



Vlaanderen
is landbouw & visserij

ILVO Mededeling 192

juni 2015

**SPEKVIS — OP ZOEK NAAR
DUURZAME ALTERNATIEVEN VOOR SPEKKING**

ILVO

Instituut voor landbouw-
en visserijonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Spekvis – op zoek naar duurzame alternatieven voor spekking

ILVO MEDEDELING 192

juni 2015

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2015/10.970/192

Karen Bekaert

Lisa Devriese

Sofie Vandendriessche

Els Vanderperren

INHOUD

Samenvatting	6
Summary.....	7
1 Inleiding	8
1.1 Kader van de studie.....	8
1.2 Onderzoeksvragen	8
1.3 Aanpak.....	9
2 Spekking.....	10
2.1 Wat is spekking?	10
2.2 Historisch gebruik van spekking.....	11
2.3 Overzicht van het aanbod van spekking op de Belgische markt	12
2.3.2 Vlaamse Visserij Coöperatie (VVC).....	13
2.4 Spekking in de Vlaamse visserij.....	14
3 Alternatieven voor spekking.....	19
3.1 Gebruik van plantaardige natuurvezels	19
3.2 Gebruik van biodegradeerbare plastics	20
3.2.1 Wat zijn bioplastics?.....	20
3.2.2 Wat betekent biogebaseerd?.....	20
3.2.3 Wat betekent biodegradeerbaar?	21
3.3 Soorten biodegradeerbare plastics.....	25
3.3.1 Polymelkzuur (PLA)	25
3.3.2 Polyhydroxyalkanoaten (PHA).....	27
3.3.3 Polysuccinaat esters.....	29
3.3.4 Zetmeel.....	32
3.3.5 Cellulose	33
3.3.6 Chitine en chitosan	34
3.3.7 Polycaprolactone (PCL)	35
3.3.8 Eiwitten.....	37
3.3.9 Andere biodegradeerbare plastics en verder onderzoek.....	37
3.4 Samenwerking met Nederland.....	39
3.4.1 Nieuwe materialen	39
3.4.2 Nieuw netontwerp	39
4 Economische aspecten.....	40
5 Conclusie en aanbevelingen.....	42
6 Referenties.....	44
Bijlage 1: vragenlijst spekvij	49

Dit project werd gesteund door het Europees Visserijfonds, de Vlaamse overheid en de Provincie West-Vlaanderen. Met dank aan de visserijsector voor de medewerking en aan Kevin Vanhalst voor de lay-out.

Samenvatting

Marien afval is afkomstig van verschillende bronnen en veroorzaakt allerlei problemen op gebied van milieu, economie, veiligheid op zee en gezondheid. De zeer trage afbraak van het meeste zwerfvuil, voornamelijk van kunststoffen, samen met de steeds groeiende hoeveelheid van het aangevoerde afval, leidt tot een geleidelijke toename van zwerfvuil op zee en aan de kust. Ook in de visserijsector groeit het ecologisch bewustzijn en daarom wordt eveneens in deze sector actief gewerkt aan oplossingen voor het afvalprobleem.

Het doel van het project “spekvis” was via een gevalstudie na te gaan wat de alternatieve materialen zijn voor het polyethyleen dat wordt gebruikt bij de productie van “spekking”. Dit is het losse touwwerk op de kuil van het boomkornet dat het net beschermt tegen slijtage door het slepen op de zeebodem. De centrale vraagstellingen binnen het voorgestelde project waren de precieze omvang van het verbruik en verlies van spekking, welke alternatieve materialen voor spekking kunnen gebruikt worden binnen de visserij en of het haalbaar is om deze alternatieven te introduceren in de sector.

Naar schatting wordt jaarlijks tussen de 90 en 130 ton spekking aangekocht door Belgische vissers. Uit interviews met vissers en leveranciers van spekking blijkt dat ongeveer de helft in zee terecht komt ofwel door slijtage of sluikstorten. De afvalproblematiek veroorzaakt door het gebruik van synthetische spekking kan aangepakt worden via verschillende pistes of via een combinatie van maatregelen:

- gebruik van nog steviger materiaal zodat er minder slijtage is;
- verminderen van sluikstorten door sensibilisering en/of het plaatsen van afvalcontainers aan de kade zoals in sommige buitenlandse havens;
- aanpassen van het netdesign zodat er minder spekking gebruikt dient te worden;
- overschakelen op een biodegradeerbaar alternatief waardoor de accumulatie in het mariene milieu vermindert.

De laatst vermelde piste werd tijdens het project verder uitgediept. Een breed scala aan bio-afbreekbare polymeren blijkt reeds op de markt te zijn, maar een kant-en-klaar alternatief voor spekking is er (nog) niet. Wel zijn er materialen waarvoor al verschillende toepassingen in het mariene milieu gekend zijn. Blends en composietmaterialen, in de vorm van vezels of platen bieden mogelijkheden voor het ontwerpen van beschermingsmaterialen van het net. De prijs van verschillende bioplastics is niet meer onoverkomelijk. Om voor de specifieke toepassing van spekking tot een waardig alternatief te komen, is het duidelijk dat ontwikkeling op maat zal nodig zijn om tot de gewenste eigenschappen te komen. De uitdaging zal erin bestaan om het juiste evenwicht te vinden tussen mechanische eigenschappen (slijtvastheid en lange levensduur) en de biodegradeerbaarheid in het mariene milieu.

In samenwerking met het Nederlandse project Pluis werden reeds verschillende materialen uitgetest, maar het ultieme materiaal is niet off-the-shelf beschikbaar. De Nederlandse situatie is echter verschillend van de Vlaamse situatie in die zin dat er door Belgische vissers veel meer spekking gebruikt wordt omdat er op ruwere visgronden gevist wordt. Een oplossing voor Nederland is dus niet noodzakelijk een oplossing voor de Vlaamse visserij. Veldtesten zullen daarbij van groot belang zijn. Bovendien zal een alternatief pas ingang vinden in de visserij en het gewenste effect bereiken als het gepaard gaat met een mentaliteitswijziging en met een aangepaste voorlichtingscampagne. Deze studie laat toe te besluiten dat een oplossing op maat voor spekking mogelijk is, mits een nauwe samenwerking tussen de visserijsector en de kunststoffensector en voldoende investering in onderzoek naar het geschikte materiaal.

Summary

Marine debris from different sources causes myriad problems in terms of the environment, economics, maritime safety and health. The very slow degradation of most litter, mainly plastics, along with the ever-growing amount of waste leads to a gradual increase of litter at sea and along the shore. Ecological awareness is growing in the fisheries industry, with an active search for solutions to the problem of waste.

The goal of the “Spekvis” project was to find out which alternative materials would be available and suitable to replace polyethylene dolly rope. Dolly ropes are the loose ropes fixed onto the bottom of beam trawl fishing nets to protect against abrasion when dragging the nets over the seabed. The central questions within the proposed project were: how much dolly rope is used and lost in Belgian fisheries; what alternative materials for dolly rope can be used; and the feasibility of introducing these alternatives in the sector.

An estimated 90 to 130 tons of dolly rope are used each year by Belgian fishermen and, according to information gathered during interviews with fishermen and salesmen, about half of it ends up in the sea either by abrasion or dumping. The problem can be addressed in several ways. A combination of solutions seems ideal:

- the use of even more robust material to reduce wear and tear;
- reduce illegal dumping by raising awareness and/or placing containers on the quay as is done in some foreign ports;
- adjusting the net design to reduce the use of dolly rope;
- switch to biodegradable alternatives to reduce the long-term accumulation of plastics in the marine environment.

In the present study, the last solution was explored in depth. A wide range of bio-degradable polymers is already on the market, but a ready-to-use alternative for dolly rope is not (yet) available. However, several materials have known applications in the marine environment. Blends and composite materials, in the form of fibres or plates, offer possibilities to design net-protective materials. The price of various bio-plastics is no longer insurmountable. A valid alternative for the specific application of dolly rope will clearly require a tailor-made solution in order to obtain the desired properties. The challenge will be to find the right balance between mechanical properties (wear resistance and long life) and biodegradability in the marine environment.

In cooperation with the Dutch project called “Pluis”, different materials have already been tested, but the ultimate material is not yet available on the market. Moreover, the Dutch situation is different from the Flemish situation because the seabed of the Belgian fishing grounds is much rougher. This will probably call for different solutions for the two areas and must be based on extensive field testing. Additionally, an alternative will only be effective if its introduction is accompanied by a change in attitude and a consciousness-raising campaign. With this study, we can conclude that a customized solution for dolly rope is possible, but only if there is a close collaboration between the fishing industry and the plastics industry as well as well-supported research to find the perfect material.

1 Inleiding

1.1 Kader van de studie

Marien afval of “marine litter” wordt gedefinieerd als al het persistente, verwerkte of gefabriceerde materiaal dat weggegooid, achtergelaten of afgedankt werd in het mariene milieu of in kustgebieden (Galgani et al, 2010). Dit afval is afkomstig van verschillende bronnen en veroorzaakt allerlei problemen op gebied van milieu, economie, veiligheid op zee en gezondheid. De zeer trage afbraak van het meeste zwerfvuil, voornamelijk van kunststoffen, samen met de steeds groeiende hoeveelheid van het aangevoerde afval, leidt tot een geleidelijke toename van zwerfvuil op zee en aan de kust. In de Noordzee komt naar schatting jaarlijks 20.000 ton afval terecht afkomstig van de scheepsvaart, visserij, rivieren en toerisme. Data van opruimingsacties en proefprojecten in verband met marien afval geven aan dat materiaal uit de visserijsector een belangrijke component vormt van het zwerfvuil. Tenminste 62,5 % van het opgevisste afval in het Belgische Fishing for Litter proefproject was zeker afkomstig van de visserij (vaskisten, netten, plasticen touw, metalen kettingen, laarzen). Ander materiaal kan een algemenere herkomst hebben (verfblikken, olievaten) maar kan ook afkomstig zijn van visserij schepen. Bij de Lenteprikkel 2007 was minstens 24 % van de totale hoeveelheid afval afkomstig van de visserij (Bonne & Tavernier, 2007). Bijgevolg is het aangewezen om in deze sector op zoek te gaan naar manieren om input van afval te verminderen. De problematiek van afval op zee heeft reeds aanleiding gegeven tot het ontwerp van internationale richtlijnen, o.a. binnen OSPAR, MARPOL en de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie. MARPOL annex 5 (Regulations for the control of pollution by garbage from ships) besteedt aandacht aan de problematiek van DRG (Derelict Fishing Gear) en verlaten FAD's (Fish Aggregation Devices). Het is echter vooral de descriptor “Marine Litter” binnen de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (2008/56/EC) die recent aanleiding heeft gegeven tot een waaier aan internationale projecten om de omvang van het probleem in kaart te brengen. Om het probleem aan te pakken wordt de strategie van de 4 R'en naar voor geschoven: Refuse, Reduce, Reuse en Recycle (Maes, 2012). Aangezien het verwijderen van afval in de Noordzee een moeilijke taak is gebleken (Heyvaert, 2012), dient meer aandacht besteed worden aan de reductie van de input van afval via preventiemaatregelen.

1.2 Onderzoeksvragen

Het verminderen van de input van visserij-gerelateerd afval is mogelijk via de introductie en evaluatie van alternatieve materialen. De ontwikkeling en het gebruik van biodegradeerbare materialen, zowel synthetisch als natuurlijk, is hierbij een belangrijk aspect (Derraik, 2002). Binnen het project “spekvis” werd een gevalstudie gekozen, meer bepaald de “spekking” of “spekmat”. Dit is het losse touwwerk op de kuil van het boomkornet dat het net beschermt tegen slijtage door het slepen op de zeebodem.



Figuur 1 : cluster mosselen verstrikt in oranje spekking

Tijdens het slepen wordt deze spekking uitgerafeld en gefragmenteerd, waardoor uiteindelijk een groot deel van de spekking, die uit het synthetisch materiaal polyethyleen bestaat, verloren wordt op zee. Naar schatting slijt er 15 à 25% van deze spekking af op zee (Strietman, 2013). Het gevolg hiervan is dat vogels en zeedieren erin verstrikt raken en dat losgeraakte spekking de stranden vervuilen. Figuur 1 toont bijvoorbeeld spekking in een cluster mosselen. Op de zeebodem blijven de fragmenten aanwezig als polyethyleen draden die uiteindelijk uit elkaar vallen en een bron vormen van microscopische plasticvervuiling. Plastic deeltjes kunnen zo eveneens in de voedselketen belanden.

De centrale vraagstellingen binnen het voorgestelde project waren:

- wat is de precieze omvang van het verbruik en verlies van spekking;
- welke alternatieve materialen voor spekking kunnen gebruikt worden binnen de visserij;
- is het economisch haalbaar om deze alternatieven te introduceren in de sector?

1.3 Aanpak

In een eerste luik van het project werd een vragenlijst opgesteld om meer te weten te komen over het gebruik van spekking: wat is de precieze omvang van het gebruik van spekking, wat gebeurt er met restjes spekking, welk type spekking er gebruikt wordt, waar wordt spekking het vaakst vervangen, enz. De vragenlijst werd via e-mail verstuurd naar de reders of werd via een persoonlijk interview afgenomen. In een tweede luik werd een literatuurstudie uitgevoerd naar eventuele mogelijke alternatieve materialen voor spekking. Daarvoor werd eveneens samengewerkt met materiaalexperts en de leveranciers van spekking. Verder werden in samenwerking met het Nederlands project “Pluis” brainstormsessies georganiseerd met als doel enkele van de alternatieven uit te testen en nieuwe netontwerpen te bedenken.

2 Spekking

2.1 Wat is spekking?

Spekking is de benaming van de touwen die bevestigd worden onder de kuil en het visnet. Ze moeten zorgen voor bescherming om slijtage van de kuil en de netten tegen te gaan (figuur 2 en 3). Spekking wordt aangekocht op rollen die bestaan uit verschillende om elkaar heen gedraaide touwen. Die touwen zijn op hun beurt weer opgebouwd uit verschillende draadjes van ongeveer 1 mm dikte. De dikte van het gehele touw varieert tussen 13.5 en 20 mm. De spekking wordt door de visser op afstanden van ongeveer 2 m afgesneden, hoewel ook voorgesneden spekking ter beschikking is. Daarna worden ze met een knoop vastgemaakt aan het net of de kuil. In Nederland bestaat de gewoonte om spanbandjes te gebruiken om spekking vast te maken.



Figuur 2: spekking vastgemaakt aan het net



Figuur 3: gebruik van spekking op zee

Tegenwoordig bestaat spekking uit polyethyleen (PE), een veel gebruikt plastic voor verschillende toepassingen. De algemene kenmerken zijn dat PE drijft, dat het geen vocht opneemt, dat het goed bestand is tegen zuren en basen en dat het nat en droog dezelfde breeksterkte heeft. Polyethyleen wordt voornamelijk geproduceerd uit aardolie en aardgas, hoewel het ook vervaardigd kan worden uit hernieuwbare bronnen. Er bestaan verschillende soorten polyethyleen, gebaseerd op hun dichtheid en de vertakkingen van de polymeren. De belangrijkste soorten polyethyleen zijn:

- hogedichtheidpolyethyleen (HDPE of PE-HD) wordt gemaakt bij lage druk. De dichtheid is ca. 0.95 tot 0.97 g/cm³. Dit is een heel harde plastic, maar ook stijver (minder elastisch), waardoor hij gemakkelijk kan breken dan LDPE;
- lagedichtheidpolyethyleen (LDPE of PE-LD) wordt bij hoge druk gemaakt. De dichtheid voor LDPE is varieert tussen 0.91 tot 0.94 g/cm³. Deze lage dichtheid vertaalt zich in een PE die flexibel en enorm elastisch is.

Volgens de gegevens van de Vlaamse Visserij Coöperatie wordt daar LDPE-spekking verkocht.

2.2 Historisch gebruik van spekking

De boomkorvisserij kwam in België en Nederland in opmars na de Tweede Wereldoorlog. Vanaf de jaren '60 werd het dé manier van en de scheepsgrootte nam snel toe tussen de jaren '60 en '80. In Groot-Brittannië komt ook boomkorvisserij voor, maar op kleinere schaal, en ook Franse, Duitse en Deense kustvissers gebruiken de techniek.

Oorspronkelijk werd bij het gebruik van de boomkor geen polyethyleen gebruikt als spekking, maar randsleer, fietsbanden of oude sleeprossen die doorgesneden werden (figuur 4). Vanaf de jaren '60 werd meer en meer polyethyleen gebruikt als beschermingsmateriaal voor de netten. De grote voordelen ten opzichte van de oudere materialen waren het gebruiksgemak, de lichtheid van het materiaal en de lage prijs. Tegenwoordig wordt bijna exclusief polyethyleen spekking gebruikt. Een andere manier die tegenwoordig ook gebruikt wordt ter bescherming van de netten, zijn sleeplappen (korte stukken oud net die onder de kuil bevestigd worden). Deze sleeplappen kunnen met of zonder de typische spekking bevestigd worden. In Nederland worden door sommige vissers ook flexibele lappen, ook uit kunststof (figuur 5) gebruikt in plaats van spekking. Dit levert volgens de gebruikers een brandstofbesparing op van ongeveer 8 %.



Figuur 4: gebruik van fietsband ter bescherming net (1976)



Figuur 5: gebruik van flexibele flappen

2.3 Overzicht van het aanbod van spekking op de Belgische markt

Spekking wordt door 2 leveranciers aangeboden op de Belgische markt, namelijk de Vlaamse Visserij Coöperatie (VVC) en Pakhus 5.

2.3.1 Pakhus 5

In Pakhus 5 worden zowel blauwe als zwarte spekking verkocht (Bluestar en Blackstar) (tabel 1). De blauwe spekking en de zwarte spekking worden op verschillende plaatsen vervaardigd en Pakhus 5 heeft het alleen verkooprecht voor het Noordzeegebied. Gezien de betrouwbaarheid van de informatie, werden geen leveranciers en specificaties meegedeeld.

Beschrijving spekking	Gewicht (kg/jaar)	€/kg
Blauwe spekking PE	7000	3.50
Zwarte spekking PE	30000	3.50

Tabel 1: soorten spekking, jaarlijkse verkoopsvolumes en verkoopprijzen van Pakhus 5 (prijzen 2014)

Volgens informatie van Pakhus 5 heeft de zwarte spekking een betere kwaliteit en is die slijtvaster dan de klassieke blauwe spekking. De zaakvoerder heeft vroeger zelf nog in de plasticindustrie gewerkt en heeft in samenwerking met de producent van spekking een product ontwikkeld op basis van polyethyleen en additieven dat veel slijtvaster is dan de klassieke blauwe spekking. De zwarte spekking gaat nu 20 à 30% langer mee. Volgens de cijfers van Pakhus 5 gebruikte een groot boomkorvaartuig vroeger ongeveer 5000 kg spekking per jaar. Door aanpassingen aan het vistuig is dat nu teruggevallen op 3500 kg voor blauwe spekking en op 2700 kg per jaar voor de zwarte spekking. Volgens de zaakvoerder is het mogelijk om de spekking nog slijtvaster te maken, afhankelijk van de additieven die toegevoegd worden, waardoor het verbruik zou kunnen dalen naar 1800 à 2000 kg per vaartuig, wat meer dan een halvering is ten opzichte van het verbruik nu. Hij is echter terughoudend om dit te ontwikkelen. Volgens hem zal een duurder product niet aangekocht worden door de reders. De blauwe en zwarte spekking worden beide inderdaad aan 3.5 €/kg verkocht. De verkoop van nog slijtvastere spekking aan dezelfde prijs zou de omzet te veel doen dalen. Producenten hebben baat bij een snelle slijtage en een korte levensduur van het product zodat consumptie gestimuleerd wordt. De zwarte spekking wordt eveneens aangekocht door Franse en Engelse reders.

2.3.2 Vlaamse Visserij Coöperatie (VVC)

Bij de VVC worden meerdere soorten spekking verkocht (tabel 2), die van elkaar verschillen in touwdikte en kleur (figuur 6 en 7). Er kan ook spekking aangekocht worden die al op maat is gesneden.

Beschrijving spekking	€/kg
18 mm, oranje met zwarte draad, 150 m	4.20
20 mm, oranje	3.38
20 mm, zwart	3.39
13.5 mm, blauw	2.90
18 mm, blauw, gesneden op 2,2 m	4.50
18 mm, zwart, gesneden op 1,8 m	5.00
20 mm, oranje, gesneden op 1,8 m	3.75

Tabel 2: soorten spekking en verkoopprijzen van VVC (prijzen 2014)

De prijs van de spekking is afhankelijk van de producent (Cordex of Euronete). Deze producenten zijn voorlopig niet bezig met het ontwikkelen van alternatieven.

Volgende specificaties gelden voor de verkochte spekking bij de VVC:

- dikte: 400 denier;
- treksterkte 6-6,5gr/Tdenier;
- rek bij breuk 20%;
- soortelijk gewicht 0,94 g/cm³ (low density - polyethyleen).

Volgens de aankoper van de VVC werken de Vlaamse vissers vooral met oranje spekking voor de betere zichtbaarheid 's nachts. Ook zwarte spekking wordt vaak gebruikt omdat deze goedkoop is. Het gaat hier wel om een ander type zwarte spekking dan deze verkocht door Pakhus 5. De diameter van de spekking speelt ook een rol, maar dat is afhankelijk van de voorkeur van de schipper.



Figuur 6: oranje spekking



Figuur 7: blauwe spekking

2.4 Spekking in de Vlaamse visserij

Op basis van een vragenlijst (zie bijlage 1) en interviews met verschillende mensen in de sector werd een inschatting gemaakt van het verbruik van spekking in de Vlaamse visserij, alsook de visie op het gebruik van spekking binnen de Vlaamse visserijsector. De vragenlijst werd naar 75 e-mailadressen verstuurd. Er werden eveneens persoonlijke interviews afgenomen. In totaal werden 15 vragenlijsten ingevuld, waarvan zes binnen het segment van de kustvisserij en negen binnen het groot visserijsegment. Zeven antwoorden werden via het persoonlijk interview bekomen en acht via e-mail. Zowel binnen het grote visserijsegment als het kustvisserijsegment werd 1 vragenlijst ingevuld door een bordenvisser.

Het verbruik van spekking varieerde voor het grote visserijsegment grotendeels tussen de 1300 en de 5000 kg per jaar (tabel 3). Een uitzondering hierop vormt de bordenvisserij, waarbij het verbruik van spekking minimaal was (12 kg/jaar) en een schip dat 661 kg/jaar verbruikte bij gebruik van een vleugelprofiel in 2011. Het verbruik van spekking varieert in functie van de bodems waarop gevist wordt. Bij zachte bodems wordt meestal een vleugelprofiel gebruikt. Schepen die exclusief vleugels gebruiken, verbruiken minder spekking dan schepen die de boomkor gebruiken of een combinatie van vleugel en boomkor. Andere factoren die het verbruik van spekking beïnvloeden zijn het weer en uiteraard het aantal zeezeizen dat werd uitgevoerd.

Gebruik spekking (kg/jaar)	Groot segment								
	rolslaffen	rolslaffen	rolslaffen	klassiek vleugel	klassiek rolslaffen vleugel	rolslaffen vleugel	vleugel	vleugel	borden
2010							1333		
2011	3374		2000		3050		661		
2012	3421		3750	3700	3030		1607		
2013	2100	5000	2700	3600	3350	4000	1600	2700	12

Tabel 3: verbruik van spekking binnen het groot visserijsegment

Op basis van de antwoorden van verschillende respondenten werd het gemiddelde verbruik van spekking berekend voor vaartuigen die met de boomkor vissen, voor schepen die combinaties gebruiken en voor schepen die enkel vleugelprofielen gebruiken. Op basis van het aantal schepen in de vaart, werd berekend hoeveel spekking er bij benadering gebruikt wordt. Het totaal kan zo geschat worden op 97000 kg voor het groot visserijsegment.

Gebruik spekking (kg/jaar)	Klein segment					
	klassiek	klassiek rolslaffen	rolslaffen vleugel	speciaal netdesign	Aqua Planning Gear	borden
2013	411	2000	1500	180	1000	10

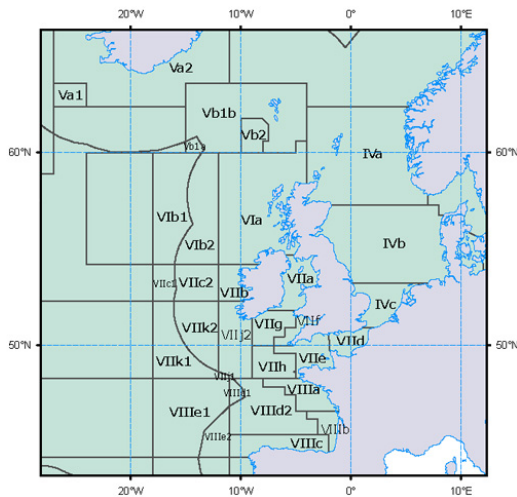
Tabel 4: verbruik van spekking binnen het klein visserijsegment

Op basis van de gegevens van het klein visserijsegment (tabel 4) en het aantal schepen, wordt het verbruik van spekking geschat op 36000 kg op jaarbasis. Het gebruik van spekking is vrij variabel binnen het klein segment. Zo is er bijvoorbeeld ook een reder die aangeeft dat hij een speciaal net ontwikkelde en patenteerde dat heel weinig slijtage kent en daardoor ook heel weinig spekking verbruikt (ongeveer 180 kg/jaar). Ook in de bordenvisserij wordt heel weinig spekking gebruikt (ongeveer 10 kg/jaar).

Het totale verbruik binnen de Vlaamse visserijsector kan op basis van deze gegevens geschat worden op 133 000 kg/jaar. Op basis van de ontvangen cijfers door leveranciers van spekking wordt gemiddeld 90000 kg/jaar verkocht in België. Sommige Vlaamse vissersschepen kopen echter ook aan in Nederland, anderzijds kopen sommige Engels en Franse schepen spekking aan in België. Het Vlaamse verbruik

schommelt dus naar alle waarschijnlijkheid tussen 90000 en 133000kg. In Nederland werd een gelijkaardige oefening gemaakt waar het verbruik rond 40000 kg/jaar wordt ingeschat. Daar wordt gevestigd op ander visgronden waardoor er veel minder spekking gebruikt wordt.

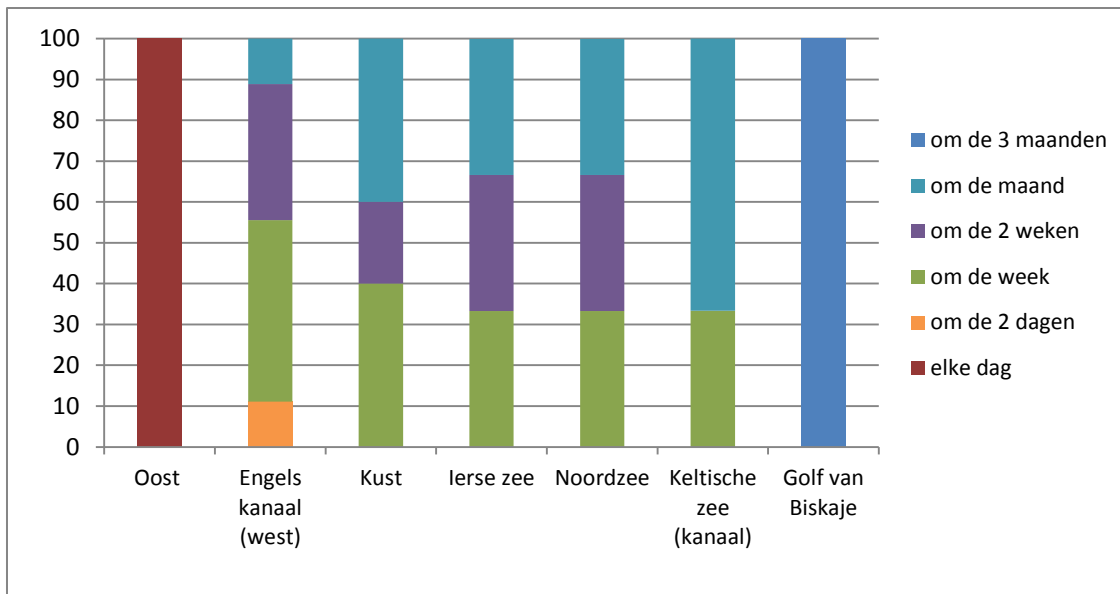
De keuze voor een type spekking varieert van schip tot schip. Volgens de resultaten van de vragenlijst zijn de kleur, de dikte van de draden, het type visserij dat uitgevoerd wordt, de prijs en de kwaliteit de belangrijkste factoren bij die keuze. Volgens sommigen is de oranje kleur voordelig omdat je dat beter ziet 's nachts. Volgens anderen speelt kleur dan weer geen rol, maar de dikte van de draden wel. Dikke draden trekken makkelijker open. Veel reders gebruiken ook verschillende types voor het net en de kuil. De reden daarvoor is dat ze bijvoorbeeld een goedkope type gebruiken voor de kuil. Het goedkope (en minder slijtvaste) type gebruiken voor zowel het net als de kuil, zou namelijk te veel werk vragen om alles te vervangen. Sommige vissers geven aan ze dagelijks 1.5 à 2 uur bezig zijn om alle spekking na te kijken en eventueel te vervangen. Zij zouden eerder opteren voor betere kwaliteit dan prijs zodat er minder werk is aan boord. Door verschillende respondenten wordt aangegeven dat de zwarte spekking van Pakhus 5 slijtvast en inderdaad van zeer goede kwaliteit is. Hoewel het hier dus telkens om polyethyleen gaat, is het belangrijk vast te stellen dat de slijtvastheid toch heel verschillend kan zijn.



Kust	IV c
Noordzee	IV b
Oost	IV b
Ierse zee	VII a
Keltische zee/ Bristol	VII f, g, h
Engels Kanaal (West)	VII e, d
Golf van Biskaje	VIII a, b

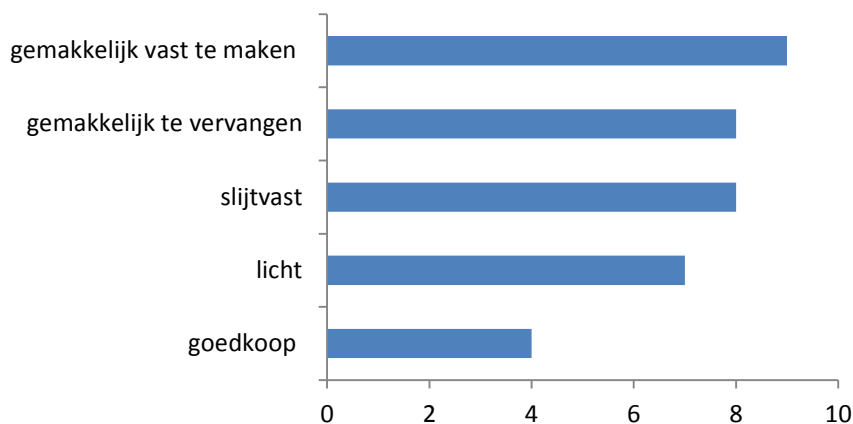
Figuur 8: ICES statistische visserijgebieden

Afhankelijk van het visserijgebied (figuur 8) wordt spekking snel of minder snel vervangen (figuur 9). Spekking wordt snelst vervangen aan de "Oost" (de kust van Denemarken), waar spekking elke dag vervangen wordt. In het Engels Kanaal of de West geven de meeste respondenten aan dat spekking om de week wordt vervangen. In de Ierse zee, de Noordzee en de Belgische Kust wordt spekking om de week, om de 2 weken of om de maand vervangen. In de Keltische zee wordt spekking meestal maar om de maand vervangen en in de Golf van Biskaje wordt zo goed als nooit iets vervangen. Door respondenten wordt spontaan aangegeven dat de Belgische situatie volledig anders is dan de Nederlandse situatie, omdat Belgen in veel "vuilere" grond vissen (meer stenen, ruwere bodem), waardoor spekking sneller afslijt en er dus veel meer spekking nodig is. Ze benadrukken daarbij dat een goede oplossing voor de Nederlandse visserijsector niet noodzakelijk een goede oplossing is voor de Belgische visserijsector.



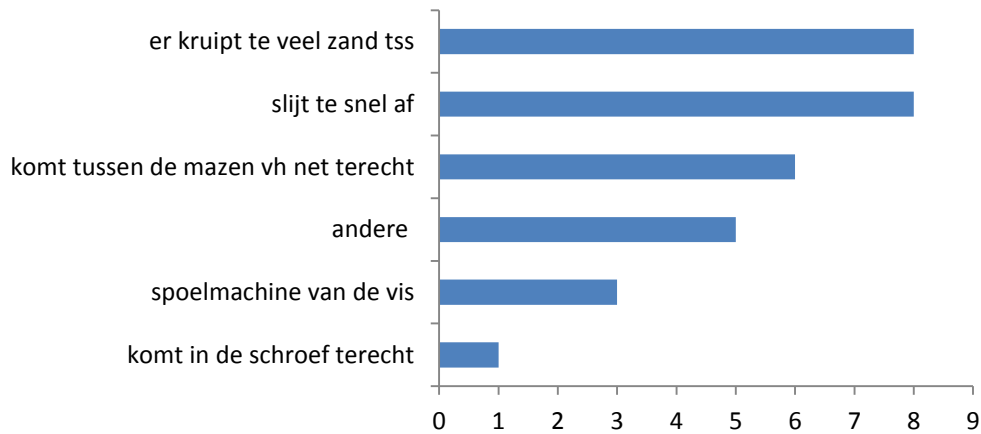
Figuur 9: frequentie waarbij spekking vervangen wordt per visserijgebied

Bij de vraag wat de drie belangrijkste eigenschappen zijn van spekking (zie figuur 10), lijkt het gebruiksgemak zeer belangrijk voor reders en vissers. Dit houdt in dat spekking gemakkelijk kan worden vervangen en dat het gemakkelijk is vast te maken aan het net. Verder lijkt het logisch dat slijtvastheid belangrijk is, gezien dit de reden is van het gebruik van spekking. Het feit dat spekking licht is, is ook een belangrijke troef. Hoe lichter het net, hoe minder brandstofverbruik er is.



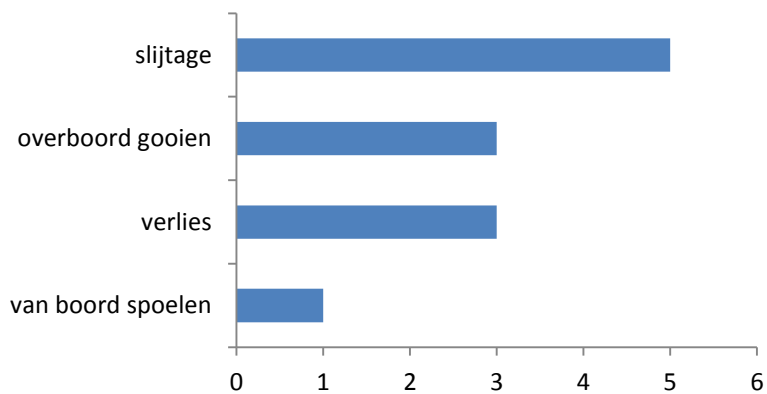
Figuur 10: belangrijkste eigenschappen van spekking volgens respondenten

De belangrijkste nadelen van het gebruik van spekking zijn volgens de respondenten dat er te veel zand tussen kruipt (figuur 11). Opvallend is ook dat veel respondenten vinden dat het te snel afslijt. Ook komt de spekking dikwijls tussen de mazen van het net terecht, waardoor het net aan selectiviteit verliest. Op de open vraag: "Zijn er nog andere nadelen van het gebruik van spekking" komt naar voor dat het ook tussen de lagers van de transportband terechtkomt, waarna het moeilijk is om die te verwijderen. Ook wordt aangegeven dat spekking zelfs teruggevonden wordt tussen de opgestapelde vis.



Figuur 11: belangrijkste nadelen van spekking volgens respondenten

Als belangrijkste bron van spekking in zee (figuur 11), wordt vooral slijtage genoemd. Spekking wordt inderdaad vaak vervangen door slijtage, zoals hierboven reeds vermeld. Overboord gooien en verlies worden eveneens gezien als belangrijke bronnen van spekking in zee.



Figuur 11: belangrijkste bron van spekking in zee volgens respondenten

Volgens de meeste respondenten worden restjes spekking aan land gebracht via de zakken van de Stichting Duurzaam Visserij Ontwikkeling (SDVO) (figuur 12). Verschillende vissers/reders geven ook aan dat ze het afval inleveren op het containerpark. Anderen geven aan dat ze het in containers steken die op de kade staan. Blijkbaar is dit mogelijk in het buitenland zoals in Frankrijk en Denemarken. Sommigen gooien de restjes gewoon op de kade of houden ze bij en geven die dan terug aan VVC. Slechts 1 persoon geeft aan dat de restjes soms overboord gegooid worden (soms bewaren, soms niet). Dit is tegenstrijdig met de resultaten van de vorige vraag over de bronnen van spekking op zee, waarbij overboord gooien duidelijk naar voor komt als bron, maar slechts een enkeling geeft aan dat hij het zelf doet. Het antwoord op de vraag over hoeveel resten spekking een schip produceert, was heel variabel, met waarden tussen 200 en 2500 kg per jaar en per schip (ongeveer de helft van wat gebruikt wordt).



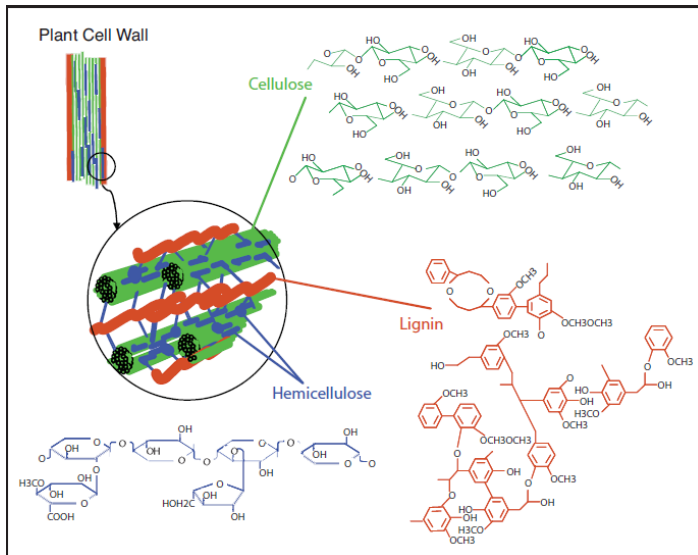
Figuur 12: bestemming van restjes spekking volgens respondenten

83 % van de respondenten geeft aan nooit andere materialen te gebruiken dan spekking. Indien er wel andere materialen gebruikt worden, dan zijn dit oude netstukken als sleeplap ter vervanging van spekking. 92 % zou wel bereid zijn om over te schakelen naar andere materialen mochten die beschikbaar zijn. De belangrijkste argumenten daarvoor zijn een betere slijtvastheid en een goedkoper en duurzamer product.

3 Alternatieven voor spekking

3.1 Gebruik van plantaardige natuurvezels

Natuurlijke vezels, voornamelijk bestaande uit lignocellulose afkomstig van planten, zijn belangrijke voorbeelden van hernieuwbare en biodegradeerbare materialen (Monteiro et al, 2011). Lignocellulose bestaat uit cellulose, hemicellulose en lignine, een aromatisch macromolecule (figuur 13) .



Figuur 13: chemische structuur van lignocellulose

Er bestaan heel wat verschillende types natuurvezels die al jaren toegepast worden als manden, touwen, borstels, stoffen voor kledij, vloeren en daken. Natuurvezels kan men onderverdelen in harde vezels en zachte vezels.

Voorbeelden van harde vezels zijn manilla, sisal en kokos. Manilla wordt verkregen uit de bladstengels van de stam van de Abaca plant welke behoort tot de bananenfamilie. Manilla heeft een tamelijk grove vezel. Sisal is afkomstig van de “*Agave Sisalana*”, zoals natuurlijk gekweekte cactussen, vetplanten e.a. exotische planten waarin de vezels als bladnerven voorkomen. Kokos wordt verkregen uit de bolster van de kokosnoot zit zoals wij die kennen. Harde vezels zijn over het algemeen stug en kennen een grote vochtopname (7-12%). Ze zijn slecht bestand tegen lage temperaturen, grote hitte, schimmels, chemicaliën en zonlicht. Vroeger werden de harde vezels vaak geteerd, getaand of behandeld met kopernaphtenaat om de levensduur te verlengen.

Zachte vezels zijn onder andere jute, hennep, vlas, ramie en katoen. Jute is afkomstig van de bastvezels van de juteplant. Hennep (figuur 14) wordt verkregen uit de bastvezels van de “*Canabis sativa*”, een plant uit de hennepfamilie. Ramie is een van nature in oostelijk Azië voorkomende plant uit de brandnetelfamilie. Zachte vezels zijn dan weer soepel, maar ook slijtgevoelig. Katoen, hennep en vlas werden vroeger reeds gebruikt in de visserij, bijvoorbeeld in India, maar de slechte resistentie tegen UV-licht heeft ervoor gezorgd dat deze materialen ondertussen vervangen werden door synthetische materialen zoals polyethyleen en polyamide (Thomas & Hidayanatan, 2006).



Figuur 14: toepassing van hennep (bruin) natuurvezel als visnet

De harde vezels manilla en sisal en de zachte vezel hennep werden reeds getest in het Nederlandse Project “Pluis”. Deze vezels bleken echter onvoldoende slijtvast om als alternatief voor spekking gebruikt te worden. Deze natuurlijke vezels lijken dus in eerste instantie niet geschikt als alternatief voor spekking (Strietman et al, 2014). Er zijn echter nog tal van andere vezels die nog niet uitgetest en wel nog een mogelijkheid bieden als alternatief voor spekking, zoals bamboe, buriti, piassava, kokos, en ramie. Winger *et al* (2015) testten verschillende natuurvezels voor gebruik als biodegradeerbaar materiaal voor het maken sneeuwkrabvallen. Hennep, sisal en 3 soorten katoenvezel werden uitgetest en uiteindelijk bleek één van de katoenvezels best geschikt voor deze toepassing. Ondertussen is het gebruik van dit specifieke touw in de krabbevallen een voorwaarde voor het verkrijgen van een licentie. Voor deze toepassing dienen de vezels echter minder slijtvast te zijn dan voor gebruik als spekking. Een speciale coating van de vezels en behandeling kan de vezels eventueel nog versterken, maar ook het gebruik van natuurvezels in composietmaterialen is mogelijk. Daarbij worden de natuurvezels aangewend als verstevigend materiaal voor bioplastics. Tests met hennep, bamboe (Ochi, 2012) en vlas (Vilt, 2014) bleken succesvol. De resultaten van het project Pluis en de vele toepassingen in composietmaterialen suggereren dat ook in het geval van spekking een composietmateriaal de beste oplossing kan zijn. Het voordeel van het gebruik van relatief goedkope natuurvezels in composietmaterialen is dat ze verstevigend werken, maar ook dat de kostprijs van de composieten lager ligt dan van de zuivere kunststoffen

3.2 Gebruik van biodegradeerbare plastics

3.2.1 Wat zijn bioplastics?

De term “bioplastics” is een term die voor nogal wat verwarring zorgt. “Bio” slaat namelijk op verschillende betekenissen:

- het kan verwijzen naar het gebruik van materialen van biologische oorsprong als basis voor de kunststoffen (start of life). Eigenlijk is de term “biogebaseerde” plastics beter geschikt voor zulke materialen en deze term zal verder in dit document gebruikt worden;
- het kan ook slaan op de biodegradeerbaarheid van de materialen (end of life);
- of om een combinatie van die twee (European bioplastics, 2015)

3.2.2 Wat betekent biogebaseerd?

Biogebaseerde materialen zijn materialen waarvan de grondstoffen direct of indirect van natuurlijke hernieuwbare oorsprong zijn zoals suiker, zetmeel, cellulose, plantaardige olie, ... Deze kunnen afkomstig zijn uit maïs, aardappelen, graan, suikerriet, hout, soja, maar ook uit algen of afvalstromen (vb. aardappelschillen).

Biogebaseerde materialen kunnen ingedeeld worden in 3 categorieën (Weber, 2000):

1. natuurlijke polymeren die direct afkomstig zijn uit hernieuwbare bronnen, zoals de polysachariden cellulose, zetmeel, chitine en plantaardige eiwitten zoals bijvoorbeeld sojaproteïnen;

2. materialen die gemaakt worden uit biologische monomeren afkomstig van hernieuwbare bronnen door chemische synthese. Een voorbeeld is polymelkzuur (PLA) die geproduceerd wordt door fermentatie van suiker;
3. polymeren die worden geproduceerd door micro-organismen. Een voorbeeld is PHA (polyhydroxyalkanoaten) die geproduceerd wordt door bacteriën via fermentatie van suikers of vetten.

De standaard "CEN/TS 16137:2011 Plastics – Determination of biobased carbon content" van het CEN (European Committee for Standardization), specificeert de berekeningsmethode voor de bepaling van het gehalte aan biogebaseerde koolstof in monomeren, polymeren en plastic materialen en producten, gebaseerd op de meting van het ¹⁴C-gehalte. In deze standaard worden gestandaardiseerde methodes aangereikt en daarom is het de belangrijkste richtlijn voor het onderbouwen van marketing claims ivm biogebaseerde materialen.

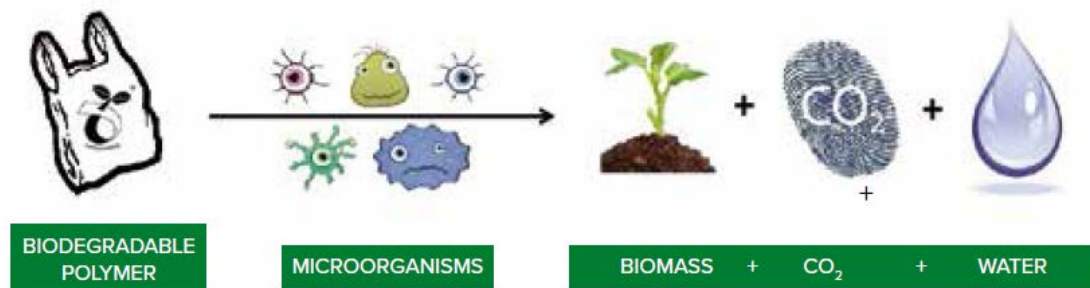
In België bestaat een logo voor hernieuwbaarheid dat uitgewerkt werd door het certificatiebureau Vincotte (figuur 15). Dit label geeft aan hoeveel procent van het product gemaakt is uit hernieuwbare grondstoffen. Het aantal sterren op het logo verwijst naar het gehalte hernieuwbare koolstof ("BCC": *Biobased Carbon Content*). Het aantal sterren varieert van 1 t.e.m. 4 welke respectievelijk 20-40%, 40-60%, 60-80% en >80% BCC vertegenwoordigen (Vincotte, n.d.).



Figuur 15: ok biobased logo van Vincotte

3.2.3 Wat betekent biodegradeerbaar?

Biologisch afbreekbare of biodegradeerbare materialen zijn materialen die door micro-organismen (bacteriën of schimmels) afgebroken kunnen worden tot water en kooldioxide (CO₂) (figuur 16) (Sprajcar et al, 2012).



Figuur 16: afbraak van een biodegradeerbare zak







Er bestaat nogal wat verwarring rond sommige termen die eveneens gebruikt worden (LNE, 2009):

Desintegratie, bio-desintegratie, bio-fragmentatie of oxo-degradeerbaar wordt gebruikt voor een afbraak die zich enkel op een fysisch of visueel niveau afspeelt. Plastic fragmenteert daarbij tot zeer kleine deeltjes die zelfs met het blote oog niet meer waargenomen kunnen worden, maar ook niet verder afbreken.

Composteerbaar mag niet gebruikt worden als synoniem voor biodegradeerbaar. Composteerbaarheid stelt bijkomende eisen naar desintegratie binnen een bepaalde tijdsperiode en naar compostkwaliteit.

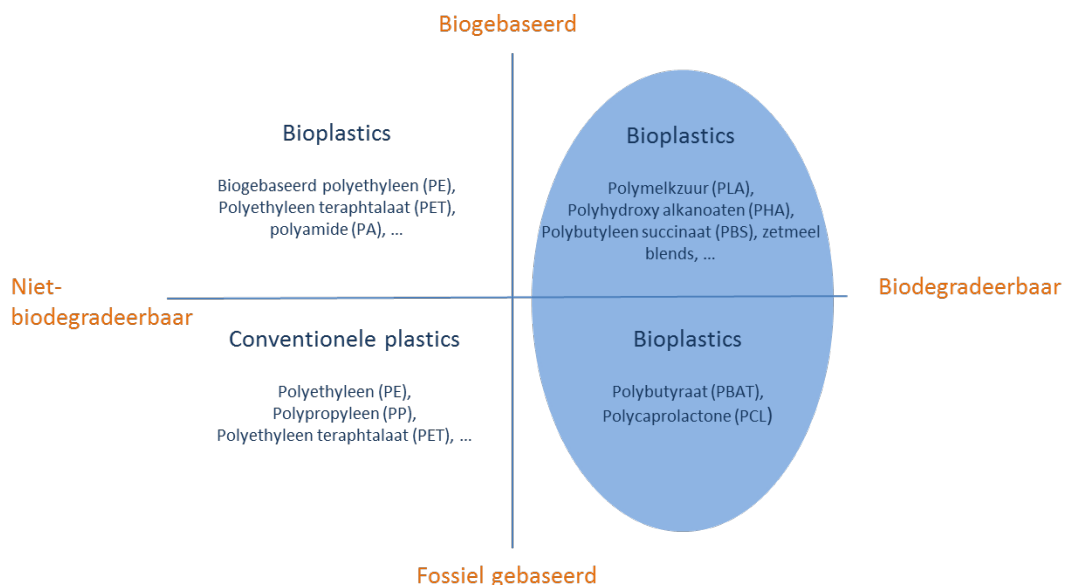
Als een materiaal biologisch afbreekbaar (biodegradeerbaar, 'biodegradable') is, wil dat nog niet zeggen dat het altijd overal zal afbreken, want de activiteit van micro-organismen wordt in belangrijke mate beïnvloed door de omgevingsomstandigheden zoals temperatuur, vochtgehalte, beschikbaarheid van zuurstof, etc. Bovendien zegt de term biodegradeerbaar niets over de snelheid en of de mate waarin het materiaal wordt afgebroken en kan een product dat slechts deels wordt afgebroken ook biologisch afbreekbaar genoemd worden. Zonder verwijzing naar de testmethode is 'biologisch afbreekbaar' dus een loos begrip. Voor specifieke situaties zijn particuliere certificaten en logo's op de markt gebracht (bijv. composteerbaar, biodegradeerbaar in de grond) waarmee producenten kunnen communiceren dat het product voldoet aan specifieke afbreekbaarheid. Een product kan dus enkel biodegradeerbaar of composteerbaar zijn onder industriële omstandigheden, wat betekent dat een minimum temperatuur van 55 à 60 °C noodzakelijk is (OK compost-label). Dit betekent dat producten die enkel voor OK compost gecertificeerd zijn niet bij de compost in de tuin mogen gegooid worden. OK compost HOME daarentegen verwijst naar producten die ook bij lagere temperaturen composteren. Deze producten mogen dus wel thuis in het compostvat gegooid worden (figuur 17).

De regels rond biodegradeerbaarheid en composteerbaarheid werden vastgelegd in internationale en Europese normen. De internationale ISO standaard ISO 17088 (ISO, 2012) "Specifications for compostable plastics" werd in april 2008 gepubliceerd en herzien in 2012. Deze norm specificeert procedures en vereisten voor de identificatie en labeling van plastics en producten gemaakt van plastics. In Europa bestaan de Europese Normen EN 13432 "Packaging – Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation – Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging" en EN 14995 "Plastics – Evaluation of compostability – Test scheme and specifications" (CEN, 2000; CEN, 2006). In de VS bestaat de norm ASTM 6200 "Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities" voor het definiëren van composteerbaarheid. Voor afbreekbaarheid in zeewater bestaat er specifiek de Amerikaanse norm ASTM D7081: "Standard Specification for Non-Floating Biodegradable Plastics in the Marine Environment". Verder bestaat in België het Koninklijk Besluit (KB) van 9 september 2008 "houdende vaststelling van productnormen voor composteerbare en biologisch afbreekbare materialen" gepubliceerd. Daarin worden regels aangevoerd voor begrippen als composteerbaarheid, thuis composteerbaarheid en biodegradeerbaarheid.

COUNTRY – CERTIFICATION BODY	LOGO
USA – Biodegradable Products Institute	 Source: Biodegradable Products Institute
EU – DIN CERTCO and Australasia – Australasian Bioplastics Association (for industrial composting)	 Source: European Bioplastics
EU – Vincotte (for industrial composting)	 Source: AIB Vincotte Source: European Bioplastics
EU – Vincotte (for home composting)	 Source: AIB Vincotte
EU – Vincotte (degradability in the soil)	 Source: AIB Vincotte
EU – Vincotte (degradability in water)	 Source: AIB Vincotte

Figuur 17: verschillende logo's voor biodegradeerbare producten volgens de verschillende omstandigheden (sprajcar et al, 2012).

Het is dus belangrijk te weten dat kunststoffen op basis van plantaardige grondstoffen niet altijd biodegradeerbaar zijn. Polyethyleen kan bv. afkomstig zijn uit aardgas, maar kan evenzeer uit planten gewonnen worden (bv. Plant bottle van Coca Cola). Hierbij is de onafhankelijkheid van aardolie een groot pluspunt. Het betekent echter niet dat dit polyethyleen biodegradeerbaar is, want beide plastics bezitten dezelfde moleculen en chemische structuur en beide hebben dus ook dezelfde eigenschappen. Daar tegenovergesteld zijn biodegradeerbare kunststoffen niet altijd gemaakt uit natuurlijke materialen, maar kunnen ze ook uit aardolie gemaakt zijn. Een plastic kan dus zijn: conventioneel en niet bio-afbreekbaar (bijna alle conventionele plastics), biogebaseerd en niet bio-afbreekbaar (bio-PE), biogebaseerd en bio-afbreekbaar (PLA, PHA, zetmeel) en fossiel en bio-afbreekbaar (PCL, PBAT, PBS, PBSA) (figuur 15). Biobased of biogebaseerd zegt iets over de grondstoffen die gebruikt zijn voor de productie van een plastic. Bio-afbreekbaar is een eigenschap met betrekking tot de afvalfase van een plastic (European bioplastics, 2015).



Figuur 18: indeling van plastics (European bioplastics, 2015)

Binnen dit project gaan we op zoek naar biodegradeerbare materialen ter vervanging van spekking. Dit zijn dus de materialen aan de rechterkant in figuur 18. Veel plastics kunnen al vervangen worden door biodegradeerbare plastics (tabel 5).

	HDPE	LDPE	PP	PVC	PS	PET	PA
zetmeel	+	+	+	+	+	±	-
PLA	+	+	+	-	±	+	+
PHA	+	+	+	+	±	±	-
PBS	+	+	+	-	-	+	-
PBAT	+	+	+	-	-	±	-

Tabel 5: substitutie van conventionele plastics door biodegradeerbare plastics (European bioplastics, 2015).

Guo et al. stelden een biodegradatiegraad op voor verschillende plastics (tabel 6), waaruit blijkt dat zetmeel gemakkelijkst degradeert en polyethyleen niet degradeert.

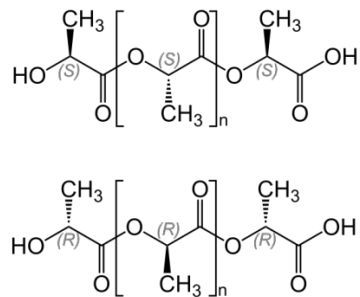
Polymeer	Biodegradation rate (%)
Zetmeel	73,34 ± 1,74
Poly hydroxybutyraat valeraat (PHBV)	53,47 ± 0,67
Polycaprolactone (PCL)	25,68 ± 0,67
Cellulose	25,00 ± 0,6
Chitosan	14,86 ± 0,42
Polybutyleen succinaat co adipaat (PBSA)	2,90 ± 0,26
Polybutyleen succinaat (PBS)	1,93 ± 0,10
Poly melkzuur (PLA)	0,97 ± 0,26
Polyethyleen (PE)	0,00 ± 0,00

Tabel 6: biodegradatiegraad berekend als het CO₂-gehalte vrijgegeven tijdens analyse, gedeeld door het theoretisch CO₂-gehalte van het staal. Waarden werden berekend met gebruik van de ISO 14852:1999 methode voor biodegradatie.

3.3 Soorten biodegradeerbare plastics

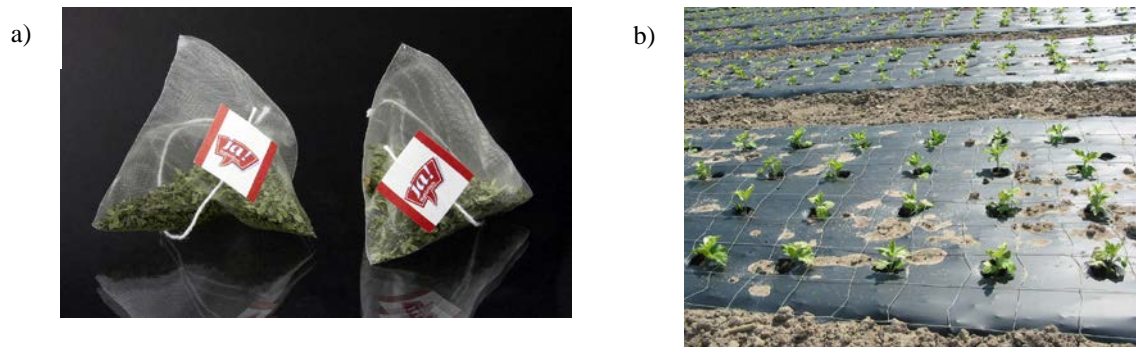
3.3.1 Polymelkzuur (PLA)

Polymelkzuur of polylactide (figuur 19) is de naam voor thermoplastische polymeren van melkzuur. Meestal wordt melkzuur verkregen door fermentatie van dextrose uit hernieuwbare plantaardige grondstoffen zoals bijvoorbeeld suikerriet of maïs (Flieger et al, 2003). Ze worden vaak aangeduid met de afkorting PLA (van het Engels *polylactic acid*). Ze zijn biologisch afbreekbaar, biocompatibel en worden geproduceerd uit hernieuwbare plantaardige grondstoffen en worden daarom gepromoot als duurzaam alternatief voor traditionele plastics uit petroleumchemicaliën zoals polyethyleen, polypropreen of polystyreen. Ze kunnen ook eigenschappen vertonen die gelijkaardig zijn aan natuurlijk rubber (Flieger et al, 2003).



Figuur 19: chemische formule van een polymelkzuurketen

Polymelkzuur is een van de bioplastics waar er vrij veel industriële toepassingen voor zijn. Toepassingen zijn er in de medische sector (chirurgische hechtraad, schroeven, haakjes,...) omdat ze niet verwijderd hoeven te worden. Ze breken af in het lichaam en vallen uiteindelijk uiteen in melkzuur. Ook bloempotten, voedselverpakking, borden en bestek, waterflessen,... worden tegenwoordig in PLA gemaakt (figuur 20). Hoogmoleculair PLA kan dus ook gebruikt worden voor dezelfde toepassingen als traditionele thermoplastische polymeren. Puur PLA heeft geen goede mechanische sterkte. Het is een harde en broze plastic. Door toevoeging van additieven zoals weekmakers kunnen echter wel goede mechanische eigenschappen bekomen kunnen worden (Madbouly, 2012). Naast vezels, films en coatings kunnen zo voorwerpen als bestekken, flessen en potjes geproduceerd worden. Ook als filament voor gebruik bij 3D-printing is het een populair plastic. Polymelkzuur is biodegradeerbaar in industriële composteersomstandigheden. Het breekt dus pas af bij 55°C en zuiver PLA zal in het mariene milieu dus niet afbreken.



Figuur 20: voorbeelden van toepassingen van PLA: a) toepassing als theezakje en b) als film in de landbouw

Polymelkzuur werd toegepast in het Pluis project in Nederland als alternatief voor spekking. De conclusie van het onderzoek was dat het gebruikte type vezel relatief snel wegsleet op zee. Desondanks biedt PLA volgens de producent wel serieuze ontwikkelingskansen door deze op een andere manier te produceren en bv: de trekkracht te verhogen. Ook is het mogelijk om PLA in schubben/platen te produceren. Ondertussen werd eveneens reeds onderzoek gedaan naar een vorm van PLA die wel degradeert in het mariene milieu (Martin et al, 2014). De incorporatie van een kleine hoeveelheid polyesteracetal kan degradatie in het mariene milieu bewerkstellen. Gebaseerd op degradatietesten, zou de degradatietijd in zeewater 5 à 10 jaar zijn. Ook de integratie van nanobiocomposiet materialen kan degradatie in het mariene milieu teweegbrengen (Paul et al, 2005).

Tradename	Supplier	Origin	Website
Futterro	Futterro	Belgium	www.futterro.com
PLA	Bonar technical fabrics	Belgium	www.bonartf.com
Nature Works	Cargill Dow	USA	www.natureworksllc.com
Lacty	Shimadzu	Japan	www.shimadzu.co.jp
Lacea	Mitsui Chemicals	Japan	www.mitsui-chem.co.jp
L-PLA	Corbion	Nederland	www.corbion.com

Tabel 7: commerciële PLA door Belgische en internationale bedrijven

Voordelen van PLA

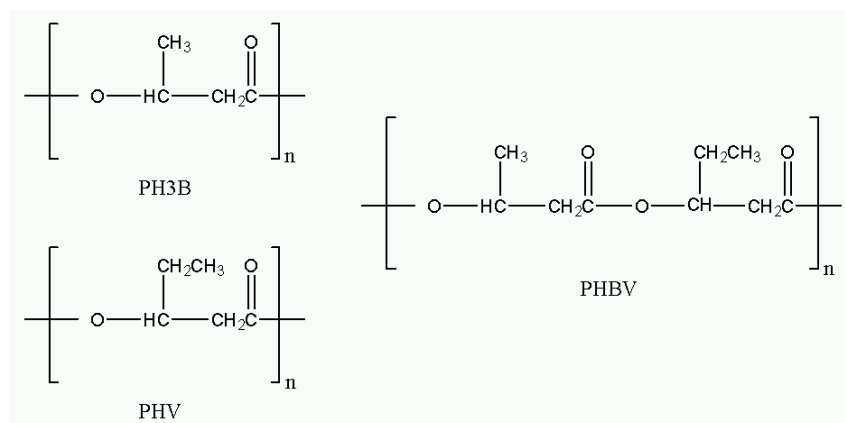
- Reeds bedrijven die PLA produceren
- PLA kent reeds veel toepassingen
- De kostprijs van PLA is slechts iets meer dan conventionele plastics
- Kan gemengd worden met vele andere plastics of composietmaterialen om de gewenste eigenschappen te bekomen

Nadelen van PLA

- Gewoon PLA breekt slechts af onder industriële omstandigheden, hoewel er tegenwoordig ook ontwikkelingen zijn waardoor PLA in zeewater kan afbreken.
- Zuiver PLA is broos en weekmakers dienen toegevoegd te worden

3.3.2 Polyhydroxyalkanoaten (PHA)

Polyhydroxyalkanoaten (PHAs) (figuur 21) zijn een familie van natuurlijk voorkomende biopolyesters die geproduceerd worden door fermentatie van suikers of vetten. Daarvoor kunnen hernieuwbare bronnen gebruikt worden zoals cellulose, organisch afval, plantaardige olie en vetzuren, afhankelijk van het gewenste PHA. Ze worden intracellulair, als granules, gesynthetiseerd door micro-organismen om energie op te slaan onder omstandigheden van fysiologische stress (bvb. beperkte aanwezigheid van bepaalde nutriënten en een overmaat aan koolstof) (Anderson et al., 1990; Lee, 1996). Als er terug voldoende nutriënten aanwezig zijn, worden de polyesterketens afgebroken en doen ze dienst als energie – en koolstofbron (Dawes et al., 1973). De belangrijkste PHAs zijn polyhydroxybutyraat (PHB) en polyhydroxyvaleraat (PHV). Er bestaan ook copolymeren (combinatie van verschillende monomeren) om de gewenste eigenschappen te bekomen of te verbeteren. De meest bestudeerde daarvan is polyhydroxybutyraatvaleraat (PHBV). Er kunnen echter meer dan 150 soorten monomeren gecombineerd worden om materialen te leveren met zeer uiteenlopende eigenschappen (Doi et al., 2003). Zo heeft het Japanse bedrijf Kaneka polyhydroxybutyraathexanoaat (PHBH) op de markt dat ook zeer geschikt lijkt voor toepassingen in het mariene milieu (Kaneka, 2014).



Figuur 21: chemische formule van poly (3) hydroxybutyrate (P3HB), Polyhydroxyvalerate (PHV) en het copolymeer Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)

PHA polymeren zijn thermoplastisch en kunnen gefabriceerd worden op conventionele apparatuur als klassieke thermoplasten. Hun thermische en mechanische eigenschappen hangen af van hun samenstelling. Zo is het homopolymeer PHB een broze en kristallijne thermoplast en daarom minder geschikt voor commerciële toepassingen (Corre et al., 2012). PHBV en PHBH (Aonilex van van Kaneka) zijn daarentegen veel minder broos en stijf (Rudnik, 2010; Kaneka, 2014). PHAs zijn bestand tegen blootstelling aan UV en de eigenschappen zijn gelijkaardig aan die van polypropyleen. Ze zijn onoplosbaar in water en hebben een goede trekvastheid. Ze zinken in water, dit in tegenstelling tot polypropyleen. PHA degradeert in elk milieu dat rijk is aan micro-organismen die het materiaal herkennen als voedselbron. De micro-organismen gaan het consumeren en omvormen tot biomassa, water, koolstofdioxide en natuurlijke monomeren. Het grote voordeel van PHA is dus dat het ook gaat degraderen in het mariene milieu (Ali Shah et al., 2009).

PHAs kennen reeds verschillende commerciële toepassingen (Somleva et al., 2013). De laatste jaren zijn er verschillende firma's die producten in PHA op de markt brengen (pennen, verpakkingsmaterialen, filamenten voor 3D-printing) (figuur 22). Ook toepassingen in de visserijsector zoals ontsnappingspanelen en krabbekooien werden al uitgetest (VIMS, 2014; Volova, 2004). Dit materiaal lijkt dus een kanshebber om

spekking op termijn te kunnen vervangen. Uiteraard mag het product ook niet te snel degraderen in het mariene milieu en dient het slijtvast te zijn.

a)



b)



Figuur 22: toepassing van PHA: a) ontsnappingspaneel voor krabben (VIMS fact sheet) b) Verpakkingsmateriaal in PHA (nodax)

Verschillende bedrijven maken reeds toepassingen in PHAs (tabel 8).

Tradename	Structure	Supplier	Origin	Website
Biopol®	PHBV	Metabolix	USA	www.metabolix.com
Aonilex®	PHBH	Kaneka	Japan	www.kaneka.co.jp
Biogreen	PHB	Mitsubishi Gas Chemical	Japan	www.mgc.co.jp
Biomer	PHB	Biomer	Germany	www.biomer.de
Enmat	PHB/PHBV	Tianan	China	www.tianan-enmat.com

Tabel 8 : bedrijven die PHAs produceren

Voordelen van PHA

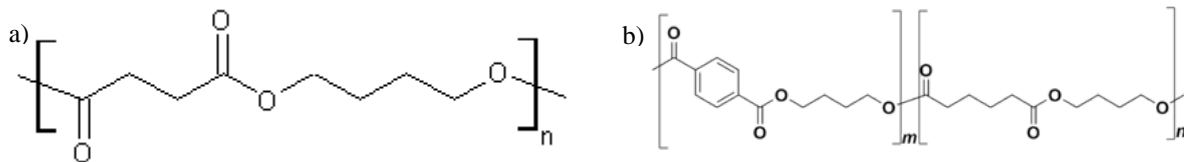
- biodegradeerbaar in het mariene milieu;
- veel verschillende monomeren waardoor er veel mogelijkheden zijn;
- gewenste mechanische eigenschappen kunnen op maat gemaakt worden;
- toepassing gekend in het mariene milieu.

Nadelen van PHA

- prijs is nog altijd vrij hoog in vergelijking met conventionele plastics;
- zuiver PHB is broos, maar dit kan gemakkelijk opgelost worden door een combinatie van verschillende polymeren te gebruiken.

3.3.3 Polysuccinaat esters

Polysuccinaat esters groepeer verschillende types van biodegradeerbare plastics waarvan de belangrijkste polybutyleen succinaat (PBS), polybutyleen succinaat adipaat (PBSA) en polybutyraat adipaat terelptalaat (PBAT). Polybutyleen succinaat is een lineair alifatisch polyester met excellente mechanische eigenschappen (figuur 23).



Figuur 23: chemische formule van a) PBS en b) PBAT

Voorals sinds de jaren '90 trekken alifatische polyesters de aandacht omwille van hun biodegradeerbaarheid. PBS wordt vooral gevormd door polymerisatie van barnsteenzuur en 1,4-butanediol. Ook andere dicarboxylaten en alkyldiolen (zoals adipinezuur, melkzuur en ethylene glycol) kunnen gebruikt, waarbij dan bijvoorbeeld PBSA of PBAT kunnen gevormd worden. Verschillende vormen van polymerisatie zijn daarbij mogelijk. Barnsteenzuur kan geproduceerd worden uit aardolie, maar de laatste jaren, door de ontwikkeling van de biotechnologie, is het eveneens mogelijk om barnsteenzuur te produceren via gisting door bacteriën (Xu and Guo, 2010). Het voordeel hiervan is dat ook hernieuwbare bronnen kunnen gebruikt worden. De mechanische en thermische eigenschappen hangen af van de kristalstructuur en de graad van kristalliniteit (Babu et al, 2013). PBS vertoont gelijkaardige eigenschappen als bijvoorbeeld polyethyleen met een goede breeksterkte en een matige rigiditeit en hardheid? PBS kan ook gemengd worden met andere plastics zoals PLA of zetmeel, waardoor de gewenste mechanische eigenschappen voor een specifieke toepassing bekomen kunnen worden (Eslmai and Kamal, 2013; Liu et al, 2009a,b). Ook het mengen met nanocomposieten zoals klei behoort tot de mogelijkheden om de gewenste eigenschappen te bekomen (Adamopoulou, 2012).

PBAT is een alifatisch coaromatisch copolyester, gesynthetiseerd door esterificatie van 1,4-butanediol met een aromatische dicarboxylzuur en polycondensatie met barnsteenzuur. PBAT heeft het grote voordeel tegenover andere biodegradeerbare materialen dat het een heel flexibel en sterk materiaal is. PBAT vertoont ook significante biodegradatie binnen 1 jaar in verschillende substraten, waaronder zeewater. Commerciële toepassingen zijn er reeds in landbouw, visserij, geneeskunde en de bouwsector. Ook als verpakkingsmateriaal wordt het reeds gebruikt.

In Korea zijn er toepassingen gekend van het gebruik van PBS monofilament netten en fuiken voor de visserij (Park et al, 2007; Park et al, 2013). Ook combinaties van PBS en PBAT werden er uitgetest (Park et al, 2010; Kim et al, 2014). Zo werd daar onderzoek gedaan naar de duurzaamheid van kieuwnetten en fuiken. Fuiken gemaakt op basis van PBS/PBAT bleken te degraderen binnen de 2 jaar door bacteriën en schimmels (Kim et al, 2014) en behaalden dezelfde vangstefficiëntie als de klassieke vallen.

Een andere toepassing van PBS is het Australische Bioline (figuur 24). Bioline is een biodegradeerbare vislijn die werd ontwikkeld om zijn sterkte en levensduur de eerste 10 à 12 maanden te behouden en daarna volledig te degraderen in water of een stortplaats binnen de vijf jaar. Bioline verloor slechts 3,7 % van zijn originele breeksterkte na 12 maanden blootstelling aan wind, regen en UV-stralen (Angling for conservation, 2012).



Figuur 24: toepassingen van PBS plastics: a) vislijn en b) drinkbekers Ecovio

Verschillende bedrijven produceren PBS, PBSA en/of PBAT (tabel 9).

Tradename	Structure	Supplier	Origin	Website
Bionolle®	PBS/PBSA	Showa Denko K.K	Japan	www.sdk.co.jp
Enpol	PBS	Ire Chemical Ltd	Korea	
Skygreen	PBS	SK chemicals	Korea	www.skchemicals.com
PBS	PBS	Anqing Hexing Chemical co	China	www.hexinggroup.com
PBS,PBSA	PBS, PBSA	Xinfu Pharmaceutical	China	
Ecoflex	PBAT	BASF	Duitsland	http://www.plasticsportal.net
Ecovio	PBAT/PLA	BASF	Duitsland	http://www.plasticsportal.net
East bio	PBAT	Eastman	USA	www.eastman.com
Origo-bi	PBAT	Novamont	Italië	www.novamont.com

Tabel 9 : bedrijven die PBS(A) produceren

PBS kunnen degraderen in CO₂ en water door natuurlijk voorkomende enzymen en micro-organismen. De afbraaksnelheid van PBS en copolymeren is afhankelijk van de chemische structuur van de kunststof en de omstandigheden (de aanwezige micro-organismen, temperatuur, pH, vochtgehalte, aerobe of anaerobe omstandigheden,...), maar ze kunnen degraderen in verschillende omgevingen zoals in actief slib, compost, rivieren en zee (tabel 10). Ook kunnen de eigenschappen en de snelheid van biodegradatie makkelijk aangepast worden via copolymerisatie (Xu and Guo, 2010).

Omgeving	PBS	PBSA
Warme compost	Normaal	Snel
Vochtige grond	Normaal	Snel
Zeewater	Traag	Snel
Water met actief slib	Traag	Traag

Tabel 10 : afbraaksnelheid van PBS en PBSA (Fujimaki, 1998).

Voordelen van PBS/PBSA/PBAT

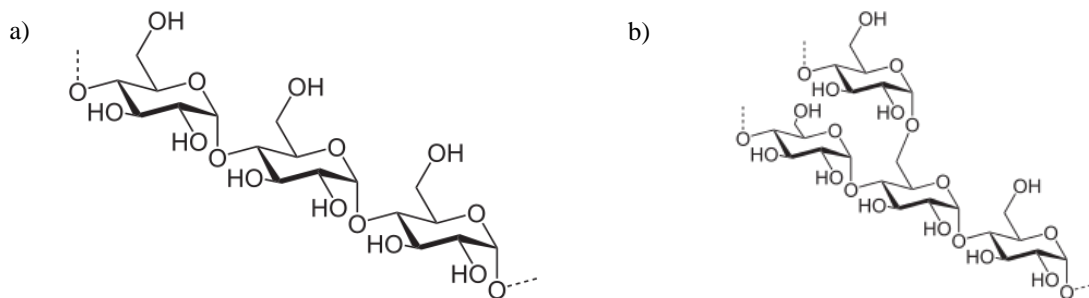
- biodegradeerbaar in het mariene milieu;
- veel verschillende monomeren waardoor er veel mogelijkheden zijn om de gewenste eigenschappen te bekomen;
- kan gemengd worden met andere polymeren en nanocomposieten;
- gemakkelijk verwerkbaar (films, vezels, laminaten);
- toepassingen in het mariene milieu gekend;
- commerciële producenten.

Nadelen van PBS/PBSA/PBAT

- flexibiliteit limiteert de toepassingen van pure PBS, maar dit kan opgelost worden door mengen met zetmeel en PLA;
- aardolie gebaseerd barnsteenzuur is nog steeds goedkoper dan bio-gebaseerd barnsteenzuur, hoewel dit in de toekomst kan veranderen door ontwikkelingen in de fermentatietechnologie;
- vrij hoge kost ten opzichte van conventionele plastics.

3.3.4 Zetmeel

Zetmeel is een uniek bio-gebaseerd polymeer en komt van nature in grote hoeveelheid voor in planten zoals in rijst, granen, maïs en aardappelen. Enkel cellulose is in nog grotere hoeveelheden aanwezig in de natuur (Vilpoux & Averous, 2004). Zetmeel is een mengeling van 2 polysacchariden: amylose (voornamelijk lineair) en amylopectine (vertakt), beiden opgebouwd uit D-glucose eenheden die op kenmerkende wijze aan elkaar zijn gekoppeld (figuur 25). De hoeveelheid amylopectine en amylose, vorm en grootte van de zetmeelkorrels varieert naar gelang de botanische oorsprong (Avérous & Pollet, 2012; Daniël et al, 2000).



Figuur 25: chemische structuur van amylose (a) en amylopectine (b)

Om plastics te maken van zetmeel dient de structuur van de zetmeelkorrels verbroken te worden. Dit kan bekomen worden door het gebruik van solventen of door een smeltproces waarbij zetmeel en weekmakers gemengd worden via een thermo-mechanisch proces. Plastics op basis van zetmeel kunnen lijden onder het fenomeen van “retrogradatie” wat neerkomt op een verhoogde kristalliniteit over tijd, waardoor het product brozer wordt. Er moeten dus weekmakers gebruikt worden om zetmeelplastics te maken met gelijkaardige mechanische eigenschappen als de klassieke plastics. Mengelingen van zetmeelplastic en composieten en/of chemische wijzigingen kunnen deze problemen echter oplossen.

Toepassingen zijn er vooral als allerhande verpakkingsmaterialen en doorspoelbare sanitaire producten. Ook in de voedingssector en de medische sector zijn er verschillende toepassingen (Babu et al, 2013). Er zijn toepassingen gekend van het gebruik van zetmeelplastic in de sportvisserij als lokaas. Zo bestaat er een serie lokaas van het merk “Gulp” die na enkele maanden volledig degraderen in water (Angling for conservation, 2012) (figuur 26).



Figuur 26: toepassingen van zetmeelplastics: a) visaas van Gulp! En b) plasticzak, Mater-Bi

Verschillende bedrijven produceren zetmeelpolymeren en mengsels op basis van zetmeel (tabel 11).

Tradename	Supplier	Origin	Website
Bioplast	Biotec	Duitsland	www.biotec.de
Biopar	Biop Biopolymer technologies	Duitsland	www.biop.eu
Mater-Bi	Novamont	Italië	www.novamont.com
B-F, B-M, B-MT01	Cardia Bioplastics	Australië	www.cardiabioplastics.com
Plantic	Plantic	Australië	www.plantic.com.au
	Cereplast	Canada	www.cereplast.com
Solanyl	Rodenburg Biopolymers	Canada	www.solanyl.ca

Tabel 11 : bedrijven die zetmeelplastics produceren

Voordelen van zetmeel plastics

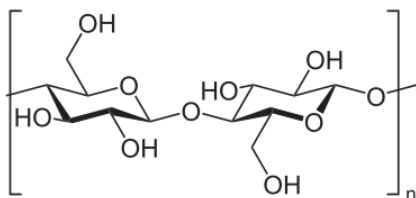
- zetmeel is goedkoop, hernieuwbaar en overvloedig aanwezig;
- bestaat in veel verschillende vormen afhankelijk van de botanische oorsprong;
- reeds veel commerciële toepassingen op de markt;
- toepassingen gekend in de visserij of het mariene milieu als visaas.

Nadelen van zetmeel plastics

- gebruik van voldoende weekmakers is noodzakelijk zodat het materiaal op termijn niet broos wordt.

3.3.5 Cellulose

Cellulose is het belangrijkste bestanddeel van celwanden in alle planten en het meest overvloedige organische polymeer in de natuur. Cellulose is net zoals zetmeel een complex polysaccharide opgebouwd uit glucose (figuur 27).



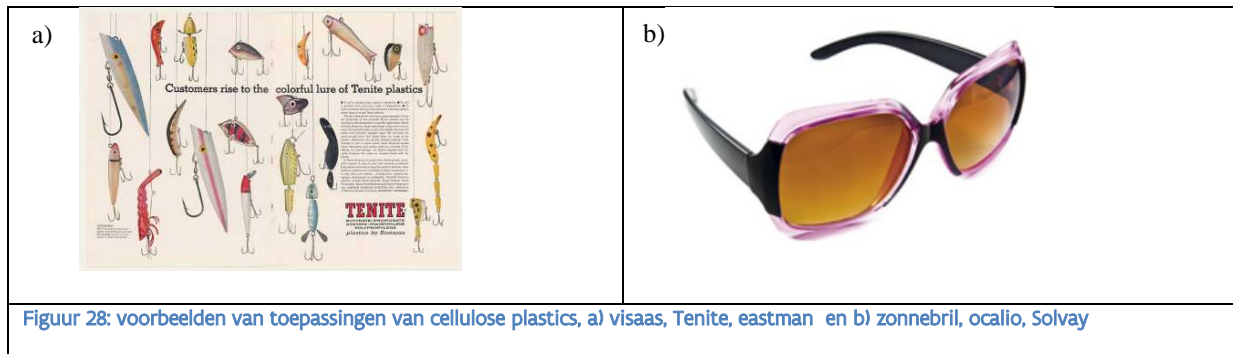
Figuur 27: chemische formule cellulose

Meestal worden hout en katoenvezels als grondstof voor cellulose gebruikt, maar ook hennep bijvoorbeeld kan gebruikt worden. Er zijn 3 belangrijke types plastics op basis van cellulose, namelijk organische cellulose esters, cellulose ethers en geregenereerde cellulose. Binnen de eerste groep zijn belangrijke industriële producten cellulose acetaat (CA), cellulose acetaat propionaat (CAP) en cellulose acetaat butyraat (CAB). Toepassingen zijn er voornamelijk als verpakkingsmateriaal, handvaten, textielvezels, oppervlaktecoatings maar ook andere gespecialiseerde toepassingen. Cellulose ethers zijn ethyl cellulose, methyl cellulose, hydroxymethylcellulose en benzylcellulose. Ethyl cellulose is de belangrijkste van de cellulose ethers en is de enige die kan gebruikt worden in plastictoepassingen. Het wordt gebruikt in helmen, handvaten, coatings, zaklampen, enz. Geregenereerde cellulose wordt eerst chemisch omgezet om een oplosbaar product te bekomen en wordt daarna opnieuw omgezet in de oorspronkelijke substantie. Voorbeelden zijn cellofaan, viscose en rayon. Ze worden vooral gebruikt voor de productie van vezels en films, maar economisch gezien is vooral de vezelproductie belangrijk. Het bedrijf Eastman heeft een toepassing van cellulose plastic als visaas (Eastman, n.d.) (figuur 28). Ook verschillende andere bedrijven

produceren celluloseplastics (tabel 12). Cellulose is een hard polymeer dat moet gemodificeerd worden, met weekmakers elastisch moet gemaakt of gemengd worden met andere polymeren om de gewenste mechanische en thermische eigenschappen te bekomen (Lokensgard E., 2009).

Tradenname	Supplier	Origin	Website
Tenite	Eastman	USA	www.eastman.com
Zeoform	Zeoform	Australië	www.zeoform.com
Ocalio	Solvay	België	www.ocalio.com
Naturacell	Rotuba	USA	www.rotuba.com

Tabel 12 : bedrijven die cellulose plastics produceren



Figuur 28: voorbeelden van toepassingen van cellulose plastics, a) visaa's, Tenite, eastman en b) zonnebril, ocalio, Solvay

Voordelen van cellulose plastics

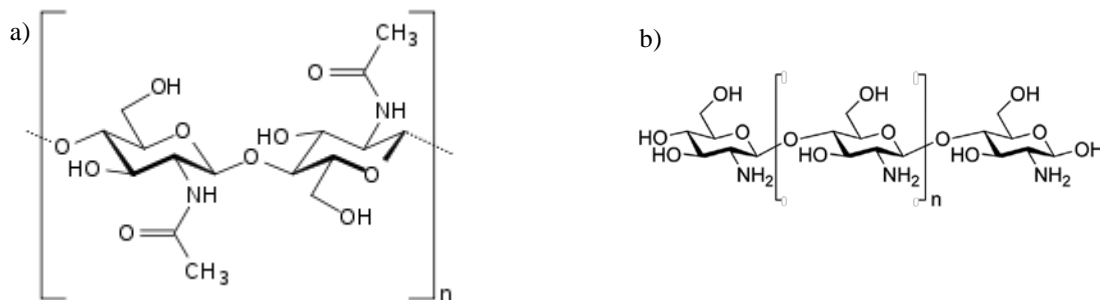
- cellulose is goedkoop, hernieuwbaar en overvloedig aanwezig;
- bestaat in veel verschillende vormen afhankelijk van de botanische oorsprong;
- reeds veel commerciële toepassingen op de markt, onder andere ook als visaa's.

Nadelen van cellulose plastics

- gebruik van voldoende weekmakers is noodzakelijk zodat het op termijn niet broos wordt.

3.3.6 Chitine en chitosan

Chitine is een veel voorkomend natuurlijk amino-polysaccharide en een waardevol biogebaseerd natuurlijk polymeer. Het komt voor in het exoskelet van schaaldieren (garnalen en krabben) en insecten of in de celwanden van gisten en schimmels. Het is een geacetyleerd polysaccharide bestaande uit N-acetyl-D-glucosamine groepen (figuur 29).



Figuur 29: Chemische formule van a) chitine en b) chitosan

Door gedeeltelijke deacetylering van chitine wordt chitosan bekomen (Averous and Pollet, 2012). Chitine en chitosan worden reeds gecommmercialiseerd door chemische extractie uit afval van garnalen en krabben in de USA, Canada, Scandinavië en Azië. Chitosan heeft dankzij zijn aminogroep interessante kenmerken zoals biodegradeerbaarheid, chemische inertie, het kent een goede mechanische sterkte en lage kost. Toepassingen zijn er in de medische, farmaceutische en cosmetische industrie. Wetenschappers slaagden er recentelijk in om het goedkope, biodegradeerbare en sterke “shrilk” te ontwikkelen op basis van chitosan en fibroïne, een eiwit dat ook voorkomt in insecten (Fernandez & Ingber, 2012) (figuur 30). Het kan gebruikt worden voor biodegradeerbare verpakkingen, luiers, vuilniszakken en zelfs hechtingsdraden. Het kan ook aangepast worden voor gebruik in water (Wyss Intitute, 2014). Dit product is echter nog volop in ontwikkeling en wordt nog niet op industriële schaal geproduceerd.



Figuur 30: toepassing van shrilk

Voordelen van chitosan

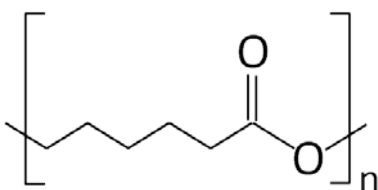
- chitine is hernieuwbaar en overvloedig aanwezig;
- heeft goede mechanische eigenschappen;
- composteerbaar.

Nadelen van chitosan

- wordt nog niet commercieel geproduceerd als plastic;
- geen toepassingen gekend in de visserij of het mariene milieu.

3.3.7 Polycaprolactone (PCL)

Polycaprolactone (figuur 31) is een biodegradeerbaar thermoplastisch polymeer dat bekomen wordt bij de chemische synthese van ruwe olie, maar kan eveneens bekomen worden uit hernieuwbare bronnen. Het wordt gesynthetiseerd door ring-opening polymerisatie van ϵ -caprolactone.



Figuur 31: chemische structuur van polycaprolactone.

PCL kan degraderen door de actie van aerobe en anaerobe micro-organismen die frequent voorkomen in verschillende ecosystemen (Tokiwa et al, 2009). Wel is het zo dat polycaprolactone een hoge kristalliniteit heeft, waardoor het niet zo snel degradeert (Bikiaris et al, 2007). Door echter te mengen met andere degradeerbare polymeren of natuurlijke vezels kan de biodegradeerbaarheid versneld worden (di Franco et al, 2004; Zhao et al, 2008). Er moet dan wel rekening gehouden worden met het feit dat de biodegradeerbaarheid van het nieuwe product gelimiteerd is wanneer niet alle polymeren biodegradeerbaar zijn. Ook om andere gewenste eigenschappen te bekomen of om de kosten te drukken wordt PCL dikwijls gemengd. Zo kunnen verbeteringen bekomen worden op het vlak van flexibiliteit, treksterkte en hydrolytische stabiliteit (Perstorp, 2015a; Sabo et al, 2012). Enkele voorbeelden van producten die reeds toegevoegd werden aan PCL zijn zetmeel (di Franco et al, 2004; Averous et al, 2000), cellulose derivaten (Rosa et al, 2007) en lignine (Nitz et al, 2001).

PCL wordt meestal toegepast in thermoplastisch polyurethaan, harsen voor coatings, lijmen en synthetische leder en stoffen. Het wordt ook gebruikt voor orthopedisch materiaal, in schoenen en als volledig biologisch afbreekbare composteerbare zakken, hechtingsdraden en vezels (figuur 32). Toepassingen in de visserijsector zijn er naar ons weten nog niet. Verschillende bedrijven maken reeds producten die commercieel beschikbaar zijn (tabel 13).

Tradenname	Supplier	Origin	Website
Tone	Union Carbide	USA	www.unioncarbide.com
CAPA	Perstorp Polyols	USA	www.perstorp.com
Placel	Daicel Chemical Indus.	Japan	www.daicel.co.jp

Tabel 13: bedrijven die PCL produceren



Figuur 32: toepassingen van PCL: a) drinkbeker (Perstorp, 2015b)



b) plasticzak (Perstorp, 2015b)

Voordelen van polycaprolactone plastics

- mengsels met allerlei materialen (composieten) zijn mogelijk om de gewenste eigenschappen te bekomen;
- commerciële producten zijn beschikbaar.

Nadelen van polycaprolactone plastics

- nog geen toepassingen gekend in de visserij;
- nog vrij duur.

3.3.8 Eiwitten

Eiwitten zijn belangrijke natuurlijke polymeren. Ze zijn hernieuwbaar en biologisch afbreekbaar. Vezels en kunststoffen kunnen geproduceerd worden uit plantaardige eiwitten zoals bijvoorbeeld caseïne, zeïne, glycinine en arachine. Van de plantaardige eiwitten heeft vooral het soja-eiwit als basis voor bioplastic een economisch voordeel door zijn lage kost en hoge beschikbaarheid (Ly et al, 1998). Een probleem voor commercialisatie van van soja-eiwit gebaseerde kunststoffen is echter hun gevoeligheid voor water als gevolg van de hydrofiele aard van het eiwitmolecuul. Veel onderzoek werd echter gedaan naar het mengen van soja-eiwit met andere biopolymeren om dit probleem aan te pakken (Srinivisan, 2010).

Een van de dierlijke eiwitten die in aanmerking kan komen als bioplastic is keratine. Keratine is een eiwit dat als een structurelement voorkomt bij dieren en is een klassiek voorbeeld van een vezeleiwit. Keratine is onder andere aanwezig in haren, nagels, hoeven, horens, klauwen, veren en snavels. Onderzoekers slaagden erin om keratine uit kippenveren te gebruiken als basis om plastic van te maken (Jin et al., 2011). Daarbij werden de veren schoongemaakt en vermalen tot een fijn poeder, waarna de gepaste chemische reagentia toegevoegd werden om de keratinemoleculen samen te laten reageren tot lange polymeerkettingen. Ook via hydrolyse en gebruik van citroenzuur (dus zonder dure chemicaliën) kunnen van keratine bioplastics gemaakt worden (Reddy et al, 2013). Bioplastics op basis van kippenveren zijn dus in volle ontwikkeling. Het bedrijf easternbioplastics (www.easternbioplastics.com) is een Amerikaans bedrijf dat plastics gemengd met keratine uit kippenveren op de markt brengt. Ze werken daarvoor samen met bedrijven om de gewenste eigenschappen voor een bepaalde toepassing te ontwikkelen. Daarbij worden de kippenveren dus gebruikt als composietmateriaal.

3.3.9 Andere biodegradeerbare plastics en verder onderzoek

Er zijn nog tal van andere biodegradeerbare plastics die in mindere mate geproduceerd worden en specifieke toepassingen kennen.

Voorbeelden daarvan zijn polyvinylalcohol (PVA) en polyglycolzuur. Polyvinylalcohol kan geproduceerd worden uit ethanol als hernieuwbare bron. PVA wordt veel gebruikt als adhesieven of papiercoatings, in fotografie, biotechnologie en voor het maken van biodegradeerbare polymeerfilms. PVA is vrij snel biodegradeerbaar in het milieu en ook wateroplosbaar.

Polyglycolzuur wordt gevormd door polycondensatie van glycol en dicarboxylzuren. Beide componenten kunnen gewonnen worden uit hernieuwbare bronnen (Flieger et al, 2003). Toepassingen zijn er in de eerste plaats in de geneeskunde als resorberende hechtingsdraden, maar tegenwoordig kan je ze ook als vuilniszakken, luiers en wegwerpbestek, evenals geotextiel en plantpotten vinden (kuredex, www.kureha.com). Polyglycolzuur wordt afgebroken in de grond en kan gecomposteerd worden.

Verder wordt er in Europa heel veel onderzoek gefinancierd naar nieuwe methoden of grondstoffen om biodegradeerbare materialen te ontwikkelen. Zo worden in 6 verschillende Europese projecten gezocht naar nieuwe materialen of verbeterde processen voor het ontwerpen van bioplastics (Commnet, 2013).

In het Europese project SPLASH (www.eu-splash.eu) wordt gewerkt aan toepassingen zoals voedselverpakkingen, vezels en touwen op basis van suikers en koolwaterstoffen uit algen.

Het project ChiBio (www.chibiofp7.fraunhofer.de) wil een bioraffinageproces ontwikkelen dat het aanwezige chitine uit schaaldieren afbreekt in basiscomponenten en deze probeert te om te vormen in voorlopverbindingen voor de bioplastic industrie. Deze componenten kunnen dan gebruikt worden als bouwstenen in de synthese van polymeren zoals nylon of polyester.

In het Europese SYNPOL project (www.synpol.org) ligt de focus op het introduceren van nieuwe industriële processen voor het vervaardigen van PHAs. Verschillende prototypes van biopolymeren en hun mengsels zullen gefabriceerd worden en getest op hun fysische en mechanische eigenschappen.

Het doel van het BioConSepT project (www.bioconcept.eu) is om de tweede generatie biomassa - agro-etensresten, houtresten en niet-eetbare oliën en vetten – te leveren als basismateriaal voor de kunststoffen van de toekomst, zonder dat daarbij geraakt wordt aan primair materiaal dat kan dienen als voedsel.

Het doel van het project BRIGIT (www.brigit-project.eu) is het zoeken naar nieuwe toepassingen van biopolymeren in de transportsector. Daarbij wordt gezocht naar efficiënte processen voor de productie van PHA en PBS uit reststromen.

De focus van het project TRANSBIO (www.transbio.eu) ligt op het gebruik van reststromen uit de groenten-en fruit verwerkende industrie als bioplastics. De eindproducten zullen biopolymeren (PHBs) zijn voor bioplastic verpakkingen, nutraceuticals/chemicals en enzymen voor huishoudelijke toepassingen zoals detergents.

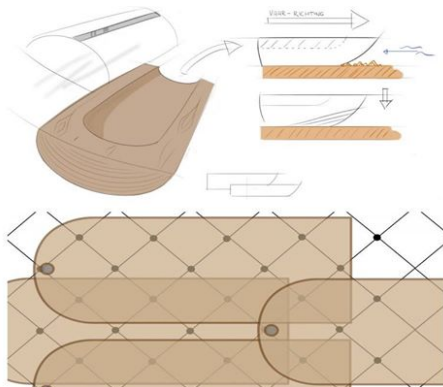
3.4 Samenwerking met Nederland

3.4.1 Nieuwe materialen

Gedurende het spekvis project werd nauw samengewerkt met de Nederlandse collega's van het project "Pluis" voor de ontwikkeling van een nieuw soort spekking. Via verschillende brainstormsessies met mensen uit de visserijsector, het onderzoek en materialenexperts werd nagedacht over materialen die eventueel in aanmerking kunnen komen als alternatief. Verschillende materialen, zoals PLA, natuurvezels en rubber fietsbanden, werden reeds getest (Strietman et al, 2014). Het ultieme materiaal werd echter niet gevonden bij de onmiddellijk beschikbare materialen. In het vervolgproject Pluis II wordt verder gewerkt via brainstormsessies aan andere, op maat gemaakte materialen. Deze zullen in de loop van 2015 uitgetest worden, zowel op zee als in een "flume tank". De resultaten zullen gerapporteerd worden door het ILVO.

3.4.2 Nieuw netontwerp

Een andere optie die tijdens de brainstormsessies naar voor kwam om het gebruik van spekking te verminderen is een heel nieuw netconcept bedenken. Daarbij werd nagedacht over nieuwe netontwerpen waarbij het net gelift kan worden. Op die manier zou de slijtage aan het net beduidend kunnen verminderen, maar zou het net toch nog de nodige bescherming krijgen. De hogeschool Utwente bijvoorbeeld bedacht een houten constructie (figuur 33) die in de loop van 2015 uitgetest zal worden aan boord van een vissersschip.

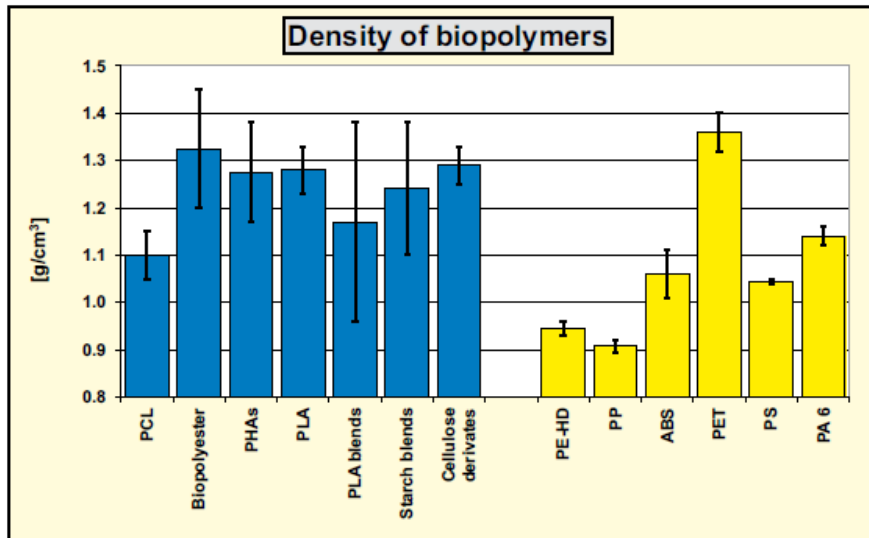


Figuur 33: houten ontwerp voor bevestiging onder het net

In België bedacht een reder zelf een nieuw netontwerp waarbij hij veel minder slijtage ondervindt aan het net en eveneens veel minder brandstof verbruikt. Veel details wou hij hierover niet kwijt aangezien hij een tiental jaar aan dit ontwerp heeft gewerkt. Uit de afgenomen enquête kwam wel naar voor dat hij slechts een zeer geringe hoeveelheid spekking gebruikte in 2013, hoewel hij in stenige visgronden viste. Dit ontwerp klinkt dus alleszins veelbelovend en zou een (gedeeltelijke) oplossing kunnen bieden indien er een akkoord komt over het gebruik van dit netontwerp.

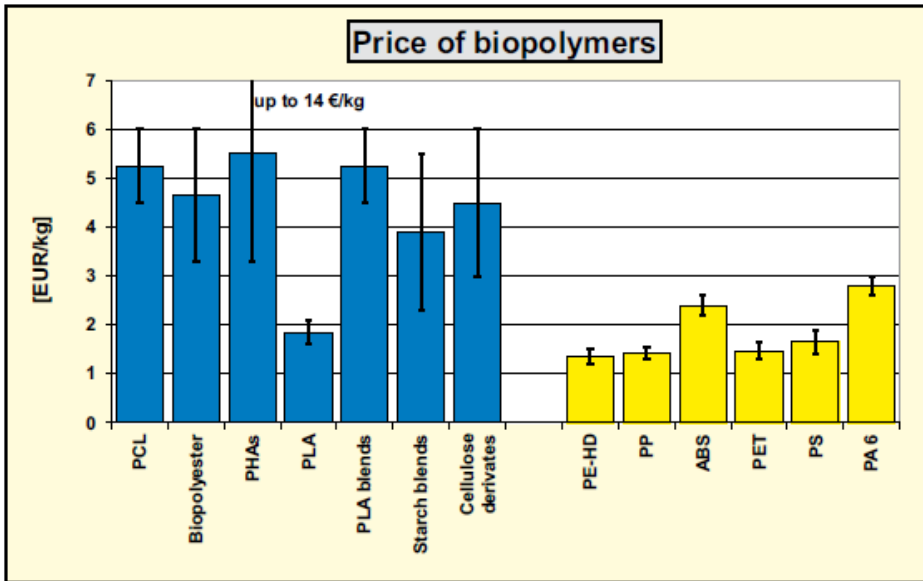
4 Economische aspecten

De prijs van polymeren wordt uitgedrukt per kg. Daarom speelt de dichtheid van de verschillende plastics een belangrijke rol in het economische aspect. Hoe lichter het polymeer, hoe meer volume er namelijk is per kg. De heteroatomen zuurstof en stikstof, aanwezig in de ketens van biopolymeren alsook in ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) en in PET (polyethyleneterephthalate), zorgen voor een hogere dichtheid in vergelijking met PE en PP (figuur 34). Dit betekent dat, uitgedrukt in prijs per kg, er significant minder volume biopolymeer materiaal kan aangekocht worden in vergelijking met PE en PP. Iets minder kan aangekocht worden in vergelijking met ABS en iets meer dan PET.



Figuur 34: dichtheid van enkele biopolymeren t.o.v. conventionele plastics (bron: Endres and Siebert-Raths, 2011)

Materiaalprijzen van biopolymeren variëren tussen 1.6 en bijna 13 €/kg (figuur 35). Gemiddeld schommelen de prijzen echter tussen 1.6 en 6 €/kg. Tegenwoordig zijn de meest economische biopolymeren PLA geprijsd tussen 1.6 en 1.9 €/kg en verschillende zetmeelplastics met prijzen vanaf 2 €/kg. Polyesters en PHAs zijn beschikbaar vanaf 3 €/kg en zullen in de toekomst waarschijnlijk nog dalen. De prijs van het product Aonillex van Kaneka is ondertussen 4 €/kg en blijft verder dalen. De kost van de ruwe materialen zorgt voor de hogere prijzen van biopolymeren, maar eens een grotere vraag leidt tot schaalvergroting in de productie, zullen de prijzen verder dalen. Voorlopig is het gebruik van biopolymeren enkel voordelig wanneer ook de afvalverwerking van conventionele plastics in rekening wordt genomen. De ecologische afvalverwerking van biopolymeren biedt hierbij namelijk een voordeel. In de toekomst wordt echter verwacht dat de toenemende vraag naar conventionele plastics de prijs voor petrochemische grondstoffen zal doen stijgen, terwijl de toenemende vraag naar biopolymeren de materiaalprijzen zal doen dalen door de uitgebreide industriële omvang van de productie. Dit betekent dat de prijzen voor biopolymeren, tegenwoordig zo'n 1.5 tot 3.5 keer hoger dan die van conventionele plastics, waarschijnlijk gelijkaardig zullen worden in de nabije toekomst (Endres and Siebert-Raths, 2011). De prijzen van bioplastics kunnen echter ook dalen wanneer blends en composietmaterialen gebruikt worden. Het mengen van goedkopere natuurvezels met bioplastics kan de gemiddelde prijs doen dalen.



Figuur 35: prijs van enkele biopolymeren t.o.v. conventionele plastics (bron: Endres and Siebert-Raths, 2011)

5 Conclusie en aanbevelingen

Synthetische polymeren kenden in de jaren '60 en '70 een groot succes als materiaal van de toekomst dankzij hun lange levensduur en de gemakkelijke en goedkope manier van produceren. In de jaren '80 groeide echter meer en meer het bewustzijn dat de lange levensduur van plastic ook zorgde voor een gigantische berg plastic afval, onder andere op zee. Daardoor kregen biodegradeerbare materialen meer aandacht als alternatief voor de synthetische polymeren. Voor veel biomedische, landbouwkundige en ecologische doeleinden is het wenselijk een biologisch afbreekbare kunststof te ontwikkelen. Er werden reeds grote inspanningen geleverd om de biologische afbreekbaarheid van kunststoffen te verbeteren. Ontwikkelingen zijn vooral gericht op nieuwe natuurlijk afbreekbare polymeren, modificatie van natuurlijke polymeren, modificatie van synthetische polymeren en op biologisch afbreekbare polymeercomposieten. Europa investeert volop in de ontwikkeling van nieuwe polymeren voor specifieke toepassingen.

Ook in de visserijsector groeit het ecologisch bewustzijn en daarom wordt in deze sector actief gewerkt aan oplossingen voor het afvalprobleem. Naar schatting wordt jaarlijks tussen de 90 en 130 ton spekking aangekocht door Belgische vissers, en uit interviews met vissers en leveranciers blijkt dat ongeveer de helft daarvan in zee terecht komt ofwel door slijtage of door sluikestorten. Er zijn verschillende pistes om het probleem aan te pakken:

1. gebruik van nog steviger materiaal zodat er minder slijtage is;
2. verminderen van sluikestorten door sensibilisering en/of het plaatsen van afvalcontainers aan de kade zoals in het buitenland;
3. aanpassen van het netdesign zodat er minder spekking gebruikt dient te worden;
4. overschakelen op een biodegradeerbaar alternatief.

Een combinatie van strategieën lijkt aangewezen. Op die manier kan zowel gewerkt worden op het vlak van het verminderen van verlies van spekking als het ontwikkelen van een biologisch afbreekbaar alternatief waardoor de accumulatie van afval in het milieu op lange termijn vermindert. Uit de enquête blijkt dat vissers bereid zijn om veranderingen door te voeren, mits een aantal voorwaarden. Het aanpakken van de spekking-problematiek gebeurt dan ook best in nauw overleg met de vissers zelf, zodat er stapsgewijs aan die voorwaarden kan voldaan worden. Een alternatief zal pas ingang vinden in de visserij en het gewenste effect bereiken als het gepaard gaat met een mentaliteitswijziging.

Een breed scala aan bio-afbreekbare polymeren is reeds op de markt. Een kant-en-klaar alternatief voor spekking is er echter niet. Wel zijn er materialen die mogelijkheden bieden, zoals PLA, PHAs en PBS. Verschillende toepassingen in het mariene milieu zijn daarvan reeds gekend. PLA heeft het voordeel dat de prijs al vrij laag ligt, maar heeft dan weer het nadeel dat het onder zijn zuivere vorm niet degradeerbaar is op zee (tabel 14). Andere materialen hebben het voordeel dat ze biodegradeerbaar zijn in het mariene milieu, zoals bijvoorbeeld PHAs, maar die kosten dan weer meer. Blends en composietmaterialen, of zetmeel en celluloseplastics kunnen overwogen worden. Zowel in de vorm van vezels als van platen zijn er mogelijkheden voor het ontwerpen van beschermingsmaterialen van het net, maar ook aanpassingen aan het netdesign kunnen oplossingen bieden voor het spekkingverbruik.

Polymeer	Mechanische eigenschappen	Biodegradatie op zee	Prijs
PLA en blends	+	-	++
PHA en blends	++	++	-
PBS/PBSA en blends	++	+	+
Zetmeelplastics en blends	+	++	++
Celluloseplastics en blends	+	+	+
PCL	+	-	-

Tabel 14: overzicht toepassingen bioplastics

De prijs van verschillende bioplastics zoals PLA of zetmeel-gebaseerde plastics is niet meer onoverkomelijk. Bovendien wordt verwacht dat deze prijzen in de toekomst nog zullen dalen terwijl prijzen voor conventionele plastics zullen stijgen door de stijgende prijs van aardolie. Om voor de specifieke toepassing van spekking tot een waardig alternatief te komen, zal ontwikkeling op maat zal nodig zijn om tot de gewenste eigenschappen te komen. De uitdaging zal erin bestaan om het juiste evenwicht te vinden tussen mechanische eigenschappen (slijtvastheid en lange levensduur) en de biodegradeerbaarheid in het mariene milieu. Indien het product ook een betere slijtvastheid vertoont en dus langer meegaat, kan een duurdere prijs voor aankoop van het materiaal verantwoord worden. Bovendien is er dan minder werk op zee waardoor er heel wat tijd (tot 1.5uur/dag) uitgespaard zou worden.

De markt voor biogebaseerde plastics is in volle groei, wat zeker mogelijkheden schept om een geschikt materiaal te vinden voor toepassing als spekking. In samenwerking met het Nederlandse project Pluis werden reeds verschillende materialen uitgetest, maar het ultieme materiaal is niet off-the-shelf beschikbaar. De Nederlandse situatie is echter wel verschillend van de Vlaamse situatie in die zin dat er door Vlaamse vissers veel meer spekking gebruikt wordt omdat er op ruwere visgronden gevist wordt. Een oplossing voor Nederland is dus niet noodzakelijk een oplossing voor de Vlaamse visserij. Veldtesten zijn zullen dus van groot belang zijn, zodat de bevindingen grondig afgetoetst worden aan de Belgische situatie.

Op basis van de resultaten van de studie kunnen we besluiten dat een volwaardige, op maat gemaakt oplossing voor de spekkingproblematiek mogelijk is, maar het ontwikkelen ervan zal een intense samenwerking vereisen tussen de visserijsector en de kunststoffensector evenals voldoende investering in onderzoek.

6 Referenties

Adamopoulou E. 2012. Poly(butylene) succinate: a promising biopolymer. Department of industrial management and technology, Athens. 137p.

Ali Shah A., Hasan F., Hameed A., Ahmed S. 2008. Biological degradation of plastics: A comprehensive review. *Biotechnology advances*. 26: 246-265.

Anderson A. J. and Dawes E. A. 1990. Occurrence, metabolism, metabolic role, and industrial uses of bacterial polyhydroxyalkanoates. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 54(4): 450-472.

Angling for conservation. 2012. <http://anglingforconservation.org/improved-technologies-innovations-in-sustainable-fishing-gear/>. Accessed 15 october 2014.

ASTM, 6400. Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities. 3p.

Avérous L. and Pollet E. 2012. Chapter 2: Biodegradable polymers. In: *Environmental Silicate Nano-Biocomposites, Green Energy and Technology*. 13- 39.

Babu R.P., O'Connor K., Seeram R. 2013. Current progress on bio-based polymers and their future trends. *Progress in Biomaterials*, 2:8.

Bikiaris D., Papageorgiou G., Achilias D., Pavlidou E., Stergiou A. 2007. Miscibility and enzymatic degradation studies of poly(ϵ -caprolactone)/poly(propylene succinate) blends. *European Polymer Journal* 43: 2491–2503.

Bonne, W. & Tavernier, J. 2007. Fishing for Litter Proefproject 2007 Eindrapport. Dienst Marien Milieu, DG Leefmilieu, FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Brussel. 10p.

CEN. 2000. EN 13432. Packaging – Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation – Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.

CEN. 2006. EN 14995. Plastics – Evaluation of compostability – Test scheme and specifications.

CEN/TS. 2011. EN 16137. Plastics – Determination of biobased carbon content.

Commnet. 2013. Innovation Catalogue. Selected bioeconomy research projects. 28p.

Corre Y-M., Bruzaud S., Audic J-L., Grohens Y. 2012. Morphology and functional properties of commercial polyhydroxyalkanoates: A comprehensive and comparative study. *Polymer Testing* 31: 226–235.

Daniel, J.R., Whistler, R.L. Roper, H. (2007) Starch. In: *Ullmann's Encyclopaedia of Industrial Chemistry 2007*. Wiley-VCH Verlag.

Dawes E. A. and Senior P. J.. 1973. The Role and Regulation of Energy Reserve Polymers in Micro-organisms. *Advances in Microbial Physiology*. Rose A. H. and Tempest D. W. (Eds), Academic Press. Volume 10: 135-266.

Derraik J.G.B., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*. 44(9): 842–852.

di Franco C.R., Cyras V.P., Busalmen J.P., Ruesekaite R.A. and Vazquez A. 2004. Degradation of polycaprolactone/starch blends and composites with sisal fibre. *Polym. Degrad. Stabil.* 86(1): 95-103.

Doi Y., Steinbuchel A. 2003. Biopolymers. Polyesters II - properties and chemical synthesis. Weinheim, Germany: Wiley-VCH.

Eastman, n.d. Tenite, cellulosic plastic. From trees to plastic. 12p.

<http://www.eastman.com/Brands/Tenite/Pages/Overview.aspx>. Accessed 8/12/2014.

Eslmai H., Kamal R.M. 2013. Elongational rheology of biodegradable poly(lactic acid)/poly[(butylene succinate)-co-adipate] binary blends and poly(lactic acid)/poly[(butylene succinate)-co-adipate]/clay ternary nanocomposites. *J Appl Polym Sci* 127:2290–2306.

European bioplastics. 2015. FAQ on bioplastics. 20p. <http://en.european-bioplastics.org/press/faq-bioplastics/>. Accessed 15 January 2015.

Farrell R., Goodwin S., Wirsén C., Lucciarini J., Martínez M., Ratto J.A. 2000. A biodegradation study of co-extruded nanocomposites consisting of polycaprolactone and organically modified clay. *Antec 2000: society of plastics engineers technical papers, conference proceedings, Vols. 1–3*. Technomic Publ Co Inc., Lancaster. 2796–2800

Fernandez J.G. and Ingber D.E. 2012. Unexpected Strength and Toughness in Chitosan-Fibroin Laminates Inspired by Insect Cuticle. *Advanced Materials* 24(4): 480–484

Flieger M., Kantarova M., Prell A., Řezanka T., Votruba J. 2003. Biodegradable Plastics from Renewable Sources. *Folia Microbiol.* 48(1): 27–44.

Fujimaki T. 1998. Processability and properties of aliphatic polyesters, 'BIONOLLE', synthesized by polycondensation reaction, *Polymer Degradation and Stability*, 59: 209-214.

Galgani F, Fleet D., Van Franeker J., Katsanevakis S., Maes T., Mouat J., Oosterbaan L., Poitou I., Hanke G., Thompson T., Amato E., Birkun A., Janssen C. 2010. Marine Strategy Framework Directive Task Group 10 Report Marine Litter. EUR 24340 EN.

Guo W., Tao J., Yang C., Song C., Geng W., Li Q., Wang Y., Kong M., Wang S. 2012. Introduction of environmentally degradable parameters to evaluate the biodegradability of biodegradable polymers. *PLoS ONE* 7 (5).

Heyvaert J. 2012. Vlaamse vissers vissen op vuil. *De Standaard* 23 augustus 2012.

ISO 17088. 2012. Specifications for compostable plastics.

Jin E., Reddy N., Zhu Z., Yang Y. 2011. Graft Polymerization of Native Chicken Feathers for Thermoplastic Applications, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(5): 1729 – 1738.

Jun X., Bao-Hua G. 2010a. Microbial succinic acid, its polymer poly(butylene succinate), and applications. *Microbiology Monographs*. 14: 347–388.

Kaneka, 2014. Kaneka biopolymer Aonilex®. Bio-based biodegradable polymer. 2p.

Kim S., Park S., Lee K. 2014. Fishing performance of environmentally friendly tubular pots made of biodegradable resin (PBS/PBAT) for catching the congereel Conger myriaster. *Fish Sci.* 80:887–895.

Lee S. Y. 1996. Bacterial polyhydroxyalkanoates. *Biotechnology and Bioengineering* 49(1): 1-14.

Liu L., Yu J., Cheng L., Qu W. 2009a. Mechanical properties of poly(butylene succinate) (PBS) biocomposites reinforced with surface modified jute fibre. *Composites Part A: Appl Sci Manufacturing* 40: 669–674.

- Liu L., Yu J., Cheng L., Yang X. J. 2009b. Biodegradability of PBS composite reinforced with jute. *Polym. Degrad. Stab.* 94: 90–94.
- LNE (2009). Mogelijkheden en beperkingen van bioplastics. Finaal rapport (publiek toegankelijke deel). Uitgevoerd door OWS en opgevolgd door OVAM.
- Lokensgard E. 2008. *Industrial plastics, Theory and Applications*. 5th edition, 560p.
- Ly Y. T.-P., Johnson L.A., Jane J. 1998. Biopolymers from Renewable Resources. Soy Protein As Biopolymer. p 144-176.
- Madbouly S, Schrader J, Srinivasan G, Haubric K, Liu K, Grewell D, Graves W, Kessler M. 2012. Bio-based Polymers and Composites for Container Production Materials. Iowa State University August 15, 2012. <http://www.public.iastate.edu/~bioplastic/Presentation%20PDFs/6.%20%20S.%20Madbouly.%20Biobased%20Polymers,%20Materials-August%2015.pdf>. Accessed 5 januari 2015.
- Maes T. 2012. Marine litter – a global threat. *Mundus Maris*. <http://www.mundusmaris.org>.
- Martin R., Camargo L., Miller S. 2014. Marine-degradable polylactic acid. *Green chem.*, 16: 1768-1773.
- Monteiro S.N., Satyanarayana K.G., Ferreira A.S., Nascimento D.C.O., Lopes F.P.D. Silva I.L.A., Bevitori A.B., Inácio W.P., Bravo Neto J., Portela T.G. 2010. Selection of high strength natural fibers. *Revista Matéria* 15(4): 488-505.
- Nitz H., Semke H., Landers R., Mulhaupt R. 2001. Reactive extrusion of polycaprolactone compounds containing wood flour and lignin. *J. Appl. Polym. Sci.* 81(8): 1972-1984.
- Ochi S. 2012. Tensile Properties of Bamboo Fiber Reinforced Biodegradable Plastics. *International Journal of Composite Materials*. 2(1): 1-4.
- Park S.W., C.D. Park J.H. Bae and J.H. Lim, 2007. Catching efficiency and development of the biodegradable monofilament gill net for snow crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 43(1): 28-43.
- Park S.W., Kim S.H., Choi H.S., Cho H.H. 2010. Preparation and physical properties of biodegradable polybutylene succinate/polybutylene adipate-co-terephthalate blend monofilament by melt spinning. *Bulletin of the Korean society of Fisheries Technology* 46(3): 257-264.
- Park S.W., Kim S.H., Lim J.H., Choi H.S. 2013. The Durability of Polybutylene Succinate Monofilament for Fishing Net Twines by Outdoor Exposure Test. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*. 25(4): 766-774.
- Paul M.A., Delcourt C., Alexandre M., Degée P., Monteverde F., Dubois P. 2005. Polylactide/montmorillonite nanocomposites: study of the hydrolytic degradation. *Polym Degrad Stab.* 87: 535–542.
- Perstorp (2015a) Capa: One molecule. Millions of opportunities. Downloadbaar van https://www.perstorp.com/~media/Files/Perstorp/PB/CAPA_eng.ashx
- Perstorp (2015b) Capa for bioplastics. Downloadbaar van https://www.perstorp.com/Products/Plastic_materials/Bioplastics
- Reddy N., Chen L., Yang Y. 2013. Biothermoplastics from hydrolyzed and citric acid. Crosslinked chicken feathers. *Materials Science and Engineering: C*. 33(3):1203-1208.
- Rosa D., Guedes C., Bardi M. 2007. Evaluation of thermal, mechanical and morphological properties of PCL/CA and PCL/CA/PE-g-GMA blends. *Polym.Test.* 26(2): 209-215.

- Rudnik E. 2010. Compostable Polymer Materials. 224p.
- Sabo R., Jin L., Stark N., Ibach R. 2012. Effect of environmental conditions on the mechanical properties and fungal degradation of Polycaprolactone/microcrystalline cellulose/wood flour composites. *Bioresources* 8(3): 3322-3335.
- Somleva M., Peoples O., Snell K. 2013. Review article. PHA Bioplastics, Biochemicals, and Energy from Crops. *Plant Biotechnology Journal*. 11: 233–252.
- Sprajcar M., Horvat P. & Krzan A. 2012. Biopolymers and bioplastics: plastics aligned with nature, Plastics project. Innovative value chain for development for sustainable plastics in Central Europe. *European Union*. 1-32.
- Srinivisan G. 2010. Soy Protein polymers: enhancing the water stability property. Graduate theses and dissertation. Iowa State University. Paper 11857. 56p.
- Strietman W.J., Krufft A., Koffeman K.J. 2013. Een alternatief voor pluis. Eer eerste verkenning van mogelijke alternatieve materialen voor pluis. *Wing*. 61p.
- Thomas S. N., Hidayanathan S. 2006. The effect of natural sunlight on the strength of polyamide 6 multifilament and monofilament fishing net materials, *Fisheries Research*, 81:326-330.
- Tokiwa Y., Calabia B., Ugwu C., Aiba S.. Biodegradability of Plastics. *Int. J. Mol. Sci.* 2009, 10: 3722-3742.
- Vilpoux O., Averous L. 2004. Chapter 18: starch based plastics. In: technology, use and potentialities of Latin American starchy tubers. Eds: Cereda M.P. and Vilpoux O.; Collection latin american starchy tubers. NGO Raíces and Cargill Foundation -São Paulo– Brazil. Book N°3, 521-553.
- Vilt. 2014. Vlasvezel biedt mogelijkheden voor duurzame materialen. <http://www.vilt.be/vlasvezel-biedt-mogelijkheden-voor-duurzame-materialen>. Accessed 21/11/2014.
- VIMS, 2014. Fact sheet, Polyhydroxyalkanoate (PHA) biodegradable escape panel (biopanel) for crab, lobster, and fish traps. 1p. http://ccrm.vims.edu/marine_debris_removal/degradable_cull_panels/BiodegradablePanelFactSheet.pdf. Accessed 15/09/2014.
- Vincotte. (n.d). <http://www.okcompost.be/nl/ken-alle-ok-milieu-logos/ok-biobased> Accessed 25 November 2014
- Volovo T. 2004. Polyhydroxyalkanoates-plastic Materials of the 21st Century: Production, properties and applications. *Nova Biomedica*. 282p.
- Weber C.J. 2000. Biobased packaging materials for the food industry. 136p. *Wing*. 2014. Factsheet Pluis. 3p.
- Winger P.D., Legge G., Batten C., Bishop G. 2015. Evaluating potential biodegradable twines for use in the snow crab fishery off Newfoundland and Labrador. *Fisheries Research* 161: 21–23.
- Wyss institute. 2014. Manufacturing a solution to planet-clogging plastics <http://wyss.harvard.edu/viewpressrelease/144/manufacturing-a-solution-to-planetclogging-plastics> Accessed 25 November 2014.
- Xu J. and Guo B.H. 2010. Microbial Succinic acid, its polymer poly(butylene succinate) and applications. In: *Plastics from bacteria: Natural functions and applications*. Chen G.-Q. (Ed). Microbiology Monographs, Vol. 14 Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 347–388.

Zhao Q., Tao J., Yam R., Mok A., Song C. 2008. Biodegradation behavior of polycarolactone/rice husk ecocomposites in simulated soil medium. *Polym. Degrad. Stabil.* 93(8): 1571-1576.

Bijlage 1: vragenlijst spekvis

Datum:

Schip:

Naam geïnterviewde:

SECTIE 1: ACHTERGRONDINFORMATIE

1. In welke regio's vist uw vaartuig en in welke maanden ?

Regio	Maanden
Kust	
Noordzee	
Oost	
Ierse zee	
Keltische zee (Kanaal)	
Engels kanaal (West)	
Golf van Biskaje	

2. Met welk vistuig vist u?

	Klassieke boomkor	Boomkor met rolsloffen	Vleugelprofielen	Borden	Andere
Kettingmat					
Wekkers					

SECTIE 2 : SPEKKING

3. Bij wie koopt u spekking aan?

4. Welke soort koopt u aan (kleur, type)?

5. Wat is de reden dat u dit type spekking aankoopt?

6. Hoeveel koopt u aan op jaarbasis?

7. Hangt de hoeveelheid spekking die u gebruikt af van de zone waarin u vist?

JA

NEEN

8. Hoeveel spekking gebruikt u per sleepkant (schatting kg)?

Kust	Noordzee	Oost	Ierse Zee	Keltische zee (kanaal)	Engels kanaal (west)	Golf v. Biskaje

9. Spekking wordt dikwijls vervangen, hangt dit af van het visserijgebied?

- JA
 NEEN

10. Hoe dikwijls vervangt u spekking in de visserijgebieden waar u vist?

	Kust	Noordzee	Oost	Ierse Zee	Keltische zee (kanaal)	Engels kanaal (west)	Golf v. Biskaje
Elke dag							
Om de 1 à 3 dagen							
Om de week							
Om de 2 weken							
Om de maand							

11. Hoeveel kg komt er dan bij?

Kust	Noordzee	Oost	Ierse Zee	Keltische zee (kanaal)	Engels kanaal (west)	Golf v. Biskaje

SECTIE 3. : REDENEN VOOR GEBRUIK VAN SPEKKING

12. Wat zijn de redenen voor het gebruik van spekking?

- Slijtage kuil beperken
- Bescherming net
- Andere:

13. Welke zijn volgens u de 3 belangrijkste eigenschappen van spekking?

- Slijtvast
- Licht
- Gemakkelijk vast te maken aan het net
- Gemakkelijk te vervangen
- Goedkoop
- Andere:

14. Ondervindt u soms nadelen van het gebruik van spekking?

- Slijt te snel af
- Er kruipt te veel zand tussen
- Komt tussen de mazen van het net terecht
- Komt in de schroef van het schip terecht
- Komt in de spoelmachine van de vis terecht
- Andere:

15. Hoe komt spekking volgens u in zee terecht?

- Slijtage
- Verlies
- Van boord spoelen na onderhoudswerkzaamheden aan het net
- Overboord gooien
- Andere:

16. Welke van de voorgaande bronnen is volgens u de belangrijkste bron van spekking in zee?

17. Wat doet u met restjes spekking?

18. Over hoeveel restjes spekking gaat het hier (kg)?

19. Gebruikt u soms andere materialen dan polyethyleen als spekking?

JA – ga naar vraag 18

NEEN – ga naar vraag 19

20. Welke alternatieve materialen zijn dit?

21. Zou u andere materialen gebruiken mochten die beschikbaar zijn?

JA,

Waarom?

NEEN

Waarom niet?

22. Wat zou voor u het belangrijkste argument zijn om nieuwe materialen te gebruiken?

Slijtvaster

Goedkoper

Duurzamer

Andere:

HARTELIJK DANK VOOR UW MEDEWERKING!

Contact

Karen Bekaert, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
Dier
Ankerstraat 1
8400 Oostende
T +32 59 56 98 55
karen.bekaert@ilvo.vlaanderen.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
[www.ilvo.vlaanderen.be/pers en media/ILVO mededelingen](http://www.ilvo.vlaanderen.be/pers-en-media/ILVO-mededelingen)

Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding.

ILVO

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

The logo for ILVO, consisting of the letters 'ILVO' in a bold, green, sans-serif font. The letters are spaced out, with 'I' and 'L' being the tallest, 'V' being shorter, and 'O' being the same height as 'I' and 'L'.

ILVO

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be