



# **Decarbonisation of Shipping**

Technical Study on the future of the Ship Energy  
Efficiency Design Index

## **EXECUTIVE SUMMARY**

Written by

Arcsilea LTD  
American Bureau of Shipping  
Vessel Performance Solutions APS

November 2021

**EUROPEAN COMMISSION**

Directorate-General for Mobility and Transport

Directorate D— Waterborne

Unit D2 — Maritime Safety

Contact: [MOVE-MARITIME-TRANSPORT-AND-SAFETY@ec.europa.eu](mailto:MOVE-MARITIME-TRANSPORT-AND-SAFETY@ec.europa.eu)

European Commission

B-1049 Brussels

# **Decarbonisation of Shipping**

Technical Study on the future of the Ship Energy  
Efficiency Design Index

## **EXECUTIVE SUMMARY**

***Europe Direct is a service to help you find answers  
to your questions about the European Union.***

**Freephone number (\*):**

**00 800 6 7 8 9 10 11**

(\*) The information given is free, as are most calls (though some operators, phone boxes or hotels may charge you).

#### **LEGAL NOTICE**

This document has been prepared for the European Commission however it reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

More information on the European Union is available on the Internet (<http://www.europa.eu>).

Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022

ISBN:978-92-76-49235-1  
doi:10.2832/776654

© European Union, 2022  
Reproduction is authorised provided the source is acknowledged.

The Energy Efficiency Design Index (EEDI) was made mandatory for new ships and the Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP) for all ships at MEPC 62 (July 2011) with the adoption of amendments to MARPOL Annex VI (resolution MEPC.203(62)), by Parties to MARPOL Annex VI. The EEDI requires a minimum energy efficiency level per capacity mile (e.g. tonne mile) for different ship type and size segments. Since 1 January 2013, following an initial two year phase zero, new ship designs need to meet the reference level for their ship type and this level is broadly tightened every 5 years by 10% (although following deliberations at MEPC, Phase 3 was brought forward to 2022 for certain ship types).

The EEDI covers a number of different ship types as defined in MARPOL Annex VI, and is based on regressions of estimates of energy efficiency called EIV (Estimated index value) using data from ships built between 1998-2009, sourced from the IHS database.

The regression quality varies widely with  $R^2$  coefficients ranging from 0.4 to over 0.9, largely dependent on the degree of similarity of the population. Ship type populations with a large degree of variation of ship design and operating speeds have poor regression characteristics, and this caused problems that the IMO has tried to solve with limited success with correction factors. There are lessons to be learnt for other regression based regulations such as CII.

It should be noted that EIV calculations based on the underlying IHS dataset is error prone and this caused significant bias for ship types with smaller populations.

Although flawed, EEDI provided a standard for describing and comparing ship efficiency where none existed before. The advent of EEDI coincided with a period of depressed shipping markets and high bunker prices – an fortuitous situation where regulation was supported by markets and collectively drove improvements in ship energy efficiency.

When comparing average AER values for specific ship sizes of pre and EEDI ships based on DCS data, there is a marked difference for bulk carriers, tanker and container ships – on average these ships are operated similarly meaning the difference is likely to consist of design and technical differences – reduction in difference for larger container ships explained by the fact that larger ships are mostly newer ships compliant with EEDI.

	Deadweight	Non-EEDI Avg. AER	EEDI Avg AER	Percentage Difference
Bulk Carriers	35000	7.42	6.45	12.99%
Bulk Carriers	81000	4.44	3.90	12.18%
Bulk Carriers	210000	2.48	2.20	11.26%
Tanker	50000	7.83	6.39	18.33%
Tanker	109000	4.96	3.94	20.52%
Tanker	300000	2.74	2.10	23.29%

Container	12000	20.23	16.93	16.29%
Container	40000	11.43	9.98	12.68%
Container	200000	5.33	4.92	7.62%

Examination of EEDI database shows that EEDI improvements follow a trend of steep improvement in the early years of implementation followed by a plateau. In fact, the best attained EEDI scores tend to be around 2015, likely before the change to ISO 15016 in 2015 which generally reduced  $V_{ref}$  for the same sea trial.

Changes in  $V_{ref}$  speed over the period 2012 to 2020 is not perceptible in bulk carrier and tankers – that is within the uncertainty of rounding to 0.5 knots, indicating that this improvement is from design improvements rather than reduction in speed. However some speed reduction is apparent in medium to large container ships, although true magnitude may be larger if compared to even older container ships.

The IMO EEDI database is ultimately of limited usefulness due to rounding of key critical values and missing data, but also numerous and significant errors – likely caused during the transfer of data from the verified EEDI technical files to the excel file. The main errors are for quantities where more than one answer is possible, e.g  $P_{me}$  power (where the most common error is to provide installed power), and deadweight for container ships (providing 70% deadweight instead of 100%), as well as numerous minor data entry errors. It is clear that verification of the data should be conducted. It should be noted that these errors do not appear to have been brought to the attention of the IMO and member states, suggesting that detailed analysis has not been carried out on the data, and calling into question the collection of data in the first place.

Since EEDI has a fixed baseline, but energy efficiency improvements are measured per ship, energy efficiency improvements are discounted – that is if a ship is 30% better than the baseline, and you add some energy saving technology which reduces the power by 5% for the same speed, the effect may only be around 3% - meaning it becomes more and more difficult to demonstrate the same rate of improvement.

Some of the correction factors which have been implemented can have very significant effects. The ice class correction factors, the general cargo ship correction factors and the roro correction  $f_{jroro}$  can have the effect of reducing EEDI by 20%. The correction for fast general cargo ships may reduce EEDI by up to 31.5% and  $f_{jroro}$  may reduce (normalise) EEDI by 60% or even more. These correction factors are on the one hand necessary to ensure a level playing field amongst a heterogeneous population of ships however they can also exhibit a significant distorting effect and there are some examples where exceptionally good attained EEDI scores have been achieved due to correction factors (in some cases erroneously applied). Note that these ships were not designed to exploit the correction factors, but simply as a result of those particular designs.

Innovative energy efficiency technologies are allocated to category (A), (B) and (C) as defined in MEPC.1 Circ.815, depending on their characteristics and the way they influence the EEDI. Category A are hydrodynamic technologies, B are technologies that save propulsion power, and C are technologies that generate electricity. Technologies in category

B and C are explicitly catered for in the EEDI formula and their use should be recorded in the IMO EEDI database.

However, the IMO EEDI database shows very little uptake of innovative technology generating power (e.g. waste heat recovery) or affecting resistance/increasing power (e.g. air lubrication or wind power), in fact levels have been static over some years leading to accusations that innovative technology is not being applied to new ships. Ships with these technologies generally perform amongst the best of their immediate peers, however it also seems that ships without these innovative technologies may be designed and optimised to match or even surpass the attained EEDI achieved.

In order to understand more about uptake of innovative technology, a stakeholder survey was conducted using the online survey platform Typeform. The survey was divided into two populations with slightly different questions – a general one with around 83 responses of which 42% were shipowners representing around 3,600 ships dominated by bulk carriers, tankers and container ships and a shipyard specific one with 14 responses from major shipyards in Asia representing around 2,400 ships. Validation of the results was undertaken, comparing answers between shipyards and shipowners, and against other third-party sources, as well as checking answers with certain shipowners.

In the case of estimating uptake of innovative technologies, it became clear that there was some confusion in terminology, for example some shipowners assumed that waste heat recovery systems that produce electricity included exhaust gas boilers that do not produce electricity but use the heat for steam production or other heating uses, or that tip raked propellers included highly skewed propellers. Also the survey asked specifically about anticipated future improvements of EEDI or technical efficiency, but many answers included consideration of operational efficiency, skewing the results. In part much of this is because EEDI compliance is primarily an issue for shipyards and other stakeholders do not necessarily think about energy efficiency as framed by EEDI.

Overall the stakeholder survey revealed that all new two stroke engines are delivered derated and with corresponding slow rpm and maximised propeller diameter. Analysis of vessel performance also showed that this was likely one of the key contributors towards improved attained EEDI which also carries into AER improvements.

The survey also revealed that almost all EEDI newbuilds have some form of hydrodynamic energy efficiency technologies fitted, however the strategy for type and combination of technology varies substantially across different ship types and operating profiles. This point is critical to grasp because there is a misapprehension that lack of uptake of technologies is evidence of lack of innovation and investment, and that Phase 3 EEDI reduction rates may be achieved simply by adding more innovative technologies, when in fact this may actually be counter-productive. Actually, increasing uptake of innovative technologies will probably not improve the attained EEDI of the best in class vessels, but improve the attained EEDI of the less efficient designs towards the best in class.

A case study in point is the choice of waste heat recovery or shaft generators. While waste heat recovery does actually have the potential to produce substantial amounts of electrical power, it is dependent on the engine load and speed, and for ships which routinely operate below their design speed, electricity production from the WHRS can be erratic, leading some to prefer shaft generators instead. At the same time, the electrical power produced by a

WHRS is only useful if it may be absorbed somewhere in the system, and thus for ships with low auxiliary loads at sea, WHRS is somewhat redundant.

Stakeholder engagement shows that innovative technology is often implemented but not used in EEDI calculation due to third party manufacturers of such technology being unable to warrant their savings claims and shipyards being unwilling to take on both the contractual and the compliance risk. As such, the current preferred shipyard strategy to meet future phases of EEDI tends to be based on LNG which provides certainty of compliance. This is highlighted in the stakeholder survey when considering future fuel choices. For non shipyard stakeholders, there was no clear preference on future fuel choice, while the shipyards expressed a clear preference for LNG.

In the case of minimum power, there is some uncertainty over the impact of the changes to the level 2 calculation methodology, consistent with the submissions to MEPC on this subject. For some shipyards and ship types an increase of installed power seems inevitable, while for others further reductions will be possible.

As mentioned earlier, when asked what improvements in technical design efficiency are possible within 5-7 years, excluding wind and alternative fuels, roughly a third each answered 0-5%, 5-10% and 10-15%. However those who answered 5-10% and 10-15% generally included alternative fuels and operational measures. The majority of shipyards answered 0-5%, and a slightly smaller proportion answered 5-10%.

During the course of the project, IMO agreed a set of MARPOL Annex VI amendments that put into place a mandatory carbon intensity requirement. So while EEDI is a set of design requirements evaluated at a certain fixed loading condition and engine power focussing on efficiency underway (with a token consideration of electrical load), the carbon intensity indicator (CII) considers total fuel consumption over a year, taking into account all loading conditions, operational profiles and non propulsion loads experienced through the year. Thus EEDI is really a snapshot of energy efficiency, while CII is a comprehensive if still flawed measure of energy efficiency. This changes the role of EEDI, and it means that ships which could not be fairly or effectively regulated under the EEDI regime can still be effectively regulated by the CII framework.

The first set of recommendations covers technologies already dealt with in MEPC.1 Circ.815. For air lubrication, it was recommended that methodologies for tank testing and use of in service performance needs to be developed, together with procedures for corrections during trials. For wind propulsion, there is a need for a methodology to confirm performance gains by sea trials, as well as alternatives to the use of the Global Wind Matrix. A distinction also needs to be made between modest and substantial savings from wind, with the later perhaps needing to be categorised as non-conventional propulsion and therefore exempted from EEDI because of the unintended constraints that are imposed by the EEDI calculation methodology. Such ships would still be subject to the CII framework and demonstrate the effectiveness of the wind propulsion technology.

On the matter of waste heat recovery systems, we recommend scaling back the overly generous incentive given to such systems, to be in line with other comparable technologies such as shaft generators, noting that even with such generous calculation incentives, uptake has been limited.



Regarding non-conventional propulsion, specifically regarding diesel electric propulsion, we note that calculation assumptions differ between LNG carriers and Cruise Passenger Ships, and that a static correction factor to compensate for the losses in a diesel electric system is not appropriate, and may have the perverse incentive of encouraging use of diesel electric systems where the actual efficiency improvements across the operating profile are not sufficient. There are also significant issue with changing EEDI to evaluate across an operating profile when actually the CII will be sufficient to demonstrate effectiveness. As such, given that only 0.395% of shipping emissions are due to diesel electric, we recommend that further work on diesel electric propulsion with EEDI is ceased.

A sub-category of non-conventional propulsion is termed hybrid propulsion but is not defined anywhere leading to widespread confusion on what type of propulsion this is. The origin of the term meant a mix of conventional and non-conventional propulsion, ie direct drive + PTI/Shaft motor, however some current interpretation suggests battery hybrid. We recommend that hybrid should be clearly clarified, and particularly those which make savings at non-EEDI operating point should be exempted.

Batteries can be used in a number of different modes – as peak shaving, as spinning reserve or as the main power source for all or part of a voyage. The energy saving potential of these different modes are different, and a ship may use batteries in some or all of these modes. EEDI however assumes optimal SFOC and so peak shaving may not be credited, while batteries used during manoeuvring also have no effect. And if batteries should be charged from land, there is no methodology for including this in the EEDI calculation. We considered 4 options, of which two require significant amounts of operational data to be collected. The remaining options are to back calculate savings obtained via the intended operational profile and apply this as a factor to the attained EEDI, or to have the option to exempt ships equipped with battery capacity above a certain threshold from EEDI and allow these to be regulated by the CII. It should be noted today that ships fitted with batteries do not include these details in the EEDI technical file.

On the issue of methane slip, there is a need to differentiate between engines with high and low methane slip and we propose a methodology to include methane slip in the EEDI calculation guidelines. In this methodology we use GWP<sub>20</sub> of 84 meaning that the benefit of LNG is negated from around 1.1 g/kWh of methane slip. While the calculation methodology is simple to implement, the larger challenge is the need to develop a robust measurement and certification regime.

The carbon factor  $C_f$  works reasonably well in EEDI for fossil fuels that contain carbon (noting that we are using carbon as a proxy for energy efficiency, but this changes the validity of comparison when lower carbon fuels are used), but for drop in fuels with upstream carbon removals, this is not accounted for and are no different from their fossil fuel equivalents for EEDI calculation purposes. Since EEDI is a design index, there should be some technical alteration that leads to a change in energy efficiency. The use of drop in fuels (such as bio fuels) does not entail any change of technology onboard, the extent of use of drop in fuels is also not known at design stage and the EEDI framework cannot control the use of these fuels. Therefore we recommend that only tank to wake carbon factors are used. Ammonia and hydrogen will get  $C_f$  of zero, we think this is reasonable given the large investment cost of using these fuels onboard and the need to adjust the ship design to accommodate larger volumes of high risk fuels.

The dual fuel calculation methodology may need to be more seriously amended in light of the CII framework, however minor adjustments should be made to account for alternative fuels which are liquids (current text refers only to gas) and fuels with a much lower calorific value.

The feasibility of evaluating EEDI over an operating profile instead of a single point was investigated. For bulk carriers and tankers, including both ballast and summer load line draught is a possibility, however this will lead to a reduced attained EEDI overall which will be compared against the EEDI reference line which is at summer load line draught. So, changing this will require new baselines to be created. For containerships, there is a much wider range of operating profiles, draughts and speeds and there is limited potential for a relevant EEDI that is representative of the operating profile. In effect the CII regulation already deals with the full operating profile and it is not clear at this point what is the added value of implementing this in EEDI.

The weather factor  $f_w$  represents speed loss in waves but although the parameter exists in the EEDI calculation guidelines, it is not used. Calculations were carried out indicating that newer ships generally lose more speed in waves than older ships, however the standard IMO curve for  $f_w$  is too conservative and unable to make distinctions. The challenge is that  $f_w$  is in the denominator, so the greater the speed loss, the worse the attained EEDI becomes. We propose three options, to calculate EEDI with and without  $f_w$  but retain the attained EEDI<sub>weather</sub> for information purposes only; impose a minimum value of  $f_w$ , and revise the baselines to include  $f_w$ .

For auxiliary power, where energy saving measures are implemented such as variable frequency drives, the calculated savings should be directly deducted from the derived  $P_{AE}$  values assuming certain default savings values rather than resorting to an electric power table simply because there is too much variability in auxiliary power demand on ships. For passenger ships (cruise and ro-ro passenger) which are mandated to use an electric power table, we propose to include a new service factor of capacity  $k_c$  to account for devices with variable control that never use their full rated output.

On the subject of reduction rates, ships are already highly optimised for energy efficiency, and potential for further incremental improvement of design energy efficiency is limited. This is demonstrated by the stagnation or very minor improvement of attained EEDI values year on year in the IMO EEDI database. There is of course more potential for improvement of operational energy efficiency, but this is addressed in the CII. There are only a few design solutions that are not yet widely implemented which may result in improvements of 5% or more, namely wind assist, air lubrication and alternative fuels. Of these, alternative fuels provide the most certainty in the calculation of the EEDI, however this depends on the availability of these alternative fuels. As such, we do not think it is appropriate to suggest a reduction rate for Phase 4 when the future form of the EEDI may need change to substantially in order to complement the CII framework, market based measures and LCA of fuels. We think it is better to wait until there is some feedback from the implementation of these other measures before taking a decision.

Regarding the timescale for the start of Phase 4, we note that the view of the EEDI correspondence group is for either 2027 or 2030, based on adding a 5 year block to the current start dates of Phase 3. In general, those ship types which have had their Phase 3 start date accelerated to 2022 (General Cargo ships, Cruise passenger ships, LNG carriers, Gas carriers above 15,000 dwt) are typically due to the fact that the original reference lines were incorrectly drawn, or that market conditions had altered design speeds from the average

between 1998-2008 that was used as the basis for the EEDI. Otherwise the rate of improvement is no different from the other ship types with Phase 3 from 2025 onwards in terms of incremental optimisation of energy efficiency.

Hence for Phase 4 we would propose to realign the dates for all ship types in conjunction with the revision of the baselines. Our recommendation is that 2027 is too early to start Phase 4 and a later date should be considered. Due to the need for boiloff gas management, it should be assumed that LNG carriers are unable to transition to any other alternative fuels.

As has been mentioned a number of times, with the advent of the CII measure, and other measure on the way, the necessity and relevance of EEDI needs to be evaluated.

A consideration is that we are in a transition period, moving from design energy efficiency to a mix of operational energy efficiency, and then on to a transition to zero carbon alternative fuel and propulsion, and so it is prudent to evaluate whether earlier regulatory instruments are superseded by a newer framework that is just as effective or more. If so, then there should be a process to remove the earlier regulatory instruments. For now, until we have experience with the implementation and results of the CII framework, EEDI remains important, however this may change post 2026 with the setting of the reduction rates for 2027-2030.

One option is for EEDI to become energy based, that is to disallow the use of any  $C_f$  apart from that of MGO, the concept being that this will ensure a minimum level of energy efficiency, leaving the CII framework to deliver the fuel transition. The challenge with this option is that ships that use alternative fuels generally have less deadweight for the same size of vessel due to the containment and fuel handling systems compared to a conventional vessel with only liquid fuel tanks. In an EEDI calculation, this will reduce the size of the denominator while the numerator remains the same and will therefore compare unfavourably with conventionally fuelled ships.

Additionally there will be an issue regarding the relevant SFOC to be used. This could be an option for primarily dual fuel vessels where the engine is capable of using MGO. However use of this solution will require a wholesale re-evaluation of the reduction rates and for some vessels even Phase 3 reduction rates may no longer be achievable without the option of an alternative fuel.

It is however clear that any such change to the EEDI will require new baselines and a significant rewrite of the calculation guidelines.

\*\*\*\*\*

L'indice de conception de l'efficacité énergétique (EEDI) a été rendu obligatoire pour les navires neufs et le plan de gestion de l'efficacité énergétique des navires (SEEMP) pour tous les navires au MEPC 62 (juillet 2011) avec l'adoption d'amendements à l'annexe VI de MARPOL (résolution MEPC.203(62)), par les Parties à l'Annexe VI de MARPOL. L'EEDI exige un niveau minimal d'efficacité énergétique par kilomètre de capacité (par exemple, tonne-mille) pour différents types et segments de taille de navires. Depuis le 1er janvier 2013, après une phase zéro initiale de deux ans, les nouvelles conceptions de navires doivent respecter le niveau de référence pour leur type de navire et ce niveau est largement resserré tous les 5 ans de 10% (bien qu'à la suite des délibérations du MEPC, la phase 3 ait été avancée à 2022 pour certains types de navires).

L'EEDI couvre un certain nombre de types de navires différents tels que définis à l'annexe VI de MARPOL et est basé sur des régressions d'estimations de l'efficacité énergétique appelées EIV (valeur estimée de l'indice) à l'aide de données provenant de navires construits entre 1998 et 2009, provenant de la base de données IHS.

La qualité de la régression varie considérablement avec des coefficients<sup>R<sup>2</sup></sup> allant de 0,4 à plus de 0,9, en grande partie en fonction du degré de similitude de la population. Les populations de type navire avec un degré élevé de variation de la conception des navires et des vitesses d'exploitation ont de mauvaises caractéristiques de régression, ce qui a causé des problèmes que l'OMI a essayé de résoudre avec un succès limité avec des facteurs de correction. Il y a des leçons à tirer pour d'autres règlements fondés sur la régression, comme l'ICI.

Il convient de noter que les calculs de l'EIV basés sur l'ensemble de données IHS sous-jacent sont sujets aux erreurs, ce qui a entraîné un biais important pour les types de navires ayant des populations plus petites.

Bien qu'imparfait, l'EEDI a fourni une norme pour décrire et comparer l'efficacité des navires là où il n'en existait pas auparavant. L'avènement de l'EEDI a coïncidé avec une période de baisse des marchés du transport maritime et de prix élevés des soutes – une situation fortuite où la réglementation a été soutenue par les marchés et a collectivement conduit à des améliorations de l'efficacité énergétique des navires.

Lorsque l'on compare les valeurs moyennes de l'AER pour des tailles de navires spécifiques de navires pré et EEDI sur la base des données DCS, il existe une différence marquée pour les vraquiers, les navires-citernes et les porte-conteneurs – en moyenne, ces navires sont exploités de la même manière, ce qui signifie que la différence est susceptible de consister en des différences de conception et de technique – la réduction de la différence pour les grands porte-conteneurs s'explique par le fait que les grands navires sont pour la plupart des navires plus récents conformes à l'EEDI.

	Port en lourd	Non-EEDI Moyenne AER	EEDI Moyenne AER	Différence en pourcentage
Vraquiers	35000	7.42	6.45	12.99%
Vraquiers	81000	4.44	3.90	12.18%
Vraquiers	210000	2.48	2.20	11.26%
Pétrolier	50000	7.83	6.39	18.33%
Pétrolier	109000	4.96	3.94	20.52%
Pétrolier	300000	2.74	2.10	23.29%
Conteneur	12000	20.23	16.93	16.29%
Conteneur	40000	11.43	9.98	12.68%

Conteneur	200000	5.33	4.92	7.62%
-----------	--------	------	------	-------

L'examen de la base de données de l'EEDI montre que les améliorations de l'EEDI suivent une tendance à une forte amélioration au cours des premières années de mise en œuvre, suivie d'un plateau. En fait, les scores EEDI les mieux atteints ont tendance à être autour de 2015, probablement avant le passage à ISO 15016 en 2015 qui a généralement réduit  $V_{ref}$  pour le même essai en mer.

Les changements de vitesse de  $V_{ref}$  au cours de la période 2012-2020 ne sont pas perceptibles chez les vraquiers et les pétroliers – c'est-à-dire dans l'incertitude de l'arrondi à 0,5 nœud, ce qui indique que cette amélioration résulte d'améliorations de la conception plutôt que d'une réduction de la vitesse. Cependant, une certaine réduction de la vitesse est apparente chez les porte-conteneurs de taille moyenne à grande, bien que l'ampleur réelle puisse être plus grande si elle est comparée à des porte-conteneurs encore plus anciens.

La base de données EEDI de l'OMI est finalement d'une utilité limitée en raison de l'arrondissement des valeurs critiques clés et des données manquantes, mais aussi de nombreuses et importantes erreurs – probablement causées lors du transfert des données des fichiers techniques EEDI vérifiés vers le fichier Excel. Les principales erreurs concernent les quantités pour lesquelles plus d'une réponse est possible, par exemple la puissance  $P_{me}$  (où l'erreur la plus courante est de fournir la puissance installée), et le port en lourd pour les porte-conteneurs (fournissant un port en lourd de 70% au lieu de 100%), ainsi que de nombreuses erreurs mineures de saisie de données. Il est clair que la vérification des données doit être effectuée. Il convient de noter que ces erreurs ne semblent pas avoir été portées à l'attention de l'OMI et des États membres, ce qui suggère que les données n'ont pas fait l'objet d'une analyse détaillée et remet en question la collecte de données en premier lieu.

Étant donné que l'EEDI a une base de référence fixe, mais que les améliorations de l'efficacité énergétique sont mesurées par navire, les améliorations de l'efficacité énergétique sont actualisées - c'est-à-dire si un navire est 30% meilleur que la ligne de base et que vous ajoutez une technologie d'économie d'énergie qui réduit la puissance de 5% pour la même vitesse, l'effet peut seulement être d'environ 3% - ce qui signifie qu'il devient de plus en plus difficile de démontrer le même taux d'amélioration.

Certains des facteurs de correction qui ont été mis en œuvre peuvent avoir des effets très importants. Les facteurs de correction de la classe de glace, les facteurs de correction des navires de charge générale et la correction du roro fjroro peuvent avoir pour effet de réduire l'EEDI de 20%. La correction pour les navires de charge générale rapide peut réduire l'EEDI jusqu'à 31,5% et fjroro peut réduire (normaliser) l'EEDI de 60% ou même plus. Ces facteurs de correction sont d'une part nécessaires pour garantir des conditions de concurrence équitables au sein d'une population hétérogène de navires, mais ils peuvent également présenter un effet de distorsion important et il existe des exemples où des scores EEDI exceptionnellement bons ont été obtenus en raison de facteurs de correction (dans certains cas appliqués à tort). Notez que ces navires n'ont pas été conçus pour exploiter les facteurs de correction, mais simplement à la suite de ces conceptions particulières.

Afin de mieux comprendre l'adoption de technologies novatrices, un sondage auprès des intervenants a été mené à l'aide de la plateforme de sondage en ligne Typeform. L'enquête a été divisée en deux populations avec des questions légèrement différentes – une générale avec



environ 83 réponses dont 42% étaient des armateurs représentant environ 3 600 navires dominés par des vraquiers, des pétroliers et des porte-conteneurs et une spécifique aux chantiers navals avec 14 réponses de grands chantiers navals en Asie représentant environ 2 400 navires. La validation des résultats a été entreprise, en comparant les réponses entre les chantiers navals et les armateurs, et avec d'autres sources tierces, ainsi qu'en vérifiant les réponses avec certains armateurs.

Dans le cas de l'estimation de l'adoption de technologies novatrices, il est apparu clairement qu'il y avait une certaine confusion dans la terminologie, par exemple certains armateurs ont supposé que les systèmes de récupération de la chaleur résiduelle qui produisent de l'électricité comprenaient des chaudières à gaz d'échappement qui ne produisent pas d'électricité mais utilisent la chaleur pour la production de vapeur ou d'autres utilisations de chauffage, ou que les hélices à pointe ratissée comprenaient des hélices fortement asymétriques. L'enquête portait également spécifiquement sur les améliorations futures prévues de l'EEDI ou de l'efficacité technique, mais de nombreuses réponses comprenaient la prise en compte de l'efficacité opérationnelle, ce qui fausse les résultats. Cela s'explique en partie par le fait que la conformité à l'EEDI est principalement un problème pour les chantiers navals et que d'autres parties prenantes ne pensent pas nécessairement à l'efficacité énergétique telle que encadrée par l'EEDI.

Dans l'ensemble, l'enquête auprès des parties prenantes a révélé que tous les nouveaux moteurs à deux temps sont livrés avec un régime lent correspondant et un diamètre d'hélice maximisé. L'analyse des performances des navires a également montré qu'il s'agissait probablement de l'un des principaux contributeurs à l'amélioration de l'EEDI atteint, ce qui se traduit également par des améliorations de la REA.

L'enquête a également révélé que presque toutes les nouvelles constructions de l'EEDI sont équipées d'une certaine forme de technologies d'efficacité énergétique hydrodynamique, mais la stratégie de type et de combinaison de technologies varie considérablement selon les types de navires et les profils d'exploitation. Ce point est essentiel à saisir parce qu'il y a une idée erronée que le manque d'adoption des technologies est la preuve d'un manque d'innovation et d'investissement, et que les taux de réduction de la phase 3 de l'EEDI peuvent être atteints simplement en ajoutant des technologies plus innovantes, alors qu'en fait cela peut en fait être contre-productif. En fait, l'adoption croissante de technologies innovantes n'améliorera probablement pas l'EEDI atteint des meilleurs navires de leur catégorie, mais améliorera l'EEDI atteint des conceptions les moins efficaces vers les meilleurs de leur catégorie.

Une étude de cas est le choix de la récupération de chaleur résiduelle ou des générateurs d'arbre. Bien que la récupération de la chaleur résiduelle ait effectivement le potentiel de produire des quantités substantielles d'énergie électrique, elle dépend de la charge et de la vitesse du moteur, et pour les navires qui fonctionnent régulièrement en dessous de leur vitesse de conception, la production d'électricité à partir du WHRS peut être erratique, ce qui conduit certains à préférer les générateurs à arbre. Dans le même temps, l'énergie électrique produite par un WHRS n'est utile que si elle peut être absorbée quelque part dans le système, et donc pour les navires ayant de faibles charges auxiliaires en mer, WHRS est quelque peu redondant.

L'engagement des parties prenantes montre que les technologies innovantes sont souvent mises en œuvre mais pas utilisées dans le calcul de l'EEDI en raison du fait que les fabricants tiers de cette technologie ne sont pas en mesure de garantir leurs demandes d'économies et que les chantiers navals ne sont pas disposés à assumer à la fois le risque contractuel et le

risque de conformité. En tant que tel, la stratégie actuelle des chantiers navals privilégiés pour répondre aux phases futures de l'EEDI tend à être basée sur le GNL, ce qui offre une certitude de conformité. Ceci est mis en évidence dans le sondage auprès des intervenants lorsqu'ils examinent les choix futurs en matière de carburant. Pour les intervenants non liés aux chantiers navals, il n'y avait pas de préférence claire pour le choix futur du carburant, tandis que les chantiers navals ont exprimé une nette préférence pour le GNL.

Dans le cas de la puissance minimale, il existe une certaine incertitude quant à l'incidence des modifications apportées à la méthode de calcul de niveau 2, conformément aux observations présentées au MEPC à ce sujet. Pour certains chantiers navals et types de navires, une augmentation de la puissance installée semble inévitable, tandis que pour d'autres, d'autres réductions seront possibles.

Comme mentionné précédemment, lorsqu'on leur a demandé quelles améliorations de l'efficacité technique de la conception sont possibles d'ici 5 à 7 ans, à l'exclusion de l'énergie éolienne et des carburants de remplacement, environ un tiers a répondu 0 à 5%, 5 à 10% et 10 à 15%. Cependant, ceux qui ont répondu 5-10% et 10-15% incluaient généralement des carburants alternatifs et des mesures opérationnelles. La majorité des chantiers navals ont répondu de 0 à 5 %, et une proportion légèrement plus faible a répondu de 5 à 10 %.

Au cours du projet, l'OMI a approuvé un ensemble d'amendements à l'annexe VI de MARPOL qui mettent en place une exigence obligatoire en matière d'intensité carbone. Ainsi, alors que l'EEDI est un ensemble d'exigences de conception évaluées à une certaine condition de charge fixe et de la puissance du moteur en mettant l'accent sur l'efficacité en cours (avec une prise en compte symbolique de la charge électrique), l'indicateur d'intensité carbone (CII) prend en compte la consommation totale de carburant sur une année, en tenant compte de toutes les conditions de chargement, des profils opérationnels et des charges non propulsives rencontrées tout au long de l'année. Ainsi, l'EEDI est vraiment un instantané de l'efficacité énergétique, tandis que le CII est une mesure complète, bien que toujours imparfaite, de l'efficacité énergétique. Cela modifie le rôle de l'EEDI et signifie que les navires qui ne pourraient pas être réglementés équitablement ou efficacement dans le cadre du régime de l'EEDI peuvent toujours l'être efficacement par le cadre de la CII.

La première série de recommandations couvre les technologies déjà traitées dans mePC.1 Circ.815. En ce qui concerne la lubrification à l'air, il a été recommandé d'élaborer des méthodes d'essai en cuve et d'utilisation des performances en service, ainsi que des procédures de correction pendant les essais. Pour la propulsion éolienne, il est nécessaire de mettre en place une méthodologie pour confirmer les gains de performance par les essais en mer, ainsi que des alternatives à l'utilisation de la Global Wind Matrix. Il convient également de faire une distinction entre les économies modestes et substantielles dues à l'énergie éolienne, cette dernière devant peut-être être classée dans la catégorie des propulsions non conventionnelles et donc exemptée de l'EEDI en raison des contraintes involontaires imposées par la méthode de calcul de l'EEDI. Ces navires seraient toujours soumis au cadre de la CII et démontreraient l'efficacité de la technologie de propulsion éolienne.

En ce qui concerne les systèmes de récupération de la chaleur résiduelle, nous recommandons de réduire l'incitation trop généreuse accordée à ces systèmes, afin d'être en conformité avec d'autres technologies comparables telles que les générateurs à arbre, en notant que même avec des incitations de calcul aussi généreuses, l'adoption a été limitée.

En ce qui concerne la propulsion non conventionnelle, en particulier en ce qui concerne la propulsion diesel-électrique, nous notons que les hypothèses de calcul diffèrent entre les méthaniers et les navires de croisière à passagers, et qu'un facteur de correction statique pour compenser les pertes dans un système diesel-électrique n'est pas approprié et peut avoir l'incitation perverse d'encourager l'utilisation de systèmes diesel-électriques lorsque les améliorations réelles de l'efficacité dans l'ensemble du profil d'exploitation ne sont pas suffisantes. Il y a également un problème important avec la modification de l'EEDI à évaluer à travers un profil d'exploitation alors que l'ICI sera réellement suffisant pour démontrer l'efficacité. Ainsi, étant donné que seulement 0,395 % des émissions du transport maritime sont dues au diesel-électrique, nous recommandons que les travaux sur la propulsion diesel-électrique avec EEDI soient interrompus.

Une sous-catégorie de propulsion non conventionnelle est appelée propulsion hybride, mais n'est définie nulle part, ce qui entraîne une confusion généralisée sur le type de propulsion dont il s'agit. L'origine du terme signifiait un mélange de propulsion conventionnelle et non conventionnelle, c'est-à-dire entraînement direct + moteur PTI / arbre, mais certaines interprétations actuelles suggèrent une batterie hybride. Nous recommandons que les hybrides soient clairement clarifiés et, en particulier, ceux qui font des économies au point d'exploitation non EEDI soient exemptés.

Les batteries peuvent être utilisées dans un certain nombre de modes différents – comme rasage de pointe, comme réserve de rotation ou comme source d'alimentation principale pour tout ou partie d'un voyage. Le potentiel d'économie d'énergie de ces différents modes est différent, et un navire peut utiliser des batteries dans certains ou tous ces modes. L'EEDI suppose cependant une SFOC optimale et donc le rasage de pointe peut ne pas être crédité, tandis que les batteries utilisées lors des manœuvres n'ont également aucun effet. Et si les batteries doivent être chargées à partir de la terre, il n'y a pas de méthodologie pour l'inclure dans le calcul de l'EEDI. Nous avons envisagé 4 options, dont deux nécessitent la collecte de quantités importantes de données opérationnelles. Les autres options sont de calculer les économies obtenues via le profil opérationnel prévu et de l'appliquer comme facteur à l'EEDI atteint, ou d'avoir la possibilité d'exempter les navires équipés d'une capacité de batterie supérieure à un certain seuil de l'EEDI et de permettre que ceux-ci soient réglementés par la CII. Il convient de noter aujourd'hui que les navires équipés de batteries n'incluent pas ces détails dans le dossier technique de l'EEDI.

En ce qui concerne la question du glissement du méthane, il est nécessaire de différencier les moteurs à glissement élevé et faible du méthane et nous proposons une méthodologie pour inclure le glissement du méthane dans les directives de calcul de l'EEDI. Dans cette méthodologie, nous utilisons le GWP<sub>20</sub> de 84, ce qui signifie que le bénéfice du GNL est annulé à partir d'environ 1,1 g / kWh de glissement de méthane. Bien que la méthodologie de calcul soit simple à mettre en œuvre, le plus grand défi est la nécessité d'élaborer un régime de mesure et de certification robuste.

Le facteur carbone  $C_f$  fonctionne raisonnablement bien dans l'EEDI pour les combustibles fossiles qui contiennent du carbone (notant que nous utilisons le carbone comme indicateur de l'efficacité énergétique, mais cela change la validité de la comparaison lorsque des combustibles à faible teneur en carbone sont utilisés), mais pour la baisse des carburants avec élimination du carbone en amont, cela n'est pas pris en compte et n'est pas différent de leurs équivalents combustibles fossiles aux fins du calcul de l'EEDI. Étant donné que l'EEDI est un indice de conception, il devrait y avoir une modification technique qui conduit à un changement dans l'efficacité énergétique. L'utilisation de la baisse des carburants (tels que les



biocarburants) n'entraîne aucun changement de technologie à bord, l'ampleur de l'utilisation de la baisse des carburants n'est pas non plus connue au stade de la conception et le cadre de l'EEDI ne peut pas contrôler l'utilisation de ces carburants. Par conséquent, nous recommandons que seuls les facteurs de carbone du réservoir pour réveiller soient utilisés. L'ammoniac et l'hydrogène obtiendront un  $C_f$  de zéro, nous pensons que c'est raisonnable compte tenu du coût d'investissement élevé de l'utilisation de ces carburants à bord et de la nécessité d'ajuster la conception du navire pour accueillir de plus grands volumes de carburants à haut risque.

La méthode de calcul des bicarburants devra peut-être être modifiée plus sérieusement à la lumière du cadre de la CII, mais des ajustements mineurs devraient être apportés pour tenir compte des carburants alternatifs qui sont des liquides (le texte actuel ne fait référence qu'au gaz) et des carburants ayant un pouvoir calorifique beaucoup plus faible.

La faisabilité de l'évaluation de l'EEDI sur un profil d'exploitation au lieu d'un point unique a été étudiée. Pour les vraquiers et les pétroliers, il est possible d'inclure à la fois le ballast et le tirant d'eau de la ligne de chargement d'été, mais cela entraînera une réduction de l'EEDI atteint dans l'ensemble, qui sera comparée à la ligne de référence de l'EEDI qui est à l'état de tirant d'eau de la ligne de charge d'été. Donc, pour changer cela, il faudra créer de nouvelles lignes de base. Pour les porte-conteneurs, il existe un éventail beaucoup plus large de profils d'exploitation, de tirant d'eau et de vitesses et le potentiel d'un EEDI pertinent représentatif du profil d'exploitation est limité. En effet, le règlement CII traite déjà du profil opérationnel complet et il n'est pas clair à ce stade quelle est la valeur ajoutée de sa mise en œuvre dans l'EEDI.

Le facteur météorologique  $f_w$  représente la perte de vitesse dans les vagues, mais bien que le paramètre existe dans les directives de calcul EEDI, il n'est pas utilisé. Des calculs ont été effectués indiquant que les navires plus récents perdent généralement plus de vitesse dans les vagues que les navires plus anciens, mais la courbe standard de l'OMI pour  $f_w$  est trop conservatrice et incapable de faire des distinctions. Le défi est que  $f_w$  est dans le dénominateur, donc plus la perte de vitesse est importante, plus l'EEDI atteint devient mauvais. Nous proposons trois options, pour calculer l'EEDI avec et sans  $f_w$  mais conserver les conditions météorologiques EEDI atteintes à titre d'information seulement; imposer une valeur minimale de  $f_w$ , et réviser les lignes de base pour inclure  $f_w$ .

Pour la puissance auxiliaire, lorsque des mesures d'économie d'énergie sont mises en œuvre, telles que des entraînements à fréquence variable, les économies calculées doivent être directement déduites des valeurs  $P_{AE}$  dérivées en supposant certaines valeurs d'économies par défaut plutôt que de recourir à un tableau de puissance électrique simplement parce qu'il y a trop de variabilité dans la demande de puissance auxiliaire sur les navires. Pour les navires à passagers (croisière et passagers rouliers) qui sont tenus d'utiliser un tableau de puissance électrique, nous proposons d'inclure un nouveau facteur de service de capacité  $k_c$  pour tenir compte des appareils à commande variable qui n'utilisent jamais leur pleine puissance nominale.

En ce qui concerne les taux de réduction, les navires sont déjà hautement optimisés pour l'efficacité énergétique et le potentiel d'amélioration progressive de l'efficacité énergétique de la conception est limité. Ceci est démontré par la stagnation ou l'amélioration très mineure des valeurs EEDI atteintes d'année en année dans la base de données EEDI de l'OMI. Il y a bien sûr plus de potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique opérationnelle, mais cette question est abordée dans l'ICI. Il n'y a que quelques solutions de conception qui ne sont pas

encore largement mises en œuvre et qui peuvent entraîner des améliorations de 5% ou plus, à savoir l'assistance au vent, la lubrification de l'air et les carburants alternatifs. Parmi ceux-ci, les carburants alternatifs offrent la plus grande certitude dans le calcul de l'EEDI, mais cela dépend de la disponibilité de ces carburants alternatifs. Par conséquent, nous ne pensons pas qu'il soit approprié de suggérer un taux de réduction pour la phase 4 lorsque la forme future de l'EEDI pourrait devoir être modifiée de manière substantielle afin de compléter le cadre de l'ICI, les mesures fondées sur le marché et l'ACV des carburants. Nous pensons qu'il est préférable d'attendre qu'il y ait un retour d'information sur la mise en œuvre de ces autres mesures avant de prendre une décision.

En ce qui concerne le calendrier de début de la phase 4, nous notons que le point de vue du groupe de correspondance EEDI est pour 2027 ou 2030, basé sur l'ajout d'un bloc de 5 ans aux dates de début actuelles de la phase 3. En général, les types de navires dont la date de début de la phase 3 a été accélérée jusqu'en 2022 (navires de charge générale, navires de croisière à passagers, méthaniers, transporteurs de gaz au-dessus de 15 000 tnt) sont généralement dus au fait que les lignes de référence initiales ont été mal tracées ou que les conditions du marché ont modifié les vitesses de conception par rapport à la moyenne entre 1998 et 2008 qui a servi de base à l'EEDI. Sinon, le taux d'amélioration n'est pas différent des autres types de navires avec la phase 3 à partir de 2025 en termes d'optimisation progressive de l'efficacité énergétique.

Par conséquent, pour la phase 4, nous proposerions de réaligner les dates pour tous les types de navires en conjonction avec la révision des lignes de base. Nous recommandons que 2027 soit trop tôt pour commencer la phase 4 et qu'une date ultérieure devrait être envisagée. En raison de la nécessité de la gestion du gaz d'ébullition, il faut supposer que les méthaniers ne sont pas en mesure de passer à d'autres carburants de remplacement.

Comme cela a été mentionné à plusieurs reprises, avec l'avènement de la mesure CII et d'autres mesures en cours, la nécessité et la pertinence de l'EEDI doivent être évaluées.

Une considération est que nous sommes dans une période de transition, passant de l'efficacité énergétique de conception à une combinaison d'efficacité énergétique opérationnelle, puis à une transition vers un carburant de remplacement zéro carbone et la propulsion, et il est donc prudent d'évaluer si les instruments réglementaires antérieurs sont remplacés par un nouveau cadre qui est tout aussi efficace ou plus. Si c'est le cas, il devrait y avoir un processus pour supprimer les instruments réglementaires antérieurs. Pour l'instant, jusqu'à ce que nous ayons l'expérience de la mise en œuvre et des résultats du cadre cii, l'EEDI reste important, mais cela pourrait changer après 2026 avec la fixation des taux de réduction pour 2027-2030.

Une option consiste à ce que l'EEDI devienne basé sur l'énergie, c'est-à-dire à interdire l'utilisation de tout  $C_f$  autre que celui de MGO, le concept étant que cela garantira un niveau minimum d'efficacité énergétique, laissant le cadre CII pour assurer la transition énergétique. Le défi avec cette option est que les navires qui utilisent des carburants de remplacement ont généralement moins de port en lourd pour la même taille de navire en raison des systèmes de confinement et de manutention du carburant par rapport à un navire conventionnel avec seulement des réservoirs de carburant liquide. Dans un calcul EEDI, cela réduira la taille du dénominateur tandis que le numérateur restera le même et se comparera donc défavorablement aux navires à carburant conventionnel.

En outre, il y aura un problème concernant le SFOC pertinent à utiliser. Cela pourrait être une option pour les navires principalement bicarburant où le moteur est capable d'utiliser MGO.

Cependant, l'utilisation de cette solution nécessitera une réévaluation en gros des taux de réduction et, pour certains navires, même les taux de réduction de la phase 3 pourraient ne plus être réalisables sans l'option d'un carburant de remplacement.

Il est toutefois clair qu'une telle modification de l'EEDI nécessitera de nouvelles bases de référence et une réécriture importante des lignes directrices de calcul.

## **EU**

### **In person**

All over the European Union there are hundreds of Europe Direct information centres. You can find the address of the centre nearest you at:

[https://europa.eu/european-union/contact\\_en](https://europa.eu/european-union/contact_en)

### **On the phone or by email**

Europe Direct is a service that answers your questions about the European Union. You can contact this service:

- by freephone: 00 800 6 7 8 9 10 11 (certain operators may charge for these calls),
- at the following standard number: +32 22999696, or
- by email via: [https://europa.eu/european-union/contact\\_en](https://europa.eu/european-union/contact_en)

## **FINDING INFORMATION ABOUT THE EU**

### **Online**

Information about the European Union in all the official languages of the EU is available on the Europa website at: [https://europa.eu/european-union/index\\_en](https://europa.eu/european-union/index_en)

### **EU publications**

You can download or order free and priced EU publications from: <https://publications.europa.eu/en/publications>. Multiple copies of free publications may be obtained by contacting Europe Direct or your local information centre (see [https://europa.eu/european-union/contact\\_en](https://europa.eu/european-union/contact_en) ).

### **EU law and related documents**

For access to legal information from the EU, including all EU law since 1952 in all the official language versions, go to EUR-Lex at: <http://eur-lex.europa.eu>

### **Open data from the EU**

The EU Open Data Portal ( <http://data.europa.eu/euodp/en> ) provides access to datasets from the EU. Data can be downloaded and reused for free, for both commercial and non-commercial purposes.

