



Brandstofbesparing 75%

Energiebesparing en rendementsverbeteringen aan boord van TX 36 (2.000 pk-kotter)

M.N.J. Turenhout, C. Taal, A.J. Klok



LEI

WAGENINGEN UR

Brandstofbesparing 75%

Energiebesparing en rendementsverbeteringen aan boord van TX 36 (2.000 pk-kotter)

M.N.J. Turenhout, C. Taal, A.J. Klok

Opdrachtgevers zijn Vis Vis BV, Jaap van der Vis en HFK Engineering en Harmen Klein Woolthuis

Dit onderzoek is uitgevoerd en gefinancierd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. Het onderzoek is medegefinancierd door het Europees Visserijfonds (EVF) binnen het kader: Investering in duurzame visserij.

LEI Wageningen UR
Wageningen, april 2015

NOTA
LEI 2015-008

M.N.J. Turenhout, C. Taal en A.J. Klok, 2015. *Brandstofbesparing 75%; Energiebesparing en rendementsverbeteringen aan boord van TX 36 (2.000 pk-kotter)*. Wageningen, LEI Wageningen UR (University & Research Centre), LEI Nota 2015-008. 24 blz.; 7 fig.; 9 tab.; 0 ref.

Deze nota is gratis te downloaden in het E-depot <http://edepot.wur.nl/347312> of op www.wageningenUR.nl/lei (onder LEI publicaties).

© 2015 LEI Wageningen UR

Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E informatie.lei@wur.nl,
www.wageningenUR.nl/lei. LEI is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).



LEI hanteert voor haar rapporten een Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie.

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2015

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Het LEI aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Het LEI is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

LEI 2015-008

Foto omslag: Vis Vis BV

Addendum

In april 2015 heeft LEI Wageningen UR een rapport gepubliceerd voor Vis Vis BV. over de energiebesparing en rendementsverbeteringen aan boord van TX36 (2.000 pk-kotter). In dit rapport zijn twee brandstofbesparingsscenario's beschreven bij investeringen. Het betreft hier een brandstofscenario op de kotter inclusief en exclusief schroefinvesteringen. Hierbij zijn terugverdiëntijden voor de investeringen berekend. In het brandstofbesparingsscenario inclusief schroefinvesteringen is de terugverdiëntijd berekend op basis van 50 actieve visweken per jaar en een gemiddelde brandstofprijs van 0,62 euro, terwijl in het brandstofbesparingsscenario exclusief schroefinvesteringen de terugverdiëntijd is berekend op basis van 48 actieve visweken per jaar en een gemiddelde brandstofprijs van 0,60 euro. Deze gegevens werden getoond in hoofdstuk 9, Conclusies, en de bijbehorende tabel 9.1. Om een betere vergelijking te krijgen tussen bovengenoemde scenario's, zijn het aantal actieve visweken per jaar en de gemiddelde brandstofprijs gelijkgetrokken tussen de scenario's. In de nieuwe berekeningen is zowel voor het brandstofscenario met investeringen in schroef als het brandstofscenario exclusief schroef gebruik gemaakt van 48 actieve visweken en een gemiddeld brandstofverbruik van 0,60 euro. De terugverdiëntijd van de investeringen inclusief schroef is hierbij toegenomen van 38 tot 41 maanden. De terugverdiëntijd van de investeringen exclusief schroef blijft gelijk, namelijk 16 maanden.

Inhoud

1	Samenvatting	5
2	Inleiding	6
	2.1 Platvisvloot en brandstofverbruik	6
	2.2 Project Brandstofbesparing 75%	6
	2.3 Achtergrond project en planning	8
3	Methode	9
4	Testen, monitoring en resultaten	10
	4.1 Hoofdaandrijving en energieverbruik	10
	4.2 Hulpvermogen en energieverbruik	11
	4.2.1 Algemeen verbruik energie hulpvermogen	11
	4.2.2 Specifiek verbruik energie per verbruiksonderdeel	12
5	Tussentijdse evaluatie en vervolg	14
6	Vervolg testen, monitoring en resultaten	15
	6.1 Onderwateronderdelen exclusief schroef	15
	6.2 Schroef, tunnel en aanstroming water	15
7	Maatregelen, investeringen en besparingen	18
8	Eindresultaten	20
9	Conclusies	21
10	Referenties	23

1 Samenvatting

Na het jaar 2007 zijn verschillende innovaties op het gebied van vistuigen toegepast bij de Nederlandse platvissector (boomkor). Een gemiddeld brandstofverbruik voor 2007 van 10.000 liter per zeedag was min of meer gebruikelijk. Na 2007 zijn vistuigen (onder andere SumWing en PulsWing) ontwikkeld en in gebruik genomen die het brandstofverbruik fors hebben doen afnemen tot rond 3.750 liter per zeedag bij de TX36. Bij het project *Brandstofbesparing 75%* is gekeken of het brandstofverbruik van de TX36 nog eens 1.250 liter per zeedag kan afnemen, door te kijken naar efficiëntieverbeteringen op het gebied van warmtehuishouding, energiemanagement, aanpassing aan de vislijn met e-kabel, het hoofdmotorgebruik (met behulp van een generator), mogelijke aanpassingen aan de schroef in combinatie met (reductie) op de keerkoppeling en de tunnel.

Verbeteringen in schroef in combinatie met (reductie) op de keerkoppeling en de tunnel (besparing van 2.250 liter per week), trekontlasters (besparing van 700 liter per week) en het energie-managementsysteem (besparing van 600 liter per week) blijken bij de TX36 de onderdelen waar de meeste besparing behaald kan worden. In totaal kan per week door de verschillende efficiëntieverbeteringen 4.162 liter (1.041 liter per zeedag) bespaard worden. De bijbehorende investering hierbij bedraagt 409.530 euro. De besparing door efficiëntieverbetering leidt tot een jaarlijkse brandstofbesparing van 199.776 liter per jaar. Bij een gemiddelde brandstofprijs van 0,62 euro komt dit neer op een besparing van 119.866 euro per jaar. De terugverdientijd (bij gelijkblijvende brandstofprijzen) van de investeringen komt hierbij neer op iets minder dan 41 maanden.

Het totaal brandstofverbruik per zeedag komt na het project *Brandstofbesparing 75%* uit op 2.710 liter.

2 Inleiding

2.1 Platvisvloot en brandstofverbruik

De Nederlandse kottervloot bestaat de laatste jaren gemiddeld uit ongeveer 80 grote kotters met een lengte van rond 40 meter en een gemiddeld motorvermogen van 2.000 pk (tabel 2.1). Alle schepen zijn te kenmerken als platviskotters. De gemiddelde leeftijd van deze schepen is meer dan 30 jaar en meer dan 80% van de schepen is ouder dan tien jaar. De trend van veroudering van dit deel van de vloot zet door (VIC 2015). Naast ongeveer 80 Nederlands gevlagde kotters, zijn er nog zo'n 20 kotters onder de vlag van het Verenigd Koninkrijk Nederlands (mede-)eigendom.

Tabel 2.1

Indicatie kottervloot 1.501-2.000 pk en aantal opvarenden, platvisvloot gemiddeld in de jaren 2010-2014

	Aantal vaartuigen	Opvarenden (in fte)
Nederland	80	560
Verenigd Koninkrijk	20	160
Totaal	100	720

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI.

Tot enkele jaren terug visten 2.000 pk-kotters vooral met boomkorvistuigen op platvis. Doelsoorten zijn tong en schol. Met deze visserijmethode werd veel brandstof verbruikt met daarmee gepaard gaande hoge kosten. Sinds 2009 is binnen dit deel van de kottervloot een transitie gaande naar duurzamere en, op termijn, goedkopere visserijmethoden waarvan de pulstechniek de belangrijkste is. Toepassing van pulstechniek op bestaande schepen blijkt tot aanzienlijke besparingen op brandstof(kosten) te leiden, ten opzichte van boomkor (2008) oplopend tot wel 45 à 50% (Tabel 2.2).

Tabel 2.2

Gemiddeld brandstofverbruik 1.501-2.000 pk-kotters (platvis), per zeedag in liters

	Boomkor	SumWing	Pulstechniek
2008	7.600	5.700	n.v.t.
2013	7.300	6.200	4.000

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI.

Inschattingen van experts laten zien dat de brandstofprijs (gasolie) op termijn wel eens naar 1.000 euro per ton (1 euro per liter brandstof) zou kunnen gaan. Als dit werkelijkheid wordt, dan zal geen enkele kotter meer met een nu bestaande visserijmethode rendabel kunnen worden ingezet.

2.2 Project Brandstofbesparing 75%

In het project *Brandstofbesparing 75%* is het vissersvaartuig TX 36 als voorbeeldschip gebruikt om innovaties en aanpassingen te onderzoeken en toe te passen. De specificaties van dit schip zijn in Tabel 2.3 weergegeven.

Tabel 2.3

TX 36 Jan van Toon

Naam	Vis Vis bv.
Afmeting (m)	42,35 x 8,50 x 5,15
Inhoud	494 GT
Bouwjaar Casco	2000
Hoofdmotor	Deutz
Motorvermogen	1.999 pk/1.471 kW
Bouwjaar motor	2000
Hoofdaannemer	Maaskant

Bron: Visserij jaarboek 2014.

Van de viskotter TX 36 is bekend dat het bij het in de vaart komen een verbruiksrecord had van rond 10.000 liter gasolie per zeedag. Dit verbruik was verbonden aan de visserijmethode van destijds (boomkor). Tot het jaar 2007 was dit verbruik per zeedag min of meer normaal/gebruikelijk. Na 2007 zijn innovaties op het gebied van vistuigen toegepast. De eigenaar van de TX36 heeft in samenwerking met HFK Engineering de SumWing ontwikkeld en toegepast als alternatief boomkorvistuig. Hierdoor kon al aanzienlijk op brandstof worden bespaard. Het verbruik daalde naar gemiddeld 6.200 liter per zeedag. Vanaf 2009 heeft eigenaar van der Vis in samenwerking van HFK Engineering PulsWing vstuig geïntroduceerd. Dat leidde tot nog verdergaande brandstofbesparing naar een gemiddeld verbruik van rond 3.750 liter per zeedag. In 2013 werd het plan opgevat om tot nog verdergaande brandstofbesparing te komen, een reductie van nog eens 1.250 liter per zeedag (5.000 liter besparing per visweek). Dat betekent het streven naar een verbruik van nog maximaal 2.500 liter brandstof per zeedag.

Binnen dit project *Brandstofbesparing 75%* is gekeken naar technische mogelijkheden hoe dit resultaat (5.000 liter besparing per visweek) bereikt kon worden. Er is onderzoek gedaan naar mogelijkheden voor efficiëntieverbeteringen op het gebied van warmtehuishouding, energie-management, aanpassing aan de vislijn met e-kabel, het hoofdmotorgebruik (met behulp van een generator), mogelijke aanpassingen aan de schroef en de tunnel.



2.000 pk-viskotter TX 36

Vis Vis BV en HFK Engineering hebben in samenwerking met onder andere Ingenieursbureau M +M Schlott, onderzoekers van andere instellingen en toeleveranciers van producten voor de visserij gekeken naar praktisch en economisch haalbare energiebesparingsmogelijkheden. De resultaten van het onderzoek en toepassingsmogelijkheden op de TX 36 zijn beknopt in deze nota weergegeven. De uitkomsten van dit project kunnen mogelijk door andere ondernemers in de platvisvisserij worden gebruikt, waardoor de vloot in de toekomst duurzamer, zuiniger en rendabeler kan opereren.

De focus binnen dit project lag duidelijk op het verkennen van de technische mogelijkheden voor brandstofbesparing, en minder op de economische analyse.

2.3 Achtergrond project en planning

Bij aanvang van het project (medio 2012) zijn de eerste metingen aan boord van de viskotter TX 36 verricht. Er is gekeken naar alle aannemelijke mogelijkheden om efficiënter energie te gebruiken. De metingen aan boord wezen uit dat er al een zeer efficiënt brandstofverbruik was. De beoogde 75% brandstofbesparing leek wel heel erg moeilijk haalbaar voor de TX 36. Daarom is lange tijd gebrainstormd en overleg gevoerd met toeleveranciers over hoe er toch nog brandstof zou kunnen worden bespaard. Hierdoor liep de planning van het project uit en is tussentijds verlenging van de projectperiode aangevraagd, zodat resultaten in een later stadium opgeleverd konden worden. RVO is met de aanvraag tot uitstel akkoord gegaan. De praktische uitvoering van de voorgenomen innovaties heeft vanaf augustus 2013 plaatsgevonden. Stap voor stap zijn de verschillende kansrijke investeringen uitgevoerd en de resultaten ervan gemonitord. De methode is in hoofdstuk 3 weergegeven en de resultaten en conclusies zijn in respectievelijk hoofdstuk 4 en 5 weergegeven.

3 Methode

In samenwerking met toeleveranciers voor de visserij, zijn alle energie verbruikende onderdelen aan boord van de TX 36 geïnventariseerd. Daarna zijn berekeningsmodellen gemaakt voor mogelijke energiebesparingen. Per energieverbruiksonderdeel is bekeken welke investeringen (kosten) nodig zouden zijn om tot energiebesparingen te komen. Daarna zijn de investeringen ook daadwerkelijk toegepast binnen dit project en is gemonitord wat de werkelijke uitkomsten waren.

De volgende energiebesparingsmogelijkheden zijn bekeken, berekend en toegepast:

- aanpassing van de grootte van de schroef en de koppeling
- optimalisering van aanstroming van water naar de schroef
- het totale energieplan om gelijkmatiger energieafname te kunnen bewerkstelligen
- de waterweerstand van vistuigen en de onderdelen ervan
- alternatieve verlichtingsmogelijkheden zoals led
- permanente brandstofverbruiksmeting waardoor verbruik zichtbaar wordt en geanticipeerd kan worden door betere regeling van verbruik
- aanpassing van gasolieseparator om gasolieverlies te voorkomen/minimaliseren
- aanpassing van de vertragsliermotor, waardoor dubbele vislijnen overbodig worden (aan weerszijde van het schip een katrol/visblok minder)
- aanpassing van de trek-ontlasters van 1 Wing waardoor er minder weerstand in het water is.

In samenwerking met Ingenieursbureau M + M Schlott is het schip uitgerust met een continu meetstelsel op de hoofdmotor, schroefas en hulpmotor. Het gebruikte meetinstrument is een Multi Line data sampler die gekoppeld is aan een computer die alle metingen heeft gelogd en opgeslagen.

Gemeten zijn:

- schroeftoeren
- schroefkoppel
- schroefvermogen
- motortoeren (berekend uit schroeftoeren en overbrenging)
- motorbrandstofgebruik
- hulpmotorbrandstofgebruik
- afgenomen generatorvermogen
- afgenomen vermogen diverse onderdelen
- de compressor (logs)
- de ijsmachine (logs)
- pompen (logs).

De metingen zijn opgesplitst in:

- hoofdaandrijving
- hulpvermogen.

Verder zijn binnen dit project de tijd van halen en vieren van de vistuigen, de snelheid van het schip bij vissen (doel: 5 mijl per uur) en de stoomsnelheden gemonitord.

Een inventarisatie van brandstofbesparingsmogelijkheden ten aanzien van de e-kabel liet zien dat hier nauwelijks energie mee bespaard kon worden. Besloten is om dit niet meer verder binnen dit project te onderzoeken.

4 Testen, monitoring en resultaten

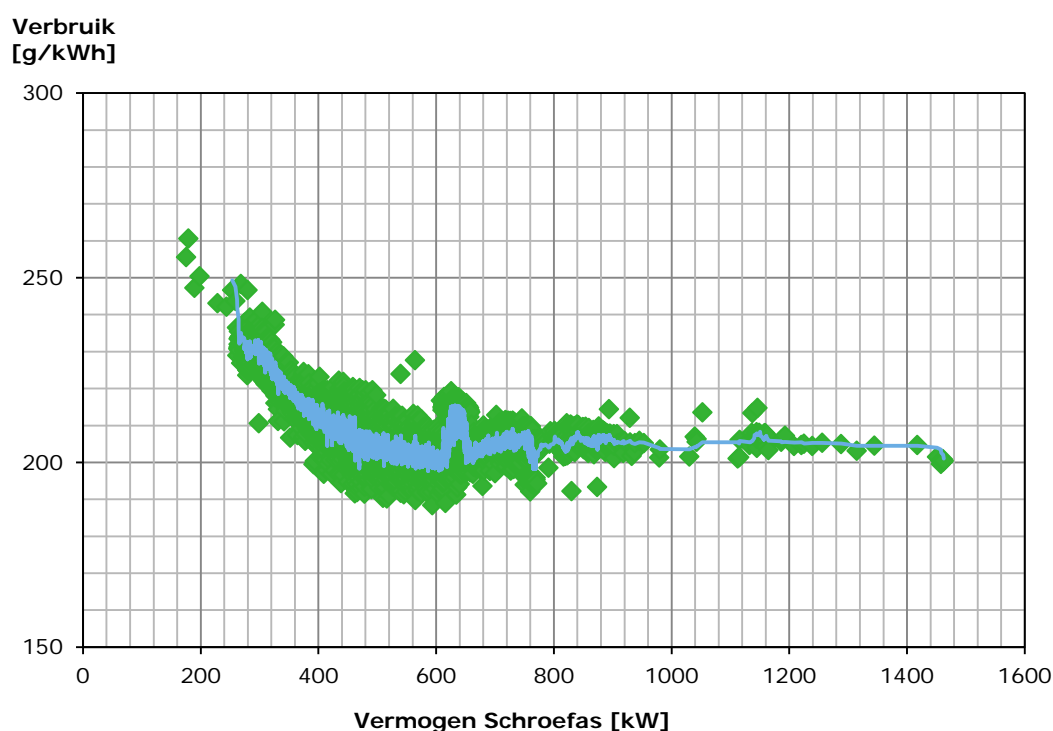
De uitgevoerde testen hebben plaatsgevonden eind 2013 en begin 2014. In dit hoofdstuk worden weergegeven de:

- investeringskosten in euro's
- brandstofbesparingen in liters en euro's
- (aangenomen) gasolieprijs per liter
- terugverdientijd van de investeringen in jaren

Er is voor dit project gewerkt met voorbeelduitkomsten van bruto totaal-investeringen van 409.530 euro (inclusief aanpassing schroef in combinatie met (reductie) op de keerkoppeling) en 73.700 euro (exclusief schroef).

4.1 Hoofdaandrijving en energieverbruik

Gestart is met het inventariseren van het verbruik van de hoofdaandrijving. Op basis van het gemeten vermogen van de hoofdaandrijving en de afgenomen gasolie is er een grafiek (figuur 4.1) gemaakt van het specifiek verbruik van brandstof van de hoofdmotor.



Figuur 4.1 Verbruik gasolie in gram per kWh hoofdmotor bij verschillende vermogens op de schroefas TX36

Uit de grafiek is duidelijk af te lezen dat het verbruik vanaf 400kW al redelijk laag is (rond de 205 g/kWh). Prestaties van moderne motoren laten zien, dat deze nauwelijks onder de 205 g/kWh komen. Deze relatief oude motor van de TX 36 presteert daarmee dus al redelijk optimaal.

Naast gunstige prestaties vanaf 400 kW belasting, zijn ook relatief ongunstige prestaties zichtbaar bij lagere belasting dan 400 kW. Ook wanneer boven 900 kW vermogen wordt gevraagd, zijn de prestaties relatief gunstig. Metingen van prestaties boven 900 kW zijn uitgevoerd om eveneens inzicht te krijgen in het verbruik in die specifieke range. Tijdens normale visserij- inspanning wordt dit vermogen echter niet meer gevraagd bij toepassing van pulsvisserijtechniek.

4.2 Hulpvermogen en energieverbruik

4.2.1 Algemeen verbruik energie hulpvermogen

Om verbruiksgegevens van het hulpvermogen vast te stellen zijn logs van meerdere momenten bekeken, specifiek naar:

- gasolieverbruik hulpmotor
- afgenomen generatorvermogen

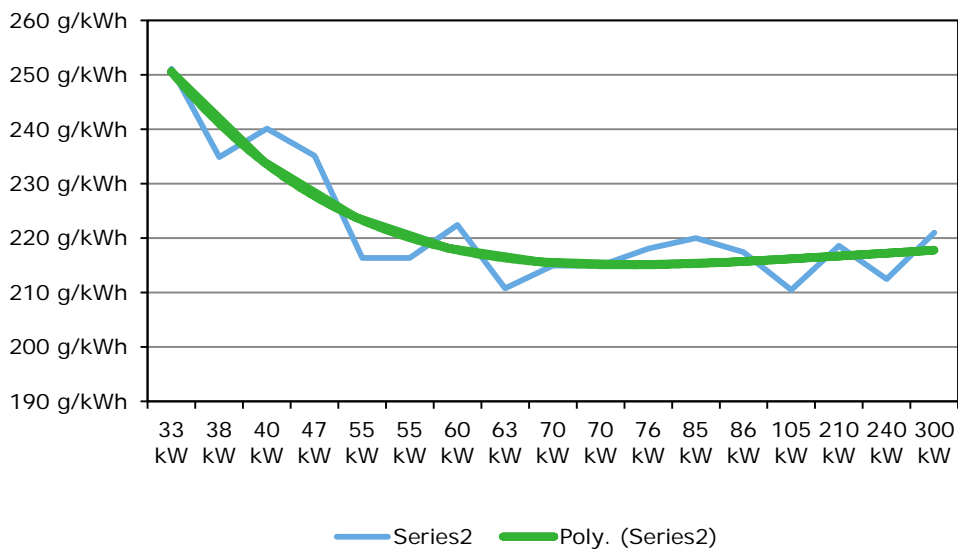
Bekend is vanuit de nulmeting dat het gasolieverbruik van de hulpmotor, zonder belasting, 7,6 liter per uur bedraagt. De uitkomsten van de bestudeerde logs bij verschillende activiteiten zijn hieronder in Tabel 4.1 kort weergegeven. In de linkerkolom is aangegeven wat het totaalverbruik aan brandstof op een zeker moment is. In de kolom 'liter netto/h' is het extra verbruik van brandstof bij aanpassing van de belasting van de hulpmotor weergegeven. Aangepaste belastingen lager dan 40 kW vragen relatief weinig extra brandstof. Zie hiervoor de laatste drie aanpassingen in tabel 4.1, waarbij slechts 2,2 tot 3,7 liter per uur extra verbruikt wordt.

Tabel 4.1

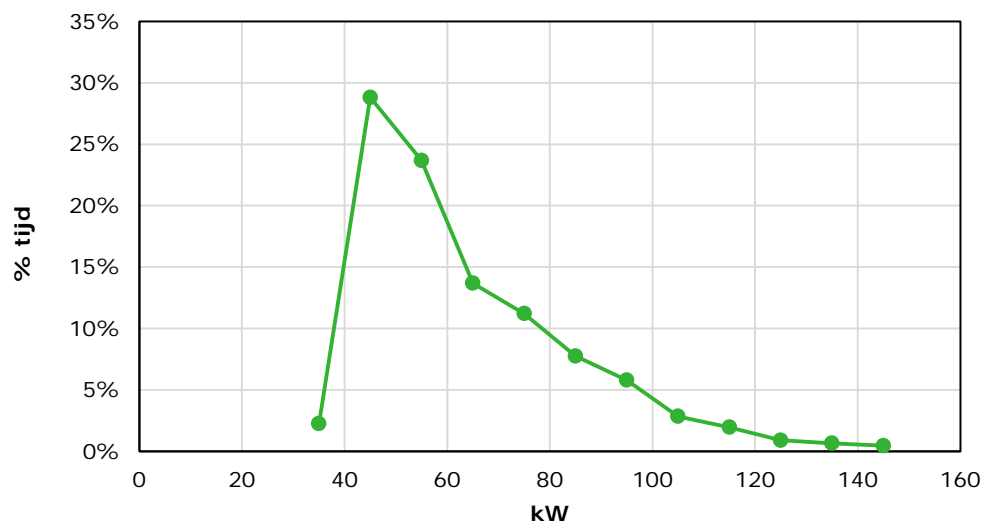
Loguitkomsten hulpvermogen en verbruik brandstof TX 36

Verbruik (l/h)	l/kWh	kW	datum	tijd	SFC (g/kWh)	Aanpassing belasting	Liter netto/h	l/kW	g/kWh
78,0	0,260	300	16-7-2012	21:10	221	halen vol vermogen	70,4	0,23	199
60,0	0,250	240	17-7-2012	12:50	213	nb	52,4	0,22	186
54,0	0,257	210	16-7-2012	16:42	219	Halen	46,4	0,22	188
26,0	0,248	105	16-7-2012	21:29	210	halen met lampen en slurry ijs	18,4	0,18	149
22,0	0,256	86	19-7-2012	16:00	217	tijdens verwerken	14,4	0,17	142
22,0	0,259	85	18-7-2012	21:15	220	tijdens vis verwerken	14,4	0,17	144
19,5	0,257	76	16-7-2012	12:50	218	tijdens vis verwerken	11,9	0,16	133
17,7	0,253	70	16-7-2012	14:04	215	tijdens vissen	10,1	0,14	123
17,7	0,253	70	17-7-2012	15:01	215	dekwas, luchtcompressor en vis verwerken	10,1	0,14	123
15,5	0,248	63	19-7-2012	16:20	211	aan het einde van verwerken	7,9	0,13	107
15,7	0,262	60	16-7-2012	14:12	222	lieren op hand gezet, tijdens vissen	8,1	0,14	115
14,0	0,255	55	nb	nb	216	nb	6,4	0,12	99
14,0	0,255	55	nb	nb	216	nb	6,4	0,12	99
13,0	0,277	47	17-7-2012	14:43	235	alle verlichting e.d. weer aan	5,4	0,11	98
11,3	0,283	40	17-7-2012	14:33	240	alle verlichting uit en lieren (E) en navigatie en televisie	3,7	0,09	79
10,5	0,276	38	17-7-2012	23:30	235	tijdens stomen met nagenoeg alles uit	2,9	0,08	65
9,8	0,295	33	15-7-2012		251	uit behalve brug, 1 stuurpomp, geen lieren ook, gang, kombuis	2,2	0,07	55

Bron: HFK Engineering.



Figuur 4.2 Verbruik gasolie (g/kWh) van de hulpmotor met generator bij verschillende vermogens TX 36



Figuur 4.3 Procentuele verdeling van gebruik van de hulpmotor in kW

Uit voorgaande figuren blijkt dat gebruik van een zo klein mogelijke hulpset (generatorset) gunstiger uit zal pakken in brandstofverbruik. Daarnaast moet het vermogen zo gelijkmatig mogelijk worden gebruikt om het brandstofverbruik te optimaliseren.

4.2.2 Specifiek verbruik energie per verbruiksonderdeel

In 4.2.1 is gekeken naar het totaalverbruik van energie van het hulpvermogen. In 4.2.2 wordt specifiek gekeken naar energieverbruik van het hulpvermogen per onderdeel. Naast verbruikseenheden zijn ook kosten hiervoor in beeld gebracht.

Tabel 4.2

Metingen energieverbruik en -kosten (op basis van 63 eurocent) van het hulpvermogen TX 36, specifiek per verbruikseenheid

Item	Vermogen kW	Uren	kWh/week	Gasolie l	Kosten (€)	Kosten /jaar (€)
Pulsinstallatie	13,1	80,0	1048	274	172,49	8.624,51
Koelwaterpomp	9,5	108,0	1026	268	168,87	8.443,46
Iveco	20,0	48,0	960	251	158,01	7.900,32
Brug	3,85	168,0	647	169	106,46	5.322,84
Dekwas pomp 1+2	27,7	22,0	610	159	100,35	5.017,38
Koeling visruim	13,0	33,6	437	114	71,89	3.594,64
Hoofdlier halen	200,0	2,0	400	105	65,84	3.291,80
Ventilators machinekamer	3,4	108,0	370	97	60,83	3.041,42
Verlichting	3,3	100,0	325	85	53,56	2.677,88
E-lieren	2,5	100,0	250	65	41,15	2.057,37
Hoofdlier vieren	100,0	2,0	200	52	32,92	1.645,90
Pakkendroger 1+2	2,0	100,0	197	52	32,48	1.624,01
Ventilatorverblijven	1,0	168,0	168	44	27,65	1.382,56
Slurry-ijsmachine	6,5	20,0	130	34	21,40	1.069,83
Compressor 2	1,0	116,0	111	29	18,21	910,70
Stuurmachine 1	1,0	100,0	100	26	16,46	822,95
Stuurmachine 2	1,0	100,0	100	26	16,46	822,95
Brandstofpomp	0,9	108,0	99	26	16,35	817,68
Slurry-ijspomp	1,2	80,0	96	25	15,80	790,03
Victronlader	0,4	168,0	75	20	12,32	615,93
Anodesysteem	0,4	168,0	60	16	9,84	492,19
Filterpomp	0,6	108,0	59	16	9,78	488,83
Dekverlichting	8,0	6,7	53	14	8,78	438,91
Schoonnet-omvormer	0,5	100,0	45	12	7,41	370,33
E-lieren halen	11,0	2,0	22	6	3,62	181,05
Hoofdlier loos doordraaien	200,0	0,1	17	4	2,74	137,16
CV-pomp	0,1	168,0	12	3	1,94	96,78
AC-verwarming lier			0	0	-	-

Bron: HFK Engineering

Uit deze tabel blijkt dat in totaal ongeveer 2.000 liter gasolie per week wordt verbruikt. Daarvan verbruiken de pulsinstallatie, koelwaterpomp en Iveco samen alleen al bijna 800 liter gasolie per week. Als naar besparingsmogelijkheden gekeken moet worden, dan is op deze drie onderdelen misschien het meest te halen. Opvallend is dat dekverlichting relatief weinig energie vraagt, vooral als dit afgezet wordt tegen het verbruik aan andere verlichting aan boord (TI-verlichting). Andere verlichting vraagt 6 maal zo veel meer energie dan dekverlichting.

5 Tussentijdse evaluatie en vervolg

Naar aanleiding van de in hoofdstuk 3 en 4 weergegeven informatie zijn tussentijdse conclusies getrokken. Deze zijn eerder in beknopte vorm gerapporteerd aan RVO.

De belangrijkste tussentijdse conclusies:

- Een besparing van 5.000 liter brandstof per week lijkt niet te kunnen worden gerealiseerd door efficiënter gebruik te maken van hoofdmotor en hulpmotor.
- De hoofdmotor van TX 36 blijkt zeer efficiënt te zijn.
- Een nog niet onderzochte mogelijkheid is het verbeteren van het rendement van de schroef. Voorgesteld is om dit verder te onderzoeken in dit project *Brandstofbesparing 75%*.
- De genoemde conclusies ten aanzien van de hoofdmotor van de TX 36 gelden niet noodzakelijkerwijs voor alle andere kotters in de Nederlandse vissersvloot.
- Op de meeste verbruiksonderdelen van de hulpmotor lijkt niet of nauwelijks bespaard te kunnen worden.
- Gelijkmatiser belastingen van de hulpmotor en het slimmer omgaan met verbruik van energie kan nog enig soelaas bieden. Het blijkt namelijk dat een energieverbruiker als de e-lieren van de puls installatie continue in bedrijf zijn, terwijl deze tijdens het vissen en stomen uitgeschakeld zouden kunnen worden.

Na overleg is besloten om het projectplan bij te stellen. Het bijgestelde projectplan betekende dat vooral verder gekeken moest worden naar energieverbruik wanneer voorwerpen door het water worden gesleept, zoals sluitingen, kettingen, elektroden en touwwerk. Hiervoor is een giek geïnstalleerd aan boord, voorzien van een trekcel, waarmee de horizontale kracht, dus de weerstand van een bepaald onderdeel, gemeten kon worden.

In hoofdstuk 6 is beschreven op welke onderdelen hier testen voor zijn gedaan. Daarnaast is gekeken naar mogelijkheden ten aanzien van de schroef van de kotter. Hierbij is gekeken naar de grootte van de schroef, de stroomlijning van de kotter en de aanstroming van water.



Meetgiek

6 Vervolg testen, monitoring en resultaten

6.1 Onderwateronderdelen exclusief schroef

De metingen met behulp van de meetgiek en trekcel hebben geleid tot de in Tabel 6.1 weergegeven resultaten. Naast weerstandmetingsresultaten zijn ook direct de kosten in beeld gebracht, waarbij gebruik gemaakt is van weerstandsberekeningen volgens Schlott.

Tabel 6.1

Weerstand, verbruik en kosten van onderwateronderdelen.

Onderwater- onderdelen	Weerstand per stuk (kg) *	Aantal stuks per kant	Totale weerstand per kant (kg)	Totaal gasolie- verbruik (2 kanten in ltr/wk)	Totale kosten gasolie (2 kanten in €) **
MacArtney elektroden	2,5	28	70	153	4.760
Coöperatie elektroden	9	28	252	549	17.136
Kabel	150	1	150	327	10.200
Trekontlaster	22	27	594	1.295	40.392
Spruitketting	75	2	150	327	10.200
Zijpees gr/kl rubbers	90	2	180	392	12.240
Paard dwars	132	1	132	288	8.976

Bron: HFK Engineering

* Gemiddelde weerstand voor en tegen tij.

**op basis van gasolieprijs van 63 eurocent per liter.

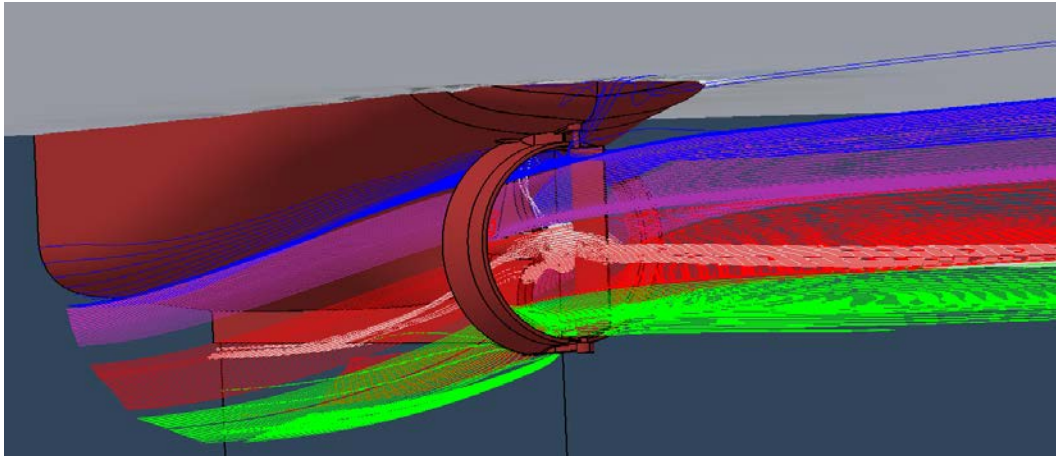
In bovenstaande Tabel 6.1 zijn de totale weerstanden per kant van het schip weergegeven per onderwateronderdeel. Daarnaast is het totale gasolieverbruik als gevolg van weerstand (per onderwateronderdeel) in liters per week weergegeven. Dit voor beide kanten van het schip. In de laatste kolom zijn de totale kosten per onderwateronderdeel onderdeel weergegeven als gevolg van weerstand.

In totaal wordt per week voor de in de tabel genoemde onderwateronderdelen rond 3.300 liter gasolie verbruikt als gevolg van weerstand. Opvallend is dat trekontlasters bijna 1.300 liter brandstof per week vragen. Ook de coöperatie-elektroden zijn goed voor rond 550 liter brandstof per week.

Vanwege het relatief hoge brandstofverbruik van de hierboven genoemde onderwateronderdelen, lijkt het zinvol om te onderzoeken of weerstandsvermindering mogelijk is, en daardoor gasolieverbruik en -kosten kunnen worden verminderd.

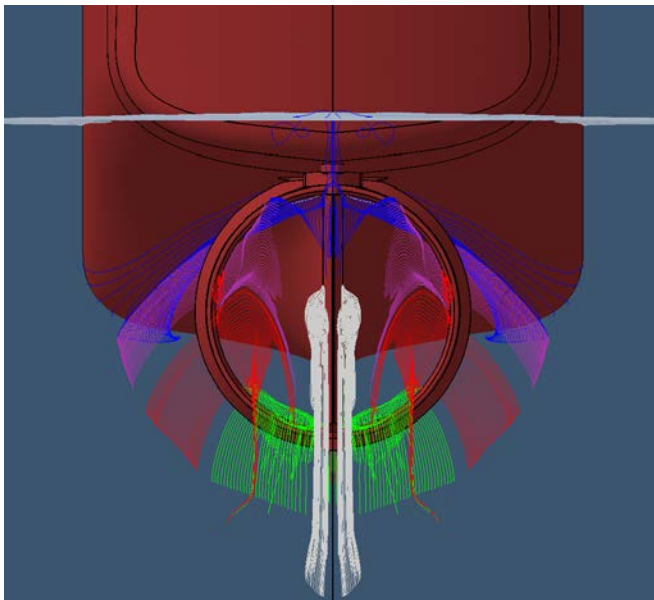
6.2 Schroef, tunnel en aanstroming water

De schroef en de tunnel lijken belangrijke onderdelen van de voortstuwing, waar mogelijk brandstofbesparingen mee kunnen worden gerealiseerd. Het gaat hierbij om het type tunnel, de grootte van de schroef, maar ook om de vorm en het aantal bladen ervan. Berekeningen voor het optimaliseren van schroef en tunnel zijn gemaakt door Sip Marine CFD, waarbij de prestaties van de huidige 3,40 meter grote 4-bladsschroef bekeken zijn.



Figuur 6.1 Wataanstroming naar de schroef

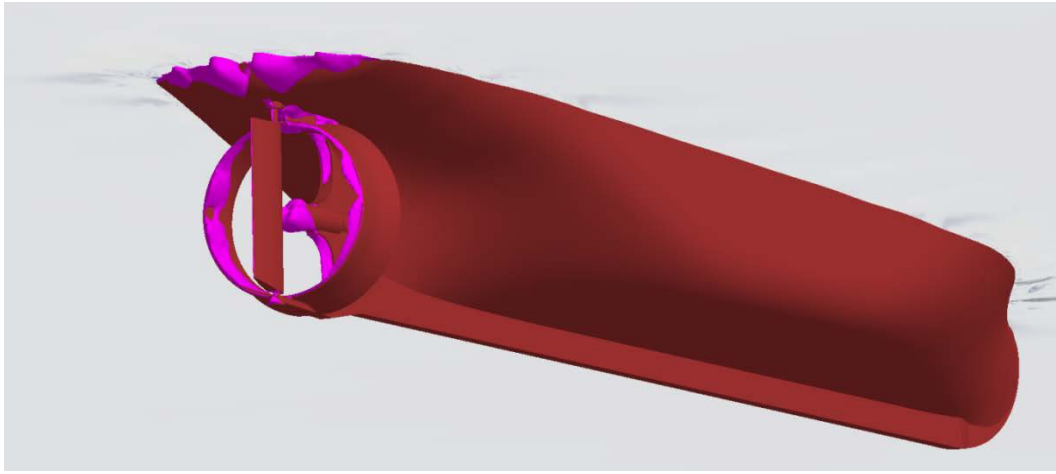
In de Figuren 6.1 en 6.2 is zichtbaar gemaakt, hoe water naar de schroef stroomt. Duidelijk zichtbaar is dat het water voor de schroef onder het schip vandaan komt. De in de figuren 'groen gekleurde' waterstromen gaan langs de kielbalk omhoog. De kielbalk van de TX 36 blijkt niet optimaal gestroomlijnd. Aan de hand van deze metingen is besloten om aanpassingen te doen op dit gebied.



Figuur 6.2 Wataanstroming naar de schroef

In Figuur 6.3 is zichtbaar gemaakt dat oppervlakken van de achterzijde van het schip voor zuiging zorgen, die het schip afremmen tijdens de vaart. In dit project *Brandstofbesparing 75%* is daarom gekozen voor het stroomlijnen van de tunnel en de onderhavige oppervlakken.

Omdat de spiegel van het schip (achtersteven) behoorlijk wat 'zog' laat zien, die voorkomen kan worden door het schip meer voorover te trimmen, is besloten een 'trim-systeem' toe te passen. Tijdens stoomuren komt het achtersteven hoger te liggen, waardoor 'zog' verminderd wordt.



Figuur 6.3 *Te optimaliseren onderdelen van het casco TX 36*

7 Maatregelen, investeringen en besparingen

Op basis van de testen, monitoring en resultaten die weergegeven zijn in de hoofdstukken 4 en 6 zijn maatregelen genomen en investeringen toegepast om brandstof te besparen. Het totaal aan besparingen is daarna gemonitord waarvan de resultaten in Tabel 7.1 zijn weergegeven.

In Tabel 7.1 zijn de genomen maatregelen en bijbehorende investeringskosten weergegeven. De besparingen in brandstofverbruik per week en de efficiëntie per besteedde euro zijn in de laatste 2 kolommen weergegeven.

Tabel 7.1

Besparingsmaatregelen inclusief kosten en opbrengsten

Maatregelen	Kosten (€)	Besparing (ltr/wk)	Efficiency (ltr/€)
Koelwaterregeling	*2.580	150	2,907
Separator waterslot	*2.000	100	2,500
E-lieren in standby	800	40	2,500
Trekontlasters	16.200	700	2,160
Spruitketting	5.000	200	2,000
Energiemanagementsysteem	*25.000	600	1,200
Machinekamer ventilatieregeling	*2.500	40	0,800
Koelwaterboiler	*1.200	16	0,667
Schroef in combinatie met (reductie) op de keerkoppelingen en tunnel	335.000	2.250	0,336
Ledverlichting	6.750	42	0,311
8 bar luchttank en regeling	*2.500	10	0,200
Led-dekverlichting	10.000	14	0,070

Bron: HFK Engineering.

*Geschatte kosten

De uiteindelijk genomen maatregelen blijken goed voor 4.162 liter brandstof besparing per week (tabel 7.1).

Toelichting op de belangrijkste maatregelen:

Koelwaterregeling

De motor maakt gebruik van een externe elektrische pomp die altijd aan staat en op vol vermogen. Door de temperatuur te meten en daarop de pompsnelheid aan te passen, kan vermogen worden bespaard. Daarom is een koelwaterreguleur geïnstalleerd.

Separator waterslot

Een separator maakt de gasolie schoner, voordat het verbruikt wordt. Eenmaal per etmaal wordt de gasolie in een vuilolietank gestort. Met een waterslot kan gasolie worden bespaard.

E-lieren in standby

Door de lieren uit te schakelen na het vieren kan energie worden bespaard. Als de schipper gaat halen of vieren, springen de lieren weer op automatisch bedrijf. De standby-mogelijkheid zorgt voor besparing.

Trek-ontlasters

Onder de SumWing zijn trekontlasters bevestigd, die de verbinding met het net vormen. Deze ontlasters bestaan doorgaans uit stukken ketting, sluitingen en rubbers. Deze veroorzaken veel weerstand. In dit project zijn nieuwe, gladde trekontlasters ontworpen, die aan de SumWing zijn bevestigd.

Spruitketting

Aan de SumWing is een zogenaamde spruitketting bevestigd ter verbinding van de vislijnen. Deze spruitketting geeft meer weerstand in het water dan een staalkabel. Daarom is de ketting vervangen door een staalkabel.

Energiemanagement systeem

Er is een energiemanagementsysteem geïnstalleerd dat het schip continu op brandstofverbruik en elektrisch vermogen monitort. Alle apparaten worden nu automatisch in- en uitgeschakeld waardoor de belasting op het hulpvermogen constanter en lager uitvalt.

Machinekamer ventilatieregeling

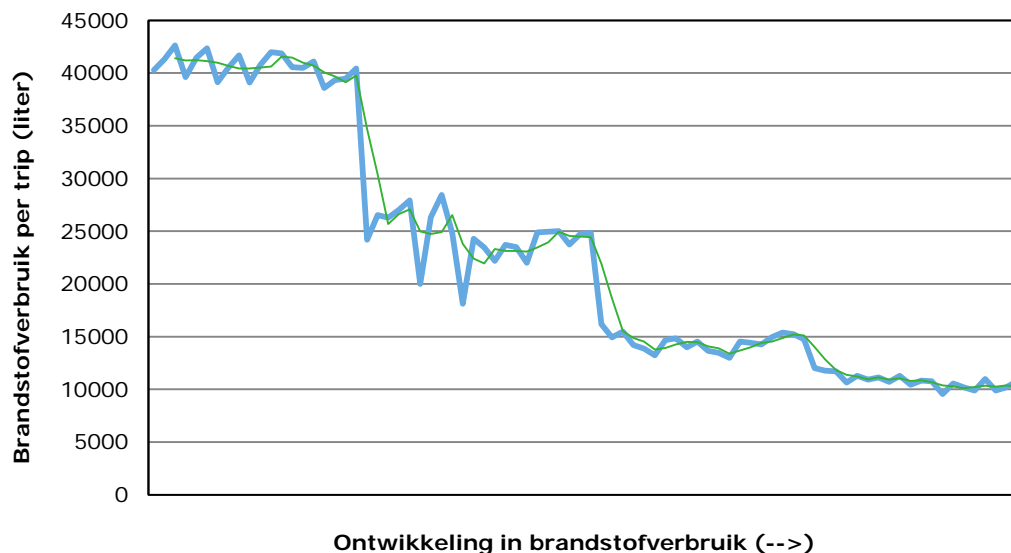
De temperatuur in de machinekamer wordt nu gemeten. Aan de hand hiervan wordt de ventilatie geregeld en aangepast op een zo laag mogelijk vermogen. Als de motoren uit staan, wordt de ventilatie ook automatisch uitgeschakeld.

Schroef en tunnel

Het aanpassen van de schroef in combinatie met (reductie) op de keerkoppeling samen met de tunnel bleek een kostbare investering voor de TX36 omdat hiermee ook de reductie van de overbrenging (koppeling) moest worden aangepast. Alleen dan kon het rendement van de schroef worden verhoogd. Installatie van een grotere driebladsschroef met een diameter van 4 meter geeft meer 'grip' op het water. Door minder omwentelingen per minuut werkt de schroef effectiever en bespaart het energie (15% ten opzichte van de vorige schroef).

8 Eindresultaten

In Figuur 8.1 en Tabel 8.1 zijn de ontwikkeling van het brandstofverbruik door de TX36 weergegeven. In de periode van het gebruik van het boomkorvstuig (eerste deel van de figuur) werd nog ruim 40.000 liter per week verbruikt. Na verschillende vstuiginnovaties (middelste deel van het figuur) en de verschillende efficiëntieverbeteringen vanuit het project *Brandstofbesparing 75%* (laatste deel van het figuur) komt het gemiddelde brandstofverbruik uit op rond de 10.800 liter.



Figuur 8.1 Brandstofverbruik TX36 door de jaren heen bij verschillende innovaties

Tabel 8.1

Brandstofverbruik per trip gedurende verschillende ontwikkelfases TX36, liters

Volg nr.	Boomkor	Boomkor 2	SumWing	SumWing Puls	Na 75%
1	40.286	24.194	18.101	16.183	12.020
2	41.305	26.530	24.273	14.939	11.760
3	42.614	26.295	23.470	15.484	11.699
4	39.622	27.004	22.184	14.203	10.649
5	41.460	27.919	23.710	13.872	11.288
6	42.355	20.000	23.500	13.227	10.931
7	39.122	34.286	21.990	14.690	11.140
8	40.535	26.311	24.879	14.846	10.713
9	41.680	28.452	24.946	13.992	11.280
10	39.100	24.820	24.996	14.539	10.430
11	40.792		23.741	13.659	10.820
12	41.979		24.722	13.480	10.769
13	41.864		24.812	12.990	9.547
14	40.549			14.540	10.553
15	40.494			14.405	10.199
16	41.106			14.251	9.883
17	38.580			14.942	10.986
18	39.333			15.380	9.892
19	39.478			15.245	10.195
20	40.450			14.741	10.787

Bron: HFK Engineering.

9 Conclusies

Besparingen bij investeringen inclusief schroef

Brandstofbesparing

Uit het project *Brandstofbesparing* 75% blijkt dat de grootste besparing in aantal liters brandstof per week (totaal) is te realiseren door:

- een grotere schroef te installeren in combinatie met reductie op de keerkoppeling (2.250 liter/visweek)
- de trekontlasters en bevestiging aan de Wing aan te passen (700 liter/visweek)
- toepassing van een energimanagementsysteem (600 liter/visweek).

De brandstofbesparing met betrekking tot de schroef brengt echter wel de grootste investering met zich mee (335.000 euro) en ook toepassing van het energimanagementsysteem (25.000 euro) en het trekontlastersysteem (16.200 euro) vraagt hoge investeringsbedragen.

Efficiëntie

Per euro investering blijkt echter de koelwaterregeling de grootste besparing op te leveren (2,9 liter/euro), gevolgd door een separator waterslot (2,5 liter/euro), de E-lieren in de standbypositie te laten (2,5 liter/week) en de spruitketting aanpassen (2,0 liter per euro). Het installeren van ledverlichting brengt qua efficiëntie het minste op (nog geen 0,1 liter per euro investering. Alle andere relatief kleine investeringen brengen tussen 0,2 en 1,2 liter per euro op.

Terugverdientijd

Bij een totaalbedrag aan getaxeerde investeringen van 409.530 euro zoals in dit project kunnen de investeringen terug worden verdiend in bijna 3,4 jaren (iets minder dan 41 maanden). Hierbij zijn de volgende gegevens aangenomen:

- een gasolieprijs van 0,60 euro per liter
- normaliter gemiddeld jaarverbruik van 750.000 liter in 48 visweken = 15.625 liter per week

Er kan een besparing worden gerealiseerd van 4.162 liter per visweek (tabel 7.1), waardoor het verbruik uitkomt op 11.463 liter per visweek. Dat is een besparing van 199.776 liter per jaar. Het bespaarde bedrag komt hiermee op 119.866 euro per jaar.

Uitkomst besparingen bij investeringen exclusief schroef

Bij het achterwege laten van investering in de schroef is het investeringsbedrag getaxeerd op 74.530 euro. In Tabel 9.1 zijn de belangrijkste gegevens en de terugverdientijd van deze investering is 1.35 jaar (iets meer dan 16 maanden) opgenomen.

Hierbij zijn de volgende gegevens aangenomen:

- een gasolieprijs van 0.60 euro per liter
- normaliter gemiddeld jaarverbruik van 750.000 liter in 48 visweken = 15.625 liter per week

Er kan hiermee een besparing worden gerealiseerd van 1.912 liter per visweek (tabel 7.1), waardoor het verbruik uitkomt op 13.713 liter per visweek. Dat is een besparing van 91.776 liter per jaar. Het bespaarde bedrag komt hiermee uit op 55.066 euro per jaar.

Er is in beide berekeningen geen rekening gehouden met rente over geïnvesteerd vermogen, ontvangen subsidies, projectkosten, bijdragen en sponsoring van kosten door leveranciers enzovoort.

Tabel 9.1

Besparing op energie bij investeringen volgens project (2.000 pk-viskotter)

	Inclusief schroef	Exclusief schroef
Bruto investeringen (euro)	409.530	74.530
Aantal weken per jaar	48	48
Gasolieprij (euro)	0,60	0,60
Besparing gasolie per jaar (liters)	199.776	91.776
Besparing gasolie per jaar (euro)	119.866	55.066
Terugverdientijd investering* (maanden)	41	16

Bron: Vis Vis BV en HFK Engineering.

* = exclusief rente over geïnvesteerd vermogen, ontvangen subsidies, projectkosten, bijdragen en sponsoring van kosten door leveranciers
enzovoort

10 Referenties

VIC 2014, *Visserij In Cijfers*. Internetpublicatie: <http://www.agrimatie.nl/visserij>. LEI Wageningen UR.

LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E publicatie.lei@wur.nl
www.wageningenUR.nl/lei

Nota
LEI 2015-008



LEI Wageningen UR is een onafhankelijk, internationaal toonaangevend, sociaaleconomisch onderzoeksinstituut. De unieke data, modellen en kennis van het LEI bieden opdrachtgevers op vernieuwende wijze inzichten en integrale adviezen bij beleid en besluitvorming, en dragen uiteindelijk bij aan een duurzamere wereld. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation de Social Sciences Group.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
E publicatie.lei@wur.nl
www.wageningenUR.nl/lei

NOTA
LEI 2015-008

LEI Wageningen UR is een onafhankelijk, internationaal toonaangevend, sociaaleconomisch onderzoeksinstituut. De unieke data, modellen en kennis van het LEI bieden opdrachtgevers op vernieuwende wijze inzichten en integrale adviezen bij beleid en besluitvorming, en dragen uiteindelijk bij aan een duurzamere wereld. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation van de Social Sciences Group.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.