Visintrek via inlaatwerk bij gemaal Colijn voorjaar 2012

Waterschap Zuiderzeeland

Rapportnummer:	20120069/001
Status rapport:	Definitief
Datum rapport:	28 september 2012
Auteur:	J. Hop
Projectleider:	J. Kampen
Opdrachtgever:	Waterschap Zuiderzeeland Postbus 229 8200 AE, Lelystad
Contactpersoon:	Mevr. M. Wolfs

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

ATKB Stellendam
Postbus 54
3250 AB Stellendam
T 0187 60 70 40
F 0187 60 70 60

ATKB Zoetermeer
Groeneweg 2-d
2718 AA Zoetermeer
T 079 363 83 40
F 079 363 83 60

ATKB Geldermalsen
Poppenbouwing 34
4191 NZ Geldermalsen
T 0345 58 26 71
F 0345 58 26 27

www.at-kb.nl
info@at-kb.nl
Rabobank 160177529
BTWnr 8076.36.757B01
K.v.K. 27177140

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 1

1.1 Aanleiding 1
1.2 Doel 1
1.3 Leeswijzer 1

2 MATERIAAL EN METHODE 2

2.1 Onderzoeksgebied 2
2.2 Bemonsteringsperiode 3
2.3 Vangtuigen en wijze van bemonsteren 3
2.4 Verwerking van veldgegevens 4

3 RESULTATEN 5

3.1 Algemene opmerkingen 5
3.2 Soortensamenstelling en omvang vangst 5
3.3 Lengtesamenstelling 6
3.4 Effect opening 7
3.5 Effect tijdsduur 9
3.6 Vangstverloop gedurende de nacht 11

4 DISCUSSIE 12

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 16

6 LITERATUUR 17

BIJLAGEN

Bijlage 1: Gegevens inlaatwerk
Bijlage 2: Ruwe vangstgegevens
Bijlage 3: Lengtefrequentiediagrammen

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In het voorjaar van 2009 heeft ATKB in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland onderzoek verricht naar de mogelijkheden van visintrek naar de IJsselmeerpolders. Uit dit onderzoek is gebleken dat met het inlaatwerk bij gemaal Colijn effectief paling en driedoornige stekelbaars kan worden ingelaten. Omdat het inlaatwerk feitelijk nooit in functie is, heeft het waterschap besloten de bediening ervan te automatiseren en het inlaatwerk in te zetten ten behoeve van vismigratie. Nu dit gerealiseerd is ligt de vraag voor hoe de bediening van het inlaatwerk geoptimaliseerd kan worden om zo efficiënt en effectief mogelijk de doelsoorten paling en driedoornige stekelbaars de polder in te laten.

Waterschap Zuiderzeeland heeft AquaTerra-KuiperBurger B.V. (ATKB) opdracht gegeven een advies op te stellen voor de automatische bediening van het inlaatwerk bij gemaal Colijn.

1.2 Doel

Het doel van het onderzoek is een advies op te stellen waarmee de automatische bediening van het inlaatwerk bij gemaal Colijn geoptimaliseerd kan worden voor vismigratie. Om dit doel te bereiken dient het onderzoek antwoord te geven op de volgende onderzoeksvragen:

- tijdens welke periode dient het inlaatwerk geopend te zijn,
- hoe ver dienen de schuiven van het inlaatwerk geopend te zijn,
- hoe lang dienen de schuiven van het inlaatwerk geopend te zijn?

De eerste onderzoeksvraag wordt grotendeels beantwoord op basis van het onderzoek dat in 2009 door ATKB is uitgevoerd en beschikbare literatuur. De overige onderzoeksvragen worden in het huidige onderzoek nader onderzocht. Bij de optimalisatie van de bediening dient aangesloten te worden op de huidige bediening van het gemaal, waarbij twee zaken van belang zijn;

- Het gemaal draait voornamelijk in het tijdbestek van 23:00 tot 07:00 uur (op nachtstroom);
- Het gemaal bemaalt voornamelijk de Lage Vaart. De Hoge Vaart wordt alleen bemalen bij hoge afvoeren, omdat gemaal Lovink voor deze afdeling het hoofdgemaal is.

1.3 Leeswijzer

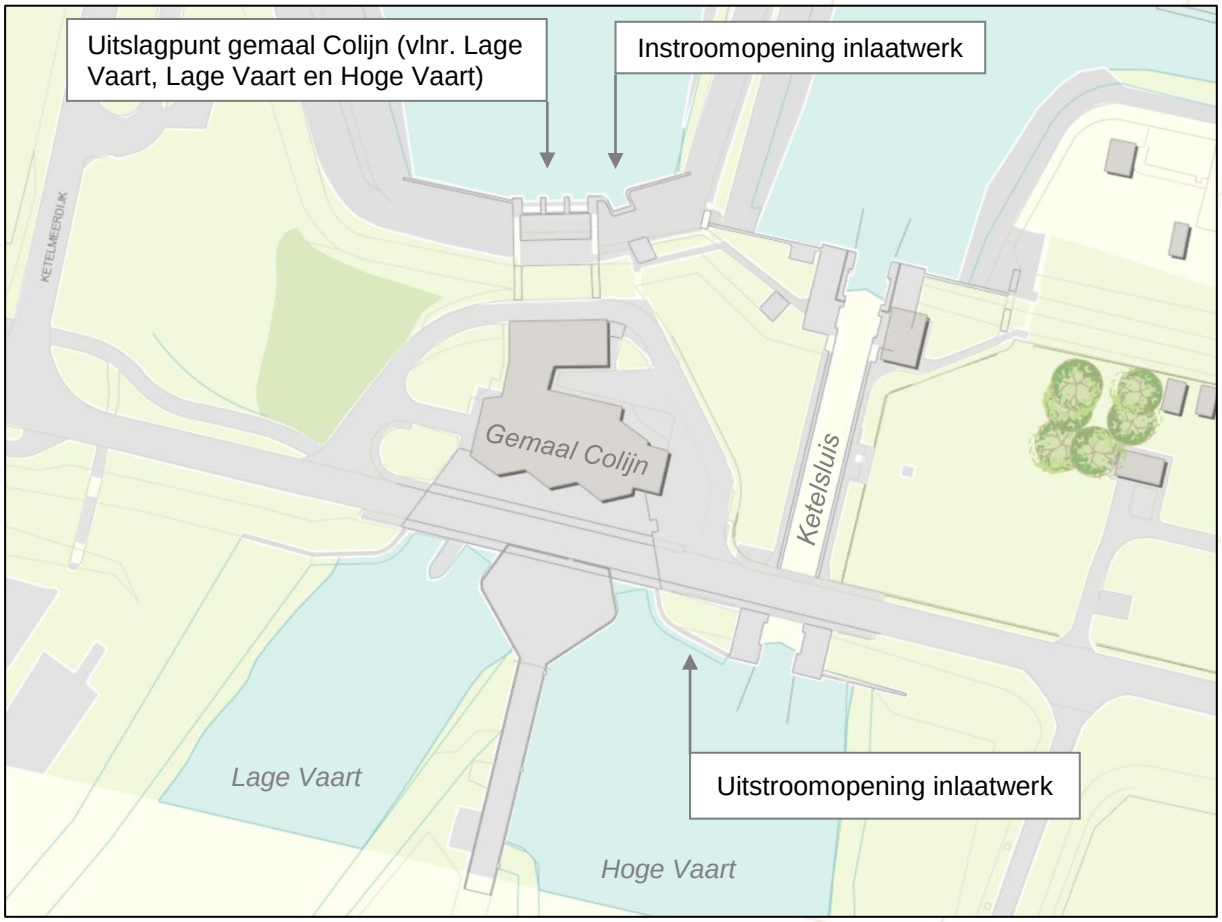
Na deze inleiding volgen in hoofdstuk 2 de toegepaste materialen en methoden. De resultaten worden weergegeven in hoofdstuk 3, gevolgd door de discussie in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 behandelt de conclusies en aanbevelingen. Vervolgens wordt het rapport afgesloten met de literatuurlijst en bijlagen.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Onderzoeksgebied

Gemaal Colijn bevindt zich nabij Ketelhaven en bemaalt zowel de Hoge als Lage Afdeling van Zuidelijk en Oostelijk Flevoland. Het water wordt uitgeslagen in het Ketelmeer. Het gemaal bezit drie verticale centrifugaalpompen waarvan er twee de Lage Vaart bemalen en één de Hoge Vaart. De pompen van de Lage Vaart hebben een opvoerhoogte van 6 meter, die van de Hoge Vaart heeft een opvoerhoogte van 5 meter. In de praktijk zijn voornamelijk de pompen van de Lage Vaart in werking, waarbij 2.300 tot 2.700 draaiuren per jaar worden gemaakt. De Hoge Afdeling wordt grotendeels bemalen door gemaal Lovink.

Direct naast gemaal Colijn bevindt zich een inlaatwerk waarmee water vanuit het Ketelmeer in de Hoge Vaart gelaten kan worden. Deze duiker wordt tot op heden zelden tot nooit gebruikt. De instroomopening van het inlaatwerk wordt aan de westzijde begrenst door het uitslagpunt van de Hoge Vaart. Aan de oostzijde van het inlaatpunt bevindt zich een strekdam met een lengte van bijna 500 meter. Onder een verval van 5 meter stroomt het Ketelmeerwater door het inlaatwerk in de Hoge Vaart. Dit water bereikt de Hoge Vaart via twee openingen, gelegen tussen de Ketelsluis en gemaal Colijn. Het inlaatwerk heeft een totale lengte van circa 85 meter. Via het inlaatwerk kan met een debiet van maximaal circa 100.000 m^3/uur water worden ingelaten.



Figuur 2.1. Ligging van gemaal Colijn (bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat)

2.2 Bemonsteringsperiode

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode van eind maart tot eind mei 2012. Binnen deze periode ligt normaliter de piek in de voorjaarsmigratie van de doelsoorten paling (glasaal) en driedoornige stekelbaars. Van jaar tot jaar is er overigens variatie mogelijk, ondermeer afhankelijk van het temperatuursverloop in het voorjaar.

2.3 Vangtuigen en wijze van bemonsteren

Achter beide uitstroomopeningen van het inlaatwerk is een fijnmazig puntvormig net bevestigd. De frames waaraan deze netten bevestigd waren zijn in de aanwezige sponningen geplaatst. Het voorste deel van de netten had een maaswijdte van 10 mm (gestrekte maas), het puntvormige achterste deel was van stramiengaas met een maaswijdte van 1 mm. In het puntvormige deel van het net was een keel aanwezig met daarachter een zak waarin de vis verzameld werd. Door middel van een aan een anker bevestigde katrol konden beide netten opgespannen worden.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is enerzijds het effect van mate van opening bepaald en anderzijds het effect van tijdsduur van openen. Wanneer het inlaatwerk volledig geopend is heeft de opening een hoogte van 2,0 meter. Op basis van proefmetingen zijn tijdens dit onderzoek openingen van 20 cm (10%), 50 cm (25%) en 80 cm (40%) gehanteerd. Bij een opening van meer dan 80 cm is het debiet dermate hoog dat er een te grote druk op het fijnmazige netwerk zou ontstaan. De gehanteerde tijdsduren zijn 5 minuten, 10 minuten en 15 minuten. Dit is de tijdsduur vanaf het moment dat de schuiven van het inlaatwerk geopend worden tot dat deze weer volledig gesloten zijn. Omdat het bedienen van de schuif tijd kost is de netto openingstijd op de ingestelde opening korter. De tijd die nodig is voor het openen of sluiten van een opening bedraagt circa 30 seconden per 10 centimeter.

In tabel 2.1 wordt het gehanteerde bemonsteringsschema gepresenteerd. Bij metingen naar het effect van mate van opening is te allen tijde een tijdsduur van 15 minuten gehanteerd. Bij metingen naar het effect van tijdsduur is te allen tijde een opening van 50 cm toegepast.

Tabel 2.1. Bemonsteringsschema.

	Effect opening			**Effect tijdsduur**		
Meting \ datum	26-3-2012	23-4-2012	14-5-2012	16-4-2012	7-5-2012	29-5-2012
1	20 cm	50 cm	80 cm	5 min	10 min	15 min
2	50 cm	80 cm	20 cm	15 min	5 min	10 min
3	80 cm	20 cm	50 cm	10 min	15 min	5 min
4	50 cm	80 cm	20 cm	15 min	5 min	10 min
5	20 cm	50 cm	80 cm	5 min	10 min	15 min
6	80 cm	20 cm	50 cm	10 min	15 min	5 min

Met een Marsh McBirney (Flow-Mate 2000) stroomsnelheidsmeter is de stroomsnelheid aan de instroomzijde van het inlaatwerk gemeten. Aan de hand van de stroomsnelheden bij verschillende openingen is het debiet bepaald. Deze resultaten zijn weergegeven in bijlage 1. Het debiet door het inlaatwerk is op basis van deze gegevens te berekenen met de volgende formule:

*Debiet (m^3/s) = 0,1391 * opening inlaatduiker (cm)*

Tijdens alle meetronden is er voorafgaand aan de officiële metingen een extra meting uitgevoerd om de invloed van een eventuele clustering van vis aan de instroomzijde van het inlaatwerk grotendeels uit te sluiten en eventuele vissen aanwezig in de duiker aan de polderzijde weg te spoelen. Deze extra meting is tussen circa 22.30 en 23.00 uur uitgevoerd, waarbij het inlaatwerk ongeveer 10 minuten geopend is. Om 23.00 zijn de pompen van de Lage Vaart aangezet (indien deze nog niet in werking waren). De officiële metingen zijn allen om 0.00 uur aangevangen. De tijdsduur tussen de metingen bedraagt 30 minuten met uitzondering van de tijdsduur na de derde meting, waarbij een rustpauze ingelast werd. De vierde meting is tijdens alle meetronden om 03.00 uur gestart om zodoende het aanbod van vis weer enigszins op peil te brengen en een nieuwe meetreeks gestart kon worden

2.4 Verwerking van veldgegevens

Na afloop van elke meting zijn de vangsten van beide netten samengevoegd. De gevangen vissen zijn op soort gesorteerd, gemeten (cm totaallengte met een nauwkeurigheid van ± 0,5 cm) en geteld. Bij grote vangsten is eerst gesorteerd in functionele lengtegroepen, waarna op basis van gewicht monsters zijn genomen. De vissen in de monsters zijn vervolgens gemeten en geteld. Na verwerking van de vangst is alle vis teruggezet in de Hoge Vaart.

De vangsten zijn in het programma MS-Excel opgewerkt tot hoeveelheden ingelaten vis in aantallen per 1000 m^3 water. Per meetronde zijn de vangsten onderverdeeld naar vissoort en meting. Van de totale vangst en de vangst van de doelsoorten driedoornige stekelbaars en paling, is voor elke meetronde het aandeel bepaald van de vangsten per meting binnen de metingen voor 03.00 uur (1, 2 en 3) en binnen de metingen na 03.00 uur (4, 5 en 6). Aan de hand van het gemiddelde aandeel over alle meetronden is op deze wijze bepaald in hoeverre er een effect is van opening dan wel tijdsduur.

3 RESULTATEN

3.1 Algemene opmerkingen

Het onderzoek naar de intrek van vis via het inlaatwerk bij gemaal kon voorspoedig uitgevoerd worden. Het voorjaar van 2012 kan, met uitzondering van maart, gekarakteriseerd worden als een vrij koud voorjaar. De migratie van vissen kwam hierdoor vrij traag op gang. Dit is vooral duidelijk zichtbaar bij het vangstverloop van een soort als paling.

3.2 Soortensamenstelling en omvang vangst

In tabel 3.1 worden de vangstgegevens weergegeven van de vissen die via het inlaatwerk de achterliggende polder bereikt hebben. In bijlage 2 zijn de vangsten uitgesplitst per meting. Met uitzondering van twee snoekjes die tijdens de zesde meting zijn gevangen bestaan deze vangsten uit meerzomerige vissen. Tijdens de zesde meting is eveneens broed van baars- en karperachtigen, spiering en driedoornige stekelbaars gevangen. Deze vangsten worden in tabel 3.2 weergegeven.

Tabel 3.1. Totale vangst per meetronde (aantallen)

Vissoort \ meetronde	26-mrt-12	16-apr-12	23-apr-12	7-mei-12	14-mei-12	29-mei-12	Totaal
Aal/Paling	70	14	16	38	208	230	576
Alver	385	12	12	-	2	-	411
Baars	125	212	331	13	126	24	831
Bittervoorn	21	-		-	-	-	21
Blankvoorn	180	634	97	231	1.308	20	2.470
Brasem	254	250	236	173	420	2	1.335
Driedoornige Stekelbaars	39.170	47.292	18.131	12.907	28.044	310	145.855
Graskarper	1	-		-	-	-	1
Grote Modderkruiper	-	-	1	-	-	-	1
Hybride	5	1	1	-	-	-	7
Kesslers Grondel	2	1	1	-	-	-	4
Kleine Modderkruiper	34	4	19	36	133	147	373
Kolblei	9	13	6	27	35	1	91
Marmergrondel	78	153	196	115	306	10	858
Pontische stroomgrondel	9	1	3	-	1	1	15
Pos	494	981	1.867	599	461	61	4.464
Rietvoorn/Ruisvoorn	1	-		1	3	3	8
Rivierprik	7	-	1	-	-	1	9
Roofblei	57	1	1	-	-	-	59
Snoek	1	1	1	-	-	2	5
Snoekbaars	58	21	33	2	1	-	116
Spiering	3.192	36	5	2	-	-	3.235
Tiendoornige Stekelbaars	549	135	15	31	82	6	819
Winde	195	110	88	32	94	4	523
Zeelt	2	2		5	-	1	10
Totaal	**44.900**	**49.874**	**21.062**	**14.211**	**31.224**	**823**	**162.095**

In totaal zijn tijdens het onderzoek meer dan 162.000 vissen gevangen, verdeeld over 24 verschillende vissoorten (exclusief hybride, een kruising tussen twee karperachtigen). Met een aandeel van 90% in de totale vangst is de driedoornige stekelbaars veruit het vaakst gevangen. Van de overige vissoorten hebben de pos, spiering en blankvoorn het grootste aandeel in de vangst (tot 3%).

Hoewel de vangst grotendeels uit algemeen voorkomende vissoorten bestaat, zijn ook enkele exoten gevangen (graskarper, Kesslers grondel, marmergrondel en Pontische stroomgrondel). Met uitzondering van de marmergrondel (totale vangst 858 exemplaren) zijn de vangstaantallen beperkt (1 tot 15 exemplaren).

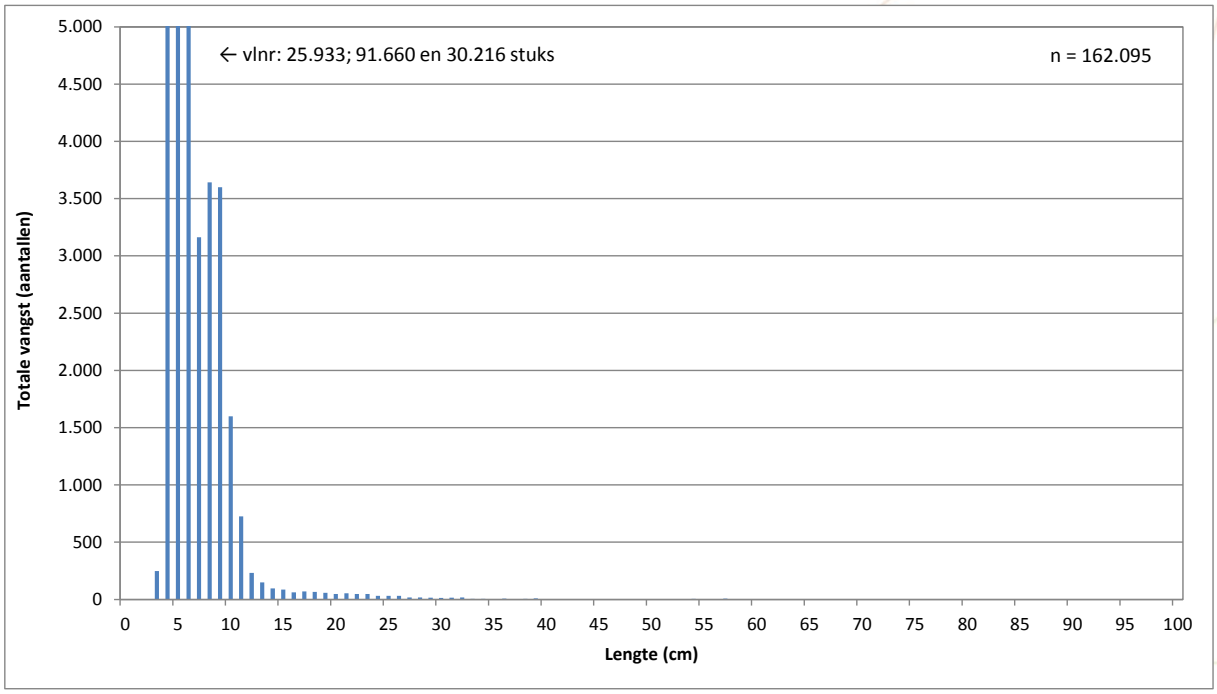
Tabel 3.2. Totale vangst broed laatste meetronde (aantallen)

Vissoort	Lengteklasse (cm)	Aantal	Aantal per 1000m3
Baarsachtigen	2-3	4607	1518
Driedoornige Stekelbaars	2	222	80
Karperachtigen	2	2798	1954
Spiering	3	2430	879
Totaal	**-**	**10057**	**4432**

Tijdens de laatste meetronde zijn ruim 10.000 vislarven gevangen, overeenkomend met circa 4.400 exemplaren per 1000m^3 ingelaten water. Van de totale vangst bestaat bijna 50% uit broed van baarsachtigen (circa 50% baars en 50% snoekbaars). De overige vislarven betreffen voornamelijk spiering en karperachtigen (niet op soort gedetermineerd).

3.3 Lengtesamenstelling

In figuur 3.1 wordt de lengtefrequentieverdeling van de totale vangst achter het inlaatwerk van gemaal Colijn weergegeven. In bijlage 3 worden de lengtefrequentieverdelingen per vissoort weergegeven.



Figuur 3.1. Lengtefrequentieverdeling totale vangst.

Van alle vissen die via het inlaatwerk zijn ingelaten heeft 99% een lengte kleiner dan 15 cm. Vooral de doelsoort driedoornige stekelbaars heeft hierin een groot aandeel. De meeste exemplaren van deze vissoort vallen in de lengteklasse van 4 tot 6 cm. Tijdens de laatste meting zijn eveneens juveniele exemplaren gevangen. Deze hadden reeds een lengte van bijna 2 cm bereikt.

Van de andere doelsoort, de paling, zijn vooral exemplaren met een lengte van circa 10 tot 30 à 40 cm ingelaten. De kleinste paling die is ingelaten had een lengte van slechts 7 cm en betrof een net gepigmenteerde glasaal. Palingen groter dan 40 cm zijn in beperkte mate ingelaten.

Van de algemeen voorkomende soorten baars, brasem, blankvoorn en pos zijn vooral exemplaren met een lengte tot 15 cm gevangen. Bij brasem en blankvoorn is er overigens ook sprake van redelijke aantallen grotere exemplaren die zijn ingelaten. De grootste blankvoorn had een lengte van 39 cm, de grootste brasem was 64 cm.

De grootste vissen die via het inlaatwerk de achterliggende polder bereikten zijn enkele snoeken (lengte tot 100 cm), palingen van meer dan 90 cm, enkele snoekbaarzen van meer dan 80 cm en windes in de lengteklasse van circa 40 tot 50 cm. Eveneens is een graskarper van 72 cm ingelaten.

3.4 Effect opening

In tabel 3.3, tabel 3.4 en tabel 3.5 worden de totale vangst, de vangst van driedoornige stekelbaarzen en de vangst van paling weergegeven in aantallen per 1000m^3 ingelaten water en als aandeel binnen de verschillende nachtdelen (per meting).

Tabel 3.3. Totale vangst (aantallen per 1000m3 water en aandelen binnen nachtdeel).

		Aantallen per 1000m3			*Aandeel (%)*		
Datum	**Nachtdeel**	**20 cm**	**50 cm**	**80 cm**	**20 cm**	**50 cm**	**80 cm**
26-3-2012	1e	745	1930	650	22%	58%	20%
	2e	295	391	487	25%	33%	42%
23-4-2012	1e	171	568	411	15%	49%	36%
	2e	373	435	590	27%	31%	42%
14-5-2012	1e	169	360	726	13%	29%	58%
	2e	301	788	1459	12%	31%	57%
Gemiddelde		-	-	-	**19%**	**39%**	**42%**

Tabel 3.4. Vangst driedoornige stekelbaars (aantallen per 1000m3 water en aandelen binnen nachtdeel).

		Aantallen per 1000m3			*Aandeel (%)*		
Datum	**Nachtdeel**	**20 cm**	**50 cm**	**80 cm**	**20 cm**	**50 cm**	**80 cm**
26-3-2012	1e	681	1850	525	22%	61%	17%
	2e	270	352	375	27%	35%	38%
23-4-2012	1e	164	504	373	16%	48%	36%
	2e	367	418	562	27%	31%	42%
14-5-2012	1e	142	314	531	14%	32%	54%
	2e	274	768	1414	11%	31%	58%
Gemiddelde		-	-	-	**20%**	**40%**	**41%**

Tabel 3.5. Vangst paling (aantallen per 1000m3 water en aandelen binnen nachtdeel).

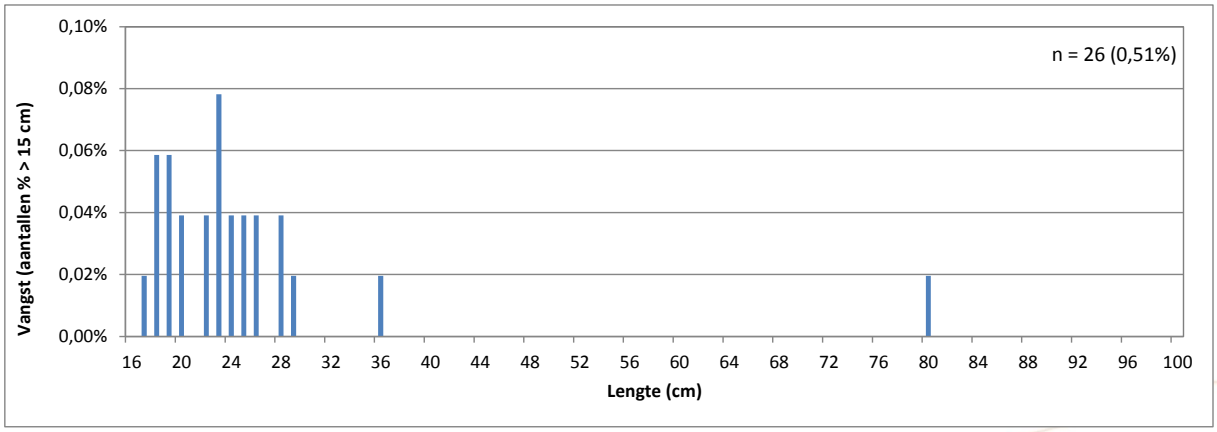
		Aantallen per 1000m3			*Aandeel (%)*		
Datum	**Nachtdeel**	**20 cm**	**50 cm**	**80 cm**	**20 cm**	**50 cm**	**80 cm**
26-3-2012	1e	1,5	2,5	1,8	26%	43%	31%
	2e	1,5	1,4	0,9	39%	37%	24%
23-4-2012	1e	0,0	0,4	0,7	0%	36%	64%
	2e	0,0	0,0	0,4	0%	0%	100%
14-5-2012	1e	4,3	7,3	12,5	18%	30%	52%
	2e	4,3	1,0	2,4	56%	12%	32%
Gemiddelde		-	-	-	**23%**	**26%**	**50%**

Voor de totale vangst geldt dat het gemiddelde aantal ingelaten vissen per 1000 m^3 water bij een opening van 50 en 80 cm vrijwel gelijk is (respectievelijk 39% en 42% van totale vangst). Bij een opening van 20 cm wordt ten opzichte van de grotere openingen per 1000 m^3 ongeveer de helft van het aantal vissen binnengelaten (19%).

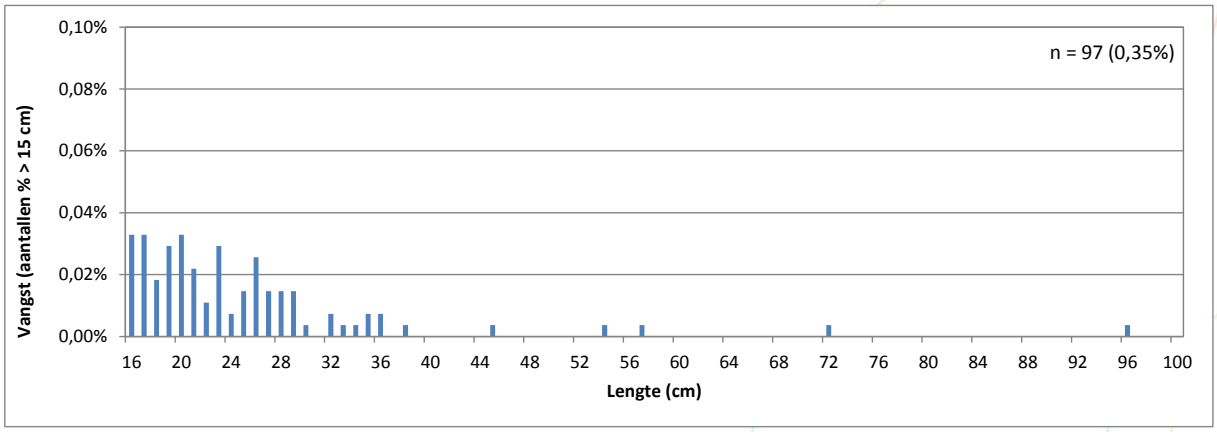
De resultaten van de driedoornige stekelbaars zijn vergelijkbaar met de totale vangst wat logisch is (90% van de totale vangst wordt gevormd door driedoornige stekelbaarzen). Wederom geldt dat de hoeveelheid ingelaten vissen bij openingen van 50 en 80 cm circa tweemaal zo groot is dan bij een opening van 20 cm (circa 40% versus 20%).

Gemiddeld is de doelsoort paling in de grootste hoeveelheden ingelaten bij een opening van 80 cm (50%). De standaarddeviatie rondom dit gemiddelde is echter aanzienlijk, wat voor een groot deel veroorzaakt wordt door de lage vangsten tijdens de tweede meting (23 april 2012). Op basis van de eerste en laatste meting is het aandeel in de vangst bij de verschillende openingen vrijwel gelijk (30-35%).

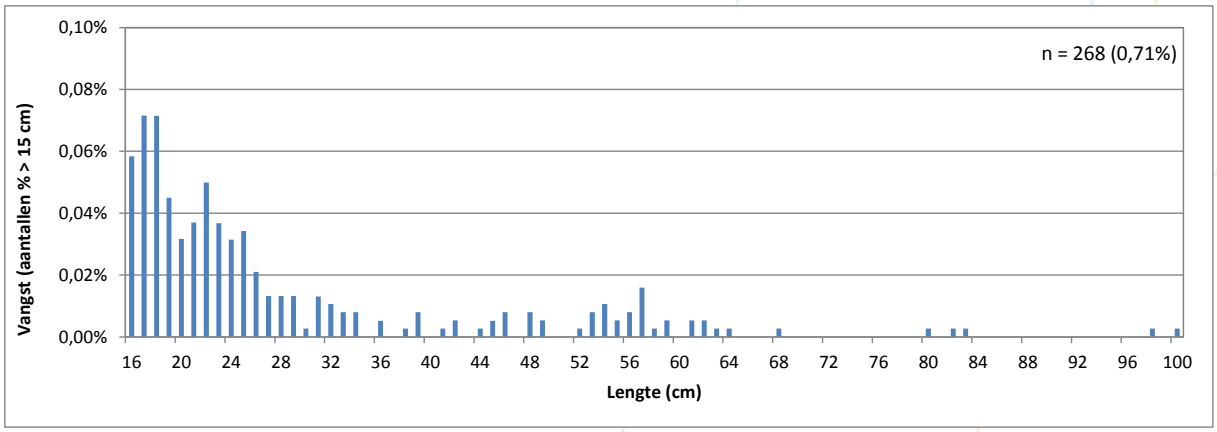
In figuur 3.2, figuur 3.3 en figuur 3.4 worden de lengtefrequentieverdelingen weergegeven van de vangsten (> 15 cm) die tijdens de eerste, derde en vijfde meting zijn behaald.



Figuur 3.2. Lengtefrequentieverdeling totale vangst vissen > 15 cm (opening 20cm)



Figuur 3.3. Lengtefrequentieverdeling totale vangst vissen > 15 cm (opening 50cm)



Figuur 3.4. Lengtefrequentieverdeling totale vangst vissen > 15 cm (opening 80cm)

Het grootste deel van de vangst bestaat uit vissen met een lengte kleiner dan 15 cm. Bij alle openingen is dit meer dan 99% van de totale vangst. Dit zijn voornamelijk exemplaren van de klein blijvende soorten driedoornige stekelbaarzen, pos en spiering. Bij een opening van het inlaatwerk van 80 cm is het aandeel van vissen groter dan 15 cm het grootst, deze bedraagt 0,7% van de totale vangst. Vooral de lengteklassen groter dan 30 cm lijken in grotere mate zijn ingelaten bij een toename van de opening van het inlaatwerk.

3.5 Effect tijdsduur

In tabel 3.6, tabel 3.7 en tabel 3.8 worden de totale vangst, de vangst van driedoornige stekelbaarzen en de vangst van paling weergegeven in aantallen per 1000m^3 ingelaten water en als aandeel binnen de verschillende nachtdelen (per meting).

Tabel 3.6. Totale vangst (aantallen per 1000m3 water en aandelen binnen nachtdeel).

		Aantallen per 1000m3			*Aandeel (%)*		
Datum	**Nachtdeel**	**5 min**	**10 min**	**15 min**	**5 min**	**10 min**	**15 min**
16-4-2012	1e	2913	1060	439	66%	24%	10%
	2e	3165	1703	3225	39%	21%	40%
7-5-2012	1e	282	546	274	26%	50%	25%
	2e	320	544	742	20%	34%	46%
29-5-2012	1e	27	31	51	25%	28%	47%
	2e	37	15	30	45%	19%	37%
Gemiddelde		-	-	-	**37%**	**29%**	**34%**

Tabel 3.7. Vangst driedoornige stekelbaars (aantallen per 1000m3 water en aandelen binnen nachtdeel).

		Aantallen per 1000m3			*Aandeel (%)*		
Datum	**Nachtdeel**	**5 min**	**10 min**	**15 min**	**5 min**	**10 min**	**15 min**
16-4-2012	1e	2582	966	367	66%	25%	9%
	2e	3110	1652	3185	39%	21%	40%
7-5-2012	1e	223	494	232	23%	52%	24%
	2e	277	485	726	19%	33%	49%
29-5-2012	1e	13	12	15	32%	31%	37%
	2e	17	4	17	46%	9%	44%
Gemiddelde		-	-	-	**38%**	**28%**	**34%**

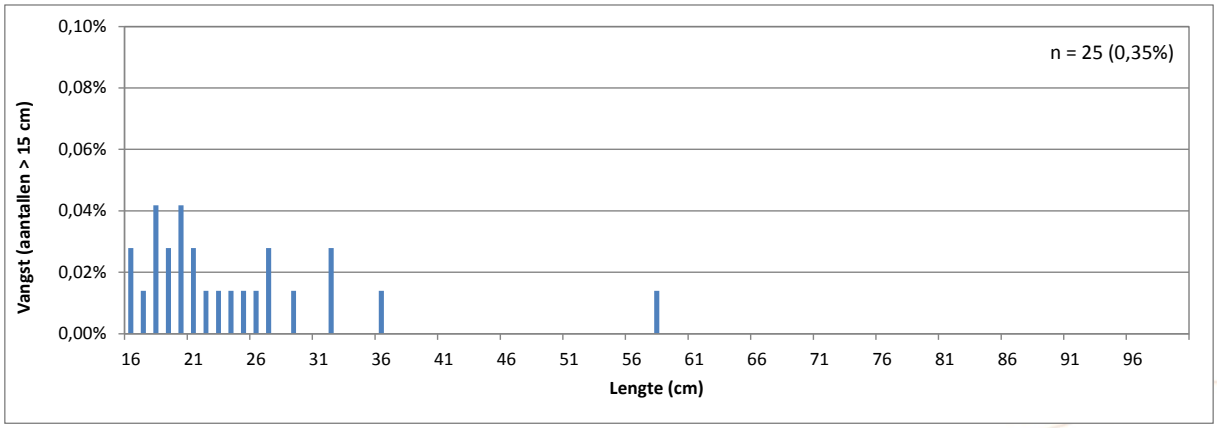
Tabel 3.8. Vangst paling(aantallen per 1000m3 water en aandelen binnen nachtdeel).

		Aantallen per 1000m3			*Aandeel (%)*		
Datum	**Nachtdeel**	**5 min**	**10 min**	**15 min**	**5 min**	**10 min**	**15 min**
16-4-2012	1e	1,9	0,6	0,8	57%	19%	23%
	2e	0,0	0,6	0,4	0%	63%	37%
7-5-2012	1e	5,7	1,9	2,3	58%	19%	23%
	2e	1,9	1,0	0,4	58%	30%	12%
29-5-2012	1e	3,8	10,1	17,1	12%	33%	55%
	2e	12,2	4,4	5,2	56%	20%	24%
Gemiddelde		-	-	-	**40%**	**31%**	**29%**

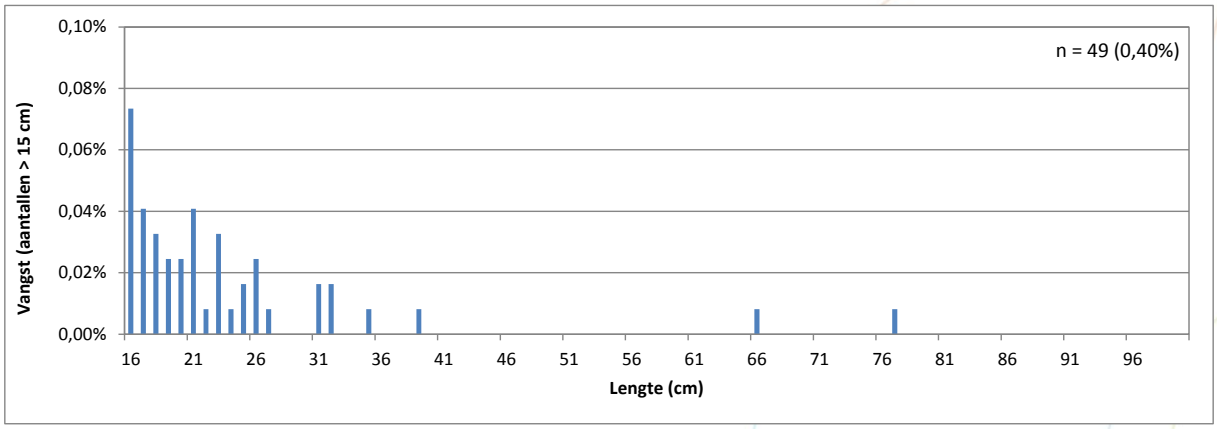
Voor de totale vangst en de vangst van driedoornige stekelbaars geldt dat het aandeel van het gemiddeld aantal ingelaten vissen per 1000 m^3 bij een tijdsduur van 5, 10 of 15 minuten in dezelfde orde van grootte ligt (circa 30-40%). Gemiddeld worden de meeste vissen ingelaten bij een tijdsduur van 5 minuten, vervolgens bij 15 minuten en tenslotte bij een opening van 10 minuten. De variatie binnen de resultaten per tijdseenheid zijn echter aanzienlijk.

Ook voor paling geldt dat gemiddeld de meeste exemplaren zijn ingelaten bij een tijdsduur van 5 minuten (40%) Bij 10 en 15 minuten is circa 30% van de totale vangst ingelaten. Hoewel de meeste palingen bij 5 minuten zijn ingelaten, is er sprake van vrij veel variatie binnen de resultaten per tijdseenheid.

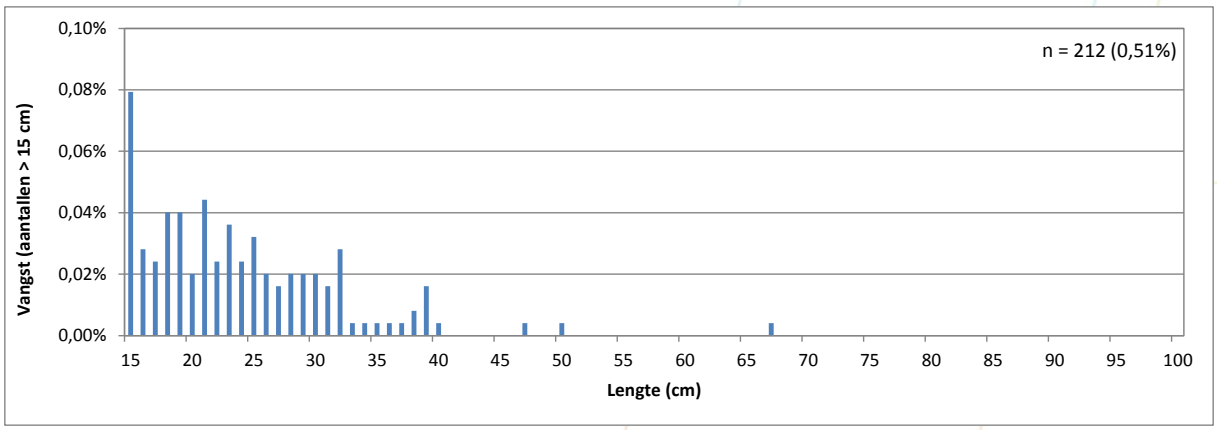
In figuur 3.5, figuur 3.6 en figuur 3.7 worden de lengtefrequentieverdelingen weergegeven van de vangsten (> 15 cm) die tijdens de tweede, vierde en zesde meting zijn behaald.



Figuur 3.5. Lengtefrequentieverdeling totale vangst vissen > 15 cm (tijdsduur 5 min)



Figuur 3.6. Lengtefrequentieverdeling totale vangst vissen > 15 cm (tijdsduur 10 min)

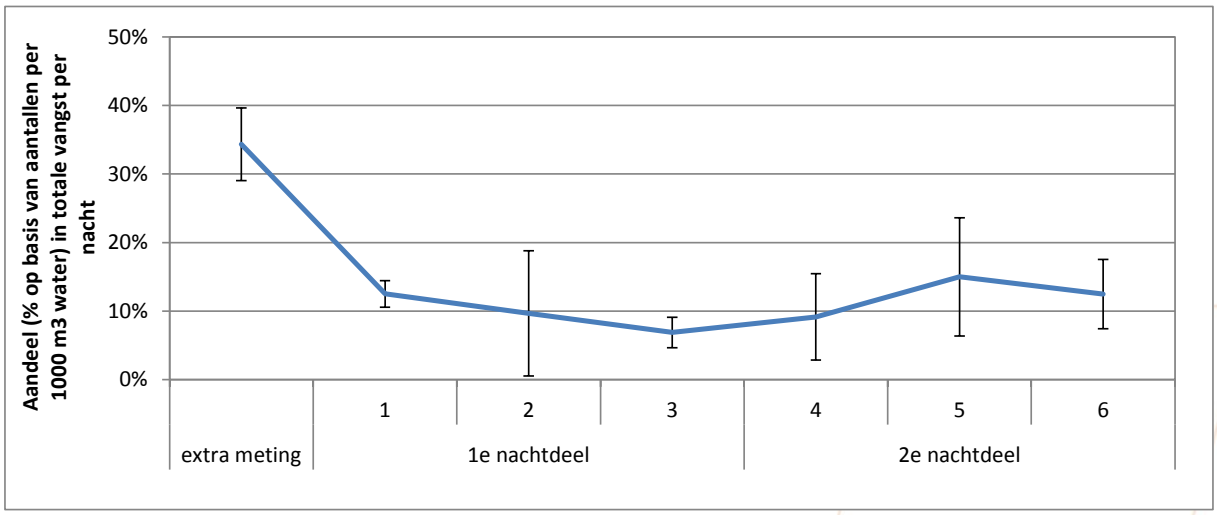


Figuur 3.7. Lengtefrequentieverdeling totale vangst vissen > 15 cm (tijdsduur 15 min)

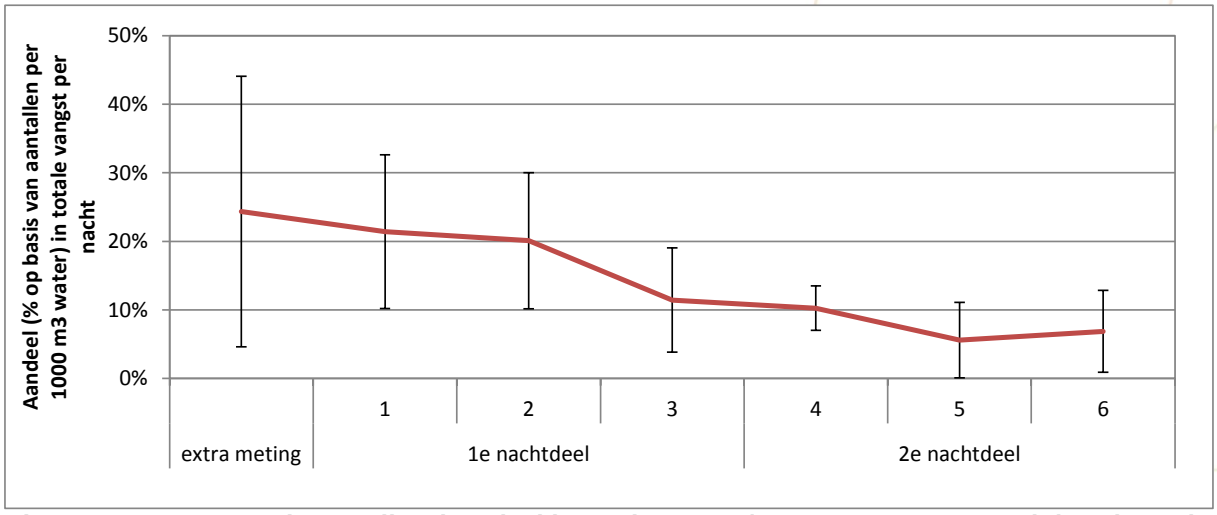
De lengtefrequentieverdelingen van de vangsten van 5, 10 en 15 minuten komen in grote lijnen overeen. De meeste vissen vallen in de lengteklasse kleiner dan 15 cm. Daarnaast is bij alle tijdseenheden vis gevangen met een lengte tot circa 30 cm. Het aandeel van deze grotere vissen lijkt licht toe te nemen bij het langer openstaan van het inlaatwerk. Als gevolg van de langere tijdseenheid is de lengtefrequentieverdeling van de vangsten bij 15 minuten gebaseerd op aanzienlijk meer vissen dan de lengtefrequentieverdeling van de vangsten van 10, dan wel 5 minuten.

3.6 Vangstverloop gedurende de nacht

In figuur 3.8 en figuur 3.9 wordt het vangstverloop van de soorten driedoornige stekelbaars en paling gedurende de nacht (meting) weergegeven. In het vangstverloop zijn eveneens de resultaten van de extra meting meegenomen, die voorafgaand aan de officiële metingen is uitgevoerd.



Figuur 3.8. Vangstverloop driedoornige stekelbaars (aandeel in totale vangst/1000m3 water per nacht) gedurende de metingen (foutbalken geven standaarddeviatie weer).



Figuur 3.9. Vangstverloop paling (aandeel in totale vangst/1000m3 water per nacht) gedurende de metingen (foutbalken geven standaarddeviatie weer).

Bij driedoornige stekelbaars zijn de grootste vangsten (per 1000 m^3 water) over het algemeen tijdens de eerste (extra) meting behaald. In de loop van de nacht blijven de vangsten op een redelijk constant niveau, waarbij tussen de verschillende metingen sprake is van vrij veel variatie. Bij paling nemen de vangsten geleidelijk af gedurende de nacht. Er is echter sprake van vrij veel variatie tussen de vangsten van de verschillende metingen.

4 DISCUSSIE

Voorliggend onderzoek is uitgevoerd met als doel een advies op te stellen waarmee de automatische bediening van het inlaatwerk bij gemaal Colijn geoptimaliseerd kan worden voor vismigratie. Deze vismigratie betreft in eerste instantie de verplaatsing van de doelsoorten driedoornige stekelbaars en paling. In navolgende discussie wordt eerst ingegaan op enkele kenmerken binnen de migratie van de doelsoorten. Deze karakteristieken zijn belangrijk voor de optimalisatie van het inlaatwerk. Vervolgens wordt, mede op basis van eerdere onderzoeken, ingegaan op de periode en mate van openen van het inlaatwerk voor optimale migratiemogelijkheden van de doelsoorten.

Vangstresultaten

Tijdens het huidige onderzoek hebben in totaal 24 verschillende vissoorten via het inlaatwerk de achterliggende polder weten te bereiken. De soortenrijkdom is divers met typische bodemvissen als ook pelagische vissoorten. Ten opzichte van de resultaten van het onderzoek dat in 2009 uitgevoerd is (Hop, 2009) zijn er vijf nieuwe soorten bijgekomen, namelijk graskarper, grote modderkruiper, Kesslers grondel, Pontische stroomgrondel en roofblei. De vangstaantallen van deze soorten zijn beperkt. De exoten Kesslers grondel en Pontische stroomgrondel hebben zich pas recentelijk in Nederland gevestigd. Desondanks komt de Pontische stroomgrondel op het Ketelmeer in grote aantallen voor (Kampen, 2011), vooral in de nabijheid van de IJsselmonding. Een vissoort die tijdens het huidige onderzoek niet is aangetroffen, maar wel tijdens voorgaand onderzoek, is de Europese meerval (Hop, 2009).

Van de 24 vissoorten is de driedoornige stekelbaars veruit het meest abundant in de vangst (90% van totale vangst). Ook in 2009 was dit een veel voorkomende vissoort, al bestond de vangst destijds eveneens uit een aanzienlijk aandeel spiering en pos. Bij inlaten in de Noordoostpolder (Lemmer) hadden de soorten pos en driedoornige stekelbaars eveneens een aanzienlijk aandeel. De mate waarin een bepaalde soort aangetroffen wordt is sterk afhankelijk van de periode van het onderzoek. Als gevolg van verschillen in migratieperiode kan het aanbod van soorten in de loop van de tijd sterk verschillen. De mate van passage varieert tijdens het huidige onderzoek dan ook tussen de 15 tot maximaal ruim 3.200 vissen per 1000m^3 water (afhankelijk van tijdstip en onderzoeksopzet). Over de gehele onderzoeksperiode hebben gemiddeld 730 vissen per 1.000m^3 water via het inlaatwerk de achterliggende polder bereikt.

Dat 99% van de ingelaten vissen een lengte kleiner dan 15 cm heeft is grotendeels het gevolg van de dominantie van de klein blijvende driedoornige stekelbaars in de vangst. De exemplaren van deze doelsoort hadden veelal een lengte van 4 tot 6 cm. Dat ook grotere vissen fysiek in staat zijn via het inlaatwerk de polder te bereiken blijkt uit de vangst van enkele grote snoeken (lengte tot 100 cm), snoekbaarzen van meer dan 80 cm en enkele brasems en windes van circa 40 tot 65 cm.

Van de doelsoort paling zijn vooral exemplaren met een lengte van circa 10 tot 30 à 40 cm ingelaten. Dit is in overeenstemming met literatuur die aangeeft dat het stroomopwaarts trekken van jonge paling plaatsvindt tot de vissen een lengte van maximaal 40, maar meestal 30 cm hebben bereikt (Klein Breteler, 2005). Deze migratie vindt overwegend ’s nachts plaats. Eén van de palingen had een lengte van slechts 7 cm en was pas sinds kort gepigmenteerd. Juveniele paling trekt als de nog ongepigmenteerde glasalen het zoete water op middels selectief getijden transport (Dekker, 2004; Klein Breteler, 2005). Ook deze intrek vindt vooral ’s nachts plaats, waarbij de temperatuur van het water 10^o Celsius is of hoger (Klein Breteler, 2005).

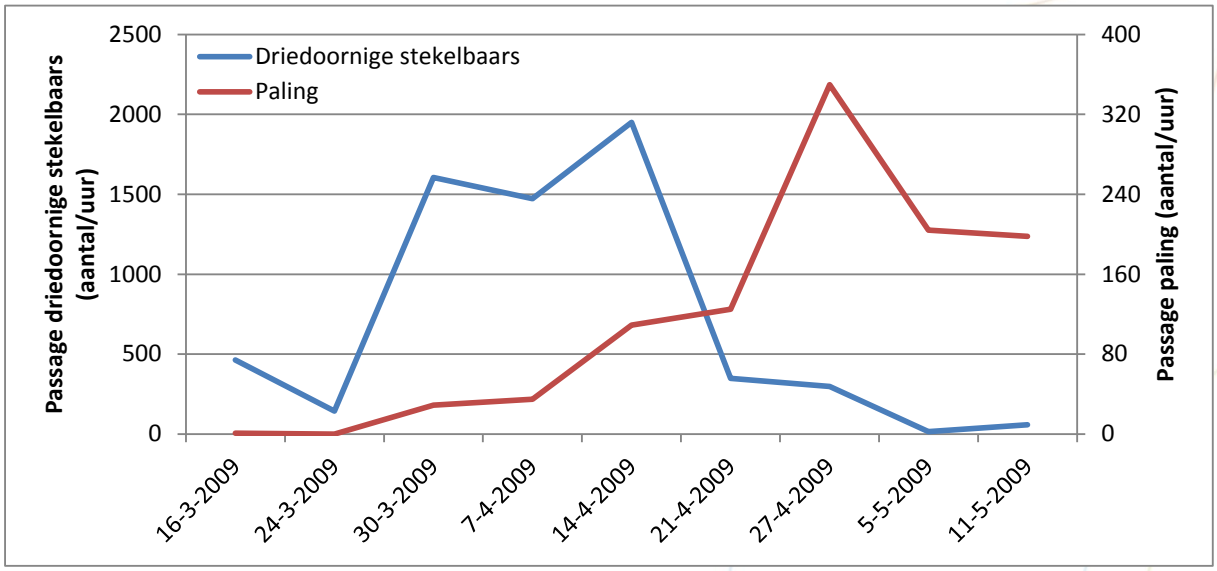
Tijdens welke periode dient het inlaatwerk geopend te zijn?

In principe dient het inlaatwerk geopend te zijn op het moment dat de doelsoorten driedoornige stekelbaars en (juveniele) paling stroomopwaarts migreren. De factoren die een vis aanzetten tot migratie hebben een intern en extern karakter (Kroes & Monden, 2005). Interne factoren zijn bijvoorbeeld de hormonale huishouding van vis, het leergedrag en de drang naar voedsel. Externe factoren zijn bijvoorbeeld voedselaanbod, de aanwezigheid van roofdieren en de dag- en nachtcycli. Bij de paaitrek speelt de verandering van de daglengte een belangrijke rol. Andere externe factoren zijn veranderingen in bijvoorbeeld de weersomstandigheden, de watertemperatuur en het debiet. De interactie tussen interne en externe factoren bepalen uiteindelijk of een individuele vis al dan niet migreert (Kroes & Monden, 2005). Het exacte tijdstip van de migratie is daarom niet nauwkeurig aan

te geven en zal van jaar tot jaar verschillen (Kroes & Monden, 2005). Daarnaast zijn de locale omstandigheden van invloed, de vis moet fysiek ook kunnen migreren langs of door een barrière (vaak kunstwerk). In dit geval speelt de kans op inzuiging een grote rol.

Voor de driedoornige stekelbaars geven Kroes & Monden (2005) aan dat de migratieperiode in de maanden maart en april vallen. Van Emmerik & De Nie (2006) geven aan dat deze periode van februari tot april loopt. De paaitijd loopt van eind maart tot juli, met mei en juni als piekmaanden (Crombaghs *et al*., 2000). Zoals reeds vermeld trekt glasaal in het voorjaar bij een watertemperatuur van circa 10^{o} Celsius of hoger het zoete water op (Klein Breteler, 2005). Normaliter valt de glasaaltrek hiermee in de periode vanaf maart tot juni (ICES/EIFAC, 2004). Kroes & Monden (2005) geven de periode april tot en met mei op als migratieperiode van juveniele paling.

Het moment dat glasaal of net gepigmenteerde palingen bij gemaal Colijn aankomen is afhankelijk van het intrekmoment (het zoete water op) en de migratieperiode door het zoete water. In 2009 is het aanbod/migratiepatroon van de doelsoorten driedoornige stekelbaars en paling voor gemaal Colijn reeds vastgesteld (Hop, 2009). In figuur 4.1 worden deze migratiepatronen weergegeven.



Figuur 4.1. Passage van driedoornige stekelbaars en paling door inlaatwerk gemaal Colijn tijdens metingen in het voorjaar van 2009 (Hop, 2009).

Bij de driedoornige stekelbaars is duidelijk een piek in de migratie waarneembaar tussen de laatste week van maart en de laatste week van april. Dit is in overeenstemming met de migratieperiode zoals genoemd door Kroes & Monden (2005). Hoewel de huidige proefopzet niet bedoeld was om pieken in de migratieperiode aan te tonen, geldt dat ook dit jaar de piek omstreeks half april lag. Ten opzichte van 2009 liep de migratieperiode iets langer door (tot half mei), wat verklaard kan worden door de relatief lage temperaturen gedurende april 2012 (gemiddelde temperatuur was ongeveer gelijk aan die van maart (bron: KNMI)).

De migratie van paling (in dit geval voornamelijk exemplaren met een lengte van 10-30 cm, geen glasaal) komt in het voorjaar meer geleidelijk op gang. In 2009 werd omstreeks eind april een piek in deze migratie waargenomen. Hoewel de metingen halverwege mei werden afgebroken is het aannemelijk dat ook later deze maand en mogelijk ook in de zomermaanden nog een aanzienlijke migratie van paling (lengte tot circa 30 cm) plaatsvindt. Glasaal trekt in principe van maart tot juni in (ICES/EIFAC, 2004), het is aannemelijk dat reeds gepigmenteerde aal (pootaal) doortrekt tot en met augustus. Tijdens het huidige onderzoek heeft het koude weer in april geleid tot lage vangsten van paling tijdens deze maand. Pas rond half mei namen de vangstaantallen toe (laatste twee metingen).

Naast het seizoen waarin de doelsoorten gerichte migratie vertonen is er eveneens sprake van verschillen gedurende de dag in combinatie met het toegepaste maalregime van het gemaal. Vanwege de toepassing van “nachtstroom” wordt gemaal Colijn meestal vanaf 23.00 uur in werking

gezet om maximaal tot 07.00 uur te bemalen. Eén en ander is afhankelijk van de hoeveelheid water/neerslag. Als gevolg van het bemalen ontstaat er een lokstroom die vanaf het gemaal naar het Ketelmeer loopt. Bij onderzoek naar enkele gemalen die op de kust uitslaan bleek dat een grotere relatieve omvang van de lokstroom waarschijnlijk bijdroeg aan een hoger visaanbod aan de uitslagzijde van het gemaal (Kruitwagen, 2007). Ook aan de uitslagzijde van gemaal Colijn werden tijdens het voorjaar van 2009 aanzienlijke hoeveelheden vis aangetroffen (Hop, 2009).
Uit het vangstverloop van driedoornige stekelbaars en paling blijkt er sprake te zijn van een afname gedurende de nacht. Enerzijds kan dit verklaard worden dat de vissen die uit het reeds aanwezige aanbod door het inlaatwerk migreren in mindere mate worden aangevuld in het aanbod. Anderzijds geldt dat de migratieactiviteit van vis toeneemt gedurende de avond en in de late avonduren zijn maximum bereikt (Kruitwagen, 2007). Deze factor lijkt erg belangrijk te zijn aangezien vaak in de eerste (extra) meting veel of soms de meeste vis gevangen werd terwijl het gemaal dan nog maar net draaide.
Hoewel overdag geen metingen verricht zijn mag vrijwel zeker gesteld worden dat de nachtelijke uren kansrijker zijn voor inlaten van vis dan overdag. Rond middernacht is de migratieactiviteit op zijn hoogtepunt.

Hoe ver dienen de schuiven van het inlaatwerk geopend te zijn?

De mate waarin de schuiven geopend zijn bepaalt de fysieke doorgang door het inlaatwerk en de stroomsnelheid en daarmee samenhangend debiet. Hoe verder de schuiven geopend zijn, des te groter de doorgang, des te hoger de stroomsnelheid en des te groter het debiet. Verwacht wordt dat bij een hogere instroomsnelheid vis meer kans maakt om mee gezogen te worden omdat ze zich fysiek niet meer kunnen weren.

Uit de resultaten blijkt dat de hoeveelheid ingelaten driedoornige stekelbaarzen (per kubieke meter water) bij een opening van 50 en 80 cm vrijwel gelijk is en circa tweemaal zo groot is als bij een opening van 20 cm. Deze resultaten wijzen er op dat het verder openen van de schuiven in eerste instantie leidt tot een toename in de passage, maar op een gegeven moment niet verder toeneemt. Een logische verklaring voor deze waarneming is dat de vissen weerstand bieden om zich willoos met de stroom mee te laten voeren, maar tegen de stroom inzwemmen. Bij beperkte stroomsnelheden kan de vis relatief lang op een bepaalde positie handhaven of uit de stroom wegzwemmen, maar bij toenemende snelheden zal de vis sneller met de stroom meegevoerd worden. De sprintsnelheid van de meest gevangen driedoornige stekelbaarzen ligt op 1,5 m/s (Kroes & Monden, 2005), wat exact tweemaal zo hoog is als de stroomsnelheid die bij een opening van 80 cm heerst. In theorie kunnen deze vissen dus voorkomen dat ze worden ingezogen maar dat kunnen ze slechts kort volhouden en bovendien hebben ze waarschijnlijk een zekere motivatie om te migreren.

Hoewel de doelsoort paling gemiddeld in de grootste hoeveelheden (per kubieke meter water) wordt ingelaten bij een opening van 80 cm, zijn de resultaten niet eenduidig als gevolg van grote variatie tussen de metingen. Vooral tijdens de meting in april is (vanwege de kou) weinig paling gevangen. Op basis van de eerste en laatste meting lijkt het er op dat de mate van openen weinig effect heeft op de hoeveelheid paling die per kubieke meter water de polder intrekt. In hoeverre paling actief dan wel passief naar binnen trekt is op basis van de huidige resultaten niet vast te stellen. Glasalen in zout water zullen vooral met de stroom mee willen zwemmen en er niet tegenin (Bult & Dekker, 2006). Dit is bekend als actief getijden transport. In hoeverre juveniele aal zich in de situatie zoals bij gemaal Colijn actief met de stroom mee zal laten voeren is niet bekend.

Uit de lengtefrequentieverdelingen van de vangsten blijkt dat het aandeel grotere vissen toeneemt bij een toename van de opening. De meest logische verklaringen hiervoor zijn een grotere fysieke opening en de toename van de stroomsnelheid en het debiet. Het onttrekkingsgebied neemt hierdoor toe.

Hoe lang dienen de schuiven van het inlaatwerk geopend te zijn?

Het aantal vissen (zowel driedoornige stekelbaars als paling) dat per kubieke meter water wordt ingelaten ligt bij de verschillende tijdsduren van openen in dezelfde orde van grootte. In principe betekent dit dat het aanbod gedurende 5 of 15 minuten niet limiterend is, de vis raakt dus niet op in de toegepaste openingstijden. Daarnaast lijkt het er op dat er geen sprake is van een sterke clustering van vis in de instroomopening van het inlaatwerk, maar dat deze vis over een groter gebied verspreid is en gedurende de opening van het inlaatwerk hier naar toe zwemt. Voor paling geldt overigens wel

dat deze in iets grotere mate lijkt binnen te trekken indien de schuiven voor korte tijd geopend zijn (indicatief) maar door de relatief geringe aantallen is dit niet heel duidelijk.

In de loop van de nacht lijkt er bij zowel driedoornige stekelbaars als paling sprake te zijn van enige afname in het aanbod (passage), al kan dit ook veroorzaakt worden door een afname in activiteit van de vis. Kruitwagen (2007) geeft bijvoorbeeld aan dat glasaal voornamelijk intrekt gedurende de eerste uren van de nacht. Bij metingen aan de uitstroomzijde van gemalen wordt ook vaak tijdens de eerste metingen de meeste vis gevangen, als gevolg van clustering van vis aan de instroomzijde van een gemaal. Een afname van het aanbod van vis betekent in principe dat vis minder efficiënt ingelaten wordt. Indien het inlaatwerk bij herhaling wordt opengezet lijkt dit zowel bij driedoornige stekelbaars als paling het geval te zijn, waarbij het effect bij driedoornige stekelbaars het snelst optreedt.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Tijdens welke periode dient het inlaatwerk geopend te zijn?
Om migratie van de doelsoort driedoornige stekelbaars mogelijk te maken dient het inlaatwerk geopend te zijn in de periode van half maart tot eind april. Rond half april, tijdens de piek in de migratie, kan deze doelsoort het meest efficiënt worden ingelaten.

De migratieactiviteit van (juveniele) paling neemt toe vanaf omstreeks begin april, waarbij deze waarschijnlijk doorloopt tot eind juni, mogelijk langer. De periode waarbinnen deze doelsoort het meest efficiënt kan worden ingelaten ligt tussen half april tot omstreeks begin juni.

Gedurende de avond neemt de migratieactiviteit van vis in het algemeen toe, waarbij deze in de late avonduren zijn maximum bereikt (Kruitwagen, 2007). Gemaal Colijn treedt normaliter vanaf 23.00 in werking, waarbij een lokstroom gecreëerd wordt. Uit de resultaten blijkt dat er, vooral bij driedoornige stekelbaars, gedurende de nacht sprake is van een afname in de passage. Dit wordt veroorzaakt door een afname in het aanbod of een afname in de migratieactiviteit. Op basis van deze gegevens wordt geadviseerd het inlaatwerk te openen om 0.00 uur (gedurende de eerste uren van de nacht).

Hoe ver dienen de schuiven van het inlaatwerk geopend te zijn?
Uit de resultaten blijkt dat de doelsoort driedoornige stekelbaars bij een opening van 50 en 80 cm aanzienlijk meer worden ingelaten (per kubieke meter water) dan bij kleinere openingen. Bij paling is het effect van de mate van openen niet eenduidig. Op basis van deze resultaten wordt geadviseerd de schuiven van het inlaatwerk ten minste 50 cm te openen.

Hoe lang dienen de schuiven van het inlaatwerk geopend te zijn?
Het aantal vissen (zowel driedoornige stekelbaars als paling) dat per kubieke meter water wordt ingelaten ligt bij de verschillende tijdsduren van openen in dezelfde orde van grootte. In principe betekent dit dat het aanbod gedurende 5, 10 of 15 minuten openen nog niet limiterend is. Het inlaatwerk kan hiermee minstens 15 minuten per avond geopend worden zonder dat dit effect heeft op de effectiviteit van het inlaten van vis. Een langere openingsduur wordt aanbevolen mits dit mogelijk is in het waterbeheer.

Bovenstaand worden richtlijnen gegeven ten behoeve van de optimalisatie van het inlaatwerk. De daadwerkelijke toepassing van deze richtlijnen is afhankelijk van de hoeveelheid water die maximaal ingelaten mag worden door het inlaatwerk.

Voor het inlaten van driedoornige stekelbaars wordt geadviseerd om rond half april iedere avond om 0.00 uur het inlaatwerk 15 minuten minstens 50 cm te openen. Afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid water kan deze periode uitgebreid worden naar half maart tot eind april.

Voor het inlaten van paling wordt geadviseerd om van half april tot begin juni het inlaatwerk iedere avond om 0.00 uur te openen. Bij voorkeur wordt het inlaatwerk minstens 50 cm geopend. De tijdsduur dat het inlaatwerk geopend kan zijn bedraagt minimaal 15 minuten (afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid water dat ingelaten mag worden). Bij een opening van 50 cm wordt er gedurende 15 minuten (inclusief openen en sluiten) in totaal 5.240 m^3 water ingelaten.

6 LITERATUUR

Bult, T.P. & Dekker, W., 2006. Een experimentele veldstudie naar het intrekgedrg van glasaal op de grens van zout en zoet met implicaties voor het verbeteren van intrekmogelijkheden. Rapportnr. C064/06. Wageningen IMARES, IJmuiden. In opdracht van Ministerie van LNV.

Crombaghs, B.H.J.M., Akkermans, R.W., Gubbels, R.E.M.B. & Hoogerwerf, G. (red.), 2000. Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Natuurhistorisch Genootschap Limburg. ISBN 90-74508-09-x.

Dekker, W., 2004. Monitoring van de intrek van glasaal in Nederland: evaluatie van de huidige en alternatieve methodieken. RIVO rapport C006/04, 31 p.

Emmerik, W.A.M. van & Nie, H.W. de, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereninging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Hop, J., 2009. Visonderzoek migratieknelpunten Fase II: Voorjaarsonderzoek. Rapportnr. 20080984. ATKB Geldermalsen. In opdracht van Waterschap Zuiderzeeland.

ICES/EIFAC, 2004. Rpeort of the ICES/EIFAC Working Group on Eels, 7-11 October 2003, Sukarrieta, Spain. ICES CM 2004/ACFM:09. In: Klein Breteler, J.G.P., 2005. Kennisdocument Europese aal of paling, Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 11. OVB/Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Kampen, J., 2011. Visstandbemonstering Noordelijke Randmeren 2011. Rapportnr. 20111143/01. ATKB Geldermalsen. In opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst.

Klein Breteler, J.G.P., 2005. Kennisdocument Europese aal of paling, Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 11. OVB/Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Kroes, M.J. & Monden, S. (red), 2005. Vismigratie. Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Uitgave van de OVB en het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, ANIMAL.

Kroon, J.W. & Wijk, B. van, 2012. Monitoring vismigratieknelpunten 2011; Voor- en najaarsbemonstering van diverse sluizen en gemalen. Projectnr. VSN 2011.01. Visserij Service Nederland, Groot-Ammers. In opdracht van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.

Kruitwagen, G., 2007. Monitoring van stroomopwaartse migratie bij de gemalen Katwijk en Halfweg. Referentie: HW8-1/krub/003. Witteveen + Bos, Deventer. In opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland en Rijkswaterstaat Noord Holland.

BIJLAGE 1

Debietmeting inlaatwerk Colijn

Met een Marsch McBirney (Flow-Mate 2000) stroomsnelheidsmeter is de stroomsnelheid aan de instroomzijde van het inlaatwerk gemeten. Aan de hand van de stroomnsnelheden bij verschillende openingen van het inlaatwerk en de dimensies van de instroomopening is het debiet berekend.

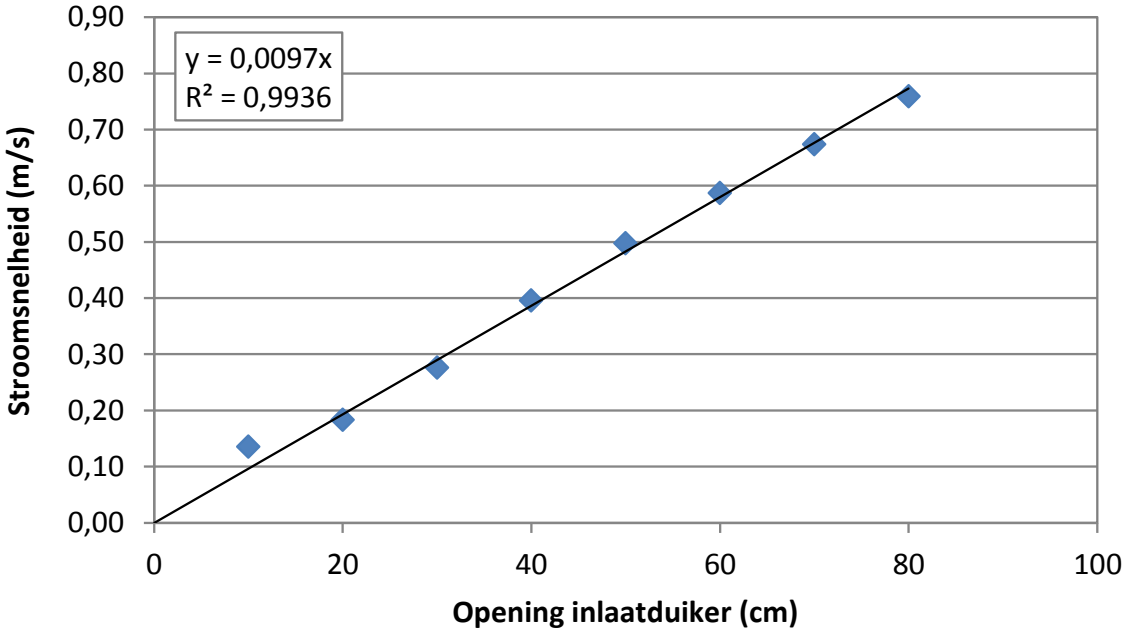
De instroomopening van het inlaatwerk heeft een hoogte van 4,0 m. Deze bevindt zich volledig onder het wateroppervlak. De breedte van het inlaatwerk is 3,6 m. Het natte oppervlak van de instroomopening bedraagt hiermee 14,4 m^2.

De stroomsnelheid is bepaald op een diepte van 1,9 m vanaf het wateroppervlak (2,1 m boven waterbodem), in het midden van de instroomopening. Normaliter kan de gemiddelde stroomsnelheid in een waterkolom gemeten worden op een afstand van" 0,4 * lokale waterdiepte" boven de bodem. In het geval van het inlaatwerk zou dit 1,6 meter boven de bodem zijn. Doordat het praktisch niet mogelijk was op deze diepte te meten is de gemeten stroomsnelheid mogelijk een lichte overschatting van de gemiddelde stroomsnelheid.

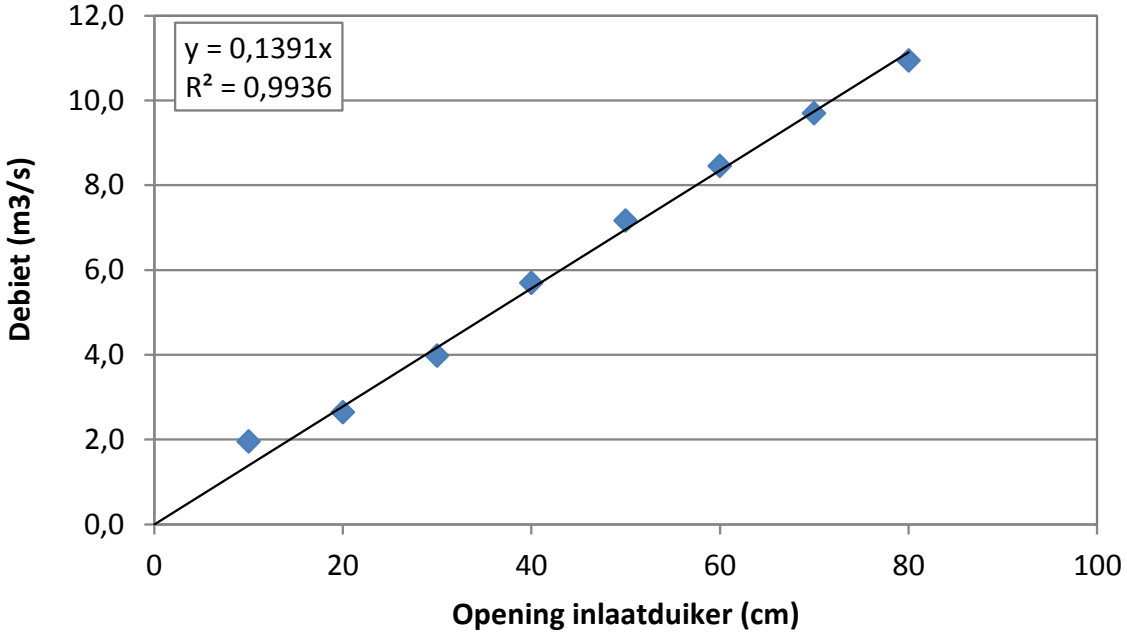
Bij een opening van 10 tot en met 80 cm is per 10 cm de stroomsnelheid bepaald. Per opening zijn drie metingen verricht, die vervolgens gemiddeld zijn. Op basis van de dimensies van het inlaatwerk is het bijbehorende debiet berekend. In tabel 1 en figuur 1 en 2 worden de resultaten van de metingen weergegeven. In de figuren staan de formules waarmee de stroomsnelheid en het debiet te berekenen zijn (bij een bepaalde opening in cm).

Tabel 1. Metingen stroomsnelheid en berekend debiet aan instroomzijde inlaatwerk Colijn.

Opening (cm)	**Stroomsnelheid (m/s)**				**debiet (m3/s)**
	1	2	3	gemiddeld	
10	0,135	0,135	0,137	0,136	1,95
20	0,174	0,192	0,184	0,183	2,64
30	0,270	0,278	0,280	0,276	3,97
40	0,403	0,390	0,393	0,395	5,69
50	0,492	0,503	0,498	0,498	7,17
60	0,579	0,602	0,579	0,587	8,45
70	0,653	0,683	0,684	0,673	9,70
80	0,753	0,753	0,772	0,759	10,93



Figuur 1. Stroomsnelheid in relatie tot opening inlaatwerk.



Figuur 2. Debiet in relatie tot opening inlaatwerk.

BIJLAGE 2

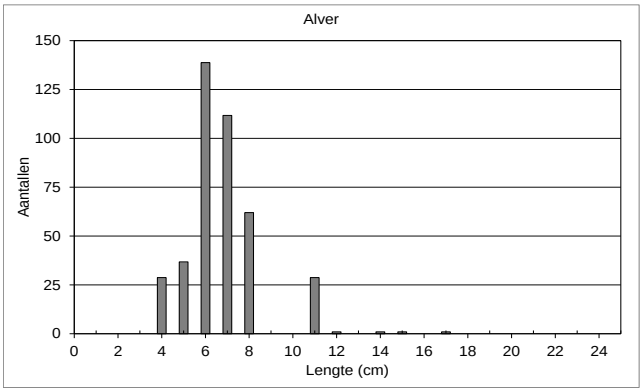
Ruwe vangstgegevens

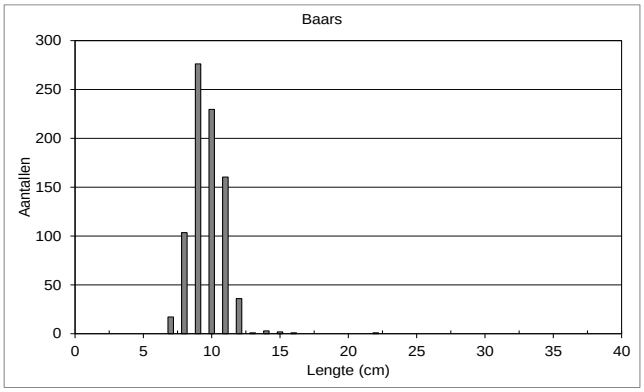
Meting	Datum	Opening (cm)	Tijd (min)	Debiet (m3)	Aal/Paling	Alver	Baars	Bittervoorn	Blankvoorn	Brasem	Driedoornige Stekelbaars	Graskarper	Grote Modderkruiper	Hybride	Kesslers Grondel	Kleine Modderkruiper	Kolblei	Marmergrondel	Pontische stroomgrondel	Pos	Rietvoorn/Ruisvoorn	Rivierprik	Roofblei	Snoek	Sneekbaars	Spiering	Tiendoornige Stekelbaars	Winde	Zeelt	Totaal
1 extra	26-3-2011	60 en 80	10,0	3.784*	2	57	115	-	31	117	10.483	-	-	1	-	-	8	29	-	115	1	-	57	-	-	919	316	57	-	12.308
1.1	26-3-2012	20	17,0	2.668	4	15	5	-	9	30	1.817	-	-	-	-	-	-	1	9	20	-	1	-	-	-	61	15	2	-	1.988
1.2	26-3-2012	50	19,4	7.087	18	1	-	-	42	38	13.111	1	-	3	-	1	-	-	-	76	-	-	-	-	-	387	-	2	-	13.680
1.3	26-3-2012	80	21,4	11.651	21	272	2	-	93	60	6.120	-	-	1	-	29	1	4	-	89	-	1	-	1	1	653	163	62	-	7.573
1.4	26-3-2012	50	17,4	6.239	9	-	1	-	2	1	2.194	-	-	-	1	1	-	3	-	17	-	1	-	-	2	147	52	7	-	2.438
1.5	26-3-2012	20	16,5	2.584	4	3	1	3	-	3	699	-	-	-	-	1	-	-	-	17	-	-	-	-	-	28	3	-	1	762
1.6	26-3-2012	80	22,9	12.641	12	37	1	18	4	4	4.747	-	-	-	1	2	-	41	-	160	-	4	-	-	55	998	-	64	1	6.150
2 extra	16-4-2012	20 en 50	12,1	3.111*	2	-	94	-	383	64	14.424	-	-	-	-	-	2	76	-	359	-	-	-	-	20	-	113	23	1	15.560
2.1	16-4-2012	50	5,0	1.064	2	-	54	-	65	23	2.748	-	-	-	-	1	3	11	-	163	-	-	1	-	1	-	22	5	1	3.099
2.2	16-4-2012	50	15,0	5.237	4	1	42	-	24	30	1.924	-	-	1	-	1	1	7	1	252	-	-	-	-	-	-	-	12	-	2.298
2.3	16-4-2012	50	10,0	3.151	2	11	21	-	22	30	3.045	-	-	-	-	-	1	21	-	126	-	-	-	-	-	21	-	42	-	3.341
2.4	16-4-2012	50	15,0	5.230	2	-	-	-	63	65	16.659	-	-	-	-	2	3	20	-	38	-	-	-	-	-	3	-	11	-	16.865
2.5	16-4-2012	50	5,0	1.064	-	-	1	-	11	15	3.309	-	-	-	1	-	1	3	-	20	-	-	-	-	-	-	-	7	-	3.368
2.6	16-4-2012	50	10,0	3.137	2	-	-	-	68	25	5.183	-	-	-	-	-	2	16	-	24	-	-	-	1	-	12	-	11	-	5.343
3 extra	23-4-2012	50	10,0	3.151	6	-	293	-	23	129	4.814	-	-	-	-	-	3	68	-	1.370	-	-	-	-	30	-	-	48	-	6.784
3.1	23-4-2012	50	15,0	5.237	2	11	22	-	37	24	2.639	-	-	-	-	13	-	26	2	185	-	1	-	-	1	-	-	13	-	2.973
3.2	23-4-2012	80	15,0	7.367	5	1	15	-	16	61	2.747	-	1	1	1	2	1	40	1	130	-	-	-	-	1	2	-	1	-	3.026
3.3	23-4-2012	20	15,1	2.354	-	-	-	-	2	1	387	-	-	-	-	1	-	3	-	5	-	-	-	1	-	1	-	1	-	402
3.4	23-4-2012	80	16,0	8.023	3	-	-	-	10	21	4.511	-	-	-	-	1	1	34	-	137	-	-	1	-	1	2	1	13	-	4.737
3.5	23-4-2012	50	15,0	5.216	-	-	1	-	8	-	2.179	-	-	-	-	1	1	22	-	33	-	-	-	-	-	-	14	11	-	2.271
3.6	23-4-2012	20	15,0	2.329	-	-	-	-	1	1	855	-	-	-	-	1	-	3	-	6	-	-	-	-	-	-	-	1	-	868
4 extra	7-5-2012	50	10,3	3.269	7	-	12	-	80	88	4.300	-	-	-	-	15	22	34	-	279	1	-	-	-	2	-	-	1	-	4.841
4.1	7-5-2012	50	10,0	3.151	6	-	-	-	18	11	1.557	-	-	-	-	4	-	25	-	96	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1.719
4.2	7-5-2012	50	5,0	1.050	6	-	1	-	4	8	234	-	-	-	-	3	-	2	-	35	-	-	-	-	-	-	3	-	-	297
4.3	7-5-2012	50	15,0	5.223	12	-	-	-	57	28	1.211	-	-	-	-	4	2	15	-	68	-	-	-	-	-	-	14	20	-	1.432
4.4	7-5-2012	50	5,0	1.064	2	-	-	-	10	7	295	-	-	-	-	-	1	9	-	17	-	-	-	-	-	1	-	-	-	341
4.5	7-5-2012	50	10,0	3.137	3	-	-	-	34	29	1.521	-	-	-	-	7	-	9	-	79	-	-	-	-	-	-	14	5	5	1.706
4.6	7-5-2012	50	15,0	5.223	2	-	-	-	28	1	3.790	-	-	-	-	3	2	21	-	25	-	-	-	-	-	-	-	5	-	3.876
5 extra	14-5-2012	50	15,0	5.237	35	-	17	-	332	159	7.038	-	-	-	-	52	8	173	-	121	3	-	-	-	-	-	35	-	-	7.972
5.1	14-5-2012	80	15,0	7.389	92	1	72	-	621	217	3.922	-	-	-	-	29	13	58	1	261	-	-	-	-	-	-	-	77	-	5.363
5.2	14-5-2012	20	15,0	2.337	10	-	-	-	35	11	332	-	-	-	-	-	1	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	395
5.3	14-5-2012	50	15,0	5.237	38	-	-	-	48	17	1.643	-	-	-	-	45	2	30	-	47	-	-	-	-	-	-	15	-	-	1.885
5.4	14-5-2012	20	15,0	2.337	10	-	4	-	21	8	640	-	-	-	-	8	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	703
5.5	14-5-2012	80	15,0	7.389	18	-	32	-	195	8	10.449	-	-	-	-	-	8	32	-	-	-	-	-	-	1	-	32	2	-	10.778
5.6	14-5-2012	50	15,0	5.237	5	1	-	-	57	-	4.020	-	-	-	-	-	3	14	-	14	-	-	-	-	-	-	-	15	-	4.128
6 extra	29-5-2012	50	6,0	1.481	51	-	14	-	6	1	63	-	-	-	-	6	-	-	1	30	3	-	-	-	-	-	6	1	-	182
6.1	29-5-2012	50	15,0	5.216	89	-	10	-	-	-	77	-	-	-	-	74	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	2	-	268
6.2	29-5-2012	50	10,1	3.171	32	-	1	-	1	-	39	-	-	-	-	17	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97
6.3	29-5-2012	50	5,0	1.064	4	-	-	-	7	-	14	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
6.4	29-5-2012	50	10,0	3.151	14	-	-	-	3	1	11	-	-	-	-	13	-	-	-	3	-	1	-	1	-	-	-	1	-	49
6.5	29-5-2012	50	15,0	5.237	27	-	-	-	1	-	88	-	-	-	-	31	-	1	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	1	159
6.6	29-5-2012	50	5,0	1.064	13	-	-	-	1	-	19	-	-	-	-	5	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
Totaal					**576**	**411**	**831**	**21**	**2.470**	**1.335**	**145.855**	**1**	**1**	**7**	**4**	**373**	**91**	**858**	**15**	**4.464**	**8**	**9**	**59**	**5**	**116**	**3.235**	**819**	**523**	**10**	**162.095**

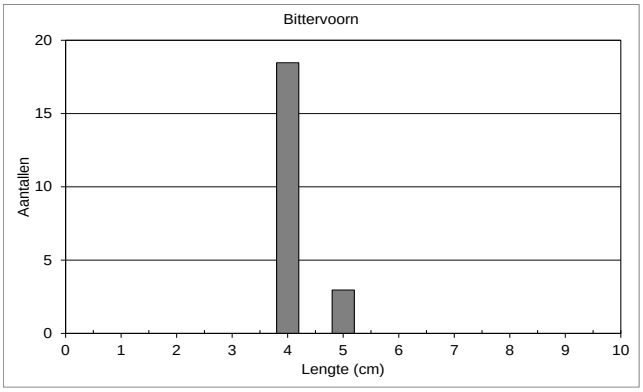
** bij benadering als gevolg van verschillende openingen inlaatwerk*

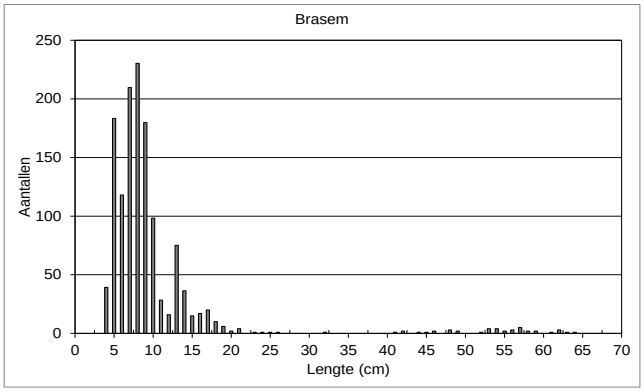
BIJLAGE 3

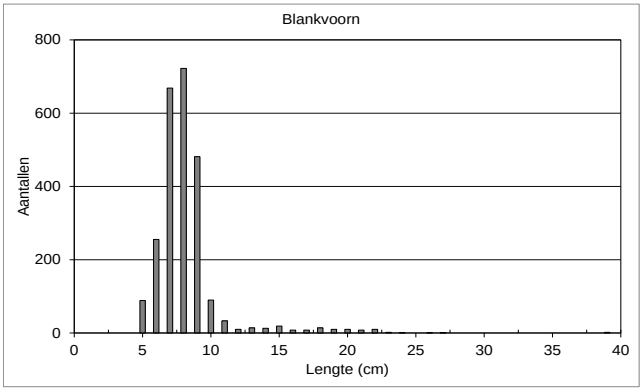
Lengtefrequentieverdeling inlaatwerk Colijn

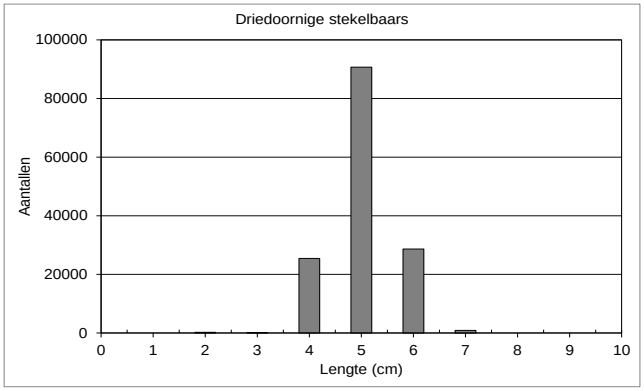


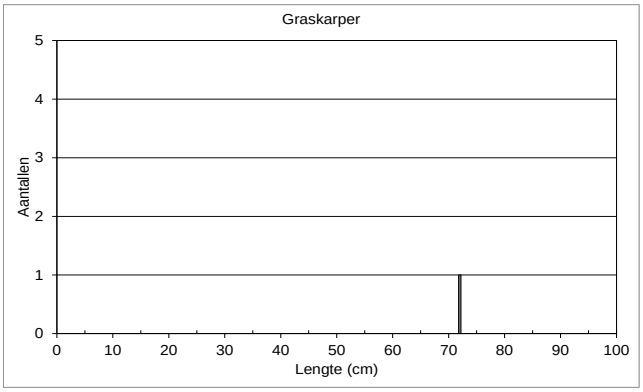


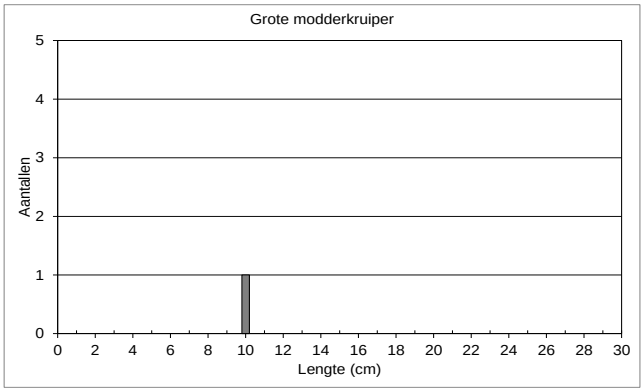


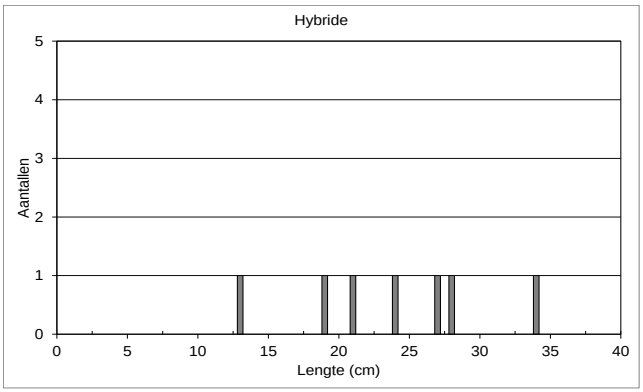


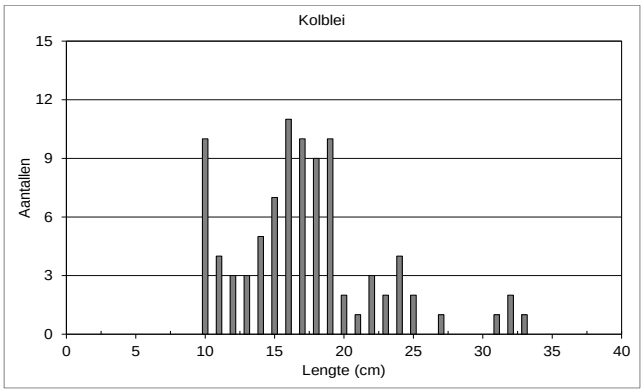




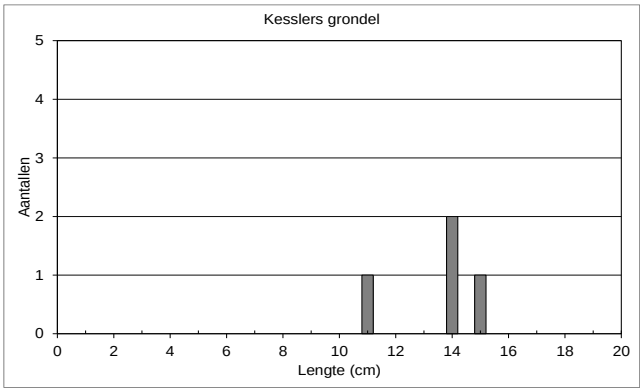


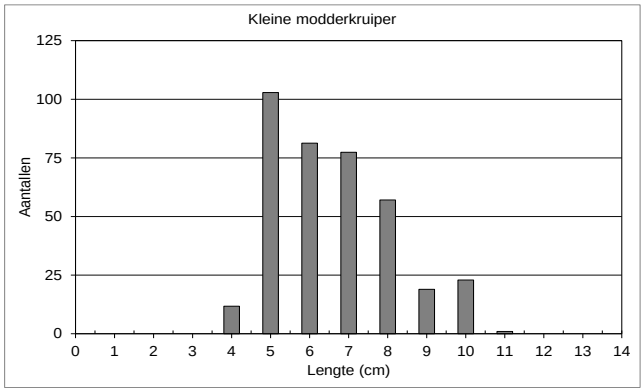


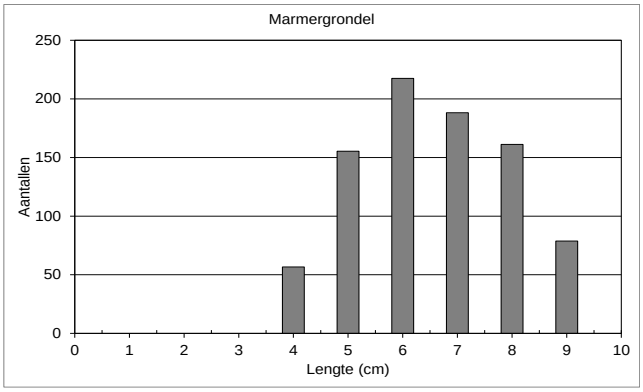


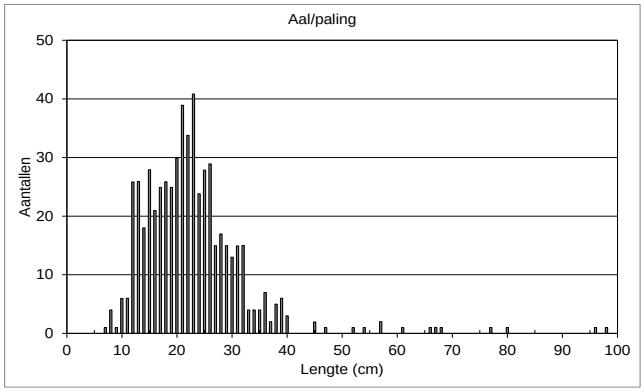


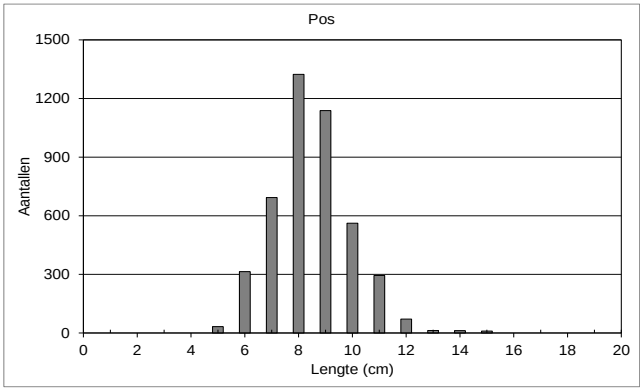
Lengtefrequentieverdeling inlaatwerk Colijn

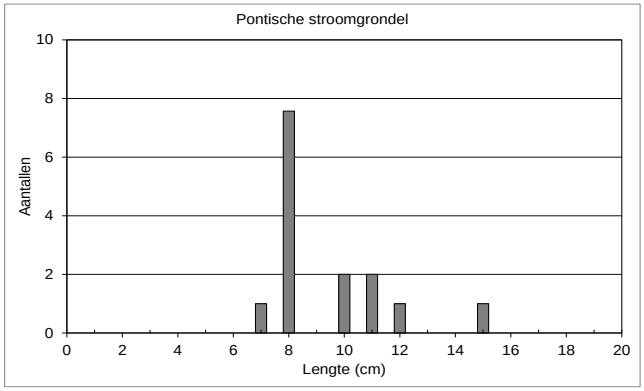


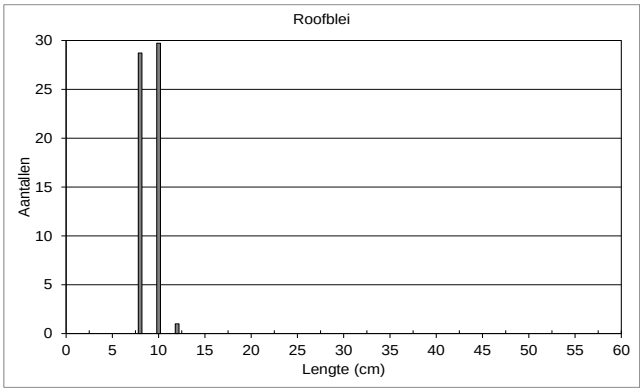


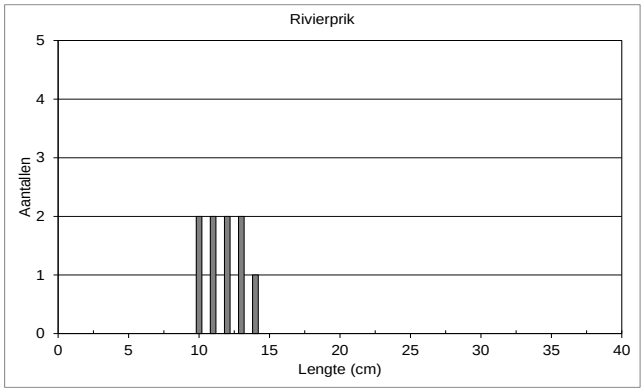


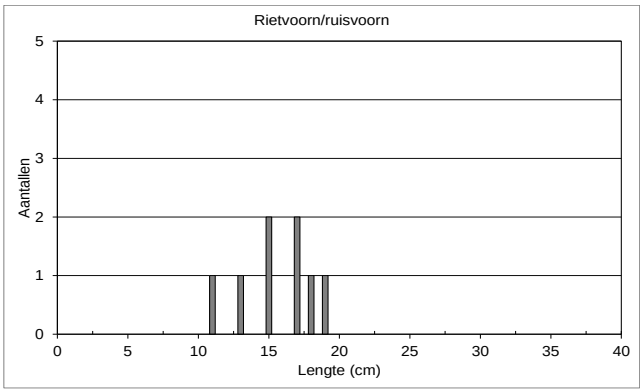


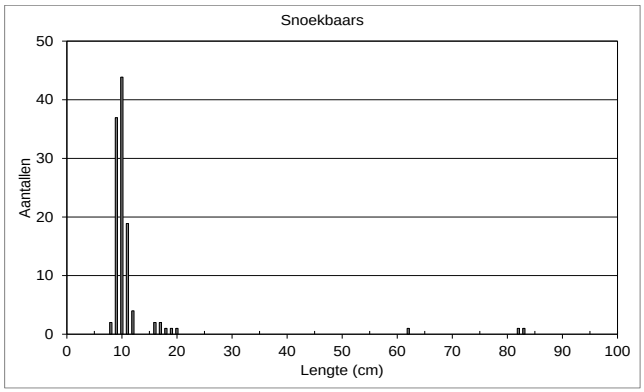












Lengtefrequentieverdeling inlaatwerk Colijn

