

NR 2 / 2026 • CENA: 43,00 ZŁ (w tym 8% VAT)

LOGISTYKA

WWW.LOGISTYKA.NET.PL

CUBE
STORAGE,
COBOTY
I HUMANOIDY

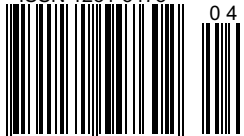
WYZWANIA
I BARIERY
ROBOTYZACJI
MAGAZYNÓW

RE-COMMERCE
– HANDEL
KOLEJNEGO
OBIEGU



Magazyny przyszłości

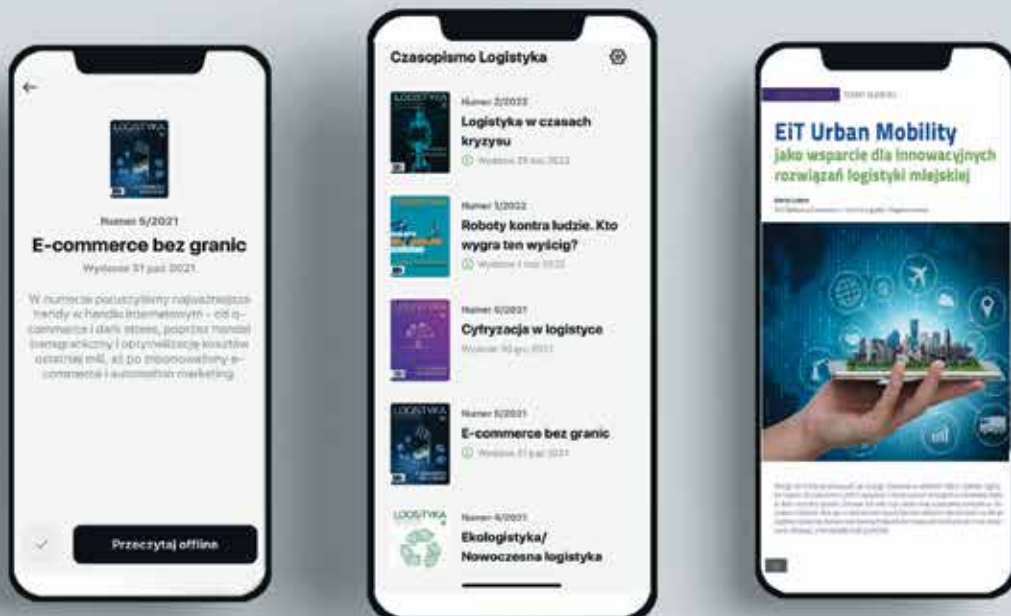
ISSN 1231-5478



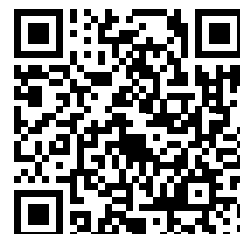
9 771231 547602

CZASOPISMO LOGISTYKA W TWOJEJ KIESZENI!

- czytaj online i offline
- subskrypcja miesięczna i roczna
- powiadomienia o nowych wydaniach



**POBIERZ
W GOOGLE PLAY**



**POBIERZ
W APP STORE**



Szanowni Czytelnicy,

Jeszcze kilka lat temu określenie „magazyn przyszłości” kojarzyło się raczej z wysokobudżetową produkcją science-fiction niż z realnym wdrożeniem. Automatyzacja była traktowana jako marketingowy pokaz możliwości, który rzadko „świecił się na zielono” w pozycji ROI – jak zauważa Damian Kołata w swoim artykule. Dzisiaj przyszłość nie tyle puka do naszych bram, co z impetem wjeżdża na autonomicznym wózku AMR.



W bieżącym wydaniu „Logistyki” przeczytamy o fenomenie humanoidów, takich jak robot Digit, który w komercyjnych wdrożeniach przenosi już tysiące pojemników, pracując w środowisku zaprojektowanym dla ludzi. Maszyny przestają być tylko „blaszanym dodatkiem”, a stają się pełnoprawnymi partnerami w procesach, które do tej pory wymagały wyłącznie ludzkiej ręki. Jednak, jak słusznie punktuje Mikołaj Sadocha, o sukcesie nie decyduje sama technologia, lecz zdolność do uporządkowania procesów i danych. Robot nie naprawi złego procesu – on go jedynie przyspieszy, skalując przy tym błędy.

Nie ograniczamy się tylko do czterech ścian magazynu. Szymon Marzyński zabiera nas do smart portów, gdzie cyfrowe bliźniaki i sieci 5G pozwalają polskim terminalom, takim jak Baltic Hub czy Port Gdynia, ścigać się z globalną czołówką. Z kolei eksperci z Łukasiewicz – Poznańskiego Instytutu Technologicznego przybliżają projekt BatteReverse oraz znaczenie bezbłędnej identyfikacji AIDC, która jest fundamentem nowoczesnej logistyki zwrotnej.

W numerze znajdą Państwo również analizę rynku re-commerce, który dzięki wydłużaniu życia produktów staje się jednym z filarów gospodarki cyrkularnej. Przyglądamy się także kwestii odporności energetycznej – w dobie drastycznych wzrostów cen prądu, dachy magazynów pokryte fotowoltaiką i wspierane przez magazyny energii BESS stają się kluczem do obniżania kosztów.

Czy w tym zautomatyzowanym świecie, gdzie roboty nie potrzebują przerwy na kawę (choć my nadal tak!), jest jeszcze miejsce dla nas? Dzisiaj jeszcze odpowiedź brzmi: oczywiście. Jak będzie jutro?

Inspirującej lektury!

Michał Koralewski, redaktor naczelny

Wydawca
Sieć Badawcza Łukasiewicz –
Poznański Instytut Technologiczny
61-755 Poznań,
ul. E. Estkowskiego 6

Dyrektor
dr inż. Rafał Cichy

Redakcja czasopisma „Logistyka”
61-755 Poznań,
ul. E. Estkowskiego 6
e-mail: redakcja@pit.lukasiewicz.gov.pl

www.logistyka.net.pl

Redaktor naczelny
Michał Koralewski
tel. 61 850 49 27

Redakcja
Tomasz Janiak
Marcin Tomkowiak

Reklama i kolportaż
Alicja Gołębiewska
tel. 887 871 194
e-mail: reklama@medialogistyka.pl

Korekta
Alicja Januszkiewicz

Ilustracje
Rhenus Warehousing Solutions (s. 6),
Thule (s. 6), Baltic Hub (s. 6), GLS Poland (s. 7),
Opel (s. 8-9), Port Lotniczy Jasionka (s. 18-22),
Amazon (s. 25), Element Logic (s. 26),
FM Logistic (s. 27), LPP Logistics (s. 28),
International Federation of Robotics (s. 29),
Würth (s. 32), Kombud Group (s. 34-35),
Michał Koralewski (s. 44-45, 64-65),
Scandit (s. 46), EDP (s. 50-51), Ł-PIT (s. 56-59),
Pharmalink (s. 68-71), WObit (s. 72-73)
Pozostałe ilustracje pochodzą
z serwisu Depositphotos.

Współpraca merytoryczna
Marta Cudziło, Damian Kołata

Projekt i skład
GRAPHICS & DESIGN Marcin Ziółkowski

Druk
ZAPOL Sobczyk Sp.k.
al. Piastów 42, 71-062 Szczecin
<https://zapol.com.pl>

Redakcja nie odpowiada za treść reklam
oraz zastrzega sobie prawo skracania
i adiacji tekstów.

© Wszelkie prawa zastrzeżone.

Nakład: 1000 egz.

Facebook



LinkedIn



X



Instagram





spis treści

18



6 WYDARZENIA

8

Modernizacja floty

Elektryfikacja w praktyce na przykładzie nowych modeli Opla.

ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHAMI DOSTAW

10

Terminale przyszłości

Cyfrowy i automatyczny fundament globalnej wydajności portów morskich.



16

Od rekrutacji do pełnej wydajności

Jak szybko zbudować gotowość operacyjną?

18

Port Lotniczy Rzeszów-Jasionka jest jednym z motorów rozwoju Podkarpacia

Rozmowa ze SŁAWOMIREM PORADĄ, wójtem podrzeszowskiej gminy Trzebownisko.



24

Magazyn przyszłości. Cube storage, coboty i humanoidy

Dostawy autonomicznych robotów mobilnych mają wzrosnąć do 2,79 mln w 2030 r.

TRANSPORT CYFROWY I SPEDYCJA

30

Logistyka i serwis – sprzedaż urządzenia to dopiero początek drogi

Rozmowa z JACKIEM WÓJCIKIEM i MARKIEM JARYSZEM z Würth Polska.

34

Nowe wyzwania na kolei to zagrożenia hybrydowe oraz naruszenia w zakresie cyberbezpieczeństwa

Rozmowa z KAZIMIERZEM FRĄKIEM, prezesem zarządu Kombud Group.





40

INTELIGENTNE ROZWIĄZANIA W LOGISTYCE

40

Wyzwania i bariery wdrażania robotyzacji magazynów w przedsiębiorstwach logistycznych

Dlaczego firmy inwestują
w robotyzację?

44

Pierwszy multikliencki AutoStore w Polsce po 36 miesiącach działalności

Zwiedzamy magazyn DSV –
Global Transport and Logistics
w Łozienicy pod Szczecinem.

46

Handel detaliczny będzie w coraz większym stopniu kształtowany przez sztuczną inteligencję

Rozmowa z JESSICĄ GRISOLIĄ,
Industry Solutions Director
w firmie Scandit.



56



64

50

Jak OZE buduje odporność i konkurencyjność logistyki w Polsce

Rok 2026 przyniósł przelom
w cenach energii, które znacząco
wzrosły w całej Europie.

52

Zalecany zakres obiektów identyfikowanych automatycznie

... na rzecz usprawniania procesów
i realizacji strategii unijnych.

56

Logistyka w terenie

System inteligentnych magazynów
mobilnych CAPSA.

LOGISTYKA KONTRAKTOWA I E-COMMERCE

60

Re-commerce – handel kolejnego obiegu

Ukryty potencjał: nieużywane zasoby
w gospodarstwach domowych.

64

Automatyzacja kompletacji zamówień w magazynach e-commerce

Technologie i efekty wdrożeń.

POWIERZCHNIE MAGAZYNOWE I PRODUKCYJNE

68

Pharmalink inwestuje w nowoczesne centrum logistyczne i rozwój sieci komór przetadunkowych w Polsce

Rozmowa z BARTŁOMIEJEM WNĘKIEM,
prezesem zarządu Pharmalink.

72

Nawigacja wózków AGV i AMR

Od linii magnetycznych do natural
navigation i GNSS RTK.



Rhenus wdraża system AutoStore w Bolesławcu

Firma Rhenus Warehousing Solutions inwestuje w jedno z największych rozwiązań AutoStore w Polsce: o powierzchni instalacyjnej 4 500 m² i pojemności magazynowej do 1,8 miliona sztuk. Wdrożenie w Bolesławcu stanowi część serii strategicznych wdrożeń systemu AutoStore Rhenus w całej Europie.

- AutoStore w Bolesławcu jest rozwiązaniem dedykowanym dla jed-

nego z naszych obecnych klientów e-commerce. Jesteśmy odpowiedzialni za przeprowadzenie całości wdrożenia tj. począwszy od instalacji infrastruktury, poprzez budowę środowiska systemowego, aż po zdefiniowanie procesów magazynowych. To wszystko z celem poprawy efektywności procesów oraz bez wpływu na bieżące operacje magazynowe klienta – komentuje Paweł Nowak, Country Director, Rhenus Warehousing Solutions Poland.



Thule z nowym zautomatyzowanym magazynem w Polsce

W Krzyżu Wielkopolskim powstanie nowoczesny zautomatyzowany magazyn, którego zadaniem będzie obsługa rosnącego popytu na produkty firmy na terenie starego kontynentu oraz innych międzynarodowych rynkach. Nowy magazyn samonośny Thule będzie wyposażony w regały o szerokości 51 m, długości 135 m i wysokości 42 m. Sześć automatycznych układnic o podwójnej głębokości składowania obsłuży prawie 40 000 palet. Obiekt zostanie również wyposażony w system kontroli temperatury i wilgotności. Bezpośrednie połączenie automatycznego magazynu z istniejącym magazynem ręcznym i halą produkcyjną zapewni system przenośników oraz winda



paletowa. W obiekcie powstanie również linia napodłogowego elektrycznego systemu jednoszynowego (EMS), która będzie odpowiedzialna za transport palet ze strefy przyjęcia do magazynu

automatycznego. Dodatkowo będzie ona przemieszczała towar z obszaru składowania do jednego z 16 kanałów przepływowych zlokalizowanych w strefie doków.

Rekordowy marzec w Baltic Hub

W marcu 2026 roku Baltic Hub obsłużył 291 918 TEU, osiągając najwyższy miesięczny wolumen przeładunków kontenerowych w historii terminala. To wynik o 9% wyższy od poprzedniego rekordu, ustanowionego w październiku 2025 roku. Osiągnięcie to było możliwe m.in. dzięki pomyślnemu uruchomieniu nowego terminala T3, który znacząco zwiększył nasze zdolności przeładunkowe oraz elastyczność operacyjną.



Sukces poznańskiego mikrohubu

Miał być pilotażowym projektem na pół roku. Okazał się tak dobrym rozwiązaniem, że działa do dziś. Mikrohub przeładunkowy, który stoi przy ulicy Pułaskiego, usprawnił proces dostarczania paczek w centrum Poznania. Jest wspólnym przedsięwzięciem Łukasiewicza - Poznańskiego Instytutu Technologicznego, Miasta Poznań i firmy GLS Poland.

Wyniki pilotażu: Rowerowi kurierzy dostarczali średnio 31 proc. wszystkich przesyłek GLS Poland z analizowanego rejonu. W badanym okresie dostarczyli ich niemal 19 tysięcy. Wykorzystanie rowerów cargo pozwoliło na obniżenie śladu węglowego dostaw o 29,1 proc. (około 2 tony eCO₂). Kurierom na rowerach łatwiej było znaleźć miejsce postojowe, więc mieli więcej przystanków na trasie. Dzięki



temu pokonywali krótsze odległości pieszo niż dostawcy w samochodach. Poznański pilotaż odbywał się w ramach projektu badawczego GRETA realizowanego przez Łukasiewicza - Poznański Instytut Technologiczny

wraz z partnerami z sześciu państw UE. Choć pilotaż mikrohubu zakończył się wiosną, rozwiązanie zostało na stałe włączone do operacji GLS Poland i jest nadal wykorzystywane w codziennej obsłudze przesyłek.

REKLAMA

SAMOCCHODY DOSTAWCZE OPEL Z UBEZPIECZENIEM ZA 1%



COMBO

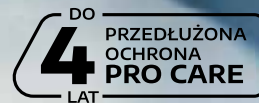


VIVARO



MOVANO

W LEASINGU **101,8%**



Przedłużona Ochrona PRO CARE dotyczy wyłącznie samochodów dostawczych, których umowa sprzedaży została zawarta w okresie od 1 maja 2025 do odwołania promocji, i obejmuje 2 lata standardowej gwarancji umownej bez limitu kilometrów i do 2 lat dodatkowej ochrony pogwarancyjnej do całkowitego limitu przebiegu 200 000 km. To świadczenie jest realizowane poprzez umowę Przedłużonej Ochrony - szczegóły dostępne są u Autoryzowanych Dealerów.

Promocyjna rata leasingu to przykładowa rata dla przedsiębiorstw. Szczegółowe warunki leasingu oferowanego przez Stellantis Financial Services Polska Sp. z o.o. dostępne są u Autoryzowanych Partnerów. Zawarcie umowy leasingu uzależnione jest od posiadania zdolności leasingowej. Miesięczna rata netto dla wybranego modelu w ofercie dla przedsiębiorców obliczona została dla okresu 60 miesięcy i opłatą wstępną w wysokości 30% oraz wartości wykupu 30%. Szczegółowe warunki oferty dostępne są u Autoryzowanych Dealerów.

Ubezpieczenie OC/AC/NNW/Assistance dla pojazdów w pierwszym roku eksploatacji za 1% ceny pojazdu przy zamówieniu i rejestracji auta do 31.05.2026. Stała suma ubezpieczenia fabrycznie nowego pojazdu przez okres 12 miesięcy, brak konsumpcji sumy ubezpieczenia oraz udziału własnego w przypadku wystąpienia szkody, zniesiona zwyżka w przypadku pojazdów będących własnością (lub współwłasnością) osób fizycznych w wieku do 29 lat, naprawa samochodu w Autoryzowanym Serwisie Obsługi, z zastosowaniem części oryginalnych. Pakiet ubezpieczeń dostępny za 1% ceny pojazdu. Istnieje możliwość rozszerzenia ochrony o opcje dodatkowe - zwyżki z tytułu użytkowania oraz rozszerzenia ochrony dopłaca Klient zgodnie z tabelą zwyżek i zniżek danego Ubezpieczyciela. Szczegóły dotyczące promocji dostępne w salonach.

Modernizacja floty: elektryfikacja w praktyce na przykładzie nowych modeli Opla

Rosnące koszty paliw i coraz bardziej konkretne wymagania związane z ograniczaniem emisji sprawiają, że modernizacja floty przestaje być decyzją wizerunkową, a staje się operacyjną koniecznością. W logistyce coraz wyraźniej liczy się nie tylko czas dostawy, lecz także efektywność energetyczna, poziom hałasu oraz redukcja obciążenia dla środowiska naturalnego w strefach zurbanizowanych.

W tym kontekście elektryfikacja lekkiego transportu użytkowego zaczyna pełnić rolę narzędzia optymalizacji kosztów i ryzyka. Dobrym przykładem tej zmiany jest oferta Opla, obejmująca trzy segmenty pojazdów dostawczych: Combo, Vivaro i Movano – każdy zaprojektowany pod inny scenariusz operacyjny, ale oparty na wspólnej logice technologicznej.

Combo: Logistyka miejska bez kompromisów

W dystrybucji ostatniej mili kluczowe są zwinność i efektywność w ruchu miejskim oraz przewidywalność kosztów. Combo Electric odpowiada na te potrzeby w sposób dość pragmatyczny – to pojazd, który nie tyle „rewolucjonizuje” operacje, co porządkuje je tam, gdzie liczy się powtarzalność i niezawodność.

Z perspektywy zarządzania flotą istotne są tu przede wszystkim systemy wsparcia kierowcy, które realnie wpływają na ograniczenie liczby szkód i przestojów. W praktyce oznacza to niższe

koszty ukryte, które w logistyce miejskiej często są większym problemem niż same wydatki na paliwo czy energię.

Vivaro: Sprawdzona platforma w nowym napędzie

Vivaro to konstrukcja znana na rynku od 25 lat – i właśnie to doświadczenie jest jej największą wartością. Wersja elektryczna nie zmienia charakteru tego modelu, ale rozszerza jego zastosowanie tam, gdzie dotychczas ograniczeniem były regulacje środowiskowe lub koszty eksploatacyjne.

Z punktu widzenia operatora logistycznego kluczowa jest tutaj elastyczność konfiguracji. Różne warianty zabudowy i długości nadwozia pozwalają dopasować pojazd do konkretnego



łańcucha dostaw, bez konieczności kompromisów w zakresie funkcjonalności. Jednocześnie całkowity koszt użytkowania (TCO) pozostaje przewidywalny - co przy rosnącej zmienności cen paliw ma coraz większe znaczenie.

Movano: Segment ciężki

W przypadku większych operacji transportowych punktem odniesienia jest Movano Electric. To pojazd zaprojektowany z myślą o zadaniach wymagających większej ładowności, ale jednocześnie wpisujący się w trend unifikacji floty.

Zarządzanie różnorodnym parkiem pojazdów zawsze generuje dodatkowe koszty - szkoleniowe, serwisowe i operacyjne. Wprowadzenie spójnych systemów bezpieczeństwa

i podobnej logiki obsługi w całej gamie modelowej upraszcza ten obszar. W praktyce oznacza to łatwiejsze skalowanie floty i większą kontrolę nad jej funkcjonowaniem.

Technologia jako standard

Wspólnym elementem nowych modeli jest wyraźne przesunięcie technologii wspomagających z poziomu opcji do poziomu standardu operacyjnego. Dla zarządzających flotą to istotna zmiana, bo bezpieczeństwo przestaje być deklaracją, a zaczyna być mierzalnym parametrem wpływającym na wynik finansowy.

Elektryczne modele Opla nie rozwiązują wszystkich wyzwań logistyki, ale dobrze wpisują się w kierunek, w którym zmierza rynek: większej przewidywalności, niższych kosztów eksploatacji i lepszego dopasowania do ograniczeń środowiskowych. A to dziś często ważniejsze niż sama specyfikacja techniczna pojazdu. ■

Terminale przyszłości: cyfrowy i automatyczny fundament globalnej wydajności portów morskich

TEKST: **Szymon Marzyński**

Autor bloga „Szymon na Fali”



Z artykułu dowiesz się:

01

Z czego składa się architektura technologiczna smart port.

02

Jakie są wskaźniki KPI dla terminali manualnych i zautomatyzowanych.

03

Jak działają globalni gracze rynku terminalowego.

Globalny sektor logistyki morskiej przechodzi obecnie najbardziej radykalną transformację od czasu wprowadzenia konteneryzacji w latach 50. XX wieku. Rosnące wolumeny handlu (WTO odnotowało wzrost globalnego handlu towarowego o 10% w ostatnim cyklu wzrostowym) w połączeniu z rosnącą skalą jednostek (powyżej 24 000 TEU) wymuszają na operatorach terminali odejście od modeli manualnych na rzecz w pełni zintegrowanych ekosystemów cyfrowych. Rok 2025 okazał się przełomowy dla polskich portów, które osiągnęły historyczny rekord przeładunków na poziomie 3,9 mln TEU, co stanowi wzrost o 18% rok do roku.

Niniejszy artykuł analizuje fundamenty tej rewolucji, skupiając się na parametrach techniczno-ekonomicznych, które decydują o przewadze konkurencyjnej nowoczesnych terminali kontenerowych.

Dynamika rynku i cele inwestycyjne

Rynek zautomatyzowanych terminali kontenerowych (automated container terminals – ACT) wykazuje stabilną tendencję wzrostową. W 2023 roku jego wartość wyceniono na 10,2 mld USD, natomiast prognozy na rok 2032 wskazują na poziom 20,2 mld USD, przy średniorocznym tempie wzrostu (CAGR) wynoszącym 7-7,8%. Głównym motorem tych inwestycji jest dążenie do radykalnej optymalizacji kosztów operacyjnych (OPEX) oraz zwiększenia przepustowości bez konieczności ekstensywnej rozbudowy terytorialnej. Automatyzacja pozwala na redukcję wydatków na siłę roboczą o 60-80%, co jest kluczowe w regionach o wysokich kosztach pracy, gdzie personel generuje od 40% do 60% całkowitego OPEX.

Wydajność operacyjna: manual vs. auto

Przejęcie na model zautomatyzowany redefiniuje kluczowe wskaźniki efektywności (KPI). W terminalach manualnych wydajność suwnic nabrzeżowych (STS) rzadko przekracza 21 ruchów na godzinę (MPH), podczas gdy systemy

zautomatyzowane osiągają stabilne 33 MPH, z rekordami przekraczającymi 60 MPH. Kluczową zaletą nie jest jednak tylko prędkość maksymalna, lecz przewidywalność. W systemach ACT wydajność jest stała w trybie 24/7, niezależnie od warunków oświetleniowych czy zmęczenia personelu. Według analiz McKinsey automatyzacja może obniżyć OPEX o 25-50% przy jednoczesnym wzroście ogólnej produktywności o 30%.

Architektura technologiczna smart port

Fundamentem nowoczesnego terminalu są trzy wzajemnie przenikające się warstwy technologiczne: infrastruktura sprzętowa, sieć komunikacyjna oraz systemy decyzyjne oparte na AI.

1. Zautomatyzowany sprzęt przeładunkowy

Współczesne terminale opierają się na:

- **suwnicach STS z podwójnym wózkiem (dual-trolley)** – pozwalają na separację cyklu statkowego od lądowego;
- **pojazdach AGV (automated guided vehicles)** – w porcie Tuas (Singapur) flota ponad 300 pojazdów 5G-enabled realizuje transport poziomy bez udziału kierowców;
- **suwnicach ASC/aRMG** – automatyczne suwnice placowe umożliwiają gęstsze składowanie (high-density stacking), co jest niezbędne w portach o ograniczonej powierzchni.

2. Fundament cyfrowy: TOS i EDA

System operacyjny terminalu (TOS) ewoluował z roli pasywnej bazy danych do aktywnego „mózgu” operacji. Najnowocześniejsze wdrożenia, jak w przypadku PSA Tuas, wykorzystują architekturę sterowaną

zdarzeniami (event-driven architecture – EDA). Tworzy ona tzw. event mesh, umożliwiającą przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym z tysięcy sensorów IoT, co pozwala na natychmiastową rekonfigurację planów w przypadku zakłóceń.

3. Digital twin i 5G

Technologia cyfrowego bliźniaka (digital twin), wdrażana m.in. w Porcie Gdynia, integruje dane GIS i BIM, tworząc wirtualny model infrastruktury. Pozwala to na symulację procesów berthingu, optymalizację ścieżek pojazdów oraz predykcję utrzymania ruchu (predictive maintenance). Prywatne sieci 5G, takie jak ta uruchomiona w BCT Gdynia (nagroda „Platina Pēle” 2025), zapewniają niskie opóźnienia niezbędne do zdalnego sterowania suwnicami.

Analiza ekonomiczna: CAPEX, OPEX i ROI

Decyzja o automatyzacji wiąże się z wysokim progiem wejścia. Nakłady inwestycyjne (CAPEX) na terminal ACT są o ok. 116% wyższe niż w modelu konwencjonalnym. Jednakże już od 3.-4. roku eksploatacji koszty operacyjne są o 16% niższe, co w długim horyzoncie czasowym (cykl 30-letni) czyni inwestycję bardziej efektywną kosztowo. Próg rentowności (break-even point) dla pełnej automatyzacji wynosi zazwyczaj od 1,0 do 1,5 mln TEU rocznego przeładunku. Poniżej 500 000 TEU inwestycja w pełną



Tabela 1. Globalne parametry rynku automatyzacji terminali (2024-2033)

Parametr rynkowy	Stan (2024/2025)	Prognoza (2032/2033)	Dynamika (CAGR)
Wycena globalna (mld USD)	10,01-10,84	18,26-20,20	7,4-7,8%
Udział regionu Azji i Pacyfiku	~45,02%	Dominacja (Chiny, Indie)	7,9%
Udział terminali zautomatyzowanych	~4% globalnej przepustowości	Wzrost o 200% w segmentach brownfield	N/A
Nakłady na projekty typu Greenfield	50 mln - 1 mld USD+	Wzrost złożoności systemów AI	N/A

automatyzację jest trudna do uzasadnienia ekonomicznego, co skłania mniejsze terminale ku modelom półautomatycznym.

Energochłonność i dekarbonizacja

Automatyzacja jest nierozdzielnie związana z elektryfikacją. Przejście z silników Diesla na napędy elektryczne w suwnicach RTG (E-RTG) redukuje emisję CO₂ o 60-80% i koszty konserwacji o 30%.

Implementacja systemów zarządzania energią (EMS) w zautomatyzowanych portach pozwala na dodatkową redukcję zużycia o 7-8% dzięki optymalizacji ładowania flot AGV na podstawie dynamicznych cen energii i obciążenia sieci.

Case studies: globalni liderzy wydajności

Qingdao New Qianwan Terminal (QQCTN)

Chiński terminal QQCTN jest obecnie światowym liderem produktywności. W maju 2025 roku ustanowił 13. rekord świata, osiągając 62,62 TEU/h na suwnicę. System AI analizuje tam

Tabela 2. Porównanie wskaźników KPI dla terminali manualnych i zautomatyzowanych

Wskaźnik KPI	Terminal manualny	Terminal ACT	Zmiana (%)
Produktywność STS (MPH)	~21	33-62+	+57% do +195%
Czas rotacji ciężarówki (TTT)	30-45 min	12-15 min	-60% do -67%
Koszty pracy w strukturze OPEX	40-60%	10-20%	-75%
Przewidywalność operacji	Zmienna (czynniki ludzkie)	Wysoka (matematyczna)	N/A
Bezpieczeństwo (wypadki LTI)	Bazowe	Redukcja o > 40%	-40%

ponad 150 000 wariantów składowania, co skróciło czas cyklu o 20 sekund na kontener. Dzięki pełnej automatyzacji i pracy w „ciemnościach” (brak konieczności oświetlenia placu dla maszyn) terminal oszczędza 70% kosztów pracy.

Tuas Port (Singapur)

Projekt o docelowej przepustowości 65 mln TEU (plan na lata 40. XXI wieku). Już w 2024 roku terminal obsłużył 10 mln kontenerów przy użyciu floty AGV sterowanej przez 5G. Tuas integruje port z automatycznym hubem dostaw (PSCH) o wysokości 40 m, wykorzystującym systemy ASRS do pionowego składowania towarów.

Perspektywa polska:
Baltic Hub i Port Gdynia

Polska skutecznie adaptuje model smart port. Baltic Hub w Gdańsku, po uruchomieniu terminala T3 (inwestycja 450 mln EUR), zwiększy moce do 4,5 mln TEU rocznie. T3 będzie obiektem półautomatycznym, wyposażonym w siedem suwnic STS oraz 20 zdalnie sterowanych suwnic aRMG. Port Gdynia z kolei stawia na digitalizację procesów. Wdrożenie digital twin oraz automatyzacja bram (automated gate system) w BCT pozwoliły na skrócenie czasu rotacji ciężarówek do poziomu światowego. BCT zainwestowało

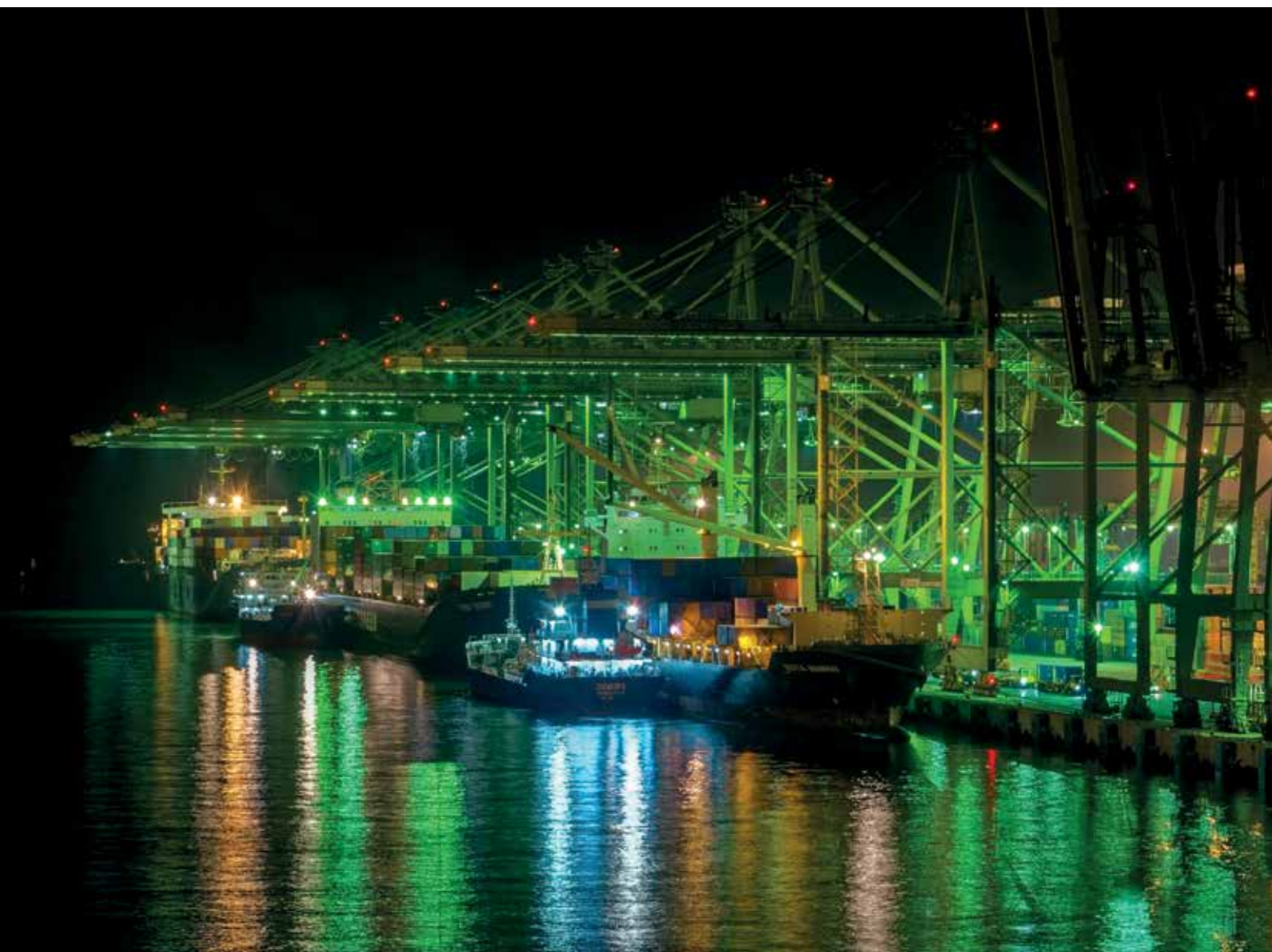
również w osiem hybrydowych suwnic RTG, które dzięki technologii bateryjnej drastycznie ograniczają ślad węglowy operacji portowych.

Wyzwania: kapitał ludzki i cyberbezpieczeństwo

Automatyzacja nie eliminuje pracy ludzkiej, lecz ją transformuje. Tradycyjne role manualne są zastępowane przez stanowiska techniczne (mechatronika), analityczne i nadzorcze. W terminalach takich jak VICT w Melbourne cała obsługa to zaledwie 150 osób (głównie IT i administracja), podczas gdy terminal konwencjonalny o tej samej skali wymagałby 525 pracowników. Kluczowym zagrożeniem staje się cyberbezpieczeństwo. Raport ENISA 2025 wskazuje, że transport morski jest sektorem wysokiego ryzyka, gdzie ataki typu DDoS stanowią 77% incydentów, a phishing odpowiada za 60% włamań. Dla w pełni zautomatyzowanego terminalu przestój systemowy oznacza całkowity paraliż operacji, co wymusza strategię security-by-design.

Tabela 3. Ekonomika automatyzacji – porównanie nakładów i zwrotów

Kategoria	Terminal manualny	Terminal ACT	Uwagi
Początkowy CAPEX	100% (Baza)	~216%	Sprzęt ACT jest droższy w zakupie
Roczny OPEX (po 4 latach)	100% (Baza)	~84%	Niższe koszty energii i pracy
Czas wdrożenia	Miesiące	2-4 lata	Wymagana kalibracja systemów IT
Okres zwrotu (ROI)	3-5 lat	7-15 lat	ACT to strategia długoterminowa
Koszty energii na TEU	Wyższe (diesel)	Niższe (elektryfikacja)	Redukcja kosztów paliwa o 70%



Podsumowanie

Automatyzacja i digitalizacja terminali morskich przestały być opcjonalną innowacją, a stały się wymogiem ekonomicznym. Dane wskazują, że mimo wysokich nakładów CAPEX zautomatyzowane terminale oferują nieosiągalną dla modeli manualnych przewidywalność operacyjną, bezpieczeństwo i efektywność

energetyczną. Polska, osiągając w 2025 roku rekordowe przetłódkę, potwierdza, że strategiczne inwestycje w technologii 5G, systemy TOS klasy Navis N4 oraz infrastrukturę półautomatyczną (T3) są jedyną drogą do umocnienia pozycji kluczowego hubu logistycznego na Bałtyku. ■

Bibliografia i Źródła danych: Analiza oparta na danych IAPH World Ports Tracker 2025, raportach ENISA 2025, statystykach Portu Gdańsk i Gdynia oraz badaniach rynkowych Credence Research i McKinsey (2024-2026).

Tabela 4. Szacowane zapotrzebowanie energetyczne na ruch kontenera (kWh/TEU)

Typ urządzenia	Zużycie energii (kWh/TEU)
Suwnica STS (ship-to-shore)	6,5-12,0
Wóz podsiębierny (yard tractor)	~2,1
Suwnica placowa (reach stacker)	2,5-2,8
Pojazd AGV (na cykl)	~0,8
Lekkie pojazdy pomocnicze	~0,4



ROLNICTWO PRZYSZŁOŚĆ!

INNOWACJE – TECHNOLOGIE – TRENDY

loading...



ROLNICTWO-PRZYSZLOSCI.PL





MODERNLOG
Międzynarodowe Targi
Logistyki, Magazynowania
i Transportu

ZAPRASZA

mtp
GRUPA

Poznań | 26-28.05.2026

**Wydajniej, szybciej,
nowocześniej**

Pobierz bilet

i dołącz do wydarzenia



NAJWAŻNIEJSZE

**TARGI
BRANŻY
LOGISTYCZNEJ
W POLSCE**



modernlog.pl