

# WERKDOCUMENT

## Kwantitatieve verkenning

### LNG potentieel

## West-Europese binnenvaart

Opdracht uitgevoerd voor: Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Rotterdam, 30 november 2016

- Naast verbeteringen op gebied van vaargedrag en de logistieke efficiency is een reeks technische oplossingen beschikbaar voor schepen en hun aandrijving voor vergroening.  
Deze technische oplossingen bestaan vooral uit nageschakelde technieken, zoals katalysatoren en filters en daarnaast uit toepassing van alternatieve brandstoffen.
- LNG vormt in dit pallet één van de meest kansrijke alternatieve brandstoffen voor de transitie naar schoon en CO2 neutraal vervoer per binnenschip. In tegenstelling tot bijvoorbeeld aandrijvingen op waterstof is LNG brandstof en techniek nu beschikbaar en gereed voor uitrol in de binnenvaart.
- LNG is toepasbaar op het deel van de vloot dat verantwoordelijk is voor een groot deel van het brandstofverbruik en emissies, dit zijn de grotere schepen die veel vaaruren maken

- State-of-the-art LNG aandrijvingen voldoen aan de toekomstige emissie eisen voor nieuwe motoren (NRMM Stage V) die gericht zijn op een sterke reductie van de uitstoot van NOx en fijnstof.
- Daarbij levert fossiel gewonnen LNG een bijdrage aan de reductie van CO2 uitstoot, onder voorbehoud dat methaanslip uitstoot van LNG motoren verregaand is gereduceerd.
- Er zijn nu geen normen gesteld aan de CO2 uitstoot van motoren of binnenschepen. Er is wel een norm voor methaanslip opgenomen in de NRMM Stage V richtlijn voor nieuwe motoren. Het is de verwachting dat deze norm zal worden herzien en aangescherpt, op basis van de ontwikkelingen in de motortechniek.

- Daarbij kan BioLNG direct worden geadopteerd en stap voor stap worden uitgebreid. BioLNG kan geleidelijk worden bijgemengd, waardoor de netto CO<sub>2</sub> uitstoot afneemt en een bijdrage wordt geleverd aan het klimaat akkoord van Parijs (COP21). In de brandstof visie is aangenomen dat het aandeel BioLNG 9% bedraagt in 2030 en oploopt naar 18% in 2050.
- LNG kan in combinatie met andere technieken worden toegepast, zoals de combinatie met hybride aandrijvingen, systemen voor luchtsmering langs de romp en het gebruik van flexibele tunnels voor de schroef van het schip.

Inzicht verkrijgen in:

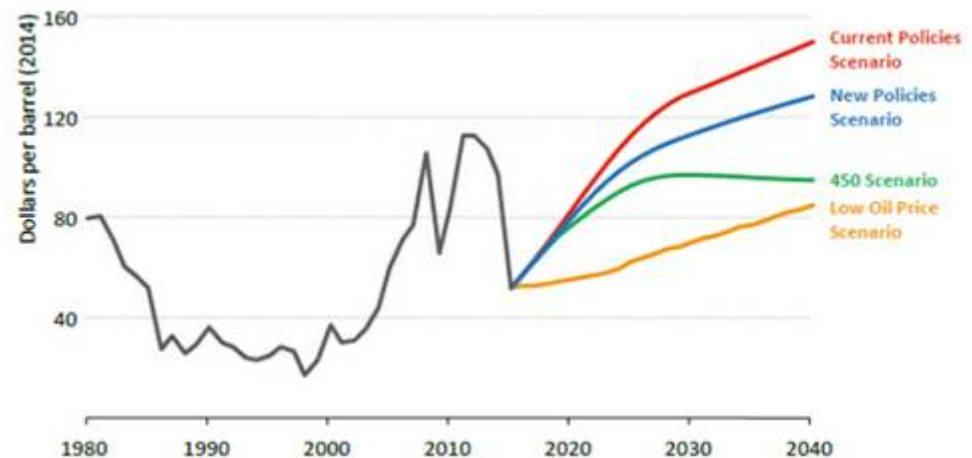
- bandbreedte prijsverschil tussen diesel en LNG op langere termijn (spread)
- Kosten van de meer-investering in relatie tot terugverdientijd
- kwantitatief potentieel voor LNG als brandstof in de binnenvaart in West-Europa, bij verschillende scenario's, uitgedrukt in
  - het aantal binnenvaartschepen dat potentie heeft voor LNG
  - het aandeel (Bio)LNG in het totale brandstofverbruik van de binnenvaart
- milieu-effecten van geschat (Bio)LNG potentieel, emissies van
  - NOx
  - Fijnstof
  - CO2

- **Desk research:**
  - Groot aantal studies marktontwikkelingen LNG, aardgas en olie
  - Studies naar vergroening vloot: PLATINA 2, PROMINENT, LNG Masterplan
- **Marktconsultatie:**
  - Leveranciers LNG: prijsontwikkeling gasolie binnenvaart en LNG
  - banken en accountants: terugverdientijden
  - Toeleveranciers equipment, scheepswerven: hoogte meer-investering LNG
- **Definiëring verkennende scenario's:**
  - Optimistische scenario parameters: grote gemiddelde spread LNG-diesel voor periode 2016-2040, schaalvoordeel in investeringsbedragen LNG
  - Pessimistische scenario parameters: kleine spread LNG ten opzichte van diesel voor periode 2016-2040, geen schaalvoordeel op investeringen

- **Modelberekeningen** voor bepaling autonome business cases.  
Indien binnen de terugverdientijd de meer-investering in LNG ombouw/installatie wordt terugverdiend door de besparing op brandstofkosten, wordt het schip meegeteld in het potentieel voor LNG
- Het model houdt rekening met:
  - Samenstelling West-Europese vloot
  - Type schip: groot/klein, duwboot/motorvrachtschip/tankschip/koppverband
  - Spreiding van het brandstofverbruik (PROMINENT data)
  - Ouderdom van motoren en vervangingsgraad (PROMINENT data)
  - Emissie regelgeving (Stage V NRMM en toegang Rotterdamse haven) en compliance kosten (PLATINA2 en PROMINENT data)
  - Verschillende niveaus van het gemiddelde prijsverschil tussen diesel en LNG voor de periode 2016-2050
- Derhalve geen rekening gehouden met:
  - Nieuw beleid op gebied van stimulering van vergroening voor de bestaande vloot, zoals normering of subsidies
  - Wijzigingen in het aantal schepen, de vloot is constant verondersteld qua omvang

- Terugverdientijd: 12 jaar
- Prijsscenario's LNG en olie op basis van "World Energy Outlook 2015". Ondergrens dat LNG altijd een beperkt prijsvoordeel heeft ten opzichte van diesel. Bepaalde leveranciers geven een vaste korting voor de prijs van LNG ten opzichte van diesel. Bandbreedte prijsvoordeel ten opzichte van een liter diesel:

- Minimaal 5 cent
- Maximaal 35 cent



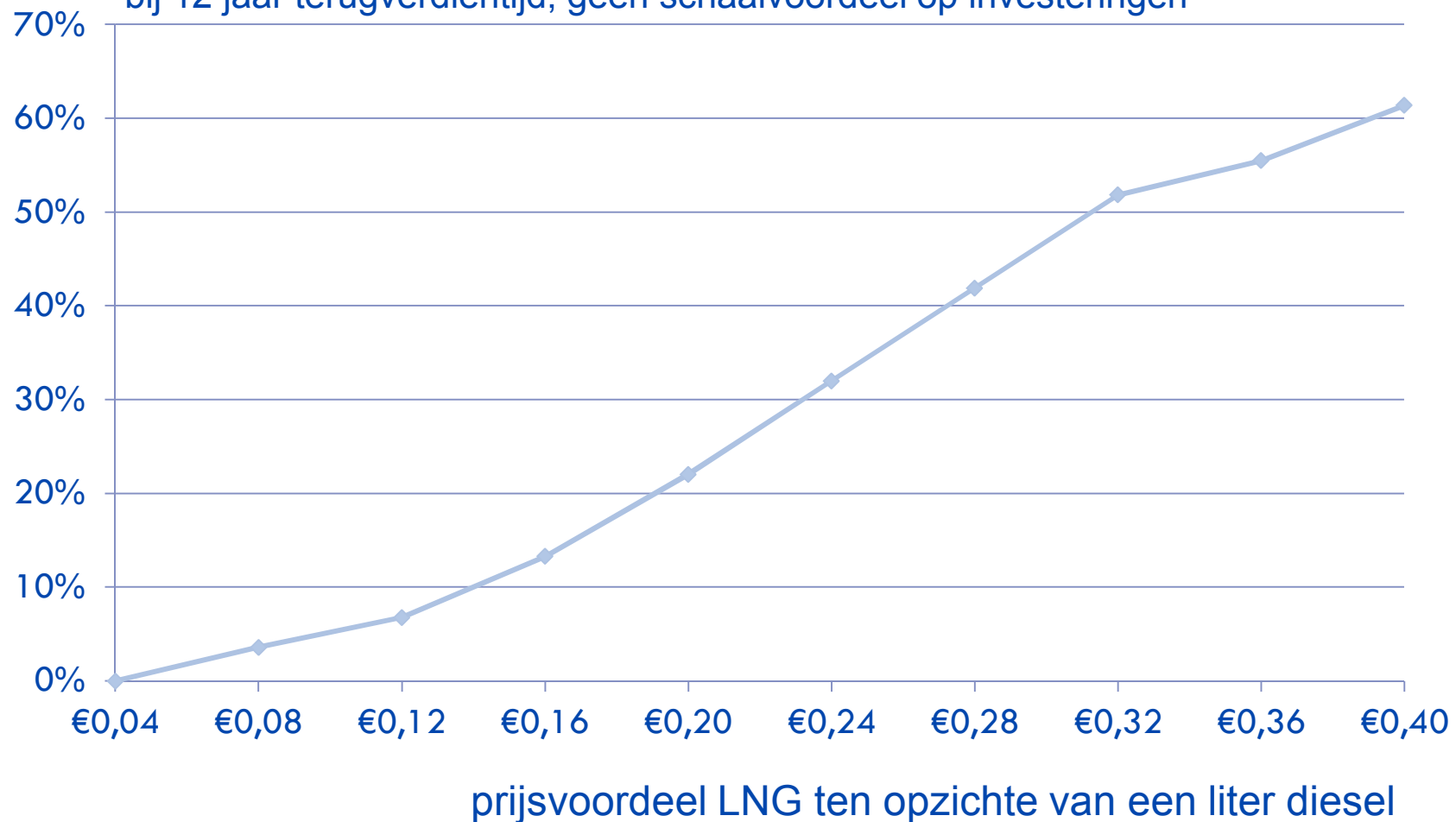
- Investeringsbedragen: maximaal 15% lagere kosten voortkomend uit schaalvoordeel, vooral door goedkopere LNG brandstoftanks



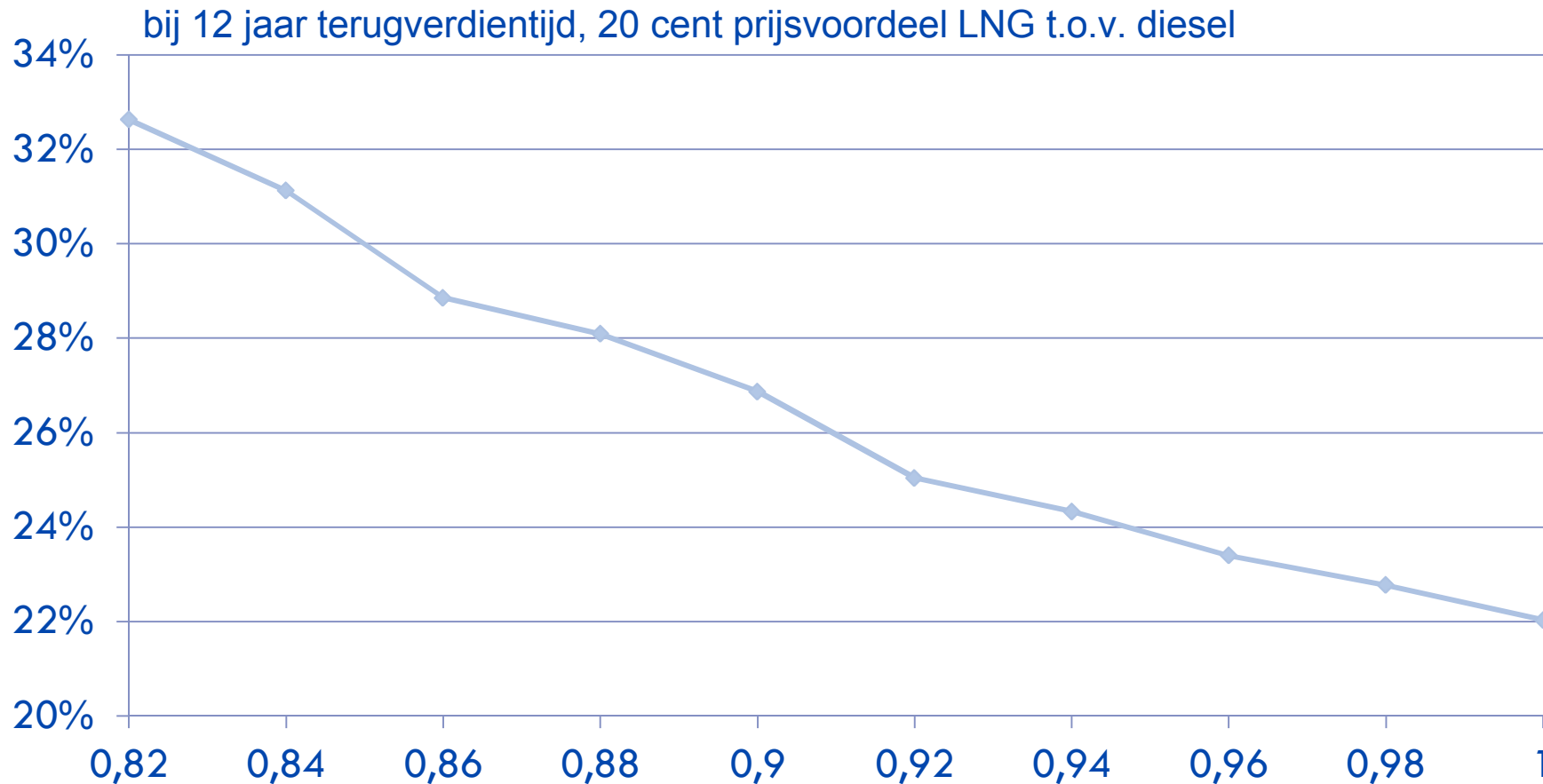
Scenario		1	2	3	4
World Energy Outlook scenario:		Low oil price	450 scenario	New policies	Current policies
Investeringskosten (factor)		1	0,95	0,9	0,85
Terugverdientijd bank (jaren)		12	12	12	12
Prijsverschil LNG-Diesel (€)		<b>€ 0,05</b>	€ 0,17	€ 0,27	<b>€ 0,35</b>
Aantal schepen					
'80-84 m.'	874	0	3	66	108
'85-86 m.'	915	0	37	197	299
'87-109 m.'	547	0	34	260	453
'110-134 m.'	903	0	112	591	738
'135 m. of meer'.	279	0	22	115	201
koppelverband	140	0	49	75	85
500-999 kW duwboten	223	0	2	5	19
1000-2000 kw duwboten	69	0	2	7	10
>2000kw duwboten	25	6	20	22	22
Potentieel aantal schepen op LNG		6	281	1338	1935
Brandstof m3		21774	221271	592731	739914
% vloot		0%	4%	18%	25%
% BRANDSTOF		2%	18%	50%	62%

## AANDEEL LNG IN HET TOTALE BRANDSTOFVERBRUIK VAN DE BINNENVAART

bij 12 jaar terugverdiertijd, geen schaalvoordeel op investeringen



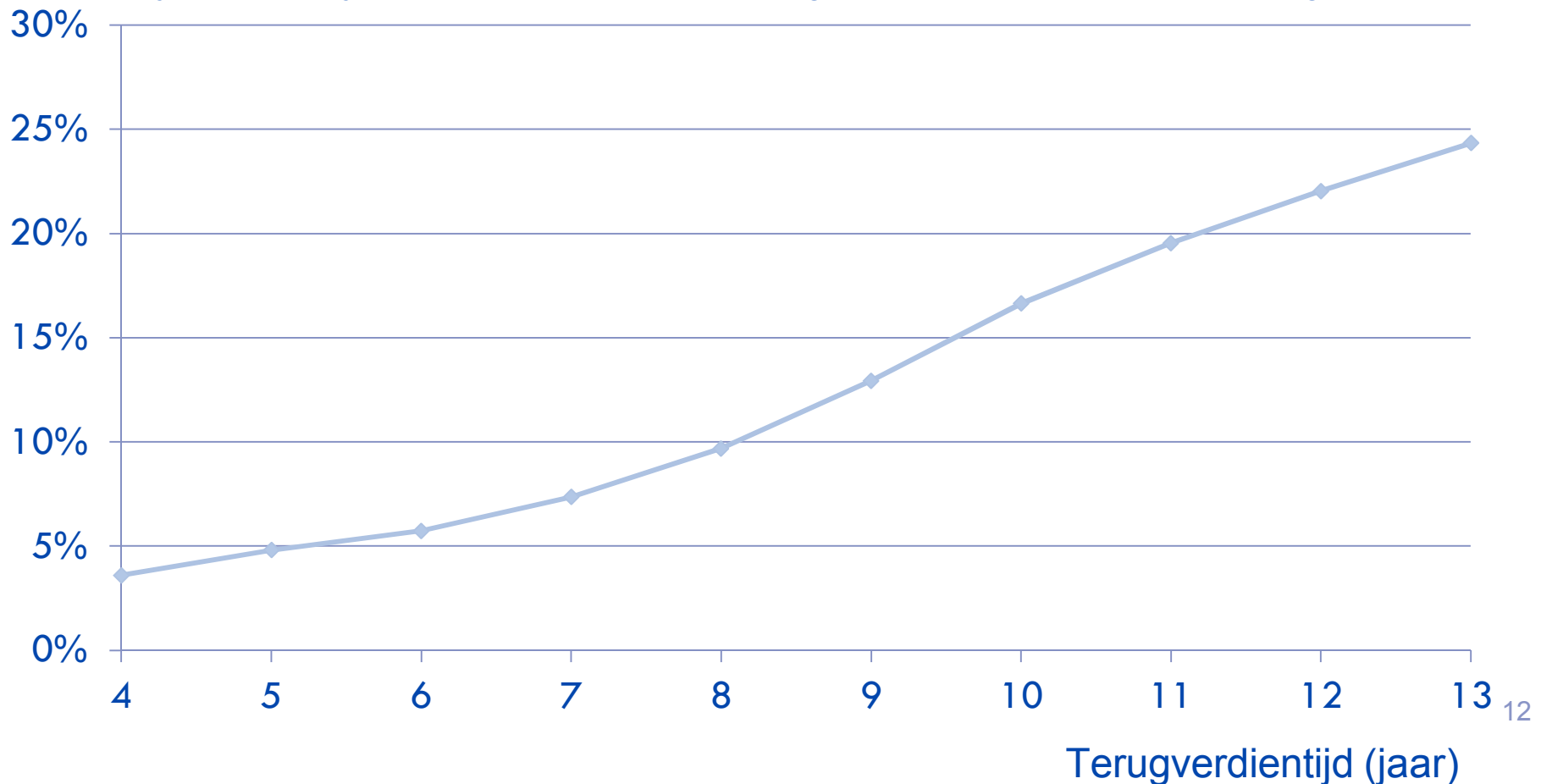
## AANDEEL LNG IN HET TOTALE BRANDSTOFVERBRUIK VAN DE BINNENVAART



Factor op de kosten van de meer-investering, het effect van schaalvoordeel

## AANDEEL LNG IN HET TOTALE BRANDSTOFVERBRUIK VAN DE BINNENVAART

bij 20 cent prijsvoordeel LNG t.o.v. diesel, geen schaalvoordeel investeringen (factor 1)

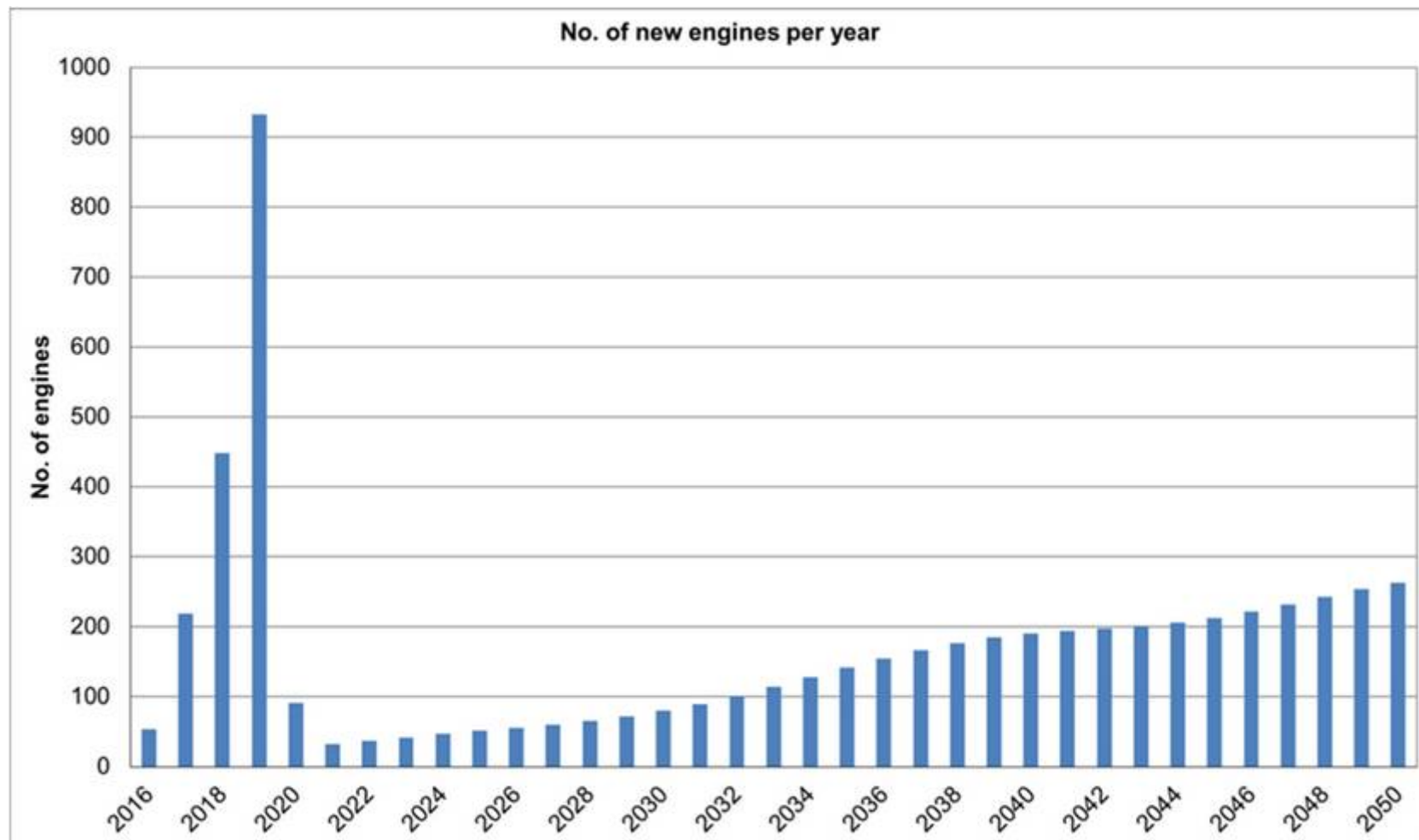


- Aandrijving op LNG levert een grote bijdrage aan de reductie van schadelijke stoffen, dus draagt bij aan verbetering luchtkwaliteit. Emissie profiel:
  - 1,8 gram NOx per kWh
  - 0,01 gram Fijnstof (PM) per kWh
- Reductie LNG motor ten opzichte van CCR2 diesel motor:
  - 6,0 -> 1,8 gram = -70% uitstoot NOx per kWh
  - 0,200 -> 0,01 gram = -99,5% uitstoot fijnstof per kWh

- Studie uit eind 2015 uitgevoerd voor Ministerie Infrastructuur en Milieu. Wat is de impact op de milieuprestaties binnenvaart als gevolg van:
  - Stage V NRMM norm vanaf 2019/2020
  - Toegangsregime Rotterdamse haven vanaf 2025, minimaal CCR 2 motor
- Uitkomsten:
  - Veel scheepseigenaren zullen nog snel een CCR2 motor installeren voor 2020 om investering in duurdere Stage V motor te ontlopen en toch voorbereid te zijn op toegangsregime Rotterdamse haven
  - Bestaande schepen zullen CCR2 motoren lang blijven gebruiken, veelvuldig reviseren
- Meer informatie, volg de onderstaande link:  
<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2016/06/24/bijlage-3a-inventarisatie-milieuprestaties-bestaande-binnenvaartvloot-west-europa/bijlage-3a-inventarisatie-milieuprestaties-bestaande-binnenvaartvloot-west-europa.pdf>

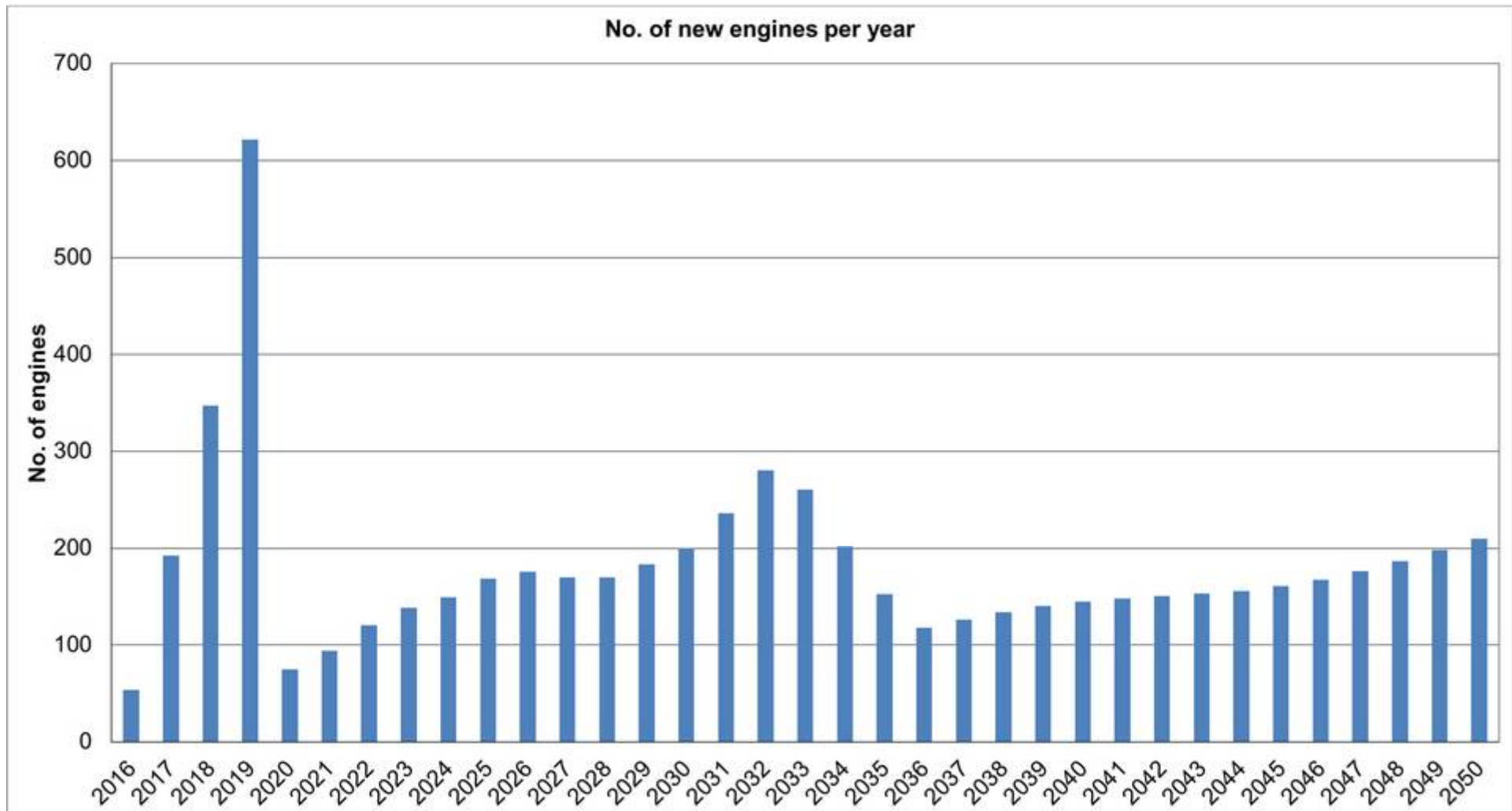
- Positieve business case voor 1935 schepen op LNG, als gevolg van:
  - groot prijsvoordeel van LNG ten opzichte van diesel, 35 cent per liter
  - 15% reductie kosten meer-investeringen voor LNG
- Effect: scheepseigenaren zullen conventionele motoren vervangen door LNG motoren om competitief te zijn/blijven in de markt en kosten te drukken. Dit is de directie potentie vanuit de marktsituatie. Er is geen rekening gehouden met eventuele subsidies of andere incentives om LNG uitrol te versnellen.
- De LNG motor levert een betere milieu prestatie waardoor totale uitstoot emissies van sterk afneemt.
- Het LNG aandeel in het totale brandstofverbruik van de binnenvaart ontwikkelt naar 62%.

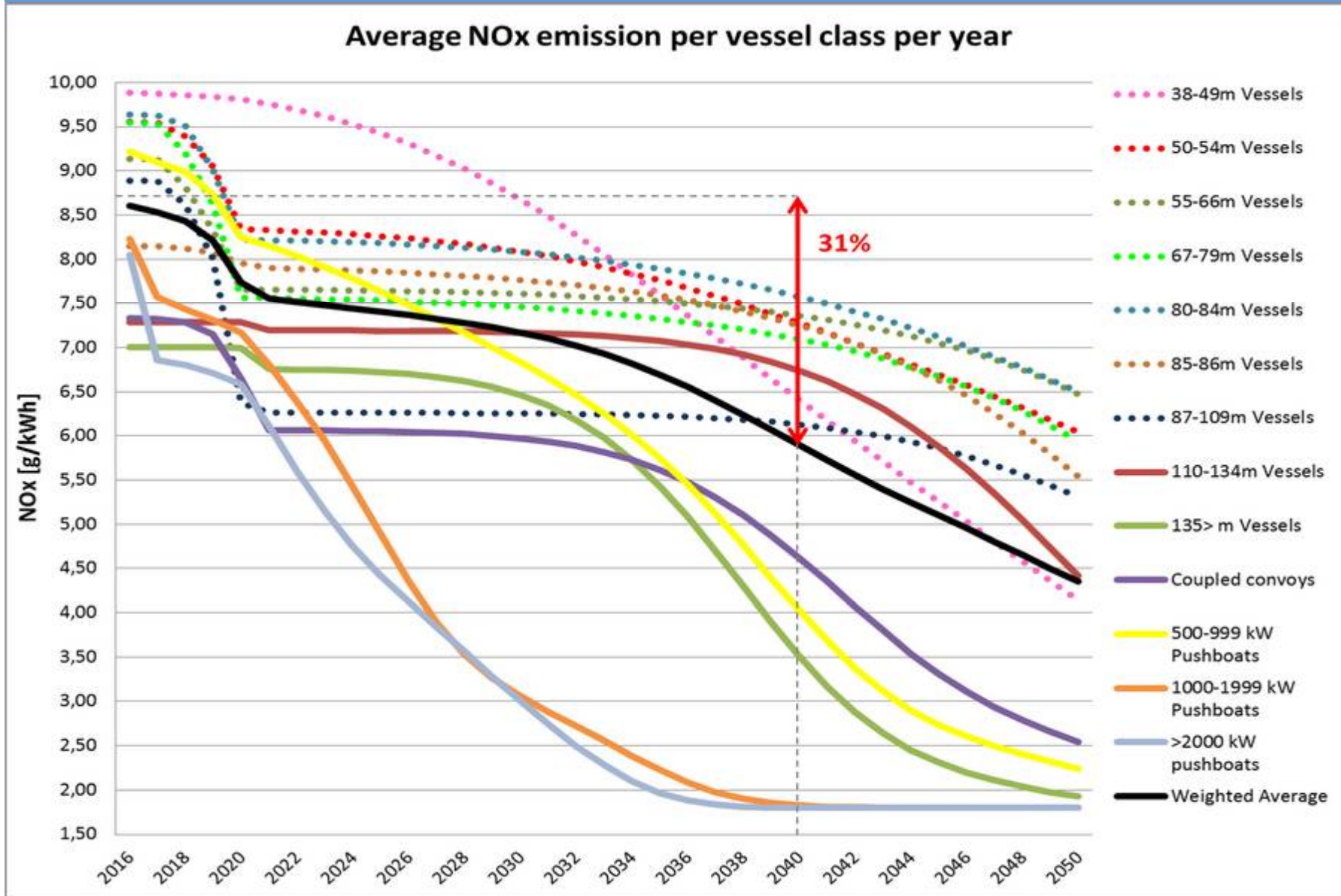
Motorvervangingen per jaar, enkel op basis van Stage V invoering en CCR2 Rotterdamse haven

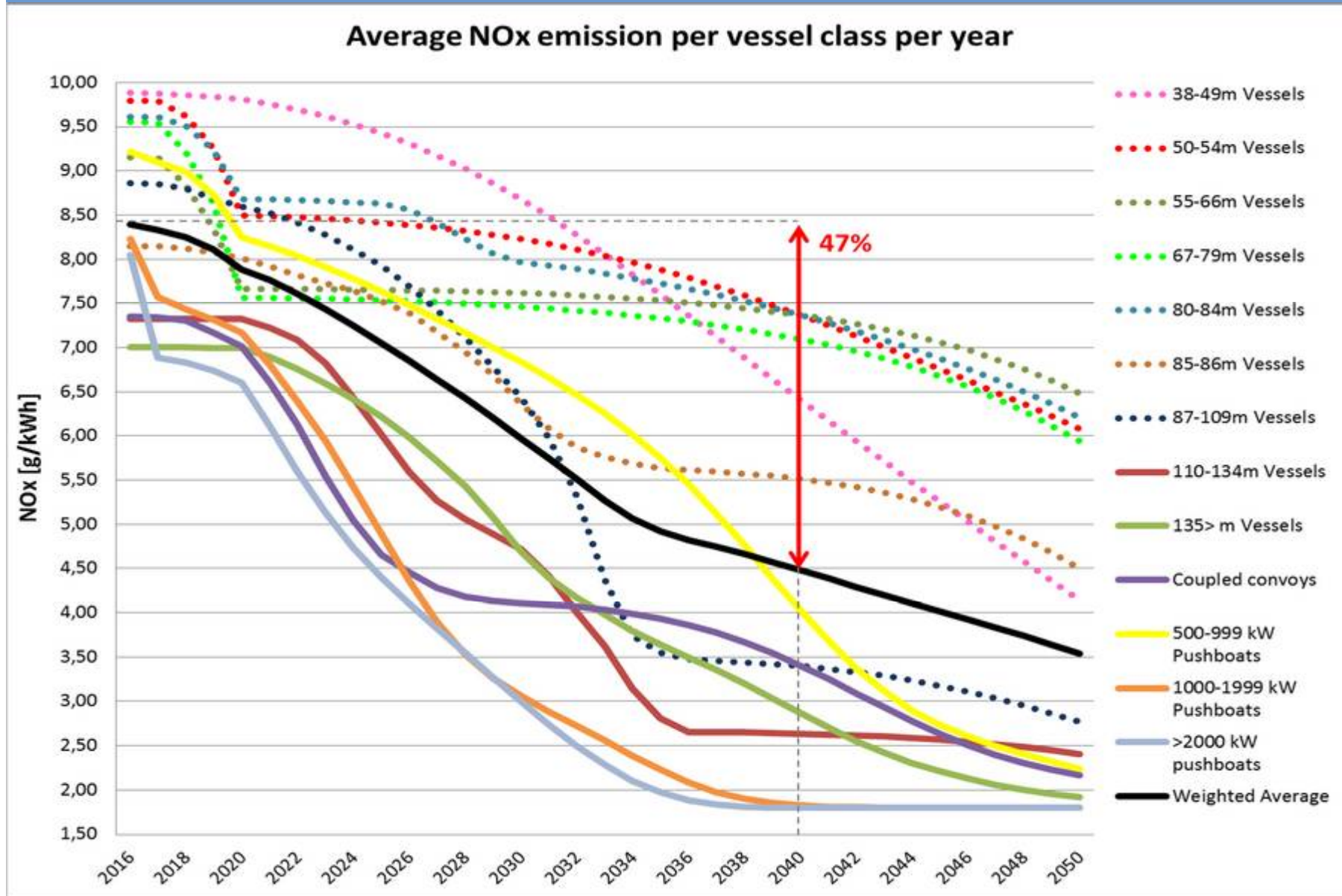


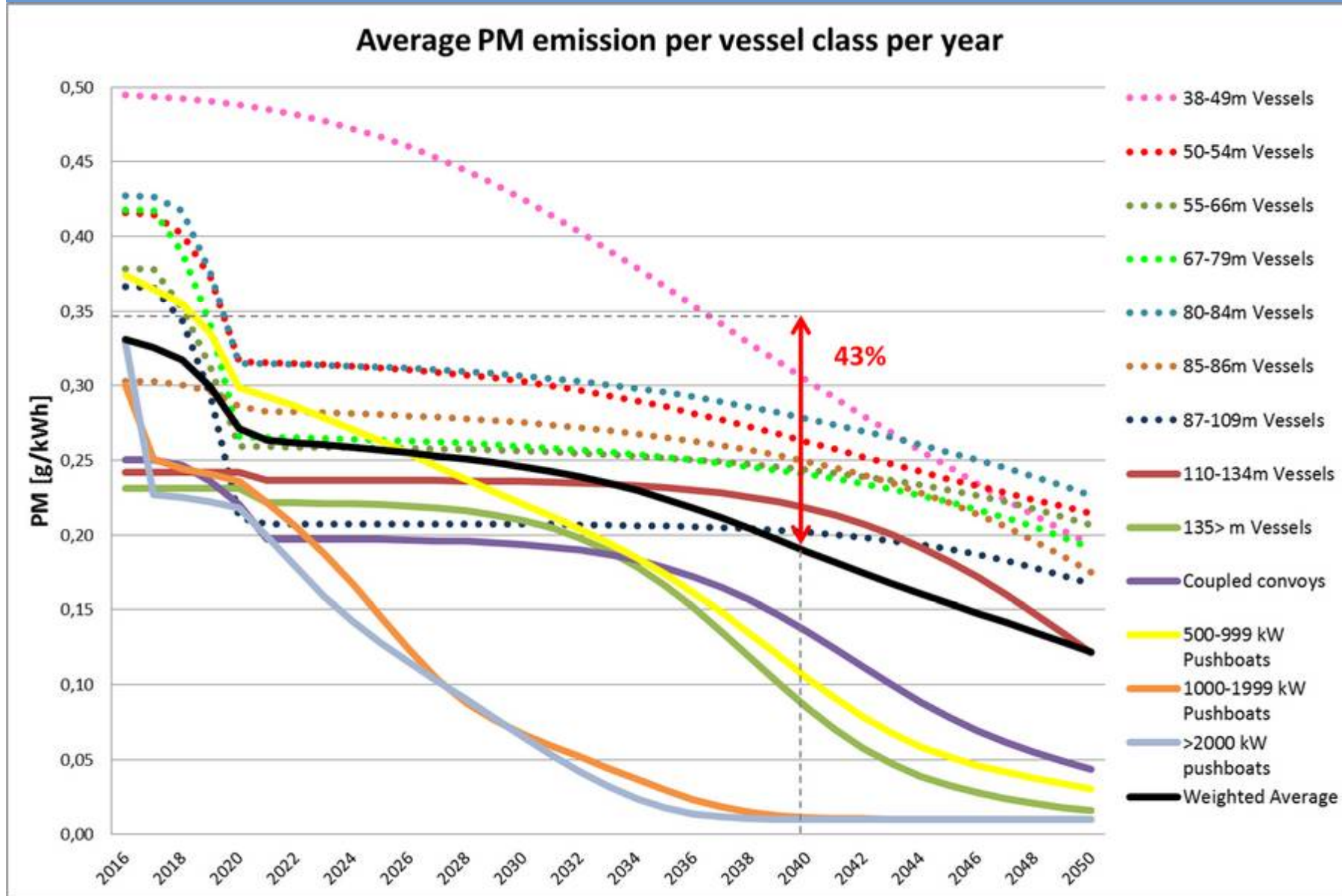


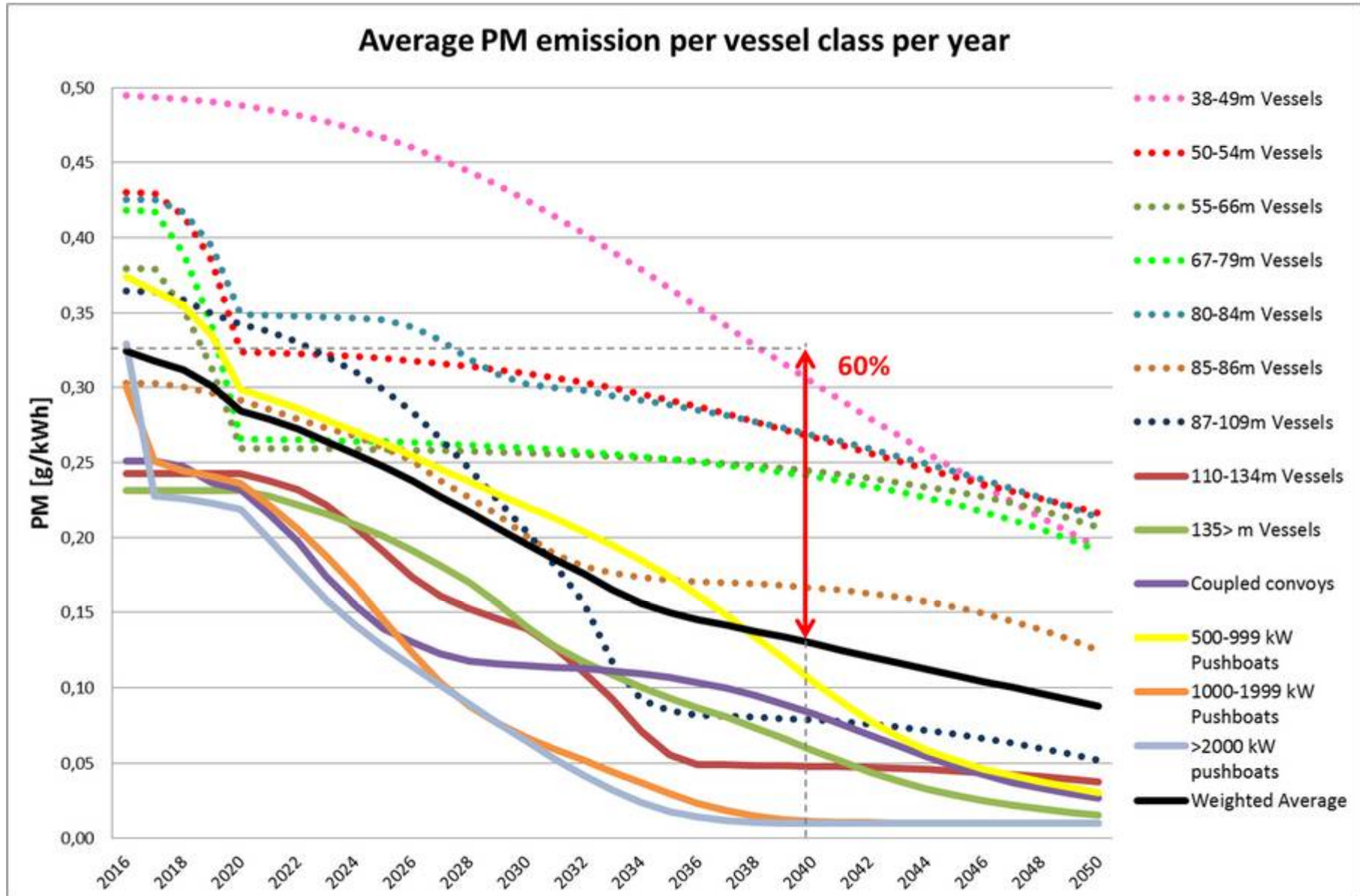
Motorvervangingen per jaar volgens “optimistisch” LNG scenario, als toevoeging op Stage V en CCR2 eis in Rotterdam vanaf 2025











- NOx emissie reductie van 31% naar 46% in 2040 ten opzichte van 2016,  
=> 1.5 keer meer reductie NOx bij optimistisch LNG scenario
- Fijnstof (PM) emissie reductie van 43% naar 60% in 2040 ten opzichte van 2016  
=> 1.4 keer meer reductie fijnstof bij optimistisch LNG scenario

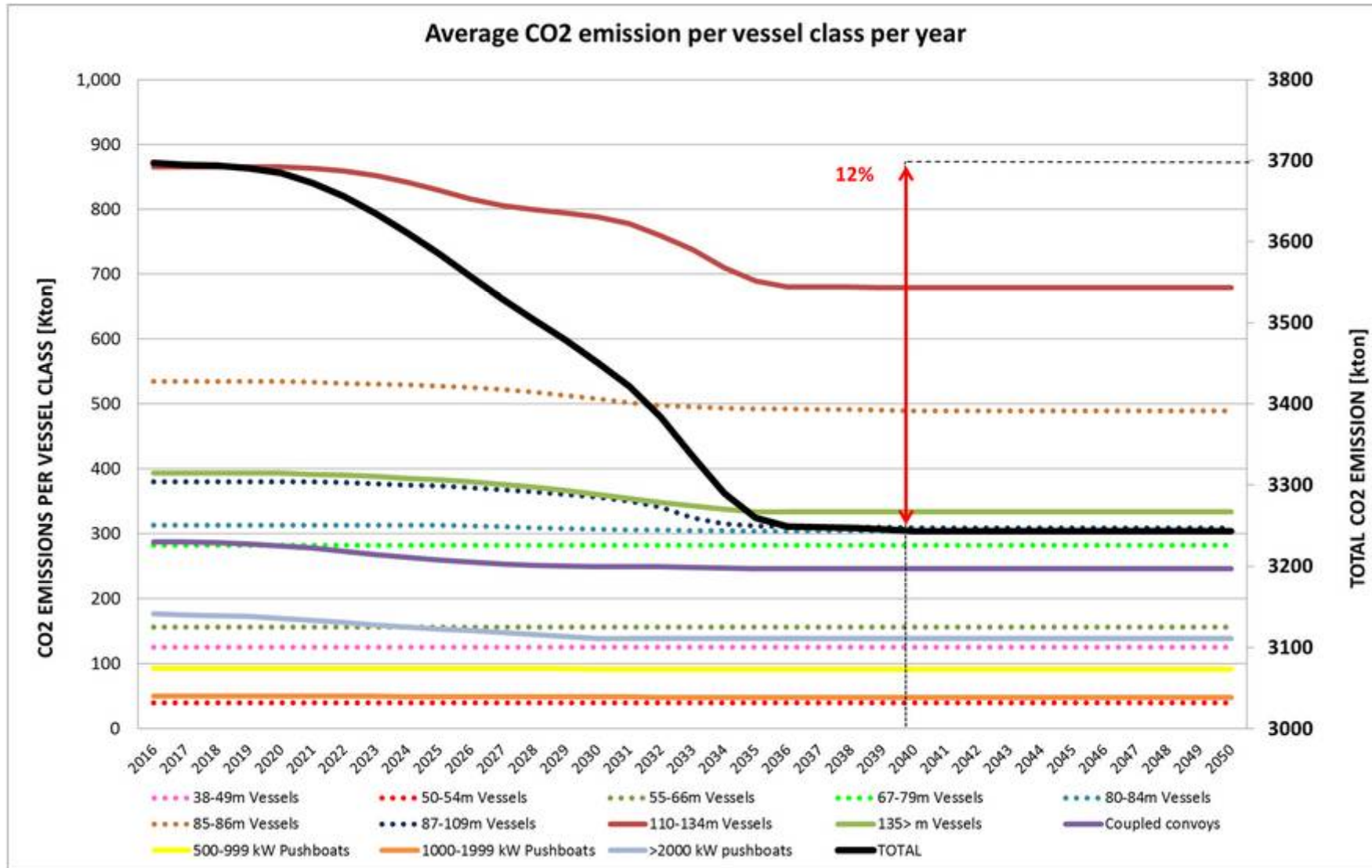
# Bijdrage LNG aan beperken uitstoot broeikasgassen

- Iedere vervanging naar (conventioneel/fossiel) LNG levert circa 20% reductie CO<sub>2</sub> uitstoot, onder voorbehoud dat de uitstoot van methaanslip verregaand is gereduceerd. Motorenleveranciers geven aan dat het methaanslip probleem is opgelost in 2025 door technische verbeteringen aan de motoren.
- Door inzet BioLNG, 100% reductie CO<sub>2</sub> uitstoot verondersteld. Aandeel BioLNG (volgens Brandstofvisie): 9% in 2030 en 18% in 2050.

Kortom: de 100% CO<sub>2</sub> reductie weegt voor 9% door in 2030 en voor 18% door in 2050, naast de 20% reductie voortkomend uit toepassing van fossiel gewonnen LNG.

- Dit leidt tot een reductie van 12% CO<sub>2</sub> uitstoot tussen 2015 en 2040 in het optimistische LNG scenario (van 3700 naar 3250 kton per jaar, zie figuur volgende pagina). Hierbij is het voorbehoud dat uitstoot van methaanslip verregaand is gereduceerd.

# Bijdrage LNG aan beperken uitstoot broeikasgassen\*, optimistisch LNG scenario



\* In bovenstaande figuur is verondersteld dat methaanslip emissies verregaand zijn gereduceerd



- Het prijsvoordeel van LNG ten opzichte van 1 liter diesel wordt verwacht tussen 5 en 35 cent
- Er is een beperkt schaalvoordeel op de kosten voor de meerinvesteringen: maximaal 15% lagere kosten bij grootschalige productie van LNG aandrijvingen en LNG tanks
- De spreiding in het potentieel van LNG schepen en aandeel LNG in totale brandstofverbruik binnenvaart is groot:
  - Ondergrens: 6 schepen en 2% van het brandstofverbruik
  - Bovengrens: 1935 schepen en 62% van het brandstofverbruik
- Het potentieel is met name gevoeligheid voor de spread in prijsvoordeel LNG ten opzichte van diesel

- De potentiële bijdrage van LNG op de totale reductie van luchtkwaliteit emissies is groot. Vergroening gaat circa 50% sneller bij het optimistische LNG scenario:
  - NOx emissie reductie van 31% naar 46% in 2040 t.o.v. 2016
  - Fijnstof (PM) emissie reductie van 43% naar 60% in 2040 t.o.v. 2016
- LNG als transitiebrandstof draagt direct bij aan een reductie van broeikasgassen (CO<sub>2</sub>) en daarmee aan de doelstellingen uit het klimaat akkoord van Parijs uit december 2015 (COP21), onder voorbehoud dat uitstoot van methaanslip verregaand is gereduceerd. Deze bijdrage zal daarbij verder toenemen bij een groter aandeel BioLNG in de brandstofmix.
- Gezien de grote bandbreedte en de onvoorspelbaarheid van de spread tussen LNG en diesel is de feitelijke ontwikkeling van LNG in de markt onzeker, maar er is een significant potentieel.