

Onderzoek Afstandsbediening Binnenvaart

Hoe draagt afstandsbediening bij aan het verlichten van
personeelstekort en het bevorderen van groei in de
binnenvaart?



Panteia



Onderzoek Afstandsbediening Binnenvaart

Hoe draagt afstandsbediening bij aan het verlichten van personeelstekort en het bevorderen van groei in de binnenvaart?

Auteur(s)

Rob de Leeuw van Weenen
Michel van der Mierden

Opdrachtgever(s)

Seafar

Gepubliceerd

Zoetermeer, 23-1-2026

Projectnummer

11341

Versie

-

Status

Definitief

De verantwoordelijkheid voor de inhoud berust bij Panteia. Het gebruik van cijfers en/of teksten als toelichting of ondersteuning in artikelen, scripties en boeken is toegestaan mits de bron duidelijk wordt vermeld. Vermenigvuldigen en/of openbaarmaking in welke vorm ook, alsmede opslag in een retrieval system, is uitsluitend toegestaan na schriftelijke toestemming van Panteia. Panteia aanvaardt geen aansprakelijkheid voor drukfouten en/of andere onvolkomenheden.



Inhoudsopgave

	Samenvatting	4
1	Inleiding	7
2	Personeelstekort in de binnenvaart	9
2.1	Bemanningsvereisten voor de binnenvaartschip	9
2.2	Marktstructuur en arbeidsmarkt in de binnenvaart	10
2.3	In- en uitstroom op de arbeidsmarkt in de binnenvaart	12
2.4	Is er spanning tussen vraag en aanbod en hoe beïnvloedt dit de huidige markt en groeimogelijkheden?	16
2.5	Bevolkingsontwikkeling en vooruitblik instroom van werkenden in de binnenvaart.	18
2.6	Impact overheidsbeleid: wat is nodig om Green Deal doelen te halen?	21
3	Remote control als onderdeel van de oplossing	23
3.1	Representatieve scheepstypen, exploitatiewijzen en benodigde bemanning	23
3.2	Inzet van remote operators om personeelstekorten te verlichten	26
3.3	Taakanalyse	26
3.4	Bijdrage aan veiligheid en efficiency en voorwaarden daarvoor	28
3.5	Verhoogde inzetbaarheid van schepen en personeel	30
3.5.1	Inventarisatie urenbesteding gedurende de reis	30
3.5.2	Effect ROC op inzet personeel	31
3.5.3	Inschatting efficiencywinst bij inzet ROC	32
3.6	Effecten op werkgelegenheid en sectorstructuur	33
4	Economische effecten	36
4.1	Belemmeringen in de bedrijfsvoering door personeelstekorten	36
4.2	Kosteneffect van de inzet van remote operators	36
4.3	Personeelskosten	39
4.4	Overige voordelen	41
	Tabellen	42
	Figuren	43
	Referenties	44



Samenvatting

De binnenvaartsector staat voor een structureel en toenemend personeelstekort, dat zich met name manifesteert bij schippers en stuurlieden. Demografische ontwikkelingen, beperkte instroom vanuit het onderwijs en toenemende uitstroom door vergrijzing zorgen ervoor dat de beschikbare nautische capaciteit onder druk staat. Tegelijkertijd wordt van de binnenvaart verwacht dat zij een substantiële bijdrage levert aan beleidsdoelstellingen op het gebied van duurzaamheid en modal shift, zoals vastgelegd in de Europese Green Deal. Zonder aanvullende maatregelen ontstaat hierdoor een groeiende kloof tussen de gewenste vervoersprestatie en de beschikbare uitvoeringscapaciteit.

In dit onderzoek is verkend in hoeverre de inzet van “remote operation centres” (ROC’s) kan bijdragen aan het verlichten van het personeelstekort en het ondersteunen van verdere groei van de binnenvaart. Daarbij is gekeken naar de aard en omvang van de personeelstekorten, de inzetbaarheid van remote operators binnen bestaande en mogelijk toekomstige regelgeving, de effecten op veiligheid en efficiëntie, en de economische consequenties voor de sector.

Uit de analyse blijkt dat een aanzienlijk deel van de taken van schippers en stuurlieden – met name op het gebied van navigatie, reisplanning, communicatie en toezicht tijdens de vaart – technisch geschikt is om (gedeeltelijk) op afstand te worden uitgevoerd. Op basis van een gedetailleerde taakanalyse, onder meer afkomstig van De Vlaamse Waterweg, is vastgesteld dat bij dagvaart voor circa 35–45 procent van de werktijd van de schipper efficiencyvoordelen geboekt kunnen worden door inzet van een ROC, en bij 24-uurs vaart circa 25–35 procent. Hierdoor kan de inzet van gekwalificeerd nautisch personeel efficiënter worden georganiseerd en kan inactieve tijd beter worden benut.

De inzet van remote control lijkt bovendien niet onveiliger dan conventioneel varen: MARIN concludeert dat op afstand bestuurd varen mogelijk is en niet onveiliger, mits aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. Essentieel daarbij zijn een robuuste digitale infrastructuur met redundante systemen, duidelijke procedures voor overdracht van verantwoordelijkheid tussen schip en ROC, en adequate opleiding en certificering van remote operators. Risicoanalyses laten zien dat risico’s mitigeerbaar zijn, (zoals ook blijkt uit het MARIN-rapport) en dat op bepaalde punten ook sprake kan zijn van een verbetering van de veiligheid, onder meer door betere monitoring, collegiale ondersteuning in het ROC en een afname van vermoeidheidsgerelateerde fouten.

In aanvulling hierop wijzen signalen uit de sector erop dat het in de dagelijkse praktijk niet altijd eenvoudig is om binnen bestaande operationele omstandigheden te voldoen aan de regelgeving rond vaar- en rusttijden. Het komt daardoor voor dat wordt gevaren zonder dat volledig aan de voorschriften wordt voldaan. Doordat ROC-operators makkelijker inzetbaar en aflosbaar zijn, kan hun inzet bijdragen aan een betere naleving van de regelgeving en daarmee aan een versterking van zowel de veiligheid als de arbeidsomstandigheden.



In deze analyse is uitgegaan van een situatie waarin regelgeving van kracht is, waarin de ROC-operator voor de navigatietaken wordt beschouwd als een volwaardig alternatief voor een schipper of stuurman die fysiek aan boord aanwezig is.

Economisch gezien biedt de inzet van ROC's substantiële financiële voordelen, met name op het vlak van personeelskosten. Deze vormen een groot aandeel van de totale exploitatiekosten van binnenvaartschepen (circa 35–50 procent, afhankelijk van het marktsegment). Door efficiëntere inzet van schippers en stuurlieden kan per schip een structurele kostenreductie worden gerealiseerd.

In deze analyse wordt het potentiële effect geschat. De geschatte efficiencybaten zijn indicatief en kunnen voor individuele rederijen verschillen, afhankelijk van de context. De inzet van ROC's is met name interessant voor rederijen met grotere aantallen schepen. Dan kan optimaal gebruik worden gemaakt van de flexibiliteit van de inzet van de ROC-operator. Door voortgaande rederijvorming zal echter een steeds groter deel van de Nederlandse vloot in aanmerking komen voor remote operations. Bovendien is op langere termijn ook een ontwikkeling denkbaar waarbij ROC-operators flexibel kunnen worden ingezet tussen rederijen, waardoor de omvang van een rederij minder bepalend wordt voor het benutten van de baten.

Bij brede toepassing van remote control binnen de Nederlandse binnenvaart resulteert de inzet van ROC's, volgens de in dit onderzoek gehanteerde aannames, in een indicatief jaarlijks efficiencyvoordeel van circa €77 tot €104 miljoen. Dit voordeel wordt ongeveer gelijk verdeeld over dagvaart en 24-uurs vaart, wat laat zien dat de inzet van ROC's relevant is voor zowel kortere als langere vaarten. In deze beschouwing zijn overigens alleen de loonkosten van de ROC-operators betrokken; overige kosten van het ROC zijn buiten beschouwing gelaten.

De binnenvaartsector kan richting 2035 worden geconfronteerd met een tekort van circa 1.500 tot 2.000 schippers/stuurlieden, dat richting 2050 verder kan oplopen, mede als gevolg van vergrijzing. Dit aantal kan nog groter worden door extra vraag vanuit modal shift. **Op basis van de berekende efficiëntiewinsten kan de inzet van ROC's mogelijk circa de helft van het verwachte tekort aan schippers in de periode tot 2035 mitigeren. Hoewel dit gepaard gaat met de inzet van remote operators in plaats van schippers in de stuurhut, kunnen deze efficiënter worden ingezet. Per saldo resulteert dit in een afname van de totale arbeidsvraag, overeenkomend met een indicatieve efficiencywinst die kan worden uitgedrukt in ongeveer 750 tot 1.000 arbeidsplaatsen.**

Daarmee fungeert remote control niet als een op zichzelf staande oplossing, maar als een belangrijk instrument binnen een bredere strategie gericht op het verkleinen van de kloof tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt, wat verdere groei van de binnenvaart mogelijk maakt. Naast directe inzet in de operatie kan de ROC-infrastructuur ook verder worden benut voor opleidings- en trainingsdoeleinden, bijvoorbeeld voor het opdoen van ervaring in complexe vaarsituaties of specifieke trajecten. Ook kan het ROC worden ingezet als middel om de zichtbaarheid te vergroten en om potentiële nieuwe instromers voor het beroep van schipper te interesseren.



In combinatie met instroom vanuit opleidingen, behoud van personeel en verdere ontwikkeling van passende regelgeving kan de inzet van ROC's zo een wezenlijke bijdrage leveren aan de financiële houdbaarheid, operationele continuïteit en toekomstige groei van de binnenvaartsector.



1 Inleiding

Digitalisering en automatisering zijn trends die in uiteenlopende sectoren een grote verandering teweegbrengen. In de luchtvaart, het wegvervoer en het spoor zien we al jaren een beweging richting meer geautomatiseerde processen, verregaande ondersteuning door ICT-systemen en, in sommige gevallen, zelfs gedeeltelijke of volledige remote operations. Deze ontwikkelingen worden primair door technologie gedreven, maar brengen tegelijkertijd een ander belangrijk punt aan het licht: veel bestaande regelgeving is opgesteld in een tijd waarin dergelijke mogelijkheden eenvoudigweg niet werden voorzien. De wetgever kon zich destijds niet voorstellen dat voertuigen of vaartuigen zonder fysieke aanwezigheid van een bestuurder operationeel zouden kunnen zijn. Hierdoor sluit een deel van de huidige wet- en regelgeving nog onvoldoende aan op de technologische realiteit.

Tegen deze bredere achtergrond ontwikkelt ook de binnenvaart zich snel. Waar het binnenvaartschip van enkele decennia geleden vrijwel uitsluitend afhankelijk was van fysieke aanwezigheid aan boord, is het huidige schip uitgerust met omvangrijke communicatie- en informatievoorzieningen. Systemen voor monitoring, dataverzameling en remote control hebben de afgelopen jaren een grote vlucht genomen. Steeds meer gegevens zijn op afstand uit te lezen, en mede door voortschrijdende ICT-mogelijkheden is ook het op afstand ondersteunen of zelfs (deels) besturen van schepen verder ontwikkeld. Vanuit technisch perspectief is aanwezigheid van een schipper of stuurman in de stuurhut niet langer in alle situaties noodzakelijk. De sector bevindt zich daarmee in een transitie richting geautomatiseerd en, in toenemende mate, op afstand ondersteund of bestuurbaar varen. Deze ontwikkelingen bieden perspectief voor efficiënter gebruik van schipperscapaciteit en voor flexibeler bemanningsmodellen.

De snelheid waarmee deze ontwikkeling kan plaatsvinden, hangt samen met technologische rijpheid, veiligheidskaders en internationale regelgeving. Binnen Europa is de harmonisatie van kwalificatie-eisen daarbij een belangrijk aandachtspunt. Er bestaan momenteel nog geen specifieke regels voor het op afstand besturen van een schip. Vooralsnog gelden de bestaande bemanningsvoorschriften, waarin is vastgelegd welke bemanning aanwezig moet zijn aan boord. Op verschillende niveaus – waaronder bij CESNI (Comité Européen pour l'Élaboration de Standards dans le Domaine de la Navigation Intérieure) – wordt nagedacht over de wijze waarop regelgeving moet worden aangepast voor op afstand bestuurd of autonome schepen. Totdat nieuwe kaders beschikbaar zijn, blijven de huidige minimumvereisten van kracht, waarbij het aantal bemanningsleden en hun competenties afhankelijk zijn van onder meer scheepsgrootte, scheepstype, reistype, weersomstandigheden en vaarweg. Samen vormen deze factoren een complex geheel, waarbij veiligheid op het water en goede arbeidsomstandigheden voor de bemanning centraal staan. Echter, dit laat onverlet dat aangepaste regelgeving die inspeelt op innovaties niet te lang op zich moet laten wachten, vanwege de voordelen die deze innovaties te bieden hebben.



Zoals in veel sectoren van de economie kampt ook de binnenvaart met een groeiende schaarste aan personeel. Hoewel deze krapte zich in de volle breedte van functies manifesteert, is zij het meest nijpend bij het hogere nautische kader: schippers en stuurlieden. Het aantrekken van voldoende gekwalificeerd personeel is nu al een uitdaging voor rederijen en bevrachters, en deze druk zal verder oplopen naarmate de modal-shiftambities werkelijkheid worden en het vervoer over water in omvang toeneemt. Zonder aanvullende maatregelen dreigt een discrepantie tussen de gewenste ontwikkeling van de sector en de beschikbare uitvoeringscapaciteit. De inzet van innovaties, gecombineerd met een gericht arbeidsmarkt- en opleidingsbeleid, is daarom essentieel om zowel aan de huidige personeelsbehoefte als aan de toekomstige groeiambities te kunnen voldoen.

De vraag ontstaat daarmee of remote controlled varen bij kan dragen aan het verlichten van personeelstekort en het bevorderen van groei in de binnenvaart. In dit rapport wordt die vraag nader onderzocht. Dat doen we in een drietal stappen.

1. We kijken naar de aard en de omvang van de personeelstekorten in de binnenvaart. En we doen een inschatting voor de toekomst. Daarbij gaan we ook in op de beleidsplannen die er bestaan om een modal shift naar het water te bewerkstelligen.
2. Vervolgens kijken we waar en hoe een remote control operator kan bijdragen aan het personeelstekort. Het idee is dat een remote operator efficiënter kan worden ingezet. Verplaatsen van het ene naar het andere schip gaat bij wijze van spreken met één muisklik. Inactieve tijd kan zo beter worden benut. Randvoorwaarde daarbij is dat de veiligheid onder alle omstandigheden gewaarborgd wordt.
3. Ten slotte bekijken we het economische aspect. Wat zijn de voordelen die remote control qua productiviteitswinst kan hebben? En wat betekent dit voor de sector als geheel?

In de volgende hoofdstukken 2 tot en met 4 worden deze stappen verder uitgewerkt.

Voor het onderzoek is gebruikgemaakt van bestaande literatuur en eerdere studies op het gebied van de binnenvaart, waaronder rapporten van kennisinstellingen, overheden en sectororganisaties. Deze bronnen boden inzicht in trends, knelpunten en beleidsontwikkelingen binnen de sector. Daarnaast zijn interviews gehouden met vertegenwoordigers van Koninklijke Binnenvaart Nederland (KBN), diverse rederijen en andere relevante stakeholders. Deze gesprekken hebben waardevolle aanvullende informatie opgeleverd over de praktijkervaringen, actuele uitdagingen en verwachtingen binnen de binnenvaartsector.



2 Personeelstekort in de binnenvaart

In dit hoofdstuk gaan we in op het personeelstekort in de binnenvaart en hoe zich dat in de toekomst gaat ontwikkelen. We gaan daarvoor eerst in op de verschillende functies op een binnenvaartschip. We gaan ook in op een aantal eigenschappen die specifiek zijn voor de personeelsvraag in de binnenvaart. Vervolgens kijken we naar de huidige vraag naar personeel: is er spanning tussen vraag en aanbod en waar uit zich dit in? En hoe beïnvloedt het tekort aan personeel de operationele capaciteit en de groeimogelijkheden van de sector? Voor de langere termijn kijken we naar algemene bevolkingsontwikkeling en gaan we in op de instroom van werkenden in de binnenvaart. Ten slotte kijken we ook naar de effecten van beleid. Als de doelstellingen in de Green Deal gehaald worden, hoeveel vervoerscapaciteit en personeel is er dan nodig om de doelstellingen uit de Green Deal te realiseren?

2.1 Bemanningsvereisten voor de binnenvaartschip

Op binnenvaartschepen vervullen bemanningsleden verschillende functies. Afhankelijk van de grootte van het schip, de vaartijden en de lading kunnen die verschillen. De schipper is altijd aanwezig en draagt de eindverantwoordelijkheid voor schip, bemanning en lading. Voor deze functie is een Groot Vaarbewijs vereist, zoals vastgelegd in Richtlijn (EU) 2017/2397 en het Nederlandse Binnenvaartbesluit. In onderdeel 3.1 gaan we hier dieper op in. Op grotere schepen en bij 24-uurs vaart is vaak ook een stuurman verplicht, die de schipper kan bijstaan of vervangen bij de navigatie en de wachtvoering. Hiervoor is een beperkt of volledig vaarbewijs nodig, afhankelijk van de omstandigheden. Voor schepen die in dagvaart of in beperkte omvang opereren, kan met een bemanning zonder stuurman worden volstaan. De matroos vervult ondersteunende taken aan dek, bij het afmeren, laden en lossen en het onderhoud. Hiervoor gelden ervaringsvereisten en opleidingsniveaus zoals vastgelegd in het Reglement betreffende het scheepvaartpersoneel op de Rijn (RSP) en de bemanningsrichtlijn.

De omvang en samenstelling van de bemanning worden bepaald door de bemanningsvoorschriften. Deze houden rekening met factoren zoals de lengte van het schip, het type lading, het exploitatieschema (dagvaart of 24-uurs vaart) en het vaargebied. Zo kan bij kleine schepen in dagvaart een minimale bemanning volstaan, terwijl bij duwstellen of schepen die continue in de vaart zijn, een grotere bezetting verplicht is.

Voor bepaalde situaties gelden aanvullende vereisten aan de bemanning:

- Voor het **vervoer van gevaarlijke stoffen** geldt volgens het Accord Européen Relatif au Transport International des Marchandises Dangereuses par Voie de Navigation Intérieure (ADN) dat de schipper en betrokken officieren moeten beschikken over een ADN-bewijs van vakbekwaamheid. Dit geldt voor ladingen als benzine, diesel, kerosine, LNG, vloeibare chemicaliën zoals methanol en

zwavelzuur, en droge bulkgoederen als ammoniumnitraat. Daarnaast moet het schip een Certificaat van Goedkeuring ADN hebben, waarin de technische veiligheidsvereisten zijn opgenomen. Deze bepalingen zijn vooral relevant voor tankvaart en segmenten van de droge ladingvaart waar gevaarlijke stoffen worden vervoerd.

- Voor belangrijke **delen van het vaarwegennetwerk** zijn certificaten vereist. Zo is voor het varen op de Rijn het Rijnpatent verplicht als bewijs van vakbekwaamheid, dat pas na examen en praktijkervaring wordt verleend door de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR). Voor de Westerschelde schrijft het Scheepvaartreglement Westerschelde 1990 voor dat schepen loodsaanwijzing of een ontheffing moeten hebben; de schipper moet in dat geval beschikken over aantoonbare lokale kennis, doorgaans vastgelegd in een bekwaamheidscertificaat Westerschelde.
- Bij **weersomstandigheden met beperkt zicht** wordt met radarapparatuur gevaren. Een radarpatent is daarvoor vereist.

Naast deze formele verplichtingen is ervaring vaak onmisbaar om veilig te kunnen varen. Manoeuvreren in drukke zeehavens zoals Rotterdam of Antwerpen, het passeren van sluizencomplexen zoals Terneuzen en IJmuiden of het omgaan met sterke stroming op de Bovenrijn zijn voorbeelden waar praktijkkennis cruciaal is, vaak zonder dat hiervoor een specifiek certificaat bestaat.

Bovenstaande vereisten worden verder uitgewerkt in onderdeel 3.1.

2.2 Marktstructuur en arbeidsmarkt in de binnenvaart

In West-Europa wordt de binnenvaartsector gekenmerkt door een duidelijke tweedeling in de marktstructuur. Aan de ene kant staan de kleinere ondernemingen, veelal familiebedrijven of maatschappen die één of twee schepen exploiteren. Binnen deze structuur worden functies vaak gecombineerd, waarbij de schipper-eigenaar samen met familieleden of een beperkt aantal bemanningsleden de vaart uitvoert. Dit model maakt de exploitatie flexibel en relatief zelfstandig, maar ook kwetsbaar. Vervanging bij ziekte of langdurige afwezigheid is lastig te organiseren en de continuïteit van de bedrijfsvoering kan daardoor in gevaar komen.

Aan de andere kant staan de grotere rederijen, die meerdere schepen exploiteren, soms oplopend tot meerdere tientallen. Deze bedrijven organiseren hun bemanning centraal en beschikken over meer mogelijkheden voor personeelsplanning en interne doorstroom. In interviews wijzen zij echter op een structureel tekort aan goed opgeleid personeel, met name schippers en stuurlieden. Omdat de inzet van deze functies onmisbaar is voor de bedrijfsvoering, vormt deze schaarste een structureel knelpunt in de sector. Om toch aan personeel te komen werven rederijen actief. Ook gaan zij samenwerkingen aan met opleidingsinstituten en/of zetten hun eigen opleidings- of traineeprogramma's op om nieuwe medewerkers aan zich te binden.

De onderstaande analyse geeft een indicatief beeld van de personele omvang van ondernemingen in de Nederlandse vrachtbinnenvaart. In totaal telt de vrachtbinnenvaart circa 3.050 ondernemingen met samen ongeveer 19 à 20 duizend werkzame personen. Omdat het CBS geen volledig openbare uitsplitsing naar



bedrijfs grootte publiceert, zijn de schattingen gemaakt op basis van bekende orde groottes van bedrijven en het aantal actieve schepen. Daarbij is aangenomen dat éénmansbedrijven volledig varend zijn. Voor de éénmansbedrijven is tevens aangenomen dat elk schip minimaal wordt bemand door een schipper en een matroos, aangezien de bemanningsvoorschriften (Besluit vaartijden en bemanningssterkte binnenvaart, CCR/RheinSchPersV) geen solovaart toelaten in commerciële vrachtaart. Verdere aanname is dat kleine ondernemingen (2–10 werknemers) ongeveer 10 procent walpersoneel hebben, en dat grotere ondernemingen (meer dan 10 werknemers) circa 15 procent walpersoneel in dienst hebben.

Tabel 1 Indicatief beeld van de personele omvang van ondernemingen in de Nederlandse vrachtbinnenvaart

Grootteklasse (werkzame personen)	Aantal bedrijven	% van bedrijven	Gemiddeld aantal werknemers per bedrijf	Totaal aantal werknemers (geschat)	Waarvan varend personeel	Waarvan walpersoneel
1 werkzame persoon	1.870	61 %	2 (operationeel)	3.740	3.740	0
2–10 werkzame personen	960	31 %	4,5	4.276	3.848	428
10+ werkzame personen	220	7 %	50	10.984	9.336	1.648
Totaal	3.050	100 %	—	19.000	16.925	2.075

Bron: CBS. Bewerking Panteia

We veronderstellen vervolgens dat de categorie 2–10 werkzame personen in twee delen kan worden gesplitst, waarbij de ene helft tot de kleine binnenvaart en de andere helft tot de grotere bedrijven wordt gerekend. Op die basis bestaat ongeveer 77 procent van alle ondernemingen uit kleine binnenvaartbedrijven (éénmansbedrijven en kleine familiebedrijven) en ongeveer 23 procent uit grotere rederijen en logistieke ondernemingen. Qua werkgelegenheid ligt de verhouding anders: naar schatting werkt ongeveer 33 procent van het varend personeel bij kleine binnenvaartbedrijven en 67 procent bij de grotere bedrijven. Ook deze uitsplitsing berust op aannames, maar geeft een bruikbare indicatie van het duale karakter van de sector: een groot aantal kleinschalige zelfstandigen naast een beperkt aantal grotere ondernemingen die het zwaartepunt van de werkgelegenheid vormen.

Evolutie van de bedrijfsgrootte

In de afgelopen twee decennia is een duidelijke verschuiving zichtbaar in de verhouding tussen kleine en grotere ondernemingen in de Nederlandse vrachtbinnenvaart. Terwijl de sector traditioneel werd gedomineerd door zelfstandige schippers en kleine familiebedrijven, tonen gegevens uit de Maritieme Arbeidsmarkt- en Havenmonitor 2023 (CBS/Maritiem Nederland) en de Market Observation Reports van de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCNR, 2018–2023) dat sinds het begin van de jaren 2000 sprake is van een geleidelijke concentratie.

Hoewel de binnenvaart als geheel nog steeds sterk kleinschalig is georganiseerd, laten CBS-StatLine-gegevens (SBI 50 – Vervoer over water) en sectoranalyses, waaronder Feiten & Cijfers Binnenvaart (Rabobank, 2025), zien dat het **aandeel kleine ondernemingen** sinds het midden van de jaren 2000 is afgenomen van circa 80 à 85 procent naar ongeveer 75 procent nu. Tegelijkertijd is het aandeel van grotere bedrijven in de **totale werkgelegenheid** gestegen van om en nabij de helft tot circa twee derde. Dit proces van marktconcentratie zal de komende jaren langzaam maar gestaag doorgaan. Belangrijke oorzaken hiervoor zijn de stijgende kapitaalsbehoefte bij nieuwbouw en modernisering, de toenemende eisen rond veiligheid en milieuprestaties, en de noodzaak om te voldoen aan administratieve en digitale verplichtingen. Ook de druk op marges in zowel droge lading- als tankvaartsegmenten heeft kleine ondernemingen kwetsbaarder gemaakt. Veel zelfstandigen sloten zich aan bij coöperaties of exploitatieverbanden, zoals NPRC of CITBO, om schaalvoordelen te behalen in planning en afzet. Tegelijkertijd groeide het aandeel van grotere rederijen en logistieke groepen, die soms meerdere tientallen schepen en bemanningen onder centraal management brengen. De aanhoudende personeelsschaarste werkt daarbij als een versneller van deze ontwikkeling, omdat kleinere bedrijven minder mogelijkheden hebben om arbeid flexibel te organiseren, opleidingskosten te dragen en functies te spreiden over meerdere schepen.

Verdeling van functies bij de grotere bedrijven

Voor de grotere ondernemingen in de vrachtbinnenvaart, die samen ongeveer 9.300 varend personeel tellen, is de bemanningsstructuur omvangrijker en formeler georganiseerd dan bij de kleinere rederijen. Op basis van vlootprofielen van grotere reders kan voor deze categorie een gemiddelde verhouding van ongeveer 15-20 % schippers, 25-30 % stuurmannen en 50-60 % matrozen worden aangenomen.

Omerekend naar absolute aantallen komt dit neer op circa 1.400 -2.200 schippers, 2.300 - 3.100 stuurmannen en 5.300 - 5.600 matrozen binnen de grotere ondernemingen. Deze verhouding weerspiegelt mede de praktijk in de tankvaart en grootschalige drogeladingvaart, waar schepen vaak in continuvaart varen en per schip doorgaans meerdere matrozen aanwezig zijn voor dekwerk, onderhoud en laden/lossen.

2.3 In- en uitstroom op de arbeidsmarkt in de binnenvaart

De marktstructuur, met een groot aandeel kleinschalige familiebedrijven naast enkele grote rederijen, bepaalt de aard van de personeelsvraag in de binnenvaart. Kleine ondernemingen zijn vooral gericht op de continuïteit van hun eigen schip, terwijl rederijen structureel kampen met de tekorten aan schippers en stuurlieden. In beide segmenten speelt de beschikbaarheid van voldoende instroom uit onderwijs en een belangrijke rol bij het op peil houden van de bemanning. Daarnaast is ook de zij-instroom van belang.

De instroom van nieuw personeel wordt in belangrijke mate verzorgd door de binnenvaartopleidingen op vmbo, mbo- en hbo-niveau, die in Nederland en de ons omringende landen worden aangeboden. In het vmbo vertonen de leerlingenaantallen voor het profiel Maritiem & Techniek een lichte stijging (+3,4% t.o.v. vorig schooljaar). Er is echter veel uitval tijdens de praktijkfase van de opleiding,

waardoor de netto instroom van nieuw personeel beperkter is. Binnen het mbo is het totaal aantal studenten vrijwel gelijk gebleven, met een lichte stijging van jonge instromers (<18 jaar). Over het geheel genomen blijft de instroom vanuit het binnenvaartonderwijs redelijk stabiel, maar kwetsbaar. Binnen de deelsector binnenvaart is sprake van een groei van circa 2,6%, terwijl het bredere maritieme domein juist een lichte daling laat zien. Ondanks deze positieve signalen is het aantal beschikbare leerplaatsen nog altijd groter dan het aantal studenten.

De binnenvaart leunt al jarenlang deels op buitenlandse arbeidskrachten, afkomstig zowel uit andere EU-lidstaten als van buiten de Europese Unie. Niet-EU-personeel, zoals Filipijnse matrozen, vormt daarbij een waardevolle aanvulling op het personeelsbestand. De inzet van deze groep wordt echter steeds ingewikkelder door strengere toelatingsregels. Begin 2024 werkten naar schatting circa 1.500 niet-Europese bemanningsleden in de Nederlandse binnenvaart via Duitse tewerkstellingsvergunningen, verstrekt aan nautische uitzendbureaus – een aantal dat sindsdien merkbaar is gedaald. Het Nederlandse vergunningensysteem voor arbeidsmigratie is complex en tijdrovend. Werkgevers moeten voor iedere vacature aantonen dat er binnen Nederland of de EU geen geschikte kandidaat beschikbaar is. Bovendien worden de procedures voor uitzendbureaus aangescherpt. Dat draagt weliswaar bij aan meer transparantie, maar beperkt tegelijkertijd hun wervingscapaciteit. Het gaat hierbij met name om de instroom van matrozen uit landen als de Filipijnen. De doorgroei van deze werknemers naar hogere functies is bovendien beperkt, terwijl juist de doorstroom van lagere naar hogere functies een belangrijke ontwikkellijn vormt richting de functies van stuurman en schipper.

Daarnaast is sprake van zij-instroom vanuit andere maritieme sectoren, zoals de zeevaart en de visserij. Om de overstap mogelijk te maken is vaak aanvullende scholing of de erkenning en omzetting van bestaande vaarbevoegdheden nodig, zoals geregeld in EU-Richtlijn Beroepskwalificaties Binnenvaart (EU 2017/2397).

Tegenover instroom op latere leeftijd is er ook een uitstromend middencohort van werknemers (30–45 jaar) dat de sector voortijdig verlaat, veelal vanwege de werk-privébalans (bijvoorbeeld in samenhang met gezinsvorming). Deze uitstroom zorgt voor verlies aan ervaring en vergroot de druk op opvolging en opleiding. Uit ervaring blijkt dat een beperkt deel van deze “tussengroep” op latere leeftijd (45+) weer instroomt, wanneer de persoonlijke en gezinssituatie dat beter toelaat.

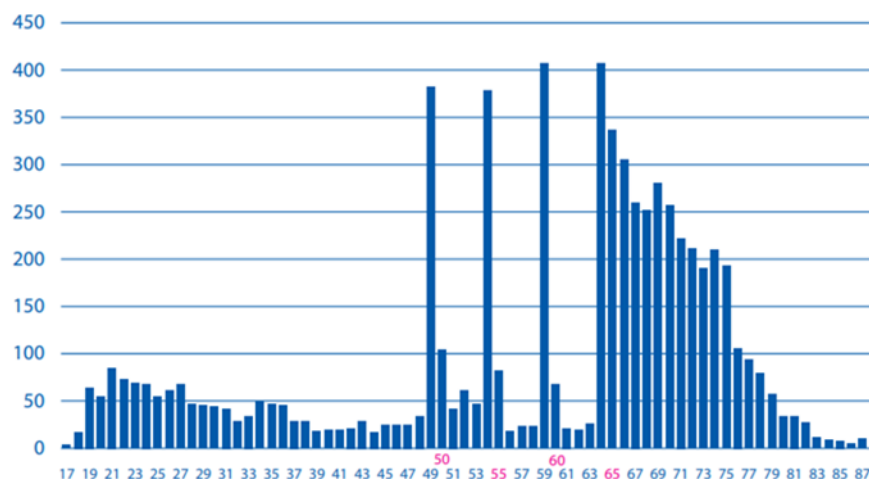
Ten slotte is er ook uitstroom van ouderen. Meer dan 30% van het huidige personeelsbestand is ouder dan 55 jaar. Een aanzienlijk deel van de schippers blijft actief na het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd. Hoewel dit vaak niet meer fulltime gebeurt, hernieuwen veel schippers hun certificaten, waardoor zij formeel inzetbaar blijven. In perioden van drukte of personeelstekorten wordt regelmatig een beroep gedaan op deze oudere vakmensen. Daarmee speelt deze groep een zichtbare rol in het opvangen van de personeelskrapte, maar het onderstreept ook de afhankelijkheid van de sector van een steeds ouder wordend personeelsbestand. Verwacht wordt dat in de komende tien jaar circa 5.000 medewerkers de sector zullen verlaten.

Hierna volgt ter illustratie van het bovenbeschreven beeld een overzicht van het verloop van de uitgifte van certificaten en de uitgifte/verlenging van Rijnpatenten.



De onderstaande figuur toont daartoe het aantal uitgegeven certificaten. Vanaf 65 jaar dient het certificaat elk jaar te worden hernieuwd. Vanaf 75 jaar is een duidelijke afname waarneembaar.

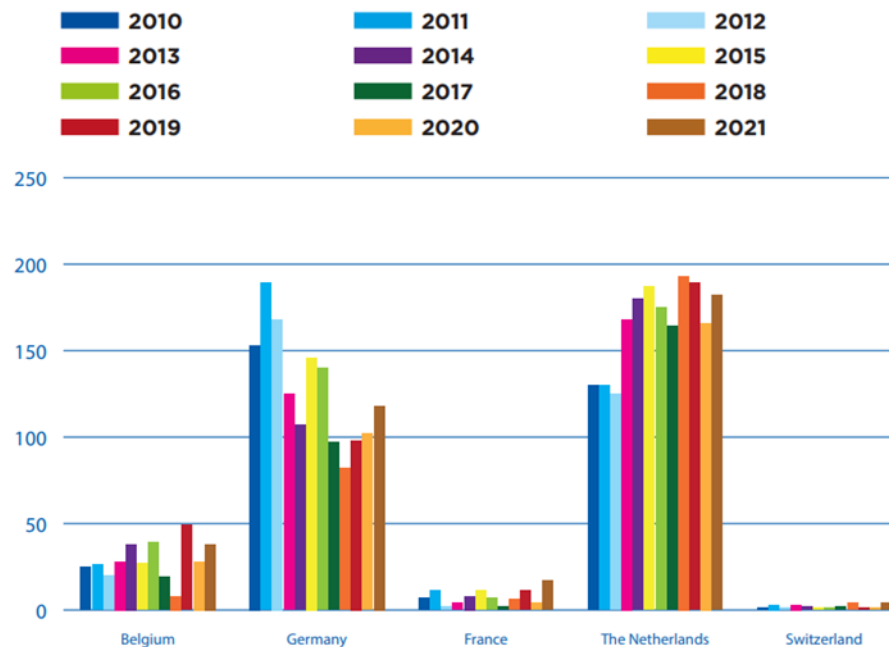
Figuur 1 Aantal geregistreerde uitgegeven certificaten in CBR database voor 2022, naar leeftijd van de certificaathouder



Bron: CBR, CCNR Analyse

Daarnaast laten het aantal uitgegeven Rijnvaartpatenten en het aantal verlengde patenten een beeld zien dat duidt op een afname van het aantal houders van een Rijnvaartpatent. Door de Rijnvaartcommissie (CCNR) is een overzicht gemaakt van uitgegeven en verlengde Rijnvaartpatenten over een langere periode. In de onderstaande figuur is het aantal uitgegeven Rijnpatenten weergegeven per Rijnstaat. Dit aantal fluctueert door de jaren heen. De cijfers laten over een langere periode een afvlakking zien voor Nederland.

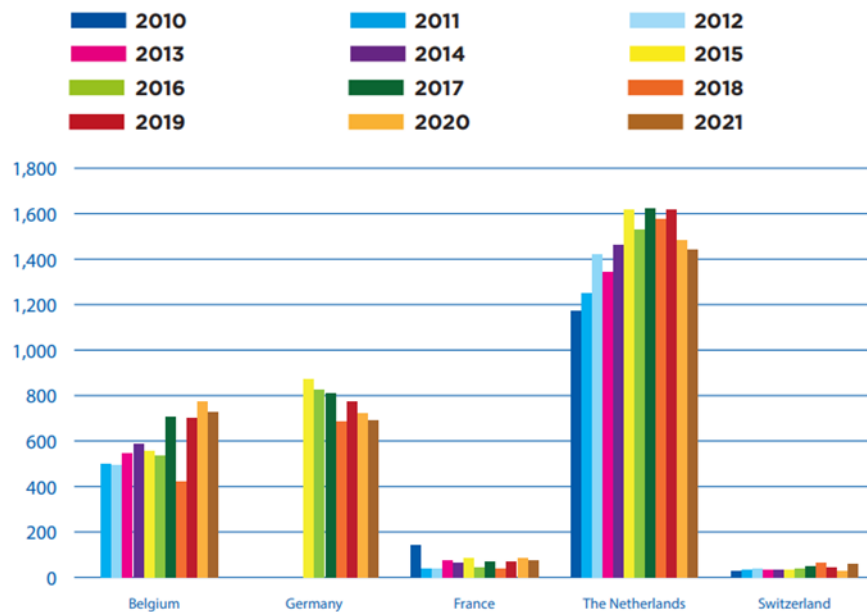
Figuur 2 Aantal uitgegeven Rijnpatenten tussen 2010 en 2021 per Rijnstaat



Bron: CCNR

Wanneer aan de orde, moeten Rijnpatenten ook verlengd worden om hun geldigheid te bewaren. De onderstaande figuur laat het aantal verlengingen van rijnpatenten zien per Rijnstaat zien. Over een langere periode is er sprake van een dalende trend. Minder houders van een Rijnpatent laten dus hun certificaat verlengen, wat bij een afvlakkende instroom betekent dat het totale bestand aan Rijnpatenten daalt. Het afnemende aantal verlengingen kan verband houden met de vergrijzing in de binnenvaartsector. Ook hier geldt weer dat veel patenthouders de bereiken leeftijd waarin zij de arbeidsmarkt verlaten. Mogelijk kunnen daarnaast ook veranderingen in de aard en reikwijdte van de vaarroutes een rol spelen, waardoor minder behoefte bestaat aan aanvullende trajectkennis. Het beeld komt echter overeen met dat bij de geregistreerde uitgegeven certificaten.

Figuur 3 Aantal verlengingen van Rijnpatenten tussen 2010 en 2021 per Rijnstaat



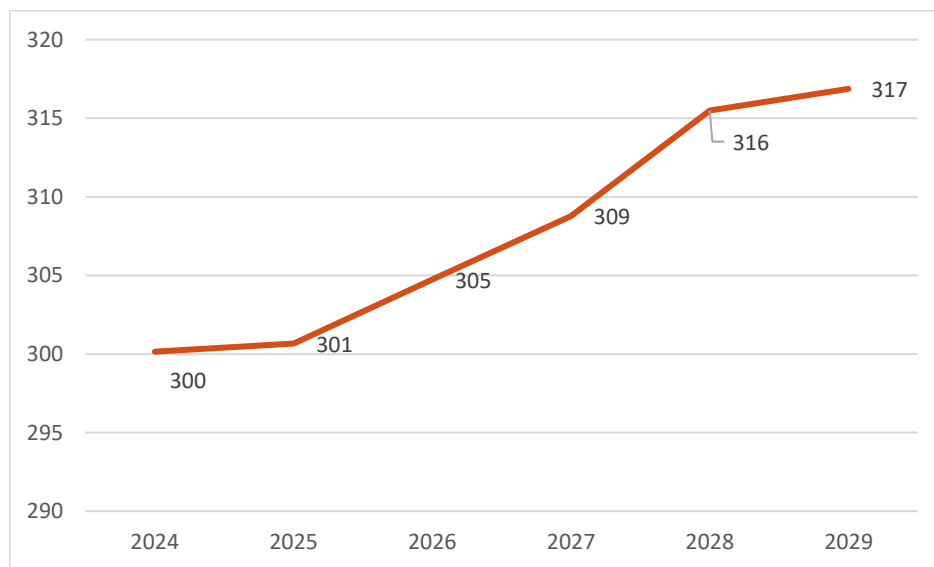
Bron: CCNR

2.4 Is er spanning tussen vraag en aanbod en hoe beïnvloedt dit de huidige markt en groei mogelijkheden?

De binnenvaartsector bevindt zich in een structureel krappe arbeidsmarkt, waarin de balans tussen instroom, doorstroom en uitstroom onder druk staat. De binnenvaart kampt al geruime tijd met een tekort aan gekwalificeerd nautisch personeel, met name aan schippers en stuurlieden.

Op het niveau van de hogere functies in de binnenvaart zijn cijfers/prognoses beschikbaar voor vacatures voor schipper binnenvaart. In het onderstaande overzicht staat het aantal vacatures (voor banen > 12 uur/week. Uit het overzicht is een beperkte stijging af te leiden van de vraag.

Figuur 4 Vacatures schipper (mbo)



Bron: Bron: SBB vraagmodel 2024

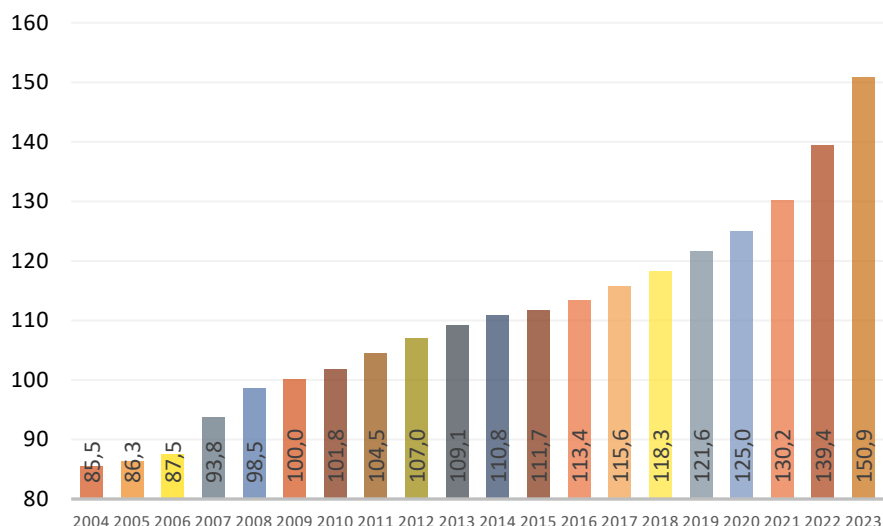
Wel moet worden beseft dat veel vacatures langdurig of permanent blijven openstaan en vaak via informele kanalen worden verspreid (zoals sociale media of persoonlijke netwerken), waardoor het zicht op de feitelijke omvang van de vraag beperkt is. Naar verwachting zullen de vacatures de komende jaren echter verder toenemen.

De bemanningsproblematiek beperkt zich niet tot Nederland, maar speelt ook in buurlanden zoals België, waar de opleidingsinstituten onvoldoende nieuwe instroom leveren. Terwijl de binnenvaart beschikt over moderne en voldoende schepen, vormt de bemanningscrisis de grootste bedreiging voor de continuïteit van de sector. Zoals Erik Gasten, binnenvaartondernemer, het samenvatte in Flows (juni 2025): “Een schip financieren is honderd keer makkelijker dan het bemannen.”

Volgens cijfers van het CBS werken er circa 8.000 mensen in de binnenvaart, maar dit betreft slechts een ondergrens. De werkelijke omvang van het nautisch personeel wordt geschat op 19 à 20 duizend personen, aangezien partners van eigenaren, aflossers en uitzendkrachten in de officiële telling niet worden meegenomen.

De instroom via de opleidingen is momenteel niet voldoende om aan de vraag te voldoen. De schaarste wordt zeker gevoeld bij de grotere rederijen. Er is sprake van een scherpe concurrentie om personeel, waarbij in interviews met reders wordt aangegeven dat personeel bij elkaar wordt weggekocht. Dat uit zich in een scherpe stijging van de lonen de afgelopen jaren. Illustratief in dit opzicht is de loonkostenontwikkeling, de afgelopen jaren. Op basis van consultatie van ondernemers in de binnenvaart en andere cijfers met betrekking tot de arbeidsmarkt is geconcludeerd dat de arbeidskosten gemiddeld met 8,2% in 2023 zijn toegenomen ten opzichte van het jaar 2022 (index 150,9 t.o.v. 2009). De onderstaande figuur geeft een overzicht van de ontwikkeling van deze kostencomponent (let op dat de verticale schaal bij 80 begint).

Figuur 5 Ontwikkeling arbeidskosten tussen 2004 - 2023 (2009=100)



Bron: Panteia, Kostenontwikkeling Binnenvaart 2023-2024

2.5 Bevolkingsontwikkeling en vooruitblik instroom van werkenden in de binnenvaart.

Op dit moment kent de binnenvaart al een duidelijk personeelstekort, vooral bij functies die specifieke vaarbevoegdheden vereisen. Het tekort concentreert zich met name bij schippers en stuurmannen, meer nog dan bij matrozen. Volgens de Atlas Arbeidsmarkt (SBB) is de baankans weliswaar voor mbo-studenten matroos hoger dan voor mbo-studenten schipper, maar daar staat tegenover dat enkel gekeken wordt naar vacatures waar ook schoolverlaters op kunnen solliciteren. Minder dan de helft van de vacatures voor schipper staan open voor schoolverlaters (voor matrozen is het meer dan de helft).

De instroom vanuit opleidingen en zij-instroom vanuit andere maritieme sectoren is onvoldoende om het natuurlijke verloop en de uitstroom door pensionering te compenseren. Hierdoor ontstaat een steeds krappere wordende arbeidsmarkt, waarin rederijen elkaar beconcurreren om de schaarse schippers en stuurlieden aan zich te binden. Die situatie verbetert niet in de nabije toekomst.

Voor de binnenvaart vertaalt zich dit naar een toenemende personeelsvraag die moeilijk kan worden ingevuld, wanneer de huidige instroom wordt doorgezet. KBN verwacht dat in de komende tien jaar circa 5.000 ervaren medewerkers de sector zullen verlaten. In 2025 wordt het tekort aan schippers en stuurlieden in Noordwest-Europa al geschat op enkele honderden functies. Ontwikkelingen op het vlak van de cruisevaart zorgen daarbij voor een verdere vraag naar schippers. Naarmate de uitstroom door pensionering doorzet, kan dit tekort in 2035 oplopen tot 1.500 à 2.000 functies en in 2050 mogelijk nog verder. De vraag naar matrozen neemt eveneens toe, maar kan in grotere mate worden ingevuld door kortere opleidingen en zij-instroom.

Langjarige ontwikkeling werkzame beroepsbevolking Nederland

Voor de analyse van langjarige trends wordt gekeken naar de ontwikkeling van de werkzame beroepsbevolking in Nederland, uitgesplitst naar mannen en vrouwen en, aanvullend, naar opleidingsniveau (mbo en hbo). Doel is om een beeld te schetsen van de trends tot 2050 op basis van beschikbare CBS-tellingen, CPB- en ROA-prognoses. De cijfers geven een indicatie van hoe de potentiële beroepsbevolking (15–64 jaar) en de feitelijke werkzame beroepsbevolking zich ontwikkelen.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de ontwikkeling van de werkzame beroepsbevolking weer, die daalt door vergrijzing en beperkte arbeidsparticipatie.

Tabel 2 Ontwikkeling werkzame beroepsbevolking

Jaar	Pot. bb. mannen (mln)	Pot. bb. vrouwen (mln)	Werkzaam mannen	Werkzaam vrouwen	Totaal werkzaam
2025	5,1	5,0	4.450	4.300	8.750
2030	5,0	5,0	4.350	4.250	8.600
2035	4,9	4,9	4.200	4.150	8.350
2040	4,8	4,8	4.100	4.000	8.100
2045	4,8	4,7	4.000	3.900	7.900
2050	4,7	4,6	3.950	3.850	7.800

Bron: CBS

De werkzame beroepsbevolking bij mannen bestaat in 2025 uit circa 4.450.000 personen. Daarna zet een gestage daling in. Dit is het gevolg van de vergrijzing en het feit dat bij mannen de arbeidsparticipatie al lange tijd hoog is (rond 90–95%) en nauwelijks verder kan stijgen. In de periode tot 2050 zal de werkzame beroepsbevolking bij mannen naar verwachting met ruim 11% afnemen ten opzichte van 2025. De tabel hieronder laat zien hoeveel procent lager het aantal werkzame mannen per toekomstjaar is in vergelijking met 2025.

Tabel 3 Ontwikkeling werkzame mannen per toekomstjaar

Jaar	Werkzaam mannen	% lager t.o.v. 2025
2025	4.450	0%
2030	4.350	-2,2%
2035	4.200	-5,6%
2040	4.100	-7,9%
2045	4.000	-10,1%
2050	3.950	-11,2%

Bron: CBS

Onderstaande tabel geeft een ruwe schatting van de werkzame beroepsbevolking bij mannen naar opleidingsniveau. De verdeling naar opleidingsniveau laat zien dat het aandeel hbo-geschoolden bij mannen toeneemt, terwijl het aandeel mbo afneemt

Tabel 4 Werkzame beroepsbevolking bij mannen naar opleidingsniveau

Jaar	Werkzaam mannen	mbo (x 1.000)	% t.o.v. 2025	hbo (x 1.000)	% t.o.v. 2025
2025	4.450	2.450	0%	1.560	0%
2030	4.350	2.310	-5,7%	1.610	+3,2%
2035	4.200	2.180	-11,0%	1.595	+2,2%
2040	4.100	2.090	-14,7%	1.600	+2,6%
2045	4.000	2.000	-18,4%	1.600	+2,6%
2050	3.950	1.975	-19,4%	1.580	+1,3%

Bron: CBS

De cijfers laten zien dat de werkzame beroepsbevolking bij mannen met een mbo-opleiding naar verwachting bijna met 20% afneemt tussen 2025 en 2050. Voor hbo stijgt het volume licht door de groei van hoger opgeleiden, ook al daalt de totale populatie aan werkzame mannen. Dit benadrukt het belang van een evenwichtige instroom in technische en praktijkgerichte opleidingen (mbo) én in hoger onderwijs (hbo) voor de arbeidsmarkt.

De verwachte groei van het vervoer over water, mede door de doelstellingen binnen de modal shift en de verduurzamingsopgaven, zal de vraag naar gekwalificeerd personeel verder vergroten. Zonder aanvullende maatregelen dreigt een mismatch tussen ambitie en uitvoeringscapaciteit. De inzet van innovaties, gecombineerd met een gericht arbeidsmarkt- en opleidingsbeleid, is daarom essentieel om de toekomstige groei daadwerkelijk mogelijk te maken.

Om de ambities waar te maken is niet alleen instroom, maar ook behoud van personeel cruciaal. Dat vraagt om een toekomstgerichte sector waarin technologische vernieuwing hand in hand gaat met sociale innovatie en aantrekkelijk werkgeverschap. De aantrekkelijkheid van het beroep moet daarbij worden vergroot, onder meer door betere loopbaanperspectieven, moderne werkomstandigheden en meer aandacht voor werkzekerheid en ontwikkelmogelijkheden. Hierbij spelen arbeidsvoorwaarden, werk-privébalans en de mogelijkheid om werk en privé beter te combineren een steeds belangrijkere rol.

Een betere werk-privébalans helpt om het beroep van stuurman of schipper aantrekkelijker te maken; vaste (roterende) diensten en overdrachten op vaste momenten maken begin- en eindtijden minder afhankelijk van reisduur, sluizen en weer, en vergroten zo de voorspelbaarheid. Tegelijkertijd ligt de huidige bezetting sterk aan de mannenkant; de cijfers laten zien dat er ook -nu nog- onbenut potentieel is onder vrouwen. Mogelijk dat met een verbeterde werk-privébalans en hybride mogelijkheden (deels vanaf een vaste locatie) mannen en vrouwen eerder voor de binnenvaart zullen kiezen, wat zo helpt het personeelstekort te verkleinen.

2.6 Impact overheidsbeleid: wat is nodig om Green Deal doelen te halen?

Al eerder hadden we het over de ambities om meer goederenvervoer over water te laten plaatsvinden. In de Europese Green Deal komt dat tot uiting. Streven daarbij is dat een substantieel deel van het wegvervoer verschuift van weg naar vervoer over water of rail. In de Sustainable and Smart Mobility Strategy (SSMS) wordt verwezen naar de Green Deal: de strategie “sets out a path towards achieving the objectives of the European Green Deal”. De SSMS formuleert voor de binnenvaart een modal shift doel van +25% in 2030 en +50% in 2050 ten opzichte van het vervoersvolume in 2015. Deze groei brengt niet alleen een grotere vraag naar gekwalificeerd personeel met zich mee, maar vereist ook een aanzienlijke uitbreiding van de vlootcapaciteit en ondersteunende infrastructuur.

Voor de Nederlandse vloot, die in 2015 circa 50 miljard tonkilometer vervoerde, zouden deze toenames neerkomen op ongeveer 13 miljard tonkilometer in 2030 en ongeveer 25 miljard tonkilometer in 2050 ten opzichte van 2015. In 2023 realiseerden Nederlandse-vlagschepen een vervoersprestatie van circa 58 miljard tonkilometer, bijna de helft van het totale EU-binnenvaartvolume, volgens gegevens van Eurostat en de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCNR, 2024). De stijging van de vervoersprestatie tussen 2015 en 2023 is grotendeels toe te schrijven aan marktgroei en kan niet worden beschouwd als het resultaat van een structurele modal shift van weg naar binnenvaart. We houden daarom vast aan de eerder genoemde extra 13 miljard tonkilometer in 2030 en ongeveer 25 miljard tonkilometer in 2050.

Een gemiddeld groot motorschip (ongeveer 2.500 ton) realiseert, afhankelijk van route en inzet, circa 43 miljoen tonkilometer per jaar. Dit impliceert ca. 300 extra “scheepsequivalenten” in 2030 om het extra volume te varen en 600 in 2050. Per schip is doorgaans inclusief continuvaart en vervangingsploegen 4-7 arbeidsplaatsen nodig om een jaarrond rooster af te dekken. Het aantal extra arbeidsplaatsen bedraagt dan 1.200 – 2.100 voor 2030 en 2.400-4.200 voor 2050. Voor schippers en stuurlieden (40-50% van deze aantallen) gaat het dan om ca. 540-945 arbeidsplaatsen voor 2030 en 1.080-1.890 arbeidsplaatsen in 2050.

Deze ramingen zijn conservatief tot middelhoog en gaan uit van een gemiddelde productiviteit per schip, een realistische inzet van ploegen en geen structurele verkorting van wachttijden aan kades en sluisen. Bij kortere vaartafstanden, meer stilstand of hogere 24-uurs inzet wordt de behoefte aan personeel nog groter.

Om de ambitie voor 2030 te halen, zouden de ontwikkelingen rond de modal shift de komende jaren uitzonderlijk snel moeten verlopen. Het lijkt niet waarschijnlijk dat die termijn wordt gehaald. Het beeld is echter duidelijk, zeker met het oog op het doel voor 2050: als deze groei wordt gerealiseerd, zal de binnenvaartsector een aanzienlijk grotere vervoersprestatie moeten leveren. Gezien de huidige personeelsschaarste en de demografische vooruitzichten lijkt het weinig waarschijnlijk dat deze uitbreiding met het huidige personeelsbestand en de verwachte instroom kan worden opgevangen – zeker niet voor de functies van schipper en stuurman.

In het volgende hoofdstuk wordt onderzocht of remote controlled varen kan bijdragen aan de oplossing om de kloof tussen vraag naar en aanbod van personeel te helpen opvullen.



3 Remote control als onderdeel van de oplossing

In dit hoofdstuk onderzoeken we waar en hoe een remote operations centre (ROC) kan bijdragen aan het verminderen van het personeelstekort in de binnenvaart. Het uitgangspunt is dat een ROC efficiënter kan worden ingezet dan bemanning aan boord: wisselen tussen schepen kan vrijwel direct, waardoor inactieve tijd beter wordt benut. We brengen in kaart welke taken door remote operators kunnen worden uitgevoerd en welk tijdsbeslag hiermee gemoeid is, op basis van de taakanalyse van De Vlaamse Waterweg. Daarnaast besteden we aandacht aan de vereiste beroepskwalificaties en geldt als randvoorwaarde dat de veiligheid onder alle omstandigheden is geborgd. Op basis van de taakanalyse onderzoeken we tevens of er momenten zijn waarop een schipper alternatief inzetbaar is. Tot slot analyseren we de samenstelling van de binnenvaartvloot, als basis voor het bepalen van de potentiële impact van de inzet van ROC's op de Nederlandse binnenvaart.

3.1 Representatieve scheepstypen, exploitatiewijzen en benodigde bemanning

Analyse van vlootlijsten van de geïnterviewde reders en de meest voorkomende reizen wijst erop dat vooral CEMT IV, V en VI klasse schepen worden ingezet. Voor de verdere analyse kiezen we ervoor om als uitgangspunt een CEMT IV/V klasse schip te hanteren.

Voor het aantal benodigde bemanningsleden aan boord van een schip is gekeken naar het Reglement betreffende het scheepvaartpersoneel op de Rijn (RSP), Artikel 19.02 Minimumbemanning van motorschepen en duwboten, zie hiervoor de onderstaande tabel.

We kijken voor de taakanalyse naar twee exploitatiewijzen: dagvaart (A1 of A2) en 24-uurs vaart (B).



Tabel 5 Minimumbemanning van motorschepen en duwboten

	Groep	Bemanning	Aantal bemanningsleden bij de exploitatie- wijze A1, A2 of B en voor de uitrustings- standaard S1 of S2					
			A1	A1	A2	A2	B	B
			S1	S2	S1	S2	S1	S2
1	L ≤ 70 m	schipper	1	-	2	-	2	2
		stuurman	-	-	-	-	-	-
		volmatroos	-	-	-	-	-	-
		matroos	1	-	-	-	1	-
		lichtmatroos	-	-	-	-	1 ¹	2 ^{1,3}
2	70 m < L ≤ 86 m	schipper	1 of 1	1	2	-	2	2
		stuurman	- -	-	-	-	-	-
		volmatroos	1 -	-	-	-	-	-
		matroos	- 1	1	-	-	2	1
		lichtmatroos	- 1	1	1 ¹	-	-	1
3	L > 86 m	schipper	1 of 1	1	2	2	2 of 2	2
		stuurman	1 of 1	1	-	-	1 of 1 ²	1
		volmatroos	- -	-	-	-	- -	-
		matroos	1 -	-	1	-	2 of 1	1
		lichtmatroos	- 2	1	1 ¹	2 ¹	- -	1

Bron: RSP

1) De lichtmatroos of één van de lichtmatrozen mag worden vervangen door een deksman.

2) De stuurman moet houder zijn van een Rijnpatent of Uniekwalificatiecertificaat schipper. Een specifieke vergunning als bedoeld in artikel 13.01, eerste lid, onderdeel b is niet vereist.

3) Eén van de lichtmatrozen moet ouder zijn dan 18 jaar.

In de binnenvaart gelden bemanningsvoorschriften die afhankelijk zijn van de CEMT-klasse van het vaartuig, de vaarwijze en de duur van de vaart. Specifiek voor de schipper zijn de volgende leidende competenties gedefinieerd in het ES-QIN. Het gaat hier om taken voor een schipper die fysiek aan boord van het schip is. De taken die een ROC-operator over kan nemen, betreffen alleen taken die vanuit het ROC aan de wal uitgevoerd kunnen worden.

ES-QIN, 2019 – leidinggevend niveau (schipper)

Uit de *Europees Standaard voor kwalificaties in de Binnenvaart (ES-QIN)* — onderdeel *Competentiestandaarden voor het leidinggevend niveau* — zijn de volgende kerncompetenties leidend:

- **Toezicht op motoren en uitrusting**

De schipper moet in staat zijn instructies te geven voor het gereedmaken en bedienen van hoofdmotoren, hulpwerktuigen en uitrusting.

- **Pomp- en ballastmanagement**
Toezicht houden op routinepompwerkzaamheden, inclusief ballast en ladingpompen; daarbij ook rekening houden met stabiliteit (vrije oppervlakken).
- **Veilig gebruik van elektrotechnische systemen**
Instructies geven omtrent veilig gebruik, bediening, onderhoud en reparatie van elektrotechnische apparatuur aan boord.
- **Navigatie met radar**
 - Voorbereiden van de reis in radar-navigatie.
 - Interpretieren van radarbeelden en analyseren van positie ten opzichte van objecten.
 - Omgaan met interferentiebronnen.
 - Voldoen aan regels en technische eisen voor radargebruik in binnenvaart.
 - Adequaat reageren in complexe omstandigheden zoals druk verkeer of systeemstoringen.
- **Navigatie en reisplanning**
 - Berekening van route, gebruik van kaarten, navigatiehulpmiddelen, regelen van veiligheid, verzekeringen, toezicht op bemanning, regelgeving.
- **Communicatie en crew management:**
 - Gebruik van technische en nautische terminologie, instructies geven, team toezicht.
- **Onderhoud en reparatie organiseren:**
 - Technische dossiers beheren, checklists opstellen, toezicht op onderhoudswerkzaamheden.
- **Veiligheid, gezondheids- en milieuprocedures toepassen:**
 - Regels voor veilig werk, gebruik van PBM, noodprocedures en voorkomen van ongevallen; eerste hulp en brandbestrijding.

Voor stuurlieden geldt dat in praktijk hun taken meer operationeel van aard zijn dan die van de schipper. De stuurman moet competent zijn op het gebied van onder meer operationele navigatie, sturing en manoeuvreren, lading- en dekwerkzaamheden, communicatie, VHF-bediening en operationeel toezicht en assistentie.

Voor de in hoofdstuk 2 al genoemde radarvaart en 24-uurs vaart gelden aanvullende eisen. Radarvaart houdt in dat een schip bij beperkt zicht (bijvoorbeeld mist of nacht) navigeert met behulp van een goedgekeurde radarinrichting. Dit mag alleen als de schipper of stuurman beschikt over een geldig Radarpatent Binnenvaart. Dat geldt ook voor een ROC-operator. Bovendien mag radarvaart nooit door één persoon alleen worden uitgevoerd. Radarvaart mag alleen met een goedgekeurde radarinstallatie én een bemanningslid met radarpatent. Bij radarvaart moet altijd een tweede gekwalificeerd bemanningslid aanwezig zijn voor veiligheid en aflossing. Dagvaart zonder radar kan in sommige gevallen met één schipper en een matroos, afhankelijk van scheepsgrootte. Voor 24-uurs vaart zijn altijd meerdere stuurlieden nodig om rusttijden te waarborgen.

Daarnaast kunnen extra certificaten vereist zijn bij het vervoer van gevaarlijke stoffen (ADN) of kunnen op bepaalde vaarwegen aanvullende certificaten vereist zijn. De ROC-operator is daar niet van gevrijwaard.

3.2 Inzet van remote operators om personeelstekorten te verlichten

De toepassing van remote operators richt zich in de binnenvaart op schippers- en stuurmansfuncties. Het gaat hierbij om het (gedeeltelijk) op afstand overnemen van navigatie- en bedieningshandelingen van schepen. Dit kan bijdragen aan het verlichten van het personeelstekort omdat remote operators gemakkelijker kunnen schakelen tussen verschillende schepen. Hierdoor worden inefficiënte wachttijden, die in de huidige praktijk vaak optreden, voorkomen en kan de beschikbare capaciteit beter worden benut. Voorwaarde hiervoor is een robuuste digitale infrastructuur met redundante verbindingen, duidelijke veiligheidsprotocollen en een helder juridisch kader omtrent verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid.

De inzetbaarheid van operators op afstand stelt specifieke eisen aan hun competenties. Naast nautische kennis en ervaring is een hoog niveau van digitale vaardigheden vereist, evenals situationeel bewustzijn en de capaciteit om met bemanning aan boord helder te communiceren. Training en certificering zullen hierop moeten worden toegespitst om deze nieuwe rol te ondersteunen.

Naast deze operationele voordelen kan de technologie zelf ook fungeren als waardevol trainingsinstrument. De remote apparatuur maakt het mogelijk om onder gecontroleerde omstandigheden ervaring op te doen met specifieke trajecten of complexe vaaromstandigheden. Daarmee draagt de toepassing niet alleen bij aan een efficiëntere bedrijfsvoering, maar ook aan de kennisontwikkeling en professionalisering binnen de sector.

3.3 Taakanalyse

Voor een nadere verdieping van de taken van schippers en stuurman maken we gebruik van een taakanalyse die is uitgevoerd door De Vlaamse Waterweg. Deze taakanalyse van de Vlaamse Waterweg is uitgevoerd voor containerschepen. De analyse is tevens gebaseerd op het scheepstype CEMT IV onder vaarregime B (24-uurs vaart). De uitgebreide inventarisatie van taken biedt echter een goede basis voor een inschatting van de tijdsbesteding van de bemanning tijdens een reis.

Uit de taakanalyse blijkt dat de ROC-operator vooral taken van de schipper over kan nemen tijdens de vaartijd. Fysieke taken die normaliter door de schipper uitgevoerd worden, dienen dan door anderen aan boord overgenomen te worden. Onder de huidige regelgeving, ook wanneer het schip vanuit het ROC bestuurd wordt, moet er altijd een gekwalificeerde schipper fysiek aanwezig zijn in de stuurhut. Wanneer de schipper rust, moet er dan een gekwalificeerde stuurman aan boord zijn om die taak over te nemen. (Reduced crew RBC-2 HAZID, Lloyd's Register Advisory Services B.V. (2025)). Dit betreft een tijdelijke situatie, want op dit moment wordt er gewerkt aan regelgeving die erin voorziet dat deze eis van de aanwezigheid van een gekwalificeerde schipper bij inzet van de ROC verdwijnt. In België is dit al van toepassing, daar varen enkele schepen met een ROC zonder gekwalificeerde schipper in de stuurhut.

Doordat de regelgeving over de vereiste kwalificaties van het waarnemend bemanningslid in de stuurhut tijdens de ROC inzet nog niet aansluit op de praktijk, wordt hier nu ook verschillend mee omgegaan. Uit interviews met reders maken wij het volgende op. In sommige gevallen neemt een ander bemanningslid (bijvoorbeeld een matroos en dus geen gekwalificeerde schipper) tijdelijk de post over van de schipper voor het tijdsbestek dat deze moet rusten en de ROC-operator actief is. Anderen geven echter aan voor het moment nog geen ROC in te willen zetten op schepen met een kleine bemanningsgroep, omdat men dan geen gekwalificeerde schipper op de post kan zetten wanneer de schipper moet rusten. Uit de interviews met de reders blijkt dat men de ROC-operator dan liever inzet op de grotere schepen met een grotere bemanningsgroep waar altijd een gekwalificeerde schipper waar kan nemen in de stuurhut wanneer de schipper moet rusten en de ROC-operator actief is.

Operationele uren ROC

Het varen op afstand gebeurt door een operator aan wal vanuit het ROC. Het systeem is zo ingericht dat dit 24/7 kan opereren. In de huidige situatie, waarin een aantal reders hiermee net is gestart, is het aantal uren waarin het ROC operationeel is nog beperkt. In deze opstartfase werkt de ROC nog vaak in shifts van 2 keer 8 uur tussen 06:00 en 22:00 uur. Dit is tijdelijk, de verwachting is dat de operatie verder uitgebouwd kan worden in de komende tijd. In een door Lloyds uitgevoerde studie is daarover het volgende opgenomen:

Uit Reduced crew RBC-2 HAZID, Lloyd's Register Advisory Services B.V. (2025)

“Working hours and handovers.

Although setup to provide a 24/7 service, Seafar’s ROCs currently operate two, 8-hour shifts, from 6 am to 10 pm with an operator handover at around 2pm. The traffic controller changes are slightly staggered from the operators to provide operational continuity. Handover typically commences 10 minutes before the start of the shift, lasting to about 5 minutes after, to ensure the replacing operator / traffic controller has established full situational awareness. After each 8-hour shift, the operators and traffic controllers have a 16-hour rest period. Depending on the number of client requests, the common 5-day per week working pattern is followed. Seafar currently records working hours on a vessel-by-vessel basis, instead of on a person-by-person basis. This is where ROCs may fall in between land based and maritime regulations. Where land-based health and safety regulations often require tracking of the maximum working hours and set clear directives for rest periods, in contrast, current IWW regulations permit single helmsman / boatmaster to operate a vessel for 14 hours a day, 365 days a year without any days-off required. In Belgium, where Seafar is based, the operators are considered boatmasters for the labour conventions (i.e. not office staff).”

Uit interviews met Nederlandse reders blijkt dat er op dit moment nog beperkt gebruik gemaakt wordt van ROC's en dat dit per bedrijf anders ingericht wordt. Eén geïnterviewde werkt van 08:00 tot 16:00 met een ROC. Een tweede werkt eveneens in shifts van 8 uur, maar daarvoor zijn geen vaste tijden gegeven. In beide gevallen is de toepassing van het concept nog maar zeer kort in gebruik. Ervaring moet uitwijzen wat de meest passende inzet gedurende de dag/nacht is. Bovendien is het aantal

gekwalficeerde ROC-schippers nog beperkt. De komende tijd worden er wel meer opgeleid. Het is dan ook de verwachting dat het werken met ROC's verder toeneemt.

Taken die het ROC over kan nemen van de schipper liggen voornamelijk op het gebied van het varen. Zo'n 60% van de over te nemen taken valt hieronder. Het gaat daarbij om de volgende onderwerpen.

- Navigatie (met radar) en reisplanning:
 - plannen van nautische aspecten van de reis;
 - varen en navigeren op onbelemmerde vaarwegen;
 - manoeuvreren (inclusief sluizen, bruggen en smalle vaarwegen);
 - aanmeren;
 - ankeren en gebruik van spudpalen.
- Communicatie en crewmanagement:
 - (her)plannen en organiseren van de bemanning (wisselingen);
 - communicatie.
- Veiligheid, gezondheids- en milieuprocedures:
 - toepassen van Health, Safety and Environment (HSE)-procedures;
 - handelen bij noodgevallen en calamiteiten;
 - geven van instructies.
- ROC-gerelateerde zaken:
 - signaleren van technische problemen;
 - uitvoeren van inspecties van ROC-systemen.

3.4 Bijdrage aan veiligheid en efficiency en voorwaarden daarvoor

Oorzaken ongevallen binnenvaart

Een analyse van recente documentatie (o.a. ILT, ministerie van IenW (DGLM), IVR en de Onderzoeksraad voor Veiligheid) over ongevallen in de binnenvaart geeft aan dat de veiligheid aan boord niet alleen afhangt van technische voorzieningen, maar ook sterk van menselijke factoren, opleidingsniveau, communicatie en omstandigheden op de vaarweg. Menselijk handelen is de voornaamste oorzaak van ongevallen in de binnenvaart en niet zozeer de techniek van het vaartuig.

De vijf meest voorkomende oorzaken worden in de volgende tabel kort toegelicht.



Tabel 6 Top vijf oorzaken ongevallen binnenvaart

Oorzaak	Beschrijving
Menselijke factoren (vermoeidheid/stress)	Schatting dat bij 70–80% van de binnenvaartongevallen menselijke factoren een rol spelen, waaronder vermoeidheid en stress. Lange werktijden, hoge werkdruk, multitasking en gebrekkige rust leiden tot verminderde alertheid en grotere kans op fouten. (Intergo, 2022).
Gebrekkige communicatie en organisatorische tekortkomingen	Communicatieproblemen (tussen schepen) en organisatorische risico's cruciaal in ongevalspatronen. Niet volgen van VHF-protocollen, taalbarrières en het ontbreken van een uniforme nautische terminologie kunnen leiden tot misverstanden en gevaarlijke situaties. (Intergo, 2022 en IVR, 2022).
Onvoldoende kwalificatie bemanning	Gebrek aan vakbekwaamheid en structurele bijscholing vergroot de kans op fouten. Onervaren bemanningsleden en beperkte aandacht voor risico's vergroten de kans op incidenten. Structurele scholing, certificering en vakmanschap zijn randvoorwaardelijk voor veiligheid in de binnenvaart. (IVR, 2022).
Specifieke vaarwegsituaties	Risico's nemen toe bij complexe vaaromstandigheden, zoals onoverzichtelijke vaarwegen, bij infrastructuur (sluizen, bruggen), en beperkte of niet-actuele informatie (waterstanden, verkeersinformatie). (IVR, 2022) In de categorie (zeer) ernstige scheepsongevallen met beroepsvaart is sprake van een stijging van aanvaringen met infrastructuur. Het aantal (zeer) ernstige scheepsongevallen nam in 2024 toe tot 57, terwijl in 2023 sprake was van 52 (zeer) ernstige scheepsongevallen. Daarvan waren er 33 aanvaringen met een brug of sluis. (min. IenW Kamerbrief Ongevalscijfers scheepvaart 2024)
Arbeidsongevallen aan boord: beknelling, vallen, contact met objecten/vloeistoffen	Arbeidsongevallen zijn vaak gerelateerd aan fysieke incidenten zoals vallen, struikelen of beknelling (Onderzoeksraad, 2024).

Bron: ILT, 2022; Intergo, 2022; IVR, 2022; OVV, 2024; min. IenW Kamerbrief Ongevalscijfers scheepvaart 2024

Bevindingen uit Lloyd's Register risicoanalyse

Uit een in 2025 door Lloyd's Register uitgevoerde risicoanalyse in opdracht van Seafar blijkt dat de inzet van remote control in de binnenvaart geen significante risico-verhogende factoren met zich meebrengt. De meeste risico's die in de praktijk kunnen ontstaan, worden afgedekt door de meervoudige uitvoering van systemen en communicatieverbindingen. Hierdoor leidt een technisch falen niet automatisch tot uitval van de bediening op afstand. **De enige situatie die in de analyse als kritisch is aangemerkt betreft een zogenoemde "uncontrolled handover"**, waarbij een onverwachte of onbeheersbare overgang plaatsvindt tussen de bediening op afstand en de besturing aan boord.

Ook zijn er factoren die een verhogend effect op de veiligheid hebben. Een remote operator werkt nooit volledig geïsoleerd: in de controleruimte is doorgaans ook een supervisor aanwezig die het bredere overzicht bewaart en in voorkomende gevallen kan bijsturen. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat operators onderling of met de supervisor direct ondersteuning vragen en ontvangen, bijvoorbeeld bij complexe verkeerssituaties of technische storingen. Dit versterkt de kwaliteit van besluitvorming en beperkt de kans op menselijke fouten.

In aanvulling hierop wijzen signalen uit de sector erop dat het in de dagelijkse praktijk niet altijd eenvoudig is om binnen bestaande operationele omstandigheden te voldoen aan de regelgeving rond vaar- en rusttijden. Het komt daardoor voor dat wordt gevaren zonder dat volledig aan de voorschriften wordt voldaan. Doordat ROC-operators makkelijker inzetbaar en aflosbaar zijn, kan hun inzet bijdragen aan een betere naleving van de regelgeving en daarmee aan een versterking van zowel de veiligheid als de arbeidsomstandigheden.

Het varen op afstand vanuit een ROC lijkt daarmee niet onveiliger dan het varen met een fysieke schipper aan boord van het schip. Uiteraard mits de technische voorzieningen de ROC-operator in staat stellen om de controle over het schip over te nemen en deze conform gestelde eisen de taken en procedures uitvoert. Ook MARIN concludeert in recent onderzoek (2025) dat op afstand bestuurd varen mogelijk is en niet onveiliger, mits aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. Voorwaarde voor de inzet van ROC's is daarbij een robuuste digitale infrastructuur, redundante veiligheidslagen in hardware en software, en een duidelijke procedurele afbakening van rollen en verantwoordelijkheden tussen operatoren en bemanning.

3.5 Verhoogde inzetbaarheid van schepen en personeel

Naast veiligheid kan remote control ook efficiëntie voordelen bieden. De ROC-operator is flexibeler in inzet, doordat deze relatief snel kan overschakelen naar een ander schip. En door taken van het varende personeel over te nemen, kan dat personeel weer andere taken op zich nemen. Daarnaast komen er economische baten voort uit het efficiënter gebruik van wachttijden. Schepen liggen regelmatig stil (soms wel één derde van de operationele tijd volgens geïnterviewden) voor het passeren van sluisen of tijdens overslagactiviteiten. De ROC-operator kan deze tijd mogelijk benutten om andere schepen te begeleiden. De vraag is nu vooral waar de optimalisatieslag inzet, hoe kan de ROC-operator zo effectief mogelijk ingezet worden? Om dat te duiden, is inzicht in de tijdsbesteding van de navigerende bemanning in relatie tot hoe de ROC-operator deze kan overnemen van belang. In de volgende sectie gaan we hier nader op in.

3.5.1 Inventarisatie urenbesteding gedurende de reis

Om een reëel beeld te krijgen van de tijdsbesteding van de schipper tijdens een reis is aan twee grotere Nederlandse reders (die ook al gebruik maken van een ROC) gevraagd om per hoofdactiviteit een schatting van de gemiddeld besteedde tijd te krijgen. Hiervoor is gevraagd naar de tijdsbesteding voor verschillende reistypen (dagvaart, 24-uurs vaart) en drie verschillende ladingtypen (containers; droge bulk en natte bulk) van schepen in de CEMT IV-V klasse. De resultaten zijn gecombineerd met eerder onderzoek (ETF & DST Entwicklungszentrum, 2019) om een zo goed mogelijk

beeld te krijgen. Voor het tonen van de uitkomsten zijn we uitgegaan van gemiddelden over de verschillende ladingtypen.

Dagvaart heeft betrekking op kortere reizen, 24-uurs vaart op langere reizen. Daarbij valt een groter deel van de gewerkte uren onder “navigatie”, wat kan oplopen tot circa 50% van de gewerkte uren. (ETF & DST Entwicklungszentrum, 2019). Dit beeld wordt bevestigd door de reders die we gesproken hebben. Daarnaast loopt dan het aandeel “herstel/pauze” sterk op vanwege de verplichte wettelijke rust. In de volgende tabel is de procentuele tijdsbesteding opgenomen voor zowel dagvaart als continuvaart.

Tabel 7 Indicatie gemiddelde procentuele tijdsbesteding schipper dagvaart en continuvaart binnenvaartschip CEMT IV-V klasse

Categorie	Dagvaart (%)	Continuvaart (%)
Navigatie	33,4	50,0
Bediening van het vaartuig	13,0	2,5
Laden/lossen en stuwen	23,7	6,9
Scheepstechniek	4,9	1,1
Onderhoud en reparatie	5,3	1,1
Communicatie	5,0	1,1
HSE, noodgevallen, calamiteiten	3,2	0,1
Ondernemerschap	2,4	1,2
Overige taken (o.a. wachten)	4,4	2,2
Herstel / pauze	3,0	33,3*
Reizen	2,0	0,5

Bron: ETF & DST Entwicklungszentrum, 2019 en Tasks towards a sustainable crewing system, bewerking Panteia

*omvat ook verplichte wettelijke rust

De “navigatie” inschatting voor de 24-uurs vaart betreft de gehele rondreis: vertrek Nederland – losplaats Duitsland – laadplaats Duitsland – aankomst Nederland. Momenteel is er altijd een tweede schipper die tijdens de ROC inzet plaats kan nemen in de stuurhut. In de reguliere situatie dat er 2 schippers en 1 stuurman aan boord zijn, kan er dan bij inzet van de ROC 1 van de schippers of de stuurman van boord gehaald worden. In de 24-uurs vaart speelt ook, naast de langere vaartijden, dat de reistijd voor het aanbrengen van een schipper naar een schip een grotere rol speelt dan bij de dagvaart. Wanneer een schipper aangebracht moet worden, kan de reistijd naar het schip langer en kostbaarder zijn dan bij de dagvaart. In de bovenstaande tabel komt dit feit minder goed tot uiting.

3.5.2

Effect ROC op inzet personeel

Kijkend naar de tijdsbesteding van de schipper kunnen we een aantal taken onderscheiden die één op één door de ROC-operator kunnen worden uitgevoerd.

Deze taken hebben met name betrekking op de onderdelen “navigatie” en “communicatie”. Het lijkt niet onmogelijk dat ROC navigatietaken voor meerdere schepen tegelijk kan combineren, bijvoorbeeld op lange rechte stukken of breed en/of rustig vaarwater. In onze analyse gaan we er echter van uit dat tijdens “navigatie” de ROC-operator focust op één schip. De inzet van de ROC-operator gaat eveneens gepaard met reistijd. De woon-werkafstand tussen ROC en operator kan daarbij verschillen van de afstand die een schipper moet afleggen naar het schip waarop hij of zij dienst heeft. In dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat verschillen in reisafstand niet onderscheidend zijn.

Daarnaast zijn er taken die niet overgedragen kunnen of hoeven te worden aan het ROC. Dat zijn taken die overgenomen kunnen worden door andere bemanningsleden en/of taken die vermeden kunnen worden, zoals “wachten” en “herstel/pauze” over langere periodes. Hierna werken wij deze taakcomponenten nader uit en schatten wij de mogelijke efficiencywinst door inzet van een ROC in plaats van een schipper of stuurman aan boord.

- 1 Er is een aantal uitvoerende taken dat mogelijk overdraagbaar is aan ander personeel, bijvoorbeeld richting de matroos of zijn administratief van aard. Overgedragen taken leveren echter voor anderen mogelijk weer extra werk op (matrozen, administratief, etc.). Dit laten we tot uiting komen in onze inschatting van de efficiencyverbetering door inzet van een ROC-operator.
- 2 Op het vlak van “herstel/pauze” past een nuancering. Evenals de schipper aan boord dient ook de ROC-operator werkpauses in te lassen. Als basis nemen we daarvoor de pauzes aan zoals bij de dagvaart. Voor de continuvaart is deze component veel groter, vanwege het wettelijk gereguleerd rust- en rijtijdenregime. Voor de ROC-operator is hier geen sprake van. Deze wordt aan het einde van de werkdag afgelost en keert huiswaarts.
- 3 Ten slotte zijn er taken, zoals “wachten”. In feite betekent dit tijdsverlies, wat met de inzet van een ROC-operator kan worden vermeden.

3.5.3 Inschatting efficiencywinst bij inzet ROC

In de operatie maakt de inzet van een ROC het gemakkelijker om een schipper te wisselen tussen schepen of aan te brengen wanneer deze daar nodig is. De schipper hoeft daarmee niet meer fysiek aangebracht te worden. De ROC-operator is flexibeler inzetbaar en kan in korte tijd (minuten in plaats van uren) schakelen van het ene naar het andere schip. Dit biedt efficiencywinst in de operatie.

Dagvaart wordt gekenmerkt door kortere reizen met een bemanning bestaande uit ten minste 1 schipper, 1 stuurman + 1 of meerdere matrozen. Bij overdracht van de taken van een schipper/stuurman die aan boord is naar een ROC op afstand schatten wij op basis van het bovenstaande in dat circa **35 à 45 %** van de taken niet over hoeft te gaan op de ROC, onder de veronderstelling dat sommige taken overgedragen kunnen worden richting de bemanning aan boord.

De 24-uurs vaart kenmerkt zich door langere reizen, met een bemanning bestaande uit 2 schippers, een stuurman en matrozen. Bij 24-uurs vaart (langere reizen) ligt de mogelijke efficiencyverbetering lager, met name omdat de effectieve navigatietijd hoger is. Het percentage schatten wij daarmee in op circa **25 à 35%**.

Deze schattingen geven een indicatie in hoeverre er mogelijk personele capaciteit effectiever ingezet kan worden, hetgeen effect heeft het benodigd personeel en de personeelskosten. Met deze schattingen dient echter voorzichtig omgegaan te worden:

- De mate van efficiencyverbetering bij de overdracht van taken is onzeker. Dit vereist mogelijk ook een uitbreiding van de competenties van bijvoorbeeld matrozen. In dit rapport gaan we hierop niet verder in.
- Het daadwerkelijk benutten van de efficiencyverbetering vereist een zorgvuldige planning. Bijvoorbeeld de efficiencywinst die in praktijk geboekt kan worden door de beschikbaarheid van de ROC-operator voor kortdurende tijdsintervallen (bijvoorbeeld bij “wachten”) kan lastiger zijn. Over het algemeen zal dit gemakkelijker gaan naarmate er meer schepen aangestuurd worden vanuit een ROC. Reders met meer schepen hebben hier een voordeel, maar op langere termijn is ook een ontwikkeling denkbaar waarbij ROC-operators flexibel kunnen worden ingezet tussen rederijen, waardoor de omvang van een rederij minder bepalend wordt voor het benutten van de baten. In deze analyse gaan we er hiervan uit dat de efficiencywinst ook werkelijk gerealiseerd kan worden.
- Voorwaarde voor efficiencywinst is ook dat de wet- en regelgeving de inzet van de ROC-operator toestaat. Momenteel dient onder de huidige Nederlandse regelgeving er altijd een gekwalificeerde schipper in de stuurhut aanwezig te zijn, dus ook wanneer de schipper rust en de ROC-operator vaart. Er wordt echter momenteel gewerkt aan regelgeving die erin voorziet dat deze eis van de fysieke aanwezigheid van een gekwalificeerde schipper bij inzet van de ROC verdwijnt.

3.6 Effecten op werkgelegenheid en sectorstructuur

De introductie van remote control in de binnenvaart heeft niet alleen gevolgen voor de wijze waarop bestaande functies worden ingevuld, maar kan ook leiden tot structurele veranderingen in de werkgelegenheid en de sectoropbouw. Een belangrijk effect is dat nieuwe groepen op de arbeidsmarkt gemakkelijker toegang krijgen tot de sector. Het werken vanuit een ROC verlaagt de fysieke en sociale drempels om als schipper actief te zijn. Doordat men niet fysiek aan boord hoeft te zijn en de werktijden duidelijker zijn afgebakend, wordt het vak beter vergelijkbaar met andere regulier banen. Zo kan de instroom van bijvoorbeeld vrouwen worden gestimuleerd, omdat belemmeringen van langdurige afwezigheid van huis en verblijf aan boord verminderen. Eveneens kunnen personen met een jonge gezinssituatie of met fysieke beperkingen of medische kwalificaties die langdurig verblijf op schepen moeilijk maken of door de regelgeving hierdoor geen toegang hebben tot het vak, op deze manier toch een rol vervullen in de sector. Met de introductie van de ROC-operator verandert de traditionele werk-privébalans in positieve zin, men krijgt meer grip op de vrijetijdsbesteding. Dit geldt met name ook voor ervaren schippers die overstappen naar een ROC functie: zij krijgen meer controle over hun vrije tijd dan wanneer zij permanent aan boord werkzaam zijn.

Deze ontwikkelingen vergroten de inclusiviteit van de binnenvaart en maakt het mogelijk om te putten uit een bredere arbeidsmarkt. Daarnaast kunnen nieuwe functies ontstaan, zoals supervisors en technische ondersteuners in de ROC's, of trainers die gebruikmaken van de remote-apparatuur als opleidingsinstrument.



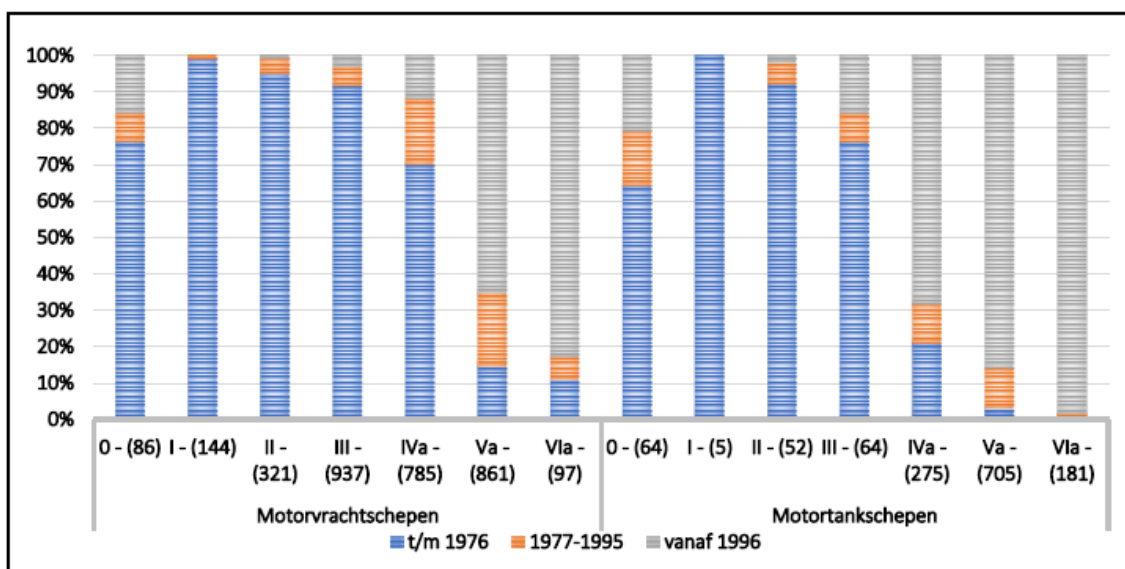
Daarmee verschuift de sectorstructuur deels van traditionele scheepsgebonden functies naar een mix van scheeps- en land gebaseerde functies. Op langere termijn kan dit leiden tot een meer gediversifieerde en veerkrachtige arbeidsmarkt in de binnenvaart.

De inzet van ROC's is met name interessant voor rederijen met grotere aantallen schepen. Dan kan optimaal gebruik worden gemaakt van de flexibiliteit van de inzet van de ROC-operator. Voor kleinere ondernemingen ligt de situatie echter anders. Voor hen is de inzet van remote control vaak minder relevant: een schipper die zijn eigen schip bedient, zal zichzelf niet vervangen door een ROC. De benodigde investeringen zijn hoog en renderen pas op schaal. Voor kleine familiebedrijven betekent dit dat de traditionele manier van varen waarschijnlijk de komende jaren nog dominant blijft, terwijl grotere spelers juist kunnen profiteren van schaalvoordelen en efficiencywinst. Door voortgaande rederijvorming zal echter een steeds groter deel van de Nederlandse vloot in aanmerking komen voor remote operations.

In onderdeel 2.2 is al ingegaan op het aantal werkzame personen in de binnenvaart. Hierna wordt ingegaan op aantallen schepen onder Nederlandse vlag, om duiding te geven aan het potentieel effect op de werkgelegenheid.

De huidige Nederlandse vloot bestaat uit circa 4.600 schepen waarbij een verdeling van grofweg 58% bestaat uit motorvrachtschepen en 15% motortankschepen. De overige 27% van de vloot wordt gekenmerkt als 'duwbakken' (CBS, 2025 en Erasmus Centre for Urban, Port and Transport Economics & Panteia, 2023). In onderstaande afbeelding is de opbouw van de Nederlandse vloot naar bouwperiode en scheepsklasse (CEMT-klassen) weergegeven anno 2021.

Figuur 6 Bouwjaarverdeling actieve motorvracht- en motortankschepen onder Nederlandse vlag in 2021



Bron: Panteia op basis van activiteitgegevens verstrekt door RWS en bouwjaargegevens van Vereniging de Binnenvaart

Wanneer we kijken naar de schepen in de CEMT-klassen IV en V – dezelfde categorieën die eerder zijn gehanteerd voor de analyse van de urenbesteding en in lijn met de taakanalyse van De Vlaamse Waterweg – bestaat deze vloot uit circa 2.600 schepen. Wanneer ook de CEMT-klasse VI wordt meegenomen, neemt dit aantal toe tot ongeveer 2.880 schepen.

Vervolgens is het relevant om te bezien hoe deze schepen zijn verdeeld over verschillende ondernemingsgroottes. Daarbij leggen we vervolgens de focus op grotere ondernemingen, aangezien de inzet van ROC's voor kleinere ondernemingen doorgaans minder interessant is. Volgens een schatting van Bureau Voorlichting Binnenvaart is circa 75% van de binnenvaartondernemingen een familie- of gezinsbedrijf¹, ofwel een kleine onderneming. In totaal zijn er zo'n 3.000 binnenvaartondernemers in Nederland². Dat betekent dat er circa 2.250 kleine ondernemers actief zijn in de Nederlandse binnenvaart, wanneer we een familie- of gezinsbedrijf classificeren als 'kleine ondernemer'. Daar tegenover staat dan dat de overige 750 binnenvaart-ondernemingen groter zijn. Dit getal ligt in dezelfde range als eerder in onderdeel 2.2 werd berekend. Dat resulteerde in een totaal van 700 grotere binnenvaartondernemingen. De range aan grotere rederijen schatten we daarom in op 700 à 750.

Onduidelijk is hoeveel schepen in de scheepsklasse CEMT IV en hoger door kleine ondernemers geëxploiteerd worden en zo ook hoeveel door de rederijen. Om die reden hanteren wij de volgende veronderstelling. Als kleine ondernemers allen 1 schip exploiteren, zijn dit 2.250 schepen op een totale vloot van 4.600 schepen. Dit is circa 49% van de vloot. Als we aannemen dat dit aandeel zich evenredig verdeelt over de verschillende scheepstypen, dan worden er van de 2.880 zo'n 1.400 schepen in de klasse CEMT IV en hoger geëxploiteerd door kleine ondernemers. De overige 1.480 schepen vaart dan in dienst bij de rederijen. Hoogstwaarschijnlijk hebben reders verhoudingsgewijs meer grote schepen in de vaart dan kleine ondernemers. Hoewel deze inschatting met voorzichtigheid moet worden geïnterpreteerd, biedt zij een **plausibele ondergrens** voor het aantal grote schepen (CEMT IV en groter) dat in gebruik is bij Nederlandse reders.

Met deze veronderstellingen is het mogelijk om een inschatting te maken van het effect op arbeidsplaatsen en de kostenreducties die daaruit voortvloeien. In het volgende hoofdstuk gaan wij daar nader op in.

¹ <https://bureauvoorlichtingbinnenvaart.nl/de-binnenvaart/basiskennis/bedrijfstak/>

² <https://www.rabobank.nl/kennis/d011498644-de-binnenvaart-in-feiten-en-cijfers>



4 Economische effecten

Het tekort aan gekwalificeerd personeel vormt niet alleen een operationeel vraagstuk, maar heeft ook directe economische consequenties voor de binnenvaartsector. Hogere loonkosten, een stijgende druk op de planning en risico's voor de continuïteit van transportstromen beïnvloeden de concurrentiekracht van de sector. De inzet van remote control biedt in dit verband niet alleen mogelijkheden om de beschikbare werktijd van schippers effectiever te benutten en kosten te reduceren, maar ook om bredere voordelen te realiseren op het gebied van veiligheid, arbeidsmarkt en sectorstructuur. In dit hoofdstuk worden de economische gevolgen van het personeelstekort en de bijdrage van remote control aan de businesscase in kaart gebracht.

4.1 Belemmeringen in de bedrijfsvoering door personeelstekorten

Uit gesprekken met rederijen blijkt dat het momenteel nauwelijks voorkomt dat reizen niet doorgaan vanwege een tekort aan personeel. In de praktijk worden oplossingen gevonden door extra inspanningen bij de werving en door hogere kosten te accepteren om bemanningsleden aan te trekken, vaak in concurrentie met andere rederijen. Het tekort uit zich dus niet zozeer in geannuleerde reizen, maar in een toenemende spanning op de personeelsplanning en een structurele stijging van de loonkosten (zie hiervoor onderdeel 2.4). Signalen uit de sector duiden er op dat soms ook gevaren wordt zonder dat volledig voldaan wordt aan de regelgeving voor vaar- en rusttijden.

Voor de nabije toekomst verwachten rederijen toenemende problemen. Naarmate meer ervaren schippers met pensioen gaan en de instroom van nieuwe bemanningsleden achterblijft, wordt het steeds moeilijker om schepen die (opnieuw) in de vaart komen te bemannen. Dit kan leiden tot vertragingen, hogere kosten en op termijn mogelijk wél tot annuleringen van reizen.

In dat licht kan remote control een rol spelen als strategische oplossing. Door de beschikbare werktijd van schippers effectiever te benutten, vermindert de druk om voor elk schip afzonderlijk volledige bemanningen te vinden. Daarmee verkleint de sector het risico dat het personeelstekort in de toekomst leidt tot structurele capaciteitsproblemen of tot het wegvallen van transportcapaciteit.

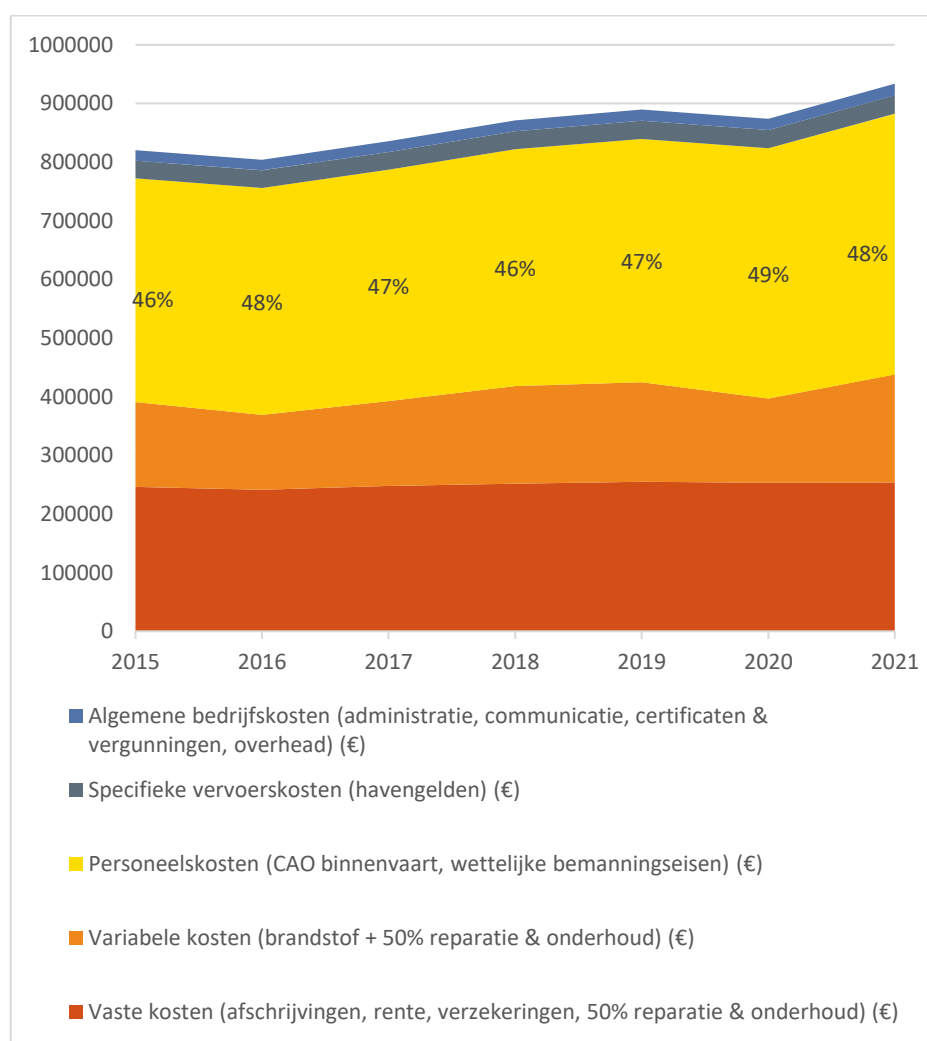
4.2 Kosteneffect van de inzet van remote operators

In deze paragraaf analyseren we het kosteneffect van het inzetten van remote operators ten opzichte van conventionele bemanning. De analyse is gebaseerd op de gemiddelde urenbesteding van het varende personeel (de schippers) afgezet tegen kostenkengetallen verzameld door KIM en aangevuld met de businessmodellen van Seafar om personeelskosten en de bredere businesscase adequaat te kunnen

doorrekenen. Daarbij worden twee scenario's belicht; dagvaart (kortere reizen) en 24-uurs vaart (lange reizen).

Uitgangspunt is de kostensamenstelling zonder het gebruik van een remote operator. Ter illustratie volgt hierna de kostenontwikkeling en de kostencompositie van een groot containerschip (50.565 kilometer per jaar, 6.823 effectieve uren per jaar, gemiddeld 745 ton vervoerd per reis, op jaarbasis. Duidelijk is te zien dat de personeelskosten een groot deel uitmaken van de totale kosten.

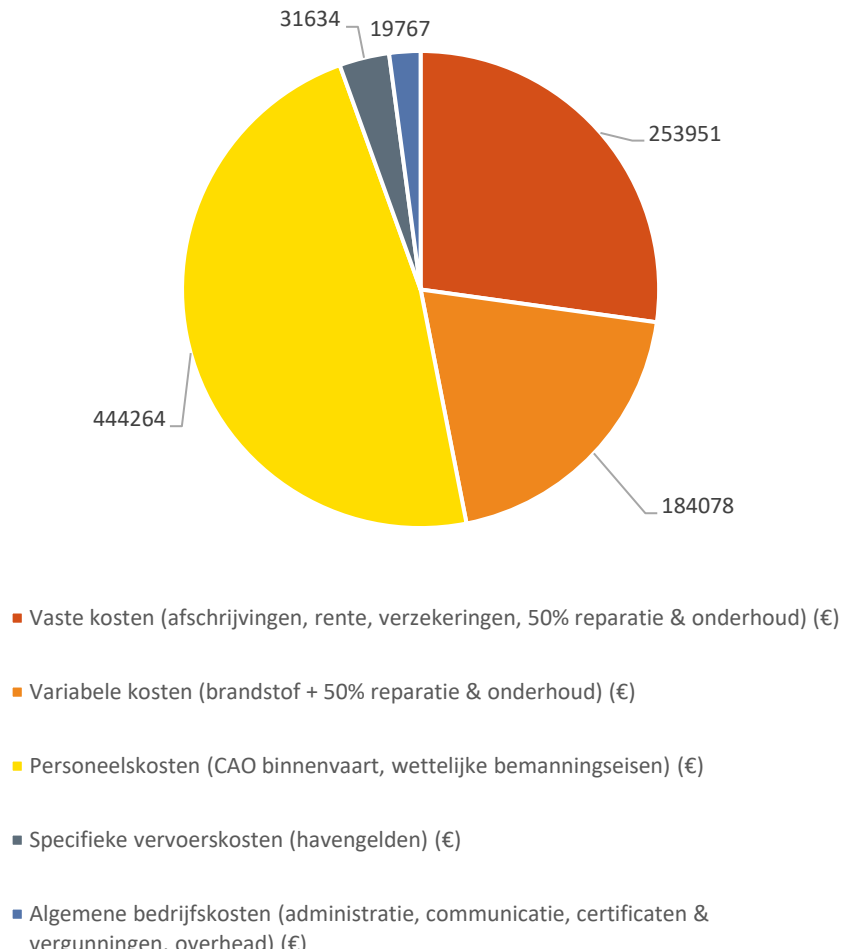
Figuur 7 Kostenontwikkeling groot containerschip



Bron: Kostenkengetallen KIM

Het volgende taartdiagram laat de samenstelling van de kosten en de onderlinge verhoudingen zien.

Figuur 8 Kostensamenstelling groot containerschip (2021)

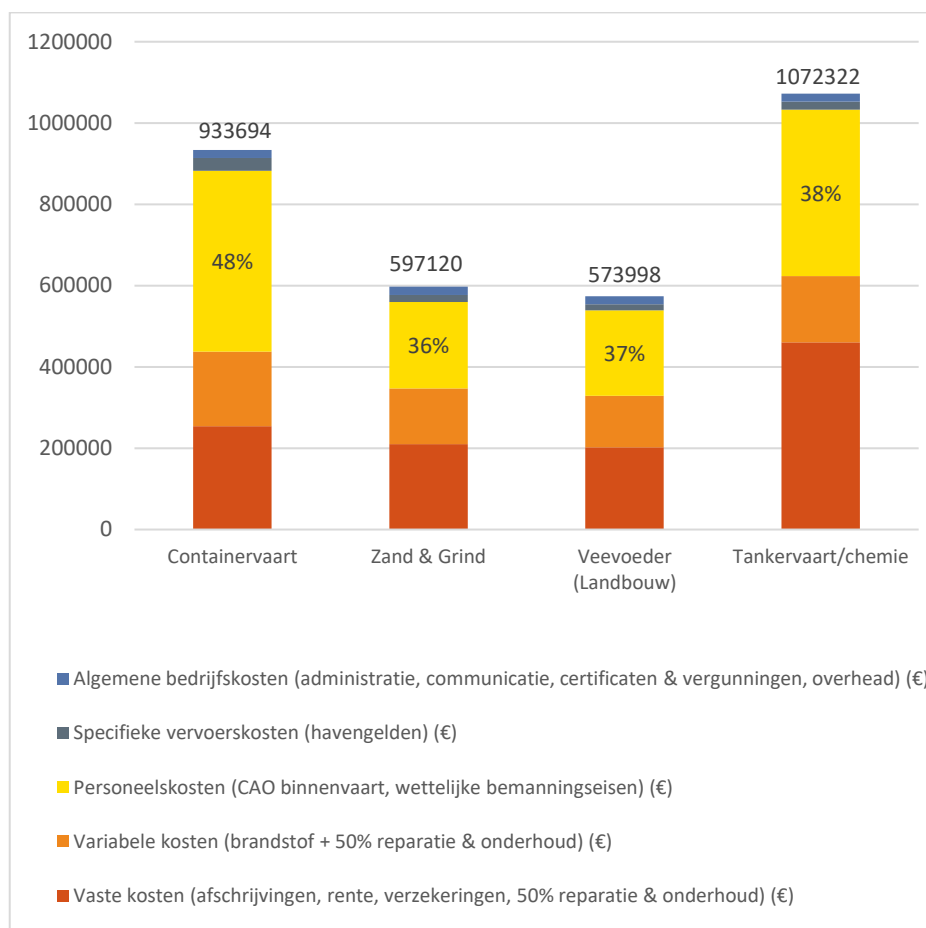


Bron: Kostenkengetallen KIM

Voor elk reistype wordt een vergelijking gemaakt tussen twee scenario's. Het eerste scenario betreft de huidige situatie met traditionele bemanning zonder inzet van remote control. In het tweede scenario wordt uitgegaan van de inzet van een ROC-operator, waarbij uitgegaan wordt van een efficiëntere inzet. Het verschil in personeelskosten tussen beide scenario's vormt de kern van de berekening.

Bovenstaande kostenoverzichten zijn opgesteld voor containervaart. Personeelskosten variëren echter per deelmarkt in de binnenvaart. In het volgende overzicht zijn de kostencomponenten voor verschillende deelmarkten weergegeven. Te zien is dat de containervaart er uitspringt met een kostenaandeel van 48% ten opzichte van 36-38% voor de deelmarkten zand & grind, veevoeder en tankervaart/chemie.

Figuur 9 Kostencomponenten voor verschillende deelmarkten



Bron: Kostenkettingen KIM

4.3 Personeelskosten

Wij veronderstellen dat een schipper op jaarbasis ongeveer 100 á 110.000 euro kost. Deze kostenindicatie baseren we op de gehanteerde cijfers in de businesscase voor ROC inzet van Seafar en op input vanuit marktpartijen die we in kader van het onderzoek geconsulteerd hebben. Voor de verdere berekeningen hanteren we de cijfers uit de genoemde businesscase: maandelijkse kosten per schipper bedragen dan €8.500 en op jaarbasis €102.000.

In hoofdstuk 3 is ingeschat dat de potentiële optimalisatie in de urenbesteding van de schipper(s) aan boord van het schip varieert tussen de 35 en 45% bij dagvaart en tussen de 25 en 35% bij de 24-uurs vaart. Dit leidt tot de potentiële reductie in personeelskosten zoals opgenomen in de onderstaande tabel. In geval van de 24-uurs vaart kan er feitelijk 1 schipper van boord gehaald worden. Daarbij moet er echter ook

rekening mee gehouden worden dat in de 24-uurs vaart er meestal met 2 bemanningsteams gewerkt wordt. Wanneer team 1 vaart, heeft team 2 verlof en andersom. Hier wordt rekening mee gehouden bij het inschatten van de baten.

Tabel 8 Potentiële reductie in personeelskosten per schip per vaarttype

	Per maand (euro)		Per jaar (euro)	
Dagvaart				
Potentiële kosten-reductie per schip	35%	45%	35%	45%
1 schipper	2.975	3.825	35.700	45.900
24-uurs vaart				
Potentiële kosten-reductie per schip	25%	35%	25%	35%
2 schippers	4.250	5.950	51.000	71.400
2 schippers x 2 teams	8.500	11.900	102.000	142.800

In onderdeel 3.5 veronderstelden we dat er zo'n 1.480 schepen van de klasse CEMT IV en groter in dienst zijn bij de grotere reders. Naar verwachting zullen om verscheidene redenen vooral de reders met een groter aantal schepen gebruik kunnen maken van de voordelen van de inzet van de ROC. Uit interviews met reders blijkt dat in 70-80% van de reizen een bemanning voor 14/16 uren vaart (dagvaart) volstaat. Dat betekent dat het aandeel van de 24-uurs vaart (en dus bemanning) op het totale aantal reizen zo'n 20 à 30% bedraagt. De volgende tabel geeft een overzicht.

Tabel 9 Vlootverdeling Nederlandse binnenvaart (aantal schepen)

Nederlandse binnenvaartvloot CEMT IV en hoger	In dienst bij reders	Dagvaart (75%)	24-uurs vaart (25%)
2.880	1.480	1.110	370

Bron: Panteia

Hieruit schatten wij de potentiële efficiencyvoordelen voor de Nederlandse situatie, in het geval de ROC breed doorgevoerd wordt. Het resultaat staat in het onderstaande overzicht.

Tabel 10 Jaarlijks potentieel efficiencyvoordeel inzet ROC (in miljoenen euro)

	Laag	Hoog
Dagvaart	40	51
24-uurs vaart (obv 2 ploegen)	38	53
Totaal	77	104

Bron: Panteia



Het geschatte potentiële efficiencyvoordeel bedraagt daarmee circa €77 tot €104 miljoen per jaar, waarbij dagvaart en 24-uurs vaart ongeveer een gelijk aandeel hebben. In deze beschouwing zijn alleen de loonkosten van de ROC-operators betrokken; overige kosten van het ROC zijn buiten beschouwing gelaten.

Dit potentiële efficiencyvoordeel komt naar schatting overeen met circa 750 à 1.000 arbeidsplaatsen. Eerder is al aangegeven dat de binnenvaartsector richting 2035 kan worden geconfronteerd met een tekort van circa 1.500 tot 2.000 schippers/stuurlieden, dat richting 2050 verder kan oplopen, mede als gevolg van vergrijzing. Modal shift ambities kunnen daar nog 540-945 arbeidsplaatsen aan toevoegen voor de 2030- ambities en 1.080-1.890 arbeidsplaatsen voor 2050. **De inzet van ROC's kan de toekomstige behoefte voor 2035 mogelijk voor ongeveer de helft mitigeren, wat verdere groei van de binnenvaart mogelijk maakt.**

Bij het berekenen van deze efficiencyvoordelen is uitgegaan van:

- een situatie waarbij regelgeving van kracht is, waarin de ROC-operator wordt beschouwd als een volwaardig alternatief voor een schipper of stuurman die fysiek aan boord aanwezig is.
- remote control breed wordt toegepast binnen de Nederlandse binnenvaart en dat door een rederij-overstijgende organisatie van ROC-capaciteit rederijen van verschillende omvang deze potentiële efficiencyvoordelen kunnen realiseren.

4.4 Overige voordelen

Naast de directe kosteneffecten biedt de inzet van remote control een aantal bredere voordelen voor de binnenvaartsector. Allereerst kan de technologie worden gebruikt voor trainingsdoeleinden: operators kunnen onder gecontroleerde omstandigheden ervaring opdoen met specifieke trajecten of complexe situaties, waardoor de opleidingstijd wordt verkort en de kwaliteit van de inzet toeneemt. Daarnaast zijn er positieve veiligheidsaspecten, mits de ROC-operator het schip veilig kan overnemen binnen een robuuste, redundante digitale infrastructuur en met duidelijke rolafbakening tussen operators en bemanning. Remote operators kunnen dan terugvallen op supervisors en collega-operators, waardoor de besluitvorming wordt versterkt en fouten beter worden opgevangen. Het naleven van regelgeving op het gebied van vaar- en rusttijden wordt gemakkelijker.

Ook richting de arbeidsmarkt biedt remote control kansen. Door inzet via ROC's kunnen functies aantrekkelijker gemaakt worden, neemt de spanning op de arbeidsmarkt af en kunnen nieuwe doelgroepen worden aangetrokken. Dit draagt bij aan de continuïteit van de sector en verkleint de afhankelijkheid van een steeds krappere bestaande bestand aan traditionele schippers en stuurlieden. Ten slotte kunnen ROC's worden ingezet als middel om potentiële nieuwe instromers voor het beroep van schipper te interesseren.

Gezamenlijk versterken deze effecten het concurrentievermogen van de binnenvaart ten opzichte van andere modaliteiten. Door de inzet van remote control wordt de sector in staat gesteld om betrouwbaar en toekomstgericht te blijven opereren, wat essentieel is om duurzaamheidsdoelstellingen, zoals de modal shift van weg naar water, daadwerkelijk te realiseren.

Tabellen

Tabel 1	Indicatief beeld van de personele omvang van ondernemingen in de Nederlandse vrachtbinnenvaart	11
Tabel 2	Ontwikkeling werkzame beroepsbevolking	19
Tabel 3	Ontwikkeling werkzame mannen per toekomstjaar	19
Tabel 4	Werkzame beroepsbevolking bij mannen naar opleidingsniveau	20
Tabel 5	Minimumbemanning van motorschepen en duwboten	24
Tabel 6	Top vijf oorzaken ongevallen binnenvaart	29
Tabel 7	Indicatie gemiddelde procentuele tijdsbesteding schipper dagvaart en continuvaart binnenvaartschip CEMT IV-V klasse	31
Tabel 8	Potentiële reductie in personeelskosten per schip per vaarttype	40
Tabel 9	Vlootverdeling Nederlandse binnenvaart (aantal schepen)	40
Tabel 10	Jaarlijks potentieel efficiencyvoordeel inzet ROC (in miljoenen euro)	40



Figuren

Figuur 1	Aantal geregistreerde uitgegeven certificaten in CBR database voor 2022, naar leeftijd van de certificaathouder	14
Figuur 2	Aantal uitgegeven Rijnpatenten tussen 2010 en 2021 per Rijnstaat	15
Figuur 3	Aantal verlengingen van Rijnpatenten tussen 2010 en 2021 per Rijnstaat	16
Figuur 4	Vacatures schipper (mbo)	17
Figuur 5	Ontwikkeling arbeidskosten tussen 2004 - 2023 (2009=100)	18
Figuur 6	Bouwjaarverdeling actieve motorvracht- en motortankschepen onder Nederlandse vlag in 2021	34
Figuur 7	Kostenontwikkeling groot containerschip	37
Figuur 8	Kostensamenstelling groot containerschip (2021)	38
Figuur 9	Kostencomponenten voor verschillende deelmarkten	39

Referenties

Arbeidsmarkt en demografie

- CBS (2024). *StatLine – Arbeidsmarkt en vervoer over water (SBI 50)*. Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS / Maritiem Nederland (2023). *Maritieme Arbeidsmarkt- en Havenmonitor 2023*.
- CPB (2024). *Arbeidsmarktverkenning*. Centraal Planbureau.
- ROA (2024). *Arbeidsmarktprognoses naar beroep en opleiding*. Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt.
- Eurostat (2024). *Labour Force Survey (LFS)*. Europese Commissie.

Binnenvaart, marktstructuur en economie

- CCNR (2018–2023). *Market Observation Reports – Inland Navigation*. Centrale Commissie voor de Rijnvaart.
- CCNR (2024). *Inland Navigation in Europe – Market Insight*.
- Rabobank (2025). *Feiten & Cijfers Binnenvaart*.
- Panteia (2024). *Kostenontwikkeling Binnenvaart 2023–2024*.
- KIM (2023). *Kostenkengetallen Binnenvaart*. Kennisinstituut Mobiliteitsbeleid.

Regelgeving en kwalificaties

- Europese Unie (2017). *Richtlijn (EU) 2017/2397 inzake de erkenning van beroepskwalificaties in de binnenvaart*.
- CESNI / CCNR (2019). *Europees Standaard voor Kwalificaties in de Binnenvaart (ES-QIN), editie 2019*.
- CCNR. *Reglement betreffende het scheepvaartpersoneel op de Rijn (RSP / RheinSchPersV)*.
- ADN (actuele editie). *Accord Européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure*.
- Scheepvaartreglement Westerschelde 1990.

Veiligheid en ongevalanalyse

- ILT (2022). *Integrale Brede Risicoanalyse Binnenvaart*. Inspectie Leefomgeving en Transport.
- Intergo (2022). *In-depth study of human factors in inland shipping accidents*. In opdracht van IVR.
- IVR (2022). *Organisational aspects of accidents in inland shipping*.
- Onderzoeksraad voor Veiligheid (2024). *Ongevallen Scheepvaart – rapportage juli–december 2023*.
- Ministerie van IenW (2024). *Kamerbrief Ongevalscijfers Scheepvaart 2024*.
- Marin (2025). *Exploration of safety risks in remote controlled sailing*

Remote control, automatisering en taakanalyse

- De Vlaamse Waterweg (2023). *Tasks towards a Sustainable Crewing System – Taakanalyse Binnenvaart*.
- ETF & DST Entwicklungszentrum (2019). *Tasks towards a Sustainable Crewing System*.
- Lloyd's Register Advisory Services B.V. (2025). *Reduced Crew RBC-2 HAZID – Risk Assessment for Remote Controlled Inland Navigation*.
- Seafar (2024). *Business case en operationele documentatie Remote Operating Centres*.

Beleidskaders en modal shift

- Europese Commissie (2019). *The European Green Deal*.
- Europese Commissie (2020). *Sustainable and Smart Mobility Strategy*.
- Eurostat / CCNR (2024). *Inland Waterway Transport Statistics*.

Interviews en praktijkinput

- Interviews met Koninklijke Binnenvaart Nederland (KBN), Nederlandse en internationale rederijen