

Hanna Suuronen

EEDI ja SEEMP

Uusien aluksien
energiatehokkuuden suunnitteluindeksi
ja
energiatehokkuuden hallintasuunnitelma

Opinnäytetyö
Merenkulku

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Hanna Suuronen	Merenkulun insinööri (AMK)	Toukokuu 2018
Opinnäytetyön nimi		66 sivua
EEDI ja SEEMP		
Uusien aluksien energiatehokkuuden suunnitteluindeksi ja alusten energiatehokkuuden hallintasuunnitelma		
Toimeksiantaja		
XAMK Logistiikka ja merenkulku		
Ohjaaja		
Lehtori Joel Paananen		
Tiivistelmä		
<p>Tässä opinnäytetyössä käsitellään kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen 4. luvun lainsäädäntöä, uusien alusten pakollista energiatehokkuuden suunnitteluindeksiä EEDI:ä (Energy Efficiency Design Index), ja kaikkien alusten pakollista energiatehokkuuden hallintasuunnitelma SEEMP:iä (Ship Energy Efficiency Management Plan).</p>		
<p>Raportissa käsitellään sitä, kuinka alusten pakollista energiatehokkuuden suunnitteluindeksin referenssikäyrää EEDI:ä käytetään alusten osalta, joiden kokonaisvetoisuus on 400 tonnia tai enemmän. Millaisille alustypeille pakollinen energiatehokkuuden suunnitteluindeksi on kehitetty? Kuinka energiatehokkuusindeksi lasketaan? Mitkä eri tekijät ja vähennyskertoimet otetaan laskukaavassa huomioon, sekä mitä tarkastustoimintoja se edellyttää MARPOL-yleissopimuksen säädösten mukaan?</p>		
<p>Kaikkien alusten pakollinen energiatehokkuuden hallintasuunnitelma SEEMP on kehitetty kaikille aluksille, joiden kokonaisvetoisuus on 400 tonnia tai enemmän. Se on aluskohtainen ja sen avulla hallitaan alusten energiatehokkuutta. Energiatehokkuuden hallintasuunnitelma muodostaa mekanismin aluksen energiatehokkuuden parantamiseksi koko sen toiminnan aikana. Sillä pyritään parantamaan aluksen energiatehokkuutta neljässä vaiheessa: suunnittelun, toteutuksen, seurannan, sekä itsearviointin ja kehittämisen avulla.</p>		
<p>Alusten energiatehokkuuden suunnitteluindeksi ja energiatehokkuuden hallintasuunnitelma ovat osa kansainvälistä energiatehokkuustodistusta IEE:tä (International Energy Efficiency Certificate). Oletuksena on, että energiatehokkuustodistus löytyy kaikista laivoista, samoin kuin SEEMP.</p>		
<p>Energiatehokkuuden operatiivista indikaattoria EEOI:tä (Energy Efficiency Operational Indicator) on tarkoitus käyttää tulevaisuudessa seurannan suorituskykymittarina, osana EEDI:ä ja SEEMP:iä. EEOI on vapaaehtoinen energiatehokkuuden laskentajärjestelmä.</p>		
Asiasanat		
Energiatehokkuus, EEDI, SEEMP, ympäristölainsäädäntö		

Author (authors)	Degree	Time
Hanna Suuronen	Bachelor of Marine Technology	May 2018
Thesis Title		66 pages
EEDI and SEEMP Energy Efficiency Design Index and Ship Energy Efficiency Management Plan		
Commissioned by		
XAMK Logistics and Marine		
Supervisor		
Joel Paananen, Senior Lecturer		
Abstract		
<p>The objective of this thesis is to give a report of the regulation of MARPOL Annex VI Chapter 4. The Energy Efficiency Design Index (EEDI) for new ships and the Ship Energy Efficiency Management Plan of all ships by the International Maritime Organization IMO.</p> <p>The report deals with how the EEDI reference lines are used for ships of 400 gross tonnage and above, for which types of vessels the EEDI has been developed. How to calculate the EEDI index and which factors and reduction factors are taken into calculation, and how the verifications work by the MARPOL Convention.</p> <p>The SEEMP has been developed for all ships of 400 gross tonnage and above. The SEEMP is vessel specific and it develops the energy efficiency of ships. The SEEMP provides a mechanism for improving the energy efficiency of the ship's operations. The SEEMP seeks to improve a ship's energy efficiency through four stages; planning, implementation, monitoring, self-evaluation and development.</p> <p>EEDI and SEEMP are part of the International Energy Efficiency Certificate (IEE). It is expected that all the existing ships by now have an IEE Certificate as well as SEEMP.</p> <p>The Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI) will be used in the future as a monitoring performance indicator, as part of EEDI and SEEMP. The EEOI is a voluntary scheme for energy efficiency system calculation.</p>		
Keywords		
Energy Efficiency, EEDI, SEEMP, environmental legislation		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tavoite ja rajaus.....	8
1.2	Tutkimuskysymykset.....	8
1.3	Tutkimusmenetelmät	9
2	KANSAINVÄLINEN LAISÄÄDÄNTÖ MARPOL-YLEISSOPIMUS	9
2.1	Yleiskatsaus.....	9
2.2	EEDI	11
2.3	SEEMP	12
2.4	Muutokset MARPOL-yleissopimuksen VI liitteeseen	12
2.4.1	Lyhyesti muutoksista	13
3	MARPOL-YLEISSOPIMUKSEN VI LIITTEEN 4. LUKU.....	14
3.1	Säädös 19 käyttö	15
3.2	Säädös 20 saavutettu EEDI-indeksi	16
3.3	Säädös 21 vaadittu EEDI.....	17
3.4	EEDI-referenssikäyrä.....	18
3.4.1	EEDI-vähennyskerroin	20
3.4.2	Vaaditun EEDI:n laskentakaava.....	21
3.5	Säädös 22 - SEEMP	23
3.6	Säädös 23 - Tekninen yhteistyö ja teknologian siirto	23
4	EEDI-LASKENTA	24
4.1	EEDI-käsite.....	24
4.2	EEDI-kaava	25
4.3	EEDI-kaavan termit.....	27
4.4	EEDI-ehto	32
4.5	Tekninen EEDI-asiakirja	32
5	EEDI TARKASTUS JA TODENTAMINEN	33
5.1	Esitarkastus	34

5.2	Lopullinen tarkistus	35
5.2.1	Huomioitavaa aluksen meritestissä	36
5.2.2	Nopeustesti	37
5.3	Vahvistus saavutetusta EEDI:stä aluksen suurissa muutoksissa	38
5.4	Tarkastajan toiminnan laajuus	39
5.5	SEEMP-todiste	40
5.6	Kansainvälinen energiatehokkuustodistus IEE ja sen liitteet	40
5.7	Muut asiaan liittyvät ohjeet	41
5.7.1	Vähimmäistehoa koskevat väliaikaiset ohjeet	42
5.7.2	Luonnokset ohjeista innovatiivisille energiatehokkuusteknologioille.....	43
6	SEEMP:IN KEHITYS	47
6.1	SEEMP:in päämäärä	47
6.2	SEEMP-kehys.....	48
6.3	Suunnittelu.....	50
6.3.1	Aluksen energiatehokkuustoimien (EEM) tunnistaminen	50
6.3.2	Tavoitteiden asettaminen	51
6.3.3	Sidosryhmähallinta	52
6.3.4	Henkilöstön kehittäminen	53
6.4	Toteuttaminen.....	53
6.5	Seuranta	54
6.6	Itsearviointi ja jatkuva parantaminen.....	55
6.7	SEEMP:in muoto	56
7	ENERGIATEHOKKUUDEN OPERATIIVINEN INDIKAATTORI (EEOI).....	56
7.1	Tausta ja tavoitteet	57
7.2	Perusmääritelmät.....	58
7.3	EEOI: n perustaminen	59
7.4	Muuta.....	62
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖS.....	63

LÄHTEET.....66

KUVALUETTELO

1 JOHDANTO

Globaalin maailmantalouden ja kasvavan massakulutuksen johdosta on kansainvälisesti huolestuttu ilmaston lämpenemisestä ja saastumisesta. Kauppa-laivojen aiheuttamat päästöt ovat yksi monista tekijöistä ilmaston pilaantumisessa. Tämän hetkisten tietojen mukaan hiilidioksidipitoisuuden määrä ilmastossa on kasvanut ennätysvauhtia ja odotettua nopeammin. Maailman ilmatieteen järjestö WMO:n (Greenhouse Gas Bulletin) mukaan hiilidioksidipitoisuuden määrä kasvoi vuonna 2016 korkeimmalle tasolle viimeisten 800 000 vuoden aikana. Maailmanlaajuisesti hiilidioksidipäästöjen pitoisuuksien määrä oli 403,3 ppm (parts per million) vuonna 2016, kun se vuonna 2015 oli 400 ppm. Hiilidioksidipitoisuuden määrä on kasvanut ilmastossa vuodesta 1750 145 %. (WMO 2017.)

Vaikka ilmansaasteet eivät ole suoraa syy ympäristön pilaantumiselle, kuten öljyvuodot aluksista, sen tiedetään aiheuttavan kumulatiivista ilman muutosta. Ilmaston pilaantuminen vaikuttaa monin paikoin yleisiin ilmanlaatuongelmiin ja ympäristöön, esim. happosateilla, todetaan mm. kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n sivuilla. (IMO 2018a.)

Ilmaston lämpeneminen voimistaa vaihtelevia sääilmiöitä, joita olemme jo nyt havainneet sekä Suomessa että muualla maapallolla. Ilman nopeita leikkauksia hiilidioksidipäästöistä ja muista kasvihuonekaasupäästöistä meillä on tämän vuosisadan loppupuolella edessä lämpötilan nousu, joka on selvästi Pariisin ilmastositomuksen asettaman tavoitteen yläpuolella, WMO:n pääsihteeri Petteri Taalasan mukaan. Ilmaston muutoksen syitä ovat mm. väestömäärän kasvu, kasvanut kotieläintuotanto, maankäytön lisääntynyt hyödyntäminen, metsien hävittäminen ja teollisuuden lisääntyminen 1750-luvulta alkaen. Samalla fossiilisten polttoaineiden kuten hiilen, maakaasun ja öljyn hyödyntäminen energiankäytössä on lisännyt kasvihuonekaasupäästöjä. (WMO 2017.)

Suojellakseen ilmastoa, alusten aiheuttamilta kasvihuonepäästöiltä, kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO sopi uudesta luvusta MARPOL-yleissopimuksen VI liitteeseen. Sädökseen lisättiin luku 4, joka käsittää energiatehokkaampien alusten saavuttamisen EEDI-indeksin avulla ja kaikkien

alusten energiatehokkuuden hallintasuunnitelman SEEMP:in (Ships Energy Efficiency Management Plan). Luvun 4 säädösten tavoite oli edistää alusten energiatehokkaampien ja vähemmän saastuttavien laitteiden ja moottorien käyttöönottoa. Säädös astui voimaan 1.1.2013, mutta teollisuudelle annettiin aikaa 4 vuotta mukautua EEDI:n asettamiin vaatimuksiin uusien alusten osalta. (IMO 2018b; Trafi 2018.)

1.1 Työn tavoite ja rajaus

Opinnäytetyön tavoite oli selvittää ja avata MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen 4. luvun säädöksiä ja uusien aluksien pakollista energiatehokkuuden suunnitteluindeksiä EEDI:ä (Energy Efficiency Design Index) ja kaikkien alusten energiatehokkuuden hallintasuunnitelmaa SEEMP:iä (Ship Energy Efficiency Management Plan).

Työssä oli tarkoitus avata alan opiskelijoille energiasäädöstä EEDI:n ja SEEMP:in osalta. Raportissa ei perehdytä siihen, miten saavutettaisiin energiatehokkaampia aluksia, vaan tarkastellaan uutta säädöstä sekä sen ohjeistusta, sekä kuinka EEDI:n ja SEEMP:in on tarkoitus toimia aluksissa, jotka liikkuvat kansainvälisillä vesillä.

1.2 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyö pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä on energiatehokkuuden suunnitteluindeksi EEDI, miten se on määritelty ja kuinka se lasketaan?
- Mikä on alusten energiatehokkuuden hallintasuunnitelma SEEMP ja miten se on määritelty?
- Mikä on energiatehokkuuden operatiivinen indikaattori EEOI?
- Mitä kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on antanut ohjeistukseen EEDI:n ja SEEMP:in MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen 4. luvusta

1.3 Tutkimusmetodit

Tutkimuksessa oli tarkoitus tutustua kansainvälisessä konventiossa annettuun ohjeistukseen alusten energiatehokkuuden osalta mm. internetistä haettavilta IMO:n sivuilta reaaliaikana, MARPOL-julkaisuista ym. Kaikki tutkittava kirjallisuus on julkaistu englanniksi.

2 KANSAINVÄLINEN LAINSÄÄDÄNTÖ MARPOL-YLEISSOPIMUS

2.1 Yleiskatsaus

Alusten aiheuttaman meren pilaantumisen ehkäisemiseksi on IMO:n toimesta tehty kansainvälinen MARPOL-yleissopimus (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships). Se on yksi tärkeimmistä kansainvälisistä yleissopimuksista ympäristön suojelemiseksi alusten aiheuttamalta ympäristön kuormittamiselta. Kansainvälisesti huolestuttiin meriympäristön pilaantumisesta jo aikaisemmin, mutta ensimmäinen MARPOL-yleissopimus meren pilaantumisen ehkäisemiseksi hyväksyttiin vuonna 1973. Tämä ensimmäinen yleissopimus on kehittynyt paljon laajemmaksi ja mittavammaksi säädökseksi kuin sen alun perin oli tarkoitus. (IMO 2018c.)

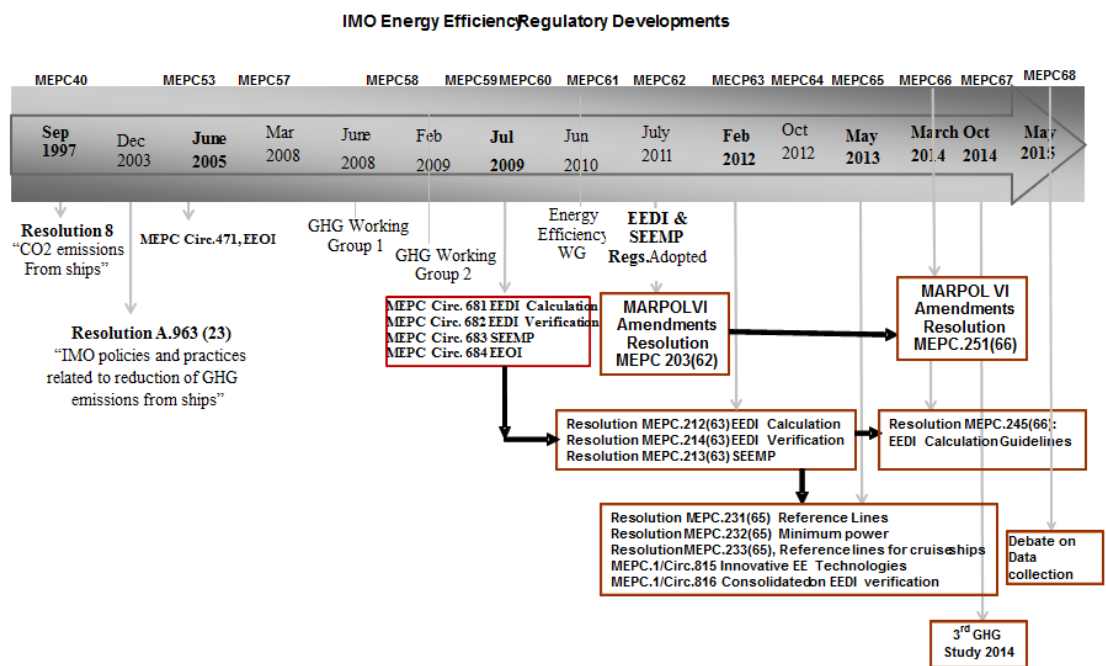
Maailman kansantalouden nousu sodan jälkeen on kasvattanut kaupallisen merenkulun rahdin määrää. Globaalissa mittakaavassa suurin osa rahdista kuljetetaan aluksilla meritse. Rahdin määrä seitsenkertaistui vuodesta 1955 vuoteen 2004, jolloin rahti oli tasolla 6,5 miljardia tonnia. Ilmaston muutos näkyy jo ympäristössämme ja merenkulku on yksi osa nk. hiilijalanjälkeä. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan sitä kuormaa, tonnina, kilogrammana tai grammana, joka syntyy tuotteen, toiminnan tai palvelun vaikutuksesta ilmaston lämpenemiseen. Globaalin kaupan kasvun voidaan sanoa aiheuttaneen osaltaan ilmaston saastumista. (Rahdin Rikokset 2009, 14 & IMO 2018d.)

MARPOL-yleissopimuksen VI liite hyväksyttiin ensimmäisen kerran 1997 rajoittamaan alusten pakokaasuja, mukaan lukien rikin oksidit (SO_x) ja typen oksidit (NO_x) sekä otsonikerrosta heikentävät epäpuhtaudet ja aineet ODS

(Ozone Depleting Substances). MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen säännöksillä rajoitettiin myös tankki- ja säiliöaluksien polttimien (incineration) ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden VOC (Volatile Organic Compounds) päästöjä. Säädös astui voimaan 19.5.2005. (IMO 2018a.)

IMO:n komitea hyväksyi alusten pakolliset energiatehokkuusmääräykset EEDI:n ja SEEMP:n tekniset ja toiminnalliset toimenpiteet hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi, merenkulun ympäristösuojelukomitean MEPC 62-kokouksessa keväällä 2011. (IMO 2018e.)

Kuvan 1 aikajana näyttää, miten alusten energiatehokkuusmääräykset ovat kehittyneet IMO:n toimesta. Aikajanassa näkyy meriympäristön suojelukomitean MEPC:n (Marine Environment Protection Committee) merkittävimmät istunnot ja aikaansaadut päätökset EEDI:n, SEEMP:n ja EEOI:n osalta. (IMO 2016, 7.)



Kuva 1. MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen 4. luvun vaiheista vuoteen 2015 (IMO 2016, 7)

MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen 4. luvussa otettiin käyttöön kaksi pakollista mekanismia alusten energiatehokkuuden standardisoimiseksi. Mekanismin päätavoitteena on vähentää alusten kasvihuonepäästöjä sekä parantaa ja kehittää alusten suunnittelua ja toimintaa. Nämä lailliset säätelymekanismit ovat: uusille aluksille energiatehokkuuden suunnitteluindeksi EEDI ja kaikille

aluksille energiatehokkuuden hallintasuunnitelma SEEMP. Säädökset astuivat voimaan kansainvälisesti 1.1.2013. (IMO 2016, 7.)

Viimeisin muutos vuonna 2017 koskee maailmanlaajuista DCS- tiedonkeruujärjestelmää alusten polttoaineen kulutuksesta, jonka perusteella merenkulun vuosittain aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen kokonaismäärä voidaan tarkkailla. (Trafic 2018.)

2.2 EEDI

Pakollinen energiatehokkuutta koskeva lakiuudistus EEDI-indeksi (The Energy Efficiency Design Index) on otettu käyttöön uusien alusten suunnittelussa. Säädös on pakollinen kaikille uusille aluksille, joiden kokonaisvetoisuus on 400 tonnia tai yli. EEDI astuu voimaan asteittain ja se koskee vain tiettyjä alustyyppisiä ja -kokoja. (IMO 2018b.)

EEDI:n ensimmäinen vaihe astui voimaan jo vuonna 2015 ja se kestää vuoteen 2019. Toinen vaihe on vuosina 2020–2024 ja kolmas vaihe alkaa vuodesta 2025, mutta sen aikaistamista on pohdittu. Lisäksi on mietitty lisättäväksi neljäs vaihe. (IMO 2018b & IMO 2016, 11.)

EEDI on tavoiteperusteinen tekninen standardi, jota sovelletaan uusiin aluksiin 1.1.2013 jälkeen. Alusten suunnittelijat ja rakentajat voivat vapaasti valita ne teknologiat, jotka vastaavat EEDI-vaatimuksia (EEDI requirements) suunnittelussa. EEDI-indeksi osoittaa laivojen energiatehokkuuden yksiköllä gCO_2 (tuotettua päästöä)/tonni*merimaili (lastikuljetusmatka), joka lasketaan tietyn viitealueen sisään. Asettamalla rajoituksia säädökseen IMO pystyy ohjaamaan laivatekniikan kehitystä energiatehokkaampaan suuntaan ja suosimaan vähäpääntöisempiä aluksia. (IMO 2016, 7.)

2.3 SEEMP

Energiatehokkuuden hallintasuunnitelma SEEMP (The Ship Energy Efficiency Management Plan) on kaikille aluksille, joiden kokonaisvetoisuus on 400 tonnia tai yli. Toisaalta SEEMP on hallinnointiväline, joka luo energiatehokkuusmekanismeja laivojen käyttäjille, sekä parantaa aluksen energiatehokkuutta sen koko toiminnan ja elinkaaren aikana. SEEMP toimii monien energiatehokkuustoimien suunnittelussa, käyttöönotossa, seurannassa ja katselmoinnissa aluksen jatkuvana parantamisena. (IMO 2016, 7.)

Lisäksi IMO on ottanut käyttöön vapaaehtoisen energiatehokkuuslaskentajärjestelmän EEOI:n (Energy Efficiency Operational Indicator). Merenkulussa on tulevaisuudessa päätavoitteena käyttää EEOI-seuranta suorituskykymittarina, mahdollisesti osana SEEMP:iä. EEDI- ja SEEMP-säädösten on tarkoitus toimia keskenään niin, että ne kattavat alusten suunnittelun ja operoinnin. (IMO 2016, 8.)

2.4 Muutokset MARPOL-yleissopimuksen VI liitteeseen

IMO:n komitean merkittävän keskustelun jälkeen heinäkuussa 2011 hyväksyttiin uudet merkittävät muutokset MARPOL-yleissopimuksen VI liitteeseen. Muutokset koskivat laivojen energiatehokkuussääntöjä MEPC-komitean päätöslauselma 203(62). Kokouksen tuloksena 1. luku nykyisistä säännöksistä päivitettiin, sekä lisättiin 2. lukuun uusia säännöksiä. Taulukko 1 esittää yhteenvetona MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen uudet säädökset, jotka muutettiin alusten energiatehokkuussääntöjen mukaisiksi. Uudet säädökset ovat kuvassa punaisella värillä. Uusista säädöksistä kerrotaan lyhyesti seuraavassa kappaleessa. (IMO 2016, 8.)

Resolution MEPC.176(58)	Resolutions MEPC.203(62) & MEPC251 (66),
Chapter I Reg. 1 Application Reg. 2 Definitions Reg. 3 Exceptions and Exemptions Reg. 4 Equivalents	Chapter I Reg. 1 Application Reg. 2 Definitions Reg. 3 Exceptions and Exemptions Reg. 4 Equivalents
Chapter II Reg. 5 Surveys Reg. 6 Issue or endorsement of a Certificate Reg. 7 Issue of a Certificate by another Party Reg. 8 Form of Certificate Reg. 9 Duration and Validity of Certificate Reg. 10 Port State Control on Operational Requirements Reg. 11 Detection of Violations and Enforcements	Chapter II Reg. 5 Surveys Reg. 6 Issue or endorsement of a Certificate Reg. 7 Issue of a Certificate by another Party Reg. 8 Form of Certificate Reg. 9 Duration and Validity of Certificate Reg. 10 Port State Control on Operational Requirements Reg. 11 Detection of Violations and Enforcements

Taulukko 1. Nykyiset säädökset mustalla ja päivitettyt säädökset punaisella esitettynä (IMO 2016, 8)

2.4.1 Lyhyesti muutoksista

Sääntö 2: Tarkistuksissa mainitaan pääasiassa uudet laivat, joita sovelletaan EEDI-säädösten eri vaiheisiin, merkittävä alustyyppin muutostyö ja laivatyyppit, joihin EEDI-määräyksiä sovelletaan. Koska EEDI koskee vain uusia laivoja sekä niitä laivoja, joihin on tulossa merkittävä muutos 1.1.2013 jälkeen, tarvittiin tarkka määritelmä mainituista termeistä. Lisäksi termit ”saavutettu EEDI” (”Attained EEDI”) ja ”pakollinen EEDI” (”Required EEDI”) ovat määritelty tässä säädöksessä.

Sääntö 5: Tämä säädös koskee alusten tutkimusvaatimuksia. Alustavasta tutkimuksesta äskettäin rakennetuille laivoille, kattavasta tai osittaisesta kartoituksesta jo olemassa olevien alusten suurille muutostöille, sekä tutkimustodistusvaatimuksen siitä, että SEEMP on tehty alukselle jne. Tässä asetuksessa todetaan, että EEDI:n tarkastus ja todentaminen (EEDI survey and verification) on suoritettava IMO:n ohjeiden mukaisesti.

Säännöt 7 ja 8: Näihin säädöksiin tehdyillä muutoksilla käsitellään energiatehokkuuden oikeaksi todistamista. Todistus on pakollinen, ja aluksilla on oltava kansainvälinen energiatehokkuustodistus IEE (International Energy Efficiency Certificate). Asetus korostaa myös lippuvaltion hallinnon vastuuta. Aluksen

kansainvälinen energiatehokkuustodistus on annettava säännön 5.4 mukaisesti tehdyn tutkimuksen jälkeen, sellaiselle alukselle, jonka kokonaisvetoisuus on 400 tonnia tai yli. Ennen kuin kyseinen alus voi liikennöidä sellaisiin satamiin ja offshore-terminaaleihin (merialueella tai merellä sijaitseva pääteasema), joita hallinnoivat muut osapuolet. Todistuksen myöntää tai hyväksyy hallintoviranomainen tai sen asianmukaisesti valtuuttama organisaatio. Kaikissa tapauksissa hallinto kantaa täyden vastuun todistuksesta. Ohjeistus MEPC-komitean päätöslauselma 203(62).

Säädös 9: Tämä säädös määrittelee kansainvälisen energiatehokkuustodistuksen IEE:n. Se tulee olla voimassa koko aluksen elinkaaren ajan määräysten mukaisesti. Tämän säädöksen mukaisesti myönnetyn kansainvälisen energiatehokkuustodistuksen voimassaolo lakkaa seuraavissa tapauksissa: jos alus on poistettu käytöstä tai uusi todistus annetaan laivalle merkittävän muutostyön jälkeen, tai kun alus on siirretty toisen valtion lipun alle. MEPC-komitean päätöslauselma 203(62).

Säädös 10: Tämä säädös määrittelee satamavaltiotarkastuksen PSC:n (Port State Control) vaatimukset energiatehokkuudesta. Näin ollen IEE-todistus on kaikkien PSC-tarkastusten lähtökohtana. Luvun 4. sisältöön liittyen satamavalvonta voidaan rajoittaa IEE-todistuksen varmistamiseen, että alukselta löytyy voimassa oleva kansainvälinen energiatehokkuustodistus, MARPOL-yleissopimuksen pykälän 5 mukaisesti. MEPC-komitean päätöslauselma 203(62). (IMO 2016, 9.)

3 MARPOL-YLEISSOPIMUKSEN VI LIITTEEN 4. LUKU

Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n komitean ja sen jälkeisten sopimusten energiatehokkuuskeskustelun tuloksena lisättiin uusi luku 4, MARPOL-yleissopimuksen VI liitteeseen. Taulukko 2 esittää punaisella VI liitteen uudet säädökset, jotka lisättiin alusten energiatehokkuuden parantamiseksi. Uudet säädökset ovat: 19 käyttö (Application), 20 saavutettu EEDI-indeksi (Attained EEDI), 21 vaadittu EEDI (Required EEDI), 22 SEEMP ja 23 tekninen

yhteistyö ja teknologian siirto. Lisäksi lisättiin ohjeistus kansainväliselle energiatehokkuustodistukselle IEE:lle. (IMO 2016, 10.)

Resolution MEPC.176(58)	Resolution MEPC.203(62)
Chapter III Reg. 12 Ozone Depleting Substances Reg. 13 Nitrogen Oxides(NOx) Reg. 14 Sulphur Oxides(SOx) and Particular Matter Reg. 15 Volatile Organic Compounds (VOCs) Reg. 16 Shipboard Incineration Reg. 17 Reception Facilities Reg. 18 Fuel Oil Availability and Quality	Chapter III Reg. 12 Ozone Depleting Substances Reg. 13 Nitrogen Oxides(NOx) Reg. 14 Sulphur Oxides(SOx) and Particular Matter Reg. 15 Volatile Organic Compounds(VOCs) Reg. 16 Shipboard Incineration Reg. 17 Reception Facilities Reg. 18 Fuel Oil Availability and Quality
	Chapter IV Reg. 19 Application Reg. 20 Attained EEDI Reg. 21 Required EEDI Reg. 22 SEEMP Reg. 23 Promotion of technical co-operation and transfer of technology relating to the improvement of energy efficiency of ships
Appendix I ~VI	Appendix I ~VI Appendix VIII Form of International Energy Efficiency(IEE) Certificate

Taulukko 2. MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen uudet säädökset punaisella (IMO 2016, 10)

3.1 Säädös 19 käyttö

Säädöksessä määritellään energiatehokkuussäätöjen käyttö. Kansainvälisen MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen 4. lukua sovelletaan kaikkiin aluksiin, joiden kokonaisvetoisuus on 400 tonnia tai yli, ja jotka liikennöivät kansainvälisillä vesillä. Se antaa hallintoviranomaisille rajoitetun oikeuden poiketa energiatehokkuuden suunnitteluindeksin vaatimuksista uusien laivojen osalta 1.7.2019 saakka. Päätöksen poikkeamisesta on ilmoitettava IMO:lle ja muille tämän päätöksen MARPOL-yleissopimuksen liitteessä VI oleville osapuolille. Oikeus poiketa, waiver, syntyi komitean MEPC-keskusteluissa ja siinä korostettiin, että jotkut alukset eivät pysty noudattamaan IMO:n vaatimuksia, kun huomioidaan näiden alusten hyvä suunnittelu. Haluttiin huomioida, että on tärkeää, että kyseinen poikkeus koskee vain tiettyjä aluksia eikä koko lippuvaltion laivastoa. (IMO 2016, 10.)

3.2 Säädös 20 saavutettu EEDI-indeksi

Tämä säädös koskee saavutettua EEDI-indeksiä (Attained EEDI). Säädös määrittelee EEDI-indeksin laskennan ja todentamisen tarpeen. Saavutettu EEDI on aluksen todellinen EEDI (actual EEDI), laskettuna EEDI-laskentakaavalla, esitetään kappaleessa 4. (IMO 2016, 10.)

Säädöksessä määrätään, että jokaiselle uudelle alukselle on laskettava saavutettu EEDI. Jokaiselle uudelle alukselle, johon tehdään suuria muutoksia, tai jo olemassa olevalle alukselle, jolle tehdään sellaisia muutoksia, että viranomainen katsoo sen uudeksi alukseksi, on laskettava saavutettu EEDI. Saavutettu EEDI koskee vain sellaisia alustyyppisiä, joita on paljon, mutta ei esim. kalastusaluksia, joilta ei vaadita EEDI:ä.

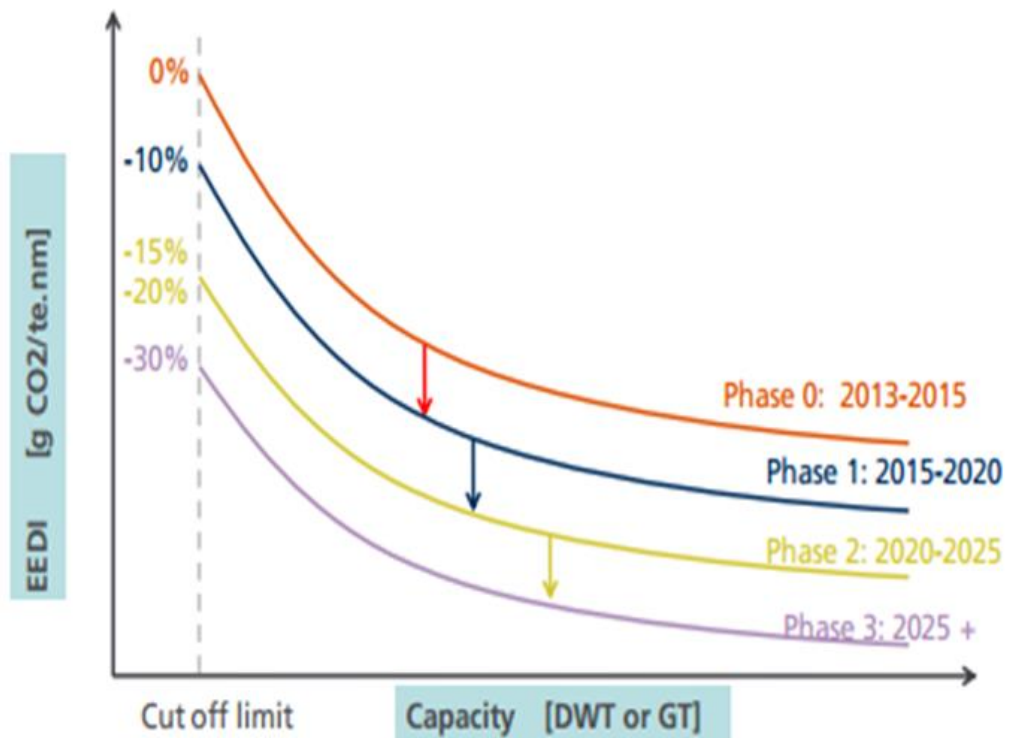
Laskettaessa saavutettua EEDI:ä on otettava huomioon IMO:n antamat ohjeet. Saavutetun EEDI:n tiedot on liitettävä tekniseen EEDI-tiedoston (EEDI technical file), joka sisältää tarvittavat tiedot saavutetun EEDI:n laskemiseksi ja laskentamenetelmät. Lisäksi sen tulee olla tarkastettu hallintoviranomaisen tai valtuutetun organisaation toimesta. Seuraavien alla mainittujen laivatyyppien on noudatettava saavutettua EEDI-säädöstä, jättäen pois erityislaivatyyppit kuten turbiinivoimaiset alukset. (IMO 2016, 11.)

- Irtolastialus
- Kaasutankkialus (poislukien LNG-alukset) (liquefied natural gas)
- Säiliöalus
- Konttialus
- Kappaletavara-alus
- Kylmälastialus
- Yhdistelmäalus
- Ro-Ro-rahtialus (ajoneuvojen kuljetusalus)
- Ro-Ro-lastialus
- Ro-Ro-matkustaja-alus
- LNG-alus
- Risteilymatkustaja-alus, jolla ei ole tavanomaista käyttövoimaa

3.3 Säädös 21 vaadittu EEDI

Säädöksessä 21 määritellään vaaditun EEDI:n (Required EEDI) laskentamenetelmät, sekä tähän liittyvät yksityiskohdat. Vaadittu EEDI on EEDI:n sääntelyraja, ja sen laskennassa käytetään referenssikäyrää (Reference lines) ja vähennystekijöitä (Reduction factors).

Tässä säädöksessä peruskäsitteet ovat: Referenssikäyrä (Reference line) on ”baseline” ja lähtökohta EEDI:lle. Kunkin alustyyppin osalta oma käyrä, joka edustaa vertailuarvoa EEDI:lle funktionaalisena kuvaajana aluksen koon mukaan. Vähennyskerroin (Reduction factor) ilmoitetaan prosenttisarvona EEDI:n pienentämiselle referenssikäyrää (Reference line) nähden, kuten tulevaisuudessa voimaan tuleva asetus määrää. Vähennyskertoimen tekijää (Reduction factor) käytetään tiukentamaan EEDI säädöksiä ajan myötä korottamalla vaiheittain kertoimen arvoa. Rajoituksien (Cut-off levels) kohteena ovat pienikokoiset alukset, joilta ei vaadita EEDI:ä (Required EEDI) teknisten syiden takia. Joten säädöstekstissä määritellään alusten painorajoitukset. EEDI:n täytännönpano toteutetaan vaiheittain ja tällä hetkellä ollaan vaiheessa 1 (2015-2019). Vaihe 2 on vuosina 2020-2024 ja vaihe 3 alkaa vuonna 2025. (IMO 2016, 11.)



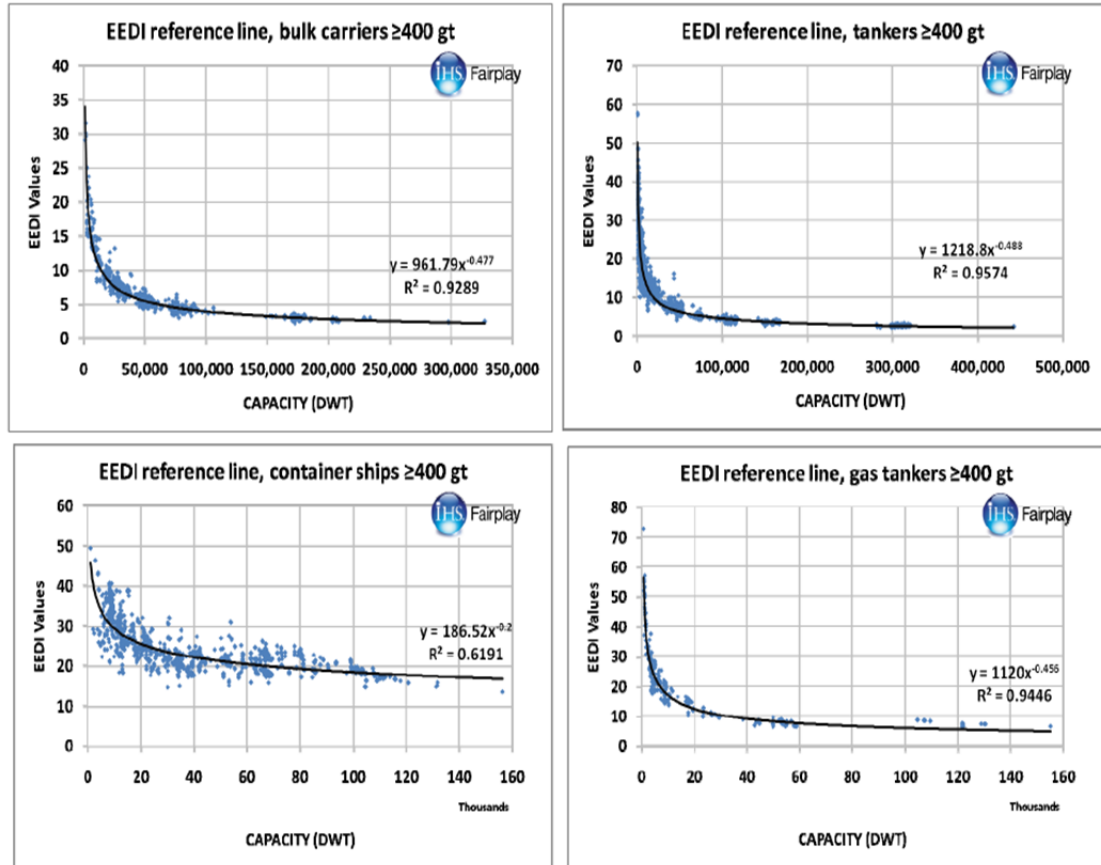
Kuva 3. Kaavio esittää yllä mainitut käsitteet kaavioina vaaditun EEDI:n vaiheista rajoituksiin ja alusten päästöjen laskua prosentteina. (IMO 2016, 12)

Tavoitteena on säädösten tiukentuessa viiden vuoden välein kuva 3, että vuonna 2025 alusten energiatehokkuus olisi 30 % pienempi kuin 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä rakennettujen alusten energiatehokkuus. IMO tarkkailee alusten päästöjä ja tarvittaessa tiukentaa vielä tulevaisuudessa säädöksiä, jos vaiheistettuja päästörajoja ei saavuteta. (IMO 2016, 12.)

3.4 EEDI-referenssikäyrä

Tämä "baseline" on lähtötaso EEDI:n jokaiselle laivatyyppille, jota edustaa referenssikäyrä (reference EEDI) laivan koon mukaan (katso kuvaa 3 vaihe 0). IMO on määritellyt referenssikäyrät kaikille alustyypeille hyödyntämällä nykyisten laivojen tietoja ja analysoimalla niitä. (IMO 2016, 12.)

Kuvassa 4 on neljän eri laivatyyppin analysoidut referenssikäyrät. Ensimmäinen käyrä kuvaa irtolastialustyyppin referenssikäyrää, toinen käyrä säilöalustyyppin referenssikäyrää, kolmas konttialustyyppin referenssikäyrää ja viimeinen kaasutankkialustyyppin referenssikäyrää.



Kuva 4. EEDI:n referenssikäyrät, jotka IMO on kehittänyt käyttämällä jo olemassa olevien aluksien tietoja. (IMO 2016, 13)

Täydelliset tiedot siitä, miten referenssikäyrä (reference line) kehitettiin, mukaan lukien tietolähteet, tietojen laadun tarkastukset, valittujen laivojen lukumäärät ja rakentamisvuodet, laivojen koot jne. on kuvattu yksityiskohtaisesti IMO:n ohjeissa jotka löytyvät päätöslauselmista MEPC.231(65) ja MEPC.233(65). Referenssikäyrät on tuotettu regressioanalyysillä suuresta tietomäärästä, ja lasketut regressioyhtälöiden tulokset esitetään seuraavissa kaavioissa. Nämä regressioyhtälöt on sisällytetty säädökseen 21, seuraavan kaavan (3) muodossa. (IMO 2016, 13.)

(3)

$$\text{Reference EEDI} = a * b^{-c}$$

jossa

b

aluksen kapasiteetti

a ja c

alustyypeille sovitut vakiot

reference EEDI vertailuarvo EEDI:lle

Taulukossa 3 on esitetty joidenkin alustyyppien reference EEDI:n laskukavaan arvot a, b ja c:n tekijöille eri laivatyyppien osalta, joita tarvitaan EEDI:n määrittämiseen. (IMO 2016, 13.)

Eri alusten tyypit määritetään säädöksessä 2	a	b	c
2.25 Irtolastialus	961,79	aluksen DWT	0,477
2.26 Kaasutankkialus	1120,00	aluksen DWT	0,456
2.27 Säiliöalus	1218,80	aluksen DWT	0,488
2.28 Konttialus	174,22	aluksen DWT	0,201
2.29 Kappaletavara-alus	107,48	aluksen DWT	0,216
2.30 Kylmälastialus	227,01	aluksen DWT	0,244
2.31 Yhdistelmäalus	1219,00	aluksen DWT	0,488
2.33 Ro-Ro-rahtialus (ajo neuvojen kuljetus-alus)	$(DWT/GT)^{-0.7} \cdot 780,36$ missä $DWT/GT < 0.3$ 1812,63 missä $DWT/GT \geq 0.3$	aluksen DWT	0,471
2.34 Ro-Ro-lastialus	1405,15	aluksen DWT	0,498
2.35 Ro-Ro-matkustaja-alus	752,16	aluksen DWT	0,381
2.38 LNG-alus	2253,7	aluksen DWT	0,474
2.39 Risteilymatkustaja-alus, jolla ei ole tavanomaista käyttövoimaa	170,84	aluksen kokonaisvetoisuus GT	0,214

Taulukko 3. EEDI:n määrittämiseen tarvittavat laskennalliset arvot, päätöslauselma MEPC.203 (62) ja MEPC.251 (66). (IMO 2016, 13)

3.4.1 EEDI-vähennyskerroin

Tämä edustaa prosenttiarvoja EEDI-vähennyskerroimen (EEDI reduction factor, X) suhteessa referenssikäyrään (reference line), kuten tulevaisuudessa voimaan tuleva asetus määrää. IMO on päättänyt ”vähennyskerroimen” arvot ja se on kirjattu säädökseen 21. Taulukossa 4 on EEDI-vähennyskerroimen arvoja eri alustyypeille aluksen koko kantavuuden (DWT) mukaa, paitsi risteilymatkustaja-alus alus, jonka EEDI-vähennyskerroin lasketaan kokonaisvetoisuuden (GT) mukaan. Aluksen koot on vielä jaettu jokaisen alustyyppin lisäksi kahteen painoryhmään. Kertoimen arvot riippuvat alustyyppistä, aluksen painon mukaan ja vaiheittain viiden vuoden välein. (IMO 2016, 14.)

Ship Type	Size	Phase 0 1 Jan 2013 – 31 Dec 2014	Phase 1 1 Jan 2015 – 31 Dec 2019	Phase 2 1 Jan 2020 – 31 Dec 2024	Phase 3 1 Jan 2025 and onwards
Bulk carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	10,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Gas carrier	10,000 DWT and above	0	10	20	30
	2,000 – 10,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Tanker	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	4,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Container ship	15,000 DWT and above	0	10	20	30
	10,000 – 15,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
General Cargo ships	15,000 DWT and above	0	10	15	30
	3,000 – 15,000 DWT	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Refrigerated cargo carrier	5,000 DWT and above	0	10	15	30
	3,000 – 5,000 DWT	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Combination carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	4,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
LNG carrier***	10,000 DWT and above	n/a	10**	20	30
Ro-ro cargo ship (vehicle carrier)***	10,000 DWT and above	n/a	5**	15	30
Ro-ro cargo ship***	2,000 DWT and above	n/a	5**	20	30
	1,000 – 2,000 DWT	n/a	0-5*,**	0-20*	0-30*
Ro-ro passenger ship***	1000 DWT and above	n/a	5**	20	30
	250 – 1,000 DWT	n/a	0-5*,**	0-20*	0-30*
Cruise passenger ship*** having non-conventional propulsion	85,000 GT and above	n/a	5**	20	30
	25,000 – 85,000 GT	n/a	0-5*,**	0-20*	0-30*

Note: n/a means that no required EEDI applies.

* Reduction factor to be linearly interpolated between the two values dependent upon ship size. The lower value of the reduction factor is to be applied to the smaller ship size.

** Phase 1 commences for those ships on 1 September 2015.

*** Reduction factor applies to those ships delivered on or after 1 September 2019, as defined in paragraph 43 of regulation 2.

Taulukko 4. EEDI:n vähentämiskertoimet, rajoitukset ja toteutusvaiheet (IMO 2016, 14)

3.4.2 Vaaditun EEDI:n laskentakaava

Edellä esitetyn käsitteen avulla seuraavat yhtälöt osoittavat, kuinka vaadittu EEDI (Required EEDI) lasketaan aluksille. Ensin kunkin aluksen osalta lasketaan referenssikäyrä (reference EEDI) alla olevan yhtälön (4) mukaan. (IMO 2016, 15.)

(4)

$$\text{Reference EEDI} = a * b^{-c}$$

jossa: b aluksen kapasiteetti
 a ja c alustyypeille sovitut vakiot
 reference EEDI vertailuarvo EEDI:lle

Seuraava askel on määrittää aluksen vähennyskerroin (X). Tämä on riippuvainen laivan rakennusvuodesta ja siitä, onko se määritelty asetuksessa (kat-

so taulukko 4). Kun on saatu määritettyä referenssikäyrä (Reference EEDI) ja X, niin vaadittu EEDI (Required EEDI) lasketaan seuraavalla yhtälöllä (5).

(5)

$$\text{Required EEDI} = (1 - X/100) * \text{Reference EEDI}$$

jossa: X vähennyskerroin. Se on sovittu ja sisällytetty asetukseen.

Required EEDI on aluksen EEDI:n säädösraja, jota todellinen EEDI ei saa ylittää.

Vaadittu EEDI koskee vain taulukon 4 sarakkeessa 1 mainittuja aluksia ja sarakkeessa 2 määriteltyjä aluksia. Näille aluksille asetus 22 määrää, että saavutetun EEDI:n on oltava aina pienempi tai yhtä suuri kuin vaadittu EEDI yhtälö (6).

(6)

$$\text{saavutettu EEDI} \leq \text{vaadittu EEDI}$$

jossa: saavutettu EEDI on aluksen todellinen EEDI, telakan laskemana ja hyväksytyn organisaation tarkastamana.

Tässä säädöksessä määrätään lisäksi seuraavaa: Jos laivatyyppi sallii sen kuuluvaksi useampaan kuin yhteen edellä mainituista laivatyyppien määritelmistä, laivan vaadittuna EEDI:nä (Required EEDI) käytetään tiukinta (alhaisinta) vaadittua EEDI:ä. Jokaiselle alukselle, johon tätä asetusta sovelletaan, asennetun työntövoiman on oltava vähintään sellainen käyttövoima, joka tarvitaan aluksen ohjattavuuden säilyttämiseksi huonoissa sääolosuhteissa, kuten ne järjestön laatimissa ohjeissa on määritelty. Meneillään olevan vaiheen ja vaiheen 2 välissä IMO tulee tarkastelemaan teknisen kehityksen tilaa, ja jos osoittautuu tarpeelliseksi, muuttaa IMO määräaikoja ja EEDI:n referenssikäyräparametreja asiaankuuluvien alustyyppien osalta, sekä säädöksessä määrättyjä vähennyskertoimia. Tämä tarkistusprosessi on IMO:ssa parhaillaan käynnissä. (IMO 2016, 15.)

3.5 Säädös 22 - SEEMP

Säädös 22 koskee alusten energiatehokkuuden hallintasuunnitelma SEEMP:iä (Ship Energy Efficiency Management Plan) ja se määrää, että jokaisen aluksen on pidettävä laivalla tätä erityistä laivojen energiatehokkuuden hallintasuunnitelmaa. Tämä voi olla osa aluksen turvallisuusjohtamisjärjestelmää SMS:ää (Safety Management System). Alusten energiatehokkuuden hallintasuunnitelma kehitetään ottaen huomioon järjestön hyväksymät ohjeet MEPC-komitean päätöslauselma 203(62). (IMO 2016, 15.)

Jokaisella aluksella jonka kokonaisuusvetoisuus on 400 tonnia tai yli, ja liikennöi kansainvälisillä vesillä, on oltava aluksella energiatehokkuuden hallintasuunnitelma. Säädöksessä ei viitata SEEMP:in sisällön tarkistamiseen ja todentamiseen, mutta kuitenkin energiatehokkuuden hallintasuunnitelma on oltava aluksella ja mahdollisesti tarkistettavissa. Aluksen energiatehokkuuden hallintasuunnitelmaa tulee kehittää IMO:n ohjeistuksen mukaisesti. (IMO 2016, 16.)

3.6 Säädös 23 - Tekninen yhteistyö ja teknologian siirto

Tämä säädös kehitettiin kehitysmaiden pyynnöstä, IMO:n komiteassa käytyjen keskustelujen pohjalta eri maiden rooleista. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimista kehitysmaat voivat kohdata teknologisia ongelmia ja taloudellisia vaikeuksia IMO:n energiatehokkuusvaatimusten johdosta. Tämä määräys antaa ohjeet teknisen yhteistyön edistämiseen ja tekniikan siirtoon eri maiden välillä, alusten energiatehokkuuden parantamiseksi.

Siinä säädetään, että hallintoviranomaiset aikovat yhteistyössä IMO:n organisaation ja muiden kansainvälisten elinten kanssa, edistää ja antaa tarvittaessa suoraan tukea, tai IMO:n kautta valtioille, erityisesti kehitysmailla, jotka pyytävät teknistä apua.

Ja hallinnon osapuolet (viittaa maahan, joka on vahvistanut MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen) toimivat aktiivisesti muiden sopimusosapuoltensa

kanssa kansallisien lakiensa, määräystensä ja poliittisten linjauksiensa mukaisesti, edistääkseen teknologian kehittämistä ja siirtoa sekä tietojen vaihtoa valtioille, jotka pyytävät teknistä apua. Erityisesti kehitysmaita, sellaisten toimenpiteiden täytäntöönpanemiseksi, jotka täyttävät tämän säädöksen 4. luvun vaatimukset, erityisesti asetusten 19.4-19.6. MEPC-komitean päätöslauselma 203(62) ja päätöslauselma 203(62).

Edellä mainitun säädöksen täytäntöönpanon tueksi IMO:n komitea hyväksyi uuden päätöslauselman MEPC.229(65). Tämä päätöslauselma luo kehyksen valmiuksien kehittämiseksi, tekniseen yhteistyöhön, teknologian siirron edistämiseen, ja helpottamaan kehitysmaiden tukemista EEDI:n ja SEEMP:in täytäntöönpanossa. Osana tätä, perustettiin alusten teknisen siirron tukemista käsittelevä väliaikainen asiantuntijaryhmä AHEWG-TT (Ad Hoc Expert Working Group on Facilitation of Transfer of Technology). IMO tuki asiaa koskevia kokouksia ja työtehtäviä. Lisäksi IMO on toteuttanut huomattavan määrän kapasiteetin rakentamistoimia ja toteuttanut asiaa koskevia hankkeita. (IMO 2016, 16.)

4 EEDI-LASKENTA

4.1 EEDI-käsite

Saavutettu EEDI (Attained EEDI) on varsinainen EEDI-arvo laivoille, ja se edustaa aluksen tuottamaa hiilidioksidimäärää, kun laiva kulkee yhden tonnimailin lastinkuljetustyössään. EEDI voidaan esittää yhtälöllä (7): (IMO 2016, 17.)

(7)

$$\frac{CO_2 \text{ päästö}}{\text{kuljetustyö}} = EEDI = \frac{\text{moottoriteho} \times SFC \times C_F}{\text{kuollutpaino} \times \text{nopeus}} gCO_2/\text{tonni} \times \text{merimaili}$$

Yhtälö esittää, että EEDI edustaa aluksen kustannuksia yhteiskunnalle sen hiilidioksidipäästöjen muodossa jaettuna sen hyödyistä yhteiskunnalle, jota edustaa aluksen harjoittama kuljetustyö, kuten kohdassa (1) esitetään. Edellä esitettävä käsite muutettiin kattavammaksi laskentamenetelmäksi, jota kuva-

taan EEDI-kaavayhtälössä (2) erilaisten laivatyyppien, laivojen koon, vaihtoehtoisten käyttövoimatekniikoiden, vaihtoehtoisten polttoaineiden ja tulevien uusiutuvien energialähteiden monimuotoisuuden huomioon ottamiseksi. (IMO 2016, 17.)

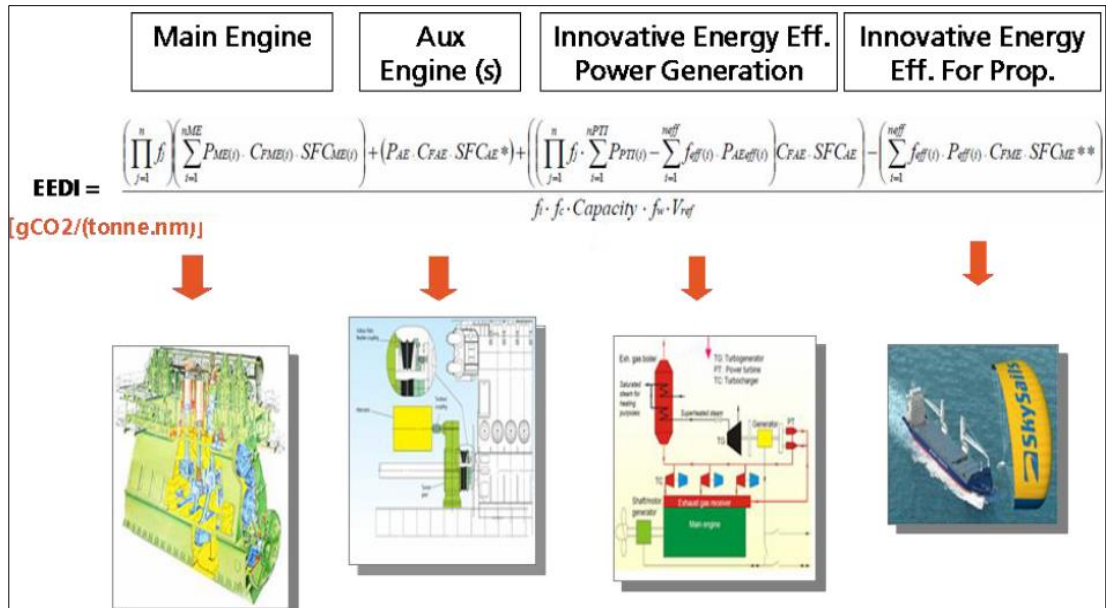
4.2 EEDI-kaava

Saavutettu EEDI (Attained EEDI) lasketaan käyttäen EEDI-kaavaa seuraavalla tavalla (8):

(8)

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^n f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + \left(P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}^* \right) + \left(\left(\prod_{j=1}^n f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AE_{eff(i)}} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) - \left(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME}^{**} \right)}{f_i \cdot f_c \cdot Capacity \cdot f_w \cdot V_{ref}}$$

Kuvassa 5 on esitetty laskentakaava mistä kaikki tekijät muodostuvat. Myös huomioidut alusteknologiat vaikuttavat EEDI-tasoon. EEDI laskentakaavaan vaikuttavat ensisijaisesti seuraavat tekijät: Pääkone ja tarvittava työntövoima. Tämä on esitetty yhtälön ensimmäisenä tekijänä. Apukoneen tai apukoneiden tehovaatimukset. Tätä edustaa toinen yhtälön tekijä. Kolmantena tekijänä on mikä tahansa voimaa tuottava innovatiivista energiaa tuottava laitteisto (sähköntuotanto), joka hyödyntää hukkalämmön talteenottoa tai aurinkoenergiaa. Viimeisenä tekijänä esitetään kaikki innovatiiviset teknologiat, jotka tuottavat mekaanista voimaa laivojen työntövoimiksi, kuten tuulivoima (purjeet, leijat jne.). Kaavan nimittäjässä esitetään aluksen kapasiteetti ja nopeus, jotka yhdessä antavat arvon kuljetustyölle. (IMO 2016, 17.)

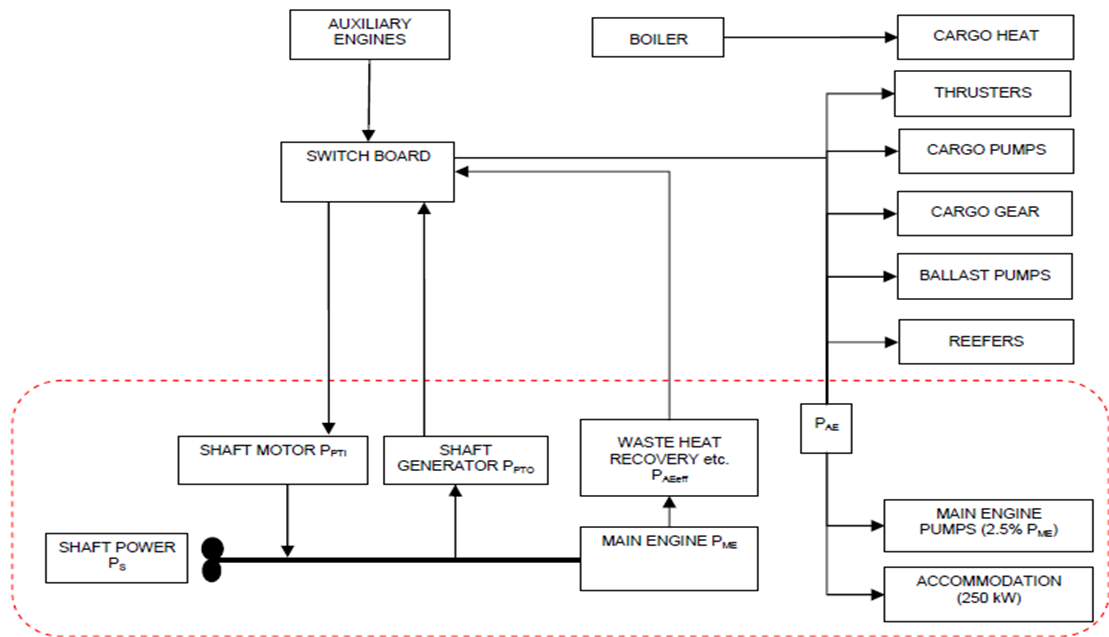


Kuva 5. EEDI-laskukaavan osat (IMO 2016, 17)

EEDI-laskukaavaan kuuluvat seuraavat laitteet/koneet; akseliteho, akselimootori, akseligeneraattori, pääkone, lämmöntalteenotto, majoitus, pääkoneen pumpput ja apukone. Kuva 6 esittää yksinkertaistetusti laivajärjestelmien laajuuden, jotka on esitetty yhtälössä 8. Ne tekijät, jotka ovat esitetty punaisen katkoviivaruuduin sisällä kuluva EEDI-kaavaan. Katkoviivojen ulkopuoliset tekijät eivät kuulu tähän laskukaavaan. Yleisenä sääntönä on, että kaikkia laastiin liittyviä energiankäyttöjä ei sovelleta EEDI-laskukaavaan. Esimerkiksi apukattiloita ei huomioida laskukaavassa, sillä oletuksena on, että normaalissa merenkulun olosuhteissa kattiloita ei käytetä. Siksi sähkö, joka tarvitaan pumppuihin, lastinkäsittelylaitteisiin, laivankuljettimiin jne. ei kuulu EEDI-laskukaavan piiriin. Ohjeistukset päätöslauselmasta MEPC.245 (66). (IMO 2016, 18.)

APPENDIX 1

A GENERIC AND SIMPLIFIED MARINE POWER PLANT



Note 1: Mechanical recovered waste energy directly coupled to shafts need not be measured, since the effect of the technology is directly reflected in the V_{ref} .

Note 2: In case of combined PTI/PTO, the normal operational mode at sea will determine which of these to be used in the calculation.

Kuva 6. EEDI-kaavassa olevien laivajärjestelmien laajuus (IMO 2016, 18)

4.3 EEDI-kaavan termit

EEDI-kaavan yhtälön (2) tekijät määritellään kokonaisuudessaan asianomaisissa IMO:n ohjeissa päätöslauselma MEPC.245(66), jonka on yhteenvetona esitetty taulukossa 5 (IMO 2016, 18).

Termi	Yksikkö	Lyhyt kuvaus
Capacity	[Tonni]	Aluksen kapasiteetti sen kuolleenpainon tai bruttovetoisuuden mukaan kesälastilinjassa (konttialuksille, 70 % kuolleesta painosta).
C_{FAE}	[gCO ₂ / gpolttoaine]	Hiilen osuuden kerroin apumoottoreiden polttoaineelle.
C_{FME}	[gCO ₂ / gpolttoaine]	Hiilen osuuden kerroin päämoottoreiden polttoaineelle.
f_{eff}	[-]	Korjauskerroin koskien innovatiivisia teknologioita.

f_i	[-]	Korjauskerroin koskien aluksen kapasiteettia, ottaen huomioon tekniset ja säädökselliset seikat jotka vaikuttavat aluksen kapasiteettiin.
f_{IVSE}	[-]	Kapasiteettikorjauskerroin, vapaaehtoiset rungon vahvistukset.
f_{iCSR}	[-]	Kapasiteettikorjauskerroin CSR-sääntöjen (Common Strudtural Rules) mukaisesti, irtolas- ti- ja säiliöalusta koskevat runkosäännöt.
f_c	[-]	Kapasiteettikorjauskerroin sellaisille aluksille, jotka voivat kuljettaa vaihtoehtoisia lastityyppe- jä, joilla on vaikutusta aluksen kantavuuden kapasiteettiin (DWT) suhteeseen (esim. LNG- alukset kaasunkuljetukset).
f_j	[-]	Korjauskerroin laivan spesifisille ominaisuuksil- le (esim. aluksen jääluokka).
f_w	[-]	Korjauskerroin nopeuden alenemiselle edistä- vien merisääolosuhteiden vuoksi.
n_{eff}	[-]	Innovatiivisten teknologioiden määrä.
n_{ME}	[-]	Pääkoneiden lukumäärä.
n_{PTI}	[-]	Tehonsyöttöjärjestelmien määrä (esim. akseli- moottorit).
P_{ME}	[kW]	Laivojen käyttövoima, joka on 75 % pääko- neesta (MCR) tai akelimoottorilta (kun käytös- sä); ottaen huomioon myös akseligeneraattorin. Tähän vaikuttavat vaihtoehtoiset työntövoiman toteutukset.
P_{AE}	[kW]	Apukoneen tehovaatimukset normaaleissa me- riolosuhteissa.
P_{AEff}	[kW]	Aputehon vähennykset, jotka tuotetaan innova- tiivisilla sähköntuotantoteknologioilla.
P_{eff}	[kW]	75 % asennetusta tehosta jokaiselle innovatiivi- selle teknologialle, joka edistää laivojen työntö- voimaa.
P_{PTI}	[kW]	75 % asennetusta tehosta kullekin tehonsyöttö- järjestelmälle (esim. akselimoottoreille).
SFC_{AE}	[g / kWh]	Apukoneiden tarkka polttoaineenkulutus NOx- sertifiointiarvojen mukaan.
SFC_{ME}	[g / kWh]	Pääkoneiden tarkka polttoaineenkulutus NOx- sertifiointiarvojen mukaan.
V_{ref}	[solmua]	Aluksen vertailunopeus, joka on saavutettu työntövoimalla, joka on yhtä suuri kuin P_{ME} ja jossa aluksen meri- ja syvävesioperaation sy- väys on kesälastilinjassa.

Taulukko 5. EEDI-kaavan osatekijät (IMO 2016, 19)

Laskukaavassa on huomioitu eri polttoaineiden hiilipitoisuudet. Polttoaineen laadun merkitys on suuri. Merkittävä vaihtoehtoinen polttoaine on nesteytetty maakaasu (LNG), koska se on kiistattomasti paras polttoaine sen hiilidioksidipäästöjen, rikki- ja typpioksidien osalta. Nesteytetyn maakaasun palaessa se

vapauttaa noin 25 % vähemmän hiilidioksidia ja se sisältää vain vähän typpioksidia eikä laisinkaan rikkioksidia. Alusten polttoaineena LNG:n käyttöönotto on ollut hidasta, koska maakaasua ei aina ole saatavissa ja epävarmuustekijöiden johdosta varustamot ovat olleet arkoja investoimaan LNG:tä käyttäviin aluksiin. Eri polttoaineiden hiilipitoisuuksien määrät taulukossa 6. (Trafi 2015.)

Type of fuel	Reference	Carbon content	C_F (t-CO ₂ /t-Fuel)
1 Diesel/Gas Oil	ISO 8217 Grades DMX through DMB	0.8744	3.206
2 Light Fuel Oil (LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0.8594	3.151
3 Heavy Fuel Oil (HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0.8493	3.114
4 Liquefied Petroleum Gas (LPG)	Propane	0.8182	3.000
	Butane	0.8264	3.030
5 Liquefied Natural Gas (LNG)		0.7500	2.750
6 Methanol		0.3750	1.375
7 Ethanol		0.5217	1.913

Taulukko 6. Meriliikenteessä käytettävien polttoaineiden hiilidioksidin C_F :n vakioarvot, päätöslauselma MEPC.245 (66) (IMO 2016, 20)

Seuraavassa on yksityiskohtaisempaa tietoa EEDI-kaavaan vaikuttavista osatekijöistä:

SFC (Specific Fuel Consumption) on määritetty polttoaineen kulutus. Määritetty polttoaineen kulutus SFC kuvaa moottorin polttoainetehokkuutta (käytetty polttoaine) g/kWh. SFC-arvo määritetään moottorin NO_x-teknisestä tiedostosta talletuista tuloksista, ja se määritetään osana moottorin NO_x-sertifiointia. Pääkoneen polttoaineen kulutus lasketaan yleensä 75 %:n kuormituksella ja apukoneille se lasketaan yleensä 50 %:n kuormituksella.

C_F (Carbon Factor) on hiilidioksidikerroin. Tämä tekijä määrittää tuotetun hiilidioksidin määrän käytetystä polttoaineesta. Taulukossa 6 on vakioarvot meriliikenteessä käytettäville polttoaineille. Se polttoaine tyyppi, jota on käytetty NO_x-sertifiointitestissä (saadaan NO_x-teknisestä tiedostosta), tulee määrittää C_F -muuntokertoimen arvo. (IMO 2018, 19.)

Kapasiteetti on aluksen kantavuus lastissa (DWT) tai kokonaisvetoisuus GT kesälastisyvytydessä. Aluksen koko kantavuus laskenta perustuu aluksen painoon ja kesälastiviiva syvyykseen. Suunnitteluvaiheessa, EEDI:n alustavassa tarkistuksessa aluksen paino ja syväys voidaan laskea käyttämällä hyväksi aluksen vakavuustietoja. Konttilaivojen osalta kapasiteetiksi otetaan 70 % aluksen kapasiteetista kesälasteri syvyyksellä. (IMO 2016, 20.)

P_{ME} on pääkoneen työntövoima. P_{ME} lasketaan yleensä 75 % moottorin optimoidusta nimellistehosta MCR:sta (Maximum Continuous Rating). Riippuen eri työntövoimaa vaihtoehtoista (akselin generaattori, akselimoottori, rajoitettu teho jne.) eri laskentakaavoja käytetään tähän tarkoitukseen. Lisätietoja on IMO:n päätöslauselmassa MEPC.245(66).

Tehontermiä "**P**" käytetään eri kohdissa kaavaa mm. pääkoneelle, apukoneelle (sähkö), akselimoottoreille, akselien generaattoreille, uusiutuville energialähteille jne.

P_{AE} on apukoneen teho. Lisätehon laskemista (sähkön) varten on käytössä erilaisia laskentaformulaatioita. P_{AE} sisältää yleensä myös muita tehoa kuluttavia laitteita, kuten pääkoneen pumput, navigointijärjestelmät ja laitteet sekä asuinitilat. Se ei ota huomioon muita tehovoimia, joita käytetään esim. työntövoimakoneisiin/laitteisiin, lastipumppuihin, lastijärjestelmiin, painolastipumppuihin, rahdin ylläpitoon, esim. konttien kylmälaitteistoihin ja lastitilan puhaltimiin. IMO:n ohjeissa päätöslauselma MEPC.245(66) on erityisiä kaavoja P_{AE} :n laskemiselle. Tulee ottaa huomioon, että P_{AE} ei ole sidoksissa laivaan asennettujen apukoneiden todelliseen tehoon.

V_{ref} on laskennallinen nopeus. V_{ref} on laivan nopeus, joka on mitattu ja todennettu merikokeiden aikana ja korjattuna seuraavilla ehdoilla: valtamerioperointi, tyyni sää, olettaen ettei ole tuulta ja eikä aaltoja, lastikapasiteetin mukaan ja koko akselintyöntövoima vastaa arvoa P_{ME} .

f_w on sääkerroin. f_w on ei-ulotteinen (non-dimensional) kerroin. Se ilmaisee yhteisvaikutusta vauhdin hidastumiseen, joka johtuu vastaavista meriolosuhteista. Ne ovat aallonkorkeus, aallontaajuus ja tuulen nopeus (esim. Beaufor-

tin asteikolla 6) ja saavutettu EEDI (Attained EEDI) lasketaan arvolla 1,0. On pyritty määrittämään, miten tämä tekijä voidaan arvioida eri aluksille, mutta tähän mennessä toteutetut toimet eivät ole johtaneet mihinkään sovittuun ratkaisuun.

f_j laivojen suunnitteluun liittyvä korjauskerroin, joka vaikuttaa käyttövoimaan. Korjauskertoimia on useita ja niitä käytetään erottelemaan samantyyppiset ja kokoiset laivat toisistaan, jos niiden perussuunnittelu vaatimukset ovat erilaisia. Esimerkiksi jääluokitettua tankkilaivaa verrattaessa samanlaiseen jääluokittamaton tankkilaiva, saa jääluokitettu tankkilaiva korjauskertoimella korjattua tätä suunnittelueroa. Suunnitteluun liittyvä korjauskerroin f_j on eritelty seuraaville mainituille aluksille, muuten arvo on 1,0 ohjeistetaan päätöslauselmassa MEPC.245(66) laskentaprosessi, kaava ja arvot: Jääluokitellut alukset, säiliöalukset, jotka käyttävät työntövoimana kuljetuskoneiston kahdentamisteknologiala (propulsio-redundancy) ja alukset joiden koko kantavuus lastissa (DWT) on 80 000-160 000, kaikki Ro-Ro-alus tyypit ja kappaletavara-alukset. (IMO 2016, 20.)

f_i on suunnittelukerroin, joka vaikuttaa alukseen kapasiteettiin. Kyseessä on joukko korjauskertoimia, joita käytetään erottamaan samantyyppiset ja -kokoiset alukset. Lasti kapasiteetti vaikuttavat suunnitteluun tai lastityyppiin. Esim. on huomioitava, että jääluokitettu tankkialus verrattuna samantyyppiin jääluokittamattomaan tankkialukseen omaa pienemmän lastikapasiteetin. Muita esimerkkejä ovat omistajan/varustamon päätös vapaaehtoisesti vahvistaa aluksen rakennetta paksummilla levyillä, tai kun kyseessä on alus, joka luokitellaan yleisten rakennesääntöjen mukaisesti. Muita kapasiteettiin liittyviä korjauskertoimia ovat ([pätöslauselma MEPC.245(66)] ja niiden kaavat): Jääluokan kapasiteetti kerroin f_j , jota käytetään jääluokitelluille aluksille. Vapaaehtoinen rakenteiden vahvistaminen f_{IVSE} . Koskee aluksille, joihin on toteutettu vapaaehtoinen rakenteellinen parannus ja f_{IVSE} -tekijä on laskettava IMO:n ohjeiden mukaisesti. Yleiset rakenteelliset säännöt f_{ICSR} . Irtolastialuksille ja öljysäiliöaluksille, jotka on rakennettu yhteisten rakennussääntöjen mukaisesti ja on luokiteltu luokkamerkinnän CSR:n (Continuous Synopsis Record) mukaisesti. f_{ICSR} -tekijä on laskettava IMO:n laskentaohjeiden mukaisesti.

f_c on tilavuuskorjauskerroin. Tätä tilavuuskorjauskerrointa käytetään erilaisten lastityyppien erottamiseen. Lukuun ottamatta seuraavia tapauksia, muutoin f_c -tekijän arvo on 1,0. Useille MARPOL-yleissopimuksen II liitteen määritelmän mukaisille kemikaalitankkialuksille f_c -kerroin on laskettava IMO:n ohjeistamalla tavalla päätöslauselma MEPC.245 (66). Kaasutankkialukset on määriteltä IGC koodin (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk) mukaan. Koodin mukainen kaasutankkialus on alus, jolla on suora dieselkäyttöinen työntövoima. Nesteytettyjen kaasujen irtotavarana kuljetettavien alusten rakentamista ja kalustoa koskevat kansainväliset säännöt. Näissä tapauksissa f_c -kerroin lasketaan IMO:n antamien ohjeiden mukaisesti päätöslauselma MEPC.245(66). (IMO 2016, 21.)

4.4 EEDI-ehto

On tärkeää huomata, että EEDI lasketaan yhdelle ainoalle aluksen käyttöolosuhteelle. Tätä yksittäistä käyttöolosuhdetta kutsutaan nimellä "EEDI ehtona" ("EEDI Condition"). EEDI-ehdot ovat seuraavat: Aluksen syväys on kesälasti-
viivassa aluksen ollessa lastissa (DWT) tai kokonaisvetoisuus (GT) edellä mainitulla syväyksellä (konttialukselle 70 %). Sääolosuhteet ovat hyvät, tyyni sää ilman tuulta eikä aaltoja. Työntöakselin teho on 75 % pääkoneen MCR:stä (tavanomaiset alukset), muutamilla poikkeuksilla koskien akselimoottoria tai akseligeneraattoria tai akselintehorajoituksia, joissa pitää soveltaa. Viimeisenä EEDI-ehtona on vertailunopeus V_{ref} . Aluksen nopeus, joka mitataan ja arvioidaan edellä mainituissa olosuhteissa. EEDI:ä laskettaessa kaikki käytetyt mitaukset ja tiedot on korjattava edellä mainituilla ehdoilla. (IMO 2016, 21.)

4.5 Tekninen EEDI-asiakirja

Tarkistusta varten seuraavaa aluksen lippuvaltiota, satamavaltion toimeenpanoa tai myöhempää toteutusta ja täytäntöönpanoa varten vaaditaan, että kaikki asiaankuuluvat termit ja niiden arvot on tallennettu teknisiin EEDI-tiedostoihin. Sitten toimitetaan tarkastajalle, normaalisti yleisesti hyväksytty järjestö lippuvaltion puolesta, jotka myöntävät todistuksen. Lisäksi tekninen

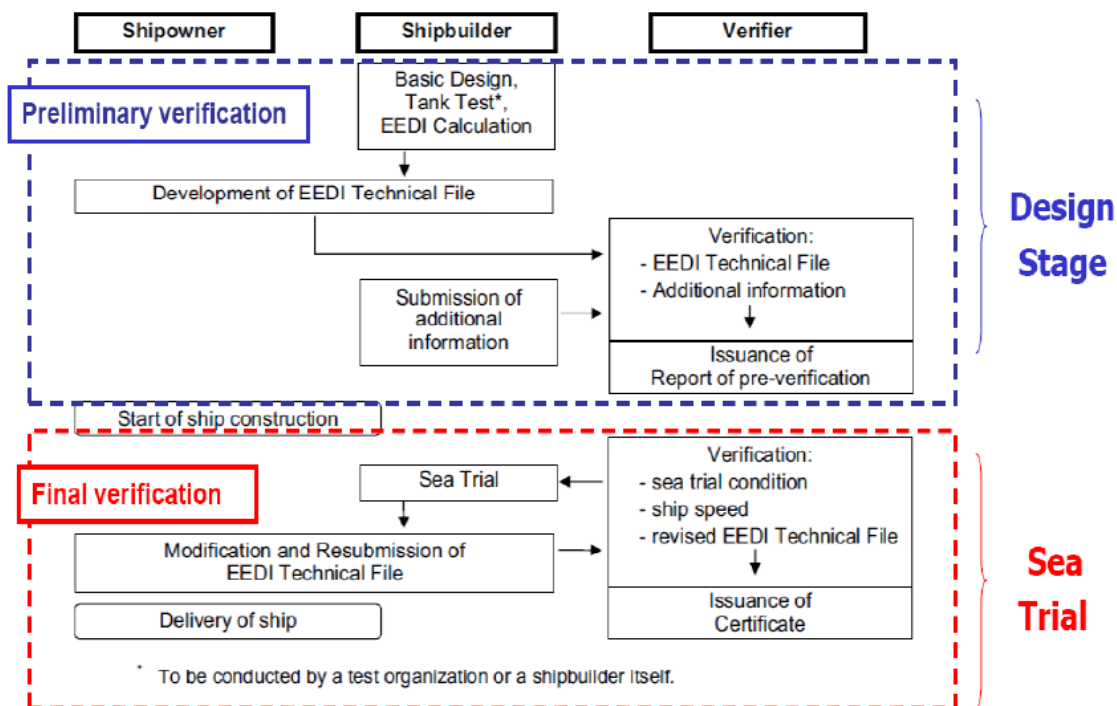
EEDI-asiakirja täytyy pitää mukana aluksella, ja osaltaan täydentää aluksen kansainvälistä energiatehokkuustodistusta.

IMO on EEDI:n tarkastus- ja todentamisoheissaan päätöslauselmassa MEPC.254(67) antanut esimerkin teknisestä EEDI-tiedostosta. Tämä esimerkki osoittaa, että kaikki tieto tarvitaan tarkastusprosessia varten, mukaan lukien kaikki termit, jotka määriteltiin aikaisemmin, tarvitaan tähän tekniseen tiedostoon. (IMO 2016, 22.)

5 EEDI TARKASTUS JA TODENTAMINEN

Uusien aluksien energiatehokkuuden suunnitteluindeksin tarkastuksen hoitaa lippuhallintoviranomainen, ja useimmissa tapauksissa niiden puolesta toimivat luokituslaitokset, käyttäen hyväksi tarkastettavan aluksen tiedostoja ja asiakirjoja. Tarkastamalla alusmallin kokeelliset tankkitestit ja aluksen käyttöönottomerikokeita. Täydelliset tiedot EEDI-tarkistuksesta on kuvattu asianomaisissa IMO:n ohjeissa, päätöslauselma MEPC.254 (67). Aluksen energiatehokkuus suunnitteluindeksin tarkastus tapahtuu kahdessa eri vaiheessa, alussa on esitarkastus ja lopussa lopullinen tarkastus.

Aluksen energiatehokkuuden suunnitteluindeksin esitarkastus tehdään aluksen suunnitteluvaiheessa, kun taas lopullinen energiatehokkuustarkistus tehdään rakentamisen lopussa osana aluksen käyttöönottomerikokeessa. Merkitykselliset aluksen suunnittelu-, tankkitesti- ja nopeuskokeen tiedot tarkistaa ja todentaa luokituslaitos. Energiatehokkuuden suunnitteluindeksin todentamista koskevat ohjeet on IMO kehittänyt varmistamaan tarkastuksen johdonmukaisuutta. Joitain tärkeitä kysymyksiä, kuten nopeuden tehon skaalausmenetelmiä ja eri lähestymistapoja mitattujen tietojen korjaamiseksi, ei ole vielä yhdenmukaistettu. Kuva 7 esittää uusien aluksien energiatehokkuuden suunnitteluindeksin yleistä toteutusprosessikaaviota suunnittelusta aluksen lopulliseen tarkastukseen. (IMO 2016, 23.)



Kuva 7. EEDI-tarkistusprosessi (IMO 2016, 23)

5.1 Esitarkastus

Suunnitteluvaiheessa on toimitettava tarkastajalle seuraavat tiedot aluksen energiatehokkuuden esitarkastusta varten: hakemus alustavaan energiatehokkuustarkastukseen, sisältäen teknisen EEDI-asiakirjan tarvittavilla tiedoilla, sekä muut asiaankuuluvat tausta-asiakirjat ja tiedot. (IMO 2016, 23.)

Teknisen EEDI-asiakirjan tulee laatia sen lähettäjä, yleensä aluksen suunnittelija tässä vaiheessa. Teknisen EEDI-asiakirjan tulee sisältää kaikki tarvittavat tiedot, joita käytettiin EEDI:n laskemista varten. Teknisen EEDI-tiedoston lisäksi tarkastaja voi pyytää lisätietoja seuraavista tiedoista, mutta ne eivät rajoitu näihin mainittuihin tietoihin: Kuvaus malli aluksen tankkitesteistä, mukaan lukien testauslaitteisto ja kalibroinnit, tai selvitys siitä miksi tankkitestejä ei ole suoritettu. Lisäksi tähän tarkastaja voi pyytää yksityiskohtaisemman raportin tankkitesteistä, johon tulisi sisällyttää tankkitestien merikoeolosuhteet ja päätelmäarvot EEDI-ehdolle. Tiedot aluksen vertailunopeuden laskentaprosessista. Kuvaus malli aluksen suunnittelumuodoista ja todellisen aluksen muodot niiden samankaltaisuuksien varmistamiseksi. Tiedot aluksen omasta painosta (lightweight) ja aluksen uppouma taulukosta aluksen kantavuuden (dead-

weight) tarkistamiseksi. Esitarkastusta varten tarkastaja saattaa edellyttää myös tarkastettavan aluksen vakavuus tietojen toimittamista aluksen kantavuuden tarkistamiseksi. Kopiot alukseen asennettavien moottoreiden teknisistä NO_x-tiedostoista ja dokumentoitu yhteenveto SFC-korjauksista kunkin moottorityypin osalta, jossa on mukana moottorin kansainvälinen ilman pilaantumista ehkäisevä EIAPP-sertifikaatti (Engine International Air Pollution Prevention). Muita erityisiä tietoja tarkastaja voi pyytää tietyiltä alustyypeiltä esim. aluksesta, joka käyttää esisijaisena polttoaineena nesteytettyä maakaasua. Tarkastaja voi pyytää tietoja nesteytetystä maakaasupolttoaineesta ja nestemäisen maakaasunpolttoainetankin järjestelyistä ja kapasiteetista hiilen osuuden (C_F) laskemista varten.

Tärkein tekijä alustavassa tarkastuksessa on aluksen mallitankkitesti, jotka on tehtävä IMO:n ohjeiden mukaan, päätöslauselma MEPC.254 (67). Suunnitteluvaiheessa alustavan tarkastuksen yhteydessä nopeustehokäyrän on perustuttava tankkitestien luotettaviin tuloksiin. Yksittäisen aluksen tankkitesti voidaan jättää pois teknisillä perusteluilla. Tilanteissa joissa samankaltaisten alusten tankkitesti tulos on saatavissa. Lisäksi tankkitestien pois jättäminen hyväksytään sellaisille aluksille, joiden merikokeet tehdään EEDI-ehdon mukaisesti edellyttäen aluksen omistajan, laivanrakentajan ja tarkastajan suostumusta. Tankkikokeiden laadun varmistamiseksi olisi otettava huomioon ITTC:n (International Towing Tank Conference) laatujärjestelmä. Mallitankkitesti tulisi olla tarkastajan todistama. (IMO 2016, 24.)

5.2 Lopullinen tarkistus

Lopullisessa tarkastuksessa aluksen käyttöönottomerikokeiden merireitit ja aluksen nopeustehokäyrät ovat olennainen osa tarkastusta. Kaikki tiedot suunnittelusta, tankkitesteistä ja nopeustesteistä tarkistetaan. EEDI-laskentaan liittyvät näkökohdat käydään uudelleen läpi ja tarkistetaan. Kohtia, joita on otettava huomioon aluksen käyttöönottomerikokeen merireiteillä, käsitellään asiaa koskevissa IMO:n ohjeissa päätöslauselma MEPC.254 (67). (IMO 2016, 24.)

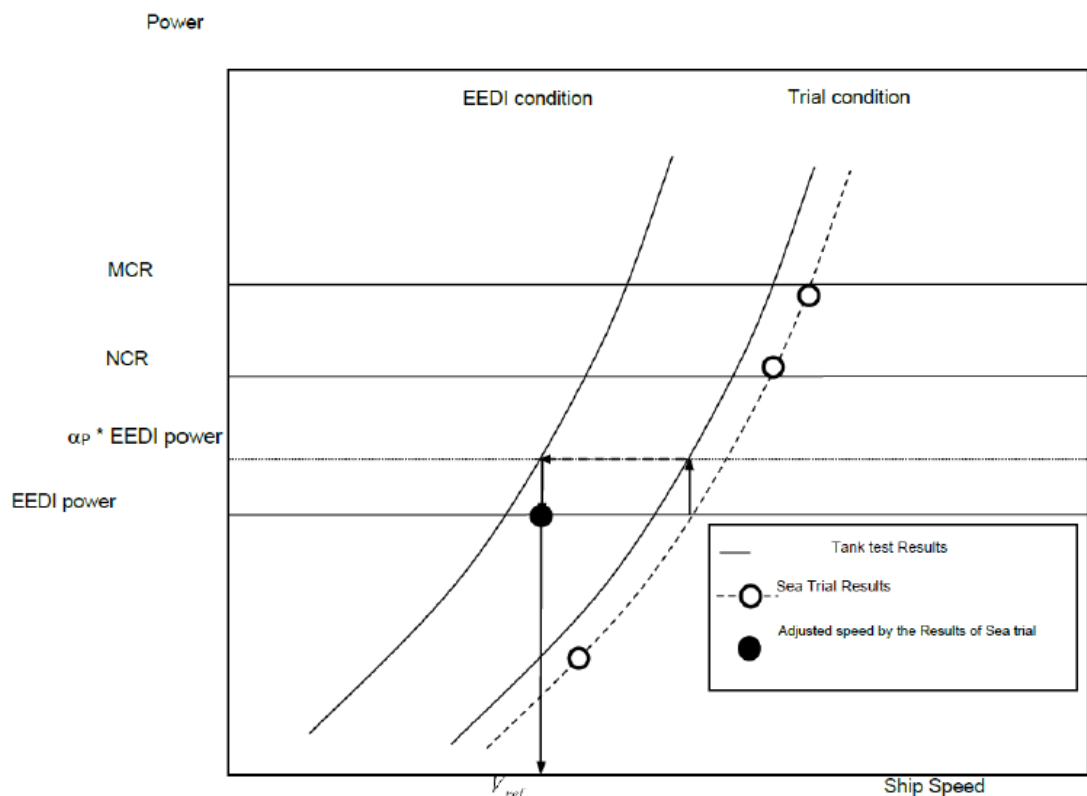
5.2.1 Huomioitavaa aluksen meritestissä

Jotta voidaan varmistua EEDI-laskujen paikkansa pitävyydestä, merikoeolosuhteiden tulosten tulisi olla lähellä EEDI-ehtoa. Ennen merikoetta ja osana merikokeen tarkastusta, tulisi toimittaa tarkastajalle seuraavat asiakirjat: Testin suunnitelma ja menettelytapa, jossa on kuvaus aluksen koemenetelystä nopeuskoetta varten. Mitattavien nopeuspisteiden lukumäärä ja merkinnät PTO/PTI (power take off/power take in) toiminnoista, testausalue ja testausmenetelmät jne. Aluksen uppoumataulukko ja aluksen laskettu paino, tai kopio aluksen kantavuuden tarkastusraportista. Lopullinen aluksen vakavuus-tiedosto sisältää aluksen painon ilman lastia ja uppoumataulukon, joka perustuu kallistustesteihin ja aluksen omaan painoon. Tämä muodostaa perustan aluksen kapasiteetin tarkistamiselle. Ote koneiden teknisistä NOx-tiedostoista tarpeen mukaan. (IMO 2016, 24.)

Meritestin testausmenettelyyn tulisi minimissään sisältää kaikki mitattavissa olevat mittaustulokset ja vastaavat mittausten menetelmät. Tarkastajan olisi osallistuttava merikokeeseen ja todennettava seuraavat seikat: Aluksen työntövoimat ja tehonsyöttöjärjestelmät. Yksityiskohtaiset tiedot moottoreista ja muista teknisessä EEDI-tiedostossa kuvatuista asiaankuuluvista kohteista. Aluksen syväys, vakavuus ja trimmi, joiden tulisi olla vahvistettu syväysmittauksilla ennen aluksen merikoetta. Merikoeolosuhteet pitäisi mitata ITTC:n suositusten mukaisesti (7.5-04-01-01.1 Nopeus- ja tehokokeita Osa 1; 2014 tai ISO 15016: 2015 [MEPC.261 (68)]). Laivan nopeus pitäisi mitata ITTC:n suositusten mukaisesti (7.5-04-01-01.1 nopeus- ja tehokokeita koskeva osa 1; 2014 tai ISO 15016: 2015), ja useammassa kuin kahdessa pisteessä, joka ottaa huomioon pääkoneen tehovaihtelun, kuten EEDI:n laskentamenetelmien ohjeissa on määritelty päätöslauselmassa MEPC.261 (68). Pääkoneen akseli-teho tulee mitata sellaisella akselimittarilla tai menetelmällä, jota moottorin valmistaja suosittelee ja jonka tarkastaja on hyväksynyt. Tulokset laivan yksinkertaistetulla polttoaineen kulutusmittausmenetelmällä SFC:llä (Specific Fuel Consumption). Jos aluksen moottoreiden mittaamisessa on käytetty SFC:tä mittausten menetelmää, on toimitettava kopiot mittauksista ja dokumentituista SFC-korjauksen laskelmista. (IMO 2016, 25.)

5.2.2 Nopeustesti

Aluksen pääkoneen tai pääkoneitten tehontuotto nopeus koetestissä tulisi olla laivan todellinen mitattu nopeustehokäyrä, korjattuna ja ekstrapoloituna vastaavuspiste EEDI-ehdolle. Koska suurin osa laivoista testataan tavallisesti painolastisissa, nopeustesti EEDI-ehdolle tehdään useilla korjauksilla, ei vain meri- ja sääolosuhteille, vaan myös ekstrapoloimalla painolasti tilanne EEDI-ehdon mukaisesti aluksen ollessa lastattuna kesälastisyvytydessä. Tarvittavien meri- ja sääolosuhde korjausten täytyy perustua ITTC:n suositukseen 7.5-04-01-01.2 nopeus- ja tehokäyttöön osa 2; 2014 tai ISO 15016: 2015 -standardiin. Nopeuden säädöllä ja korjauksella painolastitilanteessa EEDI-ehdolla on tärkeä rooli EEDI:n tarkassa määrittelyssä. Esimerkki yksinkertaistetusta nopeuden säätömenettelystä on esitetty kuvassa 8, kuten se on esitetty IMO:n ohjeissa EEDI:n tarkastukselle ja todentamiselle. (IMO 2016, 25.)



Kuva 8. Muunnostaulukko koeolosuhteista EEDI-tilaan (IMO 2016, 26)

Aluksen vertailunopeus V_{ref} saadaan tehtyjen merikokeiden tuloksista käyttäen tankkitestien saatua nopeudentehokäyrää. Tankkitestit tehdään aluksen mo-
lemmissa syväyksissä meritestin vaatimissa olosuhteissa, jotka vastaavat no-
peuden tehokäyrää ja EEDI-ehdot. Koeolosuhteissa aluksen mallitestin en-

nakkotulosten ja aluksen merikoetestin tulosten välillä lasketaan tehotason arvoa kuvaa α_P aluksen jatkuvalle vakionopeudelle. Mallitestistä saatu laivan nopeus EEDI-ehdolle kerrottuna EEDI-teho α_P :llä on V_{ref} . Kaava (9). (IMO 2016, 25.)

(9)

$$\alpha_P = \frac{P_{Trial,P}}{P_{Trial,S}}$$

Jossa	$P_{Trial,P}$	Teho testiehdon ennuste tankki testistä
	$P_{Trial,S}$	Teho testiehdon ennuste S/P testeistä
	α_P	Tehosuhde

Tarkastajaa vaaditaan varmistamaan, että molemmat korjaukset ja tietojen ekstrapolointi EEDI-ehdolle on tehty oikein ja tarkasti. Tätä tarkoitusta varten tarvitaan merikokeiden kokonaisraportti merikokeiden yksityiskohtaisesta korjauslaskennasta, jossa huomioidaan tarkastajalle toimitettu viitenopeuden V_{ref} määrittäminen. Lisäksi tarkastajan tulisi vertailla tehoa ja varmistaa johdonmukaisuus ja tarkkuus. Tarkastajan on verrattava merikokeista saatuja tehokäyriä ja suunnitteluvaiheessa arvioituja tehokäyriä. Jos näissä on eroja, saavutettu EEDI tulisi laskea uudelleen. (IMO 2016, 26.)

5.3 Vahvistus saavutetusta EEDI:stä aluksen suurissa muutoksissa

Jos kyseessä on aluksen merkittävä muutos, muuttaminen toiseen tarkoitukseen tai teknisesti toiseen ympäristöön sopivampaan muotoon. On aluksen omistajan tai varustamon toimitettava tarkastajalle hakemus lisäselvityksestä, joka sisältää teknisen EEDI-asiakirjan asianmukaisesti tarkistettuna tehtyyn muutokseen, sekä muut asiaankuuluvat asiakirjat. Asiakirjoihin tulisi ainakin sisältyä yksityiskohtaisesti selostus alukselle tehdyistä muutoksista, muuttuneet EEDI-parametrit, ja saavutetun EEDI:n laskennallinen arvo yhteenvedolla jokaisesta laskennassa käytetystä arvosta ja laskentamenetelmästä. Sekä alukselle tehtyjen muutosten syyt lisättynä tekniseen EEDI-tiedostoon, joskaan lisäselvitys ei rajoitu edellä mainittuihin asioihin.

Normaalisti tarkastaja varmistaa, että suurien muutosten seurauksena EEDI:n arvo ei nouse. Jos kyseessä on nousu, tarkastaja määrittelee merikokeen laajuuden ja muut toimenpiteet sääntöjen noudattamisen varmistamiseksi. (IMO 2016, 26.)

5.4 Tarkastajan toiminnan laajuus

Tarkastukseen voi sisältyä teknisen EEDI-tiedoston tarkastuksen. Varmistus siitä, että syöttöparametrit on dokumentoitu ja perusteltu. Toteaminen siitä, että tankkitestin mahdollinen poisjättäminen on asianmukaisesti perusteltu. Tarkistaa, onko ITTC-menettely ja laatujärjestelmä toteutettu sen organisaation toimesta, joka mallitankkitestit on tehnyt. Tarkastajalla on mahdollisuus tarkastaa se laatujärjestelmä, jolla hinauskokeet koealtaassa on tehty, jos aiemmin tehtyjä tuloksia ei ole esitetty tarvittavalla tavalla. Todistaa tankkitestien tulokset sen mukaan mitä niistä on testisuunnitelmassa sovittu lähettäjän ja tarkastajan välillä. Tarkistaa, että tankkitestin organisaation tekemät työt ovat yhdenmukaisia ITTC-suositusten kanssa. Erityisesti, tarkastaja tarkistaa, että tehonopeuskäyrät ovat määritelty käyttäen koko asteikkoa yhdenmukaisella tavalla, niin testiolosuhteissa kuin täydessä lastissa. Laatia ennakkotarkastusraportin.

Lopputarkastuksen osalta tarkastajan työhön sisältyy tutkia aluksen merikokeen toimintasuunnitelma ja testimenettelyt. Onko nopeustestipisteiden lukumäärä on suoritettu oikein, ja täyttääkö ne IMO:n säädösten vaatimukset. Tee tarkistuksen, jolla varmistetaan aluksen toimintaperiaatteet, vastaavatko koneiden ominaisuudet teknisen EEDI-tiedoston mukaisia vaatimuksia. Osallistuu merikokeeseen, kirjaa ne tärkeimmät parametrit joita on käytetty EEDI:n lopullisessa laskennassa, kuten aiemmin on esitetty. Tarkastaa alukselle tehdyn merikoeraportin, että mitattu teho ja nopeus on korjattu ITTC:n ohjeiden mukaisesti 7.5-04-01-01.2, nopeus- ja tehohäiriöt osa 2; 2014 tai ISO 15016: 2015 -standardin, mukaisesti. Tarkastaa aluksen vertailunopeuden V_{ref} yksinkertaistetun menetelmän mukaisesti, ja tarkistaa että lähettäjä antaman arvon ja yksinkertaistetun menetelmän avulla lasketun arvon välinen ero ei ylitä kynnysarvoa. Jos kynnysarvo ylittyy, tarkastaja pyytää ja tarkistaa lähettäjän toi-

mittamat perustelut. Tarkastaa tarvittaessa korjatun tekninen EEDI-tiedoston, ja täydentää tarvittavat osat tallennetuista rakennetiedoista ja vahvistaa ne allekirjoituksellaan. (IMO 2016, 27.)

5.5 SEEMP-todiste

SEEMP-asiakirjan tarkistaminen rajoittuu vain siihen, että se löytyy aluksesta. Kuten säädöksessä 22 todetaan, ei ole tarvetta tarkistaa SEEMP:in sisältöä, että se noudattaa asiaa koskevia IMO:n ohjeita. On syytä huomata, että tarkistamisen suhteen toimitaan näin tässä vaiheessa, tulevaisuudessa se voi muuttua. Sen jälkeen, kun SEEMP on todennettu aluksella ja asiaan kuuluvat rakennetiedot tallennettu, SEEMP:in tarkastus on valmis. (IMO 2016, 27.)

5.6 Kansainvälinen energiatehokkuustodistus IEE ja sen liitteet

Sen jälkeen kun uusien aluksien energiatehokkuus suunnitteluindeksi ja energiatehokkuuden hallintasuunnitelma on hyväksytysti tarkastettu, laatii tarkastaja seuraavat asiakirjat: kansainvälisen energiatehokkuustodistuksen IEE (International Energy Efficiency Certificate) ja tallentaa rakennetiedot energiatehokkuustodistukseen liitteeksi.

Lisäksi kahta asiakirjaa pidetään IEE-todistuksen täydennyksinä ja sen tarkastuksessa ovat, EEDI-tekninen tiedosto ja SEEMP.

Aluksen rakennetietojen tarkistuslista sisältää seuraat tiedot:

- Aluksen ominaisuudet
- Propulsiojärjestelmän ominaisuudet
- Saavutettu EEDI
- Vaadittu EEDI
- SEEMP
- EEDI-tekninen tiedosto
- Merkintä, jolla todennetaan, että annetut tiedot ovat oikein.

Tarkastaja todentaa tallennetut rakennetiedot vahvistaakseen, että edellä mainitut tiedot on tarkistettu ja hyväksytty. Teknisen EEDI-asiakirjan esimerkeissä on viittaus päätöslauselmassa MEPC.254 (67) ja IEE-todistuksen. Tallennettuihin energiatehokkuusrakennetietojen muotoon viitataan olevaan MARPOL-yleissopimus VI liitteessä.

IMO:n määräysten päätöslauselma MEPC 203 (62) mukaan:

IEE-todistus myönnetään alukselle sen jälkeen kun energiatehokkuus suunniteltuindeksi (uusille aluksille) ja energiatehokkuuden hallintasuunnitelma (kai- kille aluksille) on hyväksytysti tarkastettu sekä todennettu. Todistuksen myön- tää tai hyväksyy hallintoviranomainen tai sen asianmukaisesti valtuuttama or- ganisaatio. IEE-todistus on laadittava MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen 4. luvussa esitetyn mallin mukaisesti.

IEE-todistus tulee olemaan voimassa koko aluksen toiminnan ajan, paitsi jos alus poistetaan liikenteestä, uusi todistus on myönnetty aluksen merkittävän muutoksen jälkeen tai alus siirretään toisen lippuvaltion alle. Luvun 4 sisältöön liittyen satamavaltion suorittama tarkastus voidaan rajoittaa IEE-todistuksen varmistamiseen, että alukselta löytyy voimassa oleva kansainvälinen energia- tehokkuustodistus (IEE), MARPOL-yleissopimuksen pykälän 5. mukaisesti. (IMO 2016, 28.)

5.7 Muut asiaan liittyvät ohjeet

On olemassa useita lisäohjeita, joita on käytettävä/otettava huomioon tehdes- sä joko EEDI-laskelmia tai todentamista. Nämä ohjeet sisältävät seuraavaa.

- Päätöslauselma MEPC.232 (65), vuoden 2013 väliaikaiset ohjeet vä- himmäistehon määrittämiseksi ohjattavuuden ylläpitämiseksi (sellaise- na kuin se on muutettu päätöslauselmilla MEPC.255 (67) ja MEPC.262 (68)).
- MEPC.1 / Circ.815: 2013, ohjeet innovatiivisten energiatehokkuustek- nologioiden käsittelystä saavutetun EEDI:n laskemiseksi ja todentami- seksi huonoissa olosuhteissa. (IMO 2016, 29.)

5.7.1 Vähimmäistehoa koskevat väliaikaiset ohjeet

Yksi tehokkaimmista tavoista aluksen energiatehokkuuden vähentämiseksi on valita aluksen pienempi pääkone tai pääkäyttömoottori, mikä vähentää aluksen suunnittelunopeutta. IMO:ssa keskusteltiin siitä, kuinka paljon nopeuden vähentämisellä voitaisiin vähentää ilmansaasteita. Tuloksena päätettiin, että energiatehokkaampien aluksien käyttöä ei saa johtaa turvattomiin ja alitehoisiin aluksiin, jotka saattavat menettää ohjattavuutensa huonoissa sääolosuhteissa. Näissä ohjeissa määritellään menetelmät, joilla arvioidaan kunkin aluksen minimiteho, aluksen turvallisen ohjauksen varmistamiseen. Näin valitaan sellaiset pääkoneet/moottorit, jotka täyttävät nämä vähimmäisvaatimukset.

Ohjeiden tarkoituksena on avustaa hallintoa ja luokituslaitosta varmistamaan, että EEDI:n mukaisilla aluksilla on asennettu riittävä työntövoima säilyttämään aluksen ohjattavuus huonoissa sääoloissa [päättöslauselma MEPC.232 (65), sellaisenaan kuin se on muutettuna päättöslauselmilla MEPC.255 (67) ja MEPC.262 (68)]. Ohjeet koskevat tällä hetkellä säiliöaluksia, irtolastialuksia ja yhdistelmälastialuksia.

Arviointimenetelmät

Ehdotetut menetelmät minimi tehon arvioimiseksi perustuvat kahteen arviointitasoon tai menetelmiin jotka ovat lyhyesti:

Arviointitaso 1. Minimi tehotason arviointi. Tämä on yksinkertainen lähestymistapa, ja se koskee minimi tehon laskemista aluksen kantavuudesta (DWT) funktiona. Tätä tarkoitusta varten tarkistajan on varmistettava, että alukseen asennettu teho ei ole pienempi kuin seuraavalla yhtälöllä määritelty vähimmäisteho, kaava 10. (IMO 2016, 29.)

(10)

$$\text{Vähimmäistehon arvo } [MCR, kW] = a \times (DWT) + b$$

Jossa "a" ja "b" ovat vakioita ja vaihtelevat alustyyppin ja annettujen ohjeiden mukaan. Kuten voidaan nähdä, tämä on hyvin yksinkertainen lähestymistapa.

Arviointitaso 2. Tämä on matemaattisempi arviointimenettely. Arviointimenettely koostuu kahdesta vaiheesta: Vaihe 1. Tarvittavan etenemisnopeuden määrittäminen tietyissä tuuli- ja aalto-olosuhteissa, varmistaen että on mahdollista säilyttää kurssi. Vaihe 2: Arviointi siitä, onko aluksen asennettu teho riittävä nopeuden saavuttamiseksi.

Ensin päätetään aluksen tarvitsema etenemisnopeus ottaen huomioon meren käynti ja aallokko. Sitten lasketaan tarvittavalla laskentakaavalla vaadittu teho tämän etenemisnopeuden saavuttamiseksi. Tarkempia tietoja laskennasta ja yhtälöistä on IMO:n päätöslauselmassa MEPC.232 (65), sellaisena kuin se on muutettu päätöslauselmissa MEPC.255 (67) ja MEPC.262 (68). (IMO 2016, 29.)

5.7.2 Luonnokset ohjeista innovatiivisille energiatehokkuusteknologioille

Tämän ohjeistuksen tarkoituksena on auttaa valmistajia, laivanrakentajia, laivanvarustajia, tarkastajia ja muita sidosryhmiä, jotka käsittelevät alusten energiatehokkuuden suunnitteluindeksiä (EEDI) käyttämään innovatiivisia energiatehokkuustekniikoita todennetun EEDIn laskennassa ja todentamisessa [MEPC.1: n /Circ.815].

Kuten on osoitettu, ohjeasiakirja on alustavassa vaiheessa ja kun aikaa kuluu:

- Ohjeita olisi tarkistettava kattamaan sellaisia uusia innovatiivisia tekniikoita, joita ohjeistus ei vielä sisällä.
- Ohjeita on myös tarkasteltava uudelleen, kun on kerätty kokemuksia kustakin innovatiivisesta teknologiasta, jotta se olisi kattavampaa ja tehokkaampaa hyödyntämällä saatua palautetta todellisista käyttötiedoista. (IMO 2016, 30.)

Teknologioiden luokittelu

Innovatiiviset energiatehokkuusteknologiat luokitellaan kategorioihin (A), (B) ja (C) riippuen niiden ominaisuuksista, ja niiden vaikutustavasta EEDI-kaavaan.

Lisäksi innovatiiviset energiatehokkuustekniikat kategorioissa (B) ja (C) luokitellaan kahteen alaluokkaan (luokka (B-1) ja (B-2) sekä (C-1) ja (C-2)).

Luokka (A): Teknologiat, jotka suoraan vaikuttavat ja muuttaa aluksen nopeustehokäyrää, joka johtaa yhdistelmän muutoksiin työntövoimassa tekijä PP ja laskennallisen nopeuden (V_{ref}) tekijöissä. Esim. tällaiset teknologiat nopeuden vakiossa V_{ref} voivat johtaa työntövoiman PP-arvon pienenemiseen, tai työntövoiman vakiolle PP, voi johtaa nopeuden V_{ref} -arvon kohoamiseen. Kaikilla teknologioilla, joilla on suora vaikutus aluksen hydrodynamiikkaan, voi olla tällaisia vaikutuksia.

Luokka (B): Teknologiat jotka vähentävät työntövoiman arvoa PP, nopeuden tekijässä V_{ref} , mutta eivät osallistu sähkön tuotantoon. Säästetty energia lasketaan tekijällä P_{eff} .

- Luokka (B-1): Teknologiat jotka ovat käytettävissä aina operoinnin aikana (esim. aluksen ilmavoitelujärjestelmä, joka vähentää rungon vastustuskykyä) ja joiden saatavuuskerroin f_{eff} arvo on 1,0.
- Luokka (B-2): Teknologiat jotka ovat käytettävissä vain tietyissä olosuhteissa ja aikoina (esim. tuulienergia). Näiden saatavuuskerroin arvo f_{eff} tulee olla arvoltaan vähemmän kuin 1,0.

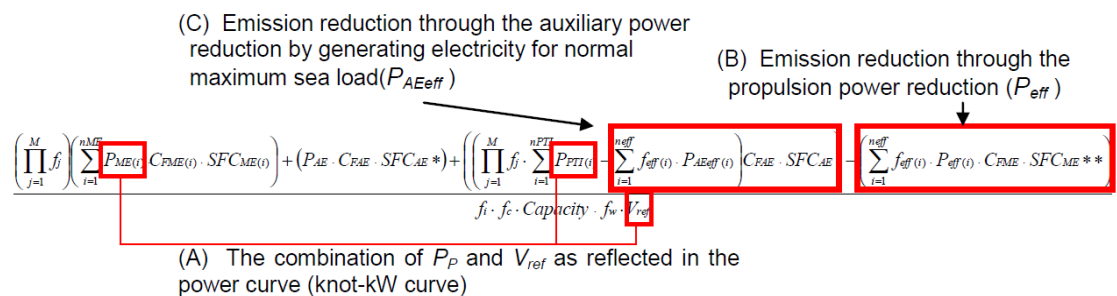
Luokka (C): Teknologiat jotka vaikuttavat sähköntuotantoon. Säästetty energia lasketaan tekijällä P_{AEff} .

- Luokka (C-1): Teknologiat jotka ovat käytettävissä aina operoinnin aikana (hukkalämmön talteenottoa) ja joiden saatavuuskerroin f_{eff} arvo on 1,0.
- Luokka (C-2): Teknologiat jotka ovat käytettävissä vain tietyissä olosuhteissa ja aikoina (esim. aurinkoenergia). Näiden saatavuuskerroin f_{eff} tulee olla arvoltaan vähemmän kuin 1,0. (IMO 2016, 30.

Innovative Energy Efficiency Technologies				
Reduction of Main Engine Power			Reduction of Auxiliary Power	
Category A	Category B-1	Category B-2	Category C-1	Category C-2
Cannot be separated from overall performance of the vessel	Can be treated separately from the overall performance of the vessel		Effective at all time	Depending on ambient environment
	$f_{eff} = 1$	$f_{eff} < 1$	$f_{eff} = 1$	$f_{eff} < 1$
<ul style="list-style-type: none"> – low friction coating – bare optimization – rudder resistance – propeller design 	<ul style="list-style-type: none"> – hull air lubrication system (air cavity via air injection to reduce ship resistance) (can be switched off) 	<ul style="list-style-type: none"> – wind assistance (sails, Flettner-Rotors, kites) 	<ul style="list-style-type: none"> – waste heat recovery system (exhaust gas heat recovery and conversion to electric power) 	<ul style="list-style-type: none"> – photovoltaic cells

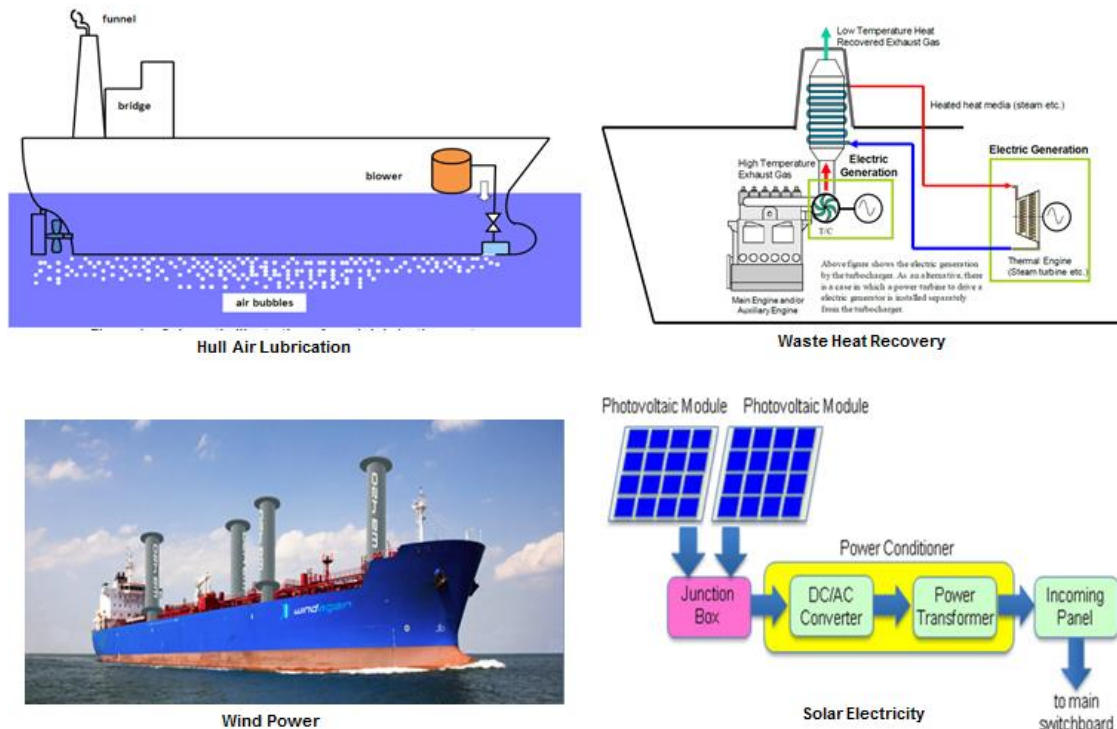
Taulukko 7. Esittää nykyiset innovatiiviset energiatehokkuusteknologialuokat ja tyypilliset esimerkit [MEPC.1 / Circ.815] (IMO 2016, 31)

Kuvassa 9 esitetään kaaviossa kunkin ryhmän vaikutus EEDI:n. Esimerkiksi aurinkovoima ja hukkalämmön hyödyntäminen sähköntuotannossa kuuluvat C-luokka, ja niiden vaikutus termiin on kuvattu nuolella kaaviossa. Tuulivoima kuuluu luokkaan B, ja vaikuttaa nimittäjän viimeiseen termiin. Luokka A vaikuttaa pääasiassa nopeuskäyrään tekijöillä P_{ME} ja V_{ref} .



Kuva 9. Innovatiivisten energiamuotojen vaikutus EEDI:n [MEPC.1 / Circ.815] (IMO 2016, 31)

Ohjeiden kattamat tekniikat on esitetty periaatteena kuvassa 10. Aluksen ilmavoitelujärjestelmä, jossa ilman vähentää aluksen rungon kitkavastusta. Sähköntuotannossa käytetään hyödyksi esim. pääkoneen pakokaasujen virtauksilla tai/ja pakokaasujen hukkalämpöä, tuulivoiman hyödyntäminen lieriöiden liike-energian avulla ja aurinkopaneeleja. (IMO 2016, 31.)



Kuva 10. Teknologiat, jotka nykyinen innovatiivisten teknologioiden ohje kattaa. (IMO 2016, 31)

Innovatiivisten teknologioiden laskeminen ja todentaminen

Innovatiivisten teknologioiden hyödyn vaikutus EEDI:n on toteutettava huomioiden aluksen rungonmuotoa ja propulsiojärjestelmä jota on tarkoitus käyttää. Innovatiivisten teknologioiden mallikokeiden ja meritestien tulokset osoittavat, että kaikki innovatiiviset energiamuodot eivät ole sovellettavissa kaikille alusten rungonmuodoille ja käyttövoimajärjestelmille. Tarkemmat tiedot löytyvät asiaa koskevista ohjeista MEPC.1 / Circ.815.

Luokka A: Innovatiiviset energiatehokkuusteknologiat luokassa (A) vaikuttavat työntövoiman PP-arvoon ja/tai laskennallisen nopeuden V_{ref} -arvoon, ja niiden vaikutusta ei voida eritellä. Siksi näitä vaikutuksia ei pitäisi laskea eikä varmentaa erikseen, vaan niitä olisi käsiteltävä osana aluksen EEDI-laskentaa ja todentamista, kuten on kuvattu EEDI-laskentaa, ja EEDI:n tarkastusta ja todentamista ohjeissa.

Luokka B: Innovatiiviset energiatehokkuusteknologiat luokassa (B) on esitetty arvolla P_{eff} (käyttövoima), jota tulee käyttää yhdessä korjauskertoimen F_{eff} kanssa EEDI-yhtälössä. Edellä mainittujen kahden tekijän laskemisesta ja todentamisesta on tarkennus IMO:n sivuilla.

Luokka C: Innovatiivisten energiateknologioiden vaikutukset luokkaan (C) ilmaistaan arvoina P_{AEff} (sähkö) ja F_{eff} , joita käytetään suoraan EEDI-

kaavassa. Edellä mainittujen kahden tekijän laskemisesta ja todentamisesta on tarkennus IMO:n sivuilla.

Innovatiivisten energiatehokkuusteknologioiden todentaminen on mukana prosessissa ja se on täysin dokumentoitu MEPC.1:ssä/Circ.815:ssä. Tämä on väliaikainen ohje, joka tulee kehittymään ajan myötä, kun kokemusta on saatu innovatiivisista energiateknologioiden käytöstä. (IMO 2016, 32.)

6 SEEMP:IN KEHITYS

MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen säännös 22 edellyttää että alusten joiden kokonaisuusvetoisuus on 400 tonnia tai enemmän ja toimivat kansainvälisessä liikenteessä, tulee olla SEEMP:in aluksella 1.1.2013 alkaen. SEEMP:iä tulisi kehittää huomioiden asiaa koskevat IMO:n ohjeet. Nykyiset alukset saavat IEE-todistuksen, kun SEEMP:in olemassa olo aluksella on todennettu. Tämä tapahtuu ensimmäisen välivaiheen aikana tai aluksen uudistustutkimuksen jälkeen 1.1.2013 jälkeen sen mukaan, kumpi näistä tapahtuu ensin. Oletuksena on, että kaikki nykyiset alukset ovat olleet mukana prosessissa ja ne ovat saaneet IEE-todistuksen.

IMO on hyväksynyt ohjeet SEEMP:in kehittämiseksi päätöslauselmassa MEPC.213 (63). IMO:n ohjeiden mukaan SEEMP luo varustamoille mekanismin parantaa alustensa energiatehokkuutta. Ajan myötä SEEMP tarjoaa seurannan alusten energiatehokkuuden toiminnasta. SEEMP kehottaa aluksen omistajaa ja/tai toiminnan harjoittajaa tarkastelemaan ja harkitsemaan toimintatapoja, sekä teknologian päivittämistä aluksen toiminnan energiatehokkuuden optimoimiseksi. (IMO 2016, 33.)

6.1 SEEMP:in päämäärä

SEEMP:in tarkoituksena on luoda mekanismi yritykselle ja/tai alukselle energiatehokkuuden parantamiseksi aluksen toiminnan aikana. On toivottavaa, että aluskohtainen SEEMP liittyy osana aluksen omistavan, ylläpitävän tai hal-

linnoivan yhtiön laajempiin yrityskohtaisiin energianhallintajärjestelmiin. Aluskohtaista SEEMP-järjestelmää tarvitaan, koska laivanvarustamot tai laivanvarustajaa eivät ole samanlaisia. Ja lisäksi alukset toimivat erilaisissa olosuhteissa, mukaan lukien maantieteelliset ja kaupalliset olosuhteet.

Monilla yrityksillä on normaalisti ISO 14001-standardin mukainen ympäristöasioiden hallintajärjestelmä EMS (environmental management system), joka sisältää menettelytapoja parhaiden toimintamallien valitsemiseksi tietyille alustyypeille. Jossa asetetaan tavoitteita asiaankuuluvien arvojen mittaamiseksi, sekä asiaankuuluvat ohjaus- ja palautustoiminnot. Toiminnallisen ympäristötehokkuuden seuranta olisi siksi pidettävä kiinteänä osana laajempia ympäristöasioiden hallintajärjestelmiä. Tämän lisäksi monet yritykset jo kehittävät, toteuttavat ja ylläpitävät turvallisuusjohtamisjärjestelmiä SMS (Safety Management System). Näin SEEMP toimii osana aluksen turvallisuusjohtamisjärjestelmää.

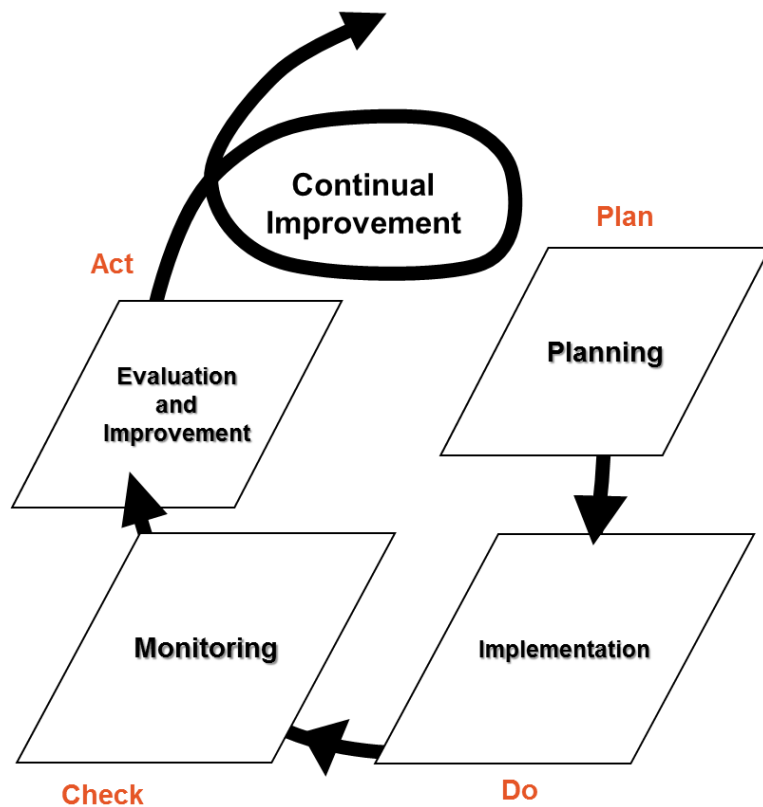
SEEMP on tarkoitettu hallinnon työkaluksi, avustamaan yrityksiä alusten jatkuvassa ympäristötehokkuuden hallinnassa. Suositellaan että yritykset kehittävät menettelyjä SEEMP:in toteuttamiseksi, tavoilla jotka pienentävät mahdollisia alusten sisäisiä hallinnollisia tehtäviä. (IMO 2016, 33.)

6.2 SEEMP-kehys

SEEMP:iä tulisi kehittää aluskohtaisena aluksen omistajan, toiminnanharjoittajan tai muun asianomaisen osapuolen, esim. rahtaaajan toimesta. SEEMP:llä pyritään parantamaan aluksen energiatehokkuutta neljän vaiheen avulla:

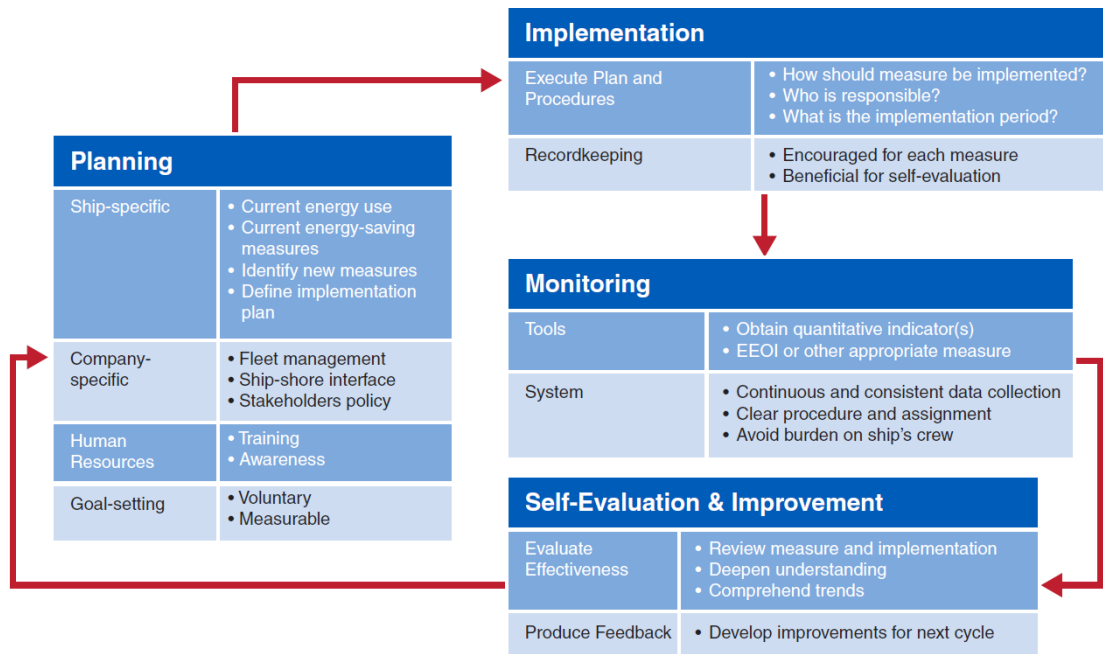
- suunnittelu;
- toteutus;
- seuranta; ja
- itsearviointi ja kehittäminen.

Nämä vaiheet on esitetty kuvassa 12. Vaiheet ovat samanlaisia kuin minkä tahansa muun hallintajärjestelmän PDCA (Plan-Do-Check-Act) vaiheet, ja niihin kuuluu ajatuksena niiden jatkuva parantaminen.



Kuva 12. SEEMP:n jatkuvan parantamisen käsite (IMO 2016, 34)

PDCA-vaiheet ovat ratkaisevassa asemassa aluksen energianhallinnan jatkuvaksi parantamiseksi. Jokaisella iterointikierröksellä, jotkut SEEMP:in elementeistä väistämättä muuttuvat, kun taas toiset pysyvät ennallaan. Kuvassa 13 esitetään tarkempia yksityiskohtia jakson jokaisesta vaiheesta. Tarkempi kuvaus jokaisesta SEEMP-syklin vaiheesta viittaa kuviin 12 ja 13. (IMO 2016, 34.)



Kuva 10. SEEMP 4-vaiheisena aluksen energianhallinnan järjestelmänä [ABS] (IMO 2016, 35)

6.3 Suunnittelu

Suunnittelu on SEEMP:n kehityksen tärkein vaihe. Se kattaa esim. alusten energiankulutuksen nykytila ja suunnitellut parannukset. Perustuen edellä esitettyyn, ja hyödyntämällä edelleen energiakatselmuksia tai/ja tarkastuksia, tunnistetaan joukko energiatehokkuustoimia (EEM, Energy Efficiency Measures) ja ne dokumentoidaan osana suunnitteluvaihetta. SEEMP:in suunnittelu-toimet eivät lopu EEM:n tunnistamiseen, vaan ne käsittelevät kaikkia tunnistet-tuja näkökohtia koskien suunnittelun täytäntöönpanoa, seuranta ja itsearvi-ointia. Näin ollen, alusten energianhallinnan suunnittelu ja SEEMP ovat ratkai-sevan tärkeitä, ja on tärkeää järjestää riittävästi aikaa niiden suunnitteluun. (IMO 2016, 35.)

6.3.1 Aluksen energiatehokkuustoimien (EEM) tunnistaminen

Energianhallintasuunnittelun ensimmäinen askel on tunnistaa energiatehok-kuustoimet alusten energiatehokkuuden parantamiseksi. On tärkeää huomata, että aluksen tehokkuuden parantamiseksi on olemassa erilaisia vaihtoehtoja. Parhaat alusten energiatehokkuustoimet ovat suuressa määrin keskenään

erilaisia johtuen eri laivatyypeistä, rahdeista, reiteistä ja muista tekijöistä. Näin ollen on suositeltavaa määritellä aluskohtaiset energiatehokkuustoimet EEM:t.

Jotta tämä voidaan tehdä, tarvitaan toimia kuten energiakatselmukset tai energiaa koskevat tarkastukset kyseiselle alustyyppille. SEEMP tulee sopeuttaa yritysten ja alusten yksilöllisiin ominaisuuksiin ja tarpeisiin, joten jokaisella aluksella tulee olla oma aluskohtainen suunnitelmansa. (IMO 2016, 35.)

6.3.2 Tavoitteiden asettaminen

IMO:n ohjeiden mukaan SEEMP:in tavoitteiden asettaminen on vapaaehtois- ta, eikä julkiselle ilmoittamiselle ole velvoitetta, eikä niihin kohdistu ulkoista tarkastusta. Tavoitteiden asettaminen on lisätä sitoutumista energiatehokkuu- den parantamiseen, joten IMO:n ohjeet kannustavat yrityksiä asettamaan ta- voitteita.

Tavoitteiden tulee olla mitattavissa ja helposti ymmärrettävissä. Ne voivat olla mitä tahansa muotoa kuten esim. vuotuinen polttoaineenkulutus, energiate- hokkuuden operatiiviset indikaattorit (EEOI-kohteet) tai muut kohteet.

Tavoitteiden asettamisen tärkeydestä voidaan mainita seuraavaa:

- Vaikka IMO on saavuttanut tavoitteita vapaaehtoisesti, yrityksellä jolla on määrälliset tavoitteet alustensa energiatehokkuudelle, tulisi osoittaa enemmän päättäväisyyttä.
- Tavoitteena on mitattava oleva indikaattori, jota käytetään arvioimaan onko asetettu tavoitteita, sekä arvioimaan niiden saavutuksia.
- Monet laadukkaat yritykset ovat jo saavuttaneet määrälliset tavoitteen- sa alustensa energianhallinnassa, yritystasolla.
- Huolimatta siitä, että aluskohtaisten tavoitteiden asettaminen on vaike- aa, on tärkeää, että voidaan arvioida tapoja, joilla varmistetaan jatkuva parantaminen.
- Nykyisellään IMO keskustelee alusten tietojen keräämisestä ja tulevai- suudessa todennäköisestä seurannasta, raportoinnista ja todentami- sesta, MRV (Monitoring, Reporting and Verification). On todennäköistä,

että näitä kaikkia näkökohtia käsitellään tulevaisuudessa. Tulevaisuudessa on todennäköistä, että SEEMP:in sääntelykehystä parannetaan. (IMO 2016, 35.)

6.3.3 Sidosryhmähallinta

Aluksen energiatehokkuuden parantaminen ei välttämättä riipu ainoastaan aluksen käyttäjän/omistajan toimista. Useat sidosryhmät ovat mukana kuvassa 13 esitetyllä tavalla. Satamaviranomaiset, jotka vastaavat satamien hallinnosta ja siten alusten satamien käytöstä ja niihin liittyvistä seikoista jne. Lastin omistajat ja rahtaaajat, joilla on perimmäinen toimivalta laivan matkareitin ja aluksen kaupallisen toiminnan suhteen. Laivanomistajat jotka ovat eri kuin (laivan) operaattori/hallinnoija ja siten vaikuttavat aluksen toiminnan tehokkuuden päätöksentekoon päättämällä aluksen teknisistä parannuksista ja asiankuuluvista investoinneista. (IMO 2016, 36.)



Kuva 13. Aluksen energian hallinnan sidosryhmät (IMO 2016, 36)

Sidosryhmien välillä lisääntynyt koordinointi on palkitsevampaa, ja yrityksen tulee huolehtia koordinoinnista ennemmin kuin aluksen. Tämän vuoksi IMO suosittelee, että yrityksen olisi myös laadittava yrityksen energianhallintasuunnitelma alustensa hallinnoimiseksi ja sidosryhmäkoordinoinnin varmistamiseksi. Tämä vähentäisi myös alusten henkilökunnan työtaakkaa.

Yritystason energianhallintasuunnitelman / järjestelmän merkityksestä voidaan mainita seuraavaa:

- Aluksen kokonaisenergiatehokkuuteen vaikuttavat vahvasti monet teollisuuden sidosryhmät, joilla on vaikutusta aluksen kaupalliseen käyttöön.
- Tärkeimmät sidosryhmät ovat alusten omistajat, alusten liikenteenharjoittajat / hallinnoijat/ satamat, sääntelyviranomaiset, rahtaajat, rahdin omistajat ja niin edelleen.
- Edellä mainittujen sidosryhmien hallinta on välttämätöntä, jotta varmistetaan hyvä alusliikenne ja kuormausprofiili.
- Ilman tehokasta sidosryhmähallintaa useimmat mahdolliset energiansäästömahdollisuudet eivät toteudu.
- Edellä mainitut näkökulmat voidaan toteuttaa osana yrityksen energianhallintasuunnitelmaa, kuten IMO:n tai ISO 50001:n esittämää yrityksen energianhallintajärjestelmää. (IMO 2016, 36.)

6.3.4 Henkilöstön kehittäminen

IMO:n ohjeiden mukaan tietoisuuden lisääminen ja henkilöstön kouluttaminen sekä maissa, että aluksilla ovat tärkeitä tekijöitä. Tällaiseen henkilöresurssien kehittämiseen kannustetaan, ja sitä on pidettävä tärkeänä suunnittelun osana sekä toteutuksen kriittisenä elementtinä.

Lisäksi yrityksen olisi parannettava käytäntöön menettelyä, jotka rajoittavat mahdollisia hallinnollisia rasitteita aluksien työntekijöiltä. Yrityksen johdon tulee määritellä ja ilmoittaa yrityksen arvot ja toiveet. Sekä kertoa yksityiskohtaisemmin, miten yritys aikoo saavuttaa energiapolitiikkansa tavoitteet, mukaan lukien roolit ja vastuut, tavoitteiden asettaminen ja toiminnan seuranta. (IMO 2016, 37.)

6.4 Toteuttaminen

Täytäntöönpanon suunnittelun kannalta on kaksi tärkeää osaa: toteutusjärjestelmän luominen ja kirjaaminen.

Täytäntöönpanojärjestelmän perustaminen: Valittujen energiatehokkuustoimien toteuttamisjärjestelmä on määriteltävä kehittämällä menettelyt, tehtävät ja osoittamalla roolit ja vastuualueet. SEEMP:in tulisi kuvata, miten toimenpiteet on toteutettava, ja ketkä ovat vastuulliset henkilöt. Valittujen toimenpiteiden toteutusaika (alkamis- ja päättymispäivät) on ilmoitettava. Tällaisen järjestelmän kehittäminen voidaan nähdä osana suunnittelua, ja siksi se voidaan toteuttaa suunnitteluvaiheessa.

Tietojen säilyttäminen: IMO:n ohjeiden mukaisesti energiatehokkuustoimet olisi toteutettava ennalta määrätyn täytäntöönpanojärjestelmän mukaisesti. Tietojen säilyttäminen energiatehokkuustoimien toteuttamisesta on hyödyllistä itsearviointia varten, ja siihen tulisi kannustaa. Täytäntöönpanojärjestelmästä ja tietojen säilyttämisen tärkeydestä voidaan mainita, että: Ilman energiatehokkuustoimien asianmukaista täytäntöönpanoa energiahallinnan tavoitteiden toteuttaminen ei onnistu. Energiatehokkuustoimien vastuunjako yhdessä täytäntöönpanoprosessin ja aikataulujen kanssa ovat tärkeitä indikaattoreita, joiden mukaan energiatehokkuustoimien toteutusta hallinnoidaan asianmukaisesti. Tietojen tallentaminen on tärkeää, sekä valvontatehtävien lisäksi että itsearvioinnin ja jatkuvan parantamisvaiheen suunnittelussa. (IMO 2016, 37.)

6.5 Seuranta

Kaikki SEEMP:n valvontaan liittyvät näkökohdat tulee selventää suunnitteluvaiheessa. Jatkuva tiedonkeruu on seurannan perusta. Riittävän ja johdonmukaisen seurannan mahdollistamiseksi olisi kehitettävä valvontajärjestelmä, johon kuuluu tietojen keräämisen ja vastuuhenkilöiden nimeäminen. Tällaisen järjestelmän kehittämistä voidaan pitää osana suunnittelua, ja siksi se pitäisi tehdä valmiiksi jo suunnitteluvaiheessa. (IMO 2016, 37.)

Jotta vältetään tarpeetonta hallinnollista rasitusta alusten henkilökunnalle, maahenkilökunnan on seurattava mahdollisuuksiensa mukaan alusten olemassa olevia lokikirjoja ja hyödynnettävä tietojärjestelmiä. Puhuttaessa seurannasta aluksen EEOI:ta voidaan pitää ensisijaisena valvontatyökaluna sen varmistamiseksi, että energianhallintavaihe tuottaa odotettuja tuloksia.

Seuraavat seikat voidaan mainita valvonnan tärkeydestä: Seuranta on olennainen osa jokaista johtamisjaksoa. Tiedetään hyvin, että ”jos ei voida mitata, ei voida hallita”. Tämä koskee myös energiahallintajärjestelmää. Seuranta perustuu suurelta osin pitkän aikavälin tiedonkeruuseen ja tietojen analysointiin. Tietojenkeruu- ja analyysijärjestelmä on näin ollen olennainen osa valvontajärjestelmää. Tietojen analysoimiseksi ja johtopäätösten tehokkaaksi määrittämiseksi on määritettävä joukko keskeisiä suorituskysymysindikaattoreita (KPIs/Key Performance Indicators), jotta kerätyt tiedot voidaan arvioida määrällisesti. Kuten on osoitettu, suorituskysymysindikaattorit voivat liittyä yleiseen aluksen suorituskysymykseen (kuten EEOI) tai ne voidaan kehittää jokaiselle energiatehokkuustoimelle (EEM). Tiedonkeruu ja analysointi, sisäiset tarkastukset, energiakatselmukset, benchmarking jne. muodostavat selkärangan hyvälle valvontajärjestelmälle. (IMO 2016, 37.)

6.6 Itsearviointi ja jatkuva parantaminen

Itsearviointi ja jatkuva parantaminen ovat hallintajakson loppuvaihe (katso kuvat 12 ja 13). Näiden pitäisi tuottaa käyttökelpoista palautetta seuraavaan parannuskierroksen suunnitteluvaiheeseen. Itsearvioinnin tavoitteena on arvioida suunniteltujen toimenpiteiden tehokkuutta ja niiden toteuttamista. Tätä prosessia varten olisi kehitettävä menettelyt alusten energianhallinnan itsearvioinnille. Lisäksi itsearviointi olisi toteutettava määräajoin käyttämällä seurannassa kerättyjä tietoja. Itsearvioinnista ja tavoitteiden asettamisen merkityksestä tuleville parannuksille voidaan mainita: Itsearviointi ja kehittäminen on johdon vastuulla. Mitä lähempänä tämä ”johtoryhmä” on yrityksen ylintä johtoa, sitä tehokkaampia ovat heidän päätöksensä, mikä on osoitus ylimmän johdon sitoutumisesta. Energiapolitiikan kehittäminen, määrällisten tavoitteiden asettaminen ja sitoutuminen energiatehokkuustekniikkaan investoimiseen kertovat johdon sitoutumisesta. Itsearvioinnin tulokset muodostavat perustan seuraavalle suunnittelun parannuskierrokselle. Itsearviointi tehdään yleensä määräajoin esimerkiksi vuosittain tai joka toinen vuosi. (IMO 2016, 38.)

6.7 SEEMP:in muoto

IMO:n ohjeistus [päättöslauselma MEPC.213(63)] antaa SEEMP:in esimerkki mallin kuten kuvassa 9. Ohjeiden mukaan SEEMP:ssä tulee olla minimissään seuraavat tiedot: Aluksen tunnistetiedot. Energiatehokkuustoimet ja niiden toteutus, vastuuhenkilöt ja aikataulut. Seurantatoimenpiteet ja tavoitteet. Arviointiin liittyvät näkökohdat. (IMO 2016, 39.)

A SAMPLE FORM OF A SHIP EFFICIENCY ENERGY MANAGEMENT PLAN			
Name of Vessel:		GT:	
Vessel Type:		Capacity:	
Date of Development:		Developed by:	
Implementation Period:	From: Until:	Implemented by:	
Planned Date of Next Evaluation:			
1 MEASURES			
Energy Efficiency Measures	Implementation (including the starting date)	Responsible Personnel	
Weather Routing	<Example> Contracted with [Service providers] to use their weather routing system and start using on-trial basis as of 1 July 2012.	<Example> The master is responsible for selecting the optimum route based on the information provided by [Service providers].	
Speed Optimization	While the design speed (85% MCR) is 19.0 kt, the maximum speed is set at 17.0 kt as of 1 July 2012.	The master is responsible for keeping the ship's speed. The log-book entry should be checked every day.	
2 MONITORING			
Description of monitoring tools			
3 GOAL			
Measurable goals			
4 EVALUATION			
Procedures of evaluation			

Kuva 14. Esimerkki SEEMP-mallista IMO:n ohjeissa (IMO 2016, 39)

7 ENERGIATEHOKKUUDEN OPERATIIVINEN INDIKAATTORI (EEOI)

Energiatehokkuuden operatiivinen indikaattori EEOI on osa IMO:n sääntelykehystä, jonka on tarkoitus toimia energiatehokkuuden indikaattorina aluksen operoinnin aikana. Sitä käytetään aluksen yleisen energiatehokkuuden valvonnan seuraamiseen. IMO:n ohjeet MEPC.1/Circ.684 tarjoavat menetelmän ja perustan energiatehokkuuden operatiivisen indikaattorin kehitykselle ja laskelmille. Tässä annetaan näistä ohjeistus esimerkkejä, jotta energiatehokkuuden operatiivisen indikaattorin tarkoitus ja laskentamenetelmät ymmärrettäisiin paremmin. Lisäksi kerrotaan energiatehokkuuden operatiivisen indikaattorin käyttökokemuksista.

Energiatehokkuuden operatiivisen indikaattorin tarkoituksena on IMO:n ohjeiden mukaan luoda johdonmukainen lähestymistapa aluksen energiatehokkuuden mittaamiseen kullekin matkalle tai tietylle ajanjaksolle. Energiatehokkuuden operatiivisen indikaattorin oletetaan auttavan laivanvarustajia ja alusten käyttäjiä arvioimaan laivastonsa operatiivista suorituskyyä. Toivotaan, että se mahdollistaisi yksittäisten alusten toiminnan valvontaan, ja siten myös aluksen tai sen toimintaan tehtyjen muutosten seuraukset. Itse asiassa energiatehokkuuden operatiivista indikaattoria suositellaan käytettäväksi SEEMP:in seurantavälineenä.

EEOI, vastaavasti kuin EEDI, edustaa aluksen hiilidioksidipäästöjen määrää yksikköä kohti (cargo-mile transport service) rahdinkuljetusmaili yksiköllä $\text{gCO}_2/\text{tonnimaili}$. Kuitenkin EEDI, joka määrittää yhden aluksen toiminta-alueelle, EEOI edustaa aluksen todellista hiilidioksidipäästöä kaikkien aluksen polttoainetyyppien palamisesta syntyneen hiilidioksidin osalta kunkin matkan aikana, joka lasketaan kertomalla polttoaineen kokonaiskulutus kullekin polttoainetyypille (tislattu polttoaine, jalostettu polttoaine tai LNG jne.) kunkin polttoaineen hiilikertoimella. Tehty kuljetustyö lasketaan kertomalla todellinen lastimassa (tonnia, TEU/henkilöautojen määrä tai matkustajamäärä) ja vastaava todellinen etäisyys mitattuna aluksen kulkemalla matkalla meripeninkulmina. Tässä vaiheessa IMO on kehittänyt EEOI:n rohkaisemaan laivanvarustajia ja laivaoperaattoreita käyttämään sitä vapaaehtoisesti, ja keräämään tietoja tuloksista ja kokemuksista sen soveltamisesta. Tähän mennessä on saatu risti-riitaista palautetta EEOI:n tehokkuudesta. (IMO 2016, 40.)

7.1 Tausta ja tavoitteet

EEOI:n ohjeita voidaan käyttää yhdenmukaisen lähestymistavan EEOI:n vapaaehtoiselle käytölle, joka auttaa laivanvarustajia, laivaoperaattoreita ja muita osapuolia arvioimaan laivastonsa suorituskyyä hiilidioksidipäästöjen osalta. Koska aluksen aiheuttaman hiilidioksidin määrään liittyy suoraan sen todelliseen polttoaineen kulutukseen, EEOI voi myös antaa hyödyllistä tietoa aluksen suorituskyyvystä sen toiminnallisen polttoainetehokkuuden osalta.

IMO:n ohjeiden tavoitteena on antaa käyttäjille apua mekanismien laatimises-
sa, joilla saavutetaan käytössä olevien alusten kasvihuonekaasupäästöjen
rajoittamista tai vähentämistä. EEOI-ohjeiden tarkoituksena on antaa esimerk-
ki laskentamenetelmästä, jota voitaisiin käyttää objektiivisena ja suorituskykyi-
senä lähestymistapana valvoessa alusten tehokkuutta. EEOI ohjeet ovat luon-
teeltaan suositusluonteisia ja tarjoavat mahdollisuuden käyttää niitä operatiivi-
sina indikaattoreina. Kuitenkin alusten omistajat, operoijat ja muut tahot, voivat
panna joko täytäntöön IMO:n ohjeita tai vastaavia menetelmiä ympäristönhal-
lintajärjestelmissä, ja harkita periaatteiden hyväksymistä kehittäessään suun-
nitelmiaan suoritusseurannan toteuttamisessa. (IMO 2016, 40.)

7.2 Perusmääritelmät

EEOI:n johdonmukaisen arvioinnin helpottamiseksi EEOI:ssa annetaan seu-
raat määritelmät:

Polttoaineenkulutus: Polttoaineenkulutus tarkoittaa kaikkea kulutettua polt-
toainetta/-aineita, jotka kulutetaan merellä ja satamassa ajankohtana (esim.
päivä), sisältäen pääkoneet, apumoottorit, kattilat ja polttouunit.

Kuljettu matka: Se etäisyys, joka purjehdittiin merimaileina (lokikirjan tietojen
mukaan) kyseisellä matkalla tai kyseisellä ajanjaksolla.

Alus- ja rahtityypit: EEOI-ohjeita sovelletaan kaikissa kuljetustyötä tekevissä
aluksissa. Lastiluokat ovat yleisluontoisia, ja niihin sisältyvät, mutta eivät rajoi-
tu: kaikki kaasu, nestemäinen ja kiinteä irtolasti, yleisrahti, konttirahtikuljetuk-
set, raskaat nostot, pakastettujen ja jäähdytettyjen tavaroiden rahtaus, puuta-
varan ja metsätuotteiden rahtaus, lastit joita kuljetetaan rahtialuksilla, henkilö-
autot ja Ro-Ro-lastit sekä matkustajat (matkustajat ja yhdistetyt Ro-Ro-
matkustaja-alukset).

Kuljetettu rahtimassa tai tehty työ: Yleisesti kuljetetun lastin massa tai tehty
työ ilmaistaan seuraavasti: Kuivan rahdin rahdinkuljettajille, nestemäisten säi-
liöalusten, kaasusäiliöalusten, Ro-Ro-alusten ja yleisten rahtilauttojen osalta

käytetään tonni metriä (t). Aluksille, jotka kuljettavat yksinomaan kontteja, käytetään joko konttien lukumäärää (TEU) tai tonnia (t) rahdin kokonaismassana. Aлуksille, jotka kuljettavat sekä kontteja että muuta lastia, lastattujen yksiköiden TEU-massa voi olla 10 tonnia ja tyhjiä TEU:den 2 t. Matkustaja-aluksille, mukaan lukien Ro-Ro-matkustaja-alukset, matkustajien lukumäärä tai aluksen bruttotonnit.

Joissakin erityistapauksissa tehty työ voidaan ilmaista seuraavasti: Autoja kuljettaville aluksille autoyksikköjen lukumäärä tai lastatut kaista-metrit. Konttialuksille, TEU:iden määrä (tyhjä tai lastissa); jne.

Yleisesti on syytä huomata, että tietyissä tapauksissa rahdin määrittelyn pitäisi olla tarkoitukseen sopiva energiatehokkuuden kannalta, ja se voi vaihdella yrityksittäin.

Matka: Matka tarkoittaa yleensä sitä ajanjaksoa, joka alkaa satamasta lähdöstä ja kestää seuraavaan satamaan saapumiseen. Vaihtoehtoiset määritelmät matkalle voidaan hyväksyä.

Edellä mainittujen määritelmien johdonmukainen käyttö yrityksissä on välttämätöntä myöhempää käyttöä varten, kuten EEOI:n vertailu koko laivastojen energiatehokkuuden indikaattoreiden osalta. (IMO 2016, 41.)

7.3 EEOI: n perustaminen

EEOI:n peruslaskentakaava määritellään seuraavasti kaavassa 11.

(11)

$$EEOI = \frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{m_{cargo} D}$$

jossa

j

polttoainetyyppi

FC_{ij}

kulutettu polttoaine j matkalla i;

CF_j	polttoaineen hiilidioksidimassa muunto kertoimella polttoaineelle j;
m_{cargo}	lastia kuljetettu (t) tai tehty työ (TEU tai matkustajien lukumäärä) tai matkustajaluksien bruttotonnit
D	merimatkamatka, joka vastaa kuljetettua lastia tai työtä.

Ohjeet sallivat EEOI:n keskiarvon käytön useilla matkoilla. Jos keskimääräinen indikaattori jaksolle, tai useille matkoille on saatavilla, keskimääräinen EEOI lasketaan seuraavalla kaavalla. (IMO 2016, 41.)

(12)

$$\text{Average EEDI} = \frac{\sum_i \sum_j (FC_{ij} \times C_{Fj})}{\sum_i (m_{\text{cargo},i} \times D_i)}$$

jossa	j	polttoainetyyppi
	i	matkojen lukumäärä
	FC_{ij}	kulutettu polttoaine j matkalla i;
	C_{Fj}	polttoaineen hiilidioksidimassa muunto kertoimella polttoaineelle j;
	m_{cargo}	lastia kuljetettu (t) tai tehty työ (TEU tai matkustajien lukumäärä) tai matkustajaluksien bruttotonnit
	D	merimatkamatka, joka vastaa kuljetettua lastia tai työtä.

EEOI-yksikkö riippuu kuljetetun lastin tai työn suorittamisesta: painon mukaan ilmoitetaan tonnia CO_2 / (tonnit · meripeninkulmat), konttien lukumäärän mukaan tonnia CO_2 / (TEU · meripeninkulmat), ja matkustajien lukumäärän mukaan tonnia CO_2 / (matkustajat · meripeninkulmat) jne. Tulee huomata, että yhtälö 12 ei anna EEOI:n suoraa keskiarvoa matkojen lukumäärän kesken, joten matkojen EEOI:n yksinkertaista keskiarvoa on vältettävä. Sen sijaan, että käy-

tettäisiin keskiarvoja suoritusindikaattoreina, käytetään liikkuvan keskiarvon laskentaa. (IMO 2016, 42.)

Liikkuva keskiarvo

Kun käytetään liikkuvaa keskiarvoa, se lasketaan sopivalle ajanjaksolle, esimerkiksi yhdelle vuodelle tai tietylle määrälle matkoille, esimerkiksi 6-10 matkaa, mikä on sovittu tilastollisesti merkittäväksi otannaksi alustavalle keskiarvoajanjaksolle. Tällöin laskennallinen keskimääräinen EEOI lasketaan tälle ajanjaksolle tai lukumäärälle matkoja edellä esitetyn yhtälön 12 avulla, käyttämällä seuraavaa tekniikkaa. Useiden matkojen sarjalle (esim. 20 matkaa) liikkuvan keskiarvon ensimmäinen luku (esim. alkuluku 4 matkaa) saadaan ottamalla keskiarvo suunnitellusta matkojen lukumäärästä (esim. luku 4). Sitten osajoukkoa muutetaan siirtämällä eteenpäin eli lukuun ottamatta ensimmäistä matkaa edellisessä osajoukossa (esim. matkaa 1) ja sisällyttämällä siihen seuraava matka (esim. matka 5). Tämän uuden osajoukon luku kaksi antaa toisen liikkuvan keskiarvon luvun. Tämä laskenta jatkuu siihen asti, kunnes kaikki matkat on huomioitu (tässä esim. lukuun 20).

Tietolähteet

Ensisijaisiksi tietolähteiksi voidaan valita aluksen lokikirja (komentosillan lokikirja, konehuoneen lokikirja, kansilokikirja ja muut viralliset asiakirjat). On tärkeää, että kerätään riittävästi tietoa aluksen polttoainetyypeistä ja määrästä, matkan pituudesta ja rahtityypeistä, että tiedot ovat paikkaansa pitäviä ja niiden avulla voidaan tuottaa realistista arviointia.

Aluksen on dokumentoitava johdonmukaisesti käyttämänsä polttoaineen määrä ja tyyppi (bunkkerin määrä) ja matkan pituus (aluksen lokikirjan tai muiden lähteiden mukaan). Jos mahdollista, koko prosessi voidaan automatisoida. (IMO 2016, 42).

Polttoaineen massa CO₂-massan suhteen muuntokertoimilla (C_F)

C_F on ei-ulotteinen muuntokerroin polttoaineen kulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen välillä. Sitä käytetään EEOI-kaavassa yhtälöissä (11) ja (12). C_F:n arvo on ilmoitettu IMO:n ohjeiden mukaan taulukossa 7. (IMO 2016, 42.)

Type of fuel	Reference	Carbon content	C_F (t-CO ₂ /t-Fuel)
1 Diesel/Gas Oil	ISO 8217 Grades DMX through DMB	0.8744	3.206
2 Light Fuel Oil (LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0.8594	3.151
3 Heavy Fuel Oil (HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0.8493	3.114
4 Liquefied Petroleum Gas (LPG)	Propane	0.8182	3.000
	Butane	0.8264	3.030

Taulukko 7. Hiilenosuudentekijä laivapolttoaineissa. (IMO 2016, 20)

Tietojen keräämisen malli

Matkalta tai jaksolta (esim. päivältä) kerättiin tietoja polttoaineen kulutuksesta, lastista ja etäisyydestä jatkuvassa merenkulussa taulukon 8 mallin mukaisesti. Edellä oleva malli on IMO:n ohjeista, mutta vaihtoehtoisia malleja voidaan käyttää tähän tarkoitukseen. (IMO 2016, 43.)

Name and type of ship						
Voyage or day (i)	Fuel consumption at sea and in port in tonnes				Voyage or time period data	
	Fuel type ()	Fuel type ()	Fuel type ()	...	Cargo (m) (tonnes or units)	Distance (D) (NM)
1						
2						
3						
4						

Taulukko 8. EEOI-tiedoraportti malli päivän kulutuksista [MEPC.1 / Circ.684] (IMO 2016, 43)

7.4 Muuta

Tärkeimmät laskennanvaiheet

EEOI:n pitäisi olla aluksen toiminnan energiatehokkuuden edustava arvo yhtenäisen ajanjaksolta, joka edustaa aluksen yleistä kaupankäyntimallia. Jotta EEOI voidaan perustaa, tarvitaan yleensä seuraavat vaiheet:

- Määritetään se ajanjakso, jolle EEOI lasketaan painolastimatkoille ja myös sellaisille matkoille, joilla ei kuljetettu rahtia, kuten matkat telakointiin, pitäisi sisällyttää. Matkat, joiden tarkoituksena on aluksen turvallisuuden turvaaminen tai hengen pelastus, ei sisällytetä.
- Tietolähteiden määrittely tietojen keräämiseksi

- Tiedonkeruu
- Tietojen muunto asianmukaiseen muotoon; ja lopuksi
- EEOI -laskenta.

Tietojen tallennus ja dokumentoinnin prosessit

Ihannetapauksessa käytettävän tietojen tallennusmenetelmän tulisi olla yhtenäinen, jotta tieto voidaan helposti koota ja analysoida helpottamaan vaadittujen tietojen poistamista. Alusten tietojen keräämiseen olisi sisällytettävä matkat, käytetyn polttoaineen määrät ja tyypit, sekä kaikki muu polttoainetiedot, jotka saattavat vaikuttaa tuotetun hiilidioksidin määrään.

Seuranta ja todentaminen

On kehitettävä ja ylläpidettävä säännöllisesti seurattuja ja mitattavia menettelyjä. On tärkeää, että vahvistettujen lukujen lähde kirjataan asianmukaisesti. Laskentaperusteet sekä kaikki tehdyt päätökset vaikeiden tai epäselvien alueiden osalta. Tämä avustaa parannuksia, ja on avuksi myöhemmissä analyysissä.

Aluksen ja maatoimintojen vastuut

IMO:n ohjeiden perusteella ja alusten henkilöstön tarpeettoman hallinnollisen rasituksen välttämiseksi on suositeltavaa, että maahenkilökunta hoitaisi EEOI:n seurantaa hyödyntäen olemassa olevia tietoja, kuten virallisia ja teknisiä päiväkirjoja ja öljylokikirjoja jne. Tarvittavat tiedot voitaisiin ISM-koodin (International Safety Management Code) mukaisten sisäisten tarkastusten aikana, ylimmän johdon katselmoinneissa jne. (IMO 2016, 43.)

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖS

IMO:n MARPOL-yleissopimuksen VI liitteen 4. luvun ohjeistus lähtee kahdesta näkökulmasta. Ensimmäinen annettu päätöslauselma ohjeistus lähtee näkökulmasta, jota kaikkien on pakollista noudattaa. Toinen IMO:n näkökulma on ohjeistava eli annettu ohjeistus on vain ohjeistavaa, ja siten vapaaehtoista noudattaa.

EEDI ja SEEMP vaaditaan käytännössä kaikilta kansainvälisillä vesillä liikkuville aluksilta. EEDI:n vaikuttaa aluksen teknologia, koko ja käytetty polttoaine. EEDI laskentaan on annettu ohjeita IMO:n toimesta, jotta kansainvälisesti laskenta voidaan tehdä samalla tavalla ja saatuja tuloksia voidaan suoraan verrata keskenään. Säädökset ovat yleisluonteisia ja niiden toimeenpano vaatii oman aikansa. EEDI laskentaan ei ole erillistä opasta, vaan kaikki perustuu säädöksiin, joita MEPC-komitea IMO:n toimesta julkaisee.

Käytännössä on olemassa jo tähän perustuvia laskuohjelmia, joita laivavarustamot pääsevät itse kokeilemaan, mutta lopullisen laskennan suorittaa telakka ja tarkastaja todentavat sen. EEDI:n laskenta on monimutkainen tapa ja siihen vaikuttaa monet tekijä, kuten laivan käyttö, koko, moottoritehot, uusiutuvien energialähteiden käyttö, potkuri, aluksen runko ja moni muu seikka. IMO:n linjauksilla on selkeä suuntaus kehittää merenkulun polttoainetehokkuutta vaikuttavien komponenttien jatkuvaa innovatiivista kehitystä energiatehokkuuden osalta ja hillitä sen tuottamia kasvihuonekaasupäästöjä. Näihin tavoitteisiin kaikki maailman merenkulkua harjoittamat maat voivat sitoutua. Kehitys on jaksottaista ja siirtymäkauden jälkeen MEPC-komitea voi tarvittaessa laatia uusia päätöslauselmia, jos katsoo sen tarpeelliseksi tai tiukentaa jo kehitettyjä säädöksiä, jos havaitaan että kasvihuonepäästöt eivät laske jo päätetyn sopimuksen mukaisesti.

SEEMP tehtävä on vain ohjata aluksia energiatehokkaampaan suuntaan, vaikuttamalla aluksien polttoaineen kulutukseen ja päästöihin. SEEMP tarjoaa varustamoille ja omistajille EEOI:n vapaaehtoisin valvontatyökalun avulla mitaustyökalun, jolla voidaan seurata alusten mahdollista polttoaineen kulutuksia ja muutoksia. Ennalta määritetyn matkan ja erilaisten teknisten toimintojen vaikutusta aluksen tehokkaampaan operointiin esim. kuinka paljon alus hyötyisi innovaation energiamuodon lisäämisestä alukseen.

Suomalaisille varustamoille ja muille merenkulun sidosryhmille kehittyvä ohjeistus luo viitekehyksen kehittää tuotantoaan, sekä entistä parempia laivateknologioita, että polttoaineita.

Päätöslauselmatekstien kääntäminen jättää aina mahdollisuuden joiltakin osin tulkinnoille. Mutta tarkoitus on ollut pysyä hyvin asialinjalla ja perehtyä asiaan IMO:n kautta. Vastineita kaikille englanninkielisille sanoille ei ole julkaistu esim. Trafin tai valtion lakikirjoissa. Tai IMO:lla on samalle asialle monta eri nimitystä, joka tuottaa hankaluuksia lukiessa.

LÄHTEET

IMO. 2018a. Prevention of Air Pollution from Ships. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.imo.org/en/OurWork/environment/pollutionprevention/airpollution/pages/air-pollution.aspx> [Viitattu 15.2.2018].

IMO. 2018b. Energy Efficiency Measures. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Technical-and-Operational-Measures.aspx> [Viitattu 4.1.2018].

IMO. 2018c. Brief History of IMO. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx> [Viitattu 15.2.2018].

IMO. 2018d. Marine Environment. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Default.aspx> [Viitattu 26.3.2018].

IMO. 2018e. Air Pollution, Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Default.aspx> [Viitattu 15.2.2018].

IMO. 2016. IMO Train the Trainer (TTT) Course On Energy Efficient Ship Operation. Module 2 – Ship Energy Efficiency Regulations and Related Guidelines. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Air%20pollution/M2%20EE%20regulations%20and%20guidelines%20final.pdf> [Viitattu 15.2.2018].

Tammilehto, O. 2009. Rahdin rikokset. Helsinki: Like kustannus/Into

Trafi. 2018. Päästöt ilmaan. WWW-dokumentti. Päivitetty: 12.04.2018. Saatavissa:

https://www.trafi.fi/merenkulku/ymparistoasiat/paastot_ilmaan [Viitattu 17.5.2018]

Trafi. 2015. Suomen merenkulun tila 2015. PDF-dokumentti. Saatavissa:

<https://www.trafi.fi/filebank/a/1478087996/34c8a74d296eb6ccac192f82735d6cb6/22928-suomen-merenkulun-tila-2015.pdf> [Viitattu 6.5.2018].

WMO. 2017. Greenhouse gas concentrations surge to new record. (World Meteorological Organization) 30.10.2017. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-concentrations-surge-new-record> [Viitattu 16.4.20].

