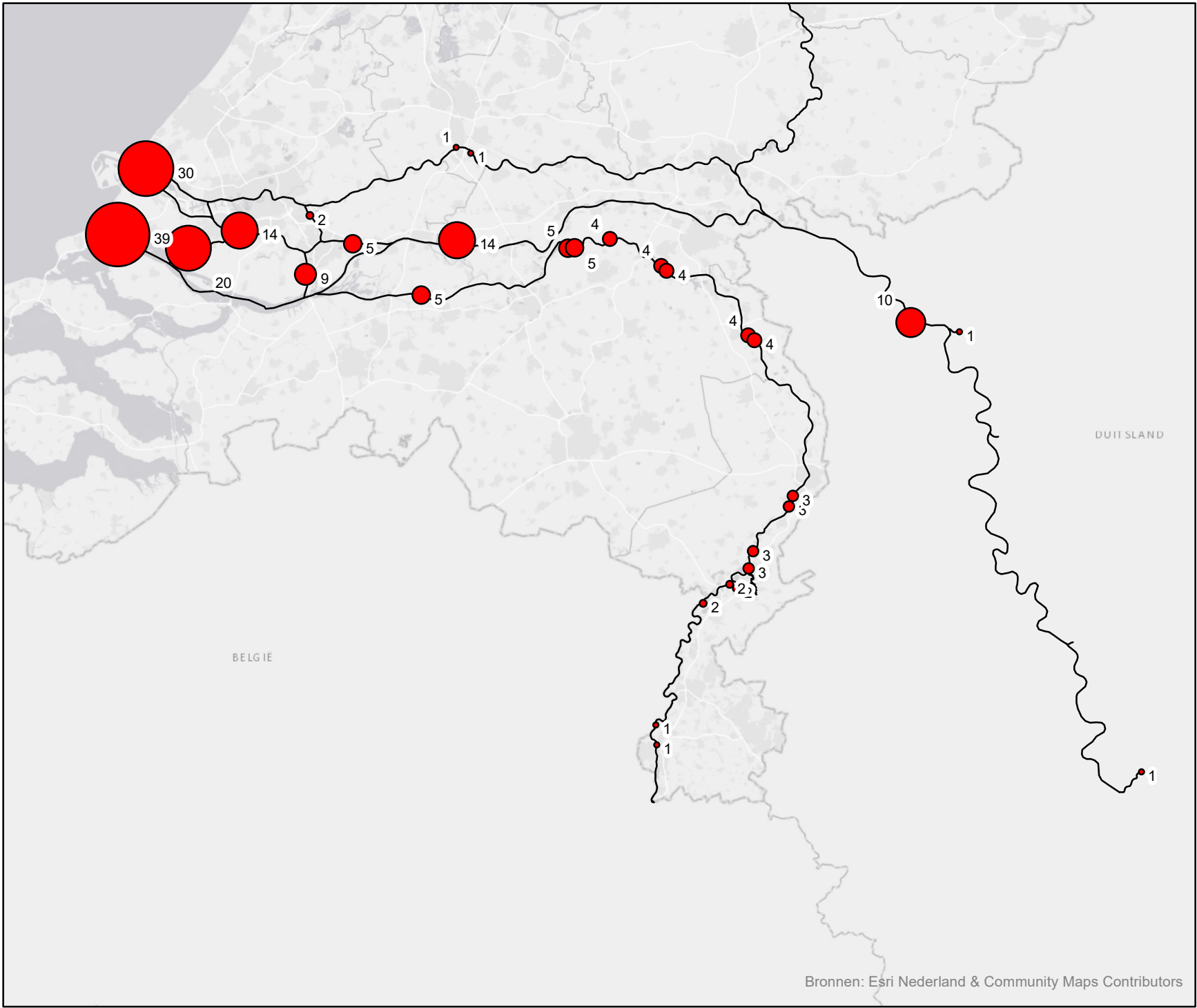


Telefoon: 088-1153200
Email: info@at-kb.nl



BIJLAGE 5





Migratie salmoniden passage per station

Tekeningnummer: 20170122/02
 Datum: 15-2-2017



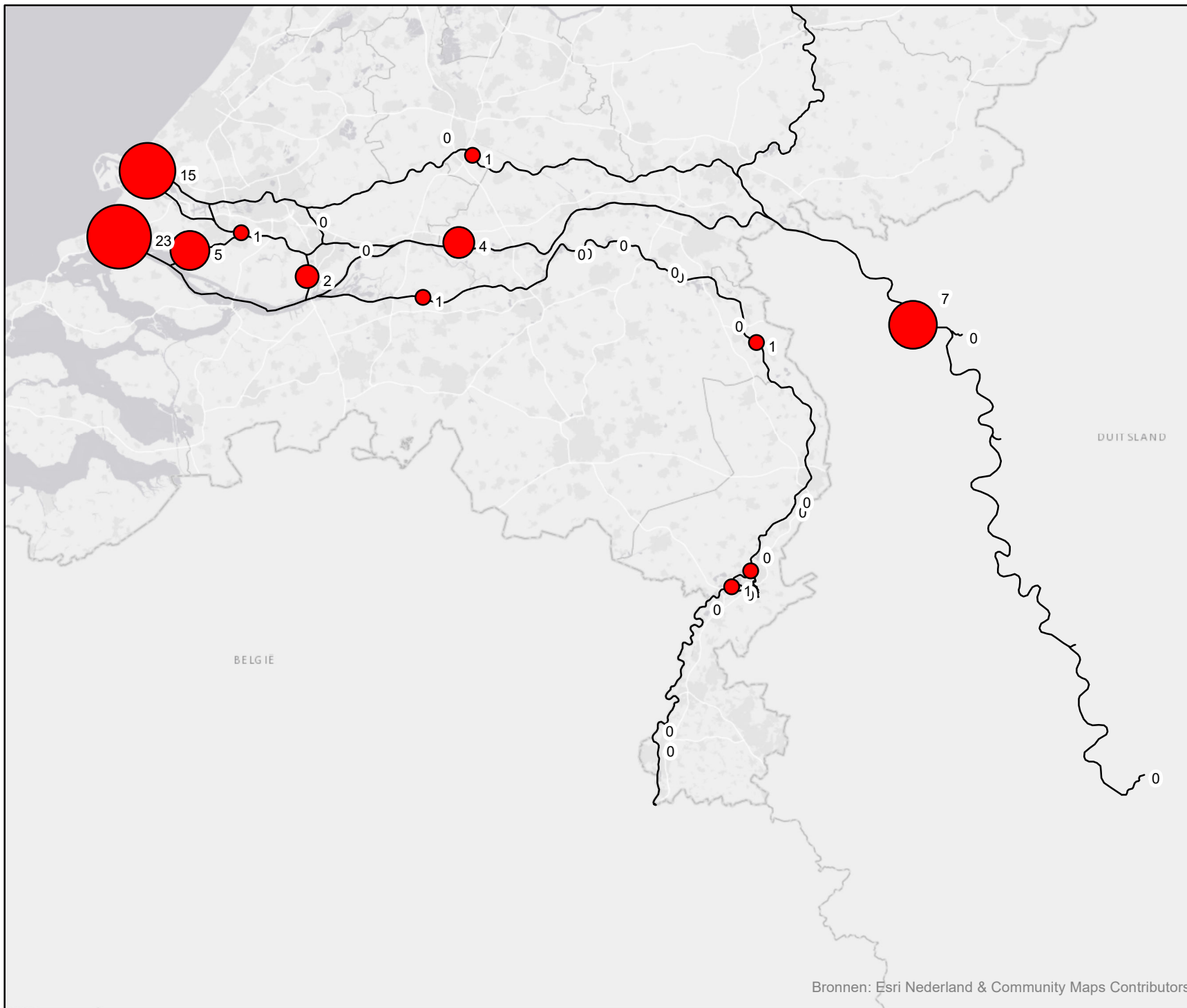
Telefoon: 088-1153200
 Email: info@at-kb.nl

Bronnen: Esri Nederland & Community Maps Contributors



BIJLAGE 6





Migratie salmoniden laatste detectie

Tekeningnummer: 20170122/03
Datum: 15-2-2017



Telefoon: 088-1153200
Email: info@at-kb.nl

BIJLAGE 7



