

RAPPORT

Versnelling Uitrol Walstroom

Deelproject 1, fase 1:
Inventarisatie standaarden

Versie: 1.0

Status: finale versie

Datum: 21-09-2022

Kenmerk: C24--HS-RAP-22006752

IMAVERE
LIMASSOL
IMO 9612325

Autorisatieblad

Versnelling Uitrol Walstroom

Deelproject 1, fase 1: Inventarisatie standaarden

	Naam	Akkoord	Datum
Opgesteld door	Florian Simonsen, Yannick van Til	Ja	14-09-2022
Gecontroleerd door	Marielle Vosbeek	Ja	14-09-2022
Vrijgegeven door	Bart Bouwens	Ja	21-09-2022

Versiehistorie

Versie	Naam	Datum	Korte toelichting
0.1	Florian Simonsen, Yannick van Til	14-09-2022	Initiële versie
1.0	Florian Simonsen	21-09-2022	Finale versie

Executive summary

For transitioning to a cleaner and low emission maritime sector, it is essential to increase the number of ships and harbors equipped with shore power installations. With shore power connections, ships can turn off their diesel generators during harbor calls, and instead supply their on-board power demands by renewable shore power. There is also an increasing need to implement shore power connections due to the EU Fit-for-55 package, which will require shore power to be installed by 2030 for certain large vessels. Ports, shipping companies and shipbuilders are very aware of the steps that need to be taken to facilitate a sustainable, reliable and affordable energy supply in their sector as well. However, for certain type of vessels there is a clear need in the market for standardization of ship to shore power connections.

In order to speed up the implementation of shore power connections in the Netherlands, the Dutch Ministry for Infrastructure and Water Management is financing a range of projects, managed by a consortium of the Port Authorities of Rotterdam and Amsterdam, Stena Line, and the Royal Association of Netherlands Shipowners (KNVR). This report entails the results of phase 1 of deelpoort 1: an inventory of the existing and missing standards for shore power connections. Besides desk research, the findings are based on 33 expert interviews with stakeholders from port authorities, shipping companies and ship yards, as well as standardization experts.

The results show that for some segments the standardization is already well developed and accepted in the market. For vessels with a power demand above 1 MVA, with high voltage connections, the existing IEC standard is sufficient and made mandatory within the EU. This counts for container vessels, Roll-on-Roll-off (RoRo) vessels, and cruise ships. However, for tankers and LNG carriers, further specification is needed. For inland shipping most stakeholders agree that with the Powerlock a common connection standard is used for connection above 125A. Similarly, for vessels with a small power demand, with connections of less than 125 A, most stakeholders do not see any issues with the standards for shore power connection. Here, simple CEE plugs are used and the installation is not very complex..

However, for vessels that require a low voltage (LV) connection of more than 125 A (but with power demand below 1 MVA), the standards are not clear. While for this segment a IEC pre-standard exists that is currently being developed into a standard, as of now, many stakeholders are unsure what kind of specifications to use for shore power installations in this segment. This results in the fact that for example shipping companies are waiting to install connections, until either a standard is developed, or until the harbors decide on certain specifications. There is also a potential risk of proliferation of various non-compatible solutions. Shore power connections that have been installed in this segment so far are usually implemented at dedicated terminals.

In order to accelerate the uptake of shore power connections, it is essential to speed up and facilitate the process of standardization, especially in the LV segment (>1 MVA). This includes to support and influence the work of the IEC working group, as well as to strengthen the national Dutch IEC commission (NEN NEC 18). Furthermore, large harbors such as the Port of Rotterdam can take a leading role by moving ahead with the development of shore power projects that are in line with the already known aspects of the new IEC standard. This way, they can influence and manifest the most relevant aspects of the standard.

At the same time, there are also limitations as to what standardization can achieve. There is always an analysis needed of the fleet of vessels that moor at a certain terminal, based on which decisions on voltage levels and power supply can be made. Finally, it is very important to note that implementing a standard for LV connections is not just a matter of making technical choices. Important decisions of a strategic-political nature also need to be taken. These decisions concern, among other things, who is going to make which investments for the connections on both shore and ship side.

Inhoudsopgave

Executive summary

Introductie

1 Doel en aanpak

2 Bevindingen

2.1 Samenvatting interviews

2.1.1 Interviews Havenbedrijven

2.1.2 Interviews Rederijen en Scheepsbouwers

2.1.3 Interviews Aanbieders van walstroomvoorzieningen

2.1.4 Interviews IEC werkgroep/standaardisatie

2.2 Overzicht standaarden

2.2.1 High voltage standaard, HVSC: IEC 80005-1

2.2.2 Low voltage standaard, LVSC: IEC/PAS 80005-3

2.2.3 Kleine vermogens (tot 125 A) en binnenvaart

2.3 Verwachte toekomstige ontwikkelingen

3 Conclusies en aanbevelingen

3.1 Conclusies / Probleemstelling

3.2 Aanbevelingen

Referenties en nuttige links

Bijlage

Colofon

1
2
5
5
5
6
7
7
8
9
11
13
14
16
16
16
18
19
21

Introductie

Aanleiding

De energietransitie is een belangrijk thema in de maritieme sector. Havens, rederijen en scheepsbouwers zijn zich zeer bewust van de stappen die genomen moeten worden om ook in hun sector een duurzame, betrouwbare en betaalbare energievoorziening te faciliteren. Walstroom is een van de oplossingen om in de duurzame energievoorziening te voorzien. Tevens zorgt walstroom voor een betere lokale luchtkwaliteit, wat met name in de stedelijke havengebieden erg belangrijk is.

Er is een duidelijke behoefte in de markt aan de standaardisatie van walstroomaansluitingen. Die brede behoefte is er aan de zijde van havenbedrijven, scheepsbouwers, rederijen en overige stakeholders met name omdat deze partijen ervoor willen zorgen dat walstroominstallaties ook daadwerkelijk kunnen worden gebruikt. Het is daarom noodzakelijk om hier meer eenduidigheid in te verkrijgen en om waar mogelijk de implementatie van standaardisatie te versnellen. Met die reden is er door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) een subsidieproject opgezet die door een stuurgroep van de havenbedrijven Rotterdam en Amsterdam, de KNVR (Koninklijke Vereniging van Nederlandse Reders) en Stena Line geleid wordt. Dit subsidieproject is opgedeeld in een aantal deelprojecten. Deelproject 1 betreft de standaardisatie van wal-schip aansluitingen en is onderverdeeld in verschillende fases:

- Fase 1: de inventarisatie van standaarden voor walstroomaansluitingen
- Fase 2: ontwikkeling van een aanbeveling voor de uitwerking van standaarden .
- Fase 3: het daadwerkelijk uitschrijven van standaarden; tevens de uitrol van lobbyactiviteiten en de fysieke technische aanleg.

Dit rapport bevat alleen de aanpak en de resultaten van fase 1 van deelproject 1: Standaardisatie wal-schip aansluiting

Leeswijzer

In dit rapport zal eerst het doel en de aanpak van fase 1 van deelproject 1 besproken worden in hoofdstuk 1. Ook wordt in dit hoofdstuk toegelicht welke stakeholders allemaal betrokken en geïnterviewd zijn voor dit project. In hoofdstuk 2 zullen de bevindingen besproken worden: De resultaten van interviews met verschillende groepen stakeholders worden in hoofdstuk 2.1 samengevat. In hoofdstuk 2.2 wordt een overzicht van de bestaande standaarden gepresenteerd en worden de inzichten uit interviews met betrekking tot deze standaarden besproken. Hoofdstuk 2.3 legt uit hoe stakeholders naar de verwachte ontwikkelingen van walstroomaansluitingen en de standaarden kijken. Tot slot zal in hoofdstuk 3 een conclusie getrokken worden van het onderzoek voor fase 1 van deelproject 1, gevolgd door eerste aanbevelingen.

1 Doel en aanpak

1.1 Doel en context

Het ultieme doel van het subsidieproject is het versnellen van de toepassing van walstroom in Nederland. Daarom is in fase 1 van deelproject 1 door middel van het interviewen van stakeholders en door het doen van deskresearch geïnventariseerd wat de huidige status is van de standaardisatie van de wal-schip aansluiting¹. Door inzicht te verwerven kan de probleemstelling bepaald worden: waar standaardisatie voldoende is, waar knelpunten zijn en waar nog verbeteringen nodig zijn. De resultaten van fase 1 vormen een basis voor de volgende fases, waarin deze informatie omgezet wordt in een advies voor de minister van Infrastructuur en Waterstaat voor de standaardisatie van LV aansluitingen van 125A-1MVA. Ook kunnen de inzichten gedeeld worden met commissies die (inter)nationaal werken aan de standaardisatie van walstroom². De optelsom zal moeten leiden tot een pragmatische handreiking waar de overheid en de sector concrete stappen mee kunnen zetten richting een versnelling van de uitrol van walstroomaansluitingen.

De inventarisatie in fase 1 leidt tot een overzicht van wat er speelt in de markt; omdat diverse voor het Havenbedrijf Rotterdam bekende stakeholders zijn geïnterviewd zullen bepaalde inzichten bekend voorkomen. Onderstaande figuur geeft schematisch weer welke bijdrage fase 1 heeft voor deelproject 1. De verwachting is dat door dit deelproject de versnelling van walstroom verder in gang gezet gaat worden.



Figuur 1: De voorgestelde aanpak bij de offerte.

¹ Het is belangrijk een duidelijk onderscheid te maken tussen een walstroomaansluiting en een werfaansluiting. Dit onderzoek en rapportage heeft betrekking op walstroomaansluitingen, waarmee aansluitingen tussen wal en schip tijdens haven calls worden bedoeld, met als doel generatoren op het schip uit te schakelen. De wal-schip aansluiting is een standaardprocedure tijdens havenbezoeken met gebruikmaking van standaardstekkers. Werfaansluitingen daarentegen leveren stroom tijdens dokperiodes in de werf. Dit soort aansluiting is echter geen "plug and play", maar vereist dat het schip "dark" gaat. Er is dus geen stekker, maar er wordt een harde draadverbinding aangelegd, waarvoor het nodig is kasten e.d. te openen. Een werfaansluiting is niet geschikt om zware verbruikers aan boord te laten werken, wat betekent dat de normale scheepsoperaties zoals bijvoorbeeld het pompen van lading niet via deze verbinding kunnen worden uitgevoerd.

² De Internationale Elektrotechnische Commissie (IEC) ontwikkelt en publiceert internationale normen voor elektrische componenten en apparatuur, waaronder de IEC 80005 series, die betrekking heeft op wal-schip aansluitingen.

1.2 Aanpak onderzoek

Input werd verzameld door middel van deskresearch, informatie van opdrachtgevers, alsmede door het afnemen van interviews met stakeholders.

Binnen de deskresearch zijn de bestaande IEC (pre-)standaarden als vertrekpunt gehanteerd. Daarnaast is gebruik gemaakt van rapporten en presentaties over walstroomaansluitingen van onder meer de European Maritime Safety Agency (EMSA), havenbedrijven en van aanbieders van walstroomvoorzieningen. Deze materialen zijn deels gevonden via deskresearch en deels ontvangen van de opdrachtgevers en geïnterviewde stakeholders.

In totaal zijn 33 interviews met stakeholders afgenomen. In samenwerking met het consortium van opdrachtgevers is een eerste lijst van stakeholders opgesteld, en in de loop van het proces zijn extra stakeholders aan de lijst toegevoegd. Het was de bedoeling een beeld te krijgen van de belangrijkste stakeholders die betrokken zijn bij de implementatie van walstroom, om zo een idee te krijgen van de huidige standaardisatieprocessen, alsmede van de ontwikkelingen in de markt, zowel aan wal- als aan scheepzijde. De geïnterviewde stakeholders worden ingedeeld in de volgende categorieën: havenbedrijven, aanbieders van walstroomvoorzieningen, scheepsbouwers, rederijen, standaardisatie experts en overige partijen.

De interviews duurden meestal 45-60 minuten en werden gevoerd via Microsoft-teams. De interviews waren semi-gestructureerd, wat betekent dat een reeks open vragen werd gebruikt als leidraad voor het interview, maar dat de geïnterviewden ook aanvullende inzichten konden verschaffen die niet noodzakelijkerwijs door de vragen werden behandeld. Op die manier werd gegarandeerd dat alle relevante aspecten aan bod kwamen.

1.3 Overzicht Interviews

De stakeholders die benaderd zijn, zijn onderverdeeld in de categorieën havenbedrijven, aanbieders van walstroomvoorzieningen, scheepsbouwers, rederijen, standaardisatie experts en overige partijen. In totaal zijn 38 organisaties benaderd en dit heeft geleid tot 34 interviews met mensen van 29 verschillende organisaties (Figuur 2).

Type organisatie	Organisatie
Havenbedrijven	Havenbedrijf Rotterdam
Havenbedrijven	Havenbedrijf Valencia
Havenbedrijven	Havenbedrijf Antwerp
Havenbedrijven	Havenbedrijf Barcelona
Havenbedrijven	Havenbedrijf Le Havre
Havenbedrijven	Havenbedrijf Los Angeles
Havenbedrijven	Havenbedrijf Vancouver
Havenbedrijven	Havenbedrijf Hamburg
Havenbedrijven	Havenbedrijf Amsterdam
Aanbieders van walstroomvoorzieningen	ABB
Aanbieders van walstroomvoorzieningen	Schneider
Aanbieders van walstroomvoorzieningen	Cavotec
Aanbieders van walstroomvoorzieningen	Siemens
Scheepsbouwers	Damen
Rederijen	Wagenborg
Rederijen	Vroon
Rederijen	ES-tankers
Rederijen	BC ferries
Rederijen	Wilson Agency
Rederijen	Blueday/Eimskip
Rederijen	Stenaline
Rederijen	KVNR
Standaardisatie	IEC werkgroep TC18 Secretariat
Standaardisatie	IEC werkgroep TC18 Members
Standaardisatie	IEC JWG 28 Convenor
Standaardisatie	IEC JWG 28 Members
Standaardisatie	NL Normcommissie NEC 18 voorzitter
Standaardisatie	Norway Normcommissie NEC 18 voorzitter
Overige partijen	Joulz
Overige partijen	Walstroomcollectief
Overige partijen	Green Award Foundation

Figuur 2: Overzicht van stakeholders waarvan een interview plaats heeft gevonden³.

³ De verschillende standaardisatie groepen binnen de IEC worden in hoofdstuk 2.1.4 verder toegelicht.

2 Bevindingen

In dit hoofdstuk worden de bevindingen van fase 1 van deelproject 1 behandeld. In hoofdstuk 2.1 worden de interviews samengevat per categorie geïnterviewden. De huidige status van de standaardisatie van walstroom wordt toegelicht in hoofdstuk 2.2. De verwachte toekomstige ontwikkelingen worden benoemd in hoofdstuk 2.3.

2.1 Samenvatting interviews

In de volgende sub paragrafen wordt een kort overzicht gegeven van de inzichten per categorie geïnterviewden. De interviews worden hier samenvattend weergegeven waarin alle besproken onderwerpen aan de orde komen. In paragraaf 2.2 worden de specifieke zaken per type standaard weergegeven die uit de interviews naar voren zijn gekomen. Hierdoor kan het voorkomen dat enkele onderwerpen meerdere keren benoemd worden in hoofdstuk 2.

2.1.1 Interviews Havenbedrijven

Voor het verkrijgen van inzichten van havenbedrijven werden de leden van werkgroep 3 (*Power2Ship*) van het *World Ports Climate Action Program (WPCAP)* als uitgangspunt voor de interviews genomen. Aangenomen werd dat deze havens koplopers zouden zijn met betrekking tot de implementatie van walstroombaaninstallaties, en dus de meest relevante input konden leveren. De havens van Antwerpen, Hamburg, Le Havre, Los Angeles, Rotterdam, Valencia en Vancouver zijn in deze werkgroep vertegenwoordigd. Daarnaast is gebruik gemaakt van de input van de haven van Amsterdam, van groot belang als consortiumpartner, en is gesproken met een aantal Noorse havens met walstroomaansluitingen. Deze Noorse havens fungeren momenteel namelijk als koplopers op dit gebied. Zij wachten niet op een standaard maar gaan uit van het lerend effect door samenwerkingen aan te gaan.

Vooraf voor de grote internationale havens ligt, tot dusver, de nadruk bij de uitvoering van walstroomaansluitingen op de grote schepen (containerschepen, roll-on roll-off schepen (RoRo's) en cruiseschepen) met een vermogensbehoefte van meer dan 1 MVA (in de scheepvaart ook wel als "High Voltage", HV, aangeduid). Er zijn verschillende redenen hiervoor:

- Door walstroomaansluitingen voor grote schepen te faciliteren kunnen met weinig ligplaatsen grote besparingen behaald worden.
- In sommige havens, zoals Los Angeles en Barcelona, varen vooral grote schepen. Het aandeel van kleinere schepen (zoals bijvoorbeeld coasters, met een lager vermogensbehoefte dan 1 MVA), die in deze havens aanmeren is klein.
- De *FuelEU Maritime proposal*, wat onderdeel is van de Europese *Fit for 55 deal*, vereist dat voor deze kleinere schepen de implementatie van walstroomaansluitingen vanaf 2030 beschikbaar is⁴. Afgezien van bepaalde segmenten, zoals tankers en LNG carriers, geven de meeste havens aan dat in het HV-segment (een vermogensvraag boven de 1 MVA), de bestaande IEC-standaarden voldoende zijn. Er werden echter enkele aspecten genoemd die voor verbetering vatbaar zijn (deze worden verder besproken in hoofdstuk 2.2.1).

Terwijl alle geïnterviewde havens al HV-walstroomaansluitingen hebben of van plan zijn deze in de nabije toekomst te realiseren, zijn laagspanningsaansluitingen (LV) met een vermogensvraag boven de 125 A (en onder de 1 MVA) voor de meeste grotere havens niet het aandachtspunt. In het LV-segment hebben bijna alle havens walstroomaansluitingen beschikbaar voor kleine stroombehoeften, tot 125 A, die via eenvoudige CEE-connectoren en kabels van het schip worden geleverd. Deze aansluitingen zijn bijvoorbeeld bedoeld voor de schepen met een lage vermogensvraag zoals sleepschepen, inspectieschepen of binnenschepen en in de meeste havens wordt hier geen grote behoefte aan verdere standaardisatie gezien. Er zijn momenteel echter zeer weinig

⁴ [Fit for 55' package: The FuelEU Maritime proposal](#)

walstroombestemmingen voor stroombehoeften groter dan 125 A en vermogensvragen onder de 1 MVA (LV-segment). De meest genoemde reden hiervoor is het ontbreken van standaarden voor dit segment. Wanneer in havens walstroom in dit segment wordt aangelegd, wordt deze gebruikt voor specifieke terminals met een dedicated aansluiting; bijvoorbeeld wanneer dezelfde ferry steeds in dezelfde ferryterminal aanlegt, of voor luxe jachten. In Noorwegen zijn al meer aansluitingen in dit segment aangelegd, een overzicht hiervan is te vinden in Bijlage 1.

De implementatie van walstroombaansluitingen in terminals waar het onduidelijk is welke soorten schepen aanmeren, dus schepen met verschillende stroombehoeften (LV en HV), wordt als een nog grotere uitdaging gezien. Deze uitdaging wordt met name door het Havenbedrijf Rotterdam en het Havenbedrijf Hamburg herkend. De ervaringen tot nu toe met walstroombaansluitingen laten zien dat per terminal en kade altijd een analyse nodig is van welke schepen aanmeren, met welke spanningsniveaus en welke frequenties. Op basis van die analyse moet een keuze voor een walstroombestemming worden gemaakt. Standaardisatie van de wal-schip aansluiting is essentieel, maar er zal altijd per locatie gekeken moeten worden naar de specifieke inrichting (spanning, frequentie, maar natuurlijk ook plaatsing etc.).

2.1.2 Interviews Rederijen en Scheepsbouwers

Naast de inzichten uit de havens is het ook belangrijk om inzicht te krijgen in hoe de scheepskant aankijkt tegen standaardisatie van walstroombaansluitingen, en waar de rederijen en scheepsbouwers de belangrijkste knelpunten voor implementatie zien. De selectie van rederijen en scheepsbouwers is gebaseerd op input van het consortium van opdrachtgevers, met een focus op Nederlandse bedrijven. Hoewel ook enkele grote internationale rederijen en scheepsbouwers zijn benaderd (zoals Maersk, MSC, Samsung Heavy Industries en Hyundai Heavy Industries) konden hiermee vooralsnog geen interviews plaatsvinden. Additionele interviews met deze internationale partijen kunnen tot een nog beter beeld leiden van hoe globaal met de vraag van walstroombaansluitingen wordt omgegaan. De verwachting is met name nog meer inzicht te kunnen verkrijgen in de aansluitingen voor schepen met een vermogensvraag van minder dan 1 MVA (dus LV) en in aansluitingen voor schepen die aan kades afmeren waar ook containerschepen liggen (bijvoorbeeld container feeders), dus kades waar zowel LV als ook HV aansluitingen nodig zijn.

Slechts weinig van de geïnterviewde partijen hebben tot dusver walstroombaansluitingen op hun bestaande vloot geïnstalleerd. En indien dit wel het geval is, dan is deze meestal geïnstalleerd op schepen die een kleine stroombehoefte hebben en dus via CEE-stekkers van maximaal 125 A kunnen worden voorzien. De schepen die wel een walstroombaansluiting aan boord hebben en een grotere vermogensvraag hebben dan 125 A, zijn voornamelijk schepen die altijd op specifieke terminals aanmeren, zoals ferries. Alle bedrijven waarmee gesproken is, zijn van plan om in de nabije toekomst ook walstroombaansluitingen te installeren voor schepen met grotere stroombehoeften. Voor walstroombaansluitingen van meer dan 125 A weten de meeste partijen echter niet welke configuraties zij op deze schepen moeten installeren. Zij wachten ofwel tot de IEC-standaard verder is ontwikkeld, ofwel tot meer havens een keuze maken waaraan zij zich kunnen conformeren. Voorkeur vanuit de rederijen is om voor LV aansluitingen kabelbeheerssystemen en frequentieomvormers aan de wal kant aan te leggen, en dat havens gewoon de spanningsniveaus aanbieden die zij nodig hebben. Sommige rederijen die wel de stap durven te nemen zijn van plan duurdere systemen te implementeren die zich flexibel kunnen aanpassen aan verschillende spannings-/frequentieconfiguraties aan de walzijde. Rederijen en scheepsbouwers verwachten dat, zolang er geen internationale standaard is, beslissingen over walstroombestemmingen alleen op basis van bilaterale overeenkomsten tussen terminals en rederijen zullen worden genomen en dus slechts langzaam uitgerold worden.

Voor rederijen is het essentieel dat voor het bepalen van een walstroombaansluiting de spanningsniveaus en frequenties op het schip en op de wal aan elkaar gematched worden, zodat de investeringen op schepen beheersbaar blijven. De meeste zeeschepen draaien op 60 Hz, met in het LV-segment 400 V, 440 V of 690 V en in het HV-segment 6,6 kV of 11 kV. Voor HV wordt in de bestaande IEC-standaard (zie hoofdstuk 2.2.1) besproken hoe het kabelbeheersysteem moet worden

geplaatst. Voor kleinere LV-schepen (met zeer beperkt aanwezige procesruimte aan boord) betwijfelen rederen en scheepsbouwers of er voldoende ruimte aan boord is om kabelbeheersystemen te implementeren, en verwachten zij dat de kabel vanaf de wal zal moeten worden geleverd.

2.1.3 Interviews Aanbieders van walstroomvoorzieningen

Aangezien de aanbieders van walstroomvoorzieningen belangrijke stakeholders zijn bij de invoering van walstroom aansluitingen, is ook een aantal aanbieders van apparatuur geïnterviewd. Volgens de ondervraagden is de grootste uitdaging niet van technische aard, aangezien er technisch gezien al een breed scala van mogelijke configuraties voor walstroomaansluitingen mogelijk is. Deze groep stakeholders ziet de belangrijkste doelstellingen van een standaard in veiligheid en interoperabiliteit. Echter zien zij daarbij het probleem dat om de interoperabiliteit te kunnen garanderen, er economische keuzes moeten worden gemaakt: welke opstelling is het meest kostenefficiënt en wie moet welke kosten op zich nemen? Het is op dit moment onduidelijk wie voor deze keuzes de regie neemt. Wel is duidelijk dat de havens hierin een belangrijke rol in moeten spelen.

Evenals de havens zien ook de aanbieders van walstroomvoorzieningen tot dusver vooral aandacht voor de implementatie van HV-walstroomaansluitingen. Voor HV-aansluitingen zeggen alle aanbieders dat de bestaande IEC-standaard goed werkt, ondanks een paar aspecten die verder kunnen worden verbeterd. Zo willen aanbieders van walstroomvoorzieningen dat er meer automatisering in de standaard wordt opgenomen. Een bijkomend punt van zorg dat door de aanbieders wordt genoemd, is dat de technische eisen die in de standaard worden opgenomen aangepast moeten zijn aan de behoeften van walstrooinstallaties: de transformatoren moeten dus ontworpen zijn om veel vaker opgeladen te kunnen worden dan een gewone transformator. Overigens missen ze een verdere ontwikkeling van de standaard voor tankers. Hoewel er projecten zijn waarbij ook op tankers walstroomaansluitingen worden geïnstalleerd, zijn er tot dusver geen duidelijke richtlijnen over hoe om te gaan met explosiezones en walstroomaansluitingen, wat de uitvoering bemoeilijkt.

Voor het LV-segment vermelden de aanbieders van walstroomvoorzieningen dat het voornaamste probleem ligt in het definiëren van spanningsniveaus en frequenties, alsmede in de plaats waar het kabelbeheersysteem moet worden geïmplementeerd. De interface is volgens de ondervraagden reeds goed gedefinieerd en vormt derhalve geen probleem. Zij erkennen de noodzaak van verdere standaardisering in het LV-segment om de implementatie van walstrooinstallaties te versnellen. Een mogelijkheid die momenteel wordt onderzocht is om voor terminals waar zowel HV- als LV-schepen aanmeren, ook HV-aansluitingen te realiseren voor kleinere feeder-schepen en deze uit te rusten met step down converters. Dit zou echter hogere kosten voor rederijen met zich meebrengen.

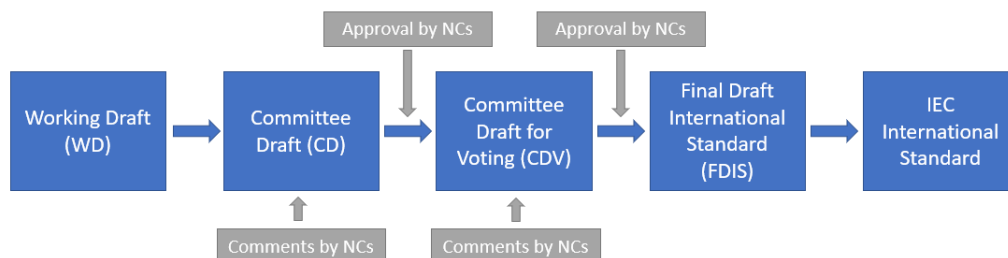
2.1.4 Interviews IEC werkgroep/standaardisatie

De Internationale Elektrotechnische Commissie (IEC) is verantwoordelijk voor de ontwikkeling en publicatie van internationale standaarden voor onder meer elektrische walstroomaansluitingen voor schepen. Het werk van de IEC is gebaseerd op vrijwillige bijdragen van de leden, wat betekent dat een beperkende factor voor de ontwikkeling van een nieuwe standaard wordt gevormd door capaciteitsinzet. Binnen de IEC valt het onderwerp walstroom onder technisch comité 18 (TC18)⁵, welke verantwoordelijk is voor elektrische installaties van schepen en van mobiele en vaste offshore-eenheden. Joint Working Group 28 (JWG28), die onder TC18 valt, is verantwoordelijk voor het onderhoud en de ontwikkeling van de IEC/IEEE-standaard 80005-serie⁶, de meest relevante standaarden voor HV- en LV-walstroomaansluitingen. Deze standaarden worden verder besproken in hoofdstuk 2.2

⁵ [IEC - TC 18](#)

⁶ [IEC - TC 18/JWG 28](#)

Uit de gesprekken met de IEC-werkgroepleden is gebleken dat er ontwikkelingen gaande zijn voor alle segmenten waar momenteel nog standaarden ontbreken. Voor het HV-segment zijn er ontwikkelingen om de standaard voor tankers verder te specificeren. Voor het LV-segment is momenteel alleen een pre-standaard gepubliceerd. De IEC-werkgroep bestudeert momenteel deze pre-standaard en zal waarschijnlijk tijdens haar volgende bijeenkomst in oktober 2022 verder specificeren hoe de voorgestelde standaard voor het LV-segment eruit kan zien. Verwacht wordt dat de standaard aanzienlijk zal verschillen van de bestaande pre-standaard. Verder wordt verwacht dat een eerste versie van de LV-standaard in het eerste kwartaal van 2023 als "Committee Draft" zal worden gepubliceerd. Het ontwikkelproces van de standaard kan dan echter nog enige tijd in beslag nemen. Op basis van het "Committee Draft" kunnen nationale IEC-commissies input en commentaar leveren. Zodra deze zijn opgenomen, wordt een "Committee Draft for Voting" gepubliceerd, dat ter stemming aan de nationale commissies wordt voorgelegd en op basis waarvan aanvullend commentaar kan komen. Uiteindelijk wordt de standaard een "Final Draft International Standard". Figuur 3 geeft een vereenvoudigd overzicht van dit proces. Een belangrijk discussiepunt binnen de werkgroep is welke spanningsniveaus en frequenties als standaard moeten worden vastgesteld. Dit wordt verder besproken in hoofdstuk 2.2.



Figuur 3. IEC standaardisatie proces schema

Naast de standaarden voor HV en LV werkt het IEC ook aan de ontwikkeling van een nieuwe toevoeging aan de 80005-serie, die betrekking zal hebben op het laden van batterijen op schepen.

2.2 Overzicht standaarden

De tabel in Figuur 4 geeft een overzicht van de bestaande standaarden voor walstroomaansluitingen. Hieruit blijkt dat voor het HV-segment (>1 MVA) de standaarden goed gedefinieerd en door de markt geaccepteerd zijn. De enige scheepstypen waarvoor dit nog niet het geval is, zijn tankers en LNG-carriers. Terwijl voor tankers de scheepsspecifieke bijlage binnen de standaard wordt ontwikkeld, is er voor LNG-carriers momenteel minder vraag naar een normatieve standaard op de markt. Volgens de stakeholders is dit te wijten aan het feit dat LNG-carriers altijd specifieke, op maat gemaakte aansluitingen vereisen, waardoor standaardisatie minder belangrijk wordt. Ook voor kleine stroombehoeften (aansluitingen van minder dan 125 A) zijn de standaarden voor walstroomaansluitingen duidelijk, en de uitvoering is vrij goed georganiseerd en gestandaardiseerd (met eenvoudige CEE-stekkers). Standaarden ontbreken echter in het tussensegment: de categorie schepen die meer dan een eenvoudige aansluiting van 125 A nodig hebben maar minder dan 1MVA

(LV-aansluiting) Naast het aspect interoperabiliteit zijn er ook standaarden voor interconnectiviteit (IEC 62613 en IEC 60309) en datacommunicatie (80005-2).

Power demand	Type of ship	Standard	Status	Voltage	Frequency	Cabel management system	Connector	Comments
>1 MVA	RoRos (Cargo or passenger)	IEC 80005-1 + Annex B	normative	6.6kV/11kV	50/60Hz (conversion ashore if needed)	on shore	in accordance with IEC 62613	There are suggestions for improving the standard, but in general the standard for this segment is well defined and working
>1 MVA	Cruise ships	IEC 80005-1 + Annex C	normative	6.6kV/11kV	50/60Hz (conversion ashore if needed)	not defined	in accordance with IEC 62613	
>1 MVA	Container ships	IEC 80005-1 + Annex D	normative	6.6kV/11kV	50/60Hz (conversion ashore if needed)	on vessel	in accordance with IEC 62613	
>1 MVA	Tankers	IEC 80005-1 + Annex E	informative	6.6kV	50/60Hz (conversion ashore if needed)	on shore	in accordance with IEC 62613	Standard needs to be further defined, especially how to deal with hazardous zones
>1 MVA	LNG carriers	IEC 80005-1 + Annex F	informative	6.6kV	60Hz (conversion ashore if needed)	not defined, has to be outside hazardous area	in accordance with IEC 62613	No additional development of the standard needed
87kVA - 1MVA	Offshore supply, service and working ships	IEC/PAS 80005-3 + Annex C	Pre-standard	400V/440V/690V	50/60Hz (conversion ashore if needed)	on shore	defined in Annex B; in accordance with IEC 60309	Pre-standard will likely change significantly before becoming a standard: no ship-specific annexes, but capacity classes instead, potentially with standard transmission voltage/frequency: 690V/60Hz
87kVA - 1MVA	Container ships	IEC/PAS 80005-3 + Annex C	Pre-standard	400V/440V/690V	50/60Hz (conversion ashore if needed)	on vessel	defined in Annex B; in accordance with IEC 60309	
87kVA - 1MVA	Tankers	IEC/PAS 80005-3 + Annex C	Pre-standard	440V	60Hz (conversion ashore if needed)	on shore	defined in Annex B; in accordance with IEC 60309	
87kVA - 1MVA	all others	IEC/PAS 80005-3	Pre-standard	400V/440V/690V	50/60Hz (conversion ashore if needed)	on shore or mobile	defined in Annex B; in accordance with IEC 60309	
<87kVA	inland shipping	EN 15869-1:2019	normative	400V	50Hz	cable on vessel	CEE plugs	No further improvements needed, uncomplex and well-defined standards

Figuur 4: Overzicht standaarden voor walstroom aansluitingen

De kleurduiding in Figuur 4 is als volgt:

- Groen: Standaard is goed gedefinieerd en door de markt geaccepteerd.
- Oranje: Standaard vereist verdere ontwikkeling, maar wordt niet als groot knelpunt ervaren.
- Rood: Er bestaat geen standaard (alleen pre-standaard) en de markt ziet hierin een groot knelpunt.

In de volgende paragrafen worden de standaarden voor interoperabiliteit voor walstroom aansluitingen besproken.

2.2.1 High voltage standaard, HVSC: IEC 80005-1

Voor HV-walstroomaansluitingen van meer dan 1 MVA is de internationale IEC-standaard 80005-1 van toepassing⁷. Naar deze standaard wordt ook in EU-richtlijn 2014/94/EU⁸ verwezen. Deze standaard beschrijft het ontwerp, de installatie en het testen van HV-walaansluitingen voor:

- HV wal distributiesystemen,
- Aansluit- en interfaceapparatuur van de wal naar het schip
- Transformatoren
- Halfgeleider/roterende frequentieomvormers
- Distributiesystemen op schepen
- Controle, monitoring, interlocking, en power management systemen

In onderstaand overzicht zijn specifieke aspecten vermeld die uit de interviews zijn voortgekomen met betrekking tot deze standaard IEC 80005-1:

⁷ [IEC/IEEE 80005-1:2019](#)

⁸ [DIRECTIVE 2014/94/EU](#)

HVSC standaard	<ul style="list-style-type: none"> ▪ goed gedefinieerd, geen (grote) problemen mee
Onderdelen waar standaardisatie ontbreekt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tankers: nog geen officiële standaard voor maar daar ligt wel een behoefte ▪ Specifieke schepen (zoals bv LNG tankers): standaardisatie niet gewenst
Issues met bestaande standaard (RoRos, Cruise, en Containerschepen)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bediening/personeel van het HV systeem kan nog verder uitgebreid worden (certificering, regels verschillend per haven/land, etc.) ▪ Extra product eigenschappen moeten ook in de standaard (zoals min. aantal of cycli per jaar) ▪ Geautomatiseerde aansturing van het HV systeem is gewenst ivm veiligheid ▪ Aanvullende eisen die in de norm moeten worden opgenomen: locatie hatch, specifieke ruimte voor aansluiting, aansluiting aan beide zijden van het schip als eis

De standaard heeft specifieke bijlagen per scheepstype waarin de walstroomverbindingen tussen wal en schip voor RoRo vracht- en passagiersschepen, cruiseschepen en containerschepen nader worden omschreven. Verder zijn er scheeps-specifieke bijlagen voorzien voor LNG-tankers en tankers, maar deze zijn niet volledig uitgewerkt en hebben slechts een “informatieve” status in plaats van een verplichte.

Uit de interviews is gebleken dat de meeste stakeholders de standaard voor HV-walstroomaansluitingen als voldoende en goed gedefinieerd beschouwen. De meeste partijen hebben geen problemen met het gebruik van deze standaard. De standaard voor tankers moet echter verder worden gedefinieerd, aangezien de stakeholders momenteel hun eigen oplossingen proberen te vinden rondom bijvoorbeeld de locatie van de walstroomaansluiting die volgens de 80005-1 in een gevarezone moet liggen. Een oplossing hiervoor is om de walstroomaansluiting te verplaatsen naar de achterkant van het schip. Een verdere ontwikkeling van de standaard zou de betrokken partijen in staat stellen efficiëntere oplossingen toe te passen. Hoewel voor LNG-tankers de scheeps-specifieke bijlagen in de standaard informatief zijn, hebben een aantal partijen (aanbieders van walstroomtechnologie) aangegeven dat verdere ontwikkeling tot een “normatieve” status van deze bijlage niet gewenst of nodig is, aangezien deze schepen elke keer uniek zijn in hun ontwerp, zodat altijd specifieke ontwerpen voor schip-walverbindingen zullen vereisen. Deze inschatting wordt echter mogelijk niet door alle stakeholders gedeeld.

Er zijn echter een paar problemen geïdentificeerd met de bestaande standaard 80005-1 die door diverse belanghebbenden zijn genoemd.

- De bediening en de inzet van personeel voor het aansluiten aan de walstroom is niet goed genoeg omschreven in de standaard, alsmede de vereiste certificering voor personeel. De regels verschillen in de praktijk per haven, wat het voor aanbieders van walstroomvoorzieningen en rederijen moeilijk maakt om hun systemen hierop af te stemmen. Het vaststellen van standaarden voor operationele procedures is echter de rol van de Internationale Maritieme Organisatie (IMO). Hoewel de IEC-richtlijnen momenteel ook enkele operationele aspecten bevatten, moeten deze uiteindelijk via de IMO in standaarden worden vastgelegd.
- Vooral de aanbieders van walstroomvoorzieningen benadrukten dat bepaalde productkenmerken als eisen aan de standaard moeten worden toegevoegd. Zo moeten transformatoren ontworpen worden voor een bepaald minimumaantal cycli per jaar. Maar ze willen ook verdere automatisering in de standaard opgenomen zien, bijvoorbeeld voor het aansluitproces, om een veiliger werkwijze te garanderen. Dit is met name voor het container segment belangrijk, waar de kennis en ervaring van scheepspersoneel onbekend is.
- Ten slotte heeft een aantal havens aangegeven dat aanvullende details als eisen in de standaard moeten worden opgenomen, zoals de locatie van de hatch, de beschikbaarheid van een specifieke ruimte voor de aansluiting, en dat schepen aan beide zijden voorzien zijn van walaansluitpunten, zodat ze aan beide zijden kunnen aanleggen, afhankelijk van de terminal.

2.2.2 Low voltage standaard, LVSC: IEC/PAS 80005-3

Voor LV-walstroomverbindingen geldt de standaard IEC PAS 80005-3, die bedoeld is voor vermogens van minder dan 1 MVA. LV-walstroomsystemen van minder dan 250 A, met een maximum van 125 A per kabel en niet meer dan 300 V vallen hier niet onder⁹. De LV-standaard heeft momenteel de status van “Publically Available Specification” (PAS), hetgeen betekent dat het nog geen erkende en goedgekeurde standaard is¹⁰. Hij kan daarom ook een pre-standaard worden genoemd. Evenals de HV-standaard heeft de LV-pre-standaard betrekking op

- HV wal-distributiesystemen,
- Aansluit- en interfaceapparatuur van de wal naar het schip
- Transformatoren
- Halfgeleider/roterende frequentieomvormers
- Distributiesystemen op schepen
- Controle, monitoring, interlocking, en power management systemen

Voor de standaard IEC/PAS 80005-3 zijn onderstaande specifieke aspecten uit de interviews gekomen:

Waar staan we?	<ul style="list-style-type: none">▪ Bedrijven (de markt) wachten vaak nog op standaard voordat ze iets installeren
Oplossingen in huidige praktijk	<ul style="list-style-type: none">▪ Dedicated oplossingen op maat voor schepen die steeds op dezelfde kade aanmeren▪ Verschillende aansluitingen op een LVSC-plek om verschillende schepen aan te kunnen sluiten▪ In NL Powerlock als oplossing meest gebruikelijk<ul style="list-style-type: none">▪ Soms 2 x 660 A Powerlocks (dus met 10 kabels)▪ Typisch “Nederlandse oplossing”, geen internationale consensus, niet heel veilig▪ Gebruik van stekkers met 1-5 kabels zoals beschreven in Pre-standaard (ProConnect, Cavotec, of Merechal)
Issues met bestaande Pre-standaard	<ul style="list-style-type: none">▪ Onduidelijkheid welke voltage/frequentie/stekkers etc. verwacht worden▪ Communicatieprotocollen/handshaking/synchronisatie is niet duidelijk in pre-standaard▪ Bediening verschilt per haven/land▪ Aarding van oude schepen vaak niet up to date

De LV-pre-standaard is slechts geldig tot 2022, hetgeen betekent dat hij technisch niet meer geldig is en opnieuw moet worden bevestigd, ingetrokken, vervangen of gewijzigd. De IEC is momenteel bezig deze pre-standaard tot een standaard door te ontwikkelen. De recente ontwikkelingen worden verderop beschreven in Figuur 7.

De meeste stakeholders zien het feit dat er voor het LV-segment slechts een pre-standaard bestaat als een grote belemmering voor verdere ontwikkelingen van walstroomaansluitingen in dit segment. Inherent incompatibiliteit is bijvoorbeeld een groot risico voor de uitrol als bijvoorbeeld de ene terminal een aansluiting met een kabel aanbiedt en het schip een aansluiting met vijf kabels nodig heeft. Veel bedrijven in de markt wachten vooralsnog op de ontwikkeling en aanvaarding van de standaard voordat zij walstroominstallaties op schepen en terminals gaan installeren omdat er te grote investeringen mee gemoeid zijn die mogelijk kunnen leiden tot kapitaalvernietiging. Daardoor zijn er slechts weinig walstroomaansluitingen in dit segment. De bestaande LV-aansluitingen zijn meestal dedicated oplossingen voor schepen die steeds aan dezelfde terminal of kade aanmeren. Vooral in Noorse havens gebeurt dit vaak, bijvoorbeeld voor ferries. Een overzicht van LV walstroomaansluitingen in Noorwegen is te vinden in Bijlage 1. Hoewel de installaties in deze havens qua specificaties en stekkers volgens de pre-standaard worden gebouwd, worden de belangrijkste aspecten die in de pre-standaard worden opengelaten, zoals spanningsniveaus en frequenties, per geval bepaald.

⁹ [IEC PAS 80005-3:2014](#)

¹⁰ [Specifications | IEC](#)

Een andere door stakeholders genoemde ontwikkeling is dat soms schepen of kades door het gebrek aan standaardisatie worden uitgerust met verschillende aansluitmogelijkheden, bijvoorbeeld met verschillende amperages en connectoren, om tegemoet te komen aan verschillende installaties aan de schip- of walzijde. Dit is uiteraard een dure oplossing die op lange termijn mogelijk minder doeltreffend is.

De belangrijkste aspecten die in de pre-standaard nog open staan, zijn de te gebruiken spanningsniveaus en frequenties op de diverse schepen en kades. Deze aspecten worden door alle stakeholders ook genoemd als de meest urgente kwesties die nog onduidelijk zijn. De verwachte ontwikkelingen op dit gebied worden geïllustreerd in Figuur 7. Andere aspecten zoals bijvoorbeeld: welke kabels en connectoren moeten worden gebruikt, zijn al voldoende gedetailleerd beschreven in de pre-standaard. Afhankelijk van het vereiste vermogen en de spanningsniveaus moeten tussen 1 en 5 kabels worden gebruikt met connectoren zoals gedefinieerd in de IEC-standaard 60309-5, weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Stekker zoals bedoeld in Pre-standaard IEC 80005-3 en beschreven in standaard IEC 60309-5

Daardoor kunnen de volgende maximale vermogens worden bereikt voor de verschillende spanningsniveaus en het aantal kabels (zie Figuur 6).

Aantal kabels in parallel	Max. vermogen (kVA) voor elke spanning		
	400 V	440 V	690 V
1	242	267	418
2	485	533	837
3	727	800	1255
4	970	1067	1673
5	1212	1334	2091

Figuur 6: Max. vermogen per spanning en aantal kabels

Vooral in Nederland wordt de Powerlock aansluiting ook vaak genoemd, vooral voor binnenvaart schepen met een wat grotere stroombehoefte, zoals riviercruises. Een Powerlock systeem heeft 5 aparte kabels in plaats van één, en kan 400-660 A leveren. Soms worden zelfs twee Powerlock systemen gebruikt (met elk 5 afzonderlijke kabels). Dit wordt echter internationaal van enkele partijen gezien als een “typisch Nederlandse” oplossing, waarover geen internationale consensus bestaat. Bovendien wordt het niet als veilig beschouwd, omdat de kabels in een verkeerde volgorde kunnen worden aangesloten en omdat sommige delen van de connectoren gemakkelijk breken. Ook het hanteren van 5-10 afzonderlijke kabels is moeilijk. Derhalve wordt niet verwacht dat deze oplossing internationaal een rol zal spelen uitgezonderd in de riviercruise-branche. Hoewel ook in deze branche om eerder genoemde redenen problemen worden ervaren met de toepassing van Powerlocks.

De stakeholders hebben een aantal problemen met de bestaande pre-standaard genoemd. Het belangrijkste is, zoals eerder vermeld, dat de spanningsniveaus en frequenties moeten worden

verduidelijkt. Er is echter ook behoefte aan een nadere omschrijving van de communicatieprotocollen en handshake-procedures, alsook aan kwesties van synchronisatie. Voorts is er, zoals vermeld voor de HV-standaard, ook voor de LV-pre-standaard behoefte aan een nadere omschrijving van de bediening, aangezien deze per haven en land aanzienlijk verschilt. Met betrekking tot de bediening en praktische handelingen, bestaat er met name voor kleinere schepen zoals visserijschepen ook bezorgdheid dat de gespecificeerde kabels en stekkers (zie Figuur 7) te zwaar en te moeilijk hanteerbaar zijn. Ten slotte hebben sommige stakeholders erop gewezen dat het achteraf uitrusten van oudere schepen met walstroom volgens de pre-standaard moeilijk zal zijn omdat oudere schepen vaak geen aardingsvoorziening hebben, wat een walstroomaansluiting onmogelijk maakt.

In Figuur 7 worden de verwachte ontwikkelingen van de pre-standaard 80005-3 kort besproken. Merk op dat dit slechts enkele inzichten zijn over de richting waarin deze standaard zich zou kunnen ontwikkelen en dat deze geenszins definitief zijn.

Stand van zaken 80005-3: Doorontwikkeling naar een standaard

Zoals hierboven beschreven herziet de IEC momenteel de pre-standaard 80005-3, met als doel deze verder te ontwikkelen tot een standaard. Verwacht wordt dat de LV-standaard tijdens dit proces aanzienlijk zal veranderen. Op dit moment denkt de IEC werkgroep aan de volgende mogelijke wijzingen:

- Verwacht wordt dat er in de nieuwe LV-standaard geen scheeps-specifieke bijlagen meer zullen zijn, zodat er geen onderscheid tussen scheepstypen zal worden gemaakt. Het idee is veeleer om klassen/categorieën van verbindingen te creëren, afhankelijk van de vermogensvereisten. Bijvoorbeeld dat de specificaties in de standaard verschillend zullen zijn voor schepen met een vermogensbehoefte van < 250 kW, 250-500 kW, 500-1000 kW. Op die manier hoeft een haven alleen maar per kade te bepalen welke klassen schepen (qua vermogen) kunnen aanmeren en op walstroom kunnen worden aangesloten, en de installaties dienovereenkomstig aan te passen.
- Waarschijnlijk zal de normale spanning 690 V worden, met een standaardfrequentie van 60 Hz. Dit is een gevolg van de invloed van de Amerikaanse havens, die voor deze specificaties hebben gelobbyd. Het is echter ook te verwachten dat spanningen en frequenties die van deze waarden afwijken geaccepteerd zullen worden, omdat de standaard anders waarschijnlijk binnen Europa niet breed geaccepteerd zal worden.
- Mogelijk komt er een harde grens bij 1 MVA om onderscheid te maken tussen HV en LV.
- Verwacht wordt dat de kabelbeheersystemen aan de walzijde zullen moeten worden geïnstalleerd.
- Wat de stekker betreft, wordt verwacht dat het in de pre-standaard beschreven type stekker (onder verwijzing naar IEC 60309-5) ook in de nieuwe standaard vereist zal zijn.

Het is belangrijk om op te merken dat CENELEC, de Europese normcommissie, van plan is om de hele IEC 80005-serie ook om te zetten in EN-standaarden. Terwijl naar de standaard 80005-1 al in de Directive 2014/94/EU verwezen wordt, is het de bedoeling dat dit ook gebeurt voor de nieuwe te ontwikkelen standaard 80005-3.

Figuur 7: Stand van zaken doorontwikkeling 80005-3

2.2.3 Kleine vermogens (tot 125 A) en binnenvaart

Voor de binnenvaartschepen, short-sea schepen en recreatieschepen met een vermogen onder de 87 kVA (onder 125 A) is de standaardisatie goed geregeld en universeel toepasbaar. Deze principes zijn al een langere tijd toegepast en volgen de standaarden NEN-en 15869-2 en 15869-1. Voor de

aansluitingen en stekkers wordt de standaard IEC 60309-2 gebruikt. Uit de interviews blijkt dat er in de praktijk geen grote problemen zijn.

Voor toekomstige ontwikkelingen en vernogensvragen in de binnenvaart door o.a. elektrificering van de voortstuwing verwijzen we naar 2.3.

2.3 Verwachte toekomstige ontwikkelingen

In onderstaand overzicht zijn de belangrijkste verwachte ontwikkelingen vermeld. Daarna worden de zaken verder toegelicht aan de hand van de gevoerde interviews.

Verwachte ontwikkelingen	<ul style="list-style-type: none">▪ Walstroom wordt verplicht voor bepaalde scheepstypes volgens de Europese regelgeving▪ Grote problemen met het elektriciteitsnet zelf, een HVSC aansluiting vraagt een grote kabel/aansluiting van de netbeheerder▪ Verwachting inrichten smart grid oplossingen binnen havens▪ Waarschijnlijk Accu's in schepen, ook om elektrisch de haven uit te kunnen varen▪ DC charging/connection in de toekomst
Wat speelt er / Issues	<ul style="list-style-type: none">▪ Verwachting dat walstroomvraag iets omlaag gaat/hetzelfde blijft wegens energie-bezuiniging. <u>Maar</u>: grotere energievraag door batterijen/ hybrides/ en door Ballastwater-treatment▪ Toename LNG schepen: hiervoor moeten specifieke oplossingen worden bedacht▪ De business case rondom walstroom is lastig; wie moet/gaat daadwerkelijk investeren

De geïnterviewden voorzien voor de komende jaren een reeks ontwikkelingen met betrekking tot walstroomaansluitingen. Alle partijen verwachten de komende jaren een sterke toename van het aantal walstroomaansluitingen, waarbij de nadruk in eerste instantie ligt op HV-aansluitingen. Het EU fit for 55-pakket met de eis dat grotere schepen op walstroom moeten worden aangesloten heeft hierop een aanzienlijke invloed gehad. Ook voor tankers zal er een toenemende vraag zijn naar walstroomaansluitingen, zodat de druk om de bestaande standaard hier verder te ontwikkelen zal toenemen. Verschillende geïnterviewden noemden ook de verwachte toename van LNG-schepen in de nabije toekomst. Tot dusver zijn op deze schepen geen walstroomaansluitingen geïmplementeerd (aangezien zij worden beschouwd als één enkele gevarenszone, die geen elektriciteitsverbindingen met de wal toestaat). In de toekomst zal echter ook voor deze schepen een oplossing moeten worden gevonden.

Steeds meer partijen zijn ook van plan LV-verbindingen te implementeren. Verwacht wordt dat zodra overeenstemming is bereikt over de IEC-standaard inzake LV-verbindingen, dit een nieuwe impuls zal geven aan de implementatie van LV-verbindingen. Tot dan kan worden verwacht dat vooral voor dedicated terminals LV-verbindingen zullen worden aangelegd. Tot nu toe is de business case voor walstroomverbindingen echter vrij dun. Met de aanzienlijk stijgende energieprijzen kan dit veranderen. Wie in welke onderdelen moet investeren, moeten ook worden bepaald. Verdere standaardisatie kan hierbij helpen, maar dit zal ook een meer politieke beslissing vergen.

Een kwestie die door veel geïnterviewden wordt genoemd is dat er grote problemen zijn met het elektriciteitsnet en de voeding door de netbeheerders. In alle havens neemt de vraag naar elektriciteit aanzienlijk toe. Bovendien worden, vanwege de duur van aanmeren en de vraagpatronen voor walstroom, nogal onregelmatige vraagprofielen verwacht. Dit maakt het voor de netbeheerders moeilijker om mee om te gaan. Daarom worden slimme netwerkoplossingen steeds relevanter, waarbij een evenwichtiger vraagprofiel kan worden gecreëerd door het aanleggen van een smart grid, waarin meerdere walstroomaansluitingen, met lokale hernieuwbare elektriciteitsopwekking en opslag gecombineerd worden. Sommige havens onderzoeken ook de mogelijkheden van onder andere

waterstofopslag als onderdeel van een slim netwerk. Volgens sommige aanbieders van walstroomvoorzieningen zullen ook bi-directionele aansluitingen relevanter worden voor deze ontwikkeling, aangezien schepen met batterijen (en schepen op LNG) mogelijk ook kunnen dienen om lokale vraagpieken binnen een haven-smart-grid op te vangen. Dit heeft effect op het vraagprofiel en maakt het makkelijker de voeding vanuit de lokale netbeheerders te implementeren. Bi-directionele aansluitingen zijn echter binnen de bestaande standaarden nog niet toegestaan.

Een verdere verwachte ontwikkeling is dat de vraag naar energie op schepen in de toekomst zal veranderen. Enerzijds verwachten de spelers dat de vraag naar stroom voor de huidige toepassingen op schepen zal afnemen als gevolg van efficiëntieverbeteringen bij de regelmatige geleidelijke vernieuwing van de vloot. Overige factoren kunnen echter leiden tot een aanzienlijke toename van de vraag naar energie. Eén geïnterviewde zei dat als gevolg van nieuwe wettelijke voorschriften voor ballastwaterbehandeling in de havens, de vraag naar stroom op hun schepen zal toenemen van 125 A tot 600-800 A zodra de ballastwaterbehandelingsinstallatie is geïmplementeerd.

Voorts zullen steeds meer schepen batterijen aan boord hebben, voor het opladen van elektrische voertuigen of voor peak shaving aan boord (bijvoorbeeld om pieken in de vraag tijdens het laden/lossen op te vangen). Voor kleinere schepen (zoals lokale ferries) zal meer volledig elektrische aandrijving worden ontwikkeld. Maar ook voor grotere schepen wordt overwogen om de eerste paar mijl vanuit een haven op elektriciteit te varen. Het is dus belangrijk om te melden dat in de toekomst, de walstroomaansluiting niet alleen meer zal worden gebruikt voor gebruiksinstallaties aan boord maar ook voor het opladen van de voortstuwingsinstallatie. Dat laatste vraagt om veel grotere capaciteit en andere laadpunten. De IEC werkt momenteel aan een nieuwe standaard (80005-4) voor het laden van batterijen op schepen, waarin ook gelijkstroomlading aan de orde zal komen, aangezien verwacht wordt dat dit een steeds grotere rol zal gaan spelen. Hierbij zullen ook de mogelijkheden voor fast charging onderzocht worden. Fast charging wordt nu toegepast bij ferries en kennen daarvoor specifieke oplossingen die mogelijk ook in de andere sectoren toegepast zouden kunnen worden. Dat heeft effect op onder andere de keuze voor stekkers.

3 Conclusies en aanbevelingen

3.1 Conclusies / Probleemstelling

Op basis van de deskresearch en de stakeholder interviews met havenautoriteiten, rederijen en scheepsbouwers, aanbieders van walstroomvoorzieningen, en met leden van de IEC-werkgroep kunnen de volgende belangrijkste conclusies worden getrokken:

HV-segment:

Voor het HV-segment (>1 MVA) zijn de standaarden goed gedefinieerd en door de markt geaccepteerd (standaard IEC 80005-1). De meeste zeehavens ontwikkelen momenteel walstroomaansluitingen volgens deze standaard. De enige scheepstypen waarvoor dit nog niet is ontwikkeld, zijn tankers en LNG-carriers. Terwijl voor tankers de scheepsspecifieke bijlage binnen de standaard (Annex F, IEC 80005-1) wordt ontwikkeld, is er volgens enige stakeholders voor LNG-carriers momenteel minder vraag op de markt naar een standaard omdat hier altijd maatwerk gevraagd is.

LV-segment:

Dit segment kunnen we splitsen in twee delen:

- Kleine vermogensbehoeften met aansluitingen lager dan 125A:
In dit deel van het segment zijn de standaarden voor walstroomaansluitingen duidelijk (standaard EN 15869-1), en de uitvoering is vrij goed georganiseerd en gestandaardiseerd, met eenvoudige CEE-stekkers. Deze walstroomaansluitingen zijn in de meeste havens te vinden.
- Middelgrote vermogensbehoeften met aansluitingen tussen 125A en 1MVA:
In dit deel van het segment ontbreken standaarden. Het type schepen dat stroom afneemt in dit segment zijn onder andere: kleine zeeschepen (feeders, tankers etc), visserijschepen en riviercruise. In dit "middensegment" zijn (behalve voor riviercruises) tot dusver slechts weinig walstroomaansluitingen geïnstalleerd, meestal voor dedicated terminals. Volgens de meeste stakeholders is de grootste behoefte het definiëren van spanningsniveaus en frequenties. De bestaande pre-standaard (IEC 80005-3) volstaat in dit opzicht niet omdat deze geen duidelijkheid biedt met betrekking tot deze aspecten. Deze pre-standaard wordt daarom momenteel door de IEC herzien om er een definitieve standaard van te kunnen maken (zie bovenstaande Figuur 7). De verwachting is dat in de nieuwe standaard 690 V - 60 Hz de standaard configuratie wordt, met verschillende vermogensklassen/-categorieën in plaats van scheepsspecifieke bijlagen. Wat stekker en kabels betreft, is de huidige pre-standaard reeds duidelijk. Hiervoor wordt verwezen naar de IEC standaard 60309-5. Afhankelijk van de vermogensbehoefte moeten 1 tot 5 kabels met deze stekker worden gelegd (zie Figuur 6).

Concluderend kunnen we als probleem stellen dat er geen geschikte standaard is voor het segment van middelgrote vermogensbehoeften en dat daardoor de ontwikkeling van walstroomaansluitingen stagneert. Het is van groot belang zo snel mogelijk de standaard voor dit segment gereed te hebben zodat stakeholders gaan participeren en ontwikkelen.

3.2 Aanbevelingen

De aanbevelingen in deze rapportage zijn slechts gebaseerd op de inzichten tot nu toe en moeten worden geïnterpreteerd als voorlopig. De conclusies uit de inventarisatie (fase 1, deelproject 1) en deze voorlopige aanbevelingen dienen als input voor de volgende fase van het onderzoek waarin een aanbeveling tot stand komt met de benodigde ingrepen om op korte termijn een standaard voor LV-aansluitingen te ontwikkelen.

Op dit moment stellen wij de volgende aanbevelingen:

Beïnvloeding van de IEC standaardisatie processen:

Terwijl Amerikaanse havens goed in de IEC-werkgroep vertegenwoordigd zijn, is dit niet het geval voor Europese havens. Verder zijn er in de werkgroep veel vertegenwoordigers van aanbieders van walstroomvoorzieningen aanwezig. Hierdoor lijkt de impact vanuit Europa, en met name vanuit Europese havens, beperkt. Om meer Europese invloed uit te kunnen oefenen zou meer mankracht én een trekker vanuit Europa in de IEC-werkgroep voor de Europese havens versnelling kunnen brengen. Aangezien de werkzaamheden van de IEC op vrijwillige bijdragen berusten, vormt de capaciteit een knelpunt dat tot tragere standaardisatieprocessen leidt. Bovendien lijken de verwachte ontwikkelingen van de LV-standaard (690 V en 60 Hz als standaardconfiguratie) in het voordeel te zijn van Amerikaanse havens, omdat deze dan geen frequentieomvormers moeten installeren.. Voor Europese havens kunnen andere configuraties gunstiger zijn, bijvoorbeeld het gebruik van dezelfde connecties voor verschillende spanningsniveaus (in de VS niet toegestaan), en mogelijk het gebruik van 50 Hz. Het is ook belangrijk rekening te houden met de vaargebieden van de schepen met LV-aansluitingen. De meeste van deze schepen blijven meestal in één regio. Het is dus niet perse nodig dezelfde standaard te hanteren voor schepen die rond de VS varen en schepen die in Europa varen. Beïnvloeding van het IEC-standaardisatieproces om deze flexibiliteit mogelijk te maken is dus essentieel.

Koplopersrol:

Naast beïnvloeding van het IEC-standaardisatieproces is het ook mogelijk de ontwikkeling van standaarden te beïnvloeden door proactief projecten uit te gaan voeren en als koploper te gaan fungeren. Aangezien er tot nu toe slechts weinig walstroomaansluitingen in het middensegment (meer dan 125 A, maar minder dan 1 MVA) zijn geïnstalleerd, kunnen uitvoeringsprojecten een duidelijk signaal aan de markt geven over hoe de standaard eruit moet zien. Vooral een grote haven als Rotterdam kan een rol spelen bij het vaststellen van een "informele" standaard, die op zijn beurt ook de ontwikkeling van IEC-standaarden zal beïnvloeden. Daarvoor is het natuurlijk belangrijk om de meest recente ontwikkelingen binnen de IEC-werkgroep in ogenschouw te nemen. Een eerste stap in die richting kan het opstellen van een stappenplan zijn dat per terminal kan worden toegepast: een analyse van de stroombehoefte van de schepen die aanmeren, alsmede een schatting van hun toekomstige stroombehoefte, en vervolgens het bepalen welke configuraties moeten worden geïnstalleerd. Hiertoe kan een interne richtlijn met capaciteitsklassen (en bijbehorende spanningsniveaus, frequenties, configuraties van kabelbeheersystemen) worden ontwikkeld.

Aanlegprocedures:

Vooral voor terminals waar zeer verschillende soorten schepen aanleggen, kan het ook nodig zijn niet alleen te kijken naar de standaarden voor de aansluiting op de walstroom, maar ook naar de procedures voor het aanleggen. Bijvoorbeeld alleen schepen met een bepaalde stroombehoefte op bepaalde kades toelaten en reserveringssystemen veranderen, zodat niet naar de lengte, maar naar de stroombehoefte wordt gekeken.

Businesscase walstroomssystemen:

Het is belangrijk erop te wijzen dat standaardisatie van wal-schip aansluitingen (veiligheid en interoperabiliteit) slechts één knelpunt is voor de versnelde invoering van walstroomssystemen in Nederland. Tevens moet worden onderzocht op welke manier de systemen moeten worden bediend en hoe de business cases voor havens en rederijen eruit zien voor de aanleg van de walstroomssystemen. Uiteindelijk dienen in dat verband politieke en economische keuzes te worden gemaakt over wie zijn walstroomstelsel moet veranderen (haven of schip) en wie daarbij welke kosten op zich moet nemen. Op dit moment is hier nog geen duidelijkheid in; de technieken zijn er maar de strategisch politieke besluitvorming nog niet.

Referenties en nuttige links

De volgende lijst bevat referenties en nuttige links over walstroomaansluitingen en standaarden.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698808/EPRS_BRI\(2021\)698808_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698808/EPRS_BRI(2021)698808_EN.pdf)

Sustainable maritime fuels 'Fit for 55' package: The FuelEU Maritime proposal: Proposal for a Regulation of the European Parliament and Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport.

https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:7::::FSP_ORG_ID:1284

IEC technical committee 18 on Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units, including members and activities.

https://www.iec.ch/ords/f?p=103:14:500589992973870:::FSP_ORG_ID.FSP_LANG_ID:7853.25

IEC Joint Working Group for the Maintenance team in charge of IEC/IEEE 80005-1, IEC/IEEE 80005-2 and IEC/IEEE 80005-3, including members.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=EN>

Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council on the deployment of alternative fuels infrastructure.

<https://webstore.iec.ch/publication/29485>

Standard IEC/IEEE 80005-1:2019 Utility connections in port - Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems - General requirements.

<https://webstore.iec.ch/publication/7578>

Pre-standard IEC PAS 80005-3:2014 Utility connections in port - Part 3: Low Voltage Shore Connection (LVSC) Systems - General requirements.

<https://sustainableworldports.org/wpcap/wg-3/>

World Ports Climate Action Program (WPCAP): Working group 3: Power2Ship. Including studies and reports on shore power connections.

<https://www.emsa.europa.eu/electrification/sse.html>

Report by the European Maritime Safety Agency on Shore-Side Electricity: Guidance to Port Authorities and Administrations on Equipment and Technology (part 1), as well as Planning, Operations and Safety (part 2).

https://www.sspa.se/sites/www.sspa.se/files/field_page_files/kaj-el_final_report_0.pdf

Report by SSPA, Göteborg University, Sveriges Hamnar and Svensk Sjöfart: Connecting vessels to shoreside electricity in Sweden.

<https://ealingproject.eu/wp-content/uploads/2022/05/Port-Questionnaires-Executive-Summary.pdf>

Executive Summary on Ports Questionnaire of the EALING project: European flagship action for cold ironing in ports.

<https://glomeep.imo.org/technology/shore-power/>

(Slightly outdated) overview of typical system requirements for different ship types and sizes, as well as cost estimates for implementing shore power on board vessels.

https://www.clinsh.eu/iu-assets/4/syntheserapport_energie_walstroom_binnenvaart_final_version_17_08_21.pdf

Synthesis report of the result of a programme of 26 energy and shore power scans of inland shipping by the Port of Antwerp, North Sea Port, De Vlaamse Waterweg, and Mow Vlaanderen.

Bijlage

Bijlage 1: Overzicht van publieke LV aansluitingen in Noorwegen (zonder ferries).

Kommune	Quai	Voltage	Power	Frequency	Connection	Quai length	No. of vessels that can be connected simultaneously
ÅLESUND	Storneskaia I	400/440/690	800	50/60	/250A-/320A-plugger eller Bypass(sk	200	4
ÅLESUND	Storneskaia II	400	135	50	125A-/250A-plugger	200	4
ALSTAHAUG	Helgelandsbase kai 1	400	150	50	n.a.	80	1
ALSTAHAUG	Helgelandsbase kai 2	400	150	50	n.a.	80	1
ALSTAHAUG	Helgelandsbase kai 3	400	150	50	n.a.	80	1
ALVER	Mongstad Base	400/440/690	5400	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	n.a.	5
ARENDAL	Fiskemottaket	400	360	50	n.a.	57	2
ARENDAL	Batterikaia	400/690	900	50	n.a.	110	1
ARENDAL	Hotellkaia	400	900	50	n.a.	80	1
ARENDAL	Eydehavn hovedkai	440/690	1000	50/60	n.a.	326	4
ASKØY	Semco Hanøytangen servicekai	400	720	50	n.a.	17	n.a.
AVERØY	Averøy Industripark kai 2 og 3	440/690	3700	50/60	IEC 80005-3	240	1
AVERØY	Averøy Industripark mobilt anle	440/690	3700	50/60	IEC 80005-3	240	1
BÅTSFIJORD	Servicekaia	400/440/690	2000	50/60	n.a.	n.a.	15
BÅTSFIJORD	Dampskipskaia	400/440/690	1200	50/60	IEC/PAS 80005-3	n.a.	1
BÅTSFIJORD	Indre havn	400/440/690	2800	50/60	IEC/PAS 80005-3	n.a.	27
BERGEN	Skoltegrunnskaiaen lavspent	400/440/690	1600	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	331	4
BERGEN	Søndre Nykirkekai	230/400	350	50/60	125 A and IEC 60309-5, IEC/PAS 8000	268	2
BERGEN	Norde Nykirkekai	400/440/690	800	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	268	2
BERGEN	Festningskaiaen	440/690	1600	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	300	3
BERGEN	Hurtigrutekaiaen Bergen	660/690	1000	50	NG3	160	1
BERGEN	Dokken	440/690	n.a.	50/60	IEC 80005-3	236	4
BODØ	Terminalkai Nord Klossen	400	150	50	n.a.	47	2
BODØ	Test Terminalkai Bodø	400/440/690	n.a.	50/60	n.a.	n.a.	n.a.
DRAMMEN	Holmen Syd	400/440/690	1125	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	484	4
DRAMMEN	Kattegatkaia	400/440/690	1125	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	141	2
EIGERSUND	Kaupanes kai 11	400/440/480/660/690	1125	50/60	Cavotec/Proconnect 350 A plug	n.a.	3
EIGERSUND	Kaupanes kai 12	400/440/480/660/690	225	50/60	Cavotec/Proconnect 350 A plug	43	1
FARSUND	Lundevågen	440	540	50	n.a.	n.a.	n.a.
GULEN	Skipavika terminal	400/690/11000	2000	50/60	n.a.	n.a.	14
HAMMERFEST	Polarbase kai 1,2	440/690	675	50/60	IEC 60309-5, IEC 80005-3	90-295	4
HAMMERFEST	Fuglesterminalen	400/440/690	900	50/60	Proconnect IEC/PAS 80005-3	160	5
HAMMERFEST	Bølgebryterkaia	400/440/690	900	50/60	Proconnect IEC/PAS 80005-3	145	5
HARSTAD	Stangnes mobilt anlegg	400/440/690	1000	50/60	n.a.	n.a.	2
HAUGESUND	Killingøy	400/440/460/690	630	50/60	Cavotec PCS	n.a.	2
HAUGESUND	Garpeskjær øst	400/440/460/690	800	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	131	2
HAUGESUND	Garpeskjær vest	400/440/460/690	450	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	248	2
KARMØY	Husøy	400/440/460/690	360	50/60	Caveo 420A	n.a.	2
KARMØY	Kolstøneset	400/440/460/690	900	50/60	Caveo 420A	n.a.	n.a.
KARMØY	Kolstøvågen	400/440/690	450	50/60	Cavotec	n.a.	2
KINN	Botnastranda kai G	400/440/690	1000	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	150	2
KINN	Fjord Base kai A,F	400/440/480/600/660/690	1000	50/60	NEK IEC/PAS 80005-3	90-150	1
KINN	Fugleskjærkaia A,C,E	400/440/690	1000	50/60	60309-5, IEC/PAS 80005-3 og 350A-pl	55-185	2
KRISTIANSAND	Kai 1 Hampa; 1B	400/690	765	50/60	IEC 80005-3	110-210	4
KRISTIANSAND	Cruisekai 10	400/690	1440	50/60	IEC 80005-3	150	2
KRISTIANSAND	Kai 21	400/690	1080	50/60	IEC 80005-3	110	2
KRISTIANSAND	Kongsgård Kai 35	400/690	1440	50/60	IEC 80005-3	144	2
KRISTIANSAND	Kongsgård Kai 36	400/690	1440	50/60	IEC 80005-3	308	3
KRISTIANSUND	Devoldholmen	400	150	50	n.a.	205	1
KRISTIANSUND	Storkaia, kai 5	400	171	50/60	3PX5 690 V	60	1
KRISTIANSUND	Storkaia, kai 6-7,8	440/690	1000	50/60	3PX5 690 V	97-104	2
KRISTIANSUND	Storkaia, kai 9	400	171	50/60	3PX5 690 V	105	1
KRISTIANSUND	Vestbase kai 5,6	440/690	675	50/60	IEC 60309-5, IEC 80005-3	100-160	3
KRISTIANSUND	Vestbase kai 7	440/690	675	50/60	IEC 60309-5, IEC 80005-3	63	1
LYNGDAL	Holmsundet havneanlegg	400/690	1100	50	n.a.	n.a.	n.a.
MOLDE	Storkaia Molde	400	300	50	n.a.	300	4

MOSS	Moss havn containerkai	400/440/690	500	50/60	n.a.	150	1
OSLO	Nordre Sjursøykai	400/440/690	1800	50/60	IEC 80005-3 (proconnect)	130	2
ØYGARDEN	CCB Ågotnes	400/440/690	1400	50/60	Cavotec	n.a.	n.a.
PORSGRUNN	Tangenkaia Breviksterminalen	400/440/690	675	50/60	n.a.	200	1
RANA	Rana Industriterminal	400/440/480/660	900	50/60	n.a.	410	4
RANDABERG	NorSea Dusavik mobilt anlegg 1	440/690	675	50/60	IEC 60309-5, IEC 80005-3	71-122	2
SANDNES	Somaneset, Sandnes	400/440/480/600/690	900	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	n.a.	2
SOLA	Norsea Tananger	440/690	675	50/60	IEC 60309-5, IEC 80005-3	100-179	7
STAVANGER	Strandkaien sør, nord, konserthu	440/690	675	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	149-309	3
STORD	Nattrutekaien Leirvik	440/690	765	50/60	IEC 60309-5, IEC/PAS 80005-3	140	2
STORD	NorSea Stordbase Eldøyane kai	440/690	1800	50/60	IEC 60309-5, IEC 80005-3	80	2
TROMSØ	Breivika havneterminal, kai 24	400/690	900	50/60	IEC 80005-3	104	2
TROMSØ	Kai 3 og kai 6, Tromsø sentrum	400	n.a.	n.a.	n.a.	64-80	n.a.
TROMSØ	Grøtsundet	400/690	900	50/60	IEC 80005-3	130	2
VESTNES	Vard Langsten mobilt anlegg 1	440/690	850/1330	60	n.a.	100-200	2
VESTNES	Vard Langsten mobilt anlegg 2	440/690	1330	60	n.a.	100-200	2

Colofon

OPDRACHTGEVER	Port of Rotterdam t.b.v een samenwerkingsverband van Port of Rotterdam Port of Amsterdam Stena Line Koninklijke Vereniging van Nederlandse Reders
UITGAVE	Movares Europe B.V. Daalseplein 100 Postbus 2855 3500 GW Utrecht
TELEFOON	+31 6 53 43 48 69
ONDERTEKENAAR	Florian Simonsen florian.simonsen@movares.nl
PROJECTNUMMER	MN004196
KENMERK	C24--HS-RAP-22006752

© 2022, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

 **Movares** samen werkt het