

漁業廢棄物增值運用之國際營運模式分析

撰文/江佳純

近年來海洋廢棄物成為全球焦點，聯合國永續發展目標 SDG 14 保育及永續利用海洋與海洋資源當中，第一子項 14.1 便是在 2025 年以前，預防及大幅減少各式各樣的海洋汙染。除了陸域流入的塑膠汙染，根據聯合國糧農組織 (FAO) 統計，每年約有 64 萬噸遺失或棄置的幽靈漁撈具沉入海底，成為全球十分之一的海廢來源，在聞名的太平洋垃圾帶 (Great Pacific Garbage Patch) 有將近一半的海洋垃圾為廢棄漁網具，歐盟估算每年海洋垃圾中約有三分之一 (超過 11,000 噸) 為廢棄漁網具。

目前台灣周圍海域的廢棄漁網具數量難以估算，不過根據綠色和平組織於 2019 年 7 月所公布為期一年的台灣海岸垃圾快篩調查，推估全台海岸上總共約有 645 噸的海廢垃圾，尤以東北角至台南沿岸汙染程度嚴重，其中，漁業廢棄物 (包含浮球、漁網繩索) 的比例超過一半。環保署於 2018 年與 2019 年公布「台灣海洋廢棄物治理行動方案」(第一版與第二版)，當中將「設立漁具及漁網鼓勵回收機制」列為重要的未來行動，希望除了在漁港設置漁網具暫存區、協調回收商、清理機構或清潔隊定時或定點清運，並宣導漁民將廢棄物帶回陸地外，「拓展廢漁網具再利用途徑」亦為重要目標。

台灣具備將廢棄物轉化為再生材料的技術實力，例如：知名球鞋品牌愛迪達曾推出的海廢球鞋，再生材料是來自台灣的遠東新世紀，以轉化海洋廢棄物的技術支援；近海漁民普遍使用的流刺網，材

料以尼龍 (Nylon) 為主，台灣化學纖維、福懋興業等公司則與國際戶外服飾品牌 Patagonia 合作，提供廢棄漁網再製紗線織布的解決方案。然廢棄漁網的增值循環除技術外，更需要有具整體觀的治理框架，亦包含經濟誘因方案促進產業活絡。

根據塑膠中心「海廢塑膠循環經濟聯盟」的資料顯示，遠洋大件漁網的材料較為單一且回收價值高，收購系統已成熟；近海小件漁網分類處理成本高，回收價值也視國際原料價格波動影響；而混雜垃圾或生物屍體、品質劣化的漁網，幾乎沒有再利用的效益 (圖一)。

有鑑於我國近海漁業廢棄物回收分類處理機制，已成立跨部會海廢治理平台進行協商，惟後端循環增值經濟誘因機制尚未健全，影響回收處理成效，本文將以漁業廢棄物增值運用之國際營運模式進行探討，提供未來循環經濟發展之參考。

目前國際間針對廢棄漁網循環使用，從民生用品、再製時尚、運動產品皆有案例，主要的合作模式為漁村、非營利組織專案項目、循環材料製造商、品牌商之間的結合。Interface 以企業社會責任專案結合微型金融體系推動漁村社區創生；AQUAFIL 精進既有技術進入循環原料供應鏈，並以企業社會責任專案拓展原料來源；Ecoalf 以全回收材料混搭開發產品、打造品牌；Bureo 則由青年新創，回收南美洲廢棄漁網開發產品、再製原料、開發滑板，以及其他運動風配件產品進行銷售，推動



資料來源：台灣仿生科技發展協會實地勘查(2019)。

圖一 廢棄漁網／流刺網分類處理成本高

漁村社區海洋保育教育；及 Fishy Filaments 以技術轉化廢棄漁網為新材料，進入數位製造生產鏈。以下針對以上五個代表性案例進行介紹。

Interface 方塊模組地毯公司

以企業社會責任專案結合微型金融體系、建構漁村廢棄漁網的供應鏈、推動社區創生的 Interface 於 1973 年創立於美國，營運範圍橫跨五大洲，目前擁有超過 4,000 名員工，包含 9 個總部、7 家製造工廠，並於超過 30 個國家設有 70 多個銷售與行銷辦公室。2018 年營收約 12 億美元（新臺幣 360 億元）。

（一）主要產品與技術

方塊模組地毯製造與銷售 (B2B、B2C)，運用仿生學開發地毯模組樣式與底板黏貼技術。

（二）循環增值與成果

自 2012 年啟動 CSR 專案 (Net-Works®)，分別結合倫敦動物園學會 (Zoological Society of London)，以及明日黑人婦女基金會 (Negros Women for Tomorrow Foundation) 收集菲律賓與非洲喀麥隆漁村的廢棄漁網，交由義大利尼龍製造商 Aquafil 進行處理成再生尼龍原料或紗線，運用於地毯生產的材料。至今鏈結 40 個社區、回收 224 公噸漁網（長

度相當於可繞地球五圈）、專案觸角即將延伸至印尼的漁村。此外，社區也在過程中開發出無需電力的廢棄漁網打包機器。

（三）營運模式

結合非營利組織、以包容性商業模式如村莊儲蓄和貸款協會 VSLA 模式，扶植社區成立銀行，建立廢棄漁網供應鏈（圖二）。提供居民微型金融服務，居民或中端服務者收集或處理漁網所得，能存入社區銀行發展家庭生計與新生代的教育，而銀行也提供一定比例的環保基金進行在地生態維護。Interface 負責策略擬定、投注資金於專案與其相關衍生新創事業和商業銳敏度上，並以全球平台進行推廣。非營利組織主要負責組織社區工作、支持社區金融發展，協調漁網收集、打包與在地運輸，最後交由尼龍製造商進行材料再製。

AQUAFIL 再生尼龍原料供應商

精進既有技術進入循環原料供應鏈，並以企業社會責任專案拓展原料來源的 AQUAFIL 於 1969 年成立於義大利，營運範圍跨三大洲，目前擁有 16 家分部與工廠，超過 2,900 名員工。2017 年於義大利證券交易所上市、2018 年營收達 5 億 5,500 萬歐元（約新臺幣 187 億 5,000 萬元）。



資料來源：Net-Works®官網(2019)。

圖二 Net-Works®廢棄漁網回收專案協助漁村建構微型金融系統

(一) 主要產品與技術

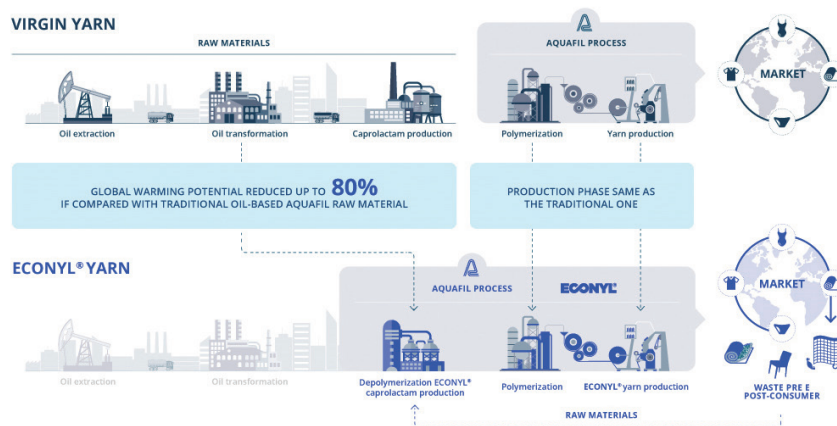
地毯紗線／紡織紗線原料供應 (Nylon 6)、人造纖維技術工程。

(二) 循環增值與成果

2011 年發展出 ECONYL® Regeneration System 技術，將廢棄漁網或地毯轉化為 ECONYL® 再生尼龍原料(圖三)，並與地毯品牌 (Interface)、時尚品牌 (Gucci、Prada、Stella McCartney)、戶外 (Patagonia、Ternua)、運動品牌 (Adidas、Speedo) 等合作，成為國際循環再生尼龍材料代表商。2018 年採用 ECONYL® 再生尼龍原料的產品合作商超過 700 家。原料來源除了品牌商與非營利組織的漁網回收專案 (例如：Interface 公司的 Net-Works® 專案或 Ternua 品牌的 REDCYCLE 專案)，2013 年也與荷蘭襪商 Star Sock、幽靈漁撈基金會 (Ghost Fishing Foundation) 參與啟動 CSR 專案 Healthy Seas。

Healthy Seas 主要目的為清除並收集海洋廢棄物 (以廢棄漁網為主)，區域涵蓋北海、亞得里亞海以及地中海，合作對象包含 100 位潛水志工以及數個漁村社區，收集之海洋廢棄物增值成為 ECONYL® 再生尼龍料。以 ECONYL® 原料為基礎的應用產品 (例如：地毯)，有助於在美國 LEED V4 綠建築指標評分項目得分，項目包含：整合過程 (Integrative Process)、室內環境品質 (Indoor

The "life cycle thinking" approach



說明：在製程階段相同的條件下，ECONYL®再生尼龍相較該公司傳統尼龍降低氣候暖化衝擊可達80%。
資料來源：Aquafil官網(2019)。

圖三 ECONYL®再生尼龍降低氣候暖化衝擊

Environmental Quality)、材料與資源 (Materials and Resources)、創新設計流程 (Innovation & Design Process)。

(三) 營運模式

研發自有再生尼龍技術並建構相關供應鏈的執行準則、品質標準，並結合非營利組織收集原料(廢棄漁網)，提供如地毯、時尚品牌商產品服務、提高公司形象。同時也讓 ECONYL® 再生尼龍料成為綠色指標(例如：LEED)的選項、開拓業務機會，近兩年 ECONYL® 再生尼龍營收占 AQUAFIL 公司總營收將近四成。

Ecoalf 時尚品牌 B 型企業

目標以全回收材料混搭開發產品、打造品牌，並與地方政府合作進行海廢原料收集與教育推廣的 Ecoalf 成立於 2009 年，是西班牙第一家 B 型企業，總部位於馬德里。在歐洲擁有 350 個銷售點、約 35 名員工，年營業額達 700 萬歐元(新臺幣 2 億 3,600 萬元)，2020 年 3 月跨足亞洲於日本東京開設第一間旗艦店。

(一) 主要產品與技術

結合處理商，以塑膠垃圾、廢棄漁網再製原料開發服裝與配件，主要提供運動產業。

(二) 循環加值與成果

2015 年成立 ECOALF Foundation，以 Upcycling the Oceans Spain 專案進行西班牙沿岸海洋廢棄物的回收，與漁港船隊(例如：比利亞霍約薩 Villajoyosa、阿利坎特 Alicante 港)合作，付費收集海洋、船上、港邊的廢棄物，再交由西班牙回收商 Ecoembes 與其他回收廠進行處理再製原料供產品開發使用。至今有超過 40 個港口和 3,000 名漁民加入行列，收集約 500 噸海洋垃圾，持續與地方政府洽談，預計將延伸至 16 個地中海國家地區(跨義大利與希臘)。

2017 年複製專案成功模式，與泰油全球化學

(PTT Global Chemical) 公司和泰國觀光局合作，啟動 Upcycling the Oceans Thailand 專案，於沙美島、普吉島進行從生態觀光教育、漁網與垃圾收集、回收、再製、再利用的加值流程。此外，該公司也在研發使自家產品再次可回收利用的方法，也打造服飾系列「Because there is no planet B」，該品系 10% 的營收利潤會運用於清潔海洋。

(三) 營運模式

Ecoalf 公司開發回收材料產品，於自有實體店面與線上進行銷售、成立基金會與漁民船隊合作，收集海洋垃圾作為公司再生原料來源之一。該公司目標以全回收材料混搭開發服飾與配件產品，包含廢棄塑膠瓶、漁網、咖啡渣或輪胎等材料。與各國際品牌合作，例如：與星巴克合作使用回收咖啡渣再製產品、與 CAMPER、SWATCH、Coca Cola、Apple 等以海廢再製原料開發聯名限量產品；藉由多位名人效應打響知名度，例如：西班牙名譽皇后 Doña Sofia、英美影星 Will Smith、Richard Gere、Gwyneth Paltrow、西甲聯賽拉科魯尼亞球隊等，都曾穿上該公司產品。

Bureo 運動風品牌 B 型企業

由青年新創回收南美洲廢棄漁網開發產品，並推動漁村社區海洋保育教育的 Bureo 成立於 2013 年，是位於智利與美國加州的 B 型新創企業。該公司由美國加州三位衝浪夥伴受智利政府邀請前往當地 Cocholgue 漁村設立，而 Bureo 在智利當地馬普切語中，指「浪潮」的意思。

(一) 主要產品與技術

以廢棄漁網再製原料開發滑板與其他運動風配件產品進行銷售。

(二) 循環加值與成果

設立 Net Positiva program，向漁夫收購廢棄漁網，再由搬運商收集至工廠進行處理、絞碎、造粒。設立至今，已與智利境內超過 50 個漁村社區

合作，觸角也延伸至阿根廷與秘魯，接續還有烏拉圭。由於公司創立之初因為漁村對於廢棄漁網回收再利用的認知不足、缺乏持續誘因，因此除了透過付費收購、也於社區推動青年海洋教育。此外，Bureo 加入 1% for the Planet 組織，將所得的 1% 捐出作為環保用途。

（三）營運模式

連結漁村、漁網製造商等收集原料，除開發自有商品滑板（150-200 美元，約新臺幣 4,500-6,000 元），也與多個品牌合作開發聯名商品、打造海廢運動產品商的形象，包含 Jinga 海廢材料疊疊樂（50 美元，約新臺幣 1,500 元）、TREK 單車水壺架（15 美元，約新臺幣 450 元）、COSTA 太陽眼鏡（199 美元，約新臺幣 5,970 元）。2016 年放棄數位廣告與行銷的費用投資，專注於回收系統的建立。2020 年獲得戶外品牌商 Patagonia 訂單，將使用 Bureo 回收再製原料製作帽緣，未來希望成為回收再製材料供應商。

Fishy Filaments 3D 列印循環材料商

以技術轉化廢棄漁網為新材料，進入數位製造生產鏈的 Fishy Filaments 3D 列印，於 2017 年以

股權型群眾募資獲得 20 萬英鎊（新臺幣 800 萬元）成立，總部位於英國康沃爾郡 (Cornwall) 紐倫鎮 (Newlyn)。

（一）主要產品與技術

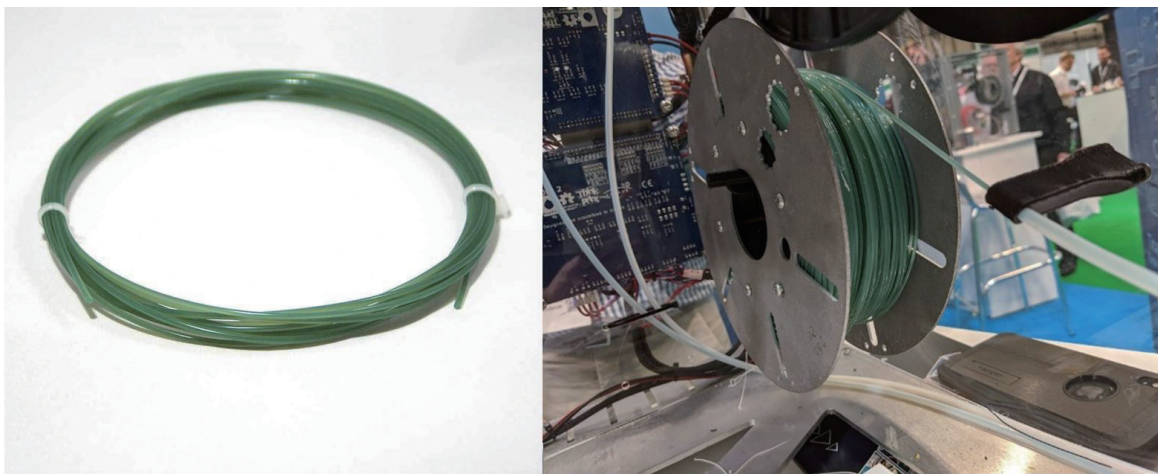
將在地廢棄漁網轉為 3D 列印用新材料。

（二）循環加值與成果

康沃爾郡 (Cornwall) 是英國著名且歷史悠久的漁業郡，Fishy Filaments 與紐倫鎮漁港辦公室緊密合作、並鏈結西北歐海洋保育組織 KIMO 的專案 Fishing for Litter 獲取當地的廢棄漁網及相關零件，重製為工程級 3D 列印之回收尼龍材料（圖四）。2019 年與 Fishtek Marine 公司成為合作夥伴，產品運用於開發防止混獲 (bycatch) 的漁網科技。

（三）營運模式

以自有技術結合在地產業廢棄物、開發新材料。產品為小量訂製，樣本 50 公克 5 英鎊（約新臺幣 200 元）、成品 250 公克 30 英鎊（約新臺幣 1,200 元）。除了進入 3D 列印材料市場，Fishy Filaments 也將此材料於傳統射出成形技術所生產的產品上少量測試成功。2019 年成為荷蘭 3D 列印機開源系統



資料來源：Fishy Filaments 官網、E3d Online (2019)。

圖四 廢棄漁網轉化為 3D 列印數位製造科技新材料

製造商 Ultimaker 的材料聯盟成員。Ultimaker 在全球三個國家設有辦公室、經銷商遍布 50 個國家。

結語

為協助中小企業發展漁業廢棄物技術解決方案與商業應用，歐盟於 2014 年資助名為「Circular Ocean」的計畫，以及其延續計畫「Blue Circular Economy」，針對解決歐洲北部周圍與北極海域的廢棄漁網具問題，提供相關知識、學術研究成果、技術應用現況等資訊，串聯相關企業合作、形成循環增值利用的聚落，目標任務為企業創造永續商業發展機會、兼顧在地經濟與環境利益。計畫當中列出廢棄漁網具相關增值產品，目前大多仍以低階應用（如織物纖維）為主（表一）。

根據亞洲開發銀行，顯示亞洲地區有 3,400 萬人以捕魚維生，而漁業廢棄物對於海洋健康的影響將衝擊海洋經濟。然海洋健康相關計畫吸引投資力道不足，亞銀希望借鏡以往的綠色投資，發展藍色基金、藍色融資方案、甚至協助規劃藍色債券，以市場機制鼓勵相關解決方案的商業發展。

全球性環境與發展智庫「世界資源研究所」(World Resources Institute) 指出，目前人類對於廢棄物再利用處理的技術與能力還不夠，是循環經濟發展的障礙之一。經濟部工業局也指出，廢棄漁網的材料（尼龍類）回收及再生技術在我國循環經濟發展上為重要一環，然因缺乏穩定的再生料源與完整的混煉技術平台，仍屬於斷鏈產業，再生尼龍粒的應用主要還是以低階產品如織物纖維等，降低廠商

表一 各國廢棄漁網相關增值產品

公司	國家	員工數	產品
Karün	智利	11~50	太陽眼鏡
Bracenet	德國	1~5	手環
Planet Love Life	美國	1~5	手環、項鍊、鑰匙圈、狗項圈
Kettle Core Enterprises	美國	1~5	腳踏車配件、園藝用配件
Axiom	加拿大	1~5	腳踏車配件
Teko	英國	10~15	襪子
Klattermusen	瑞典	11~50	戶外服飾
Rubymoon	英國	1~10	泳衣
Auria	英國	1~10	泳衣
Adidas	德國	60,000+	球鞋、泳衣
Verdura	義大利	1~10	鞋子、靴子
Milliken	美國	7,000+	地毯
The Maine Coast Rope Rugs	美國	1~5	墊子
A Frayed Kno	英國	1~5	墊子
Fishpond	美國	1~10	漁具

資料來源：Circular Ocean 官網；科技部計畫整理(2019)。

投入回收的意願。

不過這也是業者從上游回收原料再生製程與相關高階應用產品中找尋切入點的機會。惟廢棄漁網循環加值的利害關係人多元，包含政府、漁村（民）、非營利組織、回收商、加值技術開發、品牌

商、（產品）驗證單位、消費者等，如何在新技術開發的同時，以開放式創新的架構衍生新的商業模式、永續好生意，需要各界對漁業廢棄物問題意識的認知及參與。

AgBIO

江佳純 台灣仿生科技發展協會 秘書長

參考文獻

1. 賴森茂、江佳純 (2019) 循環材料科技研發—以漁業廢棄物加值運用為例。農業生技產業季刊，NO.58，頁15~20。
2. FAO, "Our oceans are haunted - How 'ghost fishing' is devastating our marine environments" (2018), From www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1099596/.
3. Blue Circular Economy (2019) "Environmental Impact Fact sheet", From bluecirculareconomy.eu/about/.
4. 綠色和平，海，有什麼「塑」—台灣海岸垃圾總體檢，2019年7月。
5. 環境保護署，台灣海洋廢棄物治理行動方案（第一版），2018年5月，From www.epa.gov.tw/SWM/5919C0B615518E4D。
6. 鄧凱元 (2016) 全球首雙海洋垃圾鞋 只有台灣能做，天下雜誌，From www.cw.com.tw/article/article.action?id=5079792。
7. 彭暄貽(2019) 台塑、台化、福懋啟動尼龍回收及食安可分解投資計畫，From www.chinatimes.com/realtimenews/20190709002575-260410?chdtv。
8. 財團法人塑膠工業技術發展中心，“海廢塑膠循環經濟聯盟”簡報，2019年9月。
9. Interface (2019), "Interface Annual 2018 Report", From investors.interface.com/financials/annual-reports-and-proxy-statements/default.aspx.
10. Interface, Net-Works, From net-works.com/.
11. Aquafil, From www.aquafil.com/.
12. Aquafil (2019) "AQUAFIL Sustainability Report 2018", From www.aquafil.com/sustainability/the-sustainability-report/.
13. Econyl, From www.econyl.com/about-us/.
14. Healthyseas, From healthyseas.org/about-us/.
15. FacilityExecutive, "Aquafil ECONYL Regenerated Nylon" (2019), From facilityexecutive.com/2019/10/aquafil-econyl-regenerated-nylon/.
16. Ecoalf, From <https://ecoalf.com/en/>.
17. Elena Hita, "ECOALF O CÓMO PONER DE MODA LA BASURA" (2018) El Confidencial, From brands.elconfidencial.com/sociedad/2018-07-09/ecoalf-moda-basura-mar-plastico_1588794/
18. Almudena Galán, "Ecoalf, the sustainable clothing brand that wins over celebrities", Spain Life Exclusive (2019), From spainlifeexclusive.com/ecoalf-sustainable-clothing-brand-celebrities/.
19. Alexandra Benito, "Retoma el gym con ganas (y siendo respetuoso con el medioambiente) con Ecoalf" (2019), From www.vanitatis.elconfidencial.com/estilo/moda/2019-09-28/retoma-gym-con-ganas-respetuoso-ecoalf_2243615/.
20. Nora Veerman, "Because there is no planet B: de eerste winkel van Ecoalf in Nederland", FashionUnited (2019), From fashionunited.nl/nieuws/retail/because-there-is-no-planet-b-de-eerste-winkel-van-ecoalf-in-nederland/2019120344271.
21. Shirakawa Marina, "Fashion firms offer couture for the future", NHK WORLD-Japan (2020), From <https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/news/backstories/958/>.
22. Bureo, From bureo.co/.
23. LivingCircular, "From the sea to the street, sustainable skateboards from Bureo" (2018) From www.livingcircular.veolia.com/en/eco-citizen/sea-street-sustainable-skateboards-bureo.
24. Andy Cochrane, "Your Flashy New Gear Might Be Made of Crusty Old Fishing Nets", Gear Patrol (2019), From gearpatrol.com/2019/08/25/bureo-gear-from-fishing-nets.

參考文獻

25. Fishy Filaments, From fishyfilaments.com/.
26. Crowdcube, "Fishy Filaments", From [www.crowdcube.com/ companies/fishy-filaments/pitches/lxeX3Z](http://www.crowdcube.com/companies/fishy-filaments/pitches/lxeX3Z).
27. Circular Ocean, From www.circularocean.eu/.
28. Blue Circular Econom, From bluecirculareconomy.eu/about/.
29. Mathy S., "Barriers to a Circular Economy: 5 Reasons the World Wastes So Much Stuff (and Why It's Not Just the Consumer's Fault)", World Resources Institute (2018) From [www.wri.org/blog/2018/05/ barriers-circular-economy-5-reasons-world-wastes-so-much-stuff-and-why-its-not-just](http://www.wri.org/blog/2018/05/barriers-circular-economy-5-reasons-world-wastes-so-much-stuff-and-why-its-not-just)
30. 經濟部工業局，海洋回收尼龍混煉技術發展，工業服務電子報，第358期，2019年3月， From [www.moeaidb.gov.tw/external/ctlr? PRO=epaper.rwdEpaperView&id=5543#6885](http://www.moeaidb.gov.tw/external/ctlr?PRO=epaper.rwdEpaperView&id=5543#6885)。
31. Ingrid van Wees, "Deep clean: How 'blue finance' can save our oceans", IPS (2020) From www.ipsnews.net/2020/01/deep-clean-blue-finance-can-save-oceans/.