

Opinnäytetyö AMK

Kone- ja tuotantotekniikka

Laiva- ja venetekniikka

2017

Jami Forsman

RIKKIPESURIN KOKONAISINVESTOINTI- KUSTANNUKSET JA TAKAISINMAKSUAIKA

Jami Forsman

RIKKIPESURIN KOKONAISINVESTOINTI- KUSTANNUKSET JA TAKAISINMAKSUAIKA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on arvioida Meyer Turku OY laivanrakennustelakalle rikkipesurin kokonaisinvestointikustannukset ja takaisinmaksuaika.

Rikkipesurin on tarkoitus puhdistaa rikki pakokaasuista, ja se tulee olemaan pakollinen jokaisessa laivassa, jossa käytetään raskasta polttoöljyä. Raskasta polttoöljyä halutaan käyttää sen edullisen hinnan ja hyvän saatavuuden vuoksi. Rikkipesuri ja raskas polttoöljy yhdistelmä on jopa ympäristöystävällisempi vaihtoehto kuin sallittu vähärikkinen polttoöljy.

Työssä esitetään rikkipesuriin tarvittavat materiaalit ja niiden hinnat, josta saadaan laskettua kokonaisinvestointikustannukset. Takaisinmaksuaikaa varten lasketaan raskaan polttoöljyn ja vähärikkisen polttoöljyn hintaeroja ja analysoidaan niitä.

Rikkipesurin kokonaisinvestointikustannuksiksi saadaan 3 322 000 euroa. Tämä on huomattavasti alhaisempi, kuin ennen työtä oli arvioitu. Takaisinmaksuaikaa varten lasketaan kolme eri skenaariota. Näiden skenaarioiden mukaan takaisinmaksuaika on hieman vajaasta vuodesta reiluun puoleentoista vuoteen. Rikkipesuriin investoiminen ja raskaalla polttoöljyllä ajaminen on siis taloudellisesti kannattavaa.

ASIASANAT:

Rikkipesuri, takaisinmaksuaika, kokonaisinvestointikustannukset

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Naval Architecture

2017 | 41

Jami Forsman

TOTAL INVESTMENT COSTS FOR SCRUBBER AND RETURN OF INVESTMENT

The aim of this thesis is to determine total investment costs for scrubber and return of investment. Thesis was commissioned by Meyer Turku OY shipbuilding company.

Scrubber is used to clean substances considered harmful to the environment especially sulfur oxides from the exhaust gases. Scrubber will be mandatory for every vessel that uses heavy fuel oil for operating. Shipping companies like to use heavy fuel oil because it is much cheaper than alternate fuels and it has good availability around the world. Heavy fuel oil used with scrubber is even more environment friendly than lighter marine gas oil.

In this work is presented materials for scrubber and their prices, wherefrom can be calculated total investment costs. For the return of investment is differences between heavy fuel oil and marine gas oil calculated and analyzed.

Total investment costs for scrubber are 3 322 00 euros. This is much lower cost than expected. For the return of investment will be calculated three different scenarios. these scenarios reveal that return of investment is from little less than a year to just a bit over one and half year. Investing to scrubber and using heavy fuel oil is economically profitable.

KEYWORDS:

Scrubber, Return of investment, Total investment costs

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 RIKKIPESURI	8
2.1 Yleistä	8
2.2 Putket	8
2.3 Venttiilit	10
2.4 Pumput	11
2.5 Mittarit ja anturit	13
2.6 Laitteet	14
2.7 Työ ja oheistarvikkeet	15
2.8 Kokonaisinvestointikustannuksien laskeminen	15
3 TAKAISINMAKSUAIKA	16
3.1 Tutkittavan lähteen valitseminen	16
3.2 IFO380- ja MGO-keskiarvoinen hintakehitys (Shipandbunker 2017.)	18
3.2.1 Globaali hintakehitys	18
3.2.2 EMEA-hintakehitys	19
3.3 IFO380- ja MGO-keskiarvoinen hintaero (Shipandbunker 2017.)	20
3.3.1 Globaali hintaero	20
3.3.2 EMEA-hintaero	22
3.4 Satamakohtaiset IFO380- ja MGO-hinnat (Shipandbunker 2017.)	24
3.4.1 Rotterdam	25
3.4.2 Istanbul	27
3.4.3 Piraeus	30
3.4.4 Singapore	33
3.5 Takaisinmaksuajan laskeminen	36
3.5.1 Käyttökustannukset	37
3.5.2 Säästö	37
3.5.3 Takaisinmaksuaika	38
4 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	39
LÄHTEET	40

KUVAT

Kuva 1. Putkien hinnat	9
Kuva 2. Paineputkien hinnat	10
Kuva 3. Venttiilien hinnat	11
Kuva 4. Pumppujen hinnat	12
Kuva 5. Mittareiden ja anturien hinnat	13
Kuva 6. Rotterdamin öljyn hinnat \$/mt	17
Kuva 7. Istanbulin öljyn hinnat \$/mt	17
Kuva 8. Piraeusin öljyn hinnat \$/mt	18
Kuva 9. Globaali öljyn hinnan keskiarvo \$/mt	19
Kuva 10. EMEA-öljyn hinnan keskiarvo \$/mt	20
Kuva 11. Globaali öljyjen hintaero \$/mt	21
Kuva 12. Globaalin hintaeron kuvaaja	22
Kuva 13. EMEA-öljyjen hintaero \$/mt	23
Kuva 14. EMEA-hintaeron kuvaaja	24
Kuva 15. Rotterdam öljyn hinnat \$/mt	25
Kuva 16. Rotterdam öljyjen hintaerot \$/mt	26
Kuva 17. Rotterdam hintaeron kuvaaja	27
Kuva 18. Istanbul öljyn hinnat \$/mt	28
Kuva 19. Istanbul öljyjen hintaerot \$/mt	29
Kuva 20. Istanbul hintaeron kuvaaja	30
Kuva 21. Piraeus öljyjen hinnat	31
Kuva 22. Piraeus öljyjen hintaerot \$/mt	32
Kuva 23. Piraeus hintaeron kuvaaja	33
Kuva 24. Singapore öljyjen hinnat	34
Kuva 25. Singapore öljyjen hintaerot \$/mt	35
Kuva 26. Singapore hintaeron kuvaaja	36

KÄYTETYT LYHENTEET

ROI	Return of investment eli takaisinmaksuaika
IFO	Intermediate fuel oil eli raskas polttoöljy
MGO	Marine gas oil eli vähärikkinen polttoöljy
EMEA	Europe, Middle East, Africa eli Eurooppa, Lähi-itä, Afrikka
MS	Mein Schiff
mt	Metric ton eli tonni tai 1000kg
CEMS	Continuous emissions monitoring system eli jatkuva päästöjen seuranta järjestelmä
IMO	International Maritime Organization
ECA	Emission Control Area
EU	Euroopan unioni

1 JOHDANTO

Meyer Turku on saksalaisen Meyer Werftin omistama suomalainen laivanrakennusta harjoittava telakkayhtiö. Opinnäytetyössä perehdytään Meyer Turku -telakalla valmistuviin Mein Schiff -sarjan risteilijöihin, jotka ovat 295 m pitkiä, 36 m leveitä ja bruttovetoisuudeltaan 99 800. Työssä keskitytään pakokaasujen puhdistamiseen ja tarkemmin rikkipesurin kokonaisinvestointikustannuksiin ja sen takaisinmaksuaikaan.

Rikkipesuria käytetään puhdistamaan pakokaasut IMO:n (International Maritime Organization) määrittämälle tasolle, jotta laivan koneita voidaan ajaa raskaalla polttoöljyllä. ECA (Emission Control Area) -alueilla joihin kuuluu Itämeri, Pohjanmeri ja Pohjois-Amerikan itä- ja länsirannikot. Näiden alueiden sallittu rikkipitoisuus oli vuoteen 2010 asti 1,5 %, jolloin se laski 1 %:iin ja uudelleen vuonna 2015 0,1 %:iin. EU:n (Euroopan unioni) sisäisissä satamissa raja on ollut 0,1 % jo vuodesta 2010. Maailmanlaajuinen suurin sallittu rikkipitoisuus vuoteen 2012 oli 4,5 %, jolloin se laski 3,5 %:iin ja laskee edelleen 0,5 %:iin joko jo vuonna 2020 tai viimeistään 2025. Päästörajojen pieneneminen laivaliikenteessä johtuu maailmanlaajuisesta tarpeesta vähentää päästöjä joka osaluueella, joten se koskee myös laivaliikennettä. Meriteollisuudessa näistä asioista päättää ja niitä valvoo IMO.

Opinnäytetyön tavoite on selvittää rikkipesurin kokonaisinvestointikustannukset ja takaisinmaksuaika. Rikkipesuri on kallis järjestelmä ja sen vuoksi on tärkeää selvittää sen investointikustannukset. Kustannuksien selvittämiseksi tutkitaan materiaalien hintoja ja asennuksen kustannuksia. Takaisinmaksuajan määrittäminen on tärkeää, jotta saadaan tietoon, onko rikkipesurin asentaminen kannattavaa ja kuinka kauan kestää, että se maksaa itsensä takaisin. Takaisinmaksuajan määrittämiseksi tutkitaan polttoaineen hinnan vaihtelua ja raskaan polttoöljyn IFO380- sekä vähärikkisen polttoöljyn MGO-hintaeron funktiota. Tätä hintaeroa analysoimalla pystytään määrittämään rikkipesurin takaisinmaksuaika.

2 RIKKIPESURI

2.1 Yleistä

Mein Schiff -laivoissa käytettävät rikkipesurit ovat hybridipesureita. Tämä tarkoittaa, että niitä voidaan käyttää joko avoimella- tai suljetulla kierrolla. Avoimessa kierrossa pesurin vesi otetaan merestä, kun taas suljetussa kierrossa vettä kierrätetään pesurijärjestelmässä.

Pesurit toimivat siten, että pakokaasun sekaan suihkutetaan vettä, joka sitoo pakokaasuista rikin. Tämän jälkeen jätevettä pystytään käsittelemään laivassa tai se varastoidaan tankkeihin ja imetään satamassa pois.

Rikkipesurilla varustettu raskaalla polttoöljyllä toimiva laiva on jopa ympäristöystävällisempi kuin vähärikkisellä polttoöljyllä toimiva laiva. Tämä korostuu silloin kun raskas polttoöljy luokitellaan jalostamon taholta ongelmatuotteeksi tai jätteeksi. (Lahtinen 2017.)

2.2 Putket

Rikkipesurijärjestelmä sisältää paljon erikokoisia ja eri materiaaleista valmistettuja putkia. Putkista syntyykin huomattava osa pesurin kokonaiskustannuksista. Putkistoissa kulkee paljon eri aineita aina vedestä vahvoin emäksiin, minkä vuoksi joudutaan käyttämään paljon eri putkimateriaaleja. (Kuva 1.)

DN	Material	Length (m)	€/m	€	€*1,15
65	GRP	2	179,48	358,96	412,80
80	GRP	26	198,63	5164,38	5939,04
100	GRP	4	233,32	933,28	1073,27
200	GRP	48	463,00	22224,00	25557,60
250	GRP	8	671,14	5369,12	6174,49
300	GRP	20	820,34	16406,80	18867,82
350	GRP	6	1088,65	6531,90	7511,69
400	GRP	12	1134,87	13618,44	15661,21
450	GRP	32	1508,63	48276,16	55517,58
500	GRP	30	1616,29	48488,70	55762,01
600	GRP	20	2057,17	41143,40	47314,91
15	AISI	12	17,77	213,24	245,226
40	AISI	29	27,87	808,23	929,4645
50	AISI	317	34,96	11082,32	12744,668
65	AISI	48	41,03	1969,44	2264,856
80	AISI	97	55,43	5376,71	6183,2165
125	AISI	2	91,44	182,88	210,312
50	ST RL	43	151,54	6516,22	7493,65
65	ST RL	75	179,48	13461,00	15480,15
80	ST RL	47	198,63	9335,61	10735,95
100	ST RL	24	233,32	5599,68	6439,63
200	ST RL	67	463,00	31021,00	35674,15
300	ST RL	12	820,34	9844,08	11320,69
450	ST RL	21	1508,63	31681,23	36433,41
40	ST SINK	68	3,85	261,80	301,07
				Total	386248,87

Kuva 1. Putkien hinnat

Lasikuituputket ja kumioidut teräsputket ovat kutakuinkin samanhintaisia, joten niille käytetään samaa keskihintaa. Keskihinta sisältää itse putken lisäksi yhden käyrän ja yhden laipan metriä kohden.

Ruostumattoman ja sinkityn teräsputken keskihinta sisältää laipat, käyrän, ruuvit, mutterit ja tiivisteet jokaista kahta ja puolta metriä kohden. Lisäksi hinta sisältää yhden su-pistuksen ja yhden korokkeen jokaista kymmentä metriä kohden.

Putkien taulukkohinnat ovat vuodelta 2013, joten niihin lisätään 15 % hinnan nousun vuoksi.

Muovisten paineputkien taulukkohinnat (Kuva 2.) ovat metrihintoja pelkälle putkelle.

D	Material	Length (m)	€/m	€	€*5,5
50	PE100 SDR17,6	30	1,95	58,50	321,75
63	PE100 SDR17,6	3	2,19	6,57	36,135
90	PE100 SDR17,6	22	4,41	97,02	533,61
110	PE100 SDR17,6	11	6,62	72,82	400,51
125	PE100 SDR17,6	10	8,33	83,30	458,15
315	PE100 SDR17,6	38	53,42	2029,96	11164,78
32	PE100 SDR11	45	1,34	60,30	331,65
40	PE100 SDR11	10	1,99	19,90	109,45
75	PE100 SDR11	61	4,66	284,26	1563,43
90	PE100 SDR11	28	6,62	185,36	1019,48
180	PE100 SDR11	91	26,98	2455,18	13503,49
200	PE100 SDR11	102	32,85	3350,70	18428,85
280	PE100 SDR11	172	67,16	11551,52	63533,36
				Total	111404,65

Kuva 2. Paineputkien hinnat. (Mäkinen 2017)

Putken metrihinnalle asetetaan kerroin 5,5, jotta saadaan oikea keskihinta. Lisättävä prosentti saadaan arvioimalla osien määrä ja analysoimalla niiden hintoja. Tässä tapauksessa oletetaan, että osia kuluu yksi muhvi ja yksi käyrä puoltatoista metriä kohden.

2.3 Venttiilit

Putkia on useita eri kokoja, ja putkia valmistetaan monista eri materiaaleista. Tästä johtuen myös venttiileitä tarvitaan paljon erilaisia, kokoisia ja eri materiaaleista (Kuva 3.). Venttiilien tyyppi valitaan käyttötarkoituksen mukaan, ja tyypistä riippuen niiden hinnat vaihtelevat huomattavasti.

TYPE	MATERIAL	DN	PCS
BALL VALVES	STAINLESS STEEL	25-200	73
BALL VALVES	PLASTIC	25-75	30
BALL VALVES	BRASS	1/2"-1"	16
BUTTERFLY VALVES	CAST IRON	50-300	77
BUTTERFLY VALVES	CAST IRON, RUBBER	65-600	57
CHECK VALVES	STAINLESS STEEL	40-450	21
NON-RETURN VALVES	CAST IRON, RUBBER	50-350	23
NON-RETURN VALVES	STAINLESS STEEL	65-200	6
NON-RETURN VALVES	PLASTIC	25-125	11
SCREW-DOWN STOP VALVE	BRONZE CASTING	32	8
Total			86 270 €

Kuva 3. Venttiilien hinnat. (Koivumäki 2017)

Vaikka venttiilejä on paljon, suurin osa niistä on verrattain edullisia, joten niiden kustannukset jäävät maltilliselle tasolle.

2.4 Pumput

Pumppuja tarvitaan monia, ja niiltä vaaditaan paljon eri ominaisuuksia käyttökohteesta riippuen. Pumppujen määrä on suuri, koska rikkipesuri sisältää paljon eri järjestelmiä. (Kuva 4.)

PUMP	FLOW RATE (m ³ /h)	MASS (kg)
SEA WATER COOLING PUMP 1	234	567
SEA WATER COOLING PUMP 2	234	567
SEA WATER SCRUBBING PUMP 1	360	1636
SEA WATER SCRUBBING PUMP 2	360	1671
SEA WATER SCRUBBING PUMP 3	360	1671
SEA WATER SCRUBBING PUMP 4	360	1636
WASH WATER PUMP 1	360	200/406
WASH WATER PUMP 2	360	200/406
WASH WATER PUMP 3	360	200/406
WASH WATER PUMP 4	360	200/406
SETTLING WATER PUMP		16
EFFLUENT TRANSFER PUMP	15	70
PUMP FOR EFFLUENT MONITORING MODULE		70
PUMP FOR EFFLUENT MONITORING MODULE		70
BLEED-OFF CIRCULATION PUMP	15	75
ALKALI TOPPING UP PUMP	3	175
ALKALI TRANSFER PUMP	10	229
ALKALI DOSING PUMP	0,075	34
PRECONDITIONING WATER SUPPLY PUMP	6	108
TREATED GW PUMP	30	158
TREATED GW SPARE PUMP	30	158
SCRUBBER RESIDUE TRANSFER PUMP	34,2	40,7
WASHING WATER PUMP FOR NOZZLES	10	54
QUENCH PUMP FORE	50	584
QUENCH PUMP AFT	50	584
BLEED-OFF TREATMENT UNIT 1	3,5	1070
BLEED-OFF TREATMENT UNIT 2	3,5	1070
BLEED-OFF TREATMENT UNIT 3	3,5	1070
BLEED-OFF TREATMENT UNIT 4	3,5	1070
SCRUBBING WATER PUMP MODULE 1 (2xpump)	210	3735
SCRUBBING WATER PUMP MODULE 2 (2xpump)	210	3735
	Cost	139 750 €

Kuva 4. Pumppujen hinnat. (Uppo 2017)

Pumppujen yksittäishintoja ei haluta julkiseksi, minkä vuoksi työssä on ilmoitettu ainoastaan niiden yhteishinta. Pumput eivät ole kovinkaan kalliita, mutta niiden suuren määrän takia investointikustannukset nousevat pumppujenkin osalta merkittäviksi.

2.5 Mittarit ja anturit

Rikkipesurin toiminnan kannalta on tärkeää, että saadaan tietoa lämpötiloista ja paineista. Tämän vuoksi järjestelmässä on monia eri tarkoituksiin käytettäviä antureita ja mittareita (Kuva 5.)

NAME	PCS	€/PCS	€
PAINE-ERO ANTURI	4	500	2000
PAINEANTURI	16	200	3200
PAINELAHE TIN 0-16 BAR	1	500	500
PAINEKYTKIN	2	150	300
PAINEILMAN PAINEEN TARKKAILU	5	150	750
LÄMPÖTILA-ANTURI	10	400	4000
LÄMPÖTILAKYTKIN	2	200	400
PINTAKYTKIN IP68	2	400	800
PINTAKYTKIN	7	400	2800
PINNANKORKEUSANTURI	4	400	1600
PINNANKORKEUDEN LAHETIN	10	600	6000
PAINEMITTARI	8	50	400
LÄMPÖTILAMITTARI	4	50	200
PAINEMITTARI 0-4 BAR G1/2 MS LAIP.	14	50	700
PAINEMITTARI -1...0.3 BAR G1/2 MS LAIP.	15	50	750
PAINEMITTARI 0-10 BAR G1/2 MS LAIP.	23	50	1150
LÄMPÖMITTARI G1/2*63 SUORA 0-60	16	50	800
PAINEMITTARI -1...0 BAR AISI G1/2	5	50	250
PAINEMITTARI 0...10 BAR AISI G1/2	5	50	250
PAINEMITTARI 0-6 BAR G1/2 MS LAIP.	1	50	50
PAINEMITTARI 100MM 0...16BAR MGS18	4	50	200
PINNANKORKEUDEN OSOITIN	5	1000	5000
CAPILLARY THERMOMETER	3	200	600
		Total	32700

Kuva 5. Mittareiden ja anturien hinnat

Mittarit ja anturit ovat kohtalaisen edullisia. Niiden isosta määrästä huolimatta kustannukset eivät nouse niiden osalta kovin suuriksi.

2.6 Laitteet

Rikkipesurijärjestelmä sisältää laitteita, joiden hinta on sovittu toimittajan ja telakan välillä. Tästä johtuen näiden laitteiden hinnat ilmoitetaan opinnäytetyössä yhtenä kokonaishintana. (Kuva 6.)

Item	PCS
BOTU	4
Scrubber unit	2
Panel 1000*1200*300	2
Frequency converter	14
Hydrocyclone filter	4
Back flushing filter	4
Heat exchanger	4
Alkali feed module	2
CEMS	2
Aeration blower	2
Control box 800*1000*300	4
Exhaust gas fan	2
Exhaust gas damper	4
Effluent monitoring module	2
Control box 600*600*210	5
Control box 500*500*300	3
De-plume unit	2
De-plume air heater	2
Main control panel 1200*2400*400	1
Mixer	1
De-plume adjustment damper	2
Scrubber silencer	2
Total	1 093 500 €

Kuva 6. Laitteet

Investointikustannuksien kannalta tärkeimmät näistä laitteista ovat pesuriyksiköt, puhdistusyksiköt, CEMSsit, pyörrepuhdistussuodattimet ja äänenvaimentimet.

2.7 Työ ja oheistarvikkeet

Rikkipesurijärjestelmä sisältää paljon eri työvaiheita, joten niistä koostuukin iso osa sen kokonaisinvestointikustannuksista. (Kuva 7.)

Suunnittelu	237 400 €
Asennus	675 000 €
Tankit	445 000 €
Sähkövarusteet	95 000 €
eristys ja kiinnitys	220 000 €
Pakoputkien muutokset	148 000 €
Yhteensä	1 820 400 €

Kuva 7. Työn ja oheistarvikkeiden hinnat

Suunnitteluun lasketaan mukaan sähkösuunnittelu, konetilojen suunnittelu, luokitus-suunnittelu ja riskianalyysi. Asennukseen lasketaan asennustyöt kuilussa ja konetiloissa, käyttöönotto ja esivalmistetyöt.

Tankkeja ovat kemikaalien varastotankki 200 m³, ilmanpoistotankki 150 m³ ja päivä-tankki 30 m³. Lisäksi tähän kategoriaan lasketaan tankkien varustelu.

Pakoputkiin joudutaan tekemään kytkennät rikkipesurille ja pakoputken materiaali vaihtamaan ruostumattomaan teräkseen pesurin jälkeiseen osaan.

2.8 Kokonaisinvestointikustannuksien laskeminen

Kaikki hinnat on saatu selville, joten voidaan laskea rikkipesurin kokonaisinvestointikustannukset. Tämä tapahtuu laskemalla kaikki hinnat yhteen. Näin hinnaksi saadaan noin 3 322 000 euroa.

3 TAKAISINMAKSUAIKA

Takaisinmaksuaika tarkoittaa aikaa, joka kuluu siihen, että investointi maksaa itsensä takaisin. Tässä tapauksessa rikkipesuri maksaa itseään takaisin, koska sen avulla voidaan käyttää edullisempaa polttoainetta.

Takaisinmaksuajan määrittämiseksi täytyy selvittää raskaan polttoöljyn IFO380 (Intermediate fuel oil) ja vähärikkisen polttoöljyn MGO (Marine gas oil) hintaero. Tätä varten tutkitaan keskiarvoisia ja satamakohtaisia hintaeroja. Näitä analysoimalla voidaan määrittää polttoöljyjen hintaero, jota tarvitaan takaisinmaksuajan laskemisessa.

3.1 Tutkittavan lähteen valitseminen

Polttoaineiden hintojen määrittämiseksi täytyy löytää luotettava lähde. Tätä varten vertaillaan kolmen eri lähteen hintoja, kolmesta eri satamasta, viiden viikon ajan, 22.9.2016 – 20.12.2016. Lähteiksi valitaan nopean tarkastelun jälkeen Bunkerindex, Shipandbunker ja Bunkerportsnews. Satamiksi valitaan Euroopasta kolme isoa satamaa, jotka ovat Alankomaissa Rotterdam (Kuva 8.), Turkissa Istanbul (Kuva 9.) ja Kreikassa Piraeus (Kuva 10.). Vertailussa olevien IFO380- ja MGO-öljylaatujen lisäksi otetaan mukaan IFO180-laatu, joka on IFO380 tavoin raskas polttoöljy, mutta pienemmällä viskositeetilla ja tämän takia kalliimpaa. Tällä tavoin saadaan tehtyä tarkempi tutkimus ja helpompi päätös luotettavimmasta lähteestä. (Bunkerindex, Shipandbunker, Bunkerportsnews 2016.)

www.bunkerindex.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	246,5	277,5	406
29.9.2016	249,5	281,5	417,5
6.10.2016	259,5	287,5	446
14.10.2016	262,5	292,5	446
20.10.2016	274	302,5	448,5

www.shipandbunker.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	262,5	285	445,5
29.9.2016	265,5	291,5	453,5
6.10.2016	274,5	301,5	453,5
14.10.2016	265,5	291,5	453,5
20.10.2016	274,5	301,5	453,5

www.bunkerportsnews.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	247	278	407
29.9.2016	248	275	408
6.10.2016	268	287	445
14.10.2016	263	292	447
20.10.2016	275	303	447

Kuva 8. Rotterdamin öljyn hinnat \$/mt

www.bunkerindex.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	261	281	456,5
29.9.2016	265	285	470
6.10.2016	274	290	500
14.10.2016	280	296,5	500
20.10.2016	298,5	316,5	512,5

www.shipandbunker.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	262,5	281,5	453
29.9.2016	260	278	449,5
6.10.2016	271,5	287,5	485
14.10.2016	284,5	297,5	494
20.10.2016	288,5	301,5	496,5

www.bunkerportsnews.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	260	280	457
29.9.2016	267	286	470
6.10.2016	273	286	495
14.10.2016	278	296	500
20.10.2016	298	318	512

Kuva 9. Istanbulin öljyn hinnat \$/mt

www.bunkerindex.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	258	277	434
29.9.2016	250	269	431
6.10.2016	272	293	480
14.10.2016	277	299	478
20.10.2016	292	312	486
www.shipandbunker.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	256	271,5	438,5
29.9.2016	254	273	436
6.10.2016	270	287,5	476,5
14.10.2016	277	295	484,5
20.10.2016	286	301,5	484,5
www.bunkerportsnews.com	IFO 380	IFO 180	MGO
22.9.2016	257	277	433
29.9.2016	250	267	432
6.10.2016	274	293	480
14.10.2016	276	295	478
20.10.2016	289	310	484

Kuva 10. Piraeusin öljyn hinnat \$/mt

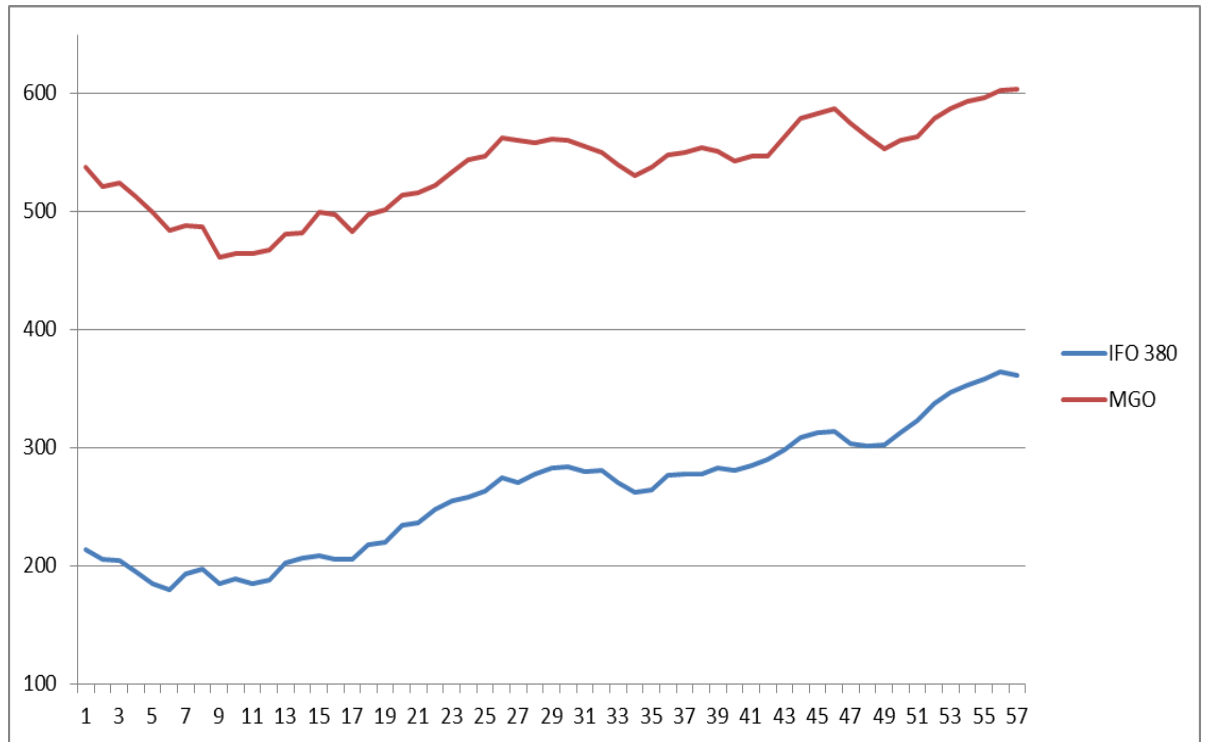
Luotettavimmaksi lähteeksi valikoituu shipandbunker, koska hinnat ovat tarkempia, kuin bunkerportsnews:sa ja edustavat enemmän näiden kolmen lähteen keskiarvohintoja, kuin bunkerindex. Lisäksi shipandbunker:ssa on näistä kolmesta eniten saatavilla olevaa dataa niin polttoaineiden hinnoista, kuin uutisista ja tulevaisuuden näkymistä.

3.2 IFO380- ja MGO-keskiarvoinen hintakehitys (Shipandbunker 2017.)

Öljyn keskiarvoista hintakehitystä tarkastellaan sekä maailmanlaajuisesti, että alueellisesti, jolloin alueena toimii EMEA (Eurooppa, Lähi-itä ja Afrikka).

3.2.1 Globaali hintakehitys

Tutkitaan maailmanlaajuisesti öljyn hinnan keskiarvon kehitystä kirjaamalla ylös viikon välein 57 viikon ajalta 17.12.2015 – 12.1.2017 sekä raskaan polttoöljyn IFO380-, että vähä rikkisenpolttoöljyn MGO-keskiarvoiset hinnat. (Kuva 11.)

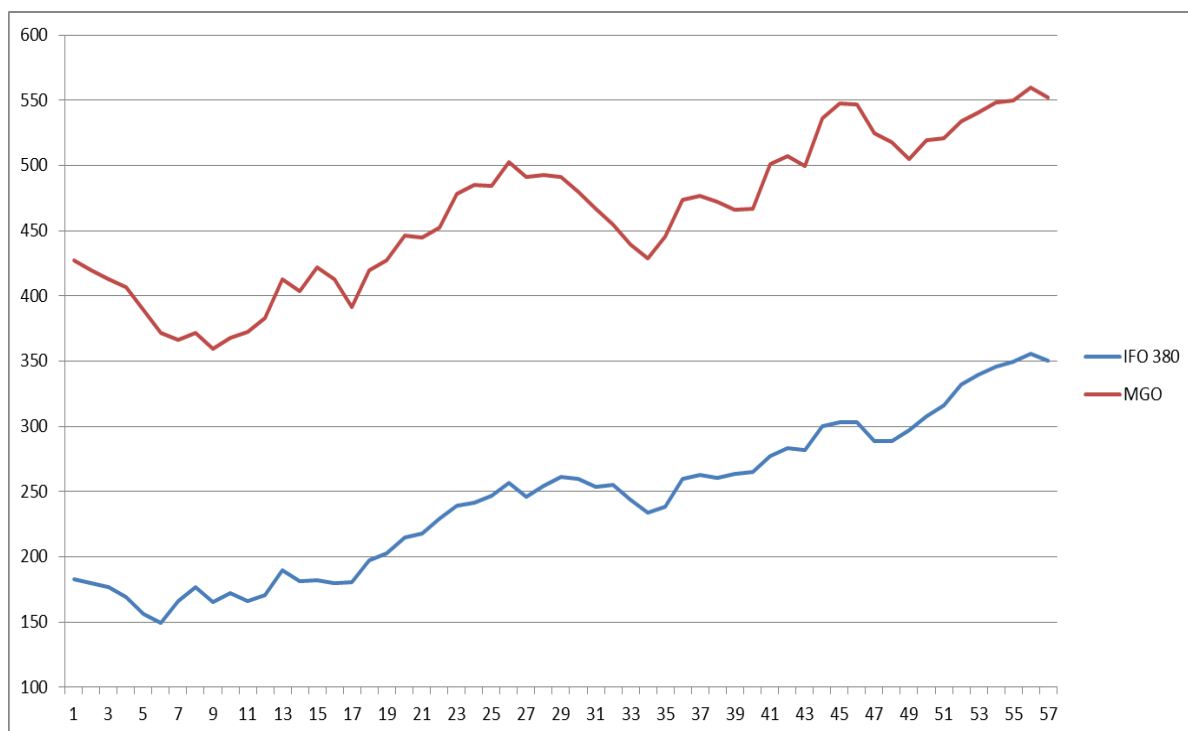


Kuva 11. Globaali öljyn hinnan keskiarvo \$/mt

Tästä huomataan sekä raskaan polttoöljyn IFO380-, että vähärikkisen polttoöljyn MGO-hinnat ovat nousussa. Raskaan polttoöljyn IFO380 hinta nousee jyrkemmässä kulmassa verrattuna vähärikkiseen polttoöljyyn MGO. Tämän seurauksena tapahtuu polttoöljyjen hintaeron supistumista, josta kerrotaan tarkemmin kappaleessa 2.3.1.

3.2.2 EMEA-hintakehitys

Tutkitaan alueellisesti (EMEA) öljyn hinnan keskiarvon kehitystä samalla tavalla, kuin maailmanlaajuistakin hinnan kehittymistä kirjaamalla ylös viikon välein 57 viikon ajalta sekä raskaan polttoöljyn IFO380-, että vähärikkisen polttoöljyn MGO-keskiarvoiset hinnat. (Kuva 12.)



Kuva 12. EMEA-öljyn hinnan keskiarvo \$/mt

Kuten maailmanlaajuisessa niin myös alueellisessa tarkastelussa molempien sekä raskaan polttoöljyn IFO380-, että vähärikkisen polttoöljyn MGO-hinnat ovat nousussa. Tässäkin tapauksessa raskaanpolttoöljyn IFO380-hinta nousee jyrkemmässä kulmassa verrattuna vähärikkiseen polttoöljyyn MGO, mutta ei kuitenkaan yhtä jyrkässä, joten hintaeron supistuminen on pienempää. Tästä kerrotaan tarkemmin kappaleessa 2.3.2.

3.3 IFO380- ja MGO-keskiarvoinen hintaero (Shipandbunker 2017.)

Raskaan polttoöljyn IFO380- ja vähärikkisen polttoöljyn MGO-hintaeroa tarkastellaan hintakehityksen tavoin, sekä maailmanlaajuisesti, että alueellisesti. Alueena toimii samainen Eurooppa, Lähi-itä ja Afrikka.

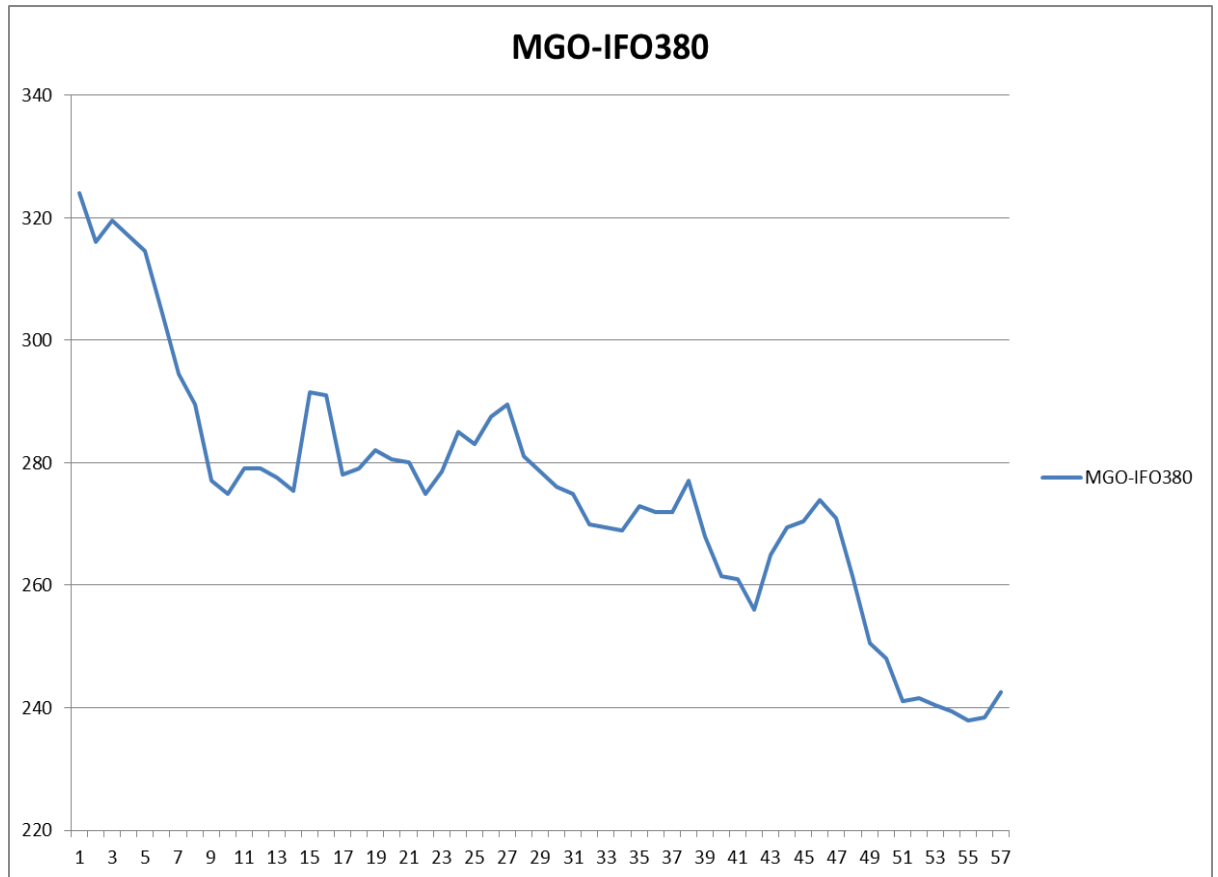
3.3.1 Globaali hintaero

Maailmanlaajuinen raskaan polttoöljyn IFO380- ja vähärikkisen polttoöljyn MGO-välinen hintaero saadaan laskemalla taulukosta (Kuva 13.) niiden erotus.

Week	Global average	MGO-IFO380	Week	Global average	MGO-IFO380
1	17.12.2015	324	30	7.7.2016	276
2	24.12.2015	316	31	14.7.2016	275
3	31.12.2015	319,5	32	21.7.2016	270
4	7.1.2016	317	33	28.7.2016	269,5
5	14.1.2016	314,5	34	4.8.2016	269
6	21.1.2016	305	35	11.8.2016	273
7	28.1.2016	294,5	36	18.8.2016	272
8	4.2.2016	289,5	37	25.8.2016	272
9	11.2.2016	277	38	1.9.2016	277
10	18.2.2016	275	39	8.9.2016	268
11	25.2.2016	279	40	15.9.2016	261,5
12	3.3.2016	279	41	22.9.2016	261
13	10.3.2016	277,5	42	29.9.2016	256
14	17.3.2016	275,5	43	6.10.2016	265
15	24.3.2016	291,5	44	13.10.2016	269,5
16	31.3.2016	291	45	20.10.2016	270,5
17	7.4.2016	278	46	27.10.2016	274
18	14.4.2016	279	47	3.11.2016	271
19	21.4.2016	282	48	10.11.2016	261,5
20	28.4.2016	280,5	49	17.11.2016	250,5
21	5.5.2016	280	50	24.11.2016	248
22	12.5.2016	275	51	1.12.2016	241
23	19.5.2016	278,5	52	8.12.2016	241,5
24	26.5.2016	285	53	15.12.2016	240,5
25	2.6.2016	283	54	22.12.2016	239,5
26	9.6.2016	287,5	55	29.12.2016	238
27	16.6.2016	289,5	56	5.1.2017	238,5
28	23.6.2016	281	57	12.1.2017	242,5
29	30.6.2016	278,5			

Kuva 13. Globaali öljyjen hintaero \$/mt

Taulukosta nähdään, että globaali hintaero supistuu. Tätä havainnollistetaan kuvaajalla (Kuva 14.)



Kuva 14. Globaalin hintaeron kuvaaja

Kuvaajasta nähdään, että maailmanlaajuinen polttoaineiden hintaeron keskiarvo on selvästi laskussa.

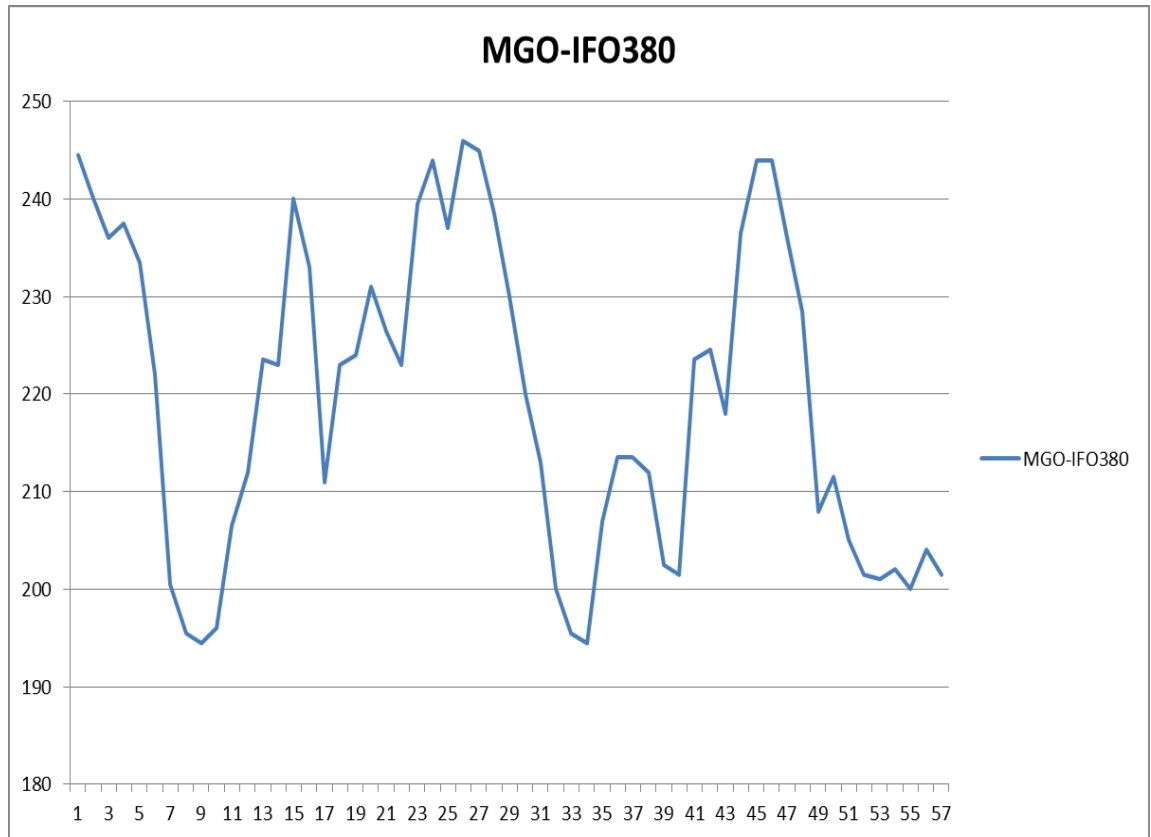
3.3.2 EMEA-hintaero

Alueellinen raskaan polttoöljyn IFO380- ja vähärikkisen polttoöljyn MGO-välinen hintaero saadaan maailmanlaajuisen hintaeron tavoin suoraan laskemalla taulukosta (Kuva 15.) niiden erotus.

Week	Emea average	MGO-IFO380	Week	Emea average	MGO-IFO380
1	17.12.2015	244,5	30	7.7.2016	220
2	24.12.2015	240	31	14.7.2016	213
3	31.12.2015	236	32	21.7.2016	200
4	7.1.2016	237,5	33	28.7.2016	195,5
5	14.1.2016	233,5	34	4.8.2016	194,5
6	21.1.2016	222	35	11.8.2016	207
7	28.1.2016	200,5	36	18.8.2016	213,5
8	4.2.2016	195,5	37	25.8.2016	213,5
9	11.2.2016	194,5	38	1.9.2016	212
10	18.2.2016	196	39	8.9.2016	202,5
11	25.2.2016	206,5	40	15.9.2016	201,5
12	3.3.2016	212	41	22.9.2016	223,5
13	10.3.2016	223,5	42	29.9.2016	224,5
14	17.3.2016	223	43	6.10.2016	218
15	24.3.2016	240	44	13.10.2016	236,5
16	31.3.2016	233	45	20.10.2016	244
17	7.4.2016	211	46	27.10.2016	244
18	14.4.2016	223	47	3.11.2016	236
19	21.4.2016	224	48	10.11.2016	228,5
20	28.4.2016	231	49	17.11.2016	208
21	5.5.2016	226,5	50	24.11.2016	211,5
22	12.5.2016	223	51	1.12.2016	205
23	19.5.2016	239,5	52	8.12.2016	201,5
24	26.5.2016	244	53	15.12.2016	201
25	2.6.2016	237	54	22.12.2016	202
26	9.6.2016	246	55	29.12.2016	200
27	16.6.2016	245	56	5.1.2017	204
28	23.6.2016	238,5	57	12.1.2017	201,5
29	30.6.2016	230			

Kuva 15. EMEA-öljyjen hintaero \$/mt

Taulukosta nähdään, että myös EMEA-hintaero supistuu, vaikkakaan ei yhtä nopeasti verrattuna maailmanlaajuiseen supistumaan. Tätä havainnollistetaan kuvaajalla (Kuva 16.)



Kuva 16. EMEA-hintaeron kuvaaja

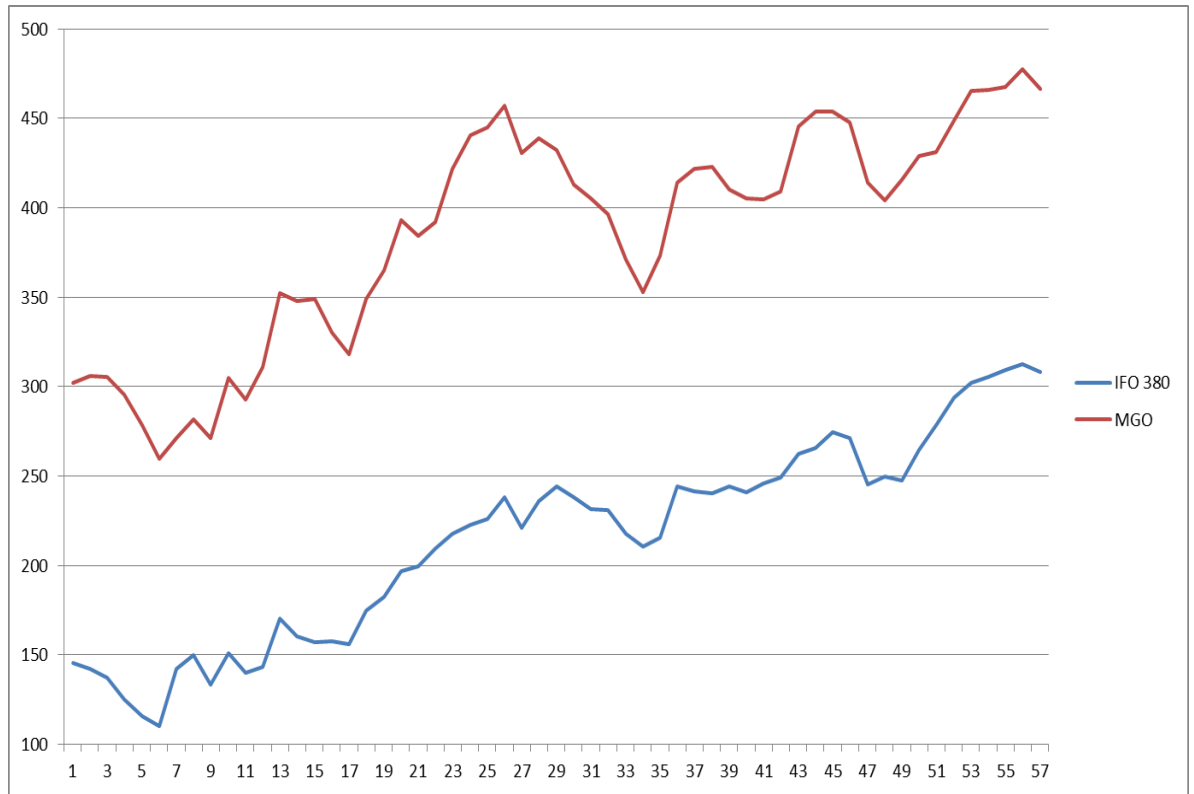
Kuvaajasta nähdään, että EMEA:n keskiarvoinen hintaero vaihtelee huomattavasti. Hintaero käy muutaman kerran jopa alle 200 \$/mt, kun taas välillä se on lähes 250 \$/mt.

3.4 Satamakohtaiset IFO380- ja MGO-hinnat (Shipandbunker 2017.)

Otetaan tarkasteltavaksi kolme suurta Euroopassa sijaitsevaa satamaa, koska referenssi laivan MS5 pääasiallinen risteilyalue on Eurooppa. Nämä kolme satamaa ovat samat Rotterdam, Istanbul ja Piraeus, joita on käytetty työssä jo aiemminkin. Näiden satamien lisäksi otetaan polttoainehuollon kannalta maailman suurin satama Singaporen satama mukaan vertailun vuoksi.

3.4.1 Rotterdam

Rotterdam on Alankomaissa sijaitseva kaupunki, jossa on Euroopan suurin satama, näin ollen se on olennainen satama myös polttoaineiden hintojen kannalta. (Kuva 17.)



Kuva 17. Rotterdam öljyn hinnat \$/mt

Kuvaajan mukaan Rotterdamissa sekä raskas polttoöljy IFO380, että vähärikkinen polttoöljy MGO ovat huomattavasti edullisempia verrattuna maailman tai EMEA:n keskiarvoiseen öljyn hintaan.

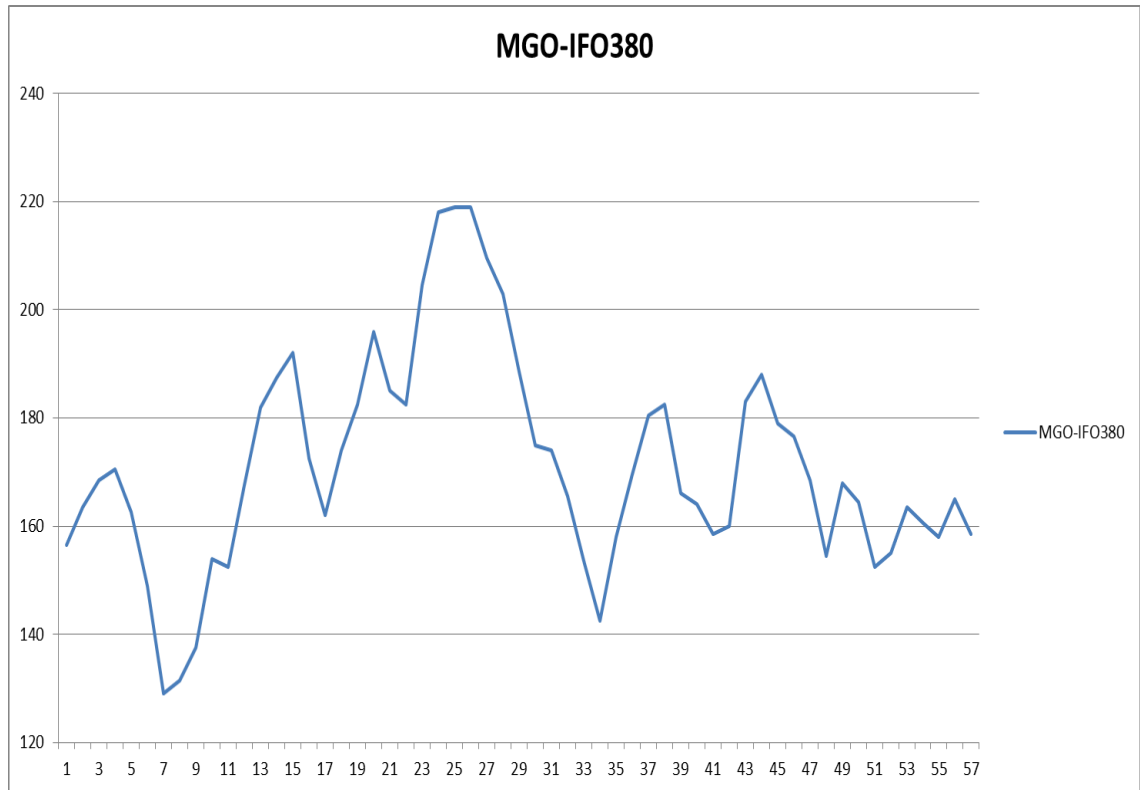
Rotterdamissa polttoöljyjen hintaero on kohtalaisen pieni, johtuen muutenkin alhaisista öljyjen hinnoista. (Kuva 18.)

Week	Rotterdam	MGO-IFO380	Week	Rotterdam	MGO-IFO380
1	17.12.2015	156,5	30	7.7.2016	175
2	24.12.2015	163,5	31	14.7.2016	174
3	31.12.2015	168,5	32	21.7.2016	165,5
4	7.1.2016	170,5	33	28.7.2016	153,5
5	14.1.2016	162,5	34	4.8.2016	142,5
6	21.1.2016	149	35	11.8.2016	158
7	28.1.2016	129	36	18.8.2016	169,5
8	4.2.2016	131,5	37	25.8.2016	180,5
9	11.2.2016	137,5	38	1.9.2016	182,5
10	18.2.2016	154	39	8.9.2016	166
11	25.2.2016	152,5	40	15.9.2016	164
12	3.3.2016	167,5	41	22.9.2016	158,5
13	10.3.2016	182	42	29.9.2016	160
14	17.3.2016	187,5	43	6.10.2016	183
15	24.3.2016	192	44	13.10.2016	188
16	31.3.2016	172,5	45	20.10.2016	179
17	7.4.2016	162	46	27.10.2016	176,5
18	14.4.2016	174	47	3.11.2016	168,5
19	21.4.2016	182,5	48	10.11.2016	154,5
20	28.4.2016	196	49	17.11.2016	168
21	5.5.2016	185	50	24.11.2016	164,5
22	12.5.2016	182,5	51	1.12.2016	152,5
23	19.5.2016	204,5	52	8.12.2016	155
24	26.5.2016	218	53	15.12.2016	163,5
25	2.6.2016	219	54	22.12.2016	160,5
26	9.6.2016	219	55	29.12.2016	158
27	16.6.2016	209,5	56	5.1.2017	165
28	23.6.2016	203	57	12.1.2017	158,5
29	30.6.2016	188,5			

Kuva 18. Rotterdam öljyjen hintaerot \$/mt

Taulukon mukaan raskaan polttoöljyn IFO380- ja vähärikkisen polttoöljyn MGO-hintaero Rotterdamissa on huomattavasti pienempi, kuin maailman tai EMEA:n keskiarvoinen öljyjen hintaero.

Myös Rotterdamissa öljyjen hintaero vaihtelee paljon. (Kuva 19.)

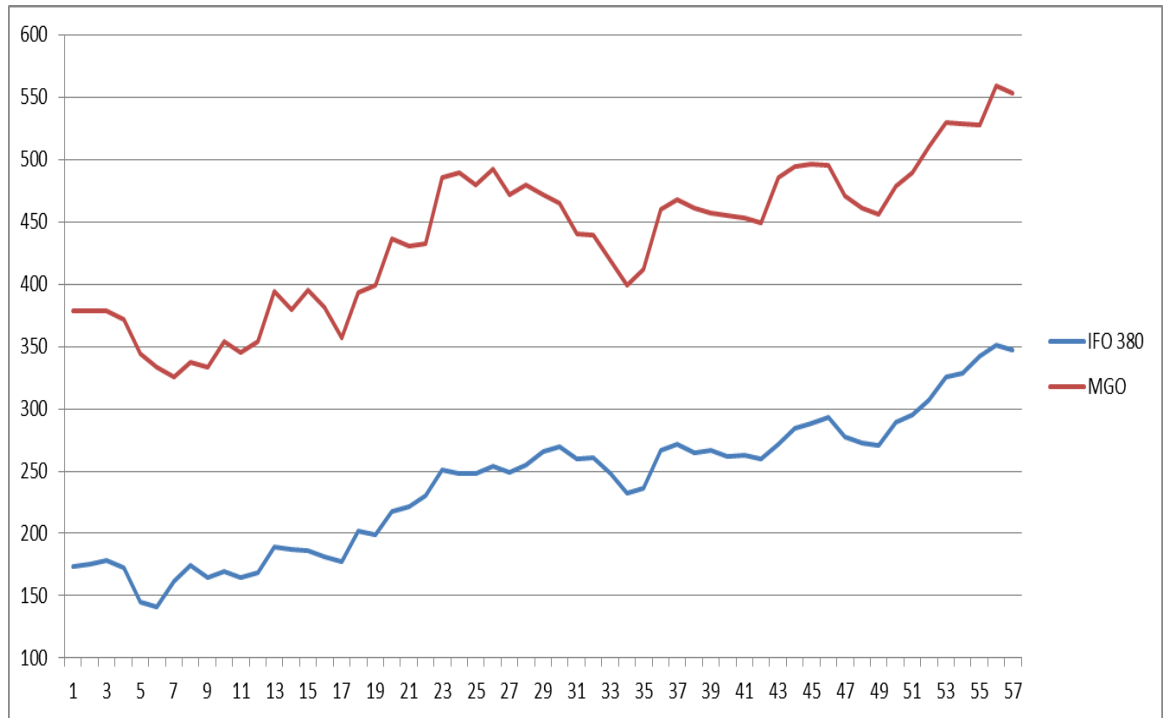


Kuva 19. Rotterdam hintaeron kuvaaja

Kuvaajasta nähdään, että EMEA:n tavoin myös Rotterdamissa hintaeron vaihtelu on huomattavan suurta ja epätasaista välillä 130 \$/mt ja 220 \$/mt.

3.4.2 Istanbul

Istanbul on Turkissa, Euroopan ja Aasian rajalla sijaitseva kaupunki. Tämän vuoksi se on tärkeä satamakaupunki. (Kuva 20.)



Kuva 20. Istanbul öljyn hinnat \$/mt

Kuten kuvaajasta huomataan Istanbulissa sekä raskaanpolttoöljyn IFO380-, että vähärikkisen polttoöljyn MGO-hinnat ovat lähempänä EMEA:n keskiarvo hintoja, kuin Rotterdamin polttoöljyjen hinnat.

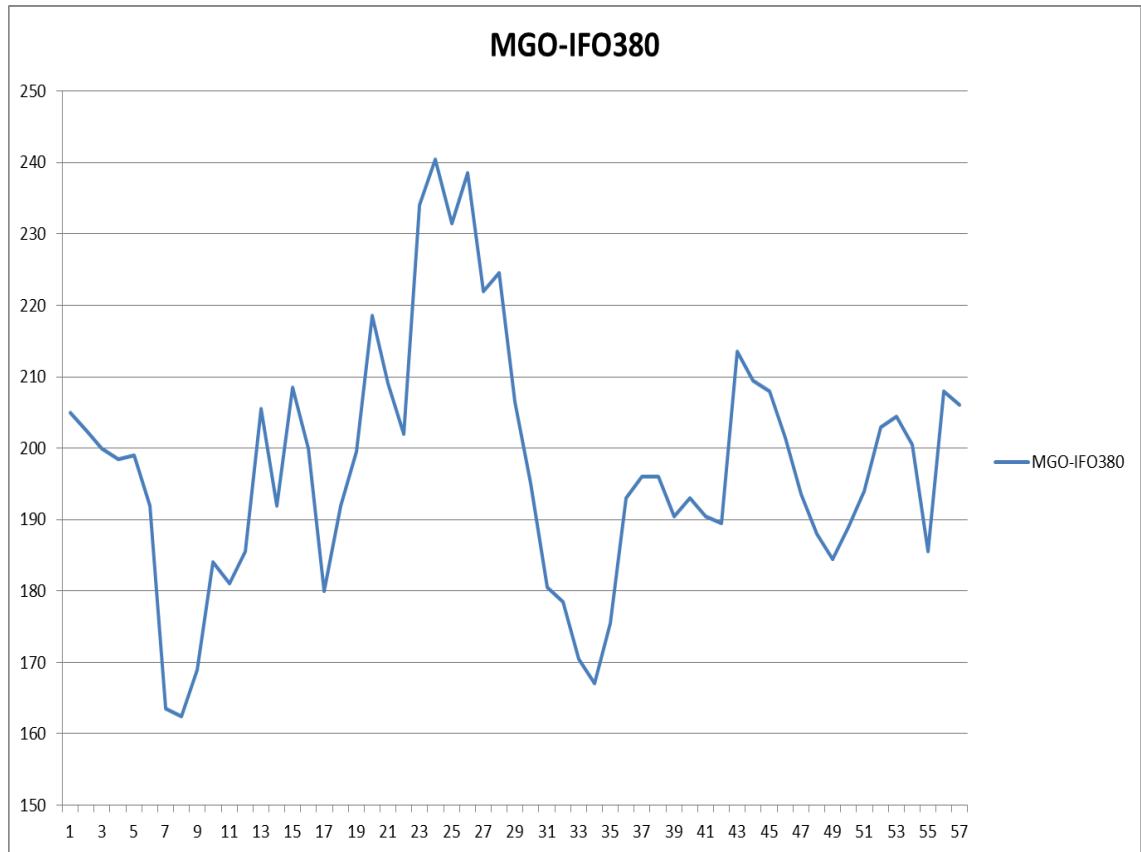
Tästä johtuen myös öljyjen hintaerot kasvavat Rotterdamiin nähden. (Kuva 21.)

Week	Istanbul	MGO-IFO380	Week	Istanbul	MGO-IFO380
1	17.12.2015	205	30	7.7.2016	195
2	24.12.2015	202,5	31	14.7.2016	180,5
3	31.12.2015	200	32	21.7.2016	178,5
4	7.1.2016	198,5	33	28.7.2016	170,5
5	14.1.2016	199	34	4.8.2016	167
6	21.1.2016	192	35	11.8.2016	175,5
7	28.1.2016	163,5	36	18.8.2016	193
8	4.2.2016	162,5	37	25.8.2016	196
9	11.2.2016	169	38	1.9.2016	196
10	18.2.2016	184	39	8.9.2016	190,5
11	25.2.2016	181	40	15.9.2016	193
12	3.3.2016	185,5	41	22.9.2016	190,5
13	10.3.2016	205,5	42	29.9.2016	189,5
14	17.3.2016	192	43	6.10.2016	213,5
15	24.3.2016	208,5	44	13.10.2016	209,5
16	31.3.2016	200	45	20.10.2016	208
17	7.4.2016	180	46	27.10.2016	201,5
18	14.4.2016	192	47	3.11.2016	193,5
19	21.4.2016	199,5	48	10.11.2016	188
20	28.4.2016	218,5	49	17.11.2016	184,5
21	5.5.2016	209	50	24.11.2016	189
22	12.5.2016	202	51	1.12.2016	194
23	19.5.2016	234	52	8.12.2016	203
24	26.5.2016	240,5	53	15.12.2016	204,5
25	2.6.2016	231,5	54	22.12.2016	200,5
26	9.6.2016	238,5	55	29.12.2016	185,5
27	16.6.2016	222	56	5.1.2017	208
28	23.6.2016	224,5	57	12.1.2017	206
29	30.6.2016	206,5			

Kuva 21. Istanbul öljyjen hintaerot \$/mt

Taulukosta nähdään, että Istanbulissa myös öljyjen hintaerot ovat lähempänä EMEA:n keskiarvoja, kuin Rotterdamin öljyjen hintaerot.

Kuvaajan (Kuva 22.) mukaan hintaerot Istanbulissa ovat suurempia, kuin Rotterdamissa, kuitenkin hintaeron vaihtelu on hyvin epätasaista samoin kuin Rotterdamissakin.

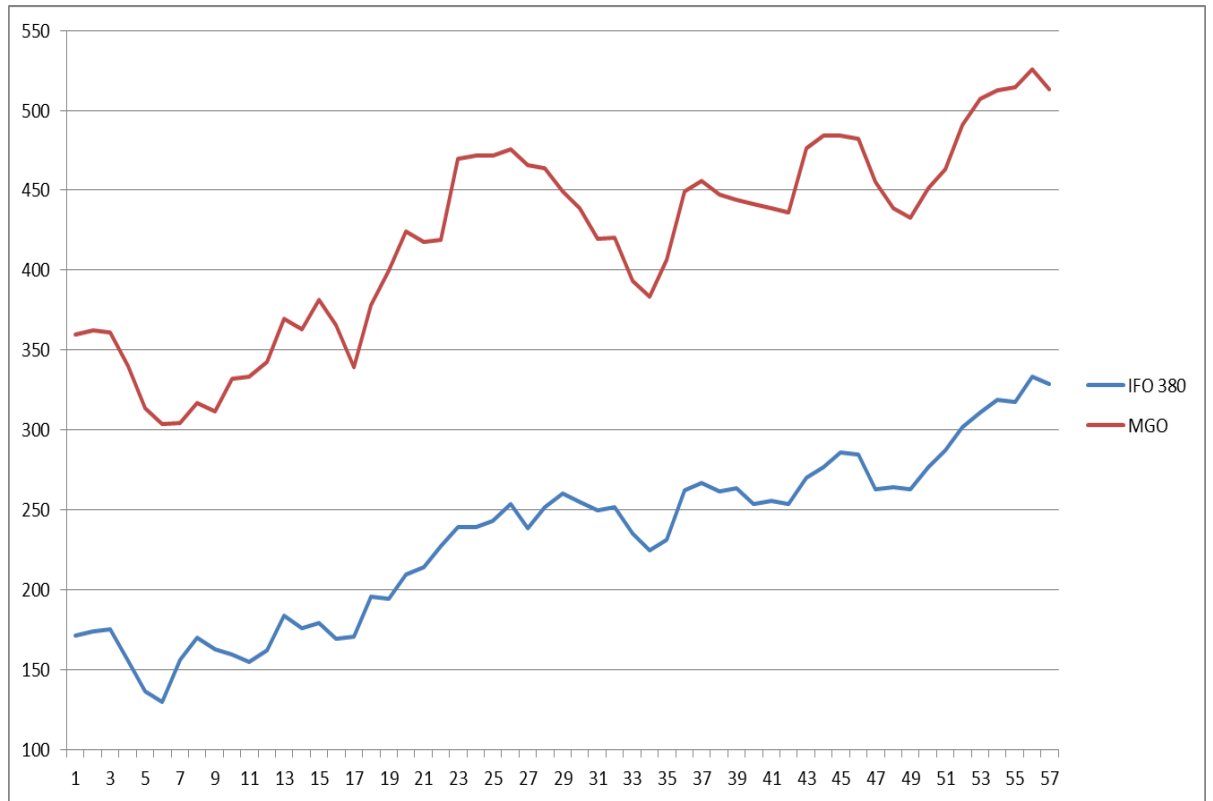


Kuva 22. Istanbul hintaeron kuvaaja

Istanbulissa alhaisimmillaan hintaero on 160 \$/mt ja korkeimmillaan yli 240\$/mt.

3.4.3 Piraeus

Piraeus on Kreikassa, Välimerellä sijaitseva satamakaupunki. Siellä sijaitsee yksi Euroopan suurimpiin lukeutuva satama. (Kuva 23.)



Kuva 23. Piraeus öljyjen hinnat

Kuvaajan mukaan Piraeus sijoittuu sekä raskaan polttoöljyn IFO380-, että vähärikkisen polttoöljyn MGO-hintatason osalta Rotterdamin ja Istanbulin väliin.

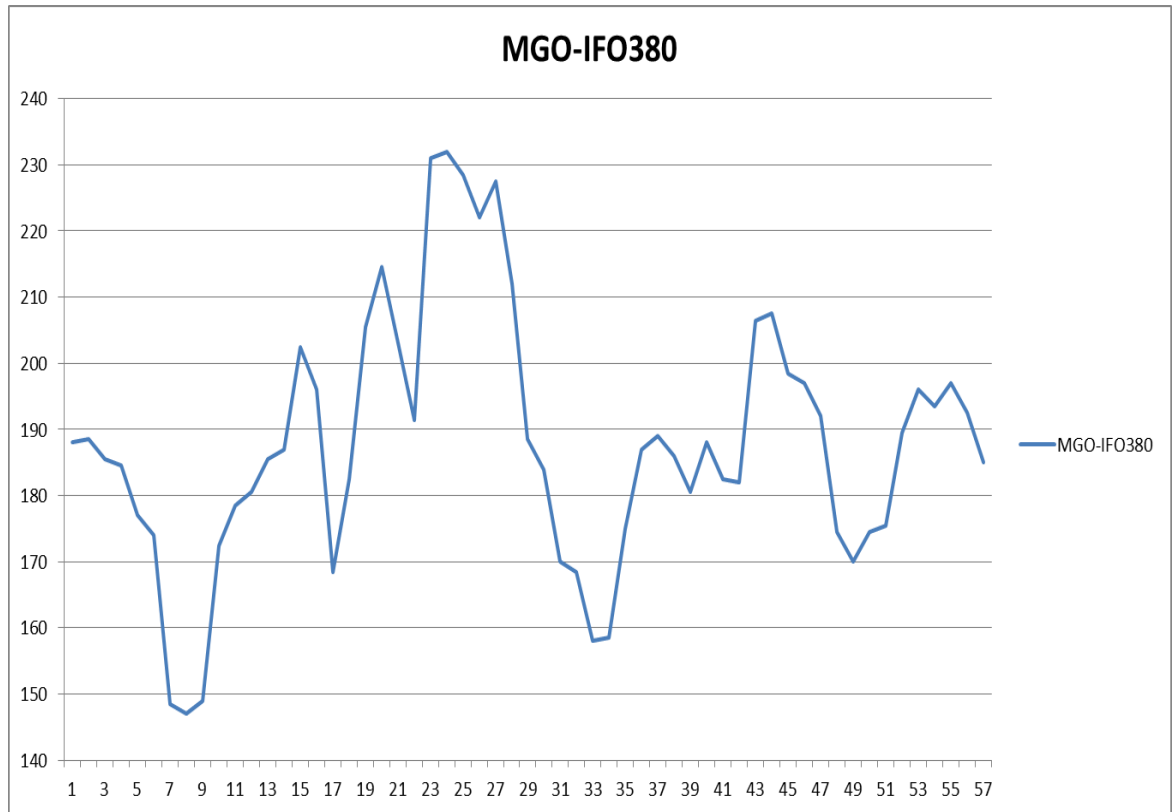
Piraeuksen satamassa myös öljyjen hintaerot ovat suuremmat, kuin Rotterdamissa ja pienemmät, kuin Istanbulissa. (Kuva 24.)

Week	Piraeus	MGO-IFO380	Week	Piraeus	MGO-IFO380
1	17.12.2015	188	30	7.7.2016	184
2	24.12.2015	188,5	31	14.7.2016	170
3	31.12.2015	185,5	32	21.7.2016	168,5
4	7.1.2016	184,5	33	28.7.2016	158
5	14.1.2016	177	34	4.8.2016	158,5
6	21.1.2016	174	35	11.8.2016	175
7	28.1.2016	148,5	36	18.8.2016	187
8	4.2.2016	147	37	25.8.2016	189
9	11.2.2016	149	38	1.9.2016	186
10	18.2.2016	172,5	39	8.9.2016	180,5
11	25.2.2016	178,5	40	15.9.2016	188
12	3.3.2016	180,5	41	22.9.2016	182,5
13	10.3.2016	185,5	42	29.9.2016	182
14	17.3.2016	187	43	6.10.2016	206,5
15	24.3.2016	202,5	44	13.10.2016	207,5
16	31.3.2016	196	45	20.10.2016	198,5
17	7.4.2016	168,5	46	27.10.2016	197
18	14.4.2016	182,5	47	3.11.2016	192
19	21.4.2016	205,5	48	10.11.2016	174,5
20	28.4.2016	214,5	49	17.11.2016	170
21	5.5.2016	203	50	24.11.2016	174,5
22	12.5.2016	191,5	51	1.12.2016	175,5
23	19.5.2016	231	52	8.12.2016	189,5
24	26.5.2016	232	53	15.12.2016	196
25	2.6.2016	228,5	54	22.12.2016	193,5
26	9.6.2016	222	55	29.12.2016	197
27	16.6.2016	227,5	56	5.1.2017	192,5
28	23.6.2016	212	57	12.1.2017	185
29	30.6.2016	188,5			

Kuva 24. Piraeus öljyjen hintaerot \$/mt

Taulukosta huomataan, että Piraeus sijoittuu myös öljyjen hintaeroissa Rotterdamiin ja Istanbulin väliin.

Kuvaajasta nähdään, että muiden satamien tavoin myös Piraeusissa hintaerojen vaihtelu on suurta. (Kuva 25.)

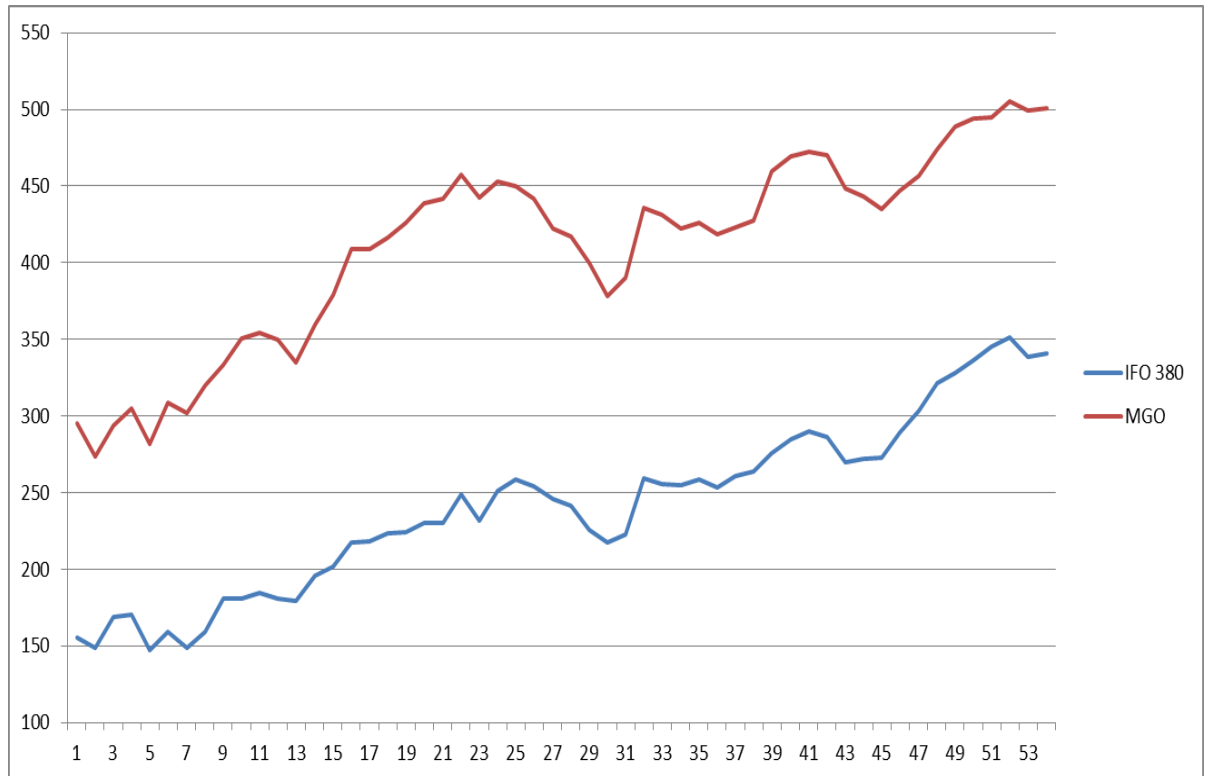


Kuva 25. Piraeus hintaeron kuvaaja

Hintaero käy alhaisimmillaan alle 150 \$/mt ja korkeimmillaan yli 230 \$/mt.

3.4.4 Singapore

Singapore on Kaakkois-Aasiassa sijaitseva kaupunkivaltio, jossa on yksi maailman vilkkaimmista satamista. Singapore otettiin vertailun vuoksi mukaan tutkimukseen, koska se on polttoainehuollon kannalta maailman suurin satama. (Kuva 26.)



Kuva 26. Singapore öljyjen hinnat

Kuvaajasta nähdään, että Singaporen öljyjen hintataso sijoittuu samaan kategoriaan muiden suurien satamien kanssa, ja on siis huomattavasti edullisempi, kuin maailmanlaajuinen polttoaineen keskihinta.

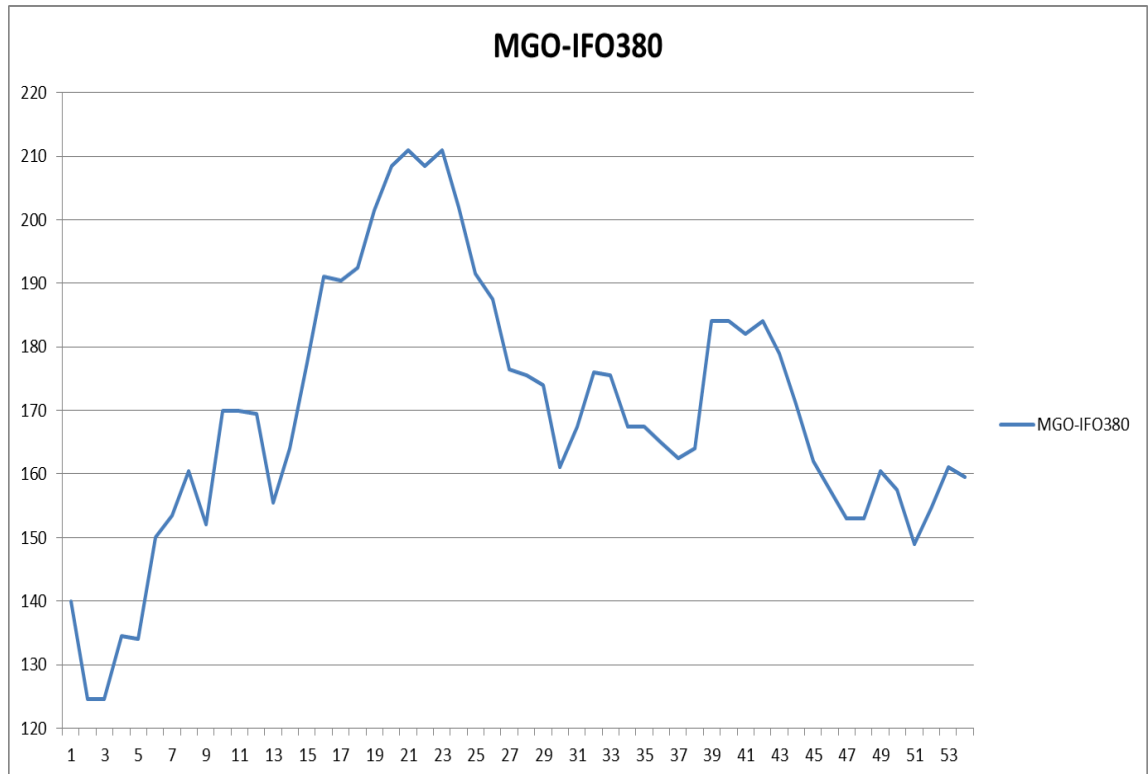
Singaporessa öljyjen hintaero on todella pieni. (Kuva 27.)

Week	Singapore	MGO-IFO380	Week	Singapore	MGO-IFO380
1	14.1.2016	140	28	21.7.2016	175,5
2	21.1.2016	124,5	29	28.7.2016	174
3	28.1.2016	124,5	30	4.8.2016	161
4	4.2.2016	134,5	31	11.8.2016	167,5
5	11.2.2016	134	32	18.8.2016	176
6	18.2.2016	150	33	25.8.2016	175,5
7	25.2.2016	153,5	34	1.9.2016	167,5
8	3.3.2016	160,5	35	8.9.2016	167,5
9	10.3.2016	152	36	15.9.2016	165
10	17.3.2016	170	37	22.9.2016	162,5
11	24.3.2016	170	38	29.9.2016	164
12	31.3.2016	169,5	39	6.10.2016	184
13	7.4.2016	155,5	40	13.10.2016	184
14	14.4.2016	164	41	20.10.2016	182
15	21.4.2016	177,5	42	27.10.2016	184
16	28.4.2016	191	43	3.11.2016	179
17	5.5.2016	190,5	44	10.11.2016	171
18	12.5.2016	192,5	45	17.11.2016	162
19	19.5.2016	201,5	46	24.11.2016	157,5
20	26.5.2016	208,5	47	1.12.2016	153
21	2.6.2016	211	48	8.12.2016	153
22	9.6.2016	208,5	49	15.12.2016	160,5
23	16.6.2016	211	50	22.12.2016	157,5
24	23.6.2016	202	51	29.12.2016	149
25	30.6.2016	191,5	52	5.1.2017	154,5
26	7.7.2016	187,5	53	12.1.2017	161
27	14.7.2016	176,5	54	19.1.2017	159,5

Kuva 27. Singapore öljyjen hintaerot \$/mt

Taulukosta nähdään, että Singaporessa öljyjen hintaero on vielä pienempi, kuin Rotterdamissa eli vertailun pienin.

Myöskin Singaporessa hintaero vaihtelee paljon, niin kuin muissakin satamissa. (Kuva 28.)



Kuva 28. Singapore hintaeron kuvaaja

Singaporessa öljyjen hintaero on kaikkein pienin, kuten kuvaajasta huomataan. Hintaerojen vaihtelu ei ole aivan yhtä voimakasta, kuin muissa satamissa, mutta kuitenkin alhaisimmillaan hintaero on alle 130 \$/mt, kun taas korkeimmillaan hieman yli 210 \$/mt.

3.5 Takaisinmaksuajan laskeminen

Takaisinmaksuajkaan vaikuttaa rikkipesurin investointikustannuksien ja öljyjen hintaeron lisäksi pesurin käyttökustannukset, jotka otetaan huomioon laskelmassa. Aikaan vaikuttaa myös välillisesti rikkipesurin tuoma lisäpaino ja tilantarve. Laivoissa lisäpainon merkitykset voivat olla hyvinkin suuria, mutta kuitenkin Mein Schiffin kokoisessa aluksessa rikkipesurin tuoma paino ja tilantarve vaikuttaa takaisinmaksuajkaan niin marginaalisesti, että ne jätetään pois laskuista.

Öljyjen hintaerojen suuresta ja epätasaisesta vaihtelusta johtuen lasketaan takaisinmaksuajaksi kolmella eri hintaerolla. Hintaeroiksi valitaan 150 €/t, 200 €/t ja 250 €/t, näin saadaan hyvä käsitys takaisinmaksuajasta.

3.5.1 Käyttökustannukset

Rikkipesurin käyttökustannuksiin lasketaan sen käyttämän tehon takia kuluva polttoaine ja lipeän kulutus.

Lipeän kulutus on $7,5 \text{ kg/MW/s} - \%/h$. Mein Schiff 4 laivasta kerätyn datan perusteella laivan keskimääräinen tehonkulutus on 10,5 MW. HFO:n rikkipitoisuus on maksimissaan 3,5 %, joten lasketaan sen mukaan. Näin ollen pystytään laskemaan kulutus. $7,5 * 10,5 * 3,5 = 275,625 \left(\frac{\text{kg}}{h}\right)$, tämä tarkoittaa 2 414,475 tonnia vuodessa. Lipeän hinta on 250 €/t, joten vuodessa kuluu noin 604 000 euroa.

Mein Schiff 4 laivasta kerättyjen tietojen, keskimääräisen kokonaistehon ja rikkipesurin keskimääräisen tehon avulla on laskettu, että rikkipesuri vie 4,5 % laivan kokonaistehosta. Näin ollen laivan kokonaiskulutuksesta, joka on 20 200 t/a otetaan 4,5 % eli 909 t/a. Polttoaineen hintana pidetään tässä 250 €/t, joten vuodessa kuluu noin 227 000 euroa.

Rikkipesurin käyttökustannuksiksi saadaan yhteensä noin 831 000 euroa vuodessa. Käyttämällä halvempaa polttoainetta täytyy siis ensin saada säästettyä 831 000 euroa ennenkuin se alkaa maksaa pesuria takaisin.

3.5.2 Säästö

Ensin lasketaan säästö huonoimmalla skenaariolla, jossa hintaero on 150 €/t. Tästä saadaan $(20200 * 150) - 831000 = 2199000(\text{€})$. Säästöä syntyy käyttökustannuksien jälkeen 2 199 000 euroa.

Toisessa tapauksessa hintaero on 200 €/t. Tällöin saadaan $(20200 * 200) - 831000 = 3209000(\text{€})$. Säästöä syntyy käyttökustannuksien jälkeen 3 209 000 euroa

Kolmannessa ja parhaassa tapauksessa hintaero on 250 €/t. Tällöin saadaan $(20200 * 250) - 831000 = 4219000(\text{€})$. Säästöä syntyy käyttökustannuksien jälkeen 4 219 000 euroa.

Kuten huomataan, on erot säästöissä ovat erittäin suuria ja vaikuttavat huomattavasti takaisinmaksuaikaan.

3.5.3 Takaisinmaksuaika

Rikkipesurin kokonaisinvestointikustannusten ollessa 3 322 000 euroa saadaan laskettua parhaassa tapauksessa takaisinmaksuajaksi $3322000\text{€}/4219000\text{€}/a = 0,79a$. Takaisinmaksuaika tässä tapauksessa on todella lyhyt ja näin ollen rikkipesurin hankinta erittäin kannattavaa.

Toisessa tapauksessa takaisinmaksuajaksi saadaan laskettua $3322000\text{€}/3209000\text{€}/a = 1,04a$. Myös tässä tapauksessa takaisinmaksuaika on huomattavan lyhyt ja rikkipesurin hankinta erittäin kannattavaa.

Huonoimmassa tapauksessa takaisinmaksuajaksi saadaan $3322000\text{€}/2199000/a = 1,51a$. Jopa huonoimmassa huomioon otetussa skenaariossa takaisinmaksuaika on ainoastaan puolitoista vuotta. Tästä voidaan päätellä, että rikkipesuri on kannattava investointi, vaikka polttoöljyjen hintaero menisi hyvinkin pieneksi.

4 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Työn tavoitteena oli selvittää ja arvioida rikkipesurin kokonaisinvestointikustannukset ja takaisinmaksuaika. Kokonaisinvestointikustannusten selvittämiseksi kerättiin kaikkien komponenttien ja työn hinnat. Takaisinmaksuajan selvittämiseksi kerättiin tietoa polttoaineiden hinta kehityksestä ja niiden välisestä hintaerosta. Tuloksena saatiin, että rikkipesurin kokonaisinvestointikustannukset ovat 3 322 000 euroa. Tämä jäi huomattavasti alhaisemmaksi, kuin arviot ennen opinnäytetyötä. Takaisinmaksuajaksi laskettiin kolmella eri vaihtoehdolla hieman vajaasta vuodesta hieman yli puoleentoista vuoteen. Takaisinmaksuaika on siis lyhyt, jopa huonoimmassa tapauksessa. Rikkipesuriin investoiminen ja raskaalla polttoöljyllä ajaminen on siis taloudellisesti kannattavaa.

Opinnäytetyön alussa ei ollut juurikaan kokemusta rikkipesurista. Siihen tutustumiseen menikin paljon aikaa, koska järjestelmä on hyvin monimutkainen ja sisältää paljon laitteita. Rikkipesuri on kallis järjestelmä, joten on tärkeää saada selville sen kokonaisinvestointikustannukset. Takaisinmaksuajan määrittämisellä saadaan selville, kuinka kannattavaa rikkipesurin asentaminen laivaan tässä tapauksessa on.

Kokonaisinvestointikustannukset jäivät huomattavasti alhaisemmiksi kuin alun perin arvioitiin. Tämän saattaa selittää osaksi optimistiset hinnat tai hinta-arviot. Osien ja materiaalien hintojen vaihtelu myös vaikuttaa kustannuksiin.

Takaisinmaksuajaksi saatiin hieman vajaasta vuodesta reiluun puoleentoista vuoteen. Jopa huonoimman skenaarion eli noin puolentoista vuoden takaisinmaksuaika katsotaan vähintäänkin sopivaksi, ellei jopa lyhyeksi. Tähän vaikuttaa tietenkin se, että polttoaineiden hinnan vaihtelua on mahdotonta ennustaa ja erittäin hankalaa analysoida mitenkään luotettavasti.

Laskelmien perusteella on kannattavaa asentaa rikkipesuri laivaan, jos mietitään ajetaanko raskaalla vai kevyellä polttoöljyllä. Nykyinen trendi vie kuitenkin kokonaan pois öljyistä kohti ympäristöystävällisempiä ratkaisuja. Näistä esimerkkinä nestemäinen maakaasu ja polttokenno teknologia.

LÄHTEET

Ship & Bunker <http://shipandbunker.com/prices>

Ship & Bunker <http://shipandbunker.com/news>

Wärtsilä Oy <http://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/egc/presentation-o-env-exhaust-gas-cleaning-systems.pdf?sfvrsn=10>

Wärtsilä Oy <http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/exhaust-gas-cleaning/sox-abatement/wartsila-hybrid-scrubber-system>

MeyerTurku Oy 2016. D389.7430.701.001 ver.C

MeyerTurku Oy 2015. WSC1103.401 REV D

(WÄRTSILÄ HYBRID SCRUBBER OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL)

Wärtsilä 2015. Installation Planning Instructions ver a3

DBAD283721-

Bunker Index <http://www.bunkerindex.com/prices/index.php>

Bunker Ports News Worldwide

<http://www.bunkerportsnews.com/BunkerPrices.aspx?ElementID=26f6ad53-6e88-4490-8f2b-a1cc4925f82c>

Wärtsilä Oy <http://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/egc/white-paper-o-env-2014-exhaust-gas.pdf?sfvrsn=18>

Lahtinen, J. Vaasan yliopisto. *Acta Wasaensia*, 342 17.4.2017