

Wageningen IMARES

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Vestiging IJmuiden
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax: 0255 564644

Vestiging Yerseke
Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax: 0113 573477

Vestiging Den Helder
Postbus 57
1780 AB Den Helder
Tel.: 022 363 88 00
Fax: 022 363 06 87

Vestiging Texel
Postbus 167
1790 AD Den Burg Texel
Tel.: 0222 369700
Fax: 0222 319235

Internet: www.wageningenimares.wur.nl
E-mail: imares@wur.nl

Rapport

Nummer: C050/07

Visbemonstering in de Voordelta: statistische betrouwbaarheid van de nulmetingen in het kader van de aanleg van de tweede Maasvlakte

Dr. W. Dekker

Wageningen IMARES is een
samenwerkingsverband tussen
Wageningen UR en TNO. Wij zijn
geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam nr.
34135929 BTW nr. NL
811383696B04



De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Samenvatting	3
Inleiding.....	4
Nauwkeurigheid en precisie	4
Gegevens en model.....	5
Nul-waarnemingen	7
Resultaten statistisch analyse	9
Precisie van de schattingen	12
Power-analyse	12
Statistische verdeling	16
Conclusies en aanbevelingen	20
Literatuur	20
Verantwoording	21

Samenvatting

Ten behoeve van de aanleg van de Tweede Maasvlakte wordt 2430 hectare land gewonnen. Om de effecten van deze ingreep, en van een in te stellen compensatie-gebied vast te stellen, is in 2005 een veldbemonstering uitgevoerd, waarvan in 2006 verslag is gedaan (Tulp et al. 2006). In dit rapport worden de statistische karakteristieken van de bestandsopnames nader verkend, en wordt de relatie tussen het aantal waarnemingen en de precisie van de uitkomsten gekwantificeerd. De resultaten tonen dat een uitbreiding van de bemonstering zeker een hogere precisie zal bewerkstelligen. Of de hogere precisie de kosten van een voortgezette bemonstering waard zijn, is een kwestie van inhoudelijke afweging, die buiten het bestek van dit rapport valt. Inhoudelijk leidt dit onderzoek tot verdere vragen, met name met betrekking tot veranderingen over reeksen van jaren. Deze vragen kunnen op basis van de beschikbare gegevens uit 2005 niet worden beantwoord. Aanbevolen wordt hiertoe de langlopende historische gegevens-reeksen (met name afkomstig uit het Demersal Fish Survey) te analyseren.

Inleiding

Ten behoeve van de aanleg van de Tweede Maasvlakte wordt 2430 hectare land gewonnen. Om de effecten van deze ingreep voldoende te compenseren volgens Europese richtlijnen, wordt o.a. een zeereservaat in de Voordelta ingesteld. Een monitoring- en evaluatieprogramma wordt uitgevoerd om na te gaan of de effecten van de landaanwinning (Tweede Maasvlakte, MVII) tijdig en afdoende worden gecompenseerd door de natuurcompensatie in de vorm van een zeereservaat.

Tulp et al. (2006) doen verslag van de metingen die zijn verricht om de uitgangssituatie (TO) te beschrijven in het landaanwinningsgebied (MVII), het beoogde reservaatgebied (MPA, noordelijk en zuidelijk deel) en een referentiegebied (MVR).

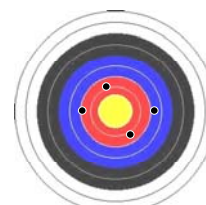
De nulmeting voor vis in 2005 bestond uit verschillende onderdelen, waaronder:

- Twee garnalenkorsurveys met de Luctor (onderzoeksschip van het NIOO) in het voorjaar en in het najaar van 2005. Deze surveys hadden tot doel jonge vis en garnaal te bemonsteren.
- Twee boomkorsurveys met de G058 (commerciële kotter), in het voorjaar en in het najaar van 2005. Deze surveys hadden tot doel marktwaardige vis te bemonsteren.

In het programma van eisen voor de studie van Tulp et al. (2006) werd gevraagd parameters te meten met vooraf vastgestelde precisie. In de aanloop van dat project is een berekening gemaakt van de precisie van de metingen verkregen uit de nulmetingen die zijn uitgevoerd voor de aanleg van het Near Shore Wind Park, en is de relatie tussen de precisie en het aantal waarnemingen gekarakteriseerd (power-analyse). Daaruit was de verwachting, dat met alleen het meten van visdichtheden voor en na de aanleg van de Tweede Maasvlakte en het instellen van het reservaat de veranderingen niet met de gewenste precisie in kaart gebracht kunnen worden. Daarom is door Tulp et al. (2006) ook de relatie tussen het voorkomen van vis, en abiotische en biotische factoren geanalyseerd. Een power-analyse van de bestandsopnames in het Maasvlakte-gebied is echter niet uitgevoerd. In de winter 2006/2007 heeft het Rijksinstituut voor Kust en Zee aan IMARES gevraagd alsnog een analyse van de precisie van de bestandsopnames in het Maasvlakte-gebied uit te voeren, en de toegevoegde waarde van een mogelijke voortzetting van de TO-metingen te kwantificeren. Hiertoe worden in dit rapport de statistische karakteristieken van de bestandsopnames nader verkend, en wordt de relatie tussen het aantal waarnemingen en de precisie van de uitkomsten gekwantificeerd. Meer in het bijzonder wordt aandacht besteed aan nul-waarnemingen (de waarneming dat een vissoort niet in een vangst aanwezig is), en aan de statistische verdeling van de observaties.

Nauwkeurigheid en precisie

In dit rapport wordt een analyse gepresenteerd van de precisie van de visbemonstering, die als nulmeting fungeert in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Alvorens op de details hiervan in te gaan, wordt hier eerst een korte bespreking gegeven van de begrippen nauwkeurigheid en precisie. In het programma van eisen voor de studie van Tulp et al. (2006) werd gevraagd parameters te meten met een vooraf vastgestelde precisie, maar dat begrip werd daarin niet gedefinieerd. Wikipedia (www.wikipedia.nl) definieert nauwkeurigheid als de graad van accuraatheid terwijl de precisie de graad van reproduceerbaarheid is, en vergelijkt deze begrippen met de plaats van pijlen op een boogschietdoel. Hoe dichter het gemiddelde van de pijlen bij het centrum van het doel ligt, des te groter de nauwkeurigheid; hoe kleiner het groepje van inslagen, des te beter de precisie van de schutter. Schrijver dezes is een precies, maar onnauwkeurig schutter.



Nauwkeurig



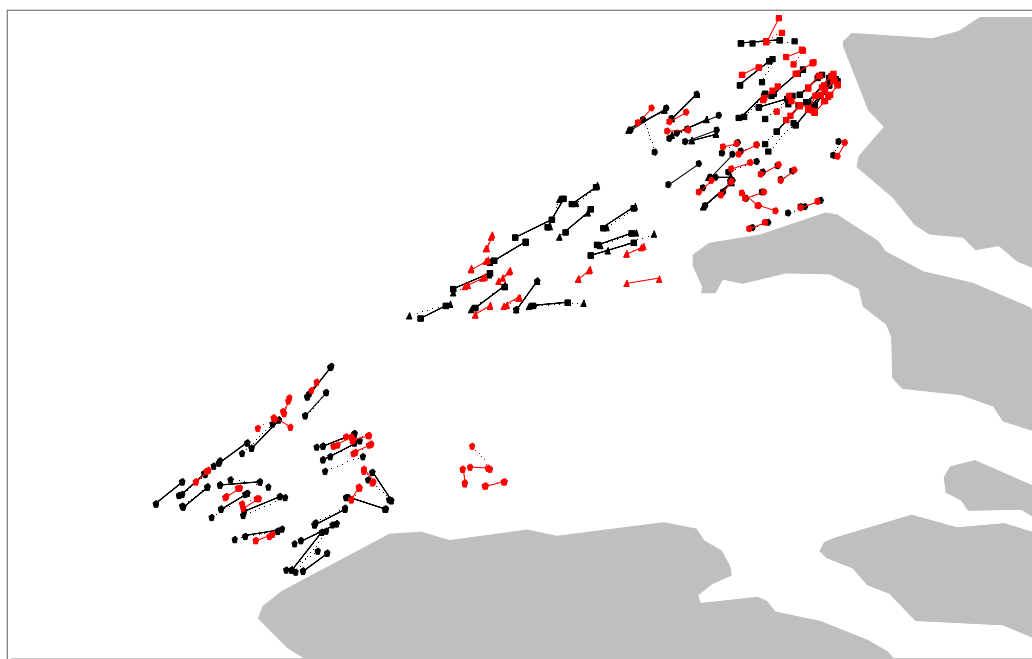
Precies

Ideaal zou zijn, als metingen van de visdichtheid zowel nauwkeurig als precies zouden zijn. In de praktijk is het dikwijls heel lastig, om vast te stellen of metingen wel nauwkeurig zijn, omdat meestal niet bekend is wat de werkelijke toestand is. Hoewel we visdichtheden uitdrukken in aantallen/gewichten per hectare, mogen we niet de suggestie wekken, dat dit een nauwkeurig beeld van de werkelijke dichtheid geeft. Alleen voor de (algemene) commerciële vissoorten zijn absolute getallen over de omvang van de bestanden beschikbaar; voor alle overige soorten kan men slechts schattingen met onbekende nauwkeurigheid vergelijken met andere, even onzekere schattingen. Duidelijk is wel, dat de vangsten van bestandsopnames een indicatie geven van de dichtheid, en dat dus een trend in onze vangsten ook werkelijk indicatief is voor een verandering in de visstand. Vergelijking van vangsten vóór en na de aanleg van een Tweede Maasvlakte geeft dan ook een juiste indruk van de opgetreden veranderingen, mits de (gemiddelde) vangsten met een hoge mate van precisie zijn vastgesteld.

Welke precisie is vereist? In het programma van eisen werd een precisie van 10% gevraagd, maar of dat haalbaar is, valt nog te bezien. Dit rapport gaat niet alleen in op de vraag of een precisie van 10% werd gehaald, maar presenteert ook de werkelijk behaalde precisie (bijvoorbeeld voor het totale gewicht van vis: 13.4%). De precisie wordt daarbij berekend als de kleinste afwijking, die nog met voldoende betrouwbaarheid kan worden berekend ('the least significant difference'). Hierbij is een statistische betrouwbaarheid van 95% gehanteerd ($\alpha=0.05$).

Gegevens en model

De gegevens van de bestandsopnames gedurende 2005 in het Maasvlakte-gebied zijn in detail beschreven in Tulp et al. (2006). Figuur 1 geeft een overzicht van de trekken, naar kwartaal en schip. Bij deze bemonsteringen is gebruik gemaakt van twee schepen: het onderzoeksschip MS Luctor, dat gebruik maakte van een 6-m brede garnalenkor, met een maaswijdte van 20 mm; en commercieel vissersvaartuig G058, dat gebruik maakte van een 4.5-m brede boomkor, met een maaswijdte van 80 mm. Voor verdere details van de bemonstering en verwerking wordt verwezen naar Tulp et al. (2006). Evenals in dat rapport, zijn de waarnemingen in het beoogde reservaat hier opgedeeld in een noordelijk en een zuidelijk deel; de grens tussen beiden verloopt ruwweg van de kop van Goeree naar het noord-westen.



Figuur 1 Kaart van het studiegebied, met daarin aangegeven de plaatsen van de bemonsteringen in 2005.
 Zwarte symbolen: MS GO58 (80 mm boomkor); rode symbolen: MS Luctor (20 mm boomkor).
 Getrokken lijn: kwartaal 2; gestippelde lijn: kwartaal 3.
 Driehoekjes: zuidelijk deel van het beoogd zeereservaat; vierkantjes: noordelijk deel van het beoogde zeereservaat; vijfhoekjes: uitbreiding Maasvlakte; cirkels: referentiegebied.

Op elk waarnemingsstation is een trek met een boomkor gemaakt, en zijn de gevangen vissen gedetermineerd, geteld en gemeten. Omdat alle gevangen soorten in de databases zijn vermeld, kan achteraf het ontbreken van een soort in een bepaalde trek worden afgeleid. In Figuur 2 en Figuur 3 is de frequentie van deze nul-waarnemingen weergegeven per soort. Hierbij zijn al die soorten in ogenschouw genomen, die tenminste éénmaal gedurende de studieperiode zijn waargenomen.

De abundantie van de vis is geanalyseerd met behulp van een zogenaamd Generalised Linear Model GLM (McCullagh & Nelder 1989):

$$y_i + 1 = \exp^{intercept + maaswijdte + kwartaal + diepte + afstand\ tot\ de\ kust + saliniteit + sediment + gemiddeld\ getij + gemiddeld\ springtij + maximum\ springtij + Anthozoa + Bivalvia + Crustacea + Echinoidea + Gastropoda + Nemertea + Polychaeta + Stellerioidea + gebied} + \epsilon_i \tag{1}$$

waarbij	y	aantal vissen per vissoort per hectare, of voor de som van alle soorten: het totale gewicht per hectare,
	i	rangnummer van de waarneming; er zijn in totaal 247 waarnemingen per soort,
	intercept	constante,
	maaswijdte	20 resp. 80 mm. De maaswijdte impliceert tevens het schip en de boomkor-breedte,
	kwartaal	voorjaar (2) resp. najaar (3) 2005,
	diepte	diepte in m, ter plaatse van de waarneming, als een reeks-ontwikkeling tot orde drie,
	afstand tot de kust	afstand van de waarnemingspositie tot de dichtstbijzijnde kust, als een reeks-ontwikkeling tot orde drie,
	saliniteit	saliniteit volgens model-berekening, reeks-ontwikkeling tot orde drie,

sediment	mediane korrelgrootte, reeks-ontwikkeling tot orde drie,
gemiddeld getij	gemiddelde stroomsnelheid bij gemiddeld getij, reeks-ontwikkeling tot orde drie,
gemiddeld springtij	gemiddelde stroomsnelheid bij springtij, reeks-ontwikkeling tot orde drie,
maximum springtij	maximale stroomsnelheid bij springtij, reeks-ontwikkeling tot orde drie,
Anthozoa, Bivalvia, Crustacea, Echinoidea, Gastropoda, Nemertea, Polychaeta, Stellerioidea	dichtheid van deze ongewervelde dieren,
gebied	landaanwinningsgebied (MVII), het beoogde reservaatgebied (MPA, noordelijk en zuidelijk deel) en een referentiegebied (MVR),
ε_i	residu, het verschil tussen de waarnemingen en de statistische verwachting.

Dit model vormt een kleine uitbreiding van het model van Tulp et al. (2006): de verschillende abiotische factoren zijn niet slechts lineair, maar als reeks-ontwikkeling in het model opgenomen. De statistische verdeling van de vangsten wordt gekarakteriseerd door ε_i . Aangenomen is, dat ε_i een gamma-verdeling volgt. Tulp et al. (2005) namen een Poisson-verdeling aan. Op de juistheid van deze verdelingen wordt hieronder nog uitgebreid ingegaan (sectie Statistische verdeling).

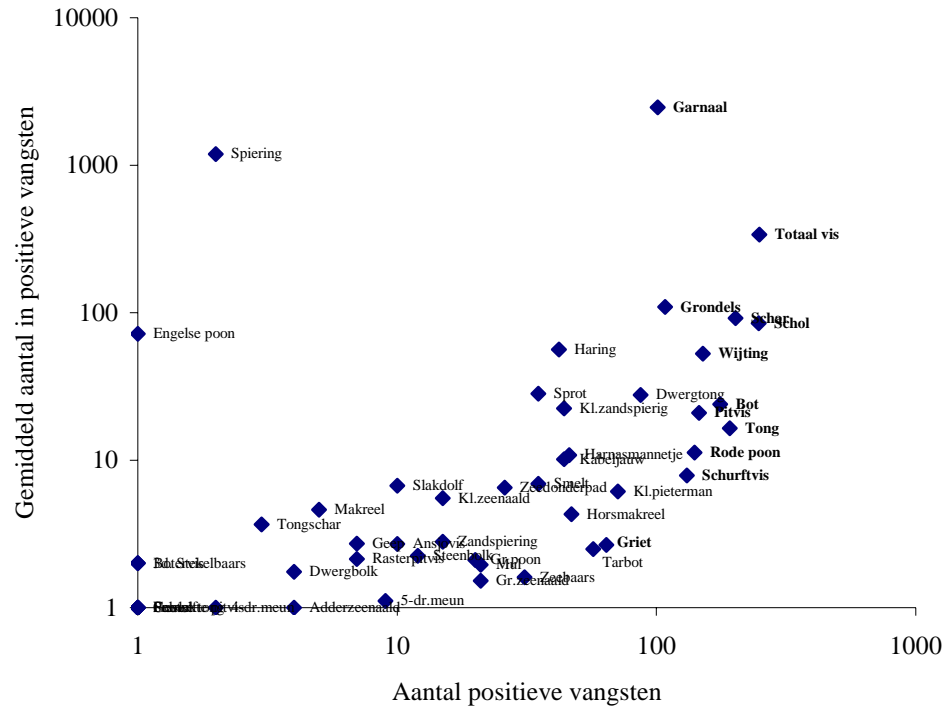
Dit model is toegepast op de gegevens, gebruik makend van het statistisch pakket SAS (SAS Institute Inc. 1999). Op grond van de verkregen parameter-schattingen, inclusief de parameters van de gamma-verdeling, is vervolgens berekend welke precisie is bereikt, en hoe deze afhangt van het aantal waarnemingen (power-analyse).

Nul-waarnemingen

In totaal zijn gegevens van 200 trekken beschikbaar. In al deze trekken werd vis aangetroffen (van een of andere soort); geen enkele trek bevatte geen vis. 103 van deze 200 trekken waren van onderzoeksvaartuig Luctor afkomstig. In 98 van deze 103 trekken kwam de gewone garnaal (*Crangon crangon*) voor. De resterende trekken kwamen van de G058; in slechts 3 hiervan werd enige garnaal aangetroffen. Overduidelijk leidt de grove maaswijdte van de G058 (80 mm, tegenover 20 mm van de Luctor) tot verlies van garnaal. De garnaal-gegevens van de G058 worden volledig gedomineerd door de nul-waarnemingen, terwijl de nullen bij de Luctor vrijwel geen rol spelen.

Zeldzamer soorten, zoals de vier-dradige meun (*Enchelyopus cimbrius*), werden door geen van beide schepen frequent gevangen. Voor de zeldzamere soorten worden de waarnemingen volledig gedomineerd door nul-waarnemingen. Bot (*Platichthys flesus*), tenslotte, werd wel veelvuldig door de G058 gevangen, maar kwam veel minder frequent voor aan boord van de Luctor. Figuur 2 geeft een overzicht van de frequentie van nul-waarnemingen per soort, voor beide schepen.

De statistische analyse van de gegevens gaat uit van een vooraf aangenomen statistische verdeling van de residuen ε_i - in de huidige analyse de gamma-verdeling (Tulp et al. (2006) gebruikten een log-normale verdeling, die hier sterk mee overeenkomt). Met name het verband tussen ε_i en de verwachting van de vangst spelen een rol, omdat dat bepaalt of de analyse goeddeels bepaald wordt door de hoge of door de lage waarnemingen. In de meeste gevallen is het zo, dat de precisie van viswaarnemingen (in absolute aantallen) min of meer recht-evenredig is met de verwachting en de waarneming zelf. Als er tien maal meer vis aanwezig is, worden de betrouwbaarheidsgrenzen ook tienmaal wijder; dat wil zeggen dat er sprake is van een constante relatieve betrouwbaarheid, een constante "coëfficiënt of variation" CV (standaard deviatie gedeeld door de verwachting). Dit gaat echter alleen op voor algemene soorten. Immers, een constante relatieve betrouwbaarheid impliceert, dat zeldzame vissoorten ook erg



Figuur 3 Relatie tussen de frequentie van positieve vangsten (dat zijn vangsten groter dan nul) en de gemiddelde vangst. De vet gedrukte soorten zijn geselecteerd voor de statistische analyses.

Resultaten statistisch analyse

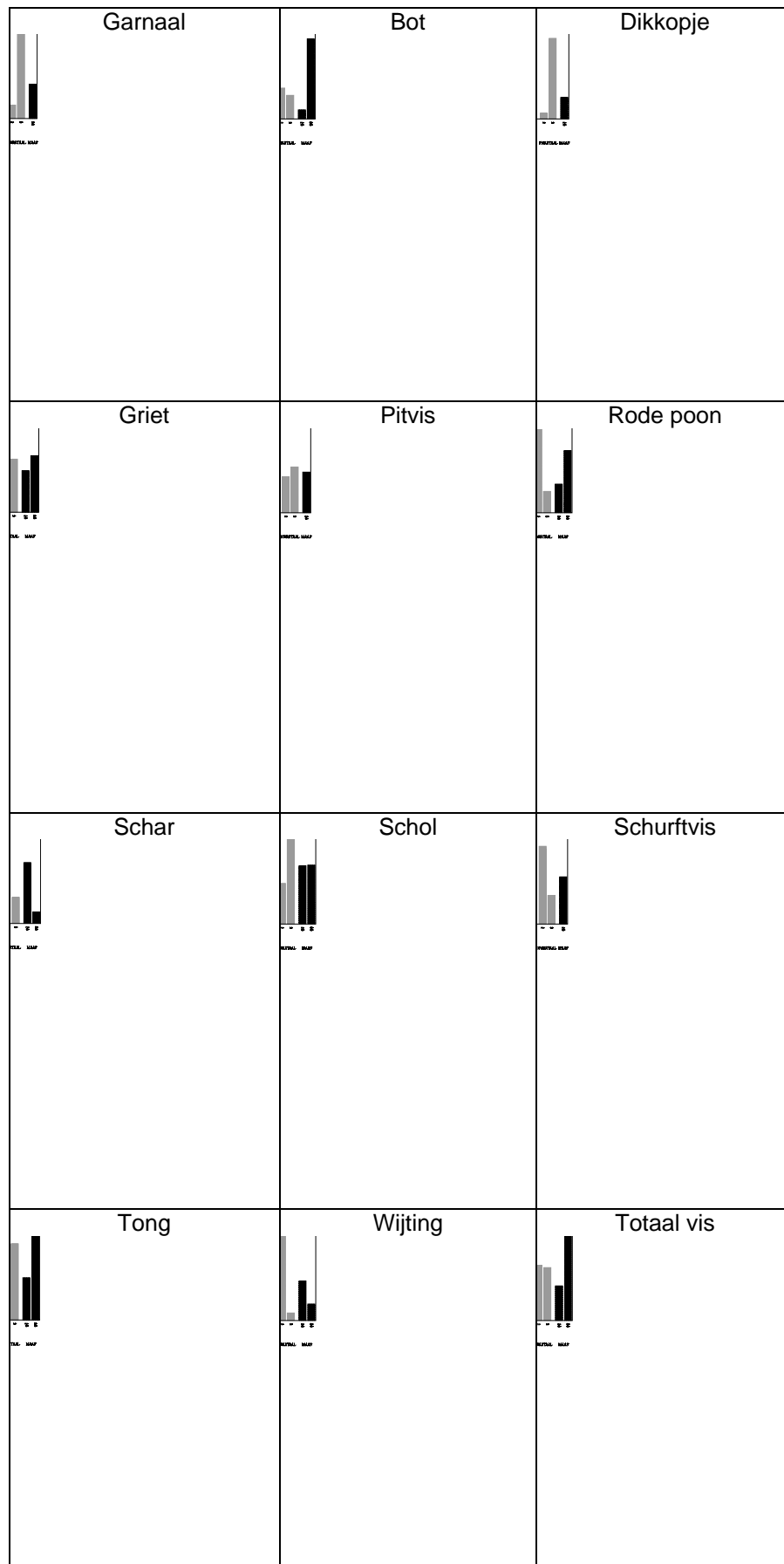
Het model van vergelijking (1) is toegepast op de gegevens van garnaal, bot, dikkopje, griet, pitvis, rode poot, schar, schurftvis, tong, wijting, en totaal visgewicht. Tabel 1 presenteert resultaten van de variantie-analyse. Figuur 4 toont de parameter-schattingen.

De mate waarin het model de waarnemingen kan verklaren varieert sterk van soort tot soort. Voor de pitvis wordt 81% van de variatie verklaard, terwijl voor schol en tong slechts 41% verklaarbaar is. Ook de bijdrage van de verschillende factoren wisselt. Rode poot toont een groot verschil tussen de schepen, terwijl wijting vooral een verschil in abundantie tussen voor- en najaar vertoont. Diepte is de belangrijkste verklarende factor voor schurftvis, en de verspreiding van schol wordt vooral door de afstand tot de oever bepaald.

Een meer gedetailleerde bespreking van de resultaten is beschikbaar in Tulp et al. (2006).

Tabel 1 Variantie-analyse van de abundantie van vis en garnaal in het Maasvlakte-gebied. Weergegeven zijn de percentages verklaarde deviantie per groep verklarende factor, de totale deviantie (rechter kolom) en het aantal vrijheidsgraden (onderste rij). De analyse is uitgevoerd als een type 1 analyse, dat wil zeggen dat de variabelen in de aangegeven volgorde in het model zijn opgenomen. Garnaal, dikkopjes, pitvis en schurftvis zijn (vrijwel) niet gevangen door de G058; voor deze soorten wijken de vrijheidsgraden dan ook naar beneden af.

Soort	maas-wijde, schip, vstuig	Kwartaal	A-biotische factoren	biologische factorem	Gebied	Onverklaard	Totale deviantie
Garnaal		9	49	6	1	35	285.6
Bot	28	3	30	2	1	36	444.2
Dikkopje		33	24	4	1	39	239.0
Griet	3	6	29	6	4	51	96.8
Pitvis		1	77	2	1	19	336.4
Rode_poon	18	28	14	3	1	35	349.1
Schar	7	0	43	4	3	44	634.5
Schol	0	3	35	2	1	59	280.7
Schurftvis		11	57	1	3	29	170.2
Tong	1	1	35	3	1	59	383.5
Wijting	12	36	16	2	2	32	883.7
Totaal_vis	23	0	37	2	2	37	273.6
Vrijheidsgraden df	1	1	21	8	3	157/64	191/97



Figuur 4 Parameter schattingen van model (1) per soort. De parameter maas indiceert het schip, de afmeting van het gebruikte vistuig, en de maaswijdte.

Precisie van de schattingen

In het programma van eisen voor de studie van Tulp et al. (2006) werd gevraagd parameters te meten met vooraf vastgestelde precisie. Bij aanvang van de werkzaamheden was al duidelijk, dat deze eisen niet binnen redelijke grenzen zouden zijn te realiseren. De hier gepresenteerde analyse resulteert ondermeer in een schatting van de gerealiseerde precisie (Tabel 2). Deze varieert tussen 17.2% en 23.6% voor de abundantie per soort; voor het totale gewicht van de vis is de gerealiseerde precisie 13.4%. Dat betekent dat in geen enkel geval de gevraagde precisie van 10% gerealiseerd is.

Tabel 2 De precisie van de abundantie-schattingen per soort, in percentage van het gemiddelde. Een precisie van 20% betekent, dat de werkelijke abundantie maximaal 20% hoger ligt, dan het waargenomen gemiddelde. De opgegeven percentages zijn gebaseerd op het databestand van 2005 (200 trekken). In de laatste kolom is de precisie weergegeven, zoals die zal worden bereikt, als de omvang van het data-bestand in 2007 wordt verdubbeld.

Precisie (% van gemiddelde)	200 trekken	400 trekken
Soort		
Garnaal	21.6	15.0
Bot	18.2	12.7
Dikkopje	21.0	14.6
Griet	23.4	16.4
Pitvis	17.8	12.4
Rode_poon	17.9	12.5
Schar	23.0	15.9
Schol	17.6	12.2
Schurftvis	17.2	12.0
Tong	22.2	15.4
Wijting	23.6	16.4
Totaal_vis	13.4	9.3

Power-analyse

In de voorafgaande paragraaf is een schatting gepresenteerd van de gerealiseerde precisie van het veld-programma van 2005, dat was gebaseerd op 200 trekken. Hoe zou die precisie veranderen, als er meer of minder trekken beschikbaar zouden zijn geweest (Figuur 5)? En hoeveel trekken zouden zijn vereist, om een vooraf gespecificeerde precisie te bereiken (Tabel 3)?

Visvangsten variëren sterk: onder gelijke omstandigheden kan de vangst van een soort in een trek al gauw vijf maal zo groot zijn als in een andere trek. Of vijf maal zo klein. Zelfs voor een ervaren visser is het altijd weer een verrassing, hoeveel vis er in het net zal zitten. Gegevens van een enkele trek zijn dan ook nauwelijks informatief. Het is de combinatie van een groot aantal trekken, die tot een betrouwbaar resultaat moet leiden. Figuur 5 toont, dat bij een toenemend aantal trekken de precisie snel verbetert. Maar naarmate er meer trekken beschikbaar komen, neemt de verbetering steeds langzamer toe. Zelfs op de logaritmische schaal van Figuur 5 is er nog sprake van een geleidelijke uitdoving. Verbetering van de precisie van 50% naar 25% (Tabel 3) is nog wel uitvoerbaar, maar verdergaande verbetering vergt al gauw een onuitvoerbaar veldprogramma, met tot meer dan 100,000 trekken. Figuur 5 maakt wel duidelijk, dat de verbetering van de precisie geleidelijk verloopt. Er is geen sprake van een natuurlijke grens voor het aantal trekken, waarboven de verbetering van de precisie plotseling verloren gaat. De vraag welk aantal trekken wenselijk is, is dan ook niet op statistische gronden te beantwoorden. Welke precisie er

gewenst is, en welke kosten daarvoor aanvaardbaar zijn, is een kwestie van inhoudelijke beoordeling.

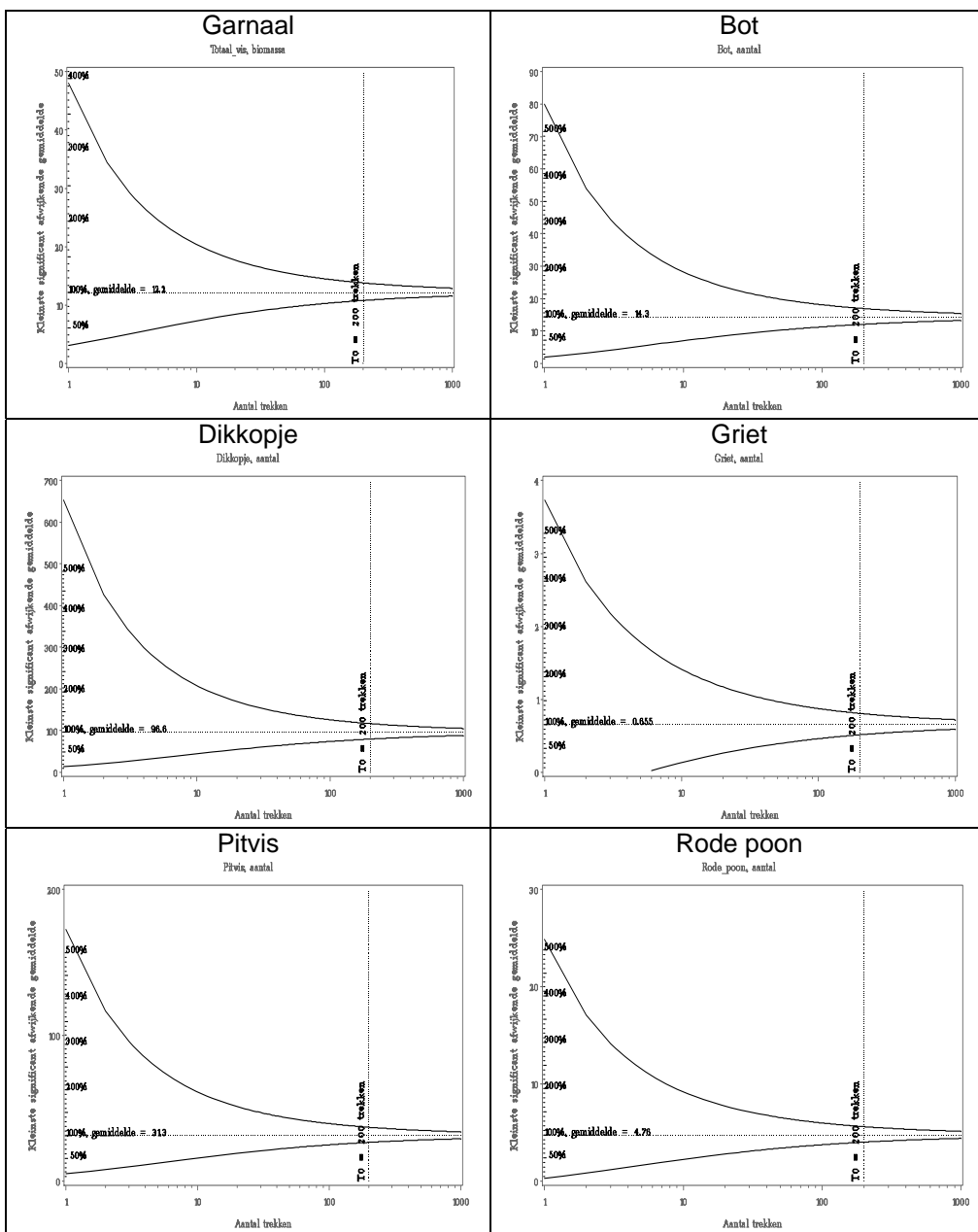
Het veldprogramma in 2005 leverde een totaal van 200 trekken op. Tabel 2, Tabel 3 en Figuur 5 analyseren, welke verbetering in de precisie mogelijk zou zijn geweest, als er meer of minder trekken in 2005 waren verzameld. Maar 2005 is voorbij, en gedane zaken nemen geen keer. Aanvullende bemonstering is niet meer mogelijk in 2005. Als er tot een voortzetting van de TO-metingen wordt besloten, dan zal deze in 2007 (of later) moeten plaatsvinden. De vraag rijst, of aanvullende metingen in een ander jaar naadloos zullen aansluiten bij die van 2005.

Allereerst zal de abundantie van de vis in 2007 zeker niet gelijk zijn aan die van 2005. Door variatie in jaarklassterktes, abiotische omstandigheden en visserij zal zeker een andere abundantie aangetroffen worden. Aanpassing van het statistische model aan jaar-op-jaar-variantie zal echter geen enkel probleem opleveren. Daarnaast is het denkbaar dat diepte-preferenties, gebieds-voorkeuren en dergelijke variëren. Ook daar kan eenvoudig een voorziening in de analyse voor worden getroffen. Deze aanpassingen vergen een klein aantal vrijheidsgraden. In de huidige analyse werd een model met 11 vrijheidsgraden toegepast op een data set met 200 trekken; een paar vrijheidsgraden extra, voor de verandering in abundantie en patronen in een ander jaar, zal geen wezenlijk probleem vormen. Tevens zal dit inzicht geven in de mate van variatie tussen de jaren.

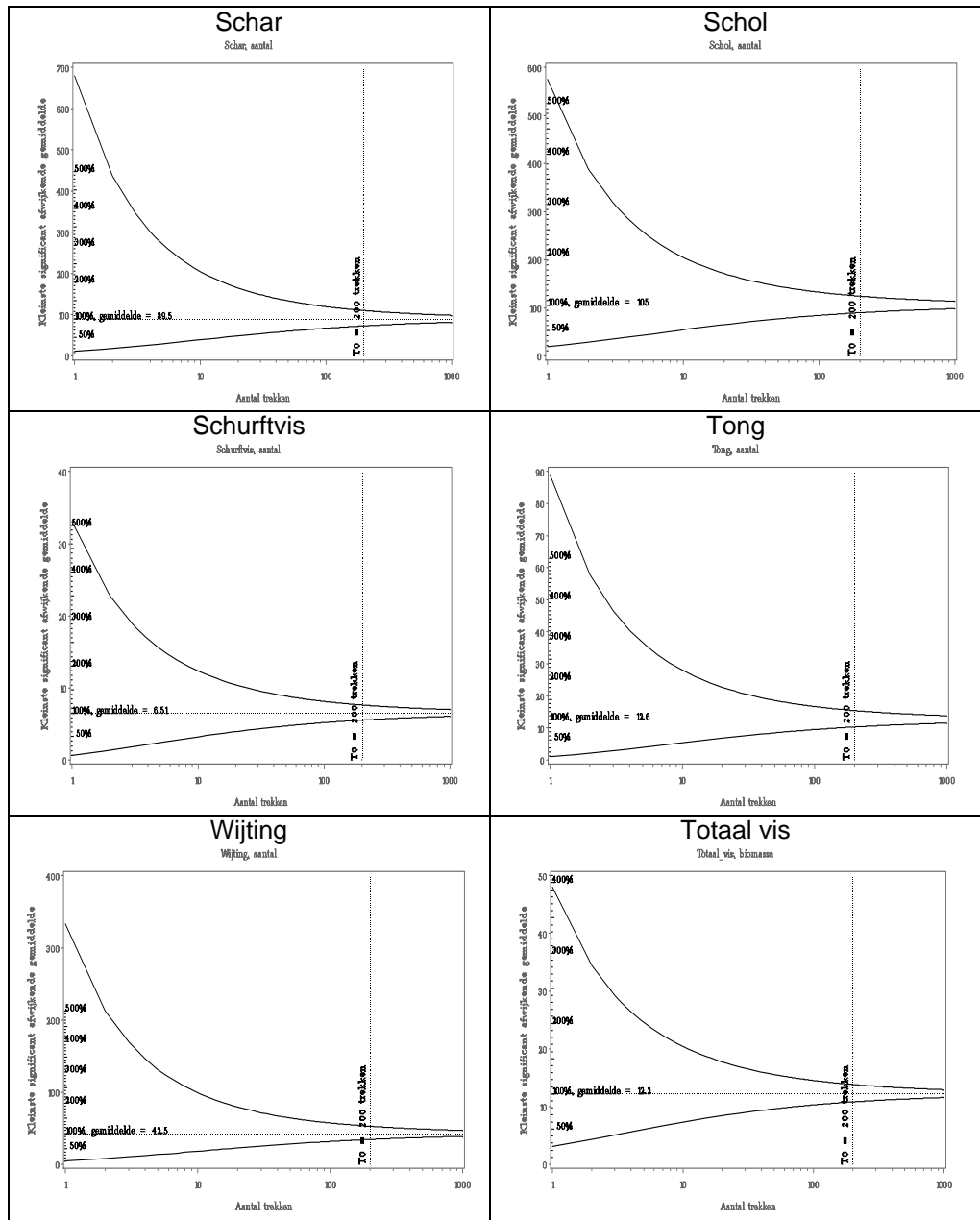
Verder zou het zo kunnen zijn, dat de precisie van de schattingen tussen jaren kan variëren. Voor zover dat samenhangt met een verandering in abundantie zal dat reeds worden afgedekt door het bestaande model (zie tevens hieronder, Statistische verdeling). Daarnaast zou ook door andere oorzaken de precisie kunnen veranderen. Hieronder, in de sectie Statistische verdeling, is rekening gehouden met een mogelijk verschil in precisie tussen de schepen. Voor al die soorten waarvan beide schepen redelijke aantallen hebben gevangen (d.w.z. voor zover de nul-waarnemingen geen storende rol spelen), blijkt de precisie niet sterk van elkaar te verschillen. Tevens tonen de huidige resultaten vrijwel geen significante verschillen in precisie tussen de seizoenen of gebieden (niet getoond). Of de consistentie in de precisie echter een universeel kenmerk is, zal slechts door jarenlange voortzetting van het meetprogramma, of door analyse van historische data-bestanden kunnen blijken.

Tabel 3 Het aantal trekken dat is vereist om een vooraf gedefinieerde precisie (top rij) te realiseren, per soort.

Aantal trekken	Precisie in percentage van het gemiddelde				
	50	25	10	5	1
Garnaal	44	152	870	3,370	82,086
Bot	32	111	636	2,470	60,254
Dikkopje	41	145	826	3,203	78,036
Griet	47	176	1,058	4,175	103,288
Pitvis	30	106	607	2,354	57,361
Rode_poon	30	106	616	2,397	58,641
Schar	49	172	981	3,804	92,683
Schol	30	103	590	2,287	55,697
Schurftvis	28	99	570	2,218	54,191
Tong	45	160	919	3,568	87,057
Wijting	52	181	1,034	4,008	97,677
Totaal_vis	18	62	350	1,355	33,004



Figuur 5 Power-analyse: de relatie tussen het aantal waarnemingen, en de betrouwbaarheid van het geschatte gemiddelde, per soort. De getrokken lijnen geven het 95% betrouwbaarheidsinterval (twee-zijdig) weer rond het gevonden gemiddelde, als een functie van het aantal waarnemingen.



Figuur 5 Power-analyse: de relatie tussen het aantal waarnemingen, en de betrouwbaarheid van het geschatte gemiddelde, per soort. De getrokken lijnen geven het 95% betrouwbaarheidsinterval (twee-zijdig) weer rond het gevonden gemiddelde, als een functie van het aantal waarnemingen. (vervolg)

Statistische verdeling

Foutieve aannames kunnen het resultaat van een power-analyse aanzienlijk vertekenen. Dit hoofdstuk analyseert in welke mate de aannames van het model overeenkomen met de gevonden resultaten. Dit vereist een verdere uitdieping van de theorie van statistische analyses, die het gebruik van het nodige jargon onvermijdelijk maakt. Voor de conclusies en aanbevelingen in het volgende hoofdstuk heeft dit hoofdstuk echter vrijwel geen directe betekenis.

De statistische analyse splitst elke waarneming (y) op in twee delen: enerzijds een deel dat alleen afhangt van een aantal bekende, verklarende variabelen (predictive model), en anderzijds een residu, dat gekenmerkt wordt door een (qua vorm vooraf gekozen) statistische verdeling (error term). Het verklarende model omvat zowel factoren die rechtstreeks verband houden met de vraagstelling (variables of interest), als factoren die niet direct van belang zijn maar waarvan bekend is dat ze wel een stevige invloed op de waarneming hebben (nuisance variables). In de hier beschreven analyse worden maaswijdte, schip, en trekduur als nuisance variables opgevat, terwijl diepte, afstand tot de kust en gebied de variables of interest zijn.

Dan is er nog een lastige groep verklarende variabelen, die mogelijk een rol spelen. Deze groep omvat onbekende factoren, die wel een wezenlijke invloed op de waarneming hebben. Deze groep omvat factoren die niet kunnen worden gemeten, of factoren waarvan de mogelijke invloed niet bekend was. Omdat deze factoren niet in het verklarende model zijn opgenomen, wordt hun invloed verplaatst naar de error term. Dit kan mogelijk een sterke vertekening van de error tot gevolg hebben. Bij de waarnemingen van de Luctor heeft dit mogelijk een rol gespeeld. Analyse van de totale visvangsten resulteert in een vertekening van de error (negatieve residuen bij hoge verwachte waarden), die erop lijkt te wijzen, dat mogelijk verzadiging van het net optreedt. Als het net vol vis en ongewervelden komt, lijkt de efficiency van het net aanzienlijk af te nemen.

De analyse is gebaseerd op de aanname, dat de error term door een gamma-verdeling kan worden gekarakteriseerd. In aanvulling hierop zijn alle waarnemingen met 1 (totaal gewicht vis: 0.1) opgehoogd, waardoor in de analyse geen nullen meer voorkomen. Achteraf rijst de vraag, of deze aanname en werkwijze correct zijn geweest. Hierbij speelt met name de relatie tussen het residu en de statistische verwachting een rol. Deze relatie zal hier nader worden geanalyseerd.

Een cirkelredenering is nu onvermijdelijk. Niet de waarneming, maar het residu (dat is: de waarneming minus de verwachte waarde) dient met de aangenomen verdeling overeen te komen. Het residu kan echter pas berekend worden, nadat het verklarende model is bepaald. En het verklarende model kan alleen worden bepaald, als de verdeling van de residuen bekend is. Kortom: er is geen sluitende benadering. Een aanname voor de verdeling van de residuen blijft onvermijdelijk. Wel kan, nadat het model bepaald is, gecontroleerd worden of de verdeling van de gevonden residuen in strijd is met de aanname. De analyse blijft een cirkelredenering, maar de controle garandeert dat er geen interne inconsistentie opgetreden is. Terzijde zij hier opgemerkt, dat het residu met de aangenomen verdeling moet overeenkomen, niet de waarnemingen zelf. Dikwijls wordt de frequentie-verdeling van de waarnemingen gebruikt, om een adequate verdeling te bepalen, maar deze werkwijze is niet juist.

Toetsing van de statistische verdeling van de residuen kan op een aantal verschillende manieren plaatsvinden. Hier wordt volstaan met één grafische test (Figuur 6), in de verte gerelateerd aan de techniek die Taylor (1961) gebruikte om de statistische verdeling van waarnemingen te karakteriseren. Deze grafische test heeft het voordeel dat de afgebeelde grootheden relatief makkelijk zijn te interpreteren, en dat ook het effect van mogelijke alternatieve aannames zichtbaar gemaakt kan worden.

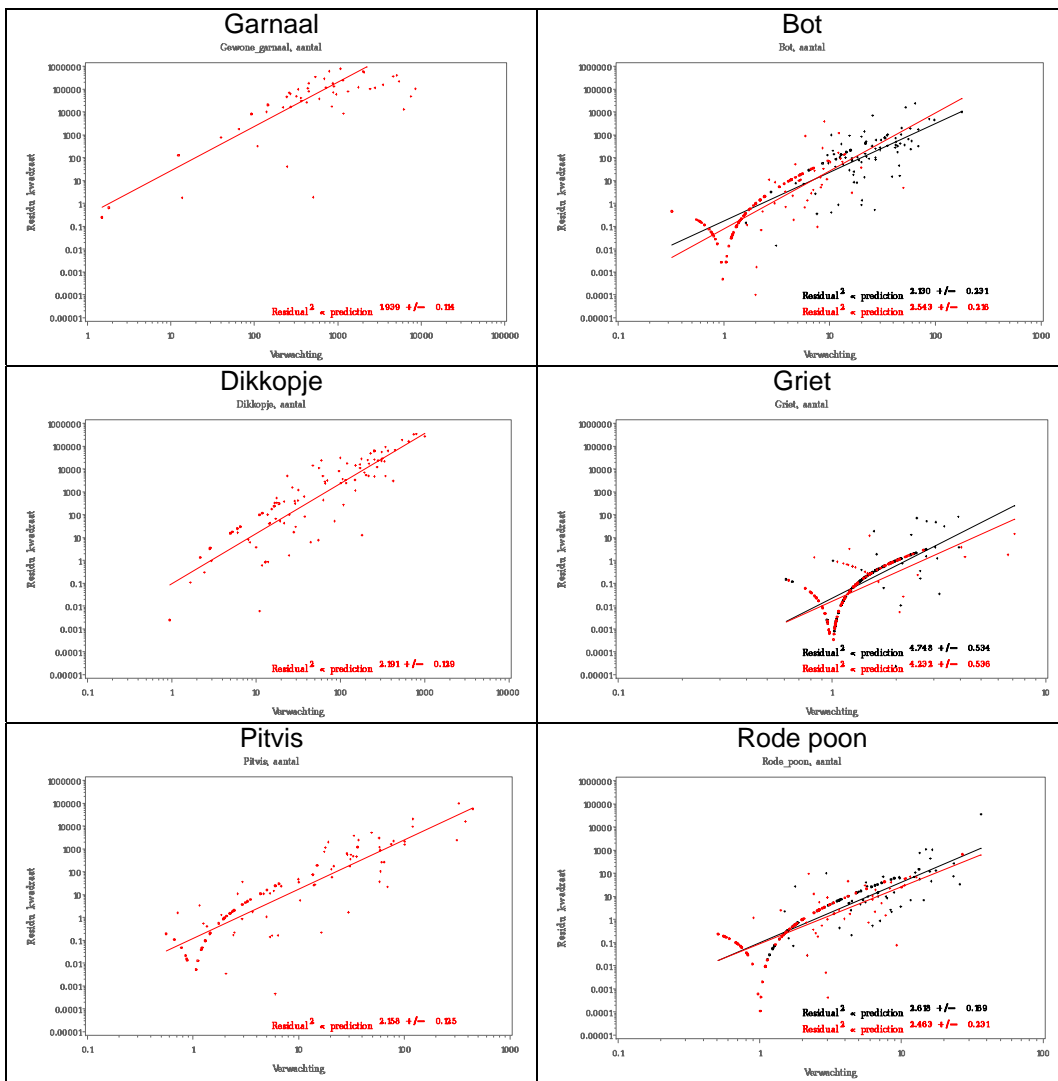
De keuze voor een statistische verdeling van de residuen heeft voornamelijk invloed op de analyse door zijn relatie tussen de spreiding (variantie) van de residuen en de statistische verwachting (McCullagh & Nelder 1989). Veelal wordt aangenomen, dat er tussen de spreiding V en de verwachting μ een relatie bestaat, gekarakteriseerd door $V = \mu^\lambda$; een gamma-verdeling komt overeen met $\lambda = 2$, een Poisson-verdeling met $\lambda = 1$ en een Normale verdeling met $\lambda = 0$. Links en rechts de logaritme nemend, leidt tot $\log(V) = \lambda \times \log(\mu)$.

Omdat V de verwachting vormt van het kwadraat van de residuen ε^2 , geeft de regressie van $\log(\varepsilon^2)$ op $\log(\hat{\mu})$ een schatting van λ . De log-transformatie van de residuen komt tevens tegemoet aan de statistische verdeling van de residuen (een gamma-verdeling, McCullagh & Nelder 1989. Dat er nu sprake is van twee gamma-verdelingen, is slechts een coincidentie).

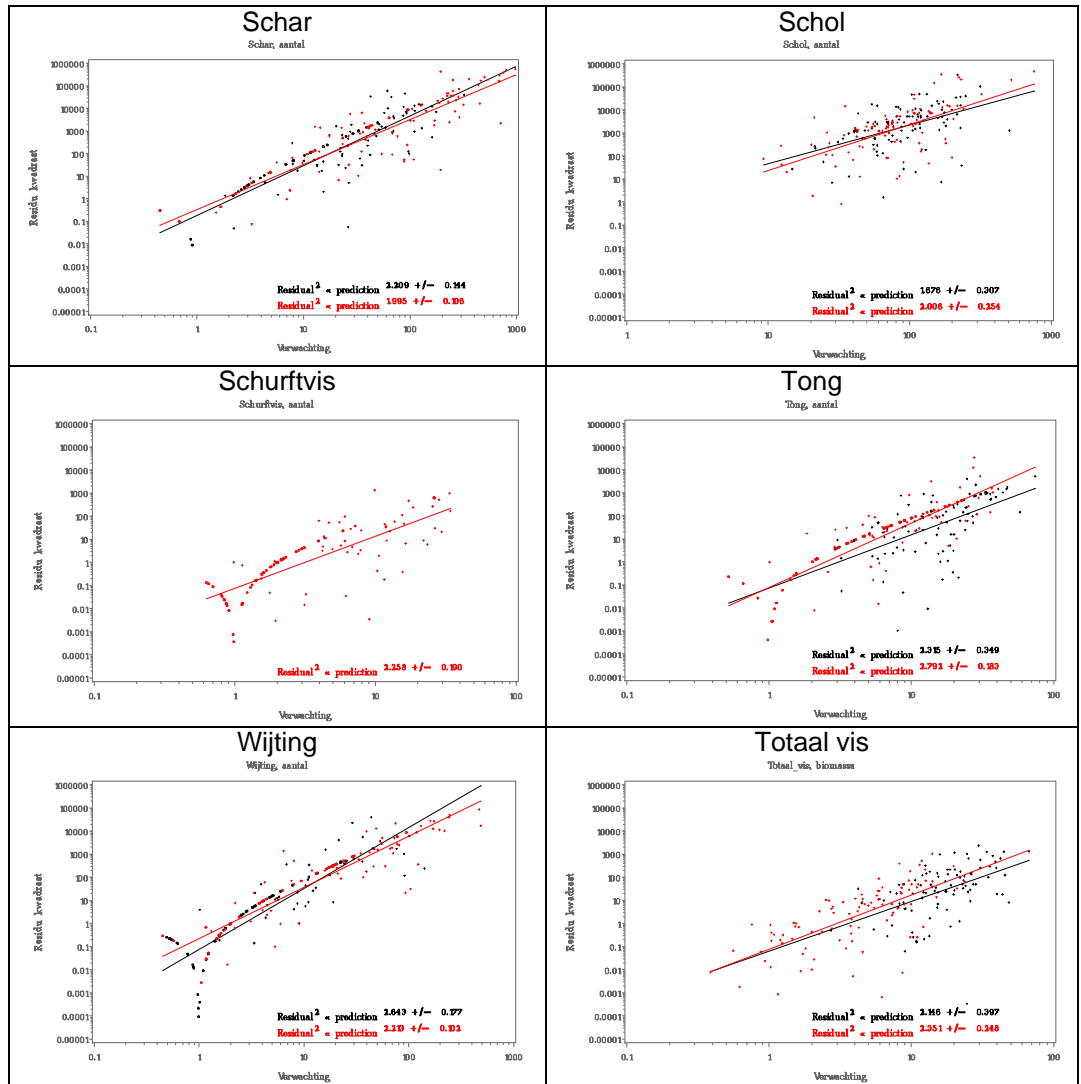
In Figuur 6 wordt voor elk van de soorten de regressie getoond van $\log(\varepsilon^2)$ op $\log(\hat{\mu})$. In de symbolen is onderscheid gemaakt tussen de twee schepen (kleur), en is aangegeven of de oorspronkelijke waarneming een nul-waarneming betrof, of een positieve waarneming (symbool). In een aantal gevallen komt een opvallend patroon van de nul-waarnemingen naar voren, zoals bij garnalen a/b de G058: alle residuen positioneren zich op een rechtopstaande trechtervormige figuur, waarvan de punt uitkomt bij $\mu = 1$. Deze patronen zijn een rechtstreeks gevolg van de log-log-transformatie (de trechtervorm), en het feit dat de waarnemingen alleen uit gehele getallen bestaan (concentratie van punten op de trechter). Statistisch is dit een onwenselijk artefact, maar de werkelijkheid is niet anders: halve vissen komen in zee niet voor. Een zelfde trechtervormig patroon doet zich overigens ook voor bij de griet a/b de Luctor, waarbij een flink aantal waarnemingen van exact één griet optreden, met dientengevolge een trechtervorm bij $\mu = 2$.

Figuur 6 toont, dat in het merendeel van de gevallen de verdeling van de residuen niet significant afwijkt van $\lambda = 2$, d.w.z. dat de resultaten niet in tegenspraak zijn met de aanname van een gamma-verdeling.

Gevallen waarin de resultaten afwijken van een gamma-verdeling worden in belangrijke mate gedomineerd door nul-waarnemingen. Dit betreft: griet, rode poon, tong, en wijting a/b de G058. In al deze gevallen is de 'trechter' van nul-waarnemingen opvallend aanwezig. De locatie van deze 'trechter' wordt bepaald door de ophoging van alle waarnemingen met 1, voorafgaand aan de analyse. Was aan alle waarnemingen een andere ophoging gegeven, dan zou de trechter van nul-waarnemingen op een andere positie zijn gekomen. Door de constante 1 te variëren, kan de trechter van nul-waarnemingen horizontaal verschoven worden; op de overige, positieve waarnemingen heeft dit hoegenaamd geen effect, omdat een toevoeging van 1 slechts klein is ten opzichte van de positieve waarneming. Behalve voor de wijting, is voor al deze soorten het aantal positieve waarnemingen echter zo gering, dat verschuiving weinig gevolgen zal hebben op de relatie.



Figuur 6 De relatie tussen gevonden residuen (verticaal) en de statistisch verwachte waarneming (horizontaal), voor de waarnemingen a/b de G058 (zwart) en MS Luctor (rood). Nul waarnemingen zijn weergegeven als een cirkel, positieve waarnemingen als een plus. De regressie-vergelijking geeft de relatie tussen residu en verwachting, plus/min één standaard deviatie.



Figuur 6 De relatie tussen gevonden residuen (verticaal) en de statistisch verwachte waarneming (horizontaal), voor de waarnemingen a/b de GO58 (zwart) en MS Luctor (rood). Nulwaarnemingen zijn weergegeven als een cirkel, positieve waarnemingen als een plus. De regressie-vergelijking geeft de relatie tussen residu en verwachting, plus/minus één standaard deviatie. (vervolg)

Conclusies en aanbevelingen

In dit rapport is een statistische analyse van de visbemonsteringen in het Maasvlaktegebied gepresenteerd, op grond waarvan een power-analyse is uitgevoerd. De centrale vraag hierin is, of een vervolg op de T0-meting noodzakelijk is, om een nauwkeuriger beeld van de visstand te verkrijgen. De resultaten tonen dat een uitbreiding van de bemonstering zeker een hogere precisie zal bewerkstelligen. Of de hogere precisie de kosten van een voortgezette bemonstering waard is, is een kwestie van inhoudelijke afweging, die buiten het bestek van dit rapport valt.

Deze aanvullende analyse roept onvermijdelijk ook weer nieuwe vragen op. Voor een deel betreft dit specifiek methodische vragen, zoals: treedt bij de Luctor verzadiging van het net op? Verlenging van het net zou dit probleem mogelijk eenvoudig kunnen verhelpen. Voor een ander deel rijzen er echter biologische vragen, die op basis van een ruimtelijk en temporeel beperkte bemonstering van het Maasvlaktegebied moeilijk zijn te beantwoorden. Welke invloed heeft een sterke verandering in abundantie op de precisie van de metingen? Verandert die precisie van jaar op jaar? Een langdurig voortgezette bemonstering is voor de beantwoording van deze vragen vereist.

Het uitgevoerde bemonsteringsprogramma beoogt de gevolgen van de aanleg van een tweede Maasvlakte te kunnen kwantificeren. Het huidige programma van T0 metingen is erop gericht de uitgangssituatie in kaart te brengen. In dit geval kon de precisie worden bepaald op basis van alle 200 waarnemingen. Na aanleg van de Maasvlakte II zal een vergelijking moeten plaatsvinden tussen autonome ontwikkelingen, zoals die worden vastgesteld in het referentiegebied, met de gevolgen van de aanleg van de Maasvlakte en de bescherming van het in te stellen zeereservaat. De bereikte precisie is dan gerelateerd aan pakweg de helft van het uitgevoerde programma, namelijk het halve programma in het referentiegebied respectievelijk de andere helft in het zeereservaat. In deze situatie zal de bereikte precisie afnemen, tenzij de omvang van het totale programma wordt verdubbeld.

Het zou echter ook denkbaar zijn gebruik te maken van langlopende routinematige bestandsopnames in de Nederlandse kustzone. Met name het Demersal Fish Survey, dat in 1969 is gestart, en waarbij gevist wordt met hetzelfde vistuig als gebruikt door de Luctor, komt hiervoor in aanmerking. In dit programma worden jaarlijks 200-300 trekken gemaakt; soortgelijke surveys in Belgische en Duitse kustwateren bieden aanvullende informatie. De historische gegevens bieden de mogelijkheid openstaande vragen, met name gericht op jaar-op-jaar-variatie en langjarige trends, te analyseren. Daarnaast kan het DFS-programma een brede en robuuste referentie bieden voor ingrepen in een ruimtelijk beperkt gebied, waardoor aanvullende inspanningen meer of zelfs uitsluitend op het impactgebied kunnen worden geconcentreerd.

Literatuur

- McCullagh P. and Nelder J.A. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & Hall, New York.
- SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT User's Guide, Version 9, Cary, North Carolina.
- Taylor L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature 189: 732-735.
- Tulp, I. & Damme C.J.G. van 2005. Baseline studie vis MEP_MVII: veldwerkrapportage najaar 2005.
- Tulp I., Damme C. van, Quirijns F., Binnendijk E. & Borges L. 2006. Vis in de Voordelta: nulmetingen in het kader van de aanleg van de tweede Maasvlakte. Wageningen Imares rapport C0081/06.

Verantwoording

Dit rapport voor

Opdrachtgever: Rijksinstituut voor Kust en Zee
Postbus 20907
2500 EX Den Haag
T.a.v. Ria van der Helm

Projectnummer: 439.11015.01

is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en beoordeeld door of namens het Wetenschapsteam van Wageningen IMARES.

Akkoord: Dr. A.D. Rijnsdorp
Directielid Wetenschap

Handtekening: _____

Datum: 7 mei 2007

Akkoord: Dr. H.J.L. Heessen
Senior Onderzoeker

Handtekening: _____

Datum: 7 mei 2007

Aantal exemplaren: 5
Aantal pagina's: 21
Aantal tabellen: 3
Aantal figuren: 6
Aantal bijlagen: -