



TAL TECH

MERETEHNOLOOGI TRENDID

Mihkel Kõrgesaar*, Associate Professor (Naval architecture & Marine Structures)

mihkel.korgesaar@taltech.ee

2018 Merepäevad



Laevaehituse
tulevikutrendid

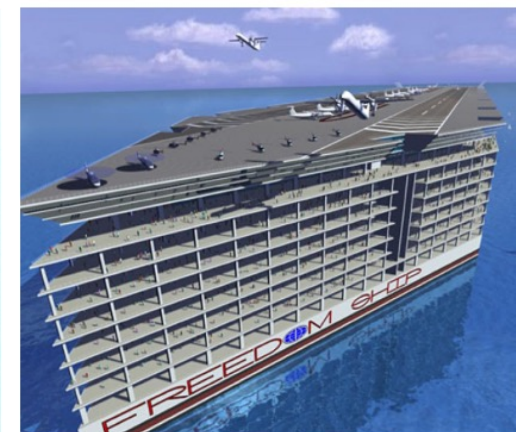
2023 Visiooniseminar

Uued tehnoloogiad, mis määravad
tulevikus vajalikud oskused

Mihkel Kõrgesaar

TalTech, Kuressaare Kolledž, Laevaehituse professor
MARTE, Meretehnoloogia keskus

Tulevik?



Trendide üldine vaade



2018

2025

Alternatiivkütused

“Konsept”level

Aktiivne retrofittimine

Methanooli tarneaahelad

Energiatõhusus

**Operations
&
Hüdrodünaamika**

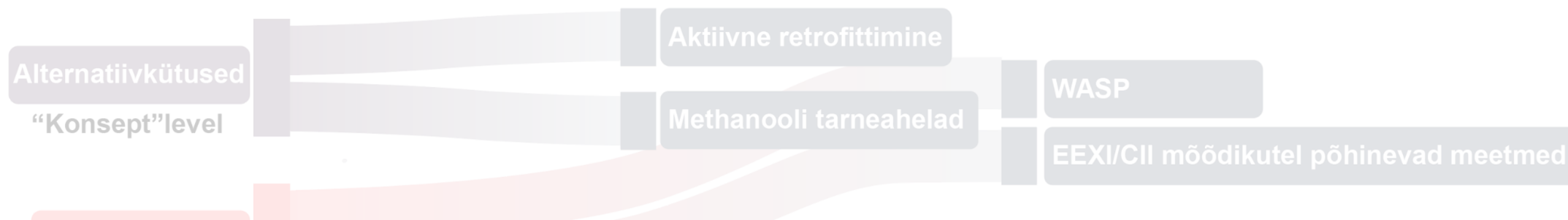
WAPS

**EEXI/ETS/CII/FuelEU mõõdikutel
põhinevad meetmed**

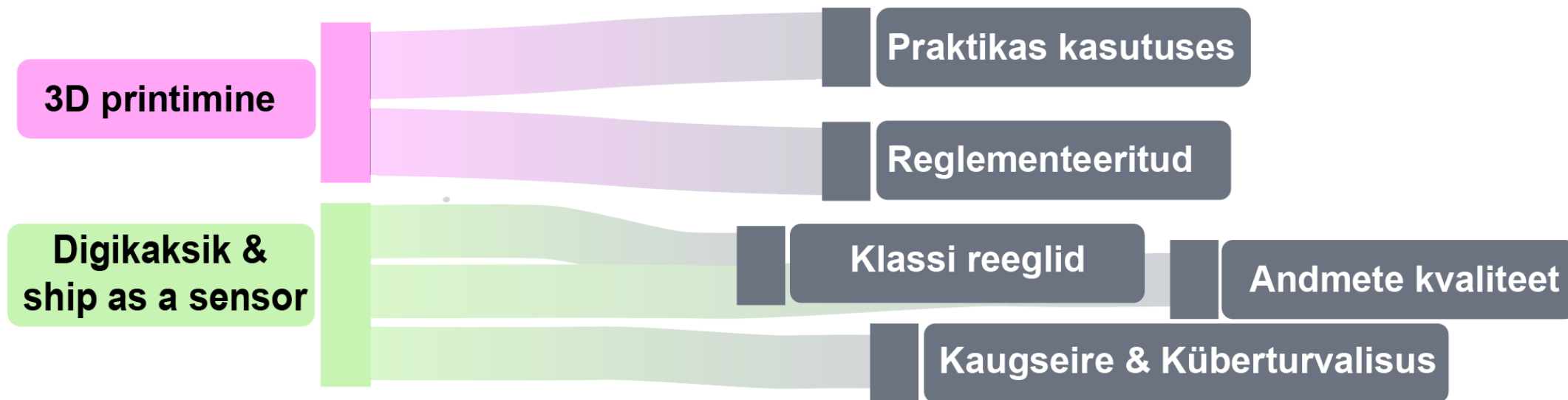
Võrdlus 2018

2018

2025



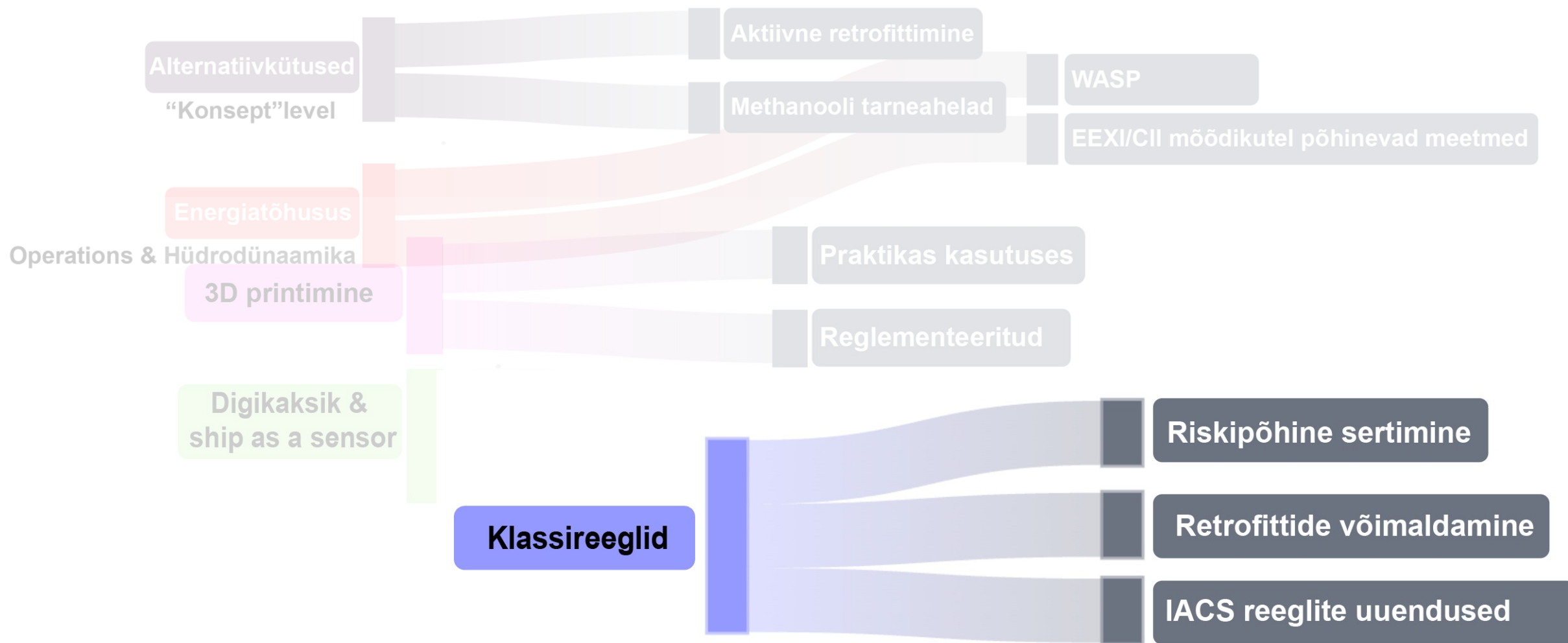
Operations &



Võrdlus 2018

2018

2025

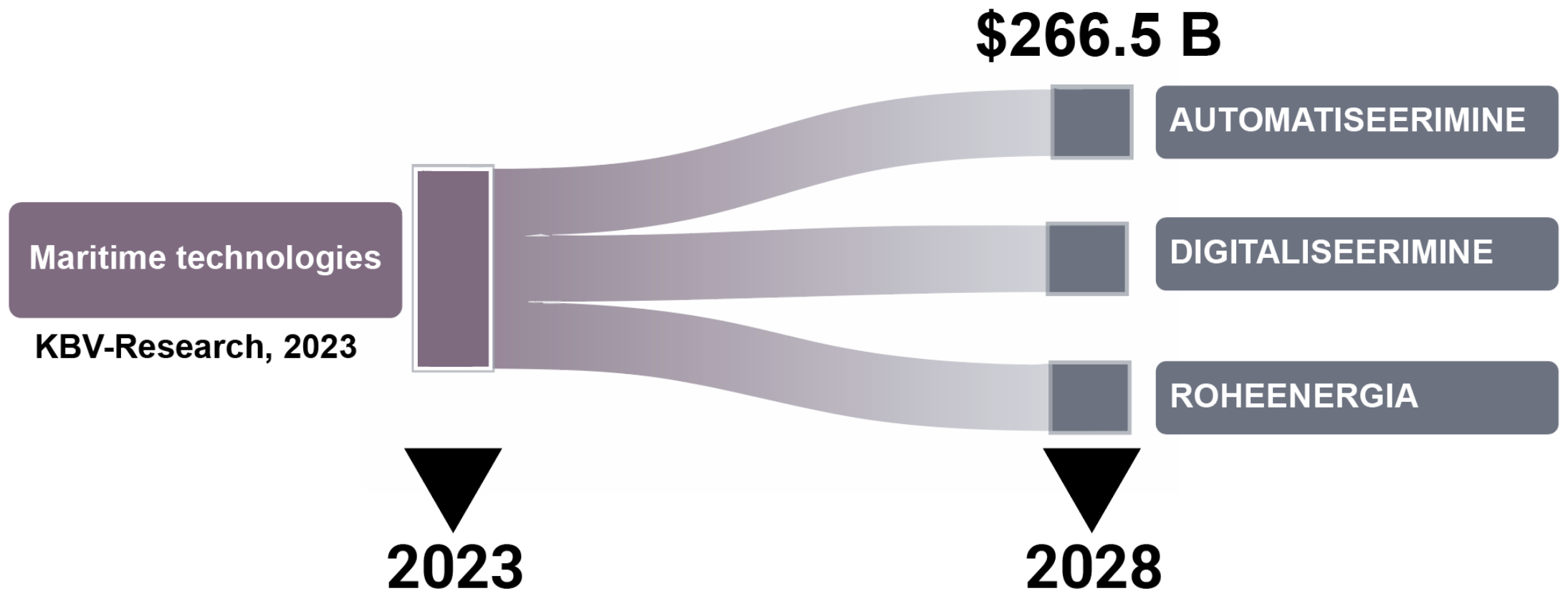


Teema	Praktilised rakendused	
	2018 Ideed	2025
Digitaalne kaksik	Laev kui "andurite süsteem"	Andmepõhised süsteemid, kaugseire reeglid
3D printimine	Eksperimentaalne	Reeglitega heakskiidetud
Alternatiivkütused	Visioonid	Retrofittimine uutele kütustele + metanooli tarneahelad
Tõhusus	Ideed ja visioonid	Tuuletoe krediit, EEXI/CII-põhised programmid
Majanduslikud otsused	Tehnoloogia maksumus	Süsiniku hinnastamise rahavood määravad projekteerimisvalikud

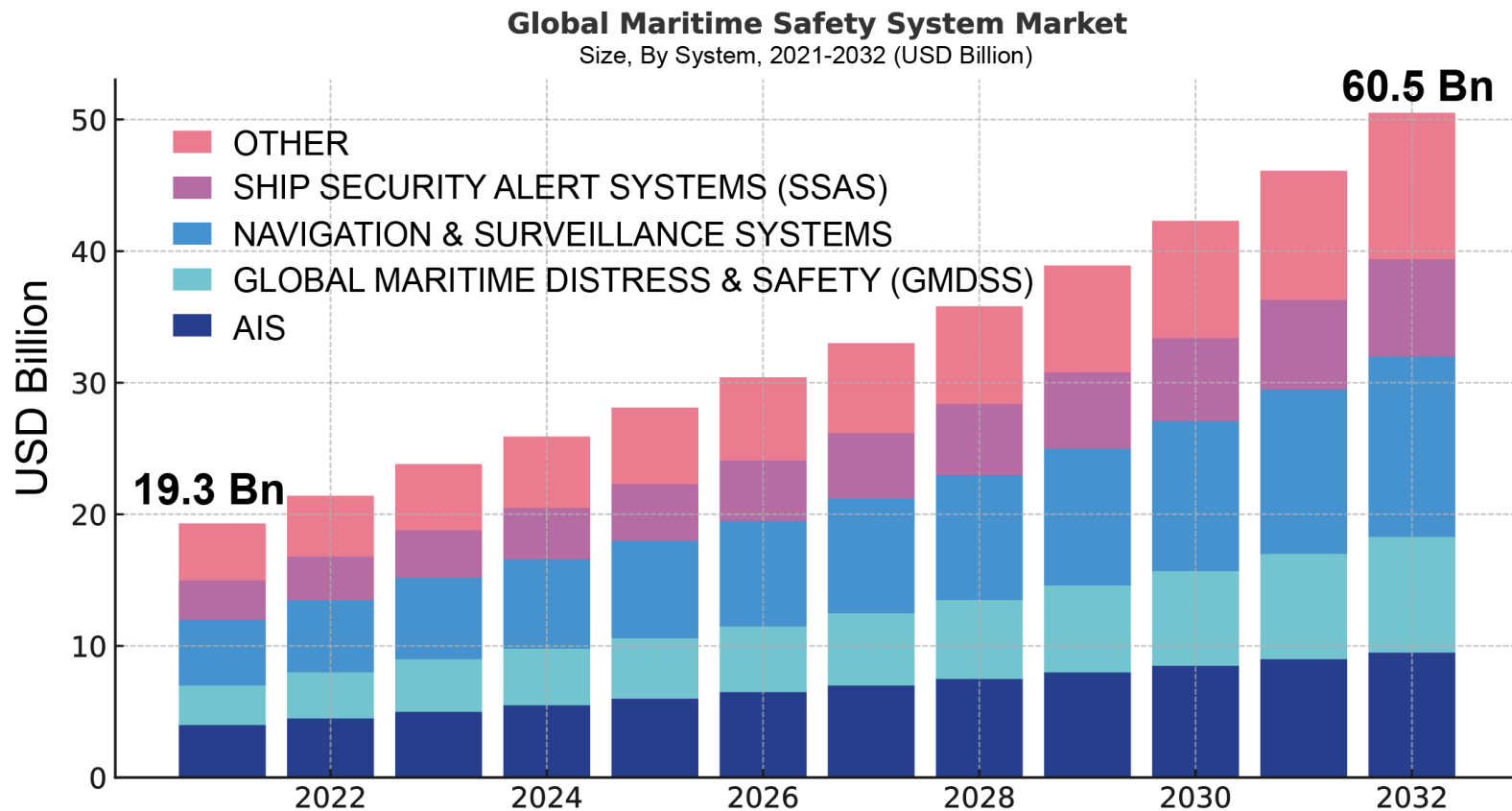
STRATEEGILINE MÕJU LAEVAEHITUSELE

- **Disain for Retrofit** — üldpaigutus, tankide asetus ja ventilatsiooniruumid peavad arvestama tulevaste kütustega.
- **Reeglite areng:** uued koormusskeemid ja materjalid tankidele ning pealisehitiste seadmetele (metanooli tangid, WAPS)
- **Laevatehased ja tarneahelad surve all:** tasakaal uusehitiste ja ümberehituste vahel.
- **Valdkondadeülesed pädevused:** elektriautomaatika, juhtimissüsteemid ja ohutustehnika on nüüd sama olulised (või olulisemad) kui kerekuju optimeerimine ja tugevusarvutused.

Ennustus



Näide: Meresõiduohutuse süsteemid

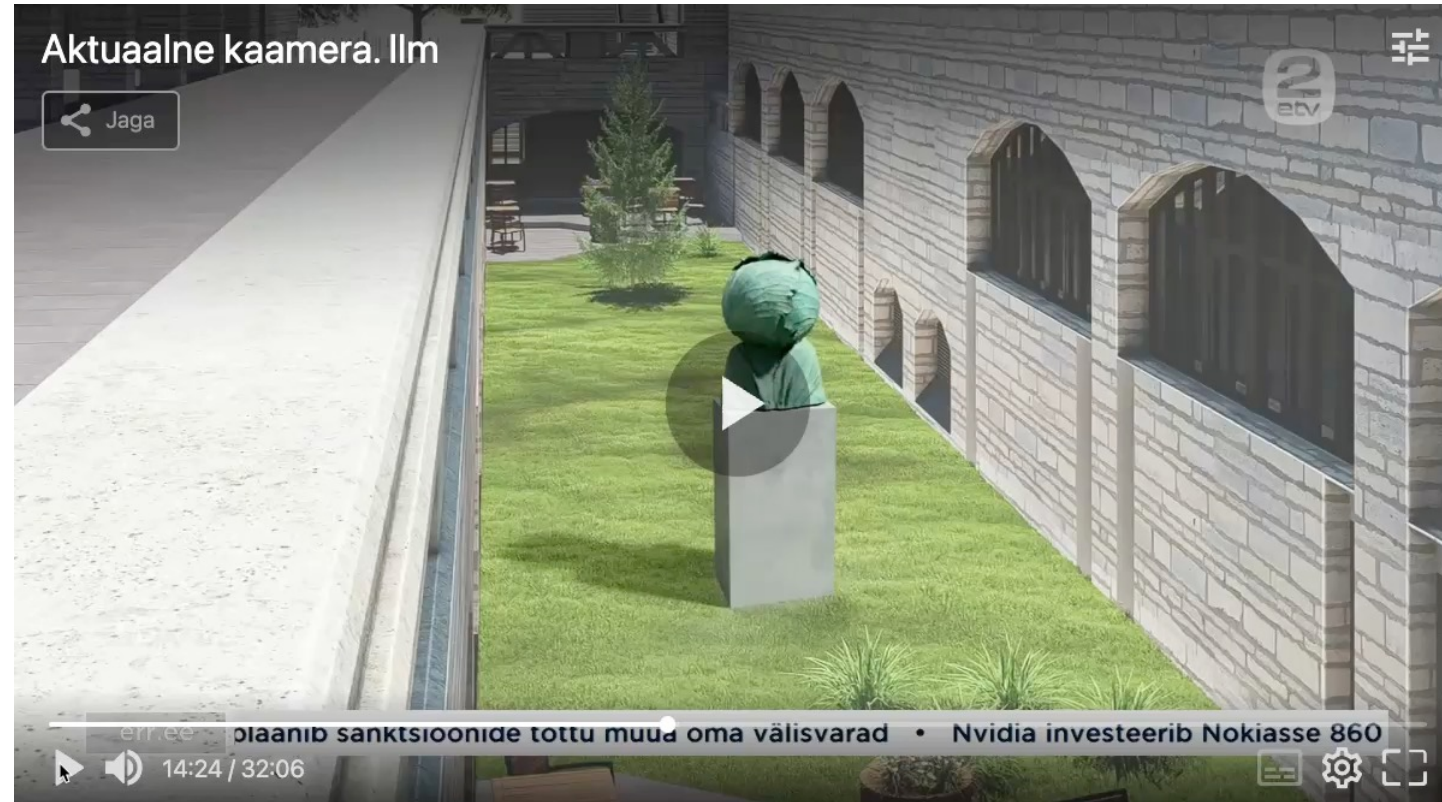


Kasvu põhjustab: kasvav meretranspordi maht, rahvusvahelised regulatsioonid, turvaohutude kasv, tehnoloogiline areng

Süsteem / tehnoloogia	Eesmärk / funktsioon	Kasutusvaldkond / näited
AIS - Automatic Identification System	Laeva automaatne tuvastamine ja jälgimine; kokkupõrgete vältimine	Kõik kauba-, reisija- ja töölaevad; liikluse juhtimiskeskused
GMDSS - Global Maritime Distress and Safety System	Hädaabi- ja ohutusside; häiresignaalide ja päästeinfo edastus	Kõik SOLAS-laevad, pääste- ja juhtimiskeskused
Navigatsiooni- ja seiresüsteemid (radar, sonar, satelliitseire)	Olukorrateadlikkus ja navigatsiooni ohutus	Laevad, sadamad, rannikuseirekeskused
SSAS - Ship Security Alert System	Häire turvaohutude korral (piraatlus, rünnakud, röövlaevad)	Kaubalaevad, tankerid, reisilaevad
Muud süsteemid	Keskkonna ja konstruktsiooni monitoorimine	Kõik, merevägi, rannavälve

Meetmed kasvuhoonegaaside (KHG) vähendamiseks

- **ETS (Emissions Trading System)** Heitkogustega kauplemise süsteem
 - 1 luba = 1 tonn CO₂-ekvivalentset heidet.
 - **Turupõhine meede** ehk “saastaja maksab” süsteem



Meetmed kasvuhoonegaaside (KHG) vähendamiseks

- **ETS (Emissions Trading System)** Heitkogustega kauplemise süsteem
 - 1 luba = 1 tonn CO₂-ekvivalentset heidet.
 - **Turupõhine meede ehk “saastaja maksab” süsteem**
- **FuelEU**
 - Adresseerib kütuseid otse nõudes puhtamaid kütuseid
 - Tehniline meede (2025-2050)
 - **“kasuta puhtamat kütust” süsteem.**

MÕJU: iga % efektiivsust saab mõõta ETS/FuelEU kaudu

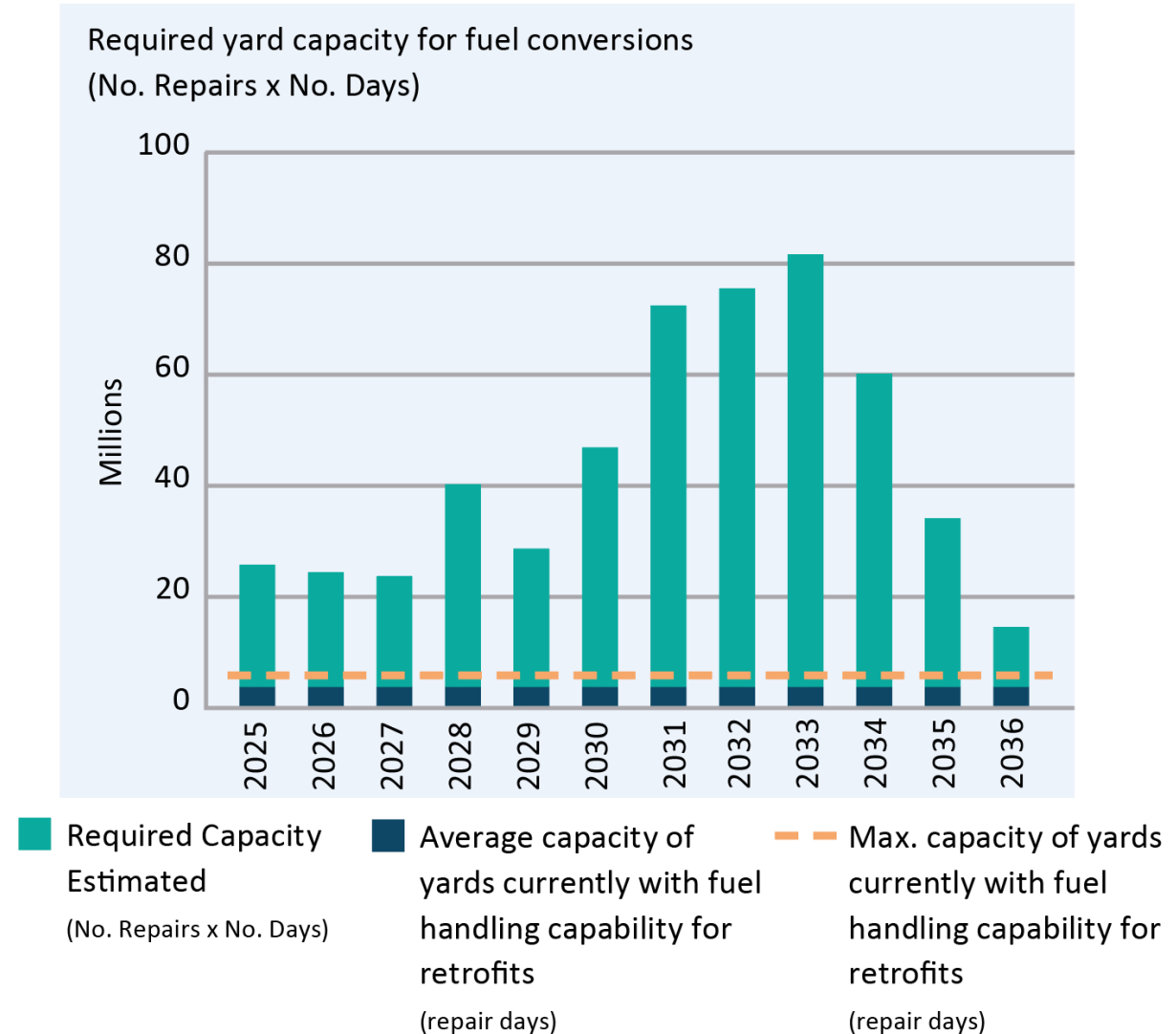
→ Iga süsteemi, rakenduse, või disainimuudatuse kasumlikkust saab hinnata

MÕJU: RETROFITTIMISE DEKAAD



MÕJU: RETROFITTIMISE DEKAAD

- 9 000–12 900 suurt laeva on tehniliselt võimalik ümber ehitada.
- Praegu on võimalik teha vaid umbes 300 ümberehitust aastas → **suur võimekuse puudujääk.**
- **Metanooli ümberehitused:**
TRL 4–5 → algus 2025.
- **Ammoniaagi ümberehitused:**
TRL 3 → alates umbes 2027.



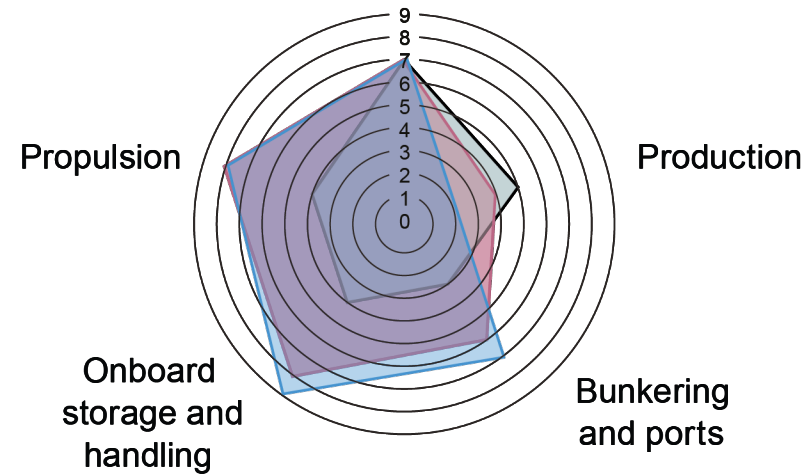
Source: LR ENGINE RETROFIT REPORT 2023: Applying alternative fuels to existing ships

ZERO-CARBON FUEL MONITOR

TRL

Technology

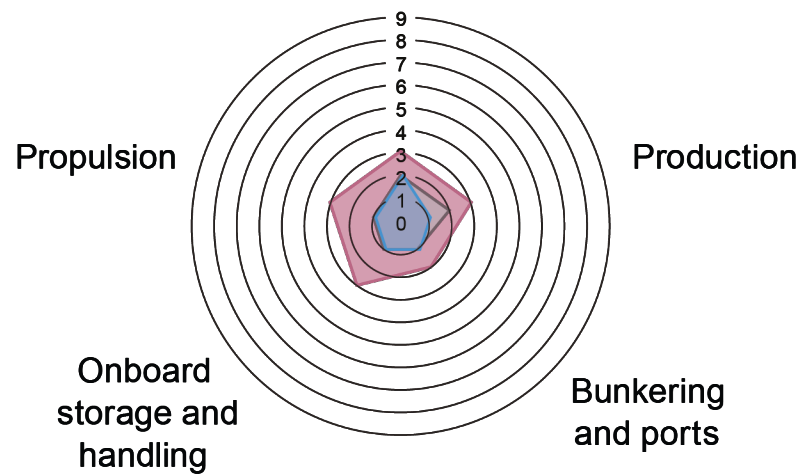
Resource



IRL

Investment

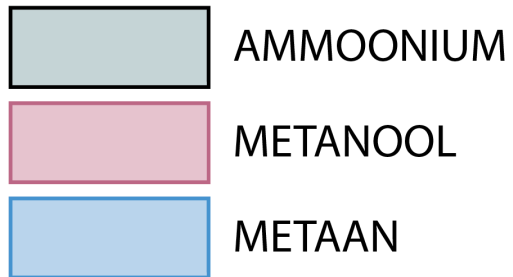
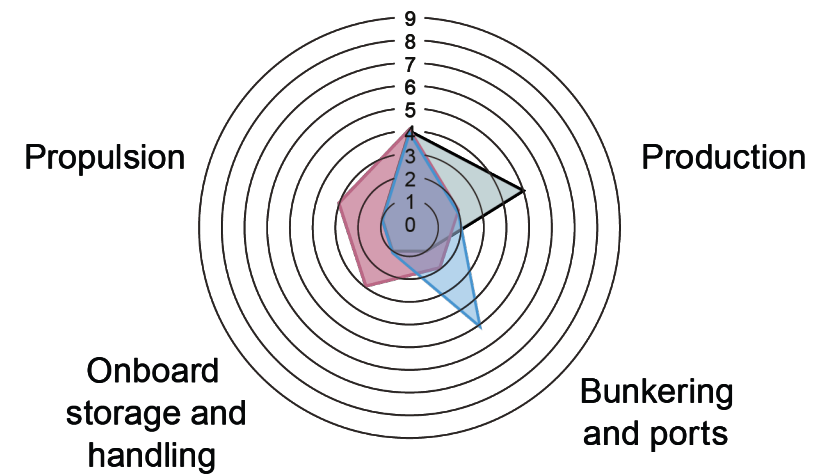
Resource



CRL

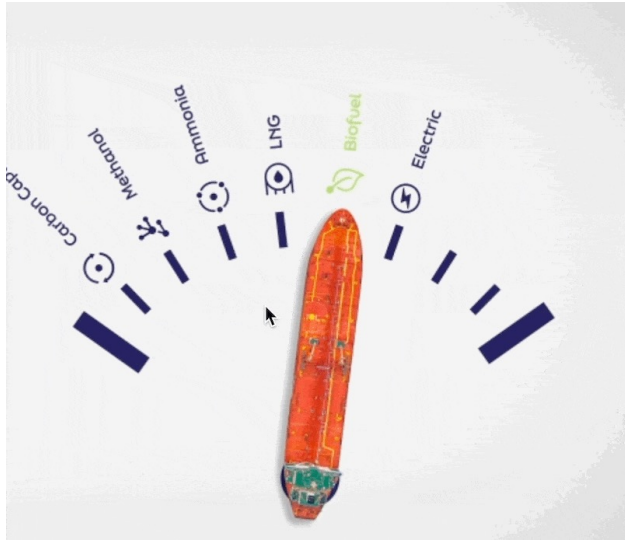
Community

Resource

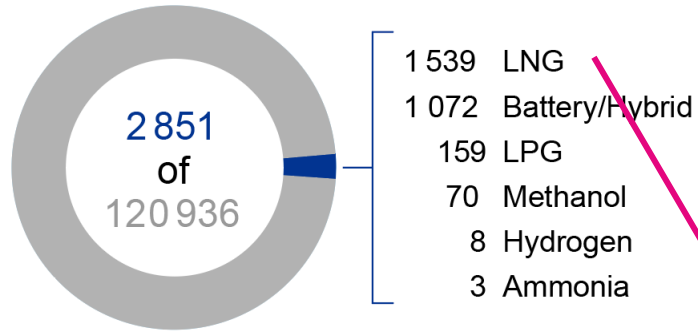


Source: LR ENGINE RETROFIT REPORT 2023: Applying alternative fuels to existing ships

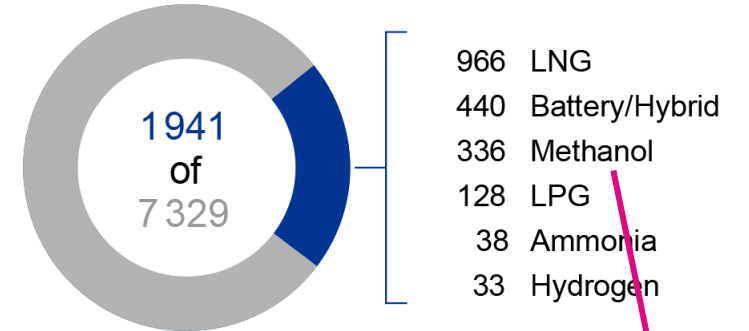
KÜTUSED



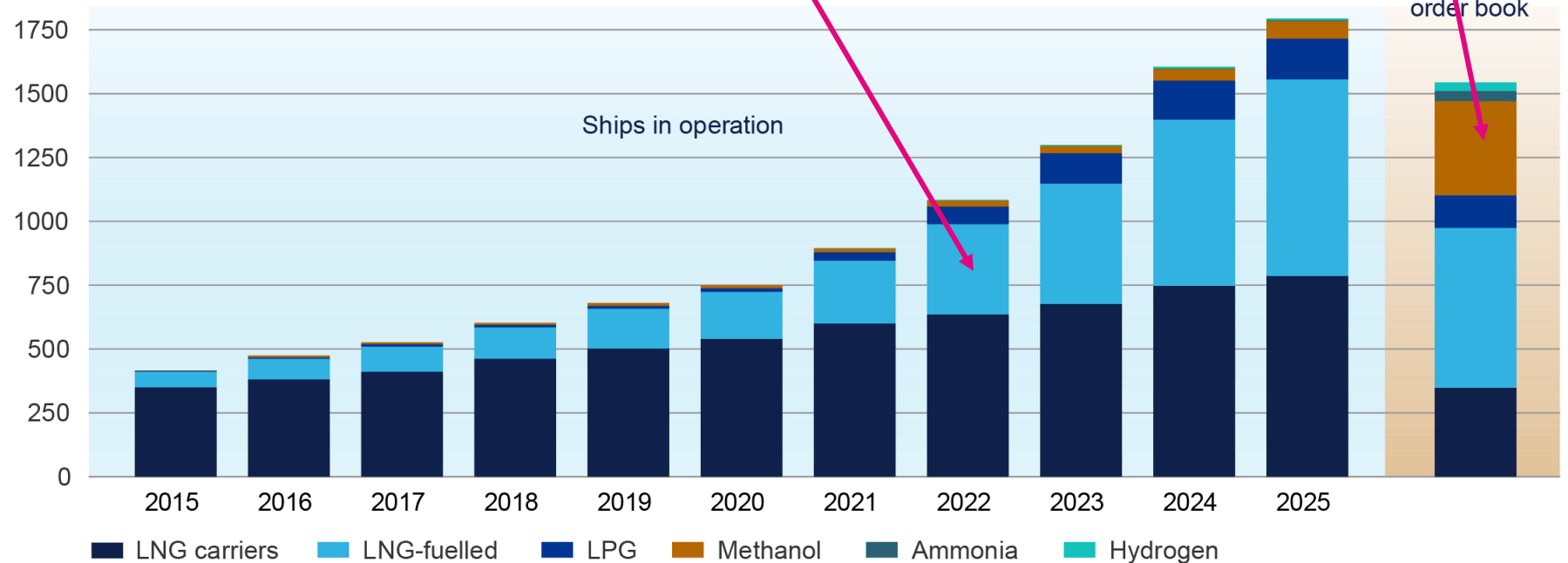
NUMBER OF SHIPS IN OPERATION



NUMBER OF SHIPS ON ORDER



Units: Number of ships



©DNV 2025

Source: Alternative Fuels Insight (AFI) - afi.dnv.com, as of August 2025

Uued kütused: Riski põhine hindamine

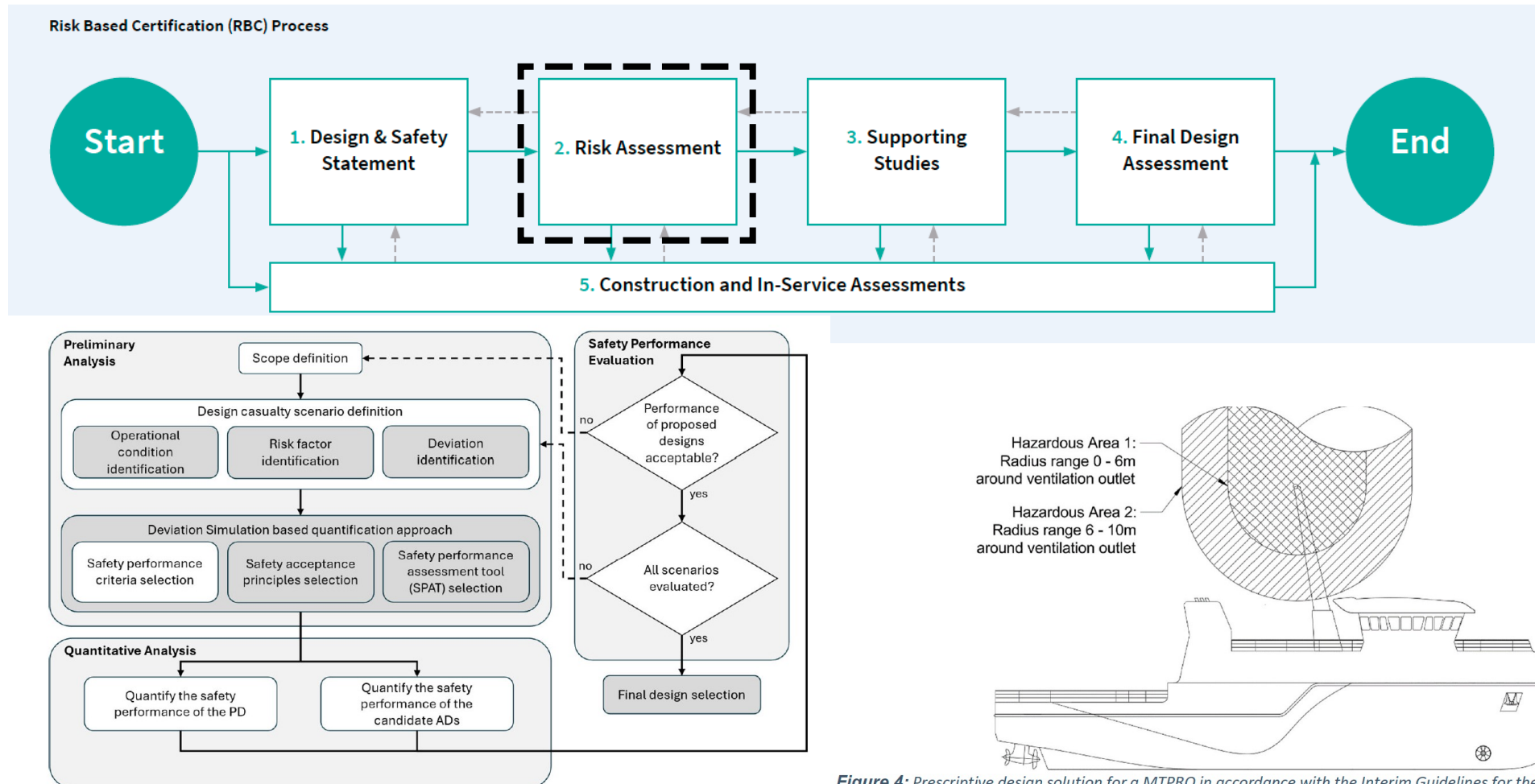


Figure 2: Specified Framework based on the alternative design development process according to IMO MSC.1/Circ.1212 (IMO, 2019c).

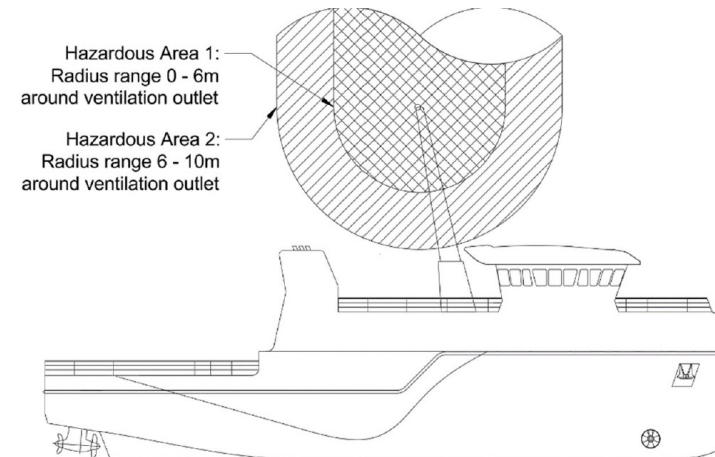


Figure 4: Prescriptive design solution for a MTPRO in accordance with the Interim Guidelines for the Safety of Ships using Methyl/Ethyl Alcohol as Fuel (IMO, 2020).

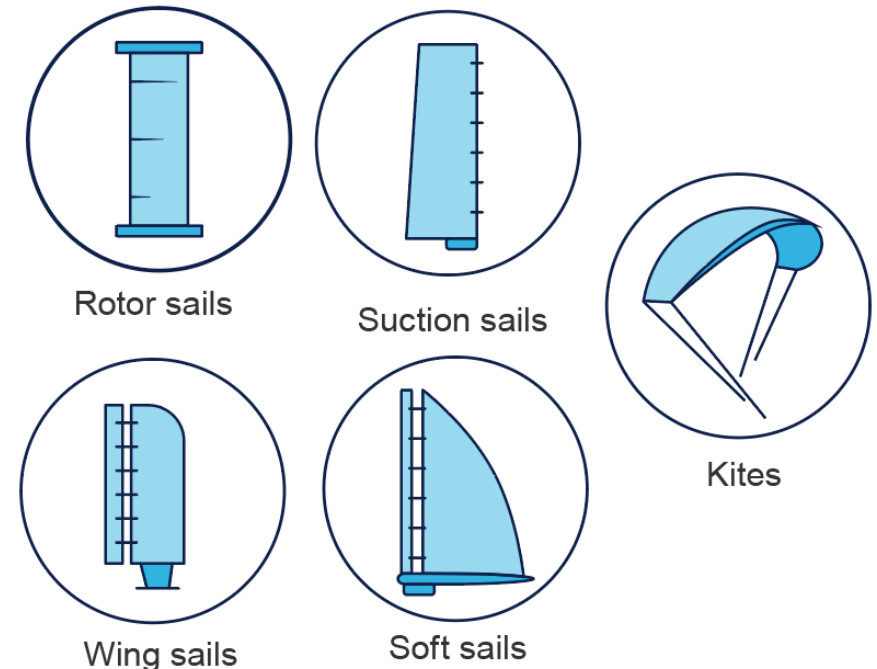
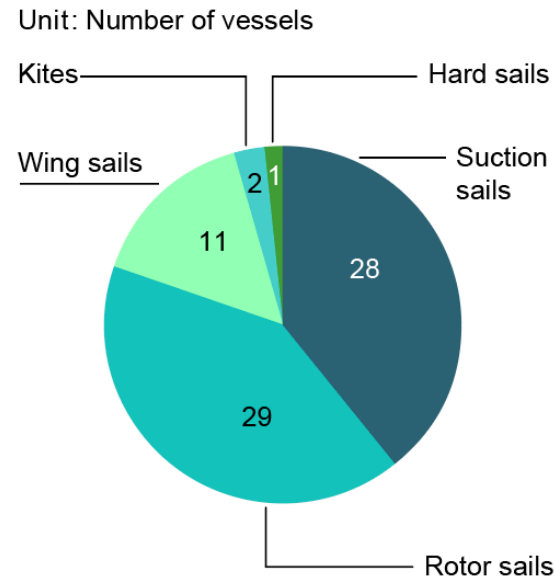
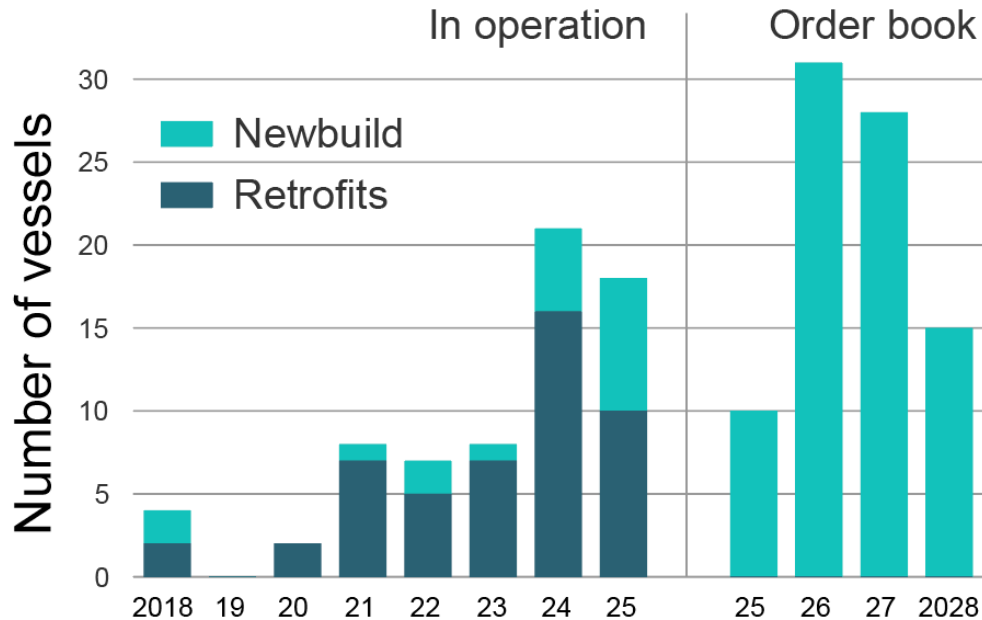
Schmid, F., Kõrgesaar M, et al. A framework for alternative design of methanol tank pressure relief outlets on ships. Submitted to Ocean Engineering. October 2025

WAPS – wind assisted propulsion

- WAPS tehnoloogia kasutuselevõtt seotud heitmetrahvide ja rohekütuste ebakindlusega turul
- Aastane kütuse kokkuhoid: 5–20 % + FuelEU credit.
- ? -> integratsioon propulsioon süsteemiga, nähtavus, tugevusarvutused



Number of vessels operating and on order with WAPS 2010–2028



**TAL
TECH**

TEADUSTEGEVUSED

Millised trendid on jätkusuutlikud?

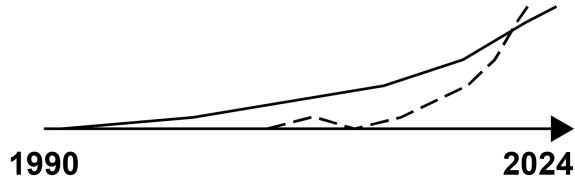
- Ülevaade Jalali & Tei (2025), kes vaatlesid meretehnoloogia viimase 30 aasta trende kasutades erinevaid allikaid
- Scopus (teaduskirjanduse andmebaas)
- Meedia
- EU rahastatud projektid
- Praktikas olevad lahendused

**PIKAAJALISED
KESTVAD TRENDID**

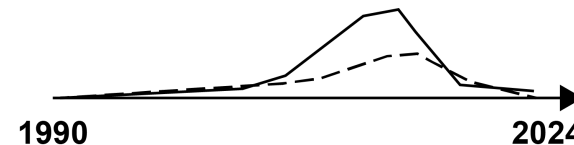
VS

BUZZWORDS

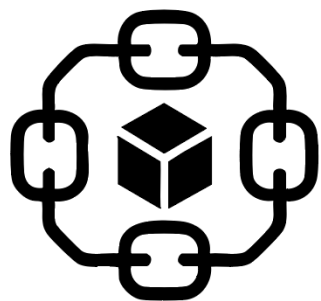
Jalali & Tei (2025), "Maritime technology attention trends: Buzzwords, stability, and emerging patterns," Environmental Innovation and Societal Transitions, 57, 101035.



PÜSIVAD PIKAAJALISED TRENDID



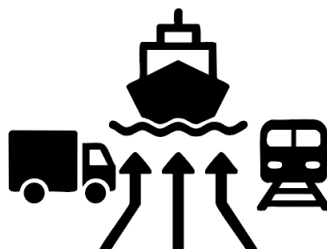
BUZZWORDS



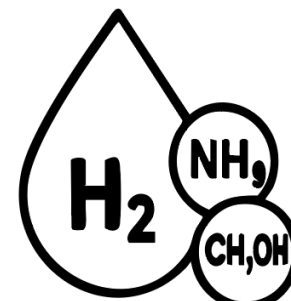
Plokiabel



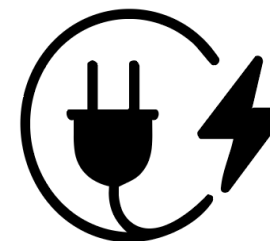
Automatiseerimine



Synchromodality



Rohekütused



Elektrifitseerimine



Green ports
& smart ports



Decarbonisation
strategies



Asjade internet



Green shipping



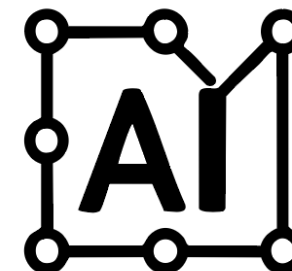
Cloud computing



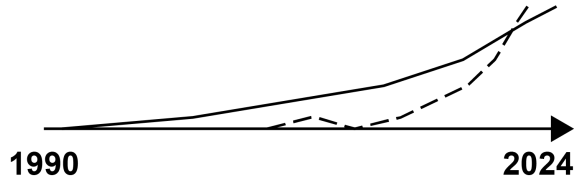
Port
Community
System



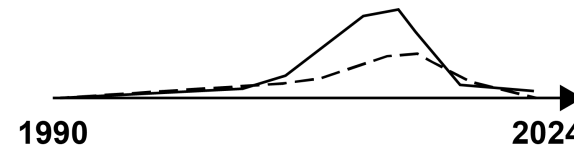
AIS and
data integration



Artificial in-
telligence

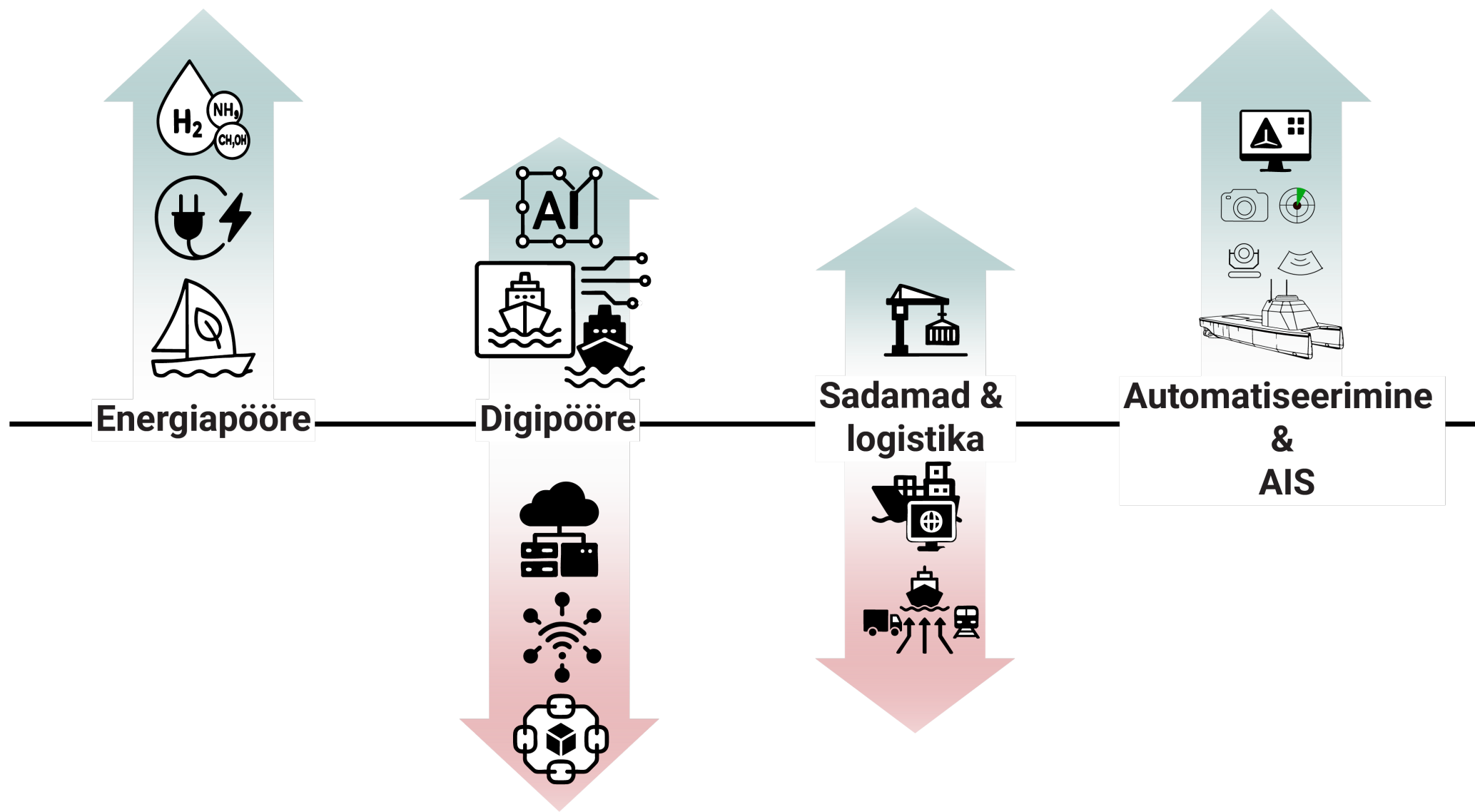


PÜSIVAD PIKAAJALISED TRENDID

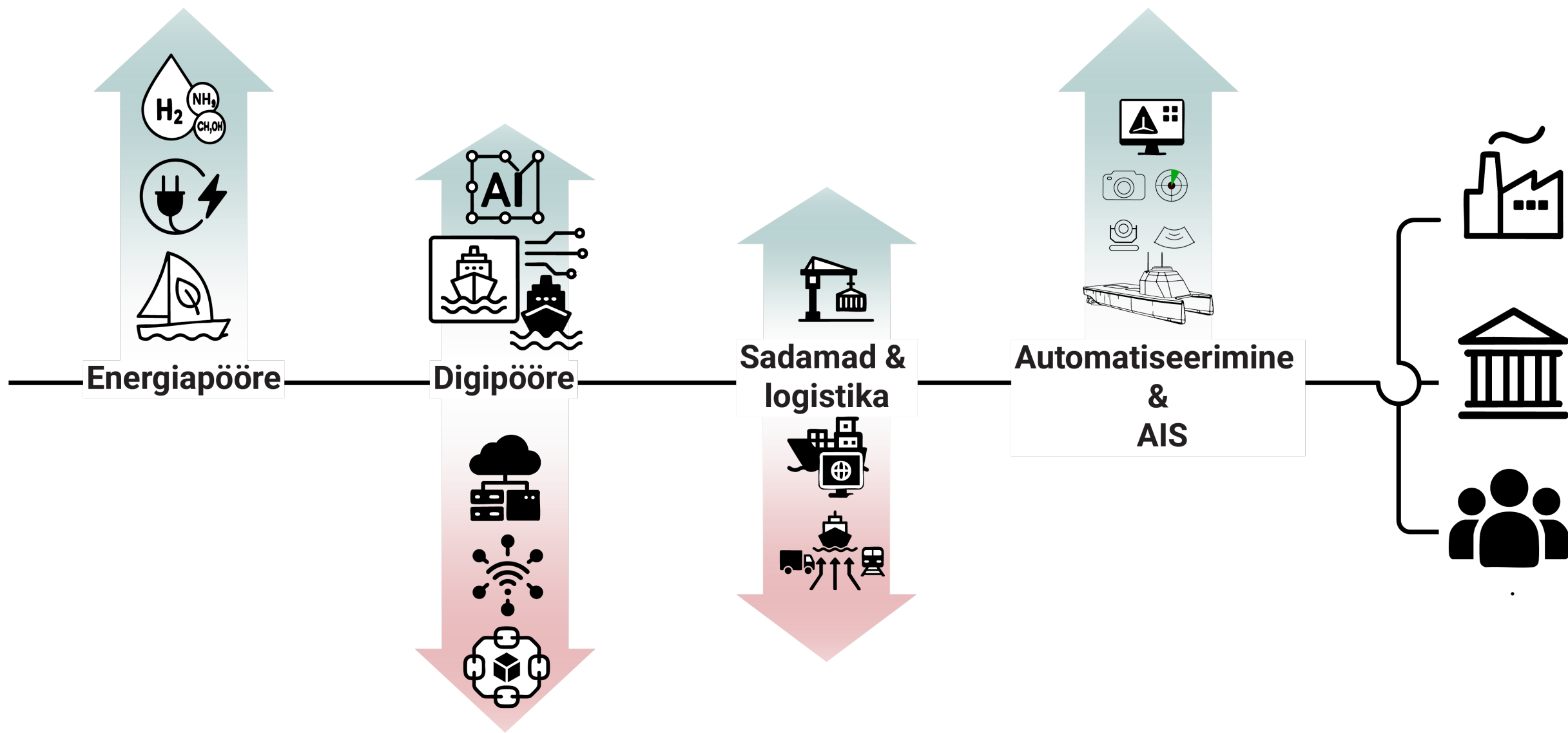


BUZZWORDS

	Alternatiivsed kütused (vesinik, ammoniaak, metanool)		Plokiahel (Blockchain)
	Roheline tõukejõud (sh tuule- ja hübriidsüsteemid)		Asjade internet (IoT)
	Elektrifitseerimine ja kaldavoolu kasutus		Pilvandmetöötlus (Cloud computing)
	Automatiseerimine / autonoomne laevandus		Sadama kogukonnasüsteemid (PCS)
	Süsinikuvähendamise strateegiad		Sünkromodaalsus (Sychromodality)
	Tehisintellekt (AI)		—
	Rohelised ja targad sadamad		—
	AIS ja andmete integreerimine		—

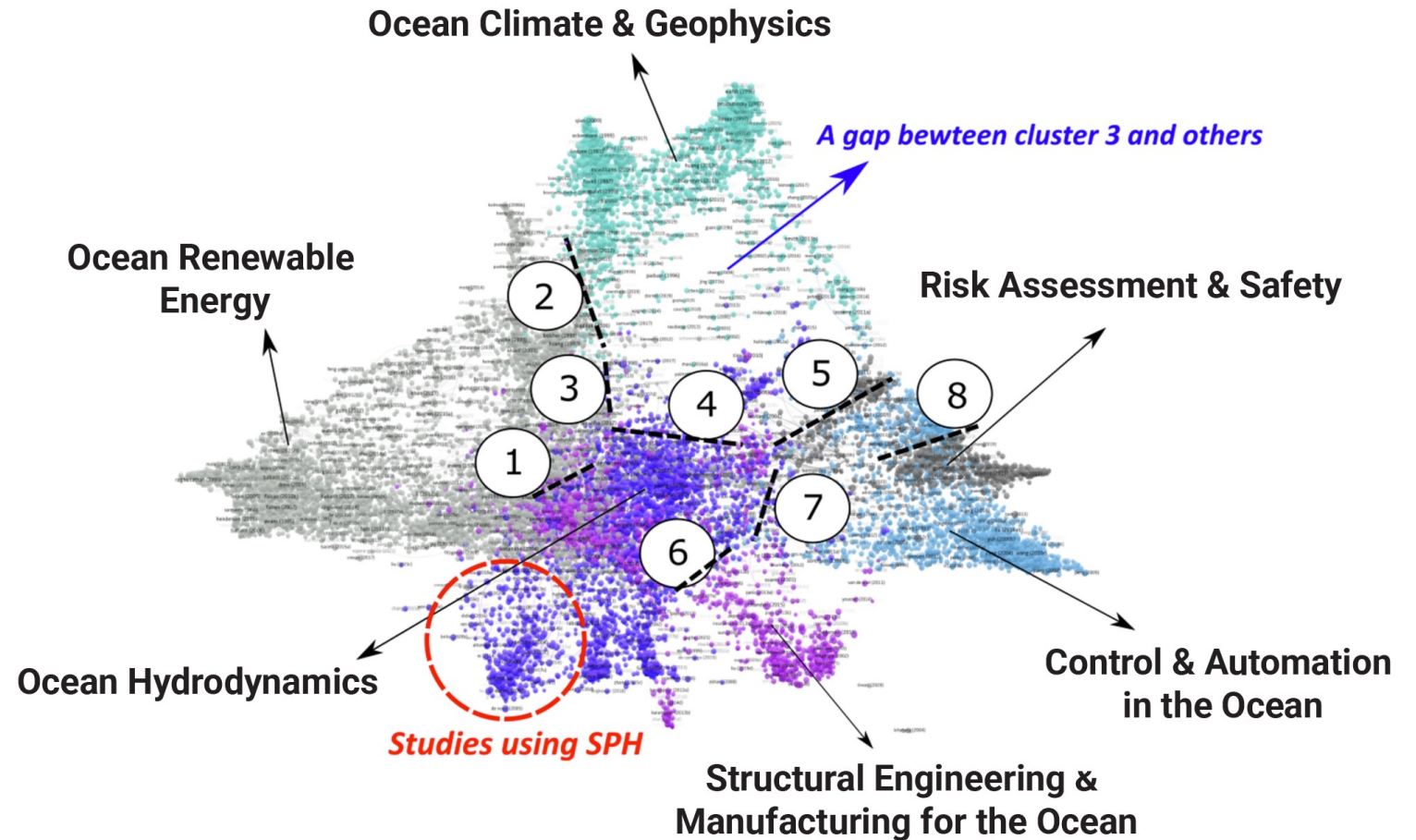


“Püsiv fookus teadusuuringutes, rahastuses ja tööstuslikus kasutuses on parim indikaator.”



MERETÖÖSTUSE PEAMISED UURIMISSUUNAD?

FOOKUSSUUNAD TEEMADE KAUPA



S Tavakoli, D Khojasteh, M Haghani, S Hirdaris (2023), "A review on the progress and research directions of ocean engineering ,," Ocean engineering

MERETÖÖSTUSE PEAMISED UURIMISSUUNAD?

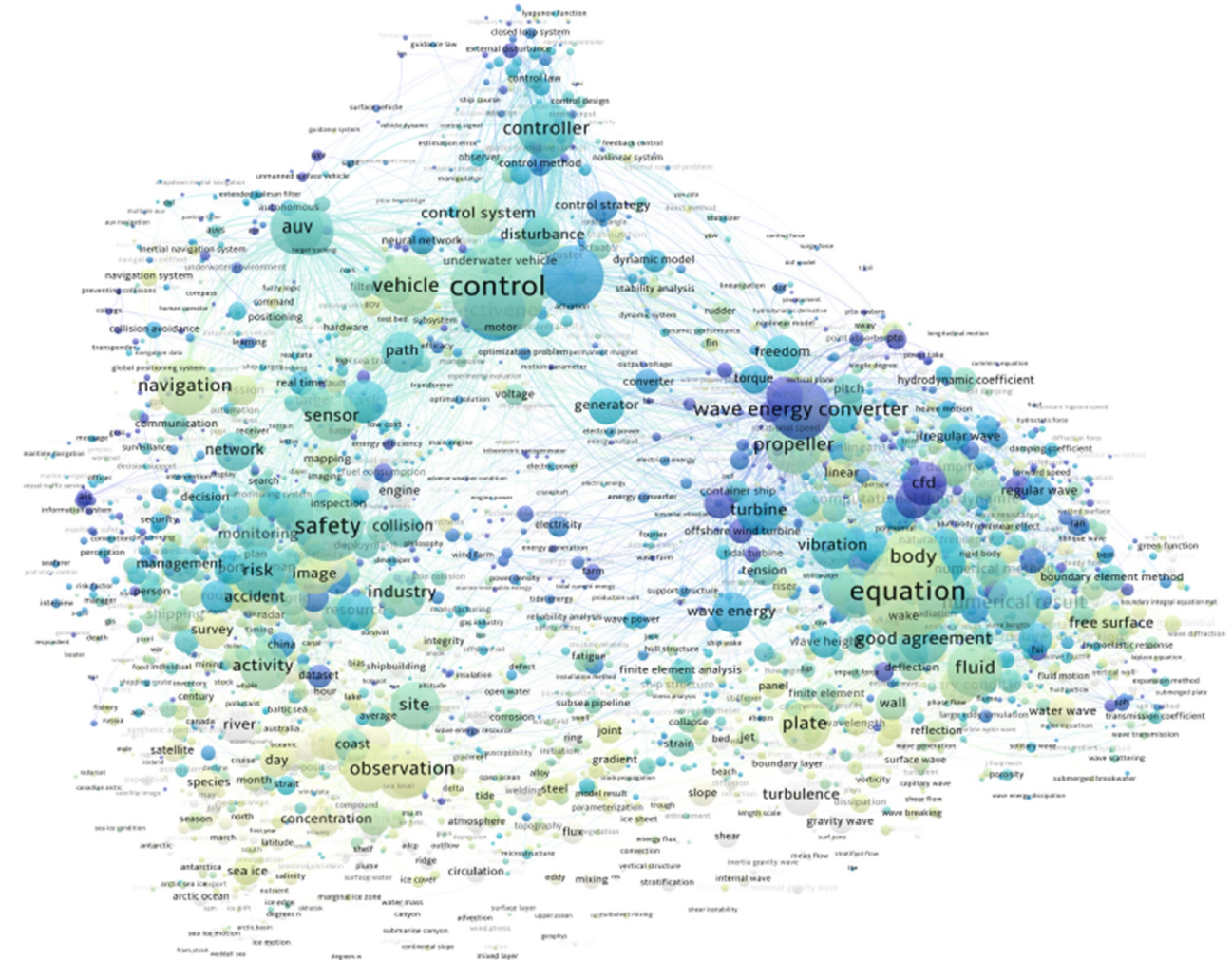
Rapidly Growing Research Areas

Drivers

 <i>Ocean renewable energy (conceptualization, hydrodynamics of OWC, tidal & offshore wind turbines)</i>	Clean energy demand, policy pressure
 <i>Dynamic control & path tracking of marine vehicles</i>	Autonomy & AI in navigation
 <i>CFD modelling of upper ocean boundary layers</i>	Computing power, advanced numerical tools
 <i>Machine learning & neural networks in hydrodynamics and safety</i>	Data availability & AI methods
 <i>Vortex-induced vibration & hydroelastic modelling</i>	Offshore structural design challenges

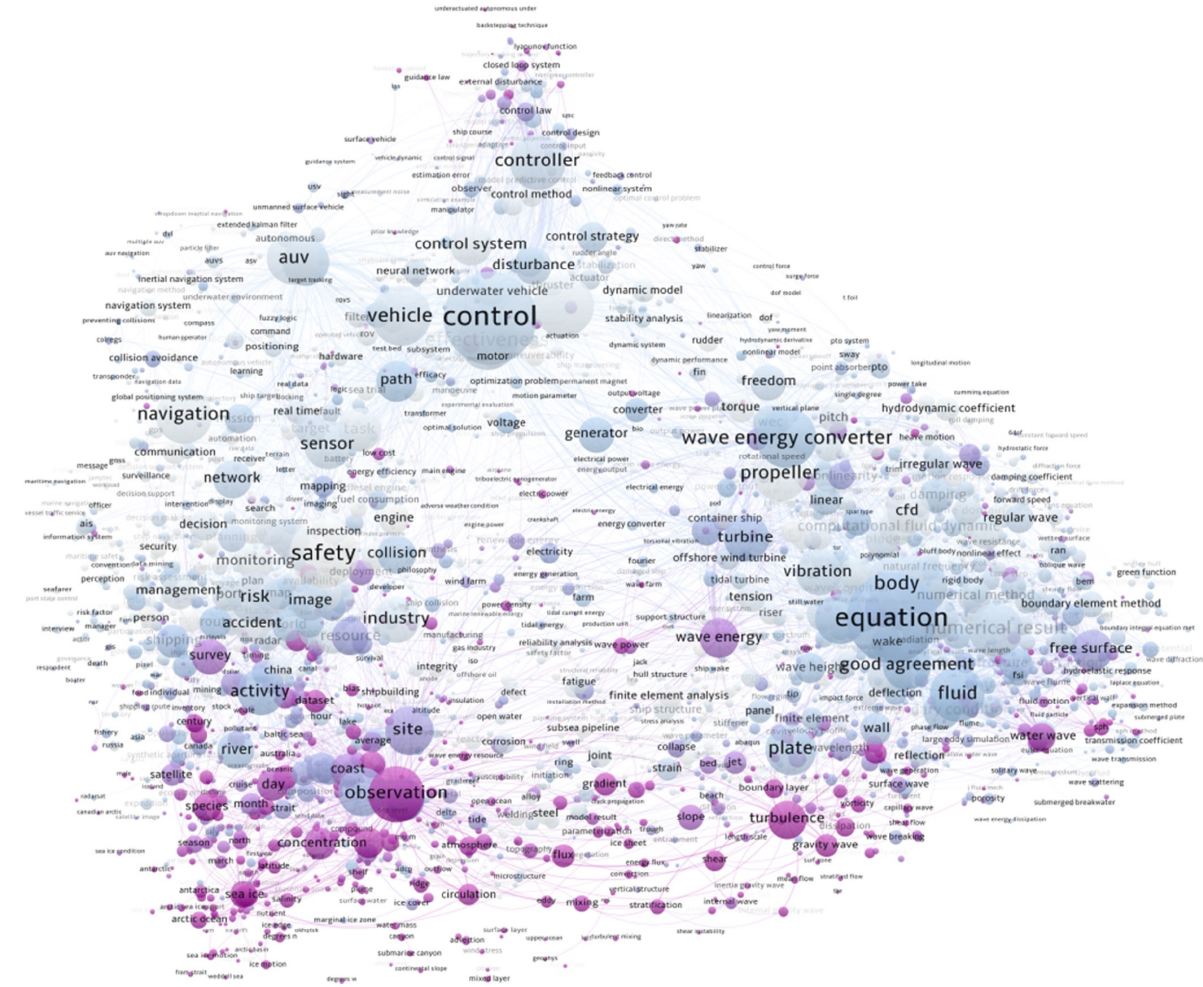
S Tavakoli, D Khojasteh, M Haghani, S Hirdaris (2023), "A review on the progress and research directions of ocean engineering", Ocean engineering

FOOKUSSUUNAD PUBLITSEERIMISE AASTA



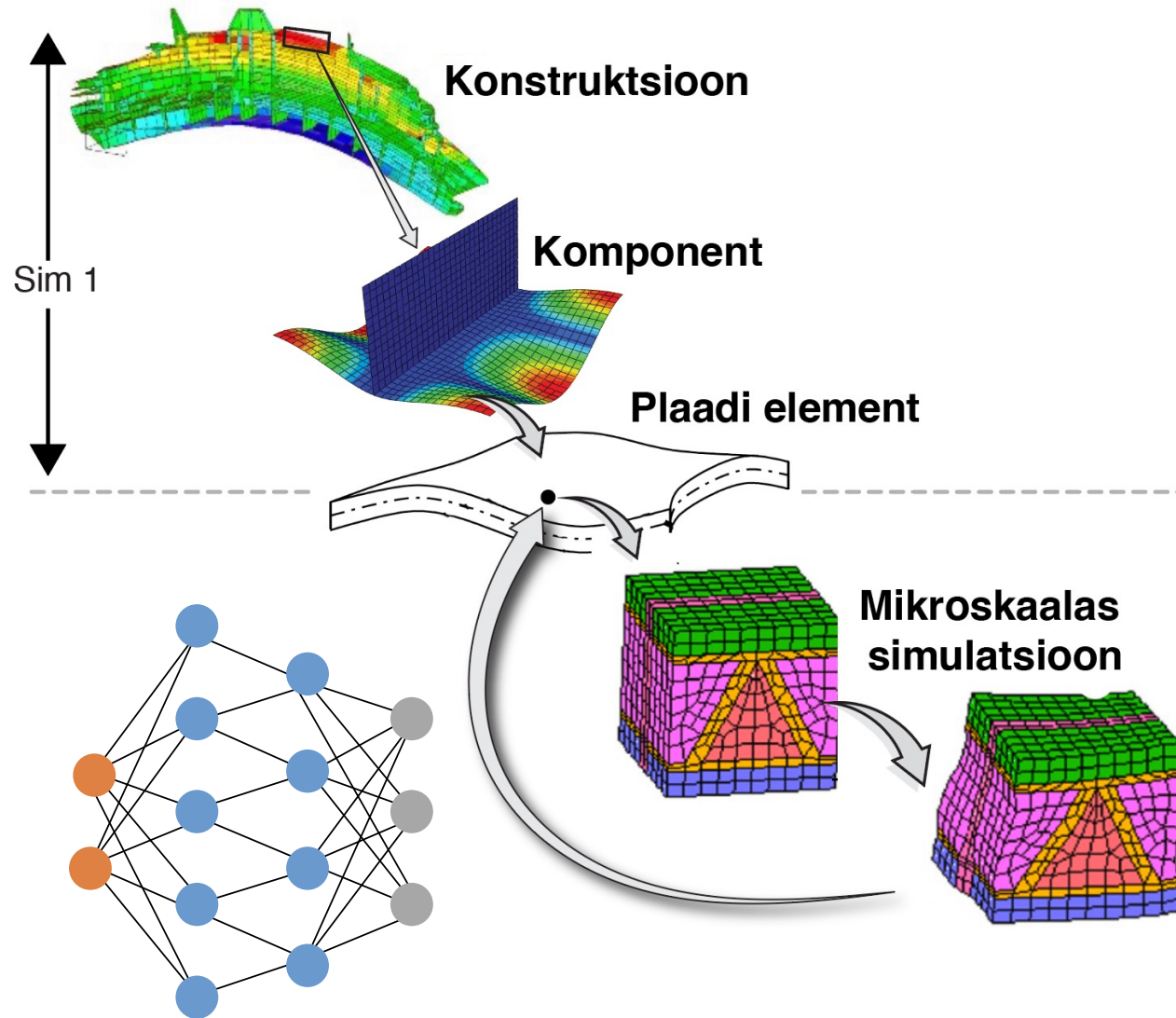
mihkel.korgesaar@taltech.ee

FOOKUSSUUNAD TSITEERINGUTE ARV



mihkel.korgesaar@taltech.ee

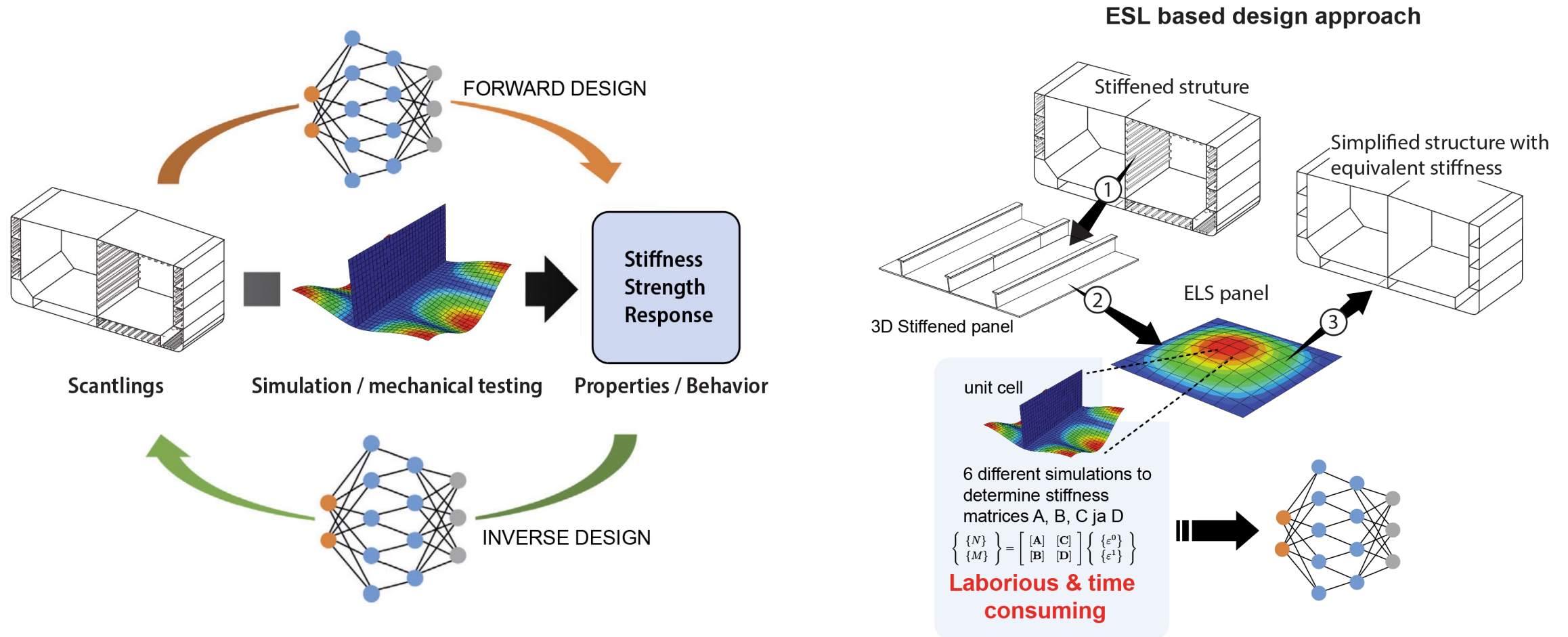
MASINÕPPE MEETODID KONSTRUKTSIOONI ANALÜÜSIS



Laevade puhul piirdub täpsus tavaliselt suurte plaadi elementidega.

EESMÄRK:
Lokaalse info
sildamine suurte
konstruktsioonide
analüüsi

DN for Improving Safety of New Ship Designs in Changing Arctic Sea and Ice Conditions “ISEShArc”



SINIMAJANDUSES DOMINEERIVAD TRENDID



ROBOOTIKA

Autonoomsed ja parvena töötavad süsteemid (kontrolliks, kaardistamiseks ja prahi kogumiseks)



MERETEHNOLOOGILINE BIOTEADUS

Vesiviljelus, merest pärit bioplastid (ühendab eri valdkonnad – tervishoid, toidutööstus ja rohematerjalid)



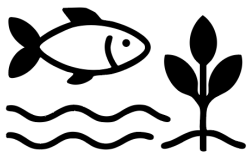
SININE TAASTUVENERGIA

laine-, tõusu- ja termiline energia;



SÜGAVAMERELINE KAEVANDAMINE

Suurenev surve tagada säästlik juurdepääs merepõhja maavaradele (ROVid)



SÄÄSTEV VESIVILJELUS

parem ressursside kasutusefektiivsus, reostuse ohjamine, teadlik tarbimine



Tööstusliku
mastaabiga
automatiseerimine
ja
energiatootmine

