

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
E-mail: visserijonderzoek.asg@wur.nl
Internet: www.rivo.wageningen-ur.nl

Centrum voor
Schelpdier Onderzoek
Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax.: 0113 573477

Rapport

Nummer: C011.05

Statistische betrouwbaarheid van de bemonstering van de schol-discards door de visserij-sector.

Dr. W. Dekker en ir. O.A. van Keeken

Opdrachtgever: Produktschap Vis
Treubstraat 17
Postbus 72
2280 AB Rijswijk

Project nummer: 3.22.12130.05

Akkoord: Drs. E. Jagtman
Hoofd Onderzoeksorganisatie

Handtekening: _____

Datum: Maart 2005

Aantal exemplaren: 10
Aantal pagina's: 16
Aantal tabellen: 3
Aantal figuren: 7
Aantal bijlagen: 1

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds 1
juni 1999 geen deel meer uit van
het Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit. Wij
zijn geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam nr.
34135929
BTW nr. NL 811383696B04.

De Directie van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV; opdrachtgever vrijwaart het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV 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
1. Inleiding	5
2. Gegevens.....	6
3. Resultaten	9
4. Analyse	11
5. Betrouwbaarheid.....	13
6. Optimalisatie	14
7. Conclusie en aanbevelingen	15
8. Appendix: statistisch model	16

Samenvatting

In het kader van het schol-beheerplan zijn tussen de minister van LNV en de visserijsector afspraken gemaakt om het herstel van schol te bespoedigen. Een onderdeel van dit schol-beheerplan is een discards onderzoek door de sector zelf. Vanaf eind 2004 wordt op een twintigtal Nederlandse demersale schepen door de vissers zelf monsters genomen van zowel de discards als de aanvoer van schol. Het Productschap Vis (PV) heeft het RIVO gevraagd deze gegevens te analyseren en een antwoord te geven op de vraag of de bemonstering van de schol, zoals deze momenteel door de visserijsector is opgezet, statistisch voldoende is voor een goede schatting van de totale hoeveelheid schol discards. Omdat het gegevensbestand eigenlijk nog te klein is om een groot aantal karakteristieken van tuigen te onderzoeken, is de analyse inhoudelijk beperkt tot de belangrijkste, en wel bekende factoren: de verschillen tussen vistuigen, tussen gebieden, tussen schepen en de ontwikkeling in de tijd.

Het door de sector zelf verzamelde gegevensbestand van de discards van schol levert een duidelijk interpreteerbaar resultaat op. Zowel trends in de tijd, ruimtelijke patronen, als ook verschillen tussen vistuigen en tussen individuele schepen worden zichtbaar. Een programma met onderzoeker-opstappers kan een dergelijke mate van detail in de resultaten eigenlijk niet bereiken.

Over alle schepen en gebieden samengenomen varieerde het percentage discards tussen de 0% en 100%, met een over-all waargenomen gemiddelde van 28%. Uit de statistische analyse blijkt dat met redelijke zekerheid gezegd kan worden dat het algemene gemiddelde percentage tussen de 26% en 30% ligt. Per afzonderlijk gebied zijn veel minder gegevens beschikbaar en daarom kunnen de verschillen tussen gebieden minder nauwkeurig bepaald worden. Net zo, kan ook het verschil tussen vistuigen minder precies berekend worden; en tussen schepen, weken, etc. Voor individuele gebieden, schepen, weken of vistuigen ligt de zekerheid in de orde van grootte van 20% - 37%.

Het aantal monsters per reis (twee) is het minimum aantal waarmee een zinvolle interpretatie van de gegevens mogelijk is. Meer monsters per reis zou de nauwkeurigheid van de schattingen verbeteren, maar bemonstering van meer reizen levert meer informatie op, en kost waarschijnlijk minder. Aanbevolen wordt om het meetprogramma uit te breiden tot een jaar-rond bemonstering met een redelijke dekking van alle gebieden waarin gevist wordt. Een jaar-rond programma zal meer waarnemingen opleveren en daarmee nog bijdragen aan een verbetering van de nauwkeurigheid.

1. Inleiding

In het kader van het schol-beheerplan zijn tussen de minister van LNV en de visserijsector afspraken gemaakt om het herstel van schol te bespoedigen. Een onderdeel van dit schol-beheerplan is een discards onderzoek door de sector zelf. Discards zijn organismen die tijdens het vangstproces weer overboord worden gegooid, omdat deze bijvoorbeeld onder de minimum aanvoer lengte of commercieel niet interessant zijn.

Vanaf najaar 2004 wordt op een twintigtal Nederlandse demersale schepen door de vissers zelf monsters genomen van zowel de discards als de aanvoer van vis. Het onderzoek richt zich vooralsnog uitsluitend op schol. Hiervoor wordt twee keer per week een mand ongesorteerde vangst bemonsterd. Uit die mand worden de volumes geschat van de schol aanvoer en discards.

Het lopende bemonsteringsprogramma levert informatie over discards van verschillende schepen in diverse gebieden in dezelfde weken. De vraag is of een andere bemonsteringsopzet een betere, efficiëntere of nauwkeurigere schatting van de discards had kunnen opleveren. Was het beter geweest meer schepen mee te laten doen met minder monsters per schip? Was het zinvol om verschillende schepen in een zelfde gebied aan dit programma te laten meedoen, of levert dat geen extra informatie op? Beantwoording van deze vragen kan weliswaar niet de nauwkeurigheid van de resultaten van de reeds uitgevoerde bemonstering verbeteren, maar kan wel bijdragen aan de sturing van toekomstige bemonsteringen. Het Productschap Vis PV heeft het RIVO daarom verzocht de volgende onderzoeksvraag te beantwoorden:

Is de bemonstering van de schol, zoals deze momenteel door de visserijsector is opgezet, statistisch voldoende voor een goede schatting van de totale hoeveelheid schol discards?

In dit rapport worden de verkregen gegevens beschreven, en wordt een analyse gepresenteerd van de omvang van de discards. Op grond van deze analyse wordt de behaalde statistische betrouwbaarheid berekend, en wordt een aanzet gegeven tot een discussie over de wenselijkheden en mogelijkheden van het bemonsteringsprogramma.

2. Gegevens

Door het PV is begin 2005 aan het RIVO een gegevensbestand verstrekt van de bemonstering van de discards van een 17 tal schepen, gedurende de weken 41-53 van 2004. Dit bestand bevat in totaal 234 waarnemingen. Door elk van de deelnemers is in principe op twee dagen per week (dinsdag en donderdag) een monster uit de ongesorteerde vangst genomen, liefst op een vast tijdstip (16u00). Van de vangst in deze mand is het volume bepaald van de schol die aangeland wordt, en van die als discards wordt teruggezet. Het volume is bepaald aan de hand van een literverdeling op een emmer die door het PV aan de vissers is verschaft. Met deze volumetrische meetmethode zijn in Schotland reeds goede ervaringen opgedaan. In aanvulling op deze primaire informatie is door de deelnemers genoteerd: datum, tijd en plaats van zetten en halen van de trek; het vistuig waarmee gevist is, specifieke karakteristieken van het vistuig (maaswijdte, aantal wekkers en kietelaars, aanwezigheid van een kettingmat, selectiepaneel en gebruikte kabellengte in geval van twinrigvisserij).

De identiteit van de schepen is bij het PV bekend; de aangeleverde gegevens bevatten slechts een door het PV vastgestelde code voor elk schip (PV001-PV027).

De gegevens bevatten een groot aantal karakteristieken van de vistuigen als tuig, maaswijdte, aantal wekkers en kietelaars, gebruik van kettingmat of selectiepaneel, en kabellengte. De verwachting is dat verschil in optuiging effect heeft op de fractie discards. Deze karakteristieken zijn echter door een groot aantal deelnemers niet ingevuld, ofwel omdat de desbetreffende vraag niet relevant is voor het gebruikte vistuig, of omdat de invuller het antwoord te zeer voor de hand vindt liggen, ofwel omdat men het herhaaldelijk invullen van een dergelijke vraag niet heeft volgehouden en het antwoord toch altijd hetzelfde was. In alle gevallen waarin de karakteristieken achteraf met zekerheid konden worden ingevuld, is dat alsnog gedaan. Bij twijfel is de oorspronkelijke waarde (missend) gehandhaafd; dit resulteerde in 7 waarnemingen, die niet in de verdere analyse zijn meegenomen. Het totale aantal geanalyseerde waarnemingen komt daarmee op 227.

In de verwerking van de gegevens moet voor elke ontbrekende factor een keus worden gemaakt: ofwel deze parameter wordt in de verdere analyse niet meer gebruikt, ofwel de gegevens van het schip/week waarin het gegeven ontbreekt, wordt uit het bestand verwijderd. Door het grote aantal ontbrekende parameters bleek bij weglating van gegevens vrijwel geen enkele waarneming meer over. Mede omdat het gegevensbestand eigenlijk nog te klein is om een zo groot aantal opties te onderzoeken, is de analyse inhoudelijk beperkt tot de belangrijkste, en goed ingevulde parameters: de verschillen tussen vistuigen, tussen gebieden, tussen schepen en de ontwikkeling in de tijd. Een overzicht van het aantal beschikbare waarnemingen wordt gegeven in Tabel 1.

De beschikbare gegevens zijn achteraf ingedeeld in 11 onderscheiden gebieden. De gebruikte indeling (figuur 4) is nogal willekeurig, en had uitsluitend ten doel dat ongeveer even grote groepen van onderling nabije gegevens ontstonden. Hier zij er op gewezen, dat er vrijwel geen gegevens uit de scholbox afkomstig zijn.

Tabel 1. Overzicht van het aantal beschikbare waarnemingen, uitgesplitst naar diverse parameters.

deelnemer	aantal	weeknr	aantal	gebied	aantal	maaswijdte	aantal	wekker	aantal	kettingmat	aantal	sel.paneel	aantal
PV001	18	41	19	1	19	80	212	0	29	0	24	ja	5
PV002	16	42	26	2	42	82	11	5	16	onbekend	5	nee	17
PV003	22	43	21	3	23	85	2	6	39	ja	6	ja	24
PV005	12	44	28	4	16	95	3	7	50	nee	8	nee	193
PV006	9	45	27	5	35	100	6	8	13		9		
PV007	9	46	24	6	45			9	35		10		
PV010	20	47	14	7	21			10	52				
PV011	17	48	19	8	5								
PV012	13	49	22	9	15								
PV015	16	50	17	10	7								
PV019	20	51	12	11	6								
PV020	10	52	4										
PV022	6	53	1										
PV023	14			vistuing	aantal								
PV024	21			onbekend	7								
PV026	6			boomkor	198								
PV027	5			matten	24								
				quodrig	5								
				weekdag	aantal								
				Dinsdag	124								
				Donderdag	110								

Error! Not a valid bookmark self-reference.

3. Resultaten

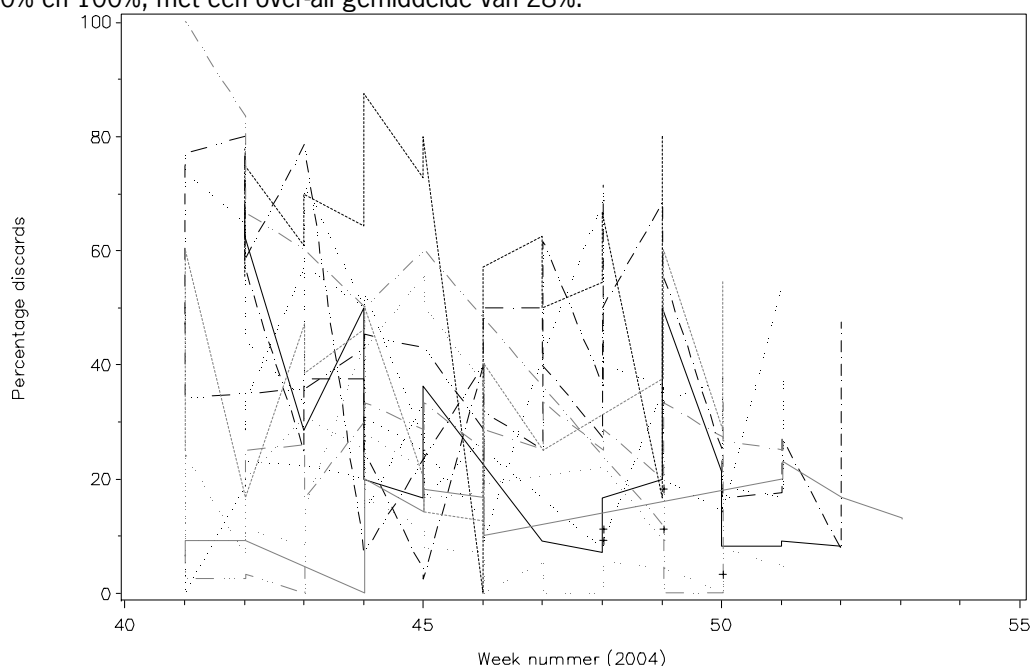
Alvorens op de resultaten van de statistische analyse in te gaan, worden in dit hoofdstuk eerst de uitkomsten van de waarnemingen gepresenteerd.

In Tabel 2 zijn de waarnemingen uitgesplitst naar verschillende factoren (deelnemer, weeknummer, gebied, etc), en is voor elke cel een gemiddeld percentage discards bepaald. Dat betekent dat de opgegeven gemiddelden over alle waarnemingen in een cel is bepaald, en er geen rekening is gehouden met de samenhang tussen de verschillende factoren. Het percentage discards in deze tabel varieert van 1% tot 74 %. Die 1% treedt op bij een schip (PV024) met een relatief laag discard-percentage, in week 48 – een week met relatief weinig discards, in gebied 4 – een gebied met eveneens weinig discards. Evenzo wordt het maximum van 74% gevonden bij een boven-gemiddeld schip (PV020), in een discard-rijke week (42) en gebied (4).

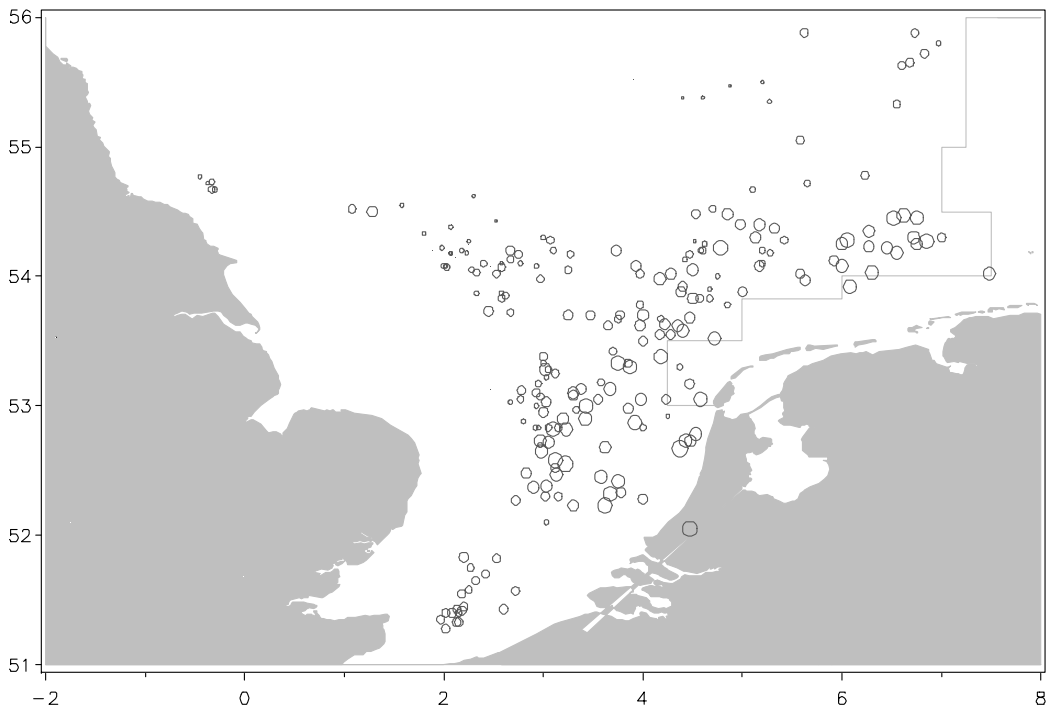
In de praktijk worden discards-percentages bepaald door een combinatie van de verschillende factoren en niet door één enkele factor zoals weergegeven in bovenstaande paragraaf. In Tabel 3 is hier geen rekening mee gehouden. Mogelijk dat daardoor een effect aan een bepaalde factor (bijvoorbeeld gebied) wordt toegeschreven, die in werkelijkheid slechts het gevolg is van het feit dat die factor (gebied) toevallig meestal samen met een andere (schip) optreedt.

Figuur 1 toont de waargenomen percentages discards per schip en per week. In deze figuur is elke verschillende deelnemer met een aparte lijn aangegeven. Hieruit wordt duidelijk, dat tussen de verschillende schepen aanzienlijke verschillen bestaan, en dat ook de waarnemingen binnen een week van elkaar kunnen verschillen. Over de weken treedt echter een opvallende afname op in het gemiddelde percentage discards.

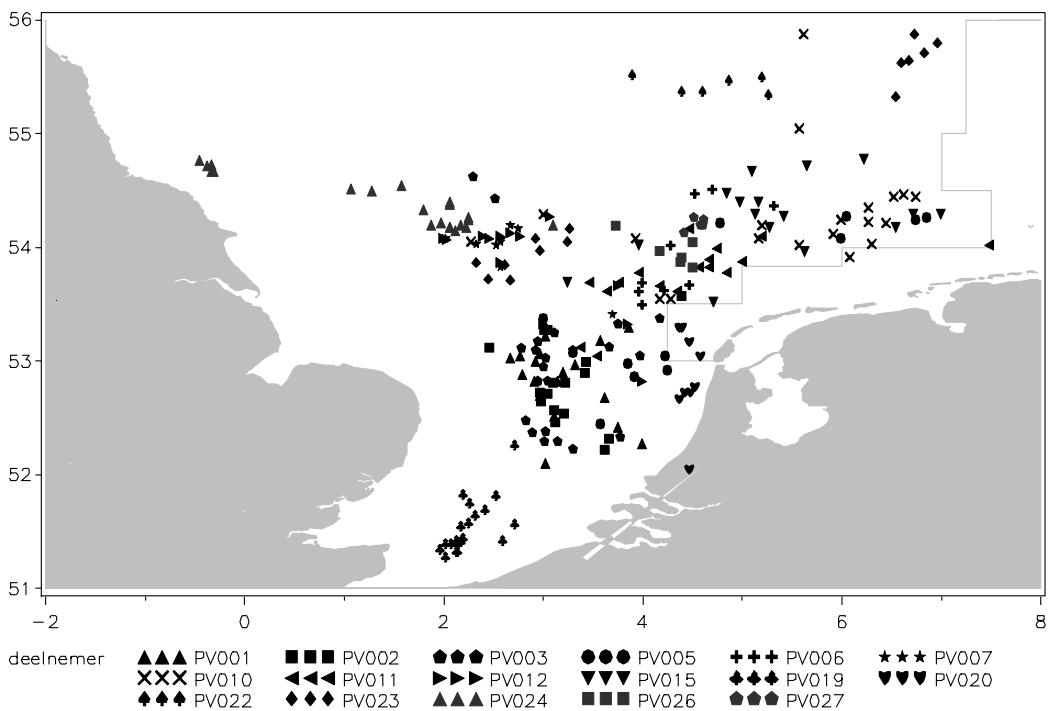
De ruimtelijke verdeling van de gegevens wordt getoond in Figuur 2. In deze figuur is de grootte van de bolletjes evenredig met het percentage discards: hoe groter het bolletje, des te meer discards werden gemeten. Hieruit worden duidelijke regionale verschillen zichtbaar. Vergelijking met Figuur 3, waarin de herkomst naar schip is aangegeven, maakt echter duidelijk, dat de waarnemingen uit een bepaald gebied dikwijls maar van een enkel schip afkomstig zijn. Op voorhand valt daarom niet met zekerheid te zeggen, of een afwijkend percentage discards kenmerkend is voor een gebied, of samenhangt met de handelwijze van het betreffende schip. Over alle schepen en gebieden samengenomen varieerde het percentage discards tussen de 0% en 100%, met een over-all gemiddelde van 28%.



Figuur 1. De ontwikkeling in het percentage discards, over de weken. Elke lijn geeft een individuele deelnemer weer. In de onderstaande analyse wordt deze kluwen van lijnen verder ontward.



Figuur 2. Ruimtelijke verdeling van de discards. Hoe groter een symbool, des te groter het aandeel discards.



Figuur 3. De herkomst van de gegevens naar schip. De aangegeven codes zijn toegekend door het Productschap Vis, en geven individuele schepen weer.

4. Analyse

De hierboven genoemde gegevens zijn verder geanalyseerd met behulp van een statistisch model. De details van het model staan beschreven in de appendix, waarin ook de formele presentatie van de uitkomsten plaats vindt. Op deze plaats wordt volstaan met een toelichting op de belangrijkste kenmerken van de analyse, en met een beschrijving van de uitkomsten.

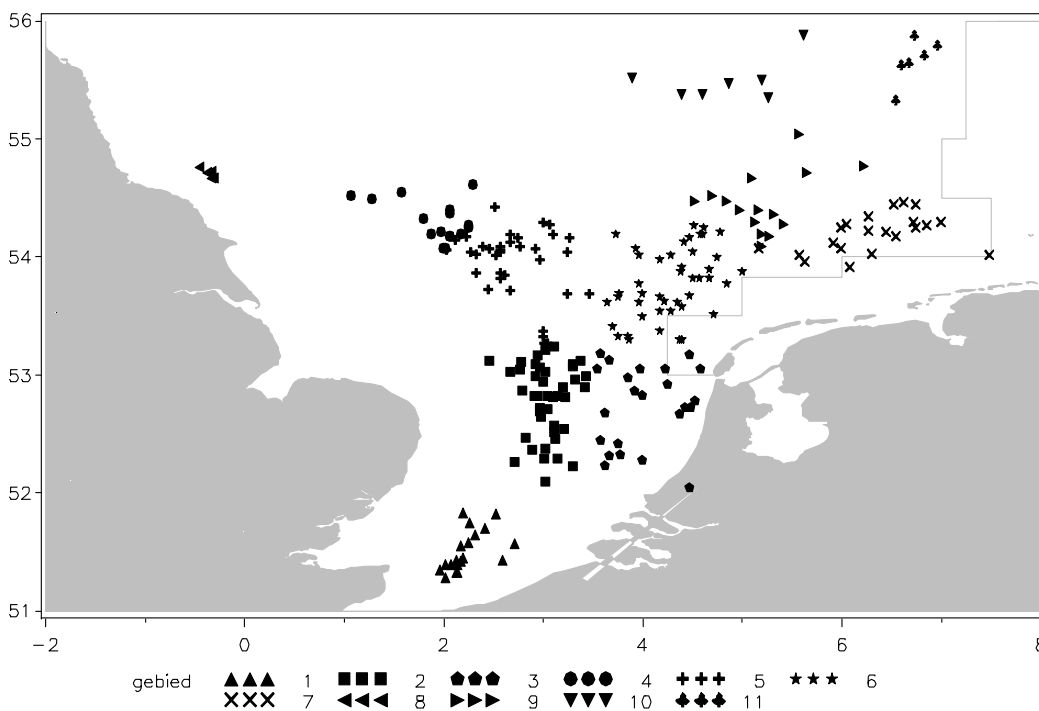
De verzamelde gegevens hebben betrekking op de samenstelling van een vangst. Niet de absolute gewicht van de discards, of het aantal teruggezette vissen wordt gemeten, maar de verhouding van aangelande en teruggezette vis. Die verhouding, uitgedrukt als een percentage, heeft een onplezierige statistische eigenschap: erg hoge of lage percentages gedragen zich statistisch anders dan waarden rond het gemiddelde. Dat kunnen we toelichten met een voorbeeld voor een bepaald schip met relatief weinig discards. Eén van de schepen blijkt ongeveer 26% minder discards dan de anderen te meten; matten verminderen de discards met ca. 16%; in gebied 4 (zie hieronder) worden ca. 12% minder discards gevangen; en in week 52 werden ca. 9% minder discards gemeten. Uitgaande van het algemene gemiddelde van 28%, zou men verwachten dat dat schip, met matten, in gebied 4, gedurende week 52, dan een discard-percentage zou halen van $28 - 26 - 16 - 12 - 9\% = -35\%$; een negatief percentage!

Overduidelijk kunnen de verschillende percentages niet simpelweg worden opgeteld. Gebruik makend van een standaard-truc in de statistiek, is in de analyse van de gegevens hier rekening mee gehouden: de percentages zijn omgezet naar een andere schaalverdeling, die bekend staat als arcsinus-wortel-fractie. Het voert hier te ver om deze truc hier uitgebreid uit de doeken te doen, maar het gegeven voorbeeld van dat schip met matten in gebied 4 gedurende week 52 zou op die wijze uitkomen op een discard-percentage van 10 %; inderdaad een waarschijnlijker uitkomst. De statistische analyse in de appendix en figuur 5 en 6 (hieronder) tonen alle resultaten op deze nieuwe schaalverdeling, hoewel de getallen bij de verticale as wel teruggerekend zijn naar de oorspronkelijke percentages. Het midden van deze as ziet er heel normaal uit, maar naar de 0% en 100% toe treedt een toenemende vertekening op.

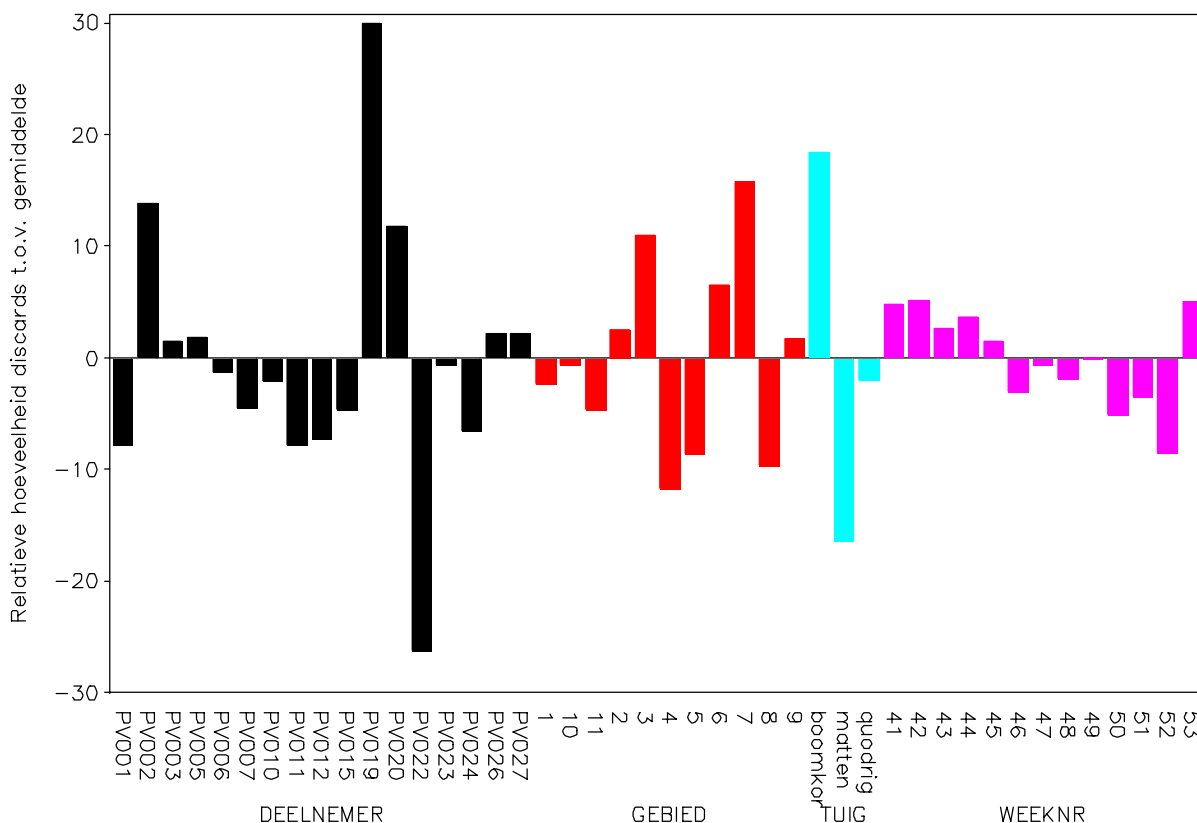
In hoofdstuk 3 (hierboven) werden gemiddelde percentages discards gepresenteerd, uitgesplitst naar schip, gebied, week, vistuig, etc. Daarbij werd al aangegeven, dat die presentatie mogelijk misleidend zou kunnen zijn, omdat dikwijls onduidelijk is of een afwijkende waarneming kenmerkend is voor een bepaald schip, of voor een gebied, of een vistuig, etc. Op voorhand kon niet worden aangegeven welke factor daarvoor bepalend is. Een complexer statistisch model kan echter uit het geheel van alle gegevens nog wel de meest waarschijnlijke samenhang tussen de verschillende factoren afleiden, en aangeven in welke mate de verschillende verklaringen elkaar overlappen. Hierbij wordt ervan uitgegaan, dat de optredende verschillen een blijvend en consistent effect hebben, d.w.z. dat een schoon vistuig gedurende alle weken schoner vist, dat een schoon gebied voor alle vistuigen schonere vangsten oplevert, etc. In principe kan ook deze aanname statistisch weer worden onderzocht, maar dat vereist een aanzienlijk groter gegevensbestand dan nu beschikbaar is. Deze aannames worden in de statistiek routinematig toegepast, en lijken in dit geval ook heel waarschijnlijk.

De ontwikkeling in de tijd (Figuur 1) en de verspreiding in de ruimte (Figuur 2) moeten in de statistische analyse op eenvoudige wijze worden gekarakteriseerd. Met betrekking tot de tijd is ervoor gekozen, voor elke week een aparte schatting te maken. Dat betekent, dat de uitkomsten zowel een langzame als een plotselinge verandering te zien kunnen geven, en er niet vooraf een bepaald verloop wordt verondersteld. De ruimtelijke verspreiding is gekarakteriseerd door een indeling van alle gegevens in gebieden (Figuur 4), die zodanig zijn gekozen, dat de gevonden variatie (Figuur 2) redelijk wordt weergegeven, en homogene groepen ontstaan met een middelmatig aantal waarnemingen.

In Figuur 5 worden de relatieve hoeveelheid discards per schip, gebied, vistuig en per week gepresenteerd. De grootste verschillen worden gevonden tussen schepen (PV019 met veel, en PV022 met weinig discards), maar dit kan ook voor een groot gedeelte worden verklaard door verschillen tussen de gebieden. De variatie tussen gebieden, vistuigen, en weken is kleiner dan de variatie tussen schepen, maar wel duidelijk aantoonbaar aanwezig. Gedurende de bemonsterde weken (week 41-53) treedt een gestage afname van het percentage discards op. De toename in week 53 is gebaseerd op slechts 1 waarneming, en daarom erg onzeker.



Figuur 4. De gekozen gebiedsindeling. Van elke positie is aangegeven aan welk gebied het is toegewezen.



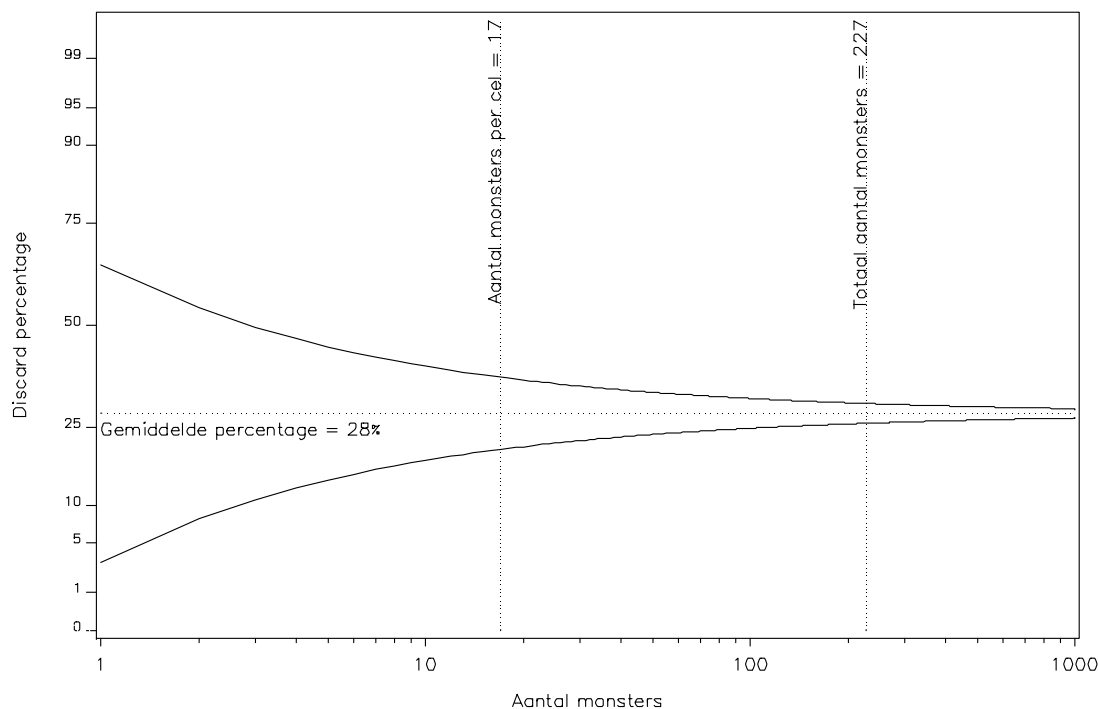
Figuur 5. Relatieve hoeveelheid discards per schip, gebied, vistuig en per week. Het gemiddelde percentage discards is 28 %; in deze grafiek is de afwijking ten opzichte van dat gemiddelde aangegeven. De gebruikte maat komt ongeveer overeen met procenten, maar dichtbij 0% en 100% treedt een aanzienlijke vertekening op.

5. Betrouwbaarheid

Over alle 234 waarnemingen gemiddeld, bedraagt het percentage discards ongeveer 28%, maar individuele waarnemingen variëren tussen 0% en 100%. De vraag is nu, hoe nauwkeurig het gemiddelde berekend is, en in welke mate de waargenomen variatie begrijpelijk is of alleen maar door toeval is bepaald. Uit de resultaten in de appendix blijkt, dat ongeveer twee-derde van de totale variatie toe te schrijven valt aan verschillen tussen schepen, gebieden, vistuigen en weken. Toch blijft nog één-derde van de variatie onverklaard. Als gevolg daarvan blijft er onzekerheid hoe nauwkeurig het algemene gemiddelde van 28% bepaald kan worden op grond van de huidige 234 waarnemingen. Uit de statistische analyse blijkt dat met redelijke zekerheid gezegd kan worden dat het algemene gemiddelde tussen de 26% en 30% ligt.

Voor afzonderlijke gebieden zijn veel minder gegevens beschikbaar en daarom kunnen de verschillen tussen gebieden minder nauwkeurig bepaald worden. Voor een enkel gebied ligt de nauwkeurigheid tussen 20% en 37%. Evenzo is het verschil tussen vistuigen, schepen en weken minder nauwkeurig bekend. Hoe verder men de vraag uitsplitst, des te minder waarnemingen beschikbaar zijn (het verschil tussen enerzijds gebied A in week B en anderzijds gebied C in week D heeft nog maar betrekking op enkele waarnemingen) en des te onzekerder wordt de uitkomst.

Figuur 6 schetst het verband tussen de onzekerheid in de gemiddelde uitkomst enerzijds en het aantal waarnemingen anderzijds. Hoe meer waarnemingen beschikbaar zijn, des te preciezer de uitkomst. Daarbij moet wel onderscheid gemaakt worden tussen de berekening van het algemene gemiddelde (waarvoor nu 234 waarnemingen beschikbaar waren), en de berekening van het gemiddelde in een bepaald gebied, of in een bepaalde week (waarvoor nu door de bank genomen ca. 17 waarnemingen beschikbaar waren). In Figuur 6 zijn deze beide opties met een verticale lijn aangegeven voor het huidige waarnemingsprogramma.



Figuur 6 Betrouwbaarheid van het gemiddelde percentage discards, in relatie tot het aantal waarnemingen waarop de berekening van het gemiddelde is gebaseerd. Het gemiddelde percentage discards bedraagt 28%; het totale aantal monsters = 227; per deelnemer, of per vistuig, of per gebied zijn er ongeveer 17 monsters beschikbaar. De in de tekst genoemde nauwkeurigheden komen overeen met de snijpunten van de getoonde betrouwbaarheidskrommen en de verticale lijnen bij $n=17$ en $n=227$ in deze figuur.

6. Optimalisatie

De centrale vraagstelling in het hier beschreven onderzoek luidt:

Is de bemonstering, zoals deze momenteel door de visserijsector is opgezet, statistisch voldoende voor een goede schatting van de totale hoeveelheid discards?

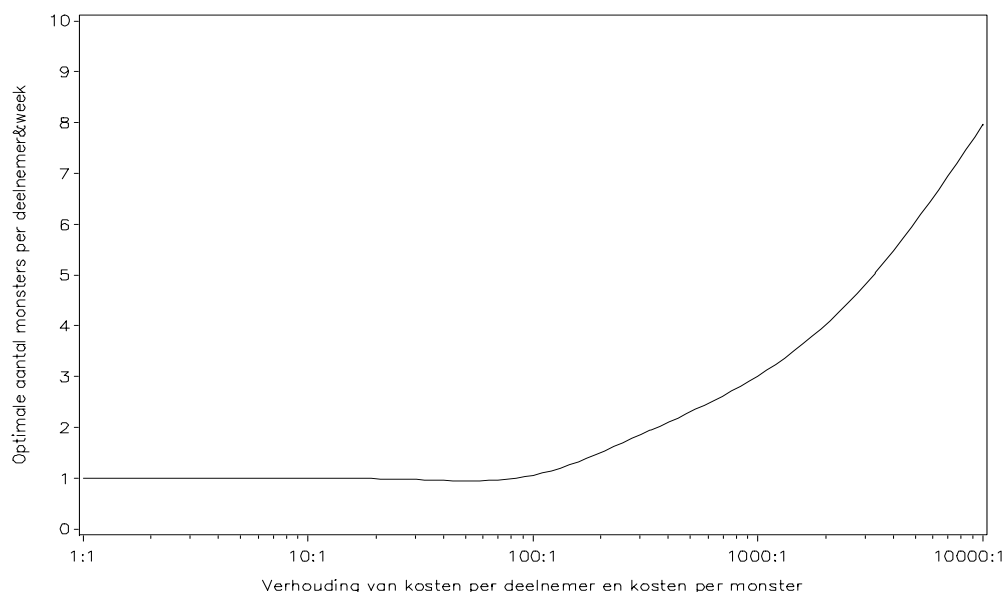
Deze vraagstelling omvat twee beoordelingen: *statistisch voldoende* en *goede schatting*. Deze vraagstelling kan alleen beantwoord worden als aan deze beide criteria een duidelijke invulling gegeven wordt. Voor het statistische criterium zijn traditionele richtlijnen aanwezig (zie de appendix), waar feitelijk niet aan getornd kan worden. Het andere criterium (goede schatting) vergt een zelfstandige, inhoudelijke beoordeling. Hierboven is aangegeven dat het over-all discard-percentages van 28% een onzekerheidsmarge heeft van 26% tot 30%, terwijl in specifieke gebieden/schepen/weken/vistuigen een marge geldt van 20% - 37%. Is dat voldoende nauwkeurig? Dat hangt volledig af van wat men wil bereiken en hoe de resultaten gebruikt gaan worden. Als zou blijken dat een enkel procent meer of minder van cruciaal belang is, dan zal het programma zeker moeten worden geïntensiveerd. Wil men slechts een globale indruk, dan is het huidige programma eigenlijk veel te intensief. Figuur 6 zal daarom met zorg moeten worden gelezen. Welke nauwkeurigheid wenst men te behalen? Als dat bekend is, volgt daar automatisch uit welke omvang het bemonsteringsprogramma moet hebben. Wil men in meer detail aantonen dat specifieke gebieden een afwijkend discard-percentages hebben, of dat sommige vistuigen schoner zijn dan andere, dan zal een intensiever programma nodig zijn, dan als men slechts de algemene discussie wil onderbouwen. De details van de vraagstelling bepalen meestal hoe een bemonstering eruit zal moeten zien, en of een beantwoording uiteindelijk wel met zekerheid mogelijk is. Maar de vraag 'Wat wil ik weten, en hoe groot mag mijn onzekerheid daarin zijn?' kan niet uitsluitend door onderzoek worden beantwoord.

De vraag rijst, of het programma te verbeteren valt. Meer deelnemers, meer weken, meer monsters per week? Meer gegevens geeft een preciezer beeld, maar brengt ook meer (impliciete) kosten met zich mee. De onderzoeker zal altijd pleiten voor een ruimer onderzoeksprogramma, maar dat heeft wel zijn prijs. Binnen de bestaande kosten zou ook een optimalisatie kunnen plaatsvinden. Meer deelnemers met minder monsters, of juist minder deelnemers met meer monsters – wat is het beste? Deze optimalisatie-vraag wordt hieronder verder uitgewerkt.

In principe zou het mogelijk zijn het aantal bemonsterde trekken per week/deelnemer te verlagen tot één. Uit de gegevens blijkt dat tussen de twee monsters per week eigenlijk maar weinig verschil zit. De bemonstering zou daarom net zo goed beperkt kunnen worden tot een enkele trek per week. Toch wordt een beperking tot een enkele trek per week ten eerste ontraden, omdat daarmee niet alleen de kosten gereduceerd worden, maar ook de gelegenheid om in de toekomst alsnog het aantal monsters per week te analyseren geheel verloren gaat. Een tweetal trekken per week is een kleine overinvestering, die het mogelijk maakt alle opties nog open te houden. Twee trekken per week is het minimum waarmee dat nog kan. Minimalisering van de kosten (één trek per week) zal leiden tot een blind bemonsteringsprogramma, dat daardoor aanvechtbare resultaten oplevert.

Meer deelnemers met minder monsters, of meer monsters van minder deelnemers? Welke keuze leidt tot een optimaal resultaat? Dat is bovenal een kwestie van de kosten voor een extra deelnemer en de kosten voor extra monsters, in verhouding tot de toegevoegde waarde per deelnemer en de toegevoegde waarde per monster. De statistische analyse geeft een duidelijk beeld van de informatie, de toegevoegde waarde, die een extra deelnemer of een extra monster oplevert. Binnen het huidige onderzoek is het niet mogelijk een precieze schatting te maken van de kosten van de bemonstering. Daarom is hieronder een omgekeerde benadering gekozen: voor een brede range van verhoudingen in de kosten, is het optimale aantal monsters per deelnemer berekend (Figuur 7). Hieruit blijkt dat zelfs als de vaste kosten per deelnemer meer dan honderd keer zo hoog zijn als de meer-kosten voor de bemonstering van een extra trek het dan nog voordeliger is om een extra deelnemer aan te trekken, dan om de deelnemers extra trekken te laten bemonsteren. Het huidige aantal van twee trekken per reis is zelfs nog optimaal bij een kosten-verhouding van 300. Daarom is de conclusie dat het huidige programma, met twee trekken per reis, onder de huidige omstandigheden hoogstwaarschijnlijk

wel optimaal is Verbetering van het programma moet vooral gezocht worden in uitbreiding van het aantal deelnemers. Meer deelnemers zal verder ook tot gevolg hebben dat de verschillen tussen gebieden, vistuigen en weken nauwkeuriger bekend worden.



Figuur 7 Het optimale aantal monsters per week en deelnemer in relatie tot de verhouding van de kosten voor deelname en de kosten voor het nemen van een monster. Zelfs als de kosten voor een monster maar één-duizendste zijn van de vaste kosten per deelnemer, dan nog is een programma met drie monsters per week en deelnemer optimaal.

7. Conclusie en aanbevelingen

Kort samengevat zijn de conclusies van het bovenstaande:

1. het door de sector zelf verzamelde gegevensbestand van de discard van schol levert een duidelijk interpreteerbaar resultaat op, met een mate van detail (individuele weken, verschillen tussen vistuigen; ruimtelijke patronen) die met een programma van onderzoeker-opstappers niet haalbaar is;
2. de belangrijkste beperking van de nu beschikbare gegevens vloeit voort uit het niet helemaal volledig invullen van de beschikbare formulieren;
3. het huidige aantal monsters per reis (twee) is het minimum aantal waarmee een zinvolle interpretatie van de gegevens mogelijk is;
4. meer monsters per reis zou de nauwkeurigheid van de schattingen verbeteren, maar bemonstering van meer reizen levert meer informatie op, en kost waarschijnlijk minder;
5. het huidige programma levert een bandbreedte op voor de schatting van het over-all gemiddelde percentage discards van ca. 26-30%. Verbetering van de nauwkeurigheid kan worden bereikt door uitbreiding van het aantal weken en/of schepen;
6. het huidige programma levert een bandbreedte op voor de schatting van het percentage discards per gebied, vistuig of week van ca. 20-37%. Verbetering van de nauwkeurigheid kan worden bereikt door uitbreiding van het aantal weken en/of schepen.

Deze conclusies hebben betrekking op de nu beschikbare gegevens, die beperkt zijn tot de weken 41-53 en de in Figuur 4 aangegeven gebieden. Het lijkt niet waarschijnlijk dat de *nauwkeurigheid* van de schattingen in andere weken of gebieden beduidend anders ligt, maar Figuur 5 maakt het wel waarschijnlijk dat het percentage discards in andere weken of gebieden aanzienlijk kan afwijken. Daarom wordt aanbevolen het meetprogramma uit te breiden tot een jaar-rond bemonstering met een redelijke dekking van alle gebieden waarin gevist wordt. Een jaar-rond programma zal meer waarnemingen opleveren en daarmee nog bijdragen aan een verbetering van de nauwkeurigheid.

8. Appendix: statistisch model

In dit appendix worden de details van de statistische analyse gepresenteerd. De hoofdtekst van het rapport is geschreven met het oogmerk begrijpelijk te zijn voor een niet-statistische-geschoold publiek, en bespreekt daarom bovenal de hoofdlijnen van de analyse en resultaten. Dit appendix, daarentegen, presenteert de verantwoording van de analyse op technisch niveau.

Het bemonsteringsprogramma beoogt de omvang van de discards vast te stellen. Hiertoe worden monsters uit de vangst vastgesteld. De relatie tussen de omvang van de monsters en de omvang van de totale vangst is niet bekend. Het monster wordt vervolgens uitgesorteerd, en het aangelande en het gediscarde volume wordt genoteerd. Opwerking van de monsters naar de totale vangst zal moeten gaan plaatsvinden op basis van de verhouding tussen het aangelande deel van het monster en de totale aanlanding van een schip. Dat betekent, dat op dit moment vooral de verhouding tussen discards en aanlanding centraal staan. Dit is in de analyse gekarakteriseerd door het percentage dat de discards uitmaken van de totale vangst in een monster.

Het percentage discards in het totale monster is getransformeerd tot

$$Y = \arcsin(\sqrt{100 \cdot \text{percentage}})$$

Deze transformatie beoogt een additief model toe te kunnen passen, met normaal verdeelde residuen. Gegeven de kleine omvang van de dataset, heeft geen formele toetsing van deze aannames plaatsgevonden.

De analyse is uitgevoerd met SAS (SAS Inc. 1999), proc genmod. Uit de aangeboden dataset zijn die verklarende variabelen geselecteerd, die niet meer dan 10% missende waarden hadden, en significant ($\alpha=0.05$) bijdroegen aan het model. Dit bleek uiteindelijk de variabelen weeknr, gebied, vistuig en deelnemer te betreffen. Figuur 5 (p. 12) presenteert de parameter estimates; tabel 3 (hieronder) de resultaten van de variantie analyse.

De betrouwbaarheid van de waarnemingen (figuur 6) is berekend als het 5% betrouwbaarheids-interval voor de gemiddelde waarneming, wat neerkomt op:

$$1.96 \cdot (\text{standaard afwijking van de residuen}) / \sqrt{\text{aantal waarnemingen}}$$

De opzet van de bemonstering komt feitelijk overeen met een two-stage-sampling-procedure: uit de totale populatie van schepen en weken wordt een steekproef van reizen bepaald, waarna vervolgens binnen elke week-reis een twee-tal individuele trekken bemonsterd wordt. Zowel de selectie van de schepen en weken, als de selectie van de individuele trek vindt plaats op een arbitrair criterium, dat niet *a-priori* aan de uitkomst is gerelateerd. Cochran (1977) geeft voor deze situatie formules voor de totale variantie (p. 277, formule 10.8), en voor de optimale steekproefgroottes, gegeven de kosten van een extra deelnemer, resp. een extra monster (p. 280/281, formule 10.26). Figuur 7 presenteert hiervan de uitkomst.

- Cochran W.G. 1977 Sampling Techniques. John Wiley & Sons, New York, 428 pp.

- SAS Institute Inc. 1999 SAS/STAT User's Guide, Version 8, Cary, NC.

Tabel 3. Variantie-analyse van het percentage discards. De linker helft van deze tabel betreft een type-1 analyse (variabelen in het model opgenomen in de aangegeven volgorde); de rechter helft een type-3 analyse (marginale bijdrage van iedere variabele, en colineariteit).

model	Type-1 analyse						Type-3 analyse					
	Dev	%	df	MS	F	P	Dev	%	df	MS	F	P
weeknr	1.28	8	12	0.107	3.71	<.0001	0.61	4	12	0.051	1.76	0.0577
gebied	7.45	45	10	0.745	25.9	<.0001	1.41	8	10	0.141	4.91	<.0001
vistuig	0.53	3	2	0.263	9.15	0.0002	0.70	4	1	0.699	24.31	<.0001
deelnemer	2.07	12	15	0.138	4.79	<.0001	2.07	12	15	0.138	4.79	<.0001
colineariteit							6.54	39				
verklaard	11.32	68	39	0.290			11.32	68	39	0.290	4.79	
onverklaard	5.38	32	187	0.029			5.38	32	187	0.029		
totaal	16.70	100	226	0.074			16.70	100	226	0.074		

Dev=deviantie; df=degrees of freedom, vrijheidsgraden; MS=mean squared error, gemiddelde kwadratensom; F=F-statistic; P=probability, waarschijnlijkheid van overschrijding van de F-statistic.