Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek

Eenheid: Dier - Visserij
Eenheid: Landbouw en Maatschappij

Ankerstraat 1
B-8400 Oostende, België
Tel.: +32 59 342250
Fax: +32 59 330629
www.ilvo.vlaanderen.be

SOCIO-ECONOMISCHE ONDERZOEKSCEL VISSERIJ

VALDUVIS

Fact Sheet – Ontwikkeling van de indicator BODEMIMPACT

Oktober 2014 (herziening van versie april)

Socio-economische onderzoekscel Visserij

Koen Mondelaers

Eenheid Landbouw en Maatschappij
koen.mondelaers@ilvo.vlaanderen.be

Els Vanderperren

Eenheid Dier - Visserij
Sectie Visserijtechniek
els.vanderperren@ilvo.vlaanderen.be

Kim Sys

Eenheid Dier - Visserij
Sectie Visserijtechniek
kim.sys@ilvo.vlaanderen.be

Arne Kinds

Eenheid Dier - Visserij
Sectie Visserijtechniek
arne.kinds@ilvo.vlaanderen.be

Laura Schotte

Eenheid Landbouw en Maatschappij
laura.schotte@ilvo.vlaanderen.be

ARNE KINDS

Deze fact sheet werd opgesteld in het kader van het VALDUVIS-project. VALDUVIS ontwikkelt een methodologie om de duurzaamheid van Belgische vis te bepalen. Dit gebeurt voor de 3 pijlers van duurzaamheid: ecologische, sociale en economische duurzaamheid. De hier voorgestelde indicator (bodemimpact) valt binnen het ecologische luik.

Dit document gaat dieper in op hoe de indicator tot stand is gekomen, welke methodologische keuzes werden gemaakt en waar er ruimte is voor verbetering. Daarnaast lichten we ook de 'knowledge gaps' toe en doen we suggesties om ze te dichten.

Europees Visserijfonds
duurzame ontwikkeling visserijgebied
Provincie West-Vlaanderen
Door mensen gedreven
ILVO
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek

Inhoudsopgave

I. Woord vooraf 3
II. Een indicator voor bodemimpact … wat meten we nu eigenlijk? 3
III. Formules 3
IV. Methode 5
V. Berekening bodemimpact voor vistuigtypes in de Belgische visserij 6
V.1. De ‘traditionele’ boomkor 6
V.1.1. Penetratiediepte 6
V.1.2. Beviste oppervlakte 7
V.1.3. Verplaatst sediment 7
V.2. De sumwing 8
V.2.1. Penetratiediepte 8
V.2.2. Beviste oppervlakte 8
V.2.3. Verplaatst sediment 9
V.3. Pulsvisserij – de Flatfish Pulse Trawl en de PulseWing Trawl 9
V.3.1. Penetratiediepte 9
V.3.2. Penetratiediepte 9
V.3.1. Beviste oppervlakte 10
V.4. Variaties op de boomkor: ecoroll beam, boomkor met rolsloffen, hydrorig, aquaplanning gear, etc. 10
V.5. Bordenvisserij: single, pair, twinrig, drielingnet, quadrig en outrigger 10
V.5.1. Penetratiediepte 10
V.5.2. Beviste oppervlakte 12
V.5.3. Verplaatst sediment 12
V.6. Flyshoot 13
V.6.1. Penetratiediepte 13
V.6.2. Beviste oppervlakte 13
V.6.3. Verplaatst sediment 14
V.7. Staandwant 14
V.7.1. Penetratiediepte 14
V.8. Fuiken, potten 14
V.9. Handlijnvisserij 14
V.10. Dredging (dreggen) 14
VI. Scoring van de indicatoren 15
VI.1. Interpretatie van de scores 16
VII. Expert judgment 16
VIII. Discussie 19
IX. Hoe scoorde de Belgische vloot in 2013? 21
X. Referenties 23
XI. Annex 25
XI.1. Verklarende woordenlijst 25
XI.2. Berekenen doorspread van OTB_garnaal: een sensitiviteitsanalyse 25

I. Woord vooraf

Voor de indicator 'bodemimpact' bouwt VALDUVIS verder op het werk dat werd verricht door ILVO, DTU Aqua, IMARES, LEI en CEFAS voor de Europese Commissie (LOT 3, *Scientific advice concerning the impact of the gears used to catch plaice and sole*). De auteurs van LOT 3 benadrukken dat bodemimpact onmogelijk kan beoordeeld worden op basis van enkele parameters of literatuur alleen. De parameters die in het LOT 3-rapport worden voorgesteld om de fysieke impact van vistuigen op de zeebodem te beschrijven geven echter een goede benadering. Deze zijn echter niet voor alle vistuigtypes goed beschreven. Daarom is naast literatuur ook *expert judgment* nodig. VALDUVIS biedt een degelijke, wetenschappelijk onderbouwde methode om bodemimpact te beoordelen voor verschillende types vistuigen.

II. Een indicator voor bodemimpact … wat meten we nu eigenlijk?

We omschrijven de bodemimpact van een vistuig als **de fysieke impact van het vistuig op de zeebodem**. Merk op dat deze definitie de impact van het vistuig op de abiotische, de niet-levende omgeving beschouwt. Fysische verstoring is een **proxy** voor de invloed van de visserijactiviteit op het functioneren van het ecosysteem. We meten dus de impact op een abiotische component (het sediment, de zeebodem) om uitspraken te kunnen doen over de impact op de biotische component van het ecosysteem (fauna en flora).

De gevolgen van het gebruik van bodemberoerende vistuigen voor het ecosysteem worden uitgebreid bestudeerd (o.a. Rijnsdorp et al. 1998). Toch is het moeilijk om het gebruik van een bepaald type vistuig te linken aan een bepaalde graad van ecosysteemimpact. De reden hiervoor is dat dezelfde fysische verstoring andere gevolgen heeft naargelang de biologische gemeenschap die in een gebied voorkomt. Zo zijn oesterbanken en kokerwormriffen kwetsbaarder dan gemeenschappen in en op zandige bodem. De schaal waarop je bodemimpact beschouwt is dus belangrijk: kwetsbare gemeenschappen kunnen heel lokaal voorkomen. Momenteel ontbreken echter gegevens over habitattypes op het niveau waarop wij ecosysteemimpact willen beschouwen (ICES-divisies). Daarom hebben wij ervoor gekozen om de ecosysteemimpact te benaderen aan de hand van de graad van fysische verstoring.

III. Formules

We beschrijven bodemimpact aan de hand van 3 indicatoren, die worden gecombineerd in één composietindicator 'bodemimpact'. In wat volgt worden de indicatoren en de formules toegelicht.

De **penetratiediepte (PD)** van een vistuig is de som van de penetratiedieptes van zijn componenten, rekening houdend met hun aandeel in de verstoring (LOT 3, 2010). De penetratiediepte van het vistuig hangt af van het gewicht en de afmetingen van de componenten, de lengte van de vislijn, de sleepsnelheid en de karakteristieken van de zeebodem (sediment). De penetratiediepte is voor bepaalde visserijen goed gekend, voor andere vistuigtypes wordt beroep gedaan op expert judgment.

$$PD_{vistuig} = \sum(PD_i . W_i) \ / \ \sum(W_i) \qquad (1)$$

waarbij $PD_{vistuig}$ = penetratiediepte van het volledige vistuig (cm)

PD_i = penetratiediepte van de component i (cm)

W_i = breedte van de component i (m)

Bodemimpact in sleepnetvisserijen

Wanneer we spreken over bodemimpact in sleepnetvisserijen is het belangrijk om een onderscheid te maken tussen het contact dat het vistuig maakt met de zeebodem en de fysieke impact ervan. De mate waarin het vistuig **contact** maakt met de bodem wordt voor een groot deel bepaald door de sleepsnelheid (bij het verhogen van de sleepsnelheid zal het vistuig op een bepaald moment 'loskomen' van de zeebodem). Ook de lengte van de vislijn speelt hierbij een rol. De **fysieke impact** is dus het resultaat van een wisselwerking tussen sleepsnelheid, lengte van de vislijn, dimensies en gewicht van het vistuig en bodemeigenschappen (zand, modder, hard substraat). Bijvoorbeeld, hoewel vaartuigen van het groot vlootsegment (GVS) zwaardere vistuigen gebruiken, wordt hiervoor gecompenseerd door bredere sloffen en hogere sleepsnelheden. Algemeen geldt dat reders hun bodemcontact optimaliseren door te streven naar een maximale opbrengst met zo min mogelijk brandstofverbruik.

De **beviste oppervlakte (BO)** geeft weer hoe groot het oppervlak is dat bevist wordt. Zo kan de penetratiediepte zeer gering zijn maar het beviste oppervlak zeer groot.

De beviste oppervlakte vertelt ons op zichzelf niet veel, maar vermenigvuldigd met de penetratiediepte is het een maat voor de hoeveelheid **verplaatst sediment (VS)**.

Het **verplaatst sediment** wordt berekend als het product van de penetratiediepte en de beviste oppervlakte.

$$BO_{vistuig} = W_{tot} \,.\, TS \,.\, t_{prod} \qquad (2)$$

waarbij $BO_{vistuig}$ = beviste oppervlakte voor een bepaald vistuig (m^2)
W_{tot} = totale breedte van het vistuig (m)
TS = sleepsnelheid (m/h)
t_{prod} = aantal effectief geviste uren per visdag (h)

$$VS_{vistuig} = BO_{vistuig} \,.\, PD_{vistuig} \qquad (3)$$

waarbij $VS_{vistuig}$ = de hoeveelheid verplaatst sediment (m^3)
$BO_{vistuig}$ = beviste oppervlakte voor een bepaald vistuig (m^2)
$PD_{vistuig}$ = penetratiediepte van het volledige vistuig (cm)

Merk op dat deze formule rekening houdt met de impact die eigen is aan het vistuig én de manier waarop de techniek wordt toegepast (aantal geviste uren en sleepsnelheid).

IV. Methode

In deze factsheet worden de waarden voor bodemimpact berekend, voor alle gebruikte technieken. De mate van detail waarmee we dit doen, hangt af van de beschikbare informatie voor de parameters in de formules. Voor vistechnieken waarvoor data ontbreken, plaatsen we deze relatief ten opzichte van andere, gekende technieken. Dit gebeurt op basis van expert judgment. Tabel 1 geeft een overzicht van de geartypes die in de Belgische visserij worden toegepast (bij uitbreiding technieken die door Nederlanders gebruikt worden maar relevant zijn voor de Belgische visserij).

Tabel 1: overzicht van de beschouwde geartypes waarvoor bodemimpact berekend werd (en dus aan de hand waarvan benchmarks werden bepaald). De overige geartypes worden op basis van expert judgment op de schaal geplaatst.

	Berekend	Expert judgment
Boomkor		
'Traditionele' boomkor wekkers	X	
'Traditionele' boomkor kettingmat	X	
Sumwing	X	
Aquaplanning gear		X
Boomkor met rolsloffen		X
Ecoroll beam		X
Pulsvissen: tong	X	
Pulsvissen: garnaal (Hovercran)	X	
Andere aanpassingen		X
Borden		
Single	X	
Pair	(X)	
Twinrig	X	
Drielingnet	X	
Quadrig	X	
Outrigger	X	
Flyshoot	X	
Dreg		X
Staandwant	X	
Handlijnvisserij		(X)
Vallen, fuiken		(X)

V. Berekening bodemimpact voor vistuigtypes in de Belgische visserij

V.1. De 'traditionele' boomkor

Bij het vissen met de boomkor komen verschillende delen van het vistuig in aanraking met de zeebodem. De onderdelen die het meest contact maken met de bodem zijn de sloffen, de wekkerkettingen (of de kettingmat) en de groundrope. In de bespreking hieronder wordt de berekening van elk van de indicatoren toegelicht.

V.1.1. Penetratiediepte

Het contact van het vistuig op de bodem kan worden opgesplitst in het contact van de sloffen en het contact van de kettingen (incl. groundrope). De penetratiediepte van de sloffen hangt af van (1) het gewicht van het vistuig, (2) de lengte van de vislijn, (3) het contactoppervlak van de sloffen en (4) de tilthoek van de sloffen. De PD van de kettingen hangt af van (1) het gewicht van het vistuig, (2) de sleepsnelheid en (3) de eigenschappen van het sediment. De invloed van de kuil op de bodem wordt niet meegenomen in de berekening.

De waarden voor de parameters zijn gebaseerd op LOT 3 (op hun beurt gebaseerd op Paschen et al. 1999). De studie van Paschen is gebaseerd op gemodelleerde data, gecontroleerde tankexperimenten en experimenten op zee.

- ***Schatting $PD_{sloffen}$***

  4-8 cm (~6 cm gemiddeld) (Fonteyne 2000; LOT 3, 2010)

- **Schatting $PD_{kettingen+groundrope}$**

  Waarden voor kettingmat variëren tussen 3 mm en 6 cm (Lindeboom & de Groot 1998a, Duplisea et al. 2002, Blom 1990, Paschen et al. 1999). LOT 3 hanteert een gemiddelde van 2 cm. Wekkerkettingen penetreren dieper in het sediment dan de kettingmat (Moore en Jennings 2000). Een gemiddelde reductie van 10% wordt als aannemelijk beschouwd voor de kettingmat (LOT 3, 2010).

  Wij onderscheiden een aantal extra categorieën bovenop LOT 3. Voor dredge werd voor penetratiediepte een surplus van 10% verondersteld bovenop de waarde voor platvisboomkor met wekkers. Voor de berekening van beviste oppervlakte en verplaatst sediment werd onderscheid gemaakt tussen KVS en GVS (sleepsnelheden en afmetingen vistuig werden overgenomen uit respectievelijke categorieën platvisboomkor).

Tabel 2: de gemiddelde penetratiediepte van de traditionele boomkor, rekening houdend met de penetratiediepte van de afzonderlijke componenten en hun afmetingen, relatief t.o.v. de totale breedte van het vistuig (naar LOT 3, 2010). De waarden voor wekkers zijn o.b.v. 3 kettingen.

Type boomkor	Wekkers/kettingmat	Penetratiediepte componenten (cm)		Breedte (m)		Penetratiediepte van het vistuig (cm)
		Sloff en	Kettingen en groundrope	4 sloffen	Groundgear voor 2 boomkorren	
Garnaal (7-8m) (Kust)	Wekkers	6	2	1,08	14	2,3
Platvis (4m) (Kust)	Wekkers	6	2,2	1,24	7	2,8
	Kettingmat	6	2	1,08	7	2,5
Garnaal (7-8m) (Eurokotter)	Wekkers	6	2	1,08	14	2,3
Platvis (4m) (Eurokotter)	Wekkers	6	2,2	1,24	7	2,8
	Kettingmat	6	2	1,08	7	2,5
Platvis 10-12m (GVS)	Wekkers	6	2,2	2,52	22	2,6
	Kettingmat	6	2	1,56	21	2,3

V.1.2. Beviste oppervlakte

Tabel 3: berekening van de beviste oppervlakte in de boomkorvisserij. De Belgische vloot telt geen vaartuigen langer dan 40 meter.

			Sleepsnelheid (kn)	Aantal geviste uren (h/dag)	Horizontale netopening (m)	Beviste oppervlakte (km²/dag)
0-24 kustvissers	7-8m bk (garnaal)	Wekkers	6,5	7,53	15	1,3596921
	4m bk (platvis)	Wekkers	6,5	9	8	0,866736
		Kettingmat	4,5	9	8	0,600048
0-24 eurokotters	7-8m bk (garnaal)	Wekkers	6,5	8,07	15	1,4571999
	4m bk (platvis)	Wekkers	6,5	9,67	8	0,93125968
		Kettingmat	4,5	9,67	8	0,64471824
24-40	10-12m bk	Wekkers	6,5	17,67	22	4,67965212
		Kettingmat	4,5	17,67	22	3,23975916

V.1.3. Verplaatst sediment

Het verplaatst sediment is het product van de penetratiediepte en de beviste oppervlakte:

$$SD_{vistuig} = SF_{vistuig} \cdot P_{vistuig}$$

Tabel 4: berekening hoeveelheid verplaatst sediment op basis van de parameters penetratiediepte en beviste oppervlakte.

			Penetratiediepte (cm)	Beviste oppervlakte (km²/dag)	Verplaatst sediment (m³)
0-24 kustvissers	7-8m bk (garnaal)	Wekkers	2,3	1,3596921	31272,92
	4m bk (platvis)	Wekkers	2,8	0,866736	24268,61
		Kettingmat	2,5	0,600048	15001,20
0-24 eurokotters	7-8m bk (garnaal)	Wekkers	2,3	1,4571999	33515,60
	4m bk (platvis)	Wekkers	2,8	0,93125968	26075,27
		Kettingmat	2,5	0,64471824	16117,96
24-40	10-12m bk	Wekkers	2,6	3,23975916	74514,46
		Kettingmat	2,3	4,67965212	107632,00

V.2. De sumwing

V.2.1. Penetratiediepte

Bij de sumwing zijn de sloffen vervangen door een neus die de zeebodem raakt. De rest van het vistuig (kettingen en groundgear) zijn hetzelfde als bij de boomkor. De idee is dat de hydrodynamiek van het vistuig ervoor zorgt dat de neus de bodem slechts heel licht raakt (PD= 0,24 cm). De geschatte reductie in penetratiediepte is gebaseerd op expert judgment (LOT 3, 2010). Wij gebruikten een gemiddelde reductie van 11 percent omdat de categorieën in LOT 3 niet goed zijn gedefinieerd.

Tabel 5: de gemiddelde penetratiediepte van de sumwing, rekening houdend met de penetratiediepte van de afzonderlijke componenten en hun afmetingen, relatief t.o.v. de totale breedte van het vistuig (naar LOT 3, 2010). Merk op dat sommige van deze categorieën niet voorkomen in de vloot, dit is een theoretische berekening van wat de waarden zouden zijn.

Type boomkor	Wekkers/kettingmat	Penetratiediepte van respectievelijke categorieën boomkor (cm)	Penetratiediepte van wing-variant (cm) (-11%)
Garnaal (7-8m) (Kust)	Wekkers	2,3	2,0
Platvis (4m) (Kust)	Wekkers	2,8	2,5
	Kettingmat	2,5	2,3
Garnaal (7-8m) (Eurokotter)	Wekkers	2,3	2,0
Platvis (4m) (Eurokotter)	Wekkers	2,8	2,5
	Kettingmat	2,5	2,3
Platvis 10-12m (GVS)	Wekkers	2,6	2,3
	Kettingmat	2,3	2,0

Naast een reductie van de bodemimpact resulteert het gebruik van de sumwing ook in een brandstofbesparing van gemiddeld 10% (experimentele waarnemingen tussen 10 en 23%) (LOT 3, 2010).

De sumwing laat de visser in principe toe om met een lagere sleepsnelheid en een lager brandstofverbruik dezelfde hoeveelheid vis te vangen. Dit kan er echter ook voor zorgen dat men de sleepsnelheid (en dus het brandstofverbruik) vergroot, om zo meer vis te vangen. Een ander voordeel van deze techniek zouden de kortere inhaaltijden zijn (data die dit aantonen ontbreken) (LOT 3, 2010).

V.2.2. Beviste oppervlakte

We gebruikten dezelfde waarden als voor de traditionele boomkor.

V.2.3. Verplaatst sediment

Tabel 6: berekening hoeveelheid verplaatst sediment op basis van de parameters penetratiediepte en beviste oppervlakte. Merk op dat sommige van deze categorieën niet voorkomen in de vloot, dit is een theoretische berekening van wat de waarden zouden zijn.

			Penetratiediepte (cm)	Beviste oppervlakte (km²/dag)	Verplaatst sediment (m³)
0-24 kustvissers	7-8m bk (garnaal)	Wekkers	2,0	1,3596921	27193,842
	4m bk (platvis)	Wekkers	2,5	0,866736	21668,4
		Kettingmat	2,3	0,600048	13801,1
0-24 eurokotters	7-8m bk (garnaal)	Wekkers	2,0	1,4571999	29144
	4m bk (platvis)	Wekkers	2,5	0,93125968	23281,49
		Kettingmat	2,3	0,64471824	14828,52
24-40	10-12m bk	Wekkers	2,3	4,67965212	107632
		Kettingmat	2,0	3,23975916	64795,18

V.3. Pulsvisserij – de Flatfish Pulse Trawl en de PulseWing Trawl

V.3.1. Penetratiediepte

Hoewel de pulsvisserij nog niet wordt beoefend in de Belgische visserij, namen we deze techniek toch op wegens relevant in Nederland. Gegevens over de pulsvisserij op garnaal ontbreken nog in deze versie.
In deze sectie worden twee types pulsvisserij samen behandeld: de Pulse Trawl en de PulseWing (pulsvisserij in combinatie met sumwing). Bij deze pulskorren wordt het bodemcontact bepaald door de sloffen en de *groundrope*, de kettingen zijn vervangen door elektroden.

Opmerking: In de praktijk worden de elektroden vaak gecombineerd met enkele kettingen. Bij het scoren van vaartuigen moeten we dus correcte informatie hebben m.b.t. de optuiging van het vistuig. Wanneer er aanwijzingen zijn dat er toch kettingen worden gebruikt, zal de scoring voor traditionele boomkor of sumwing gehanteerd worden.

Gemiddelde penetratiediepte voor pulskor:

voor eurokotter (12-24 m): 0,9 cm
voor bokkenvaartuig (>24 m): 0,8 cm

Gezien penetratiediepte nauw samenhangt met sleepsnelheid (grotere vaartuigen varen sneller en oefenen verhoudingsgewijs – voor een boomkor met dezelfde afmetingen – minder druk uit op de zeebodem), besloten we voor Eurokotters een penetratiediepte van 0,9 cm te nemen, ongeacht de lengte van het vistuig.

Voor de PulseWing geldt een bijkomende reductie:

voor een 4m boomkor: 11,5% ; hetzij een gemiddelde PD van 0,7965 cm
voor een 12m boomkor: 10% ; hetzij een gemiddelde PD van 0,72 cm

Tabel 7: de gemiddelde penetratiediepte van de Pulse Trawl en de PulseWing.

	Penetratiediepte	
	Pulse Trawl (cm)	**PulseWing (cm)**
4m boomkor	0,9	0,7965
12m boomkor	0,8	0,72

V.3.1. Beviste oppervlakte

Met het gebruik van de Pulse Trawl en de PulseWing gaat een reductie in sleepsnelheid gepaard. Volgens LOT 3 gaat het om een sleepsnelheid van 3,5 knopen voor eurokotters en een sleepsnelheid van 5,5 knopen voor grote vaartuigen. Wij menen dat deze schattingen niet gelden voor de Belgische vloot, waar er geen wezenlijk verschil is in sleepsnelheid tussen eurokotters en vaartuigen van het GVS. Wordt vervolgd.

V.4. Variaties op de boomkor: ecoroll beam, boomkor met rolsloffen, hydrorig, aquaplanning gear, etc.

Hoewel er tal van variaties op de boomkormethode ontwikkeld zijn, is het van vele niet duidelijk of ze nu daadwerkelijk resulteren in minder bodemimpact. Onderstaande tabel geeft een overzicht van deze technieken en de manier waarop wij ze binnen VALDUVIS scoren.

Techniek	Brandstofbesparend?	Minder bodemimpact?	Gescoord als
Ecoroll beam	Ja	Ja volgens de ontwikkelaars, niet aangetoond	Traditionele boomkor
Boomkor met rolsloffen	Ja	Neen	Traditionele boomkor
Hydrorig	Ja	Minder bijvangst van benthos, resultaten variabel (LOT 3, 2010)	Traditionele boomkor
Aquaplanning gear	Ja	Neen volgens experten binnen ILVO	Traditionele boomkor

V.5. Bordenvisserij: single, pair, twinrig, drielingnet, quadrig en outrigger

V.5.1. Penetratiediepte

Voor de penetratiediepte van de borden wordt een **proxy** (benadering) gebruikt die het gemiddelde is van de penetratiediepte in verschillende studies. Deze waarde bedraagt **8,4 cm** [=(1 + 5 + 6 + 10 + 20) / 5] (Brylinksy et al. 1994, Humborstad et al. 2004, Løkkeborg 2005, O'Neill et al. 2009).

De penetratiediepte hangt af van de eigenschappen van de borden (type, hoek, snelheid) en van de hardheid en de korrelgrootte van het sediment (dieper in modder dan in zand) (Churchill 1989, Krost et al. 1990, Tuck et al. 1998). Algemeen wordt aangenomen dat de borden meer schade berokkenen per eenheid zeebodem dan andere gearcomponenten (Gilkinson et al. 1998). De *sweeps* worden verondersteld het sediment niet te penetreren, maar

kunnen wel de topografie veranderen door het sediment af te vlakken. Daarom werd een waarde van **0,1 cm** aan de sweeps toegekend. De penetratiediepte van de *footrope* is gemiddeld **1,8 cm** (5NSC 1997, Linnane et al. 2000a, LOT 3 2010). De *roller clump* heeft een gemiddelde PD van **9,7 cm** (Cotterell and Stevens 2007, O'Neill et al. 2009).

De gemiddelde PD van bordenvissers hangt grotendeels af van de breedte van de verschillende gearcomponenten en de totale spreiding van het vistuig. Deze laatste verschilt van visserij tot visserij, maar voor de breedte werd eenzelfde ratio verondersteld.

Voor **outriggers** werd de door het groundgear beslagen oppervlakte op 80% geschat, met een spreiding van 8 m voor kleine vaartuigen en 16 m voor grote vaartuigen. Het pad dat wordt gesleept door één bord wordt geschat op 0,55 m. Voor een **twin trawl** die wordt gebruikt op een groot vaartuig werden de experimentele waarden van Vanhee (2008) gebruikt. Dit zorgt voor een spreiding van 185 m en een horizontale netopening van 29 m. Voor **demersale trawls** (single trawl met achterspan) gelden dan weer volledig andere waarden (zie Tabel 11) (Sangster en Breen 1998, Graham and Kynoch 2001, Graham et al. 2003). Omdat geen exacte schattingen konden worden bekomen, werden de ratios van bovenvermelde auteurs ook gebruikt voor **single en twin trawls** gebruikt op 'stern trawlers' (heck trawlers) (zie Tabel 11).

Voor **quadrig** werden waarden uit het LATE-project gebruikt (ILVO 2013). De bordenspreiding bedraagt 105.5 m, de horizontale opening van de netten bedraagt 48 m (4 x 12 m). Dit resulteert in een sweeplengte 57,5 m. Merk op dat **pair trawls** niet werden meegenomen in de analyse aangezien deze techniek niet in de Belgische visserij wordt toegepast.

Opmerking (LOT 3): in werkelijkheid verschillen de waarden naargelang de lengte van het vaartuig. Er wordt echter verondersteld dat de ratio's tussen de gearcomponenten vrij constant zijn. Hiermee werd rekening gehouden bij het bepalen van deze waarden. In het Benthis-project werd een vrij goede correlatie gevonden tussen spreiding en lengte van het vaartuig. Deze maat kan in de toekomst gebruikt worden in VALDUVIS (vb. voor data-arme visserijen).

Tabel 8: de gemiddelde penetratiediepte van demersale trawls, rekening houdend met de penetratiediepte van de componenten en de relatieve breedte ten opzichte van de totale breedte van het vistuig. De waarden gelden voor de Belgische visserij. Indien van toepassing werd uitgegaan van slechts 1 clump.

	Penetratiediepte (cm)				Breedte (m)				PD vistuig (cm)[1]
	Borden	Sweeps	Groundgear	Clump	Borden	Sweeps	Wingspread	Clump	
2 outrigger trawls, gebruikt met zijspan (GVS), 4 borden	8,4	0,1	1,8	/	2,2	6,4	25,6	/	1,90
Twin trawl, gebruikt met zijspan (GVS), 2 borden	8,4	0,1	1,8	9,7	1,1	127	58	0,6	0,71
Twin trawl, gebruikt met achterspan (GVS), 2 borden	8,4	0,1	1,8	9,7	1,1	62,2	47,8	0,6	0,96
Single trawl, gebruikt met achterspan (GVS), 2 borden	8,4	0,1	1,8	/	1,1	42,4	40,6	/	1,03
Quadrig, langoustines, achterspan (KVS), 2 borden	8,4	0,1	1,8	9,7	1,1	57,5	48	0,6	1,00
Borden garnaalvisserij (KVS, kustvissers)	8,4	0,1	1,8	/	1,1	2,11	16,39	/	1,99

[1] Licht afwijkende waarden bij uitrekening met hier vermelde waarden (door afronding). Waarden van excelfile zijn opgenomen in laatste kolom.

V.5.2. Beviste oppervlakte

Voor het bepalen van de beviste oppervlakte bij otter trawling maakten we gebruik van de gemiddelde waarden die in LOT 3 worden gerapporteerd. We gebruikten hier bewust niet de waarden opgegeven in de enquêtes aangezien deze moeilijk aan de juiste optuiging kunnen worden gelinkt.

- Sleepsnelheden variëren sterk binnen de bordevisserij. LOT 3 hanteerde een gemiddelde van 4 knopen, maar dat is volgens ons te hoog voor de Belgische visserij. Een gemiddelde van 3 knopen lijkt ons aannemelijk.
- Aantal geviste uren: o.b.v. elektronisch logboek.

Tabel 9: berekening van de beviste oppervlakte in verschillende bordenvisserijen.

	Sleepsnelheid (knopen)	Aantal geviste uren (h/dag)	Totale netspreiding	Beviste oppervlakte (km^2) [2]
2 outrigger trawls, gebruikt met zijspan (GVS)	3	16,10	34,2	3,06
Twin trawl, gebruikt met zijspan (GVS)	3	16,10	186,7	16,70
Twin trawl, gebruikt met achterspan (GVS)	3	16,10	111,7	9,99
Single trawl, gebruikt met achterspan (GVS)	3	16,10	84,1	7,52
Quadrig, langoustines, achterspan (KVS)	3	13,41	107,2	7,99
Borden garnaalvisserij (KVS, kustvissers)	3	5,37	19,6	0,58

V.5.3. Verplaatst sediment

Tabel 10: berekening hoeveelheid verplaatst sediment op basis van de parameters penetratiediepte en beviste oppervlakte voor verschillende types bordenvisserij.

	PD (m)	BO (m^2)	Verplaatst sediment (m^3)[3]
2 outrigger trawls, gebruikt met zijspan (GVS)	0,0190	$3,06 \times 10^6$	58322,44
Twin trawl, gebruikt met zijspan (GVS)	0,0071	$16,70 \times 10^6$	118570
Twin trawl, gebruikt met achterspan (GVS)	0,0096	$9,99 \times 10^6$	95999,46
Single trawl, gebruikt met achterspan (GVS)	0,0103	$7,52 \times 10^6$	77429,3
Quadrig, langoustines, achterspan (KVS)	0,0100	$7,99 \times 10^6$	79877,84
Borden garnaalvisserij (KVS, kustvissers)	0,0199	$0,58 \times 10^6$	11616,48

[2] Licht afwijkende waarden bij uitrekening met hier vermelde waarden (door afronden). Waarden van excelfile zijn opgenomen in laatste kolom.
[3] Licht afwijkende waarden bij uitrekening met hier vermelde waarden. Waarden van excelfile zijn opgenomen in laatste kolom.

V.6. Flyshoot

De berekeningen voor flyshootvisserij zijn grotendeels gebaseerd op assumpties en extrapolaties vanuit de bordenvisserij. Naar de toekomst toe moet worden bekeken of deze waarden kunnen worden geüpdatet aan de hand van experimenten op zee met flyshooters.

Opmerking: de berekeningen die hieronder worden gepresenteerd zijn gebaseerd op data van de 'demersale zegenvisserij'. De flyshootvisserij (of 'Schotse zegenvisserij') is hiervan afgeleid. Flyshooters gebruiken zwaardere en dikkere sweeps, bevissen een grotere oppervlakte en halen het vistuig sneller binnen in vergelijking met de traditionele zegenvisserij.

De gebruikte formules zijn enigszins anders dan in de bovenstaande secties. Beviste oppervlakte wordt hier berekend op basis van het aantal slepen in de plaats van de sleepsnelheid (er wordt immers niet actief 'gesleept' bij deze techniek).

V.6.1. Penetratiediepte

De delen van het vistuig die in aanraking komen met de bodem zijn de sweeps en de groundgear. De penetratiediepte en de breedte van de groundgear zijn ongeveer gelijk aan deze van de bordenvisserij (LOT 3, 2010).

De penetratiediepte van de sweeps wordt geschat op 0,1 cm (zelfde waarde als voor bordenvisserij). De breedte van de groundgear is 16 m met een PD van 1,8 cm (opnieuw zelfde waarde als voor bordenvisserij). De beviste oppervlakte wordt benaderd door een cirkel met oppervlakte 3,4 km^2, d.w.z. een diameter van 2,08 km (LOT 3, 2010). De gemiddelde PD van het vistuig is daarom 0,11 cm (zie Tabel 14).

Tabel 11: berekening PD voor flyshoot.

	Penetratiediepte (cm)		Breedte (m)		PD vistuig (cm)
	Sweeps	Groundgear	Sweeps	Groundgear	
Flyshoot	0,1	1,8	2080	16	0,11

V.6.2. Beviste oppervlakte

Bij de berekening werd uitgegaan van gemiddeld 6,5 slepen per dag, gebseerd op ee zeereis van collega's van het ILVO gemaakt in maart 2013. Flyshooten is sterk afhankelijk van weersomstandigheden (vnl. daglicht), dus het aantal slepen is zeer variabel. Idealiter wordt de indicator voor elke visreis berekend o.b.v. actuele data.

Tabel 12: berekening van de beviste oppervlakte voor flyshoot.

	Oppervlakte per sleep (km^2)	Aantal slepen	Beviste oppervlakte (km^2)
Flyshoot	3,4	6,5	22,1

V.6.3. Verplaatst sediment

Tabel 13: berekening van verplaatst sediment voor flyshoot.

	PD (m)	BO (m^2)	Verplaatst sediment (m^3)
Flyshoot	0,0011	$22,1 \times 10^6$	24310

V.7. Staandwant

Er bestaan verschillende types staande netten (zie Guitton et al. 2003 and Depestele et al. 2008 voor een overzicht). De berekeningen hieronder werden gemaakt voor een staandwant gericht op schol en tong. De componenten die contact maken met de zeebodem zijn de loodlijn en de ankers. Gezien er geen gepubliceerde data voorhanden zijn over de penetratiediepte van statisch vistuig, beroepen we ons op expert judgment. Ook hier zijn de formules enigszins anders dan voor sleepnetvisserij.

V.7.1. Penetratiediepte

PD_{ankers}: 2 mm.

$PD_{loodlijn}$: 0,1 mm.

W_{anker}: 0,3 m. Voor 4 ankers (per 1000 m): 1,2 m

$W_{loodlijn}$: 2 cm breed voor een lengte van 998 m per 1000 m net.

Tabel 14: berekening PD voor staandwant per 1000 m net.

	Penetratiediepte (cm)		Breedte (m)		PD vistuig (cm)
	Anker	Loodlijn	Anker	Loodlijn	
Staandwant per 1000m net	0,2	0,01	1,2	998	0,01

Voor staandwant kan de beviste oppervlakte niet berekend worden aan de hand van de hierboven gebruikte formule. Penetratiediepte wordt uitgedrukt per 1000 meter net.

Bij staandwantvisserij wordt er geen sediment verplaatst.

V.8. Fuiken, potten

Er wordt momenteel geen professionele fuiken- of pottenvisserij beoefend.

V.9. Handlijnvisserij

Hier wordt bodemimpact (penetratiediepte, beviste oppervlakte en verplaatst sediment) als verwaarloosbaar (lees: 0) beschouwd. Er wordt door Belgische vissers momenteel geen professionele handlijnvisserij beoefend.

V.10. Dredging (dreggen)

Er wordt door een aantal vaartuigen op St. Jakobsschelpen gevist. Dit gebeurt met dreggen. De impact van deze vismethode werd niet door LOT 3 beoordeeld. Wij hanteerden een toename van 10% in PD t.o.v. traditionele boomkor GVS.

VI. Scoring van de indicatoren

Aan de hand van bovenstaande berekeningen stellen we een verdeelsleutel op om de indicatoren te scoren. De keuze van de klassebreedtes en het aantal klassen is gebaseerd op het bereik van de scores voor elk van de drie parameters (zie hiervoor Fig 1, 2 en 3). Er wordt gebruik gemaakt van 'interne benchmarks' voor de Belgische visserij. We nemen aan dat de range aan technieken die gebruikt wordt in de Belgische visserij overeenkomt met de range van minst naar meest ecologisch duurzaam.

We hebben een lineair verband verondersteld tussen de drie parameters en de eigenlijke impact op benthische levensgemeenschappen.

Opmerking: we kennen het verband tussen de parameters en de eigenlijke impact niet. We hebben naar analogie met andere indicatoren een lineair verband verondersteld. D.w.z. dat we elke vermeerdering in de parameters beschouwen als een grotere impact op het ecosysteem. Dit staat bijvoorbeeld tegenover logistische of asymptotische modellen, waarbij de impact het snelst toeneemt bij intermediaire verstoring (logistisch) of waarbij het effect van toegevoegde verstoring steeds kleiner wordt (asymptotisch). Een ander model is een exponentieel verband, waarbij de impact sneller dan lineair toeneemt met elke toegevoegde eenheid verstoring. We benadrukken dat we het meest eenvoudige model (lineair) veronderstellen door een gebrek aan studies naar deze relatie. Voor een beter onderbouwde scoring moet dit verband verder worden onderzocht.

Tabel 15: scores per techniek. Er werd een lineair verband verondersteld.

Techniek	Score op 100
Warrelnet	100
Kieuwnet	100
Borden_Garnaal	91,83919
TBMS_KM_Kust	87,67068
TBMS_KM_Euro	86,75283
Aquaplaning gear_KM_KVS	86,75283
Niet gekend_Boom_KM_KVS	86,75283
Dredge_KVS	82,10599
TBMS_Kust	80,0539
Flyshoot	80,01988
TBMS_Euro	78,56903
Aquaplanning gear_KVS	78,56903
Niet gekend_Boom_KVS	78,56903
TBMS_Garnaal	74,13281
Niet gekend_Boom_Garnaal	72,4539
Niet gekend_Boom	68,70956
Outrigger_GVS	52,06544
Niet gekend_borden_KVS	52,06544
Ecoroll beam_KM	38,7574
TBMRS_KM	38,7574
Niet gekend_Boom_KM_GVS	38,7574
TBMS_KM_GVS	38,7574
Single_GVS	36,36173
Single_KVS	36,36173
Quadrig_KVS	34,3493
Twinrig achterspan_KVS	21,09912
Twinrig achterspan_GVS	21,09912
Sumwing_GVS	11,53846
Dredge_GVS	9,210053

TBMS_GVS	0
TBMRS	0
Niet gekend_Boom_GVS	0
Ecoroll beam	0

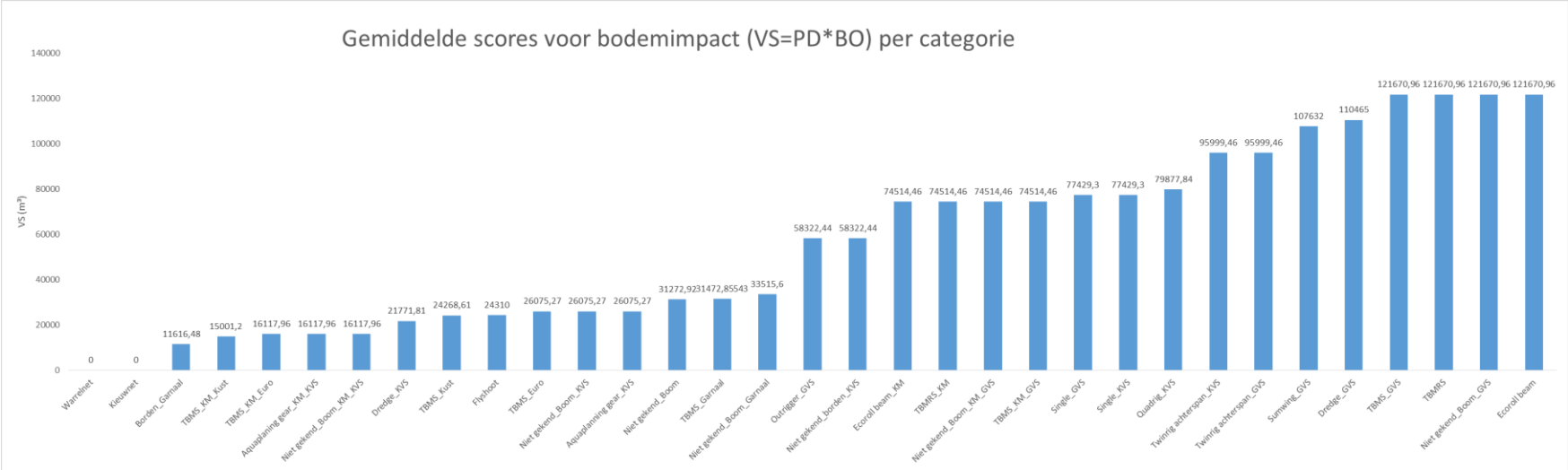
VI.1. Interpretatie van de scores

Merk op dat penetratiediepte en verplaatst sediment op zichzelf iets zeggen over de impact van het vistuig op de zeebodem. Beviste oppervlakte heeft op zichzelf geen enkele betekenis. We kiezen er daarom voor om de indicator weer te geven als de score voor verplaatst sediment. We voorzien echter de mogelijkheid om de scores voor penetratiediepte en beviste oppervlakte bij de ster weer te geven.

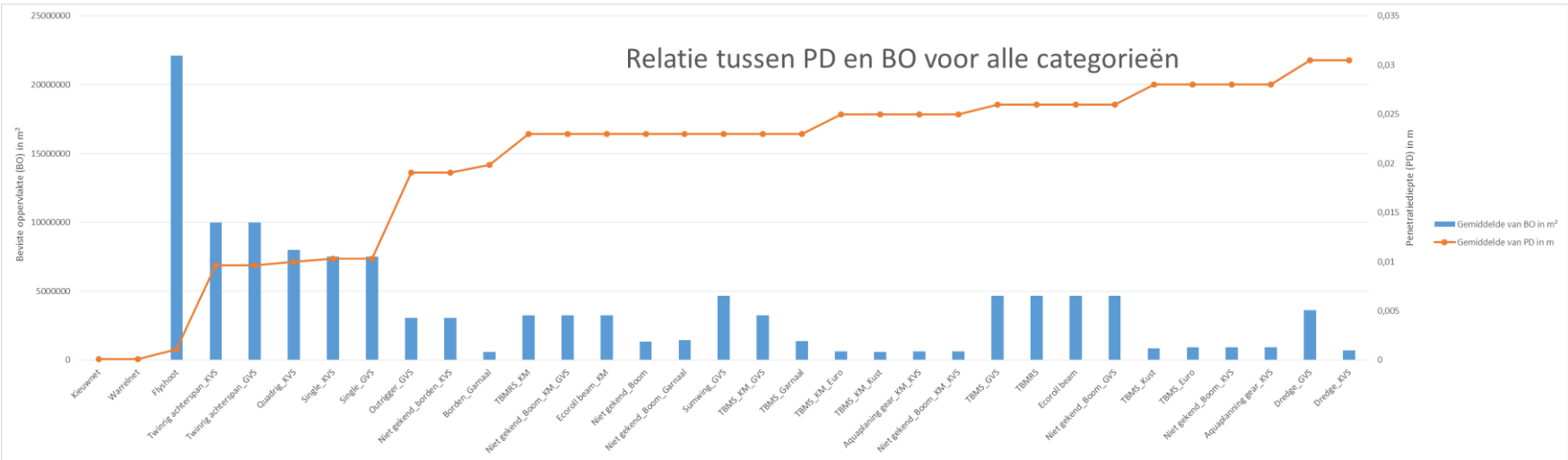
De scores blijken moeilijk te evalueren ‘per techniek’; we moeten meer een métierbenadering gebruiken: de combinatie techniek, lengte en motorvermogen van het vaartuig bepalen de bodemimpact. In Figuur 1 valt het meteen op dat de scores zeer verspreid zijn (met name voor boomkor). Figuur 2 geeft weer hoe penetratiediepte en beviste oppervlakte zich ten opzichte van elkaar verhouden. Een interessant voorbeeld is de flyshoot, waarbij PD zeer gering is maar de BO zeer hoog. Figuur 3 toont dat gemiddeld gezien de bordenvisserij slechter scoort dan de boomkorvisserij.

VII. Expert judgment

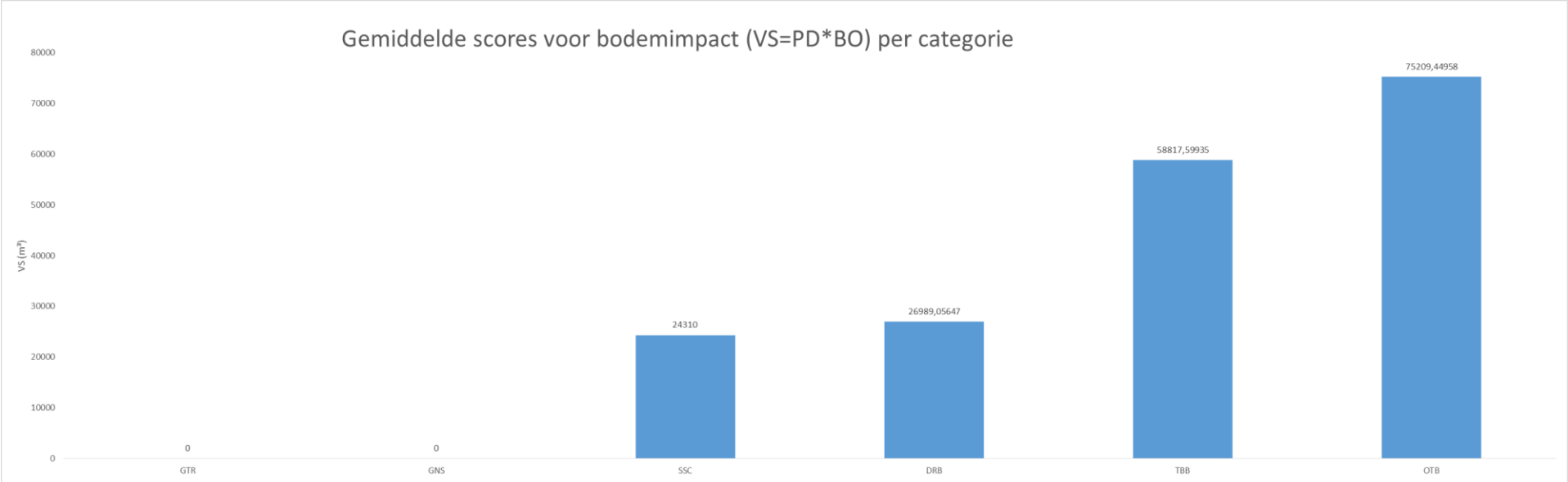
De expertise van techniekers en zeegaande waarnemers van het ILVO werd ingeroepen om technieken die niet konden worden gescoord een plaats op de schaal te geven. Hiervoor werden de zeegaande waarnemers afzonderlijk geconsulteerd. Er werd hen gevraagd de fiche in haar geheel te controleren op inconsistenties en daarbij ook een meer specifieke vragenlijst te beantwoorden. Daarna werden de verschillende visies in groep overlegd en werd er tot een compromis gekomen.



Figuur 1: indicatorwaarde voor alle geselecteerde geartypes.



Figuur 2: relatie tussen PD en BO voor alle categorieën.



Figuur 3: de gemiddelde waarden voor bodemimpact per categorie (GTR, GNS, SSC, DRB, TBB, OTB). Bordenmétiers scoren gemiddeld slechter voor bodemimpact dan boomkormétiers. Het grote verschil tussen dredge en boomkor kan te wijten zijn aan een onderschatting van de impact van dredging. Wordt verder onderzocht.

VIII. Discussie

Schaal

Het bepalen van de impact van de boomkor op benthische gemeenschappen is voor een groot deel een kwestie van **schaal**. Hoe kleiner de schaal waarvoor we informatie hebben over sedimenteigenschappen, abiotische factoren en biologische gemeenschappen, hoe nauwkeuriger we de bodemimpact kunnen bepalen. Door VMS-gegevens te combineren met habitatkaarten van hoge resolutie, zouden we per visreis een goede inschatting van de bodemimpact kunnen bekomen. In de praktijk ontbreekt dergelijke gedetailleerde informatie echter en zijn we genoodzaakt te veralgemenen en assumpties te doen. In het Benthis-project (EC-FP7) worden momenteel zo'n habitatkaarten ontwikkeld. Zoals in de inleiding reeds vermeld, vertelt de VALDUVIS-indicator voor bodemimpact ons enkel iets over de fysieke impact van het vistuig. Om iets te kunnen zeggen over de impact op benthische levensgemeenschappen zonder te willen vervallen in veralgemeningen, is meer onderzoek nodig. Onder andere de resultaten van het Benthis-project kunnen zeer waardevol zijn voor het verbeteren van de indicator voor bodemimpact.

Ontbrekende data, expert judgment en de graad van detail

Expert judgment werd toegepast voor technieken waarvoor de formules niet konden berekend worden. Het spreekt voor zich dat een indicator een benadering is van de werkelijkheid (we kunnen immers niet alles meten). Hoewel het voor sommige technieken interessant kan zijn om meer detail in te bouwen (vb. rekening houden met het aantal kettingen in de boomkorvisserij), moeten we ons afvragen of al dit extra onderzoek ons werkelijk meer oplevert. Voor andere technieken is het dan weer raadzaam om meer onderzoek te doen. Dit geldt bijvoorbeeld voor het vissen met dredge. Onderzoek moet zich in de toekomst vooral toespitsen op het ophelderen van de link tussen bodemimpact en de biotische component van het ecosysteem.
Parallel aan de ontwikkeling van de indicatoren, is het VALDUVIS-team ook betrokken bij het organiseren van traceerbaarheid in de Belgische visserij. Een onderdeel daarvan is het opzetten van een datastroom van het vaartuig naar de visveilingen en de VALDUVIS-databank. Dit zal ons op termijn toelaten om de 'real time' gegevens van een vistrip rechtstreeks te gebruiken als input voor de indicatorformules. In het geval van bodemimpact betekent dit dat gegevens over visuren, sleepsnelheid, details over het vistuig, etc. kunnen worden opgenomen in de berekening van de scores. Dit betekent dus ook dat rederijen de kans krijgen om zich beter van elkaar te differentiëren.

Standaardiseren: verschillende opties

De beviste oppervlakte en de hoeveelheid verplaatst sediment worden berekend voor één visdag, op basis van de sleepsnelheid en het aantal geviste uren. Een andere optie zou zijn om de parameters weer te geven per kg gevangen vis, of zelfs per euro besomming. Wij hebben echter bewust gekozen voor de eerste benadering, omdat deze meer aanleunt bij de ecologische duurzaamheid die deze indicator tracht te beschrijven: het geeft de impact weer van het *gebruik* van het ene vistuig tegenover het andere, los van de hoeveelheid vis die ermee gevangen wordt of de waarde die ermee gegenereerd wordt. Bij de ontwikkeling van enkele economische indicatoren werd de waarde van het visquotum en de efficiëntie van de techniek wél meegenomen.

Over bodemtypes, gebied en seizoen

De tank- en veldexperimenten om de penetratiediepte van de verschillende vistuigtypes te bepalen (zie referenties in het LOT 3-rapport), werden uitgevoerd op verschillende visgronden. LOT 3 en VALDUVIS maken dus gebruik van gemiddelde waarden voor penetratiediepte en verplaatst sediment, gebaseerd op de karakteristieken van het vistuig en

het vaartuig (gepoold over alle verschillende bodemtypes). Bodem- en habitattypes werden dus niet in rekening gebracht. Ook met eventuele seizoenale verschillen kon geen rekening worden gehouden.

Van drie parameters naar één indicator?

Zoals hierboven reeds aangehaald zal de indicator bodemimpact worden weergegeven als de waarde voor de parameter 'verplaatst sediment'. We zullen echter de mogelijkheid voorzien om de scores voor penetratiediepte en beviste oppervlakte bij de ster weer te geven.

Interne vs. externe benchmarks

VALDUVIS maakt gebruik van interne benchmarks om de visserijtechnieken in de Belgische visserijsector ten opzichte van elkaar te scoren. In een later stadium willen we een voortrekkersrol spelen in de ontwikkeling van een Europese standaard voor duurzame visserij. Hiervoor wordt de hele range aan Europese visserijtechnieken beschouwd om de benchmarks te bepalen.

Scoring

Het veronderstelde lineaire karakter van de relatie tussen penetratiediepte en ecologische impact berust op een aanname en moet verder worden onderzocht.

Dredge en de gevoeligheid van de indicator voor aantal geviste uren

Het grote verschil tussen boomkor en dredge moet zeker worden herbekeken, mogelijks is de gebruikte +10% voor penetratiediepte een onderschatting. Deze waarde is enerzijds gebaseerd op wat we weten over dredge (dringt dieper in het sediment dan de boomkor), anderzijds op de geringe verschillen die in de literatuur vermeld worden. Het enorme verschil tussen dredge KVS en dredge GVS is voornamelijk te wijten aan een verschil in aantal visuren. We gaan ervan uit dat de logboekdata correct zijn. Algemeen geldt dat de indicator gevoelig is voor verkeerde informatie m.b.t. geviste uren. Daarom blijft het interessant om de verschillende parameters (PD, BO en VS) naast elkaar weer te geven.

Berekening gemiddelde vangstduur

Anders dan in LOT 3 maakten wij geen gebruik van bevragingen om het gemiddeld aantal visuren te weten te komen. Wij gebruikten de data van het elektronisch logboek.

IX. Hoe scoorde de Belgische vloot in 2013?

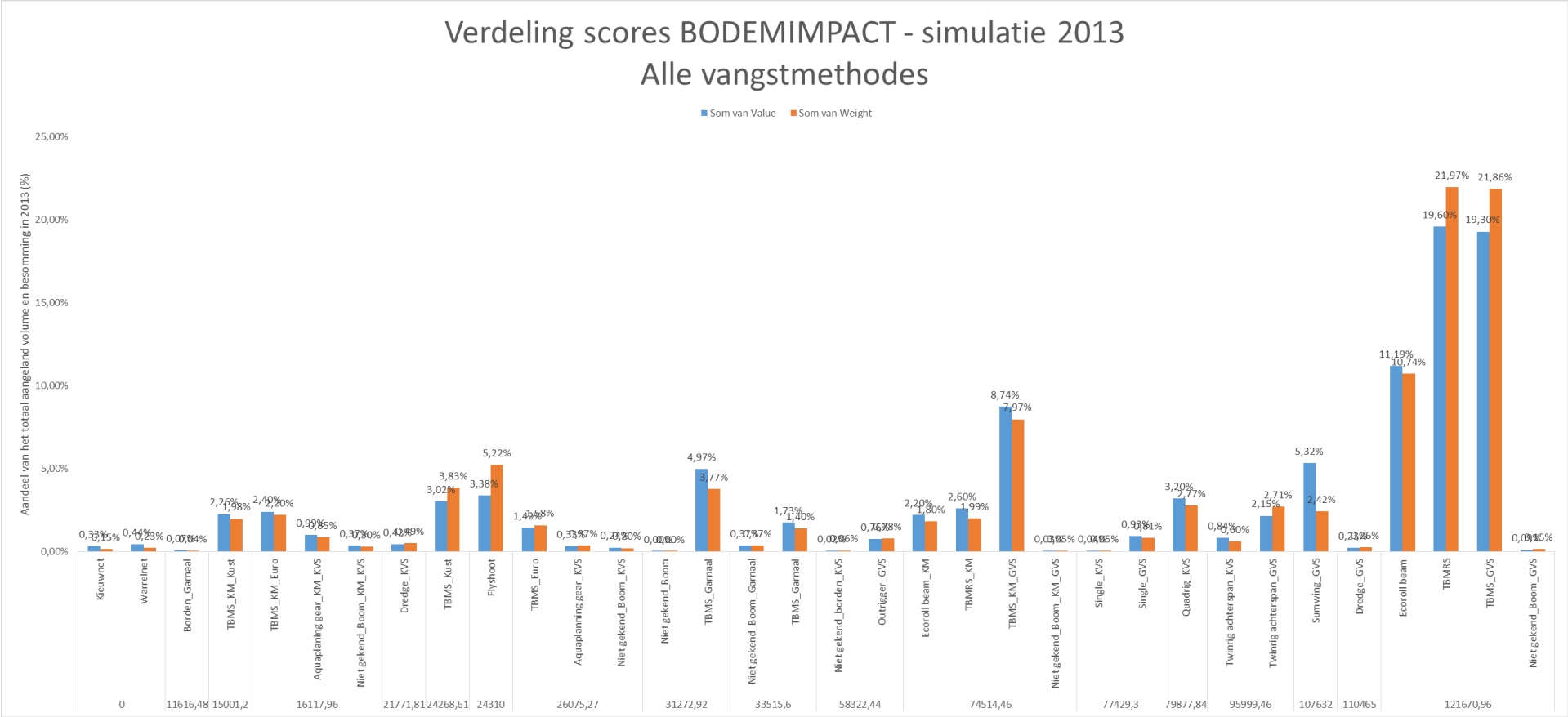
In wat volgt wordt aan de hand van een aantal grafieken een overzicht gegeven van hoe de Belgische vloot scoorde op de indicator bodemimpact in 2013. We moeten hierbij wel vermelden dat deze simulatie **enkel een eerste benadering** is van de werkelijke situatie. Ondanks meerdere rondvragen ontvingen wij niet de informatie nodig voor een goede berekening van deze indicator.

Wanneer een vaartuig volgens onze informatie[4] in 2013 met meerdere vistuigtypes had gevist, was het niet altijd duidelijk waar en wanneer welk vistuig was gebruikt. Bij vermelding van sumwing en traditionele boomkor, bijvoorbeeld, werd uitgegaan van gebruik van sumwing in de Golf en traditionele boomkor de rest van het jaar. Zo ook kregen wij geen duidelijk antwoord op de vraag in welke gebieden doorgaans met kettingmat wordt gevist. We zijn in de simulaties uitgegaan van gebruik van kettingmat in het oostelijk deel van het Kanaal (VIId), omdat we weten dat de bodem daar algemeen ruwer is. Waar we geen informatie kregen, gingen we uit van het gebruik van wekkers, die slechter scoren voor bodemimpact. Wij nodigen reders uit zelf juiste informatie aan te leveren, zodat wij de correcte scores kunnen berekenen[5].

Figuur 4 toont dat het grootste deel van zowel de besomming als het gewicht met de boomkor wordt gevangen. Hoe meer rechts in de grafiek, hoe slechter de techniek scoort voor bodemimpact. De **meest voorkomende technieken** zijn dus ook diegene die het **meest bodemimpact** veroorzaken. Merk op dat sommige goed scorende boomkormétiers zeer weinig voorkomen (vb. Aquaplanning gear_KVS). Voor een uitgebreide analyse nodigen wij reders uit om over hun scores te komen praten en te discussiëren.

[4] Onze informatiebron bestond uit het elektronisch logboek, waarin métiercodes worden vermeld maar geen gedetailleerde informatie over vistuigtype (sumwing, rolsloffen, etc.). én een tabel die was opgesteld op basis van kennis van zeegaande waarnemers.

[5] In andere gebieden die in dezelfde reis werden aangedaan wordt in principe met hezelfde vistuig gevist. Let wel, dit werd in deze versie neit meegenomen. Door gebrek aan correcte data werd enkel VIId gescoord als kettingmat.



Figuur 4: verdeling van de scores voor bodemimpact voor alle vistrips in 2013. De blauwe balkjes geven het aandeel van totale besomming weer, de oranje balkjes het aandeel van de totale vangst in 2013. Op de x-as wordt de hoeveelheid verplaatst sediment weergegeven

X. Referenties

5NSC, 1997. Assessment report on Fisheries and Fisheries related Species and Habitat Issues. In: M., S., Aarefjord, H., Heir, H.T., Øverland, S.s (Eds.), Intermediate Ministerial Meeting on the integration of Fisheries and Environmental Issues. Fifth North Sea Conference Secretariat. Ministry of Environment, Norway, Bergen, Norway, p. 127.

Blom, W.C., 1990. Some remarks about the beam trawl. In: Effects of beam trawl fishery on the bottom fauna in the North Sea. BEON report 8: 26-31.

Brylinsky, M., Gibson, J., Gordon, D., 1994. Impacts of flounder trawls on the intertidal habitat and community of the Minas Basin, Bay of Fundy. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 51, 650-661.

Churchill, J.H. 1989. The effect of commercial trawling on sediment resuspension and transport over the middle Atlantic Bight. Continental Shelf Research, 9: 841–865.

Cotterell, S.P., Stevens, T.F., 2007. An Independent Evaluation of Issues Relating to Twin-Rig Trawling in the Southwest. In: (SWIMRA)., R.f.t.S.I.M.R.A.s (Ed.). The Marine Institute, University of Plymouth., Plymouth, UK, pp. 14 p, plus appendices.

Depestele, J.; Courtens, W., Degraer, S., Derous, S., Haelters, J., Hostens, K., Moulaert, I., Polet, H., Rabaut, M., Stienen, E., Vincx, M., 2008. Environmental impact evaluation of trammel net and beam trawl fisheries on the Belgian part of the North Sea: final report, ILVO Visserij: Oostende, Belgium. 185 pp.

Duplisea, D.E.J., S.; Warr, K.J.; Dinmore, T.A. , 2002. A size-based model of the impacts of bottom trawling on benthic community structure. Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat. 55 (11), 1785-1795.

Fonteyne, R. 2000. Physical impact of beam trawls on seabed sediments, in: Kaiser, M.J.; de Groot, S.J. 2000. The effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues. Fishing News Books, : pp. 15-36.

Gilkinson, K., Paulin, M., Hurley, S., Schwinghamer, P., 1998. Impacts of trawl door scouring on infaunal bivalves: results of a physical trawl door model/dense sand interaction. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 224 (2), 291-312.

Graham, N., Kynoch, R.J. and Fryer, R.J. 2003. Square mesh panels in demersal trawls: further data relating haddock and whiting selectivity to panel position. Fisheries Research 62, 361–375.

Guitton, J., Dintheer, C., Dunn, M. R., Morizur, Y., and Tétard, A. 2003. Atlas des pêcheries de la Manche. Editions IFREMER, Plouzané (France). 216 pp.

Humborstad, O.-B., Nottestad, L., Lokkeborg, S., Rapp, H.T., 2004. RoxAnn bottom classification system, sidescan sonar and video-sledge: spatial resolution and their use in assessing trawling impacts. ICES J. Mar. Sci. 61 (1), 53-63.

Krost, P., Bernhard, M., Werner, F. & Hukriede, W. 1990. Otter trawl tracks in Kiel Bay (Western Baltic) mapped by side-scan sonar. Meeresforschung, 32: 344–353.

LATE-project (ILVO 2013).

Lindeboom, H.J., de Groot, S.J., 1998. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. . RIVO-DLO Report C003/98, p. 404.

Linnane, A., Ball, B., Munday, B., van Marlen, B., Bergman, M., Fonteyne, R., 2000. a review of potential techniques to reduce the environmental impact of demersal trawls. Dublin, p. 43.

Løkkeborg 2005 (referentie uit LOT 3, niet teruggevonden)

Moore, P.G., Jennings, S., 2000. Commercial fishing: the wider ecological impacts. Blackwell Science, Cambridge. 66pp.

O'Neill, F.G., Summerbell, K., Breen, M., 2009. An underwater laser stripe seabed profiler to measure the physical impact of towed gear components on the seabed. Fisheries Research 99 (3), 234-238.

Paschen, M., Richter, U., Köpnick, W., 2000. Trawl Penetration in the Seabed (TRAPESE). . Final Report EC-Study Contract No. 96-006. University of Rostock, Rostock, Germany, p. 150.

Polet, H.; Depestele, J.; Van Craeynest, K.; Andersen, B.S.; Madsen, N.; van Marlen, B.; Buisman, E.; Piet, G.J.; Van Hal, R.; Tidd, A.N.; Catchpole, T.L. (2010). Studies and pilot projects for carrying out the Common Fisheries Policy. Topic: LOT 3, Scientific advice concerning the impact of the gears used to catch plaice and sole. Report submitted to the DG for Fisheries and Maritime Affairs, European Commission. Tenders FISH/2007/7. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO-Visserij): Oostende. 440 pp.

Rijnsdorp, A. D., Buys, A. M., Storbeck, F. and Visser, E. G., 1998. Micro-scale distribution of beam trawl effort in the southern North Sea between 1993 and 1996 in relation to the trawling frequency of the sea bed and the impact on benthic organisms. ICES Journal of Marine Science, 55: 403–419. 1998.

Sangster and Breen. 1998. G.I. Sangster and M. Breen, Gear performance and catch comparison trials between a single trawl and a twin rigged gear, Fisheries Research 36 (1998), pp. 15–26.

Tuck, I., Hall, S., Roberston, M., Armstrong, E., Basford, D., 1998. Effects of physical trawling disturbance in a previously unfished sheltered Scottish sea loch. Marine Ecology Progress Series 162, 227-242.

Vanhee, J. 2008. Inktvisrapport. Instituut voor Landbouw en Visserij-onderzoek (ILVO), Sectie Technisch Visserijonderzoek: Oostende, Belgium. 17pp.

XI. Annex

XI.1. Verklarende woordenlijst

Afkorting gearcodes	Voluit	Opmerkingen
TBMS	Traditionele boomkor met sloffen	-
TBMRS	Traditionele boomkor met rolsloffen	-
KM	Kettingmat	Indien niet gespecifieerd: wekkers
WK	Wekkers	-
Niet gekend	-	Niet gespecifieerd, hierbij gingen we altijd uit van de slechts mogelijke combinatie (voorzorgsprincipe)
GVS	Groot vlootsegment	-
KVS	Klein vlootsegment	Combinatie eurokotters en kustvissers
Kust	Kustvisser	Gedefinieerd als vaartuigen die per trip slechts 1 dag op zee zijn
Euro	Eurokotter	-

XI.2. Berekenen doorspread van OTB_garnaal: een sensitiviteitsanalyse

Wegens de ongebruikelijke afmetingen van het garnaalnet, bepaalden we aan de hand van formules uit *'Les chaluts, conception – construcution – mise en oeuvre'* (IFREMER 1988) de penetratiediepte. Op basis van de netplannen in het boek selecteerden we een vijftal netten waarvoor we de PD berekenden. Buiten de lengte van de bovenpees (13m), de bridles (oplangers, 2m) en de spreiding in tij (gem. 18,5m), hadden we geen informatie over het net. Het net Garnaal_1,19 identificeerden we nog voor de sensitiviteitsanalyse als de beste benadering voor ons net.

	Penetratiediepte (cm)				Breedte (m)				PD vistuig (cm)
	Borden	**Sweeps**	**Groundgear**	**Clump**	**Borden**	**Sweeps**	**Groundgear**	**Clump**	
Garnaal_1,19	8,4	0,1	1,8	0	1,1	2,120701	16,37929872	0	1,986469787
Garnaal_Mex_1,03	8,4	0,1	1,8	0	1,1	2,411051	16,08894945	0	1,961286432
Demersaal_1,57	8,4	0,1	1,8	0	1,1	1,649682	16,85031847	0	2,027323541
Demersaal_1,43	8,4	0,1	1,8	0	1,1	1,80268	16,69732034	0	2,014053295
Demersaal_1,19	8,4	0,1	1,8	0	1,1	2,111559	16,38844145	0	1,987262779

Een kleine sensitiviteitssanalyse waarbij verschillende nettypes uit IFREMER 1988 werden vergeleken, toont kleine verschillen in penetratiediepte. De verhouding tussen de wingspread (berekend aan de hand van SeaFish 2010) en de geprojecteerde bridle length (totale breedte blijft gelijk) blijkt een geringe invloed te hebben op de score voor penetratiediepte. Het is de hoek waarin de borden staan die deze verhouding beïnvloedt.

Conclusie: de verschillen in penetratiediepte voor verschillende types vistuig zijn klein. Dit toont aan dat de door ons gebruikte manier om bodemimpact te bepalen vrij robuust is en dat we aan de hand van enkele vistuigkarakteristieken een degelijke inschatting kunnen doen van de bodemimpact. Een gedetailleerde inschatting van wingspread en geprojecteerde bridle length is dus niet cruciaal voor een goede evaluatie van penetratiediepte.