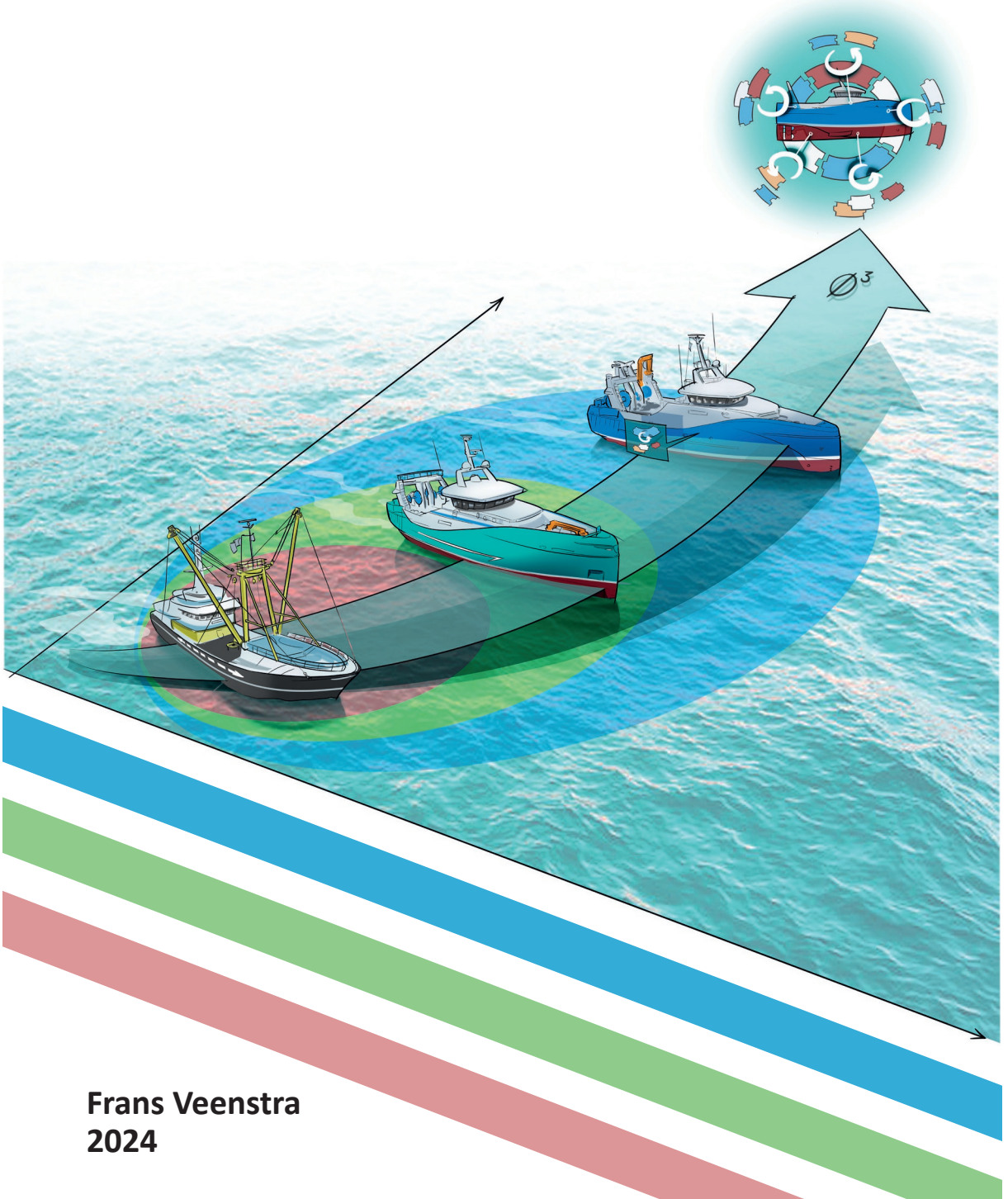


Toekomstbestendig ontwerpen

Visserij duurzaamheid en systeem
methodische ontwerpprocessen



Stellingen

1. Duurzame kottervisserij is alleen mogelijk door klimaatdoelen methodisch in het ontwerp te integreren.
(dit proefschrift)
2. Om in de toekomst op de multifunctionele Noordzee te kunnen vissen is een paradigmaverschuiving onvermijdelijk.
(dit proefschrift)
3. De omslag van technisch naar sociaal-technisch ontwerpen vereist inbreng van academische kennis.
4. Groene technologieën worden niet duurzaam ontwikkeld op oude aannames.
5. Met alleen technologische innovaties stopt de opwarming van onze planeet niet.
6. Zonder publieke financiering raakt elk mkb-gerelateerd onderzoek tussen wal en schip.
7. Wetenschappelijke kennis was ondergeschikt aan nationale en internationale belangen bij EU-verbod Noordzee pulsvisserij.

Stellingen behorende bij het proefschrift:

Visserij duurzaamheid en systeem methodische ontwerpprocessen

Frans Veenstra
Wageningen, 7 juni 2024

Toekomstbestendig ontwerpen

Visserij duurzaamheid en systeem methodische ontwerpprocessen

Frans Veenstra

Promotiecommissie

Promotoren

Prof. dr.ir. P.W.G. Groot Koerkamp

Hoogleraar bij vakgroep Agricultural Biosystems Engineering

Wageningen University & Research

Prof. dr.ir. J.A.A.M. Stoop

Emeritus hoogleraar bij Forensic Engineering and Safety investigations

Lund University, School of Aviation, Sweden

Gast hoogleraar bij Civil Engineering and Geotechnics

Technical University Delft

Gast hoogleraar bij HVA-Amsterdam Academy

University of Applied Sciences

Co-promotor

Dr. M Derks

Universitair docent, Vakgroep Agricultural Biosystems Engineering

Wageningen University & Research

Overige leden

Prof. dr. C.P. Veerman, Veermanconsultancy, Goudswaard

Dr. M.C.TH. Scholten, Wageningen University & Research

Dr. ir. J.O. de Kat, Maersk Group, Center for Zero Carbon Shipping, Kopenhagen, Denemarken

Prof. dr. ir. C. Leeuwis, Wageningen University & Research

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de Graduate school "Production Ecology & Resource Conservation.

Toekomstbestendig ontwerpen

Visserij duurzaamheid en systeem methodische ontwerpprocessen

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor

aan Wageningen University

op gezag van de rector magnificus,

Prof. dr. C. Kroeze,

ten overstaan van een door het

College voor Promoties ingestelde commissie

in het openbaar te verdedigen

op vrijdag 7 juni 2024

des namiddags te half twee in het Omnia Auditorium.

Frans Veenstra

Toekomstbestendig ontwerpen: Visserij duurzaamheid en systeem methodische ontwerpprocessen

190 pagina's

Thesis Wageningen University, Wageningen, Nederland (2024)

With references, with summaries in Dutch and English

ISBN 978-94-6469-967-8

DOI-link: <https://doi.org/10.18174/658539>

INHOUDSOPGAVE

Hoofdstuk 1 Introductie	11
1.1 Context	11
1.2 Duurzaamheidsaspecten in de Noordzee kottervisserij	11
1.3 De grote drijfveren voor verduurzaming van de Noordzee kottervisserij, 1990-heden	15
1.3.1 De Arbowet van 1993	15
1.3.2 Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen, 2004	15
1.3.3 De klimaatakkoorden van Parijs, 2015	16
1.4 Ontwerpprocessen en begrippenkader voor een duurzame visserij met kotters, 1990-heden	17
1.5 Van drie duurzaamheidsuitdagingen naar drie ontwerpen	18
Hoofdstuk 2 Derivatief, enkelvoudig duurzaam ontwerpen, kotter 2000	21
2.1 Introductie veiligheidsproblematiek en kennis boomkorvisserij	23
2.1.1 Arbo-onderzoek aan boord van bestaande Noordzee boomkorkotters	23
2.1.2 Ontwerpmethoden voor Noordzee boomkorkotters 80er jaren	26
2.1.3 Visserijwerkzaamheden en taakverdeling aan boord van boomkorvisserijsschepen	28
2.2 Materiaal en methode voor veiligheid-geïntegreerd herontwerpen	32
2.3 Analyses arbo-, ongevallen- en veiligheidsdata aan boord boomkorkotters	33
2.3.1 Dataverzameling arbeidsongevallen en arbeidsongeschiktheid	33
2.3.2 Veiligheidsanalyses en typologie arbeidsongevallen en ziekteverzuim	34
2.3.3 Werkplekanalyses en aanvullende oorzaken van verminderde arbeidsomstandigheden	37
2.3.4 Rangschikking ongevallen en taakanalyses in oplossingenmatrices	42
2.4 Van Programma van Eisen naar deeloplossingen en herontwerp	44
2.4.1 Keuze systeemmodel boomkorkotter en Programma van Eisen	44
2.4.2 Deeloplossingen en gecombineerde herontwerpaanpassingen	45
2.4.3 Wijziging hoofdindeling Kotter-2000 herontwerp en nieuw ontwerp	48
2.4.4 Proof-of-Principle Kotter-2000 herontwerp	50
2.4.5 Proof-of-concept Kotter-2000 nieuw ontwerp	51
2.5 Kennisoverdracht en Kotter-2000 doorontwikkeling	55
2.5.1 Kennisoverdracht en educatie (ontwerp)ontwikkelingen	55
2.5.2 Follow-up en doorontwikkeling Kotter-2000	59
2.6 Reflectie derivatief herontwerpen Kotter-2000	60
Hoofdstuk 3 Disruptief, meervoudig duurzaam ontwerpen, MDV-1	65
3.1 Inleiding	67
3.1.1 Ontwikkeling van een netwerk: beleidsmakers, stakeholders en het MDV-1 ontwerpteam	68
3.1.2 Van netwerk naar ontwerp: procesverloop en betrokkenen	69
3.1.3 Systeem-methodisch ontwerpen	70
3.2 Analyses	71
3.2.1 Analyse veranderingsdrijfveren en toekomstvisie	72
3.2.2 Identificatie systeemgrens voor her nieuw ontwerp en ontwerpdoelen	72
3.2.3 Systeemmodel en eerste set Programma van Eisen	73
3.3 Ontwerpen, innovatieve deeloplossingen en synthese	76

3.3.1 Ontleden hoofd scheepssysteemmodel in functionele deelsystemen	76
3.3.2 Genereren duurzame (deel)ontwerpoplossingen en -systeemoptimalisaties	77
3.3.3 Synthese deelsystemen/hoofdinovatiepijlers in MDV-1 bestekontwerp	79
3.4 Kennisoverdracht en uitrol MDV-1 Proof-of-Concept	82
3.5 Reflectie disruptief meervoudig-duurzaam ontwerpen, MDV-1	82
Hoofdstuk 4 Prospectief, circulair duurzaam ontwerpen, MDV-1/CE	87
4.1 Introductie	89
4.1.1 Afbakening en proces	89
4.2 Analyses	90
4.2.1 Analyse maatschappelijke en politieke veranderingsdrijfveren	91
4.2.2 Identificatie lange termijn ontwerp drijfveren en doelen	90
4.2.3 Keuze referentie hoofdsysteemmodel en eerste set Programma van Eisen	91
4.3 Ontwerpen	97
4.3.1 Hoofdsysteemdecompositie in modulaire deelsystemen	97
4.3.2 Synthese deelsysteeminnovaties met CEDI-verduurzamingsmatrices in MDV-1/CE systeemmodel	102
4.4 Evaluatie MDV-1/CE Proof of Principle	103
4.5 Reflectie prospectief, circulair, klimaat responsief duurzaam ontwerpen en beperkingen	103
Hoofdstuk 5 Reflectie systeem-methodisch ontwerpen in de Noordzee kottervisserij	109
5.1 Belangrijkste bevindingen	111
5.2 Belangrijkste systeem-methodische inzichten	112
5.3 Systeemontwerpen bij methodische productontwikkeling: basis en vergelijking met andere domeinen	116
5.4 Aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwerp	121
5.4.1 Overzicht van relevante ontwerp tools voor holistische ontwerp aspecten	121
5.5 Conclusies	123
Literatuurlijst	129
Bronnenlijst	136
Appendix	158
Afkortingen-begrippenlijst	177
Samenvatting	180
Summary	184
Over de auteur	188
Dankwoord	189



Hoofdstuk 1

Introductie

Hoofdstuk 1 Introductie

1.1 Context

De klimaatverandering en benodigde energietransitie brengen uitdagingen met zich mee voor allerlei sectoren en ontwerpdisciplines. Eén daarvan is de Noordzeevervisserij. Ontwerpkennis van integraal duurzame scheepsonwerpen is nodig om de broeikasgasemissies, met name kooldioxide (CO₂), substantieel te beperken en om de overgang te bewerkstelligen van de bestaande lineaire economie naar een circulair duurzame (CE) economie. In een circulaire economie worden de toegepaste grondstoffen en reststromen van bv. voedsel zoveel mogelijk hergebruikt. Daarnaast ligt bij toekomstbestendige, duurzame schepen de ontwerpfocus ook in toenemende mate op sociaal-maatschappelijke aspecten. Voor bedrijven gelden sinds 2000 overheidsrichtlijnen voor Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO), die ook van toepassing zijn op de kottervisserij. De MVO-benadering houdt voor MKB-bedrijven inspanningsverplichtingen in naar duurzaam ondernemen. Deze duurzaamheid behelst zowel de economische prestaties als integratie van de sociale en ecologische randvoorwaarden (*people, planet, profit*). Als invulling van de internationale Klimaatakkoorden zijn door de EU ambitieuze klimaatdoelen opgesteld en in 2020 vastgelegd in aangescherpte wet- en regelgeving, de Green Deals ([1.1]). Deze EU- en nationale doelen stellen resultaatverplichtingen van substantiële tot volledige emissiereductie, voor respectievelijk de midden en lange termijn, maar houden ook sociale en welvaartsinspanningsverplichtingen in.

Deze externe duurzaamheidsdrijfveren kwamen bovenop de sinds 1970 geldende gezamenlijke visserijregels met vanaf 1983 EU-wettelijke overheidsbeperkingen (Common Fisheries Policy [1.2]). Deze waren toentertijd ingesteld om overbevissing op de Noordzee te voorkomen. Waar eerder slechts technische verbeteringen werden doorgevoerd, schoten deze conventionele ontwerpproessen met de nieuwe randvoorwaarden te kort en het basisconcept van de boomkorkotter was na 50 jaar van losse modificaties aan vernieuwing toe. Het traditionele ontwerpproces voor kotters dat gebaseerd was op praktijk- en ervaringskennis voldeed niet meer ([1.3-1.4]).

Aan het begin van 21^e eeuw onderging de visserijsector een economische crisis en had een verouderde vloot. De visserijsector had derhalve meerdere interne drijfveren om tot nieuwe, duurzame concepten voor kotterontwerpen te komen. Daarbij was wetenschappelijk input van ontwerpkennis gewenst ([1.4]). De energie- en klimaatuitdagingen vroegen om nieuwe ontwerpbenaderingen, waarin zowel technische, operationele als sociaalmaatschappelijke ontwerpaspecten geanalyseerd, geïdentificeerd en geïntegreerd konden worden ([1.5]).

1.2 Duurzaamheidsaspecten in de Noordzee kottervisserij

De structuur van de Noordzee platviskottervisserij bestaat anno 2024 al 90 jaar uit kleinschalige bedrijven, die rendabel en duurzaam willen blijven vissen. Door het sluiten van de Zuiderzee (1932; [1.6]) gingen de MKB-bedrijven, veelal schipper-eigenaren, op zoek naar een nieuwe Noordzee bodemtrawl vangstmethode met bijbehorende boomkorkotters (tabel 1.1) en nieuwe Noordzee visgronden met nieuwe commerciële platvissoorten. De duurzaamheidsbenadering betrof vooral continuïteit van de familiebedrijven door gebruik te maken van praktische innovaties op gebied van visserij- en scheepstechniek om hun schepen te verbeteren. In de eerste decennia waren de verbeteringen voornamelijk gericht op betere visvangst- en opsporingstechnieken aan boord van de bestaande tweedehands schepen, oude haringzijtrawlers. Vernieuwing van het vissersvaartuig was in het begin ondergeschikt aan de voortdurend verbeterde visvangsttechnieken. Om de vers gevangen vis zo lang mogelijk goed te kunnen houden en verder weg liggende visgronden te kunnen bevissen werd

gretig gebruik gemaakt van de nieuwste innovaties, met name ten aanzien navigatieapparatuur en gekoelde visopslagmogelijkheden. Door deze operationele verbeteringen werd het mogelijk de weekvisserij (maandag tot zaterdag) op bijvoorbeeld de visrijke Doggersbank uit te oefenen en de verse vis op ijs aan te voeren. Door het beperkte kwaliteitsverlies na de vangst en opslag aan boord konden de visverwerkende bedrijven aan de wal goede kwaliteit vis verwerken met langere houdbaarheid. De platvis-verwerkende bedrijven in Urk groeiden navenant met de snelle en innovatieve uitbreiding van de Noordzee boomkorvloot ([1.7]). Deze ontwikkelingen zorgden ervoor dat de Nederlandse platvisvisserij wereldleider werd in deze ketens. Toen in 1975 de EEG de quotummaatregel instelde beheerden de Nederlandse vissers nagenoeg het hele Noordzee platvisquotum. Het succes van het Nederlandse platviscomplex (aanvoer, verwerking, handel) is te vergelijken met de ontwikkeling van de Noorse zalmvisserij en IJslandse kabeljauwvisserij in de afgelopen 50 jaar.

Tabel 1.1 Overzicht en beschrijving van kernbegrippen uit de boomkorvisserij.

Begrip	Beschrijving
Kotter	Kleinschalige vissersvaartuig voor vangen van bodemvissen en vers-aanvoer naar de wal; lengte 24-40 meter.
Boomkorvisserij	Een in Nederland ontwikkelde, energie-intensieve visserijmethode voor de Noordzee (vanaf 1932) waarbij 2 vistuigen ter weerszijde van de kotter over de zeebodem worden gesleept (weekvisserij, ca. 45 weken p.j.).
Demersale vis	Demersale vissoorten komen voor op/nabij de zandbodem van de Noordzee. Boomkorvisserij commerciële doelsoorten zijn platvis: tong, tarbot, schol, en schaar en rondvisbijvangsten: kabeljauw, rode poon en wijting.
Boomkor-pulsvisserij	Elektrische stimulering van platvis uit de bodem met pulsjes (ca. 40 V); ter vervanging van energie-intensieve mechanische wekkerketting stimulering (lawaaï en trillingen).

Tot in de 70^{er} jaren van de vorige eeuw was de Noordzee voor de kottervisserij en buitenlandse vissers een *Mare liberum*. De Noordzeevissers hadden met weinig visserijbeperkende maatregelen te maken en er was nauwelijks sprake van politieke en maatschappelijke bemoeienis. Wel stelden Engeland, Ierland en IJsland in 1977 50 tot 200 mijlszones in die beperkingen oplegden aan Nederlandse vissers met betrekking tot scheepsgrootte (max. 33 m) en voortstuwingsvermogens (max. 1100 pk/806 kW). De toenmalige duurzaamheid betrof voornamelijk de rentabiliteit en continuïteit van de familiebedrijven. Hiervoor werden vooral binnen de mogelijkheden van bestaande vissersvaartuigen technische innovaties aangewend. De vissers op zee waren naar elkaar zeer competitief ingesteld en gingen voor de hoogste weekbesommingen met hun relatief kleine kotters en lage voortstuwingsvermogens. Goede vangsten en besommingen leidden in de jaren 1960-1980 tot meer vissersvaartuigen (van 200 naar 600 Nederlandse kotters) en schaalvergroting (van 600 naar 3000 pk/2200 kW). In de 70^{er} jaren werden de zijtrawlers, die erg kwetsbaar waren voor kapseizen, vervangen door een nieuw ontwerp voor de boomkorkotter. De kotters werden vervolgens groter (van 20 m naar 40-45 m lengte) en bijbehorende voortstuwingsvermogens namen verder toe (tot 3000 à 4000 pk/2933 kW). Meer vermogen betekende grotere vangsten en minder aandacht van de MKB-bedrijven voor het duurzaam beheer van de visbestanden. Omdat de gehanteerde bodemvisserij met gesleepte vistuigen een brandstof intensieve visserijmethode was (en nog is), dragen de brandstofkosten voor een zeer groot deel bij aan de bedrijfskosten (30- 40 %). De verdienmodellen staan vaak onder druk, temeer omdat zowel de brandstofprijzen als visprijzen gekoppeld zijn aan wereldmarktprijzen, die vaak fluctueren ten tijde van energie- en economiecrises.

Met de hogere vermogens nam het risico op werkongevallen aan boord sterk toe en verslechterden de werkomstandigheden door een zogenaamd wreed zeegangsgedrag. Om (kapseis)ongevallen te voorkomen waren de stabiliteitseisen voor kotters aanzienlijk aangescherpt, met als neveneffect dat de schepen heftiger slingerden en stampten. Deze laatste eisen waren door de Nederlandse Scheepvaartinspectie wettelijk ingesteld, afgeleid van de Internationale Maritieme Scheepvaartseisen (IMO), en tailormade toegepast voor de boomkorkotters.

De enorme schaalvergroting van de boomkorvloot was een trigger voor de nationale overheid en EEG om in de jaren '70 al met een voorloper van het EU Gemeenschappelijk Visserijbeleid te komen (GVB, 1973). Dit beleid vormde de eerste aanzet tot een Noordzee visstandbeheer met zowel een Structuurbeleid voor de vernieuwing van de kottervloot als marktbeleid voor visserijproducten (tabel 1.2). In 1983 werd dit voorloperbeleid in officiële EEG-beleidsregels vastgelegd en uitgebreid met technische maatregelen ter verdere bescherming van de visstanden. Diverse visserijbeperkende aanscherpingen volgden nog, zoals de voorzorgsmaatregelen (1993) en het instellen van de *maximum sustainable yield* (MSY). De hier mee gepaard gaande technische maatregelen regelden de capaciteitsbeperkingen voor vangsten middels vergunningen (max. capaciteit van de vloot), maximaliseren van de vermogens (van 4000 naar max. 2000 pk/1470 kW) en beperking van de boomkorlengtes (van 24 m naar max 12m). In het kader van de verslechterde werkomstandigheden aan boord stelde de EU eveneens sociale wetgeving op om de hoge ongevallenpercentages, vele afkeuringen en hoog ziekteverzuim in de jaren '70/'80 te verminderen. Met deze sociale EU-maatregelen namen de overheid en sectorbestuurders hun verantwoordelijkheid voor verder duurzaam vissen in de Noordzee.

Met lange termijnproblemen en duurzaamheid, laat staan het duurzaamheids-imago, hield men zich tot in de 21^e eeuw niet of nauwelijks bezig. Op korte termijnveranderingen reageerde elk bedrijf veerkrachtig en werd het wiel eigenstandig uitgevonden en werden oplossingen doorgevoerd. Wanneer door nieuwe innovaties de collectieve impact op visbestanden en ecosystemen weer te groot werd, volgde de overheid met nieuwe beperkende regelgeving. Een repeterend proces van praktijk-politieke acties/reacties en vice versa. Op de veranderende omstandigheden en nieuwe technische maatregelen werd door de publiek-privaat betrokkenen voornamelijk reactief gereageerd, zowel door individuele vissers als door de sector en beleidsministeries. Het basis boomkorkotterontwerp werd zo lang mogelijk ad-hoc aangepast met nieuwe op de markt komende korte termijn innovaties.

Elke tien jaar had de kottervisserij wel met een crisis en met nieuwe onzekerheden op korte termijn te maken. Steeds stopten er kotturbedrijven op basis van koude en warme saneringen. Na een viertal saneringsronden in de periode 1990- 2015 nam het aantal kotturbedrijven met ca 50 % af.

Tabel 1.2 Tijdlijn van de Noordzee kottervisserij met belangrijkste Noordzeevisserij beleidsontwikkelingen.

Tijdlijn	Visserij beleid en kottervisserij regelgeving
1932	Sluiting Zuiderzee visgronden, start offshore boomkorvisserij.
1973	EEG introduceert voorloper Gemeenschappelijk Visserij Beleid (GVB) t.a.v. structuur en marktbeleid visserijproducten.
1978	Europees structuurbeleid voor vernieuwing en uitbreiding Europese vloot Start GVB met EU wettelijke regelingen m.b.t. Structuur, Marktbeleid (1970), Externe landenbeleid (1977) en nieuw beleid voor bescherming visbestanden (total allowable catches (TAC); quota).
1987	NL begrenst motorvermogen kottervloot (max. 2000pk/1470kW); NL begrenst lengte van de boomkor (max. 12 m).
1988	EU verbiedt alle vormen van elektrische visserij in mariene wateren; NL stelt co-management systeem in; beheergroepen vissers gezamenlijk verantwoordelijk (einde visfraude).
1993	EU Arbeidsomstandighedenwet ook van toepassing kottervisserij.
2002	NL stelt Noordzee Adviesraad in (meer betrokkenheid belanghebbenden), Internationale focus op cradle-to-cradle-, ecodesign principes, overgang lineaire in Cirulaire Economie (CE); NL aanbeveling Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO), ook voor MKB (visserij)-bedrijven.
2006	NL Taskforce Duurzame Noordzee Kottervisserij en instelling visserij Innovatie Platform; richten zich op economisch, ecologisch, pulsvisserij toekomstperspectief en constructieve dialoog met wetenschap en maatschappelijke organisaties;

2010	EU geeft iedere lidstaat ontheffing om tot een maximum van 5 % van de vloot met de pulskor in de Noordzee te vissen.
2013	EU/NL bilaterale over extra boomkorkotter-pulsontheffingen (max 42). Herziening EU GVB met instelling <i>maximum sustainable yield</i> (MSY), aanlandplicht en regionalisering.
2014	NL geeft additioneel pulsontheffingen uit (42 naar 82);
2015	NL heft Productschap Vis op. VN Parijs Klimaatakkoord, geaccordeerd door 192 landen (< 2 °C aardopwarming einde 21 ^e eeuw).
2016	NL-kringloopvisie landbouw.
2018	EC stelt in verordening technische maatregelen onbeperkte toelating Noordzee pulsvisserij voor; EU instelling natura-2000 gebieden ten koste van traditionele visgronden EU Green Deal met emissiereductie doelen: 50 % in 2030, 100 % in 2050; EU definitief verbod Noordzee pulsvisserij; NL Klimaatakkoord, uitbreiding windenergie (11.5 GW 2030);
2019	EU indicatoren duurzame groei in Blauwe Economie (BE). NL Noordzeeakkoord: overheid en multi-stakeholders geven samen invulling aan de drie grote transitie op de Noordzee: energie, natuur en voedsel;
2020	UK/EU instelling BREXIT, verlies van visgronden voor Nederlandse kottervloot. NL voert met EU EMFAF fonds (European Maritime Fisheries and Aquaculture Fund) het Europees Geïntegreerd Maritiem Beleid (GMB/Blauwe Economie) en het Gemeenschappelijk Visserijbeleid (GVB) uit.
2022	NL/LNV-RVO stelt Visserij Innovatie Netwerk (VIN) in; een onafhankelijk netwerk van en voor de deelnemers: personen, bedrijven en instellingen die innovaties kunnen bedenken, maken of gebruiken voor vergroening en verduurzaming Noordzee kottervloot met toekomstperspectief.

De tijdlijn vanaf 1932 -2022 van de Noordzee kottervisserij toont de belangrijkste beleidsontwikkelingen voor deze sector. De focus in deze thesis zal liggen op de laatste 30 jaar, dus vanaf ca. 1990, een periode waarin de Noordzeevisserij in toenemende mate onderhevig werd aan ingrijpende externe eisen op gebied van duurzaamheid. Het begrip duurzame visserij evolueerde vanaf 1990 derhalve van enkelvoudige (persoonlijke veiligheid) naar meervoudige duurzaamheid (sociale, economische en milieuaspecten; triple-P (*people, planet, profit*)), beperkt tot de scheepssysteemgrenzen. Met de toenemende duurzaamheidseisen moesten de systeemgrenzen verruimd worden, van circulair, klimaat-responsief duurzaam (CE) naar thans de overgang van een groene naar een blauwe economie (BE) (integraal duurzaam, klimaat-adaptief, tabel 1.3).

Tabel 1.3 Overzicht van visserij-duurzaamheidsbegrippen zoals gebruikt in dit proefschrift.

Begrip	Omschrijving betekenis voor duurzame kottervisserij
Enkelvoudige duurzaamheid	Persoonlijke veiligheid, welzijn en Arbeidsomstandigheden op Noordzee kotters (ARBO/Safety and Health Environment (SHE)).
Meervoudige duurzaamheid	Nastreven sociale-, milieu- en economische kwaliteit in Noordzeevisserij (triple-P, People, Planet, Profit).
Circulaire duurzaamheid	Overgang van lineaire- in circulaire economie (triple ZERO: Zero emissions, Zero waste, Zero accidents (Ø ³)).
Integrale duurzaamheid	Noordzee duurzaamheidsbeleid: hernieuwbare energie, herstel biodiversiteit, voedselzekerheid (triple ZERO*: Zero emissies, Zero afval (grondstoffen, hergebruik), Zero uitval (bemanning, verspillig, vis).
Stichting MDV	Stichting Masterplan Duurzame Visserij.

MDV-1	Ontwerp en gerealiseerde pilotkotter, triple-P duurzaamheid geïntegreerd.
MDV-1/CE	Uitbreiding MDV-1 met flexibel-modulaire deelsystemen, Circulair Economisch, klimaat-responsief (triple ZERO
MDV-CE/BE	Uitbreiding MDV-1/CE naar integraal duurzaam, Blauwe Economie, klimaat-adaptief (triple ZERO*).

1.3 De grote drijfveren voor verduurzaming van de Noordzee kottervisserij, 1990-heden

In de bijna honderd jaar geschiedenis van de Noordzee kottervisserij werden de belangrijkste drijfveren voor verandering geïnitieerd door politieke besluitvorming (op zowel nationaal als EU-niveau) op gebied van vangstbeperkingen en technische, sociale (veiligheid) en ecologische aspecten. In hoofdstuk 1.3 zijn de drie belangrijkste drijfveren sinds 1990 voor verduurzaming van de Noordzee kottervisserij uitgewerkt (1.3.1– 1.3.3). Deze drie drijfveren waren driemaal het startpunt voor de visserijsector om acties te initiëren tot innovatie en ontwerpen van (onderdelen van) visserijkotters.

1.3.1. *De Arbowet van 1993*

Tot in de jaren 80 van de 20e eeuw was persoonlijke veiligheid en welzijn aan boord van vissersvaartuigen geen structureel thema. Het betrof veiligheid in de context van bedrijfsvoering, terwijl in de conventionele (visserij)scheepsbouw men voornamelijk werkte met technische veiligheid, vastgelegd in ontwerp-, bouw- en certificeringsvoorschriften. Ernstige ongevallen werden door of in opdracht van de Scheepvaartinspectie onderzocht, indien nodig volgde aanpassingen van de voorschriften. Met werkongevallen en vroegtijdig afkeuren werd in de visserijsector gelaten omgegaan. Er was nauwelijks (wetenschappelijke) kennis van de veiligheidsproblematiek, noch was er sprake van veiligheidsgerichte ontwerp kennis. Voorafgaande aan de invoering van de arbeidsomstandighedenwet (Arbo, 1993; ([1.8]) en vanwege de hoge ongevallenpercentages in de jaren tachtig, werd vanuit de visserijsector, belangenorganisaties en relevante ministeries voor het eerst de noodzaak gevoeld om de persoonlijke veiligheidsaspecten aan boord met de daaraan gekoppelde arbeidsprocessen wetenschappelijk te laten analyseren. Voor het eerst waren ongevallen- en ziekteverzuimdata (1984-1989) beschikbaar en weren ter beschikking gesteld voor onderzoek.

In 1985 werd door de ministeries van Sociale Zaken en Verkeer en Waterstaat een opdracht verleend aan de TU Delft (veiligheidskunde) en RIVO (toegepast technisch visserijonderzoek) om te werken aan deze problematiek van arbeidsomstandigheden op visserijkotters. De onderzoekopdracht was om op basis van analyses van de ongevallendata met praktijkgerichte deeloplossingen te komen voor de werkplekken en subsysteemoptimalisaties voor de destijds bestaande, relatief jonge kottervloot. Mogelijke meer ingrijpende en kostbare aanpassingen en verbeteringen konden als toegepast-wetenschappelijke herontwerpaanbeveling worden benoemd. Op basis van een nieuw opgesteld Programma van Eisen werd een concept ontwerp gemaakt voor een nieuwe, kostenefficiëntere en aantoonbaar veiligheid-geïntegreerde boomkorkotter, de Kotter-2000.

1.3.2. *Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen, 2004*

Naar aanleiding van het rapport “Grenzen aan de Groei” (Club van Rome, 1972) kwam duurzaam ondernemen steeds meer op de (onderzoeks-)agenda’s te staan, in eerste instantie geïnitieerd door wetenschappers en ondernemers om hun bezorgdheid over de toekomst van de wereld voor het voetlicht te brengen. Het toenmalige onderzoek richtte zich op de kwantitatieve en kwalitatieve samenhang van de wereldproblemen: bevolkingsgroei, voedselproductie, industrialisatie, uitputting van natuurlijke hulpbronnen, en vervuiling. Met een zogenaamd wereldmodel werd de wereld gewezen op de ernst van de problemen om zo bedrijven, regeringen en politici te stimuleren tot gecoördineerde maatregelen ter verbetering van de verslechterende situatie. Omdat de Club van Rome geen politieke of economische macht had verliep de beïnvloeding moeizaam. Wel kwamen er vele particuliere en

institutionele initiatieven voor het duurzaam ondernemen van bedrijven. Vanuit de overheid kwamen er pas in 2004 MVO-inspanningsverplichtingen voor wereldwijd opererende bedrijven ([1.9]). Het maatschappelijk ondernemen is een integrale visie op ondernemerschap, waarbij het bedrijf triple-P waarde creëert op economisch (*profit*), ecologisch (*planet*) en sociaal (*people*) gebied. Het MVO is een proces en geen eindbestemming. De doelen die worden nagestreefd veranderen bovendien in de tijd. Ondernemingen worden geacht haalbare stappen te zetten om de maatschappelijke verantwoordelijkheid operationeel vorm en inhoud te geven. Begin 21^e eeuw namen in toenemende mate de MKB-visserijbedrijven ook hun verantwoordelijkheid om de Noordzeevervisserij duurzamer te maken. Omdat de visbestanden nog onder druk stonden en de verouderde Noordzee kottervloot zich toen in een financiële crisis bevond (2008), waren naast verdere beperking van de vlootomvang ook verdergaande vernieuwingen gericht op duurzaamheid noodzakelijk. Met de oude kotters kon niet kostenefficiënt tegemoetgekomen worden aan de nieuwe MVO eisen en daarmee gepaard gaande sociaal-maatschappelijke druk voor een meer duurzame Noordzee kottervisserij.

Om de kottervisserij in dit duurzaamheidsproces te ondersteunen activeerde de overheid een nieuwe regeling om de viscapaciteit te verminderen en tevens subsidieregelingen voor innovatie. Met overheidssteun werd enerzijds een verdere sanering van de kottervloot beoogd en anderzijds met innovatiesubsidies proactief ingezet op een meer duurzame en maatschappelijk gewaardeerde Noordzee kottervisserij (Visserij Innovatie Plan, 2006-2009). De visserijsector, belangenorganisaties en het ministerie van LNV bedachten dat voor een rendabele en toekomstbestendig meervoudig duurzame visserij de bestaande kotters moesten worden omgebouwd met innovatieve visserij- en energiebesparingstechnieken en dat nieuwe scheepstypen ontwikkeld zouden moeten worden. De belangrijkste uitdaging daarbij was om jaarrond tot positieve verdienmodellen te komen en tegelijkertijd te werken aan een meervoudig duurzame Noordzee kottervisserij. Dit leidde tot het Masterplan Duurzame Visserij project (MDV; 2010-2017) en het ontwerp en bouw van de MDV-1 kotter.

1.3.3. *De klimaatakkoorden van Parijs, 2015*

Om verdere opwarming van de aarde te stoppen hebben onder de vlag van de VN wereldwijd 192 landen zich in Parijs gecommitteerd aan afspraken om in tot de 21^e eeuw onder de 2 graden Celsius aardeopwarming te blijven ([1.10]). Om dit in een gekozen tijdpad te realiseren zijn er in 2020 ambitieuze internationale en nationale doelen opgesteld en in werking getreden. De Parijs-doelen betroffen in de eerste plaats de operationeel-technische resultaatverplichtingen om de CO₂ uitstoot in 2030 met minstens 50 % te reduceren als opmaat naar netto zero-emissie prestatieverplichtingen in 2050. In aanvulling hierop werd in het kader van de overgang van een lineaire economie naar een circulaire economie nationale en internationale inspanningsverplichtingen afgesproken om de grondstoffen- en voedselverspilling in hetzelfde tijdpad met dezelfde percentages te verlagen. Ook de Noordzee kottervisserij kwam voor deze uitdaging van structurele emissiereducties en klimaatneutraliteit te staan ([1.1]). Alhoewel het stoppen van de voedselverspilling in eerste instantie een kringlooplandbouwvisie betrof ([1.11]), vonden meerdere stakeholders in 2018 dat ook de visserij hierop zou moeten anticiperen. Deze uitdagingen tegen voedselverspilling werden tezamen met de circulair, klimaat-responsieve duurzame ontwerpaspecten holistisch in toekomstbestendige visserijontwerpprocessen geïntegreerd.

In 2010 werd het Visserij Innovatie Plan door het ministerie van LNV ingesteld. Een platform dat in de praktijk van alledag, tussen de vissers staand duurzame innovaties en noodzakelijke operationele veranderingen in de kottervisserij moest gaan aanjagen ([1.12]). De sector zat begin 21^e eeuw grotendeels in nood (verouderde vloot, economische crises). Omdat visserij-ondernemers snel keuzes moesten maken kregen zowel kortere termijn oplossingen (brandstofbesparingen, selectievere vangstmethoden) als langere termijn aanpak (toekomstbestendig-duurzaam) de aandacht. Dat gebeurde middels de oprichting van probleemgestuurde Kenniskringen en co-gefinancierde onderzoeksprojecten (EU, NL, Provincies). Vanuit de Urker Kenniskring Smart ondernemen werd het

Masterplan Duurzame Visserij (MDV) gestart met als doel het ontwerp en de bouw van een aantoonbaar duurzame Noordzee pilotkotter, de MDV-1 (“Van idee (2006) naar het Schip van het Jaar (2016)” ; [1.5]).

Omdat de MDV-1 al semi-circulair duurzaam was en ruimschoots voldeed aan de energiearme eisen voor 2030 van EU Green Deal, moest de MDV-1 als meervoudig duurzaam referentieconcept doorontwikkeld worden tot een verdergaand klimaat-responsief concept. De uitdaging was om de bestaande statisch-reactieve ontwerpprocessen zoals gebruikt voor de Kotter-2000 en de MDV-1 door te ontwikkelen met meer dynamisch-anticipatieve ontwerpstrategieën. In dit kader ontwikkelden de ontwerpers nieuwe begrippen: van meervoudig duurzaam (triple-P) naar circulair economisch duurzaam (CE). Daarbij was ook behoefte aan nieuwe conceptuele ontwerpmethodologieën. Het beoogde MDV-1/CE concept moest flexibel worden, waarmee de kottervisserij toekomstbestendiger, dynamisch-anticipatief kan reageren op de voortdurende veranderende en complexe gebruiksomgeving voor de Noordzee kottervisserij.

1.4 Ontwerpprocessen en begrippenkader voor een duurzame visserij met kotters, 1990 -heden

De veranderingen in beleid en verbreding van duurzaamheidsdoelen zijn sinds 1990 meer dynamisch geworden, met groter wordende impact op de praktijk en ontwerpen van kotters voor de Noordzeevervisserij. De tijd dat in de traditionele (visserij)scheepsbouw snel begonnen kon worden met het genereren van oplossingen was voorbij, helemaal voor het ontwerpen van toekomstbestendig duurzame kotters. Er was behoefte aan een ontwerpproces waarbij gebruik kon worden gemaakt van zowel wetenschappelijke onderzoekkennis als ook ontwerpervaring als praktijkexpertise. Dat maakt het mogelijk om tijdens het ontwerpproces van een complex vissersvaartuig duurzaamheids- en probleemanalyses te combineren met het systematisch creëren van oplossingen en nieuwe concepten.

Samenvattend worden drie ontwerpuitdagingen behandeld in dit proefschrift:

1. De ontwerpuitdaging in de 90^{er} jaren was nog beperkt tot het toepassen van praktijkkennis en nieuwe inbreng van wetenschappelijke kennis (ongevalsdata), voor een enkelvoudig duurzaamheidsdoel (arbo-persoonlijke veiligheid en welzijn). Waarbij herontwerp van werkplekken en -deelsystemen van bestaande Noordzeekotter centraal stonden.
2. De ontwerpuitdaging begin 21^e eeuw werd gekenmerkt door meervoudige duurzaamheid en radicaal vernieuwend kotterontwerp. De werpfocus lag op meerdere deelsystemen van de Noordzeekotter en hun onderlinge samenhang, waarbij alleen een geïntegreerde aanpak en systeem methodische oplossingen konden bijdragen aan de beoogde meervoudige verduurzaming.
3. De ontwerpuitdaging in 2015 was enerzijds om beter inzicht te krijgen in de duurzaamheidsproblematiek van de Noordzeevervisserij in brede zin en majeure, tevens onzekere sociaal-maatschappelijke veranderingen op korte en lange termijn. Anderzijds om op oplossingsrichtingen en systeem methodische ontwerpstrategieën te ontwikkelen voor duurzame visserij voor de korte en lange termijn (Horizon 2030-2050).

Het ontwerpen van complexe systemen zoals visserijkotters brengt twee grote uitdagingen met zich mee. Ten eerste de keuze voor een passend ontwerpproces gegeven een bepaald doel, en de wijze waarop dit ontwerpproces is ingericht; ten tweede het begrijpen van het praktisch gebruik van kotters gekoppeld aan de systeembenadering met verlegging van de systeemgrenzen en navenante ontwerprijmten. In alle drie de visserijcases staat gebruikers- en mensgericht probleemoplossend ontwerpen centraal. De visserij-ontwerpprocessen werden in toenemende mate participatief en transdisciplinair door de wetenschap ingevuld. In de Noordzee vergroening en duurzaamheidstransities werd zowel nieuwe ontwerp-kennis (wetenschap) als praktijkkennis bijeengebracht. Door effectief communiceren werd onder meerdere stakeholders draagvlak voor verduurzaming gecreëerd en behouden.

In tabel 1.4 hieronder zijn de veelgebruikte termen in deze thesis toegelicht en beschreven.

Tabel 1.4 Overzicht van ontwerpbegrippen; bovenste deel met algemene begrippen, onderste deel met specifieke begrippen zoals gebruikt in deze thesis.

Begrip	Omschrijving of betekenis
Ontwerpmethode	De methode en techniek voor het ontwerpen en construeren van kottersystemen.
Conceptueel ontwerpen	(Duurzaamheids-)ontwerpproblemen/(-)onzekerheden zichtbaar maken in functioneel systeem voorontwerp.
Programma van Eisen	Gebruikers/gebruik-gerichte (her)ontwerp(deel)aspecten.
Socio-technische systemen	Mensgericht ontwerpen.
Hoofd- en subsystemen	Kotter als hoofdsysteem-ontwerpmodel met probleem gerelateerde deelsystemen; een entiteit samengesteld uit meerdere, met elkaar samenhangende deelsystemen.
Hoofdinnovatiepijlers	MDV-1 triple-P duurzaamheid-gerelateerde deelsystemen voor componentinnovaties en deelsysteem optimalisaties.
Participatief ontwerpen	Inbreng van praktijkkennis en wetenschappelijke ontwerp kennis in een ontwerpproces alsmede eisen/meningen van meerdere stakeholders.
Probleemgericht ontwerpen	Inbreng uitkomsten (duurzaamheid)probleemanalyses en identificatie programma van eisen in een ontwerpproces voor vissersvaartuigen.
Derivatief ontwerpen	Componentinnovatie-aanpassingen in basisconcepten.
Disruptief ontwerpen	Innovatief, radicaal nieuw basisontwerp o.b.v. <i>proven</i> componentinnovaties en deelsysteem optimalisaties.
Prospectief ontwerpen	Toekomstbestendig ontwerpen o.b.v. (<i>semi</i> -) <i>proven</i> componentinnovaties en flexibel-modulaire deelsysteem optimalisaties.
MDV-innovatiemanager	Scheepsbouwkundig ontwerper en systeemintegrator met als taken aanjagen, bewaken en evalueren van component- en deelsysteem innovaties in het MDV-1 ontwerp-, bouw- en onderzoektraject 2013 -2017.

1.5 Van drie duurzaamheidsuitdagingen naar drie ontwerpen

Voor de drie ontwerpuitdagingen in paragraaf 1.4 zijn drie afzonderlijke ontwerptrajecten doorlopen. In onderstaande tabel 1.5 zijn de kenmerken van deze drie ontwerptrajecten samengevat (tabel 1.5).

Tabel 1.5 Overzicht van de drie ontwerptrajecten die behandeld worden in deze thesis.

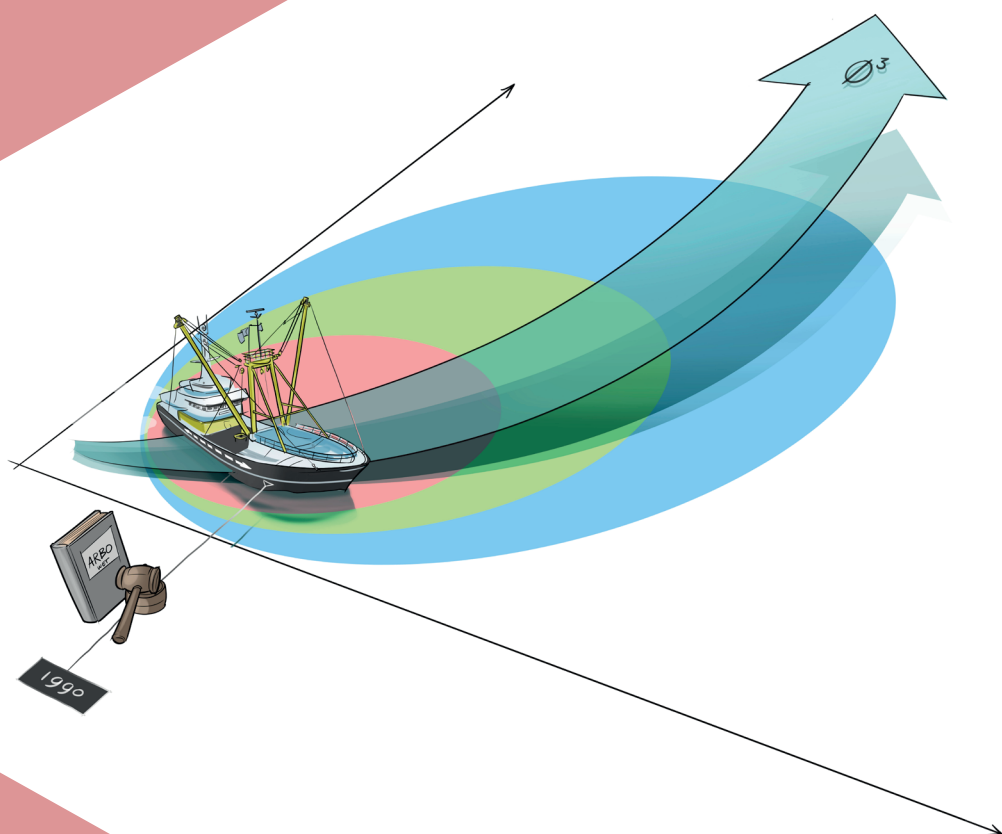
Begrip	Omschrijving of betekenis
Ontwerptraject 1	Derivatief ontwerpen; Doel: enkelvoudig duurzaam; SHE (arbo; safety, health, environment); Aanpassen van bestaande vissersvaartuig met socio-technische innovaties; Systeemgrenzen/ontwerpruimte: Socio-technisch/Vis(verwerking)ruimten.
Ontwerptraject 2	Disruptief ontwerpen; Doel: meervoudig duurzaam; triple-P (people, planet, profit); Radicaal vernieuwend vissersvaartuig met methodisch vernieuwingen; Systeemgrenzen/ontwerpruimte: Socio-economisch/ Schip en vistuigen.
Ontwerptraject 3	Prospectief ontwerpen; Doel: circulair duurzaam, klimaat responsief; triple ZERO (zero emissions, zero waste, zero accidents); Toekomstbestendige ontwerpstrategieën met spin-off generieke systeem methodisch ontwerpen en ontwerpaanbevelingen, opmaat naar duurzame Blauwe Economie, klimaat-adaptief (triple ZERO*); Systeemgrenzen/ontwerpruimte: Socio-technisch, -economisch, ecologisch/viswaardeketen/Noordzee gebruiksruimte.

De drie ontwikkelde visserij-ontwerpprocessen worden afgebakend door de gekozen ontwerptechnische oplossingsrichtingen in de overgangen van specifiek-technische, functionele methodische vernieuwingen naar generatieve toekomstbestendig duurzaamheidsconcepten, waardoor de ontwikkelde concepten naast op korte en middellange termijn ook op lange termijn toekomstbestendig duurzaam worden. De eerste twee visserij-ontwerpprocessen zijn nog statisch-reactief met gebruikmaking van in de praktijk bewezen componentinnovaties en probleemgerelateerde deeloptimalisaties, het derde ontwerpproces is dynamischer geworden met toepassing van nog niet voldoende bewezen componentinnovaties en probleem-adaptieve, flexibel-modulair ingerichte deelsysteemoptimalisaties. Op grond van de gereconstrueerde en doorontwikkelde systeem-methodische ontwerpbenaderingen zijn generieke systeem-methodische ontwerpprincipes afgeleid.

De uitgangspunten waren Veenstra's 40 jaar toegepast-wetenschappelijk onderzoekervaringen in de context van probleemgerichte socio-technische kotters (her)ontwerpsystemen en de centrale onderzoeksvraag van dit proefschrift luidt: *"Hoe kan het ontwerpproces voor Noordzeevervisserijkotters worden aangepast zodat ontwerpers om kunnen gaan met steeds grotere complexiteit en onzekerheid, en hoe kunnen de geleerde lessen worden omgezet in generieke ontwerpprincipes?"*

En als hypothese is gesteld: *"Het vergroten van de complexiteit en onzekerheid in de ontwerpcontext vraagt om een toenemende mate van flexibiliteit in het ontwerp. De in de visserij ontwikkelde generieke duurzaamheidsontwerpprincipes kunnen ook als spin-off in andere voedselproducerende domeinen gebruikt worden, als opmaat naar energie- en klimaat-neutrale systemen".*

Na introductie van de duurzaamheidsdrijfveren worden in de hoofdstukken 2, 3 en 4 de drie ontwerpprocessen beschreven. De derivatieve, disruptieve en prospectieve ontwerpprocessen worden stapsgewijs gereconstrueerd met de belangrijkste veranderings- en ontwerp drijfveren alsmede cruciale beslismomenten en actoren. In elk ontwerp hoofdstuk wordt gereflecteerd of met de methodische ontwerpbenadering de duurzaamheidsdoelen zijn gehaald, respectievelijk enkelvoudig duurzaam (persoonlijke veiligheid, hfst.2), meervoudig duurzaam (triple-P, hfst.3) en circulair duurzaam (triple-Zero, hfst.4). Door de in de tijd veranderende sociaal-politieke veranderingsdrijfveren wordt voor de drie ontwerp fasen per hoofdstuk de methodische ontwerp tekortkomingen beschreven met vervolgstap naar de ontwikkeling van verdergaande duurzaamheid geïntegreerde ontwerp kennis. In hoofdstuk 5 worden de drie ontwerp cases systeem-methodisch geanalyseerd in de context van andere ontwerp domeinen. In hoofdstuk 5 worden ook aanbevelingen gedaan om de nieuwste Noordzee uitdagingen in een aanvullend visserij-ontwerp proces te integreren ([6.11]).



Hoofdstuk 2

Derivatief, enkelvoudig duurzaam
ontwerpen, kotter 2000

Hoofdstuk 2 Derivatief, enkelvoudig duurzaam ontwerpen, kotter 2000

2.1 Introductie veiligheidsproblematiek en kennis boomkorvisserij

Tot in de jaren '80 van de 20^e eeuw was persoonlijke veiligheid en welzijn aan boord van vissersvaartuigen geen structureel thema van discussie in de sector. Het betrof veiligheid in de context van bedrijfsvoering, waarbij men in de conventionele (visserij)scheepsbouw voornamelijk werkte met zogenaamde technische veiligheid, vastgelegd in ontwerp- en bouwvoorschriften. Ernstige ongevallen werden door of in opdracht van de Scheepvaartinspectie (SI) onderzocht, en indien nodig volgden aanpassingen van de bouwvoorschriften. Met werkongevallen en vroegtijdig afkeuren vanwege structurele lichaamsklachten werd in de visserijsector gelaten omgegaan.

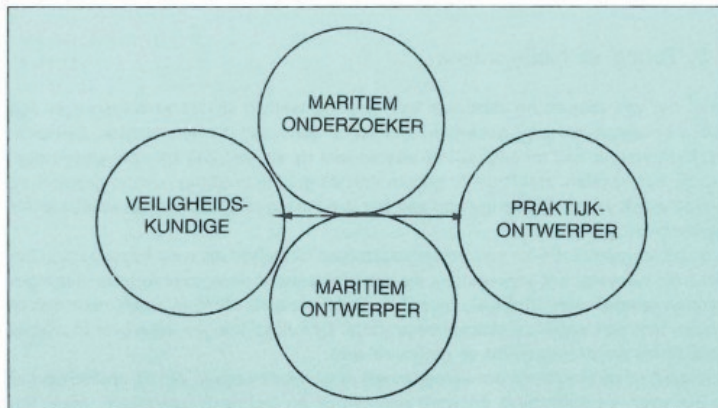
De traditionele visserijmarkt en bestaande ontwerpprocessen stonden decennialang nieuwe ontwikkelingen en ontwerpen ter verbetering van de veiligheid aan boord van kotters in de weg. Er waren nauwelijks kennis en methoden om het aspect veiligheid mee te nemen in ontwerpprocessen, laat staan wetenschappelijke vraagarticulatie in de veiligheidsproblematiek van de Noordzevisserij. Tenslotte was er in de 80^{er} jaren ook nog geen bekendheid met methodisch ontwerpen, alhoewel het wel opkwam (Siers en van de Kroonenberg, 2004; [2.1]).

2.1.1. Arbo-onderzoek aan boord van bestaande Noordzee boomkorkotters

Voorafgaande aan de invoering van de arbeidsomstandighedenwet ([1.8]) en vanwege de hoge ongevallenpercentages in de jaren '80 werd vanuit de visserijsector en relevante ministeries voor het eerst de noodzaak gevoeld om de persoonlijke veiligheidsaspecten aan boord van visserijschepen, met de daaraan gekoppelde arbeidsprocessen, wetenschappelijk te laten analyseren. Er was in de jaren 1970-1990 nauwelijks inzicht in de oorzakelijke verbanden tussen het scheepsontwerp en de persoonlijke veiligheid en arbeidsomstandigheden aan boord van kotters. Er was bij de relevante ministeries (LNV, SZW, VenW) en visserijbestuurders behoefte aan oplossingen om het hoge ongevallen- en ziekteverzuim percentage substantieel naar beneden te brengen.

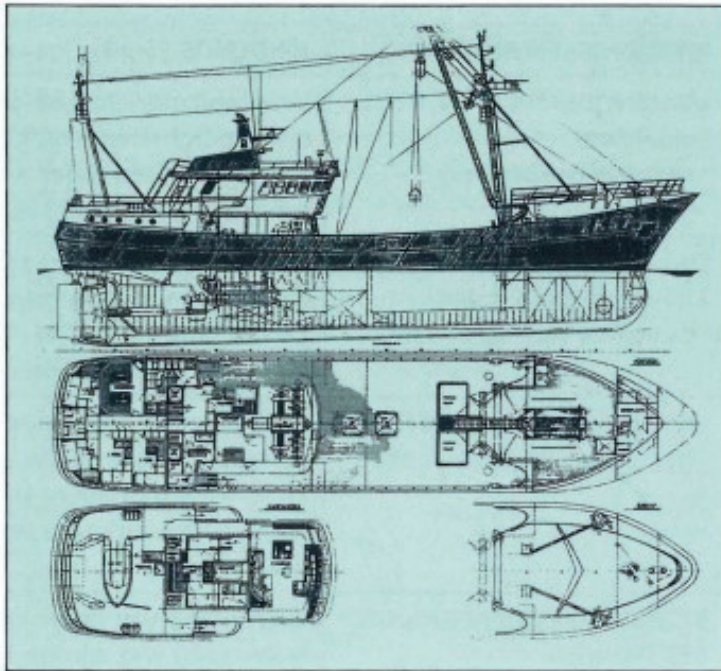
Omdat in de jaren tachtig de Nederlandse boomkorvisserij uit vele nieuwe schepen bestond, waren in eerste instantie nieuwe ontwerp-kennis en oplossingen gewenst om de bestaande kottervloot aan te passen (zogenaamd derivatief herontwerpproces van bestaande boomkorkotters). In tweede instantie was er behoefte aan aanbevelingen voor een beter veiligheid-geïntegreerd concept bij toekomstige nieuwbouwplannen. Voor het koterherontwerp legden de opdrachtgevers, zijnde de ministeries (macroniveau) en sector (mesoniveau) op voorhand een aantal cruciale ontwerpbeperkingen op. Ten eerste moest de hoofdindeling van een representatieve boomkorkotter hetzelfde blijven en ten tweede mocht er vangst-technisch niets veranderd worden. In het herontwerpproces moesten de ervaringen van schippers en vissers (microniveau) meegenomen worden middels tussentijdse bijeenkomsten. Hierin werden resultaten besproken en werd actieve inbreng van de sector gestimuleerd (participatief ontwerpen). De belangrijkste reden hierachter was om de acceptatiegraad en het Arbo-bewustzijn van vissers werkenderwijs te vergroten. Destijds was de verwachting dat te veel innovatieve aanpassingen op en aan bestaande schepen de introductie van de noodzakelijke Arbo-veranderingen te zeer zouden vertragen en zelfs contraproductief zouden kunnen gaan werken. In 1988 werd derhalve door het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW), Directoraat-Generaal van de Arbeid (DGA) een studieopdracht verstrekt aan onderzoekers van TU Delft (afdeling Veiligheidskunde; Hoefnagels, 1989; [2.2]), die vervolgens samenwerking zochten met onderzoekers van het Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (RIVO). Het doel was om ten eerste een gedetailleerde analyse te maken van ongevallen- en ziekteverzuimdata van de periode 1984-1989 en ten tweede om praktijkgerichte deeloplossingen voor bestaande kotters te genereren en tenslotte met aanbevelingen te komen voor een nieuw veiligheid geïntegreerd koterontwerp, dat de Kotter-2000 zou gaan heten. In de context van duurzaamheidgericht ontwerpen wordt het veiligheid-geïntegreerd ontwerpen aangeduid met het

begrip 'enkelvoudige duurzaamheid'. De veiligheidskundige herontwerpaanpak werd in de 80^e jaren gedaan vanuit probleemoplossende systeembenadering, waarbij gebruik werd gemaakt van de ervoor ontwikkelde veiligheid-geïntegreerde analyse- en ontwerpmethod, *Kindunos* genoemd, het Grieks woord voor gevaar (Stoop, 1990; [2.3]). Deze methode was in de jaren 80 ontwikkeld door veiligheidskundige onderzoekers van de TU Delft in samenwerking met praktijkonderzoekers van het RIVO. Het Arbo-onderzoeksteam bestond uit ir. J.A. Stoop, ir. W.A.M. Hoefnagels (TU Delft), ir. F.A. Veenstra, ing. W.C. Blom, K. Bouwman en schippers W. van der Hak, A. Kraayenoord (allen RIVO). Er werd gekozen voor een multidisciplinaire aanpak waarin verschillende soorten kennis en expertise vertegenwoordigd waren: veiligheidskunde (data- en werkplek analyses, TU Delft, Stoop), maritiem visserijonderzoek (conceptueel ontwerpen, RIVO, Veenstra) en praktijk-ontwerpkennis (vissers uit de praktijk en van RIVO en medewerkers van scheepswerven; fig. 2.1).



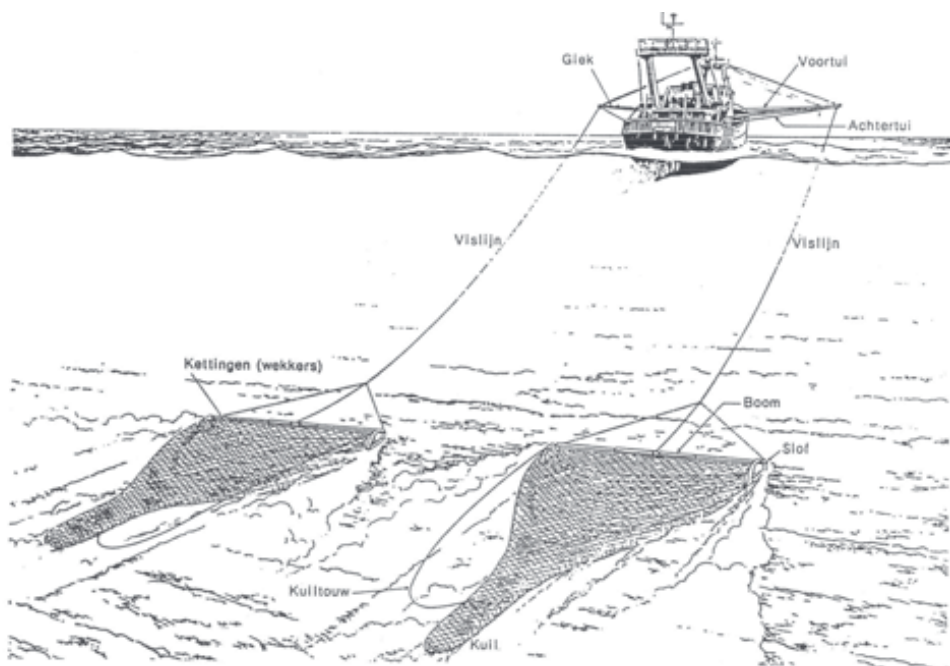
Figuur 2.1 Wetenschappelijk onderzoek en praktijk inbreng in Kindunos onderzoek en participatief herontwerpproces (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Ter ondersteuning van de Kindunos aanpak en het genereren van probleem-gerelateerde (deel)oplossingen zijn in paragraaf 2.1.3 de visserijwerkzaamheden en taakverdelingen aan boord van de traditionele boomkorkotters beschreven (fig. 2.2).



Figuur 2.2 Zij- en bovenaanzichten van traditionele Noordzee boomkorkotter (1970^e jaren-heden) met vis(verwerking)dek/visportaal op het voorschip en de brug / accommodatie/machinekamer op het achterschip (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Deze typisch Nederlandse kotter is een klein tot middelgroot vissersvaartuig (20 – 45 m) met eind 20^e eeuw geïnstalleerde vermogens van 100 - 4400 pk (75 – 3200 kW). De bemanningsgrootte varieert van drie tot zeven personen. Meer dan 70% van de Kotters in de 80^{er} jaren (ca. 600) waren ontworpen en gebouwd voor de boomkorvisserij op de Noordzee, van het Engelse Kanaal tot 57 ° Noorderbreedte met een waterdiepte van 10 tot 200 m. Door middel van twee gieken op het voorschip worden grondnetten over de bodem gesleept met een snelheid van circa 6 knopen (fig. 2.3). Schaalvergroting en voortdurende verbetering van vismethoden en vistuigen hebben voor de Nederlandse boomkorvisserij geresulteerd in een zeer efficiënte, maar energie intensieve vismethode op zanderige Noordzee bodems met platvissen als hoofdsoorten (tong, schol, tarbot, griet).

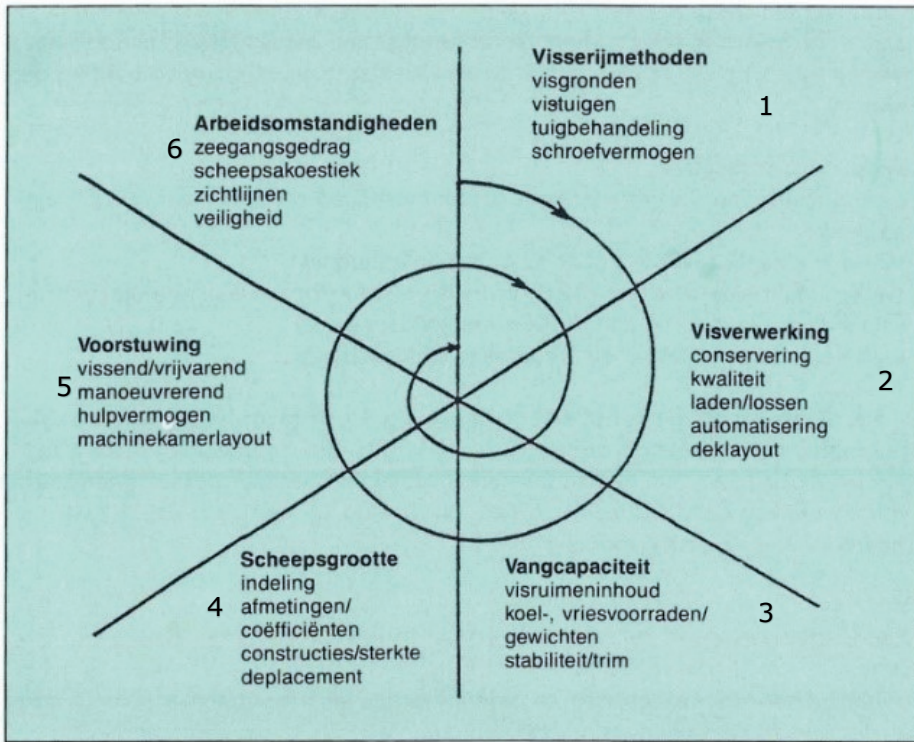


Figuur 2.3 Boomkorvisserij met twee gesleepte bodemvistuigen met vislijnen aan gieken ter weerszijde van de kotter (de Boer, 1984; [2.5]).

2.1.2. Ontwerpmethoden voor Noordzee boomkorkotters 80^{er} jaren

Gerichte aandacht voor persoonlijke veiligheid en arbeidsomstandigheden vroeg om een meer systeem-methodische aanpak. Hiervoor was nieuwe onderzoeks- en ontwerp kennis nodig. De onderzoekers van TU Delft (veiligheidskunde) en RIVO (visserijonderzoek) ontwikkelden in de jaren '80 van de 20e eeuw de nieuwe arbeidsveiligheid-probleemoplossende herontwerpmethode. De nieuwe Kindunos systeembenadering stond in dienst van het ontwikkelen van betere arbeidsomstandigheden, gedreven door de opkomende Arboret voor vissersvaartuigen (1993). Daarmee konden voor het eerst in de visserij scheepsbouw harde, technische ontwerp eisen en zachte, Arbo-ontwerp eisen, expliciet worden meegenomen bij de veiligheidsanalyses en het (her)ontwerpen van schepen.

Harde eisen worden direct bepaald door de opdrachtgever, bijvoorbeeld de afmetingen van het schip. Zachte eisen worden indirect bepaald door de gebruikers en onderzoekers, al dan niet wettelijk voorgeschreven. Om de harde en zachte eisen evenwichtig te kunnen integreren werd gebruikt gemaakt van de in de scheepsbouw gebruikte ontwerp spiraal voor nieuw ontwerpen (Gallin, 1988; fig. 2.4; [2.6]). De spiraal is een hulpmiddel voor ontwerpers om alle ontwerp aspecten iteratief te integreren, te beginnen met de eerste schattingen voor de kottereisen zoals afmetingen, vermogens en werkruimten en vervolgens uit te breiden met schetsen en berekeningen. Na een aantal iteraties ontstaat een eerste concept met een eerste Programma van Eisen. Deze worden met de opdrachtgever besproken en waar nodig worden alle ontwerp aspecten aangepast.



Figuur 2.4 De ontwerpspiraal, een iteratieve scheepsbouwkundige ontwerpbenadering met harde eisen (visserij-technisch, segmenten 1-5) en zachte eisen (arbeidsomstandigheden, 6e segment) (Veenstra en Stoop; 1992; [2.4]).

In de ontwerpspiraal voor vissersvaartuigen staan in een 6-tal segmenten de belangrijkste groepen van technische ontwerpisen aangegeven, te beginnen met voor de visserman de geld-genererende activiteiten: keuze van vismethodieken (1^e segment), hoe de vis verwerkt gaat worden en opgeslagen (2^e en 3^e). Waarna door de ontwerpers een eerste schatting van de scheepsgrootte plaatsvindt (4^e) alsmede het benodigde voortstuwings- en visvermogen (5^e). Een nieuwe sector was door de onderzoekers toegevoegd, namelijk om vooraf de ontwerpisen voor werkomstandigheden ook in de scheepsbouwkundige ontwerpspiraal te adresseren, alsmede het zoveel mogelijk beperken van (bijna) ongevallen, geluidsniveaus, zeegangsgedrag en aandacht voor zichtlijnen (6^e segment). Met deze veiligheid-geïntegreerde kottier-ontwerpspiraal kon de ontwerper in een paar iteratieve slagen van het globale voorontwerp tot een gedetailleerde bestekontwerp komen met ondersteunende berekeningen, schetsplannen en geraamde bouwkosten. In samenspraak met de opdrachtgever leidt de ontwerpspiraal aanpak tot de uiteindelijke keuze van het scheepstype en de door de visser gewenste hoofdafmetingen, inrichting en uitrusting. In de scheepsbouw aangeduid als functioneel ontwerp met het definitieve Programma van Eisen (PvE).

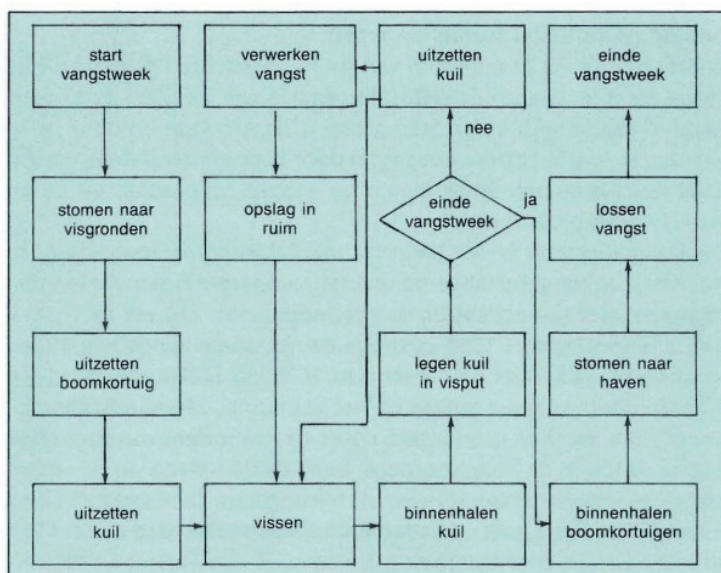
Het Kindunos onderzoek- en herontwerptraject (1988-1998) beperkte zich tot het conceptuele ontwerp, waarin alle probleem-gerelateerde ontwerpaspecten werden geïncorporeerd, te beginnen met de arbo-aspecten (enkelvoudige duurzaamheid) en in de laatste fase ook ontwerpaanbevelingen met meervoudige duurzaamheidseisen zoals veiligheid, economie en ecologie.

2.1.3 Visserijwerkzaamheden en taakverdeling aan boord van boomkorvisserijsschepen

In de Nederlandse kottervisserij wordt anno 2022 nog met identieke boomkorschepen gevist als in de jaren 80 (fig. 2.1). Sinds de jaren 70 hebben deze kotters dezelfde hoofdindeling: de brug, accommodatie en machinekamer achter op het schip met visverwerkingsdek en onderdekse visruim ervoor. De visverwerking vindt plaats op het voorschip onder het bakdek, waar de scheepsbewegingen het hoogst zijn; bij slecht weer zelfs groter dan 1 g (zwaartekrachtsversnelling; 9.81 m/s^2). Door deze standaardindeling zijn voor elke boomkorkotter de visprocedures, werkzaamheden en taakverdeling aan boord min of meer hetzelfde. Dat komt de persoonlijke veiligheid ten goede als er gewerkt moet worden met tijdelijke vervangers voor de vaste bemanningsleden (zogenaamde opstappers). Afgezien van de hoofdindeling is geen enkele kotter hetzelfde ingericht en uitgerust. De schipper-eigenaren hadden en hebben hun eigen voorkeuren voor de inrichting, uitrusting en machinekamerinstallaties en werken vaak jaren met dezelfde werf en toeleveranciers.

Visserijwerkzaamheden

Door middel van twee gieken op het voorschip, één aan bakboord en één aan stuurboord, werden destijds en worden nu nog de grondnetten, gekoppeld aan de boomkorvistuigen, over de zeebodem voortgesleept met een snelheid van circa 6 knopen (ca. 6 mijl per uur). In de hele Noordzee, behalve de Noorse en IJslandse zone, wordt op platvis gevist met enige rondvis en schaaldieren als bijvangst. De vis wordt vers aangevoerd aan land gedurende 40-50 weken per jaar. Gewoonlijk wordt er gevist van maandag tot en met vrijdag of zaterdag; afhankelijk van het weer, quotum, aantal zeedagen en stilligweken. Naast het wekelijks varen naar en van de visgronden (uit- en thuisstomen) bestaan de werkzaamheden tijdens de visweek uit repeterende vangsthandelingen (vistuig halen, -vieren, vishandling). In fig. 2.5 zijn voor een boomkorkotter schematisch de wekelijkse visserijactiviteiten en werkzaamheden weergegeven.



Figuur 2.5 Schematische weergave van activiteiten en werkzaamheden per week voor een boomkorvisser (uit varen, vissen en thuisvaren; Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

De visvangsten met boomkorbodemtuigen worden bepaald door de breedte en netopening van beide vistuigen waarmee in ca. twee uur een vooraf bepaald zeebodemoppervlak bevist kan worden. De weekbesommingen (opbrengsten van aangelande verse vis) worden beïnvloed door de breedte en

gewicht van de vistuigen (max. 12 m per kant) en ook de sleepsnelheid (5- 6 knopen). Aanvullende factoren zijn de soort visgronden (hard-slap) en jaargetijden met goede (zomer) en slechte (winter) weercondities op de Noordzee.

Als men tijdens het vissen met een vistuig op een bodemwrak of -stenen vastloopt, wordt de keerkoppeling meteen op de achteruitstand gezet. Het doel is om zo snel mogelijk met vissen te stoppen om kapseizen te voorkomen. Vervolgens worden de vislijnen op de liertrommels opgedraaid en de vistuigen thuisgehaald. Bij vastlopende vistuigen en bij slechte weersomstandigheden kan gebruik gemaakt worden van een anti-kapseis veiligheidsvoorzieningen. Deze betreffen visdraad- en slipdraad-releasemechanismen, waarmee de visdraden en de half-getopte gieken bij vastlopen en slecht weer ogenblikkelijk gevierd c.q. horizontaal gepositioneerd kunnen worden ter verkleining van het slagzij kantelmoment (ad-hoc veiligheidsvoorschrift, Scheepvaart Inspectie jaren'80). Na iedere vistrek van ca. 2 uur bedient de schipper op de brug de lier en gieken, neemt het vermogen op de schroef terug en verlaagt de scheepssnelheid tot 1 à 2 knopen. Een langzame vaart is gewenst om te voorkomen dat de vislijnen/vistuigen in de schroef terecht komen. De ca. 200 m lange vislijnen aan bakboord en stuurboord worden tot ongeveer 50 m lengte binnengehaald, waarna de gieken verticaal worden getopt. Na het toppen van de gieken wordt er begonnen met het verder opdraaien van de vislijnen op de liertrommels. Als de vistuigen boven water zijn wordt het vermogen van de schroef genomen en de vaart uit het schip (zogenaamd *dead slow*). De kuilen, zijnde de achterkant van de visnetten, worden dan met behulp van een kuiltouw aan het vistuig aan boord gehaald. Na het legen, controleren en dichtknopen van de kuil wordt door de bemanning het netwerk op de slingering van het schip weer overboord gezwaaid. Het vistuig wordt tijdelijk met het kuiltouw op de verschansing vastgezet totdat het schip weer op snelheid is en de netten vrij blijven van de schroef. Door het vermogen iets terug te nemen, kan het bakboord en stuurboord kuiltouw handmatig losgegooid worden. Na het terugbrengen van de getopte gieken in de horizontale stand kunnen de vislijnen volledig uitgevied worden, ca. 200-300 m afhankelijk van de waterdiepte en visgronden. Als het maximale vermogen op de schroef staat en de maximumvissnelheid is ingesteld, start de volgende trek van ca. 2 uur. In totaal vinden er per week zo'n 40-50 trekken plaats.

De hele bemanning van 5 personen is bij elke trek in touw (één op de brug, 4 aan dek) en gedurende de volgende trek moet de gevangen vis zo snel mogelijk op het visverwerkingsdek verwerkt worden (maag & darmen verwijderen, het zogenaamde strippen, spoelen en opslag). Bij goed gestripte vis is de viskwaliteit langer goed te houden als de verwerkte vis ook snel in kisten (doorgaans 60 liter) met scherfjes opgeslagen wordt. De kisten worden handmatig tot vijfhoog gestapeld (ca. 40 kg per kist) en bewaard bij een temperatuur van ca. 0 graden Celsius in het visruim. Valt de vangst tegen (veelal 's nachts), dan kan men tussen de trekken wat meer slapen. Dit geldt ook voor de schipper, die bij toerbeurt op de brug wordt vervangen door een bemanningslid gedurende de trek. Maar voor eten en slapen blijft niet veel tijd over gedurende een visweek. De bemanning heeft te maken met een zeer hoge werkbelasting. Ze maken zeer veel uren met onregelmatige, korte rusttijden. Een wettelijke werken rusttijdenregeling en het EU-arbeidstijdenbesluit (richtlijn) gelden nog niet voor maatschap-vissers, die geen werkgever-werknemer relatie hebben zoals bijvoorbeeld wel in de grote diepvriestrawler visserij (visgronden Noordzee-Atlantische oceaan, doelsoorten haring en makreel). Aan boord van de kotters gaan vissen en werken altijd voor, rusten doet men er tussendoor en in het weekend thuis. Als je toch aan boord bent, dan maar zoveel mogelijk werken en geld verdienen, ook al gaat het ten koste van je gezondheid op de langere termijn. In vergelijking met zware beroepen aan de wal, zoals de bouw, is het werken aan boord zonder regelmatige rusttijden aanzienlijk zwaarder. Dit wordt nog eens verergerd door het werken op een bewegend schip. De bemanning moet zware tuigen hanteren (ca. 3000 kg.), ook op een zwaar slingerend schip. Bij netschade oftewel visverlet (besommingsverlies) neemt de werkdruk toe.

De werkdruk wordt nog verder verergerd door de jaarlijks veranderende EU-vangstbeperkende maatregelen (quota, beperking van het aantal visdagen). Deze maatregelen leiden bij schipper en

bemanning tot extra stress. Met grotere schepen en minder visdagen wordt er ook bij slecht weer langer door gevestigd en zijn zwaardere vistuigen nodig om de tuigen aan de grond te houden. Voor grote kotters met meer motorvermogen (2000-4000 pk/1472-2944 kW) gelden sinds de vele kapseis-ongevallen in de jaren '70 hogere stabiliteitseisen voor vissersvaartuigen (Scheepvaartinspectie (SI); [2.7]). Ten gevolge daarvan zijn de kotters in hun zeegangsgedrag zogenaamde 'wrede' schepen geworden met ongunstige bewegingen. Door meer 'schokkerig' scheepsgedrag neemt de kans op ernstige ongevallen aan dek sterk toe, en daarnaast ook de vermoeidheidsverschijnselen bij de bemanning tijdens de visverwerking. Om de operationele kosten zo laag mogelijk te houden en meer te verdienen wordt er bij voorkeur met een minimale bemanning gevaren, nog net conform de wettelijke voorschriften (bemanningseisen van SI; [2.7]). Dat gaat weer ten koste van goede werkomstandigheden, werk- en rusttijden en persoonlijke veiligheid. De vooraankondiging van de Arbowet in de 80^{er} jaren maakte deze spanning duidelijk en zorgde ervoor dat werkomstandigheden meer aandacht zouden krijgen en verbeterd moesten worden.

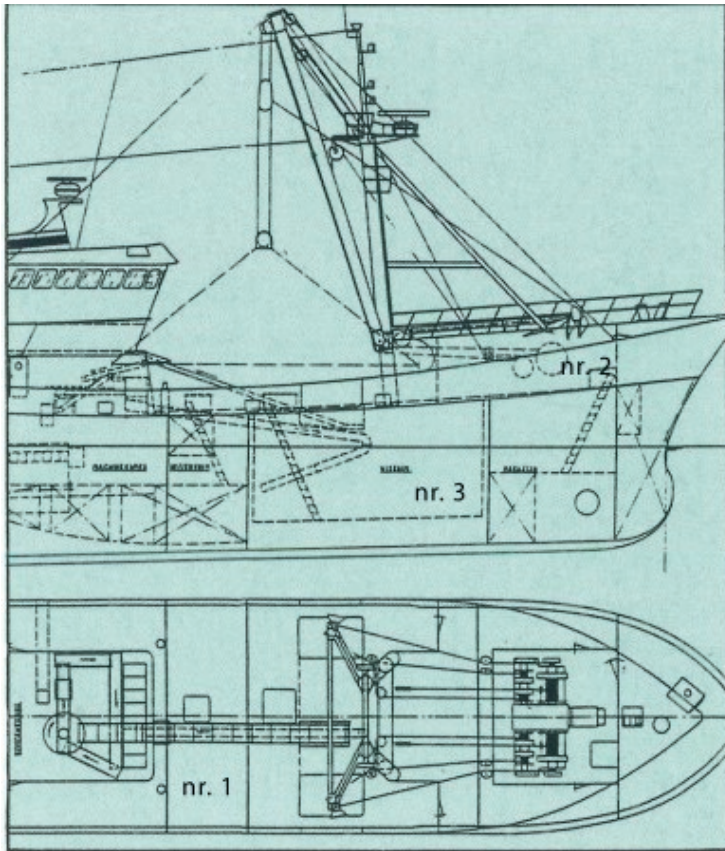
Taakverdeling

De visserijwerkzaamheden aan boord van de boomkorkotter wordt door een bemanning van minimaal 5 personen uitgevoerd. De taakverdelingen liggen vast: één schipper op de brug en 4 matrozen als bemanning aan dek. Van de 4 matrozen heeft minstens één ook stuurmans-papieren, is één bevoegd machinist en één werkt ook als kok. Gedurende de visweek wordt het dagritme en de taakverdeling bepaald door visserijtrekken van 2 à 3 uur. Tijdens het halen/vieren van de vistuigen en kuilen is iedereen aan het werk. Op sommige schepen wordt de nachtvangst pas overdag verwerkt, zodat de bemanning wat meer kan rusten. De bemanningstaken op de werkdekken zijn behalve vistuigbehandeling vooral ook de visverwerkingshandelingen van de verse vis. De vistuighandelingen vinden op het open werkdek plaats en de visverwerking op het voorschip en in het visruim (fig. 2.6).

Er is een vaste taakverdeling aan dek voor de vistuig-handling, twee man aan bakboord en twee aan stuurboord. Door de vaste bemanningstaken is men goed op elkaar ingespeeld en worden ongevalsrisico's beter beheersbaar. Goede samenwerking tussen schipper en bemanning bij de tuigbehandeling is van levensbelang, met name op zwaar slingerende kotters.

De stuurman vervangt de schipper, maar werkt ook aan dek, zorgt dat de vistuigen optimaal zijn en is verantwoordelijk voor het onderhoud van de netten en dekwerktuigen. In samenspraak met de schipper zorgt hij voor aanpassingen aan het vistuig bij andere visgebieden. Tevens ziet hij erop toe dat de vis goed verwerkt wordt en in het visruim zorgvuldig geijsd wordt opgeslagen. Zo is het kwaliteitsverlies bij aanlanding van de verse vis minimaal en kunnen betere visafslagprijzen verkregen worden.

De machinist helpt bij de vangstverwerking en is verantwoordelijk voor alles wat in de machinekamer gebeurt. Hij voert dagelijkse routinecontroles en kleine reparaties uit en houdt het machinekamerjournaal bij. Als er op de brug een machinekameralarm komt, gaat hij poolshoogte nemen. Tijdens het thuisstomen en in de haven verricht hij klein onderhoud en maakt de machinekamer schoon. De machinekamer is ingericht en uitgerust voor zogenoemde '0*mans bezetting', hetgeen betekent dat de machinekamer nagenoeg onbemand is en de controle en bewaking op de brug geschiedt.



Figuur 2.6 Visserijwerkplekken op boomkorkotters: visdek (1), visverwerkingsruimten (2), en visruim (3) (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

De kok is meestal het jongste bemanningslid. Naast het helpen bij de visvangsten zorgt hij voor de maaltijden. De voorbereidingen gaan tussen de bedrijven door; alleen tijdens de bereiding voor de warme maaltijd tussen de middag helpt hij niet met het sorteren en strippen mee, maar is hij in de kombuis.

De schipper, veelal ook (mede-)eigenaar en opdrachtgever van de bemanningsleden, is verantwoordelijk voor de hele gang van zaken. Zijn werk- en rustterrein is de brug met een slaaphut erachter. Buiten de standaard brugtaken, zoals in de koopvaardij (navigatie), heeft de schipper een aantal extra taken in de boomkorvisserij. Deze additionele taken betreffen visopsporing (visbestek) en de vistuigbediening (6-10 trommellieren onder het stuurhuis). De schipper is degene die bijna 24 uur per dag op de brug staat. Zo nu en dan wordt hij afgelost om te eten of kort te slapen. Zijn hoofdtaken op de boomkorkotterbrug zijn reisplanning, navigeren, uitkijk, besturing, dieptebepaling, communicatie, machinekamerbewaking, lierbediening en administratie/documentatie.

2.2. Materiaal en methode voor veiligheid-geïntegreerd herontwerpen

Het herontwerpproces startte met uitgebreide analyses, identificatie van de persoonlijke veiligheid- en arbo-gerelateerde functies en werkplekken, synthese van deeloplossingen en evaluaties van de aan de onderzoekers beschikbaar gestelde ongevallen-, ziekteverzuimdata en ongevalsmeldingen (Hoefnagels, 1989; [2.2]). Vervolgens zijn met de conventionele scheepsbouwkundige ontwerpspiraal de persoonlijke veiligheidsproblemen aan boord van bestaande boomkorkotters methodisch verbeterd met gegenereerde deeloplossingen in een *Proof of Principle* concept, het Kotter-2000 herontwerp. Daarnaast zijn er aanbevelingen gedaan voor een *Proof of Concept* als nieuw Kotter-2000 ontwerp (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]). In de context van scheepsbouwkundig ontwerpen betekende de veiligheid-geïntegreerde ontwerpbenaderingen een paradigmaverschuiving betreffende socio-technische scheepssystemen.

Vanuit ontwerp onderzoekersperspectief hanteerde de Kindunos aanpak een drietal kenmerkende scheepsbouwkundige ontwerpaspecten: dataverzameling, toepassen van de ontwerpspiraal en systeemaanpak. Het Kindunos veiligheidskundig onderzoek volgde voor deze ontwerpaanpak een vijftal stappen: analyse, identificatie, innovatie, synthese en evaluatie:

- 1.) Analyse van persoonlijke veiligheid- en welzijnstekortkomingen aan boord van bestaande kotters;
- 2.) Identificatie van arbeidsveiligheid- en werkplek-gerelateerde functionaliteiten en herontwerpaspecten;
- 3.) Genereren componentinnovaties voor probleem-gerelateerde werkplekken en kotterdeelsystemen;
- 4.) Synthese van technische (deel)oplossingen voor de werkplekken;
- 5.) Evaluatie van het herontwerp in de context van arbeidsomstandigheden en het voorkomen van (bijna)ongevallen, vaststelling restrisico's en/of verbeterde werkprocedures.

Voor het uitvoeren van het veiligheidskundig onderzoek was de Kindunos herontwerpbenadering opgesplitst in meerdere onderzoekstappen. Deze stappen worden in de hoofdstukken 2.3 – 2.6 beschreven met belangrijke actoren, keuzemomenten, deel- en herontwerpoplossingen (1985-1990), kennisoverdracht, spin-off en follow-up component-optimalisatie demonstratieprojecten en follow-up deelsysteemstudies voor verwerkingsdek/visruim, brug- en machinekamer (1990-1998; Bijlage-Appendix).

Data verzameling en analyses (hoofdstuk 2.3)

- 1.) Dataverzameling arbeidsongevallen en arbeidsongeschiktheid (2.3.1);
- 2.) Veiligheidsanalyses en typologie arbeidsongevallen en ziekteverzuim (2.3.2);
- 3.) Werkplekanalyses en oorzakelijke problemen met verzwarende arbo-invoedfactoren (2.3.3);
- 4.) Rangschikking ongevallen en taakanalyses in oplossingenmatrices (2.3.4).

Deeloplossingen en herontwerpaanpassingen (hoofdstuk 2.4):

- 5.) Keuze basis kottersysteemmodel en programma van scheepseisen (2.4.1);
- 6.) Genereren deeloplossingen en best-fit combinatieoplossingen (2.4.2);
- 7.) Schetsplan *Proof of Principle* Kotter-2000 herontwerp en aanzet *Proof of Concept* Kotter-2000 nieuw ontwerp en spin-off (2.4.3) .

Kennisoverdracht van en Kotter-2000 follow-uponderzoek aan componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties (hoofdstuk 2.5)

- 8.) Kennisoverdracht op MBO, HBO en WO niveau (2.5.1);
- 9.) Follow-up component- en werkplekdeelsysteemoptimalisaties (2.5.2).

Evaluatie en reflectie (hoofdstuk 2.6)

10.) Reflectie Kindunos veiligheids-probleemoplossende aanpak (2.6.1);

11.) Derivatief visserij-ontwerpprocessen (2.6.2).

2.3 Analyses arbo-, ongevallen- en veiligheidsdata aan boord boomkorkotters

De data- en taakanalyses betreffen de visserijfuncties aan boord per arbo-gerelateerde werkplek. Hiervoor werden de geregistreerde ongevallen gesorteerd naar typologie en locatie. Daarmee werd de oorzaak van de ongevallen, ziekteverzuim, ernst en additionele werkbelastingen voor de onderzoekers en praktijk meer inzichtelijk. Na analyse van de werkplek data kon in de onderzoeksgroep, in interactie met de visserijsector vastgesteld worden welke persoonlijke veiligheids- en arbo-problemen wel of niet uitgewerkt moesten worden. Welke problemen konden met technische oplossingen aangepakt worden dan wel operationeel. Voor alle (deel)oplossingen werd ook vastgesteld welke neveneffecten en/of restrisico's er overbleven. Alle verbeterpunten hadden als uiteindelijk doel om menselijke fouten te voorkomen en de werkbelasting aan boord te verlichten, met name bij vistuighandling en visverwerking op de vis(verwerking)dekken.

2.3.1. Dataverzameling arbeidsongevallen en arbeidsongeschiktheid

Uitgangspunten voor de wetenschappelijke veiligheid-analysemethode waren niet alleen de werk-gerelateerde arbeidsongevallen aan boord van boomkorvaartuigen, maar ook de gerapporteerde bijna-ongevallen en incidenten. Onderzoekaspecten betroffen naast de lange termijnklachten, veroorzaakt door lichamelijke en geestelijke belastingen, ook de gerelateerde operationele technische tekortkomingen bij vistuighandling en visverwerkingssystemen. In de laatste decennia van de vorige eeuw werden de kotterbedrijfsongevallen op verschillende manieren geregistreerd, en waren grotendeels niet toegankelijk voor veiligheidskundige onderzoekers:

- Indien er sprake was van een verwonding kan het nodig zijn dat er medische hulp gezocht werd. Als er een haven dichtbij was dan werd er naar binnen gelopen en werd het slachtoffer naar het ziekenhuis gebracht. Deze gevallen waren niet na te trekken, enerzijds door de uiterste terughoudendheid van de ziekenhuizen om informatie te delen, anderzijds werd het beroep op de poliklinieken niet geregistreerd.
- Als het schip op volle zee was, werd contact gezocht met Scheveningen Radio en doorverbonden met de Radio Medische Dienst (RMD) van het Rode Kruis. Deze dienst verleende telefonische hulp bij ongevallen op schepen. De formulieren die daarbij ingevuld werden bevatten gegevens over het type schip (koopvaardij, vissersschip, pleziervaart), de naam van het schip, datum en tijd, een beknopt verslag van de toedracht en de medische afwikkeling van het geval. Uit deze archieven is data van de jaren 1983-1989 beschikbaar gesteld en geanalyseerd.
- Bij een zeer ernstig ongeval kon het nodig zijn dat het slachtoffer van boord gehaald werd. Deze acties werden door de kustwacht gecoördineerd, waarbij altijd een proces-verbaal werd opgemaakt. Deze gevallen waren terug te vinden in de dossiers van de Scheepvaartinspectie. Ook was de schipper verplicht alle op de afgelopen reis voorgekomen averijen en ongevallen te melden. Alle ongevallen die gemeld zijn bij de kustwacht of de Rijkspolitie te Water werden in ieder geval doorgegeven aan de SI. Met het onderzoek naar scheepsrampen bepaalt de Schepenwet dat van staatswege een voorlopig onderzoek naar de oorzaken wordt gedaan, zo nodig gevolgd door een uitvoerig onderzoek door de Raad van de Scheepvaart. Deze dossiers werden voor de periode 1981- 1988 doorgewerkt.
- Uit de praktijkervaring en gesprekken met de sector bleek dat de (bijna) arbeidsongevallen aan boord van vissersvaartuigen zelden bij de SI gemeld werden. In de dossiers kwam ook een aantal aanvaringen zonder persoonlijk letsel voor, welke in de ongevallenanalyses en Arbo-context door de onderzoekers buiten beschouwing werden gelaten, evenals het kapseizen (omslaan) van een

kotter. Deze werden al uitgebreid geanalyseerd door SI en Raad voor de Scheepvaart met jaarlijks gepubliceerde aanbevelingen en technische verbeterpunten.

- Ten gevolge van de arbeidsongevallen aan boord kon (tijdelijke) arbeidsongeschiktheid optreden. Bij de maatschapsvissers werd, indien men daarvoor verzekerd was, een dag-uitkering verstrekt door het Sociaal Fonds voor de Maatschapvisserij (SFM). Vijfennegentig procent van de Nederlandse maatschapsvissers zijn verzekerd bij SFM. Uit deze dossiers werden de gerapporteerde gevallen nagegaan waarbij meer dan één jaar arbeidsongeschiktheid was opgetreden. Langs deze weg konden ernstige van lichte ongevallen aan boord onderscheiden worden. Zo konden vervolgens de belangrijkste Arbo-knelpunten worden geïdentificeerd en met de sector worden besproken. In alle gevallen was na te gaan of de arbeidsongeschiktheid het gevolg was van een ongeval aan boord dan wel een andere oorzaak had. De dossiers van 1973-1988 zijn geanalyseerd.
- CAO-vissers, vooral werkzaam op de grote diepvriestrawlers (100-120 m lengte) kwamen daarentegen in de Ziektewet terecht. Registratie hiervan geschiedde via het regionale GAK-kantoor door de Directoraat-Generaal van de Arbeid (DGA). In deze registratie is vermeld bij welk bedrijf het ongeval had plaatsgevonden alsmede de datum en welk werktuig bij het geval betrokken was. Tevens was uit deze registraties af te leiden wat de aard van de verwonding was en de geschatte duur van het ziekteverzuim. Van deze registraties zijn de jaren 1983-1988 geanalyseerd.

2.3.2. Veiligheidsanalyses en typologie arbeidsongevallen en ziekteverzuim

De door de Scheepvaartinspectie ter beschikking gestelde data van geregistreerde ongevallen (SI, 1981-1988) en het ziekteverzuim aan boord (GAK/DGA; 1983-1987) waren cruciale startdata voor de arbo-onderzoekers. Na het verzamelen van deze data en het koppelen ervan aan de werkprocedures aan boord, werden op basis van ongevallen- en gebruiksanalyses veiligheidsgerichte werkplekscenario's opgesteld. Daarmee kon het onderzoek plaatsvinden naar de werkzaamheden en functies aan boord van de boomkorkotters. In deze analysefase werden de kotterongevallen en arbeidsbelastingen geëvalueerd, van lichte ongevallen met kleinere kans op ziekteverzuim tot ernstige ongevallen en zware werkbelasting met langdurig ziekteverzuim c.q. afkeuringen. Ter ondersteuning van de ongevallen- en gebruiksanalyses zijn uitgebreide werkplekanalyses opgesteld met nieuwe gebruiksscenario's. Gebruiksscenario's beschrijven de verschillende omstandigheden waaronder men functioneert. Daar waar de ongevallenanalyses ingaan op lokale ongevallen en onveilige werkzones, behandelen de gebruiksanalyses de belastende arbeidsomstandigheden per kotterwerkplek, met vooral focus op de visdekken (tuighandling, verwerking) en het visruim (opslag).

Typologie ongevallen

Voor het vaststellen van de belangrijkste persoonlijke veiligheid en arbo-tekortkomingen waren een aantal kotterhoofdkenmerken bepalend, zoals scheepstype, motorvermogen, tuigtype en werkplekken. Deze keuzes werd aangevuld met een aantal additionele beoordelingsfactoren:

- 1.) aantal ongevallen;
- 2.) ongevalsrisico's (aantal en ernst);
- 3.) inzet van bemanning, uitgedrukt in jaren;
- 4.) ziekteverzuim, uitgedrukt in weken;
- 5.) opkomende visserijbeperkingen eind 80^{er}, begin 90^{er} jaren (maximaal geïnstalleerde vermogens (2000 pk/1472 kW) en maximale boomkorlengte (12 m).

Bij verwerking van alle ongevalsdata werd eveneens informatie meegenomen die toeliet om de data te koppelen aan scheepstype en om de visserijmethodes te achterhalen. De vaak onvolledige gegevens in de aangeleverde papieren dossiers werden besproken met de in het onderzoek participerende RIVO-experts, ter voorkoming van de over- en onderschatting van ongevallen en ziekteverzuim aan boord van grote en kleine schepen. RIVO was destijds het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, vallend onder het

ministerie van LNV. De afdeling technisch visserijonderzoek was in de 50^{er} jaren van de 20^e eeuw opgericht om de Nederlandse visserij te ondersteunen met vis-, visserij-technische en veiligheidszaken. De technische afdeling voor toegepast wetenschappelijk visserijonderzoek had behalve scheepsbouwkundige expertise ook oud-vissers in dienst voor praktijksamenwerking en uitvoeren en begeleiden van innovatieprojecten onder Noordzevisserij omstandigheden.

De RMD- en DGA-ongevallen zijn gebruikt voor een kwantitatieve bewerking. De ongevallen gemeld bij de SI dienden voor verdere kwalitatieve analyses. De afdeling ongevallenonderzoek van de SI stelde destijds regelmatig een uitgebreid onderzoek in naar de toedracht van het ongeval, bij ernstige gevallen met een uitspraak van de Raad voor de Scheepvaart. Om beide bestanden te koppelen is nagegaan welke gevallen in beide bestanden voorkwamen. Nadat alles was aangevuld werden naam en scheepsnummer gewist om, conform afspraken, de gegevens anoniem te maken. Bij het verwerken van de grote hoeveelheid gegevens is gebruik gemaakt van het destijds beschikbare *Cardbox+* databaseprogramma, waarmee de gegevens nauwkeurig waren te ordenen en later geanonimiseerd konden worden. In overleg met de RIVO-experts en wetenschappers zijn in meerdere gezamenlijke bijeenkomsten 18 ongevalstypen geïdentificeerd, en in tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1 Overzicht van de typen ongevallen volgens Kindunos-classificatie in 18 groepen met korte omschrijving (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

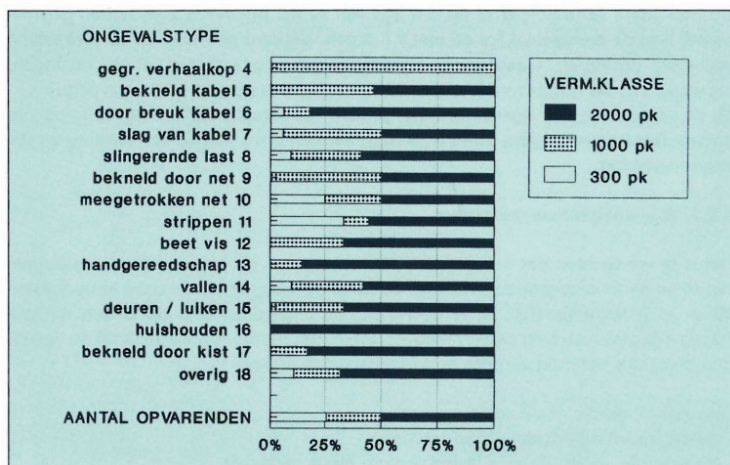
Groep	Type	Omschrijving
Kapseizen	1	Kapseizen door ongelijke belasting
	2	Kapseizen door te hoog aangrijpingspunt vislijnen
	3	Kapseizen door te groot gewicht van de last
Kabels en blokken	4	Gegrepen door verhaalkoop
	5	Bekneld geraakt met vingers/hand, verwonding aan romp en ledematen
	6	Geraakt door brekende kabel of losschietende haak
Slingeren en schuiven	7	Slag van kabel of ketting
	8	Geraakt of bekneld door slingerende, vallende of verschuivende last of tuigcomponenten
	9	Bekneld tussen net en verschansing
Netten	10	Meegetrokken door kuiltouw of net
	11	Snijden bij strippen
	12	Beten/steken door vis
Gereedschap, vis en reparatie	13	Verwonding door handgereedschappen
	14	Vallen/uitglijden/verstappen op bewegend dek
Vallen	17	Kist of pak vis op hand of voet gekregen
Kisten met vis	15	Beknellen tussen deuren en luiken
	16	Ongevallen bij huishoudelijke werkzaamheden
	18	Overig, oorzaak onbekend

Om het beeld eenduidiger te maken zijn een aantal ongevalstypen samen gegroepeerd. Aan de ongevalstypen 4 t/m 7 ligt het hanteren van vislijnen ten grondslag. De hierbij optredende ongevallen waren bijvoorbeeld afgeknelde ledematen, het bekneld raken en geraakt worden door brekende vislijnen. De ongevalstypen 15, 16 en 18 vormden een restgroep. Bij de analyse van de ongevallen werd getracht verbanden te leggen tussen ongevalstypen en andere factoren, zodat de relatie tussen tuig, aard, en ernst van de verwonding en seizoensinvloeden ook bepaald kon worden. De geanalyseerde ongevallen 1983-1988 zijn in tabellen samengevat naar ongevalstypen, kottervermogensklasse en ziekteverzuim.

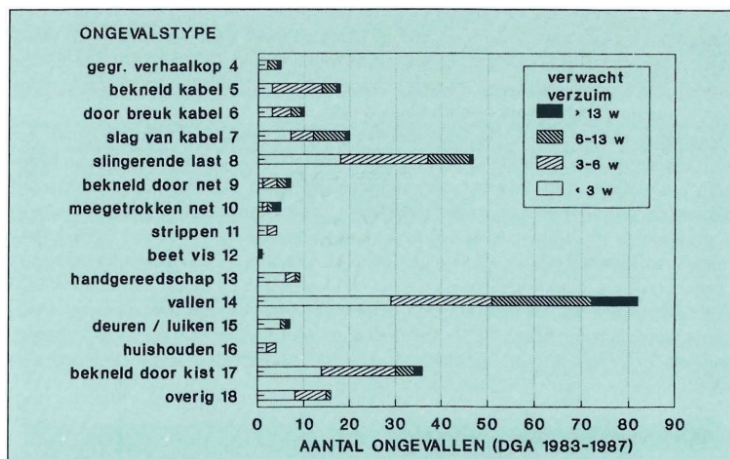
Omdat de focus van het Kindunos-onderzoek op persoonlijke veiligheid en arbo-omstandigheden aan boord van de Noordzee boomkorkotters lag, werd de eerste ongevalsgroep “kapseizen” niet in dit onderzoek verder geanalyseerd. Na elk kapseisongeval met vissersvaartuigen werd destijds uitgebreid onderzoek gedaan door de Scheepvaart Inspectie en Raad voor de Scheepvaart met een terugkoppeling naar de sector. Indien noodzakelijk werden de veiligheidsvoorschriften voor vissersvaartuigen in de

Nederlandse Schepenwet en Uitvoeringsbesluiten bijgewerkt, zoals bijvoorbeeld met aangescherpte stabiliteitseisen (jaren 70/80). Ook de ongevallen en het ziekteverzuim aan boord van de grote diepvries hektrawlers (Noordzee, Atlantische Oceaan) en mosselkotters (Waddenzee, Oosterschelde) zijn verder buiten beschouwing gelaten.

De geanalyseerde ongevallen uit de periode 1983-1988 zijn samengevat in figuur 2.7 en 2.8. In figuur 2.7 zijn ze weergegeven per ongevalstype en naar kottervermogensklassen, van 300 pk (< 300 pk/220 kW; 262 kotters), 1000 pk (300- 1100 pk; 125 kotters) en 2000 pk (> 1100 pk/809 kW; 220 kotters). In figuur 2.8 zijn de ongevalstypen gerelateerd aan ziekteverzuimdata, met verzuim van <1 week tot >13 weken.



Figuur 2.7 Relatieve verdeling van het aantal ongevallen per ongevalstypen per vermogensklasse van de kotter (< 300 pk, 1000-2000 pk, > 2000 pk); ongevalstype 1 -3 (gerelateerd aan kapseizen) is buiten beschouwing gelaten (bron: DGA/RMD, 1983-1987; Kotter-2000, 1990 [2.8]).



Figuur 2.8 Het totaal aantal ongevallen per ongevalstype over de periode 1983-1987 naar duur van het verwachte ziekteverzuim; ongevalstype 1 -3 (gerelateerd aan kapseizen) is buiten beschouwing gelaten (Veenstra en Stoop, 1992; (fig. 2.8: nr.4) [2.9])

Met name het vallen en van de benen geslagen worden kwam in de ongevallen analyses het meeste voor (30%), maar de gevolgen hiervan waren ook ernstiger dan gemiddeld. Ongevallen ten gevolge van slingerende of schuivende lasten op de vis(verwerkings)dekken kwamen eveneens regelmatig voor, maar met minder ernstige gevolgen. Ongevallen met het hanteren van losse slagen van vislijnen (fig. 2.8: nr.4) om de langzaam draaiende kaapstanders (horizontale verhaalkoppen ter weerszijden van lierruimte) en het meegetrokken worden bij het overboord zetten van de visnetten kwamen niet vaak voor, maar de gevolgen waren relatief ernstig. Ongeveer 2/3 deel van de verwondingen betrof de ledematen, armen, handen, benen en voeten. Brekende vislijnen en slingerende tuigcomponenten veroorzaakten vooral veel hoofdverwondingen (40%), terwijl schuivende lasten aan dek vooral de benen betroffen (25%). Bij het vallen door onverwachte bewegingen van het schip waren er veelal verwondingen aan romp en benen (25%).

De ernst van de ongevallen, van licht tot zwaar, werd uitgedrukt in het te verwachten ziekteverzuim. Wanneer het aantal ongevallen met langdurig ziekteverzuim relatief groot (> 13 weken) was ten opzichte van het aantal ongevallen met kortdurend ziekteverzuim (< 3 weken), dan werd het ongeval geclassificeerd als relatief ernstig. De ongevalstypen, ernst-klassen en veiligheidsrisico's (kans x effect) werden vervolgens gerelateerd aan de werkplekken van de bemanning met lokale werkbelastingen. Op basis van deze analyses kristalliseerde een vijftal ongevalstypen uit, die veel voorkwamen en/of waarvan de gevolgen ernstig waren, zie tabel 2.2.

Tabel 2.2 De vijf meest ernstigste ongevalstypen in de Noordzee boomkorvisserij over de periode 1983-1988.

Ongeval typenummer en omschrijving	
4	Gegrepen door verhaalkop
5, 6 en 7	Bekneld / breuk / slag van kabel
8	Slingerende / vallende/schuivende lasten
9 en 19	Meegetrokken / bekneld door netten
14	Vallen / uitglijden / verstappen op bewegend dek

De belangrijkste oorzaak van de vijf meest ernstige ongevallen had te maken met het aanscherpen van de stabiliteitseisen na de vele kapseisongevallen in de 60^{er}/70^{er} jaren. Door deze aanscherping verslechterde het kotterzeegangsgedrag. Met name bij dwarsscheeps slingeren bewoog het schip meer schokkerig evenals bij stampen langsscheeps bij voorin komende golven. Dit bemoeilijkte het lopen over en werken aan dek aanzienlijk. Dit veroorzaakte ongevallen als het verstappen, uitglijden en vallen (type 14). Door schuivende lasten aan dek en slingerende vistuigcomponenten (type 8, 9 en 10) werden vissers geraakt en bekneld. Omdat bij het aan boord halen c.q. overboord zetten van netten door de bemanning vele vishulplijnen aan dek gehanteerd moesten worden met destijds eenvoudige technische hulpmiddelen, zoals de verhaalkoppen, kwamen ongevallen hiermee ook veel voor (type 4 tot 7, 9 en 10). Dit werd versterkt door toenemende vermoeidheid in de loop van de visweek, bij slecht weer en met tijdelijke opstappers, die minder waren ingespeeld met de vaste bemanning en minder bekend met de aan boord ingesleten gehanteerde visserijprocedures en kotter-specifieke hulpmiddelen.

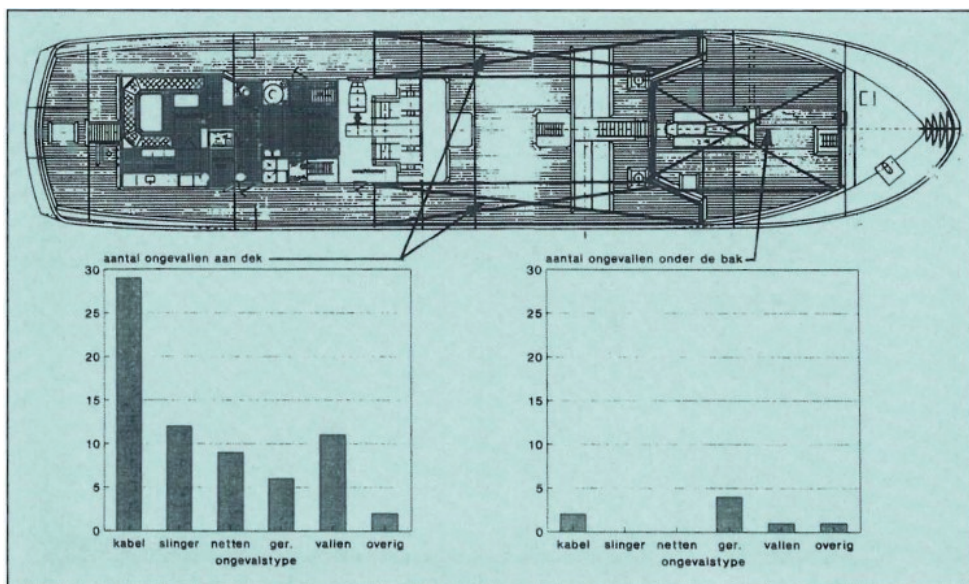
2.3.3. Werkplekanalyses en aanvullende oorzaken van verminderde arbeidsomstandigheden

Tijdens de boomkorvisserij werden met betrekking tot de werklocaties op en onder de vis(verwerking)dekken de belangrijkste hoofdactiviteiten onderscheiden in het hanteren (*handling*) van de vistuigen, viskuilen (zakvormig netwerk met visvangst) en de visverwerking en opslag van de visvangsten (tabel 2.3).

Tabel 2.3 Vis- en tuigbehandelingswerkzaamheden en bijbehorende werkplek aan boord Noordzee boomkorkotters (zie fig.2.4).

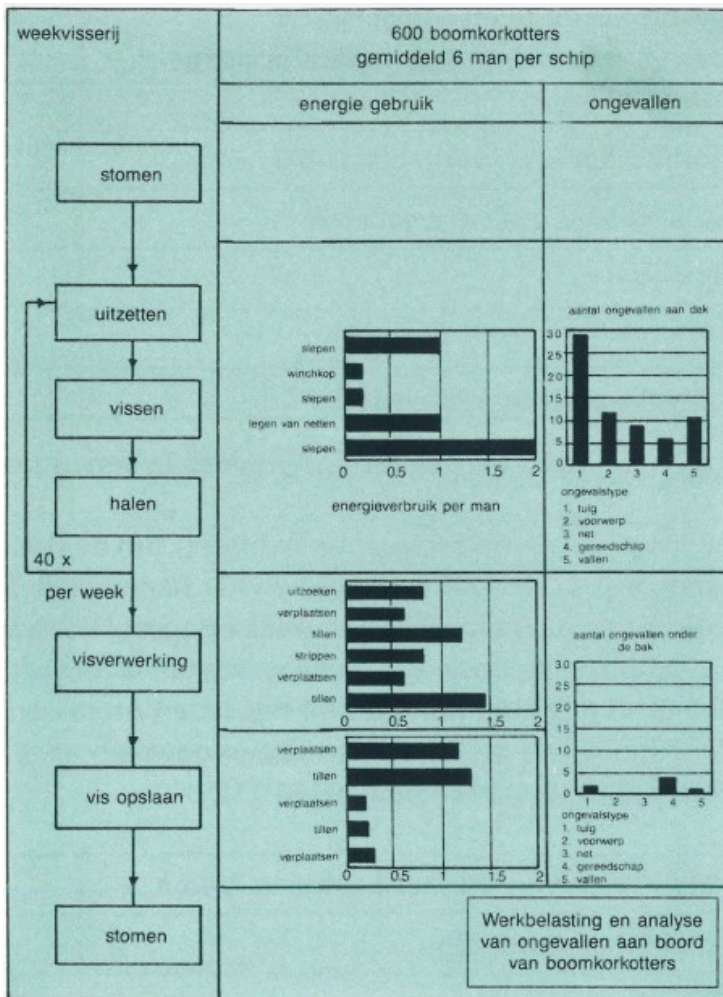
Tuigbehandeling	Werkdek (SB en BB); open lucht
Kuilbehandeling	Werkdek (SB en BB); open lucht
Visverwerking	Onder de bak; buitenluchttemperatuur

Op de kotters werden de netten en tuigen voor de opbouw vanaf/op het hoofddek gehanteerd en aan einde van de week weer scheep gezet. Ongevallen met kabels, blokken en slingerende lasten vonden voornamelijk op het hoofddek plaats en ongevallen met netten meer nabij de dichte reling (verschansing). In het bestaande kottersontwerp was gekozen voor een dichte verschansing ter voorkoming dat golven over het dek spoelen en bemanning overboord zou slaan. Ongevallen met betrekking tot het hanteren van vistuigen en -netten vonden bijna allemaal op het dek voor de accommodatie plaats en bij de visverwerking vond onder de bak, zie ook fig. 2.9.



Figuur 2.9 Ongevallenverdeling naar werklocatie boomkorkotter (bron DGA 1983-1987; Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

In het Kindunos-project werd tevens een inschatting gemaakt van het energieverbruik van de visserman. Ten eerste door de werkzaamheden op te splitsen in deeltaken en ten tweede door de verplaatsing van massa's (tuigen, viskuilen, viskisten) gedurende de hele visweek energetisch uit te rekenen als 'kracht x weg'. Hiermee werden aanvullende inzichten verkregen in de mate van werkbelasting, gerelateerd aan de kotterswerkplekken en geregistreerde ongevallen (fig.2.10). Als referentie werd de geschatte energiebehoefte in een ander, algemeen erkend zwaar beroep genomen, namelijk metselaar in de bouw (Hoefnagels, 1989; [2.8]). Geconcludeerd werd dat de visserman een factor 2 zwaarder belast werd. Uiteraard is het werk van een metselaar niet helemaal te vergelijken met dat van een visserman, omdat hier bukken en tillen en draaien een voortdurende belasting van de rug betekent. Het bukken en tillen van de visserman gebeurt meer gespreid over de hele dag, maar dan wel met kisten van ca. 40 kg. Echter, in plaats van een 8-urige werkdag staat de visserman dit werk de hele week te doen met slechts korte rustperiodes tussen de trekken door.



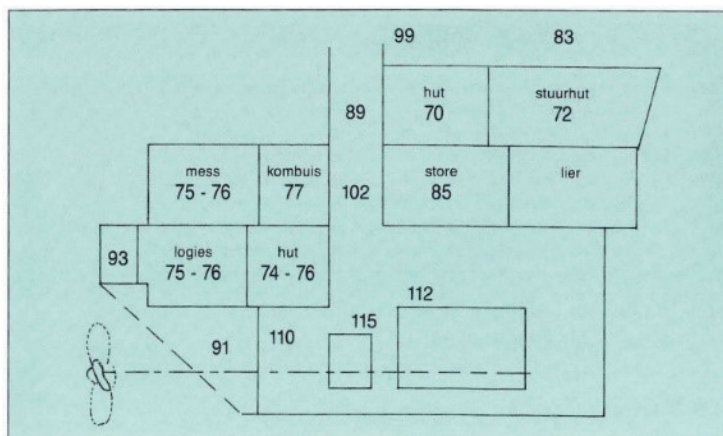
Figuur 2.10 Kotter ongevallen en werkbelasting per visweek bij het vissen en visverwerking (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

De werkbelasting voor de bemanning en de kans op ongevallen gold vooral bij het uitzetten en scheepshalen van de tuigen en netwerk en het behandelen van de visvangsten. Dit gaat met veel sjoeren en tilwerk gepaard. Door schaalvergroting van de kotters werden de tuigen steeds zwaarder (3000 - 7000 kg), waarmee de belasting van de mensen en ernstige beknellingsongevallen navenant toenamen. Door de schaalvergroting en toegenomen investeringen werd er ook intensiever gevisst. Het 24/7 vissen met zoveel mogelijk trekken was leidend, eten, drinken en slapen was ondergeschikt.

Uit de SFM-bronnen van 1983-1988 bleek dat het aantal afkeuringen vanwege gezondheidsklachten van gemiddeld 3 per 1000 naar 8 per 1000 verzekerden was gestegen in deze periode ([2.8]). Afkeuringen t.g.v. ongevallen aan boord kwamen in alle leeftijdsgroepen voor en afkeuringen t.g.v. gezondheidsklachten vooral bij de hogere leeftijdsgroepen. De groep 40 tot 50 jaar scoorde het hoogst in beide groepen (40%). Rugklachten was de belangrijkste reden van afkeuring. Van de afkeuringen op gezondheidsklachten vond 2/3 plaats voor het vijftigste jaar. Actieve vissers van boven de 60 jaar zijn een uitzondering. In de oudere leeftijdsgroep kwamen bovendien veel hart- en gewrichtsklachten voor.

Aanvullende oorzaken van verminderde arbeidsomstandigheden: geluid

Additioneel op de zware dekwerkzaamheden komen er nog een aantal Arbo-belastende factoren bij, zoals de hoge versnellingsniveaus (op het voorschip) en hoge geluidsniveaus (in de accommodatie) alsmede ongunstige werk- en rusttijden. Deze factoren zijn inherent aan het scheepstype, visserij-werkzaamheden en locatie van de werkplekken. Met de accommodatie en de brug boven de machine- en lierkamer zijn de gemeten geluidsniveaus hoger dan in de grote scheepvaart aanbevolen werd (Veenstra, 1988; zie fig. 2.11; [2.10]).



Figuur 2.11 Gemeten geluidsniveaus in dB(A) aan boord van een 2000 pk boomkorkotter (bron TNO/RIVO; Veenstra,1988; [2.10]).

Voor vissersvaartuigen golden tot 1990 nog geen geluidsvoorschriften. De Scheepvaart Inspectie heeft in 1988 door TNO en RIVO onderzoek laten doen om de vigerende kottergeluidsniveaus in kaart te brengen en te vergelijken met voorschriften in de grote scheepvaart (tabel 2.4; [2.11]). Vervolgens hebben er in de 90^{er} jaren met de visserijbestuurders onderhandelingen plaatsgevonden welke niveaus er voor de kotters zouden moeten gaan gelden, rekening houdend met de traditionele indelingen.

Tabel 2.4 Gemeten geluidniveaus op verschillende werkplekken van boomkorkotter en richtwaarden zoals gebruikt voor de grote scheepvaart (Bads 213/1987).

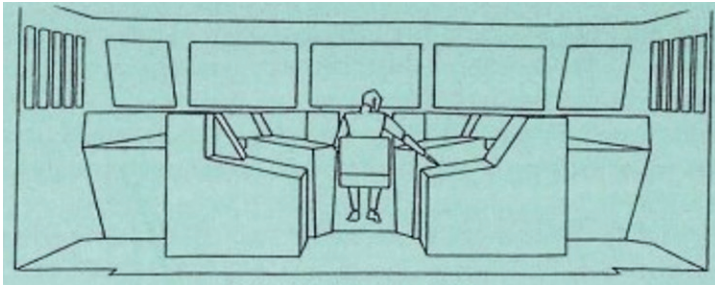
Nr.	Werkplekken	Geluidsniveau gemeten / richtwaarden
1	Kombuis/messroom	75- 80 dB(A) / 65 dB(A)
2	Accommodatie/logies	75-82 dB(A) / 60 dB(A)
3	Stuurhuis	70-77 dB(A) / 65 dB(A)
4	Machinekamer	107-112 dB(A) / 110 dB(A)
5	Visverwerking bakdek	80-95 dB(A) / n.v.t.

In de kottervisserij hoorden hoge geluidsniveaus nu eenmaal bij het werk van de visserman. Er werd in de jaren 80 geen aandacht geschonken aan langdurige lawaai-blootstelling met uiteenlopende gezondheidseffecten, met name gehoorschade en negatieve gevolgen voor hart en bloedvaten. Een bijkomend veiligheidsnadeel was dat met te veel lawaai op de werkplek de onderlinge communicatie op de werkplek verslechtert alsmede de communicatie tussen de schipper en de bemanning op de werkdekken.

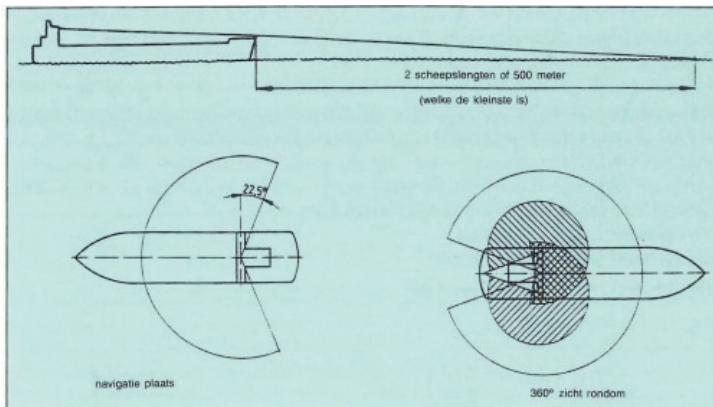
Aanvullende oorzaken van verminderde arbeidsomstandigheden: zichtlijnen

Eveneens inherent aan het kotterontwerp dragen slechte zichtlijnen vanaf de brug ook bij tot onveilige werksituaties. Enerzijds ten gevolge van de opstelling van de visserij(nautische) brugapparatuur in het

midden van de brug (fig. 2.12) en anderzijds door het verhoogde bakdek (voorschip). Hierdoor kon vanaf de brug het omringende scheepvaartverkeer niet goed in de gaten gehouden worden. In de grote scheepvaartwereld hanteerde men ISO-normen (ISO 8468, 1987; fig. 2.13). Volgens deze richtlijnen schoten de zichtlijnen op kotters te kort. Zittend achter het middenconsole en ook staande achter het lierbedieningsfrontconsole had de schipper geen goed uitzicht naar voren en dwars-uit om omringend scheepvaartverkeer te kunnen waarnemen en onveilige (aanvaring)situaties voor schip en bemanning tijdig te voorkomen.



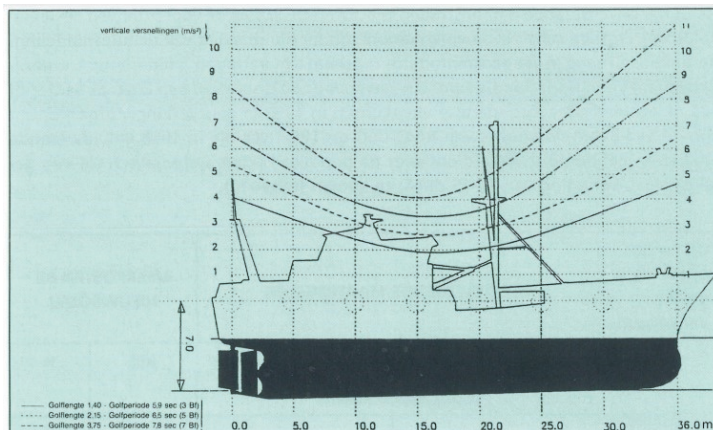
Figuur 2.12 Bruginrichting traditionele boomkorkotter 80^{er} jaren met minder goede zichtlijnen vanaf de brug en de console opstellingen (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).



Figuur 2.13 ISO-normen zichtlijnen vanaf de navigatieplek/console voor goede zichthoeken, rondom, dwars-uit en naar voren om overig scheepvaartverkeer tijdig op te merken en mogelijke aanvaringen te voorkomen.

Aanvullende oorzaken van verminderde arbeidsomstandigheden: g-krachten

Een derde verzwarende werkomstandigheid aan boord van de kotters was het werken op een sterk bewegend platform onder Noordzeecondities, vooral in de herfst en wintermaanden. Omdat uit de ongevalanalyses duidelijk bleek dat er door het slechte kotterzeegangsgedrag een causale relatie bestond met de vijf ernstigste ongevallen, werd in het kader van mogelijke werkplekverbeteringen de kotterscheepsbewegingen nader geanalyseerd (fig. 2.14).



Figuur 2.14 Berekeningen van verticale versnellingen (z-as; $1\text{--}10\text{ m/s}^2$) voor traditionele boomkorkotter (x-as; 0–36 m) onder drie Noordzee situaties bij 3, 6 en 7 Beaufort (bron MARIN/RIVO; Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

De berekeningen werden met behulp van *Seaway*-programmatuur reken technisch door het RIVO uitgevoerd met ondersteuning van scheeps-bouwstudenten en hydrodynamische experts ([2.12]). Met de programmatuur werd over de lengte van de kotter (0–36 m) voor een paar Noordzeecondities en golfrichtingen de verticale versnellingen berekend (fig. 2.14). De berekende resultaten werden niet gevalideerd met praktijkmetingen. De berekende verticale versnellingen kwamen min of meer overeen met de ervaringen van vissers. Maar voor vissersvaartuigen waren er nog geen normen met betrekking tot welzijn en zeeziekte.

In de 80^{er} jaren waren er alleen voor de grote scheepvaart IMO-richtlijnen om de verticale versnellingen bij voorkeur onder de 0.6 g ($1\text{ g} = 9.81\text{ m/s}^2$) te houden met als referentielocatie 10% afstand van de voorloodlijn. Dat zou voor boomkorkotters betekenen dat slechts bij lage *seastate* (Bf. 3) hier aan voldaan zou worden. Op de visverwerkingsplek onder de bak (voorschip) treden bij Bf. 5–7 regelmatig onaantvaardbare hoge verticale versnellingen, zelfs $>1\text{g}$. Uit gesprekken met vissers bleek dat bij slecht weer de vermoeidheidsklachten en kans op vallen sterk toenamen met op het langere termijn bewegings-aandoeningen.

Slecht weer komt ook niet ten goede aan de werk- en rusttijden (par. 2.1.3). In de jaren '80 en '90 van de 20e eeuw bestonden er geen regels voor werk- en rusttijden aan boord. In plaats van een extra bemanningslid erbij en meer rusttijd, gaf de bemanning de voorkeur aan een minimale bezetting met betere lonen aan het einde van de week. Bijslapen kon men wel in het weekend en dat vele collega's vroegtijdig werden afgekeurd was voor latere zorg. Gedurende de visweek nam de vermoeidheid sterk toe, helemaal op een zwaar bewegend schip. De arbeidsomstandigheden verslechterden navenant en de kans op ongevallen nam aanzienlijk toe. De bemanning ging gaande de week ook minder zorgvuldig om met de visverwerkingswerkzaamheden. Dit ging ten koste van de kwaliteit en houdbaarheid van de aangevoerde verse vissoorten.

2.3.4 Rangschikking ongevallen en taakanalyses in oplossingsmatrices

Voordat de technische deel- en herontwerpoplossingen als bruikbare praktijkoplossingen aan boord van de bestaande boomkorkotters konden worden uitgewerkt, werden alle potentiële werkplekoplossingen in matrices per werkplek tezamen gebracht, met name voor de werkdekken, brug-, lier- en visruimte. Per werkstation zijn horizontaal de verbeterde arbo- en veiligheidseffecten aangegeven op basis van verbeterde gebruiksfunctie- en werkscenario's. In de matrices zijn voor de werkplekken verticaal de scenario's aangegeven alsmede de gebruikte bronnen, type, ernst, aard en seizoensinvloeden alsmede locatie op de kotter. Omdat de ernstigste veiligheids- en arbo-tekortkomingen op de

visverwerkingsdekken plaatsvonden wordt hier in tabel 2.5 alleen de matrices voor het visdek en visverwerkingsruimte weergegeven.

Tabel 2.5 Veiligheidsgerichte matrix van ongevallen en werkbelasting naar locatie, bronnen, type, ernst en aard alsmede invloedfactoren en trends (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Locatie	Ongevallen	Werkbelasting
Vis- en verwerkingsdek Scenario's afhankelijk van:	Visserijmethode; Scheepstype; Scheepsgrootte; Verse c.q. ingevroren vis;	Visserijmethode; Scheepstype; Scheepsgrootte; Bemanningsgrootte; Seizoenen;
Bronnen met data:	DGA, RMD, SFM, SI, R vd Scheepvaart (ongevallen: kwantitatief en kwalitatief); Ongevallenfrequentie: 9,3 per 100 werkers per jaar (landelijk gem. 1,8 per 100; in de bouw 4,4); 5,2 per 100 indien 8-urige werkdag voor de visserij; Afkeuring: 8 per 100 per jaar	DGA, RMD, SFM (ziekteverzuim / afkeuring); Ziekteverzuim: 6 weken: 18% (CBS 5%) 13 weken: 4% (landelijk gem. 2,5%); Afkeuring: 2 per 1000 per jaar (CBS: 0,2 per 1000);
Type, ernst en aard	Slingerende en schuivende lasten: letsel hoofd en ledematen; Beknelling/brekende kabels en tuigcomponenten: ernstig letsel ledematen; Vallen: ernstig letsel romp;	Veel til- en sjourwerk: rugklachten; Zwaar bewegend schip: rug en gewrichtsklachten; Vangstbeperkende maatregelen: hart- en bloedvaten; Hoge geluidsniveaus: stress, lawaaidooftheid;
Plaats op het schip	Visdek: tuig- en kuilbehandeling; Visruim: vullen en transport van viskisten;	Visdek: tuig- en kuilbehandeling; Bakdek: visverwerking; Visruim: vullen en transport viskisten; Brugdek: navigatie met visserijtakken en MK-bewaking;
Seizoens-invloeden	Noordzee spectrum	Klimatologische omstandigheden
Trends	Kleiner aantal visdagen, maar intensiever bevestig; Aantal bemanningsleden omlaag; Nieuwe, onbekende en moeilijker visgronden; Grotere concurrentie met EG-visserij;	Arbo-wet van toepassing

In bovenstaande tabel zijn twee soorten analyses scenario's meegenomen, de gebruikers- en ongevallenscenario's. Gebruiksscenario's beschrijven de verschillende omstandigheden waaronder de visserman functioneerde terwijl met de ongevallenscenario's de gevaren c.q. verzwaarde werkbelasting bevatten, die hierbij kunnen optreden en resulteren in mogelijke letsel of ziekteverzuim. Behalve type en aard van de zwaarste ongevallen (vallen, bekneeld raken, slag van kabel) en zware werkbelasting (hanteren vistuigen, viskisten) is in deze tabel ook gekeken naar de relatie met seizoensinvloeden (zomer/winter; goed/slecht weer) en trends destijds (nieuwe wetgeving, technische maatregelen). Dit werd aangevuld met de in 2.3.3 geconstateerde additionele invloedfactoren: hoge geluid- en versnellingsniveaus alsmede tekortschietende zichtlijnen (dek, omgeving).

Alvorens oplossingen gegenereerd konden worden, werd per werkplek een programma van eisen opgesteld (PvE), vastgelegd in veiligheids-geïntegreerde PvE-tabellen. In tabel 2.6 zijn voor de ernstigste tekortkomingen op de vis(verwerkings)dekken de eisen weergegeven en in welke mate ongevallen voorkomen kon worden door verbetering van werkbelasting.

Tabel 2.6 PvE-herontwerpeisen ter voorkoming van de ernstigste kottorongevallen en vermindering werkbelastingen op visdekken (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

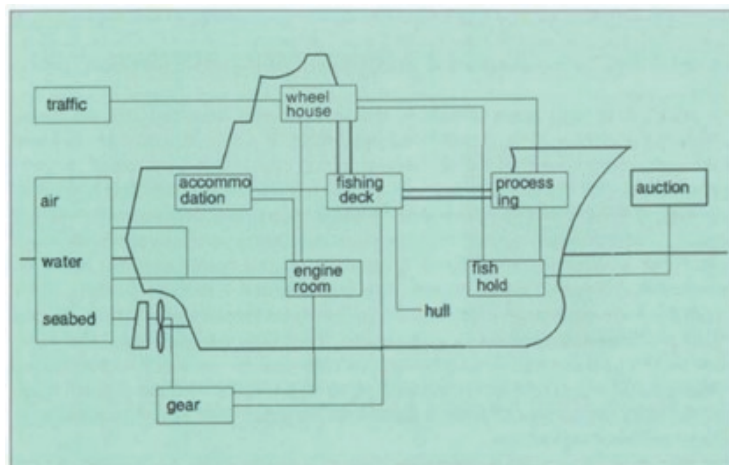
Herontwerpeisen visdekken	Verminderen ongevallen en verbeteren werkbelasting
Geen onbeschermdde visdraden/tuigage over dek; Zeevast-mogelijkheden losse objecten aan dek; Geen verhaalkoppen;	Voorkomen beknellen, brekende, slaande lijnen aan dek/dek/veen vallende visdraden op dek; Voorkomen beknellen/geen til- en sjourwerk;
Visverwerking midscheeps; Visportaal ca. 2m naar achteren verplaatsen;	Geen verkeerd, oneigenlijk gebruik/ handmatig vasthouden losse einden; Voorkomen van vallen/ minder vermoeidheid; Voorkomen doorslaan gieken en zware lasten slingerend schip/minder sjourwerk bij vistuighandling;

2.4 Van Programma van Eisen naar deeloplossingen en herontwerp

Na de analyse-, identificatie- en systeemkeuze fases, werden voor de visverwerkingsdekken alle arbo-gerelateerde(her)ontwerpaspecten vertaald in herontwerpeisen, bijeengebracht in de analyse matrix voor het visverwerkingsdek (tabel 2.5). Daarna werd door de onderzoekers de oorzakelijke problemen opgesplitst in persoonlijke veiligheid en arbo-beheersbare delen. In interactie met de visserijsector werd participatief besloten welke problemen wel of niet technisch dan wel operationeel aangepakt moesten worden met inzicht in eventuele restrisico's en nieuwe risico's. De verschillende oplossingen en mogelijkheden werden voor de werkplekken op het systeemmodel van de Noordzeekotter in de veiligheids-geïntegreerde oplossingenmatrices bijeengebracht als basis voor de *Proof of Principle* Kotter-2000 herontwerp (2.4.2) en *Proof of Concept* Kotter-2000 nieuw ontwerp (2.4.3).

2.4.1 Keuze systeemmodel boomkorkotter en Programma van Eisen

Bij de eerste aanzet tot veiligheid-geïntegreerde herontwerpen moesten de onderzoekers van het Kindunos-team zich conform opdracht voornamelijk richten op de bestaande boomkorkotters. De traditionele boomkorkotter (fig. 2.2) werd als overall hoofdsysteemmodel genomen met de belangrijkste kottervisserij subsystemen/werkplekken in interactie met de omgeving (fig. 2.15). Voor de vaststelling van de herontwerpaspecten was de visserijscheepsbouwkundige ontwerpspiraal leidend, uitgebreid met de persoonlijke veiligheid en arbo-ontwerpaspecten.



Figuur 2.15 Kottersysteemmodel met functionele werkplekken en omgevingsinteracties (Beamer 2000, Veenstra en Stoop, 1992; [2.9]).

Een eerste stap was vervolgens om een systeemmodel van de boomkorkotter te maken met functionele subsystemen gerelateerd aan de werkplekken (zie fig. 2.15). Vervolgens werden voor de werkplekken vele praktijkdeeloplossingen gegenereerd alsmede een eerste aanzet gegeven tot een *Proof of Principle* Kotter-2000 herontwerp met gecombineerde deeloplossingen. Door een aantal deeloplossingen met geraamde kosten te combineren werden meerdere Arbo-tekortkomingen tegelijkertijd en kosten-efficiënter aangepakt.

Omdat de opdrachtgevers voornamelijk geïnteresseerd waren in arbo- en persoonlijke veiligheidsgerichte werkplekverbeteringen voor de bestaande kotters, werd de focus en aanpak hierop afgestemd. Bovendien bleek al snel na gesprekken met vissers en uit de eerste geanalyseerde data (1984-1989; [2.8]), dat de (bijna-)ongevallen en zware werkbelasting vooral op de werkdekken plaatsvonden.

Programma van eisen Kotter-2000 conceptueel (her)ontwerp

Als werkmodel stonden de vele nieuwe boomkorkotters van de 80^{er} jaren als hoofdsysteemmodel centraal. Rekening houdend met de in de jaren '90 opkomende vermogens- en vistuiglengtebeperkingen werd in overleg met de sector een programma van eisen opgesteld voor een referentie boomkorkotter (tabel 2.7).

Tabel 2.7 Kindunos referentie boomkorkotter met standaardindeling en keuzes voor het Programma van Eisen.

Ontwerpspiraal segment	Programma van Eisen
1. Visserijmethode	2 x 12 m boomkor met wekkertuigen
2. Visverwerking	Vangstverwerkingsinstallaties voor verse vis
3. Vangcapaciteit	1500 viskisten met scherfjts in gekoeld visruim
4. Scheepsgrootte	Hoofdafmetingen 36 m x 8,0 m x 4,0 m/320 GT (<i>gross tonnage</i>)
5. Voortstuwing	Diesel-direct; 2000 pk/1470 kW
6. Arbeidsomstandigheden	6 bemanningsleden / Kindunos-oplossingen

2.4.2 Deeloplossingen en gecombineerde herontwerpaanpassingen

In navolging van de analysematrices werden voor het genereren van oplossingen eveneens matrices gebruikt. Om de geanalyseerde tekortkomingen met mogelijke componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties aan te pakken werden eerst herontwerpeisen per werkplek in overzichtsmatrices bijeengebracht en teruggekoppeld naar de sector (tabel 2.8, visdekken). Verticaal werd van boven naar beneden voor de oplossingsrichtingen onderscheid gemaakt in de toepasbaarheid binnen de indeling en uitrusting van bestaande kotters, gedeeltelijke aanpassing in de indeling van bestaande kotters (*Proof of Principle* Kotter-2000) en een geheel nieuw ontwerp (*Proof of Concept* Kotter-2000). Horizontaal werd in drie kolommen de oplossingsmogelijkheden aangegeven, respectievelijk voor de lokale werkplek, overall scheepsontwerp en aanpassing bedrijfsvoeringen. De te genereren en verder te onderbouwen oplossingen variëren van eenvoudige, technische hulpmiddelen en componentinnovaties (bijvoorbeeld een extra hulptrommel voor de vislier) tot en met een ingrijpende aanpassing van de hoofdindeling en wisseling deelsystemen (verplaatsen lier naar voorschip en visverwerking in de midscheeps) dan wel aanpassing van de bedrijfsvoering (vergroten aantal bemanningsleden).

Scheepsbouwkundige ingrepen betroffen met name het verplaatsen van de vislier naar het voorschip en de visverwerkingsruimten naar de midscheeps alsook het verhogen van het stuurhuisdek. Deze verbeterpunten leiden tot kostbare verbouwingen. Echter, met deze ingrijpende aanpassingen wilden de onderzoekers de vissers laten zien hoe op een zwaar slingerend en stampend schip de visverwerking aanzienlijk minder belastend kan plaatsvinden door het te verplaatsen van de visverwerking naar de midscheeps (op ca. de helft van de scheepslengte) en de zichtlijnen verbeteren door het verhogen van het stuurhuis.

Tabel 2.8 Kindunos oplossingenmatrix voor visdekken met deel-, herontwerp- en bedrijfsvoering-(her)ontwerpaspecten (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

	Lokale werkplek: Inrichting en uitrusting	Overall scheepsontwerp	Bedrijfsvoering
Toepasbaar: Binnen indeling & uitrusting bestaande kotter	Afscherming lopend tuigage; Veilige werkzones; Gecontroleerd verplaatsen objecten aan dek; Noodstoppen.	Communicatie vanaf brug naar dek; Zichtlijnen op mensen aan dek; Geluidwerende maatregelen; Stamp- en slingerdemping.	Beschermende kleding en schoeisel visserijlier; Certificering hijs- en tuigagegerei; Opleiding en diploma's.
Vereist: Gedeeltelijke aanpassing bestaande kotters	Vanginstallatie viskuilen; Verhaalkoppen vislier vervangen door hulptrommels; Verplaatsing hijspunten & bedieningslocaties.	Verhoging stuurhuis; Wisselen lierhuis met de Visverwerking onder de bak; Lawaaibestrijding aan de bronnen; Verdergaande mechanisatie en automatisering.	Aantal bemanningsleden vergroten; Een werk-rustritme cf. arbowet; Geen schippershut op de brug.
Nieuw: Herontwerp 2000 pk boomkorkotter	Visportaal naar achteren; Visputten in de zij; Multifunctionele hydraulische dekkranen; Kwaliteitsbewaking visbewerking; Scholunit 2000.	Toepassing alle pakketten geluidwerende maatregelen; Rompvorm optimalisatie; Visverwerking in de midscheeps; Verregaande mechanisatie en automatisering.	Geen sanitair-, scheeps- en visserij- afval overboord; Wacht- en verlofsysteem vergelijkbaar met de koopvaardij.

Na consultatie van experts en tussentijdse terugkoppeling naar de sector ontstond commitment in de visserij voor de lokale technische deeloplossingen, geïntegreerde (her)ontwerpoplossingen en aanpassingen in de bedrijfsvoering. Deze deeloplossingen waren bestemd voor de werkplekken en passend in de bestaande indeling van boomkorkotters en Noordzee kottervisserij. Daarmee werd de samenhang beter zichtbaar tussen de aanpassingen van de inrichting en uitrusting en ontwerpindeling in kader van opkomende EU/NL Arbo regelgeving. Omdat de ernstigste ongevalstypen en werkbelasting met hoog ziekteverzuim vooral op de vis(verwerking)dekken plaatsvonden, werden na consultatie met de sector en opdrachtgevers met name voor de viswerkstations deeloplossingen gegenereerd en verder uitgewerkt, inclusief neveneffecten en restrisico's. Er was met name belangstelling voor en onderbouwing van gecombineerde oplossingen, waarmee kostenefficiënt de ernstigste ongevallen en arbo-tekortkomingen opgelost zouden kunnen worden.

Na de uitgebreide ongevallen- en werkplekanalyses en verkregen inzichten in werkbelasting konden de causale veiligheids- en arbo-problemen naar typologie geïdentificeerd worden en ook gerangschikt worden naar de kottewerkstations. De volgende Kindunos-onderzoekstap was om technische oplossingen (componentinnovaties) voor de lokale werkstations te genereren.

De verbeterde gebruiksscenario's maakten eventuele restrisico's zichtbaar en gaven inzicht in welke veiligheidsproblemen (visserij)technisch aangepakt konden worden, al dan niet elkaar versterkend dan wel aangepaste bedrijfsvoering behoeften.

Technische deeloplossingen en gecombineerde oplossingen voor de vis(verwerkings)werkplekken

De ongevalstypen en zware werkbelasting die met name op de vis(verwerking)dekken voorkwamen betroffen het vallen, bekneld raken tussen slingerende/schuivende lasten en een slag krijgen van opspringende/brekende kabels op dek niveau (tabel 2.1). Voor de bestaande boomkorkotters kon de grootste oorzaak voor vallen en bekneld raken, namelijk het zeegangsgedrag van het schip, niet ad-hoc

aangepakt worden. Hiervoor was een nieuw rompontwerp nodig en ingrijpende verbouwing van het casco.

Om het beknelde raken te voorkomen werden veiliger en meer arbo-verantwoorde werkplekken gecreëerd, zoals herpositionering van hijspunten met opvang-hulpmiddelen voor slingerende lasten. Daarnaast werden hijslieren voorgesteld voor het gecontroleerd verplaatsen van zware objecten op het dek. Het voorkomen van brekende en/of opslaande kabels werd ondervangen door certificering van het hijsgerei en afscherming van de over het dek lopende vislijnen. Omdat de zichtlijnen vanaf de brug en voor de lierbediening (schipper) niet ad-hoc verbeterd konden worden middels verhoging van de brug (verslechterende stabiliteit), werd een lokale noodstop bij de betreffende werkstations geplaatst alsmede mogelijkheden om de vislieren ook aan dek door de bemanning te kunnen laten bedienen. In tabel 2.9 zijn de technische deeloplossingen en technische interventieniveaus (technisch op de werkplek, herontwerp en organisatie) weergegeven.

Tabel 2.9 Werkstation deeloplossingen: technisch, herontwerp en organisatie.

Werkstation deeloplossingen Technische interventie-niveaus	Micro - technisch	Meso - (her)ontwerp	Macro - organisatie
1.Vervangen verhaalkop lier door extra jomper trommel	x	-	x
2.Verbeteren tuig- en netbehandeling	x	x	-
3.Verbeteren visverwerking en opslag	-	x	-
4.Aanpassing algemene layout/werkplekken	-	x	x

Met de eerste technische interventiestrategie in tabel 2.9 werden de ongevalstypen met het werken met kabels, kettingen en hulplijnen geëlimineerd. Met de 2e t/m 4e technische interventiestrategie werden ook ongevalstypen geëlimineerd die veroorzaakt werden door het werken met vistuigen en netten en bij de visverwerking, waardoor de veiligheid van de bemanning bij de uitvoering van taken en functies substantieel verbeterde.

Omdat de meerkosten voor veiligheidskundige aanpassingen op bestaande schepen voor schipperenaren uiterst belangrijke criteria voor acceptatie waren, werden voor de technische deeloplossingen aanvullend schattingen gemaakt van de kosteneffectiviteit. Om in de *Kindunos*-context tot dergelijke beoordelingen te kunnen komen, werden van de betreffende (visserij)technische voorzieningen de ongevals-frequentie en de ernst van de ongevallen gehanteerd (oorzaken-effecten) met geraamde kosten. Als selectie-criterium voor de Kotter-2000 deel(systeem)oplossingen (fig.2.16) werd het verwachte aantal ongevallen en langdurig ziekteverzuim geschat dat voorkomen kon worden gedeeld door de herontwerp investeringen. In tabel 2.10 (a, b, c) zijn voor het visverwerkingsdek de deeloplossingen/voorzieningen voor ongevalstype 4 t/m 9 (tabel 2.5) kosteneffectief weergegeven op basis van verwachting van het aantal ongevallen per type ($E(x)$) en de verwachting van het aantal ongevallen per jaar, dat leidt tot arbeidsongeschiktheid van langer dan 1 jaar ($E(x, a)$) met de aanpassingskosten voor bestaande schepen.

Tabel 2.10a Kosteneffectieve deel(systeem)oplossingen ter vermindering van het totaal aantal ongevallen per jaar ($E(x)$), het aantal ongevallen met langdurige arbeidsongeschiktheid ($E(x,a)$) met extra investeringskosten van deeloplossingen A t/m G en hun effect op ongevalstypes 4 t/m 9 (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Deeloplossingen en voorzieningen							$E(x)$	$E(x,a)$	Kfl.
Ongevalstype:	4	5	6	7	8	9			
A) Jomperlieren i.p.v. verhaalkop	X						2,15	1,08	120
B) Verplaatsbare jomperblok					X		45	1,13	80
C) Visput & jomperblokverplaatsing					X		45	1,13	200
D) Vangstconstructie kuil					X		45	1,13	20
E) Herontwerp portaalmast		X	X			X	23,7	1,16	150

F) Fixeren gieken	X	X			23,7	1,16	20
G) Hydraulische dekkranen	X	X	X	X	25,8	2,24	240

Tabel 2.10b Vermindering van het aantal ongevallen met langdurige arbeidsongeschiktheid (>jaar) en bijbehorende investeringskosten voor vijf combinaties van voorzieningen en deeloplossingen (zie tabel 2.10 a voor de letters) (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Combinatie deeloplossingen ter vermindering max. aantal ernstige ongevallen	Som E(x, a)	Kosten (kfl.)
Jomperlier i.p.v. verhaalkop (A)	1,08	80-130
A + B of C of D (zie tabel xx)	2,21	100-130
G	2,21	240
A + (B of C of D) + (E of F)	3,37	110-480
G + D	3,37	260

Tabel 2.10c Baten versus kosten bij maximale vermindering van het totaal aantal ongevallen E(x) en bijbehorende investeringskosten voor vijf combinaties van voorzieningen en deeloplossingen (letters, zie tabel 2.10a) (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Deeloplossingen met kosten vs. baten	E(x)	Kosten (kfl.)
E of F (zie tabel 2.10a)	23,7	10-150
B of C of D	45,0	20-200
(E of F) + (B of C of D)	68,7	20-200
G + D	70,8	260
A + (E of F) + (B of C of D)	70,8	110-480

Uit tabel 2.10 a (deeloplossingen) blijkt dat vooral de vangconstructie voor de kuil (D) en het fixeren van de gieken (F) kosteneffectieve, arbo-verbeterende voorzieningen zijn. De vermindering van zowel het aantal te verwachten ongevallen en gevallen van arbeidsongeschiktheid zijn bij deze aanpak groot bij relatief lage meerkosten. Door combinaties van deeloplossingen te maken (tabel 2.10 b en c) werden meerdere ongevallen tegelijkertijd voorkomen. De meest kosteneffectieve oplossingen zijn twee jomper-hulplieren op de bak (oplossing A; vervanging verhaalkoppen), de vangconstructie voor de viskuil (D) en het fixeren van de gieken (F). Op het moment dat het fixeren van de gieken in de praktijk op te veel bezwaren stuitte, waren multifunctionele hydraulische dekkranen (G) het meest kosteneffectief in te zetten, zowel voor tuig- als viskuilbehandeling als bij het laden en lossen van viskisten en vistuigen.

2.4.3 Wijziging hoofdingdeling Kotter-2000 herontwerp en nieuw ontwerp

Behalve de kosteneffectiviteit wordt er bij de beste technische oplossingen ook geanalyseerd hoe met één oplossing meerdere ongevalseffecten aanpak kunnen worden alsmede de vermindering van de arbeidsbelasting. Zo blijkt uit de ongevals- en ziekteverzuimanalyses (fig. 2.8) overduidelijk dat het percentage ongevallen onder de bak gering is, maar de arbeidsbelasting daarentegen hoog, des te meer bij slecht weer. Maar met een ingrijpende aanpassing van de hoofdingdeling, zoals het verplaatsen van de lier onder de brug naar het voorschip en de visverwerking onder de bak naar de midscheeps werd het beste technische resultaat verkregen vanuit Arbo-perspectief. In de midscheeps zijn de versnellingsniveaus het laagst, waardoor de kans op vallen (type 14) aanzienlijk vermindert. Tegelijkertijd werden ongevalstypen 5 en 7 geëlimineerd (breken/opslaan kabels), omdat er geen vislijnen meer over dek lopen. Vanuit MKB-perspectief was dit een te hoge investering met een te lange terugverdientijden.

Bij de start en ontwikkeling van de Noordzee boomkorvisserij met tweedehands zijtrawlers in de jaren 50 stonden de vislieren wel op het voorschip en hanteerde men de tuigen en de vis in de midscheeps. Door schaalvergroting en vermogenstoename moesten de zwaardere lieren door de hoofdmotor echter direct aangedreven worden en kwamen ze derhalve in de midscheeps te staan, onder de brug

met vervolgens de visverwerking onder de 'beschutte' bak op het voorschip. Met de doorontwikkeling van elektrische en hydraulische lieren in de jaren '80 konden deze nieuwe lieren wel weer verder van de hoofdmotor worden opgesteld, dus ook op het voorschip. In een traditionele sector opteren vissers bijna altijd voor bestaande indelingen en installaties. Deze geven in de praktijk nagenoeg geen storingen en visverlet.

Een tweede ingreep in de hoofdindeling is het een paar meter naar achteren verplaatsen van het visportaal met gieken. Door de jaren heen is gebleken dat met het visportaal zover mogelijk naar voren het beste gevist kon worden en de schipper op de brug een beter zicht had op en communicatie met de bemanning aan dek dan wanneer over het achterschip zou worden gevist. Met de gieken en het aangrijpingspunt van de gesleepte grondnetten aan het voorportaal, verbeterde met name de manoeuvreerbaarheid met gesleepte netten. Ten eerste om bodemobstakels sneller te kunnen vrij vissen en ten tweede om de kans te voorkomen dat vislijnen en netwerk in de schroef komen. Echter, uit discussies met vissers bleek dat deze kleinere verplaatsing naar achteren nauwelijks ten koste gaat van de manoeuvreerbaarheid. Een bijkomend voordeel is dat het gemakkelijk op-/doorslaan van de gieken weer beter voorkomen worden zonder al te drastisch in te grijpen in de destijds gebruikelijke bedrijfsvoering. Het plaatsen van een hulpkraan aan dek betekent een substantiële, additionele verbetering.

Met bovenstaande ingrijpende herontwerpoplossingen werden meerdere ongevalstypen en zware werkbelasting tegelijkertijd aangepakt zonder neveneffecten en/of restrisico's zoals samengevat in tabel 2.11. Deze tabel laat zien welke ongevalstypen (zoals eerder weergegeven in tabel 2.2) tegelijkertijd werden opgelost bij welke restrisico's, welk percentage vermindering arbeidsbelasting en welke geraamde meerkosten.

Tabel 2.11 Verholpen Arbo-knelpunten met restrisico knelpunten (nummering, tabel 2.1), verminderde werkbelasting en extra investeringskosten voor twee ingrijpende herontwerpoplossingen voor boomkorkotters.

Herontwerp oplossingen	Verholpen knelpunten	Restrisico's	Verminderen werkbelasting	Additionele investeringskosten bij nieuwbouw
Verwisselen lierplek (midscheeps) en visverwerkingsdek (voorschip)	4-10, 14	8, 14-15, 17	40 %	15 %
Verplaatsen vistuighandling naar achterschip en plaatsen vistuig handling hulpkranen	4-9, 14-15, 17	14	70 %	25 %

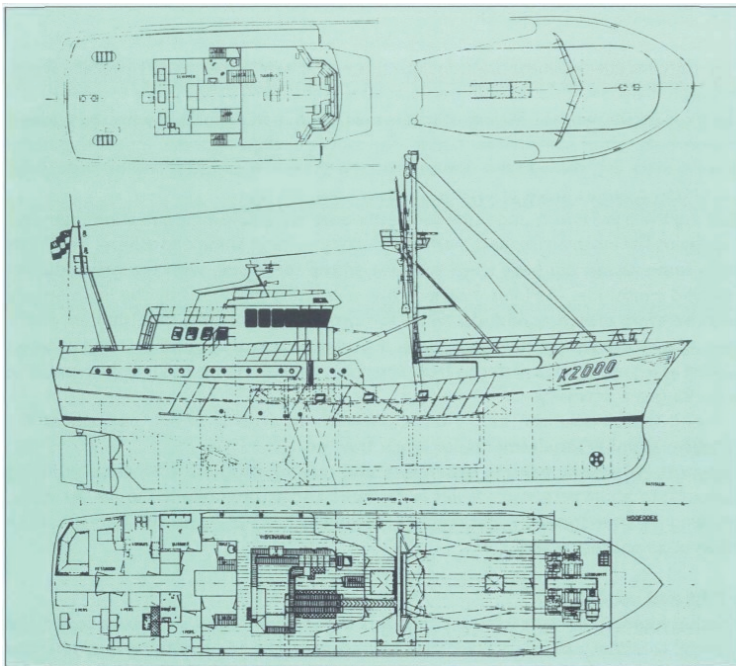
2.4.4 Proof-of-Principle Kotter-2000 herontwerp

Om tot voor de visserman met een aansprekend concept te komen werd het Kotter-2000 *Proof-of-Principle* herontwerp geïntroduceerd met een schetsplan van zoveel mogelijk gecombineerde deeloplossingen.

Omdat de sector in het Arbo-transitieproces 1980/'90 vooral de begrippen persoonlijke veiligheid en arbeidsomstandigheden met praktische, betaalbare toepassingen voor de werkplekken wilden zien, concentreerde het wetenschappelijke Arbo-onderzoek zich hier voornamelijk op. Maar om de Arbo-*awareness* te vergroten en discussies over boomkorkotterontwerp te entameren werden *Kindunos*-veiligheidsonderzoekresultaten en deelstudiebevindingen in een eerste *Proof-of-Principle* Kotter-2000 herontwerp schetsplan bijeengebracht met de best-fit oplossingen.

Omdat de kotterhoofdindeling van de opdrachtgevers zoveel mogelijk hetzelfde moest blijven en er visserij-operationeel er niet te veel veranderd mocht worden, zijn de achteraf-aan-te-passen deel- en herontwerpoplossingen in een Arbo-*Proof-of-Principle* kotterherontwerp tezamen gebracht (fig. 2.16).

In samenwerking met HTS Scheepsbouw (Haarlem) zijn ondersteunende weerstands-, vermogens- (energiebesparingen) en vooral stabiliteitsberekeningen uitgevoerd (Scholte, 1990; [2.13]). Met name de stabiliteitsberekeningen waren vanuit veiligheid perspectief nodig om met het verhoogde stuurhuis (verbeterde zichtlijnen) te checken of het ontwerp voldeed aan de vigerende scheepvaartinspectie-stabiliteitseisen voor vissersvaartuigen. Met dit Kotter-2000 herontwerp werd ruimschoots geanticipeerd op de nieuwe Arbo-regelgeving (1993; [1.8]) en Arbo-onderzoekopdracht voor bestaande boomkorkotters. Toepassing van deze component- en herontwerpaanpassingen betekende voor bestaande kotters wel aanzienlijke additionele investeringen (> 25% van de nieuwbouwwaarde). De eerste inschatting van de onderzoekers en visserijwerfen was dat bij nieuwoontwerpen de additionele probleemoplossende kosten zouden reduceren tot onder de 10%.



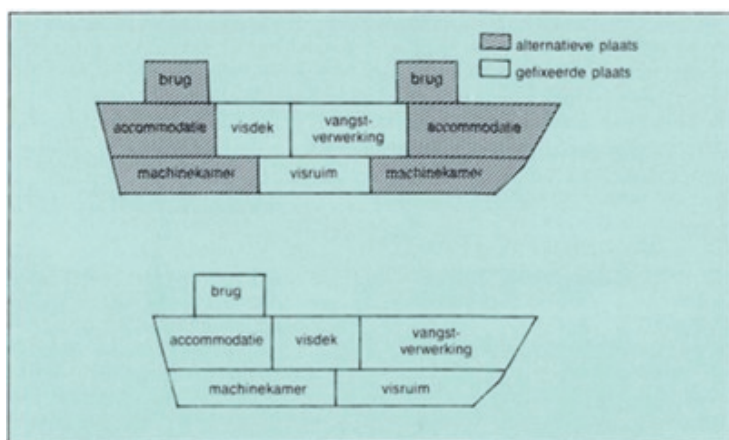
Figuur 2.16 Proof-of-Principle Algemeen Schetsplan met gecombineerde herontwerp-deeloplossingen (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

2.4.5 Proof-of-concept Kotter-2000 nieuw ontwerp

Vanuit academische conceptuele ontwerpinteresse en op verzoek van een aantal vissers met nieuwbouwplannen zijn de TU Delft veiligheidskundige en RIVO-ontwerponderzoekers deze onderzoekuitdaging aangegaan. Gebaseerd op de Kindunos analyses en oplossingen matrices is een eerste aanzet gemaakt om met een nieuw ontwerp(proces) tot een *Proof of Concept* Kotter-2000 nieuw ontwerp te komen. Waarin zowel de Kindunos veiligheidsaspecten als opkomende maatschappelijke aspecten (triple-P) tegelijkertijd werden geïncorporeerd.

Op verzoek van de sector, getriggerd door het grote kostenverschil bij ad-hoc-technische deeloplossingen ten opzichte van geheel nieuw ontwerpen, is het *Kindunos*-veiligheidsteam gevraagd om het wetenschappelijk onderzoek uit te breiden met verdergaande deelsysteemoplossingen. Bij de *Kindunos*-aanpak lag de focus primair op de ongevallen- en werkbelastinganalyses op het niveau van de gangbare bemanningstaken en functies op/in de lokale visserijwerkruimten aan boord. Met meer focus op systeemontwerpen lag de focus vooral op de hoofdfuncties van de kottervisserij en gerelateerde deelsystemen met reallocatiemogelijkheden voor de accommodatie en belangrijkste kotterwerkplekken: visdekken, brug en machinekamer.

Voor deze integrale systeemaanpak op hogere systeemniveau werd gebruik gemaakt van de opkomende methodologische ontwerp kennis uit de werktuigbouw (Siers en van de Kroonenberg (TU Twente; 1984) [2.1]; Roozenburg (TU Delft, ontwerpvormen), 1988 [5.4]). Met name voor veranderende ontwerpvormen met functieaanpassingen werd een conceptuele ontwerptool ingezet: de morfologische kaart (fig. 2.17).



Figuur 2.17 Morfologische kaart voor reallocatie van hoofdfuncties/deelsystemen traditionele boomkorkotter (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Met de morfologische kaart kon de samenhang tussen de verschillende kotterdeelsystemen op een hoger ontwerpniveau zichtbaar gemaakt worden. Door deze conceptuele reallocatiemogelijkheden van kotterwerkruimten kon nog beter ingespeeld worden op de veiligheids- en arbo-geïntegreerde aanpak. Voorwaarde was om de traditionele kotterindeling wel los te laten. Hier waren de opdrachtgevers aanvankelijk geen voorstander van. De onderzoekers hebben toch gemeend deze ingrijpende probleemoplossende socio-technische systeemaanpak te introduceren alsmede aangevuld met meervoudige duurzaamheidsaspecten. En deze nieuwe kotterontwerp reallocatie-exercitie ook in de eindrapportage mee te nemen. Ten eerste om verder bij te dragen aan het Arbobewustzijn bij herontwerp versus nieuw ontwerp en vanuit (her)ontwerpperspectief kosteneffectieve arbo-verbeterende investeringsmogelijkheden te laten zien.

Binnen het referentiesysteemmodel en PvE (tabel 2.7) werden voor de belangrijkste kottervisserij deelsystemen en -hoofdfuncties de gefixeerde posities voor het eerst losgelaten. Door deze systeembenadering konden per werkstation de samenhang tussen de kottervisserijdeelsystemen en de technische deeloplossingen overzichtelijk gealloceerd worden. Ook werd duidelijker welke invloed de veiligheidkundig-technische ingrepen in één van de deelsystemen heeft op de omringende deelsystemen. Tevens kon met een nieuwe indeling van kotterdeelsystemen de gangbare hoofdindeling ter discussie gesteld worden alsmede nieuwe combinaties overwogen worden. Daarmee konden voorshands meerdere Arbo- en veiligheidstekortkomingen tegelijkertijd worden opgelost dan in het *Proof of Principle* Kotter-2000 herontwerp haalbaar was.

Door de brug en de accommodatie naar voren te plaatsen en de machinekamer in het achterschip te laten werden de vijf ernstigste ongevalstypes (tabel 2.2) opgelost en werden de additionele veiligheid invloedfactoren tegelijkertijd aangepakt (lagere geluid-, versnellingsniveaus en betere zichtlijnen). De schipper kreeg een betere overzicht/communicatie met de bemanning op het werkdek en beter zicht op het omringende scheepvaartverkeer. Met deze reallocaties kan ook beter geanticipeerd worden op de opkomende (inter)nationale scheepvaartregelingen voor maximale geluidsniveaus in de accommodatie (60dB (A)).

Met de positionering van de vis(verwerking)deelsystemen en het visruim in de midscheeps werden de kansen op vallen en het bekneld raken substantieel verlaagd, met name bij slechte Noordzeecondities. Deze verplaatsing leidde tevens tot een aanzienlijke verlichting van de werkbelasting voor de bemanning. Zoals in fig. 2.16 aangegeven betekent deze verplaatsingen substantieel lagere versnellingsniveaus dan bij de visverwerking op het voorschip.

Door het visportaal en vistuigbehandelingsinstallatie hier eveneens te positioneren, kon de behandeling van vistuigen en netten veiliger plaatsvinden. Optioneel kon ook gekozen worden om over het achterschip te vissen en de vistuigen te behandelen, maar dan ontstond er wel een neveneffect en nieuw risico. Bij slecht weer, zwaar bewegend achterschip en incidenteel overslaande zeeën/golftoppen over achterdek konden de matrozen overboord gespoeld worden. Door de vislieren nabij het visportaal te plaatsen liepen er geen vislieren meer over dek, waardoor de kans op bekneld raken en brekende/opslaande kabels werden geëlimineerd.

Een Proof-of-Concept Kotter-2000 indeling was in de 70^{er} jaren niet geheel onbekend. Er waren al schippers die met een dergelijke hekkotterscheepstype viste, aangekocht als 2^e hands haringvisserij kotter maar aangepast voor de boomkorvisserij. Eind 80^e jaren lieten op Texel een paar familiebedrijven een nieuwe hekkotter bouwen om daarmee zowel met de bordentrawl op de haringvisserij te kunnen vissen (voorjaar/zomer) als met de boomkorvisserij (winter) (fig. 2.18). Het gebruikte ontwerpuitgangspunt was de klassieke visserijtechnische ontwerpspiraal zonder de arbeidssomstandigheden expliciet in het ontwerpproces te incorporeren (fig. 2.3). De keuze om twee vismethoden in één scheepsontwerp te integreren was allesbepalend voor de nieuwe hoofdindeling.



Figuur 2.18 Hekkotter TX38, een praktijkkotter voor span- en boomkorvisserij met best-fit Kotter-2000 hoofd- en systeemoplossingen (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Dat dit achteraf bij deze hekkotterindeling en vissenmethodes in de midscheeps en over het achterschip, vanuit Arbo-perspectief goed was volgens de ontwerpers en schippers mooi meegenomen. De betere persoonlijke veiligheid kwam zeker ten goede aan de bemanning. Als er in de 90^{er} jaren al nieuwbouwplannen waren, dan lag echter de visserman's voorkeur op de bestaande boomkorkotters met de midscheepse boomkormethode (fig. 2.2).

In het voornoemde ontwerp- en bouwproces (begin 90^{er} jaren) waren de Kindunos- en RIVO-onderzoekers niet betrokken. In de kennisoverdracht naar de sector werd de hekkotter TX38 wel als praktijkvoorbeeld aangehaald waar met een nieuwe kotterhoofdindeling kostenefficiënt werd tegemoet gekomen aan de grootste persoonlijke veiligheidsaspecten en arbo-tekortkomingen op bestaande boomkorkotters met de traditionele hoofdindeling (fig. 2.2):

- TX 38: lage versnellingsniveaus bij visverwerking en boomkortsuighandling in de midscheeps (voorkomen vallen en beknelde raken bij schuivende lasten aan dek en viskisten in visruim);
- TX 38: geen vislijnen/kabels over dek (voorkomen vallen en slag kabels)
- TX 38: betere zichtlijnen/communicatie naar dek en omgevingsvaartverkeer;
- TX 38: betere scheiding geluidsbronnen en accommodatie (lage geluidsniveaus).

Omdat de kottervloot in jaren '80 uit nagenoeg nieuwe boomkorkotters bestond, was er in de 80e en 90e jaren nauwelijks sprake van visserijnieuwbouw. Een uitzondering werd de nieuwbouwkotter PD147 (fig. 2.19), waarbij voor het Kotter-2000 Proof-of-Concept werd gekozen met de disruptief gewijzigde hoofdingdeling t.o.v. de traditionele boomkorkotters. Met deze indeling werd voor het eerst een Kotter-2000 type kotter gebouwd waarmee nagenoeg alle Arbo-knelpunten integraal in het ontwerp waren geïncorporeerd, met name de visverwerking en de vistuigbehandeling in de midscheeps.

Daarbij aangetekend dat de schipper-eigenaren bij het ontwerp en de bouw van de PD147 afzagen van methodische onderbouwing en ontwerpkenmerk-inbreng van de Kindunos- en RIVO-veiligheidsonderzoekers. Ook werd de op handen zijnde vermogensbeperking van 2000 pk voor de Noordzeevervisserij bewust losgelaten. Men wilde juist met een grote hekkotter (44 m, 4000 pk/3226 kW) buiten de Noordzee op nieuwe visgronden op niet-gequoteerde diepwater platvissen gaan vissen.



Figuur 2.19 Praktijkvoorbeeld Kotter-2000 Proof of Concept als nieuw type boomkorkotter, de PD147.

Door 90^{er} jaren beperkingen en EU technische maatregelen werden er in de 90^{er} jaren geen PD147 zusterschepen gebouwd. Wel werden enkele traditionele boomkorkotters met een maximum geïnstalleerd vermogen van 2000 pk/1470 kW en vissend met 12 m boomkorren gebouwd. De Kotter-2000 aanbevelingen en veiligheidskundige componentoplossingen werden in beperkte mate omhelst, zolang het niet teveel kostte en niet te veel afweek van de vertrouwde werkprocedures.

Een uitzondering was het ontwerp en de bouw van de HD7, waarbij de ontwerptechnische aanbevelingen van de Kotter-2000 concepten in overleg met de RIVO-onderzoekers zoveel mogelijk door de scheepswerf werden geïncorporeerd. Voor het eerst werd maximale aandacht besteed aan lawaai-beheersing en was het TNO/RIVO onderzoek met de geluidwerende pakketten (tabel 2.12) leidend (de Regt, 1986; [2.11]). Het advies van de geluidsonderzoekers was destijds dat voor bestaande kotterringelingen geluidsniveaus van maximaal 65 – 70 dB(A) haalbaar waren, zowel vanuit retrofit perspectief als bij nieuwbouw (Veenstra, 1988; [2.10]; tabel 2.12). Behalve verdergaande

lawaaibeheersing ging de HD7 ontwerpaandacht ook uit naar een verbeterde brugindeling met betere zichtlijnen (van der Sluis, Buys, 1992; [2.14]). Echter, de TU Delft/RIVO Kotter-2000 aanbeveling om de lier naar het voorschip te verplaatsen en de visverwerking in de midscheeps te laten plaatsvinden vonden de vissers een te grote en risicovolle ontwerpomslog (SWZ, 1992; [2.17]). De rederij (gebr. Kraak) vond dat de disruptieve herindelingsingreep ten koste zou gaan van de tweedehands restwaarde.

Tabel 2.12 Geluidwerende pakketten om de geluidniveaus aan boord kotters stapsgewijs te verlagen (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]).

Max. dB(A)	Pakket	Geluidwerende maatregelen				Meerkosten bij nieuwbouw	
		Ontvangende ruimten	In constructie geluidpaden	Aan de geluid-bronnen	Additioneel	Hfl.	%
75-80	-	-	-	-	-	-	-
75	1	X				20.000	0,3
70	2	X	X			70.000	1,2
65	3	X	X	X		120.000	2,0
60	4	X	X	X	X	150.000	>2,5

2.5 Kennisoverdracht en Kotter-2000 doorontwikkeling

Omdat de Kindunos onderzoeks- en herontwerpaanpak in eerste instantie een inventariserend en arbo-probleemgerichte karakter had was brede kennisoverdracht een essentieel onderdeel in de opdracht. De nadruk lag op de socio-technische oplossingen voor bestaande boomkorkotters, maar ook om de Arbobetrokkenheid en -bewustzijn van de vissers met praktische voorbeelden te vergroten.

De volgende stap is dat voor vele deelaspecten verdere in/met de praktijk detailkennis ontwikkeld wordt en het veiligheid-geïntegreerde kotterontwerpproces bekend wordt in de visserijscheepsbouwkundige ontwerp- en educatie domeinen.

2.5.1 Kennisoverdracht en educatie (ontwerp)ontwikkelingen

De ontwikkelde veiligheidsprobleem oplossende systeem-methode benadering is ten eerste vastgelegd in een doctoraal thesis (Stoop, 1990; [2.3]) en ten tweede is een vertaalslag gemaakt naar praktische kotter herontwerp oplossingen (Veenstra en Stoop, 1992; [2.4]). Met name zijn de Kotter-2000/Beamer-2000 publicaties een soort ontwerpershandboek voor vissers en visserij-toeleverende bedrijven geworden alsmede een leerboek voor scheepsbouwkundige visserij-ontwerpers in opleiding.

Vanwege de opkomende Arbo tijdgeest zijn de Kindunos onderzoekuitkomsten en aanbevelingen in vele vakbladen gepubliceerd (tabel 2.13) en gastcolleges gegeven op universiteiten en hogescholen met scheepsbouwkundige ontwerppersopleidingen en Arbo-educatielessen op visserijscholen.

Vanuit ontwerpersperspectief en educatie-ontwikkelingen werd in het 'Europese jaar van gezondheid en veiligheid, 1992' internationaal de Kindunos analyse- en Kotter-2000 ervaringen uitgewisseld. Niet alleen met de Europese visserij instituten (ILVO (B), Fisherei Forschung (D), Ifremer (F) en Seafish (UK)) maar ook met visserijveiligheid gerichte EU-universiteiten (TU Delft, Marintek (N), Azti(Sp)) alsmede visserij- en scheepsbouwkundige EU-samenwerkingsorganisaties (ICES, WEGEMT). Juist in het Europese veiligheidsjaar 1992 versterkten de visserijscholen en visserij-onderzoekers elkaar, die zich meer of minder met persoonlijk veiligheid en arbo-omstandigheden bezighielden en veiligheid-probleemgerichte (her)ontwerpprocessen voor vissersvaartuigen.

Als spin-off naar de pelagische visserijsector (vissen op scholen rondvis in de waterkolom, zoals haring en makreel) werden in samenwerking met HTS Scheepsbouw RIVO-ontwerpstudies uitgevoerd voor de

grote diepvries trawlers (Trawler-2000; HSB, Veenstra, 1995; [2.15]). Ook internationaal was er veel belangstelling voor de Nederlandse veiligheid-geïntegreerde visserij-ontwerpprocessen en vond ontwerpkenisoverdracht plaats middels papers (ICES, Veenstra 1989 [2.16]) en presentaties op visserijveiligheid-en scheepbouwsymposia (Galicia, Veenstra, 1992; [2.17]). De wetenschappelijke toetsing van de nieuwe veiligheid-probleemgerichte ontwerpbenadering gebeurde op internationale visserijscheepsbouwcongressen middels peer-reviewed papers en presentaties (Symposia, Stoop, Veenstra, 1988-1991 [2.18]).

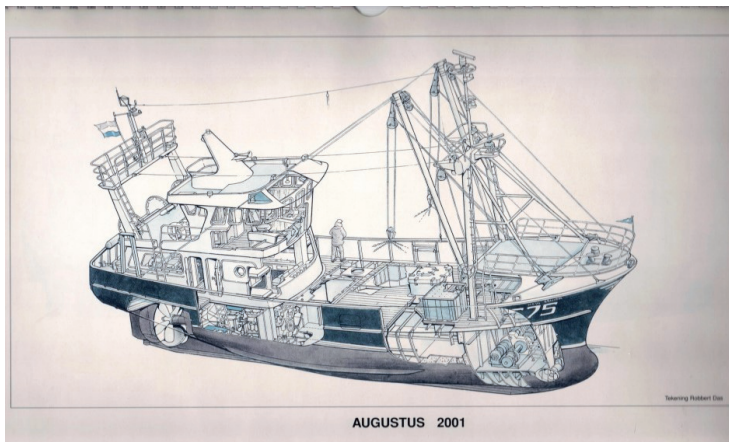
Begin 2000 werd op verzoek van Fishing News International gereflecteerd hoe de Kotter-2000- en Trawler-2000 herontwerpeisen door de Nederlandse werven in de jaren '90/begin 2000 in nieuwbouw vissersvaartuigen waren geïncorporeerd (FNI, Veenstra, 2002; [2.19]).

Tabel 2.13 Kennisverspreiding in visserij- en maritieme vakbladen 1989-2002

Vakblad (onderstreept), titel / onderwerp (maand/jaar)
<u>Visserijnieuws, vakblad voor gehele visserijsector</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Veranderende ontwerpuitgangspunten boomkorkotters (nov. 1989) • Wanneer komt Kotter-2000 in de vaart (sept. 1991) • Boomkorkotters gezocht voor uitvoering veiligheidsplannen (sept. 1991) • Veilige kotter stap dichterbij (okt. 1991) • Integrale kwaliteitsbewaking bij verse scholvangsten (nov. 1991) • Visser maakt bestektekening van Kotter-2000 voor HD7/gebr. Kraak (nov. 1991) • Meer veiligheid op boomkorvloot: GO 59, OD1, IJM44 (okt. 1993) • Visserij (ontwerp)technieken, nu en in de toekomst (mei 1994) • Integrale aanpak Keurvis over drie jaar in de Nederlandse visserij (nov. 1994) • Vis met barcode (dec. 1994) • De Nederlandse hektrawler 2000; arbo, HACCP en milieuaspecten in voorontwerp toegepast (aug. 1994) • Visserijtechnologieën voor een verantwoorde visserij (dec. 1995) • Visserijwerf Maaskant brainstormt over gesloten koelketen aan boord kotters (sept. 1996)
<u>Schip en Werf, magazine voor scheepvaart technici</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Noise levels and noise control on small and medium sized fishingvessels/ Veenstra (juli, 1989) • Safety integrated redesign of Dutch beamtrawlers / Veenstra (mei 1990) • Integrating wheelhouse electronics and layout Dutch beamtrawlers / Buys (nov. 1990)
<u>Maritiem Nederland, Onafhankelijk maritiem opinie en informatiemagazine</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Visserij en wetenschap / interview Veenstra (aug. 1994) • Visserman: nog steeds een gevaarlijk beroep/ interview Veenstra (mei 1995) • Vissen of veilig varen/interview Veenstra (mei 1996)
<u>Maritieme visserijkalender</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Gebr. Das Artist-impression Proof of Principle Kotter-2000 herontwerp (fig.2.20) (2001)
<u>Fishing News International, vakblad visserijsector</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Beamer 2000 design to emerge (Veenstra, 1990) • Developments in Dutch new buildings following the Beamer-2000 (re)design requirements/ Veenstra (2002)

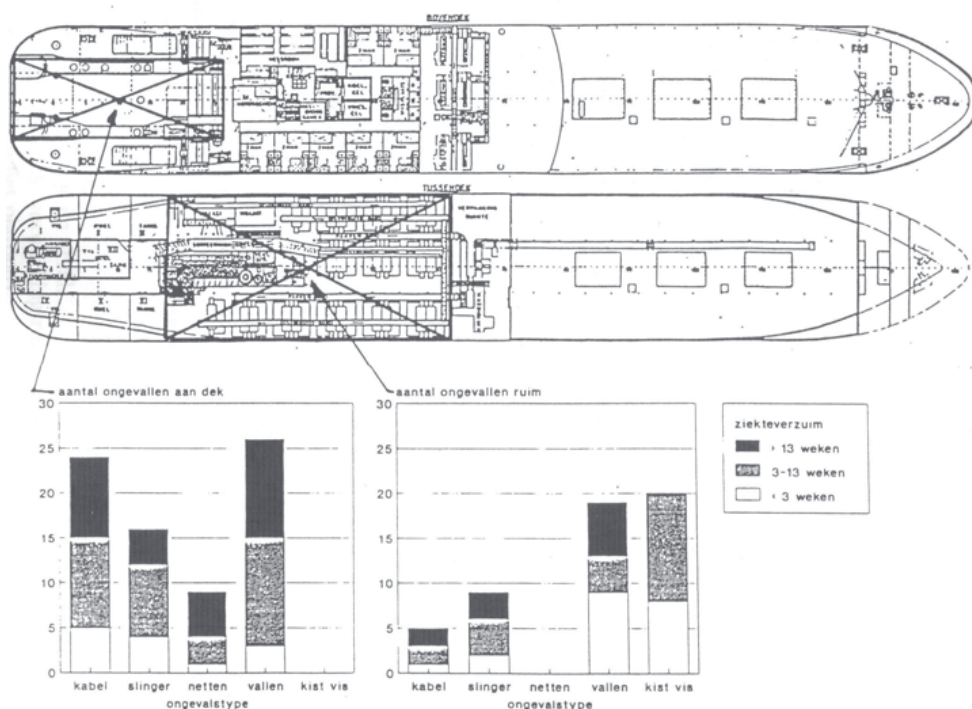
De externe communicatie van (tussen)resultaten vond niet alleen plaats op vele visserijbijeenkomsten maar ook op visserij- en scheepsbouwbeurzen (1988-1993). In 1993, het jaar van het in werking treden van de Arbowet, werd in het visserijmuseum Vlaardingen uitvoerig aandacht besteed aan de Arbowet en Kotter-2000 aanbevelingen, oplossingsrichtingen met de veiligheidsvoorlichtingsfilm "Kantje boord". Deze tentoonstelling werd geopend door twee ministers (VenW, SZW), wat maximale pers- en publieksaandacht trok bij de introductie van de Arbowet in de kottervisserij (kranten, vakbladen, radio en tv). Regelmatige communicatie met de sector droeg bij aan de veranderingssuccesfactoren om het arbo-bewustzijn in de sector te vergroten en werd de door de opdrachtgevers gewenste brede Arbo-discussie gevoerd worden. Niet alleen tussen de wetenschappelijke onderzoekers, ontwerpers en

vissers, maar ook met belangrijkste visserijstakeholders, op micro- (vissers), meso- (sector) en macro (politiek) niveau. De *artist impression* van het Kotter-2000 herontwerp van de gebroeders Das (fig. 2.20) kwam in 2000 nog eens op een maritieme kalender te staan om nog eens de aandacht te vestigen op persoonlijke veiligheid en het vergroten van de Arbo-*awareness* in de boomkorvisserij.



Figuur 2.20 Artist impression van de Kotter-2000 met verplaatsing van de lier naar het voorschip en visverwerkingsruimte naar de midscheeps (Ruben Das; flying focus kalender, 2001).

Om de Kindunos onderzoekaankpak en herontwerpstructuur bij de scheepsbouwkundige opleidingen te introduceren en uit te breiden met meervoudige duurzaamheidsaspecten in visserij-ontwerpprocessen werd een ontwerpstudie als afstudeerproject uitgevoerd. Hierbij werd samengewerkt met de pelagische rederijen en werven. Voor kennisoverdracht en in navolging van Kotter-2000 werd het afstudeerproject gepubliceerd als Trawler 2000, integraal duurzaam met drie kwaliteitsaspecten: Kwaliteit van de werkplek, Kwaliteit van het visproduct en Kwaliteit van het milieu (Brinkman, Veenstra, 1994; [2.20]; fig. 2.21).



Figuur 2.21 Verdeling ongevallen aan boord hektrawlers over de verschillende werklocaties (Brinkman, 1994; [2.20]).

In aanvulling op het Trawler -2000 project werd door RIVO-onderzoekers additioneel vervolgonderzoek uitgevoerd ten aanzien de opkomende EEG-richtlijnen voor fabrieksschepen ten aanzien van hygiëne en integrale kwaliteitsaspecten (91/493/EEG; 1993). In de EU-richtlijnen werd beschreven aan welke voedselveiligheidseisen productielijnen moeten voldoen, ook aan boord van de Nederlandse hektrawlers. In het RIVO trawler-2000 herontwerpproces werd hiermee al rekening gehouden en in de maritieme vakbladen uitgebreid over gepubliceerd:

- Holland Shipbuilding, Stern trawler 2000. A new design approach on point of practical detail with integral quality aspects (Veenstra, Brinkman, 1995; [2.15]);
- Schip en Werf, The design of a freezer trawler, an integrated approach encompassing quality assurance, safety and working conditions (Veenstra, Bon, 1995; [2.21]).

Aansluitend op het TU Delft/RIVO veiligheidskundig analyseonderzoek bracht DGSM (Scheepvaartinspectie) een Veiligheidsprojectgroep in het leven met de belangrijkste visserij Arbo-stakeholders: Ministerie VWS, Ministerie SoZA, Stichting Nederlandse Visserij en RIVO [2.22]. Het doel was om in het Europese jaar van de Gezondheid en Veiligheid (1992) en voor de inwerkingtreding van de nieuwe Arbowet (1993) de Kotter-2000 technische oplossingen nogmaals onder de aandacht te brengen. Ter ondersteuning van de TU Delft/RIVO veiligheidskundige oplossingen/aanbevelingen en door DGSM aangevuld met persoonlijke beschermingsmiddelen.

2.5.2 Follow-up en doorontwikkeling Kotter-2000

Met de Kindunos aanpak van de veiligheidsgerichte oplossingen voor socio-technische kottersystemen werden de voor boomkorkotters inherente Arbo-veiligheidsdeelproblemen zowel componentinnovaties als ontwerptechnische oplossingsrichtingen gegenereerd en sector breed verspreid. De gegenereerde aanbevelingen lieten eveneens een aantoonbare verlichting van de werkbelasting voor de bemanning zien. De nieuwe hoofdindeling ging nauwelijks ten koste van de destijds gangbare kottervisserijfuncties en werkprocedures. Met aanvullende Kindunos taak- en werkbelastinganalyses zouden deze ontwerp-inclusieve veiligheidsverbeteringen nog nader doorontwikkeld kunnen worden. De opdrachtgevers waren hier echter niet in geïnteresseerd en stelden geen aanvullend onderzoeksbudget beschikbaar.

Er kwam in het EU jaar van de Gezondheid en Veiligheid (1992) vanuit de betrokken ministeries en visserijorganisaties wel additioneel budget om een aantal veelbelovende Kindunos componentinnovaties op de visdekken als demonstratieprojecten aan boord uit te testen. Om meer inzicht te krijgen in de praktische bruikbaarheid en voor meer Arbo-commitment in de kottervisserij.

Uitgaande van de vijf ernstigste knelpunten (tabel 2.2) kreeg RIVO vanuit de Veiligheidsprojectgroep de opdracht om samen met de visserijpraktijk de Kindunos technische oplossingen in de praktijk aan boord van bestaande boomkorkotters te testen en waar nodig te verbeteren. Dit onderzoek werd gesubsidieerd en ondersteund door de DGSM veiligheidsprojectgroep. Er was vanuit de vissers veel belangstelling om de praktijkproeven bij hen aan boord uit te voeren, o.a. UK 104, OD 1, GO 59, IJM 44. (Bijlagen-Appendix par. 2.5: Kotter-2000 innovaties op het visdek; veiligheid-demonstratieprojecten bij boomkorkuighandling).

Aansluitend op de demonstratieprojecten werd in de systeemontwerptext door het RIVO een aantal follow-up Kotter-2000 afstudeerprojecten opgestart voor verdere werkplek/deelsysteemoptimalisaties. De behoefte aan een systematische (her)ontwerpbenadering was urgenter geworden door opkomende EU-regelgeving; niet alleen op gebied van veiligheid, maar ook gezondheid, voedselveiligheid en milieu oftewel de triple-P ontwerpdrijfveren (Bijlagen-Appendix par.2.5).

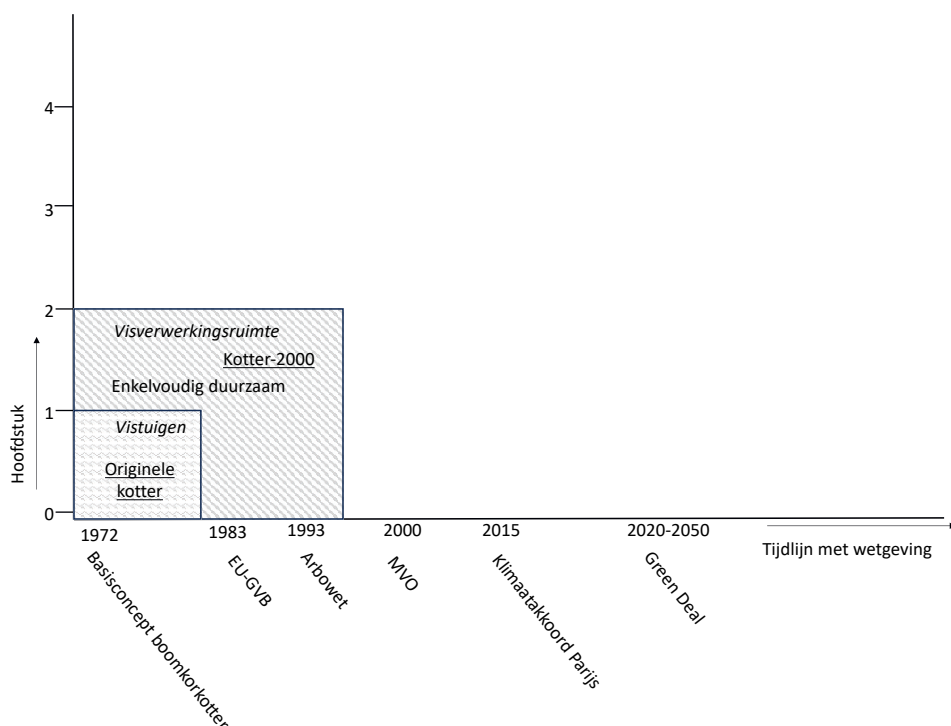
2.6 Reflectie derivatief herontwerpen Kotter-2000

De traditionele (visserij)scheepsbouw hanteerde decennialang de methode van derivatief herontwerpen. Een basisconcept (zogenaamde 'moederschap' of '*parent vessel*') werd zo lang mogelijk gemodificeerd in de context van sociaal-politieke veranderingen, aangescherpte EU-visserijbeperkingen en internationale (veiligheid)wetgeving voor de scheepvaart. In de kottervisserij pasten de MKB-bedrijven de herontwerpmogelijkheden voornamelijk toe binnen de technisch-economische randvoorwaarden. De focus lag op betaalbare, harde, technische componentinnovaties. De karakteristieke boomkorkotter was in de 70^{er} jaren door Nederlandse visserijwerven ontwikkeld in opdracht van vissers die op zoek waren naar nieuwe Noordzee visgronden en vissoorten. De belangrijkste functies van en op de kotter tijdens een week vissen op de Noordzee waren het slepen van vistuigen, handling van vistuigen op het werkdek, en de visverwerking en opslag van de verse vis. Tijdens een week vissen op de Noordzee platvisgronden zijn de belangrijkste geld-genererende werkzaamheden/functionaliteiten het slepen van vistuigen, werkdek-handling van bodem boomkorvistuigen en de visverwerking onder de bak/opslag van de verse vis in het visruim (fig.2.6). De veiligheidsaspecten betroffen tot dan toe voornamelijk constructieve ontwerpaspecten, zoals vereist in de Nederlandse Voorschriften voor Vissersvaartuigen. Het basisontwerp was zo succesvol, dat snelle opschaling plaatsvond ten koste gaande van persoonlijke veiligheid en goede arbeidsomstandigheden. In de 70^{er} en 80^{er} jaren namen de ongevallenpercentages en het ziekteverzuim sterk toe ([2.8]).

Voordat de Arbowet voor de (kotter)visserij geëffectueerd zou worden (1993), was er bij de bestuurders en relevante ministeries dringend behoefte om de bestaande werkprocedures aan boord van de

boomkorkotters aan de eisen van de opkomende EU-wet door wetenschappelijke onderzoekers te laten toetsen. In de Arbowet werd gesteld dat werkgevers en werknemers hun werk zodanig moeten organiseren dat de hoogste graad van veiligheid bewerkstelligd wordt op een manier die redelijkerwijs te realiseren was met *state-of-the-art* technieken en de nieuwste wetenschappelijke, veiligheidskundige en ergonomische inzichten. De toenmalige stakeholders van de kottervisserij verstrekten de onderzoekopdracht aan TU Delft en RIVO, waarmee zowel het fundamenteel veiligheidskundig onderzoek geborgd werd als het toegepast (ontwerp)technisch visserijonderzoek. De opdracht bestond uit twee delen, enerzijds om de werkomstandigheden aan boord wetenschappelijk te onderzoeken, anderzijds om met *state-of-the-art* oplossingen en herontwerpaanbevelingen te komen. Omdat destijds de kottervloot uit ca. 600 relatief jonge vissersvaartuigen bestond (24-45 m), moesten de onderzoekers van de opdrachtgevers gericht op zoek gaan naar technische en operationele oplossingen voor de bestaande boomkorkottersystemen. Deze randvoorwaarde betekende een grote en nieuwe uitdaging. Ten eerste omdat door de EU Arbowetgeving nu voor het eerst zachte, sociale ontwerpaspecten moesten worden geïncorporeerd in het basisconcept van de boomkorkotter. Ten tweede omdat het bestaande basisconcept van de boomkorkotter moest worden gehandhaafd. Ten derde omdat de bestaande analyse- en ontwerpmethoden tekortschoten. En ten tenslotte, als vierde, omdat de uitkomsten en oplossingen op korte termijn implementeerbaar waren. Dus zowel financieel-economisch haalbaar waren voor schippers-eigenaren als draagvlak creëren bij de bemanning en visserijbestuurders.

Figuur 2.22 laat het Kotter-2000 ontwerpproces zien met Arbo-veranderings(f)actoren.



Figuur 2.22: Deelsysteem/-grenzen (in italic), ontwerp (onderstreept), het basis kotter-herontwerp en Kindunos Arbo-deelsysteemaanpak Kotter-2000.

In de Noordzee visserijsector was er nog nooit gericht veiligheidskundig onderzoek gedaan en waren er niet eerder wetenschappelijk analyses uitgevoerd om de (bijna)ongevallen en oorzaken in kaart te brengen en met onderbouwde (deel)oplossingen te komen. De benodigde kennis en expertise kwam niet alleen van de wetenschappers maar ook vanuit de praktijk van de kottervisserij. Gedurende het gehele analyse- en ontwerpproces werd met de visserijsector intensief samengewerkt en werden keuzes gemaakt voor de beste oplossingen. De keuzes tezamen werden in een Kotter-2000 schetsplan gedemonstreerd (*proof-of-principle*; fig. 2.16). Deze samenwerking is kenmerkend voor de gehanteerde onderzoekaankpak en wordt participatief onderzoek genoemd ([2.4]). Achteraf kan gesteld worden dat de intensieve en goede samenwerking met de visserijsector enorm heeft bijgedragen aan de kwaliteit van het ontwerpproces en de gekozen oplossingen.

In de 90^{er} jaren werd een wetenschappelijk veiligheidsprobleemgericht ontwerpproces ontwikkeld (Kindunos; Stoop, 1990; [2.3]), gebruikt en aangepast voor de persoonlijke veiligheid en arbo-omstandigheden op bestaande Noordzeekotters. In het ontwerpproces werd zowel gebruik gemaakt van scheepsbouwkundige ontwerperstools, zoals de ontwerpspiraal (fig. 2.4) en systeem-methodische ontwerpbenaderingen zoals gebruikt bij werktuigbouwkundige product- en conceptontwikkelingen (Siers en van de Kroonenberg (1984) [2.1]; Eekels (1987) [5.4]). De ontwikkelde Kindunos onderzoek- en ontwerpstructuur droeg daarmee ook bij aan academische vernieuwing van het methodisch ontwerpen.

Om het belang van persoonlijke veiligheid uit te lichten en bewustzijn daarover in de kottervisserij te vergroten vond op ruime schaal kennisoverdracht plaats, zowel mondeling als schriftelijk, met innovatie- en demonstratieprojecten en presentaties op scheepsbouwtoontoonstellingen. Dit bleek effectief; met name de kostenefficiënte arbo-innovaties vonden navolging op de relatief jonge boomkorkottervloot (ca. 500 in totaal, 80^{er}/90^{er} jaren).

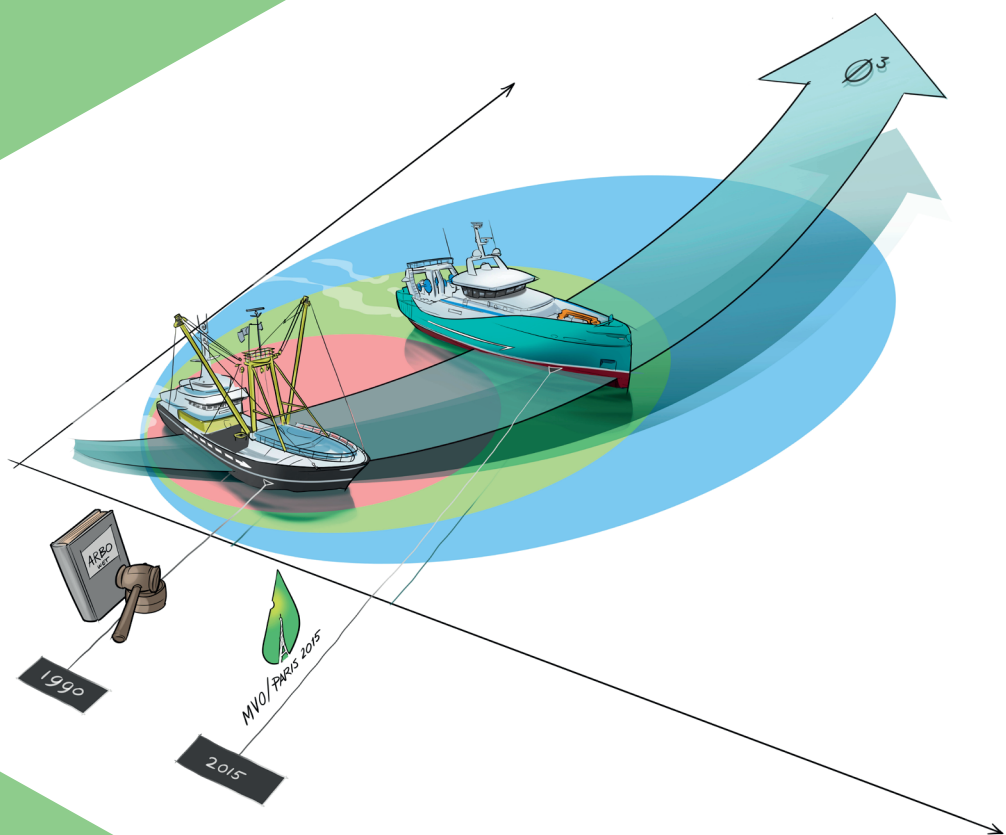
De beperking van de Kindunos methode was dat alleen de sociaal-technische systemen werden beoordeeld met focus op een enkelvoudig probleem, de persoonlijke veiligheid en arbeidsomstandigheden in kader van de opkomende Arbowet (geëffectueerd, 1993). Daarmee werd dus enkel op veiligheid./enkelvoudige duurzaamheid gestuurd, terwijl meervoudige duurzaamheid doelen (fig.2.22) nog niet werden meegenomen.

Cruciaal in de Kindunos benadering was het beschikbaar krijgen en analyseren van ongevals- en verzuimdata. Het probleemoplossende visserijontwerpproces wordt sindsdien gekenmerkt als veiligheids- en data gedreven, waarbij zowel terug- als vooruitgekeken werd door het voorspellen van neveneffecten en restrisico's. Alhoewel de geraamde aanpassingskosten in het herontwerpproces werden meegenomen, werd niet ingegaan op terugverdiëntijden, financieel-economische voor- en nadelen en inzichten in de restwaarde van kotters na 30 jaar Noordzeevervisserij. Omdat voor het MKB de economische aspecten echter zeer belangrijk waren, was voor vervolgonwerpen noodzakelijk dat deze economische aspecten verder zouden worden doorontwikkeld en geïntegreerd in verdere vervolgonwerpen en bij de doorontwikkeling van systeem-methodisch ontwerpen.

In het onderhavige probleemgerichte onderzoek hadden de vissers een belangrijke stem in de uiteindelijke deeloplossingen. Dit paste in de traditionele, derivatieve herontwerpaankpak met incrementele aanpassingen en verbeteringen. Deze herontwerpomgeving kunnen we karakteriseren als statisch-reactief; het ging het vooral om kortetermijnoplossingen als reactie op nieuwe wetgeving. Het decennialang modificeren van basisconcepten en derivatief herontwerpen in de praktijk heeft geleerd dat uiteindelijk nieuwe veiligheidsrisico's geïntroduceerd werden met sterk toenemende kosten (Veenstra, 2019; [6.8]). In deze methode werd met deze verwachte veranderingen nog onvoldoende rekening gehouden.

Vanaf 2000 kreeg de inmiddels verouderde kottervloot te maken met negatieve verdienmodellen ten gevolge van de economische crisis in 2008 en opkomende meervoudig-duurzaamheid gerelateerde

sociaal-maatschappelijke ontwikkelingen en wetgeving (Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen; *licence2fish*). Deze nieuwe uitdagingen betekenden twintig jaar later het startpunt voor een volgend transitieproces naar een meer duurzame kottervloot met langere termijn verdienmodellen. Er werd voortgebouwd op de Kotter-2000 projecten (1990-1995) met verdergaande integratie van de triple-P (*people, planet, profit*) duurzaamheidseisen. Het Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO; [1.9]) betekende niet meer het alleen gericht zijn op de arbo-omstandigheden, maar ook op het vissen binnen de economische en ecologische randvoorwaarden. De socio-technische systeembenadering werden uitgebreid met economische en ecologische ontwerpaspecten. Alhoewel het veiligheid-geïntegreerde herontwerpproces een enkelvoudige probleembenadering was, veiligheidsdata gedreven waren de Kindunos-principes de probleemgerichte systeem-methodisch basis voor het ontwerpproces van een meervoudig-duurzaamheid geïntegreerd MDV-1 kottterontwerp, business gedreven. Dit wordt verder beschreven in hoofdstuk 3.



Hoofdstuk 3

Disruptief, meervoudig duurzaam
ontwerpen, MDV-1

Hoofdstuk 3 Disruptief, meervoudig duurzaam ontwerpen, MDV-1

3.1 Inleiding

Begin 21e eeuw constateerden de visserijsector, visserijbestuurders en het ministerie van LNV dat de Noordzee kottervisserij een sterk verouderende kottervloot had met stijgende onderhouds- en brandstofkosten. De hoge kosten, gecombineerd met een verslechterende toestand van visbestanden en navenant verlaagde quota's en zeedagenregelingen, leidden tot negatieve verdienmodellen; over het hele jaar lagen de scheeps- en operationele kosten hoger dan de opbrengsten van de aangevoerde verse vis. Dit werd verergerd door aanvullende, sterk beperkende technische maatregelen om overbevissing tegen te gaan (de 2000pk/1472 kW vermogensgrens voor kotters (1987, in 2004 geëffectueerd), de 12 m lengtebeperking voor de gehanteerde boomkortuigen (1987), en het verbod op de eerste versie elektrische boomkorvisserij (1988)). Dit zette begin 2000 de (ver)nieuwbouw, vangcapaciteit en winstgevendheid van de Noordzeevervisserij structureel onder druk.

Alhoewel in de periode 1995-2005 de kottervloot een aantal keren gesaneerd was (van ca. 600 naar 400 kotters) was deze verlaagde vangcapaciteit van de vloot, mede vanwege de inmiddels verlaagde quota, nog niet voldoende om economisch rendabel te kunnen blijven vissen. In 2002 werd voor het eerst verlies geleden. Omdat de visbestanden nog onder druk stonden en de verouderde Noordzeekottervloot zich in een financiële crisis bevond, was een verdere beperking van de vlootomvang en vernieuwing van de vloot noodzakelijk. Met de oude kotters kon niet kostenefficiënt tegemoetgekomen worden aan de toegenomen sociaal-maatschappelijke druk voor een meer duurzame kottervisserij in de Noordzee (Scholten, 2003 [3.1]).

Om de visserij in dit duurzaamheidsproces te faciliteren activeerde de overheid een nieuwe capaciteitsverminderingregeling met subsidieregelingen (2005-2013). Met overheidssteun werd enerzijds een verdere sanering van de kottervloot beoogd en anderzijds met innovatie (subsidies) proactief ingezet op een meer duurzame en maatschappelijk gewaardeerde Noordzeekottervisserij. De visserijsector en het ministerie van LNV bedachten dat voor een rendabele en duurzame visserij in de toekomst kotters moesten worden omgebouwd richting andere visserij- en energiebesparings-technieken, of dat nieuwe scheepstypen ontwikkeld moesten worden.

In de praktijk van (visserij)scheepsbouw werd al decennia de voorkeur gegeven aan het derivatief ontwerpen: het zo lang mogelijk technisch verbeteren van het boomkorkotter-basisconcept met stapsgewijze verbeteringen. Voor boomkorkotters waren de bodemvisserij op de platvisdoelsoorten en de keuze van de visgronden het ontwerpuitgangspunt voor de scheepsafmetingen, indeling en installaties. Binnen het gekozen scheepsontwerp werd de inrichting en uitrusting zo lang mogelijk ad-hoc aangepast met de nieuwste vis- en scheepstechnieken. Voorwaarde voor vernieuwingsaspecten waren de haalbaarheid, betrouwbaarheid, en realistische terugverdientijden. Hiermee waren de commerciële risico's voor zowel de opdrachtgevers (MKB/familiebedrijven) als opdrachtnemers (werven, toeleveranciers) acceptabel en konden de voor het MKB vertrouwde en voor de werven competitieve kotterontwerpprocessen meer dan vijf decennia gecontinueerd worden. De verwachting was echter dat, om tot een werkelijk duurzaam en vernieuwend ontwerp te komen, alleen derivatief ontwerpen niet meer toereikend zou zijn.

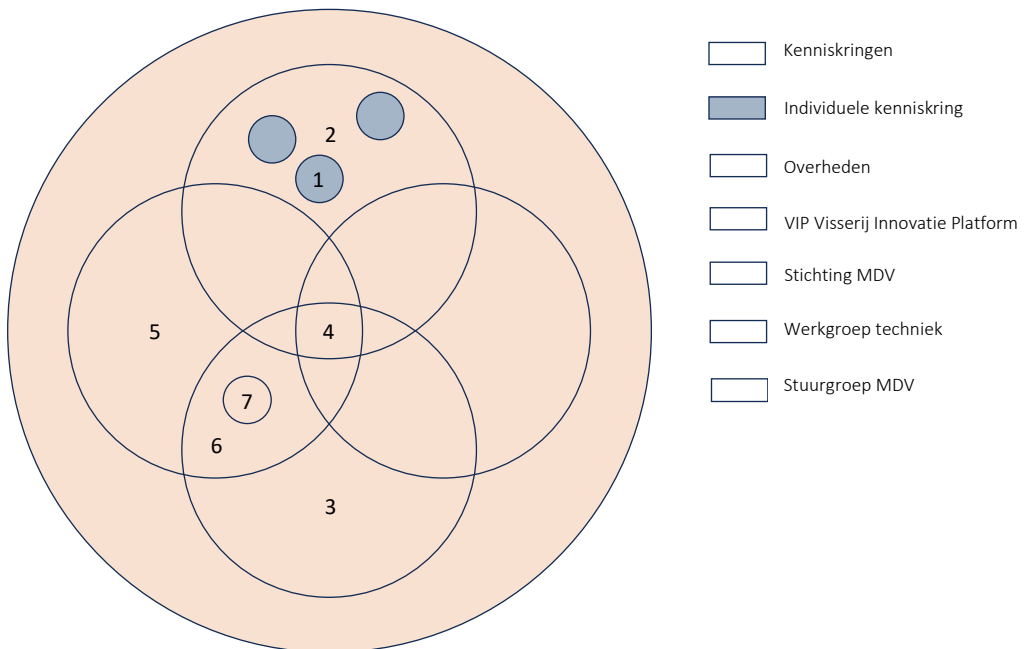
In dit hoofdstuk staat het ontwerpproces voor een nieuwe boomkorkotter centraal. Waar in hoofdstuk 2 vooral gekeken werd naar het integreren van veiligheid en ARBO-voorwaarden in het scheepsontwerp (*people*), was nu ook integratie van economische en duurzaamheidseisen noodzakelijk (*planet, profit*). Alvorens in sectie 3.2 en 3.3 de systeem-methodische ontwerpbepaden met de keuzes voor innovatieve oplossingen in het uiteindelijk ontwerp, inrichting en uitrusting (2015-2017) worden beschreven, wordt eerst informatie gegeven over de relevante beleidsmakers, en de rol van stakeholders en het ontwerpteam in het ontwerpproces.

3.1.1 Ontwikkeling van een netwerk: beleidsmakers, stakeholders en het MDV-1 ontwerpteam

Tijdens het ontwerpproces van het in dit hoofdstuk beschreven schip (genaamd MDV-1) werd gebruik gemaakt van het netwerk dat ontstond uit de in 2006 door minister Cees Veerman ingestelde Taskforce Duurzame Noordzeevisserij ("Vissen met tegenwind" LNV, Directie Visserijen, Productschap Vis). Deze taskforce bestond uit visserijstakeholders en opereerde onder de vlag van het in 2008 getekende Maatschappelijk Convenant Noordzeevisserij (Nederlandse vissers, Stichting de Noordzee, het Wereld Natuurfonds en het ministerie van LNV). Hierbij hadden het ministerie van LNV en sectorbestuurders een sterk ondersteunende aanpak voor ogen, gebaseerd op drie samenhangende pijlers:

- 1) Start van een Nederlands Visserij Innovatie Platform (VIP, 2006-2010), een overkoepelende organisatie en klankbordgroep met diverse leden afkomstig uit geledingen binnen en rondom de visserij. Binnen het VIP werkten diverse ketenpartijen en belangrijke stakeholders (sector, overheden, ngo's) samen aan innovaties, kennisontwikkeling, kennisdeling en goed ondernemerschap (VIP-publicatie, 2010; Laar, 2010 [3.2]).
- 2) Inzet van Kenniskringen Visserij om praktijk- en wetenschappelijke kennis van vissers, ondernemers, deskundigen, en belangrijke stakeholders bij elkaar te brengen en te innoveren op duurzaam ondernemerschap, energiearme scheepstechnieken en selectieve vistuigen (2007-2016). Een kenniskring bestond gemiddeld uit 10-20 actieve visserijondernemers, vaak ook uit verschillende visserijhavens, en twee WUR-begeleiders (LEI, IMARES). De begeleiders hielpen de ondernemers met gecombineerde sociaaleconomische, ecologische- en visserij-technische kennis om kennisvragen te formuleren, bestaande kennis te ontsluiten, indien nodig ondersteunende onderzoeken te laten uitvoeren en (tussen)resultaten te delen. Van 2008-2016 waren er een 13-tal kenniskringen om het innovatieklimaat in de kottersector aan te jagen.
- 3) Inzet van EU-subsidies van het Europese Visserij Fonds (EVF, 2007-2014) om samenwerking en innovatie te stimuleren (LNV, 2007; [3.3]).

Figuur 3.1 geeft een overzicht van de belangrijkste betrokkenen en hun positionering in het ontwerpproces (2010-2017; Hoefnagel, 2012; [3.4]).



Figuur 3.1 Overzicht netwerk MDV-1, met van 1-7 de processtappen van het ontwerp en de daarbij betrokken partijen.

3.1.2 Van netwerk naar ontwerp: procesverloop en betrokkenen

De eerste stap in het ontwerpproces bestond uit het identificeren van bestaande kennis, kennishiaten en ontwerpdoelen. Gestart werd met de individuele kenniskringen. In de kenniskringen werden vertrouwelijke bedrijfsgegevens en visserijinnovaties gedeeld. Met behulp van workshops, themadagen en *factfinding* missies in binnen- en buitenland kwam men tot het uitwisselen van operationele ervaringen. Nieuwe invalshoeken of oplossingen werden binnen de kenniskring geëvalueerd op kansrijkheid en potentiële bijdrage aan de verduurzaming van de kottervisserij (Veenstra, 2012 [3.5]).

In stap twee werden de verworven kennis en nieuwe inzichten tussen de kenniskringen gedeeld op basis van verslagen en presentaties door de begeleidende onderzoekers (LEI, IMARES). Indien de opgedane kennis paste in de ambities van de kenniskring, nodigden de WUR-onderzoekers de relevante toeleverende bedrijven uit om aanvullende informatie en pre-offertes aan te leveren. Om de nieuwe, duurzame ontwerp kennis praktisch uit te werken, stelden de deelnemende MKB-schippers vanuit de Kenniskring Smart ondernemen voor om zich te verenigen in een stichting, die het ontwerpproces kon gaan aansturen.

In de derde stap werd de Stichting Masterplan Duurzame Visserij opgericht (MDV, 2010), waarin een verdere invulling werd gegeven aan de in de kenniskring vastgestelde doelen. Leden van het MDV-team deelden regelmatig de voortgang binnen en buiten de Kenniskring.

Voor meer publiek-privaat draagvlak werd in de vierde stap een Memorandum Haalbaarheidsonderzoek (Hoefnagel en Taal, 2010, [3.8]), ook om publiek-private financiering aan te trekken. Na succesvol overleg met de overheid, sector en belangenorganisaties werd besloten dit initiatief door te ontwikkelen tot een economisch- en ecologisch duurzaam kottersontwerp. Het doel werd het in de vaart brengen van een MDV-pilotschip. Ontwerpproces, financiering en tijdspad werden uitgewerkt in het Masterplan Duurzame Visserij (MDV) en een 2^e haalbaarheidsrapportage met een uitgebreide financieel-technische onderbouwing (2010- 2012, Taal, 2010; [3.6]; Hoefnagel, 2012; [3.4]).

Ter controle en begeleiding kwam er een Stuurgroep MDV met diverse stakeholders, zoals Flynth (accountants), LEI-WUR (onderzoek), een lid uit de Kenniskringen Transitie en Smart Ondernemen, Scheepsbouw Nederland (werven), en Ontwikkelingsmaatschappij Flevoland (OMFL, subsidies) (stap 5). De benodigde onderzoekwerkzaamheden werden opgesplitst in acht werkgroepen, die op verschillende terreinen de haalbaarheid van het MDV-plan onderzochten (stap 6). Voor het MDV-1 ontwerp waren de belangrijkste aandachtsgebieden en de daarbij behorende partners:

- 1.) Duurzaamheid (LEI, IMARES, St. Noordzee, Scheepsbouw NL)
- 2.) Bestuur en politiek (OMFL, Productschap Vis, Flynth accountancy)
- 3.) Financiering (Flynth, Banken, Visserbond, MKB-visser)
- 4.) Vistechnieken (IMARES/Veenstra, Scheepsbouw Nederland, kotterwerven)

In stap zeven werden, in overleg met MDV, Scheepsbouw Nederland en Nederlandse visserijwerven, voor de Werkgroep Techniek drie teamleiders benoemd met de opdracht drie duurzame voorontwerpconcepten uit te werken. Dit waren Klaas Hoekman van Hoekman Shipbuilding, Piet Maaskant van Maaskant/Damen Shipyards, en Frans Veenstra van IMARES-WUR. De teamleiders hadden allen aantoonbare ontwerpervaringen in de kottervisserij en waren werkzaam op werven of bij het visserij technisch onderzoek. De teamleiders kozen hun eigen klankbordgroep van toeleveranciers en vissers voor het formuleren van een eerste Programma van Eisen en voor het inbrengen van innovatieve ontwerpideeën en betrouwbare en betaalbare duurzaamheidsinstallaties voor direct gebruik aan boord van de schepen. De technische werkgroep coördinator, Bert de Vries, was werkzaam bij Scheepsbouw Nederland en rapporteerde regelmatig de ontwerpvoortgang en de innovatiekeuzes van de drie subgroepen aan het MDV-team (stap 3) en de Stuurgroep MDV (stap 5), die elke twee maanden tezamen kwamen voor kennisoverdracht en commitment aan de ontwerpaanbevelingen. De MDV-teamleden koppelden de tussenresultaten regelmatig terug aan de MDV-subsidieverstrekkers.

3.1.3 Systeem-methodisch ontwerpen

In het MDV-1 nieuwontwerp lag de nadruk op de systeemniveaus boot, functionele werkgebieden en deelcomponenten. In navolging van de Kotter-2000 projecten werd het beoogde systeemmodel schip opgesplitst in een aantal probleem-gerelateerde functionele hoofdsystemen. Behalve de werklocaties zoals bij de *Kindunos*-aanpak waren dit de rompvorm, cascoconstructie, en voortstuwings- en visserijsystemen. Voordat er per hoofdfunctie innovatieve deeloplossingen gegenereerd konden worden, vond eerst een uitgebreide analyse van de duurzaamheidsveranderingsdrijfveren plaats, uitgewerkt in ontwerp-drijfveren. In generiek-ontwerptechnische context zijn vissersvaartuigen vergelijkbaar met drie type schepen, namelijk sleepboten (slepen netten), fabrieksschepen (visverwerking) en koeltransportschepen (gekoelde opslag en transport vis), met dit verschil dat aan boord van een vissersvaartuig alle drie opvolgende visserijwerkzaamheden plaatsvinden (vissen, visverwerking, gekoelde visopslag), waar de andere scheepstypes slechts één functioneel deelsysteem in het hoofdsysteemmodel hebben geïntegreerd. Daardoor het visserij ontwerpproces voor de kotters aanzienlijk complexer.

Daar waar het Kotter-2000 herontwerpproces door veiligheidsdata werd gedreven en de iteratieve ontwerpspiraal leidend was, was het MDV-1 proces meer economisch gedreven met de focus op functie- en procesanalyses. In plaats van iteratief invulling te geven aan de hoofd-ontwerpaspecten in de kotter-ontwerpspiraal (Arbo-werkruimten) werden de kottervisserij-hoofdfuncties (triple-P deelsystemen schip en vistuigen) vastgesteld en met deelinnovaties geoptimaliseerd, om zo meerdere operationele problemen holistisch op te lossen.

De probleemoplossende *Kindunos*-methode zoals beschreven in hoofdstuk twee werd gebruikt om van enkelvoudig duurzaam geïntegreerd herontwerpen (met de focus op *people*: arbo, persoonlijke veiligheid; kotter 2000) naar meervoudig duurzaam geïntegreerd nieuw ontwerpen (MVO,

maatschappelijk verantwoord ondernemen; *people, planet, profit*). De optimalisatieprocessen vonden iteratief en participatief plaats met het MDV-1 team en toeleverende bedrijven. In hoofdstuk twee zijn de Kindunos 5 herontwerpstappen voor het MDV-1 ontwerpproces uitgebreid naar zeven ontwerpstappen. Beide ontwerpbenaderingen zijn gekoppeld aan een drietal hoofdkenmerken (tabel 3.1).

Tabel 3.1 MDV ontwerpproces/-stappen

Hoofdkenmerk	MDV-1 ontwerpstappen
Analyse	1. Analyse duurzaamheidsveranderingsdrijfveren 2. Identificatie systeemgrens en doelen 3. Co-designed keuze systeemmodel en eerste set van Programma van Eisen
Ontwerpen	4. Systeem decompositie in probleemoplossende functionele hoofdsystemen 5. Genereren innovatieve (deel)ontwerpoplossingen per hoofdfunctie/-pijler. 6. Synthese deeloptymalisaties in bestekontwerp en PvE
Evaluatie	7. Toetsen Proof-of-Concept in en met de praktijk

3.2 Analyses

3.2.1 Analyse veranderingsdrijfveren en toekomstvisie

Vanuit de kenniskring SMART ondernemen werden d.m.v. discussies de belangrijkste duurzaamheidsproblemen voor de kottervisserij geïdentificeerd. Vanuit de korte termijn MKB-perspectieven waren dit vooral de hoge kosten (brandstof en onderhoud) en de grote negatieve milieu-impact door de sterk verouderde vloot met zware bodemvstuigen en veel ongewenste bijvangsten (zogeheten discards).

Voor de vernieuwing en verduurzaming van de kottervloot was men op zoek naar een gezonde balans tussen de visserijkosten en visopbrengsten. Dit vroeg enerzijds om een substantiële kostenverlaging voor de kotters en anderzijds om een verhoging van de visproductkwaliteit en hogere besommingen voor de aangelande verse vis. De belangrijkste MDV-uitdaging was om tot een geheel nieuw kotterontwerp te komen waarin maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO, productschap, 2012; [3.7]) kon worden verenigd met een duurzaam verdienmodel. Dit verdienmodel moest ook houdbaar zijn op de langere termijn, waarbij nettoresultaten minder beïnvloed worden door sterk fluctuerende wereldmarktprijzen (brandstof, vis), interne factoren (bemanningsproblemen) en de veranderende wet- en regelgeving. Daarnaast moest het nieuwe ontwerp voldoen aan de vigerende EU-visserijmaatregelen, zoals de maximale vangstmogelijkheden per jaar (*total allowable catch*, TAC), vangstbeperkende Technische Maatregelen (vermogens, vstuigen), beperkte Zeedagenregelingen, en betere werkomstandigheden aan boord. Op basis van deze uitgangspunten werden de volgende duurzaamheidsdoelen geformuleerd: economische rentabiliteit (kosten/opbrengsten, ketenintegratie), ecologische inpasbaarheid (visbestanden, selectiviteit) en sociaal-maatschappelijk draagvlak (arbeidsklimaat, imago). Daaruit voortvloeiend stonden bij de MKB-vissers de volgende ontwerpaspecten centraal: het verminderen van het energieverbruik (brandstofkosten, CO₂), minder discards (ongewenste bijvangsten), minder bodemberoering (milieubelasting) en minder overbevissing (selectieve vismethodieken).

Volgens alle betrokkenen (2006-2010) zou de Nederlandse platvisvloot weer perspectief krijgen als aan de volgende kernvoorwaarden zou worden voldaan:

- Radicale verduurzaming door herstructurering en modernisering van de platvisvloot (betere rentabiliteit)
- Actief meewerken aan een verbeterde markt voor platvis (opwaarderen scholprijzen)
- De visserman als goed beheerder van zee- en visbestanden (imagoverbetering).

3.2.2 Identificatie systeemgrens voor herontwerp en ontwerpdoelen

In de verschillende kenniskringen stonden één of meerdere probleemgebieden centraal, zoals selectieve vistuigen (*pulse* technieken) en nieuwe vistechnieken (*flyshooting*). In de Urker Kenniskring SMART Ondernemen stond radicale vernieuwing en vergaande verduurzaming van de vloot centraal. Men nam kennis van succesvolle deeloplossingen uit de andere kenniskringen (energiebesparing, selectief vissen) en toetste die aan de benoemde doelen. Al snel werd duidelijk dat, om de MDV-vernieuwingsdoelen te kunnen realiseren, een radicaal nieuw kottersonwerp nodig was. Met deelinnovaties alleen kon men niet aan de uiteindelijke doelstellingen voldoen. De focus in de kenniskring kwam te liggen op het bouwen en in de vaart brengen van een innovatief pilotschip als basis voor herstructurering voor de Noordzee kottervisserij. De MDV-ontwerpbepandering was daarmee ingericht als een disruptief proces met gelijktijdige integratie van meervoudige functionele en technische ontwerpaspecten. Het derivatief ontwerpen waarin vismethodieken centraal stonden en stapsgewijze verbeteringen werden doorgevoerd werd daarmee voor het eerst losgelaten.

3.2.3. Systeemmodel en eerste set Programma van Eisen

Gebaseerd op de hoofdontwerp aspecten van de ontwerpspiraal (hoofdstuk twee, figuur 2.4) en de beoogde vaarprofielen werd in overleg met de deelnemers van de stichting MDV het systeemshipsmodel bepaald met een eerste technisch Programma van Eisen.

In het MDV-team is eerst een overzicht gemaakt van recent gebouwde voorbeeldschepen en nieuwe vistechnieken (figuur 3.2). Voor elk van deze schepen zijn de basiskennmerken benoemd en is gekeken in hoeverre deze basiskennmerken konden bijdragen aan het halen van de doelen. Om maximale energiebesparingen te realiseren werd gekozen voor een ca. 30 m type twinrigger met de nog te ontwikkelen twinrig-pulstuigen. Met dit kottertype (UK224) kon het beste tegemoetgekomen worden aan de Kotterson-2000 herontwerpaanbevelingen, om daarmee de grootste Arbo tekortkomingen te ondervangen. Uitgaande van de succesvolle boomkorkotter tong-pulse tuigen zou de MDV-1 onderzoekfase (testen schip) ook gebruikt worden om de pulsemodules in de schol-twinrigtuigen te integreren voor de doelsoorten tong en schol. Door deze keuzes lagen de hoofdindeling en het beoogde voortstuwingsvermogen reeds grotendeels vast. Door het verplaatsen van de visverwerkingsruimten van het voorschip naar midscheeps en vistuighandling over het achterschip namen de risico's op vallen en bekneld raken voorspelbaar af. Ook was er met deze hoofdindeling sprake van meer vrije visverwerkingsdekken en minder visdraden over het dek.

	UK84 boomkorkotter (2003) L 40m B 8.50m 1470kW Schroef 3400 mm		UK224 twinrigger /flyshooter (1998) L 33m B 7.50m 762 kW CPP-schroef 2300 mm
	SCH 18, eurokotter (boomkor, twinrig) (2002) L 24m B 6.85m 736 kW Schroef 2550 mm		UK153 twinrigger /flyshooter/staand- want (2007) L 29m B 9m 736 kW CPP-schroef 2700 mm

Figuur 3.2 Praktijkvoorbeeldschepen 1998-2007 voor keuze MDV-1 systeem shipsmodel [3.4].

De Kenniskring stelde samen met het MDV-ontwerpteam een eerste Programma van Eisen op met resultaatverplichtingen (tabel 3.2). De resultaatverplichtingen betroffen vooral de substantiële energiebesparingen (*planet, profit*) en businessplannen met positieve verdienmodellen (*profit*).

Aanvullend stelde men inspanningsverplichtingen op voor meer milieuvriendelijke vistuigen (*planet*) en betere werkomstandigheden (*people*). Het uiteindelijke PvE en de geformuleerde resultaat- en inspanningsverplichtingen werden voorgelegd aan en goedgekeurd door de Klankbordgroep.

Tabel 3.2 MDV: definitieve *co-design* programma van eisen met resultaatverplichtingen (2013)

MDV meervoudige functie doelen	Programma van Eisen	MDV-resultaatverplichting
Profit: duurzame business modellen platvisvisserij	ROI < 10 jaar	Positieve cashflow > 350.000 €
Planet: Energiearm en selectieve vistuigen	80% energie/CO ₂ ↓	5 ---> 0.5 ltr. brandstof/kg vis
People: betere werkomstandigheden/ automatisering visvangst-/visverwerkingslijnen	Aantoonbaar beter arbeidsklimaat en bedrijfsopvolging	Arbo/beloning crew ↑/+ 5 € cent/kg aanlanden platvisvis

Op basis van dit PvE ging de Werkgroep Techniek aan de slag met een drietal voorontwerpen (fig. 3.3. schetsontwerpen A, B en C). In eerste instantie lag de focus op substantiële energiebesparingen met kleinere, goedkopere units waarmee kosten-efficiënter gevestigd konden worden, met schol en tong als belangrijkste doelsoorten (*Profit*). In tweede instantie lag de focus op meerdere aantoonbare duurzaamheidsaspecten als lagere ecologische impact (*Planet*) en goede, veilige werkomstandigheden (*People*).

Ontwerp A (Hoekman Shipbuilding, Herman Jansen) ging uit van direct toepasbare technologie en had als focus de Noordelijke scholvisserij. Dit ontwerp was een multi-inzetbare stalen rondspant trawler (twinrigging, flyshooting, offshore services) waarbij speciaal aandacht is geschonken aan een optimale scheepsvorm voor een efficiënt en energiezuinig vaarprofiel. Dit schip was bij uitstek geschikt om ook onder extreme omstandigheden de visserij uit te voeren op de Noordzee (zeegaand werkplatform).

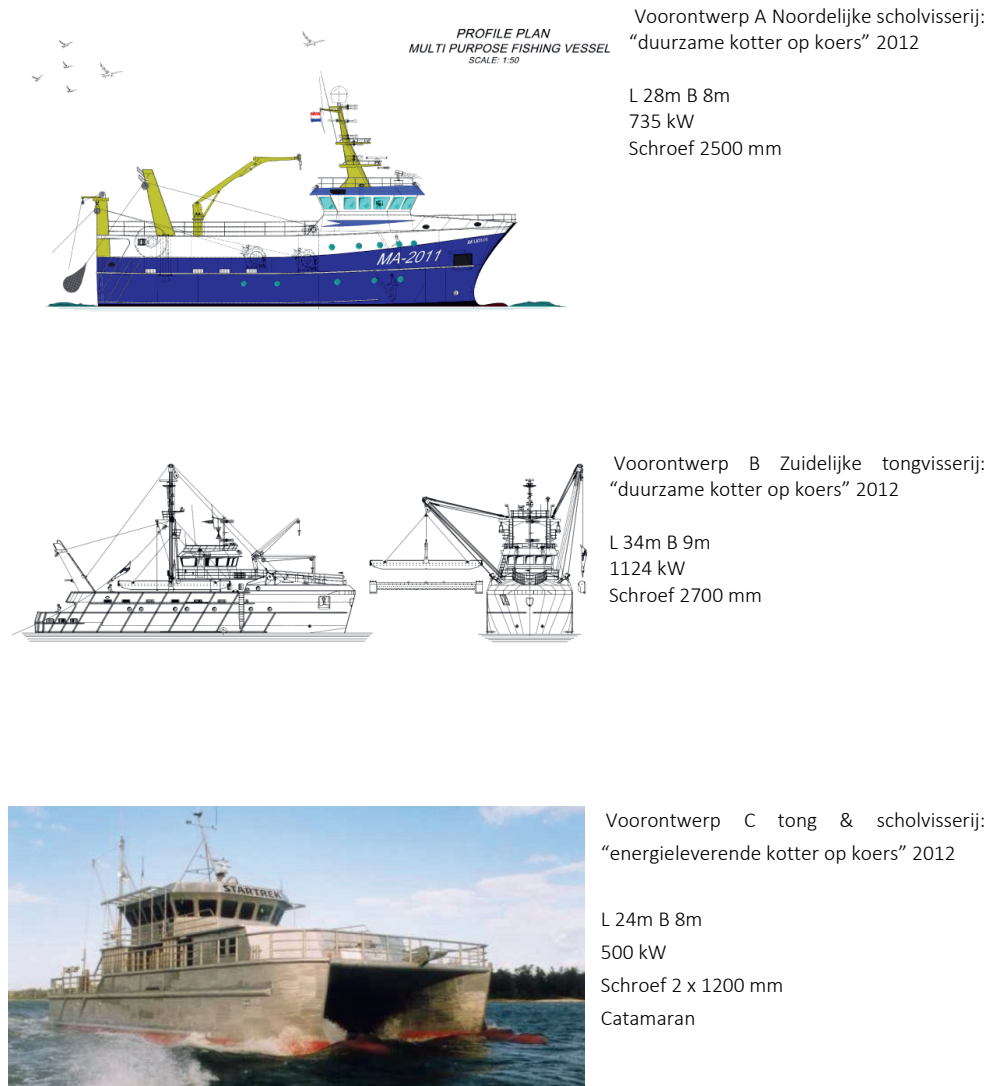
Ontwerp B (Damen Shipyards/Maaskant Stellendam) ging ook uit van direct toepasbare technologie en had als focus de Zuidelijke tongvisserij. Het B-voorontwerp was een moderne dubbeldeks pulsviskoter, gebaseerd op het modulair opgebouwde concept voor het vissen met de boomkor-pulsuitrusting. Het schip heeft een robuuste stalen rondspant romp met een platte spiegel en een semi-bijlboeg steven.

Het derde ontwerp liet ruimte voor innovaties die nog niet reeds bewezen waren in de praktijk, waardoor meer speelruimte ontstond. Het C-ontwerpproces werd zoveel mogelijk systeem-methodisch benaderd met harde en zachte ontwerpeisen, zoals in het Kotter-2000 ontwerpproces was geïntroduceerd. Behalve integratie van de belangrijkste innovatieve, technische ontwerpaspecten werden de persoonlijke veiligheid en welzijn van de bemanning ook gelijkwaardig in het MDV-1 concept geïncorporeerd. Omdat de systeemgrenzen voor het gekozen MDV-systeemmodel zowel het schip als vistuigen betroffen, werd in het C-ontwerpproces ook gekeken naar innovatief-selectieve vistuigen. In alle drie voorontwerpen werd gebruikt gemaakt van de nieuwste selectieve vistuig ontwikkelingen voor de platvisdoelgroepen tong en schol. Ook werden in de drie voorontwerpen de vangstverwerkingsinstallaties afgestemd op de door de markt gewenste betere platvisverwerking aan boord voor aanvoer van betere kwaliteit vis en langere houdbaarheid van de aangelande verse vis in de keten.

Het C ontwerp is afgeleid van de scheepsonwerpen A en B, maar gaat verder met energiezuinige technieken, waaronder een hybride dieselelektrische motorinstallatie. Schetsontwerp C-2 (tabel 3.3) is het ultieme concept voor radicale verduurzaming van de vloot: een 24 m composiet catamaran met Bio-LNG gas en dieselelektrische voortstuwing gecombineerd met een twinrig puls vistuig voor de schol- en tongvisserij (IMARES, 2012). Dit schip had minder dan 700 pk (500 kW) geïnstalleerd motorvermogen en was inzetbaar voor zowel vissen als voor offshore- en visserijonderzoekactiviteiten. Het wekelijkse brandstofverbruik t.o.v. traditionele kotters kon zo worden verlaagd van 40 ton naar 5 ton per week middels substantiële optimalisatieslagen en gebruik van hernieuwbare energie, zoals biodiesel, (bio)LNG, zon- en windenergie. In theorie kon zelfs gestreefd worden naar een energieleverende koter door aan boord of aan de wal bio-energie uit visafval te (laten) produceren en daarmee zo energiearm te zijn dat het schip brandstof overhoudt voor de verkoop aan collegae vissers. Daarmee werd een

optimale invulling gegeven aan de opdracht de Noordzeevloot radicaal te verduurzamen. Naast genoemde energieoptimalisatie kon de visverwerking aan boord verdergaand geautomatiseerd worden. Composietmaterialen werden gebruikt voor de constructie van romp en opbouw. Behalve enkelromp schepen lag de focus ook op meerrompschepen, zoals catamarans (Hoefnagels, 2010; [3.8]).

Figuur 3.3 Schetsplannen voorontwerpen A, B en C.



Om de korte termijn problemen op te lossen en meer draagvlak in de visserij te verkrijgen moesten de voorontwerpen A en B binnen 2 jaar in de vaart kunnen komen en ging het voorontwerp C in op meer lange termijn oplossingsrichtingen.

Tabel 3.3 Evaluatie MDV-referentie-ontwerpen A, B en C tegen het Programma van Eisen ([3.13]).

	Ontwerp A	Ontwerp B	Ontwerp C	
			C1	C2
Vismethoden	Twinrig en Flyshoot; Twinrig puls i.o.	Eco- boomkorren: Sumwing, Pulswing	Twinrig puls	Twinrig puls of Single rig puls
Doelsoort:	Platvis: schol & tong	Platvis: tong	Platvis: schol & tong	Platvis: schol & tong
Scheepslengte en -vorm	Ca. 28 m Optie: composiet romp en/of opbouw i.p.v. staal	Ca 34 m	30-35 m Mono hull conform ontwerp A of B	20-25 m Mono of twin hull; recyclebare composiet bouw
Energiebesparing/CO ₂ reductie t.o.v. referentie kotter 2000 pk	70%	70%	80%	90%
Emissiereductie t.o.v. referentie kotter 2000 pk	NO _x , SO _x > 80%	NO _x , SO _x > 80%	NO _x , SO _x > 90%	NO _x , SO _x > 90%
Voortstuwings-installatie en energieopwekking	Varianten: a. dieselmotor b. dieselelektrisch	Dieselmotor	Diesel/aardgas-elektrisch met dual-fuel motoren	Dieselelektrisch/energieleverend schip met biodiesel uit visafval; later alternatieve brandstoffen
Visverwerkings-installaties	Platvis: schol & tong (mechanisch gestript/automatisch beijdsd)	Platvis: tong % bijvangst schol (mechanisch gestript/automatisch beijdsd)	Platvis: schol & tong (marktvraag)/verder gaande automatisering	Platvis: schol & tong (nieuwe vissen)/vergaande automatisering
Realisatietermijn	< 2 jaar	< 2 jaar	5-10 jr.	>10jaar

Na een eerste evaluatie van de voorontwerpen aan het Programma van Eisen (tabel 3.3) werden financiële prognoses voor de bouw en gebruik van de nieuwe MDV-schepen opgesteld. Omdat het C-ontwerp innovatief was en voor het MDV-vlootvernieuingsproces een te lange realisatie-termijn (5-10 jaar) kende, werden alleen voor model A en model B de exploitatie- en cashflowprognoses en de risicoanalyses opgesteld, waarbij voor de vistuighandlingssystemen werd uitgegaan van de selectieve twinrig-pulse vistuigen.

De financiële werkgroep adviseerde de technische werkgroep om een brandstofbesparing van minstens 70 % t.o.v. een traditionele boomkorkotter in het referentiejaar 2008 als resultaatverplichting op te nemen. Dit kwam ten goede aan de exploitatiekosten en maakt de MDV-1 minder kwetsbaar voor fluctuerende wereldbrandstofprijzen. Om de investeringskosten en rentelasten van het beoogde MDV-1 pilotschip te minimaliseren werd in overleg met de betrokken werven (Hoekman, Maaskant) uitgegaan van lage bouwkosten, respectievelijk 4.2 en 4.5 miljoen euro voor voorontwerp A en B. Dit kon onderbouwd worden met positieve cashflows (Hoefnagel, 2012; [3.6]).

Na uitvoerige discussies in de MDV-groep en Urker Kenniskring werd besloten dat het gecombineerde model A/C (primaire doelsoort schol en tong) en model B (primaire doelsoort tong) in aanmerking kwamen voor mogelijke MDV-transitieontwerpen. De voorontwerpresultaten en exploitatieprognoses werden vervolgens door het MDV-team sectorbreed gepresenteerd en MKB-bedrijven met nieuwbouwplannen werden uitgenodigd deel te nemen. Randvoorwaarden voor deelname waren:

- 1) De sector ontwerpt en bouwt een innovatief, duurzaam visserschip
- 2) Voor de toe te passen innovaties is 2 miljoen euro beschikbaar (EVF)

- 3) Het proces wordt voor en door de sector zelf uitgevoerd met ontwerp en onderzoeksfases
- 4) Iedereen met kapitaal kan participeren
- 5) Opgedane kennis wordt breed gedeeld

Het MDV-team koos het combinatieontwerp A/C-1 als MDV-1 pilotschip, omdat met dit voorontwerp het beoogde schip snel en betrouwbaar in de vaart gebracht zou kunnen worden, gebruikmakend van reeds bewezen technische (deel)innovaties. Door de substantiële energiebesparingen gingen de brandstofkosten drastisch omlaag (50 %) (*profit, planet*). De prognose was dat er betere opbrengsten zouden zijn door kwaliteitsverhogende visverwerkingsmogelijkheden aan boord (*profit*). Met de gekozen twinrig pulsvisuigen kon daarnaast aantoonbaar selectiever gevisd worden met een betere ecologische footprint (*planet*). Door zoveel mogelijk gebruik te maken van hybride constructiematerialen als composiet-staal kon de recyclebaarheid van het schip worden verbeterd (*planet*).

Na het vastleggen van deze keuzes werd een definitief MDV-1 projectvoorstel vastgesteld (fase 3; [3.4] voorzien van kostenramingen en planning van de werkzaamheden. Vijf MKB-bedrijven dienden een voorstel in, en na beoordeling werd unaniem gekozen voor het voorstel van de visserijbedrijven Kramer en Romkes met het Padmos ontwerpstudie-systeemmodel (figuur 3.4). De werven Padmos (Stellendam) en Hoekman (Urk) werden de hoofdaannemers. In het voorjaar van 2013 kwamen de subsidiebeschikkingen (van EU, EZ, Provincie Flevoland) beschikbaar, waarna kon worden aangevangen met het definitieve ontwerp.

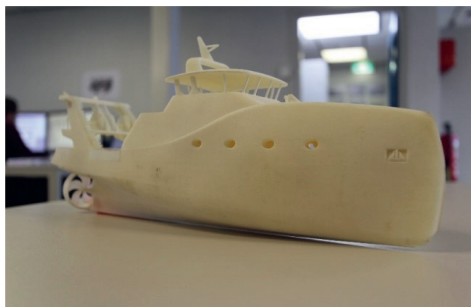


Fig. 3.4 MDV-1 3D schaalmodel; disruptief hoofdsysteemontwerp studiemodel uit 2012 (Padmos visserijwerf/co-bouwer).

3.3 Ontwerpen, innovatieve deeloplossingen en synthese

3.3.1 Ontleden hoofd scheepssysteemmodel in functionele deelsystemen

Nadat door het MDV-team een definitieve keuze was gemaakt voor het MDV-1 systeemmodel (fig.3.4) en eerste hoofdafmetingen (tabel 3.3), werd het ontwerp ontleed in vijftal functionele hoofdsystemen, in het MDV-1 ontwerpproces aangeduid als de vijf hoofdinnovatiepijlers (tabel 3.4). Om de kosten te verlagen werden de rompvorm (t.b.v. weerstandverlaging, hoofdinnovatiepijler 1), machinekamer (t.b.v. energiebesparing, hoofdinnovatiepijler 2) en casco'systemen (t.b.v. gewichtsreductie, hoofdinnovatiepijler 3) geoptimaliseerd. Om de opbrengsten te verhogen werden de vis(verwerking)-installaties verdergaand geautomatiseerd (t.b.v. kwaliteitsverbetering, hoofdinnovatiepijler 4) en selectief-innovatieve visuigen toegepast (voor minder discards/kwaliteitsverlies, hoofdinnovatiepijler 5).

3.3.2. Genereren duurzame (deel)ontwerp oplossingen en optimalisaties

Na vaststelling van de hoofdinnovatiepijlers werden alle mogelijke (deel)ontwerp oplossingen door de MDV-innovatiemanager in een overzichtslijst gezet ([3.13]). De gehanteerde innovaties waren enerzijds gebaseerd op het voorwerk en aanbevelingen van de technische werkgroep en anderzijds op de destijds in opkomst zijnde maritieme scheepsinnovaties die in de (inter)nationale grote scheepsbouw ontwikkeld werden en/of al getest werden.

Parallel aan het schrijven van het eerste bestekontwerp werden 4 voorstudies gepland en uitgevoerd om de haalbaarheid van een viertal duurzaamheid ontwerpaspecten te toetsen, namelijk:

- Haalbaarheid van een composiet stuurhuis (gewichtbesparing, hoofdinnovatiepijler 3); geleid door composietleverancier VABO en IOC composiet onderzoeksinstituut (Zandstra, 2015; [3.9])
- Een lengte- en verplaatsingsanalyse voor een optimale waterlijn lengte, weerstandverlaging en zeegangsgedrag (hoofdinnovatiepijler 1), geleid door MARIN, hydrodynamisch onderzoeksinstituut (Dallinga, 2014; [3.10]).
- Levenscyclusanalyse voor toe te passen bouwmaterialen bij het ontwerp, tijdens de operationele fase en bij het ontmantelen (hoofdinnovatiepijler 1-5), geleid door TNO, duurzaam-technisch onderzoek (Veen, 2014; [3.11]).
- LCA analyse en eerste fase CO₂ emissiereductieberekeningen (hoofdinnovatiepijler 2), geleid door IMARES-WUR, toegepast visserijonderzoek (Tamis, 2015; [3.12]).

De (tussen)resultaten van de deelstudies werden in het overzicht meegenomen.

Tabel 3.4 Geselecteerde deelinnovaties voor de 5 hoofdinnovatiepijlers (I.P. 1-5) en hun bijdrage aan de MDV-doelen [3.13].

MDV1 5 hoofdinnovatiepijlers en optimalisatie doelen		Geselecteerde deelinnovaties	Bijdrage aan MDV doelen
I.P.1	Rompvorm en casco optimalisaties		
	weerstandverlaging bij goed zeegangsgedrag	geïntegreerd lijnenplan (jacht-werkschip)	maximale verlaging rompweerstand met beste zeegangsgedrag (people)
	optimaal schroef-rompontwerp	korte, brede kimkielen	energiebesparingen (kosten, CO ₂ ↓) (planet, profit)
	casco gewicht minimalisatie	duurzame antifouling (plakfolie)	persoonlijke veiligheid en welzijn (vermoeidheid, ongevallen ↓) (people)
I.P.2	Machinekamer		
	laag energie-intensieve installaties	restwarmte terugwinning (warmwater accu)	energiebesparingen/terugwinning (kosten, CO ₂ ↓) (planet, profit)
		Machinekamer warmte isolatie	alternatieve brandstoffen (CO ₂ ↓) (planet)
		warmtewisselaar in kimkielen	automatisering (digitalisering ↑) (people, profit)
		LED verlichting (aan/uit bewegingssensoren)	
		zonnepanelen, windtorenen	

<u>I.P.3 casco constructie</u>	recyclebaar	hybride diesel elektrisch	
	casco gewicht minimalisatie	LNG-elektrisch	
	verbeterde zichtlijnen	schroefasgenerator	
	lage geluidsniveaus		licht gewicht constructies (energiegebruik, CO ₂ ↓) (planet, profit) onderhoudsvrije constructies (kosten ↓) (planet, profit) recyclebare materialen (eco-impact ↓) (planet) verlagen geluid en trillingen (comfort ↑) (people)
<u>I.P.4 Visverwerkingslijn optimalisatie</u>	verktoring koelketen	composiet stuurhuis	
	vissen voor de markt	composiet deuren en luiken	
	jaarrond verdienmodel	recyclebare materialen	
	verbeterd verdienmodel		opbrengsten/ketenverktoring (verdienmodel ↑) (people, profit) arbeidsomstandigheden (werk-/rusttijden ↑) (people) kwaliteitscontrole (remotely ↑) (profit, people)
	hogere kwaliteit	ruim visverwerkingsdek	
	lagere verliezen	sorteer- en verpakkingsmachine (optioneel)	
		discard overlevingsbak	
		tussentijdse koel/buffer visopslag	
		catchmanagement systeem visruim	
		hygiënische vloeren	
		diervriendelijk afdoden	
		verstelbare rugsteunen bij sorteertafel	
<u>I.P.5 Twinriggulse vistuigen in ontwikkeling</u>	minder bijvangst	ruim visverwerkingsdek	
	betera werkomstandigheden	veilige vistuighandling	
	minder schade aan de zeebodem	camerabewaking vanaf de brug	
		twee dekkranen	
		met twinrigg schol en tong vangen	lage weerstand (energie/CO ₂ ↓) (planet, profit) selectief (eco-impact/bycatch ↓) (planet) safe handling (ongevallen ↓) (people)

3.3.3 Synthese hoofdinnovatiepijlers in MDV-1 bestekontwerp

Na selectie van bruikbare innovaties werd een bestek met deelskosten en uiteindelijke aanneemsom voor het te bouwen schip (4.2 miljoen euro, exclusief vstuigen) opgesteld. Door de focus op bestaande, bewezen innovaties konden de gekozen scheepsbouw-innovaties in 12 maanden, de geplande bouwtijd, geïntegreerd worden.

De belangrijkste brandstofbesparingsaspecten vielen in het scheepsontwerp onder de hoofdinnovatiepijlers 1-3.

1. Romp- en casco vormoptimalisaties:

Focus op een vergaande weerstandsverlaging bij goed zeegangsgedrag. Op basis van de MARIN pre-studies ([3.10]). en CFD-zeegangsanalyse werden de definitieve schep coëfficiënten vastgesteld, inclusief de meest optimale vorm van voor- en achterstevan. Door de scheepslengte te vergroten van 24 naar 30 m konden aantoonbare lagere versnellingsniveaus bereikt worden en kon bij slechte Noordzeecondities de veiligheid worden gewaarborgd. Door het revolutionaire nieuwe lijnenplan kon de scheepsweerstand met circa 30 % verminderd worden. De boven- en onderwatervormen en semi-bijlucht van het schip waren vernieuwend, zelfs disruptief voor de traditionele, derivatieve kotterscheepsbouw. Deze verbeterpunten betroffen zowel de *planet*- ($\text{CO}_2 \downarrow$) de *profit*- (brandstofkosten \downarrow) als *people* (veiligheid \uparrow) ontwerpaspecten ([3.13]).

2. Energiearme energieopwekking- en voortstuwingsinstallaties:

In de keuzes voor deeloplossingen werd gebruik gemaakt van opkomende energiearme ontwikkelingen en optimalisatieslagen aan de dieselmotor- en voortstuwingsinstallaties. Daarnaast konden verdergaande emissiereducties behaald worden door het gebruik van alternatieve brandstoffen. Er waren toentertijd al voorbeelden van pilotschepen met CNG- en LNG-aardgasinstallaties, een enkel pilotschip voer op ammoniak- of methanolbrandstoffen en/of biobrandstoffen met de nieuwste *dual-fuel* motoren. Omdat voor MDV de emissiereductie en duurzaamheidstransitie leidend was, werd het gebruik van milieuvriendelijkere en/of hernieuwbare brandstoffen overwogen. Echter, het prijsverschil tussen dieselolie en alternatieve brandstoffen was destijds nog te groot. Daarbij was de betrouwbaarheid nog erg discutabel en was er nog geen infrastructuur in de havens. Daarmee werden de terugverdientijden onacceptabel. Er werd daarom gekozen voor bestaande diezelelektrische voortstuwingsinstallaties met een permanent-magneetelektromotor rechtstreeks op de schroef (geen verliezen door tandwielkast). In aanvulling hierop werden uitsluitend energiearme installaties aan boord geplaatst met een vooraf door de werven en toeleveranciers contractueel vastgelegd laag energiegebruik. Dit betrof niet alleen machinekamerinstallaties, maar alle energiegebruikers (zelfs het koffiezetapparaat op de brug). Om het energieverbruik nog verder te reduceren werd binnen de alternatieven gekozen voor een grote schroef met een hoger rendement en werden afval- en restwarmte zoveel mogelijk hergebruikt. Om de installaties veilig te kunnen bedienen werden ook computergestuurde energieopwekkings- en voortstuwingsmanagementsystemen geïnstalleerd ([3.13]).

3. Constructieplanen voor hybride scheepsbouwmaterialen:

Gebaseerd op de TNO LCA pre-studie ([3.12]). werd de keuze van meer recyclebare bouwmaterialen getoetst aan het verminderen van de ecologische impact in de ontwerp-, operationele- en ontmantelingsfasen. Om verschillende redenen werd afgezien van een composiet stuurhuis: ten eerste waren er nog geen scheepsbouwvoorschriften, en ten tweede zou de bouw daarvan veel tijd vergen. In plaats daarvan werd het stuurhuis zo licht mogelijk geconstrueerd in staal. Door te kiezen voor een optimaal constructieplan en nog beperkte hybride constructiematerialen kon het scheepsgewicht met ca 20 % verlaagd worden. Er werd gekozen om de scheepsdeuren en luiken in plaats van staal alvast in recyclebare composieten uit te voeren en parallel aan de bouwfase een voorontwerpstudie te laten uitvoeren voor een

toekomstig, modulair composiet stuurhuis, om het cascogewicht nog verder te verlagen en meer recyclebaar te worden ([3.9]).

Daar waar de drie energiebesparende hoofdinnovatiepijlers vooral bijdroegen aan substantiële verlaging van de operationele kosten (brandstofkosten, *profit*) en vermindering van de broeikasgassen (*planet*), verbeterden de aanpassingen in hoofdinnovatiepijlers 4 en 5 de opbrengsten (*profit*) en de werkomstandigheden aan boord (*people*):

4. Visverwerking:

Om de opbrengsten voor het aanlanden van verse vis te verhogen lag de focus op het voorkomen van kwaliteitsverlies van de gevangen (plat)vis. Om in te kunnen inspelen op nieuwe, nog niet uitontwikkelde innovatieve visverwerkingsapparatuur werd het visverwerkingsdek ruim opgezet (100 m²). Voor een betere en consistente scholstripkwaliteit werd het handmatig strippen geautomatiseerd, evenals het mechanisch sorteren van de platvis en bijvangsten. Dit kwam eveneens de werkomstandigheden ten goede, met betere werkrusttijden voor de bemanning. Met behulp van deze automatisering en een catchmanagementsysteem werd de platviskoelketen transparanter gemaakt en verkort voor alle stakeholders, zoals de visserman en de handel- en verwerkingsindustrie. Uit het IMARES-WUR kwaliteitsonderzoek kwam naar voren dat aantoonbaar goede kwaliteit vis werd aangeland met een langere houdbaarheids- en handelstermijn. De beoogde hogere visprijzen zouden bijdragen aan het positieve verdienmodel ([3.13]).

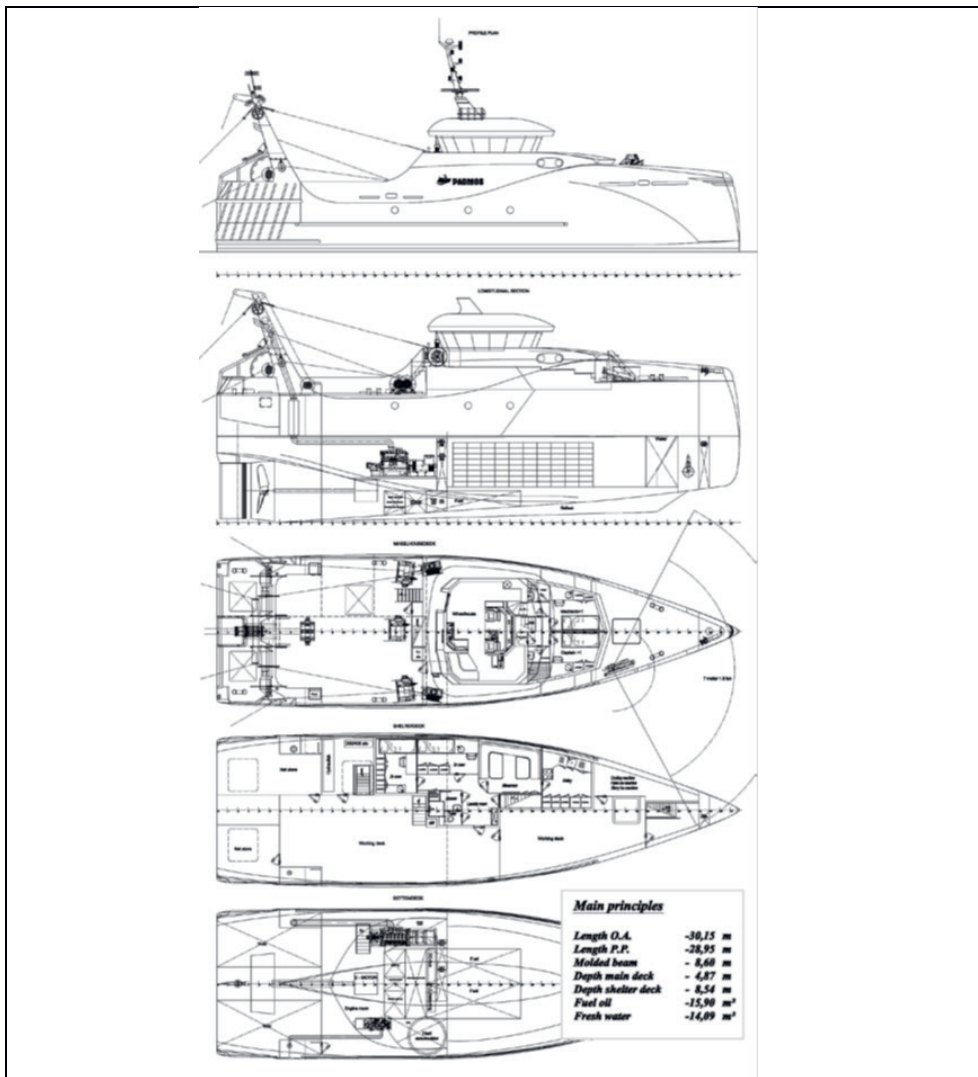
5. Vistuigen:

Met referentie aan het selectiever pulsvissen (WUR, 2018; [3.14]) op tong (*planet*) op de boomkorkotters, is voor de MDV-1 gekozen voor lichtere, innovatieve *twinrig*tuigen. De bestaande tuigen werden ook voorzien van *pulse*-modules om naast de doelsoort schol ook meer tong te kunnen opvissen. Dit verminderde de arbeidsbelasting van de bemanning (*people*) en kwam het aanlanden van goede kwaliteit platvis ten goede (*profit*).

Om de definitieve innovatie- en optimalisatiekeuzes in het MDV-1 triple-P ontwerp te integreren besloot het MDV-1 bouwteam na consultatie met MARIN en na accordering van het MDV-team de oorspronkelijke kleine unit op te schalen van 24 naar 30 m. Het definitieve plan met scheepsafmetingen en bouwkosten was hiermee vastgelegd (tabel 3.5, fig. 3.5). Daarna konden de MDV-1 eigenaren (Stichting MDV en schippers Kramer, Romkes) het aanvullende private investeringscontract (MDV inbreng, bancaire investering) afronden. Met het definitieve bestek, de privaat- en publieke financiering kon de bouw in mei 2014 officieel van start gaan.

Tabel 3.5 MDV-1 definitieve hoofdafmetingen (Veenstra, 2014, [3.13]).

Eigenschap	Afmeting
Lengte over alles	30 m
Lengte loodlijnen	28,9
Breedte op spant	8,50 m
Holte	4,1
Hoofdvermogen	400 kW
Schroef diameter	3000 mm
Trekkracht	7500 kg
Brandstofcapaciteit	15 m3
Drinkwatercapaciteit	8 m3
Afmeting visruim	800 viskisten (25 ton)



Figuur 3.5 Definitief bestekschetsplan MDV-1 (Veenstra, 2014; [3.13]).

Na het afronden van bestekontwerp en financieringsfase (januari 2014 - mei 2014) startte de bouw van het MDV-1 pilotschip en werd het schip 12 maanden later aan de stichting MDV en schippers (Kramer, Romkes) overgedragen (fig.3.6).



Figuur 3.6 MDV-1 uitvarend, eerste visweken (2015).

3.4 Kennisoverdracht en uitrol MDV-1 Proof-of-Concept

Om meer draagvlak te krijgen voor het eerste duurzame pilotschip vond regelmatig voortgangskennisoverdracht plaats en konden stakeholders en geïnteresseerden het hele MDV-1 ontwerp-, bouw- en onderzoekproces volgen, zowel op de openbare MDV-website als op sociale media. Voor kennisoverdracht naar de sector, visserijscholen en het ministerie werden door de MDV-teamleden vele presentaties en interviews gegeven. In een voorlichtingsfilm werd de samenwerking en het ontwerp- en bouwproces vastgelegd en breed verspreid. Door de radicale energiebesparingen (ontwerp, installaties) en lichtere vistuigen is met in de vaart komen van de MDV-1 een substantiële brandstofreductie bereikt van 40 – 80 % t.o.v. resp. t.o.v. een traditionele twinrigger en boomkorkotter. Door de lage investeringskosten, het lage brandstof en onderhoudskosten werd het verwachte verdienmodel reeds in het eerste operationele jaar gerealiseerd. Door de disruptieve indeling en rompvormoptimalisatie heeft de MDV-1 voor de Noordzee vaarprofielen en -condities een uitstekend zeegangsgedrag. De tekortkomingen van de traditionele boomkorkotters werden volledig ondervangen.

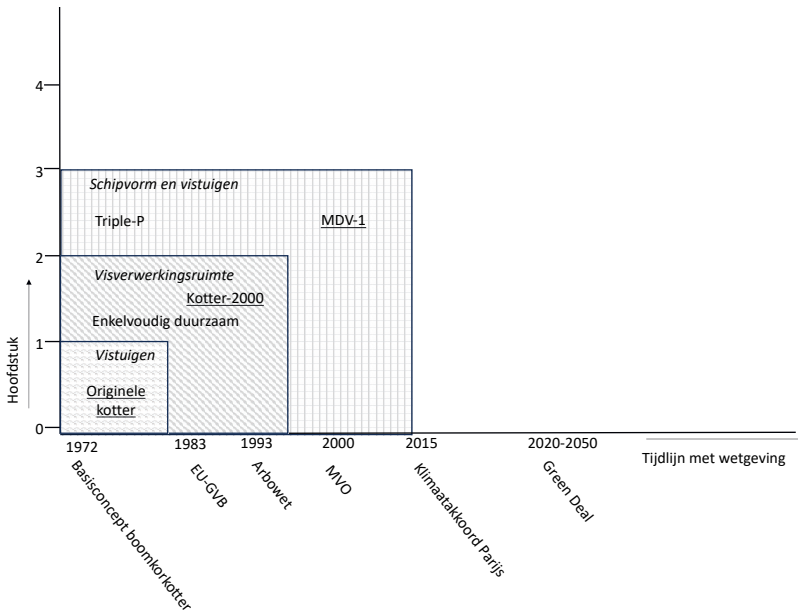
3.5 Reflectie op het disruptief ontwerpen en methodische beperkingen

Het ontwerpen en in de vaart brengen van de MDV-1 was voor de kottervisserij een disruptief ontwerpproces. Niet alleen vanwege de radicale vernieuwing van het kotterscheepstype, maar ook vanwege de participatieve samenwerking (wetenschap-praktijk-overheid-ngo) en het methodisch scheepsontwerpen. In hoofdstuk 3 is het MDV-1 ontwerpproces beschreven met wetenschappelijke onderbouwing van de systeem methodische ontwerpbenadering (tabel 3.1) en gerealiseerde deelsysteemoptimalisaties (innovatiepijlers; tabel 3.4).

Ten opzichte van het ontwerpproces van de Kotter-2000 bevatte dit disruptieve ontwerpproces drie belangrijke aanvullingen:

1. Er vond uitbreiding plaats van het aantal doelen, en daarmee van de relevante stakeholders
2. Er werd samengewerkt met alle relevante partijen in de sector
3. Er werd een nieuw scheepsmodel voorgesteld

Figuur 3.7 laat de designscope uitbreiding zien van het disruptieve MDV-1 kotterontwerpproces met triple-P veranderings(f)actoren.



Figuur 3.7: Deelsysteem/-grenzen (in italic), ontwerp (onderstreept), het basis kotterontwerp, de Arbo-deelsysteem herontwerpaanpak Kotter-2000 en de triple-P deelsystemen nieuw ontwerp MDV-1.

De MDV-1 was het eerste scheepsontwerp voor de kottervisserij dat als basis de MVO triple-P doelen hanteerde. Door de focus te verleggen van alleen veiligheid (*people*) naar ook duurzaamheid en verdienmodellen (*planet, profit*) werd het ontwerpproces zowel complexer als ambitieuzer. Door de verbreding in doelen werd het aantal relevante stakeholders groter en werd het lastiger diverse perspectieven te verenigen in een enkel schip.

Dit ontwerpproces had qua timing de wind in de zeilen. De urgentie tot verandering was hoog. Aangejaagd door de Kenniskringen Visserij (van, voor en door vissers) werd met publiek-private financiering de Stichting Masterplan Duurzame Visserij opgericht (2010-2017). Voor het eerst bundelden vissers hun krachten en waren bereid tot vergaande samenwerking. Niet alleen door praktijkkennis en een toekomstvisie te delen, maar ook door participatieve samenwerking, waarin wetenschappelijke ontwerp-kennis en praktijkkennis elkaar versterkten (figuur 3.8). Dergelijke samenwerking was binnen de visserij nog nooit vertoond, en een belangrijke drijfveer van dit succes was de verbinding tussen partijen gedurende het proces. Kennis uit de praktijk werd gedeeld met stakeholders en onderzoekers, waarna een ontwerpslag kon worden gemaakt. De resultaten daarvan werden weer gecommuniceerd en bediscussieerd met de vissers. Zo ontstond eigenaarschap en werd wantrouwen tussen partijen weggenomen. Dit samenwerkingsverband is daarom cruciaal geweest voor het disruptieve, meervoudig duurzaam ontwerpproces, kennisoverdracht en commitment.

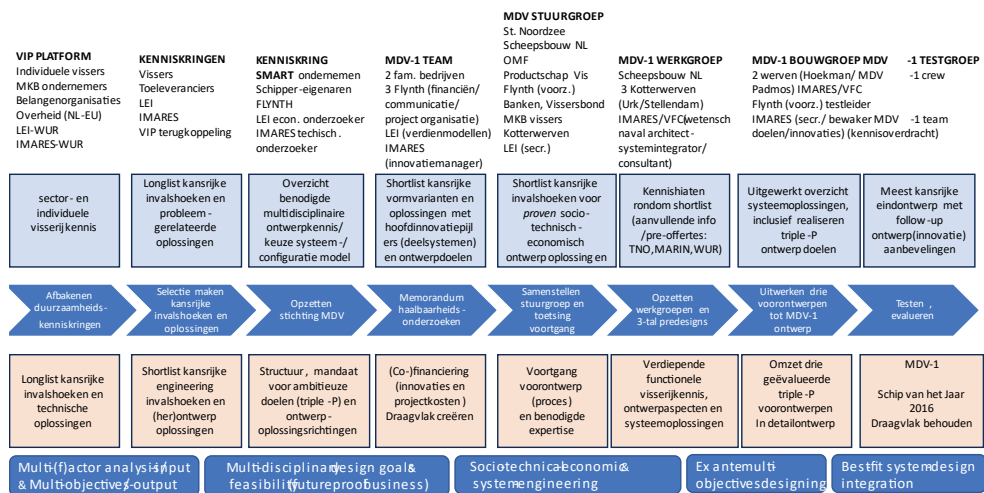


Fig. 3.8 Stroomschema MDV-1 ontwerpproces met (f)actoren en beslissers. Horizontaal worden van links naar rechts de belangrijkste klankbordgroepen en MDV-1 werkgroepen aangegeven, gekoppeld met op de tweede en derde rij de belangrijkste ontwerpactiviteiten en -resultaten. De ontwerpactoren en onderzoek aspecten worden in blauw aangegeven.

Een kanttekening die daarbij moet worden geplaatst is dat dit ontwerp is uitgevoerd onder leiding van een persoon die zowel de kennis en de vaardigheid had om praktijk en onderzoek te verenigen en verenigd te houden. De leidende rol van de MDV-innovatiemanager, gecombineerd met het vertrouwen dat in hem werd gesteld, heeft ertoe geleid dat meer disruptieve ontwerpaanpassingen steeds op draagvlak konden rekenen. Daarmee wordt een zwakte van deze methode (en van ontwerpen in het algemeen) blootgelegd: de uitkomst is, naast het secuur uitvoeren van de stappen, afhankelijk van de ontwerper en zijn team.

Hoewel dit niet kan worden gestaafd met wetenschappelijk onderzoek, zijn tijdens dit ontwerpproces een aantal zaken van cruciaal belang gebleken:

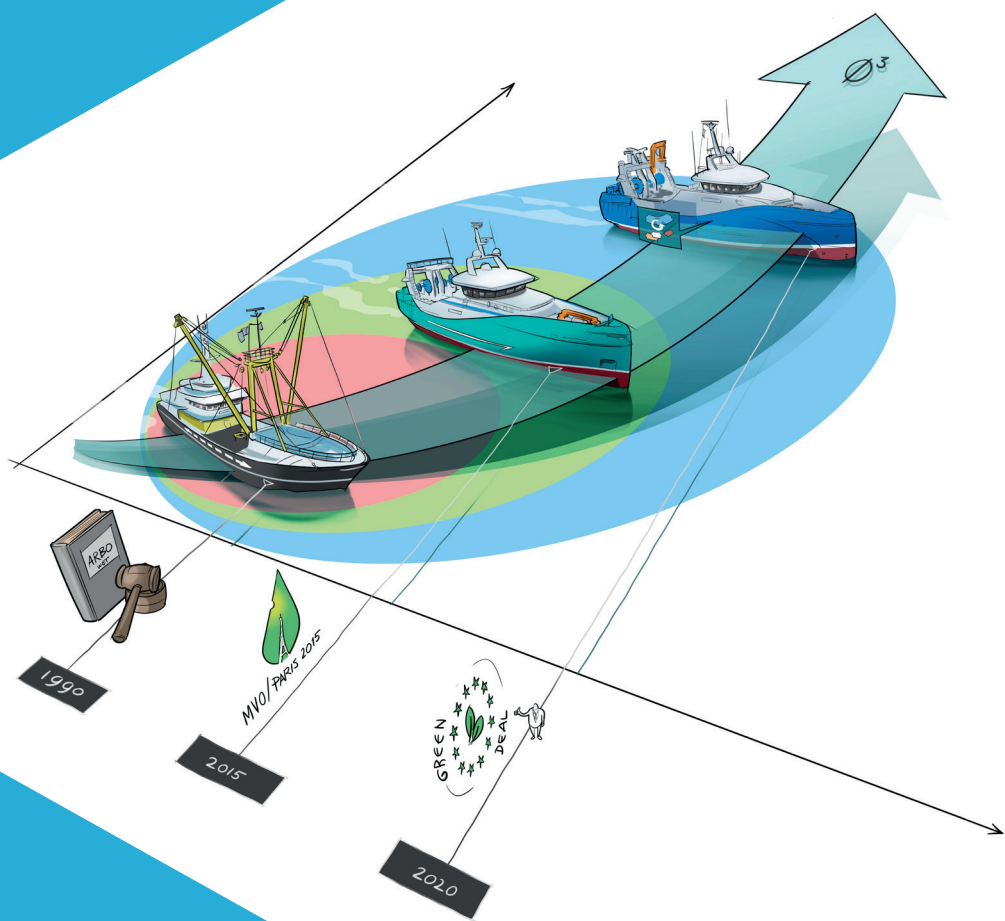
1. Kennis van en netwerk in de sector
2. Systeendenkend vermogen
3. Communicatieve vaardigheden

Een belangrijke aanbeveling van deze ontwerpstudie is dan ook om, bij vervolgentwerpen, een manager aan te stellen die al deze kwaliteiten combineert.

Voor dit ontwerp is gekeken naar vijf hoofdinnovatiepijlers, die ieder een eigen deelsysteem omvatten. Het ontkoppelen van de deelsystemen maakte ruimte voor echt innovatieve oplossingen. Een nadeel van deze aanpak kan zijn dat oplossingen die de doelen op deelsysteemniveau maximaliseren, op systeemniveau (schip) niet volledig passend zijn. Het overleggen tussen schippers, toeleveranciers en werven, en het toetsen van de uiteindelijke beslissingen in onderzoek (CAD-CAM, simulaties met o.a. computational fluid dynamic modellen) en in de praktijk is daarom van cruciaal belang.

Achteraf waren het Kotter-2000 herontwerp en ook het MDV-1 ontwerp te conventioneel ontworpen, met alleen in de praktijk bewezen componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties. De probleemoplossende concepten waren qua inrichting en uitrusting te statisch gebouwd. Het tailormade en compacte ontwerp vereiste te hoge verbouwingsinvesteringen om ad-hoc aan de opkomende

klimaat-eisen van Parijs te voldoen. Er ontstond in de Noordzee kottervisserij na de MDV-1 behoefte aan meer dynamisch-prospectieve visserij-ontwerpprocessen (Veenstra, 2018; [3.15]). De nieuwe ontwerputdaging was hoe in conceptuele ontwerpprocessen al vroegtijdig geanticipeerd kan worden op nog niet beschikbaar zijnde groene technologieën alsmede geanticipeerd kan worden op circulair-economische en klimaat-responsieve ontwerpaspecten.



Hoofdstuk 4

Prospectief, circulair duurzaam
ontwerpen, MDV-1/CE

Hoofdstuk 4 Prospectief, circulair duurzaam ontwerpen, MDV-1/CE

4.1 Introductie

Bij het in de vaart komen voldeed de MDV-1 in eerste instantie aan alle gestelde verwachtingen. Door de radicale energiebesparingen (ontwerp, installaties) en lichtere vistuigen is met in de vaart komen van de MDV-1 een substantiële brandstofreductie bereikt van 40 – 80 % t.o.v. resp. t.o.v. een traditionele twinrigger en boomkorkotter. Door de lage investeringskosten, het lage brandstof en onderhoudskosten werd het verwachte verdienmodel reeds in het eerste operationele jaar gerealiseerd. Door de disruptieve indeling en rompvormoptimalisatie heeft de MDV-1 voor de Noordzee vaarprofielen en -condities een uitstekend zeegangsgedrag. De tekortkomingen van de traditionele boomkorkotters werden volledig ondervangen.

Binnen vijf jaar na oplevering van de MDV-1 kreeg de kottervisserij met nieuwe sociaal-politieke en maatschappelijke klimaatvraagstukken te maken, al snel gevolgd door aangescherpte (inter)nationale klimaat- en milieuregelgeving met ambitieuze energie- en klimaatdoelen voor 2050. De doelen betroffen in de eerste plaats operationeel-technische resultaatverplichtingen om de CO₂ uitstoot in 2030 met minstens 50% te reduceren als opmaat naar netto emissieloos in 2050. In aanvulling werden in het kader van de overgang van een lineaire naar een circulaire economie (Macarthur, 2017, [4.1]) wereldwijd inspanningsverplichtingen afgesproken om de grondstoffen- en voedselverspilling in hetzelfde tijdpad met overeenkomende percentages te reduceren.

De MDV-1 werd daardoor al snel “het beste disruptieve visserijontwerp met een veelbelovend verleden”. De eerder gestelde duurzaamheidsdoelen waren weliswaar ruimschoots gehaald, maar het ontwerp en de indeling waren te statisch om nog te kunnen aanpassen (*retrofitting*) aan de VN Parijs klimaatakkoorden (2015) en de collectieve emissiereductie volgend uit de prestatieverplichtingen van de EU Green Deal (2016). Het MDV-1 ontwerpproces, alhoewel toekomstbestendig voor de middellange termijn, was nog te statisch-reactief geweest; enerzijds omdat de indeling, inrichting en uitrusting te compact geoptimaliseerd waren en anderzijds omdat de benodigde fossielvrije technologieën nog niet (uit)ontwikkeld waren. Prospectieve ontwerp-kennis was nodig om het MDV-1 ontwerp verdergaand duurzaam, energiearm en Circulair Economisch door te ontwikkelen naar een veerkrachtiger MDV-1 plusconcept, aangeduid als het MDV-1/CE concept (Veenstra, 2018; [4.2]).

Omdat veel groene en fossielvrije technieken nog niet marktrijp waren en pas in het komende decennium beschikbaar komen en betaalbaar worden, moest het MDV-1/CE ontwerp flexibel en adaptief kunnen worden aangepast aan die ontwikkelingen, ook na oplevering. Met prospectief ontwerpen was in het MDV-1 ontwerpproces al een eerste ervaring opgedaan. Het visverwerkingsdek was al als een soort modulaire unit ontworpen met aanpasbare indelingsmogelijkheden om later additionele, semiautomatische visverwerkingsrobotica te kunnen opstellen om ruimte te maken voor verdergaande automatisering gekoppeld aan arbeidsverbeteringen en platvisketenverkorting voor meer opbrengsten (fish2dish).

Daar waar in het MDV-1 disruptieve ontwerpproces de verdienmodellen op de korte en middellange termijn leidend waren, werd in het prospectieve ontwerpproces een klimaatneutraal schip de belangrijkste lange termijn drijfveer. Het doel was om een schip te ontwerpen waarmee klimaatneutraal gevestigd kon worden met positieve verdienmodellen voor alle ketenpartijen en met minimale voedselverspilling en maximale hergebruiksmogelijkheden van grondstoffen en installaties.

4.1.1 Afbakening en proces

Omdat de MDV-1 in de praktijk aantoonbaar duurzaam was gebleken en de MDV-1 ruimschoots voldeed aan de Green Deal 2030 eisen (> 50 % emissiereducties), werden de generieke ontwerpprincipes (tabel 3.3) ook het uitgangspunt voor het prospectief ontwerpen (Veenstra, 2018; [4.3]).

Op uitdrukkelijk verzoek van de MDV-1 bemanning en het MDV-1 team bleef, in overleg met de MDV-innovatiemanager, de MDV-1 het ontwerp- en operationele systeem-scheepsmodel (fig. 3.5). Het doorontwikkelen van de vijf MDV-1 hoofdinnovatiepijlers was leidend. Voor dit ontwerp zijn de basis ontwerpstappen uit de eerdere hoofdstukken aangehouden (tabel 4.1).

Tabel 4.1 MDV-1/CE ontwerpprincipes en ontwerpstappen.

MDV-1/CE ontwerpprincipes	Ontwerpstappen
ANALYSE	1. Analyse veranderingsdrijfveren
	2. Identificatie ontwerp drijfveren en -doelen
	3. <i>Co-designed</i> keuze systeem scheepsmodel en 1 ^e set Programma van Eisen
ONTWERPEN	4. Ontleden scheepsontwerp in functionele deelsystemen/modulaire units
	5. Genereren deeloptimalisaties per modulaire unit/ deelsysteem
SYNTHESE	6. Synthese modulaire units in systeem scheepsmodel MDV-1/CE
	7. Bouw MDV-1/CE Proof-of-Principles

4.2 ANALYSES

4.2.1 Analyse maatschappelijke en politieke veranderingsdrijfveren

Sinds de klimaatverdragen en-akkoorden (2015 tot heden) heeft Nederland zich verbonden aan de EU-afspraken om scheepvaartemissies met betrekking tot CO₂ substantieel te verminderen, met voor scheepsontwerpers heldere lange termijn doelen en tijdspaden: de Green Deal 2030 (-50 % CO₂) en Green deal 2050 (-100 % CO₂). Op nationaal niveau ging Nederland met de klimaatwet uit 2020 en het daaruit voortvloeiende klimaatconvenant nog verder (-55 % CO₂). Het eerste klimaatplan gold voor de periode tussen 2021 en 2030 en wordt elke 5 jaar op basis van actuele inzichten bijgesteld, met mogelijk stringenter natuur- en milieuregelgeving. Deze tussentijdse aanpassingen betekenden een grote onzekerheid voor kotters, met mogelijk noodzakelijke ad-hoc scheepsaanpassingen. Minister Schouten van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit kwam daarnaast in 2020 met een voorstel om voedselverspilling in de ketens tegen te gaan met als uiteindelijke doel een aantoonbaar duurzame kringlooplandbouw. De recycling- en verspillingsreducties lopen in de pas met de Green Deal tijdlijn: 50% minder voedselverspilling in 2030 en geen verspilling in 2050.

Hoewel de doelen helder en bijzonder ambitieus waren, ontbrak het de kotters nog aan daadkracht en inzicht in circulaire duurzaamheidsproblemen, laat staan dat er werd geïnvesteerd in het ontwikkelen van oplossingsrichtingen. Bijna alle vissers waren gefocuseerd op kortetermijnoplossingen met daarbij veel aandacht voor het grote verlies aan Noordzee visgronden en afnemende vangsten (Brexit, natura-2000, EU, windmolenparken). Het EU-verbod in 2021 op het gebruik van pulsvisuig in de boomkotters (elektrische platvisstimulering) zette de innovatiebereidheid bij vissers sterk onder druk; de focus bleef liggen op verdienmodellen op de korte termijn. De overgang van een lineaire (meer produceren, kostenverlaging) naar een circulaire economie (hernieuwbare energie, hergebruik grondstoffen, waardeketen centraal) werd door de vissers gezien als iets voor de lange termijn en het wetenschappelijk onderzoek. De huidige duurzaamheidsproblemen (o.a. klimaatcrises) en mogelijke technische oplossingen naar verdergaande emissiearme kotters tekenden zich wel af, maar het commitment en investeringsvermogen was binnen de visserij afwezig of te gering. Aan de andere kant was de urgentie in met name in de boomkotters visserij groot, omdat de bodemvisserij erg energie-intensief is met sterk fluctuerende brandstofprijzen op de wereldmarkt. Daarbij hadden bodemtuigen een grote impact op de Noordzee-ecosystemen, met een negatieve footprint en dus een negatief publiek imago. Met dit type bodemvistuigen en veel ongewenste bijvangsten nam de kwaliteit van de

gevangen platvis aan boord en in de keten sneller af, en daarmee de financiële opbrengsten. De prijsvorming van de aangelande verse vis wordt immers sterk bepaald door de kwaliteit en houdbaarheid in de keten en internationale marktprijzen.

4.2.2 Identificatie lange termijn ontwerpdriveren en doelen

Alhoewel de MDV-1 reeds ruimschoots voldeed aan de nationale 55% CO₂ emissiereductiedoelen, was het disruptieve MDV-ontwerp en de bestaande inrichting en uitrusting ongeschikt voor verdergaand emissiearm varen, laat staan emissieloos. Bovendien kon met de statische ontwerpbenadering niet geanticipeerd worden op de nog te ontwikkelen groene, fossielvrije technieken en op het nieuwe klimaatbeleid en de overgangen naar een circulaire economie. Deze circulaire economie was in de MDV-1 ontwerp- en bouwperiode, zijnde 2010-2015, nog niet aan de orde. De beoogde transitie op gebied van CO₂-emissiearm vissen, gebruik van meer recyclebare materialen in het scheepsontwerp en minder voedselverspilling in de platvisketen waren destijds nog in het stadium van maatschappelijk-politiek wensdenken.

Op basis van het veranderde speelveld op het gebied van energiegebruik, emissies en recycling werden de ontwerpdoelen voor de MDV-1/CE geformuleerd. De nieuwe ambitieuze ontwerpdoelen betroffen de lange termijn, van triple P in 2015 naar triple ZERO: Zero CO₂ emissies, Zero afval (grondstoffen), Zero verspilling (bemanning en vis). Dit is in tabel 4.2 uitgewerkt.

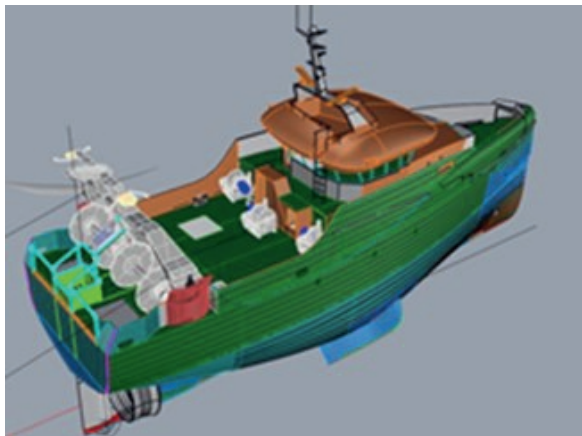
Tabel 4.2 Ontwerpprincipes, maatschappelijke inspanningsverplichtingen en midden en lange termijn doelen voor het MDV-1/CE ontwerp.

Duurzaamheidsontwerpprincipes	Maatschappelijke inspanningsverplichtingen	Midden en lange termijn doelen
Circulaire Economie (CE) “made to be made again”	Recycling (MacArthur, 2017)	- hergebruik grondstoffen - hergebruik installaties 50 – 100 % ↓
LNV visie: Cyclische visketens (CC) “no food-waste”	Voedselverspilling (LNV, 2018)	- geen voedselverspilling - hergebruik reststromen - hergebruik eindproducten 50 – 100 % ↓
EU Green Deal/ NL Klimaat akkoorden/ IMO “decarbonisation”	Emissiereducties (Lloyds, 2018)	50 % - 100 % CO ₂ ↓

De triple ZERO doelen en MDV-1 ontwerp-verbeterpunten uit 2016 werden het uitgangspunt om de hoofdinnovatiepijlers verder te optimaliseren, met een focus op machinekamersysteem, hybride constructieplannen en ruimten voor semiautomatische visverwerking.

4.2.3 Keuze referentie hoofdsysteemmodel en eerste set Programma van Eisen

Zoals beschreven in 4.2.1 was de kottervisserij na 2016 (oplevering MDV-1) nog niet van plan te investeren in een vergaand circulair-duurzaam nieuw ontwerp. Door te kiezen voor het basisconcept van de MDV-1 als uitgangspunt en dat verder aan te passen, konden opkomende haalbare en betaalbare groene innovaties wel zoveel mogelijk ad-hoc geïnstalleerd kunnen worden. Het succesvolle MDV-1 hekkotterscheepsmodel met dieselelektrische voortstuwing werd het referentiemodel (fig.4.1).



Figuur 4.1 Referentiesysteemmodel voor de (semi-)circulaire MDV-1/CE (ontwerp Padmos).

Het ontwerpproces voor de MDV-1/CE verliep in twee fases. Tussen 2015 en 2017 werd een evaluatie uitgevoerd van MDV-1 en werden voorstellen tot aanpassing voor hoofdinnovatiepijler 1 en 5 gedaan voor het vervolgschip MDV-2 (fase 1). Deze waren grotendeels gebaseerd op operationeel-technische verbeterpunten vanuit de MDV-1. Vervolgens werden, op basis van de nieuwe doelstellingen, voorstellen voor met name de drie modulaire units met circulair-klimaatresponsieve functionaliteiten uitgewerkt voor MDV-1/CE (tabel 4.3, hoofdinnovatiepijlers 2-4) (fase 2).

Tabel 4.3 MDV-1 hoofdinnovatiepijlers en aan MDV-1/CE gerelateerde modulaire units.

MDV-1 hoofdinnovatiepijlers	MDV-1/CE modulaire units
1. Romp en steenvormen	-
2. Machinekamersystemen	Fossielarme/fossielvrije machinekamersysteem
3. Casco constructieplan	Hybride constructieplan
4. Visverwerkings- en opslagruimten	Semiautomatische visverwerking, ruimte en opslag
5. Vistechnieken	-

Fase 1: aanpassingen hoofdinnovatiepijler 1 en 5 n.a.v. eerste evaluatie MDV-1

Nadat de MDV-1 in 2015 in de vaart was gekomen, ging de MDV-innovatiemanager in het kader van operationele feedback een aantal weken mee vissen om zowel bij mooi als slecht weer tezamen met de bemanning alle duurzaamheidsinnovaties in de praktijk onder Noordzeecondities te evalueren. Zo kon onder praktijkomstandigheden getest worden bij welke weersgesteldheden de scheeps- en componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties nog werkten.

De MDV-innovatiemanager maakte van elke visweek een observatierapport met de tekortkomingen en verbeterpunten, geaccordeerd door de bemanning. Deze bevindingen werden zowel mondeling als schriftelijk aan het MDV-1 team en de bouwers teruggekoppeld en bediscussieerd. Het MDV-1 team stelde gezamenlijk de MDV-1 ontwerpverbeteringen vast met een aanvullende Programma van Eisen voor de MDV-1 vervolgschepen (tabel 4.4; Veenstra, 2017; [3.13]).

Tabel 4.4 Verbeterpunten voor het MDV-1 ontwerp (in italic) voor MDV-vervolgschepen [3.13].

Programma van aanvullende ontwerpeisen en doelen 2017	MDV-1 -----> MDV vervolg Noordzeekotter, twinrigger
	primaire doelsoort: schol (zomer) en tong & schol (wintermaanden)
Type vissersschip	Aantoonbare duurzame hekkotter (grotere restwaarde); selectievere vismethodieken; stalen casco, composiet stuurhuis , deuren en luiken of geheel in composiet (serie)bouw.

Visserij en vismethodiek	Noordzee scholvisserij met bijvangst tong in de winter (20 -30 ton p.j.). Twinrig(pulse) en optioneel Flyshoot. Positieve/prijsbestendige MDV verdienmodellen (jaarrond). Optioneel 20 ft surveycontainer aan dek (multipurpose taak).
Ontwerp	Optimaal, geluidarm werkplatform Noordzee (verdergaande CFD rompvorm optimalisaties, anti-fouling 2.0/ luchtsmering; meer LCA benadering; zero afval(water)).
Scheepsafmetingen	Lengte 31-34 m; vermogen < 400 kW (schroef); < 340 Gross Tonnage
Voortstuwingsinstallaties	Hybride dieselelektrisch; verdergaande energiebesparingen, incl. zonnepaneel en/of windrotor op topdek; powermanagement, online onderhoudsplannen, led-verlichting alom.
Verdergaande CO ₂ reductie	Brandstofverbruik < 6000 l per week.
Visverwerking, visruim	Verdergaande automatisering op visverwerkingsdek (> 100 m ²) en waterafvoer; verkorte koelketens. Onbemand visruim en opslag in containers.

Voor het MDV-1 vervolgon ontwerp waren de aanbevelingen uit de voorstudie van MARIN (zie hoofdstuk 3) voor minder weerstand en beter zeegangsgedrag meegenomen, evenals de keuze voor bestaande twinrigtuigen ter vervanging van de verboden twinrigpulstuigen, zie tabel 4.5.

Tabel 4.5 Factoren voor optimalisatie van deelsystemen van MDV-1 hoofdinnovatiepijler 1 en 5 voor MDV follow-upschepen

MDV-1 hoofdinnovatiepijler	Grenzen van deelsysteem	Relevante factoren voor optimalisatie van deelsystemen
1.Rompvorm, voor-en achterstevens	Onderwater lijnenplan en Stevens	- (golf)weerstand - zeegangsgedrag - schroef-romp interactie
5.Bodemvistuigen	Visvangstechnieken voor Noordzee platvis doelsoorten (schol en tong)	- selectiviteit, discards - eco-impact - weerstand en lichtgewicht

Hoofdinnovatiepijler 1

Op grond van MARIN's preadviezen, met name de lengte- en verplaatsingsanalyses (Dallinga, 2014; [3.10]; tabel 4.6) en MDV-1 zeegangservingen, bespraken de onderzoekers, betrokken werven en bemanning de ervaringen na een jaar varen en vissen.

Tabel 4.6 Afmetingen en eigenschappen van drie rompvorm-varianten (Dallinga, 2014; [3.10]).

Parameters	Eenheid	Symbool	Rompvorm- Variant I	Rompvorm- variant II	Rompvorm- variant III
Lengte waterlijn	m	LWL	24,00	27,00	31,00
Breedte mal	m	B	7,94	8,36	8,44
Diepgang mal	m	Tf/Ta	2,50/3,50	2,50/3,50	2,50/3,50
Waterverplaatsing	m ³	Displ.	270	320	380
Slankheidsgraad	-	SL	3,71	3,95	4,28
Blokcoëfficiënt	-	CB	0,47	0,47	0,47
Midscheeps coëfficiënt	-	CM	0,83	0,83	0,83
Lengte/breedte ratio	-	L/B	3,03	3,23	3,67
Breedte/diepgang ratio	-	B/T	2,65	2,79	2,81
Langsscheepse ligging buoyancy	%	LCB	- 2,75	- 2,75	-2,75
Schroefdiameter	m	prop. diam	3,00	3,00	3,00
Schroefpitch/diameter	-	PO 7/D	1,400	1,400	1,400
Aantal schroefbladen	-	Z	4	4	4
Oppervlakte schroefblad	-	AE/AO	0,550	0,550	0,550
Schroefrotatie snelheid	rpm	Ns	101,7	102,3	102,7
Geschatte proefvaartsnelheid	kn	Vs	11,21	11,32	11,30

Om een zeewaardig Noordzeeplatform te verkrijgen koos het MDV-1 team voor rompvariant 3 ([3.10]) Door het revolutionaire nieuwe MDV-1 lijnenplan en optimale keuzes voor de romp-stenvorm werd de beoogde 30% rompweerstandverlaging in de praktijk gehaald. Daarbij was het schip voor de bemanning een goed werkplatform geworden, vooral tijdens het vissen. Het schip bewoog naturel, waardoor de bemanning goed kon anticiperen op slinger- en stampbewegingen. Er was nagenoeg geen sprake van onverwachte bewegingen, waarmee het van de benen geslagen worden en bekeld raken tussen slingerende lasten en daarmee ernstige ongevallen (Hoofdstuk 2; tabel 2.2) werden voorkomen. Er was echter één vaarconditie waarin het schip bij slecht weer in hevige mate slingerde, namelijk na een visweek in de mode thuis stomend met schuin achterin komende golven. Daardoor moesten de gebruikelijke schoonmaakwerkzaamheden tot in de haven uitgesteld worden en kon de bemanning later naar huis.

In de voorontwerpfase van de MDV-1 werden met de definitieve lengtekeuze van 30 m (opdrachtgevers) de bovenstaande tekortkomingen al bediscussieerd door ontwerpers, bemanning en MARIN. Destijds kwam ook het verbeteralternatief naar voren om bij de gekozen lengte/breedte verhouding een anti-slingertank (ART) te installeren. Nut en noodzaak van een dergelijke tank werd door de werven en MARIN op dat moment in twijfel getrokken. MARIN was voorstander van een grotere lengte (van 30 m naar 35 m), maar vanwege additionele kosten zagen de opdrachtgevers destijds van beide oplossingen af. Deze verbeteringen van de zeegang konden echter relatief goedkoop geïntegreerd worden in de MDV-1/CE onderzoekfase (2018) en de MDV-2 ontwerp en bouwphase (2017-2020). Volgens MARIN kon middels verdere optimalisering van de scheepscoëfficiënten en een 5 m lengtevermeerdering de scheepsweerstand met nog eens 5-10 % verlaagd worden, met als gevolg een verbeterd zeegangsgedrag.

Deze aannames zijn door MARIN onderzocht middels computational fluid dynamics (CFD) computersimulaties. De voorkeur was daadwerkelijke scheepsmodelproeven in de sleeptank alsmede versnellingsmetingen aan boord van de MDV-1 uit te voeren. Bij gebrek aan onderzoekbudget werd echter besloten een pre-onderzoek uit te voeren door STC Rotterdam, begeleid door de bouwerven en MDV-innovatiemanager. Hierbij is onderzocht of het plaatsen van een anti-slingertank op het geplande MDV-ervolgontwerp het zeegangsgedrag zou verbeteren ten opzichte van de MDV-1. Hiervoor zijn versnellingsmetingen uitgevoerd aan boord van de MDV-1 (Maaren, 2018; [4.4]).

Op grond van deze uitkomsten en bereikte rekenkundige slingerdemping (fig. 4.2) hebben de bouwers en opdrachtgevers bij het ontwikkelen van de MDV-2 gekozen voor handhaving van de MDV-1 lengte en integratie van de anti-slingertank (fig. 4.3). Deze ART-aanpassing heeft het slingergedrag in slecht weer aanzienlijk verbeterd. Ook het stampgedrag van het schip verbeterde door een andere scheeps-massaverdeling over de hele lengte van het schip middels de opsplitsing van de MDV-1 machinekamer in een voor- en achterdeelruimte alsmede verplaatsing van het visruim naar de midscheeps (fig. 4.3). Met deze ontwerpverbeteringen werd de MDV comfortabeler en veiliger voor schipper en bemanning, ook bij achterin komende golven bij het thuisstomen. In figuur 4.2 is duidelijk de ART slingerdemping (blauwe lijn) t.o.v. de MDV-1 (rode lijn) te zien.

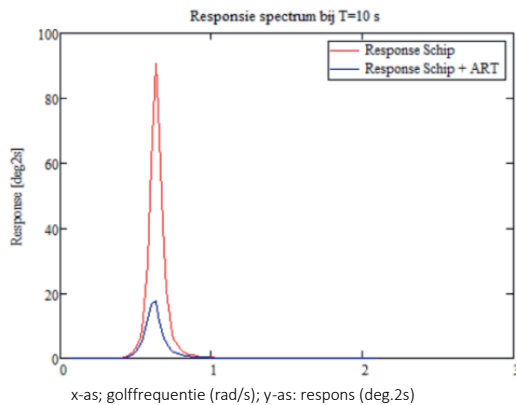


Fig. 4.2 Slingerdemping simulatie zonder en met ART tank a/b MDV-1 en MDV-2 (Maaren, 2018; [4.4]).

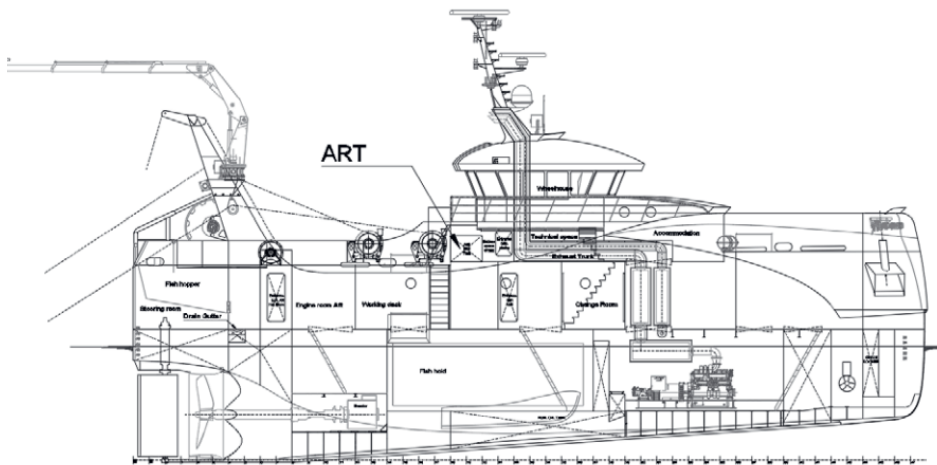
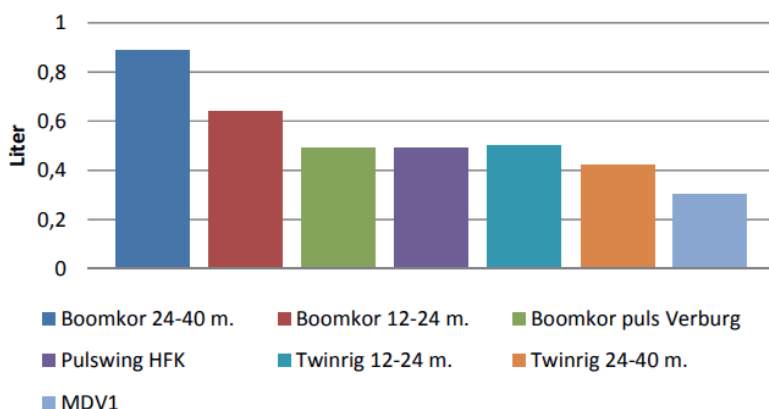


Fig.4.3 Doorsnede van de MDV-2 met verbeterde indeling van de MDV-1 en ART-antislingertank (Maaren, 2017; [4.4]).

De studieresultaten ter verbetering van het slingergedrag werden door de MDV-innovatiemanager overgenomen voor het circulaire MDV-1/CE concept (tabel 4.4). Vooralsnog werd van de beslissing om de lengte gelijk al van 30 op 35m te zetten afgezien. Voor een goed onderbouwde beslissing waren langdurige MDV-2 praktijkervaringen nodig, en bij voorkeur ook versnellingsmetingen aan modellen in de sleeptank van MARIN.

Hoofdinnovatiepijler 5

In de periode 2015-2017 zijn de innovatieve twinrig pulstuigen (TRP) onder begeleiding van de MDV-innovatiemanager en IMARES-WUR in de MDV-1 praktijk uitvoerig getest en gevalideerd (Keus, 2015; [4.5]). Na het verhelpen van enkele technische tekortkomingen aan het vistuig werden de vangsthoeveelheid, de vangstsamenstelling en het brandstofverbruik van de TRP-tuigen vergeleken met de conventionele twinrig, puls- en boomkortechniek, zoals weergegeven in figuur 4.5.



Figuur 4.5 Brandstofverbruik (liter diesel per kg vis) voor 7 vistuisystemen (IMARES-WUR, 2015; [4.5]). De brandstofbesparing van elektrische pulstuigen (MDV1) t.o.v. standaardtuigen (Boomkor 24-40) wordt hier gevisualiseerd.

Toepassing van TRP in combinatie met een dieselelektrische voortstuwing gaf een veel lager brandstofverbruik dan in de traditionele boomkorvisserij met wekkerkettingen of in de boomkorvisserij met pulstechnieken (elektrode stimulering platvis). Uit het praktijkonderzoek kon geconcludeerd worden dat toepassing van de pulstechniek in een twinrignet tot de beoogde verhoging van het aandeel tong in de demersale vangsten heeft geleid (van 0,1 kg/uur naar 2,9 kg/uur). Tijdens waarnemersreizen is geobserveerd dat de gevangen vis overwegend onbeschadigd en levend aan boord kwam. De vangst werd vrijwel onmiddellijk na het halen van de netten verwerkt en de overgrote meerderheid van de ondermaatse vis ging weer levend overboord en zal naar verwachting hogere overlevingskansen hebben (Keus, 2015; [4.5]). Ook was sprake van verminderde arbeidsbelasting bij tuighandling aan dek (Zaalmink, 2018; [4.6]).

Alvorens de doorontwikkeling van en het onderzoek naar TRP aan boord vervolgd kon worden moest het praktijkonderzoek stopgezet worden, omdat de ontheffing voor pulsvisserij voor de MDV-1 na 2017 niet werd verlengd als gevolg van de vigerende politieke discussies in de EU en de uiteindelijke EU-ban op pulsvisserij voor de Noordzee (boomkor)kotters. Ondanks dat inmiddels wetenschappelijk was aangetoond dat voor de boomkorvisserij de pulsvisserij het meest duurzame Noordzee bodemvistuig is (WUR, 2018 [3.14]), kwam er in 2020 een definitief verbod.

Het praktijkonderzoek aan boord richtte zich daarna op de traditionele twinrigtuigen met ad-hoc technische verbeterpunten, zoals lichtere scheerborden voor lagere weerstand en minder bodemimpact. Om de MDV-1 tong besommingsverliezen te compenseren werd er experimenteel op nieuwe doelsoorten gevestigd, zoals langoustines en kleine kreeftachtigen. Daarnaast richtten de innovatiediscussies zich meer op hoe platvissen disruptief met onderwaterdrones opgespoord zou kunnen worden en uit de bodem en uit de windmolenparken verjaagd zouden kunnen worden. Alvorens dit in de praktijk getest kon worden, was er eerst fundamenteel wetenschappelijk onderzoek nodig om uit te zoeken hoe platvissen op alternatieve stimuli reageren (licht, geluid en geurstoffen). RIVO heeft in de negentiger jaren al eens pre-onderzoek uitgevoerd naar invloed van licht en geluid, in de sector aangeduid met 'discovissen'. Het wetenschappelijk vervolgonderzoek kwam echter nooit van de grond, omdat het enerzijds te kostbaar was en anderzijds de brandstofkosten destijds weer omlaag waren gegaan. De noodzaak voor weerstand-verlagende vistuigconfiguraties en innovatieve alternatieven verschoof weer naar de achtergrond, om bij volgende energiecrises weer urgent te worden.

Om te kunnen anticiperen op nieuwe EU-regelgeving en een mogelijke ban op Noordzee-bodemvistuigen werd voor het MDV-1/CE concept extra ruimte op het visdek gecreëerd, zodat innovatieve, nog te ontwikkelen alternatieve vismethodieken en vistuigen op het ruime visdek veilig opgesteld en bediend konden worden. Tevens werd op de vis(verwerking)dekken rekening gehouden met extra dekruimte voor het vervangen van oude of installeren van innovatieve visverwerkings-automatisering en robotica. Robotica zal in toenemende mate het werk op de dekken kunnen verlichten, zowel bij vistuighandling, visverwerking als bij het op termijn vervangen van de bodemtuigen middels nieuwe technieken voor visopsporing (Veenstra, 2017; [3.13]).

Gebaseerd op het MDV-1 hoofdsysteemmodel, praktijkervaringen en de doorontwikkelde hoofdinnovatiepijlers werd in overleg met de MDV-1 bemanning een eerste set van Programma van Eisen voor het MDV-1/CE herontwerp-concept opgesteld (tabel 4.8; Veenstra, 2017; [3.13]).

Tabel 4.8 MDV-CE 1^e set Programma van Eisen op basis van MDV-1 herontwerpaanbevelingen 2015 – 2020.

Ontwerpaspect	Afmeting/eigenschap	Referentie MDV-1
Lengte	32 m	30 m
Antislingertank	Aanwezig (1x)	n.v.t.
Breedte	9,50 m	8,50 m
Holte	4,10 m	4,10 m
Machinekamer	2x: voor en achter	1x: achter
Hoofdvermogen	400 kW; hybride diesel-elektrisch + batterij	400 kW; hybride diesel-elektrisch
Schroefdiameter	3000 mm	3000 mm
Casco	Staal, composiet stuurhuis en composiet deuren, luiken	Staal, aluminium stuurhuis en composiet deuren, luiken
Visruim verwerkingsdek	50 m ²	100 m ²
Vistuigen	Twinrig tuigen	Twinrig (puls)tuigen

4.3 Ontwerpen

Afgeleid van de in de grote scheepsbouw reeds toegepaste modulair ontworpen en gebouwde machinekamersystemen, werden zoveel mogelijk MDV-1/CE deelsystemen eveneens modulair ontworpen. Daarmee konden deze modules flexibel en adaptief worden ingericht en uitgerust om in de tijd duurzaamheidsmodificaties kostenefficiënt te kunnen uitvoeren. Enerzijds om toekomstbestendig te kunnen blijven middels innovatieve, later beschikbaar komende groene technologieën, anderzijds om te kunnen anticiperen op strengere Noordzee klimaat en milieu wet- en regelgeving.

4.3.1 Hoofdsysteemdecompositie in modulaire deelsystemen

Na vaststelling van het scheepsmodel en de hoofdafmetingen (tabel 4.8) werd door de promovendus/MDV-innovatiemanager het systeemmodel opgesplitst in drie functionele deelsystemen, in de praktijk modulaire units genoemd, rechtstreeks gerelateerd aan een drietal hoofdinnovatiepijlers (tabel 4.3, hoofdinnovatiepijlers 2-4; tabel 4.9). Omdat de kottervisserij geen *trial and error* sector is, moesten destijds alle componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties in de praktijk bewezen zijn en werd bij het MDV-1 ontwerp vooralsnog afgezien van de nog niet uitontwikkelde groene technologieën.

Tabel 4.9 MDV-1/CE modulaire units, systeem grenzen en optimalisatiedoelen.

MDV-1/CE en MDV-1 hoofdinnovatiepijl	Functionele deelsystemen	Lange termijn doelen onderdeel
2. Machinekamersystemen	Machinekamer afmetingen/volume	-energiearm naar emissie loos -flexibele bunkercapaciteit -power management systemen
3.Casco constructieplan	Casco en opbouw	-lichtgewicht materialen -composietmaterialen -recyclebaar

De nog te ontwikkelen groene technologieën zijn na consultatie met mogelijke toeleverende bedrijven door de MDV-innovatiemanager in een realistische tijdlijn voor de scheepsmodificatie vastgelegd: 2020-2030-2040-2050. Hiervoor is een nieuwe methode, de CEDI (Circular Economy Design Index), geïntroduceerd, die sterke gelijkenis vertoont met de veiligheid-oplossingenmatrices uit hoofdstuk 2 (Veenstra et al, 2018; [4.3]). De CEDI is een systeem-methodische aanpak om in het voorontwerp reeds verantwoorde keuzes te maken voor deelsystemen zoals machinekamer, hybride constructies en visdekken. De index zet uiteen welke oplossingen (naar verwachting) beschikbaar zijn in de gestelde tijdsperiodes.

De aanpassing van de MDV-1/CE ten opzichte van de MDV-1 is, dat voor hoofdinnovatiepijler 2-4 ruimte wordt gelaten in het ontwerp voor latere aanpassingen. Zo kan steeds worden geanticipeerd op nieuwe technologieën en regels. Wanneer besloten wordt tot de bouw van een schip, kunnen de CEDI-matrices ondersteunend zijn aan het vastleggen van de dimensies en de gewichtsverdeling op het schip. Omdat in de kottervisserij ruimte en ballast variabelen zijn die aanpasbaar zijn binnen de berekende zeegangsvormstabiliteit, ontstaat er bij het ontwerpen van een schip ruimte om met deze variabelen te spelen. Bij het vastleggen van het ontwerp kan men vast voorsorteren op in te passen technologieën gedurende de levensduur van het schip. Door samen met de werven diverse combinaties te maken voor nu en de toekomst, kan nu reeds bepaald worden hoe de ruimteverdeling kan worden aangepast om nieuwe oplossingen in een later stadium te integreren. Zo kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van aanpasbare wanden, modulaire bouwdelen die vervangen kunnen worden voor een ander materiaal, of ballast die verwijderd dan wel toegevoegd kan worden bij het vervangen van machinekameronderdelen.

Om inzicht te kunnen krijgen in de ontwerpconsequenties voor het toepassen van bestaande groene technologieën op de korte termijn en retrofitting van nieuwe technologieën op de middellange termijn, zijn voor de 2^e, 3^e en 4^e MDV-1 hoofdinnovatiepijlers CEDI-oplossingenmatrices ontwikkeld en deze werden in diverse (inter)nationale visserijbijeenkomsten door de promovendus/onderzoekende ontwerper gepresenteerd en bediscussieerd (Veenstra, 2018; [4.7]; Veenstra, 2019; [4.8]). Met behulp van de CEDI-index hulptool kon in de voorontwerpfase al rekening gehouden worden met latere kosten van modificaties van het schip, evenals met stringenter klimaat-, veiligheid- en milieueisen.

Hoofdinnovatiepijler 2: 1^e CEDI-verduurzamingsmatrix met koolstofarme en -vrije brandstofsyste men 2020-2030-2050

De MDV-1 praktijk heeft uitgewezen dat de keuze voor dieselelektrische installaties met een gelijkstroom elektromotor op de schroefas alsmede de optimale rompvorm hebben geresulteerd in de vooraf berekende brandstofbesparingen. Om toekomstbestendiger te worden en de Green Deal 2050 doelen te realiseren (100% emissieloos) zijn fossielvrije machinekamer-brandstoftechnologieën nodig. Deze nieuwe technieken waren in het MDV-1 ontwerpproces nog niet betrouwbaar doorontwikkeld of te beperkt getest in de scheepvaartomgeving, laat staan aan boord van vissersvaartuigen. In de grote scheepvaart werd rond 2020 in toenemende mate ervaring opgedaan met koolstofarme pilotschepen en alternatieve brandstoffen, met name LNG (30% CO₂ verlaging), ammoniak en methanol (100% CO₂ verlaging). Daarnaast worden in onderzoekslabs emissieloze brandstofsyste men uitgetest, zoals waterstof-brandstofcellen en volledig elektrische voorstuwing- en energieopwekkings-installaties.

In het MDV-1 ontwerp- en bouwproces (2008-2015) werd door de MDV-innovatiemanager gekeken naar mogelijkheden voor toepassing van hybride dieselelektrische installaties met accupakketten en alternatieve brandstoffen als LNG/biodiesel in de visserij ('t Hart, 2009; [4.9]). De betrouwbaarheid was toen nog te onzeker en de terugverdientijden waren lang (> 40 jaar). Bovendien was er ook nog geen

infrastructuur voor aanlevering van alternatieve brandstoffen in de visserijhavens. De benodigde fossielarme/-vrije aanpassingen in de layout met minstens vijftig procent grotere brandstofbunker-capaciteit zou te zeer ten koste gaan van de verdienactiviteiten op de korte en middellange termijn. Na vaststelling van de nieuwe doelen voor klimaatneutraal vissen bleek dat bij de hoofdindeling van de MDV-1, inrichting en uitrusting al zodanig vastlagen (hoofdinnovatiepijlers), dat er met het MDV-1 ontwerp niet meer geanticipeerd kon worden op nieuwe technologie. De MDV-1/CE moest daarom in de tijd flexibel en adaptief aan te passen zijn aan nieuwe doelen en innovaties.

De beoogde innovatieve oplossingen worden door de ontwerper en opdrachtgever op directe en/of latere bruikbaarheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid getoetst op basis van expert input en wetenschappelijke voorstudies. Zo kan, voor een definitieve keuze wordt gemaakt, een afweging gemaakt worden tussen oplossingen op basis van de doelen. Hiermee werden voor de evoluerende alternatieve brandstofinstallaties (2020-2050) de (her)ontwerpconsequenties en *retrofit* kosten op voorhand inzichtelijk gemaakt. Daarnaast werd transparant in hoeverre de nog te kiezen installaties bijdragen aan de overgangen van fossielarme naar emissieloos en welk extra ruimtebeslag in het voorontwerp meegenomen moet worden (tabel 4.10).

Tabel 4.10 Eerste CEDI duurzaamheidsmatrix voor de machinekamersystemen van hoofdinnovatiepijler 2 met inpassing van alternatieve (fossielarm of -vrij) brandstof- en voortstuwingssystemen in vervolgsschepen van de MDV-1 (variant 1-2) en de MDV-1/CE (variant 3), in vergelijking met de huidige kotter ([6.6, 6.7]).

Ontwerpaspect	Benchmark	Variant 1	Variant 2	Variant 3
	OD-6 Twinrig-kotter	MDV-1 vervolg Twinrig-hektrawler	MDV-1 vervolg Twinrig-hektrawler	MDV-1/CE Twinrig-hektrawler
Tijdlijn (jaar)	2010	2015-2020	2020-2030	>2030
Scheepslengte (m)	30 – 40	30 -32	32 -35	32 – 35
Voortstuwingsmotor	Dieselmotor	Dieselektrische motor	Gas-elektrische motor	Brandstofcel elektrische motor
Vermogen (kW)	1470	400	400	400
Brandstofverbruik (l/100 uur)	18.000	6500	7000	Onbekend
Brandstofopslag	50 m ³	25 m ³	60 m ³	Onbekend
CO ₂ emissiereductie	-	60%	80%	100%
Voortstuwingsinstallaties	Diesel-direct + tandwielkast	Dieselektrisch (DE, AC/DC e-motor zonder	DE dual-fuel (LNG-bio gas fuel engines zonder twk)	LH2-E waterstofcel /batterijen
Geraamde meerkosten (%)	-	-	+25	+50
Geraamde bouwkosten (M€)	6,5	4,5	6 - 8	8 -10

Hoofdinnovatiepijler 3: 2^e CEDI-verduurzamingsmatrix met recyclebare scheepsbouwconstructie-systemen en hergebruik installaties 2020-2030-2050

Om het MDV-1 scheepsgewicht met 20% te verlagen koos het MDV-1 bouwteam voor een alternatief constructieplan in staal en een aantal uitrustingsstukken in composiet (deuren, luiken). Van een geheel composiet stuurhuis op een stalen romp moest worden afgezien, omdat in 2014 nog geen bouwvoorschriften bestonden voor grootschalige hybride constructies (staal & composiet). De vele extra bouwvergaderingen zouden het strikter bouwproces van 12 maanden voor MDV-1 onacceptabel vertragen. Wel werd parallel aan de bouwfase een voorontwerpstudie uitgevoerd naar de haalbaarheid van een modulair composiet stuurhuis op een stalen casco (fig. 4.5; Zandstra; 2015, [3.9]).



Fig. 4.5 Twee ontwerpen voor een composiet stuurhuis op een stalen romp voor de MDV follow-upschepen (Zandstra, 2015; [3.9])

Grote voordelen van composietconstructiematerialen zijn de gewichtsbesparing, lage onderhoudskosten en hoge mate van recyclebaarheid. Het composietmateriaal hoeft niet meer geschilderd te worden. Een bijkomend ontwerpvoordeel is dat in de modulaire lessenaars reeds (vervangbare) apparatuur geïntegreerd en uitgerust kan worden. Vanuit ontwerp- en gebruikersperspectieven heeft het beperken van het gewicht op topniveau twee aanvullende voordelen. Omdat het gewicht van het stuurhuis zich ruim boven het dek bevindt, komt dit de scheepsstabiliteit ten goede en gaat het slingergedrag in zeegang tegen (betere arbeidsomstandigheden en persoonlijke veiligheid). Daarnaast draagt substantiële gewichtsbesparing bij aan een laag brandstofverbruik en verminderde CO₂ uitstoot.

Door in toenemende mate gebruik te maken van recyclebare composieten wordt de *lifecycle assessment* (LCA) benadering in de scheepsbouw ook in de visserijscheepsbouw uitgerold. De LCA-methode is mede door TNO voor de grote scheepsbouw ontwikkeld om de ecologische impact van de gekozen/gebruikte constructiematerialen te kwantificeren en te verminderen, zowel in de ontwerp-, operationele- als ontmantelingsfasen (Vos, 2008; [4.10]; Veen, 2014; [3.11]). In de 2^e CEDI-matrix werd het voor ontwerpers en schippers inzichtelijker hoe in een voorontwerpstadium in de scheepslevensduur overgeschakeld kan worden naar vergaande toepassing van recyclebare composiet materialen en constructies en hoe installaties konden worden hergebruikt (tabel 4.11). Parallel aan het tijdpad van de alternatieve brandstof installaties kan met modulaire units overgeschakeld worden naar meer recycling van materialen en installaties. De in de tijd te realiseren hybride constructiematerialen werden door de MDV-innovatiemanager overgenomen in het MDV-1/CE systeem model met lange termijn doelen (4^e kolom in tabel 4.11).

Tabel 4.11 Tweede CEDI verduurzamingsmatrix voor hoofdinnovatiepijler 3 cascoconstructie met inpassing van recyclebare constructiematerialen en hergebruik van deelsystemen in de vervolgschepen van de MDV-1 (variant 1-2), de MDV-1/CE en in vergelijking met de huidige kotter ([6.6, 6.7]).

Ontwerpaspect	benchmark	Variant 1	Variant 2	Variant 3
	OD-6 Twinrig-kotter	MDV-1 vervolg Twinrig-hektrawler	MDV-1 vervolg Twinrig-hektrawler	MDV-1/CE Twinrig-hektrawler
Tijdlijn	2010	2015-2020	2020-2030	>2030
Scheepslengte	30 – 40 m	30 -32 m	32 -35 m	32 – 35 m
Voortstuwingsmotor	Dieselmotor	Dieselelektrische motor	LNG-BIO E Gas e-motor	Brandstofcel elektrische motor
Vermogen (kW)	1470	400	400	400
Componenten en deelsystemen / materiaal	Scheepsbouwstaal	Hybride composiet-staal constructies	Composiet stuurhuis, hybride constructies	Modulair-hergebruik composiet deelsystemen

Recycling-percentages	60%	70%	80%	100%
Geraamde meerkosten (%)	-	0	+1,5%	+10%
Geraamde bouwkosten (M€)	6,5	4,5	4,5-5,0	5,0-6,0
Restwaarde schip na 30 jaar vissen	10 %	30 %	50 %	60 %

Hoofdinnovatiepijler 4: 3^e CEDI-verduurzamingsmatrix met automatisering/robotica voor visverwerkingssystemen 2020-2030-2050

In de periode 2015–2017 testten de MDV-innovatiemanager en de bemanning een tweetal prototypes voor semi-geautomatiseerde visverwerking aan boord van de MDV-1. Enerzijds kwam dit ten goede aan het aanlanden van betere kwaliteit platvis met te verwachten hogere visprijzen voor de aanvoersector, anderzijds kwam het ten goede aan het verbeteren van arbeidsomstandigheden en welzijn door het verminderen van repeterend handwerk. Bij semi-automatisering zijn de visverwerkingswerkzaamheden aan boord eerder klaar en kunnen betere werk-rusttijden aangehouden worden. De twee prototypes betroffen een scholstripmachine en vissorteermachine. Met de scholstripmachine vindt het strippen (verwijderen maag en darmen) mechanisch of semiautomatisch plaats. Met de vissorteermachine wordt beoogd alle gevangen verse vis mechanisch te sorteren en te wegen, waardoor de gesorteerde en gewogen vis sneller in het gekoelde visruim in viskisten op ijs opgeslagen kan worden, waardoor minder kwaliteitsverlies optreedt. De 40 kg viskisten moesten aan boord van de MDV-1 nog wel handmatig gestapeld worden. De volgende automatiseringsslag is ook aan boord van de kotters gebruik te gaan maken van automatische stapelaars en het werken met 60 liter containers, zoals gebruikelijk bij de visverwerkingsbedrijven aan de wal.

Onder leiding van de MDV-innovatiemanager en in samenwerking met IMARES-WUR en een tweetal Urker visverwerkingsbedrijven werd aan boord onderzoek uitgevoerd naar het kwaliteitsverloop in de keten van mechanisch gestripte schol (Schelvis, 2015; [4.11]). Gedurende een aantal weken werden zoveel mogelijk kisten schol 3 en schol 4 bemonsterd, zowel hand-gestript als mechanisch-gestript en gesorteerd. De onderzochte vis mocht met relevante data zonder tussenkomst van de visafslag aangeland worden (ketenverkorting). Tevens werden er bemonsteringen gedaan om door IMARES op basis van de Kwaliteit Index Methode (KIM; Luten, 2003; [4.12]) kwaliteitsproeven uit te voeren naar versheid en houdbaarheid. Door het mechanisch strippen van schol werd een betere scholstripkwaliteit bereikt en een consistentere sortering van schol 1-4 en bijvangsten. Bij fileerproeven in de visverwerkende bedrijven kwam naar voren dat het rendement van de machinaal gestripte schol 0,98% beter was dan bij niet-consistente hand-gestripte vis. Met behulp van de MDV-1 semi-automatisering en het catchmanagement datasysteem werd de platviskoelketen transparanter en ingekort (geen her-sortering op de afslag meer), waarmee aantoonbaar goede kwaliteitsvis met een langere houdbaarheid werd aangeland. De visverwerkingsbedrijven konden met de fileermachines meer filet produceren en dus meer gewicht verhandelen.

Daarnaast kwam de MDV-1 semi-automatisering duidelijk ten goede aan de werkomstandigheden en werk-rusttijden. Uitgaande van deze MDV-1 visverwerkingservaringen is in de 3^e CEDI-duurzaamheidsmatrix de mate van toenemende automatisering weergegeven. De tijdlijn loopt parallel met die van de 1^e en 2^e CEDI-matrices, respectievelijk alternatieve brandstofinstallaties en hybride constructiematerialen (2020-2050; tabel 4.12).

Tabel 4.12 Derde CEDI verduurzamingsmatrix voor hoofdinnovatiepijler 4 visverwerking met inpassing van semi-automatische visverwerkingsinstallaties in de vervolgschepen van de MDV-1 (variant 1-2), de MDV-1/CE (Circulair Economie en klimaat-responsief) en in vergelijking met de huidige kotter ([6.6, 6.7]).

Ontwerpaspect	Benchmark	Variant 1	Variant 2	Variant 3
---------------	-----------	-----------	-----------	-----------

	OD-6 Twinrig-kotter	MDV-1 -5 Twinrig-hektrawler	MDV 5- 10 Twinrig hektrawler	MDV-1/CE Twinrighektrawler
Tijdlijn	2010	2015-2020	2020-2030	>2030
Scheepslengte	30 – 40 m	30 -32 m	32 -35 m	32 – 35 m
Voortstuwingsmotor	Dieselmotor	Dieselelektrische motor	LNG-BIO E Gas e-motor	Brandstofcel elektrische motor
Vermogen (kW)	1470	400	400	400
Automatisering visverwerking	Traditioneel (zie hoofdstuk 2)	Standaard met mechanisch strippen en sorteren platvis	Standaard met follow-up versies mechanisch strippen & sorteren, semi-automatische opslag in visruim	Volledige automatisering met robotica
Aandeel automatisering (%)	10%	30%	50%	75%
Geraamde meerkosten (%)	-	0?	+2%	+20%
Geraamde bouwkosten (M€)	6,5	4,5	4,6	5,5
Restwaarde schip na 30 jaar	10 %	30 %	50 %	60 %

Voor deze en mogelijk later verdere automatiseringsmogelijkheden was het visverwerkingsdek aan boord van de MDV-1 al modulair en ruimer opgezet, van 50 naar 100 m². Een groot visverwerkingsdek blijft voor het MDV-1/CE concept een essentiële ontwerpvoorwaarde om toekomstbestendig te kunnen blijven met innovatieve vishandling- en verwerkingssystemen aan boord.

4.3.2 Synthese deelsysteeminnovaties met CEDI-verduurzamingsmatrices in MDV-1/CE systeem model

In tabel 4.13 zijn, na discussie met stakeholders, voor de drie hoofdinnovatiepijlers de belangrijkste component- en deelsysteemoplossingen met tijdlijn tezamen gebracht.

Tabel 4.13 MDV-1/CE-based systeemtransitie-concepten (van lineair naar circulair) voor 2020- 2050 met lange termijn triple ZERO doelen en geraamde kosten [4.7].

Concept	Zero Emissions	Zero waste materials	Zero food waste	Richtinggevende meerkosten
MDV kotter	<i>fossiel-vrij</i> ↑	<i>recycling</i> ↑	<i>automatisering</i> ↑	<i>t.o.v. MDV-1</i>
MDV 1 -10 (< 2020)	Hybride diesel-elektrisch	10 % ; composiet componenten	Automatisch sorteren & strippen	10 %
MDV 10-20 (< 2025)	Hybride diesel-elektrisch met 'groene' accupakketten	30 %; composiet stuurhuis	Automatisch sorteren & strippen & hybride vissoort herkenning/selectie (camera) systemen	30 %
MDV 20–30 (< 2030)	Hybride LNG-elektrisch/dual -fuel	50 %; recyclebaar composiet stuurhuis; reststroom-benutting	Automatisch sorteren & strippen & sensoren/AI algoritmen/hybride robots & onbemand visruim	100 %
MDV 30–40 (< 2040)	Hybride waterstof-elektrisch	75 %; composiet constructies; vis-dis kringloop ketens	Automatisch sorteren & strippen & zelflerende robotica & onbemand visruim	80 %

MDV 40-50 (< 2050)	Volledig elektrisch	100 %; recyclebaar composiet serie- bouw; zero-afval waardeketens	(Semi-)autonome schepen	60 %
-----------------------	------------------------	---	-------------------------	------

4.4 Evaluatie MDV-1/CE Proof of Principle

Vissers met nieuwbouwplannen en de kottersector waren op zoek naar meer toekomst- en transitiebestendige ontwerpprocessen voor de Noordzeevervisserij. De MDV-innovatiemanager werd uitgedaagd om additionele, integraal duurzame ontwerp kennis te ontwikkelen met lange termijn (horizon 2050) oplossingsrichtingen voor de praktijk. Met name in de voorontwerpfases zou deze kennis gebruikt moeten kunnen worden om met het oog op de in de tijd noodzakelijke energie- en klimaat neutrale scheepsmodificaties betaalbaar te kunnen doorvoeren. Met het MDV-1/CE prospectieve ontwerpproces en *proof-of-principle* kregen de ontwerpers en schippers met nieuwbouwplannen meer grip op transitiebestendiger ontwerpen en lange termijn goede verdienmodellen, ondanks de voortdurend veranderende wet- en regelgeving. Techniekontwikkelingen en verdienmodellen zijn een dubbele ontwerpuitdaging waarbij de ontwerper en de praktijk elkaar kunnen en moeten versterken.

Door gebruik te maken van de MDV-1 ontwerpprincipes, hoofdinnovatiepijlers en CEDI-ontwerptool werden niet alleen bewezen componentinnovaties voor de korte termijn geïntegreerd, maar werd ook op voorhand rekening gehouden met de nog in ontwikkeling zijnde alternatieve brandstofinstallaties, recyclebare hybride constructiematerialen/installaties en verdergaande automatisering/robotica voor visverwerking en vistuighandling aan boord. Bij best-fit synthese van de gegenereerde componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties wordt voorkomen dat het nieuwe MDV-1/CE concept evenals de MDV-1 al snel het 'beste ontwerp van de wereld van gisteren' zou worden. Hiervoor werd de in de grote scheepsbouw al gehanteerde modulaire en flexibele machinekamer deelsystemen uitgebreid met de MDV-1/CE circulair-adaptieve deelsystemen. Voor drie MDV-1 hoofdinnovatiepijlers werd deze modulaire unit-omslag gemaakt, voor de energie- en voortstuwingssystemen, hybride constructies/installaties en vishandling/-verwerkingsinstallaties. In de Nederlandse (visserij)scheepsbouw betekende dit een paradigmaverschuiving van conventioneel statisch-reactief ontwerpen naar dynamisch-anticipatief. Evenals bij Kotter-2000 en de MDV-1 blijft participatief-probleemgericht innoveren en gebruikgericht systeem methodische ontwerpprocessen leidend.

Na kennisoverdracht en discussies met de visserijpraktijk werd het prospectieve MDV-1/CE concept geïnteresseerd ontvangen als de publiek-private opmaat naar een energie- en klimaat neutrale kottersvisserij. Ontwerpers uit andere domeinen toonden belangstelling en de enkelvoudig-, meervoudig- en circulair duurzame visserijontwerpprocessen zijn in een zevental *peer-reviewed* papers internationaal gepubliceerd ([6.4 – 6.11]) alsmede in een aantal artikelen in visserij en scheepsbouwkundige vakbladen [4.13 - 4.15].

4.5 Reflectie prospectief circulair, klimaat responsief duurzaam ontwerpen en beperkingen

Om de MKB-visserijsector te helpen in hun existentiële transitie richting integraal duurzaam en rendabel vissen in de 21^e eeuw was aanvullende ontwerp- en praktijk kennis nodig. Alhoewel de MDV-1 op de basis van in de praktijk bewezen componentinnovaties en een vijftal deelsysteemoptimalisaties het meest duurzame Schip van het Jaar 2016 was geworden, was het meervoudig duurzame ontwerp niet dynamisch en flexibel genoeg meer. Met name bij het MDV-1 team en de MDV-innovatiemanager rees de vraag hoe het MDV-1 ontwerp destijds toekomstbestendiger ontworpen had kunnen worden, zodanig dat in de conceptuele voorontwerpfases alvast rekening gehouden had kunnen worden met alle technische, sociaal-maatschappelijke en politieke onzekerheden. Daarvoor moest het toekomstbestendiger (her)ontwerpen nog meer gelieerd worden aan de mate van vooruitzien dan bij het MDV-1 ontwerpproces in 2010 had plaatsgevonden, van middellang 2030 naar lange termijn 2050.

De prospectieve ontwerpbenadering werd doorontwikkeld op basis van de Kotter-2000 en MDV-1 onderzoek- en ontwerpstructuur (tabel 4.15).

Tabel 4.15 Samenvatting met belangrijkste kenmerken van de drie ontwerpprocessen voor de Noordzee kottervisserij zoals gebruikt in hoofdstuk 2, 3 en 4 [5.70].

Visserijcases 1990-2020	Duurzaamheid problematiek	Systeem scheepsmodel	Component- en systeemoptimalisaties/ ontwerptools	Ontwerp- en deeloptimalisatie
Derivatief- statisch: Kotter-2000 (<i>data driven</i>)	Enkelvoudig: Arbo/persoonlijke veiligheid	Traditionele 40 m boomkorkotter	Werkruimten / Ontwerpspiraal	-visserijmethode -visverwerking -vangcapaciteit -scheepsgrootte -voorstuwung -arbeidsomstandig- heden
Disruptief- statisch: MDV-1 (<i>business driven</i>)	Meervoudig: Triple-P/MVO	40 m Kotter-2000, inclusief alle ontwerpspiraal- aspecten	Hoofdinnovatiepijlers / MDV duurzame ontwerpprincipes	1.rompvormen 2.machinekamer 3.casco constructie 4.visverwerking 5.vistechnieken
Prospectief- dynamisch MDV-1/CE (<i>value chain driven</i>)	Circulair: Triple ZERO t.a.v. energie/emissies, materialen en voedselverspilling	30 m kotter MDV- 1, inclusief praktijkverbete- ringen	Modulaire units / CEDI meervoudige duurzaamheids- matrices	Ad 2.energiearm,-vrij Ad.3 recyclebaarheid Ad 4 automatisering

Om dynamisch-anticipatief te kunnen ontwerpen werden de gebruikte ontwerptools uit verschillende methodische ontwerpdomeneinen (scheeps-, werktuigbouw, veiligheidskunde) uitgebreid met een nieuwe ontwerpstool: de Circulair-Economische Design Indices (CEDI; tabel 4.10 – 4.14). De veiligheidsoplossingenmatrices (Kindunos; hoofdstuk 2) en meervoudig-duurzame deelsysteem-optimalisaties (triple-P; hoofdstuk 3) veranderde navenant in circulaire duurzame deelsysteemtransities (CE; hoofdstuk 4). Met behulp van deze CEDI matrices kwam er een ontwerphulpstool, waarmee bouwende ontwerpers en vissers in een vroeg ontwerpstadium verantwoorde keuzes kunnen maken welke innovatieve fossielarmere/-vrije installaties in de komende 10 – 20 jaar beschikbaar kunnen komen wat voor verwachte aanpassingen dit vraagt aan de scheepsindeling.

Figuur 4.6 laat de designscope uitbreiding zien van het conceptuele MDV-1/CE kottersonwerpproces met de triple ZERO veranderings(f)actoren.

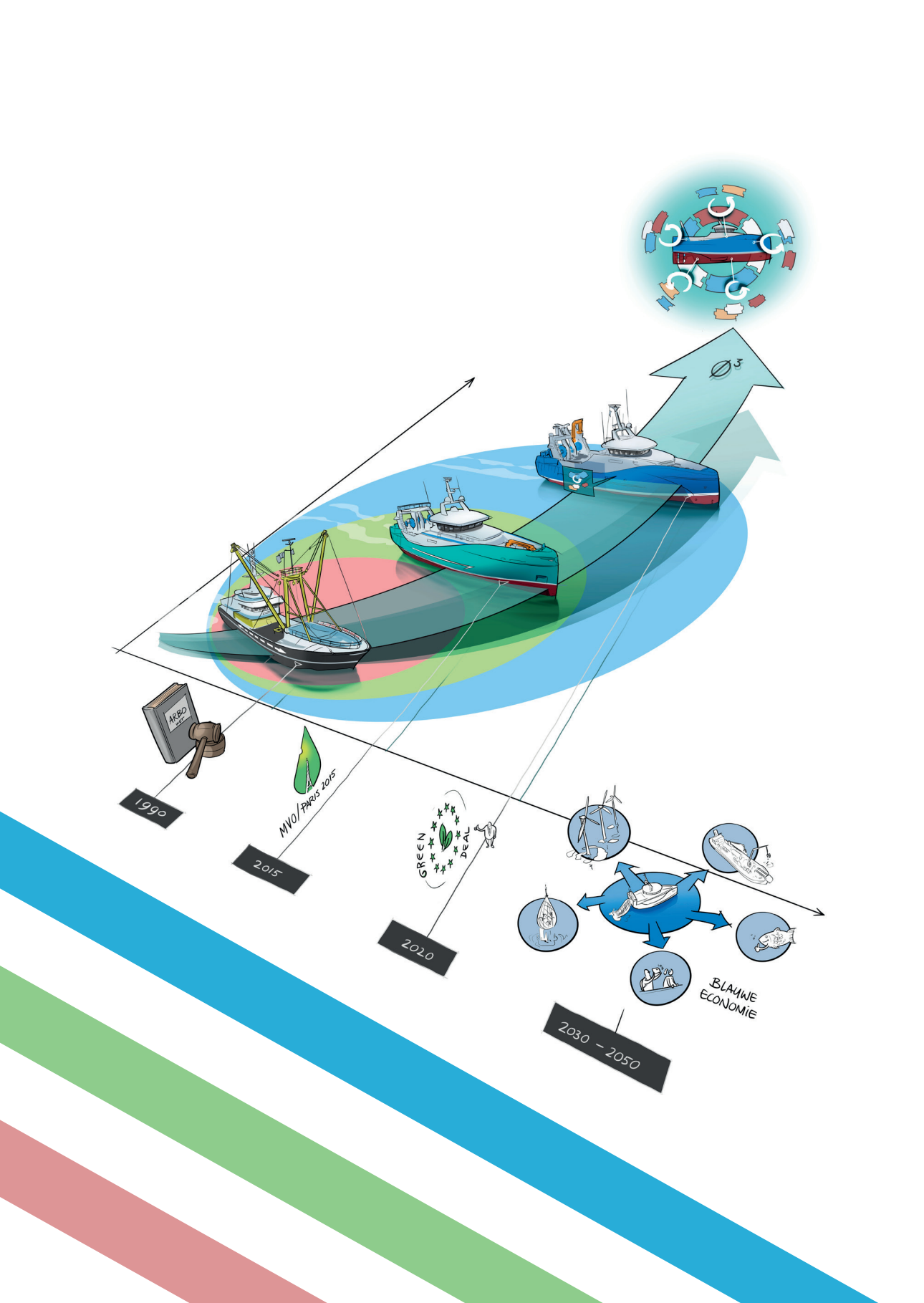
Uitgaande van de vijf MDV-1 hoofdinnovatiepijlers/functionele deelsystemen werden in het conceptuele MDV-1/CE ontwerpproces een drietal modulaire units/hoofdinnovatiepijlers geselecteerd waarvan de inrichting en uitrusting op een later tijdstip flexibel-adaptief gemodificeerd kunnen worden. Een groot voordeel van deze aanpak is dat daarmee (onvoorziene) ontwikkelingen in zowel technische innovaties als wet- en regelgeving tussentijds konden worden opgevangen. Een nadeel van deze methode is dat qua afmetingen niet geminimaliseerd of geoptimaliseerd kon worden: speelruimte is nodig om deeloplossingen te kunnen inpassen. Bovendien kunnen in de toekomst mogelijk kleinere (deel)oplossingen komen voor bijvoorbeeld aandrijving. Tegen die tijd is een disruptief ontwerp mogelijk weer relevant, waarbij de afmetingen van het schip naar beneden kunnen worden bijgesteld, mits Noordzee zeewaardig.

Alhoewel door de visserijpraktijk en werven met veel belangstelling werd kennisgenomen van het prospectieve modulaire MDV-1/CE ontwerpproces, wilde men bij het ontwerp en de bouw van de MDV follow-upschepen hiermee nog niet werken. Voor het ontwerp en de bouw van de MDV-1 zusterschepen (MDV-2, UK225, 2019) werd nog geen rekening gehouden met de CEDI-verduurzamingsmatrices. De korte termijn energieproblemen en versnelde overschakeling naar energiearme machinekamerinstallaties hadden voor de kottervisserij de hoogste urgentie. Wel werden diverse gemakkelijk inpasbare componentinnovaties omhelsd conform de conventionele derivatieve ontwerpprocessen. Wat het ontwerp- en bouwproces van de MDV follow-up schepen betreft zou de ontwerpintegratie van de CEDI-aanpak de bouwtijd nog teveel vertragen en hogere ontwerpkosten betekenen. De methode was meer geschikt voor lange termijn transities en om in de levensduur fase

toekomstbestendig te blijven met klimaat robuuste nieuwe kottterconcepten. Dit gegeven tekent weer het belang van externe drijfveren om innovatie te versnellen: mogelijk zal pas bij het verplicht worden van 100% CO₂-reductie genoeg momentum ontstaan om echt flexibel-adaptieve scheepsontwerpen in de vaart te brengen.

Het in hoofdstuk 4 ontwikkelde dynamisch-anticipatief ontwerp is zodanig flexibel en adaptief, dat het ook gebruikt kan worden bij de huidige Noordzee beleidsplannen in de context van groene, offshore windenergie, beschermen biodiversiteit en voedselzekerheid. De nieuwste beleidsdiscussies gaan met name over de ruimtelijke ordening op de Noordzee en duurzame Blauwe Economie (Hoof, 2019, [5.9]; Veenstra, 2023 [4.15]).

Hoe kunnen tegengestelde belangen vermeden worden tussen de verschillende Noordzee gebruikers: vissers, scheepvaart, offshore energie, zandwinning en geopolitieke veranderingen. Het prospectieve visserij-ontwerpproces is geschikt om conceptuele MDV-concepten door te ontwikkelen tot integraal duurzaam, klimaat-adaptief MDV-CE/BE (Blue Economy), in de kotttervisserij al geoormerkt als de *Zero Impact Vessel* (ZIV) [6.10].



Hoofdstuk 5

Reflectie systeem-methodisch
ontwerpen in de Noordzee kottervisserij

Hoofdstuk 5 Reflectie systeem-methodisch ontwerpen in de Noordzee kottervisserij

In hoofdstuk 5 wordt systeem-methodisch gereflecteerd op de in dit proefschrift ontwikkelde scheepsontwerpen. De ontwerpuitdagingen hadden steeds te maken met uitbreiding van de (her)ontwerpdoelen in de context van sociaal- en milieutechnische ontwikkelingen. Voor de (visserij)scheepsbouw zijn de wetenschappelijk ontwikkelde kottersonwerpprocessen vernieuwend, omdat gradueel meerdere en andere typen eisen geïntegreerd moesten worden, technische (veilige en groene technologieën), sociale (persoonlijke veiligheid/Arbo, MVO/sociaal-maatschappelijke waarden) en operationele (Noordzee klimaatbeleid). Dat leidde tot nieuwe werprijfveren, die in drie ontwerpprocessen systeem-methodisch geanalyseerd en vertaald zijn naar nieuwe kottersontwerpen. In de eerste visserijcasus lag de herontwerpfocus op enkelvoudig duurzaamheid (Arbowet, 1993), vervolgens in de tweede visserijcasus op meervoudige duurzaamheidsaspecten (MVO, 2004). Door wettelijk bepaalde emissiereductie- en klimaatdoelen en snel ontwikkelende technologieën kwam in de derde visserijcasus de werprijffocus op klimaat-responsieve duurzaamheid te liggen (Parijsakkoorden, 2015; EU Green Deals, 2016). De reconstructies van de drie cases laten zien hoe met behulp van een methodische ontwerpstructuur politiek-maatschappelijke veranderingen en drijfveren systeem methodisch geïntegreerd kunnen worden in een scheepsontwerp.

5.1 Belangrijkste bevindingen

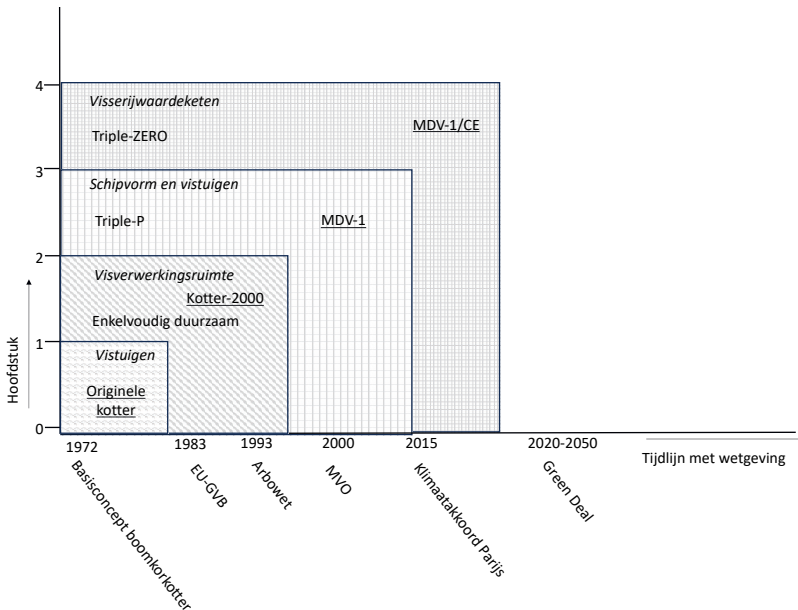
In **hoofdstuk 2** wordt het ontwerpproces van de Kotter-2000 besproken. In het Kotter-2000 ontwerpproces werden voor het eerst zachte eisen rondom arbeidsomstandigheden en veiligheid aan boord van een Noordzeekotter geïntegreerd in het ontwerpproces. Het hoofdstuk beschrijft de ontwikkeling van een wetenschappelijke, veiligheidsprobleemgerichte werpmethode (Kindunus; Stoop, 1990; [2.3]) en de toepassing daarvan in de visserij. Omdat voor het herontwerp van Kotter-2000 eerst grondige analyses werden uitgevoerd van ongevallen, kon specifiek de nadruk in het ontwerp worden gelegd op de oorzaken van de problemen en de daaraan gerelateerde probleemgebieden. Dit leidde tot een ontwerp waarbij functionele deelgebieden werden verplaatst of substantieel aangepast, zonder dat dit ten koste ging van de operationele uitvoering. Naast aandacht voor technische en economische werprijfveren, was nu voor het eerst ook het werk op het schip onderdeel geworden van het programma van eisen. In **hoofdstuk 3** wordt het ontwerpproces van de MDV-1, schip van het jaar 2016, uitgelegd. Hoewel de Kotter-2000 duurzaam was gebleken in relatie tot arbeidsomstandigheden en veiligheid (*people*), was er nog steeds sprake van een derivatief ontwerp met weinig ruimte voor verduurzaming op het vlak van verbruik en verliezen (*profit, planet*). Vanuit wet- en regelgeving ontstond die noodzaak wel (MVO, maatschappelijk verantwoord ondernemen). Rondom dit ontwerpproces is sprake geweest van de vorming van een groot netwerk, met betrokkenheid van alle belangrijke spelers in de Noordzeevervisserijketen. Na grondige analyse van de huidige situatie bleek dat het verder doorontwikkelen van de huidige kotters de duurzaamheidsdoelen zoals gesteld door het netwerk niet zouden halen en dat een nieuw basismodel moest worden ontworpen voor het schip zelf (disruptief ontwerpen; Veenstra, 2017, [3.13]). Om dit te bereiken werd het schip opgedeeld in vijf subsystemen, de zogenoemde hoofdinnovatiepijlers (romp- en steenvormen, machinekamersystemen, constructiematerialen, visverwerkingsinstallaties, vstuigen), waarna voor ieder subsysteem deeloplossingen werden geselecteerd die maximaal bijdroegen aan het halen van de doelen. Vernieuwend was daarbij de intensieve samenwerking met de praktijk, het komen tot een geheel nieuw scheepsmodel, en het methodisch scheiden en vervolgens weer synthetiseren van deelsystemen. In **hoofdstuk 4** wordt beschreven hoe het in hoofdstuk 3 ontworpen schip als gevolg van opnieuw veranderende wet- en regelgeving (klimaatakkoorden van Parijs) al snel weer achterhaald was. Op basis van dit gegeven wordt een nieuwe werpmethode voorgesteld, prospectief ontwerpen, waarbij het schip dusdanig flexibel wordt ontworpen dat er voldoende ruimte blijft voor eenvoudige, toekomstige aanpassingen (Veenstra, 2018, [4.3]). Hierdoor kan het schip bij zowel veranderende eisen

vanuit beleid en maatschappij, alsook bij versnelde technologische innovaties worden aangepast zonder grote investeringen. In dit hoofdstuk wordt een methode geïntroduceerd, de CEDI-ontwerpmatrix, een hulptool die het voor ontwerpers mogelijk maakt om de specificaties van toekomstbestendige maar nog niet volledig doorontwikkelde deeloplossingen te vergelijken en overzichtelijk op een rij te zetten. Op basis van verwachte beschikbaarheid (2025-2050) kan vast rekening gehouden worden met de dimensies die nodig zijn om deze oplossingen in de toekomst te kunnen toepassen op het schip. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de begrippen Technological Readiness Levels (TRL) en hoofdpontwerpijlers.

5.2 Belangrijkste systeem-methodische inzichten

Gedurende de periode dat de drie scheepsontwerpen, beschreven in dit proefschrift, werden ontwikkeld, werd de Noordzee gebruiksruimte voor de visserman steeds complexer. Waar in het begin puur de verdienmodellen en de kwaliteit van de vis relevant waren, werden later persoonlijke veiligheid en brede duurzaamheid (minder verbruik, maar ook minder impact op de omgeving) meer en meer leidend.

Het eerste belangrijke inzicht dat in dit proefschrift werd opgedaan was dat, als een scheepsontwerp daadwerkelijk toekomstbestendig moet zijn, meer doelen moeten worden meegenomen aan het begin van het ontwerp (figuur 5.1). Nu steeds meer en andere partijen een claim leggen op de Noordzee (winning van fossiele brandstoffen, grondstoffen, windmolenparken) en het beschermen van de vissen en kwetsbare ecosystemen (milieuorganisaties en EU), worden meer en meer eisen gesteld aan het duurzaam vissen met een kotter. Al deze nieuwe en verwachte doelen en duurzaamheidseisen moeten dus evenwichtig worden meegenomen in het systeem methodische ontwerpproces. Daartoe wordt een onderscheid gemaakt tussen de gebruiksomgeving voor wat betreft een multifunctionele gebruiksruimte en prospectief ontwerpen die de lange termijn dynamiek onderkent. Zo moet er met beperktere ruimte op zee worden gevist zonder schade aan de omgeving en de visbestanden, waarbij ook een positief verdienmodel voor de visser in stand moet worden gehouden. Dat vraagt om goede communicatie met relevante stakeholders vooraf en tijdens het ontwerpproces (o.a. via het opstellen van de doelen en het programma van eisen) en achteraf in de evaluatiefase. Dat vraagt weer om inzicht, overzicht, netwerk, verbindende kwaliteiten en voorspellen van toekomstig gebruik. Deze begrippen geven aan dat er behoefte is aan nieuwe begrippen zoals sustainability engineering, het multidimensioneel structureren van het systeem met duurzaamheid-sturingsmechanismen. Deze worden in figuur 5.1 gevisualiseerd d.m.v. graduele aanpassing van de designscope, uitbreidende systeem grenzen en veranderende duurzaamheid(f)actoren en *performance envelop*.



Figuur 5.1 Deelsysteem/-grenzen (in *italic*), ontwerp (onderstreept), het basis kotterontwerp, de *gradueel* toenemende design scope *Kotter-2000*, *MDV-1* en de *MDV-1/CE* met *toenemende* duurzaamheid *verandering(f)actoren* in de tijd.

Een tweede belangrijke inzicht was dat, om deze breder gestelde doelen te halen, het oude scheepsmodel niet meer voldeed. Het steeds opnieuw aanpassen van een bestaand schip ging reeds in hoofdstuk 3 al niet meer volstaan om de gestelde doelen te bereiken. De originele kotter, het basisconcept, was ooit ontworpen om relatief veel platvis te kunnen vangen in een weekvisserij op offshore Noordzeevisgronden. Kleine veiligheidsaanpassingen konden voor dit type schip nog worden doorgevoerd, maar met de komst van de Arbowet was al een grondige herziening van de locaties van de functionele deelgebieden (de hoofdingeling) noodzakelijk gebleken. Voor het substantieel verlagen van het brandstofverbruik en het verbeteren van de viskwaliteit was een heel nieuw basismodel nodig. De noodzakelijke verbreding van het systeem van deeloplossingen (derivatief) naar een heel nieuw scheepsmodel, inclusief de vistuigen (disruptief) leidde voor de MDV-1 tot aanzienlijk betere resultaten. Dat te lang derivatief doorontwerpen niet alleen in de visserij een doodlopende weg bleek, is reeds lang in de ontwerp-methodologische discussie bekend (Vincenti 1990; [5.1]). Disruptief ontwerpen blijkt een goede methode om ambitieuze doelen te integreren voor vergaande vergroening en verduurzaming. Echter, in het MDV-1 ontwerp was geen rekening gehouden met toekomstige eisen aan de visserij en maar beperkt rekening gehouden met de retrofit-impact van nog niet volledig uitontwikkelde duurzame deeloplossingen. In hoofdstuk vier is daarom meer flexibiliteit geïntegreerd in het basisontwerp van het schip, om in de toekomst flexibel te kunnen adapteren aan veranderingen. Andere sectoren waarbij grote verduurzamingsuitdagingen worden gecombineerd met een toenemende regeldruk (zoals de landbouw) kunnen mogelijk veel baat hebben bij deze meer adaptieve, prospectieve ontwerpbenadering. Het vergroten van de oplossingsruimten en integreren van nieuwe aspecten riepen nieuwe vraagstukken op, door het vergroten van onzekerheden in de uitkomsten en het holistisch beoordelen van het ontwerpresultaat. Nieuwe benaderingen in de ontwerpmethodologie in het vergroten van een voorspellend vermogen richten zich daarom ook op nieuwe begrippen en toepassingen zoals simulatie, serious gaming, cyclische innovatie en het Engelse begrip Foresight (ESReDA 2020; [5.2]). In tabel 5.1 worden de centrale ontwerpkenmerken, operationele- en ontwerpdrijfveren gegeven voor de drie visserij ontwerpcases (Kotter-2000, MDV-1, MDV-1/CE) en drie

ontwerpmethodieken (derivatief (aanpassen), disruptief (vernieuwen) en prospectief (toekomstbestendig)). Voor de drie ontwerpmethoden worden de belangrijkste ontwerpkenmerken, -drijfveren en politiek-maatschappelijk veranderingsdrijfveren weergegeven.

Tabel 5.1 Overzicht derivatief, disruptief en prospectief ontwerpen.

Systeem-methodische kottentwerpverschillen en ontwerpkernebegrippen	Derivatief ontwerpen	Disruptief ontwerpen	Prospectief ontwerpen
Design features			
Tijdslijn	1970 - 2010	2010 - 2020	2020-2030
Ontwerpdoelen	Business korte termijn	Business middellange termijn	Lange termijn klimaat- en toekomstbestendig
Ontwerpuitsdagingen	Verbreden ontwerp met zachte eisen (<i>mensgericht</i>)	Verbreden ontwerp met brede duurzaamheids-eisen	Ontwerpen, rekening houdend met toenemende onzekerheden
Ontwerpprincipes	Herontwerp (<i>Kindunos</i>)	Nieuw ontwerp (<i>MDV</i>)	Toekomstbestendig ontwerp
Systeem integraties	Enkelvoudig-duurzaam	Meervoudig-duurzaam	Circulair-duurzaam
Ontwerpthema's	Persoonlijke veiligheid en welzijn (<i>SHE</i>)	People Planet Profit (<i>triple-P</i>)	Zero ongevallen Zero emissies, Zero afval (<i>triple-ZERO</i>)
Ontwerpconcepten	Basiskotter	Nieuw scheepsmodel	Flexibel scheepsmodel
Ontwerp systemaankpak	Δ functie	Δ vorm	Δ flexibiliteit
Proof of concept	Kotter- 2000	Twinrigger MDV-1	MDV-1/CE
Ontwerp Impact factoren	Economie, mens	Economie, mens, ecologie	Economie, mens, klimaat, (geo)politiek, deelsystemen-innovaties/optimalisaties
Triggers			
MKB-business	Continuering	Lagere terugverdientijden	Toekomstbestendige verdienmodellen
Afzet vismarkten	Bestaande	Veranderende (<i>korte ketens</i>)	Nieuwe (<i>brede afzet: reststromen, energie</i>)
Componentinnovaties	Navigatie hulpmiddelen, GPS, visverwerking, gekoelde opslag, vistuighandling	Bestaande groene technologieën, CFD-simulaties	Proven & non-proven groene technologieën, automatisering, robotica
Veranderende operationele Noordzee condities	EU boomkorvisserij-beperkingen, nieuwe platvis-visgronden, Arbo	Licence to fish: MVO	Circulaire Economie, klimaat-responsief (CE), voedsel waardeketen, natuur-inclusief, gebruiksruijnte Noordzee
Actors			
Politiek	Common Fisheries Policy, overbevissing, sanering, EU-directives	Duurzaamheid: impact milieu, verdienmodel, werkomstandigheden	Green Deal naar Blauwe Economie: geen negatieve impact meer op omgeving
Stakeholders	Ministerie van sociale zaken en visserijbestuurders	Visserij Innovatie Platform	Noordzeegebruikers, NGOs
Wet- en regelgeving	Stabiliteit (NL), Arboret, Quota's, IQAS (EU), Vermogens- en vistuig beperkingen,	MVO(NL), Brexit, EU pulsban, aanlandplicht, afname visgronden, Natura 2000	Klimaatakkoorden Parijs, Green deal (EU),
Aanjangers	Early adaptors (<i>schipper-eigenaren</i>)	Masterplan Duurzame Visserij (<i>MDV</i>)	Noordzeeakkoord
Kennispartners	RIVO/IMARES, TU Delft	TU Delft, MARIN, TNO, IMARES	WUR, TU Delft
Designkennisoverdracht	Arbo-inclusief ontwerpen	MVO-inclusief ontwerpen	Circulair, klimaat-responsief ontwerpen

Een derde inzicht was het belang van het gebruik van een gestructureerde ontwerpmethodode om het ontwerpproces vorm te geven en stakeholders mee te kunnen nemen. In de drie ontwerpcases zijn

generieke visserijduurzaamheid-ontwerpprincipes opgesteld, in *peer-reviewed* papers gepubliceerd en op vakcongressen gepresenteerd en bediscussieerd (Veenstra, 2021; tabel 5.2; [5.3]). Eraan ten grondslag liggen de ervaringen met de drie visserij-ontwerpprocessen, zoals in de hoofdstukken 2, 3 en 4 stapsgewijs gereconstrueerd met de belangrijkste actoren en beslismomenten.

Tabel 5. 2 *Generieke-ontwerpprincipes en 7 stappenplan* (Veenstra, 2022; [6.11]).

Generieke (visserij) ontwerpstappen	Key ontwerp issue	Probleemoplossende ontwerpaanpak
1. Analyse	Duurzaamheidsproblematiek	Analyseren majeure maatschappelijke veranderingsdrijfveren op de visserij
2. Identificatie	Problematische functiegebieden	Vaststellen ontwerpdoelen voor toekomstbestendig en duurzaam ontwerpen
3. Participatief ontwerpen	Input van ontwerp- en praktijkkennis	Keuze scheepstype/systeemmodel met 1 ^e set Programma van Eisen
4. Ontleding	Systeem ontwerpmodel en ontwerpdeelsystemen	Opspitsen systeemmodel in deelsystemen/MDV-hoofdinnovatiepijlers
5. Innovatie	Genereren innovaties	Optimaliseren meervoudig-duurzame oplossingen per deelsysteem
6. Synthese	Holistische integratie	Samenbrengen deeloplossingen in totaal ontwerp; opstellen bestekontwerp
7. Evaluatie en kennisoverdracht	Innovaties beoordelen en delen met de betrokken stakeholders	Testen of ontwerpdoelen zijn bereikt met aanbevelingen voor follow-up ontwerpen

Ten opzichte van de conventionele scheepsbouwkundige ontwerpstructuur (de ontwerpspiraal, fig. 2.4) is het aantal ontwerpstappen voor duurzaamheid geïntegreerd ontwerpen uitgebreid, zie tabel 5.2. In de zeven visserij-ontwerpstappen kunnen organisch voorspelbare en minder voorspelbare duurzaamheidsproblematieken in het nieuwe ontwerpmodel gestructureerd worden. Met de wetenschappelijke analyse en identificatiefase komen de praktische ontwerpdefinities tot stand, waarna in interactie met de betrokken vissers voor het gekozen scheepstype/hoofdsysteemmodel een eerste programma van technische scheepseisen als klantvraagarticulatie kan worden opgesteld. Om ambitieuze ontwerpdoelen te kunnen halen wordt in de 4^e stap het systeemmodel opgesplitst in duurzaamheidsprobleem-gerelateerde deelsystemen. In het derivatieve Kotter-2000 project waren dit de Arbo-werkruimten op de traditionele boomkorkotters. In het disruptieve MDV-1 ontwerpproces werd een vijftal probleem-gerelateerde deelsystemen geselecteerd om meervoudige duurzaamheid te bereiken. Voor het met de praktijk genereren van deeloptymalisaties werden de MDV-1 deelsystemen aangeduid met de zogenaamde MDV-1 hoofdinnovatiepijlers. In samenwerking met de betrokken vissers en toeleverende bedrijven werden door de innovatiemanager die innovaties geselecteerd, die zich reeds in de maritieme scheepvaartpraktijk al hadden bewezen en betaalbaar waren vanuit triple-P businessperspectief. MKB-bedrijven kunnen zich geen *trial and error*-oplossingen permitteren. In de prospectieve 3^e visserij casus werden ook de toekomstig beschikbaar komende groene technologieën in het conceptuele ontwerpproces meegenomen voor een energietransitie-bestendige en klimaat-responsieve ontwerpaanpak. Hiervoor werden uit de vijf MDV-1 hoofdinnovatiepijlers die deelsystemen geselecteerd, die geschikt waren voor modulaire functionaliteiten en het flexibel-anticipatief kunnen inrichten en adaptief uitrusten. Voor de ruimten van deze deelsystemen werd de inrichting en uitrusting modulair ontworpen (Veenstra, 2022; [5.3]). Nadat de deelinnovaties zijn gegenereerd en goedgekeurd door de vissers wordt in de 6e ontwerpstep alle deelsystemen in het totaal ontwerp/hoofdsysteemmodel best-fit geïntegreerd en het definitieve Programma van Eisen en Bestekontwerp opgesteld. De aanbesteding en bouwfasen kunnen dan beginnen. Om alle innovatie- en systeemintegratiekeuzes onder praktijkomstandigheden te testen volgt een 7^e stap, de evaluatiefase. Deze testfase gaat verder dan de in de traditionele scheepsbouw toegepast proefvaart- en certificeringsprotocollen. Samenspraak met de bemanning is een randvoorwaarde voor de onderzoekende-ontwerper in de evaluaties, die op basis van onderzoeksprotocollen gedurende een

aantal visweken wordt uitgevoerd, gevolgd waar nodig door verbeterpunten en ontwerpaanbevelingen voor de follow-up schepen (Veenstra, 2017, [3.13]).

5.3 Systeemontwerpen bij methodische productontwikkeling: basis en vergelijking met andere domeinen

In deze paragraaf wordt verder ingegaan op de bovengenoemde inzichten en ontwerpprincipes en hun link met de bestaande ontwerpliteratuur in diverse domeinen. In afwijking van het gebruikelijke conceptueel ontwerpen in de scheeps- en vliegtuigbouw ging in dit proefschrift voor het eerst aan Arbeidveilige productontwikkeling een probleemonderzoeksfase vooraf, een ontwerpbenadering die in de 60-70^{er} jaren zijn oorsprong kent in Duitse methodische productontwikkeling (Lindeman, 2024; [5.17]). Met name de technische universiteiten Twente en Delft hebben dit principe voor industrieel productontwerpen doorontwikkeld. Kennisoverdracht van deze methodische benadering vond plaats in publicaties alsmede opgenomen in academische ontwerpperscurricula (TU Twente; van den Kroonenberg/Siers, 1992, [2.1] ; TU Delft; Roozenburg en Eekels , 1998, [5.4]).

Het methodisch ontwerpen van de technische universiteiten kent meerdere fasen in het ontwerpproces: probleemanalyse, creatieve conceptvernieuwing en communicatie/wisselwerking. In bestaande conceptuele ontwerpprocessen springt de ontwerper al snel naar technisch-functionele oplossingen. Op basis van probleemgerichte vooronderzoeken kunnen betere (deel)oplossingen gegenereerd worden met best-fit keuzes en systeemintegraties in het totaal product of ontwerp. In de vooronderzoeksfase wordt het ‘wat’ en ‘waarom’ van de geadresseerde problematiek(en) geïnventariseerd en vastgesteld ‘hoe’ de meerdere invalshoeken het beste in het ontwerpproces meegenomen kunnen worden. Daarna worden innovatieve deeloplossingen gegenereerd met systeemintegratie van de deeloplossingen. Systeemanalyse en -integratie vindt plaats met behulp van morfologische overzichten (Roozenburg, Eekels , 1998, [5.4]). Het doel van de morfologische aanpak is het onderzoek naar alle potentiële oplossingen voor complex problemen. Een complex probleem wordt daarbij dus opgesplitst in beheersbare deelproblemen voor verschillende invalshoeken van de productontwikkeling. Daarbij is een beperken van de ‘restruimte’ essentieel om oneigenlijk gebruik te minimaliseren.

Door het complexer worden van de te ontwerpen systemen moeten de opkomende problematieken vanuit meerdere invalshoeken benaderd worden. Meerdere invalshoeken leiden tot nieuwe ontwerpstructuren. De te onderzoeken invalshoeken zijn veelal multidimensionaal met meerdere ontwerpaspecten (Roozenburg, 1998; [5.4]). De analysefase wordt niet alleen vanuit technische referentiekaders bestudeerd, maar ook interdisciplinair. De verschillende expertises die bij methodische productontwikkeling naar boven komen betreffen behalve technische ook financiële, politieke en sociaal-maatschappelijke (ontwerp)aspecten. Vele van deze oplossingsgerichte ontwerpaspecten zijn niet kwantificeerbaar en voortdurend aan veranderingen onderhevig. Een hulpmiddel om eenvoudige, betere en goede oplossingen te onderscheiden is het gebruikmaken van oplossingenmatrices. Met een oplossingenmatrix kunnen de deeloplossingen gevisualiseerd en getoetst worden aan de in het vooronderzoek vastgestelde korte en lange termijn ontwerpdoelen (Veenstra, 2021,[5.13]).

Omdat zowel de Noordzeevervisserij als de Nederlandse landbouw uitermate complex zijn, hebben zowel sociaalwetenschappelijke als conceptueel-technische ontwerponderzoekers in de afgelopen decennia hun ontwerpvoordeel gedaan met methodische ontwerpprocessen en oplossingenmatrices. Sociaal-maatschappelijke wetenschappers en bestuurskundigen waren vooral geïnteresseerd in ‘waarom’ het ontwerpproces gestructureerd moest worden. De focus lag vooral op het ‘proces als doel’ met als startpunt de vooronderzoeksfase met probleem- en stakeholderanalyses. De focus van technische wetenschappers lag vooral op probleem- en systeemanalyses om de ‘wat en hoe’-vraag te beantwoorden. Het ontwerpproces werd als middel ingezet om het fysieke product te kunnen

definiëren, te ontwerpen en te bouwen. Na oplevering wordt het product in de praktijk geëvalueerd, al dan niet gecertificeerd. Vanuit deze verschillende ontwerp(proces)benaderingen zijn ontwerp scholen ontstaan. Echter, met de hedendaagse meervoudige duurzaamheidsproblematieken is het niet meer een ontwerp kwestie van of/of maar van en/en: ‘waarom, wat en hoe’.

Gerichte en transparante ontwerpinterventies met creatief-innovatieve oplossingen zijn gebaat bij een afwisseling van discursieve, intuïtieve en prospectieve ontwerpbenaderingen. In interdisciplinaire ontwerpprocessen worden participatief en transdisciplinair korte termijn praktijkoplossingen gegenereerd met lange termijn probleemoplossende ontwerpstrategieën, waarbij de kwaliteit van de ontwerpinput en interdisciplinaire probleemanalyse maatgevend worden voor de kwaliteit van de output. Met betere basisinformatie en participatieve samenwerking wordt de productontwikkeling en systeemintegratie kwalitatief beter en vanuit bedrijfsperspectief toekomstbestendiger met minder onzekerheden.

In de drie visserij-ontwerpprocessen zijn de ‘wat’ ontwerpbenadering en het ‘hoe’ proces tezamen gebracht met best-fit integratie van de methodische ontwerpprincipes, waarmee het ontwerpproces meer dynamisch in de tijd en flexibel is geworden. Vanuit (visserij) scheepsbouwkundig ontwerp perspectief een paradigmaverschuiving: van reactief ontwerpen met statische functionele oplossingen naar dynamisch ontwerpen met flexibele deelsysteem optimalisaties en anticipatieve deelsysteemtransities. Met dynamische ontwerpprocessen worden niet alleen voorspelbare veranderingsfactoren geïncorporeerd maar kan ook ontwerp technisch geanticipeerd worden op minder voorspelbare veranderingen in b.v. klimaatbeleid en waardentransities.

Evenals bij de ontwerpbenaderingen in de agrosector (Bos et al., 2014, [5.5]; Smeets, 2009, [5.6]; Lenzholzer, 2013, [5.7]) en veiligheidskunde (Stoop, 1990, [2.3]) komen de ontwikkelde systeem-methodische ontwerpprocessen voor een duurzame visserij ook voort uit de methodische ontwerptheorieën, die in de afgelopen 50 jaar wetenschappelijk zijn ontwikkeld met een praktische spin-off (Veenstra, 2018, [6.5]). In tabel 5.3 wordt de toepassing van het methodisch ontwerpen in de verschillende cross-domein ontwerp(proces)benaderingen met belangrijkste ontwerp drijvers en actoren vergeleken en indien van toepassing (deel)systeembeperkingen benoemd. De praktijkoplossingsrichtingen betreffen vooral de korte (KT) en middellange termijn (MT) met voor de 3^e visserij casus (7) ook lange termijn (LT) ontwerpstrategieën.

Tabel 5.3 Ontwerptheorieën voor productontwikkeling in verschillende ontwerp domeinen

Ontwerp-domeinen	Systeem methodisch	Ontwerpdrijvers	Ontwerpacatoren	Hori zon
1.Scheepsbouw	Technisch/iteratief	Data-based	Praktijk-ontwerpers	KT
2.Vliegtuigbouw	Technisch/vormvariaties	Business based	Praktijk-ontwerpers	KT
3.Werktuigbouw	Technisch/discursief-communicatief	Creatieve Innovaties	Onderzoekende ontwerpers	KT
4.Veiligheidskunde	Socio-technisch retrospectief-foresight scenario's	/ Knowledge- based / arbo-persoonlijke veiligheid	Arbo-onderzoek/	KT
			transdisciplinair: veiligheids-en design experts/ communicatie met sector	MT
5.Dierhouderij	Socio-technisch/reflexief-interactief	Knowledge- based /dierenwelzijn	Dierenwelzijn-	KT
			Onderzoek/interdisciplinair: stalbouwers-boeren/ communicatie met multistakeholders	MT

6. Agroparken	Agroclusters/descriptief- Abductief		<i>Knowledge- based / agrosysteem- interventie</i>	Productie-onderzoek/ multidisciplinair: communicatie met (inter)nationale keten partners	MT
7. Visserijcases	Statisch-reactief dynamisch-anticipatief	naar	Wetenschap en technologie	Probleemgericht en participatief	KT- LT
7.1 1 ^e casus Kotter- 2000	Socio-technisch/ ongevaldata-driven		<i>Knowledge based / enkelvoudig duurzaam</i>	Ontwerp- onderzoek/transdisci- plinair: kotteront- werper-vissers/com- municatie met sector- overheid-ngo's	KT MT
7.2 2 ^e casus MDV-1	Socio-eco-technisch/ triple P business-driven		<i>Science en technology based meervoudig duurzaam</i>	Ontwerp- onderzoek/multidiscipli- nair kotterontwerper- vissers- /com- municatie met sector- overheid-ngo's	KT MT
7.3 3 ^e casus MDV-1/CE	Socio-eco-technisch- waardeketen/ triple Zero transitie-driven		<i>Knowledge based/ circulair duurzaam, klimaat responsief</i>	Methodisch ontwerpen/interdisci- plinair: kotteront- werper-vissers- ketenpartners/com- municatie met sector- overheid-ngo's	KT MT LT

Op basis van de belangrijkste systeem-methodische kenmerken wordt de overgang weergegeven van een korte termijn statisch aanpak (nummers 1-6 in tabel 5.3) naar een dynamisch lange termijn aanpak met relevante ontwerpdriveren en actoren (nummer 7). De basis ontwerp- en functionele systeembenadering komen uit de technische domeinen (1-3). Aan deze conceptueel-technische ontwerpprocessen heeft zowel het veiligheidskundig, dierenwelzijn en agrob企业ssysteemonderzoek (4-6) meerdere sociaal-maatschappelijke ontwerp invalshoeken toegevoegd. Om goede probleeminzichten te verkrijgen is multidisciplinaire samenwerking geïnitieerd en zijn transdisciplinaire stakeholders betrokken. De ontwerpprocessen zijn daardoor prospectiever geworden, maar de focus op het uiteindelijk product lag nog voornamelijk op het oplossen van de korte termijn problemen met enkelvoudige ontwerpdriveren, respectievelijk persoonlijke veiligheid (4), dierenwelzijn, milieu en maatschappelijk draagvlak (5) en duurzame productieketen (6). In de 2^e en 3^e visserijcasus (7) werd voor het eerst in de geschiedenis van de visserij expliciet rekening gehouden met holistische ontwerpaspecten als circulair duurzaam en klimaat-responsief. De oplossingsrichtingen van deze cases waren zowel bedrijfs- als ketentransitie-gedreven, maar consistent arbo-inclusief.

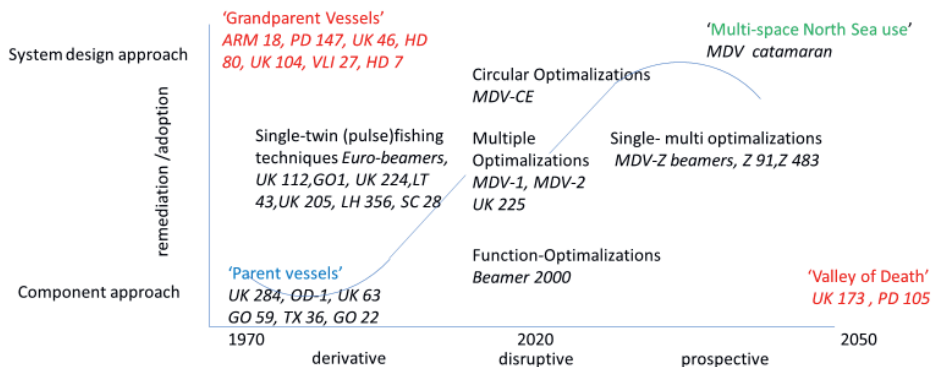
Daar waar in de scheepsbouw- en vliegtuigbouwkundige ontwerpdisciplines het conceptueel-technisch ontwerpen centraal stond met in de praktijk bewezen innovaties (1-2), introduceerden wetenschappelijke onderzoekers in de werktuigbouw (3) voor het eerst een methodische ontwerpstructuur voor industriële producten. Aan de constructieve fasen waarin ontwerp oplossingen gegenereerd kunnen worden gaat een vooronderzoekfase vooraf. In deze fase wordt onderzoek gedaan naar de ontwerpproblematiek. Voor consumentenproducten wordt er inzicht verkregen in de productomgeving waar de te genereren oplossingen gaan functioneren. Met behulp van gebruikersanalyses worden de behoeften in kaart gebracht en kunnen heldere ontwerpdoelen geformuleerd worden. Ontwerpdisciplines uit andere domeinen (4-7) hebben zich deze methodische ontwerpprincipes eigen gemaakt en vervolgens toegepast op de in hun sectoren nieuwe sociaal-technische problematieken, zoals Arbo-veiligheid (4), dierenwelzijn, milieu en maatschappelijk

draagvlak (5) en duurzaamheid in complexe visserij- en agroproductiesystemen (6, 7). De kottersonwerpdrijfveren veranderden van *performance based* via functioneel ontwerpen in *goal based* ontwerpen, waarvoor additionele trans- en interdisciplinaire kennisinput gewenst is. De nieuwe visserij- en landbouwonwerpprocessen ontwikkelden kennis-gedreven deelsysteeminnovaties met de hoofdfocus op inhoudelijke, breed gedragen ontwerpbeslissingen, zij het dat de cases 4-6 voornamelijk *single issue* problematieken betroffen met de focus vooral op het vooronderzoek en de analysefasen. In de Arbo-visserijcasus (4) werd tezamen met het multidisciplinaire ontwerpteam (veiligheid, ontwerpers, vissers) ook een *proof-of-concept* ontwikkeld (Veenstra/Stoop, 1992; [2.4]). In de 2^e en 3^e visserijcasus (7) werd die ontwerpbenadering doorontwikkeld in het kader van meervoudige en circulair duurzame invalshoeken (Veenstra, 2019, [5.13]). Omdat maatschappelijke waarden vaak niet kwantificeerbaar bleken te zijn en voortdurend veranderen, leveren juist de probleem- en stakeholderanalyses de essentiële ontwerpbasisinformatie op. Op voorhand werd ingestoken op participatief ontwerpen met kennisoverdracht op meerdere niveaus om gebruikers-, beleidsmakers en stakeholders draagvlak te creëren en te behouden.

Kenmerkende overeenkomst van de ontwerpprocessen 4-7 is, dat voor onderzoekend ontwerpen tijd en budgetten nodig waren. Enerzijds om kennis te ontwikkelen om de complexiteit van de gelaagde systemen te doorgronden en anderzijds kennis te ontwikkelen over de ontwerpstructuur, nieuw overheidsbeleid en inpassing in de nieuwe gebruiksomgeving. De benodigde onderzoeksbudgetten kwamen of uit vrij-academische onderzoekstrajecten en of betaalde pilotprojecten: Kotter-2000 (1990), Venlo-agropark (2009), Rondeel-stal (2009), MDV-1 kotter (2015). Om de additionele kottervisserij-analyse en -evaluatie fasen betaald te krijgen waren de eerste en tweede visserijcasus op projectbasis gefinancierd. In geval van de Kotter-2000 projecten kwam financiering van de twee betrokken Arbo-ministeries (Sociale Zaken en Verkeer en Waterstaat) en in geval van het MDV- 1 pilotontwerp kwam de financiering zowel van de EU als het ministerie van LNV en Provincie Flevoland (standplaats van één van de bouwers en de twee mkb bedrijven). Als subsidievoorwaarde gold dat er kennisoverdracht moest plaatsvinden van de ontwerp-, bouw- en evaluatietrajecten (Veenstra, 2017; [3.13]) alsmede samenwerking tussen wetenschappelijk en praktijk geborgd werd.

Met name in de traditionele (visserij)scheepsbouw en vliegtuigbouw werkte men decennialang weloverwogen met technische conceptontwikkelingen en voornamelijk technische ontwerpstructuren. Zowel voor de opdrachtgevers als bouwers was het commercieel interessant de nieuwe concepten als basisconcept zo lang mogelijk te continueren en met innovatieve deeltechnieken te modifieren en/of lineair op te schalen, waardoor de wet van afnemende meeropbrengsten ging gelden en er operationele onzekerheden en onveilige werksituaties ontstonden. Om operationele onzekerheden en onveilige situaties drastisch te reduceren bepleitte men in de vliegtuigbouw al jaren de basisconcepten eerder los te laten (Vincenti, 1980; [5.1]). Een oplossingsrichting was om in samenwerking met relevante stakeholders nieuwe ontwerpaannames en vormvarianten uitvoerig te analyseren en te identificeren. Met betrekking tot innovatieve vormvarianten kunnen nieuwe basisconcepten tot stand komen met meer toekomstbestendig businessperspectief en opschaling van basisconcepten zonder hernieuwde certificeringstrajecten. Nog steeds gangbaar was dat een goedgekeurd basisconcept kleinschalig gemodificeerd en/of stapsgewijze opgeschaald werd. Echter, als commerciële uitbating van de basisconcepten te lang doorgaat zonder investeringen in nieuwe ontwerp-kennis dan storten de basissystemen eveneens in en komt er weer een einde aan de levenscyclus van het product (Piero/Minsky, 1960; [5.14]). Om de bruikbaarheid van de drie wetenschappelijk onderbouwde visserijcases met ontwerpinnovaties te evalueren zijn de drie *proof-of-concepts* in een S-curve gezet (analyse groeibenadering; fig. 3; Veenstra, [6.9]). De S-curve is een grafiek die een algemeen groeipatroon weergeeft. Het patroon werd oorspronkelijk blootgelegd in de populatiebiologie, maar het is een bijna universeel patroon geworden. De S-curve analyses worden eveneens bij product-, bedrijfs- en organisatieontwikkelingen gehanteerd. Aan de hand van voor de visserij aansprekende boomkorkotters en op grond van de visserijnummers (bestaande, gesaneerde) worden de ontwerp-cases van *parent* (basisconcept)-, *grandparentvessels* (overbelast), (her)ontwerp-beperkingen

en *valley-of-death* misontwerpen in één grafiek voor de Nederlandse kottervisserij-praktijk inzichtelijk gemaakt (1970-2050). De S-curve geremde groei-informatie wordt op de x-as eveneens gekoppeld aan de drie visserijontwerpprocessen: derivatief, disruptief en prospectief.



Figuur 5.2 Houdbaarheid innovatie kottersontwerpprocessen 1970-2050 (Veenstra, 2021, [6.9]).

Op de horizontale as staat de ontwerptijdlijn van de drie ontwerpprocessen in de periode 1970-2020, waarbij de ontwerpuitdagingen in de periode 2030-2050 verder zullen toenemen. De verticale as geeft de overgang aan van ad-hoc componentinnovaties naar toekomstbestendig duurzame kottersdeelsysteemoptimalisaties en toekomstbestendige systeemontwerpen, van bestaande (UK 284,) of inmiddels gesaneerde grote boomkorkotters (ARM 18) en de drie visserijcases (MDV concepten). De linker S-curve laat de opkomst en ondergang zien van het praktijk boomkorkotterbasisontwerp met bestaande, alternatieve vangsttechniek kotters (UK 112) en gesaneerde kotters (*parent* ----> *grandparentvessels*). De rechter S-curve laat de opkomst en tekortkomingen zien van de drie kennis gedreven duurzame visserij-concepten: Beamer-2000 (Kotter-2000)--> MDV-1-->MDV-1/CE. Op de rechte verticale as staat onderaan een paar aantoonbare *Valley-of-Death* toekomstbestendig misontwerpen (UK 173, UK 205), waar minder expliciet rekening gehouden was met opkomende Noordzee besluitvormingsprocessen. Wat wel is gebeurd bij een mogelijk integraal duurzaam Noordzee concept (MDV catamaran; rechts bovenaan). *Valley-of-Death* kotters waren geen lang leven beschoren, omdat i het voornamelijk een technisch ontwerpproces betrof en niet voldoende rekening gehouden met gaande c.q. voorspelbare veranderende socio-politieke visserijomstandigheden. In de 50 jaar boomkorkottervisserij hebben de EU visvangstbeperkende maatregelen vooral operationeel een ingrijpende herontwerppimpact gehad, met name de beperkingen van vermogens, vistuigafmetingen en recentelijk de EU pulsban.

Om de operationele en gebruikers randvoorwaarden te doorgronden wordt zowel in het veiligheidsonderzoek (Stoop, 2014, [2.3]) als in de bouwwereld (Casini, 2022; [5.8]) al gewerkt met zogenaamde *operating envelopes*. In geval van veilige productontwikkeling worden met *operating envelopes* de operationele grenzen en condities explicieter gemaakt. Hiermee verkrijgt de onderzoeker beter inzicht in de omstandigheden waaronder de producten in de veranderende, toekomstige gebruikersomgeving veilig en betrouwbaar zouden moeten kunnen werken. Voor veilige, klimaatcontext adaptieve productontwikkelingen is in de 3^e visserijcasus reeds gewerkt met een *design envelope* als *decision support tool*. Bij transitiebestendig productdoorontwikkeling gaat het zowel over technische producten met fysieke en natuur-wettelijke beperkingen als ook over de verschillende operationele bedrijfs- en besluitvormingsomstandigheden, inclusief de minder voorspelbare met de in de tijd veranderende context.

5.4 Aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwerp

De tijd van Mare Liberum ligt voor de Noordzeevervisserij al decennia in het verleden. Sinds de 80^{er} jaren van de vorige eeuw hebben de vissers te maken met duurzaamheidstransities. De veranderende Noordzeevervisserij-omstandigheden werden toen en nog vooral gedreven door geopolitieke en maatschappelijke veranderingen. Dit dwingt tot benaderingen gericht op prospectieve ontwerp en multifunctionele gebruiksruidten (Hoof, 2019 [5.9])

In de volgende paragrafen wordt gereflecteerd op welke veranderingsfactoren en transitie de kottersonwerpen nog gaan beïnvloeden. Om transparante (her)ontwerpdrijfveren te genereren is goede kennis van de voorspelbare en minder voorspelbare maatschappelijke veranderingen cruciaal gebleken voor succesvol toekomstbestendig ontwerpen. Er wordt een doorkijk gegeven naar het schip van de toekomst, en er worden aanbevelingen gedaan voor methoden, met name op het gebied van prospectief ontwerpen en multifunctioneel gebruik van de ruimte (Veenstra, 2023 [5.15])

De in te zetten ontwerpdrijfveren voor een toekomstig schip zijn afgeleid van de veranderende sociaal-politieke omstandigheden, met opkomende wetgeving en duurzaamheid gerelateerde resultaat-en inspanningsverplichtingen (CO₂ emissies↓, recycling↑, visverspilling↓). Tijdens de afronding van dit PhD-traject veranderden door geopolitieke crises (Brexit, Oekraïne) de politieke duurzaamheidseisen voor de Noordzee opnieuw richting de duurzame Blauwe Economie (BE: energie-, klimaatneutraal, herstel biodiversiteit en voedselzekerheid). Het ministerie van LNV wil thans in alle opzichten een vergaand circulair duurzame Noordzeekottervloot (Burger, 2019; [5.10]) oftewel Integraal duurzame kotters, rendabel en toekomstbestendig. De kottervisserij moet met alle andere gebruikers (scheepvaart, hernieuwbare energie, aquacultuur, grondstoffenwinning) ingepast worden in de hele Noordzee gebruiksruidte (LNV, 2020, [5.11]). Voor de kottersonwerpproessen is aanvullende kennis nodig, met name ontwerpdomein-overschrijdend en sociaalwetenschappelijk, met een (nog) grotere nadruk op toenemende onzekerheid. Dit valt buiten de scope van het voorliggende PhD onderzoek, maar op basis van de ontwikkelde duurzaamheid-geïntegreerde ontwerpprincipes worden aanbevelingen gedaan voor een ultiem waardentransitie- en toekomstbestendig duurzaam kottersonwerpproces.

Basisvoorwaarden voor verdergaand prospectief ontwerpen worden vooral bepaald door in hoeverre minder voorspelbare sociaal-culturele visserijveranderingsfactoren ook evenwichtig in het visserij-ontwerpproces meegenomen kunnen worden. Integraal BE-duurzame conceptontwikkeling wordt door de onzekere operationele factoren steeds complexer. Om deze beter beheersbaar te maken moet met meerdere partijen en ontwerpaspecten rekening gehouden worden. Dit is niet meer met één ontwerpmethode te ondervangen. Het technisch ontwerpen is meer sociotechnisch geworden, participatief en in afstemming met de Noordzeeomgeving (ruimtelijk ordeningsvraagstukken). Er is meer interdisciplinaire ontwerp-kennis nodig om de complexiteit van de huidige duurzaamheidsproblematiek op verschillende aggregatieniveaus te analyseren.

5.4.1 Overzicht van relevante ontwerptools voor holistische ontwerpaspecten

In ontwerpdomeinen als industriële productontwikkeling en productveiligheidsanalyses zijn hulptools ontwikkeld om alle ontwerpaspecten te adresseren (CIM-model en ESReDA-model) en deze kunnen behulpzaam zijn bij eventuele vervolgonderzoeken (MDV-CE/BE, MDV-ZIV, Zero Impact Vessel; Veenstra, 2023, [5.15]; Brands, 2024, [5.16]).

Cyclisch innovatiemodel (CIM)

Vanuit ontwerpperspectief voor het succesvol innoveren en introduceren van nieuwe consumentengoederen bestaat er een cyclisch innovatiemodel ontwikkeld (CIM; Janse, 2007; [5.12] fig. 4).

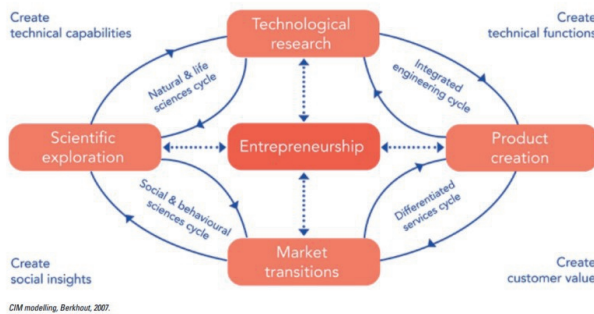
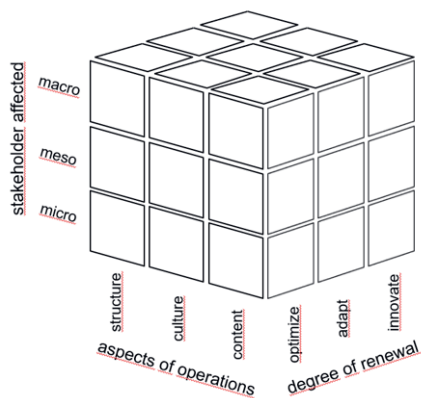


Fig. 5.3 het Cyclisch Innovatiemodel, CIM modelling, de ondernemer kan cyclisch rekening houden met vier verschillende innovatie-beïnvloedingswerelden (Veenstra, 2021, [5.13]).

Zoals in de visserijcases mensgericht ontwerpen en de MKB-ondernemer centraal stond, is dit ook bij het cyclische innovatiemodel het geval (fig.5.3). Daar waar in de scheepsbouwkundige ontwerpsspiraal functionele subsystemen ontwerp leidend waren, verbindt het CIM-model vier verschillende werelden die voor innovatief innoveren moeten samenwerken: de technologische sector (boven), de bedrijvensector (rechts), de markt van deze bedrijven (onder) en de wetenschap (links). Anders dan bij de lineaire innovatie modellen, wordt bij het cyclisch innovatie model niet meer alleen gelet op technologische ontwikkeling en investeringen. Juist het samenhangende geheel van (economische) grootheden is volgens dit model de sleutel tot succesvol innoveren. Waar met de drie visserijcases al in toenemende mate ervaringen zijn opgedaan met het incorporeren van verschillende werelden/ontwerp(f)actoren, worden deze cruciaal voor toekomstige ontwerpuitdagingen. Om klimaat-adaptieve kottterconcepten (Horizon 2050) te genereren wordt het CIM model een essentieel hulpmiddel in de analysefasen.

European safety research and data analysis (ESReDa model)

De ESReDA-analyses werden in het veiligheidskundige ontwerpdomain ontwikkeld om de voorspelbaarheid en veerkracht bij productvernieuwing en systeemveranderingen op de lange termijn te analyseren (Stoop, 2019; [2.3]). Met de ESReDA tool kunnen veiligheidskundige onderzoekers de 3D -interacties zichtbaar maken tussen verschillende systeemlagen, operationele aspecten en mate van innovatie (fig. 5.4; Stoop, 2015, [5.2]).



Figuur 5.4 ESReDA model met 3D ontwerpvariabelen bij forensic safety designbeoordelingen (Veenstra, 2021, [5.13]).

De conceptuele veiligheidkundige ontwerpanalyses gebeuren in de context van gevaaridentificatie, selectie configuratievarianten, en toedelen functies en kennisbehoeften op de korte, middel- en lange termijn. Door alle veranderings- en ontwerpdriveren op horizontale en verticale aggregatieniveaus te adresseren en aan elkaar te koppelen kan de dynamiek van de complexer worden socio-technische systemen beter beoordeeld worden.

Voor beoordeling van toekomstbestendig, integraal duurzame kottersontwerpen is de EsReDa-tool ook een effectief hulpmiddel om alle essentiële ontwerpvariabelen te doorgronden en voorspellingen te doen over toekomstige prestaties. Voor de onderzoekende ontwerper is het ESReDA model evenals het CIM model een analysehulpmiddel om alle ontwerp(f)actoren vooraf te adresseren en te identificeren, waarna het eigenlijke MDV-holistische ontwerpproces kan plaatsvinden om integraal duurzame, klimaat-adaptieve concepten te genereren, Horizon 2030 - 2050.

Over wat een gezonde Noordzee is verschillen de meningen aanzienlijk en er is sprake van tegengestelde belangen in het meervoudig ruimtegebruik op de Noordzee. In het in 2021 gestarte Noordzee akkoordoverleg (LNV, 2020, [5.11]) vinden momenteel discussies plaats tussen de verschillende stakeholders en gebruikers. Behalve de ruimtelijke ordening op de Noordzee gaan de discussies eveneens over het gebruik van de Noordzee met betrekking tot hernieuwbare energie, verbeteren biodiversiteit, hergebruik grondstoffen en voedselzekerheid. De triple ZERO ontwerpdoelen van het MDV-1/CE ontwerp moeten voor MDV-CE/BE en MDV-ZIV navenant aangepast worden: zero emissies, zero afval (grondstoffen), zero verspilling (voedsel, discards, bemanning).

5.5 Conclusie

Gebaseerd op de drie visserijcases: Kotter-2000 (herontwerp, hoofdstuk 2), MDV-1 (nieuw ontwerp, hfst.3) en MDV-1/CE (concept, hoofdstuk 4) zijn generieke visserij systeem methodische ontwerpprocessen ontwikkeld, waarbij in toenemende mate duurzaamheidsfactoren zijn geïncorporeerd. Vanuit de wetenschap heeft dit geleid tot paradigmaverschuivingen, van derivatief via disruptief naar prospectief ontwerpen (peer-reviewed papers (Veenstra, 2017-2022, [6.1-6.11])). De eerste paradigmaverschuiving was het meenemen van bredere ontwerpdoelen, waarbij ook ‘zachte’ ontwerpeisen rondom arbeidsomstandigheden en veiligheid in het ontwerp werden meegenomen. Dit leidde tot een verplaatsing van functiegebieden op het schip en daarmee tot veel betere werkomstandigheden. Het denken in functiegebieden en hun plaatsing in de ruimte was voor die tijd zeer innovatief, evenals de focus op de mens (*people*). Dit concept werd nog verder doorontwikkeld bij de MDV-1, met een verdere verbreding van de duurzaamheidsdoelen (*people, planet, profit*). Dat deze aanpak succesvol was bleek uit de waardering van de MDV-1 met de prijs van Schip van het Jaar. De tweede paradigmaverschuiving was het flexibel maken van deelsystemen om daarmee op het schip vrijheid te creëren om tussentijds nieuwe oplossingen toe te passen en zo zonder veel aanpassingen mee te kunnen bewegen met nieuwe wet- en regelgeving. Voor de kottervisserij is de toepassing van nieuwe ontwerpmethoden urgent geworden omdat de vissers voortdurend hun bedrijfsvoering moeten aanpassen in de complexe gebruikruimte op de Noordzee, met onzekere politiek-maatschappelijke besluitvormingsprocessen. Om te kunnen anticiperen op nieuwe groene technologieën en post-Parijs klimaat wetgeving is het systeem methodische visserij ontwerpproces geëvolueerd van statisch-reactief naar dynamisch-anticipatief (Veenstra, 2022, [6.11]). Probleemgericht moeten zoveel mogelijk functionele deelsystemen flexibel-modulair ingericht en uitgerust worden om toekomstbestendig te kunnen worden en blijven (Horizon 2030-2050).

Met deze generieke kottersontwerpprincipes en dynamische visserij systeem methodische ontwerpprocessen is invulling gegeven aan de centrale onderzoekvraag en gestelde hypothese (hfst.1):

Centrale onderzoeksvraag

“Hoe kan het ontwerpproces voor Noordzeevervisserijkotters worden aangepast zodat ontwerpers om kunnen gaan met steeds grotere complexiteit en onzekerheden, en hoe kunnen de geleerde lessen worden omgezet in generieke ontwerpprincipes?”

Hypothese

“Het vergroten van de complexiteit en onzekerheid in de ontwerpcontext en gebruiksomgeving vraagt om een toenemende mate van flexibiliteit en voorspelbaarheid in het ontwerp. De in de visserij ontwikkelde generieke duurzaamheidsontwerpprincipes kunnen ook als spin-off in andere voedselproducerende domeinen gebruikt worden, als opmaat naar energie- en klimaatneutrale systemen”.

Het flexibel-modulair ontwerpen is inmiddels door jonge vissers (Brands, de Jong) en de visserijwerf (Padmos) uitgewerkt in een eerste functioneel schetsplan voor een multifunctionele kotter, triple ZERO inclusief. Hiermee kan flexibel-adaptief geanticipeerd worden op de duurzame Noordzee Blauwe Economie business functionaliteiten, Horizon 2030-2050 (Veenstra, 2023, [5.15]) Brands, 2024, [5.16]).



Bijlagen

Literatuurlijst

Bronnenlijst

Appendix

Afkortingen-begrippenlijst

Samenvatting

Summary

Over de auteur

Dankwoord

Literatuurlijst

Hfst. 1 introductie

- [1.1] EU Green Deals, 2015. The EU's new circular action plan paves the way for a cleaner and more competitive Europe. https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en
- [1.2] Troels, J.H, Raakjaer, J., 2020. The EU Common Fisheries Policy, <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228637.013.1099>
- [1.3] Veenstra, F.A., 1989. Veranderende ontwerpuitgangspunten voor de Nederlandse vissersvaartuigen, gastcollege TU Delft Maritieme Techniek, RIVO rapport TO 89-02.
- [1.4] Veenstra, F.A., Stoop, J.A., 1992. Kotter 2000, Veiligheid geïntegreerd (her)ontwerpen, methode Kindunos; ISBN 90 74549 012; RIVO-DLO publicatie, juli 1992.
- [1.5] Veenstra, 2017 MDV, Masterplan Duurzame Vis, MDV-1, Van Idee (2006) naar Schip van het Jaar (2016); <https://masterplanduurzamevisserij.nl/nl/kennisbank/onderzoek/publicaties>
- [1.6] Vriend, Eva, 2020. Eens ging De (zuider)Zee hier te keer; Atlas contact uitgevers; ISBN 978 90 450 3631 1.
- [1.7] Vries de, A., Romkes, A., Goosen-Hoekman, J.; 2015. "In de vis", Hoe Urker vis een wereldproduct werd; Vereniging van Visgroothandelaren 1965-2015; GBU/Het Urkerland.
- [1.8] EU, 1993 Arbeidsomstandigheden besluiten, richtlijnen en toezichthouders, 1978-1995.
- [1.9] Goddijn, S.T., et al; 2003. Kennisvragen rond Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen; 'State of the art' en agenda; LEI-WUR rapport Bedrijfsontwikkeling en concurrentiepositie; ISBN 9789052427973-122.
- [1.10] Klimaatakkoord Parijs, 2015 <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/klimaatakkoord-van-parijs>
- [1.11] LNV, 2018. Kringloop visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden; Beleidsnota 08-09-2018. <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-landbouw-natuur-en-voedsel/kwaliteit/visie-lnv>.
- [1.12] Visserij Innovatie Plan, 2006. Succesvol innoveren in de Nederlandse visserij; vier jaar Visserij Innovatieplatform (VIP); Zwaan media, VIP/EL&I, 2010.

Hfst. 2 derivatief, enkelvoudig duurzaam ontwerpen

- [2.1] Siers, F.J., 2004. Methodisch Ontwerpen volgens H.H. van den Kroonenberg. Wolters Noordhoff Groningen-Houten, derde druk 2004, ISBN 90 01 50901 0; 2004
- [2.2] Hoefnagels, W.A.M., et al, 1989. Veiligheid in de zeevisserij, TU Delft internrapport/Vakgroep Veiligheidskunde, 1989.
- [2.3] Stoop, J.A, 1990. Safety and the Design Process, doctoral thesis TU Delft: ISBN 90-9003301-7/ CIP Den Haag, 1990.

-
- [2.4] Veenstra, F.A., Stoop, J.A., 1992. Kotter 2000, Veiligheid geïntegreerd (her)ontwerpen, methode Kindunos; ISBN 90 74549 012; RIVO-DLO publicatie, juli 1992.
- [2.5] Boer, de, E.J., Hak, van der, W.1984. Leerboek visserijmethoden; RIVO/Visserij-productschap publicatie, 1984.
- [2.6] Gallin, C., et al., 1988. Ontwerpen van schepen. Collegedictaat mt 110 en mt 111, faculteit der Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek, TU Delft, 1988.
- [2.7] Scheepvaartinspectie, 1978. Schepenwet en uitvoeringsbesluiten; staatsuitgeverij, 1978.
- [2.8] Hoefnagels, W., et al.,1989. Veiligheid in de Zeevisserij; S96, DGA SoZa, ISBN 0921 9218 ;1989.
- [2.9] Veenstra, F.A., Stoop, J.A, 1992. Beamer-2000, Safety integrated (re)designing, the Kindunos method, Royal Library The Hague: ISBN 90-74549-02-0, July 1992.
- [2.10] Veenstra, F.A., 1988. Economical noise control on Dutch beamtrawlers; ICES report, CM 1988/B: 14; Trondheim-Norway, Fish Capture Committee, 1988.
- [2.11] Regt, de, 1986. Geluidsniveaus aan boord zeegaande kotters, deel I, I en III; rapporten TNO technische fysische dienst/RIVO-TO, 1986.
- [2.12] Blom, W.C., 1986. Vermogensmetingen aan boord boomkorkotter UK 173; RIVO-rapport, TO-86-03, 1986.
- [2.13] Scholte, E, 1990. Voorontwerpberekeningen Kotter-2000; RIVO-DLO/Hogeschool Haarlem Scheepsbouw stageverslag, 1990.
- [2.14] Sluijs, van der, A.M., Buys, A., 1991. Bridge layout and mockup Beamer 2000, ICES report, CM 1991/B: 20; Fish Capture Committee, Ancona-Italy; 1991.
- [2.15] Veenstra, F.A., Brinkman, R.1995. Stern Trawler 2000, a new approach designing on points of sustainability aspects: working conditions, HACCP quality control, environment. HSB International; VOL 44-No1; pages:51-53. 1995.
- [2.16] Veenstra, F.A., 1989. Safety aspects in redesigning medium sized beamtrawlers; ICES-FTFB report, CM 89/B.39; Fish Capture Working group, Dublin-Ireland, 1989.
- [2.17] Veenstra, F.A., 1992. Integrated quality to improve the onboard safety, fresh fish handling and marine environment onboard Dutch beamers; Peer-Review paper Congress Safety and Working Conditions onboard fishing vessels; Villagarcia de Arosa-Spain; 15- 17 sept. 92.
- [2.18] Veenstra, F.A., Stoop, J.A., 1989. Safety and bridge design Dutch beamtrawlers; Symposium Safety and Working Conditions aboard fishing vessels; Rimouski-Canada, 1989.
- [2.19] Veenstra, F.A. 2002. Dutch newbuilds after the 2000 re-design requirements 1990-2000. Fishing News International, Good Gear Guide 2002: new vessels. ISBN 0-9518579-9-1; pages 25-31; 2002.
- [2.20] Brinkman, R, 1994. Herontwerpstudie voor een hekvriestrawler; thesis HTS Haarlem/RIVO-DLO, mei 1994.

[2.21] Veenstra, F.A., Bon, J., 1995. The design of a freezer trawler, an integrated approach encompassing quality assurance, safety en working conditions; WEGEMT School of Fishing Vessel Technology, Madrid-Spain, 18-17 April 1994/art. SenW Marine Technology, 5e jaargang, Jan. 1995.

[2.22] Elfering, A.C.W., Veenstra, F.A., et al., 1993. Eindrapport van de projectgroep veiligheid aan boord van vissersvaartuigen, evaluatie Kotter-2000 projecten en operationele aanbevelingen; DGSM/scheepvaartinspectie/SZW/Stichting van de Nederlandse Visserij/RIVO; publicatie Ministerie van Verkeer en Waterstaat, nov. 1993.

Hfst. 3 disruptief, meervoudig duurzaam ontwerpen

[3.1] Scholten, M.C.Th., Oorschot, R., et al. 2003. Manifest duurzame Kottervisserij, handvat en aanzet voor de ontwikkeling toekomstvisie op duurzame kottervisserij; TNO rapport R2003/023, projectnummer 33268 (milieu, energie, procesinnovatie); febr. 2003.

[3.2] Laar, M., et al. 2010. Vissen voor de markt; rapport Innovatienetwerk/Visserij Innovatie Platform, rapportnummer 10.2.253/ISBN 978-90-5059-437-0; dec. 2010.

[3.3] LNV, Directie Visserijen, 2007. Perspectief voor een duurzame visserij: operationeel programma 2007-2013 in kader van het Europese Visserijfonds; sept. 2007.

[3.4] Hoefnagel, A., Taal, C., et al., 2012. Masterplan Duurzame Visserij, 3^e fase: Projectvoorstel pilot visserij(onderzoek)schip; eindversie 3.1, febr. 2012.

[3.5] Veenstra, F.A.; 2012. Reisverslag bezoek Noorse innovatieve visserij-toeleverende (scheepsbouw)bedrijven en visserij- onderzoeksinstituten; LNV rapportage; febr., 2012.

[3.6] Taal, C., Hoefnagel, A., 2012. Masterplan Duurzame Visserij, 2^e fase: Haalbaarheidsonderzoek, LEI nota 12-019; febr. 2012.

[3.7] Productschap Vis, 2012. Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen in de visserij, verduurzaming van schip tot schap; rapportage van de Nederlandse vissector, 2012.

[3.8] Hoefnagel, A., Taal, C., 2010. Masterplan Transitie Visserijvloot, 1^e fase: Memorandum haalbaarheidsonderzoek; jan. 2010.

[3.9] Zandstra, A., 2015. Pre-studie: eindrapportage project ontwikkeling composiet onderdelen voor de MDV-1; rapport Instituut voor Composietontwikkelingen; nov. 2015.
https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/Rapportage_MDV_voucher_C_W_compressed.pdf

[3.10] Dallinga, R., Meij, de, R., 2014. MDV-1 pre-study 24 m fishery vessel concept development with recommendation sea performances; MARIN rapport 27674, Jan. 2014.

[3.11] Veen, D., 2014. Pre-studie Life Cycle Assessment van het nieuwe, aantoonbaar duurzame MDV-1 pilotschip; TNO-2014-offerte 0445; febr. 2014.

[3.12] Tamis, J., Vries, de, P., et al. 2015. Masterplan Duurzame Visserij, LCA-analyse, 1e fase emissieberekeningsreducties; IMARES-WUR rapport, C121/15A; sept. 2015.
https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/iChaOO-C121.15A_Rapport_Masterplan_Duurzame_Visserij_LCA_-_P._de_Vries

[3.13] Veenstra, F.A., 2017. MDV-1, from innovative IDEA (2006) to Ship of the Year (2017) (*in Dutch*). Urk; <https://masterplanduurzamevisserij.nl/nl/kennisbank/onderzoek/publicaties>; sept. 2017.

[3.14] WUR, 2018. <https://www.wur.nl/en/Dossiers/file/Pulse-fishing.htm>

[3.15] Veenstra, F.A., 2018. Sustainability in fishing vessel design process 1988-2018. Progress in Maritime Engineering and Technology; Peer-Review paper Taylor and Francis group London, ISBN 978-1-138-58639-3; 275-282; 2018.

Hfst. 4 prospectief, circulair duurzaam, i;imaat-responsief ontwerpen

[4.1] Ellen Macarthur foundation, 2017. THE CIRCULAR ECONOMY IN DETAIL; Ellen MacArthur Foundation ANBI RSIN: 8257 45 925
<https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>

[4.2] Veenstra, F.A., 2018. Sustainability in fishing vessel design process 1988-2018 MARTECH 2018, Lisbon 4th international conference on maritime technology and engineering Lisbon Portugal; 7-9 May 2018.

[4.3] Veenstra, F.A. and J.A Stoop, J.J Hopman, J.J ; 2018. "CEDI sustainability-ranking in fishing vessel design process" WMTC18, f-180612-259: World Maritime Technology Conference. Shanghai; Dec. 5-7 2018.

[4.4] Maaren, van, M., 2018. Slingerstabilisatie MDV-2; een onderzoek naar praktijkervaringen en zeegangsmetingen; bachelor scriptie STC-Maritieme Techniek Rotterdam; okt. 2018.

[4.5] Keus, B., 2015. Eerste praktijkresultaten pre-studie MDV-1 twinrigpuls (TRP): welk effect heeft de TRP techniek op het brandstofgebruik in vergelijking met de twinrig-, puls- en boomkortetechniek. Agonus Consultancy rapport, dec. 2015
https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/20151231_Rapport_Twinrippuls.pdf

[4.6] Zaalink, M., et al., 2018. Sociaaleconomische gevolgen van een totaal verbod puls-visserij voor de Nederlandse visserijsector; LEI-WUR, NOTA 2018-04 juni 2018.

[4.7] Veenstra, F.A., 2018. CEDI sustainability ranking in fishing vessel design process. WMTC'18 world maritime congress; Sjanghai, Dec. 4-7, 2018.

[4.8] Veenstra, F.A. and J.A. Stoop, J.J Hopman J.J , 2019. "Cedi-Index Validation In circular Fishing Vessel Design Process": International Journal of Current Advanced Research, (IJCAR) 08(01), pp.16776-16782. DOI: <http://dx.doi.org/10.24327/ijcar.2019.16782.31>

[4.9] T'Hart, P., 2009. Haalbaarheidsstudie boomkorvissen op aardgas; Innovatienetwerk/Maritiem Nederland, projectnummer 09.2.2017/ ISBN 978-90-5059-399-1; sept. 2009.

[4.10] Vos-Effting, 2008. An LCA based eco-design considerations for the Rainbow Warrior III. International Hiswa Symposium Yacht design and- construction Amsterdam, 17-18 nov. 2008.

[4.11] Schelvis, R., 2015. Kwaliteitsbeoordeling verse schol; vergelijk hand- met mechanisch gestripte schol op de MDV-1; IMARES-WUR rapport, C003/16; dec. 2015.

[https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/C003.16 - Kwaliteitsbeoordeling Verse Schol - RS -mnb.pdf](https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/C003.16_-_Kwaliteitsbeoordeling_Verse_Schol_-_RS_-_mnb.pdf)

[4.12] Luten, J.B., et al., 2003. Quality fish from catch to consumer; labelling, monitoring and traceability; Wageningen Academic Publisher, CIP data Koninklijke Bibliotheek, 2003.

[4.13] Toeng, M., 2021. Frans Veenstra: "Als je drones op Mars kunt laten vliegen, kun je ze ook voor de visserij inzetten"; Follow-the-Money interview; aug. 2021

<https://www.ftm.nl/artikelen/visserij-innovatie-frans-veenstra>

[4.14] Veenstra, F.A., Stoop, J.A. 2021. Masterplan Duurzame garnalenvisserij Waddenzee naar Zero Emission Vessel en multiduurzaam; Maatschap triple Zero/Damen-Maaskant; mei 2021.

[4.15] Veenstra, F.A., 2023

Naar klimaatneutraal vissen, Visserij Innovatie Netwerk neemt het voortouw. SWZ Maritime, volume 144, pg. 1-4, Maart 2023.

Hfst. 5 Reflectie visserij duurzaamheid en systeem methodisch ontwerpen

[5.1] Vincenti W., 1990. What Engineers Know and How They Know It. Analytical Studies from aeronautical History. The John Hopkins University Press; 1990

[5.2] Stoop, J.A., et al., 2015.

ESReDA kubus; een nieuwe kijk op complexe systemen en veiligheidsoplossingen;

<https://www.esreda.org/esreda-publications/;2015>

<https://www.esreda.org/wp-content/uploads/2021/01/ESReDA-foresight-safety-chapter07.pdf>

[5.3] Veenstra, F.A., 2022. "Circular-adaptive designing, a design shift in sustainable fishing vessel design processes"; Peer Review paper Congress WMTC2021-SP-1097, April 26-28, 2022, Copenhagen; April 2022.

[5.4] Roozenburg, N.; Eekels, J., 1998. College werktuigkundig productontwerpen, structuur en methoden, TU Delft; <https://project.3me.tudelft.nl/2017/wb47/Ontwerpproces.pdf>

[5.5] Bos, A.P., 2010. Reflexief Interactief Ontwerpen (RIO). De interactieve aanpak van Wageningen UR Livestock Research achter 'Ontwerpen voor Systeeminnovatie' WUR (publiek)rapport 344; ISSN 1570 – 8616; Maart 2010.

[5.6] Smeets, P., 2009. Expeditie Agroparken, ontwerpend onderzoek naar metro-politane landbouw en duurzame ontwikkeling; WUR doctoraal thesis; okt. 2009.

[5.7] Lenzholzer, S, Brown, R, 2013. Climate-responsive landscape architecture design construction, Elsevier Ltd (http://www.designdebates.nl/_pdf/JCLP3249_proof-final.pdf); 2013.

[5.8] Casini, M., 2022. Construction 4.0; Chapter 2 – Holistic, climate-adaptive building/ design approach/decision support tool; Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering; Pages 61-149; 2022

[5.9] Hoof, van, L., 2019. Zee in Zicht: Inzicht, een zoektocht naar een integraal afwegingskader voor het gebruik van de zee

https://www.researchgate.net/publication/283274301_Zee_op_Zicht_Inzicht_een_zoektocht_naar_e_en_integraal_afwegingskader_voor_het_gebruik_van_de_zee

[5.10] Burger, A, 2019. Duurzame kottervisserij op de Noordzee; een advies aan minister van LNV betreffende toekomstvisie voor een duurzame kottervisserij; LNV rapport; okt. 2019.

[5.11] Noordzeeakkoord, 2020. <https://visserij.nl/2020/06/19/rijksoverheid-toekomstvisie-voor-kottervisserij/>

[5.12] Janse, B. 2018. Cyclic Innovation Model (CIM) by A.J. Berkhout. Retrieved [march 2019] from ToolsHero: <https://www.toolshero.com/innovation/berkhout-cyclic-innovation-model-cim/>

[5.13] Veenstra, F.A., 2021. "Bridging The Gap, from North Sea fishing vessel design to climate smart design processes". SWZ Maritime, Volume142, November 2021 www.swzmaritime.nl

[5.14] Piero, F., 2019
An Insider's View on the Economics of Hyman Minsky; centrale idee: stabiliteit destabiliseert. De kern van Minsky's hypothese is dat stabiliteit destabiliserend werkt en riskant gedrag van investeerders uitlokt, 2019.

[5.15] Veenstra, F.A., 2023. Naar klimaatneutraal vissen, Visserij Innovatie Netwerk neemt het voortouw. SWZ Maritime, volume 144, pg. 1-4, Maart 2023.

[5.16] Brands, J., 2024. Project Octopus heeft als doel een flexibel-modulaire kotter, gericht op de triple ZERO toekomst van de kottervisserij (Horizon 2030-2050). Bijdragend aan de innovatieve transformatie van de Nederlandse visserij, gefocust op de duurzame blauwe economie en vissend in de Noordzee multi-gebruiksruimte; <https://projectoctopus.nl/>

[5.17] Lindemann, U., Maurer, M., Braun, T., 2009/2024.
"Structural Complexity Management – An Approach for the Field of Product Design". Effects of a Solution Implementation on the Structural Complexity of a Product Family in the Early Phase of Product Development; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
https://www.researchgate.net/publication/235938430_Evaluating_the_Effects_of_an_Solution_Implementation_on_the_Structural_Complexity_of_a_Product_Family_in_the_Early_Phase_of_Product_Development [accessed Feb 19 2024].

Peer reviewed papers

[6.1] Veenstra, F.A. and Stoop, J.A. (1992). "Beamer-2000, Safety integrated (re)designing", Royal Library The Hague: ISBN 90-74549-02-0.

[6.2] Veenstra, F.A. (2002). "Dutch newbuilding's after the beamer-2000 re-design requirements". Fishing News International, Good Gear Guide 2002-new vessels: ISBN 0-9518579-9-1; pgs25-31

[6.3] Veenstra, Frans (2016). "MDV-1, from innovative IDEA (2006) to Ship of the Year (2016), in Dutch". Urk: <https://masterplanduurzamevisserij.nl/nl/kennisbank/onderzoek/publicaties>.

[6.4] Veenstra, F.A. and Hopman, Stoop, J.A (2017). Multicriteria Fishing Vessel Design Methodology. USA journal of fisheries and Aquaculture: Volume, Issue Oct.2017- 06.

- [6.5] Veenstra, F.A. and Stoop, J.A, Hopman, J.J. (2018). "Sustainability in fishing vessel design process". Martech-congress, Progress in Maritime Engineering and Technology: Taylor and Francis Group, London, ISBN 978-1-138585393-3, pgs 275-282.
- [6.6] Veenstra, F.A. and Stoop, J.A, Hopman, J.J (2018). "CEDI sustainability-ranking in fishing vessel design process" WMTC18, f-180612-259: World Maritime Technology Conference. Shanghai; Dec. 5-7 2018.
- [6.7] Veenstra, F.A and Stoop, J.A, Hopman J.J (2019) "Cedi-Index Validation In circular Fishing Vessel Design Process": International Journal of Current Advanced Research,(IJCAR) 08(01), pp.16776-16782. DOI: <http://dx.doi.org/10.24327/ijcar.2019.16782.31>
- [6.8] Veenstra, F.A (2019). "Contemporary fisheries risks and SME resilience, Dutch fishing vessel (re)designing 1988-2018". Proceedings 8th REA symposium on resilience engineering, Sweden, Kalmar, 24-27 June 2019.
- [6.9] Veenstra, Frans (2021). "THE MDV FISHERY CASE, circular sustainability and climate smart design processes". SWZ Maritime, Volume142, January 2021 www.swzmaritime.nl
- [6.10] Veenstra, Frans (2021). "Bridging The Gap, from North Sea fishing vessel design to climate smart design processes". SWZ Maritime, Volume142, November 2021 www.swzmaritime.nl
- [6.11] Veenstra, Frans (2022) "Circular-adaptive designing, a design shift in sustainable fishing vessel design processes" WMTC2021-SP-1097 ,April 26-28 2022, Copenhagen; April 2022.

Bronnenlijst 1974-2024

Hfst. 1 introductie

Boer de, E.J.; 1984.

Visserijmethoden; Visserijenschap Rijswijk.

Veenstra, F.A., 1985.

Verkenning toekomstige technische adviezen/onderzoek aan grote en kleine Noordzee visserij, vanuit scheepsontwerp-technisch perspectief, 7-7185 ontwerpen/ontwerpverbeteringen vissersvaartuigen; RIVO rapport TO 85-05, juli 1985.

Veenstra, F.A., 1986.

Basisstudiemateriaal voor technisch-economisch kotterontwerp, 7-7185 thema: ontwerpen/ontwerpverbetering vissersvaartuigen; RIVO rapport TO 86-03, juni 1986.

Groot, de, S.J., 1988.

Een eeuw visserijonderzoek in Nederland 1888 – 1988; ISBN 90 9002063 2;1988

Heilig,H., Vrolijk, C., et al.;1995.

Rederij Vrolijk, 1880 – 2002; Practica Productions, IJmuiden; @2002 ISBN 90 6013 030 8;@1995

Hoof, L., et al., 2014.

Zee op Zicht: inzicht, een zoektocht naar een integraal afwegingskader voor het gebruik van de Noordzee; WUR-Deltares art.; jan. 2014.

Veenstra, F.A.,2017.

Multicriteria Fishing Vessel Design Methodology; Peer-review paper USA journal of fisheries and Aquaculture: Volume, Issue Oct.2017- 06.; Nov. 2017.

Europese Commissie, 2019.

Europese Green Deal; de EU economie transformeren naar een duurzame toekomst; par.2 COM(2019) final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=DE>

Hemert van, G; 2019.

Met de kop in de wind; Traditie en innovatie in de Nederlandse visserij door de generaties heen; FONTAINE UITGERVERS, ISBN 9789059569454.

Radbout universiteit Nijmegen, 2019.

Herziene uitgave biografie Sicco Mansholt, Centrum voor Parlementaire. Geschiedenis, gepubliceerd op donderdag 13 juni 2019.

Noordzeeakkoord, 2020.

<https://visserij.nl/2020/06/19/rijksoverheid-toekomstvisie-voor-kottervisserij/>

EU, 2021

On a new approach for a sustainable blue economy in the EU ;Transforming the EU's Blue Economy for a Sustainable Future.

https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/ocean/blue-economy/sustainable-blue-economy_en

Vissersbond, 2021.

Toekomstperspectief voor de visserijsector; advies voor beheer van de kottervisserij; publicatie Nederlandse Vissersbond, 2021.

<file:///wurnet.nl/Homes/veens005/AppData/FolderRedirection/Desktop/duurz.%20ontw.%20N'zee/document-Toekomst-Kottervisserij-2021-2025.pdf>

Veenstra, Frans, 2022

“Circular-adaptive designing, a design shift in sustainable fishing vessel design processes”

WMTC2021-SP-1097 ,April 26-28 2022, Copenhagen; April 2022

Veenstra, 2021.

Alternatieve brandstoffen in de kottervisserij, de MDV ontwerpbenadering; Visserijnieuws scheepsbouw Special, pg. 44-49, maart 2021.

Vries de, B, 2022

Een terugblik Grenzen aan de Groei* 1972-2022; tijdschrift Milieu, april 2022, nr. 2.

<https://milieu.vvm.info/milieu-gevaar-en-perspectief/milieu-dossier-grenzen-aan-de-groei-1972-2022-een-terugblik/>

*) Club van Rome 1972; Meadows, D, et al; Spectrum, ISBN 9789031506125; 1972/2008.

Veenstra, 2023.

Naar energie- en klimaat neutraal vissen, Visserij Innovatie Netwerk (VIN) neemt het voortouw; SWZ Maritime, pg. 78-81, maart 2023. Kotter van de toekomst:

VIN pitch https://www.youtube.com/playlist?list=PLf4IbQ9Y_UXZ8T1phMcveW6YSDZ3pFmRD

Veenstra, 2023.

Veenstra en Stoop, Maatschap triple Zero bewaken de integrale duurzaamheidsinnovaties met Triple ZERO als Stip op de Horizon 2050; Visserijnieuws scheepsbouw special, 17 maart 2023.

<https://vistikhetmaar.nl/podcasts/> ;

Brands, J., 2024.

Project Octopus heeft als doel een flexibel-modulaire kotter, gericht op de triple ZERO toekomst van de visserij (Horizon 2030-2050). Bijdragend aan de innovatieve transformatie van de Nederlandse kottervisserij, afgestemd op de duurzame blauwe economie en Noordzee multi-gebruiksruimte;

<https://projectoctopus.nl/>

Hfst. 2 derivatief, enkelvoudig duurzaam ontwerpen

Beer, de, F., 1972.

Optimalisering van vissersschepen: draagvermogen en inhoud/stabiliteit en versnelling; RIVO rapport TO 72-04/ TO 72-05, 1972.

Verbaan, A., Duynand, D., 1976.

Visserijtechnische aspecten van de inrichting en uitrusting van boomkorvaartuigen voor verschillende visserijmethoden; RIVO rapport TO 76-01, 1976.

Gallin, C., 1977.

College K8 Ontwerpen van schepen I, grondslagen voor scheepsontwerp (vernieuwingen); collegedictaat faculteit der Werktuigbouwkunde en Maritieme techniek, TU Delft, 1977.

Blom, W., 1979.

Optimaliseren boomkorkotters: parameterstudie; RIVO rapport TO 79-02.

Verbaan, A., et al, 1980.
Elektrische platvisstimulering op tong en schol aan boord boomkorvisserstvaartuigen; RIVO rapport TO 80-08, 1980.

Veenstra, F.A., 1981.
Design requirements and the design of an multi-functional vessel, oil-recovery com hydro-oceanographic research; TU Delft thesis art. SenW, 46e jaargang, nr. 8; April 1981.

Blom, W.C., 1982.
Weerstand boomkorvistuigen; TO rapport 82-03, 1982.

Bouwman, K; 1983.
Gebruik (gekoeld)zeewater bij visverwerking aan boord boomkorkotters; RIVO rapport, TO-83-01, 1983.

Molijn, A., 1983.
Gebruik zware olie bij voortstuwing boomkorvisserstvaartuigen, RIVO rapport TO-83-03, 1983.

Blom, W.,1984.
Hulpvermogen aan boord van een 1760 pk/1290 kW koter, 7-7182 thema: verlagen energiekosten; RIVO rapport TO 84-03, juli 1984.

Agricola, J.B., 1984.
De opwekking en het verbruik van elektrische energie aan boord van een boomkorvisserstvaartuig; RIVO rapport TO 84-04; juli 1984.

Agricola, J.B., 1985.
Elektrische platvisstimulering aan boord boomkorvisserstvaartuigen; RIVO rapport TO 85-02, 1985.

Agricola JB. 1985.
Experiments on electrical stimulation of flatfish in beamtrawling during 1984 ICES CM 1985/B:36

Marlen B. v. 1985.
Report of a Seminar on Electro-Fishing
at RIVO-Ijmuiden on 24 January 1985 ICES CM/B, 1985

Molijn, A., 1985.
Meetprotocollen rendement voortstuwinginstallaties aan boord UK173 en 2000 pk/1466 kW boomkorkotters; RIVO rapport TO 85-05, 1985.

Veenstra, F.A., 1986.
Energy saving concepts in Dutch fishing cutter design; ICES paper C.M. 1986/B: 20, 1986.

Veenstra, F.A., 1986.
Trillingsmetingen aan boord van de boomkorkotters GO26 en GO 38; RIVO rapport, TO-86-04, 1986.
Wit, de, W., 1987.
De verstelbare schroef voor boomkorkotters; HTS-Haarlem afstudeerverslag, 1987.

ISO, 1987.
Ships Bridge layout and associated equipment. Requirements and Guidelines; IOS-report 8468; 1987 (

Blom, W.C., Buijs, A.M., 1988.

Vermogensmeting aan boord boomkorkotter GO 26; RIVO rapport, TO-88-04, 1988.

Dean, A.J., 1988.

Study of the working environment on UK fishing vessels; Seafish International report, 1988.

Draijer, J.M., 1988.

Minder aanvaringen met vissersschepen. Helpt automatisering? TU Delft, fac. wiskunde en informatica ii; II college, 1988.

SI, 1988.

Jaarverslag Scheepvaart Inspectie, 1988.

Blom, W.C., Veenstra, F.A., 1988.

Why few Dutch beam trawlers use a controllable pitch propeller; RIVO-ICES paper, CM 1988/B: 15; Trondheim-Norway, Fish Capture Committee, 1988.

Marlen, B., Haan, de, D., 1988.

Elektrische platvisstimulering (verleden, heden, toekomst); RIVO rapport TO 88-06, 1988.

Marlen, van, B., 1988.

A note on the investment appraisal of new (pulse)fishing techniques; RIVO-ICES paper C.M. 1988/B: 16, Fish Capture committee, 1988.

Kimura, N., 1988.

On the relationship between maintenance of human posture and the ship oscillatory motions, Proceedings World Symposium on fishing vessel design and fishing gears; Marine Institute, St John's, New Foundland, Canada, 564-568, 1988.

Heinrich, J.P., 1988.

Menselijk falen in de boomkorvisserij: een onderzoek naar de oorzaken en mogelijkheden tot preventie; RIVO rapport TO 88-09/afstudeerverslag Rijksuniversiteit Leiden, 1988-1

Heinrich, J.P., 1988.

De mogelijkheden tot het voorspellen van menselijk falen in de boomkorvisserij met behulp van human error-theorieën; RIVO rapport TO 88-10/doctoraal scriptie Rijksuniversiteit Leiden, 1988-2

Heinrich, J.P., 1988.

Ergonomisch brugontwerp: de methodologie naar Pakket van ontwerp-Eisen; RIVO/RU rapport TO 88-11, 1988-3.

Schuffel, H., 1989.

Richtlijnen voor de ergonomie van werkplekken (S59). Directoraat van de Arbeid-SZW, 1989.

Buys, A.M., 1989.

Haalbaarheid geïntegreerde kotterbrug in kader RIVO kotter-2000 projecten, RIVO-DLO rapport TO 98-07, 1989.

Veenstra, F.A., 1989.

Acoustical design aspects on board Dutch fishing vessels; Symposium Safety and Working Conditions aboard fishing vessels; Rimouski-Canada, 1989.

Tan, S., 1989.

Bruglayout boomkorkotters, inventarisatie 1989-1990 in kader RIVO kotter-2000 projecten; RIVO rapport TO 89-05/afstudeerscriptie Hogeschool Amsterdam, juli 1989.

Propper, H., 1990.

Analyse visserij-ongevallen 1982-1986, behandeld door Raad voor de Scheepvaart; Stichting voor de Nederlandse visserij, interne rapportage, 1989.

Veenstra, F.A., 1990.

Met veiligheid-, arbeidsomstandigheden- en milieu-ontwerpaspecten naar de triple-P Kotter-2000; RIVO rapport, TO-90-02, 1990.

Veenstra, F.A., 1990.

Beamer-2000 to emerge ?; Fishing News International, 1990

Vincenti W., 1990.

What Engineers Know and How They Know It. Analytical Studies from aeronautical History. The John Hopkins University Press; 1990.

Vries, B.W.; 1990.

De ontwikkeling van een userinterface/overzichtsunit voor boomkorkotterbrug, in kader van RIVO Kotter-2000 projecten; TU Delft afstudeerverslag/RIVO-DLO rapport TO 90-10, 1990.

Buys, A., 1990.

Integrated wheelhouse electronics and layout Dutch beamtrawlers, ICES paper 1990 B: 18, 1990

Veenstra, F.A, Stoop, J.A., 1990.

Safety integrated redesign of Dutch beamtrawlers, SenW 57e jaargang nr. 5, 295-301, Mei 1990.

Stoop, J.A., 1990.

Scenarios in the design process of fishing vessels; peer-review paper Applied Ergonomics; TU Delft Veiligheidskunde; pages 304-310; 1990.

Stoop, F.A., Veenstra, F.A., et al. TU Delft, RIVO, 1990.

Veiligheid in de zeevisserij, de veiligheid aan boord van Nederlandse kotters bij het werken op het visdek en bij de vangstverwerking; informatie, analyse, synthese en evaluatie, Ministerie van Sociale zaken en Werkgelegenheid/Arbeidsinspectie, S-96, ISBN 90-5307-122-09, dec. 1990.

Loomeyer, F., 1990.

Historisch perspectief, de integratie van het veiligheidsbegrip in de scheepvaart en visserij in kader RIVO kotter-2000 project; bijlage Kotter-2000 veiligheid-geïntegreerd (her)ontwerpen, 95-113; ISBN 90-74549-01-2; 1990.

Blom, W.C., 1990.

Weerstandsc componenten boomkortuigen 2000 pk/ 1470 kW boomkorkotter; RIVO rapport, TO-90-01, 1990.

Veenstra, F.A., Storbeck, F, 1990.

IQAS phase I , EU-FAR progress reports 1989/'90, 1990.

Mul, N., 1990.

Integrale kwaliteitsbewaking : tijdruimte studie visverwerking aan boord boomkorkotter in kader RIVO kotter-2000 projecten; RIVO/HTS Haarlem Scheepsbouw, stageverslag, 1990.

Terpstra, H, 1991.

Een betere machinekamer voor de 2000 pk boomkorkotter in kader RIVO kottter-2000 projecten, RIVO internrapport/stageverslag HTS Haarlem Scheepsbouw, nov.1991.

Sluijs, van der, A.M., 1991.

Bruginrichting kotter-2000 in kader RIVO kotter-2000 projecten; RIVO rapport TO 91-02/kotter-2000 projecten/thesis TU Delft, febr. 1991.

Bruin, de, C., 1991

Visverwerking aan boord kan ook anders; modernisering van de visverwerking op boomkorkotter en maatschappelijke gevolgen; TU Delft internrapport, Vakgroep Veiligheidskunde, 1991.

Veenstra, F.A., Mul, N. ,1991.

IQAS flatfish processing on board beamer 2000. Ancona-Italy; ICES, CM 1991/B: 21, 22-24 April 1991

Hendriks, G.J., 1991.

Ontwerpscholverwerkingsunit in kader RIVO kotter-2000 projecten; RIVO-DLO rapport TO 91-09. 1991

Bouwman, K., 1991

Engineering technische oplossingen voor vijf majeure veiligheidsknelpunten aan boord boomkorkotters, in kader RIVO kotter-2000 projecten; RIVO-DLO rapport TO 91-08, 1991.

Klos, S., 1991.

Veilige kotter stap dichterbij; subsidies voor vervolgonderzoek: versnellingen en geluidsisolatie; art. Schutterraer; okt. 1991.

Nat, C., 1991.

Systematisch onderzoek voor machinekamersystemen boomkorkotters in kader Kotter-2000 projecten; TU Delft afstudeerverslag, OEMO 91/51, febr. 1991.

Nat, C., Marlen, van, B, 1991.

Studie naar invloed van scheepsbewegingen op het gedrag van boomkorvistuigen op basis van simulatiemodel in kader van RIVO Kotter-2000 projecten; RIVO rapport TO 91-05, aug. 1991.

Nat, van der, C., Marlen, van, B., 1992.

The effect of shipmotion on the dynamic behaviour of a beamtrawl in framework RIVO Beamer-2000 projects; ICES report, CM 1992/B: 18; Fish Capture Committee, 1992.

MARIN, 1992.

Zeegangsmetingen viskotter; rapport no. 011127-ST-27, sept.1992.

Stoop, J.A., Veenstra, F.A , 1992.

Information technology in the fishing industry. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, wheelhouse computer applications from ergonomics, occupational safety and health perspectives; pp 219-226, 1992.

Ewijk, van, H 1993.

Verbetering van de visverwerking en de arbeidsomstandigheden in het visruim van boomkorkotters in kader RIVO Kotter-2000 projecten; thesis TU Delft, faculteit Industrieel Ontwerpen, jan. 1993.

Bouwman, K, Veenstra, F.A., 1993.

Meer veiligheid op boomkorvloot in kader RIVO demonstratie veiligheidstoepassingen/RIVO Kotter-2000 projecten; art Visserijnieuws; okt. 1993.

Europese visserijopleidingen, 1993.

De veiligheid- en gezondheidsopleidingen in de visserij; Luxemburg, EGKS-EEG-EEGA, 1993.

Veenstra, F.A., 1994.

Meevissen na 1992 nieuwbouw en in de vaart komen UK 284: beoordeling Kotter-2000 technische voorzieningen, Arbo-aanpassingen en haalbaarheid aanvoer platvis in containers in kader Kotter-2000 projecten; RIVO-TO verslag, projectnummer VO 169/FV; mei 1994.

Veenstra, F.A., 1994.

Visserij(ontwerp)technieken, nu en in de toekomst; art. Visserijnieuws n.a.v. ICES werkgroep in Hamburg, mei 1994.

Blok, N., 1995.

Visserman nog steeds een gevaarlijk beroep; art. in Maritiem Nederland, Scheepvaart en Techniek; jaargang 84, nr. 2; 1995.

Dieën, J.H. van, Toussaint, H.M., 1995.

Application of the maximum energy criterion to describe the strength of the motion segment under axial compression, Spine 20; 518-525, 1995.

Kimura, J., Veenstra, F.A., et al, 1996 .

Simulation study on effect on human response to the motion of Dutch beamer in framework Beamer-2000 projects; RIVO intern rapport, 96.003, Jan. 1996.

Veenstra, 1996.

Strategisch visserijonderzoek RIVO-DLO Techniek & Technologie 1996-2000*; RIVO rapport, 96.005; 1996.

Lammers, C., 1997.

Vergelijking verpompbare flo-ice met scherfijs voor koelen en opslag van schol aan boord boomkorvisserstvaartuigen in kader RIVO kotter-2000 projecten; RIVO/Inham bedrijfsleven, projectnummer 76508-45; sept. 1997.

Veenstra, F.A., Blom, W.C., 1998.

Tussenrapportage veiligheid on-gecertificeerde klein vissersvaartuigen (< 15 m); RIVO-DLO/GGSM-directie transportveiligheid, C061/98; okt. 1998.

Veenstra, F.A. 1999

Accident prevention onboard Dutch Fishing vessels 1989-1999. Lorient Dutch-France safety-workshop, 23-25 April 1999.

Veenstra, F.A. 2002.

Dutch newbuilds after the 2000 re-design requirements 1990-2000. Fishing News International, Good Gear Guide 2002: new vessels. ISBN 0-9518579-9-1; pages 25-31; 2002.

Morel, G., Chauvin, C., et al. 2006

Towards a new state of resilience for the socio-technical system of the sea fishing industry. *Safety Science*. 44(2006); pages 599-619;2006.

Hale, A., Heijer, T., 2006.

Defining resilience, *Resilience Engineering: concept and precepts*. Ashgate publishing; pages 115-137; 2006.

Stoop, J.A., Kroes, de, J., Hale, A., 2017.

Safety science, a founding fathers retrospection; Elsevier *Safety Science* 94 (2017), 103-115; 2017.

Stoop, J. 2017.

Poised to adapt. Enacting resilience potential through design, governance and organizations; 7th REA, 26-29 June, Liège, Belgium, 2017.

Veenstra, F.A., 2019.

Contemporary fisheries risks and SME Resilience, Dutch fishing vessel (re)designing 1988-2018. Peer Review paper 8th REA symposium on resilience engineering, Sweden, Kalmar, 24-27 June 2019.

Veenstra, Frans, 2021.

"Bridging The Gap, from North Sea fishing vessel design to climate smart design processes". SWZ Maritime, Volume142, November 2021 www.swzmaritime.nl

Hfst. 3 disruptief, meervoudig duurzaam ontwerpen

Amble, A., 1993.

Design criteria for catamaran fishing vessels; MARINTEK, paper International Conference "Modern engineering methods in fishing research"; Nov. 1993.

Marine Stewardship Council, 1998.

Principles and criteria for sustainable fishing and fishery-chain certification; June 1998.

Hoekstra, K., 1999.

De ontwikkeling van de Urker scheepswerven 18^e – 20^e eeuw; <https://docplayer.nl/18276474-De-ontwikkeling-van-de-urker-scheepswerven-door-klaas-hoekstra.html>; maart 1999.

Veenstra, F.A., 2000.

Bompescado Brazil, Bompescado HACCP based fish quality control, pre-audit (fish2dish); IMARES-WUR rapport C040/00; Nov. 2000.

Gommers, H., 2001.

Studie voor het bouwen van energiezuiniger, milieuvriendelijker en bemanningsvriendelijker vissersvaartuig UK 202; Kramer b.v. pilotproject: Groene Noordzeekotter/rapport technisch Bureau Gommers; mei 2001.

Coomans, E., Veenstra, F.A., 2001

Supermarkt gedreven verse visketens, enquête en interviews; IMARES-WUR afstudeerverslag/projectnummer 355-760503; maart 2001.

Veenstra, F.A. 2002.

Dutch newbuilds after the 2000 re-design requirements 1990-2000. *Fishing News International, Good Gear Guide 2002: new vessels*. ISBN 0-9518579-9-1; pages 25-31; 2002.

Veenstra, F.A., 2002.

Verkenning vis- en visserijontwikkelingen in Nederland; IMARES-WUR/Groningen Seaports; projectnummer C016/02; maart 2002.

Luten, J.B., et al., 2003.

Quality fish from catch to consumer; labelling, monitoring and traceability; Wageningen Academic Publisher, CIP data Koninklijke Bibliotheek, 2003.

Scholten, M.C.Th., Oorschot, R., et al. 2003.

Manifest duurzame Kottervisserij, handvat en aanzet voor de ontwikkeling toekomstvisie op duurzame kottervisserij; TNO rapport R2003/023, projectnummer 33268 (milieu, energie, procesinnovatie); febr. 2003.

Nathalie, Steins, et.al., 2006.

Vissen met Tegenwind. Advies Taskforce duurzame Noordzee visserij; publicatie Productschap Vis o.l.v. Dir. Visserijen, Albert Vermuë, ministerie LNV; 27 april 2006.

Safety board Canada, 2006.

Capsizing and loss of life of small scale fishing vessels Newfoundland/Labrador; Gatineau Québec, TSB, sept. 2006.

Woods, D.D., 2006.

Essentials characteristics of resilience engineering, concepts an precepts; Ashgate studies, ISBN: 978-1-4094-103-5; 2006.

Visserij Innovatie Plan, 2006.

Succesvol innoveren in de Nederlandse visserij; vier jaar Visserij Innovatieplatform (VIP); Zwaan media, VIP/EL&I, 2010.

Tomohico, S; 2007.

A QFD-centred design methodology for environmentally conscious product design; International Journal of production research design; 45-pg.18-19.

LNV, Directie Visserijen, 2007.

Perspectief voor een duurzame visserij: operationeel programma 2007-2013 in kader van het Europese Visserijfonds; sept. 2007.

Stoop, J.A., 2007.

Quick scan veiligheid kottervisserij 1995-2005; Kindunos consultancy rapport in opdracht van Inspectie Verkeer en Waterstaat; aug. 2007.

Romkes, H., et al, 2008.

Hoezo dure gasolie: tips om brandstof te besparen en kottierendementen te verhogen; brochure Kenniskring Slim Ondernemen in de platvisvisserij; 2008.

Veenstra, F.A., 2009.

Studenten-/out-of-the-box brainstorm sessie duurzame vissersschepen; art. in Visserijnieuws; febr. 2009.

T'Hart, P., 2009.

Haalbaarheidsstudie boomkorvissen op aardgas; Innovatienetwerk/Maritiem Nederland, projectnummer 09.2.2017/ ISBN 978-90-5059-399-1; sept. 2009.

Witteveen+Bos, 2009.

Evaluatie Visserij Innovatie Platform GV930-1 rapport/opdracht LNV dir. Agroketens en Visserij; 15 september 2009.

Taal, C., Cooten, W., et al., 2009.

Visserijondernemers aan het woord, 11-tal interviews over businessplannen in Nederlandse kottervisserij; LEI-LNV publicatie/,ISBN 978-90-8615-367-1; 2009.

Maatschappelijk Convenant Duurzame visserij, 2009.

Interviews met participanten: LNV, St. Noordzee, Wereldnatuurfonds, Productschap vis; in kader duurzame en maatschappelijk gewaarde Noordzeevervisserij met thema's: duurzame vis, communicatie, onderwijs, beschermde Noordzee gebieden en bestandsbeheer; Visserij Innovatie Platformbrochure in kader Kenniskringen en VIP duurzaamheidsdoelen; juni 2009.

Veenstra, F.A., 2010.

Main requirements and design features of new Fishery Research Vessel for fishery independent data collection as a base for stock assessment Turkish Fisheries Management systems; volume I,II; August 2009, Febr.2010.

Visserij Innovatie Platform, 2010.

Succesvol innoveren in de Nederlandse visserij 2006-2010; publicatie VIP/Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, dec. 2010.

Laar, M., et al. 2010.

Vissen voor de markt; rapport Innovatienetwerk/Visserij Innovatie Platform, rapportnummer 10.2.253/ISBN 978-90-5059-437-0; dec. 2010.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Maatschappelijk_verantwoord_ondernemen, 2010.

Hoefnagel, A., Taal, C., 2010.

Masterplan Transitie Visserijvloot, 1^e fase: Memorandum haalbaarheidsonderzoek; jan. 2010.

Productschap Vis, 2012.

Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen in de visserij, verduurzaming van schip tot schap; rapportage van de Nederlandse vissector, 2012.

Taal, C., Hoefnagel, A., 2012.

Masterplan Duurzame Visserij, 2^e fase: Haalbaarheidsonderzoek, LEI nota 12-019; febr. 2012.

Hoefnagel, A., Taal, C., et al.,2012.

Masterplan Duurzame Visserij, 3^e fase: Projectvoorstel pilot visserij(onderzoek)schip; eindversie 3.1, febr. 2012.

Veenstra, F.A.; 2012.

Reisverslag bezoek Noorse innovatieve visserij-toeleverende (scheepsbouw)bedrijven en visserij-onderzoekinstituten; LNV rapportage; febr.,2012.

Deelstra, H., Urk, R., et al., 2012.

Groene garnalenkotter op basis van Gaastmeer/VCU design; eindverslag EVF/EZ project "Viskotter van de toekomst: energiezuinig, milieu- en Arbo-vriendelijke multipurpose viskotter, geschikt voor toekomstige eisen duurzame garnalenvisserij", aug. 2012.

-
- Liu, J., 2013.
Developing a sustainable fishing vessel, thesis TU Delft thesis/Damen/Imares-WUR; June 2013.
- Macarthur, Ellen, 2013.
The circular economy applied to the automotive industry; www.ellenmacarthurfoundation.org; 2013.
- T'Hart, P., 2014.
Alternative Fuels for Fishing Vessels (AFFV) and application of natural gas LNG) and compressed natural gas (CNG) as a transport fuel; report Blueport North-West/Min. EZ; Nov. 2014.
<https://www.koersenvaart.nl/files/AFFVpubliekeindrapport.pdf>
- Hakvoort, G., Veenstra, F.A., 2014.
Visserijnieuws Magazine MDV-1 Special in kader vakbeurs Holland Fisheries Event Urk; nr. 40, 7-19, okt. 2014.
- Dallinga, R., Meij, de, R., 2014.
MDV-1 pre-study 24 m fishery vessel concept development with recommendation sea performances; MARIN rapport 27674, Jan. 2014.
- Veen, D., 2014.
Pre-studie Life Cycle Assessment van het nieuwe, aantoonbaar duurzame MDV-1 pilotschip; TNO-2014-offerte 0445; febr. 2014.
- Zandstra, A., 2015.
Pre-studie: eindrapportage project ontwikkeling composiet onderdelen voor de MDV-1; rapport Instituut voor Composietontwikkelingen; nov. 2015.
https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/Rapportage_MDV_voucher_C_W_compressed.pdf
- Tamis, J., Vries, de, P, et al. 2015.
Masterplan Duurzame Visserij, LCA-analyse, 1e fase emissieberekenningsreducties; IMARES-WUR rapport, C121/15A; sept. 2015.
https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/iCHaOO-C121.15A_Rapport_Masterplan_Duurzame_Visserij_LCA_-_P._de_Vries
- Keus, B., 2015.
Eerste praktijkresultaten pre-studie MDV-1 twinrigpuls (TRP): welk effect heeft de TRP techniek op het brandstofgebruik in vergelijking met de twinrig-, puls- en boomkortetechniek. Agonus Consultancy rapport, dec. 2015
https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/20151231_Rapport_Twinrippuls.pdf
- Schelvis, R., 2015.
Kwaliteitsbeoordeling verse schol; vergelijk hand- met mechanisch gestripte schol op de MDV-1; IMARES-WUR rapport, C003/16; dec. 2015.
https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/C003.16_-_Kwaliteitsbeoordeling_Verse_Schol_-_RS_-_mnb.pdf
- Goosen-Hoekman, J., Post, L., 2015 .
In de vis, hoe de Urker vis een wereldproduct werd; project 196502015; publicatie Vereniging van Visgroothandelaren/GBU; juni 2015.

Bates, Q., 2015.

Innovative Immanuel joins Dutch fleet; art. Fishing News International, 10-14; July 2015.

Kregting, A., 2015.

Foundation MDV, working together is the future; art. Maritime Holland nr. 2, 38-42; 2015.

Jong, de, W., 2015.

Zuiniger vissen, dieselelektrische voortstuwingsinstallatie van de MDV-1, het revolutionaire vissersvaartuig; SWZ/Maritime, Jaargang 136, 29-30, okt. 2016.

Born, M., et al, 2016.

A feasibility study to all-electric propulsion on board fishing vessels (MDV-1, *in Dutch*), report WUR student consultancy project, oct. 2016.

Baran, S., et al., 2016.

Masterplan Duurzame Visserij: in het kader opleiding Bedrijfseconomie Hogeschool Windesheim, uitvoering DESTEP- en SWOT-analyse; Windesheim studierapport, okt. 2016.

https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/Eindverslag_MVO_MDV.pdf

Brouckaert, B., 2016.

MDV-1IMMANUEL, a sneak peek at the future of fishing vessels. Maritime Holland.vol1, 2016, pages 46-54, Nov. 2016.

Vries, B., Veenstra, F.A., 2016.

Hoe duurzaam wordt de (MDV-1)vis morgen betaald ?; art. SWZ/Maritime, jaargang 137, 26-32, febr. 2016.

MDV-1 KNVTS Schip van het Jaar 2016.

SWZ/Maritime art., jaargang 137, 26-27; Nov. 2016.

Lieshout, M., 2016.

MDV-1, proefschip: stil en schoon vissen op platvis; art. Volkskrant; febr.2016.

Veenstra, F.A., 2017.

MDV-1, from innovative IDEA (2006) to Ship of the Year (2017) (*in Dutch*). Urk;

<https://masterplanduurzamevisserij.nl/nl/kennisbank/onderzoek/publicaties>; sept. 2017.

Luchies, J., Hoefnagel, A., 2017.

De eerste analyses van de bedrijfseconomische prestaties van de MDV-1 geven aan dat aan de economische verwachtingen wordt voldaan;

https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/Rapportage_Eerste_evaluatie_verdienmodel_MDV-1_Immanuel.pdf; sept. 2017.

Veenstra, F.A., 2018.

Sustainability in fishing vessel design process 1988-2018. Progress in Maritime Engineering and Technology; Peer-Review paper Taylor and Francis group London, ISBN 978-1-138-58639-3; 275-282; 2018.

WUR, 2018.

<https://www.wur.nl/en/Dossiers/file/Pulse-fishing.htm> <http://www.bloomassociation.org/en/wp-content/uploads/2018/01/electric-fishingadvocacy.pdf>

<https://www.wur.nl/en/Dossiers/file/Pulse-fishing.htm>

Zaalmink, M., et al., 2018.

Sociaaleconomische gevolgen van een totaal verbod puls-visserij voor de Nederlandse visserijsector; LEI-WUR, NOTA 2018-04 juni 2018.

Dongen, F., 2018.

Afscheidsartikel Frits van Dongen, directeur Damen-Maaskant: bouw Noordzeekotters 1985-2018; art. Visserijnieuws; okt. 2018.

Hakvoort, G., 2018.

De combinatie Hoekman Shipbuilding en Machinefabriek Padmos heeft een dubbele vervolgoopdracht ontvangen voor MDV-1 twinriggers, de MDV-2 en UK225; art. Visserijnieuws, april 2018.

<https://www.visserijnieuws.nl/nieuws/algemeen/20166/dubbele-vervolgopdracht-mdv>

LNV, 2018.

Kringloop visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden; Beleidsnota 08-09-2018.

<https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-landbouw-natuur-en-voedsel/kwaliteit/visie-lnv>

Maaren, van, M., 2018.

Slingerstabilisatie MDV-2; een onderzoek naar praktijkervaringen en zeegangsmetingen; bachelor scriptie STC-Maritieme Techniek Rotterdam; okt. 2018.

Brouckaert, B., 2019.

UK105 Spes Nova, a journey to a sustainable future; Damen-Maaskant spawns a post-MDV-1 breed of fishing vessels; art. Maritime Holland, no4, 2019.

Veenstra, F.A., 2020.

MDV-innovatiemanager als promovendus WUR-TU Delft; Opmaat naar circulaire kotterontwerpen; Visserij Magazine, scheepsbouw/repairatie & voortstuwing special; bijlage Visserijnieuws, 13 maart 2020.

Rijnsdorp AD, Polet H, Poos, et al.; 2020.

The implications of a transition from tickler chain beam trawl to electric pulse trawl to electric pulse on the sustainability and ecosystem effects of the fishery for North Sea sole: an impact assessment. Wageningen University & Research Report C037/20 doi:10.18174/519729

Hfst. 4 prospectief, circulair duurzaam, i;imaat-responsief ontwerpen

Marlen, B., Haan, de, D., 1988.

Elektrische platvisstimulering (verleden, heden, toekomst); RIVO rapport TO 88-06, 1988.

Marlen, van, B., 1988.

A note on the investment appraisal of new (pulse)fishing techniques ; RIVO-ICES paper C.M. 1988/B: 16, Fish Capture committee, 1988.

Mistree, F., et al., 1990.

Decision-based design: a contemporary paradigm for ship design. Transactions, Society of Naval Architects and Marine Engineers, 98, 565-597. 1990

Landes, D., 2003.

The Unbound Prometheus. Technical Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present, 2003.

Joop Luten, J., et al., 2003.

Quality of Fish, from Catch to consumer, labelling, monitoring, traceability; Wageningen Academic Publishers; 2003.

SSPA TEM MariTerm AB, 2004.

LCA ship, a life cycle analysis program for ships.

<http://www.mariterm.se/wpcontent/uploads/2016/08/Final-report-LCA-ship.pdf>

Moral, G., 2006.

Towards a new state of resilience for the sociotechnical system of the sea fishing industry, Safety Sciences, 44-pg.599-619, 2006.

Yang, Y. 2007.

A study on the preliminary ship design method using deterministic approach and probabilistic approach including hull form. Structural and Multidisciplinary Optimization, 33, 529-539.

Vos-Effting, 2008.

A LCA based eco-design considerations for the Rainbow Warrior III. International Hiswa Symposium Yacht design and- construction Amsterdam,17-18 nov. 2008.

Stoop, J.A., Dekker, S.; 2010.

Accident modelling: from symptom to system. EU Human Factors and Ergonomic Society annual meeting, Lynkoping, Sweden, oct. 2010.

Papenikolau, A. 2010.

Holistic ship design optimization. Computer-Aided Design, 42, 1028-1044.

Hoven, J., van der; 2013.

Value sensitive design and responsible innovation; Wiley library; 2013.

Marin, Dallinga, R., 2014.

MDV-1 pre-study 24 m fishery vessel concept development with recommendation sea performances; MARIN rapport 27674, Jan. 2014.

Veen, D., 2014.

Pre-studie Life Cycle Assessment van het nieuwe, aantoonbaar duurzame MDV-1 pilotschip; TNO-2014-off-0445; febr. 2014.

MARPOL ANNEX VI,2012.

Guidelines on the method of calculation of the attained Energy Efficiency Design Index (EEDI) for new ships, resolution MEPC.212(63); Guidelines for the development of a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP), resolution MEPC.213(63); Guidelines on survey and certification of the Energy Efficiency Design Index (EEDI), resolution MEPC.214(63); Guidelines for calculation of reference lines for use with the Energy Efficiency Design Index (EEDI), resolution MEPC.215(63); 2012.

Keus, B., 2015

Eerste praktijkresultaten pre-studie MDV-1 twinrigpuls (TRP): welk effect heeft de TRP techniek op het brandstofgebruik in vergelijking met de twinrig-, puls- en boomkorttechniek. Agonus Consultancy rapport, dec. 2015

https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/20151231_Rapport_Twinrippuls.pdf

Zandstra, A., 2015.

Pre-studie: eindrapportage project ontwikkeling composiet onderdelen voor de MDV-1; rapport Instituut voor Composietontwikkelingen; nov. 2015.

https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/Rapportage_MDV_voucher_CW_compressed.pdf

Tamis, J., Vries, de, P, et al. 2015.

Masterplan Duurzame Visserij, LCA-analyse, 1e fase emissieberekenningsreducties; IMARES-WUR rapport, C121/15A; sept. 2015.

https://masterplanduurzamevisserij.nl/upload/Kennisbank/Rapporten/iCHaOO-C121.15A_Rapport_Masterplan_Duurzame_Visserij_LCA_-_P._de_Vries

Veenstra, F.A., 2017.

MDV-1, from innovative IDEA (2006) to Ship of the Year (2017) (*in Dutch*). Urk;

<https://masterplanduurzamevisserij.nl/nl/kennisbank/onderzoek/publicaties>; sept. 2017.

Ellen Macarthur foundation, 2017.

THE CIRCULAR ECONOMY IN DETAIL; Ellen MacArthur Foundation ANBI

RSIN: 8257 45 925

<https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>

Stoop, J.A., 2017.

Poised to adapt, enabling resilience potential through design, governance and organizations ; 7th REA, Liège, Belgium; 2017.

Wärtsilä, 2017.

How to ensure power plant-performance and efficiency throughout the lifecycle; Wartsila business white paper, 2017.

https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/services-documents/white-papers/wartsila-bwp---how-to-ensure-power-plant-performance-and-efficiency-throughout-the-lifecycle.pdf?sfvrsn=16f76244_19

LNV, 2018.

Kringloop visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden; Beleidsnota 08-09-2018.

<https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-landbouw-natuur-en-voedsel/kwaliteit/visie-lnv>

Janse, B., 2018

Cyclic Innovation Model (CIM) by Berkhout, A.J., www.toolshero.com/innovation/berkhout; 2019

Veenstra, F.A., 2018.

Sustainability in fishing vessel design process 1988-2018 MARTECH 2018, Lisbon 4th international conference on maritime technology and engineering Lisbon Portugal; 7-9 May 2018,

Veenstra, F.A., 2018.

CEDI sustainability ranking in fishing vessel design process. WMTC'18 world maritime congress; Sjanghai, Dec. 4-7, 2018.

Veenstra, F.A. and J.A Stoop, J.J Hopman, J.J ; 2018.

“CEDi sustainability-ranking in fishing vessel design process” WMTC18, f-180612-259: World Maritime Technology Conference. Shanghai; Dec. 5-7 2018.

Maaren, van, M., 2018.
Slingerstabilisatie MDV-2; een onderzoek naar praktijkervaringen en zeegangsmetingen; bachelor scriptie Maritieme Techniek Rotterdam; okt. 2018.

Veenstra, F.A and J.A. Stoop, J.J Hopman J.J , 2019.
“Cedi-Index Validation In circular Fishing Vessel Design Process”: International Journal of Current Advanced Research,(IJCAR) 08(01), pp.16776-16782. DOI:
<http://dx.doi.org/10.24327/ijcar.2019.16782.31>

Quirijns, F. , et al., 2019.
Duurzame Noordzee kottervisserij in ontwikkeling,; ervaringen, lessen en bouwstenen; WUR-LNV rapport C085/19; sept. 2019.

Papanikolaos, A; 2019.
A holistic approach to ship design. Volume I optimization of ship design and operation for life cycle. ISBN 978-3-030-02809-1 Springer, Switzerland.

Veenstra F. A., 2019.
Cedi-Index Validation In circular Fishing Vessel Design Process, International Journal of Current Advanced Research,(IJCAR) 08(01), pp. 16776-16782. DOI:
<http://dx.doi.org/10.24327/ijcar.2019.16782.31>

Veenstra, F.A., 2020.
MDV-innovatiemanager als promovendus WUR-TU Delft; Opmaat naar circulaire kottersonontwerpen; Visserij Magazine, scheepsbouw/repatrie & voortstuwing special; bijlage Visserijnieuws, 13 maart 2020.

Veenstra, F.A., 2021.
Alternatieve brandstoffen in de kottervisserij, de MDV ontwerpbenaderingen; Visserijnieuws Magazine scheepsbouw/voortstuwing special; nr 10, maart 2021.

Tjoeng, M., 2021.
Visserijvernieuwer Frans Veenstra: “Als je drones op Mars kunt laten vliegen, kun je ze ook voor de visserij inzetten; Follow the Money interview/publicatie; aug. 2021.

Veenstra, F.A., 2021.
“Bridging The Gap, from North Sea fishing vessel design to climate smart design processes”. SWZ Maritime, Volume142, November 2021 www.swzmaritime.nl

Veenstra, F.A., 2022.
“Circular-adaptive designing, a design shift in sustainable fishing vessel design processes”; Peer Review paper Congress WMTC2021-SP-1097 ,April 26-28 2022, Copenhagen; April 2022.

Veenstra, 2023.
Naar energie- en klimaat neutraal vissen, Visserij Innovatie Netwerk (VIN) neemt het voortouw; SWZ Maritime, pg. 78-81, maart 2023.
Kotter van de toekomst: <https://vistikhetmaar.nl/podcasts/> ;
VIN pitch https://www.youtube.com/playlist?list=PLf4IbQ9Y_UXZ8T1phMcveW6YSDZ3pFmRD

Veenstra, 2023.

Veenstra en Stoop, Maatschap triple Zero bewaken de integrale duurzaamheidsinnovaties met Triple ZERO als Stip op de Horizon 2050; Visserijnieuws scheepsbouw special, 17 maart 2023.

Brands, J., 2024.

Project Octopus heeft als doel een flexibel-modulaire kotter, gericht op de triple ZERO toekomst van de visserij (Horizon 2030-2050). Bijdragend aan de innovatieve transformatie van de Nederlandse kottervisserij, afgestemd op de duurzame blauwe economie en Noordzee multi-gebruiksruimte; <https://projectoctopus.nl/>

Hfst. 5 Reflectie visserij duurzaamheid en systeem methodisch ontwerpen

Gelderblom, G.J., 1988.

Scenario's in de ontwerpmethodologie; Vakgroep Veiligheidskunde TU delft, 1988.

Gallin, C., et al., 1988.

Ontwerpen van schepen. Collegedictaat mt 110 en mt 111, faculteit der Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek, TU Delft, 1988.

Vincenti W., 1990.

What Engineers Know and How They Know It. Analytical Studies from aeronautical History. The John Hopkins University Press; 1990.

Stoop, J.A ,1990.

Safety and the Design Process, doctoral thesis TU Delft: ISBN 90-9003301-7/ CIP Den Haag, 1990.

Woods D., Patterson E., Corban J. and Watts J., 1996.

Bridging the gap between user-centered intentions and actual design practice. Human Factors and Ergonomics Society Conference 40th Annual Meeting 1996

Bruin, de, H., 1997.

Ontwerp van besluitvormingsprocessen; TB reeks/paper studiemiddag TU Delft Technisch Bestuurskundig Ontwerpen; april 1997.

Vries, de, R.J.M., 1997.

Ontwerp vistransport catamaran; RIVO-Hogeschool Haarlem afstudeerstudie, S99/FTC1; okt. 1997.

Rozenburg, N.; Eekels, J., 1998.

College werktuigkundig productontwerpen, structuur en methoden, TU Delft; <https://project.3me.tudelft.nl/2017/wb47/Ontwerpproces.pdf>

Marlen, B van, et al.,1999.

Vergelijkend onderzoek naar de selectiviteit van een prototype elektrische boomkor en een conventionele kor met wekkerkettingen. RIVO-rapport 99.006. RIVO, IJmuiden.

Tooren, van M., 2003.

Sustainable Knowledge Growth; inaugural speech; chair Systems integration aircraft TU Delft March, 2003.

- Joop Luten, J., et al., 2003.
Quality of Fish, from Catch to consumer, labelling, monitoring, traceability; Wageningen Academic Publishers; 2003.
- Siers, F.J., 2004.
Methodisch Ontwerpen volgens H.H. van den Kroonenberg. Wolters Noordhoff Groningen – Houten, derde druk 2004, ISBN 90 01 50901 0; 2004
- Stoop, J.A., 2004.
Ontwerpen in het TIL domein, technologische concepten en methodologische overwegingen; TU Delft rapport, faculteit TBM, sectie transport, infrastructuur en logistiek; juli 2004.
- ICES., 2006.
Answer to Special request on pulse trawl electrical fishing gear. <https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2006/Reply%20to%20request%20on%20pulse%20trawl.pdf>
- European Commission, COM., 2006.
Verduurzaming van de EU-visserij op basis van de maximale duurzame opbrengst; 360, mededeling aan de Raad en het Europees Parlement, {SEC(2006) 868}.
- Berkhout, G., 2007.
The Cyclic Nature of Innovation: connecting hard sciences with soft values. G. L, editor. Amsterdam: JAI Press, Elsevier; 2007.
- Hopman, H., 2007.
Intreerede TU Delft 3mE: ONTWERPEN VAN SCHEPEN Tussen Kunst en Topsport; faculty Mechanical, Maritime and Materials engineering, 3 mE-TU Delft, ; 24 oktober 2007
- Tomiyama, T., 2007.
Vertical and Horizontal systems integration; faculty Mechanical, Maritime and Materials engineering, 3 mE-TU Delft, dec. 2007
- Kipp, T, Krause, D; 2008.
Design for variety-efficient support for design engineers. International Design Conference-Design, Dubrovnik-Croatia, May 1—22, 2008.
- Bos, B, Groot Koerkamp, P, et al.; 2009.
Reflexive interactive Design and its applications in a project on sustainability dairy husbandry systems. Outlook Agriculture 38 (2): 137-145; 2009
- Smeets, P., 2009.
Expeditie Agroparken, ontwerpend onderzoek naar metro-politane landbouw en duurzame ontwikkeling; WUR doctoraal thesis; okt. 2009.
- Bos, A.P., 2010
Reflexief Interactief Ontwerpen (RIO). De interactieve aanpak van Wageningen UR Livestock Research achter 'Ontwerpen voor Systeeminnovatie' WUR (publiek)rapport 344; ISSN 1570 – 8616; Maart 2010.
- Miedema, H., et al., 2010.
Methodisch ontwerpen voor een integraal duurzaam houderij-systemen voor zeugen en Biggen; WUR rapport 401; okt. 2010.

-
- Bierens, B., et al.; 2010.
Vissen voor de Markt ; kansen voor de Noordzeevervisserij in een moeilijke markt; Zwaan printmedia;
ISBN 978 90 5059 437 0; 2010
- Rotmans, J; 2010.
Transitieagenda voor Nederland: innoveren in duurzame innovaties; uitg.KSI; ISBN 978-90-9025499-9;
Rotterdam, 2010.
- Van der Hoven, J., 2013.
Value sensitive design and responsible innovation. Wiley online library.
<https://doi.org/10.1002/9781118551424.ch4>
- Steenbergen, J., et al.,2013.
Discards aanlandingsproblematiek ; inventarisatie en verkenning lopende innovaties en noodzaak
krachtenbundeling; sept. 2013; IMARES Wageningen WUR/VisNed; 2013.
- Lenzholzer, S, Brown, R, 2013.
Climate-responsive landscape architecture design construction, Elsevier Ltd
(http://www.designdebates.nl/_pdf/JCLP3249_proof-final.pdf0;2013.
- Snijder, N., Brouckaert, E, et al., 2014.
Vistraject: duurzaamheidstraject in de Belgische visserijsector; Devriendt Printing, Koekelarel;
ILVO/<https://valduvis.be>; 2014.
- Stoop, J.A., et al., 2015.
ESReDA kubus; een nieuwe kijk op complexe systemen en veiligheidsoplossingen;
<https://www.esreda.org/esreda-publications/>;2015
<https://www.esreda.org/wp-content/uploads/2021/01/ESReDA-foresight-safety-chapter07.pdf>
- Eekhout, M., 2015.
Technologisch ontwerpen in spagaat tussen wetenschap en innovaties; uittreerede leerstoel
Productontwikkeling TU Delft; maart 2015.
- Turenhout MNJ, Zaalmink BW, Strietman WJ, Hamon KG, 2016.
Pulse fisheries in the Netherlands: Economic and spatial impact study. Wageningen Economic
Research Report 2016-104. 32pp.
- Janse, B. 2018.
Cyclic Innovation Model (CIM) by A.J. Berkhout. Retrieved [march 2019] from ToolsHero:
<https://www.toolshero.com/innovation/berkhout-cyclic-innovation-model-cim/>
- LNV, 2018.
Kringloop visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden; Beleidsnota 08-09-2018.
<https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-landbouw-natuur-en-voedsel/kwaliteit/visie-lnv>
- Vis, van de , H., 2018.
EFSA Guidance on the assessment criteria for applications for new or modified stunning methods
regarding animal protection at the time of killing. EFSA J 16(7):5343, 35 pp.; 2018
- Piero, F., 2019.

An Insider's View on the Economics of Hyman Minsky; centrale idee: stabiliteit destabiliseert. De kern van Minsky's hypothese is dat stabiliteit destabiliserend werkt en riskant gedrag van investeerders uitlokt, 2019.

Burger, A, 2019.

Duurzame kottervisserij op de Noordzee; een advies aan minister van LNV betreffende toekomstvisie voor een duurzame kottervisserij; LNV rapport; okt. 2019.

Quirijns, F. , et al., 2019.

Duurzame Noordzee kottervisserij in ontwikkeling; ervaringen, lessen en bouwstenen; WUR-LNV rapport C085/19; sept. 2019.

Hoof, van, L., 2019.

Zee in Zicht: Inzicht, een zoektocht naar een integraal afwegingskader voor het gebruik van de zee Researchgate publicatie, 2019.

https://www.researchgate.net/publication/283274301_Zee_op_Zicht_Inzicht_een_zoektocht_naar_e_en_integraal_afwegingskader_voor_het_gebruik_van_de_zee

[Boelie,E. Bos, B.; 2019.](#)

[The RIO approach: Design and anchoring of sustainable animal husbandry systems. Technological engineering and social change; Science Direct; Volume 141, page 141-152, Aug. 2019.](#)

Garido, A., Starkey, D.,2020.

Too Valuable to be Lost; Overfishing in the North Atlantic since 1880 , ISBN 978-3-11-06-3758-8; bijdrage Frits Loomeyer "Between Brussels and the biologists: the roots of the Dutch overfishing issue", 49-69, 2020.

Hoof L, van; Steins NA, Smith S, Kraan M. 2020.

Change as a permanent condition: A history of transition processes in Dutch North Sea fisheries. Marine Policy. 122:104245. doi:10.1016/j.marpol.2020.104245

Noordzeeakkoord, 2020.

<https://visserij.nl/2020/06/19/rijksoverheid-toekomstvisie-voor-kottervisserij/>
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/06/19/bijlage-ofl-rapport-het-akkoord-voor-de-noordzee>.

Rijnsdorp AD, et al, 2020a.

Mitigating ecosystem impacts of bottom trawl fisheries for North Sea sole *Solea solea* by replacing mechanical by electrical stimulation. PLoS One. 15(11):e0228528. doi:10.1371/journal.pone.0228528

Rijnsdorp AD, Polet H, Poos, et al. ;2020b.

The implications of a transition from Reviews in Fisheries Science & Aquaculture 15 tickler chain beam trawl to electric pulse trawl on the sustainability and ecosystem effects of the fishery for North Sea sole: an impact assessment. Wageningen Marine Research Report C037/20doi:10.18174/519729

Steins NA, Kraan ML, Reijden KJ, Quirijns FJ, BroekhovenW, Poos JJ. 2020.

Integrating collaborative research in marine science: Recommendations from an evaluation of evolving science-industry partnerships in Dutch demersal fisheries. Fish Fish.21(1):146–161. doi:10.1111/faf.12423.

Steins, N., 2021.

Combining offshore wind farms, nature conservation and seafood: Lessons from a Dutch community of practice; 2021.

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/marpol>

<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104371>

United, 2021.

UNITED projects, from 2020 until 2023 provide evidence for the viability of ocean multi-use through the development of five demonstration pilots in the real European marine environment

<https://www.h2020united.eu/about>

Dijsselbloem, J., et al., 2021.

Kapseizen en zinken viskotters Lessen uit de voorvallen met de UK-165 Lummetje

en de UK-171 Spes Salutis, mei 2021; <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/15703/kapseizen-en-zinken-viskotters---lessen-uit-de-voorvallen-met-de-uk>

Oostenbrugge, N., 2021.

Studieresultaten ombouw emissiearme garnalenkotters; Kroes Marine Project in opdracht van Vissersbond-VisNed-ZK 14, FME; nov. 2021.

Toeng, M., 2021.

Frans Veenstra: "Als je drones op Mars kunt laten vliegen, kun je ze ook voor de visserij inzetten"; Follow-the-Money interview; aug. 2021

<https://www.ftm.nl/artikelen/visserij-innovatie-frans-veenstra>

Veenstra, F.A., Stoop, J.A. 2021.

Masterplan Duurzame garnalenvisserij Waddenzee naar Zero Emission Vessel en multiduurzaam; Maatschap triple Zero/Damen-Maaskant; mei 2021.

Kraan, Marloes, et al., 2021

Beyond me 'tiers: social factors influence fisher behaviour; ICES Journal of Marine Science (2021), doi:10.1093/icesjms/fsab050/

Veenstra, F.A., 2021.

"THE MDV FISHERY CASE, circular sustainability and climate smart design processes". SWZ Maritime, Volume142, January 2021 www.swzmaritime.nl

Veenstra, F.A., 2021.

"Bridging The Gap, from North Sea fishing vessel design to climate smart design processes". SWZ Maritime, Volume142, November 2021 www.swzmaritime.nl

Steins NA, Mattens A, Kraan M. 2022.

Being able is not necessarily being willing: Governance implications of social, policy and science-related factors aspects influencing uptake of selective gear. ICES Journal of Marine Science. (Accepted 24 January 2022). Reserved doi:10.1093/icesjms/fsac01

Delaney, alyne, Kraan, Marloes, Steins, Nathalie, et.al., 2022

Socio-Technical Approaches are needed for Innovation in Fisheries; Fisheries Sciences and Aquaculture, <https://doi.org/10.180/23308249.2022.2047886>

Scheefel, L., et.al., 2022

[‘How to make regenerative practices work on the farm; a modelling framework’. Sciencedirect, Agricultural systems, volume 198, April 2022.](#)

Veenstra, F.A., 2022.

“Circular-adaptive designing, a design shift in sustainable fishing vessel design processes”; Peer Review paper Congress WMTC2021-SP-1097 ,April 26-28 2022, Copenhagen; April 2022.

Vis, van de , H., 2022.

Vissen verdoven aan boord: is dat de Toekomst ? duurzaamheid-art. Trouw; 27 april 2022

<https://www.trouw.nl/duurzaamheid-natuur/vissen-verdoven-aan-boord>

LNV, 2022.

Duurzame kottervisserij op de Noordzee; Innovatieagenda 2022-2030; RVO brochure Visserij Innovatie Netwerk, 2022.

Casini, M., 2022.

Construction 4.0; Chapter 2 – Holistic, climate-adaptive building/ design approach/decision support tool; Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering; Pages 61-149; 2022

Moreira, T., Groot Koerkamp, P.; Jansen, A., et.al; 2023.

“Breaking the mould: developing crop protection strategies with reflexive Interactive design”. Science Direct; Agricultural systems, volume 210, Aug. 2023.

Veenstra, 2023.

Naar energie- en klimaat neutraal vissen, Visserij Innovatie Netwerk (VIN) neemt het voortouw; SWZ Maritime, pg. 78-81, maart 2023.

Veenstra, 2023.

Veenstra en Stoop, Maatschap triple Zero bewaken de integrale duurzaamheidsinnovaties met Triple ZERO als Stip op de Horizon 2050; Visserijnieuws scheepsbouw special, 17 maart 2023.

Brands, J., 2024.

Project Octopus heeft als doel een flexibel-modulaire kotter, gericht op de triple ZERO toekomst van de kottervisserij (Horizon 2030-2050). Bijdragend aan de innovatieve transformatie van de Nederlandse visserij, gefocust op de duurzame blauwe economie en vissend in de Noordzee multi-gebruiksruimte; <https://projectoctopus.nl/>

APPENDIX hoofdstuk 2, par. 2.5.2 Kotter-2000 follow-up projecten 1990-1997

In navolging op het wetenschappelijke TU Delft-RIVO Kotter-2000 veiligheidskundige onderzoek (1985-1990) zijn op RIVO initiatief een aantal arbo-verbeter- en herontwerppunten pragmatisch-realistisch uitgevoerd, toen der tijd aangeduid als Kotter-2000 projecten:

- Kotter-2000 componentinnovaties op het visdek en rompvormoptimalisatie
- Kotter-2000 deelsysteemoptimalisaties voor brug, machinekamer en visruim

De componentinnovaties werden participatief uitgevoerd (wetenschap-praktijk) met financiële ondersteuning van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Directoraat-Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken) en Productschap voor Vis en Visproducten. Het toegepast wetenschappelijk onderzoek was visserij technisch onder RIVO leiding en met inbreng van arbo-betrokken vissers en toeleverende visserijbedrijven.

De deelsysteemoptimalisaties waren TU Delft master-afstudeerstudies bij het RIVO. De *Kindunos* wetenschappelijke gebruiksgesichte en socio-technische systeem-herontwerpbenadering was leidend, boomkorkotterwerkplekken gerelateerd (Referenties: Bronnenlijst, naam, jaartal).

1. Kotter-2000 innovaties op het visdek

Als vervolg op de TU Delft/RIVO onderzoekresultaten was door het Directoraat-Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken (DGSM) een veiligheids-projectgroep ingesteld (Stichting Nederlandse visserij, DGSM/SI, SoZa en RIVO; 1993). De projectgroep ging zich bezighouden met de implementatie van de technische aanbevelingen en/of instructiemethoden ten aanzien van het verbeteren van de veiligheid en arbeidsomstandigheden aan boord van vissersvaartuigen. Uitgangspunten waren de arbeidsongevallen, Kindunos ongevallen- en ernsttypologie en technische verbeterpunten op/voor het visdek en bij de vangstverwerking. Omdat de Kindunos-oplossingen en herontwerpoplossingsrichtingen conceptueel en globaal van aard waren werden de Arbo-veiligheidsknelpunten door de projectgroep nader beoordeeld door de belangrijkste visserij veiligheid-betrokkenen (ministeries, bestuurders, vissers, onderzoekers), gevolgd door praktische, probleemoplossende aanbevelingen. De aanbevelingen ondersteunde de Kindunos-oplossingen, maar betroffen ook preventiemaatregelen, zoals voorlichting, plaatsen handgrepen en dragen van beschermende kleding, zwemvesten en helmen (Elfering, 1993).

1.1 Veiligheid-demonstratieprojecten bij boomkortuighandling

Uitgaande van de vijf ernstigste arbeidsongevallen/knelpunten (tabel 2.2) kreeg RIVO vanuit de Veiligheidsprojectgroep de opdracht om samen met de visserijpraktijk de Kindunos technische oplossingen in met/de praktijk aan boord bestaande boomkorkotters te testen en waar nodig te verbeteren (tabel 1). Dit onderzoek werd gesubsidieerd en ondersteund door de DGSM veiligheidsprojectgroep. Er was vanuit de vissers veel belangstelling om de praktijkproeven bij hun aan boord uit te voeren, o.a. UK 104, OD 1, GO 59, IJM 44.

Tabel 1 Follow-up DGSM/RIVO onderzoek/demonstratieprojecten naar deeloplossingen bij vistuig-, netten- en vislijn handling op het werkdek (Veenstra, Stoop, 1992).

Veiligheidsknelpunten	Lokale deeloplossingen	Meerkosten (Hfl.)
1) Ongecontroleerde trekkkrachten met verhaalkop	Eliminatie verhaalkop d.m.v. vervanging met hulptrommel	75.000,-
2) Vallen jomperhaak aan dek	Onder spanning houden van jomperdraad d.m.v.. een valgewicht of actieve haspel	25.000,-
3) Slaand kuiltouw aan dek	Aanbrengen van hydraulisch of pneumatisch in de verschansing intrekbare kuiltouwpenen	20.000,-
4) Beknellen door viskuil	Aanbrengen vangconstructie nabij visputten	30.000,-
5) Doorslaan gieken naar de andere kant	Fixeren gieken via opstelling tuidraden of hydraulische buffer in het portaal	5.000,- tot 50.000,-

Op visserijbijeenkomsten en in de visserijvakbladen werden de resultaten van de demonstratieprojecten met de kottervisserijsector gedeeld en bediscussieerd (Bouwman,1991). Diverse technische deeloplossingen werden daarna door andere kotters overgenomen, zoals separate jomperhulpieren en op de verschansing een hydraulisch, op afstand bedienbare kuiltouwpen (fig.1). Met de kuiltouwpen oplossing konden ongevallen bij het gebruik van losse verhaalkoppen aan weerszijde van de accommodatie voorzienbaar verminderd c.q. geëlimineerd worden.

Extra trommels aanbrengen op de bestaande hoofdvislier bleek niet altijd mogelijk te zien, maar werden bij nieuwbouwkotters wel geïncorporeerd evenals meerdere aanbevelingen vanuit de veiligheid-projectgroep (Veenstra, 1994; Veenstra,1998; Veenstra, 2002).



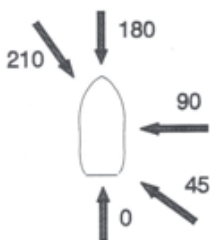
Figuur 1 Hydraulische, vanaf de brug bedienbare kuiltouwen; Kotter-2000

1.2 Kotter-2000 rompvormoptimalisatie en humanresponse-simulaties

Om de TU Delft/RIVO Kotter-2000 onderzoekaanbeveling voor in de midscheeps visverwerken verder te kunnen onderbouwen heeft de DGSM veiligheidsprojectgroep een onderzoeksopdracht aan MARIN (hydrodynamisch onderzoek) verstrekt om samen met RIVO praktijkmetingen aan boord van Kotter-2000 type boomkorkotters te doen en te vergelijken/valideren met de eerder berekende MARIN/RIVO berekende versnellingsniveaus (fig. 3).

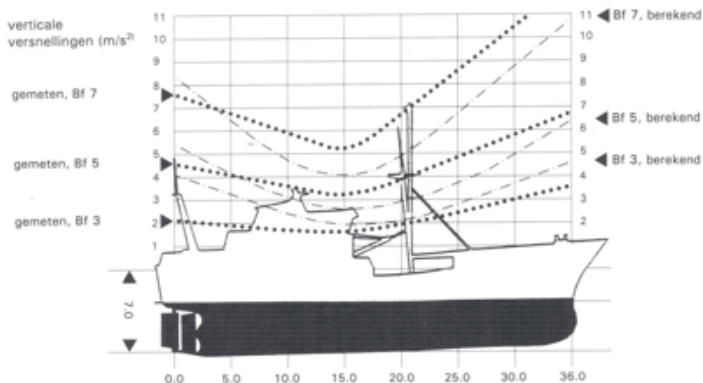
De aanbeveling voor visverwerking in de midscheeps werd in de 90e jaren alleen op de nieuwbouwkotter PD 174 toegepast (fig. 2.19).

Tijdens proefvaarten van twee vergelijkbare nieuwbouwkotters werden zowel voor de stomende als vissende condities een serie verticale versnellingsmetingen gedaan bij verschillende golfrichtingen (fig.2).



Figuur 2 Inkomende golfrichtingen t.o.v. de kotter (Marin, 1992).

De door MARIN gemeten versnellingen werden voor vergelijkingsdoeleinden omgerekend in z-richting waarden onder Beaufort 4, 6 en 8 Noordzeecondities. De gemeten waarden werden vergeleken met de eerste berekende waarden (fig. 3).



Figuur 3 Vergelijking gemeten en berekende versnellingsniveaus boomkorkotters als functie van de scheeps lengte 0 – 36 m (Marin, 1992).

Behalve metingen heeft MARIN/RIVO ook literatuuronderzoek gedaan naar welke criteria en/of richtlijnen in de 80°/90° jaren konden gelden met betrekking tot maximaal toelaatbare versnellingsniveaus in de scheepvaart. De conclusies was dat het vooralsnog het *Nordic*-criterium aanbevolen kon worden met maximale verticale versnellingsniveaus van 0.6 g. De orde van grootte waarden tussen de berekende en metingen kwamen redelijk overeen en bevestigden nogmaals dat de versnellingsniveaus in de midscheeps het laagst zijn. Op het voorschip, onder de bak konden de waarden oplopen tot 2x de niveaus in de midscheeps, afhankelijk van de golfrichtingen. Het criterium van 0.6 g wordt het minst vaak overschreden in de midscheeps. Ook bleek dat de bewegingen in de vissende en stomende conditie elkaar niet veel ontliepen, behalve bij de golfrichting van 210°. Generiek gesproken waren er voor de stomende en vissende condities geen significante verschillen. Omdat de verhouding stomen/vissen in de Noordzee koter(week)visserij 80-20 % was, werd voor de onderzoekers en DGSM de vissende conditie maatgevend.

In het verlengde van het MARIN/RIVO zeegangsgedrag ontstond de vraag of met kleine scheepsaanpassingen, met name de afmetingen en/of rompvormen de verticale versnellingen ook gedempt zouden kunnen worden? Bij de keuze van de meetkotters werd daarom gekozen voor twee kotters met verschillende breedte: 8 en 9 m bij dezelfde lengte van 36 m. Als rompvormvariant werd gekozen voor kotters met en zonder een bulbsteven: een torpedovormig boeg-onderdeel om de golfweerstand en versnellingsgedrag te beïnvloeden.

Naar de mogelijke dempende invloed van bulbstevens was al eerder in het kader van een scheepsbouwkundig afstudeerproject (HTS Haarlem/RIVO) berekeningen uitgevoerd met het MARIN-programma SHIPMO (Scholte, 1990). Deze berekende uitkomsten vertoonden net als bij de praktijkmetingen geen significante verschillen voor de verticale versnellingen onder de bak.

Omdat de berekeningen en praktijkmetingen een eerste verkenning waren, schreven RIVO en MARIN in het kader van de Kotter-2000 projecten een nieuw onderzoeksvorstel "Rompvorm-2000" om in seriematige modelproeven in de sleeptank bij MARIN rompvorm- en parametervarianten te optimaliseren (Blom, 1979). De sleeptankfocus lag op het optimaliseren van kotterrompvormen in de context van weerstandsverlaging/brandstofbesparingen en verbetering van het zeegangsgedrag voor de Kotter-2000 type vissersvaartuigen. Alhoewel de DGSM veiligheidsgroep betrokkenen het onderzoeksvorstel ondersteunden, kwam er in de 90° jaren geen budget beschikbaar.

Wel heeft RIVO- en IMAG-DLO (arbo en ergonomie; Schuffel, 1989; Stoop1990) in samenwerking met de Hokkaido Universiteit, *faculty of fisheries* een simulatiestudie uitgevoerd. Gericht op welke effecten het kotterzeegangsgedrag op het functioneren van de visserman heeft (van Dien,1995; Kimura, Veenstra, 1996). De *human response* uitkomsten, te veel rugbelasting benadrukte nog eens de aanbevelingen van eerder uitgevoerde Kotter-2000 afstudeerstudies de werkbelastingen van kotterbemanningen te verminderen, niet alleen met behulp van technische componentinnovaties (semi-automatisering) maar ook middels deelsysteemoptimalisaties (herinrichting) en aanpassing van werkprotocollen (educatie).

2. Kotter-2000 optimalisatie: brug, machinekamer en visruim

Zonder een uitgebreide beschrijving te geven van alle onderzoek(tussen)resultaten (1990-1998) lag de PhD focus met name op de ontwerp perspectieven en verdere toepassing van de Kindunos onderzoekaankpak en herontwerpstructuur voor socio-technische systemen (par. 2.2.1). Behalve de Kindunos Arbo-ontwerpaspecten (ontwerpspiraal, fig. 2.1) werden de in de 90^e jaren opkomende milieu en voedselkwaliteitsaspecten in de deelsysteem herontwerpbenaderingen gelijkwaardig geïncorporeerd. In het kader van verdere Kotter-2000 kennisoverdracht werden deze afstudeerstudies aangeduid als post-Kindunos Kotter-2000 follow-up projecten. De onderzoeken met Kotter-2000 ontwerpverbeteringen werden door afstudeerders en RIVO onderzoekers uitgevoerd. De afstudeerders kwamen van de TU Delft (scheepsbouw, industriële vormgeving) en HTS Haarlem (scheepsbouwkundig ontwerpen), waarmee RIVO technisch onderzoek al jaren goede samenwerkingsverbanden had. Behalve regelmatig wetenschappelijk RIVO-TU Delft overleg werden de bevindingen ook gedeeld met vissers. Hiervoor gingen de studenten met kottervisreizen mee. Waar relevant was er overleg met toeleverende bedrijven, met name ten aanzien van rompvormoptimalisaties (Marin) visserij- en brugapparatuur (Radio Holland), (hulp)motoren (Stork) en visverwerkingsapparatuur (Afak). De methodische herontwerpbenadering en oplossingsrichtingen werden bij de visserijwerven getoetst en (inter)nationaal bediscussieerd op wetenschappelijke congressen in (visserij)scheepsbouwkundige ontwerp domeinen (Veenstra,2002).

2.1 Brug-2000, deelsysteemoptimalisatie

Het herontwerp/herinrichting van de boomkorkotterbrug was in eerste instantie gericht om in het kader van het lopende Kotter-2000 veiligheidsonderzoek verdergaande oplossingen te genereren ter vermindering van de werkbelasting voor de wachtsman. Methodisch werd het brug-2000 onderzoek met probleemgericht deelsysteemoplossingen gestructureerd (Kindunos, 1990; tabel 2 (incl. PhD upgrade, Veenstra, 2021).

Tabel 2 Methodologische ontwerpstructuur met probleemoplossend onderzoek kotterbrug deelsysteem.

herontwerpstructuur	probleemgerichte onderzoek- en oplossingenaspecten
Analyse	Veiligheid en arbeidsomstandigheden met ongevallen en taak/werkbelasting-analysematrices
Identificatie	Systeemmodel representatieve kotterbrug en programma van (oplossing)en
Genereren oplossingen in	Vanuit veiligheids-geïntegreerde analysematrices met oplossingenmatrices de Arbo-knelpunten elimineren

socio-technisch
deelsysteem

Synthese	Brug-componentinnovaties in brugdeelsysteem met voorzienbare taak-verbeterpunten, neveneffecten en restrisico's
Evaluatie	Evaluatie brugherontwerp/ kennisoverdracht deeloplossingen en deelsysteemintegraties ter voorkoming knelpunten

De brug-2000 uitgangspunten betroffen de in het Kindunos onderzoek geconstateerde arbo-tekortkomingen (over-, onderbelasting, vermoeidheid; Veenstra, Stoop, 1992) alsmede eerder uitgevoerde veiligheid-gerelateerde afstudeerstudies (Universiteit Leiden (ergonomie), Heinrich, 1988; Hogeschool Amsterdam (marionica), Tan, 1989; RIVO (brugelectronica), Buijs, 1989).

In aanvulling op de Kindunos ongevalanalyses werden de brugfuncties gedurende een visweek beoordeeld vanuit taakbelasting aspecten. En welke functies werden in de verschillende stadia van de kottervisserij visweekprocessen uitgevoerd werden (Hfst. 2 fig. 2.5). Daarbij werd ook rekening gehouden met schip en omgevingsaspecten (fig. 4). Behalve observatie van de taken van de wachtsman vond registratie plaats van de gebruiksfrequenties van de brugapparatuur, zowel tijdens het stomen als vissen en halen/vieren van de vistuigen. Deze gebruiksfrequenties en tijdsduur werden de maat voor de wachtsmanbelastinggraad (Sluijs, 1992).

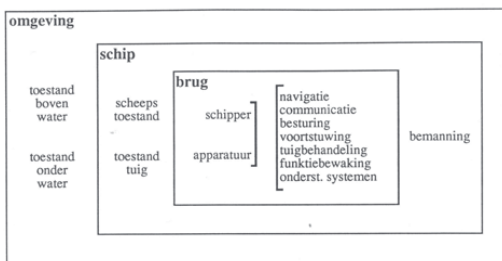


Fig. 4 Procesbeheersing brug-schip-omgeving traditionele boomkorkotters (Sluis, 1992).

In samenhang met het belang van de benodigde informatie voor goede taakuitvoeringen werd de gebruiksfrequentie het selectie criterium voor de plaatsing van de apparatuur. Voor het samenstellen van een programma van (product)eisen en genereren van herinrichtingsoplossingen werd gebruik gemaakt van de opkomende brugontwikkelingen voor marineschepen en internationale scheepvaart (TNO-IZF (Instituut voor Zintuig Fysiologie; Schuffel, de Boer, 1985; 1989).

De te gebruiken componentinnovatie voor mens-machine interface kwamen voort uit een parallelle afstudeerstudie (TU Delft/RIVO, de Vries, 1990). Voor (ontwerp)domein kennis en praktijkondersteuning werd gebruik gemaakt van:

- RIVO onderzoekexpertises: visserij-elektronica, informatica;
- Toeleverende bedrijven voor brugapparatuur: Radio Holland;

- Wetenschappelijke kennis van (visserij)technische universiteiten/onderzoeksinstituten: TU Delft, Marintek fisheries research/Sintef-Norway, Danish Fisheries Technology en IMAG-DLO (agro-ergonomie).

2.1.1. Component-oplossingen/herontwerp-oplossingsrichtingen brug-2000

Vanwege de snelle scheepvaartontwikkelingen naar geïntegreerde brugsystemen werden deze praktijkervaringen voorbeelden voor nieuwe kotterbrugsystemen. Waarbij gebruik gemaakt werd van de bij Kindunos gehanteerde oplossingenmatrix voor visdekken (Hfst.2 tabel 2.8). De oplossingenmatrices waren een handzame onderzoek/ontwerperstool om de geconstateerde arbeidsknelpunten in/voor socio-technische systemen op te lossen.

De pragmatische brugaanpak betrof aanpassingen binnen de indeling en uitrusting van bestaande kotters, aanpassing bestaande herinrichtingconcepten maar ook aanbevelingen voor nieuwe brugontwerpen, de brug-2000 (fig.5). Wanneer voor bestaande kotters technische innovaties en/of nog niet mogelijk waren werden aanbevelingen gedaan in de context van arbeidsorganisatie en/of verdergaande automatisering van brugapparatuurcomponenten.

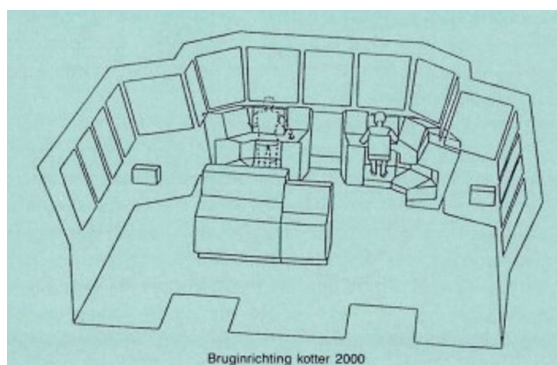


Fig. 5 Bruginrichting nieuw ontwerp Kotter-2000 (Sluijs, 1992).

In de nieuwe bruginrichting is de vorm van het stuurhuis aangepast en is de werkplek ingericht en uitgerust voor éénmansbezetting met een mogelijke assistentiewerkplek. De lierbediening bevindt zich op de hartlijn van de brug. Door deze opstellingen en de verhoging van de stuurhuisvloer met ca. 1 m werd tegemoetgekomen aan de internationaal aanbevolen ISO zichtlijnen. Op de visdekken en veilige *handling* van de boomkorvistuigen ter weerszijden van de kotter de wachtsman heeft beter zicht op het omringend scheepvaartverkeer, met name de koerskruisers aan stuurboordkant (uitwijk-plichtig).

Als onderdeel van de TU Delft afstudeeropdracht (industriële vormgeving) werd in samenwerking met toeleverende bedrijven van visserij-navigatieapparatuur een 1 : 10 schaalmodel gemaakt van de brug-2000 herinrichting. Tevens werd een volle schaalmodel/mock-up gebouwd van een nieuw type brugconsole als onderdeel voor het geïntegreerde, ergonomisch verantwoorde scheepvaart brugsystemen (fig. 6).



Fig.6 Schaalmodel/mock-up brug-2000 brugconsole als onderdeel van geïntegreerd brugsystemen (Buijs, Sluijs,1992).

Beide schaalmodellen werden op de scheepsbouwtenoonstelling Binnenvaart en Visserij (1990) getoond om de Kotter-2000 arbo- en ergonomische brug-verbeterpunten met vissers te bediscussiëren. Voor kennisoverdracht werden de brug-2000 resultaten in het Kotter-2000 boek (Veenstra, Stoop, 1992) opgenomen en in diverse (visserij)scheepsbouwvakbladen gepubliceerd (Visserijnieuws, Schuttevaer,1991). Internationaal werden het methodologische ontwerpproces op visserij -en scheepsbouw congressen gepresenteerd (Fishery World Congress 1991; ICES, 1991).

Als follow-up onderzoek werd in 1991 door RIVO bij CMO (Stichting Coördinatie Maritiem Onderzoek) een subsidieaanvraag ingediend om met de Brug-2000 console bij/met TNO-IZF simulatie experimenten te doen. De brug-2000 toeleverende bedrijven en betrokken schippers gaven op voorhand hun medewerking. Met deze experimenten kon de haalbaarheid van de nieuwe brugconsole onder (bijna) praktijkomstandigheden getoetst worden. De subsidie werd niet verleend. De brug-2000 afstudeerder werd door het Noorse samenwerkingsinstituut (Marintek, Trondheim) uitgenodigd voor een post-doc studie op het gebied van brugelektronica-interfacing en het gebruik van elektronische zeekaarten. De uitnodiging werd geaccepteerd.

2.2 Machinekamer-2000

Het herontwerp/herinrichting van kottermachinekamers was in eerste instantie gericht om het Kotter-2000 veiligheidsonderzoek uit te breiden met machinekamerschade- en milieuaspecten. Methodisch werd het machinekamer-2000 onderzoek en herontwerpbenedering (MK) evenals bij brug-2000 conform de probleemgericht deelsysteemoplossingen benadering gestructureerd (Kindunos , Stoop, 1990; tabel 3 (incl. PhD upgrade; Veenstra, 2021) De onderzoekaankpak werd wederom participatief aangepakt met wetenschappelijke en praktijkkennisinbreng. Het veiligheid en milieuonderzoek werd als TU Delft afstudeerstudie uitgevoerd onder leiding van RIVO en (ontwerp)technische medewerking van RIVO onderzoekers. Wetenschappelijke terugkoppeling vond plaats met de TU Delft begeleiders (veiligheidskunde, scheepsbouw). Voor praktijkinbreng werd er een week met een representatieve boomkorkotter (GO 26) op de Noordzee mee gevist. Voor componentinnovaties werd met relevante toeleverende bedrijven samengewerkt en vond er overleg plaats met scheepvaartinspectie in kader van Nederlandse vissersvaartuigenbesluiten voor machinekamers (SI, 1980).

Tabel 3 Methodologische ontwerpstructuur met probleemoplossend onderzoek machinekamerdeelsysteem.

herontwerpstructuur	probleemgerichte onderzoek- en oplossinaspecten
Analyse	Veiligheid, arbeidsomstandigheden, schades en milieuaspecten met analysematrices

Identificatie	Systeemmodel representatieve machinekamer en programma van (oplossing)eisen
Genereren oplossingen in socio-technisch deelsysteem	Vanuit analyse matrices naar knelpunt-oplossing(variant)matrices met lokaal technische, herontwerp en bedrijfsvoeringinnovaties
Synthese	MK-componentinnovaties in deelsysteem met voorzienbare aanpak van de arbo- en milieuknelpunten in relatie met mk-omgevingsfactoren
Evaluatie	Evaluatie mk-herontwerp/kennisoverdracht deeloplossingen en deelsysteemintegratie ter voorkoming knelpunten met inzicht in neveneffecten en restrisico's

Het mk-2000 onderzoek richtte zich op systeem machinekamerinstallaties voor het vervullen van de boomkorkotterhoofdfuncties als voortstuwing, energieverzorging en het veilig opereren/exploitatie onder de verschillende kotturbedrijfscondities binnen de traditionele boomkorkotter organisatie en kottervisserijcultuur. Aan de hand van ongevallen-, schade-, arbo- en milieueffectenanalyses werden knelpunten in de machinekamertaakuitvoering vastgesteld in relatie met de belangrijkste machinekameromgevingsfactoren (fig. 7).

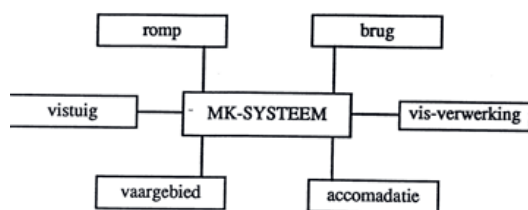


Fig. 7 Omgevingsrelaties met machinekamer deelsysteem boomkorkotters (vd Nat, 1991).

Kenmerkende mk-omgevingsfactoren voor de verschillende mk-aspecten waren:

- mk-romp: beschikbare ruimte, fundaties, grootte schroef en tankindelingen;
- mk-brug: energie- en informatiestromen;
- mk-visverwerking: energiestromen visverwerkingsapparatuur, dekverlichting;
- mk-accommodatie: energie- en informatiestromen, trillingen en geluidpaden;
- mk-vaargebied: omgevings-, zeewatertemperatuur, relatieve vochtigheid, atmosferische druk visgronden, scheepsbewegingen;
- mk-vistuigen: vistuiggewicht, boomkorlengte en vissnelheid.

Voor vaststelling van de veiligheidsknelpunten werden dezelfde bronnen gebruikt als bij het Kindunos-onderzoek (Hst. 2 par. 2.3.1), maar aangevuld met machinekamer schaderapporten van een in de

kottervisserij vooraanstaand verzekeringsmaatschappij: Arntz, expertise en taxatiebureau. Omdat de machinist slechts een beperkt deel van zijn tijd in de machinekamer is (ca 5 %) vonden er in de periode 1984-1988 relatief weinig ongevallen plaats (3 % ; Hoefnagels, 1989). De mk-ongevallen betroffen voornamelijk het beklemd raken en uitglijden op een zwaar slingerende kotter. De analyse van de geanonimiseerde mk-schades (1984-1990) werd beperkt tot die schades die het disfunctioneren van de ene installatie op het disfunctioneren van de andere ten gevolge had of de storingsoorzaak toepasbaar was op het gehele mk-deelsysteem. De relevante schades betroffen de voortstuwingsinstallatie van schroef – hoofdmotor en hulpsystemen. Zowel vanuit de schades als gesprekken met toeleverende bedrijven/visserijwerven en vissers bleken overbelasting en oververhitting als een van de grootste bronnen van schades te zijn. Achterstallig onderhoud, bedieningsfouten en te laat signaleren van storingen vergrootten de schadebedragen aanzienlijk. Analyse van de gemelde mk-schades aan S.I. waren brand- en waterschade en een enkele keer stranden of zinken na uitval van mk-systemen.

De factoren welke van invloed waren op mk-arbeidsomstandigheden betroffen slechte geluids- en trillingsniveaus, slechte verlichting en ventilatie alsmede slechte (onderhoud)bereikbaarheid van de installaties. Door het ontbreken van mk-ontwerpaanbevelingen liep de onderzochte kwaliteit van de mk-inrichting en uitrusting met betrekking tot bediening en onderhoud van installaties sterk uiteen. Ten aanzien van geluid, trillingen en emissies van scheepsdieselmotoren bestonden toentertijd nog geen (inter)nationale wetgeving.

De knelpunten met betrekking tot kottermilieuzaken betroffen niet alleen machinekameraspecten als emissies naar lucht en water, maar ook specifiek visserijomgevingsfactoren, met name visserij-afval en vistuigbodempverstoringen. De emissies konden worden onderverdeeld in verbrandingsgassen, koel- en brandblusmiddelen (HCFK, Halonen), oliehoudende afvalstoffen, sanitair en scheepsafval. Hoewel visserijafval geen milieubedreigende stoffen bevatten werd dit afval (discards) in toenemende mate als kottervisserijknelpunt geoordeeld.

2.2.1 Component-oplossingen/herontwerp-oplossingsrichtingen machinekamer-2000

Aan de hand van de ongevallen-, schade-, arbo- en milieuanalyses waren de machinekamer/mk-knelpunten en taakuitvoeringen geïnventariseerd. Met behulp van representatieve kottermachinekamer systeembeschrijving werden vervolgens de problemen geïdentificeerd voor het genereren van technische oplossingen/herontwerpoplossingsrichtingen in context van technische aanpassingen, herontwerp en bedrijfsvoering. Centraal stonden hierbij de deelsysteemfuncties en relaties met de omgeving. Het oplossingspotentieel werd per functie met omgevingsaspecten in een oplossingenmatrix gestructureerd met geconstateerde knelpunten (veiligheid, arbo, milieu) en oplossingsrichtingen, zoals in kader van bediening/bewaking, emissiereductie, geluid- en trilling-reducties. Elke mk-deelprobleemgericht oplossingsvariant werd gestructureerd naar een beschrijving van de oplossing(en), beoordeling van criteria (lokaal, herontwerp, arbeidsorganisatie, kosten) met oplossingspotentieel en neveneffecten. Deze mk-oplossingsmatrix is methodisch vergelijkbaar met de Kindunos- en brug-2000 oplossingenmatrices, waar alleen veiligheid/werkbelastingen centraal stond.

Door de specifieke wensen van de schipper-eigenaar is behalve de hoofddeling er geen machinekamerlayout hetzelfde met betrekking tot inrichting en uitrusting. De schipper-eigenaren hebben (generatie)lange zakelijke en veelal een vertrouwensrelatie met de visserijwerven en toeleverende bedrijven. De mk-hoofddeling bestond uit een diesel-directe voortstuwingsinstallaties met hulpgeneratoren voor de energieopwekking (fig. 8). Ondanks slechte bereikbaarheid waren de machinekamers ruim bemeten en al snel nagenoeg onbemand met bediening en controle op de brug (Terpstra, 1991).

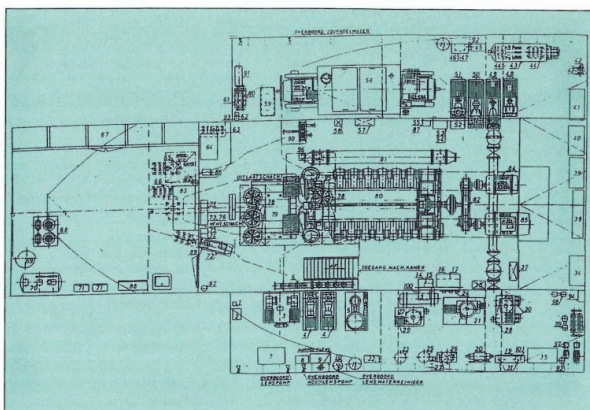


Fig. 8 Machinekamerinrichting en uitrusting van traditionele boomkorkotter 80^{er} en 90^{er} jaren.

Doordat de machinist slechts ca 5 % van zijn kotterwerktijden in de machinekamer komt, vielen de persoonlijke ongevallen relatief mee en de mk-ongevallen betroffen vooral vallen en bekneeld raken. Wat de arbeidsomstandigheden betreft werden er voor de machinist een aantal verzwarende omstandigheden geanalyseerd: hoge geluidniveaus (lawaaidoofheid), slechte bereikbaarheid installaties (stress), slechte ventilatie (warmte) en slingergedrag (vallen). De oorzaken lagen inherent aan het scheepsontwerp en inrichting van de machinekamer. Wat oplossingsrichtingen betreft kon voor bestaande kotters het zeegangsgedrag, geluid- en warmteniveaus nauwelijks verbeterd worden en waren er beperkte afschermingsmogelijkheden van de mk-werktuigen. In het Kindunos veiligheidsonderzoek werden al aanbevelingen gedaan, zowel voor componentinnovaties, deelsysteemoptimalisaties als bedrijfsvoering (Hfst. 2 tabel 2.8). De oplossingsfocus voor mk-200 kwam meer op de milieuaspecten te liggen en het voorkomen van schades.

Aan de vermindering van het brandstofverbruik werd vanwege de oliecrises in de 70^e en 80^e jaren al door RIVO technici veel aan gewerkt:

- Vermogensmetingen aan boord van de UK 173 en GO 26; RIVO: Blom, 1986; Buijs, 1988;
- Energiebalansen en hulpvermogens aan boord boomkorkotters; RIVO: Agricola, 1984; Blom, 1989);
- Gebruik zware olie aan boord boomkorkotters (RIVO: Molijn, 1983);
- Energiebesparingsconcepten voor herontwerp kotters en operationeel gebruik (1986);
- Trillingsmetingen aan boord GO 38 en GO 26 (RIVO; Veenstra, 1986);
- Geluidsniveaus en betaalbare oplossingsrichtingen (RIVO: Veenstra, 1988);
- Agrarisch automatiseren (RIVO; Veenstra, 1988);
- Vervanging vaste schroeven door verstelbare bladschroeven (RIVO Blom, 1988);
- Brugherinrichting en procesbeheersing (RIVO: Buijs, 1990);
- Haalbaarheid geïntegreerde kotterbrug in kader Kotter-2000 (RIVO: Buijs, 1990);
- Weerstandcomponenten boomkorvstuigen (RIVO; Blom, 1990);
- Informatietechnologie in de boomkorvisserij (RIVO: Veenstra, 1992);
- Verzwaring motorfundaties in kader lawaaibestrijding (RIVO: Veenstra, 1994);
- Visserijprestaties bij vistuigvariaties, voorstudie naar 12 m beperking (RIVO: Zeeman, 1989)
- Electriche platvisstimulering (verleden, heden, toekomst (RIVO: v. Marlen, de Haan, 1988).
- Praktijkvergelijkingen van 14 m en 12 m boomkorren aan boord UK 104 en UK 156 (RIVO: van Marlen, 1991).

Omdat de RIVO deelonderzoeken, rompvorm-2000 en brug-2000 afstudeerstudies al vele mk-componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties opleverden werd op grond van de mk-2000 probleemanalyses en oplossingspotentieel door de afstudeerder en begeleiders gekozen voor vervolgonderzoek naar de mk-vistuijrelatie. De aanbevolen mk-energiebesparingsmogelijkheden aan de machinekamerinstallaties lagen meer op de weg van de visserij toeleverende bedrijven en in de scheepvaart ontwikkelende componentinnovaties, zoals gebruik afvalwarmte en uitlaatgassen filtersystemen. Omdat op bestaande kotters de onderhoudsbereikbaarheid nauwelijks verbeterd kon worden is overleg gevoerd met de visserijwerf om bij nieuwbouw hierbij wel rekening te houden alsmede betere afscherming van diverse installaties.

Wat de vistuig-mk relatie betreft, was zowel vanuit RIVO als de kottervisserij er behoefte aan meer wetenschappelijk inzicht en kennisontwikkeling in de dynamica van schip en vistuigen (fig. 9).

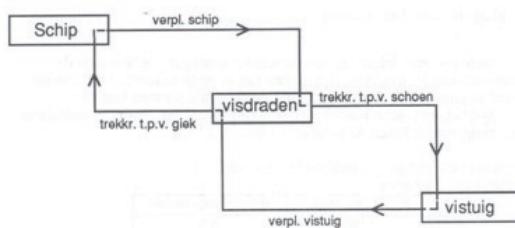


Fig.9 Dynamica kutter-2000 boomkorkutter en vistuigen (vd Nat, 1991).

Door participatieve afstudeersamenwerking werd in de 1^e fase van het onderzoek gewerkt aan de verbetering van de geconstateerde mk-knelpunten met betrekking tot de boomkorkutter veiligheid, arbeidsomstandigheden en milieuaspecten. Als TU Delft ingenieurswerk werd voor de 2^e fase van de afstudeerstudie besloten om wetenschappelijke kennis te ontwikkelen in het kader van mk-vistuijrelaties. Met beter inzicht in deze relatie en de invloed van scheepsbewegingen op het gedrag van vistuigen en voortstuwinginstallaties werd verwacht een aantal knelpunten tegelijkertijd aan te kunnen pakken.

Door het vaststellen van de voorwaarden en beïnvloeding-parameters waaronder het vistuig op een vlakke zeebodem ten gevolge van scheepsbewegingen zou kunnen opspringen, konden zowel de gewichten en weerstand van de vistuigen verlaagd worden alsmede een geïntegreerde regeling van vislier en voortstuwing bewerkstelligd worden. Handling van lichtere tuigen op het visdek beïnvloedde de persoonlijke veiligheid. Met een geïntegreerde regeling van vislier en voortstuwing werd de taakbelasting van de wachtsman (brug-2000) eveneens gunstig beïnvloed (fig. 4). Door het voorkomen van het opspringen van de tuigen van lichtere vistuigen nam de sleepweerstand af en kon 10 -20 % energie bespaard worden, tevens minder uitstoot van milieubelastende uitlaatgassen. Door functionele bewaking en brugbediening van de energie- en voortstuwingssystemen konden schades als overbelasting en oververhitting voorkomen worden.

Met behulp van een numeriek computermodel en eindige elementenmethode voor dimensionering van de lijnen werden voorspellingen gedaan worden van het scheeps-vistuijgedrag. In het model werden de variaties van de omgevingscondities als windkracht en richting van de inkomende golven (relatie mk-vaargebieden) gecombineerd met numerieke variaties van de belangrijkste parameters: gewicht vistuigen en de lijnlengte-waterdiepte. In het model waren een aantal natuurkundige grootheden geïncorporeerd, zoals de dempingscoëfficiënten en veerstijfheidsconstanten van de vislijnen.

Het model was modulair gedimensioneerd en gerekend met representatieve Kutter-2000 afmetingen (36 x 9 m) en vistuijgewichten (7 ton). Door de modulaire aanpak van de hoofdcomponenten konden latere vistuig- en rompvorm-2000 ontwikkelingen ook gesimuleerd worden.

Ondanks dat de gehanteerde modulering slechts een deel van de werkelijkheid beschreef, konden er een aantal conclusies met oplossingsrichtingen aanbevolen worden, die de praktijkervaringen van menig visser ondersteunden:

- de golfrichting ten opzichte van het schip heeft grote invloed op het opspringgedrag van tuigen, met name bij de golfrichting van 135° (fig. 2), terwijl bij 90° dit amper het geval was;
- de massa van het vistuig heeft grote invloed op het gedrag van de vistuigen; als de visvangsteffectiviteit niet mag verminderen dan geven de vissers de voorkeur aan zware vistuigen met veel weerstand. Met actieve springdampingssystemen zouden de gewicht kunnen worden;
- de vislijn-watervrijheid verhouding heeft grote invloed op het springgedrag en trekkrachten in de vislijnen. Een geïntegreerde vislijn en voortstuwingsmodule kan de trekkrachtvariëaties ondervangen en bijdragen aan de energiebesparing.

Het model, met name opspringen/weerstand en verticale krachtcomponenten werd tezamen met de RIVO vistuigexperts in *Seafish* vistuigmodeltank (UK) getest en gedeeltelijk gevalideerd. Waarna Er aanbevelingen kwamen voor vervolg modelonderzoek, praktijkobservaties en metingen aan boord voor verdere validering van het numerieke model. De RIVO follow-up onderzoekvoorstellen werden door vissers en in de DGSM Veiligheidswerkgroep positief ontvangen (par.1). Echter er werden hiervoor geen scheepsmodel-onderzoeksbudgetten beschikbaar gesteld.

Aan de relaties brug-visverwerking en mk-visverwerking kregen in de afstudeerstudies nog geen invulling vanwege de sterke afhankelijkheid van de mate van visverwerkingsautomatisering en *remote* bediening/controle. Deze visverwerking-verbeterpunten kwamen in een separate TU Delft/RIVO afstudeerstudie aan de orde: het Visruim-2000 project.

2.3 Visruim 2000

In het kader van de RIVO Kotter-2000 projecten (1990-1995) en RIVO/TNO EU-kwaliteitsbeheersing projecten (1990-1998) is in de serie Kotter-2000 deelsysteem optimalisaties een 3^e TU Delft/RIVO afstudeerstudie uitgevoerd, Visruim-2000 (van Ewijk, 1993). Uitgangspunten waren de Kindunos veiligheidkundig/Arbo-onderzoekaankpak en kotter-herontwerpstructuur (par.2.2.1) en nieuwe EU regelgeving in de 90^e jaren. De Noordzee (kotter)visserij kreeg te maken met meer EU wettelijke kaders, niet alleen ten aanzien van de arbeidsomstandigheden (Arbo-wet) maar ook in toenemende mate ten aanzien van hygiëne, kwaliteit visserijproducten en integrale kwaliteitsketenbeheersing: IQAS, *Integrated Quality Assurance of chilled fresh fish* (Veenstra, van Leeuwen, 1991). In aanvulling op de persoonlijke veiligheid, arbo en milieuaspecten werd in het Visruim-2000 onderzoek voor het eerst in de Kotter-2000 herontwerpbenaderingen de viskwaliteitsaspecten en visketeninformatiestromen in het onderzoek geïncorporeerd (fig.10). Voor een dergelijke integrale herontwerpbenadering was in de Kotter-2000 eindrapportage al een eerste opzet/aanbevelingen gedaan (Veenstra, Stoop, 1992). De Kotter-2000 socio-technische systeem- en onderzoekbenadering (veiligheid en milieu) evolueerde in socio-economisch-technische herontwerpaankpak. Voor zowel lokale technische aanpassingen werden *payback* inschattingen gemaakt als voor ingrijpende herontwerpaanpassingen de *Return on Investments*. Behalve de kosten moesten aanvullend aannames gedaan worden over de opbrengstenkant. Er vanuit gaande dat voor aanlanding betere kwaliteit verse vis hogere visprijzen zouden worden betaald.

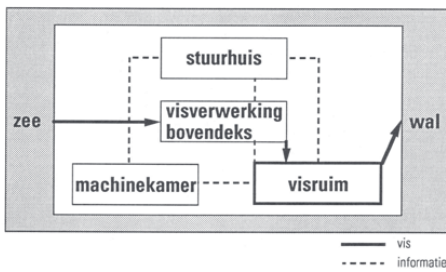


Fig. 10 Vis- en informatiestromen aan boord traditionele boomkorkotter (van Ewijk, 1993).

Omdat de werkbelasting en ongevalpercentages in het visruim evenals op het visdek hoog waren was het afstudeerderwerk Visruim-2000 gefocuseerd op het verbeteren van de visruim-arbeidsomstandigheden en het verbeteren van de viskwaliteit t.o.v. de traditionele procedures aan boord (fig.7). Echter uit de analyse- en identificatiefasen bleek, dat voor het kwalitatief beheersen en optimaliseren van de aanvoer en visverwerking aan boord (routing, opslag) de visverwerking bovendecks onlosmakelijk met de visruimwerkzaamheden gekoppeld was. Vanuit RIVO werd besloten om de afstudeerder technisch te ondersteunen met de componentinnovaties bij verdere mechanisering en automatisering van bovendeckse viswerkingsapparatuur. Deze productontwikkelingen werden vervolgens als gerelateerde componentinnovaties geïntegreerd in de Visruim-2000 herinrichtingsconcepten en *triple-P* gedreven deelsysteemoptimalisaties. Om ongevallen en werkbelasting substantieel te verminderen werden de Kindunos/Kotter-2000 *proof of principle* aanbevelingen gevolgd om de visverwerking en visruimopslag zover mogelijk in de midscheeps te plaatsen (fig. 11).

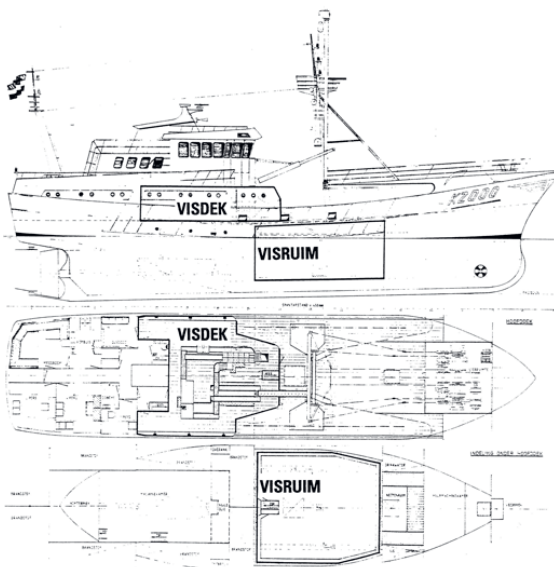


Fig. 11 Kotter-2000 visverwerking en opslag visruim in de midscheeps (van Ewijk, 1993).

Methodisch werd het Visruim-2000 onderzoek conform de probleemgerichte deelsysteemoplossingen gestructureerd (Kindunos, 1990, tabel 4 (incl. PhD generiek upgrade, Veenstra, 2021)). De oplossingen

matrices betroffen lokale technische aanpassingen en/of (gedeeltelijk) herontwerp en/of aanpassingen in de arbeidsorganisatie aan boord en/of keten (tabel 4).

Tabel 4 Methodologische ontwerpstructuur met probleemoplossend onderzoek visverwerkingdeelsystemen.

herontwerpstructuur	probleemgerichte onderzoek- en oplossingenaspecten
Analyse	Veiligheid, arbeidsomstandigheden, milieu- en viskwaliteitsaspecten met analysematrices (taken/werkbelasting)
Identificatie	Systeemmodel representatieve visverwerkingsruimten en programma van (oplossing)eisen
Genereren oplossingen in socio-economisch-technisch deelsystemen	Vanuit analyse matrices naar knelpunt-oplossingenmatrices met geraamde investeringskosten en terugverdiertijden
Synthese	Visruim componentinnovaties in deelsysteem met voorzienbare aanpak van de arbo-, milieu- en kwaliteit verbeterpunten in interactie met boven- en benedendek visverwerkingsinteracties
Evaluatie	Evaluatie visruimherontwerp/ kennisoverdracht deeloplossingen en boven- en benedendek deelsysteemintegraties ter voorkoming tekortkomingen en inzicht in neveneffecten, restrisico's

Tezamen met de RIVO-onderzoekers en gebruikmakend van het RIVO visserijstakeholdersnetwerk werd participatief actief onderzoek uitgevoerd met input van de benodigde (wetenschappelijke)kennisdomeinen en praktijkinput. Wetenschappelijke terugkoppeling vond plaats met de TU Delft begeleiders (veiligheidskunde, scheepsbouw). Voor visserman (visruim)gebruikersinbreng viste de afstudeerder een week met een representatieve Noordzee boomkorkotter mee (KW 45). Voor prototype-productontwikkeling werd samengewerkt met relevante toeleverende bedrijven en gebruikgemaakt van RIVO-DLO lab-mogelijkheden en/of TU Delft werkplaatsondersteuning.

Parallel werd in het kader van het EU viskwaliteit-programma door RIVO/TNO technologische onderzoekers ketenkwaliteitsproeven uitgevoerd in samenwerking met geïnteresseerde visverwerkende bedrijven. De samenwerking betrof met name discussies over betere viskwaliteit-aanvoer en houdbaarheid in relatie met hogere visprijzen voor de aanvoerders (van Leeuwen, Veenstra, 1992).

In de informatie- en analysefasen van Visruim-2000 onderzoek werd uitvoerig onderzocht met welke ongevallen/werkbelasting, milieu- en kwaliteitsaspecten bij de te genereren oplossingen/oplossingsrichtingen rekening gehouden moest worden. De product- en concept ontwikkeling werd vastgelegd in programma's van eisen. Waarvoor zowel fabricage- als functionele en

gebruiks- als keteneisen werden geïncorporeerd, vanaf het moment dat vis aan dek komt tot en met gekoelde/gesorteerde opslag in het visruim.

Aan de hand van het ongevalen-, arbo-, milieu- en viskwaliteitsonderzoek werden de visverwerkingsknelpunten en taakuitvoeringen boven- en benedende in kaart gebracht en in analysematrices vastgelegd. In het representatief kotter-deelsysteemmodel (fig.2.30) bleken de deelsysteemfuncties boven- en onderdeks onlosmakelijk gerelateerd te zijn en *triple-P* gedreven. Het oplossingspotentieel werd per functie en relaties in oplossingenmatrices gestructureerd met het wegnemen van de geconstateerde knelpunten (veiligheid, arbo, milieu), vaststellen van neveneffecten/restrisico's met geraamde meerkosten van de componentinnovaties en mogelijke terugverdientijden bij ingrijpende herinrichting. Als de neveneffecten c.q. restrisico's onaanvaardbaar bleken te zijn volgden aanbevelingen voor aanpassing van de arbeidsorganisatie aan boord, eventueel de keten. De ontwikkelde visruimconcepten waren gebaseerd op de oplossingenmatrices, methodisch vergelijkbaar met de reeds ontwikkelde/gehanteerde Kindunos-, Brug-2000 en Machinekamer-2000 oplossingen/herontwerp-oplossingsrichtingen, uitgebreid met de viskwaliteitsaspecten aan boord en economische drijfveren in de keten.

De focus voor het genereren van Visruim-2000 oplossingen lag op beperkte tot vergaande mechanisering van de visrouting, van visvangst tot en met de opslag aan boord. De verbeteringen van milieu- en kwaliteitsaspecten betroffen vooral de bovendeckse installaties en werkprocedures. Door het vermijden van discards in de visnetten en het snel koelen van de verse vis aan boord werd de milieu-impact al aanzienlijk verminderd. Namelijk door het voorkomen van verspilling van vis(bestanden) en voorkomen van bederf van verse vis door betere kwaliteits*handling* aan boord en in de koelketen. Met hogere verkoopprijzen kon uitspraken gedaan worden over de terugverdientijden van de additionele, (semi)automatische visverwerkingsapparatuur boven- en onderdeks.

2.3.1 Component- oplossingen/herontwerp-oplossingsrichtingen visruim-2000 (fig. 12 – 16)

Input van de visruim-2000 herinrichtingsconcepten kwam voort uit een aantal parallel lopende RIVO onderzoekprojecten voor componentinnovaties op het gebied van semiautomatische visverwerking aan boord. Tevens werd gebruik gemaakt van separate TU Delft/RIVO afstudeerstudies en RIVO/TNO ketenkwaliteitsonderzoek projecten:

- Tijd-ruimte studie visverwerkingsdek o.b.v. semi-automatische visverwerkingsconcepten (TU Delft/RIVO: Mul,1990).

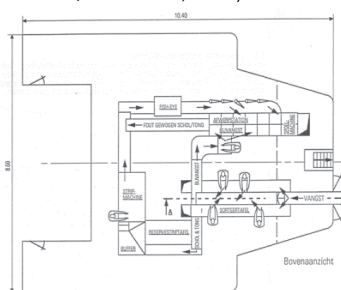


Fig. 12 Kotter-2000 semi-automatische visverwerking op bovendeck (Mul,1990)

- Ontwerp mechanische scholstrip visverwerkingsunit (Hendriks, 1991; fig. 10).

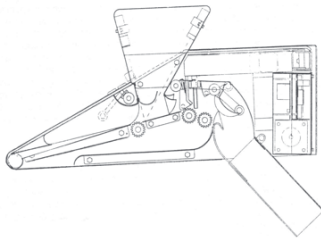


Fig. 13 Lab-prototype Scholunit-2000, mechanisch strippen schol voor Kotter-2000 semi-automatische visverwerkingslijn (TU Delft/RIVO: Hendriks, 1991).

- Computer-laser gestuurde beeldverwerking voor wegen en sorteren van platvis, Fisheye voor integrale kwaliteitsbeheersing en Kotter-2000 semi-automatische visverwerkingslijn (RIVO: Daan, Storbeck, 1991; fig. 14);

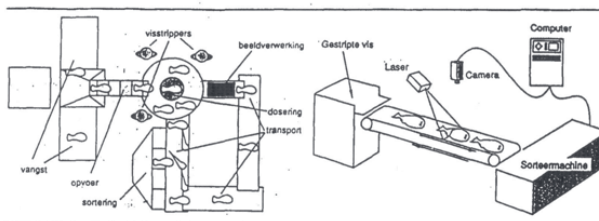


Fig. 14 Inpassing scholunit-2000 en fisheye in bovendeks Kotter-2000 visverwerkingslijn (Storbeck, Veenstra, 1992)

- Integrated Quality Assurance (IQAS) on board Beamer-2000 (Veenstra, Mul, 1991).
- Waterbalans van schol in ijs en ijswater (TNO/RIVO: van Leeuwen, 1991).

De (tussen)resultaten van de componentinnovatie-ontwikkelingen werden met relevante toeleverende bedrijven besproken voor mogelijke marktdoorontwikkeling. De opgestelde programma's van producteisen met betrekking tot fabricage-, functionele en gebruikseisen, go/no-go beslissingen en Arbo-wensen werden door bedrijven als verkoopdrijfveren overgenomen.

Op basis van de componentinnovaties, deelstudies en semi-automatische visverwerkingslijn/routing naar onderdekse visruim konden de Visruim-2000 concepten integraal duurzaam ontwikkeld worden. In de traditionele kottervisserij was tot de 90^e jaren nooit uitgebreid en systematisch aan visruimverbeteringen gewerkt, laat staan in de opkomende *triple-P* context. Om de implementatie van de visruimconcepten in de kottervisserij te vergemakkelijken was de Kindunos-herontwerpbenedering leidend. De studie-uitkomst was de ontwikkeling van een drietal visruim-2000 triple-P gerichte oplossingsconcepten:

- 1.) Mechaniseren vanuit de bestaande boomkorkottersituatie bij het vullen van viskisten en tubs met semi-automatisch beijzen. Met deze verbeterpunten waren nog twee vissers in het visruim nodig. Met dit 1^e concept was er meer aandacht voor de kwaliteitsaspecten en minder lichamelijke arbeid vereist bij het vullen en verplaatsen van de 40 kg. Viskisten. Het gebruik van een aantal 660 liter vistubs werd aanbevolen.
- 2.) Visruim met bovendeks automatische sorteren van platvis hoofdvangsten en benedendeks vullen/beijzen en aanbevolen. in vistubs. Bij deze technische verbeterpunten was één visser in het visruim nodig. Met het 2^e concept werd door verdergaande automatisering de

werkbelasting en persoonlijke veiligheid in het visruim verder verbeterd met meer aandacht voor de viskwaliteitsaspecten, langere houd-/ verkoopbaarheid in de keten met betere prijsvorming.

- 3.) Onbemand visruim met geautomatiseerd vullen en beijzen van vistubs op vaste plekken in het visruim (fig. 15, 16). De platvisbijvangstten werden bovendecks in viskisten geladen en met gebruikmaking van een kistenlift separaat in het visruim geplaatst. Voor laden en lossen van de tubs/viskisten waren dezelfde liften bedoeld. Er is behalve toezicht geen verzwarende werkbelasting meer voor vissers in het visruim. Door vaste opstelling van de tubs/kisten gaan deze bij zware zeegang niet schuiven en behoort het bekneld raken tot het verleden. Door de het semi-automatisch visverwerken bovendecks: wegen-sorteren hoofd- en bijvangstten, mechanisch strippen alsmede vanaf bovendecks het vullen/beijzen van de vast opgestelde vistubs in het visruim werd het kwaliteitsverlies aan boord verder beperkt. De terugverdientijd voor herinrichting van een onbemand visruim werd na consultaties met apparatuur-toeleveranciers en visverwerkers aan de wal op vijf jaar ingeschat.

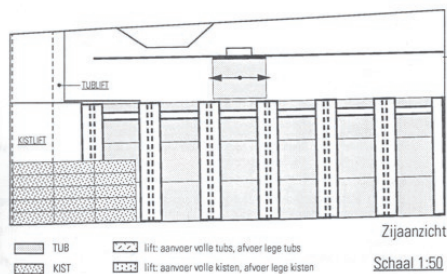


Fig. 15 Visruim-2000 concept 3 onbemand visruim (van Ewijk, 1993).

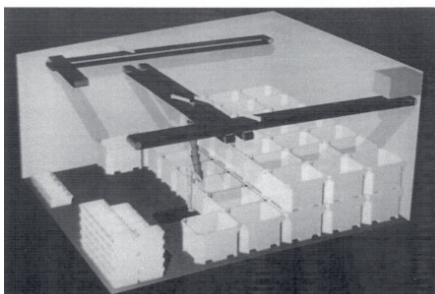


Fig. 16 Onbemand visruim-2000 met vaste opstelling tubs voor hoofdvangsten en kisten voor bijvangstten met vanaf bovendeck *remote* vullen en beijzen (van Ewijk, 1993).

Kennisoverdracht van de Visruim-2000 en RIVO-onderzoeksresultaten vond via de geëigende RIVO-netwerk kanalen plaats. De componentinnovaties en visruimconcepten werden door de DGSM Veiligheidswerkgroep leden (tabel 2.14), bestuurders en vissers goed ontvangen. Omdat de conceptuele herinrichtingsconcepten en verbinding met de lab-componentinnovaties nader gedetailleerd moesten worden, werd door RIVO aanvullende onderzoeksvoorstellen bij LNV-, EU- en visserijorganisaties ingediend. Met name voor het door ontwikkelen van de scholunit-2000 (mechanisch strippen) en de fisheye beeldverwerkingsapparatuur (wegen, sorteren), maar ook voor pragmatische integrale keten kwaliteitsbewaking voor verse schol (fish2dish). De voorstellen werden niet gesubsidieerd.

RIVO/TNO gingen in het kader van het EU-FAR kwaliteitsprogramma (1990-1998) nog wel door met het beheersen en optimaliseren van de aanvoer, verwerking en distributie van vis-, schaal en weekdieren (Veenstra, van Leeuwen, 1991). Wat de integrale kwaliteitsaanpak betreft deed RIVO een oproep aan de sector om voor de platvisketens een soort keurvismerk mede te ontwikkelen (Veenstra, 1994). Met de aanvoer, verwerking en handel van aantoonbaar beter kwaliteit verse (plat)vis zouden alle ketenpartijen hun verdienmodellen kunnen verbeteren. De prijsaannames in het Visruim-2000 werd toentertijd door menigeen in de kottersector ter discussie gesteld.

Enkele toeleverende bedrijven namen de doorontwikkeling van componentinnovaties over, zoals de scholunit-2000. Maar kwamen ook met eigen ontwerpen voor automatisch beijzen, visweeg- en sorteerapparatuur. Behalve in de opstartfase en kennisoverdracht mochten de RIVO-onderzoekers later er geen bemoeienis meer mee hebben vanwege mogelijke patentaanvragen. De eerste mechanische scholstripmachines zijn op een aantal kotters uitgetest, maar de technische *readiness level* en prijs/kwaliteit waren ongunstig, zodat brede toepassing en commerciële navolging uitbleven. Ook bleek in het kader van de Europese RIVO/TNO kwaliteitssamenwerking, dat concurrerende Europese bedrijven met concurrerende productontwikkelingen bezig waren om zowel aan de wal als aan boord de visverwerking/handling verder te automatiseren.

Naar aanleiding van alle Kotter-2000 projecten werd RIVO/Veenstra door het Noorse academische visserijscheepsbouwkundig onderzoek (Marintek, Trondheim) benaderd om op de Kotter-2000 ontwerpervaringen te promoveren. Onderdeel van het promotieonderzoek zou ook een verdere integratie van de *triple-P* ontwerpaspecten voor Noordzee vissersvaartuigen moeten worden. Alhoewel financiële ondersteuning vanuit RIVO-DLO uitnodigend was, bleek de benodigde tijdsbesteding RIVO-Marintek-Privé voor alle partijen niet goed werkbaar te zijn. Temeer daar RIVO-DLO in een reorganisatie en verzelfstandigingstraject (1995-1999) kwam met uiteindelijke opheffing van de RIVO technisch visserij-onderzoekafdeling.

Afkortingen en begrippenlijst

Afkortingen	
ABE	Agrarisch Biosystems Engineering
Arbo	Arbidsomstandigheden
BE	Blauwe Economie
CE	Circulaire Economie
CEDI/-matrix	Circulair-Economische Design Index/ CE-systeem verduurzamingsmatrix
CII	Carbon Intensity Calculations/Marpol annex 2023 bestaande schepen > 5000 GRT
CAD	Computer Aided Designing
CfD	Computational fluid Dynamics
CFP	EU Common Fisheries Policy
CIM	Cyclisch Innovatie Model
CSR	Corporate Social Responsibility
DGA	Directoraat-generaal Arbeidszaken
EEDI	Energy Efficiency Design Index/ Marpol annex 2013 nieuwbouw schepen > 400 GRT
EEI	Energy Efficiency Existing Ships Index/IMO amendment 2021
EFMVZ	Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij
ESB	Eco System Based
ESG	Environmental, Social, Governance
EVF	Europees Visserij Fonds (2007-2013)
ESReDA	European Safety Reliability Data Association (kennisplatform)
GHG	GreenHouse Gas (broeikasemissies)
GRT	Grossregister Tonnage (volume schip)
GVB	EU Gemeenschappelijk Visserij Beleid Noordzee
ICES	International Council for Exploration of the Seas
ILO	International Labour Organization
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
IMO	International Maritime Organization
IVP	TNO Instituut voor Visserij Producten (1996 onderdeel Technisch Onderzoek RIVO-DLO)
KK	Kenniskringen Kottervisserij (2006-2016)
KT	Korte Termijn
LCA	Life Cycle Assessment
LNv	Ministerie Landbouw, Natuurbeheer en Visserij/vanaf 2003 Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
LT	Lange Termijn
MARPOL	MARine Prevention of POLLution (IMO shipping,1973)
MDV	Masterplan Duurzame Visserij
MVO	Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen
MPA	Marine Protected Areas
MSP	Marine Spatial Planning
MSR	Molten Salt Reactor
MSY	Maximum Sustainable Yield
NGO	Non-Governmental Organization
PE&RC	Production Ecology and Resource Conservation
PvE	Programma van Eisen
RIE	Risico Inventarisatie Evaluatie
RIO	Reflexief Interactief Ontwerpen
RIVO	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek

RMD	Radio Medische Dienst
ROI	Return On Investment
RVO	Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland
SA	Systems Architecture
SHE	Safety Health Environment
SDG	Sustainable Developments Goals
SE	Systems Engineering
SI	Scheepvaart Inspectie
SFM	Sociaal Fonds Maatschapvisser
SWZ	Schip en Werf de Zee/ Maritieme magazine
TH	Technische Hogeschool
TU	Technische Universiteit
Triple P	People, Planet, Profit
Triple ZERO	Zero emissions, ZERO accidents, ZERO waste (\emptyset^3)
Triple ZERO +	Zero uitstoot, ZERO uitval, ZERO afval
SZW	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
VFC	Veenstra Fisheries Consultancy
VenW	Ministerie Verkeer en Waterstaat/vanaf 2010 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I en W)
VIP	Visserij Innovatie Platform (2007-2010)
VIN	Visserij Innovatie Netwerk (2022-heden)
WUR	Wageningen University and Research institutes
ZIV	Zero Impact Vessel

Begrippen	Noordzee boomkorkottervisserij en systeem methodisch (scheep)ontwerpen
Boomkorkotter	Noordzee vissersvaartuigen (24 – 45 m) vissend op (plat)vis bodemdoelsoorten (verse vis aanlanding in weekvisserij)
Boomkorpulvisserij	Elektrische stimulering platvis uit zandbodem Noordzee m.b.v. pulsjes (<15 V); ter vervanging traditionele stimulering met mechanische wekkerkettingen met sterke afname energieverbruik/emissies en bodem-eco-impact (>50 %)
Bak	overdekt hoofddek op voorschip kotter, waar vis wordt verwerkt
Bakboord (BB)/stuurboord (SB)	linkerzijde schip, gezien van achter- naar voorschip/rechterzijde is stuurboord
Besomming	omzet verkochte, aangelande verse vis na kotter-weekvisserij
Beijzen	koelen van gevangen vis in visruim met (scherf)ijs in 40 kg. viskisten en/of 660 ltr.containers (tubs)
Boomkorpvistuigen	gesleepte bodemvistuigen op hoofddoelsoorten platvis, waarbij voorkant wordt opgehouden met horizontale stalen pijp (boom) en -sloffen
Derivatief ontwerpen	Aanpassing bestaande basisconcepten met <i>proven</i> componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties
Discursief ontwerpen	Methodisch product-ontwerpprocessen
Disruptief ontwerpen	Innovatief, radicaal nieuw basisontwerp met proven componentinnovaties en deelsysteemoptimalisaties
Duurzaamheid gericht ontwerpen	Integratie ontwerpduurzaamheidsaspecten, enkelvoudig (veiligheid/arbo) meervoudig (triple-P), circulair/klimaat-responsief (triple ZERO (\emptyset^3), integraal, klimaat-adaptief (triple ZERO+)
Heuristisch ontwerpen	Oplossen ontwerpproblemen voor werkbare, tijdsgebonden concepten
Integraal duurzaam ontwerpen	Duurzaamheid-geïntegreerde kottersonwerpprocessen o.b.v. EU/NL Noordzee beleid (hernieuwbare energie, biodiversiteit, voedselzekerheid)
Kindunos/-consultancy	oud-Grieks voor Gevaar/Stoop Safety Consultancy
Klimaat akkoorden	Wereldwijd emissiereductie-resultaatverplichtingen, Horizon 2030/2050

Kotter-2000	Proof of Concept veiligheid-geïntegreerde boomkorkotter herontwerp (90 ^{er} jaren)
Kuil	laatste deel boomkornetten voor vangen/opvang vis/leggen aan boord
Maatse vis	Vis van voldoende grootte, EU wettelijke bepaald
MDV-1	Discursief basisconcept, triple-P geïntegreerd nieuw kotter ontwerp (2015)
MDV-1/CE,MDV-CE/BE	Prospectief, MDV-1 doorontwikkelde concepten met flexibel-modulaire deelsystemen, triple ZERO/triple ZERO ⁽⁺⁾ geïntegreerd (PhD)
Morfologisch ontwerpen	Onderverdelen complex ontwerp in deelsysteem componenten
Noordzee Akkoord	Afspraken tussen overheid en Noordzee over marien gebruik met co-maritieme gebruikers: visserij, scheepvaart, offshore wind/aquacultuur/zandwinning, marien <i>resources</i> , golfenergie, natura-2000
Noord (N)	Vangstgebied NL kottervisserij tot 57 ^o Noorderbreedte Noordzee
Opvoerband	Lopende band die kuilvisvangsten vanaf kotterhoofddek naar sorteertafel onder de bak transporteert
Participatief ontwerpen	Inbreng praktijkkennis en wetenschappelijk ontwerp-kennis in visserij ontwerpprocessen alsmede eisen/meningen multi-stakeholders
Probleemgericht ontwerpen	Inbreng probleemanalyses met afgeleid identificatie ontwerp(f)actoren
Prospectief ontwerpen	Blijvend toekomstbestendig ontwerpen (integraal duurzaam, klimaat-responsief/klimaat-adaptief) met semi-proven componentinnovaties en flexibel-modulaire deelsysteemoptimalisaties
Tier III	IMO scheepvaart-eisen stikstofreducties scheepsmotoren
Green Deal	EU klimaatrichtlijnen 2030/'50 (Digitaal & Groen en Sociaal & Welzijn)
Spoelmachine	Reinigen van vis na strippen voor kwaliteitsbehoud verse vis
Stortkoker	Glijgoot gespoelde vis naar onderdeks visruim
Strippen	Het verwijderen van de ingewanden en maag van verse (plat)vis om het bederfproces en kwaliteitsverlies te vertragen bij aanvoer weekvisserij
Parijs akkoorden	wereldwijde lange termijn emissiereductieopgave en bindende wetgeving ivm stoppen opwarming aarde (< 2 ^o C, eind 21 ^e eeuw)
Vangstverwerkingsinstallatie	Opvoerband, voorsorteertafel en spoelen onder de bak
Visruim	Gekoeld opslag (ca. 0 ^o C) voor verse, gestripte vis
Zuid (Z)	Vangstgebied kottervisserij zuidelijke Noordzee-Engelse Kanaal
Wekkers	Aan de boomkorsloffen bevestigde kettingen om platvis uit de bodem voor de netopening op te schrikken en te vangen in viskuil

Samenvatting

Om te kunnen anticiperen op onzeker toekomstig duurzaamheidsbeleid voor de Noordzee hebben de kottersvisserij, visserij-toeleverende bedrijven en beleidsmakers behoefte gekregen aan vernieuwende academische ontwerp-kennis waarin toenemende duurzaamheidsdoelen en -eisen leidend worden. Met de toegenomen sociaal-maatschappelijke veranderingen schieten conventionele scheepsontwerp-processen tekort. Reactief ontwerpen en langdurig aanpassen van basisconcepten van Noordzeekotters waren decennialang succesvol, waarin praktijkontwerpers en gebruikers bepalend waren. De scheepsmodificaties betroffen voornamelijk componentinnovaties en beperkte aanpassingen van deelsystemen. Sinds 1990 is de noodzaak voor systeem-methodisch ontwerpen groter geworden door wettelijke eisen ten aanzien van duurzaamheid, helemaal in de overgang van een lineaire naar een Circulaire Economie (CE) en de post-Parijs klimaattransities.

In het Kotter-2000 onderzoek (enkelvoudig duurzaam herontwerp, 1985-1995) is met socio-technisch systeemdenken een eerste ervaring opgedaan (eerste visserijcasus, hoofdstuk 2). Deze ervaring is vervolgens toegepast en verbreed in het ontwerp van de MDV-1 pilotkotter (meervoudig duurzaam nieuw ontwerp; 2013-2017) (tweede visserijcasus, hoofdstuk 3). In 2017 is zowel door de praktijk (visserij) als wetenschap (TU Delft) de behoefte geuit om nog toekomstbestendiger kotterconcepten te genereren, waarmee MKB-bedrijven kunnen anticiperen op het vissen in de complexer wordende Noordzeegebruiksruimte met onzekere besluitvormingsprocessen (derde visserijcasus, hoofdstuk 4). De drie visserijcases worden gekenmerkt door wettelijk en sociaal-maatschappelijke gedreven duurzaamheidsdoelen en -eisen, van enkelvoudig duurzaam (Arbowet, 1993; Kotter-2000) en meervoudig duurzaam (Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO), 2004; MDV-1) naar circulair en klimaatresponsief (klimaatakkoord Parijs, 2015; MDV-1/CE).

In alle drie de cases vond eerst een analysefase plaats alvorens het daadwerkelijke ontwerp- en engineeringproces kon plaatsvinden. De volgende duurzaamheid-gerelateerde ontwerp-drijfveren stonden daarbij centraal:

- 1e visserijcasus: Kotter-2000 herontwerp; SHE datagedreven; *Safety Health Environment*,
- 2e visserijcasus: MDV-1 nieuw ontwerp; triple-P businessgedreven; *People, Planet, Profit*,
- 3e visserijcasus: MDV-1/CE concept; triple ZERO ketengedreven; *Zero emissions, Zero waste, Zero accidents*.

Onderzoek, conceptueel ontwerpen en evaluatie vonden participatief plaats (met wetenschap en praktijk). Met de toenemende wet- en regelgeving veranderden de systeemgrenzen en ontwerp-ruimten, maar consistent Arbo-inclusief. De drie ontwerpprocessen zijn in de hoofdstukken 2, 3 en 4 uitgewerkt en verder wetenschappelijk onderbouwd. In hoofdstuk 5 zijn de systeem-methodische reflecties beschreven, worden generieke ontwerpprincipes benoemd, en worden aanbevelingen gedaan voor conceptuele ontwerpprocessen waarmee duurzaam de overgang van de groene in de blauwe economie (BE; Horizon 2050) kan worden gemaakt. Academisch en scheepsontwerptechnisch zijn de drie ontwerp-cases aangeduid met derivatief (aanpassen), disruptief (vernieuwend) en prospectief (toekomstbestendig) ontwerpen.

Hoofdstuk 2 Derivatief, enkelvoudig duurzaam ontwerpen, Kotter-2000 herontwerp.

In de 90^{er} jaren werd een wetenschappelijk onderbouwd veiligheid-geïntegreerd kotterherontwerp-proces ontwikkeld door TU-Delft en RIVO (Kindunus; Stoop, 1990) met aansluitend toegepast-wetenschappelijke componentoplossingen en kleine deelsysteemaanpassingen voor de bestaande Noordzee kottersvloot (Kotter-2000; Veenstra en Stoop, 1992). Voor scheepsbouwkundig ontwerpers een paradigmaverschuiving, omdat voor het eerst zowel technische (scheepsafmetingen, inrichting, uitrusting) als sociale ontwerpaspecten (persoonlijke veiligheid, arbeidsomstandigheden) evenwichtig in het scheepsbouwontwerpproces werden geïncorporeerd.

In de analysefase vond uitgebreid wetenschappelijk onderzoek plaats naar het veilig werken aan boord (basisconcept 70er jaren). Op basis van beschikbaar gestelde ongevallen en ziekteverzuimdata (1984-1988) werden veiligheid gerelateerde taakanalyses uitgevoerd met werkbelasting voor geselecteerde vis(verwerking)ruimten. De opdrachtgevers (ministeries, visserijbestuurders) waren primair geïnteresseerd in het voorkómen van ongevallen en het verbeteren van arbeidsomstandigheden. In de ontwerpfase genereerden de onderzoekers veiligheids- en arbo-gerelateerde componentinnovaties en aanbevelingen voor herontwerp van deelsystemen. Voor selectie werden de technische en operationele oplossingen methodisch vastgelegd in oplossingenmatrices met beheersbare deelproblemen, gebruiksscenario's en voorspelbare veiligheid-neveneffecten en restrisico's. Interactief werden met de visserijsector best-fit oplossingen geselecteerd. Om de gekozen oplossingen voor de praktijk inzichtelijker te maken waren deze in een Kotter-2000 schetsplan geïntegreerd, het Proof-of-Principle herontwerp. Vernieuwend was de verplaatsing van functiegebieden om zo veiligheid te vergroten. De evaluatiefase betrof sector brede kennisoverdracht van de aanbevolen oplossingen en herontwerpmoificaties. Zo werd in aanloop naar de inwerkingstelling van de Arboret (1993) draagvlak gecreëerd en het bewustzijn over veiligheid en arbeidsomstandigheden in de kottervisserij vergroot. Diverse, relatief goedkope componentinnovaties vonden direct navolging op de bestaande kotters. Van meer ingrijpende herindelingen werd vanuit bedrijfseconomisch perspectief vooralsnog afgezien.

Hoofdstuk 3 Disruptief, meervoudig duurzaam ontwerpen, MDV-1 nieuw ontwerp

Omdat de onderzoeksvraag in het Kotter-2000 herontwerpproces data gedreven verbeterpunten betrof voor bestaande kotters, waren de systeemgrenzen beperkt tot socio-technische deelsystemen, de werkruimten. Aspecten als terugverdiendtijden of restwaarde waren in dit eerste onderzoek niet meegenomen. Vanaf 2000 kreeg de verouderde, veelvuldig ad-hoc aangepaste kottervloot te maken met structureel negatieve verdienmodellen, mede door de wereldeconomische crisis (2008) en de in de 90^{er} jaren sterk toegenomen visserijbeperkende maatregelen vanuit de Europese Unie (EU). Daarbij kregen begin 21^e eeuw de schipper-eigenaren ook te maken met sociale inspanningsverplichtingen, namelijk het Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO, 2004). Vanuit de overheid en de praktijk werd een netwerk opgezet om tot verduurzaming van de kottervloot te komen. De in hoofdstuk twee beschreven Kindunos-onderzoekbenadering werd twintig jaar later de systeem methodische ontwerpaanpak voor een vervolg nieuwontwerp, de MDV-1. In de analysefase werden begin 2000 de verandering(f)actoren uitvoerig geanalyseerd. In plaats van data-gedreven was het MDV-1 ontwerpproces business gedreven en triple-P (*people, planet, profit*) duurzaam. Participatief stelde het MDV-1 team ambitieuze doelen vast en koos werkenderwijs voor een radicaal nieuw hoofdsysteemmodel voor de Noordzee kotter. Omdat de Noordzee platvisvisserij met gesleepte bodemvistuigen erg energie-intensief was, ging men voor 80% energiebesparingen en emissiereducties.

Besloten werd om voor de kottervisserij een disruptief basisontwerp te genereren met duurzame verdienmodellen. De systeemgrenzen en ontwerpruimte werden opgeschaald van bestaande, enkelvoudig werkplekdeelsystemen naar nieuwe, meervoudig duurzame scheeps- en vistuigsystemen. Om de ambitieuze doelen te kunnen halen werd het schip opgedeeld in deelsystemen (rompvorm, machinekamer, casco'systemen, vis(verwerking)-installaties, vistuigen). De deelsystemen, in de praktijk hoofdinovatiepijlers genoemd, werden geoptimaliseerd voor de gestelde doelen, waarna systeemintegratie in het hoofdsysteemmodel plaatsvond. Het MDV-1 team beperkte de keuze tot betrouwbare componentinnovaties met realistische terugverdiendtijden. Door de radicale energiebesparingen (ontwerp, installaties) en lichtere vistuigen is met in de vaart komen van de MDV-1 een substantiële brandstofreductie bereikt van 40 – 80 % t.o.v. resp. t.o.v. een traditionele twinrigger en boomkorkotter. Door de lage investeringskosten, het lage brandstof en onderhoudskosten werd het verwachte verdienmodel reeds in het eerste operationele jaar gerealiseerd. Door de disruptieve indeling en rompvormoptimalisatie heeft de MDV-1 voor de Noordzee vaarprofielen en -condities een uitstekend zeegangsgedrag. De arbo-tekortkomingen van de traditionele boomkorkotters werden volledig ondervangen. Evenals in de Kotter-2000 evaluatie- en communicatiefase werden de (tussen)resultaten van het MDV-1 ontwerp-, bouw- en onderzoekproces getoetst bij een breed palet

aan stakeholders en eindgebruikers, niet alleen mondeling en schriftelijk maar ook op sociale media. Veel aandacht is besteed aan het met de aantoonbare duurzame MDV-1 pilotkotters creëren en behouden van draagvlak bij verdere verduurzaming van de Noordzee kottervloot.

De MDV-1 werd na uitrol zeer positief ontvangen en heeft zelfs een prijs gewonnen: Schip van het Jaar 2016. Daarmee werd nogmaals benadrukt dat de integratie van meervoudige duurzaamheidskenmerken in het ontwerp leidde tot daadwerkelijk vernieuwende concepten.

Hoofdstuk 4 Prospectief, circulair duurzaam, klimaat responsief, MDV-1/CE concept

Door de onderzoeks- en ontwerpaanpak (alleen maritiem bewezen innovaties) en keuze voor ontwerpvarianten (schip en vistuigdeelsystemen) van het MDV-1 ontwerpproces werden op voorhand systeem methodische ontwerpbeperkingen geïncorporeerd. Na het in de vaart brengen van de MDV-1 (2015) bleek al snel dat het MDV-1 visserij-ontwerpproces nog te statisch-reactief was geweest. De MDV-1 was weliswaar op de middellange termijn toekomstbestendig en voldeed ruimschoots aan het Parijs 2030 emissiereductie criterium (50% minder CO₂), maar was nog niet toekomstbestendig vanuit Horizon 2050 (100% CO₂ reductie). Het klimaatbeleid en overgang van een lineaire in een circulair economie (CE, 2017) bleken achteraf niet als expliciete ontwerpdoelen meegenomen te zijn. Naast de wettelijk vastgestelde collectieve emissiereducties bevat de EU Green Deal tevens sociale inspanningsverplichtingen betreffende groene energie en digitalisering alsmede sociale- en welzijnsaspecten. Bij de MDV-1 was geen rekening gehouden met opkomende groene, fossiel-vrije technologieën. Voor toekomstbestendige concepten was prospectief ontwerpen nodig, met nog verder verruimde systeemgrenzen en ontwerpvarianten. Er werd een nieuw concept ontworpen, de MDV-1/CE.

In de analysefase kwam naar voren dat duurzame schepen, om volledig toekomstbestendig te zijn, geen emissies, geen afval en geen ongevallen meer konden toestaan. Het MDV-1/CE concept werd triple ZERO (Ø³): *zero emissions, zero waste, zero accidents*.

In de ontwerpfase werden de MDV-1 systeemgrenzen en ontwerpvarianten opgeschaald naar de visserijwaardeketen (*fish2dish*). Als referentiemodel kon de MDV-1 als aantoonbaar duurzaam hoofdsysteemmodel aangehouden worden. Als ontwerpmethodologie werd de Kotter-2000 en MDV-ontwerpbepijling geëvolueerd naar prospectief ontwerpen. De grootste ontwerpuitdaging was om behalve de in de praktijk bewezen MDV-1 technieken ook nog onbewezen groene component-innovaties en verwachte optimalisaties van deelsystemen in het voorontwerpproces te integreren. Voor ieder deelsysteem of hoofdinnovatiepijler is een lijst aan oplossingen opgesteld, waarvan een deel reeds toepasbaar is, een deel nog ontwikkeld en getest wordt, en een deel zich nog in de conceptfase bevindt. Om overzicht te krijgen van mogelijke oplossingen werd een ontwerp hulptool ontwikkeld, de CEDI-oplossingenmatrix. Omdat ieder van deze oplossingen zijn eigen specificaties heeft, vraagt dit in het ontwerp om andere dimensies. Omdat nu nog niet kan worden besloten welke (deel)oplossingen in de toekomst effectief en, afhankelijk van wet- en regelgeving, noodzakelijk zullen zijn, moet in het voorontwerp rekening gehouden worden met mogelijk toekomstige aanpassingen van de deelsystemen. Waar mogelijk werden daarom in het ontwerpproces flexibele, modulaire deelsystemen geïntroduceerd. Eerst werd, in de analysefase, bepaald welke ontwerpvariabelen ruimte boden voor flexibiliteit. In een kotter zijn dit ruimtegebruik (ruimtegebruik is geen beperkende factor, mits vallend binnen zeewaardige vormstabiliteit) en ballast (ballast is nodig, dus relatief zware oplossingen kunnen worden geïntegreerd door bestaande ballast te verminderen). Met deze flexibiliteit kon in het voorontwerpproces reeds geanticipeerd worden op de opkomende fossielarme of -vrije technologieën en toekomstige, aangescherpte klimaatwet- en regelgeving. Dit betekende voor de Nederlandse (visserij)scheepsbouw opnieuw een paradigmaverschuiving op ontwerpp gebied. De kotterontwerpprocesen werden dynamischer, van traditioneel statisch-reactief (Kotter-2000, hoofdstuk 2) naar derivatief-disruptief (MDV-1, hoofdstuk 3) naar toekomstbestendig dynamisch-anticipatief (prospectief) (MDV-1/CE, hoofdstuk 4).

Hoofdstuk 5 Reflectie systeem methodisch ontwerpen en geleerde lessen

Methodisch ontwerpen is voor design en engineeringwetenschappen al decennia het conventionele ontwerpproces. De focus lag primair op 'wat' er ontworpen moet worden en 'hoe' het ontwerpproces verloopt. De klantervaringen waren maatgevend. Het ontwerpproces was voornamelijk statisch-reactief met bewezen componentinnovaties en optimalisaties van deelsystemen. Bemoediging van onderzoekers, laat staan van verschillende stakeholders om de 'waarom' vraag te beantwoorden was ongewenst, te duur en tijdrovend. Echter, door toegenomen wet- en regelgeving en een complexer wordende Noordzee-gebruiksruimte veranderen de ontwerpdriveren en visserij ontwerpprocessen en ontstond er meer ruimte voor integratie van bredere duurzaamheidsdoelen. De drie visserijcases laten zien dat academische ontwerp kennis en systeem methodisch denken noodzakelijk is geworden. De wetenschappelijke onderbouwing van de drie ontwerpprocessen laten een tweetal paradigma-verschuivingen zien. De eerste paradigmaverschuiving was het meenemen van bredere ontwerpdoelen, waarbij ook 'zachte' ontwerpeisen rondom arbeidsomstandigheden en veiligheid in het ontwerp werden meegenomen. Dit leidde tot een verplaatsing van functiegebieden op het schip en daarmee tot veel betere werkomstandigheden. Het denken in functiegebieden en hun plaatsing in de ruimte op een Noordzeekotter was voor die tijd zeer innovatief, evenals de focus op de mens (*people*). Dit concept werd nog verder doorontwikkeld bij de MDV-1, met een verdere verbreding van de duurzaamheidsdoelen (*people, planet, profit*). Dat deze aanpak succesvol was bleek uit de waardering van de MDV-1 met de prijs van Schip van het Jaar. De tweede paradigmaverschuiving was het flexibel maken van deelsystemen om daarmee op het schip vrijheid te creëren om tussentijds nieuwe oplossingen toe te passen en zo zonder veel aanpassingen mee te kunnen bewegen met nieuwe wet- en regelgeving en sociaal-maatschappelijke veranderingen. Voor alle drie visserijcases waren de analyse- en identificatiefases cruciaal alvorens er participatief (her)ontworpen kon worden. Bij toenemende maatschappelijke wensen en eisen moesten er meer stakeholders betrokken worden en moesten systeemgrenzen en ontwerpruimte verruimd worden. De visserij ontwerpprocessen zijn dynamisch-anticipatief geworden. Dit proefschrift heeft via de twee paradigmaverschuivingen generieke ontwerpprincipes opgeleverd die breder kunnen worden toegepast.

Omdat in de drie visserijcases kennisoverdracht sector breed werd uitgerold, is inmiddels door de Nederlandse kottervisserij de flexibel-modulaire deelsystemenaanpak geïntegreerd in een integraal duurzaam, multifunctioneel kotterschetsplan. Hiermee kan de omslag gemaakt worden van de huidige groene economie (emissiereducties, fossiel vrije installaties) naar de duurzame Blauwe Economie, anticiperend op het Noordzeebeleid: hernieuwbare energie, herstel/behoud biodiversiteit en voedselzekerheid (Horizon 2050).

De succesfactoren van de MDV-1 alsmede de Kotter-2000 en MDV-1/CE duurzaamheid visserij-ontwerpprocessen waren:

- Gebruiks- en duurzaamheidprobleemgericht onderzoek,
- Delen van kennis met participatieve keuzes voor het hoofdsysteemmodel, functionele deelsystemen en ambitieuze duurzaamheidsdoelen,
- Communicatie met gebruikers en stakeholders,
- Methodisch genereren van componentinnovaties, optimalisaties van deelsystemen en concept systeemintegraties.

Een belangrijk verbindende rol was weggelegd voor de innovatiemanager. Deze koppelde academisch, ontwerp- en sociaalwetenschappelijke kennis met praktijk kennis (en omgekeerd) om de duurzaamheidsproblemen op te delen in operationele, economische, ecologische en socio-technische ontwerpdeelproblemen. Hij was leidend om met de gebruikers/bemanning in de praktijk de innovatieve componentoplossingen en deelsysteemoplossingsrichtingen te evalueren. Trans- en interdisciplinair vervolgonderzoek kan zich richten op de eigenschappen die een ontwerper in deze verbindende rol moet bezitten, om zo verdere toepassing en ontwikkeling van de hier beschreven ontwerpmethoden te kunnen garanderen.

Summary

To anticipate future sustainability policies for the North Sea fishermen, fishing supplying companies, and policy makers have developed a need for innovative academic design knowledge in which more ambitious sustainability goals and requirements become leading. With increasing societal pressure, conventional ship design processes are falling short. Reactive design and long-term adjustment of basic concepts of North Sea trawlers were successful for decades, where practical designers and users were decisive. The ship modifications mainly concerned component innovations and limited adjustments of subsystems. Since 1990, the need for system-methodical design has increased due to legal requirements regarding sustainability, especially in the transition from a linear to a Circular Economy (CE) and the post-Paris climate transitions.

In the Beamer-2000 (Kotter-2000) study (single sustainable redesign, 1985-1995), initial experience was gained with socio-technical systems thinking (first fishery case, chapter 2). This experience was subsequently applied and broadened in the design of the MDV-1 pilot trawler (multiple sustainable new design; 2013-2017) (second fishery case, Chapter 3). In 2017, both practice (fisheries) and science (TU Delft) expressed the need to generate even more future-proof trawler concepts, with which SMEs can anticipate fishing in the increasingly complex North Sea use space with uncertain decision-making processes (third fishery case, Chapter 4). The three fishery cases are characterized by legally and socially driven sustainability goals and requirements, from single sustainable (Arbowet, 1993; Kotter-2000) and multiple sustainable (Corporate Social Responsibility (CSR), 2004; MDV-1) to circular and climate responsive (Paris climate agreement, 2015; MDV-1/CE).

In all three cases, the system was analyzed before the actual design and engineering process took place. The following sustainability-related design drivers were central:

- 1st fishery case: Kotter-2000 redesign; SHE data-driven; *Safety Health Environment*,
- 2nd fishery case: MDV-1 new design; triple-P business-driven; *People, Planet, Profit*,
- 3rd fishery case: MDV-1/CE concept; triple ZERO value chain-driven; *Zero emissions, Zero waste, Zero accidents*.

Research, conceptual design and evaluation took place in a participatory manner (with science and practice). With increasing legislation and regulations, the system boundaries and design spaces changed, but consistently including occupational health and personal safety. The three design processes are elaborated and further scientifically substantiated in chapters 2, 3 and 4. Chapter 5 describes the system-methodical reflections, identifies generic design principles and provides recommendations for conceptual design processes with which the transition from the green to the blue economy (BE; Horizon 2050) can be made sustainably. From an academic and ship design perspective, the three design cases are referred to as derivative (adaptation), disruptive (innovative) and prospective (future-proof) designs.

Chapter 2 Derivative, single sustainable design, Kotter-2000 redesign.

In the 1990^s, scientifically based safety was integrated in the trawler redesign process developed by TU-Delft and RIVO (Kindunus; Stoop, 1990) with subsequent component solutions and minor subsystem adjustments for the existing North Sea beam trawler fleet (Kotter-2000; Veenstra and Stoop, 1992). This was regarded a paradigm shift for shipbuilding designers, because for the first time both technical (ship dimensions, layout, equipment) and social design aspects (personal safety, working conditions) were incorporated into the ship design process in a balanced way.

In the analysis phase, extensive scientific research was conducted into safe working on board (basic beamer concept from the 1970s). Based on available accident and absenteeism data (1984-1988), safety-related task analyses including workload were carried out for selected fish (processing) areas. The clients (ministries, fisheries administrators) were primarily interested in preventing accidents and

improving onboard working conditions. In the design phase, the researchers generated safety related component innovations and recommendations for redesign of subsystems. Before selection, the technical and operational solutions were methodically compared in solution matrices with manageable sub-problems, usage scenarios and predictable safety side effects and residual risks. Best-fit solutions were selected interactively with the fishing sector. To make the chosen solutions more transparent in practice, they were integrated into a Kotter-2000 sketch plan, the Proof of Principle redesign. The relocation of functional areas to increase safety was highly innovative. The evaluation phase involved sector-wide knowledge transfer of the recommended solutions and redesign modifications. In the run-up to the introduction of the Working Conditions Act (1993), support was created and awareness about safety and working conditions in North Sea beam trawl fisheries increased. Various, relatively cheap component innovations were immediately implemented in the existing trawlers. For the time being, trawler owners refrained from more drastic reorganizations because of business economics.

Chapter 3 Disruptive, multiple sustainable design, MDV-1 new design

Because the research question in the Kotter-2000 redesign process concerned data-driven improvements for existing trawlers, the system boundaries were limited to socio-technical subsystems, the workspaces. Aspects such as payback times or residual value were not included in this first study. From 2000 onwards, the outdated, frequently adapted trawler fleet was confronted with structurally negative revenue models, partly due to the world economic crisis (2008) and the sharply increased fishing restriction measures from the European Union (EU) in the 1990⁵. In addition, at the beginning of the 21st century, skipper-owners were also faced with social obligations, namely Corporate Social Responsibility (CSR, 2004). A network was set up between the government and practitioners to make the beam trawler fleet more sustainable. The Kindunos research approach described in chapter two became the methodical design approach for a follow-up new design, the MDV-1, twenty years later. In the analysis phase, the change actors were extensively analyzed in early 2000. Instead of data-driven, the MDV-1 design process was business-driven and triple-P (*people, planet, profit*) sustainable. The MDV-1 team participatively set ambitious goals and gradually opted for a radical new main system model for North Sea bottomfish trawlers. Because the North Sea flatfish fisheries with towed bottom fishing gear was very energy intensive, 80% energy savings and substantial emission reductions were aimed for.

A disruptive basic design for trawler fishing with sustainable revenue models was developed. The system boundaries and design space were scaled up from existing, single workplace sharing systems to new, multi-sustainable ship and fishing gear systems. To achieve the ambitious goals, the ship was divided into subsystems (hull shape, engine room, hull systems, fish (processing) installations, fishing gear). The subsystems, in practice called main innovation pillars, were optimized for the set goals, after which system integration into the main system model took place. The MDV-1 team limited the choice to reliable component innovations with realistic payback times. Due to the radical energy savings (design, installations) and lighter fishing gear, a substantial fuel reduction of 40 - 80% has been achieved with the MDV-1, compared to a traditional twin rigger and beam trawler. Due to the low investment costs and low fuel and maintenance costs, the expected revenue model was already realized in the first operational year. Due to the disruptive layout and hull shape optimization, the MDV-1 has excellent seakeeping behavior for the North Sea sailing profiles and conditions. The occupational health and safety shortcomings of the traditional beam trawlers were completely remedied. As in the Kotter-2000 evaluation and communication phase, the (interim) results of the MDV-1 design, construction and research were evaluated with a wide range of stakeholders and end users, not only verbally and in writing but also on social media. Much attention has been put into creating and maintaining support for further sustainability of the North Sea trawler fleet with the demonstrably sustainable MDV-1 pilot trawler.

After rollout, the MDV-1 was very positively received and even won an award: Ship of the Year 2016. This once again emphasized that the integration of multiple sustainability features in the design led to truly innovative concepts.

Chapter 4 Prospective, circular sustainable, climate responsive, MDV-1/CE concept

The MDV-1 design process was limited in advance through the research and design assumptions (only maritime proven innovations) and choice of design spaces (ship and fishing gear subsystems). After the MDV-1 was put into service (2015), it quickly became apparent that the MDV-1 fishery design process had still been too static and reactive. Although the MDV-1 was future-proof in the medium term and amply met the Paris 2030 emission reduction criterion (50% less CO₂), it was not yet future-proof for Horizon 2050 (100% CO₂ reduction). Climate policy and the transition from a linear to a circular economy (CE, 2017) turned out not to have been included as explicit design goals. In addition to the legally established collective emission reductions, the EU Green Deal also contains social obligations regarding green energy and digitalization as well as social and welfare aspects. The MDV-1 did not consider emerging green, fossil-free technologies. Future-proof concepts required prospective design, with even larger system boundaries and design space. A new concept was designed, the MDV-1/CE.

The analysis phase revealed that sustainable ships, to be fully future proof, could no longer allow emissions, waste, and accidents. The MDV-1/CE concept became triple ZERO (Ø³): *zero emissions, zero waste, zero accidents*.

In the design phase, the MDV-1 system boundaries and design space were scaled up to the fisheries value chain (*fish2dish*). The successful MDV-1 could be used as a reference model. As a design methodology, the Kotter-2000 and MDV design approach was evolved into prospective design. The biggest design challenge was to integrate unproven green component innovations and expected optimizations of subsystems into the preliminary design process in addition to the field-proven MDV-1 techniques. A list of solutions has been drawn up for each subsystem or main innovation pillar, some of which are already applicable, some of which are still being developed and tested, and some of which are still in the concept phase. To gain an overview of possible solutions, a design aid tool was developed, the CEDI solutions matrix. Because each of these solutions has its own specifications, this requires different dimensions in the design. Because it cannot yet be decided which (partial) solutions will be effective and necessary in the future, depending on legislation and regulations, the preliminary design must consider possible future adjustments to the subsystems. Where possible, flexible, modular subsystems were therefore introduced in the design process. First, in the analysis phase, it was determined which design variables offered room for flexibility. In a trawler these are use of space (use of space is not a limiting factor, provided it falls within seaworthy stability) and ballast (ballast is necessary, so relatively heavy solutions can be integrated by reducing existing ballast). This flexibility made it possible to anticipate emerging low- or fossil-free technologies and future, tightened climate legislation and regulations in the preliminary design process. This meant another paradigm shift in design for Dutch (fishery) shipbuilding. The trawler design processes became more dynamic, from traditional static-reactive (Kotter-2000, Chapter 2) to derivative-disruptive (MDV-1, Chapter 3) to future-proof dynamic-anticipatory (prospective; MDV-1/CE, Chapter 4).

Chapter 5 Reflection system methodical design and lessons learned

Methodical design has been the conventional design process for design and engineering sciences for decades. The focus was primarily on 'what' needs to be designed and 'how' the design process proceeds. The customer experiences were decisive. The design process was mainly static-reactive with proven component innovations and subsystem optimizations. Involvement by researchers, let alone various stakeholders, to answer the 'why' question was undesirable, too expensive, and time-consuming. However, due to increased legislation and regulations and an increasingly complex North Sea use space, the design drivers and fisheries design processes are changing and more room has been created for integration of broader sustainability goals. The three fishing cases show that academic design

knowledge and system methodological thinking have become necessary. The scientific substantiation of the three design processes shows two paradigm shifts. The first paradigm shift was to include broader design goals, where 'soft' design requirements around working conditions and personal safety were also included in the design. This led to a partial relocation of functional areas on the ship and thus to much better working conditions. Thinking in terms of functional areas and their placement in space on a North Sea beam trawler was very innovative for that time, as was the focus on *people*. This concept was further developed with the MDV-1, with a further broadening of the sustainability goals (*people, planet, profit*). The success of this approach was evident from the award of the MDV-1 with the Ship of the Year award. The second paradigm shift was making subsystems flexible to create freedom on the ship to apply new solutions in the meantime and thus be able to move along with new legislation and regulations and societal changes without major adjustments. For all three fishing cases, the analysis and identification phases were crucial before participatory (re)design could take place. With increasing social wishes and requirements, more stakeholders had to be involved and system boundaries and design space had to be expanded. Fisheries design processes have become dynamic-anticipatory. Through the two paradigm shifts, this thesis has produced generic design principles that can be applied more broadly.

Because knowledge transfer was rolled out sector-wide in the three fishing cases, the Dutch trawler fisheries has now integrated the flexible-modular subsystem approach into an integral sustainable and multifunctional trawler outline plan. This allows the transition from the current green economy (emission reductions, fossil-free installations) to the sustainable Blue Economy, in anticipation of the North Sea policy: renewable energy, restoration/preservation of biodiversity, and food security (Horizon 2050).

The success factors of the MDV-1 as well as the Kotter-2000 and MDV-1/CE sustainability fisheries design processes were:

- Sustainability problem-oriented research,
- Sharing knowledge with participatory choices for the main system model, functional subsystems, and ambitious sustainability goals,
- Communication with users and stakeholders,
- Methodical generation of component innovations, optimizations of subsystems and concept system integrations.

An important connecting role was reserved for the innovation manager. This linked academic, design, and social science knowledge with practical knowledge (and vice versa) to divide the sustainability problems into operational, economic, ecological and socio-technical sub-problems. He oversaw evaluating the innovative component solutions and subsystem solutions in practice with the users/crew. Besides, trans- and interdisciplinary follow-up research should focus on the properties that a designer must possess in this connecting role, to guarantee further application and development of the academic design methods described here.

Over de auteur *‘leven lang leren en kennisdelen’*

Reeds 50 jaar werkzaam in de maritieme sector, koopvaardij (10 jr.), scheepsbouw (10 jr.) en technisch visserijonderzoek (40 jr.). Op 17 jarige leeftijd gaan varen, stuurman koopvaardij en wachtofficier op mijnenvegers (KM). Na 10 jaar als zeeman afgezwaid, carrière switch gemaakt. Aan de TH Delft een scheepsontwerpers opleiding gevolgd (leermeester prof. Constantin Gallin), aansluitend als ontwerper bij Bureau voor Scheepsbouw in Bloemendaal (BvS) gewerkt. Door de economische crisis (begin 80^{er} jaren), bij Technisch Visserijonderzoek (RIVO/IMARES-WUR, thans Wageningen Marine Research (WMR)) in IJmuiden gaan werken, zowel als (ontwerp)technisch onderzoeker (Noordzee visserij, (offshore)aquacultuur, zilte teelten, multi-use platforms) en als manager (afdelingshoofd, plv. directeur). Na pensionering als parttime-zelfstandig visserijconsultant gestart (VFC, Veenstra, 2013). Werd Masterplan Duurzame Visserij-innovatiemanager (MDV) in het ontwerp-, bouw- en onderzoektraject (2013- 2017); was medeontwerper van het aantoonbaar duurzame MDV-1 pilotschip (2015). Na vele publicaties en MDV-1 lezingen door prof. John Stoop uitgedaagd om de MDV-1 ontwerpprocessen in een Delfts PhD traject te starten en in academisch jargon te vertalen “Visserij duurzaamheid en systeem methodische ontwerpprocessen”. In 2019 overgestapt naar de WUR, omdat het PhD onderwerp in Wageningen beter aansloot bij de vakgroep Farm Technology thans Biosystem engineering met focus op mkb-bedrijven en participatief onderzoek (wetenschap-praktijk). Na 7 jaar resulterend in het onderhavige proefschrift, flexibel-modulaire kotterconcepten met generieke duurzaamheidsontwerpprincipes. Voor kennisoverdracht met prof. John Stoop de Maatschap triple ZERO opgericht (2021). In 2022 kernteamlid geworden van het Visserij Innovatie Netwerk (VIN). Om conceptueel vanuit de werkgroep triple ZERO, in samenhang met andere VIN werkgroepen het integraal duurzame Schip van de Toekomst te ontwerpen. Eind 2023 heeft de visserijpraktijk het flexibel-modulaire ontwerpgedachtegoed reeds toegepast. Tijdens een VIN bijeenkomst is het eerste schetsplan gelanceerd, de triple ZERO multipurpose kotter (Octopus, 2023). Waarmee geanticipeerd kan worden op de omslag van de huidige Noordzee Groene Economie in de duurzaam Blauwe Economie, Horizon 2050.



Dankwoord

In de eerste plaats wil ik grote dankbaarheid tonen aan mijn Delftse promotoren van het eerste uur John Stoop, Hans Hopman (2017) en aansluitend mijn Wageningse promotor Peter Groot Koerkamp en supervisor Marjolein Derks (2019). Mijn PhD onderzoek en verslaglegging zou onmogelijk zijn geweest zonder hun academische steun en mede-passie voor systeem methodisch ontwerpen.

Nadat de MDV- 1 als meest duurzame Visserschip van het Jaar was bekroond (KNVTS, 2016) werd ik door John Stoop en Hans Hopman (TU Delft) wetenschappelijk uitgedaagd. Om als co-ontwerper het MDV-1 ontwerp-, bouw- en onderzoekstraject (2007-2017) in academisch jargon vast te leggen. Niet alleen wetenschappelijk, maar ook zodanig dat het proefschrift zowel gericht is op de wetenschap (methodisch ontwerpen) als op de praktijk (toekomstbestendige kotters), beleidsmakers en ngo's (klimaattransities). Met name Hans Hopman (TU Delft, 3mE), jaargenoot van onze Alma Mater van Delft zette mij op het spoor van holistisch scheepsontwerpen. Van onschatbare waarde was John Stoop, waarmee ik al sinds 1985 samenwerk en mee bevriend ben geworden. Hij was gedurende het hele PhD traject (TU Delft, 2017-2019; WUR, 2019-2024) mijn wetenschappelijke steun en systeem methodische sparringpartner (Delft-ontwerpschool). Heeft mij de wetenschappelijke mores geleerd en onvoorwaardelijk gesteund bij afstemming van begrippenkaders tussen TU Delft (*Socio-technical systems Designing*) en WUR (*Biosystems Engineering*). Ben op advies van Hans Hopman van Delft naar Wageningen overgestapt, omdat mijn research onderwerp beter paste bij hun onderzoekprogramma's alsmede herintroductieplannen van mijn vakgebied conceptueel ontwerpen voor agrarische MKB bedrijven, inclusief visserij. Dit leidde tot vele discussies en tekstuele wijzigingen. Graag bedank ik Peter Groot Koerkamp, die van het begin af mijn ontwerpersmeerwaarde zag in de TU Delft en WUR samenwerking (*Design & Engineering*). Om de Delftse ontwerpmethoden in WUR jargon te structureren ben ik buitengewoon dank verschuldigd aan mijn supervisor Marjolein Derks. Wanneer in Wageningen mijn Delftse teksten regelmatig verbeterd moesten worden steunde ze mij onvoorwaardelijk; zelfs buiten kantooruren en op haar mammadag bij mij thuis in Haarlem. Mijn vrouw zorgde dan liefdevol voor baby Miguel. Zodat wij op mijn thuisbasis het proefschrift naar een hoger academisch niveau konden tillen, WUR- en TU Delft waardig.

Niet op de laatste plaats ben ik vele kottervisserijrelaties zeer erkentelijk, zij hielden mij ook als wetenschappelijke (her)ontwerponderzoeker met twee voeten op het dek. Zonder anderen te kort te doen, gaat grote dank uit naar een aantal groen denkende en duurzaam handelende vissers: Hendrik en Klaas Kramer, Hendrik en Dirk Romkes, Klaas-Jelle Koffeman, Dirk Kraak, Jop Schot, Pedro Rappé en Jacob Brands. Als oud zeeman en oud technisch visserij onderzoeker was ik altijd welkom aan boord. Niet alleen om mijn nieuwe ontwerp kennis, component- en deelsysteeminnovaties met hen te bespreken, maar ook opkomende Noordzee toekomstvisies te delen (Horizon 2030-2050). Daarvoor ook dank verschuldigd aan vele visserijbestuurders (Visserbond, VisNed, VisFederatie, EMK), beleidsambtenaren (LNV, RVO), toeleverende bedrijven (MDV-Flynth, Hoekman, Padmos, Damen-Maaskant) alsmede maritieme researchlabs (MARIN, TNO, TU Delft). Zij, en vele oud-collega's (scheepvaart, scheepsbouw, visserijonderzoek) deelden mijn passie en betrokkenheid bij pragmatisch-realistische duurzaamheidsinnovaties en functioneel-mooie vaartuigen, veiligheid-inclusief en circulair, klimaat-responsief. Omdat kennisoverdracht in mijn 40 jr. (ontwerp)technisch visserijonderzoekswerk (RIVO/IMARES-WUR, PhD) altijd centraal stond, ben ik tevens vele vakbladjournalisten erkentelijk voor hun ondersteuning. Om mijn onderzoekteksten leesbaar te maken voor een grote publiek, met name Gerrit Hakvoort, Gijsbert van der Bent (Visserijnieuws), Willem de Jong (SWZ Maritime), Tim Haasnoot, Roos Swart (ProSea, Vistikhetmaar) en Margot Tsjoen (Follow the Money).

Tenslotte wil ik mijn partner, (klein)kinderen, familie, vrienden alsmede vele visserij-geïnteresseerde kennissen bedanken, die al die jaren in me geloofden. Mij met een lach en een traan steunden, juist wanneer ik weer eens ietwat 'tekst-gefrustreerd' uit Wageningen kwam. Dit proefschrift draag ik op aan mijn fans, vooral mijn kleinkinderen Timon, Daniela en Quinten. Die als jonge generatie de gevolgen van klimaatopwarming ten volle ervaren. Wens hen, evenals opa een leerzaam levenspad toe, mede-oplossingen genererend die de opwarming van de aarde verder in toom houden.

Voor de financiële ondersteuning van de vermenigvuldiging van dit proefschrift gaat erkentelijkheid uit naar:

-Wageningen University, Wageningen

-Nederlandse Visserbond, Urk

-Stichting Masterplan Duurzame Visserij, Flynth adviseurs en accountants, Urk

-Maatschap triple ZERO, Hoornaar

-Machinefabriek Padmos, Stellendam

-Hoekman Shipbuilding, Urk

-Damen-Maaskant Schipyards, Stellendam

-Visserconsultancy, Den Helder

