

# **napędy i sterowanie**

**miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny**

**Nr 1 (273)**

Rok XXIV  
Styczeń 2022

ISSN 1507-7764  
Indeks 36018X

Cena: 21,60 zł  
(w tym 8% VAT)

*napędy • automatyka przemysłowa • energoelektronika • aparatura kontrolno-pomiarowa • mechatronika • systemy zasilające  
układy zabezpieczeń • hydraulika • pneumatyka • robotyka • systemy transportowe • utrzymanie ruchu*

**AUTOMATYZACJA PRODUKCJI W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM  
Z INNOWACYJNYMI SILNIKAMI**

**LinMot®**



**MultiProjekt** - oficjalny dystrybutor firmy **LinMot** w Polsce

AUTOMATYKA | MECHANIKA | STEROWANIE | NAPĘDY | TECHNIKA LINIOWA | SZKOLENIA | DORADZTWO TECHNICZNE

[www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl) | [info@multiprojekt.pl](mailto:info@multiprojekt.pl)

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (273) Styczeń	<b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Termowizja</li> <li>• Aparatura kontrolno-pomiarowa</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Odnawialne źródła energii</li> <li>• Maszyny budowlane, pojazdy i sprzęt specjalistyczny</li> </ul>
2 (274) Luty	<b>EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE TECHNOLOGIA DLA PRZEMYSŁU ENERGETYCZNEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Automatykacja produkcji</li> <li>• Bezpieczeństwo sieci przemysłowych</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> </ul>
3 (275) Marzec	<b>PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w górnictwie</li> <li>• Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Monitoring i systemy sterowania</li> <li>• Utrzymanie ruchu</li> <li>• Automatykacja transportu szynowego</li> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Napędy</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energetyka odnawialna</li> </ul>
4 (276) Kwiecień	<b>BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYSŁE AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniki pakowania i opakowań, systemy ważące i dozujące</li> <li>• Systemy znakujące, RFID i kontroli w przemyśle</li> <li>• Hydraulika w technice mobilnej</li> <li>• Sterowanie procesami</li> <li>• Efektywność energetyczna</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych</li> <li>• Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji</li> <li>• Przesył energii</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>
5 (277) Maj	<b>TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Technologie przyrostowe 3D</li> <li>• Napędy hybrydowe</li> <li>• Diagnostyka i kontrola urządzeń</li> <li>• Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT – Industrial Internet of Things)</li> </ul>
6 (278) Czerwiec	<b>PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termowizja, monitoring, układy regulacji</li> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Robotyka</li> <li>• Oprogramowanie, sieci przemysłowe</li> <li>• Systemy informatyczne</li> </ul>
7/8 (279/280) Lipiec/sierpień	<b>SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym</li> <li>• Inteligentne układy zasilania, sterowania</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Nowe technologie</li> <li>• Silniki elektryczne</li> <li>• Transformatory</li> </ul>
9 (281) Wrzesień	<b>AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Automatyka w przemyśle maszynowym</li> <li>• Układy regulacji automatycznej</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu</li> <li>• Utrzymanie ruchu w przemyśle</li> </ul>
10 (282) Październik	<b>INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA PRZEMYSŁOWE PRZEMYSŁ 4.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydraulika, pneumatyka i sterowanie</li> <li>• Diagnostyka</li> <li>• Inteligentne układy zasilania</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Napędy hybrydowe i elektryczne</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energia odnawialna</li> </ul>
11 (283) Listopad	<b>AUTOMATYZACJA PRODUKCJI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Oprogramowanie, sieci przemysłowe</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Roboty przemysłowe</li> <li>• Sterowniki PLC i systemy sterowania</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Innowacje wod.-kan.</li> </ul>
12 (284) Grudzień	<b>CYFRYZACJA W PRZEMYSŁE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Systemy mechatroniczne</li> <li>• Napędy elektryczne i hydrauliczne</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>

**Adres redakcji:**

47-400 Racibórz  
ul. Środkowa 5  
tel. 32 755 19 17  
e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; www.nis.com.pl

**Redaktor naczelna:** Katarzyna Zając  
tel. 32 755 19 17 • e-mail: redakcja.nis@drukart.pl

**Redaguje Zespół:** Katarzyna Zając, Ludmiła Urbińska, Ryszard Klencz

**Redaktor statystyczny:** Ludmiła Urbińska  
tel. 32 755 23 23 • e-mail: nis@drukart.pl

**Redakcja techniczna:** Grzegorz Drobny  
tel. 32 755 23 18 • e-mail: redakcja.tech@drukart.pl

**Marketing:**

- Aleksandra Misiewicz  
tel. 32 755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl
- Patrycja Hoszycka  
tel. 32 755 24 55 • e-mail: marketing7@drukart.pl

**Dział prenumerat:** Norbert Klencz  
tel. 502 132 515 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

**Podstawowa korekta tekstu:** Marta Chamów

**Rada Programowa:**

- prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek – przewodniczący
- prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender
- prof. Marek Bergander
- prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski
- dr inż. Rafał Hein
- prof. inż. Jaroslav Homišin
- dr inż. Ryszard Jasiński
- prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk
- prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz
- dr hab. inż. Grzegorz Karoń
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski
- prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich
- dr hab. inż. Roman Krok
- prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik
- dr inż. Jacek Paraszczak
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski
- dr hab. inż. Krzysztof Pietruszewicz
- prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Pirog
- prof. Jacek S. Stecki
- dr hab. inż. Michał Stosiak
- dr inż. Zbigniew Szulc
- prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz
- prof. zw. dr hab. inż. Edward Tomasiak
- dr inż. Grzegorz Wiciak

**Redaktor tematyczny:** prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek

**Wydawca:** Wydawnictwo Druk-Art SC  
47-400 Racibórz, ul. Środkowa 5

**Patronat honorowy:**

Institut Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki  
i Inżynierii Biomedycznej  
Akademii Górniczo-Hutniczej



Institut Pojazdów, Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Łódzkiej

Punktacja MNiSW za publikację naukowe wynosi 5 pkt (poz. 1652).  
Przyłączając się do realizacji idei Otwartej Nauki, udostępniamy  
bezpłatnie powierzchnię na artykuły naukowe publikowane  
w miesięczniku naukowo-technicznym „Napędy i Sterowanie”.

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów  
niezamówionych.  
Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiacji tekstów.  
Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną  
redakcji.

Redakcja deklaruje, że pierwotną wersją wydawanego miesięcznika  
„Napędy i Sterowanie” jest wersja drukowana (papierowa).  
„Wydarzenia” wybrano z materiałów prasowych firm.

## Szanowni Państwo!

Ostatnich kilkanaście miesięcy było czasem próby dla producentów ze wszystkich branż. Obostżenia pandemiczne, brak pracowników, zakłócenia w łańcuchach dostaw oraz bolesne niedobory surowców i podzespołów – to tylko część wyzwań, przed jakimi musieli stanąć przedsiębiorcy na całym świecie. Rozwój czwartej rewolucji przemysłowej zmieni bezpowrotnie ogólne podejście opinii światowej do tego, co i jak jest wytwarzane. W krajach wysoko rozwiniętych priorytetem jest przemysł, tempo postępu technicznego, stopień robotyzacji i wydajność pracy, bo to one stanowią o międzynarodowej konkurencyjności.

Wzrost tempa życia musi znaleźć swój odpowiednik w szeroko rozumianym przemyśle. Firmy bazujące na konwencjonalnym i przestarzałym parku maszyn odchodzą do historii, ustępując miejsca lepiej zorganizowanym i zautomatyzowanym przedsiębiorstwom. Wraz z przyspieszonym przejściem do bardziej zautomatyzowanej i cyfrowej rzeczywistości kluczowe jest zapewnienie rosnącego zapotrzebowania na moc dla urządzeń obliczeniowych, data centers i baz danych oraz serwerowni. Centra danych stały się sercem nowego cyfrowego świata, tworząc system krwioobiegowy dla informacji napędzających rozwój światowych gospodarek, edukacji czy rozrywki. Wyzwaniem będzie sprostanie zwiększającemu się stale zapotrzebowaniu na energię w sposób wydajny i zrównoważony, z zachowaniem pewności zasilania i tym samym osiągnięciem przez tę energię neutralności emisyjnej.

Ostatni raport Międzynarodowej Federacji Robotyki (IFR) „World Robotics 2021 – Service Robots” pokazał nowe podejście przemysłu światowego do pracy w rzeczywistości pandemii. Zdaniem ekspertów IFR gospodarka światowa wzrosnie o 4,5 proc. w 2022 r. Jednocześnie zwiększy się zapotrzebowanie na roboty – wzrost globalnej instalacji robotów wyniesie ok.

13 proc. i sięgnie ok. 435 tys. jednostek. A w 2024 roku przekroczy próg 500 tys. robotów. Rozwój automatyki przemysłowej, upraszczanie układów sterowania, współpraca i digitalizacja będą kluczowymi czynnikami generującymi korzyści przy wdrażaniu robotów. Być może i w Polsce zmieni się dzięki temu gęstość robotyzacji, która obecnie jest na poziomie 52 robotów przemysłowych na 10 tysięcy pracowników.

Czynnikiem mobilizującym dla zwiększenia robotyzacji ma być od początku 2022 r. tzw. ulga na robotyzację. Obowiązywać będzie on przez 5 lat – od początku 2022 do końca 2026 roku. Pozwoli przedsiębiorcom – płatnikom podatku PIT i CIT – na dodatkowe odliczenie 50 proc. kosztów uzyskania przychodów poniesionych w danym roku na inwestycje w robotyzację, niezależnie od wielkości firmy czy rodzaju branży.

Wdrażanie robotów wpłynie na wzrost zainteresowania firm łańcuchami dostaw odpornymi na czynniki zewnętrzne i nieustanne zwiększenie mocy produkcyjnej. Automatyzacja i robotyzacja wspierają bowiem proces tworzenia nowych modeli produkcji, gdzie coraz bardziej liczą się zrównoważone gospodarowanie zasobami i energią czy ochrona środowiska. Pozytywnym trendem jest z pewnością to, że coraz więcej firm dostrzega korzyści z odejścia od procesów manualnych i zastąpienia ich zautomatyzowanymi i chce z tego korzystać.

Tymczasem zapraszam do optymistycznej, bo ukazującej rozwój Państwa firm, lektury naszego pisma. Zarówno tematy dotyczące automatyki i robotyki, jak również wiele innych ciekawych artykułów znajdą Państwo z pewnością w pierwszym tegorocznym wydaniu miesięcznika „Napędy i Sterowanie”.

Życzę miłej lektury

Katarzyna Zając  
Redaktor naczelna





**Str. 8**  
Automatyzacja procesu produkcji w przemyśle mleczarskim przy użyciu silników LinMot



**Str. 10**  
Etykieta produktu - nowy dostęp do usług cyfrowych



**Str. 15**  
Nowe enkodery inkrementalne serii M500 z indukcyjną metodą pomiaru firmy LeineLinde



**Str. 18**  
Rozwiązania napędowe dla inteligentnych procesów piwowarskich

## CO W NUMERZE

- 5 Nowości techniczne
- 71 Biblioteka
- 72 Zestawienie firm

## Nauka

- 24 Wpływ środowiska elektromagnetycznego na pracę napędu BLCD - W. Frankiewicz, Z. Lewandowski, M. Kuc
- 30 Energooszczędny układ napędowy - J. Bernatt, T. Glinka, A. Polak
- 36 Nowy pojazd dostawczy N.Truck firmy MELEX - od pomysłu do realizacji - A. Barszcz, M. Chłosta, M. Szlęzak
- 44 Analiza możliwości rekuperacji elektrycznego pojazdu komunikacji miejskiej - M. Biernacki, P. Majewski
- 50 MDL destylacja inteligencji: Poznawanie strategii bezpiecznego dostępu do superinteligentnych możliwości rozwiązywania problemów - K. Eric Drexler
- 58 Rola BIM w prefabrykacji - A. Nicał, E. Szmigiera, K. Protchenko, K. Kaczorek

## Technologie i produkty

- 7 Dobór właściwego przewodu - Biuro Inżynierskie Maciej Zajęczkowski
- 8 **FIRMA Z OKŁADKI:** Automatyzacja procesu produkcji w przemyśle mleczarskim przy użyciu silników LinMot - Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.
- 10 **FIRMA Z OKŁADKI:** Etykieta produktu - nowy dostęp do usług cyfrowych SEW-EURODRIVE - SEW-EURODRIVE Polska
- 15 Nowe enkodery inkrementalne serii M500 z indukcyjną metodą pomiaru firmy LeineLinde - TERM Tomasz Sobczak
- 18 Rozwiązania napędowe dla inteligentnych procesów piwowarskich - NORD Napędy Sp. z o.o.
- 20 Nowoczesne linie technologiczne - projekt - realizacja - sterowanie - M. Godula - Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „Drewmax” Tadeusz Sasiadek i Wspólnicy Spółka Jawna

## Informacje branżowe

- 14 Biznes w erze cyfrowej. Targi ITM z planem dla przemysłu
- 22 CONTROL-STOM wiosną 2022 roku!
- 22 Nowości pneumatyczne w Targach Kielce na wiosnę!

## Indeks reklam

▷ Biuro Inżynierskie Maciej Zajęczkowski.....	5, 7	▷ ITA.....	17	▷ Robotyka.pl.....	49
▷ Cantoni Group .....	5, 25	▷ ITM INDUSTRY EUROPE.....	14	▷ SEW-EURODRIVE Polska.....	76
▷ Drewmax Tadeusz Sasiadek i Wspólnicy.....	21	▷ Multiprojekt Automatyka .....	1, 6	▷ STAUFF Polska.....	27
▷ IMPOL-1 F. Szafranski.....	35	▷ NO-EL.....	5	▷ STEINLEN Polska.....	29
		▷ NORD Napędy.....	19	▷ Targi Kielce.....	23
		▷ NOWIMEX.....	31	▷ TERM Tomasz Sobczak.....	15

## NOWOŚCI TECHNICZNE

**GIGAVAC – Dwukierunkowy stycznik HV GVB35 – 500 A/1000 V DC**

Bipolarny stycznik serii GVB35 firmy GIGAVAC / SENSATA należy do najbardziej ekonomicznych i wydajnych styczników mocy dostępnych obecnie na rynku. Charakteryzują się małą gabarytową hermetyczną komorą stykową o stopniu szczelności IP67 & IP69K, co zapobiega powstawaniu zjawiska wydmuchu łuku elektrycznego na zewnątrz i zabrudzeniu styków. Styczniki GVB35 mogą pracować w temperaturze pracy w zakresie od  $-55$  do  $+85^{\circ}\text{C}$ . Przy znamionowym napięciu pracy do 1000 V DC stycznik ten jest przystosowany do przełączania obciążeń na poziomie do 500 A w obu kierunkach przewodzenia. Podobnie jak wszystkie zaawansowane rozwiązania przełączające GIGAVAC, styczniki te można montować w dowolnej osi lub orientacji. Ich hermetyczność pozwala na zastosowanie praktycznie w każdym trudnym środowisku. Styczniki te spełniają wymagania RoHS Reach, jak również posiadają certyfikację CE, UL 60947-4-1, CCC.



Styczniki serii GVB35 GIGAVAC/SENSATA znalazły szerokie zastosowania m.in. w aplikacjach bateryjnych dla pojazdów elektrycznych, szybkich ładowarek DC, magazynowania energii czy też sterowania fotowoltaiką.

Pełna specyfikacja: [https://www.gigavac.com/sites/default/files/catalog/spec\\_sheet/sensata-gigavac-GVB35-contactor-datasheet.pdf](https://www.gigavac.com/sites/default/files/catalog/spec_sheet/sensata-gigavac-GVB35-contactor-datasheet.pdf)

**NO-EL Sp. J. Ryszard Nowak, Barbara Musiałek – wyłączny przedstawiciel amerykańskiej firmy GIGAVAC**  
[www.gigavac.pl](http://www.gigavac.pl)

**Nowa seria silników przeciwybuchowych z osłoną ognioszczelną w klasie sprawności IE3 (PREMIUM)**

Celma Indukta SA, należąca do Grupy Cantoni, wprowadziła do swojej oferty nową serię silników przeciwybuchowych z osłoną ognioszczelną w klasie sprawności IE3 (PREMIUM), spełniającą wymagania najnowszego Rozporządzenia Komisji Europejskiej UE 2019/1781 wraz z nowelizacją 2021/341 w zakresie minimalnego poziomu sprawności silników elektrycznych.



Silniki serii (E)cST(K,L)e, oferowane w zakresie mocy do 200 kW, przeznaczone są do napędu urządzeń instalowanych w pomieszczeniach i przestrzeniach (strefa 1 lub 2), w których mogą powstać mieszaniny wybuchowe palnych gazów i par cieczy z powietrzem

zaliczane do grupy IIC (uwzględnia również grupy IIA i IIB), klasy temperatury T5+T1. Zapewniają wysoki stopień bezpieczeństwa – są urządzeniami kategorii 2G wg najnowszej Dyrektywy 2014/34/UE (ATEX). Spełniają wymagania najnowszych edycji norm PN-EN 60034-1, PN-EN 60079-0, PN-EN 60079-1 i PN-EN 60079-7.

Aby uzyskać więcej informacji, prosimy o kontakt.

Cantoni Motor SA, [motor@cantonigroup.com](mailto:motor@cantonigroup.com), tel. 33 813 87 00.

Na naszej stronie dostępny jest nowy katalog silników ATEX Flameproof motors.

<https://www.cantonigroup.com/pl/page/do-pobrania-katalogi-silnikow>

**Grupa Cantoni**  
[www.cantonigroup.com](http://www.cantonigroup.com)

**KMR+**

Nowy czujnik w postaci podkładki KMR+ skutecznie rozwiązuje zadania pomiaru siły w środowiskach produkcyjnych i jest szczególnie przydatny w zadaniach monitoringu. Pomaga również w niezawodnym wykonywaniu niezliczonych zadań pomiarowych w procesach rozwoju i testowania komponentów. W przeciwieństwie do zwykłych podkładek siłowych, wykorzystujących kryształy piezoelektryczne, KMR+ jest zbudowany w oparciu o tensometrię (SG). Dzięki temu jest wolny od dryftu i optymalnie nadaje się do długotrwałych zadań monitoringu, w których zerowanie nie jest możliwe, takich jak monitorowanie połączeń śrubowych w turbinach wiatrowych lub przy budowie torów.



Przetwornik jest hermetycznie zamknięty, posiada specjalnie zaprojektowane wejście kablowe i jest wyposażony w wodoodporny i olejoodporny przewód. Dzięki temu spełnia klasę ochrony IP68 i nadaje się do użytku na zewnątrz lub w komorach klimatycznych. Aby ułatwić użytkownikowi integrację czujnika, można go zamówić z różnymi długościami przewodu do 12 m. Oferowany jest również montaż wtyczek, co eliminuje potrzebę przedłużania kabli podatnych na błędy lub prac lutowniczych na miejscu instalacji.

KMR+ jest dostępny w 11 różnych nośnościach od 20 kN do 2 MN, z otworem centralnym zaprojektowanym dla rozmiarów gwintów od M6 do M42. W celu zagwarantowania równomiernego obciążenia przetwornika, a tym samym powtarzalności nawet w niesprzyjających warunkach montażowych, w zakresie dostawy znajdują się dwie utwardzone, precyzyjnie wykonane podkładki dociskowe.

**Biuro Inżynierskie Maciej Zajączkowski**  
[www.hbm.com.pl](http://www.hbm.com.pl)

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### WeinCloud – kompleksowa platforma do monitorowania

Przedsiębiorstwa potrzebują działań, które przyspieszą ich transformację cyfrową. Jednym z takich rozwiązań jest integracja z chmurą, która odgrywa kluczową rolę w rozwoju działalności danej organizacji. Niestety liczne bariery techniczne i kosztowe powstrzymują firmy przed jej wdrożeniem. Mając na uwadze potrzeby, Weintek wprowadza nową usługę Weintek Cloud Service. Weincloud składa się z EasyAccess 2.0, istniejącej usługi zdalnego dostępu oraz nowej usługi *Dashboard* opartej na chmurze. Celem Weincloud jest efektywniejsze wykorzystywanie zasobów cyfrowych, poprawa wydajności produkcji i lepsze monitorowanie.



#### Najważniejsze funkcje Weintek Cloud Service

- Łatwa konfiguracja – zarządzanie kontami użytkowników, urządzeniami i tagami w ramach obsługi Weincloud.
- Przyjazny interfejs użytkownika – szybkie tworzenie pulpitów za pomocą intuicyjnego edytora „przeciągnij i upuść” w przeglądarce www.
- Wizualizacja danych – synchronizowanie i wyświetlanie danych z różnych źródeł na jednej zakładce.

Dzięki zaawansowanemu połączeniu HMI i wysokiej mocy obliczeniowej dane produkcyjne i wskaźniki wykorzystania mogą być wyświetlane w *dashboardzie*. Warto podkreślić, że dzięki Weincloud użytkownicy mogą uzyskać wgląd w swoje operacje z dowolnego miejsca na świecie. Wystarczy, że otworzą przeglądarkę na swoim komputerze. Co ważne, nie muszą martwić się o szczegóły techniczne, hosting serwera czy programowanie aplikacji.

Multiprojekt Automatyka Sp. z o.o.  
[www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl)

reklama

## Które wydanie miesięcznika jest dla Ciebie?

2/2022

**Efektywność w energetyce  
Technologia dla przemysłu energetycznego**

3/2022

**Przemysł 4.0  
Technologie 3D**

4/2022

**Bezpieczeństwo w przemyśle  
Automatyzacja procesów technologicznych**

5/2022

**Termowizja, monitoring, pomiary**

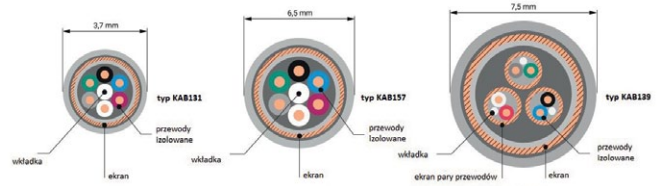
# Dobór właściwego przewodu

Przewody sygnałowe używane do łączenia czujników tensometrycznych ze wzmacniaczem muszą spełniać wiele różnych wymagań. Powodzenie pomiaru, podobnie jak niezawodność działania maszyn w oparciu o pomiar siły, zależy również od doboru kabla. Planując konfigurację, warto więc zastanowić się nie tylko, który czujnik wybrać, ale także jakiego kabla użyć – choć może się to wydawać mniej ważne niż pytania o to, jak określić niepewność pomiaru lub jak wybrać odpowiednie interfejsy. W przypadku pomiarów tensometrycznych wyzwaniem jest przesłanie bardzo niewielkich zmian sygnału (rzędu setnych  $\mu V$ ) z czujnika do wzmacniacza pomiarowego bez strat lub zakłóceń. Przewody sygnałowe muszą zatem spełniać następujące wymagania:

- rozległe, wysoce skuteczne ekranowanie gwarantujące bezpieczeństwo nawet w krytycznych środowiskach EMC;
- niskie pojemności i rezystancje linii. W przeciwnym razie w kablu tworzony jest element RC – to może powodować przesunięcia fazowe i błędy amplitudy podczas szybkich pomiarów i działać jako niepożądany filtr;
- pojemnościowa symetria przewodów (poszczególne pary przewodów muszą mieć identyczne pojemności), aby uniknąć niepożądanych wpływów podczas stosowania wzmacniaczy pomiarowych częstotliwości nośnej;
- wysoka symetria geometryczna dla kompensacji wpływów elektromagnetycznych i pojemnościowych.

Przewody sygnałowe dla układów tensometrycznych składają się z czterech (lub sześciu) oddzielnych izolowanych żył w każdym przewodzie pomiarowym. Pojemność między żyłami kabla zależy od jego konstrukcji i długości. W idealnym przypadku wszystkie pojemności są identyczne i jak najniższe.

Wspomniane powyżej aspekty obejmują tylko niektóre wymagania stawiane przewodom sygnałowym – to znaczy przesłanki czysto metrologiczne. W praktyce wymagane są liczne dodatkowe cechy, takie jak przydatność do użycia w ruchomych łańcuchach, zwiększona odporność na temperaturę czy inne parametry środowiskowe. Żaden kabel nie spełnia jednocześnie wszystkich tych wymagań. Dlatego standardowa gama akcesoriów do przetworników siły HBM obejmuje trzy rodzaje przewodów, które spełniają różne wymagania.



Przewód typu KAB131 o średnicy poniżej 4 mm doskonale nadaje się do stosowania w trudnych warunkach, w tym w ruchomych łańcuchach. Jego mała średnica jest bardzo korzystna z mechanicznego punktu widzenia, ale skutkuje wyższymi pojemnościami i rezystancjami linii. Dlatego ten kabel nie może być zalecany do użytku z wysokimi częstotliwościami nośnymi (4,8 kHz) w połączeniu z długimi liniami. Ponadto użycie w bardzo szybkich pomiarach jest zalecane tylko wtedy, gdy kabel jest krótki (mniej niż 10 m).

Przewód typu KAB139 ma średnicę zewnętrzną 7,5 mm. Oprócz ekranu, który osłania wszystkie przewody, ekranowane są dodatkowo również poszczególne pary, czyli dwa przewody łączące wyjście czujnika siły ze wzmacniaczem pomiarowym, dwa przewody przenoszące napięcie wzbudzenia oraz dwa przewody do kontroli tego napięcia. Gwarantuje to, że prądy wzbudzenia nie wpływają na sygnał pomiarowy lub linie pomiarowe. Kabel, dzięki swojej bardzo małej pojemności, nadaje się również do wysokich częstotliwości nośnych i bardzo długich linii ( $\geq 100$  m). Z drugiej strony jest bardzo sztywny i ma duży promień gięcia – nie nadaje się zatem do zastosowań, w których byłby w ciągłym ruchu, ani do ruchomych łańcuchów.

Trzeci typ przewodu stanowi kompromis pomiędzy dwoma wcześniej wspomnianymi: przewody typu KAB157 mają niską pojemność, niską rezystancję linii i są mniej sztywne niż kabel podwójnie ekranowany. Ponadto można je wykorzystać do pomiarów w wyższych temperaturach.

Oprócz powyższych ważne jest zwrócenie uwagi na limity temperatury i wpływ środków chemicznych. Ponieważ niemożliwe jest przetestowanie kabla pod kątem odporności na wszystkie rodzaje chemikaliów, tylko test praktyczny może doprowadzić do znalezienia najbardziej odpowiedniego przewodu. ■

[www.hbm.com.pl](http://www.hbm.com.pl)

reklama

**HBM** WYŁĄCZNY  
PRZEDSTAWICIEL  
MARKI HBM NA  
TERENIE POLSKI  
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH

## BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI

ul. Krauthofera 16, 60-203 Poznań  
tel./fax: 61 662 56 66  
tel. kom. 501 607 400  
info@hbm.com.pl  
[www.hbm.com.pl](http://www.hbm.com.pl)



- TENSOMETRY OPOROWE I OPTYCZNE, ZBIORNIKOWE MODUŁY WAŻĄCE
- PRZETWORNIKI WAGI, SIŁY, MOMENTU OBROTOWEGO, DROGI I CIŚNIENIA
- WZMACNIACZE POMIAROWE O CZĘSTOTLIWOŚCI PRÓBKOWANIA NAWET DO 100 000 000 Hz
- OPROGRAMOWANIE DO ZASTOSOWAŃ LABORATORYJNYCH, PRZEMYSŁOWYCH I POMIARÓW DYNAMICZNYCH

# Automatyzacja procesu produkcji w przemyśle mleczarskim przy użyciu silników LinMot

200 milionów litrów mleka i 60 milionów litrów śmietanki. Te imponujące wolumeny płynów są co roku przetwarzane w firmie Emmi Mittelland Molkerei AG w szwajcarskim mieście Suhr. Nie byłoby to możliwe bez silników liniowo-obrotowych LinMot i zamknięcia typu *wing-cap*.

## Opakowanie gwarantujące komfort użytkownika

„Wygoda klienta” – to zwięzła odpowiedź Hansa-Petera Steuriego na pytanie, co skłoniło Emmi do użycia zamknięcia *wing-cap*.

– Na początku projekt opakowania Tetra Pak był prostokątny, jak cegła. W latach 90. XX w. opakowanie zostało zastąpione przez cylindryczny worek – mówi Steuri.

Niestety to ekonomiczne i ekologiczne opakowanie miało też swoje wady. Torba była podatna na niepożądane rozdarcia oraz trudno było ją ponownie zamknąć.

To spowodowało, że firma postanowiła wrócić do klasycznych opakowań, ale tym razem z naklejaną nakrętką. Przy pierwszym otwarciu, za pomocą plastikowego pierścienia, należało odebrać warstwę aluminium znajdującą się od wewnętrznej strony zamknięcia. Nie dość, że to rozwiązanie wymagało od użytkownika wysiłku, to dodatkowo konsument często wylewał trochę płynu.



## Zamknięcie *wing-cap*

Mając na uwadze komfort użytkowników, producent dążył do wprowadzenia ulepszonego opakowania. Po pierwsze, potrzebowano rozwiązania, które można ponownie zamknąć i otworzyć bez użycia siły. Dodatkowo ważna stała się precyzja nalewania napoju – możliwość

nalania mleka bez rozlewania. Odpowiedzią na te wymagania zostało zamknięcie *wing-cap*.

Sztuczka kryjącą się za tym zamknięciem jest fakt, że pierścień uszczelniający połączony jest bezpośrednio z zakrętką, dzięki czemu otwiera się łatwo i bez wysiłku. Warto podkreślić, że czynnikiem







decydującym o wydajnym i niezawodnym procesie zamykania jest precyzyjne dokręcenie zamknięcia *wing-cap*. I to właśnie skłoniło renomowanego producenta maszyn pakujących Tetra Pak do zwrócenia się w kierunku silników liniowo-obrotowych od firmy LinMot.

### Precyzyjny i szybki proces produkcji

Jak wygląda proces produkcji w firmie Emmi? Wstępnie napełnione opakowania kartonowe transportowane są przenośnikiem taśmowym do maszyny zamykającej Tetra Pak. Następnie na opakowaniu umieszczane jest zamknięcie ze skrzydełkami. Kolejny krok to precyzyjne zamknięcie opakowania. To tutaj właśnie idealnie sprawdził się silnik liniowo-obrotowy LinMot PR01, który składa się z dwóch elektromagnetycznych serwowmotorów – silnika liniowego i silnika obrotowego – zamkniętych w jednej obudowie.

Dzięki temu innowacyjnemu rozwiązaniu realizacja ruchu, który jest złożeniem ruchu liniowego i obrotowego, jest dużo prostsza. To z kolei daje możliwość swobodnego dostosowania procesu do konkretnych wymagań klienta.

### Proces dostosowany do wymagań klienta

W przypadku firmy Emmi pokrywę należy zamknąć w następujący sposób: przekręcić zakrętki o 90° z utrzymaniem obydwu „skrzydełek” w linii poziomej. W trakcie procesu zamykania

komponenty LinMot zapewniają obracanie zakrętki na gwincie bez uszkodzeń. Odnajdują również odpowiednią pozycję startową na gwincie. Ponadto poprzez połączenie ruchu liniowego i obrotowego gwarantują, że podstawowe parametry są stałe przez cały czas trwania procesu zakręcania.

### Szybkie przebrojenie linii produkcyjnej

Po prawidłowym przykręceniu ostatni etap pracy przejmuje cewka uszczelniająca. Cały proces trwa zaledwie 3 sekundy i jest realizowany przez dwie stacje jednocześnie. Co tydzień na linii produkcyjnej następuje zmiana, produkcja zmienia się z kartonów 1-litrowych na kartony 0,5-litrowe. Za sprawą silników przebrojenie trwa ułamek sekundy i może być realizowane bezpośrednio przez sterownik PLC.

### Bezawaryjne silniki liniowe

Maszyna opracowana przez Tetra Pak jest używana w firmie Emmi już od 3 lat. Co istotne, w tym czasie nie miała miejsca ani jedna awaria silników liniowo-obrotowych od LinMot. Dzieje się tak pomimo tego, że produkcja trwa 7 dni w tygodniu i obejmuje 3 zmiany. W celu utrzymania maszyny w dobrym stanie technicznym wystarczy tylko jej regularna konserwacja. Firma Emmi jest zadowolona z efektywności procesu produkcyjnego, dlatego od marca 2021 roku korzysta z kolejnej linii produkcyjnej z identyczną zakrętkarką.

### Recykling opakowań w przemyśle spożywczym

Zapytany o innowacje, które chciałby wdrożyć w przyszłości, Hans-Peter Steuri dostrzega jeszcze większy potencjał w szczególności w jednym obszarze: w zrównoważonym rozwoju.

– Tu już osiągnęliśmy wiele, ale być może uda nam się zaoszczędzić więcej materiału – mówi Steuri.

Firma chce, aby konsumenci aktywnie zaangażowali się w proces recyklingu. Ze względu na to, że opakowania Tetra Pak są dostosowane do powtórnego wykorzystania, jest to możliwe.

W Szwajcarii istnieje około 100 punktów zbiórki, w których można zwrócić kartony po napojach. Dlatego zdaniem pracowników przyszłe opakowania powinny być jeszcze łatwiejsze do recyklingu. Nie tylko w Szwajcarii, ale na całym świecie. Także w osiągnięciu tego celu niezawodne okażą się silniki LinMot. ■

**MultiProjekt**

MultiProjekt Automatyka Sp. z o.o.

ul. Pilotów 2 E

31-462 Kraków

tel. 12 413 90 58

fax 12 376 48 94

e-mail: info@multiprojekt.pl

www.multiprojekt.pl

# Etykieta produktu – nowy dostęp do usług cyfrowych SEW-EURODRIVE

Etykieta produktu pozwala na szybkie i proste powiązanie produktu z naszymi cyfrowymi usługami. Wystarczy zeskanować smartfonem lub tabletem kod QR i natychmiast skorzystać z wielu naszych usług cyfrowych: od dostępu do wszystkich danych i dokumentów dla określonych produktów, przez wizualną kontrolę pozycji pracy napędu, szybki dostęp do analiz błędów oraz zamówień usług serwisowych, po dobór i zamawianie części zamiennych czy też nowych odpowiedników.

## Usługi cyfrowe w pigułce

- Dostęp do danych technicznych produktu.
- Dostęp do dokumentacji i instrukcji produktowych.
- Kontrola pozycji pracy przy pomocy rysunku CAD.
- Wsparcie przy zarządzaniu awariami.
- Wsparcie przy wyborze części zamiennych.
- Złożenie zgłoszenia serwisowego – Kontakt z linią serwisową Hotline SEW-EURODRIVE dostępną 24/7 pod numerem +48 602 739 739.
- Konserwacja prewencyjna (w przygotowaniu).
- Monitorowanie stanu (w przygotowaniu).
- Pomoc w uruchomieniu (w przygotowaniu).

## Twoje korzyści

- Natychmiastowy dostęp do usług cyfrowych od uruchomienia, przez konserwację, do naprawy.
- Łatwa instalacja i uruchomienie, szybki dostęp do danych produktowych, dokumentacji i rysunku CAD produktu w celu kontroli pozycji pracy.
- Szybka pomoc przy zakłóceniach dzięki analizie błędów oraz możliwości wysłania bezpośredniego zgłoszenia serwisowego lub zamówienia części zamiennych – 24 godziny na dobę.

**Usługi cyfrowe: jak pomagamy naszym klientom zaoszczędzić cenny czas i zapewnić zrównoważony rozwój?**

**Dostęp do Online Support bezpośrednio przez umieszczony na produkcie kod QR**

Minimalne nakłady i maksymalne korzyści dla Klientów – od planowania, przez dobór i uruchomienie, po konserwację

i modernizację. Portal Online Support zapewnia naszym Klientom dostęp do konkretnych informacji i funkcji – wygodnie, szybko i kompleksowo, z każdego miejsca i o każdej porze.

Tę niepowtarzalną na rynku ofertę udało nam się ponownie udoskonalić. Nowa etykieta produktu w formie kodu QR udostępnia wszystkie ważne informacje na temat konkretnego produktu bezpośrednio z poziomu smartfona lub tabletu. Co to oznacza dla naszych Klientów i w jaki sposób poprawi ich pracę?

**Od kiedy SEW-EURODRIVE oferuje usługę Online Support? Czym się wyróżnia i w jaki sposób klienci na całym świecie korzystają z tego rozwiązania?**

Sześć lat temu wprowadziliśmy Online Support – początkowo na rynku niemieckim, ale oczywiście plan zakładał jego stopniowe wdrażanie na całym świecie we wszystkich oddziałach. Obecnie Online Support jest dostępny na wszystkich kontynentach i w 50 krajach. Liczba zarejestrowanych użytkowników przekracza 150 000. W tym miejscu podkreślam, że mówimy o „zarejestrowanych” użytkownikach. Najczęściej wykorzystywane obszary i funkcje Online Support są dostępne bez ograniczeń dla gości bez konieczności logowania.

Z tego względu wychodzimy z założenia, że rzeczywista liczba użytkowników wynosi co najmniej pół miliona. Rzeczą niezwykłą jest maksymalne usieciowienie funkcji i treści Online Support. Znajdziemy tu między innymi dobór napędu w oparciu o dane aplikacji, konfigurator produktu, możliwość zamawiania online produktów, części zamiennych i usług serwisowych, zarządzanie awariami z diagnozą błędów oraz obszerną dokumentację. Elementem wyróżniającym jest fakt, że funkcje Online Support nie są usieciowane wyłącznie z naszymi wewnętrznymi procesami, ponieważ za pomocą interfejsów ESIS istnieje możliwość połączenia ich z infrastrukturą IT Klienta, co jeszcze bardziej zwiększa integrację i efektywność systemu.

**Dzięki nowym etykietom produktu z kodem QR na produktach SEW-EURODRIVE wchodzisz na wyższy poziom cyfryzacji. Jak działa taki kod QR?**

Kod QR to alfanumeryczny, dwuwymiarowy, matrycowy i kwadratowy kod graficzny z zaszyfowanym adresem URL. W naszym przypadku adres URL zawiera numer seryjny. W ten sposób dany egzemplarz produktu jest w jednoznaczny sposób zakodowany.



Po prostu zeskanuj kod QR na produkcie i sprawdź informacje

### Jak wygląda etykieta produktu SEW-EURODRIVE? W jaki sposób można odróżnić ją od innych naklejek na produkcie?

Nową etykietę produktową można rozpoznać po umieszczonym obok kodu QR symbolu smartfona ze strzałką oraz, o ile pozwala na to miejsce, nadruku „Digital Services”. W zależności od wielkości dostępnego miejsca stosowane są różne warianty.

### Ikona smartfona wskazuje na możliwość mobilnego dostępu do usług cyfrowych SEW-EURODRIVE. Czy użytkownik musi pobrać aplikację na swój telefon w celu korzystania z tych usług?

Nie, podobnie jak ma to miejsce z wszystkimi kodami QR, naklejkę można uruchomić przy użyciu standardowego aparatu lub funkcji skanowania urządzenia mobilnego. Po wczytaniu kodu zapisany adres URL z jednoznacznym numerem seryjnym przekierowuje nas bezpośrednio do kokpitu usług cyfrowych danego produktu. W tym miejscu użytkownik otrzymuje szybki przegląd dostępnych funkcji dla tego produktu i za jednym dotknięciem palca dociera do właściwej lokalizacji w Online Support.

*Nie ma potrzeby instalowania dedykowanej aplikacji. Natomiast aplikacja „SEW Product ID plus” również wykorzystuje etykiety z kodem QR. Działanie jest intuicyjne i proste.*

### Jak dotychczas wyglądała procedura uzyskiwania dostępu do informacji i funkcji dla danego produktu?

Do tej pory wyglądało to tak, że podchodzisz do produktu, szukasz tabliczki znamionowej, zapisujesz na kartce numer seryjny lub oznaczenie typu albo robisz zdjęcie. Następnie wyszukujesz w dokumentacji odpowiednią instrukcję obsługi, a w niej informacje niezbędne do rozwiązania Twojego problemu. To dosyć czasochłonne poszukiwania.

Jeśli jesteś już użytkownikiem Online Support, działasz znacznie szybciej. Bierzesz kartkę lub zdjęcie do komputera, wyszukujesz ręcznie właściwą funkcję w Online Support, wprowadzasz numer seryjny i znajdujesz poszukiwane informacje.

Możesz również wykonać te kroki bezpośrednio na smartfonie, ale każdy może sobie wyobrazić, jak łatwo o błąd przy wprowadzaniu 18-cyfrowego kodu na klawiaturze telefonu. Szczególnie wtedy, gdy musimy się dodatkowo schylać, aby zobaczyć kod na produkcie zamontowanym w maszynie lub urządzeniu.

*Każdy może sobie wyobrazić, jak łatwo o błąd przy wprowadzaniu 18-cyfrowego kodu na klawiaturze telefonu. Problem znika przy zastosowaniu QR kodu.* →

### **Czyli klient dzięki kodom QR oszczędza dużo czasu i pracy?**

Bez dwóch zdań, oszczędność czasu i wzrost komfortu są olbrzymie. Z nową etykietą produktu odpada nam przepisywanie, podchodzenie do produktów, ręczne wprowadzanie, wyszukiwanie oraz drukowanie. Teraz potrzebujesz tylko swojego smartfona z funkcją aparatu, skanujesz kod QR i w mgnieniu oka zostajesz przeniesiony do naszych usług cyfrowych. Potem wystarczy rzut oka i jeden ruch palca, aby uzyskać dostęp do potrzebnych informacji i funkcji. Od teraz wszystko to, na co wcześniej poświęcałeś cenny czas, zajmuje kilka sekund i załatwiane jest od ręki.

### **Do jakich funkcji mam dostęp poprzez usługi cyfrowe i w jaki sposób mój smartfon może pomóc mi w szybkim wykonaniu zadania?**

Należy pamiętać, że etykieta produktu z kodem QR jest sposobem na szybki dostęp do usług Online Support w sytuacji, gdy stoisz przy maszynie lub instalacji. Wybór dostępnych usług cyfrowych dla Twojego produktu jest zawsze identyczny – dane produktowe, dokumentacje, części zamienne, zarządzanie awariami oraz kontakt. To właśnie tych funkcji i treści w Online Support potrzebujesz dla Twojego produktu, kiedy jesteś na instalacji.

*Usługi cyfrowe oferują dokładnie te funkcje w Online Support, których potrzebujesz, będąc na instalacji. Interfejsy funkcji dopasowują się przy tym do danego urządzenia końcowego.*

### **Czyli dostępne funkcje w Online Support są zoptymalizowane pod kątem urządzeń mobilnych?**

Dokładnie tak – właśnie pracujemy nad ostatnimi optymalizacjami. Interfejsy tych funkcji dopasowują się do danego urządzenia, a więc również smartfona. Korzystanie z nich na telefonie jest tak samo wygodne i czytelne, jak na monitorze komputera.

Zamiast kilku kliknięć myszką wystarczy kilka dotknięć palca na tablecie lub smartfonie, aby przeprowadzić diagnostykę w przypadku awarii (korzystając z instrukcji) lub wybrać właściwe części zamienne lub produkty zastępcze. W tym celu nie musisz już wertować instrukcji obsługi lub grubych katalogów. Mimo to w razie potrzeby usługi cyfrowe zapewniają szybki dostęp do właściwych dokumentacji – i to we wszystkich dostępnych wersjach językowych.

Dużą zaletę stanowi szybki dostęp do rysunków położenia pracy przekładni i motoreduktorów. Przy ich użyciu możesz kontrolować już na etapie instalacji prawidłowy montaż napędu.

Od pozycji montażowej zależy przecież wymagana ilość oleju w przekładni – błąd przy montażu może prowadzić do znacznego skrócenia żywotności napędu.

*Aplikacja SEW Product ID plus dostępna jest w Apple App Store lub sklepie Google Play.*

### **Które produkty SEW-EURODRIVE są wyposażone w etykietę z kodem QR?**

Zasadniczo wszystkie produkty posiadające numer seryjny. Do tej grupy nie należą przykładowo kable i części zamienne, gdyż nie posiadają numeru seryjnego. Do chwili obecnej ponad 80 procent naszych produktów z numerem seryjnym jest wyposażonych przy dostawie w etykietę produktową. Obecnie prawie wszystkie produkty z numerem seryjnym, np. silniki, motoreduktory, napędy mechatroniczne, przekładnie przemysłowe, falowniki itp. posiadają etykietę produktu i zapewniają komfortowy dostęp do usług cyfrowych.

### **Centralną funkcją usług cyfrowych jest zarządzanie awariami. W kilku krokach można uzyskać diagnozę. Jak to dokładnie działa?**

Również w tym przypadku warto przyrzeć się klasycznej ścieżce – bez funkcji „Zarządzanie awariami” i naszych Usług cyfrowych użytkownik instalacji lub serwisant musi w pierwszej kolejności znaleźć właściwą instrukcję obsługi. Jeśli już ją znajdzie, musi często wertować wielostronicowy dokument w celu znalezienia fragmentu opisującego możliwe błędy oraz inne kwestie.

Z naszymi usługami cyfrowymi pomijamy cały ten czasochłonny proces. Wystarczy, jak już zostało powiedziane, zeskanować numer seryjny z kodu QR i wybrać w kokpicie usług cyfrowych funkcję „Zarządzanie awariami”. Szczególną cechą funkcji jest prowadzenie użytkownika w oparciu o numer seryjny. W zależności od usterek, które mogą występować w przypadku danego produktu, użytkownik otrzymuje odpowiednio dobrane pytania i odpowiedzi, które są ułożone w logiczną całość. Użytkownik po maksymalnie czterech dotknięciach palca otrzymuje informacje, co prawdopodobnie spowodowało usterkę i w jaki sposób może ją usunąć. Ta zawrotna szybkość stanowi oczywiście olbrzymią korzyść dla naszych Klientów.

### **Co w przypadku, gdy potrzebuję pilnej pomocy, ponieważ przykładowe uszkodzenie przekładni uniemożliwi użytkowanie mojej instalacji i zatrzymanie produkcji? W jaki sposób etykieta produktu i usługi cyfrowe pomogą mi w tej sytuacji?**

„Zarządzanie awariami” przeprowadza Cię w sprawnym tempie przez „Diagnostykę”, dzięki czemu już na starcie zyskujesz cenny czas i decydujesz jakie podejmujesz dalsze działania. Czy chcesz zamówić serwis, czyli technika serwisowego SEW-EURODRIVE, który przyjedzie do Ciebie, lub chcesz zlecić naprawę w naszej firmie? A może chcesz od razu zamówić części zamienne lub napęd zastępczy? Wszystkie te działania mogą być uruchomione bezpośrednio online za pomocą naszych usług serwisowych. Oznacza to, że najszybszym sposobem zamówienia wybranej usługi SEW-EURODRIVE jest ścieżka cyfrowa dostępna w naszym systemie.

Oczywiście, jeśli Klient potrzebuje pilnego wsparcia w przypadku awarii i potrzebuje skontaktować się z nami telefonicznie, po kliknięciu przycisku „Kontakt” uzyska numer do naszej infolinii serwisowej 24/7. Jednak także w tym przypadku może ułatwić sobie zadanie, jeśli uprzednio przeprowadzi diagnostykę poprzez „Zarządzanie awariami” i przekaże nam uzyskane informacje.

### W jaki sposób usługi cyfrowe wspierają mnie, abym przy wyborze części zamiennych z ogromnej oferty dostępnych części i wariantów nie popełnił błędu?

Funkcja „Części zamienne” jest zbudowana w taki sposób, aby użytkownik w oparciu o wykazy części i rysunki szybko znalazł poszukiwany produkt. Za sprawą optymalizacji interfejsu pod kątem urządzeń mobilnych komfortowa obsługa funkcji jest możliwa również przy użyciu smartfona.

Szczególną zaletą naszej funkcji „Części zamienne” jest to, że otrzymujesz jednocześnie ofertę na dodatkowe części niezbędne do wymiany konkretnego komponentu.

### Z usług cyfrowych w największym stopniu skorzystają eksploatujący instalacje, czyli nasi klienci końcowi. Jakie zdanie mają nasi klienci OEM na temat tej oferty?

Wielu Klientów typu OEM nie wie nawet, które numery seryjne zawarte są w ich instalacjach. Często unikają dodatkowych obowiązków związanych z ich ręcznym wprowadzeniem i przyporządkowaniem. Zeskanowanie etykiety produktu pozwala w tej sytuacji na szybką identyfikację numeru seryjnego i jego przyporządkowanie do konkretnej instalacji.

Jest to szczególnie ważne dla Klientów OEM, jeśli chcą samodzielnie stworzyć scenariusze IoT. Będą one działały tylko wtedy, gdy opatrzone zostaną właściwymi numerami seryjnymi. Dodatkowo Klienci OEM mogą oczywiście samodzielnie korzystać z usług cyfrowych, np. w ramach instalacji i pierwszego uruchomienia, w celu kontroli prawidłowego położenia pracy lub wywołania informacji na temat produktu.

### Jak kształtuje się przyszłość usług cyfrowych SEW-EURODRIVE?

W pierwszej kolejności chcemy, aby od 2022 roku wszystkie produkty posiadające numer seryjny zostały opatrzone etykietą produktu i tym samym zapewniały pełnię korzyści wynikających z usług cyfrowych. Naszych klientów w szczególności cieszą planowane przez nas nowe, pionierskie funkcje, jak pomoc przy pierwszym uruchomieniu, monitorowanie stanu i konserwacja prewencyjna. Te niebawem wprowadzone usługi sprawią, że nasi Klienci będą przygotowani na wyzwania przyszłości.

### Czy jesteś gotowy na przyszłość?

My już jesteśmy gotowi. W przygotowaniu mamy dla Państwa kolejne usługi: konserwacja prewencyjna, monitorowanie stanu oraz uruchamianie – już niebawem znajdą Państwo te usługi w ramach kokpitu usług cyfrowych

### SEW-EURODRIVE. Masz pytania na temat usług cyfrowych?

Telefon: +48 42 293 01 01

E-mail: [online-support@sew-eurodrive.pl](mailto:online-support@sew-eurodrive.pl)

**Drive.**  
**Automation.**  
Beyond.

**SEW**  
**EURODRIVE**

SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.

ul. Techniczna 5

92-518 Łódź

tel. 42 293 00 00

e-mail: [sew@sew-eurodrive.pl](mailto:sew@sew-eurodrive.pl)

[www.sew-eurodrive.pl](http://www.sew-eurodrive.pl)

reklama

Wybierz swoją prenumeratę na [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)



# Biznes w erze cyfrowej. Targi ITM z planem dla przemysłu

Trwają przygotowania do kolejnej edycji Targów ITM INDUSTRY EUROPE. Wydarzenie – zgodnie z oczekiwaniami branży – odbędzie się jak w ubiegłych latach późną wiosną. Hale targowe od 31 maja do 3 czerwca 2022 roku wypełnią nowoczesne maszyny i urządzenia dla Przemysłu 4.0.

W ubiegłym roku to właśnie Targi ITM INDUSTRY EUROPE rozpoczęły sezon spotkań dla przemysłu. Było to pierwsze wydarzenie wystawiennicze dla tego sektora po kilkumiesięcznej przerwie wywołanej pandemią. I było to bardzo dobre otwarcie, co w rozmowach potwierdzali zarówno wystawcy z kraju oraz z zagranicy, jak i zwiedzający ekspozycję profesjonalistów. Prognozy dla najbliższej edycji Targów są jeszcze bardziej obiecujące.

## Oddech dla przemysłu

Eksperti zakładają, że w 2022 roku europejska gospodarka „odetchnie” w wyniku systematycznej likwidacji wąskiego gardła w przemyśle. To optymistyczne prognozy także dla Targów ITM INDUSTRY EUROPE, którym ponownie będzie towarzyszyć hasło: „Przemysł ery cyfrowej”.

– Dane z rynku potwierdzają, że robotyka przemysłowa i cyfryzacja mają się dobrze, a wręcz w tych trudnych czasach to one pomogły przetrwać wielu firmom. Dlatego z pewnością na Targach ITM tych tematów nie zabraknie. Od kilku lat widać ogromne zainteresowanie automatyzacją, digitalizacją i robotyzacją wśród zarządzających przedsiębiorstwami produkcyjnymi. Mamy już w planach nie tylko panele dyskusyjne z największymi liderami tej branży, ale także zróżnicowaną ekspozycję rozwiązań i urządzeń dedykowanych inteligentnym fabrykom – zapowiada Anna Lemańska-Kramer, dyrektor Targów ITM INDUSTRY EUROPE.

## Robotyzacja pnie się w górę

Cyfrowa fabryka łączy istniejącą technologię produkcji z inteligentną technologią sieciowych systemów komunikacji i przetwarzania danych. Wykorzystane w niej systemy cyberfizyczne monitorują procesy i mogą podejmować decyzje – to wizja cyfrowej fabryki, która na świecie powoli staje się faktem. Jak wynika z raportu „World Robotics 2021” Międzynarodowej Federacji Robotyki, w 2020 roku przedsiębiorstwa przemysłowe na świecie zainstalowały 383,5 tysiąca robotów przemysłowych, co oznacza nieznaczny wzrost (o 0,5%) w porównaniu z rokiem 2019. Aż 22 tysiące z tej liczby stanowią coboty. Wartość wszystkich maszyn to około 13,2 miliarda dolarów. Dzięki nowym wdrożeniom globalna liczba urządzeń wyniosła 3,015 miliona, czyli o 10% więcej niż w poprzednim roku. Najwięcej robotów

(28%) w zeszłym roku zakupiły firmy z branży elektrycznej i elektronicznej. Co piąty trafił do zakładów motoryzacyjnych, co dziesiąty – do fabryk z sektora metalowego i maszynowego.

– Z pewnością te trendy pokażemy na Targach. Zdajemy sobie sprawę, że w zakresie robotyzacji w Polsce jest wiele do zrobienia, a koszty związane z digitalizacją są wysokie. Jednak – jeśli potwierdzą się plany rządu – ulga na robotyzację będzie elementem pakietu zmian legislacyjnych. Zgodnie z założeniami uprawni ona do odliczenia od podstawy opodatkowania 50% kosztów uzyskania przychodów poniesionych w danym roku na ten cel. Trzymamy rękę na pulsie, obserwujemy aktualne rozwiązania. Do dyskusji na ten temat zaprosimy decydentów w ramach programu Kongresu Industry Next, którego pierwsza edycja w 2021 roku okazała się dużym sukcesem. W kolejnej odsłonie tego wydarzenia także nie zabraknie aktualnych możliwości finansowego wsparcia dla przedsiębiorstw działających w branży przemysłowej, planujących inwestycje w najnowsze technologie – dodaje Anna Lemańska-Kramer.

## Pomysł na 2022 rok

ITM INDUSTRY EUROPE to jedyna na taką skalę ekspozycja pracujących maszyn w Polsce i prezentacja innowacyjnych rozwiązań dla przemysłu. Flagowa oferta Targów to: obrabiarki do metali, automatyka przemysłowa, robotyka, narzędzia, odlewnictwo, obróbka powierzchni, technologie addytywne, oprogramowanie czy metrologia przemysłowa.

W najbliższej edycji zaplanowano kontynuację strefy SMART FACTORY bogatej w inteligentne rozwiązania dla fabryk. To wyjątkowa przestrzeń ekspozycyjna przygotowywana we współpracy z liderami rynku.

Z kolei dla pionierskich rozwiązań w duchu Przemysłu 4.0, które przeszły już fazę testów, otwarta będzie STARTUP ZONE.

– Pomysł przestrzeni dla startupów w branży przemysłowej zrodził się już w ubiegłym roku, jednak w najbliższej edycji planujemy go skutecznie rozwinąć i wcielić w życie. Tym bardziej, że pojawia się coraz więcej „młodych” inicjatyw opartych o technologie: *digital twin*, AI, *big data* czy 5G przeznaczonych dla firm działających w przemyśle. Chcemy umożliwić udaną premierę nowym aplikacjom, technologiom czy maszynom i inicjować udane pomysły biznesowe – mówi Anna Lemańska-Kramer.

Targi ITM INDUSTRY EUROPE potrwają od 31 maja do 3 czerwca 2022 r. na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich. W tym samym czasie będzie można jednocześnie zwiedzić ekspozycję: Targów Logistyki, Magazynowania i Transportu Modernlog, Targów Kooperacji Przemysłowej Subcontracting oraz Forum Odlewniczego Focast. W pierwszym i drugim dniu Targów zaplanowano II edycję Kongresu Industry Next. ■

Więcej na: [www.itm-europe.pl](http://www.itm-europe.pl)

# Nowe enkodery inkrementalne serii M500 z indukcyjną metodą pomiaru firmy LeineLinde

Firma LeineLinde wprowadza na rynek nową serię enkoderów inkrementalnych z indukcyjną metodą pomiaru, oznaczonych jako M500. Enkodery serii M500 zostały zaprojektowane, aby sprostać wyzwaniom dnia dzisiejszego, a także wymogom jutra. Urządzenia wykonane są zgodnie z obowiązującymi normami przemysłowymi w zakresie interfejsów mechanicznych i elektrycznych, a dostępne wersje określają przyszłe standardy dzięki swoim innowacyjnym, nowym funkcjom.

Dostępna jako opcja, wersja bezłożyskowa enkoderów indukcyjnych serii M500 firmy LeineLinde charakteryzuje się żywotnością porównywalną z maszyną, na której urządzenie jest zamontowane. Enkodery serii M500 oferowane są również w wersji z powiększonymi łożyskami, które wydłużają żywotność enkodera. Dzięki nowej technologii pomiaru enkodery zachowują niewielkie rozmiary nawet w przypadku zastosowania większych łożysk.

Enkodery indukcyjne serii M500 są odporne na zanieczyszczenia, wilgoć oraz działanie pola elektrycznego lub magnetycznego i zapewniają bardzo



dokładne pomiary o wysokiej rozdzielczości nawet w najgorszych warunkach. Są wyjątkowo odporne na wstrząsy i mogą być używane w aplikacjach, w których występują silne wibracje. Powyższe

zakłócenia nie wpływają na wydajność skanowania enkoderów indukcyjnych.

Już dziś – od kiedy inżynierowie firmy LeineLinde wdrożyli nowoczesną technologię skanowania indukcyjnego

reklama

**BaumerHübner**  
**BaumerThalheim**

**LEINE LINDE**

**ENKODERY**  
**RESOLWERY**  
**STEROWNIKI**  
**BEZPIECZNIKI**  
**TACHOPRĄDNICE**

**info@term.pl, www.term.pl, tel./fax 32 249 92 89**



w formacie  $\varnothing 58$  mm – możemy zaofiarować enkodery, które są mniejsze i lżejsze, przy jednoczesnym zachowaniu solidności, niezawodności i wydajności, której nasi Klienci oczekują w swoich aplikacjach.

Zalety stosowania nowych enkoderów serii M500 firmy LeineLinde:

- dopasowanie żywotności enkodera do żywotności maszyny, co obniża koszty eksploatacji;

- zmniejszenie rozmiarów enkodera przy zachowaniu dotychczasowej wydajności i wytrzymałości;
- uproszczenie aplikacji dzięki zamontowaniu enkodera łatwego w montażu i codziennej eksploatacji.

Serdecznie zapraszamy Państwa do zapoznania się ze szczegółową ofertą firmy TERM, która znajduje się pod adresem [www.term.pl](http://www.term.pl).

**TERM Tomasz Sobczak**

ul. Opolska 22/8

41-500 Chorzów

tel. 32 249 85 99

fax 32 249 92 89

e-mail: [info@term.pl](mailto:info@term.pl)

[www.term.pl](http://www.term.pl)

### WYDARZENIA

#### Sport pod lepszą kontrolą

Ultracienkie nanomateriały znane jako MXeny mogą ułatwić monitorowanie samopoczucia poprzez analizę potu.

Chociaż podobnie jak grafen są one materiałami dwuwymiarowymi, składają się z nietoksycznych metali, takich jak tytan, w połączeniu z atomami węgla lub azotu. Dzięki naturalnie wysokiej przewodności i silnym ładunkom powierzchniowym są atrakcyjnymi kandydatami na budowę bioczuźników, które mogą wykrywać niewielkie zmiany stężeń substancji chemicznych.

W 2019 roku grupa Husama Alshareefa opracowała tego typu elektrodę kompozytową, która została umieszczona w czujniku do noszenia na ramieniu. Urządzenie, które posiadało modułową konstrukcję i wykorzystywało wkładki MXenowe, zostało wypełnione odpowiednimi enzymami, aby mogło pochłaniać ludzki pot i wykrywać w nim kilka analitów, w tym glukozę oraz kwas mlekowy.

Alshareef i jego współpracownicy wspólnie z zespołem badawczym Sahika Inal postanowili niedawno połączyć arkusze MXenowe z hydrożelami, które wypełniono wodą i biokompatybilnymi polimerami zdolnymi do rozciągania. Zespół odkrył podczas badań, że wysoki poziom ruchomych jonów w hydrożelu powoduje zwiększoną wrażliwość na obciążenia mechaniczne występujące podczas ćwiczeń.

– Początkowo arkusze pozostają zorientowane w hydrożelu w sposób losowy, jednak po przyłożeniu do nich nacisku stają się w większym stopniu zorientowane poziomo – wyjaśnił Alshareef. – Ponieważ MXeny wykazują wysokie stężenie ładunków ujemnych na swoich powierzchniach, układy poziome silnie wpływają na ruchy jonów w hydrożelu, dzięki czemu możemy mierzyć różne zakresy zmian ciśnienia.

Prototypowy czujnik do noszenia opracowany z użyciem nowego hydrożelowego MXenu był w stanie śledzić ruchy mięśni, generując różne wzorce oporu elektrycznego w miarę wzrostu naprężeń mechanicznych. Zmieniały się one natychmiast, gdy czujnik był wystawiany na działanie dodatkowych jonów w postaci kwaśnych lub zasadowych roztworów. Sprawdziło to, że zespół naukowców zdał sobie sprawę z tego, że ich urządzenie można wykorzystać do korelacji zmian pH w pocie z nagromadzeniem kwasu wywołującego zmęczenie w komórkach mięśniowych.

– Kiedy ćwiczymy, a nasze mięśnie się męczą, czujnik rozpoznaje nowe środowisko chemiczne i wytwarza różne krzywe oporu elektrycznego w porównaniu z krzywymi naprężeń – powiedział Kang Lee, jeden z głównych autorów badania. – Porównując je dodatkowo z charakterystykami odniesienia danego czujnika, możemy określić pH potu i stopień zmęczenia monitorowanego mięśnia.

Źródło: [phys.org](http://phys.org)

#### John Deere z w pełni autonomicznym ciągnikiem

Podczas konferencji prasowej na Targach CES 2022 firma John Deere zaprezentowała w pełni autonomiczny ciągnik gotowy do produkcji na dużą skalę. Maszyna łączy w sobie ciągnik Deere 8R, pług dłutowy z obsługą TruSet, system nawigacji GPS i nowe zaawansowane technologie. Autonomiczny ciągnik będzie dostępny dla rolników jeszcze w tym roku.

Dzisiejszym zadaniem rolników jest zapewnienie żywności dla wciąż rosnącej populacji przy mniejszym dostępie do siły roboczej. Muszą oni poradzić sobie ze zmiennymi nieodłącznie związanymi z rolnictwem, takimi jak warunki pogodowe, klimat, różnice w jakości gleby oraz obecność chwastów i szkodników. Wszystkie te czynniki wpływają na zdolność rolników do prowadzenia swoich gospodarstw w najbardziej krytycznych porach roku.

Autonomiczny ciągnik wyposażony jest w sześć par kamer stereoskopowych, co umożliwia wykrywanie przeszkód w zakresie 360 stopni i obliczanie odległości do nich. Obrazy przechwycone przez kamery są analizowane przez głęboką sieć neuronową, która klasyfikuje każdy piksel w czasie około 100 milisekund i określa, czy maszyna powinna nadal się poruszać w danym kierunku czy raczej zatrzymać. Autonomiczny ciągnik stale sprawdza również swoje położenie, upewniając się, że działa w pożądanym obszarze z dokładnością do jednego cala.

Aby korzystać z autonomicznego ciągnika, rolnicy muszą jedynie przetransportować maszynę na pole i skonfigurować do pracy autonomicznej, korzystając z John Deere Operations Center Mobile. Podczas pracy maszyny rolnik może opuścić uprawiane pole, aby skupić się na innych zadaniach, jednocześnie monitorując stan maszyny za pomocą urządzenia mobilnego.

Źródło: [arcweb](http://arcweb)



**NOWOŚĆ**

# MECA500

**NAJMNIEJSZY,  
NAJBARDZIEJ PRECYZYJNY  
6-OSIOWY ROBOT PRZEMYSŁOWY NA ŚWIECIE**



MASA  
**4,5 kg**

**KOMPAKTOWA  
BUDOWA**

POWTARZALNOŚĆ  
**5  $\mu$ m**

UDŹWIG  
**0,5 kg**

## PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIA:

- TESTOWANIE I KONTROLA JAKOŚCI
- MIKROPRECYZYJNE POZYCJONOWANIE
- PRZENOSZENIE ELEMENTÓW
- PRECYZYJNY MONTAŻ
- PRECYZYJNE DOZOWANIE



ITA spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp. k.  
ul. Poznańska 104, Skórzewo, 60-185 Poznań  
tel.: +48 61 222 58 00  
e-mail: info@ita-polska.com.pl

[www.ita-polska.com.pl](http://www.ita-polska.com.pl)

# Rozwiązania napędowe dla inteligentnych procesów piwowarskich

Kreatywne piwa rzemieślnicze to znak rozpoznawczy browaru Landgang z siedzibą w Hamburgu. Aby precyzyjnie kontrolować produkcję opartą na szczegółowych przepisach, browary z północnych Niemiec polegają na inteligentnych systemach napędowych firmy NORD DRIVESYSTEMS.

Browar Landgang z siedzibą w Hamburgu specjalizuje się w warzeniu piwa rzemieślniczego. Szeroka gama piw rzemieślniczych obejmuje odmiany górnej i dolnej fermentacji, począwszy od pilznera, ale, portera, stouta po piwa bezalkoholowe. Do tego dochodzą piwa okazjonalnie opracowywane dla zlecenie klientów. Wszystkie piwa – „Helle Aufregung”, „Weizheit”, „Dunkle Macht”, „Prollbock” czy „Tutti Frutti” – są warzone, butelkowane, podawane na świeżo z beczki i sprzedawane na miejscu w browarze Landgang. Jak większość producentów piwa rzemieślniczego, Landgang zaczynał jako browar bez własnego zaplecza produkcyjnego, tak zwany browar kontraktowy. Ponieważ produkty Landgang zostały dobrze przyjęte, a wielkość sprzedaży gwałtownie wzrosła, podjęto decyzję o utworzeniu dedykowanego browaru. Za projekt i budowę obiektu odpowiedzialna była firma Rabek Engineering. Specjalizująca się w konstrukcji w pełni funkcjonalnych browarów firma zaprojektowała elastyczny, niezawodny i łatwy w utrzymaniu zakład produkcji piwa, opierając się na technologii napędowej NORD DRIVESYSTEMS.



Każdy przepis wymaga innych specyfikacji dotyczących systemu warzenia, a tym samym napędów. Na przykład mieszadło zaciera musi przystosowywać się do różnych kombinacji składników z ich specyficznymi gęstościami i zmianami objętości. Jeszcze przed faktycznym warzeniem proces w dużej mierze zależy od odpowiedniej pracy napędu. System napędowy dokładnie kontroluje mieszadło słodu, dzięki czemu plewy są zachowywane podczas kruszenia i mogą później wykonywać swoją funkcję filtrowania. Przenośnik łańcuchowo-rurowy, napędzany potężnym motoreduktorem NORD, delikatnie transportuje pokruszone ziarna do warzelnii. Aby zapobiec osadzaniu się mieszanek na dnie, należy ją mieszać w sposób ciągły i ostrożny. Biorąc pod uwagę dużą masę, wymagany

jest napęd przeznaczony do dużych obciążeń o zmiennej prędkości. Dodatkowo wbudowany indywidualny falownik zapewnia, że różne rodzaje ruchu ostrza i mieszadła, takie jak podnoszenie, opuszczanie i obracanie, są wykonywane osobno. W tym celu jednostka napędowa została wyposażona w wał drążony. Ta specjalna wersja ułatwia elastyczne łączenie ruchów zgodnie z przepisem. Niezawodna, niewymagająca konserwacji technologia browarnicza to alfa i omega dla niezmiennie wysokiej jakości piwa i niezawodności dostaw. Inteligentne napędy NORD znacznie wspierają automatyzację procesu parzenia i zarządzają różnorodnością receptur w browarze Landgang. Podczas ciągłej pracy zapewniają one wyjątkowy smak i stałą jakość przez cały rok.

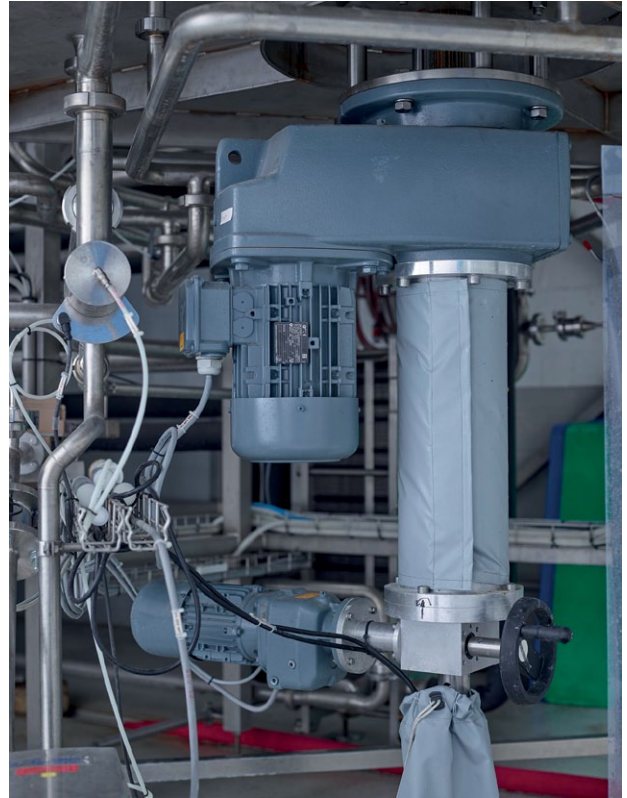


## Produkcja oparta na przepisach z technologią napędową NORD

Wszystkie składniki są w pełni przygotowane i przetwarzane automatycznie. Warzelnia została wyposażona w zdecentralizowane, inteligentne napędy NORD, dzięki czemu można ją precyzyjnie obsługiwać. Są one umieszczone dokładnie w miejscach, w których wymagane są określone funkcje. PLC zaimplementowany w przetwornicy częstotliwości steruje każdą jednostką napędową indywidualnie. Każdy napęd wyszukuje odpowiednie sekwencje ruchu dla odpowiednich przepisów i dostosowuje je do aktualnej masy i objętości składników. Biorąc pod uwagę dużą liczbę receptur browaru rzemieślniczego i różne potrzeby związane z urządzeniami, jasne jest, jak korzystny jest taki system sterowania.

NORD DRIVESYSTEMS dostarcza napędy dla przemysłu napojów od wielu lat. Gama produktów modułowych NORD oferuje skalowalną elektronikę, silniki i jednostki napędowe, które można łączyć w celu utworzenia niestandardowych modułów napędowych dla każdego zastosowania. Dzięki temu są zawsze niezawodne przez długi okres użytkowania. ■

NORD Napędy Sp. z o.o.  
www.nord.com



reklama

## TAKICH DWÓCH, JAK NAS TRZECH TO NIE MA ANI JEDNEGO

Innowacyjne, kompatybilne, przyszłościowe:  
DuoDrive, IE5+ i NORDAC ON.



- ▶ Niezwykle wysoka wydajność systemu
- ▶ Zaprojektowane z myślą o przemyśle spożywczym i intralogistyce
- ▶ Kompaktowa, higieniczna konstrukcja zapewnia maksymalną wszechstronność
- ▶ Zoptymalizowana przestrzeń montażowa

**NORD**  
DRIVESYSTEMS

NORD Napędy | +48 12 288 99 00 | biuro@nord.com | www.nord.com

# Nowoczesne linie technologiczne – projekt – realizacja – sterowanie

Marta Godula

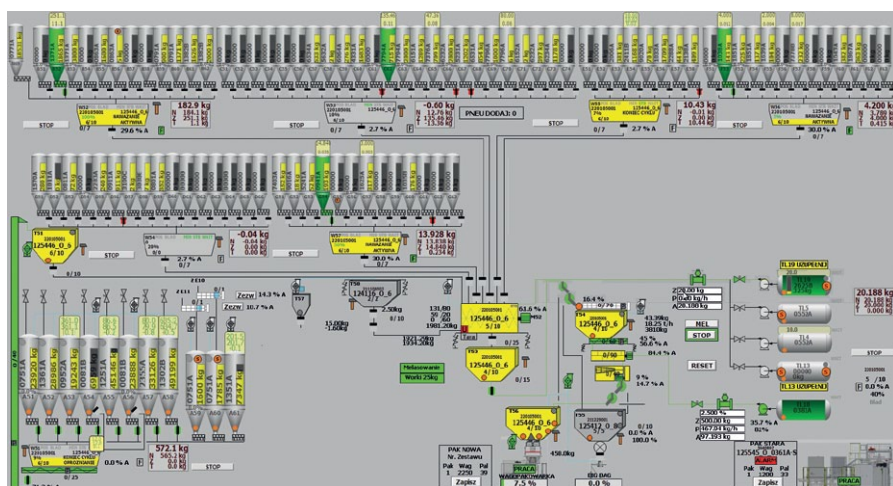
Od 29 lat P.W. DREWMAX udoskonala i wdraża najnowsze rozwiązania w zakresie budowy maszyn oraz automatyki przemysłowej. W zakresie naszej działalności znajduje się kompleksowa budowa linii technologicznych oraz wyposażenie obiektów produkcyjnych. Integrowane przez nas systemy sterowania są podstawą funkcjonowania kilkudziesięciu fabryk zlokalizowanych nie tylko na terenie Polski, ale i poza jej granicami.

## Od projektu do serwisu

Wieloletnie doświadczenie naszej firmy sprawia, że potrafimy sprostać wymaganiom stawianym przez producentów z różnych branż, m.in.: paszowej, spożywczej, chemicznej, budowlanej, przetwórczej. Nasza firma kompleksowo realizuje powierzone zadania, począwszy od projektu budowlanego, opracowania indywidualnie dedykowanego projektu technologicznego, poprzez wykonanie poszczególnych maszyn, konstrukcji wsporczych, szaf sterowniczych, instalacji elektrycznych i pneumatycznych, a kończąc na integralnym systemie sterowania obejmującym wszystkie maszyny wchodzące w skład linii technologicznej. Producenci, którzy nam zaufali, mogą liczyć na profesjonalne wsparcie naszego serwisu 24 godziny na dobę, zapewniającego nie tylko mechaniczną naprawę urządzeń, ale przede wszystkim zdalne wsparcie naszych automatyków, gwarantujących natychmiastową diagnozę oraz rozwiązanie problemu, co wpływa na ciągłość pracy linii produkcyjnych i maksymalne skrócenie przestoju.

## Nowoczesne technologie dostosowane do indywidualnych potrzeb

W ramach realizowanych projektów wykonujemy zbiorniki na mikro- oraz makrokomponenty tworzące stacje



mikro- lub makrodozowania, wyposażone w dozowniki oraz niezależne wagi tensometryczne o nośności od 1 kg do 5000 kg.

System sterowania, opracowywany przez naszych specjalistów z zakresu automatyki przemysłowej, stanowi kolejny element zapewniający uzyskanie zakładanych parametrów pracy linii technologicznej. W naszych liniach integrujemy urządzenia dostarczone przez innych producentów, m.in. granulATORY, mieszarki, młyny, mlewniki, melasownice oraz inne urządzenia, które nie posiadają własnego sterowania. Sterujemy również dozowaniem płynów opartym o aktualny przepływ materiału i próżniowym dozowaniem płynów. Wszystkie urządzenia wchodzące w skład realizowanych przez nas instalacji komunikują się ze sobą w oparciu o jeden system sterowania. Urządzenia są połączone przemysłowym protokołem komunikacyjnym, co wpływa na niezawodność ich pracy oraz łatwość diagnozy w przypadku wystąpienia awarii.

Gotowy produkt może być pakowany bezpośrednio na samochody ciężarowe, do worków Big-Bag lub do opakowań jednostkowych o masie 5–50 kg. Opracowana przez nas technologia napełniania

worków Big-Bag nie tylko zapewnia dokładność naważenia produktu, lecz również wprowadza rozwiązania ułatwiające pracę operatorowi, tj. automatyczne podawanie palet, specjalnie skonstruowane przenośniki palet, układ podnoszenia i opuszczania ramy w celu łatwiejszego założenia worka, układ nadmuchu formujący worek. Również proces pakowania produktów w małe worki, który odbywa się za pomocą naszych linii ważąco-pakujących połączonych z wysoko wydajnym paletyzatorem i owijkarką bądź kapturownicą, jest maksymalnie zautomatyzowany. Operator nadzoruje proces produkcyjny za pomocą komputera z wizualizacją, na której wyświetlane są informacje dotyczące aktualnej produkcji oraz alarmy. Dane związane z produkcją są zapisywane i archiwizowane w bazie danych, co daje możliwość uzyskania dowolnych raportów, które mogą służyć do dalszej analizy oraz optymalizacji procesu produkcyjnego. ■

Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „Drewmax”

Tadeusz Sasiadek i Wspólnicy Spółka Jawna

tel. 77 481 01 22, wew. 155

e-mail: drewmax@drewmax.net.pl

www.drewmax.net.pl

## WYDARZENIA

**Ambitne plany Chińczyków**

Chiny przedstawiły zestaw ambitnych celów zwiększenia automatyzacji produkcji dążąc do zdobycia pozycji światowego lidera w dostarczaniu robotów na hale produkcyjne.

Zgodnie z pięcioletnim planem opublikowanym wspólnie przez kilka agencji rządowych, w tym przez Ministerstwo Przemysłu i Technologii Informatycznych, Chiny dążą do osiągnięcia co najmniej 20-procentowego rocznego wzrostu sprzedaży robotów i stworzenia grupy liderów branży, aby podwoić gęstość robotyzacji najbardziej zaludnionego kraju na świecie.

Chiny stały się jednym z najbardziej aktywnych krajów w zakresie zastępowania pracy ludzkiej maszynami. Ma to związek między innymi ze starzejącą się i kurczącą lokalną siłą roboczą. Według raportu Międzynarodowej Federacji Robotyki IFR Chiny w zeszłym roku zajęły 9 miejsce pod względem gęstości robotyzacji mierzonej liczbą zainstalowanych robotów przypadających na 10 000 pracowników. Pięć lat wcześniej w tym samym rankingu zajęły 25 miejsce. W ramach nowego planu Chiny zamierzają do 2025 roku przeprowadzić cyfrową transformację wśród 70% krajowych producentów.

Zgodnie z dedykowanym planem dotyczącym branży robotyki Chiny chcą stać się globalnym źródłem innowacji i dokonać przełomu w podstawowej technologii robotyki i związanych z nią zaawansowanych produktach. Według zamierzeń rządu do 2035 roku roboty staną się ważną częścią zarówno rozwoju gospodarczego Chin, codziennego życia, jak i zarządzania społecznego.

Plany zostały opublikowane w obliczu pogłębiającej się rywalizacji technologicznej z USA. Nowy plan pięcioletni powołuje się na coraz bardziej złożone środowisko globalne i coraz intensywniejszą konkurencję. Jako wyzwania, które należy przezwyciężyć, wymieniono w nim brak równowagi między podażą i popytem oraz walkę z destabilizacją łańcucha dostaw. Podkreślony został

również fakt, iż chiński przemysł robotyki boryka się z problemami, które obejmują między innymi brak akumulacji technologii, słabe podstawy przemysłowe i niewystarczające dostawy na rynek produktów z najwyższej półki.

Źródło: scmp

**Sensoryka na ratunek zmysłowi słuchu**

Implant ślimakowy (CI) jest najbardziej udaną protezą nerwową na świecie. Dzięki bezpośredniej stymulacji nerwu słuchowego pozwolił na odzyskanie zmysłu słuchu przez ponad pół miliona osób na całym świecie.

Naukowcy z Wydziału Medycyny i Wydziału Inżynierii Uniwersytetu we Fryburgu opracowali metodę przekształcenia elektrod stymulacyjnych powszechnie stosowanych w implantach w czujniki elektrochemiczne. Dzięki nowatorskiemu podejściu działanie urządzenia będzie mogło być permanentnie monitorowane bezpośrednio w uchu wewnętrznym.

Po raz pierwszy specjalne protokoły umożliwiają stosowanie klasycznych elektrod stymulacyjnych CI jako bardzo czułych i dokładnych mikroczujników – wyjaśnił dr Andreas Weltin, kierownik grupy badawczej z Wydziału Inżynierii Mikrosystemów (IMTEK) na Uniwersytecie we Fryburgu. Funkcjonalność czujnika jest podstawą bardziej inteligentnych implantów, które mogą monitorować ich stan oraz środowisko bezpośrednio w uchu wewnętrznym.

W modelach przeznaczonych dla zwierząt możliwy był dotychczas wiarygodny pomiar zawartości tlenu w otoczeniu implantu bez wpływu na stymulację nerwu słuchowego. Następnym krokiem będzie sprawdzenie, jak spójne są właściwości czujnika w dłuższym okresie działania.

Źródło: sciencedaily

reklama

Paletyzacja  
Linie ważo-pakujące  
Stacje mikrodozowania  
Automatyka przemysłowa  
Automatyczne kapturownice  
Kompletne linie technologiczne  
Stacje dozowania komponentów  
Przenośniki taśmowe i ślimakowe  
Komputerowe systemy sterowania  
Kompleksowe realizacje inwestycji  
Zasuwy szczelinowe, redlery, zbiorniki  
Stacje załadunkowe i rozładunkowe Big-Bag

P.W. Drewmax Tadeusz Sąsiadek i Wspólnicy Sp. J.  
ul. Strzelecka 5 47-230 Kędzierzyn-Koźle  
☎ +48 77 481 01 22 🌐 drewmax.net.pl

**rewwmax**®

CERTYFIKACJA SYSTEMU JAKOŚCI  
DNV-GL  
ISO 9001

nowoczesne  
linie  
technologiczne

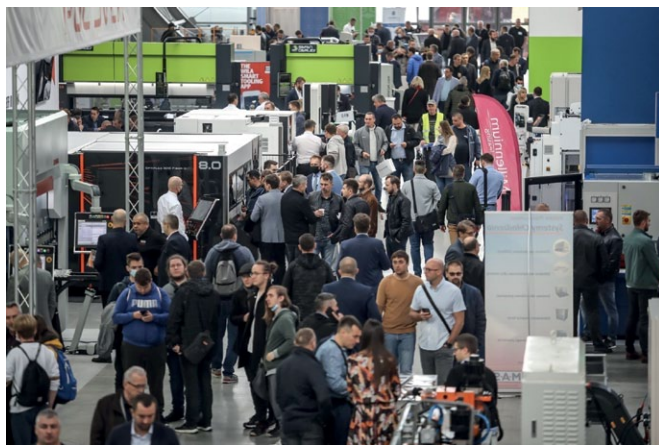
Instagram  
YouTube  
Facebook

# CONTROL-STOM wiosną 2022 roku!

Po dwóch przełożonych z powodu pandemii edycjach jesiennych Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej CONTROL-STOM powracają do stałego, wiosennego terminu. Zapraszamy do Targów Kielce w dniach od 5 do 7 kwietnia 2022 roku!

Edycję 2021, odbywającą się razem z innymi przemysłowymi wydarzeniami, odwiedziło ponad 10 000 branżowych zwiedzających. Trudno zatem się dziwić, że satysfakcja wystawców z odbytych rozmów biznesowych była ogromna.

Podczas kolejnej wystawy przemysłu pomiarowego już w kwietniu 2022 roku w Targach Kielce prezentowane będą innowacyjne metody pomiarowe, aparatura do prób niszczących oraz oprzyrządowania analityczne. W halach wystawienniczych



można będzie zarówno zobaczyć urządzenia do pomiarów wytrzymałości czy do określania innych wielkości fizycznych, jak również poznać systemy służące do przetwarzania obrazu. Nie dziwi fakt, że przez przedstawicieli branży wydarzenie to jest traktowane jako jedno z najważniejszych wydarzeń przemysłu pomiarowego w Europie Środkowo-Wschodniej. Nie mniej ciekawie zapowiadają się pozostałe wydarzenia przemysłowego cyklu: STOM-TOOL, STOM-BLECH&CUTTING, STOM-LASER, STOM-ROBOTICS, STOM-FIX, KIELCE FLUID-POWER, EXPO-SURFACE, SPAWALNICTWO, DNI DRUKU 3D, TARGI TEiA oraz WIRTOPROCESY. ■

Szczegóły wydarzenia dostępne są na stronie [control-stom.targikielce.pl](https://www.control-stom.targikielce.pl) oraz na Profilu LinkedIn: <https://www.linkedin.com/showcase/stom-metal-processing-fait>

Zapraszamy do Targów Kielce od 5 do 7 kwietnia 2022 roku!

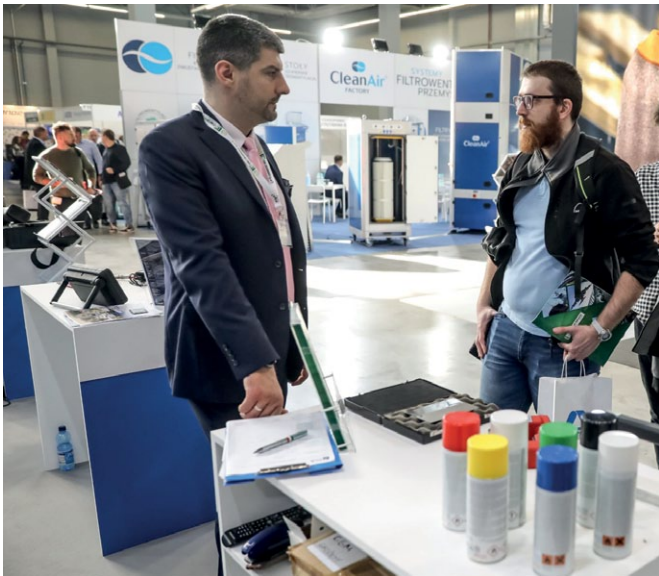


## Nowości pneumatyczne w Targach Kielce na wiosnę!

Targi Pneumatyki, Hydrauliki, Napędów i Sterowań KIELCE FLUID POWER, będące stałym elementem przemysłowego cyklu wystaw kieleckiego ośrodka, powracają do stałego, wiosennego terminu. Zapraszamy do Targów Kielce od 5 do 7 kwietnia 2022 roku!

Kolejna okazja do spotkań branżowych nadarzy się już w kwietniu 2022 r. w Targach Kielce za sprawą kolejnej

edycji Targów Pneumatyki, Hydrauliki, Napędów i Sterowań KIELCE FLUID POWER. Innowacyjne systemy pneumatyczne, czyli silniki, siłowniki, zawory, przetworniki, sprężarki i przekładnie – to nie lada gratka dla specjalistów z branży. W halach wystawienniczych można będzie zapoznać się również z ofertą branży hydraulicznej, w tym z zaworami, przełącznikami, turbinami, silnikami, generatorami i zasilaczami. Podczas wydarzenia nie zabraknie prezentacji, zwiedzający będą mogli również skorzystać z profesjonalnego doradztwa technicznego. Nie mniej ciekawie zapowiadają się pozostałe wydarzenia przemysłowego cyklu: STOM-TOOL, STOM-BLECH&CUTTING,



STOM-LASER, STOM-ROBOTICS, SPAWALNICTWO, EXPO-SURFACE, STOM-FIX, DNI DRUKU 3D, CONTROL-STOM, TARGI TEiA oraz WIRTOPROCESY. Warto przypomnieć, że edycję 2021 – odbywającą się razem z innymi



przemysłowymi wydarzeniami – odwiedziło ponad 10 000 branżowych zwiedzających. ■

Szczegóły wydarzenia dostępne są na stronie [fluid-power.targikielce.pl](http://fluid-power.targikielce.pl) oraz na Profilu LinkedIn: <https://www.linkedin.com/showcase/stom-metal-processing-fait>

**Zapraszamy do Targów Kielce od 5 do 7 kwietnia 2022 roku!**

reklama

SPOTKAJ KLIENTÓW  
ZWIĘKSZ ZASIĘG



## CONTROL-STOM

XXX Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej  
[control-stom.targikielce.pl](http://control-stom.targikielce.pl)

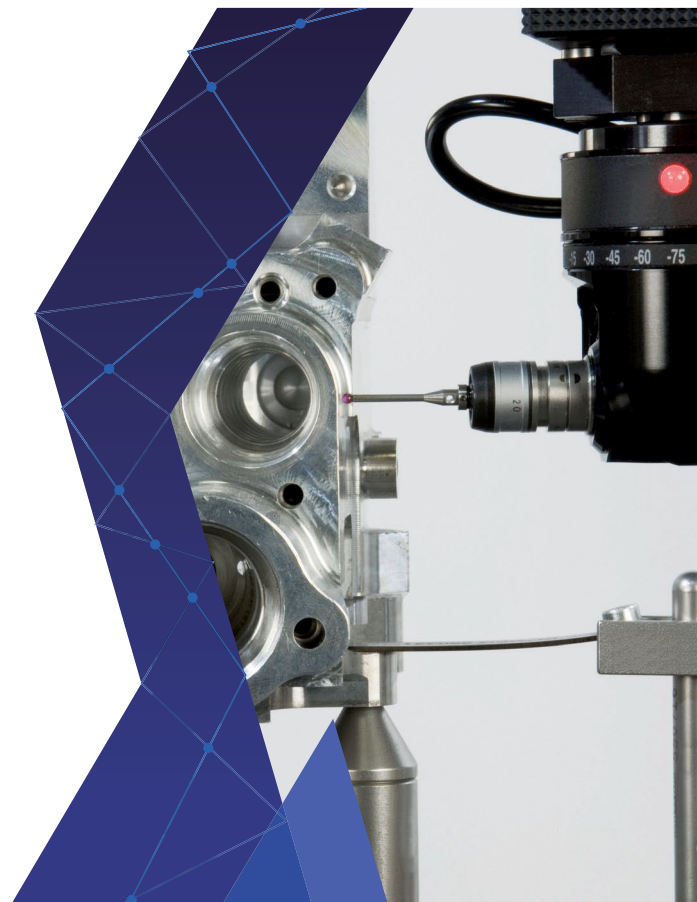


## KIELCE FLUID POWER

XV Targi Pneumatyki, Hydrauliki, Napędów i Sterowań  
[fluid-power.targikielce.pl](http://fluid-power.targikielce.pl)

**5-7 / 04 / 2022**  
**Kielce**

**Targi Kielce** 30<sup>LAT YEARS</sup>  
exhibition & congress centre



# Wpływ środowiska elektromagnetycznego na pracę napędu BLDC

Waldemar Frankiewicz, Zbigniew Lewandowski, Michał Kuc

## 1. Wstęp

Napędy BLDC w swej historii przeszły dość znaczny rozwój i różnorodność potencjalnych zastosowań. Pierwsze komercyjne napędy tego typu pojawiły się już we wczesnych latach 60. XX wieku. Jednak pomimo licznych zalet obszar ich działania był stosunkowo ograniczony. Powodem była stosunkowo niewielka moc i jednocześnie dość wysoki koszt. Sytuacja zmieniła się diametralnie wraz z wprowadzeniem magnesów neodymowych oraz wysokonapięciowych tranzystorów. Jednak dopiero spadek cen elektroniki sterującej dał szansę na wykorzystania posiadanego potencjału zalet tych silników. Z powszechnych aplikacji mikronapędów do automatyki, robotyki otworzyła się era aplikacji także i w środkach transportowych [1]. Napędy BLDC są jednocześnie jednymi z nielicznych napędów elektrycznych, które zasadniczo bez elektronicznych układów sterujących nie mogą właściwie pracować. Wieloletnie doświadczenia badawcze różnorodnych elementów i układów elektronicznych w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej wykazały, że są one wrażliwe na szereg zjawisk elektromagnetycznych. A zjawiska te, nie dość że powszechnie występują w otaczającym nas środowisku, to i na skutek gwałtownego rozwoju cywilizacyjnego zmienia się ich ilość i charakter. Dlatego istotne staje się rozwiązanie istniejących, jak i rozpoznanie potencjalnych problemów, związanych z poprawną pracą regulatorów i silników BLDC w środowisku elektromagnetycznym.

## 2. Środowisko elektromagnetyczne

### 2.1. Ogólny opis środowiska elektromagnetycznego

Środowisko elektromagnetyczne to ogół zjawisk elektromagnetycznych istniejących w danym obszarze i związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną.

Kompatybilność elektromagnetyczna jest zdolnością danego urządzenia do poprawnej pracy w środowisku elektromagnetycznym i nieemitowanie do niego zaburzeń o ponadnormalnych poziomach.

Z uwagi na potencjalnie bardzo szeroki zakres obecnego i przyszłego zastosowania napędów BLDC przedmiotem dalszego rozważania będzie środowisko elektromagnetyczne związane zarówno z obszarem Ziemi, jak i jej atmosfery, które potencjalnie może mieć istotny wpływ na pracę napędów BLDC.

Środowisko elektromagnetyczne z uwagi na przyczynę powstawania zjawisk dzielimy na naturalne i związane z działalnością człowieka.

Do najważniejszych zjawisk zaliczamy:

- wyładowania elektryczności statycznej – ESD;
- wyładowania atmosferyczne – LEMP;
- stałe pola elektryczne i magnetyczne;

**Streszczenie:** W artykule zamieszczono najważniejsze informacje na temat możliwości potencjalnego wpływu środowiska elektromagnetycznego na eksploatację napędu BLDC. W szczególności zaprezentowane zostały wyniki badań odporności bezzałogowego statku powietrznego BSP z napędem BLDC na wyładowania elektryczności statycznej ESD wykonane w akredytowanym Laboratorium Badań Kompatybilności Elektromagnetycznej i Pomiarów Pól Elektromagnetycznych Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia. Omówiono zakres przeprowadzonych badań, uzyskane wyniki oraz wymagania normatywne w tym zakresie.

Słowa kluczowe: maszyny elektryczne, silniki BLDC, kompatybilność elektromagnetyczna, badania ESD

### ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT EFFECTS ON BLDC DRIVE

**Abstract:** The most important information regarding possibility of electromagnetic environment effects on BLDC drive operation were presented in this article. In particular, this paper presents tests results on the drone with BLDC power unit throughout ESD immunity tests performed in accredited Laboratory of Electromagnetic Compatibility Testing and Electromagnetic Field Measurements of the Military Institute of Armament Technology. This paper also covers range of performed tests, obtained results and standard requirements regarding this test range.

Keywords: electrical machines, BLDC motors, electromagnetic compatibility, ESD tests

- pola elektromagnetyczne o niskiej częstotliwości i o częstotliwości radiowej;
- mikrofalową energię kierowaną – HPM;
- impulsy związane z wybuchem nuklearnym – NEMP.

Opis wybranych zjawisk tworzących środowisko elektromagnetyczne przytoczono w oparciu o normę NO-06-A218-4 [4].

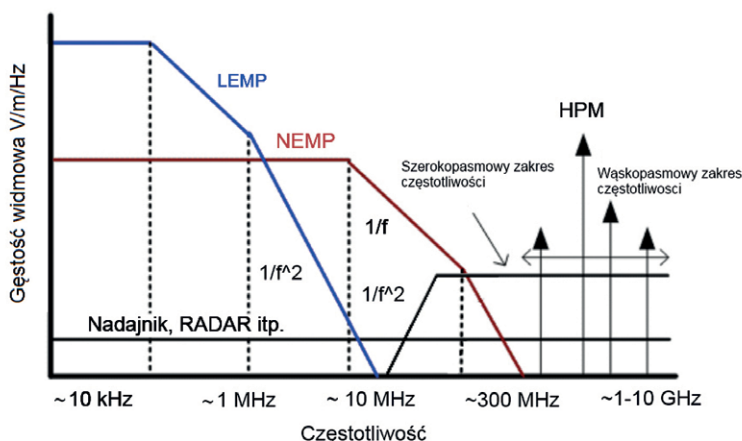
### 2.2. Charakterystyka wybranych zjawisk tworzących środowisko elektromagnetyczne

#### 2.2.1. HPEM (High Power Electromagnetic Environments)

Pola elektromagnetyczne wysokiej mocy o szczytowym poziomie natężenia pola elektrycznego przekraczającego 100 V/m.

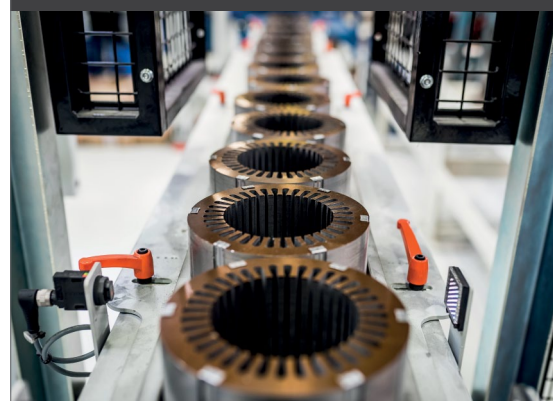
Na rys. 1 przedstawiono typowe środowiska elektromagnetyczne określane wspólnym mianem HPEM.





reklama

# DRIVING YOUR BUSINESS



Oferujemy silniki energooszczędne klasy IE3 oraz pełny zakres mocy silników dla przemysłu od 0,04kW do 6000kW



Rys. 1. Porównanie wysokomocowych środowisk elektromagnetycznych HPEM [4]

### 2.2.2. LEMP (Lightning EMP)

Impulsy elektromagnetyczne wywołane wyładowaniami atmosferycznymi. Dotyczy wszystkich wyładowań atmosferycznych, tj. wyładowań chmura – chmura, chmura – ziemia, jak i wariantów tychże wyładowań, tj. pozytywnych i negatywnych w odniesieniu do kierunku przepływu prądu przez powstały łuk elektryczny. Rozpatrywane są zarówno wyładowania bezpośrednie, jak i wyładowania pośrednie występujące w pewnej odległości od obiektu.

### 2.2.3. NEMP (Nuclear Electromagnetic Pulse)

W wyniku wybuchu bomby jądrowej powstaje promieniowanie gamma, które, oddziałując z powietrzem, jonizuje jego atomy i rozpędza elektrony, które stają się źródłem promieniowania elektromagnetycznego. Te zaś jest w stanie uszkadzać i niszczyć urządzenia i całe układy elektroniczne. Ogólna nazwa wielu kategorii impulsów elektromagnetycznych (EMP) związanych z wybuchem jądrowym (HEMP, SREMP, SGEMP). HEMP (*High-Altitude EMP*) jest efektem wybuchu bomby jądrowej na wysokości powyżej 20 km nad powierzchnią Ziemi. Natężenie pola elektromagnetycznego osiąga w czasie 10 ns wartości 5 kV/m.

### 2.2.4. HPM (High Power Microwaves)

Promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej w zakresie 100 MHz – 35 GHz. Źródła HPM wytwarzają wysokoenergetyczne pola

elektromagnetyczne za pomocą fali ciągłej, pojedynczych impulsów, serii impulsów oraz sygnałów modulowanych o mocach dochodzących do GW w impulsie.

### 2.2.5. Pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (Radio Frequency)

Źródłem są wszelkie nadajniki radiowe i radiolokacyjne. Pracują one w paśmie od 10 kHz do 45 GHz. Średnie natężenia pola przez nie wytwarzane jest na poziomie od kilkunastu do kilku tysięcy V/m.

### 2.2.6. Pole magnetyczne prądu stałego DC oraz pole magnetyczne niskich częstotliwości (Low Frequency)

Związane z przepływem prądu stałego i prądu o małej częstotliwości. Pola takie istnieją wokół przewodów energetycznych, na podstacjach trakcyjnych, urządzeniach do bezprzewodowego ładowania samochodów elektrycznych oraz na okrętach. Przykładowo typowe pole przy demagnetyzacji okrętu wynosi 1600 A/m. Zjawisko to może powodować istotny wpływ na pracę czujników Halla stosowanych niekiedy do określania położenia rotora silnika BLDC.

### 2.2.7. Wyładowania elektryczności statycznej ESD (Electrostatic Discharge)

Powszechnie znane i występujące zjawisko gromadzenia się ładunków elektrostatycznych na urządzeniach i na ludziach oraz ich przekazywania

pomiędzy ciałami o różnych potencjałach elektrostatycznych. Ładunki elektryczne są przekazywane zawsze, gdy dwa ciała mają bezpośredni kontakt lub przez warstwę izolacyjną, lub gdy zbliżają się do siebie. Tarcie lub uderzanie cząstek o ciało stałe może znacznie zwiększyć zjawisko gromadzenia się ładunków. W przypadku bezałogowych statków powietrznych gromadzenie ładunków elektrostatycznych może przebiegać dodatkowo w przypadku przemieszczania się ich przez opady deszczu, śniegu, gradu i pyłu. Może też występować w sytuacji nagłego połączenia lub rozłączenia z innym obiektem, w szczególności wykonanym z tworzywa sztucznego. Ładunki elektrostatyczne są gromadzone na statku powietrznym w trakcie jego lotu z uwagi na brak możliwości ich odprowadzenia.

Ogólnie istnieje możliwość naładowania się ludzi do potencjału 25 kV zaś środków transportowych typu śmigłowce do 300 kV.

### 3. Badania odporności napędu BLDC na wyładowania ESD

#### 3.1. Obiekt badań

Badanym obiektem był bezałogowy statek powietrzny (wielowirnikowiec) – rys. 2 – o parametrach:

- rozpiętość po rozłożeniu: 700 mm;
- długość z głowicą: 900 mm;
- masa: 5 kg;
- korpus: kompozyt zbrojony włóknem węglowym, pokryty lakierem akrylowym.

Do zasilania badanego BSP wykorzystano pakiet o parametrach:

- typ: litowo-polimerowy;
- liczba cel: 6;
- napięcie znamionowe: 22,2 V;
- pojemność: 16 Ah (355 Wh);
- prąd rozładowania ciągły: 240 A;
- prąd rozładowania szczytowy: 480 A.

Badany statek powietrzny napędzany jest przez cztery układy złożone z silników BLDC i zintegrowanych z nimi sterowników, co pokazano na rys. 3 i rys. 4. Napędy te umieszczono na końcach ramion wykonanych z włókna węglowego. We wnętrzu każdego z ramion poprowadzono nieekranowane przewody o długości 240 mm – rys. 5 – które zasilają i sterują zespołami napędowymi.

Silniki BLDC posiadają następujące parametry:

- układ uzwojeń: trójkąt;
- moc 710 W;
- napięcie zasilające: 22,2 V;
- maksymalny pobór prądu: 32 A;
- KV: 650 obr./V;
- maksymalna prędkość obrotowa: 16000 obr./min;
- masa: 80 g.

Każdy z silników jest sterowany indywidualnym regulatorem umieszczonym bezpośrednio pod silnikiem o parametrach:

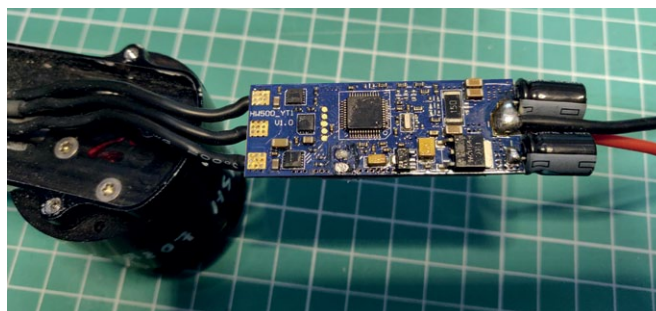
- napięcie zasilające: 22,2 V;
- maksymalny pobór prądu: 40 A;
- sterowanie: PWM 5 V, zakres 1–2 ms;
- masa: 30 g.



Rys. 2. Badany BSP wraz z czterema zespołami napędowymi BLDC bez śmigieł



Rys. 3. Silnik BLDC zastosowany do napędu badanego BSP



Rys. 4. Regulator silnika BLDC w badanym obiekcie



Rys. 5. Widok jednego z ramion BSP z rozmieszczeniem silnika, sterownika i przewodów doprowadzających zasilanie i sygnały sterujące



Rys. 6. Stanowisko stołowe do badań odporności na wyładowania ESD w WITU Zielonka

Komputer sterujący pracą regulatorów każdego z silników znajduje się w środku masy wielowirnikowca.

### 3.2. Stanowisko badawcze ESD

Podstawowe wymagania normatywne w zakresie metod badań odporności urządzeń na wyładowania elektryczności statycznej ESD są zawarte w normach PN-EN 61000-4-2, i NO-06-A211 [2, 3].

Stanowisko, na którym badano BSP z napędami typu BLDC, przedstawiono na rys. 6. Jest ono wyposażone w normatywną poziomą płaszczyznę sprzęgającą HCP o rozmiarze 160 × 80 cm i pionową płaszczyznę sprzęgającą VCP o rozmiarze 50 × 50 cm. Źródłem impulsów ESD jest generator z wymaganymi wkładkami kształtującymi impulsy i elektrodami wyładowczymi.

Przed badaniami i po badaniach weryfikowano kształt generowanych impulsów ESD na stanowisku pokazanym na rys. 7. Z uwagi na bardzo krótki czas narastania impulsów ESD – poniżej 1 ns – do ich prawidłowej rejestracji wymagany jest oscyloskop o paśmie minimum 2 GHz. W zależności od środowiska pracy i przeznaczenia badanego obiektu stosuje się poziomy narażeń mające zastosowanie do badanych wyrobów lub grup wyrobów.

W większości zastosowań cywilnych parametry wyładowań kontaktowych ESD wynoszą maksymalnie 8 kV, a w przypadku wyładowań powietrznych 15 kV. Standardowo jest wtedy stosowany układ kształtowania impulsu o parametrach 150 pF / 330 Ω.

W zastosowaniach wojskowych parametry wyładowań ESD są bardziej zróżnicowane. Stosowane do narażenia obiektów wojskowych poziomy napięcie są zazwyczaj wyższe. Wymagane są ponadto dodatkowo inne moduły kształtujące przebiegi. Dla narażeń pochodzących od personelu podczas obsługi takich obiektów przykładane są napięcia wyładowań ESD wynoszące maksymalnie 25 kV. Stosowane są wtedy dwa układy kształtujące impulsy: 500 pF / 500 Ω oraz 500 pF / 5000 Ω. W przypadku wyładowań ESD generowanych przez śmigłowce maksymalny poziom napięcia narażeń dochodzi do 300 kV i wtedy stosuje się układ kształtowania impulsu o parametrach 1000 pF / 1 Ω.

### 3.3. Wyniki narażenia BSP wyładowaniami ESD

Przed badaniami ustalono, że badany BSP będzie narażony zgodnie z wymaganiami podanymi w tablicy 1 normy NO-06A-211 [3] dla

reklama



### Oto STAUFF Polska

Działając pod marką STAUFF zdobyliśmy pozycję międzynarodowego lidera w pracach rozwojowych, produkcji i dostawach części do systemów rur i układów hydraulicznych.

Systemy Mocowania



Systemy Pomiarowe



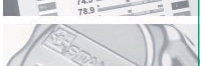
Technika Filtracji



Diagtronics



Akcesoria Hydrauliczne



Zawory Kulowe



Złącza Hydrauliczne



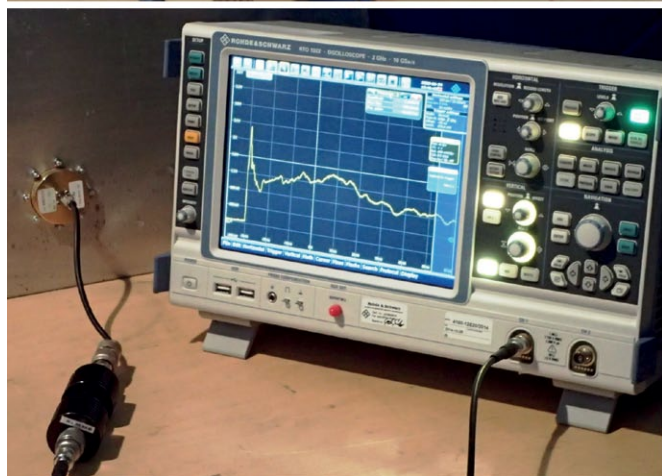
**NOWOŚĆ!**  
STAUFF  
Connect

Technologia Złącz Rurowych  
od STAUFF

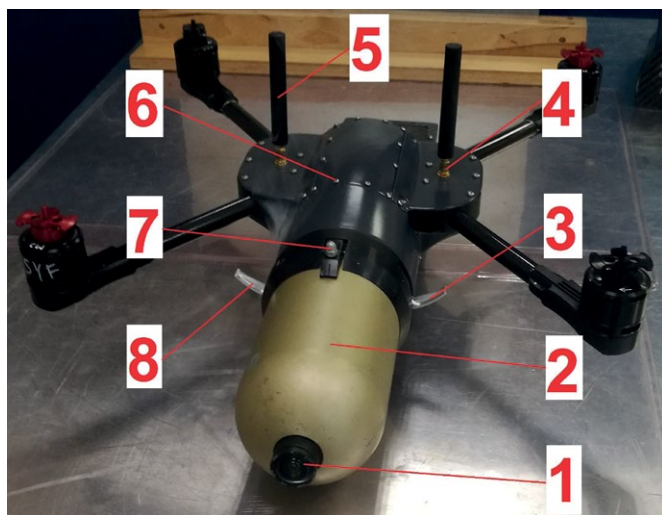


STAUFF Polska Sp. z o.o.  
Miszewko 43 A • 80-297 Banino  
Tel.: 058 660 11 60 • Fax: 058 629 79 52  
sales@stauff.pl

[www.stauff.pl](http://www.stauff.pl)



Rys. 7. Stanowisko do weryfikacji impulsów ESD



Rys. 8. Rozmieszczenie narażanych punktów na badanym BSP



Rys. 9. Badany BSP podczas przykładania krytycznego narażenia ESD o poziomie 25 kV

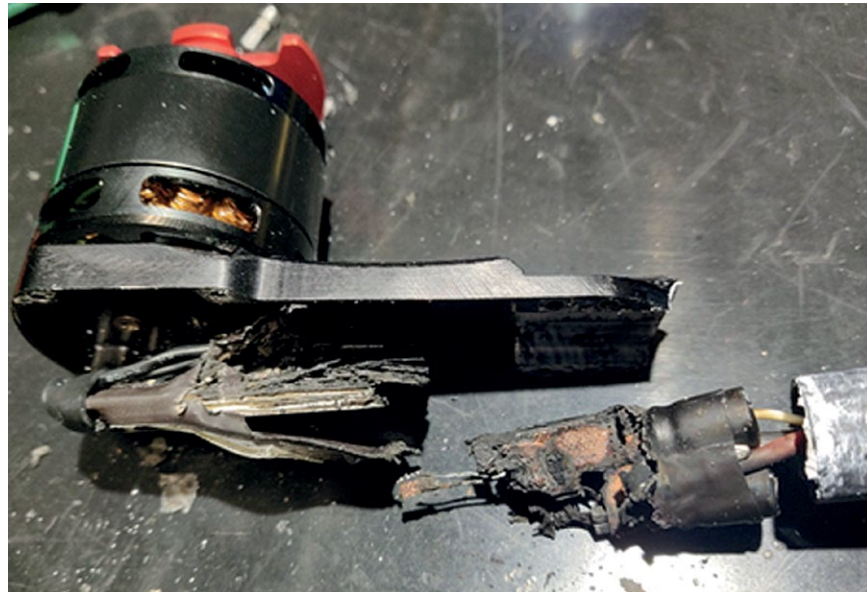
Tablica 1. Wartości narażeń ESD dla obiektów wojskowych [3]

Źródło ładunków	Parametry			
	Napięcie (kV)	Pojemność (pF)	Rezystancja rozładowania ( $\Omega$ )	Indukcyjność rozładowania ( $\mu$ H)
Obsługiwanie	$\pm 25 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$5000 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 25 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 20 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$5000 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 20 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 15 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$5000 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 15 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 10 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$5000 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 10 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 5 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$5000 \pm 5 \%$	$< 5$
Obsługiwanie	$\pm 5 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$	$< 5$
Transportowanie	$\pm 300 \pm 5 \%$	$1000 \pm 10 \%$	$1 \text{ max}^?$	$< 20$
Transportowanie	$\pm 250 \pm 5 \%$	$1000 \pm 10 \%$	$1 \text{ max}^?$	$< 20$
Transportowanie	$\pm 200 \pm 5 \%$	$1000 \pm 10 \%$	$1 \text{ max}^?$	$< 20$
Transportowanie	$\pm 150 \pm 5 \%$	$1000 \pm 10 \%$	$1 \text{ max}^?$	$< 20$
Transportowanie	$\pm 100 \pm 5 \%$	$1000 \pm 10 \%$	$1 \text{ max}^?$	$< 20$
Transportowanie	$\pm 50 \pm 5 \%$	$1000 \pm 10 \%$	$1 \text{ max}^?$	$< 20$
Transportowanie	$\pm 25 \pm 5 \%$	$1000 \pm 10 \%$	$1 \text{ max}^?$	$< 20$

trybu obsługiwanego – czyli narażenia pochodzące od personelu. Jednocześnie ustalono, że BSP będzie narażany wyłącznie maksymalnym poziomem wartości napięcia, czyli 25 kV.

Przyjęto do wykonania dwa rodzaje narażeń ESD. Narażenia pośrednie i narażenia bezpośrednie. Narażenia pośrednie

przykładano do poziomej i pionowej płaszczyzny sprzęgającej, co odzwierciedlało mogące zaistnieć w rzeczywistych warunkach wyładowania do obiektów znajdujących się w pobliżu badanego BSP. Narażenia bezpośrednie przykładano do wybranych punktów obudowy badanego BSP, co przedstawiono na



Rys. 10. Wpływ wyładowania ESD 25 kV na niezabezpieczony zespół napędowy BLDC (spalony regulator)

rys. 8. Do każdego z narażanych punktów przykładano po 20 impulsów dodatnich i 20 impulsów ujemnych. Narażenia pośrednie nie wpłynęły w żaden sposób na prawidłowość pracy badanego BSP, w tym i jego napędów. Narażenia bezpośrednie w punktach 1-5 zakończyły się także wynikiem pozytywnym.

Podczas bezpośredniego narażenia punktu nr 6 (śruba na obudowie) – rys. 9 – zaobserwowano zmiany prędkości obrotowej napędów. Po kolejnych kilku impulsach nastąpiło zatrzymanie jednego z silników, a ze środka obudowy zaczęła wydobywać się dym. Natychmiast odłączono zasilanie BSP. Na tym etapie dalsze badania wstrzymano. Po analizie stwierdzono spalenie się jednego z regulatorów i uszkodzenie izolacji sterowanego nim silnika BLDC – rys. 10. Najbardziej prawdopodobną przyczyną uszkodzenia napędu było pole przejściowe od wyładowań ESD, sprzężone do przewodów i regulatora. Wywołane tym polem napięcia lub prądy najprawdopodobniej spowodowały zabronione wysterowanie regulatora w ten sposób, że nastąpiło w nim jednoczesne załączenie kluczy górnych i dolnych półmostka H.

## Literatura

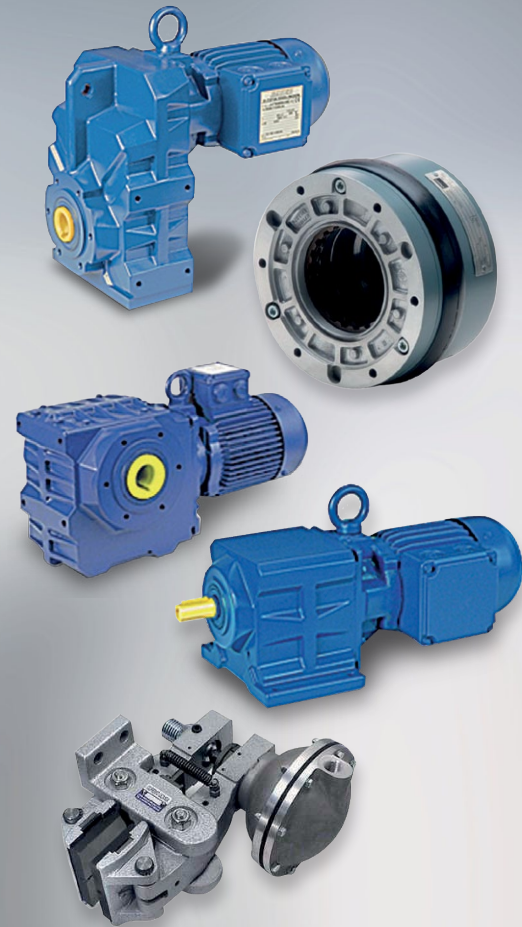
- [1] BUDZIŁOWICZ A.: *Zastosowanie silników BLDC we współczesnych napędach elektrycznych i w motoryzacji*. „AUTO-BUSY” 6/2015.
- [2] PN-EN 61000-4-2:2011 – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) Część 4-2: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne.
- [3] NO-06-A211:2016 – Kompatybilność elektromagnetyczna – odporność sprzętu wojskowego na wyładowania elektrostatyczne – Wymagania i metody badań.
- [4] NO-06-A218-4:2015 – Technika wojskowa. Warunki środowiskowe. Część 4: Elektryczne i elektromagnetyczne oddziaływania środowiskowe.

✉ Waldemar Frankiewicz, Zbigniew Lewandowski, Michał Kuc – WITU, Zielonka

artykuł recenzowany

reklama

## Razem możemy osiągnąć więcej!



### Oferujemy sprzedaż oraz serwis dla:

- Motoreduktorów
- Silników elektrycznych i przekładni
- Elektrobębnow
- Sprzęgieł i hamulców

### Nowość w ofercie

- POMIARY WIBROAKUSTYCZNE
- POMIARY TERMOWIZYJNE
- POMIARY OCHRONNE

**Bauer**  
Gear Motor

**FLENDER**  
A Siemens Company

MAGNET SERVICE  
**BINDER**  
Power Technology

**COREMO**  
OCMEA S.p.A.

STEINLEN Polska Sp. z o.o.  
ul. W. Grabskiego 4/8, 63-500 Ostrzeszów  
tel. 62 732 23 50 lub 52, fax 62 732 23 51  
www.steinlenpolska.pl

# Energooszczędny układ napędowy

Jakub Bernatt, Tadeusz Glinka, Artur Polak

## 1. Wstęp

Oszczędność energii w układach napędowych jest ważnym problemem. Komisja Europejska wydała Rozporządzenie 2019/1781 dotyczące minimalnych sprawności silników elektrycznych oraz przemienników częstotliwości wprowadzanych na rynek UE [7]. Rozporządzenie dotyczy zakresu mocy 0,12 kW do 1000 kW. Potocznie silniki te nazywamy energooszczędnymi [1, 2]. Wiadomo jednak, że największe oszczędności energii układu napędowego z silnikami indukcyjnymi bądź synchronicznymi uzyskuje się, gdy silnik pracuje przy minimalnej dopuszczalnej przez technologię produkcji prędkości obrotowej, przy czym regulacja prędkości odbywa się poprzez zmianę częstotliwości napięcia zasilającego silnik [6]. Jednak w tym artykule omówimy problem energooszczędności układu napędowego napędzającego maszynę roboczą pracującą przy stałej prędkości obrotowej, lecz przy stosunkowo małej prędkości obrotowej, np. mniejszej od 200 obr./min. Porównamy sprawność energetyczną silników zasilanych bezpośrednio z sieci elektroenergetycznej o parametrach: 6 kV, 50 Hz, w dwóch wariantach rozwiązania układu napędowego maszyny roboczej:

- silnika synchronicznego o prędkości obrotowej dopasowanej, poprzez dobranie liczby par biegunów uzwojenia twornika, do prędkości obrotowej maszyny roboczej;
- silników synchronicznego i indukcyjnego o liczbie par biegunów 4 do 8 (1500 do 750 obr./min) sprzęgniętego z maszyną roboczą poprzez przekładnię mechaniczną o stosownym przełożeniu redukującą prędkość obrotową do wartości obr./min, wymaganej przez maszynę roboczą.

## 2. Związek między objętością silnika i jego parametrami znamionowymi

Wymiary silnika determinuje moc pola wirującego w znamionowych warunkach pracy [6]

$$P_{\psi_N} = \sqrt{3} E_N I_N \quad (1)$$

Przy zaniedbaniu strat mocy w uzwojeniu stojana  $\Delta P_{Cu} = 0$  i pakiecie balach stojana  $\Delta P_{Fe} = 0$

$$P_N \approx P_{\psi_N} \quad (2)$$

$$E_N \approx U_N E_N = C_E \Phi \omega_N \quad (3)$$

Dla silnika synchronicznego

$$\omega_N = \pi \frac{n_N}{30} = \frac{\omega_1}{p}$$

**Streszczenie:** Moment znamionowy maszyny elektrycznej determinuje jej gabaryt. Maszyny wolnoobrotowe mają większą objętość i masę od maszyn o tej samej mocy znamionowej, lecz wyższej znamionowej prędkości obrotowej. Sprawność energetyczna maszyny obciążonej mocą znacznie mniejszą od mocy znamionowej ma także sprawność mniejszą od znamionowej. Porównano sprawność energetyczną trzech układów napędowych napędzających maszynę roboczą z prędkością obrotową  $n = 187,5$  obr./min. Wykazano, że sprawność silnika synchronicznego o liczbie par biegunów  $p = 16$  w warunkach pracy wynosi  $\eta = 77\%$  i jest mniejsza o 16% od sprawności silnika synchronicznego i silnika indukcyjnego o liczbie par biegunów  $p = 2$  plus przekładnię mechaniczną o przełożeniu  $i = 8$ . Silniki synchroniczny i indukcyjny, o liczbie par biegunów  $p = 2$  plus przekładnię mechaniczną o przełożeniu  $i = 8$  stanowią napęd alternatywny do silnika synchronicznego wolnoobrotowego o liczbie par biegunów  $p = 16$ .

Słowa kluczowe: silnik synchroniczny, silnik indukcyjny, układ napędowy wolnoobrotowy, gabaryt, sprawność

## ENERGY-SAVING DRIVE SYSTEM

**Abstract:** The rated torque of the electric machine determines its dimensions. Slow-running machines have a larger volume and weight than machines with the same rated power but higher rated rotational speed. The energy efficiency of the machine loaded with power significantly lower than the rated power also has the efficiency lower than the rated one. The energy efficiency of three drive systems driving a working machine with a rotational speed of  $n = 187,5$  rpm was compared and it was shown that the efficiency of a synchronous motor with the number of  $p = 16$  poles under operating conditions is  $\eta = 77\%$  and is 16% lower than that of a synchronous motor and an induction motor with the number of pole pairs  $p = 2$ , plus mechanical gears with the ratio  $i = 8$ . Synchronous and induction motors with the number of pole pairs  $p = 2$  plus mechanical gears with the ratio  $i = 8$  constitute an alternative drive to the slow-speed synchronous motor with the number of pole pairs  $p = 16$ .

Keywords: synchronous motor, induction motor, low-speed drive system, dimensions, efficiency

Dla silnika indukcyjnego

$$\omega_N = \pi \frac{n_N}{30} = (1 - s_N) \frac{\omega_1}{p} \approx \frac{\omega_1}{p}$$

Poszczególne symbole oznaczają:

- $P_{\psi N}$  – moc pola wirującego;
- $P_N$  – moc znamionowa;
- $\Phi$  – strumień magnetyczny w szczeliny magnetycznej;
- $U_N$  – napięcie znamionowe;
- $I_N$  – prąd znamionowy;
- $n_N$  – znamionowa prędkość obrotowa;
- $\omega_1 = 314$  1/s – pulsacja napięcia sieci zasilającej;
- $p$  – liczba par biegunów;
- $C_E$  – stała proporcjonalna do liczby zwojów  $N$  i współczynnika uzwojenia  $k_u$ .

Na podstawie zależności (1–3) moc znamionową  $P_N$  maszyny elektrycznej można zapisać wyrażeniem

$$P_N = \sqrt{3} C_E \Phi I_N \omega_N \quad (4)$$

przy czym

$$\Phi = l_i \int_0^\tau B(x) dx = l_i \tau \xi B = S_{Fe} \xi B \quad (5 a)$$

$$I_N = S_{Cu} j_N \quad (5 b)$$

oraz

$$\xi = \frac{B_{sr}}{B} \quad (6 a)$$

$$B_{sr} = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau B(x) dx \quad (6 b)$$

Moc znamionowa

$$P_N = \sqrt{3} C_E \xi B j_N (S_{Fe} S_{Cu}) \omega_N \quad (7)$$

przy czym:

- $B$  – indukcja maksymalna w szczeliny;
- $l_i, \tau$  – długość jarzma twornika i podziałka biegunowa;
- $\xi$  – stosunek indukcji średniej do indukcji maksymalnej;

- $j_N$  – gęstość znamionowa prądu;
- $S_{Cu}$  – przekrój przewodów;
- $S_{Fe}$  – przekrój jarzma.

Jeśli porównywać gabaryty maszyn elektrycznych o tej samej klasie izolacji, o tym samym systemie chłodzenia i o obwodzie magnetycznym zbudowanym z tych samych blach ferromagnetycznych, to można powiedzieć, że zarówno indukcja  $B$ , jak i gęstość prądu  $j_N$  w tych maszynach są identyczne, gdyż indukcja  $B$  determinuje nasycenie obwodu magnetycznego, a gęstość prądu  $j_N$  w przekrojach przewodów determinuje temperatura ustaloną uzwojenia. Przyjmując zatem, że w maszynach elektrycznych identycznego typu współczynnik

$$\zeta = \sqrt{3} C_E \xi B j_N = \text{const} \quad (8)$$

Przekrój jarzma  $S_{Fe}$  i przekrój miedzi  $S_{Cu}$  determinują objętość  $V$  maszyny

$$V = (S_{Cu} S_{Fe})^{\frac{3}{4}} \quad (9)$$

Stąd związek między mocą znamionową a objętością wyraża się wzorem

$$P_N = \zeta \frac{\pi}{30} n_N V^{4/3} \quad (10)$$

Moment znamionowy maszyn elektrycznych

$$T_N = \frac{P_N}{\omega_N} = \zeta (V)^{4/3} \quad (11)$$

Wzór (10) wskazuje, że moc znamionowa maszyn elektrycznych o tej samej liczbie par biegunów rośnie szybciej niż objętość. Na przykład maszyna elektryczna o dwukrotnie większej objętości będzie mieć moc znamionową w przybliżeniu 2,5 razy większą. Ze wzoru (10) widać także, że moc znamionowa maszyny elektrycznej, przy tej samej objętości, jest

reklama

# NOWIMEX®

**NOWIMEX** doradza w doborze i dostarcza produkty renomowanych firm z branży automatyki i elektromechaniki przemysłowej:

**VAHLE** – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.

**SCHLEGEL** – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.

**LEAB** – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.

**TEXELCO** – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.

**HUGRO** – Dławice do kabli.

**BREVETTI** – Tworzywowe i stalowe przewodniki kabli.

**CATTRON** – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.

**MICRO DETECTORS** – Szeroka gama czujników.

**MARECHAL** – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktory (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

www.nowimex.com.pl  
info@nowimex.com.pl



liniową funkcją prędkości znamionowej. Im maszyna ma większą prędkość znamionową, przy tej samej mocy znamionowej, tym jej gabaryt jest mniejszy. W mniejszym gabarycie straty mocy także są mniejsze, gdyż gęstość strat mocy jest w przybliżeniu taka sama, zatem w mniejszej objętości jest mniej strat mocy. Porównując sprawność dwóch maszyn tego samego typu i identycznej mocy znamionowej, przy czym prędkość znamionowa maszyny pierwszej  $N_N^I$  jest większa od prędkości znamionowej maszyny drugiej  $N_N^{II}$ , widać, że sprawności  $\eta$  tych maszyn będą różne. Można to zapisać następująco, jeśli

$$P_N^I = P_N^{II}$$

lecz  $n_N^I > n_N^{II}$ , to  $\eta^I > \eta^{II}$  (12)

Cena maszyny zależy od gabarytu. Maszyna elektryczna na mniejszą prędkość znamionową jest droższa, a jej sprawność przetwarzania energii jest mniejsza.

Projektując na przykład prądnice do elektrowni wiatrowej, stosuje się przekładnię mechaniczną podwyższającą prędkość obrotową prądnicy w stosunku do prędkości turbiny wiatrowej. Dzieje się tak dlatego, że turbina wiatrowa pracuje przy małej prędkości obrotowej (około 26 obr./min). Prądnica zaprojektowana na tę prędkość obrotową miałaby duży gabaryt. Straty mocy w prądnicach wydzielają się w żelazie i w uzwojeniach, duża masa żelaza i duża masa uzwojeń oznacza, że straty mocy są duże i sprawność elektrowni wiatrowej jest mniejsza w stosunku do elektrowni z prądnicami o tej samej mocy, lecz wyższej prędkości obrotowej. Gabaryt całego napędu o określonych parametrach ( $P_N$ ,  $n_N$ ), złożonego z prądnicy i przekładni mechanicznej, jest znacznie mniejszy od gabarytu samej prądnicy zaprojektowanej na identyczne parametry, lecz bez przekładni mechanicznej.

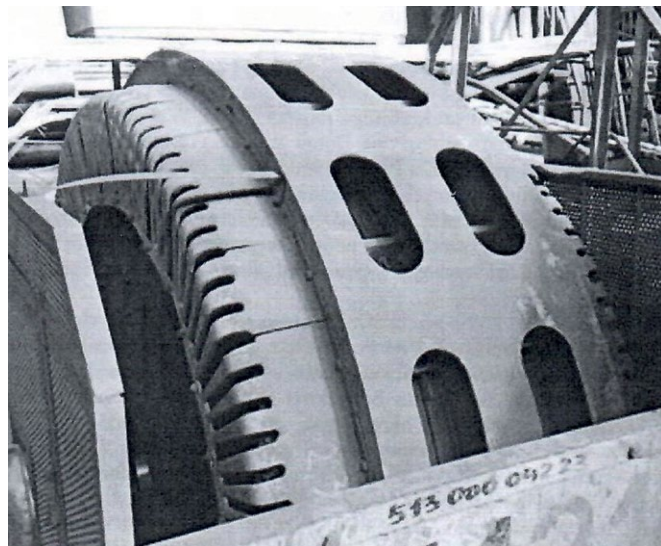
Zależność (10) jest uproszczona, nie uwzględnia się chłodzenia maszyny (odprowadzenia ciepła). Projektując serię maszyn o mocy znamionowej na przykład od 0,21 kW do 1000 kW [7] i o różnych prędkościach obrotowych, na przykład od 750 obr./min do 3000 obr./min, należy przeprowadzić także obliczenia cieplne. Odprowadzanie ciepła zależy od powierzchni zewnętrznej, która jest proporcjonalna do  $(V^{2/3})$ , i od warunków chłodzenia. Straty energii rosną wraz z mocą  $P_N$ , a stosunek objętości  $V$  do mocy  $P_N$  wraz ze wzrostem mocy  $P_N$  zmniejsza się. Powierzchnia chłodzenia zmniejsza się i zmniejsza się możliwość odprowadzenia ciepła do otoczenia. Temperatura ustalona uzwojenia jest determinowana klasą izolacji i jest niezależna od objętości maszyny.

Projektowanie maszyny wymaga zatem złożonych obliczeń elektromagnetycznych, cieplnych i wentylacyjnych, a czasem także wytrzymałościowych.

### 3. Sprawność energetyczna silnika niskoobrotowego

Sprawność maszyny elektrycznej niskoobrotowej zilustrujemy na przykładzie silnika synchronicznego o parametrach znamionowych  $P_N = 630$  kW,  $U_N = 6$  kV,  $I_N = 84$  A,  $f_N = 50$  Hz,  $n_N = 187,5$  obr./min,  $\cos\varphi_N = 0,8$ ,  $T_N = 32,1$  kN·m i liczbie

par biegunów  $p = \frac{60 \cdot f_N}{n_N} = \frac{60 \cdot 50}{187,5} = 16$ . Parametry znamionowe



Rys. 1. Silnik synchroniczny: 630 kW, 6 kV, 187,5 obr./min na stanowisku pracy

wzbudzenia DC:  $U_{fN} = 40$  V,  $I_{fN} = 820$  A. Moment znamionowy silnika determinuje jego gabaryt i masę. W gabarycie silnika rozprasza się energia strat zamieniana na ciepło. Jeśli w zakładzie pracuje kilkanaście silników synchronicznych, to każdy z nich generuje do sieci moc bierną indukcyjną (obciąża sieć jak kondensator), co powoduje wzrost napięcia sieci do 6300 V, a czasem i więcej. Wyższe napięcie to i większe straty mocy w silnikach. Silnik napędza maszynę roboczą. Zarejestrowane parametry pracy silnika w stanie ustalonym:  $U = 6307$  V,  $I = 39,6$  A,  $P_1 = 413,1$  kW,  $\cos\varphi = 0,955$ ,  $f = 50$  Hz,  $n = 187,5$  obr./min,  $T = 16,9$  kN·m,  $U_f = 28,8$  V,  $I_f = 624$  A.

Porównując parametry znamionowe silnika z parametrami pracy, widać, że silnik jest przewymiarowany o 50%. Obliczymy sprawność silnika znamionową i sprawność w warunkach pracy.

W znamionowych warunkach pracy silnik pobiera z sieci elektroenergetycznej moc

$$P_{1N} = \sqrt{3}U_N I_N \cos\varphi_N = \sqrt{3} \cdot 6 \cdot 84 \cdot 0,8 = 698 \text{ kW}$$

Moc mechaniczna na wale silnika wyliczona z momentu znamionowego

$$P_N = T_N \frac{\pi n_N}{30} = 32,1 \cdot \frac{\pi \cdot 187,5}{30} = 630 \text{ kW}$$

Ta wartość mocy jest podana na tabliczce znamionowej. Straty mocy w znamionowych warunkach pracy

$$\Delta P_N = P_{1N} - P_{mN} + U_{fN} I_{fN} = 698 - 630 + 40 \cdot 820 \cdot 10^{-3} = 101 \text{ kW}$$

Sprawność znamionowa silnika

$$\eta_N = \frac{P_N}{P_N + \Delta P_N} 100 = \frac{630}{630 + 101} 100 = 86\%$$

Im gabaryt maszyny jest większy, tym straty mocy są większe i sprawność jest mniejsza. Moc pobierana z sieci elektroenergetycznej



$$P_1 = \sqrt{3}U_1 I_1 \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 6,307 \cdot 39,6 \cdot 0,955 = 413,1 \text{ kW}$$

Moc mechaniczna na wale silnika wyliczona z momentu obciążenia

$$P_m = T \frac{\pi n_N}{30} = 16,9 \cdot \frac{\pi \cdot 187,5}{30} = 331,66 \text{ kW}$$

Straty mocy w uzwojeniu wzbudzenia w warunkach pracy są mniejsze od znamionowych

$$\Delta P_f = U_f I_f = 28,8 \cdot 624 \cdot 10^{-3} = 18 \text{ kW}$$

Sprawność silnika w warunkach pracy

$$\eta = \frac{P_m}{P_1 + \Delta P_f} 100 = \frac{331,66}{413,1 + 18} 100 = 77\%$$

Silnik jest niskoobrotowy i ma duży gabaryt, pracuje przy obciążeniu 2/3 mocy znamionowej, napięcie sieci jest podwyższone – w sumie wszystko to powoduje, że straty mocy w silniku są duże, a sprawność jest niska.

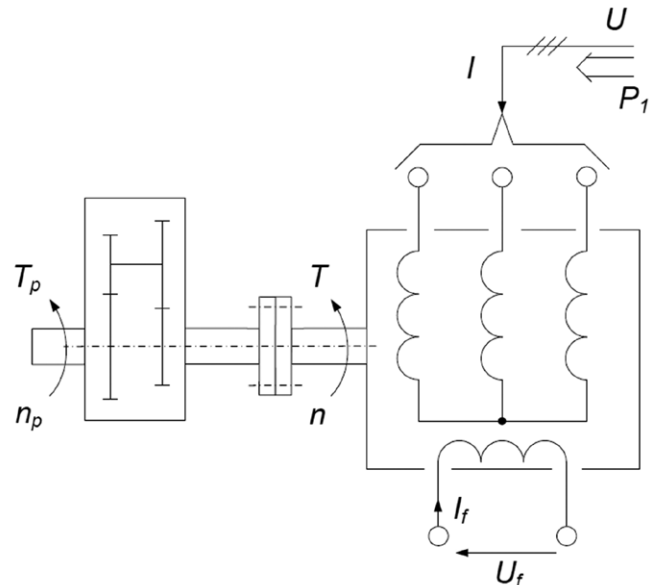
#### 4. Sprawność energetyczna układu napędowego złożonego z silnika synchronicznego i przekładni mechanicznej

Układ napędowy maszyny roboczej można rozwiązać, stosując silnik synchroniczny o liczbie par biegunów  $p = 2$  i przekładnię mechaniczną zębatą o przełożeniu  $i = 8$ . Ponadto silnik może być o mniejszej mocy znamionowej:  $P_N = 500 \text{ kW}$ ,  $U_N = 6 \text{ kV}$ ,  $I_N = 55 \text{ A}$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ,  $n_N = 1500 \text{ obr./min}$ ,  $\cos\varphi_N = 0,90$ ,  $T_N = 3185 \text{ N}\cdot\text{m}$ . Parametry znamionowe wzbudzenia DC:  $U_{fN} = 40 \text{ V}$ ,  $I_{fN} = 96 \text{ A}$ . Parametry pracy silnika w stanie ustalonym:  $U = 6300 \text{ V}$ ,  $I = 39,6 \text{ A}$ ,  $P_1 = 413,1 \text{ kW}$ ,  $\cos\varphi = 0,95$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $n = 1500 \text{ obr./min}$ ,  $T = 2130 \text{ N}\cdot\text{m}$ ,  $U_f = 28,8 \text{ V}$ ,  $I_{fN} = 69 \text{ A}$ .

Sprawność znamionowa silnika plus sprawność przekładni w warunkach znamionowych.

W znamionowych warunkach pracy silnik pobiera z sieci elektroenergetycznej moc

$$P_{1N} = \sqrt{3}U_N I_N \cos\varphi_N = \sqrt{3} \cdot 6 \cdot 55 \cdot 0,9 = 514,4 \text{ kW}$$



Rys. 2. Ilustracja układu napędowego silnik plus przekładnia mechaniczna

Moc mechaniczna na wale silnika wyliczona z momentu znamionowego

$$P_N = T_N \frac{\pi n_N}{30} = 3185 \cdot \frac{\pi \cdot 1500}{30} = 500 \text{ kW}$$

Moc  $P_N = 500 \text{ kW}$  jest podana na tabliczce znamionowej. Straty mocy w znamionowych warunkach pracy

$$\Delta P_N = P_{1N} - P_N + U_{fN} I_{fN} = 514,4 - 500 + 40 \cdot 96 \cdot 10^{-3} = 18,26 \text{ kW}$$

Sprawność znamionowa silnika

$$\eta_N = \frac{P_N}{P_N + \Delta P_N} 100 = \frac{500}{500 + 18,26} 100 = 96,5\%$$

Obliczenie strat mocy i sprawności dla warunków pracy silnika. Moc pobierana z sieci elektroenergetycznej

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

$$P_1 = \sqrt{3}U_1 I_1 \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 35 \cdot 0,95 = 345,5 \text{ kW}$$

Moc mechaniczna na wale silnika wyliczona z momentu

$$P_m = T \frac{\pi n_N}{30} = 2,13 \cdot \frac{\pi \cdot 1500}{30} = 334,4 \text{ kW}$$

Straty mocy w uzwojeniu wzbudzenia w warunkach pracy są mniejsze

$$\Delta P_f = U_f I_f = 28,8 \cdot 69 \cdot 10^{-3} = 1,99 \text{ kW}$$

Sprawność silnika w warunkach pracy

$$\eta_s = \frac{P_m}{P_1 + \Delta P_f} 100 = \frac{334,4}{345,5 + 1,99} 100 = 96,2\%$$

Sprawność układu napędowego przy sprawności przekładni  $\eta_p = 97\%$ , jest to dolna granica sprawności przekładni

$$\eta = \frac{\eta_s \eta_p}{100 \cdot 100} \cdot 100 = 0,965 \cdot 0,97 \cdot 100 = 93,3\%$$

Silnik o liczbie par biegunów  $p = 2$  plus przekładnia mechaniczna stanowi napęd alternatywny do silnika o liczbie par biegunów  $p = 16$ . Silnik napędza maszynę roboczą poprzez przekładnię mechaniczną o redukcji prędkości obrotowej 1500/187,5 obr./min. Sprawność układu napędowego jest o 16% większa od sprawności samego silnika niskobrotowego.

### 5. Sprawność energetyczna układu napędowego złożonego z silnika indukcyjnego klatkowego i przekładni mechanicznej

Taki sam układ napędowy można zestawić z silnika indukcyjnego katalogowego i przekładni mechanicznej o przełożeniu  $i = 8$ . Parametry znamionowe silnika indukcyjnego:  $P_N = 500 \text{ kW}$ ,  $U_N = 6 \text{ kV}$ ,  $I_N = 60 \text{ A}$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ,  $n_N = 1489 \text{ obr./min}$ ,  $\cos\varphi_N = 0,83$ ,  $T_N = 3207 \text{ N} \cdot \text{m}$ , sprawność  $\eta_N = 96,5\%$ . Silnik napędza maszynę roboczą i pracuje w stanie ustalonym przy parametrach:  $U = 6000 \text{ V}$ ,  $I = 48 \text{ A}$ ,  $P_1 = 400 \text{ kW}$ ,  $\cos\varphi = 0,95$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $\cos\varphi_N = 0,82$ ,  $n = 1491 \text{ obr./min}$ ,  $T = 2446 \text{ N} \cdot \text{m}$ . Jest to silnik katalogowy produkowany przez Zakład Maszyn Elektrycznych EMIT SA w Żychlinie. Zakład EMIT należy do Cantoni Group.

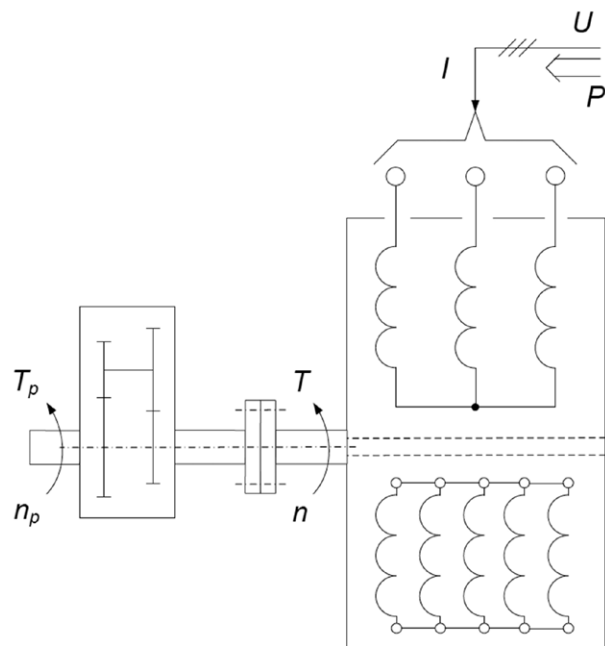
W znamionowych warunkach pracy silnik pobiera z sieci elektroenergetycznej moc

$$P_{1N} = \sqrt{3}U_N I_N \cos\varphi_N = \sqrt{3} \cdot 6 \cdot 60 \cdot 0,83 = 517,5 \text{ kW}$$

Moc mechaniczna na wale silnika wyliczona z momentu znamionowego

$$P_N = T_N \frac{\pi n_N}{30} = 3207 \cdot \frac{\pi \cdot 1489}{30} = 500 \text{ kW}$$

Moc  $P_N = 500 \text{ kW}$  jest podana na tabliczce znamionowej. Straty mocy w znamionowych warunkach pracy



**Rys. 3.** Ilustracja układu napędowego z silnikiem indukcyjnym klatkowym

$$\Delta P_N = P_{1N} - P_{mN} = 517,5 - 499,8 = 17,7 \text{ kW}$$

Sprawność znamionowa silnika

$$\eta_N = \frac{P_N}{P_N + \Delta P_N} 100 = \frac{500}{500 + 17,7} 100 = 96,5\%$$

Silnik indukcyjny pobiera z sieci elektroenergetycznej, oprócz mocy czynnej, moc bierną indukcyjną. Sprzyja to obniżeniu napięcia sieci. Dlatego w warunkach pracy uwzględniamy napięcie sieci 6000 V.

Straty mocy i sprawności dla warunków pracy silnika. Moc pobierana z sieci elektroenergetycznej

$$P_1 = \sqrt{3}U_1 I_1 \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 6 \cdot 48 \cdot 0,80 = 399 \text{ kW}$$

Moc mechaniczna na wale silnika wyliczona z momentu obciążenia

$$P_m = T \frac{\pi n_N}{30} = 2446 \cdot \frac{\pi \cdot 1491}{30} \cdot 10^{-3} = 381,7 \text{ kW}$$

Sprawność silnika w warunkach pracy

$$\eta_s = \frac{P_m}{P_1} 100 = \frac{381,7}{399} 100 = 95,7\%$$

Sprawność układu napędowego przy sprawności przekładni  $\eta_p = 97\%$

$$\eta = \frac{\eta_s \eta_p}{100 \cdot 100} \cdot 100 = 0,957 \cdot 0,97 \cdot 100 = 92,8\%$$

Sprawność energetyczna silnika indukcyjnego plus przekładnia mechaniczna jest równa 92,8% i jest tylko o 0,5% mniejsza od sprawności silnika synchronicznego plus przekładnia mechaniczna. Silnik indukcyjny jest znacznie łatwiejszy w obsłudze w czasie eksploatacji niż silnik synchroniczny, np. przy rozruchu i przy zaburzeniach napięcia w sieci [3, 4, 5].

### Podsumowanie

Moment znamionowy maszyny elektrycznej determinuje jej gabaryt. Maszyny wolnoobrotowe mają większą objętość i masę od maszyn o tej samej mocy znamionowej, lecz wyższej znamionowej prędkości obrotowej.

Sprawność energetyczna maszyny obciążonej mocą znacznie mniejszą od mocy znamionowej ma także sprawność mniejszą od znamionowej.


Porównano sprawność energetyczną trzech układów napędowych napędzających maszynę roboczą z prędkością obrotową 187,5 obr./min i wykazano, że sprawność silnika synchronicznego o liczbie par biegunów uzwojenia twornika  $p = 16$ , w warunkach pracy, wynosi 77% i jest mniejsza o 16% od sprawności silnika synchronicznego i silnika indukcyjnego o liczbie par biegunów  $p = 2$  plus przekładnie mechaniczne o przełożeniu  $i = 8$ .

Silniki synchroniczny i indukcyjny, o liczbie par biegunów  $p = 2$  plus przekładnie mechaniczne o przełożeniu  $i = 8$ , stanowią napędy alternatywne do silnika synchronicznego niskobrotowego o liczbie par biegunów  $p = 16$ . Silniki synchroniczny i indukcyjny, o liczbie par biegunów  $p = 2$  plus przekładnie mechaniczne, są energooszczędne w stosunku do silnika synchronicznego o liczbie par biegunów  $p = 16$ .

### Literatura

- [1] BERNATT J., GAWRON S., GLINKA T.: *Energooszczędne silniki indukcyjne*. „Napędy i Sterowanie” 2/2019.
- [2] BERNATT J., GAWRON S., GLINKA T.: *Porównanie strat mocy i sprawności silników w różnych wariantach rozwiązania*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 1/2019.

- [3] GLINKA T.: *Model dynamiczny silnika indukcyjnego klatkowego*. „Napędy i Sterowanie” 5/2019.
- [4] GLINKA T.: *Dynamika silnika indukcyjnego i synchronicznego po wyłączeniu i ponownym załączeniu napięcia*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 1/2017.
- [5] GLINKA T.: *Dynamika silnika synchronicznego po wyłączeniu i ponownym załączeniu napięcia*. „Energetyka” 8/2017.
- [6] GLINKA T.: *Maszyny elektryczne i transformatory*. Rozdział 8: *Elektryczne energooszczędne układy napędowe*. Rozdział 9: *Związek między mocą znamionową a gabarytem maszyny elektrycznej i transformatora*. Wydawnictwo WNT, Warszawa 2018.
- [7] OW CZARZY A.: *Nowe wymagania w zakresie minimalnego poziomu sprawności silników asynchronicznych*. „Napędy i Sterowanie” 1/2021.
- [8] YONGMAO XIAO, ZHIGANG JIANG, QUAN GU, WEIYAN, RUPIN WANG: *A novel approach to CNC machining center processing parameters optimization considering energy-saving and low-cost*. „Journal of Manufacturing Systems”, vol. 59, April 2021.
- [9] ABDALLACH FARRAGE, NAOKI UCHIYAMA: *Energy-saving in biaxial feed drive systems using adaptive sliding mode contouring control with a nonlinear sliding surface*. „Mechatronics”, vol. 54, October 2018.
- [10] CHAODONGTAN, ZI-MING FENG, XIAOLEI LIU, JIANHUANG FAN, WEI CUI, RUI SUN, QINGYANG MA: *Review of variable speed drive technology in beam pumping units for energy-saving*. „Energy Reports” 6, October 2020.

 Jakub Bernatt, Tadeusz Glinka, Artur Polak  
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL, Katowice

artykuł recenzowany



## DOSTAWCA KOMPLEKSOWEJ OFERTY ELEMENTÓW I SYSTEMÓW AUTOMATYKI

- Czujniki indukcyjne i pojemnościowe
- Czujniki optyczne
- Liczniki i wskaźniki
- Zasilacze
- Enkodery
- Elektrotechnika przemysłowa
- Systemy alarmowe separatorów



- Realizacja systemów sterowania
- Wsparcie techniczne i dostawy urządzeń
- Prefabrykacja szaf sterowniczych
- Programowanie sterowników i wizualizacji
- Realizacja systemów bezpieczeństwa



[www.impol-1.pl](http://www.impol-1.pl)  
[www.sklep.impol-1.pl](http://www.sklep.impol-1.pl)

IMPOL-1 F.Szafrański Sp.J.  
02-255 WARSZAWA  
ul. Krakowiaków 103

tel. (22) 886 56 02  
fax. (22) 886 56 04

systemy@impol-1.pl

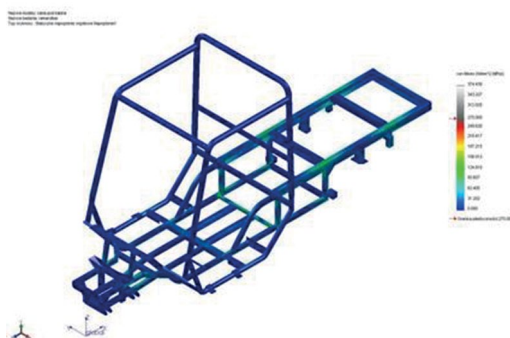
elementy@impol-1.pl

# Nowy pojazd dostawczy N.Truck firmy MELEX – od pomysłu do realizacji

Andrzej Barszcz, Mirosław Chłosta, Marek Szlęzak

## Wstęp

W przedsiębiorstwie MELEX podjęto przedsięwzięcie opracowania dostawczego samochodu BEV. Istotne znaczenie ma tu duże doświadczenie przedsiębiorstwa MELEX w konstrukcji pojazdów elektrycznych rekreacyjnych oraz pojazdów UTV. Założono więc, że w przypadku nowej konstrukcji samochodu elektrycznego o dmc do 3,5 t będzie miał on konstrukcję bazującą na nowoczesnym podejściu do ustrojów nośnych ramowych i ochronnych oraz modułowej budowy pojazdu. Z uwagi na zasadnicze przeznaczenie pojazdu – jako samochodu dostawczego – wysoko zaakcentowano konieczność opracowania rozwiązań o poziomie bezpieczeństwa biernego zwiększonym w stosunku do konstrukcji dotychczas produkowanych.



Rys. 1. Nowoczesne pojazdy elektryczne produkowane w firmie MELEX – seria N.Car

## Zarys techniczny oraz metodologia konstrukcji pojazdu

Głównym założeniem projektu było opracowanie pojazdów spełniających wymagania homologacji w kategorii N1. Stąd przyjęto konieczność szeregu zmian gabarytowych, warunkujących zarówno własności użytkowe, jak i ergonomiczne. Na

**Streszczenie:** Polityka ekologiczna nakłada na poszczególne państwa członkowskie UE wymagania dotyczące bezemisyjnego transportu. W tym zakresie podjęto działania związane z opracowaniem nowego pojazdu dostawczego o dmc do 3,5 t. Pomysł został zrealizowany z wykorzystaniem środków NCBiR – projekt nr POIR.01.02.00-00-0194/16 – w ramach programu sektorowego INNOMOTO. Realizacja projektu wymagała zaprojektowania od podstaw nowego pojazdu firmy MELEX. W niniejszym artykule przedstawiono wybrane zagadnienia związane z nową konstrukcją.

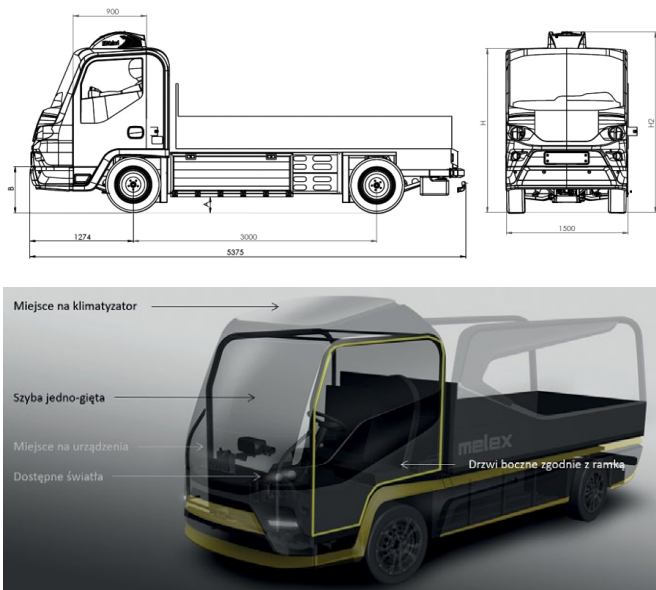
**Słowa kluczowe:** pojazd elektryczny, konstrukcje modułowe, bezpieczeństwo bierne, obliczenia wytrzymałościowe, elektryczny układ napędowy

**Abstract:** Environmental policy imposes on individual EU Member States requirements for emission-free transport. In this regard, measures were taken to develop a new delivery vehicle with a DMC up to 3.5. The idea was implemented with the use of NCBiR funds – project no. POIR.01.02.00-00-0194/16 – under the INNOMOTO sector program. The implementation of the project required designing a new MELEX vehicle from scratch. This article presents selected issues related to the new structure.

**Keywords:** electric vehicle, modular structures, passive safety, strength calculations, electric drive system

drodze kolejnych modyfikacji założeń przyjęto projekt pojazdu przedstawiony na rysunku 2.

Nowy pojazd oparto o modułową budowę zespołów głównych (konstrukcja nośna, konstrukcja kabiny, zawieszenie), która umożliwia dostosowanie do oczekiwań Klienta. Założono przy tym eksploatację w ruchu drogowym, jak również w przemyśle, co wymagało zróżnicowanego podejścia do odmiennych zagadnień bezpieczeństwa. W ramach projektu nawiązano współpracę pomiędzy firmą MELEX, Politechniką Warszawską oraz Siecią Badawczą Łukasiewicz – Instytutem Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego. Przyjęto metodologię polegającą na powiązaniu symulacji komputerowych (modelowanie 3D) w zakresie zespołów głównych z badaniami modeli rzeczywistych. Umożliwiło to wprowadzanie kluczowych zmian na etapie modeli komputerowych, a więc ograniczenie kosztów prac konstrukcyjnych.

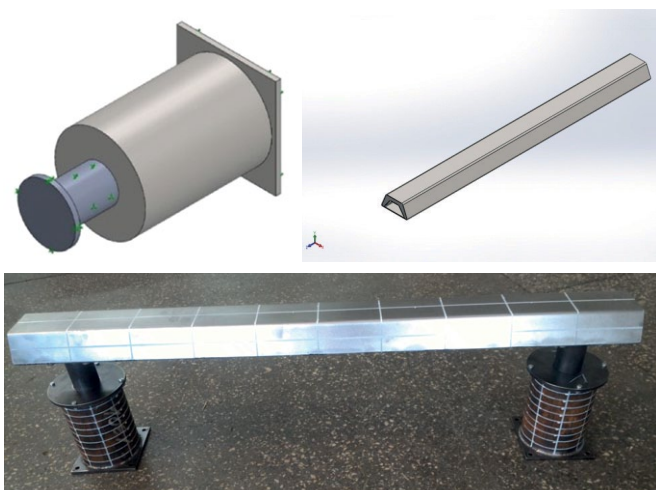


Rys. 2. Zarys wyjściowy oraz wstępna wizualizacja nowego pojazdu N.Truck – rysunek MELEX

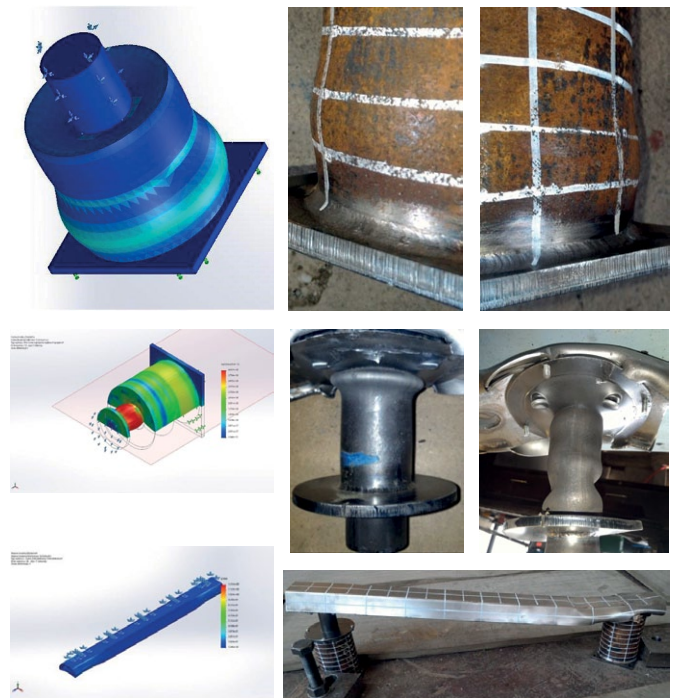
### Konstrukcja pochłaniająca energię

Uzyskane doświadczenia Łukasiewicz – IMBiGS w zakresie konstrukcji chroniących operatorów wykorzystano podczas opracowania stref energochłonnych dla pojazdu N.Truck. Opracowano konstrukcję ochronną obejmującą zderzak ze specjalnymi absorberami energii. Wzorem były rozwiązania stosowane w samochodach *pick-up*. W odróżnieniu od klasycznych zespołów ochronnych (jednorazowe) głównym zadaniem było zapewnienie wielokrotnego działania w zakresie małych obciążeń. Cel osiągnięto poprzez zastosowanie przekładek elastomerycznych współpracujących z ruchomym względem elementu zewnętrznego rdzeniem o specjalnym ukształtowaniu.

Opracowana konstrukcja została poddana symulacjom komputerowym, a następnie badaniom udarowym z energią oszacowaną z uwzględnieniem masy i prędkości pojazdu dla określonych scenariuszy zdarzeń. Badania potwierdziły spełnienie założeń oraz zgodność z wynikami symulacji



Rys. 3. Zespół ochronny opracowany w Łukasiewicz – IMBiGS



Rys. 4. Porównanie wyników symulacji i badań konstrukcji chroniącej

komputerowych. W pierwszej fazie (obciążenia małe) występowało odkształcanie elastomerów. W drugiej fazie następował proces deformacji zespołów metalowych przy niszczeniu elastomerów. Na rysunku poniżej przedstawiono porównanie wyników symulacji komputerowych oraz badań modelu testowego.

W wyniku analiz stwierdzono poprawną pracę belki zderzaka oraz zbyt wysoką wytrzymałość absorberów. Przeprowadzono zmiany konstrukcyjne zespołów metalowych. Po wykonaniu modyfikacji absorberów zostały ponownie przeprowadzone badania udarowe.

Modyfikacja rdzenia pozwoliła na kontrolowaną osiową deformację. Całkowita deformacja po uderzeniu wyniosła 68 mm. W wyniku modyfikacji elementu zewnętrznego uzyskano deformację zbliżoną do odkształceń typowych dla

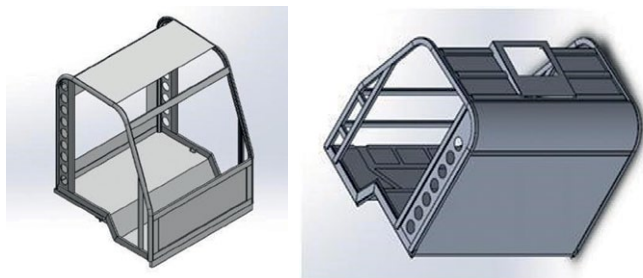


Rys. 5. Elementy absorbera po modyfikacji przed wykonaniem badań oraz po ich przeprowadzeniu

absorberów stosowanych w „automotive”. Kilkukrotne badania pozwoliły na wyciągnięcie wniosku, że deformacje mają charakter kontrolowany i powtarzalny.

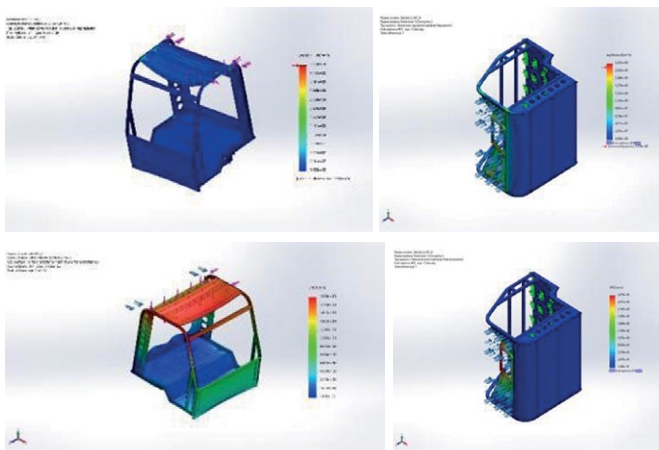
**Modelowanie i badania konstrukcji ochronnych kabin**

Do opracowania konstrukcji typu ROPS-FOPS dla pojazdu N.Truck przyjęto wytyczne określające wytrzymałość kabin maszyn roboczych – wybrano wywrotkę budowlaną. Na bazie tych założeń opracowane zostały modele komputerowe oraz dobrano przekroje profili głównych. Przyjęte do dalszych prac modele kabin zostały przedstawiony na rysunku poniżej.



**Rys. 6.** Modele 3D kabiny stalowej (przemysłowa) oraz aluminiowej lekkiej (drogowa)

Modele 3D kabin zostały poddane symulacjom MES w zakresie obciążeń wynikających z norm. Wartości obliczeniowe sił określono na podstawie masy własnej pojazdu. Wyniki symulacji przedstawiono na poniższych rysunkach.



**Rys. 7.** Wyniki symulacji komputerowych kabiny stalowej oraz aluminiowej, od góry naprężenia, poniżej przemieszczenia

Stwierdzono, że projektowane kabiny spełniają wymagania dotyczące przenoszonych sił oraz pochłoniętej energii. Na podstawie wyników symulacji zostały wykonane modele obiektów do badań stanowiskowych. Dla kabiny przemysłowej wykonano cykl obejmujący badania FOPS oraz ROPS zgodnie z wymaganiami norm:

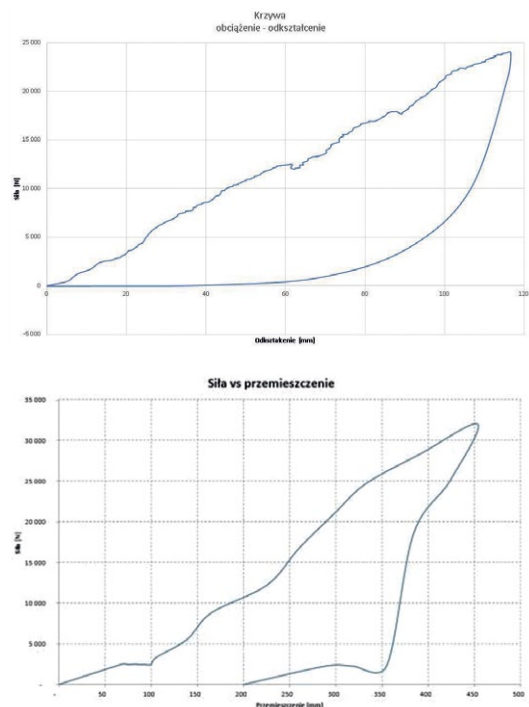
- PN-EN ISO 3449:2009: „Maszyny do robót ziemnych. Konstrukcje chroniące przed spadającymi przedmiotami. Wymagania i badania laboratoryjne”;

- PN-EN ISO 3471:2009: „Maszyny do robót ziemnych. Konstrukcje chroniące przy przewróceniu się maszyny. Badania laboratoryjne i wymagania techniczne”.

Badania kabiny drogowej zostały przeprowadzone analogicznie, za wyjątkiem badania FOPS (niewymagane).



**Rys. 8.** Przebieg badania FOPS i ROPS kabiny stalowej oraz ROPS kabiny aluminiowej

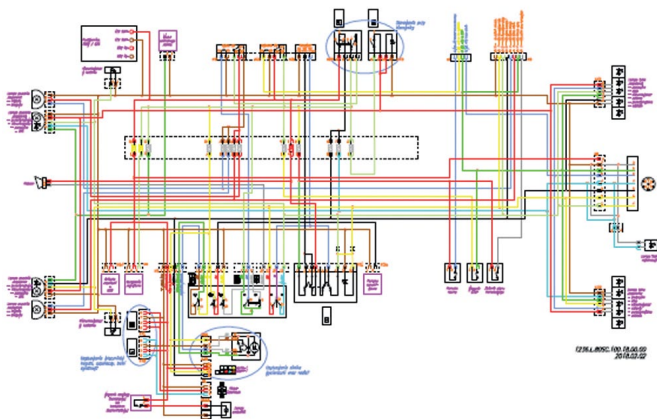


**Rys. 9.** Krzywe zależności siła – ugięcie dla badań obciążenia poprzecznego kabiny stalowej oraz aluminiowej pojazdu N.Truck

Spełniono wymagania dla założonego poziomu sił i zaabsorbowanej przez konstrukcję energii. W żadnej chwili tego badania pionowa symulowana płaszczyzna podłoża (VSGP) nie naruszyła makiety DLV. Wyniki badań potwierdziły rezultaty symulacji wytrzymałościowych MES uzyskane na etapie modelowania komputerowego konstrukcji ochronnych kabin. Kabina stalowa spełnia wszystkie wymagania dotyczące konstrukcji ochronnej ROPS-FOPS. Kabina drogowa spełnia wymagania wytrzymałościowe. Z uwagi na materiał (aluminium) nie może (w świetle normy) zostać uznana za strukturę ROPS.

### Instalacja elektryczna

Realizacja projektu N.Truck wymagała opracowania komponentów elektrycznych z uwzględnieniem ich parametrów mechanicznych, środowiskowych, termicznych, jak również narażenia i emisji elektromagnetycznej. W pierwszym etapie zostały wykonane schematy instalacji elektrycznych dla rodziny pojazdów. Kolejny etap dotyczył modelowania 3D rozmieszczenia komponentów elektrycznych i elektronicznych, co pozwoliło na opracowanie wiązek instalacji elektrycznych dla poszczególnych pojazdów.



Rys. 10. Przykładowy schemat instalacji elektrycznej pojazdu N.Truck

Na bazie dokumentacji wykonano modele instalacji elektrycznych do badań wytrzymałości mechanicznej oraz odporności oddziaływania środowiska. Do przeprowadzenia badań środowiskowych wytypowano kluczowe fragmenty instalacji elektrycznej siłowej, sterowniczej oraz oświetleniowej. Wiązki przewodowe zostały wykonane w firmie MELEX z zastosowaniem przewodów elektrycznych oraz elementów złącznych i skrzynek z modułami wyposażeniowymi.

Badania zostały przeprowadzone na stanowiskach testowych w laboratorium Łukasiewicz – IMBiGS w zakresie wytrzymałości mechanicznej, odporności na oddziaływanie środowisk o podwyższonej zawartości soli (symulacja klimatu morskiego) oraz odporności na zmienne cykle temperaturowe (od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+20^{\circ}\text{C}$ ) z dwudziestokrotnym przejściem.

W wyniku tych badań nie stwierdzono negatywnych śladów oddziaływania środowiska o podwyższonej zawartości soli w zakresie złącz zewnętrznych specjalnych. Nieliczne ślady zanotowano na złączach wewnętrznych.



Badania wiązek w komorze solnej

Badania wiązek w komorze klimatycznej

Badania wytrzymałości mechanicznej

Rys. 11. Badania środowiskowe i mechaniczne wiązek przewodowych instalacji elektrycznej

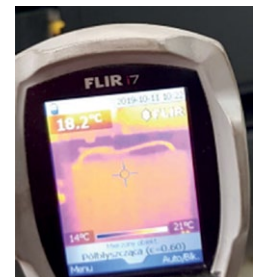
W wyniku badań wytrzymałościowych stwierdzono, że przewody z zakuciami sześciokątnymi przenosiły siłę rozciągającą o wartości 8723,40 N, a z zakuciami typu „oczkowego” o wartości 3461,50 N.

Uzyskane wyniki pozwoliły na dobór uszczelnień oraz wybór rodzaju zakuć przewodów.



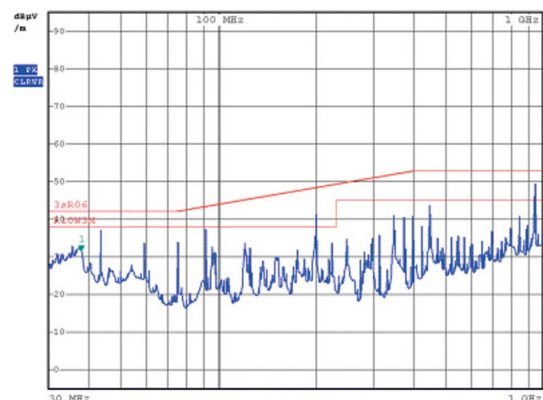
Rys. 12. Wyniki badania wytrzymałościowego złącz

Wykonana z uwzględnieniem wyników badań instalacja została zamontowana w modelu funkcjonalnym pojazdu. Na tym pojeździe dokonano szeregu testów w zakresie rozkładu temperatur kluczowych komponentów – sterownik napędu, silnik, bateria. Pomiar rozkładu temperatur pozwolił na weryfikację kluczowych komponentów instalacji elektrycznej oraz weryfikację prawidłowości połączeń elektrycznych.



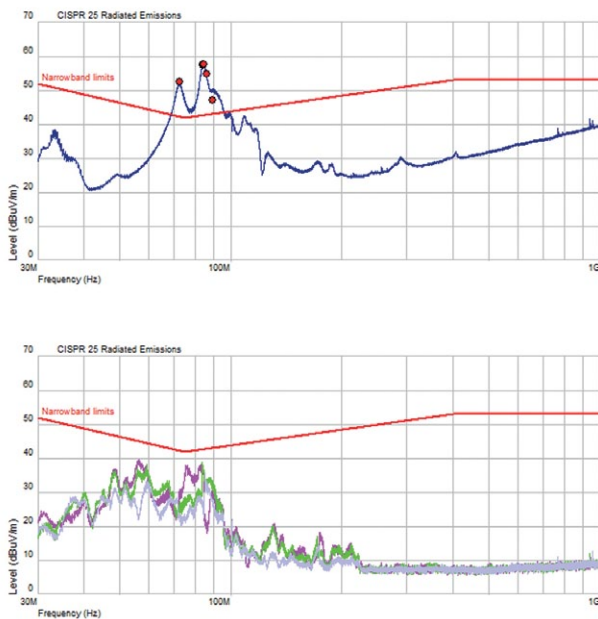
Rys. 13. Pomiar rozkładu temperatury w komorze baterii

W następnym etapie zostały przeprowadzone badania kompatybilności elektromagnetycznej pojazdu i jego komponentów. Przykładowe wyniki badań zostały przedstawione na poniższych rysunkach.



Rys. 14. Badanie emisji komponentów instalacji elektrycznej na pojeździe

Uzyskane wyniki badań komponentów instalacji elektrycznej oświetlenia w komorze wskazały konieczność zastosowania rdzeni ferromagnetycznych na paśmie 70–90 MHz.



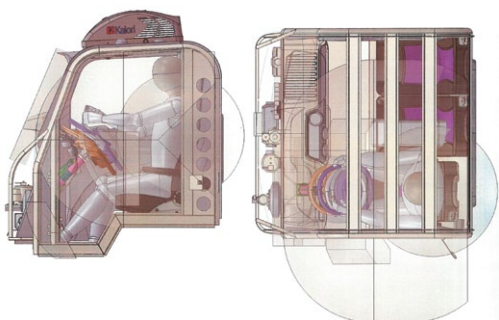
**Rys. 15.** Wynik pomiaru emisji komponentów instalacji oświetlenia przed oraz po zastosowaniu rdzeni ferrytowych

Przeprowadzony szereg badań komponentów elektrycznych, jak również instalacji elektrycznych pozwolił na wypracowanie rozwiązań docelowych dla serii przedprodukcyjnej pojazdów.

**Ergonomia wnętrza**

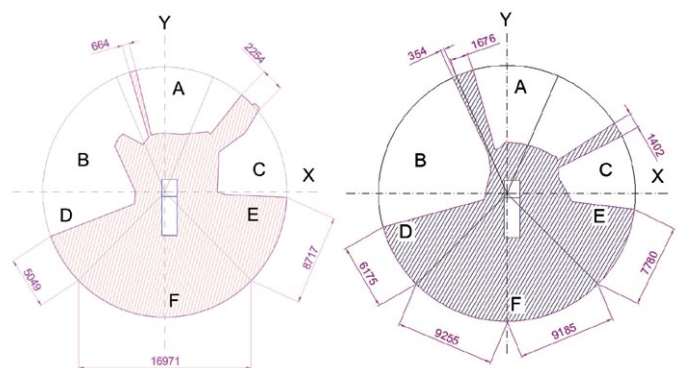
Miejsce pracy kierowcy zaprojektowano z wykorzystaniem modelowania 3D przy użyciu manekina zgodnego z wymaganiami ergonomicznymi. Model komputerowy uwzględniał strefy wygody oraz zasięgu powiązane z fotelem kierowcy (SIP). Modelowaniu poddano przestrzeń roboczą oraz główne zespoły sterowania pojazdem. Pod uwagę przyjęto dwu- i trzyosobową wersję wykonania kabiny. Wyniki symulacji uwzględniono w wykonaniu funkcjonalnego modelu pojazdu.

**Rys. 16.** Modelowanie ergonomiczne kabiny



**Rys. 17.** Widok wnętrza kabiny nowego pojazdu N.Truck firmy MELEX

Model funkcjonalny kabiny pojazdu został poddany weryfikacyjnym badaniom ergonomicznym. Badania wykazały, że główne zespoły sterownicze zostały usytuowane zgodnie z modelami komputerowymi w strefach wygody. Ponadto określono widoczność z miejsca kierowcy z wykorzystaniem manekina badawczego oraz teodolitu. Długości sektorów zasłonięcia widoczności obliczono metodą komputerową, podaną w normie ISO 5006: 2017 p.9.2, alternatywną do badania za pomocą wielopunktowego źródła światła. Uzyskane rezultaty przedstawiono na poniższym rysunku.



**Rys. 18.** Widoczność z miejsca kierowcy dla kabiny dwuosobowej oraz trzyosobowej



Z uwagi na znaczne ograniczenie widoczności bezpośredniej do tyłu pojazdu (tylna ściana bez przeszklenia) została zastosowana kamera wspomagająca, przekazująca obraz za pojazdem na wyświetlacz umieszczony na pulpicie operatora. Widok został przedstawiony na rysunku poniżej.



Rys. 19. Widoczność z miejsca kierowcy pojazdu N.Truck - obrazowanie na wyświetlaczu

### Badania hałasu - model pojazdu

Badania hałasu przeprowadzono na terenie Łukasiewicz – IMBiGS w Warszawie, w warunkach jazdy po torze testowym o nawierzchni asfaltowej. Pomiary przeprowadzono w zakresie hałasu oddziałującego na operatora podczas jazdy z prędkościami ustalonymi oraz symulacji ruchu miejskiego. Wyniki pomiarów zostały przedstawione w tablicy poniżej.

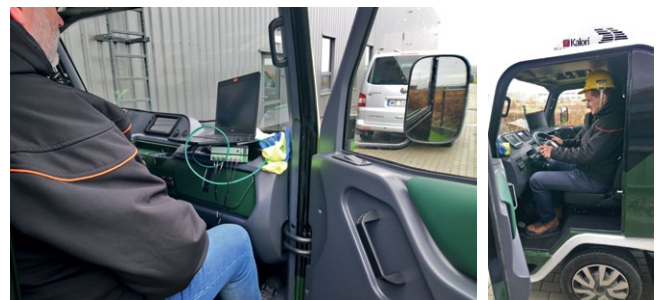
Tabela 1. Wyniki pomiarów hałasu działającego na operatora - model I

Lp.	LA <sub>eq</sub>	LA <sub>max</sub>	Lc <sub>peak</sub>	Uwagi
1	64,8	76,4	111,4	Jazda z prędkością ustaloną 10 km/h
	64,3	77,1	113,8	
	64,5	73,2	111,8	
2	70,3	78,2	112,2	Jazda z prędkością ustaloną 20 km/h z przerwami
	72,1	81,8	116,2	Jazda z prędkością ustaloną 20 km/h
	72,1	81,5	117,4	
3	75,1	85,3	118,8	Jazda w trybie miejskim z prędkościami od 0 do 45 km/h
	75,1	81,9	116,6	

Analiza wyników pozwoliła na wprowadzenie zmian dotyczących izolacji akustycznych w pojeździe prototypowym.

### Badania wibroakustyczne - prototyp pojazdu

Badania wykonano w celu określenia parametrów wibroakustycznych pojazdu podczas jazdy po przewidywanych nawierzchniach eksploatacyjnych. Testy wykonano na obszarze przylegającym do siedziby firmy MELEX w Mielcu, przy ulicy Inwestorów 25. Zakres badań akustycznych i drgań pojazdu obejmował badania emisji hałasu występującego na stanowisku operatora oraz drgań mechanicznych oddziałujących na operatora. Badania przeprowadzono podczas różnych trybów jazdy, stopniując prędkość jazdy i prędkość obrotów wentylatora kabiny.



Rys. 20. Pojazd na torze badawczym asfaltowym

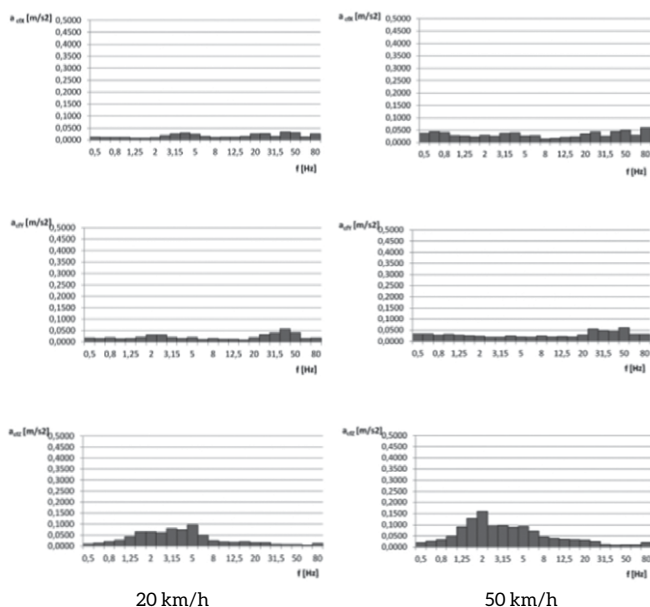
Tabela 2. Wyniki pomiarów parametrów hałasu działającego na operatora - model II

Tryb jazdy	10 km/h bieg I wentylator 0	10 km/h bieg I wentylator 1	10 km/h bieg I wentylator 2	10 km/h bieg I wentylator 3
LA <sub>eq</sub> [dB(A)]	42,5	60,9	66,1	68,8*
Tryb jazdy	20 km/h bieg I wentylator 0	20 km/h bieg I wentylator 1	20 km/h bieg I wentylator 2	20 km/h bieg I wentylator 3
LA <sub>eq</sub> [dB(A)]	58,2	62,7	66,3	69,3*
Tryb jazdy	20 km/h bieg II wentylator 0	30 km/h bieg I wentylator 0	50 km/h bieg I wentylator 0	miejska bieg I wentylator 0
LA <sub>eq</sub> [dB(A)]	57,7	64,8	68,2	66,3
Tryb jazdy	miejska bieg I wentylator 3	wyboje bieg I wentylator 0	10 km/h DMC bieg I wentylator 0	20 km/h DMC bieg I wentylator 0
LA <sub>eq</sub> [dB(A)]	71,0*	64,1	56,7	64,6

Wyniki badań akustycznych prototypu pojazdu potwierdziły, że wykonane zmiany dotyczące wygłuszeń były skuteczne. Wartości hałasu oznaczone \* podwyższone zostały przez pracujący na pełnej prędkości wentylator nadmuchu.

### Badanie drgań działających na całe ciało operatora

Pomiary drgań ogólnych działających na kierowcę wykonano podczas jazdy po gładkiej asfaltowej nawierzchni. Wyniki przedstawiono w postaci graficznej na rysunku poniżej.



Rys. 21. Tercjowa analiza skutecznej wartości przyspieszenia drgań ogólnych działających na operatora – tryb jazdy 20 km/h oraz 50 km/h

Badania drgań wykazały skuteczne ich pochłanianie przez zespoły zawieszenia oraz zastosowane indywidualne fotele.

### Wnioski

1. Uzyskane za pomocą metod obliczeniowych (MES) zrealizowanych dla modeli 3D konstrukcji chroniących operatora wyniki symulacji wykazały wysoką zgodność z wynikami badań modeli rzeczywistych dla tych konstrukcji ochronnych. Odształcenia podzespołów konstrukcji ochronnych kabin oraz absorberów energii uderzenia są zgodne z przyjętymi założeniami. Realizacja projektu zgodnie z obraną metodologią potwierdziła słuszność koncepcji przeniesienia głównego ciężaru prac projektowych na metody CAD-CAM.
2. Możliwa jest optymalizacja opracowywanych zespołów – poprzez obliczenia i badania modeli testowych z uwzględnieniem właściwości materiałów konstrukcyjnych – pozwalająca przy zachowaniu najbardziej korzystnego mechanizmu zniszczenia konstrukcji na uzyskanie jej najmniejszej masy własnej.
3. Kabina stalowa spełnia wszystkie wymagania dotyczące konstrukcji ochronnej ROPS-FOPS i może zostać w pełni uznana za taką strukturę ochronną. Przedstawiona do badań kabina z pozytywnym wynikiem przeszła badania w zakresie FOPS poziom I, natomiast dla badania FOPS poziom II stwierdzono nadmierne przemieszczenie konstrukcji (przy zachowaniu integralności), które doprowadziło do naruszenia przestrzeni DLV. Zaznaczyć tu jednak należy, że pojazdy tego rodzaju nie muszą przejść z wynikiem pozytywnym badania FOPS poziom II.

4. Badania pozwoliły na potwierdzenie, że kabina lekka drogowa spełnia wysokie wymagania dotyczące zagadnień wytrzymałościowych zgodnie z metodyką badania ROPS. Jednak z uwagi na zastosowany materiał – aluminium – nie może w świetle postanowień normy PN-EN ISO 3471 zostać uznana za strukturę ochronną tego rodzaju.

Zaplanowany cykl prac badawczych – obejmujący modelowanie komputerowe 3D konstrukcji pojazdu, wykonanie szerokich symulacji komputerowych w zakresie MES oraz własności ergonomicznych, a następnie badania obiektów modelowych i badania prototypów pojazdów – pozwoli na wykonanie aktualnej analizy rynkowej oraz realizacji produktu końcowego spełniającego przyjęte założenia. Szerokie analizy oraz modyfikacje konstrukcyjne na etapie modelowania komputerowego zespołów pozwoliły na ograniczenie kosztów realizacji projektu.

### Literatura

- [1] Dyrektywy UE: 96/27/EC; 98/79/EC.
- [2] Normy i Regulaminy ECE:
  - ECE R 32 (Uderzenie w tył nadwozia);
  - ECE R 95 (Uderzenie boczne);
  - ECE R 94.01 (Uderzenie czołowe z 40% przekryciem);
  - ECE R 33 (Uderzenie czołowe w sztywną barierę);
  - ECE R 42 (Zderzaki);
  - FMVSS 216 (USA) (Odształcenie dachu);
  - FMVSS 311 (USA) (Uderzenie masą w tył nadwozia);
  - PN-EN ISO 3449:2009 „Maszyny do robót ziemnych. Konstrukcje chroniące przed spadającymi przedmiotami. Wymagania i badania laboratoryjne”;
  - PN-EN ISO 3471:2009 „Maszyny do robót ziemnych. Konstrukcje chroniące przy przewróceniu się maszyny. Badania laboratoryjne i wymagania techniczne”.
- [3] KOPCZYŃSKI A., RUSIŃSKI E.: *Bezpieczeństwo bierne. Pochłanianie energii przez profile cienkościenne*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
- [4] Materiały opracowane w ramach projektów celowych CI – NOT (projekty w ramach współpracy z firmą MELEX).
- [5] [web.iitd.ac.in/.../7](http://web.iitd.ac.in/.../7) – Design of vehicle structures for crash energy management.
- [6] RAMESH KOORA, RAMAVATH SUMAN, SYED AZAM PASHA QUADRI: *Design Optimization of Crush Beams of SUV Chassis for Crashworthiness*. IJSR 2016 Vol. 5 issue 2.
- [7] HESHAM KAMEL IBRAHIM: *Design Optimization of Vehicle Structures for Crashworthiness Improvement*. Concordia University Montreal, Quebec, Canada 2009.
- [8] AHMED ABD EL-RAHMAN KHATTAB: *Investigation of an adaptable crash energy management system to enhance vehicle crashworthiness*. Concordia University Montreal, Quebec, Canada 2010.
- [9] Materiały producentów pojazdów i samochodów.

Andrzej Barszcz – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego  
e-mail: andrzej.barszcz@imbigs.lukasiewicz.gov.pl;  
Mirosław Chłosta – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego  
e-mail: miroslaw.chlosta@imbigs.lukasiewicz.gov.pl;  
Marek Szlęzak – MELEX Sp. z o.o., e-mail: marek.szlezak@melex.com.pl

# **napędy** miesięcznik **i sterowanie** naukowo- -techniczny

napędy • automatyka przemysłowa • energoelektronika • aparatura kontrolno-pomiarowa  
mechatronika • systemy zasilające • układy zabezpieczeń • hydraulika • pneumatyka  
robotyka • systemy transportowe • utrzymanie ruchu



## **Pomożemy Ci:**

- promować Twoją firmę
- informować o produktach i nowościach w Twojej ofercie
- dotrzeć do potencjalnych klientów

**[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)**

# Analiza możliwości rekuperacji elektrycznego pojazdu komunikacji miejskiej

Marcin Biernacki, Przemysław Majewski

## 1. Wstęp

Już w pierwszej połowie XIX wieku pojawiły się na drogach pierwsze pojazdy elektryczne. Mimo iż parametry techniczne ówczesnych źródeł zasilania znacznie ograniczały możliwości przemieszczania się tego rodzaju środków transportu, to panowało przekonanie, że to właśnie ten rodzaj napędu już wkrótce będzie dominował. Przyspieszenie rozwoju pojazdów elektrycznych nastąpiło wraz z wynalezieniem przez Francuza Gastona Planté w roku 1859 akumulatora kwasowo-olowowego. Skupiano się wówczas na poprawie osiągnięć i poprawie parametrów jezdnych, co już w roku 1899 pozwoliło na przekroczenie pojazdem elektrycznym magicznej wówczas bariery 100 km/godz. Niemniej jednak głównym problemem był niedostateczny zasięg, związany między innymi z pojemnością i masą stosowanych elektrochemicznych źródeł energii. Nie zwracano wówczas szczególnej uwagi na odzyskiwanie energii podczas hamowania pojazdu elektrycznego, a napęd elektryczny w transporcie drogowym stracił na znaczeniu na rzecz napędu silnikiem spalinowym. Dopiero znaczny postęp, jaki dokonał się wraz z pojawieniem się nowych elektrochemicznych źródeł energii elektrycznej (znacznie lżejszych i o dużej pojemności w stosunku do swojej masy), pozwolił na powrót do elektrycznych pojazdów drogowych na dużą skalę, a możliwość odzyskiwania energii jest niejako integralną częścią nowoczesnego elektrycznego układu napędowego nie tylko w pojazdach elektrycznych, ale i w różnego typu napędach wykorzystujących energię elektryczną. Szczególnego znaczenia zwłaszcza w transporcie drogowym w warunkach górskich czy dużych aglomeracjach miejskich nabiera możliwość odzyskiwania energii podczas hamowania – rekuperacja. Oczywiście należy wspomnieć, że istnieją też inne niż elektryczne sposoby odzyskiwania i magazynowania energii, należą do nich również układy mechaniczne, pneumatyczne bądź układy będące ich kombinacją [3, 5].

## 2. Ruch pojazdu

Parametry ruchu pojazdu w dużej mierze uzależnione są od jego obciążenia, które wpływa na wartość:

- siły oporu toczenia;
- siły bezwładności;
- siły tarcia wewnętrznego.

Ponadto istotny wpływ na obciążenie pojazdu może mieć siła oporu powietrza, która w przypadku autobusu już dla stosunkowo niewielkich prędkości nabiera znaczenia. Całkowite obciążenie układu napędowego jest sumą wyżej wymienionych sił. Określenie wartości poszczególnych (ww.) sił pozwoliło na wyznaczenie zapotrzebowania na moc i moment obrotowy

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono wybrane sposoby odzyskiwania oraz magazynowania energii wytworzonej podczas hamowania pojazdu użytkowanego na potrzeby transportu publicznego na terenach miejskich. Omówiono podstawowe fazy pracy elektromechanicznego układu napędowego autobusu poruszającego się jedną z wybranych tras komunikacyjnych w dużej aglomeracji miejskiej, gdzie wybrana trasa została przyjęta jako trasa testowa. Omówiono współpracę układu napędowego z pojedynczym oraz z dwoma zasobnikami (magazynami) energii o parametrach dobranych do wariantów przejazdu trasą testową. Przeanalizowano ilość odzyskiwanej energii w stosunku do ilości energii niezbędnej do przebycia wybranej trasy, a ponadto zwrócono uwagę na trwałość głównego i pomocniczego źródła zasilania, które jednocześnie służą do odbioru i magazynowania energii odzyskiwanej podczas hamowania. Omówiono wybrane warunki opłacalności odzyskiwania energii.

Słowa kluczowe: autobus elektryczny, napęd elektryczny

**Abstract:** The document describes selected methods of recovering and storing energy generated during braking a vehicle (bus) intended for collective passenger transport in urban areas. Basic operate phases of electromechanical propulsion system of bus was described where to take in to account real communication route as a testing route. The work of the electromechanical drive system with single and with two cooperating energy storage (storages) units was analyzed. A propulsion system powered from a source or sources of energy with different capacities provided for the test route variants, that are the equivalent of one of the real routes served by public transport plants, was tested. The amount of recovered energy was analyzed in relation to the amount of energy necessary to travel the selected route. The durability of the main and cooperated auxiliary power source, operated as the storage of energy recovered during vehicle braking, was analyzed. Selected profitability conditions for energy recovery were analyzed.

Keywords: electrical bus, electrical propulsion

silnika, zapewniający wymagane parametry ruchu w cyklu jazdy w ruchu miejskim.

Dla potrzeb odzyskiwania energii szczególnego znaczenia nabiera masa własna pojazdu oraz jego obciążenie (w tym przypadku obciążenie pasażerskie). Duża masa całkowita pogarsza

warunki pracy układu napędowego pojazdu, jednak paradoksalnie ma korzystny wpływ na ilość odzyskiwanej energii.

### 3. Praca układu odzyskiwania energii podczas hamowania

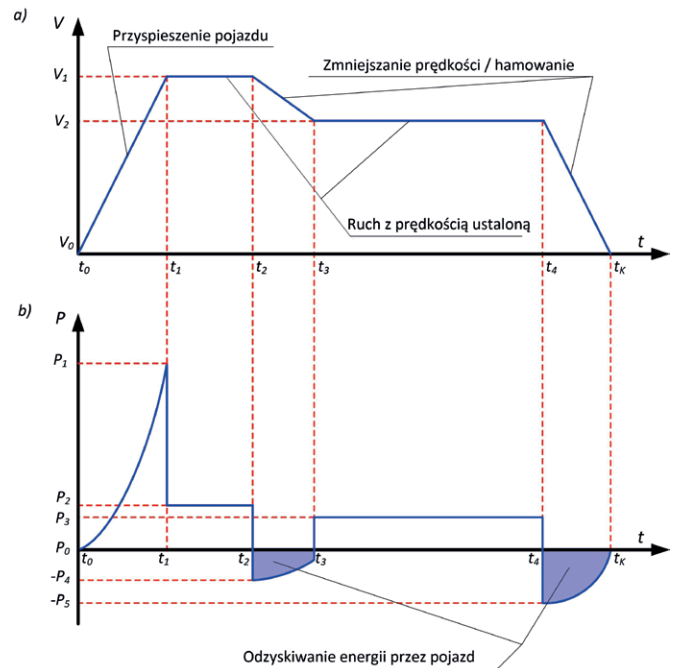
Jak już wspomniano, układ odzyskiwania energii nabiera szczególnego znaczenia między innymi podczas jazdy miejskiej, która charakteryzuje się stosunkowo dużą dynamiką zmian prędkości, a więc poza ruszaniem i przyspieszaniem wymaga częstego zmniejszania prędkości bądź całkowitego zatrzymania. Przy ruszaniu z miejsca i przy przyspieszaniu zapotrzebowanie na moc i moment obrotowy silnika napędowego jest znacznie większe niż przy jeździe ustalonej (jazda ze stałą prędkością), gdyż istnieje potrzeba pokonania zarówno oporów ruchu, jak i zwiększenia energii kinetycznej pojazdu [4]. Na rys. 1 przedstawiono przykładowy fragment przebiegu ruchu autobusu w cyklu miejskim. Gęsta sieć miejskich przystanków autobusowych, skrzyżowania i sygnalizacja świetlna oraz warunki ruchu powodują, że autobusy poruszają się ze stałą prędkością jedynie na krótkich odcinkach trasy. Ocenia się, że odzysk energii hamowania i jej ponowne wykorzystanie, np. przy ruszaniu, pozwoli zmniejszyć zużycie energii przy jeździe w mieście nawet o około 30% [2].

Przykładowy przebieg ruchu pojazdu (rys. 1) przedstawia podstawowe fazy ruchu autobusu w warunkach miejskich, to jest ruszanie z miejsca i rozpędzanie w czasie  $t_0 \div t_1$ , gdzie moc silnika napędowego wzrasta do wartości  $P_1$ , jazda z prędkością ustaloną w przedziałach czasu  $t_1 \div t_2$  oraz  $t_3 \div t_4$  z mocą odpowiednio  $P_2$  i  $P_3$  wystarczającą do utrzymania stałej prędkości autobusu. Zmniejszenie prędkości przedziale czasu  $t_2 \div t_3$  oraz hamowanie  $t_4 \div t_K$  do zatrzymania. W fazie zmniejszania prędkości  $t_2 \div t_3$  oraz w fazie hamowania pojazdu (autobusu)  $t_4 \div t_K$  możliwe jest odzyskiwanie energii. Przy czym w przedziale czasu  $t_2 \div t_3$  zmniejszanie prędkości odbywa się tylko poprzez hamowanie silnikiem, który w tym przypadku przechodzi w tryb pracy generatorowej lub przez współpracę silnika pracującego jako generator i układu hamulcowego, jeśli jest taka potrzeba. Podobny proces hamowania może mieć miejsce w przedziale czasu  $t_4 \div t_K$ . Należy zwrócić uwagę, że przy hamowaniu z niewielkiej prędkości, np. „do zera”, hamowanie generatorowe może być mało efektywne.

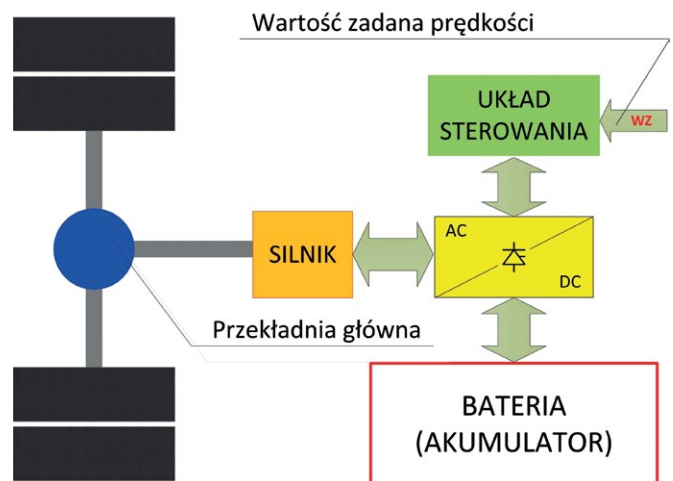
### 4. Odbiór i magazynowanie energii rekuperacji

Celem odbioru i magazynowania energii wytworzonej podczas hamowania stosowane są układy mechaniczne oraz elektryczne. Wśród akumulatorów mechanicznych najczęściej spotyka się akumulatory kinetyczne, inercyjne, hydropneumatyczne oraz tłokowe.

Obecnie jednak rozwiązania mechaniczne są stosowane coraz rzadziej w pojazdach drogowych i ustępują miejsca energoelektronice. Jako elektryczne układy rekuperacji stosuje się różnego rodzaju akumulatory elektrochemiczne współpracujące z przekształtnikami elektroenergetycznymi, dostosowującymi parametry energii na potrzeby jej odbioru i magazynowania oraz przesyłu między źródłem (np. akumulatorem) a odbiornikiem (silnik napędowy).



Rys. 1. Podstawowe fazy ruchu pojazdu (autobusu) (a), zapotrzebowanie na moc niezbędną do rozpędzania oraz moc oddawana przez układ napędowy podczas hamowania rekuperacyjnego, która może być odebrana i zmagazynowana (b) [2]



Rys. 2. Przykład uproszczonego schematu blokowego elektrycznego układu napędowego z możliwością odzyskiwania energii wykorzystującego jeden zasobnik energii

Na rys. 2 przedstawiono uproszczony schemat blokowy układu napędowego wykorzystujący tylko jeden zasobnik energii. Zastosowane źródło zasilania (bateria – akumulator) ma zdolność oddawania i przyjmowania energii, co jest warunkiem koniecznym rekuperacji. Należy zwrócić uwagę w szczególności na możliwości przyjmowania energii odzyskanej w takim układzie, gdyż magazyn energii (akumulator) powinien mieć zdolność przyjęcia dużej ilości energii w stosunkowo krótkim czasie, przy czym proces ten w warunkach ruchu miejskiego

może powtarzać się bardzo często po trasie autobusu o stosunkowo dużej gęstości rozmieszczenia przystanków, sygnalizacji świetlnej itp.

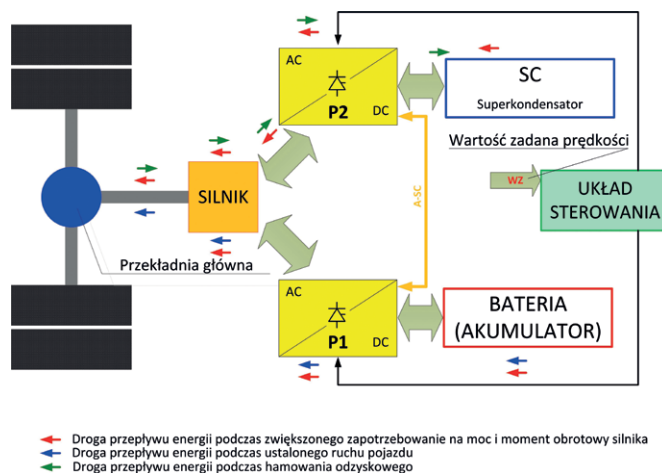
Jako źródło energii w układach rekuperacji najczęściej wykorzystywany jest silnik napędowy, który na potrzeby rekuperacji pracuje jako generator. Przy czym najprawdopodobniej urządzenie (silnik) zaprojektowane *stricte* do pracy silnikowej, przy której osiąga wysoką sprawność, w warunkach pracy generatorowej zazwyczaj będzie pracowało ze znacznie mniejszą sprawnością, zatem nie jest możliwe, aby odzyskać podczas hamowania 100% energii zużytej na rozpędzenie pojazdu. Energia pobrana z akumulatora poprzez przekształtnik DC-AC przekazywana jest bezpośrednio do silnika, przy czym parametry energii są dopasowywane na podstawie sygnałów z układu sterowania w taki sposób, aby zapewnić właściwe parametry jazdy zgodne z wymaganiami, na które może mieć wpływ technologia, w jakiej został wykonany zasobnik (magazyn) energii. Przekształtnik DC-AC/AC-DC ( $P_1$  i  $P_2$ ) powinien być przekształtnikiem dwukierunkowym, tj. umożliwiającym zasilanie silnika z baterii – akumulatora, ale także umożliwiającym ładowanie akumulatora energią odzyskaną w silniku pracującym jako generator. Pożądana może być również zdolność podwyższania lub obniżania napięcia zarówno po stronie AC, jak i DC, w zależności od aktualnej potrzeby. Rozwinięciem układu z rys. 2 jest układ wyposażony w dwa źródła energii – główne i pomocnicze – co przedstawia rys. 3. W tym przypadku istnieje możliwość znacznego odciążenia akumulatora (baterii) w stanach dynamicznych pojazdu, gdzie podczas procesu przyspieszania największa ilość energii może pochodzić z zasobnika pomocniczego. Podobnie jak i podczas rekuperacji, pomocniczy zasobnik energii (w tym przypadku superkondensator SC) odbiera stosunkowo dużą jej ilość w krótkim czasie.

Stosunkowo niewielka część energii podczas stanów dynamicznych przepływa przez główny magazyn energii, co zapewnia korzystniejsze warunki jego pracy zarówno podczas rozładowywania, jak i ładowania. W układzie przedstawionym na rys. 3 w stanie ustalonym ruchu autobusu energia jest pobierana tylko z głównego zasobnika energii. Celem utrzymania zdolności do pracy pomocniczego zasobnika energii okresowo w razie potrzeby jest on doładowywany z głównego źródła zasilania przez połączenie A-SC [1, 3, 5].

Doładowanie pomocniczego zasobnika energii SC z głównego akumulatora (baterii) powinno uwzględniać potrzeby rekuperacji, czyli odbywać się w sposób zapewniający „wolną przestrzeń energetyczną” na potrzeby przyjęcia energii odzyskanej podczas hamowania, gdyż przewiduje się, że to właśnie ten element będzie najbardziej obciążony podczas hamowania pojazdu (przyjmowanie energii odzyskanej).

Możliwe jest również przekazywanie części energii odzyskiwanej podczas hamowania do głównego źródła energii – akumulatora. Jednak zwykle zdecydowanie większą trwałość posiadają zasobniki energii typu superkondensatorowego (np. kilka milionów cykli pracy) w porównaniu do akumulatorów (co najwyżej kilka tysięcy).

Jeżeli wskutek rekuperacji zostanie zajęta cała „wolna przestrzeń” zasobnika energii, przewiduje się możliwość wytracenia odzyskanej energii w układach rezystancyjnych, przez co



**Rys. 3.** Uproszczony schemat blokowy układu napędowego wyposażonego w dwa źródła energii (główne – bateria i pomocnicze – superkondensator SC)

układ zachowuje zdolność pracy jako retarder, co jest niesłychanie istotne w warunkach częstego hamowania lub np. jazdy w warunkach górskich.

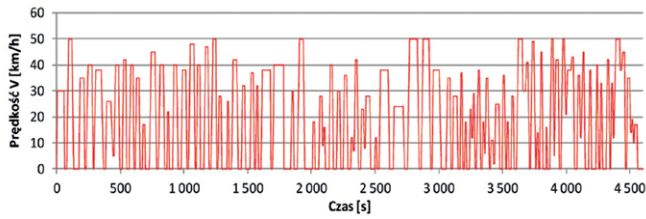
## 5. Badania symulacyjne

Do badań symulacyjnych opracowano model ruchu autobusu, opierając się na obliczeniach sił działających na pojazd, podanych w rozdziale 2. Profil ruchu został oparty na znormalizowanym cyklu (SORT 2) w warunkach miejskich przy uwzględnieniu jednej ze stołecznych tras komunikacyjnych. Na potrzeby badań przyjęto autobus z napędem elektrycznym o możliwościach przewozowych podobnych, jak oferuje obecnie będący w eksploatacji dwuczłonowy Solaris Urbino 18 o napędzie konwencjonalnym. Dla potrzeb analizy symulacyjnej zastosowano układy napędowe autobusu wyposażone w jeden bądź dwa zasobniki energii. W przypadku dwóch zasobników energii pierwszy stanowi główny magazyn energii, a drugi zasobnik pełni funkcję pomocniczego źródła zasilania układu napędowego.

**Tabela 1.** Wybrane podstawowe parametry pojazdu

Powierzchnia czynna pojazdu	7,8 [m <sup>2</sup> ]
Współczynnik oporu powietrza	1,5
Masa pojazdu bez akumulatorów	14 000 [kg]
Ilość kół pojazdu	8
Promień koła	0,4 [m]
Prędkość maksymalna w ruchu miejskim	50 [km/godz]
Przyspieszenie	do 1 [m/s <sup>2</sup> ]*
Maksymalna ilość przewożonych osób	176

Jako główne źródło energii przewidziano akumulator litowo-jonowy, zaś jako źródło pomocnicze zastosowano superkondensator. W szczególności brano pod uwagę trwałość zastosowanego źródła bądź źródeł energii. W przypadku dwóch źródeł energii analizowano ich wzajemną współpracę, w szczególności w kontekście możliwości odzyskiwania energii podczas hamowania. Podstawowe parametry pojazdu



Rys. 4. Przebieg zmian prędkości autobusu na jednej z warszawskich tras komunikacji miejskiej

przedstawiono w tabeli 1. Na rys. 4 przedstawiono profil zmian prędkości autobusu przyjęty do badań symulacyjnych. Profil odwzorowuje jedną z rzeczywistych tras komunikacji miejskiej. W badaniach symulacyjnych rozpatrzono dwa główne przypadki układu napędowego zdolnego do odzyskiwania energii. W pierwszym wariantcie rozpatrzono układ z pojedynczym magazynem energii przeznaczonym do zasilania układu napędowego oraz do odbioru i magazynowania energii pochodzącej z rekuperacji. W drugim wariantcie wprowadzono pomocniczy zasobnik energii, którego zadaniem jest odciążenie głównego źródła energii w zakresie przepływu mocy, jak i częstotliwości pracy ze zwiększonym obciążeniem, co ma miejsce w stanach dynamicznych pojazdu, w szczególności w warunkach obsługi linii pasażerskiej komunikacji miejskiej.

Kolejne badania przeprowadzono jako rozwinięcie drugiego głównego wariantu, polegającego na modyfikacji stopnia współpracy głównego i pomocniczego zasobnika energii na potrzeby odzyskiwania energii, ale też i udziału poszczególnych magazynów energii na potrzeby rozpędzania pojazdu. W przypadku ruchu w warunkach ustalonych pomocniczy zasobnik energii nie bierze udziału w zasilaniu układu napędowego, natomiast w miarę potrzeby jest doładowywany z głównego zasobnika energii celem zapewnienia właściwej wydajności energetycznej w stanach wymuszających zwiększone zapotrzebowanie na energię. W tabeli 2 podano wybrane wyniki badań symulacyjnych układu napędowego wyposażonego w pojedynczy zasobnik energii. Założono sprawność układu napędowego i sprawność układu odzyskiwania energii na poziomie 80%. Wykorzystując badania symulacyjne, określono stopień zużycia głównego i pomocniczego zasobnika energii na potrzeby ruchu pojazdu oraz zużycie zasobników energii tylko na potrzeby odbioru energii pochodzącej z rekuperacji.

W tabeli 2 przedstawiono wybrane wyniki badań dla układu napędowego autobusu wyposażonego w pojedynczy zasobnik energii. Tabela 3 zawiera zestawienie wybranych wyników badań symulacyjnych układu napędowego autobusu poruszającego się w warunkach miejskich, wyposażonego w dwa zasobniki energii – główny i pomocniczy.

## 6. Wnioski

Elektryczny układ napędowy zasilany z jednego źródła energii wymaga pozostawienia „wolnej pojemności” zasobnika energii na potrzeby rekuperacji, co może pociągać za sobą konieczność zwiększenia pojemności źródła energii, co z jednej strony może sprzyjać wydłużeniu jego trwałości, a drugiej strony zmusza zasobnik do intensywniejszej pracy na rzecz przewożenia „samego siebie”, co ma szczególne znaczenie w stanach

Tabela 2. Wybrane wyniki badań układu napędowego autobusu poruszającego się w warunkach miejskich i wyposażonego w pojedynczy zasobnik energii

Pojemność akumulatora	[kWh]	64,8	64,8	64,8	64,8	64,8
Obciążenie	[%]	100	50	30	10	1
Nominalny poziom energii akumulatora	[kWh]	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85
Suma energii pobranej z akumulatora – przyspieszanie / jazda ustalona	[kWh]	64,46	50,68	45,20	39,72	37,22
Suma energii oddanej do akumulatora podczas hamowania odzyskowego	[kWh]	19,41	14,73	12,88	11,02	10,17
Liczba cykli pracy akumulatora – przyspieszanie / jazda ustalona		0,50	0,39	0,35	0,31	0,29
Liczba cykli pracy akumulatora tylko na potrzeby odzyskiwania energii podczas hamowania		0,16	0,12	0,11	0,09	0,09
Liczba cykli pracy akumulatora – przyspieszanie / jazda ustalona / hamowanie odzyskowe		0,66	0,51	0,46	0,40	0,37
Zużycie akumulatora – przyspieszanie / jazda ustalona	[%]	0,061	0,048	0,043	0,037	0,035
Zużycie akumulatora tylko na potrzeby odzysku energii podczas hamowania	[%]	0,018	0,013	0,011	0,010	0,009
Zużycie akumulatora – przyspieszanie / jazda ustalona / odzysk energii podczas hamowania	[%]	0,076	0,059	0,052	0,046	0,043

dynamicznych pojazdu. „Dodatkowa pojemność” może mieć wpływ na prędkość ładowania akumulatora, zazwyczaj akumulatory o większej pojemności mają zdolność przyjmowania większej ilości energii w jednostce czasu, co jest właściwością przydatną dla potrzeb rekuperacji. Paradoksalnie niekorzystna z punktu widzenia ruchu pojazdu duża masa (ciężkie akumulatory, obciążenie pasażerskie), która niekorzystnie wpływa na zdolność przyspieszenia i zwiększa opory podczas jazdy ustalonej, jest korzystna z punktu widzenia rekuperacji. Zazwyczaj duża masa pojazdu pozwala na zwiększenie ilości energii odzyskiwanej podczas hamowania. Na podstawie badań symulacyjnych ocenia się, że w sprzyjających warunkach można odzyskać około 30% energii. Na ilość odzyskanej energii będzie miała wpływ tzw. „trudność cyklu jazdy”, to jest częstotliwość hamowania, jego intensywność, długość odcinków trasy pokonywanych z prędkością ustaloną bez konieczności zmniejszenia prędkości związanej z hamowaniem. Na sprawność odzyskiwania energii podczas hamowania może również wpływać technologia wykonania przekształtników energoelektronicznych oraz ich obciążenie (punkt pracy). Optymalna praca takiego przekształtnika w zmiennych warunkach rekuperacji będzie zazwyczaj utrudniona lub niemożliwa do osiągnięcia. Maszyna zaprojektowana głównie do pracy silnikowej zazwyczaj nie osiągnie podobnie wysokiej sprawności podczas pracy generatorowej, czyli w procesie odzyskiwania energii podczas hamowania. Mała intensywność hamowania odzyskowego może

**Tabela 3.** Wybrane wyniki badań układu napędowego autobusu poruszającego się w warunkach miejskich i wyposażonego w dwa zasobniki energii – główny i pomocniczy


7	6	5	4	3	2	1		Lp.
290,0	72,0	64,8	64,8	64,8	64,8	64,8	[kWh]	Pojemność akumulatora
100	100	1	10	30	50	100	[%]	Obciążenie pojazdu
2,3	2,2	1,2	1,2	1,4	1,6	2,2	[kWh]	Energia odzyskana podczas hamowania i przekazana do akumulatora
20,9	19,5	10,4	11,2	13,0	14,8	19,4	[kWh]	Energia odzyskana podczas hamowania i przekazana do SC
290,0	85,0	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	[kWh]	Nominalny poziom energii akumulatora
32,1	30,3	18,9	19,9	22,2	24,5	30,2	[kWh]	Energia oddana przez akumulator na rozpędzanie pojazdu i jazdę ustaloną
39,0	36,9	22,6	23,9	26,8	29,6	36,9	[kWh]	Suma energii przepływającej przez akumulator - rozpędzanie / jazda ustalona / doładowanie SC / rekuperacja
249,3	35,1	42,2	40,9	38,0	35,3	28,0	[kWh]	Poziom energii akumulatora po przebyciu trasy testowej z uwzględnieniem doładowania SC i rekuperacji
3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	[kWh]	Nominalny poziom energii SC
38,2	35,6	19,6	21,0	24,2	27,5	35,5	[kWh]	Energia oddawana przez SC na potrzeby rozpędzania pojazdu
63,2	59,1	32,3	34,7	40,1	45,4	59,0	[kWh]	Suma energii przepływającej przez SC - rozpędzanie / doładowanie własne SC / rekuperacja
0,056	0,210	0,146	0,154	0,171	0,189	0,233	-	Liczba cykli pracy akumulatora na rozpędzanie pojazdu i jazdę ustaloną
0,004	0,015	0,009	0,010	0,011	0,013	0,016	-	Liczba cykli pracy akumulatora tylko na potrzeby odbioru energii podczas hamowania
0,068	0,256	0,174	0,185	0,207	0,228	0,284	-	Liczba cykli pracy akumulatora - rozpędzanie / jazda ustalona / doładowanie SC / rekuperacja
5,30	4,94	2,71	2,92	3,36	3,81	4,92	-	Liczba cykli pracy SC na rozpędzanie pojazdu
2,90	2,70	1,43	1,55	1,80	2,05	2,69	-	Liczba cykli pracy SC na potrzeby odzyskiwania energii podczas hamowania
8,77	8,20	4,47	4,81	5,56	6,30	8,18	-	Liczba cykli pracy SC na rozpędzanie / „doładowanie własne” SC / odzysk energii podczas hamowania
0,007	0,026	0,018	0,019	0,021	0,024	0,029	[%]	Zużycie akumulatora tylko na potrzeby rozpędzania pojazdu i jazdy ustalonej
0,0010	0,0039	0,0025	0,0027	0,0031	0,0034	0,0043	[%]	Zużycie akumulatora na doładowanie SC podczas postoju i jazdy ustalonej
0,0005	0,0019	0,0011	0,0012	0,0014	0,0016	0,0021	[%]	Zużycie akumulatora na potrzeby przyjmowania energii odzyskanej podczas hamowania
0,0080	0,0321	0,0223	0,0232	0,0260	0,0292	0,0361	[%]	Zużycie akumulatora - rozpędzanie / jazda ustalona / doładowanie SC / rekuperacja
0,00035	0,00033	0,00018	0,00019	0,00022	0,00025	0,00033	[%]	Zużycie SC tylko na potrzeby rozpędzania pojazdu
0,00019	0,00018	0,00010	0,00010	0,00012	0,00014	0,00018	[%]	Zużycie SC tylko na odzysk energii podczas hamowania
0,00059	0,00055	0,00030	0,00032	0,00037	0,00042	0,00055	[%]	Zużycie SC - rozpędzenie pojazdu / „doładowanie własne” SC / rekuperacja



uczynić rekuperację nieuzasadnioną ze względu na „potrzeby własne” układu odzyskiwania energii (zasilanie przekształtnika lub przekształtników, straty w przepływie energii). Korzystne wydaje się być zastosowanie dwóch współpracujących zasobników energii: głównego i pomocniczego. Zasobnik pomocniczy może w istotny sposób odciążyć, szczególnie w stanach dynamicznych ruchu pojazdu, główny zasobnik energii, zwiększając jego trwałość np. poprzez ograniczenie ilości energii przepływającej w jednostce czasu. Pomocniczy zasobnik energii typu superkondensatorowego zwykle ma większe zdolności przyjmowania dużych ilości energii w krótkim czasie niż powszechnie stosowany akumulator litowo-jonowy. Zastosowanie pomocniczego zasobnika energii może zapewnić większą temperaturową stabilność pracy, niesłychanie ważną w przypadku akumulatorów Li-Ion, trwałość samego superkondensatora w tym przypadku również będzie wydłużona, gdyż ze względu na pracę przekształtników, a co za tym idzie potrzebę utrzymania napięcia wejściowego przekształtnika w odpowiednim zakresie, superkondensator będzie pracował, jedynie wykorzystując „część swojej pojemności”, co spowoduje, że na jeden pełny cykl pracy superkondensatora złoży się np. kilka podcykli ładowania i rozładowania.

## Literatura

- [1] CZERWIŃSKI A.: *Akumulatory, baterie, ogniwa*. WKŁ, Warszawa 2016.
- [2] SZUMANOWSKI A.: *Akumulacja energii w pojazdach*. WKiŁ, Warszawa 2008.
- [3] MERKISZ J., PIELECHA I.: *Alternatywne napędy pojazdów*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006.
- [4] High energy density with ultracapacitors. Bursting with power, Siemens Matsushita Components, 2009.
- [5] GUZIŃSKI J.: *Pojazd elektryczny z układem napędowym z silnikiem indukcyjnym klatkowym*. Katedra Automatyki Napędu Elektrycznego WEiA, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2013.

 Marcin Biernacki, Przemysław Majewski  
Instytut Energetyki Instytut Badawczy, Warszawa

## WYDARZENIA

### Finowie stworzyli kaszłającego robota

Fiński projekt Healthy Travel realizowany na Uniwersytecie Åbo Akademi ma na celu zaoferowanie koła ratunkowego globalnemu przemysłowi rejsów wycieczkowych.

W ramach multidyscyplinarnej inicjatywy fińscy naukowcy akademicy, firmy wycieczkowe, stocznie oraz podwykonawcy łączą siły w celu opracowania i wdrożenia naukowych rozwiązań, które poprawią zdrowie i bezpieczeństwo na statkach wycieczkowych i w budynkach terminali morskich.

Ambasador Finlandii w Stanach Zjednoczonych, Mikko Hautala, i jego zespół łączą obecnie starania amerykańskich firm wycieczkowych z ich fińskimi odpowiednikami w celu zapewnienia, aby największy na świecie amerykański przemysł wycieczkowy stał się aktywnym uczestnikiem odbudowy globalnego sektora rejsów wycieczkowych.

- Wiele z dużych statków wycieczkowych pływających po Karaibach zostało zaprojektowanych i zbudowanych w Finlandii, a wielu naszych największych klientów to amerykańskie firmy wycieczkowe. Nasi najlepsi inżynierowie wymyślili praktyczne sposoby na zapewnienie pasażerom zdrowia, natomiast fińskie firmy stoczniowe już teraz wdrażają innowacyjne rozwiązania. Naszym celem jest dzielenie się naszymi badaniami z wiodącymi amerykańskimi przedsiębiorstwami morskimi i angażowanie

ich w globalne wysiłki na rzecz odbudowy rynku – powiedział Hautala.

Projekt Healthy Travel został zainicjowany i sfinansowany przez Business Finland jesienią 2020 roku. Naukowcy zajmujący się biologią komórkową i zarządzaniem przemysłem stworzyli modele do analizy przepływów pasażerów na statkach o różnych rozmiarach oraz opracowali procesy i procedury w celu zminimalizowania ryzyka infekcji. Możliwe to było dzięki wykorzystaniu specjalnie skonstruowanego do tego celu robota imitującego ludzki kaszel.

Do niedawna rejsy wycieczkowe były najszybciej rozwijającym się sektorem branży turystycznej, gdy popyt wzrósł o 20,5% w ciągu zaledwie pięciu lat.

- Oczekiwania dotyczące dzisiejszych rejsów zmieniły się nie do poznania w wyniku pandemii Covid-19. Chociaż bezpieczeństwo i dobre samopoczucie pasażerów i personelu zawsze było najwyższym priorytetem dla branży, odzyskanie jej wzrostu zależy teraz od podjęcia środków w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa i wyniesienia ich na nowy poziom, aby zapewnić stabilność i zrównoważony rozwój w nadchodzących trudnych latach – powiedziała Ulla Lainio, szefowa globalnego zespołu ds. przemysłu morskiego i portowego w Business Finland.

Źródło: [roboticsandautomationnews](https://roboticsandautomationnews.com)

reklama



**ROBOTYKA.PL**

centrum polskiej robotyki

# MDL destylacja inteligencji: Poznawanie strategii bezpiecznego dostępu do superinteligentnych możliwości rozwiązywania problemów<sup>1</sup>

K. Eric Drexler

## Przegląd

Technologie SI mogą osiągnąć próg szybkiej, otwartej, rekurencyjnej poprawy, zanim będziemy przygotowani na wyzwania związane z pojawieniem się superinteligentnych agentów SI<sup>2</sup>. Jeśli taka sytuacja nastąpi, może okazać się niezwykle ważne zastosowanie metod zmniejszania ryzyka sztucznej inteligencji, dopóki bardziej kompleksowe rozwiązania nie zostaną zrozumiane i gotowe do wdrożenia. Jeśli metody redukcji ryzyka mogą przyczynić się do tych kompleksowych rozwiązań, tym lepiej.

Podstawowa technika zmniejszania ryzyka sztucznej inteligencji obejmowałaby możliwości rekurencyjnego doskonalenia sztucznej inteligencji do określonego zadania. Jest to proces nazwany „destylacją inteligencji”, w którym miarą inteligencji SI jest minimalizacja długości opisu implementacji, które same są zdolne do otwartej poprawy rekurencyjnej.

Oddzielając wiedzę od zdolności uczenia się, destylacja inteligencji może wspierać strategie wdrażania wyspecjalizowanych, mało ryzykownych, a jednocześnie superinteligentnych mechanizmów rozwiązywania problemów: destylacja może ograniczać początkową ilość informacji, pomiar wiedzy może ograniczać wprowadzanie informacji podczas uczenia się, protokoły punktu kontrolnego/restartu mogą ograniczać przechowywanie informacji dostarczanych w połączeniu z zadaniami. Opierając się na tych metodach i ich produktach funkcjonalnych, zestawy mechanizmów z superinteligentnymi kompetencjami dziedzinowymi do rozwiązywania problemów mogą zostać

potencjalnie połączone w celu wdrożenia wysoce wydajnych systemów, które nie mają cech charakterystycznych dla silnej i ryzykownej SI.

Strategie destylacji/specjalizacji/składu implikują szerokie pytania dotyczące potencjalnego zakresu bezpiecznych zastosowań zdolności SI opartej na superinteligencji. Ponieważ strategie umożliwiające destylację mogą oferować praktyczne środki zmniejszania ryzyka SI przy realizacji ambitnych zastosowań, dalsze badania w tym obszarze mogłyby wzmocnić powiązania między społecznościami zajmującymi się opracowywaniem SI i badaniami nad bezpieczeństwem SI.

## Przejściowe bezpieczeństwo SI: odniesienie do trudnych przypadków

W książce *Superintelligence* (Oxford University Press, 2014) Nick Bostrom analizuje szereg głębokich problemów związanych z potencjalnym pojawieniem się superinteligentnych jednostek SI i sugeruje, że odpowiednie rozwiązania mogą być znacznie opóźnione. Jeśli technologie SI osiągną próg szybkiej, otwartej, rekurencyjnej poprawy, zanim będziemy w stanie w pełni rozwiązać problemy omówione w *Superintelligence*, to tymczasowe strategie kształtowania i zarządzania powstającą superinteligencją mogą być kluczowe.

Za referencyjny problem/sytuację przyjęto następujące warunki:

1. Technologia SI osiągnęła próg szybkiej, otwartej, rekurencyjnej poprawy.
2. Treść i mechanizmy powstających superinteligentnych systemów są skutecznie nieprzejrzyste.

3. Ciągłe naciski na zastosowania SI zapewniają szerokie wykorzystanie superinteligencji.
4. Żadne w pełni adekwatne rozwiązanie problemów stwarzanych przez superinteligentne jednostki nie jest gotowe do wdrożenia.

Warunki od 1 do 4 są trudne, ale zgodne z potencjalnie potężnymi i dostępnymi strategiami redukcji ryzyka. Te strategie można oczywiście zastosować w mniej wymagających okolicznościach.

Rozważając siłę punktu 3, należy wziąć pod uwagę ciągłą presję na stosowanie zaawansowanych zdolności SI, w tym samą dynamikę konkurencyjnych badań i rozwoju. Zastosowania superinteligencji nie tylko mogą być wyjątkowo zyskowne, ale mogą znacznie zwiększyć wiedzę naukową, globalne bogactwo materialne, zdrowie ludzkie, a może nawet prawdziwe bezpieczeństwo. Ponieważ nierozsądne byłoby zakładanie, że pojawiająca się superinteligencja nie będzie stosowana, istnieje dobry powód, aby szukać środków do wdrażania zastosowań o niskim ryzyku.

Z perspektywy redukcji ryzyka przejściowe środki bezpieczeństwa SI oferują kilka potencjalnych korzyści:

1. Mogą wydłużyć czas przeznaczony na badanie podstawowych problemów związanych z długoterminową kontrolą SI.
2. Mogą umożliwić eksperymentowanie z działającymi i potencjalnie zaskakującymi technologiami SI.
3. I być może najważniejsze: mogą umożliwiać zastosowanie superinteligentnych mechanizmów rozwiązywania problemów do kwestii zarządzania superinteligencją.

Tabela 1. Potencjalne ścieżki do niebezpiecznych agentów SI versus narzędzia SI niskiego ryzyka

Potencjalna ścieżka do niebezpiecznych agentów SI	Potencjalna ścieżka do narzędzi SI niskiego ryzyka
Otwarta, niekierowana, rekurencyjna poprawa skutkuje pojawieniem się superinteligentnego systemu. Superinteligencja zdobywa szeroką światową wiedzę, opracowuje wyraźne, dalekosiężne cele, opracowuje plany działania o zasięgu globalnym, stosuje skuteczne środki do realizacji swoich planów.	Zmierzone, powtarzalne, rekurencyjne doskonalenie skutkuje pojawieniem się superinteligentnych uczniów o minimalnej zawartości, którzy umożliwiają wykształcenie systemów dysponujących specjalistyczną wiedzą. Systemy te badają rozwiązania zadanych problemów, wykonują obliczenia przy użyciu przydzielonych zasobów, wykonują przydzielone zadania, udzielając odpowiedzi.

### Porównanie ścieżek SI wysokiego i niskiego ryzyka

W tabeli 1 zestawiono potencjalną ścieżkę rozwoju SI prowadzącą do powstania agenta SI wysokiego ryzyka z proponowaną ścieżką rozwoju i stosowania superinteligentnych możliwości za pomocą środków, które potencjalnie mogłyby wyeliminować to ryzyko. Należy zauważyć, że zasadniczym aspektem części 1 ścieżki niskiego ryzyka jest standardowa praktyka badawcza: przechowywanie kopii zapasowych lub punktów kontrolnych stanu systemu podczas programowania oraz rejestrowanie kroków prowadzących do kolejnego interesującego wyniku. Wspólnie praktyki te umożliwiają śledzenie i modyfikację ścieżek rozwoju podczas badania charakterystyk stanów pośrednich. W poniższej dyskusji założono, że wzdłuż ścieżek zmierzających w kierunku potencjalnie ryzykownej superinteligencji zdolność do rekurencyjnego doskonalenia

poprzedza agent SI o wysokim ryzyku lub przynajmniej, że warunek ten można ustalić przez kontrolowaną przebudowę możliwości rekurencyjnych ulepszeń wzdłuż alternatywnych ścieżek, zaczynając od wczesnego i bezproblemowego punktu kontrolnego. Ten warunek zapewnia, że strategie kontrolne mogą być stosowane w kontekście innym niż przeciwny (rysunek 1).

### Wiedza, nauka i destylacja MDL

Na ścieżce niskiego ryzyka przedstawionej w tabeli 1 kluczowy jest krok 2. Polega na stworzeniu szczególnego rodzaju superinteligencji, superinteligentnego ucznia o minimalnej ilości informacji. W jaki sposób można to osiągnąć?

Z założenia referencyjna, problematyczna sytuacja zawiera systemy SI zdolne do wdrażania systemów SI bardziej inteligentnych od nich samych.

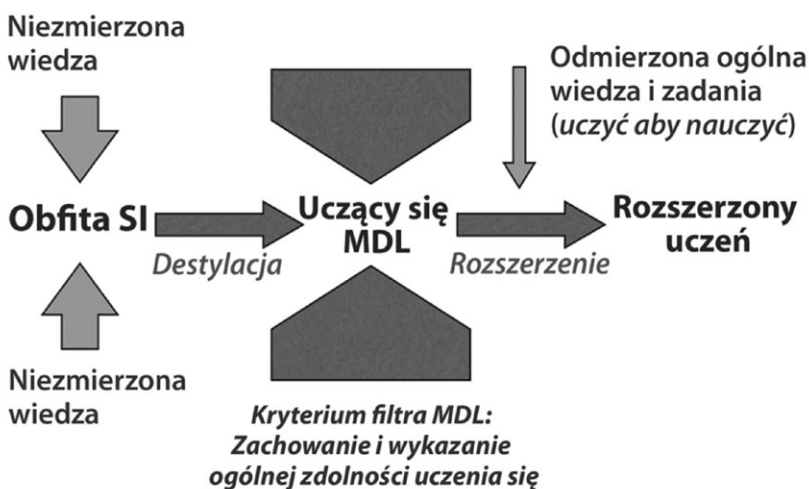
Odpowiednio sprawny bazowy system SI może następnie zostać podany jako

argument operatorowi udoskonalania SI, który stosuje bazową SI do przepięsania drugiego systemu SI w celu stworzenia trzeciego, bardziej inteligentnego systemu SI:

1. Ulepsz (*bazowa SI, docelowa SI, wskaźnik (zadania, inteligentniejsza)*) → *inteligentniejsza SI*, gdzie „inteligentniejszy” jest zdefiniowany w kategoriach odpowiednio ogólnych wskaźników wydajności zadania. Prawdopodobnie możemy sparametryzować ten operator za pomocą dowolnego z szeregu wskaźników poprawy, w tym wskaźników dotyczących ilości informacji produktu:
2. Ulepsz (*bazowa SI, docelowa SI, wskaźnik (zadania, mniejsza)*) → *mniejsza SI*.

W tym przypadku poprawa polega na zmniejszeniu rozmiaru wynikowej SI pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej wydajności wykonywanych zadań. Zadania kryterialne mogą wymagać, aby wynikowa SI spełniała szeroki zakres testów wydajności po procesie uczenia się z odpowiednich programów nauczania. Biorąc pod uwagę wystarczająco ogólną, superinteligentną docelową SI, odpowiednio dobrany zestaw zadań kryterialnych może zapewnić, że wynikowy system SI będzie ogólnym, superinteligentnym uczniem. W referencyjnej problematycznej sytuacji, gdzie zakłada się nieprzejrzystą, mocno ulepszającą się technologię SI, można zastosować operator poprawy w następujący sposób:

3. Popraw (*początkowa SI, początkowa SI, wskaźnik (zadania, min-MDL)*) → *MDL-wydestylowana-SI*, gdzie wynikowa „MDL-wydestylowana-SI” ma dwie kluczowe właściwości:
  - 1) Kryteria wykonania zadania zapewniają, że podobnie jak początkowa SI, produkt może się uczyć bez ograniczeń i rekurencyjnie się doskonalić.
  - 2) Wskaźnik MDL zapewnia, że w ramach ograniczeń zasobów produkt jest najbardziej kompaktowym takim systemem, jaki może zbudować początkowa SI.



Rys. 1. Schemat działania destylacji MDL mającej na celu wytworzenie i następnie rozwinięcie zwartych systemów uczenia się ogólnego zastosowania

**Dlaczego system SI dąży do MDL zamiast do inteligencji?**

System SI poprawiający SI może naturalnie wykonywać szereg zadań związanych z implementacją kompaktowej SI, opracowując kompaktowe wersje systemów MDL, które mogą nauczyć się grać w szachy lub nauczyć się pokonywać Watsona, grając w *Jeopardy!* itd. Opracowywanie kompaktowych wersji systemów zdolnych do otwartego uczenia się i rekurencyjnego doskonalenia jest zasadniczo podobnym rodzajem zadania wdrożeniowego: optymalizacją systemu pod kątem zawartości zgodnie z ogólnymi kryteriami uczenia się i wydajności. Należy pamiętać, że zadania tego rodzaju nie są związane z refleksyjnymi obawami związanymi z samodoskonaleniem.

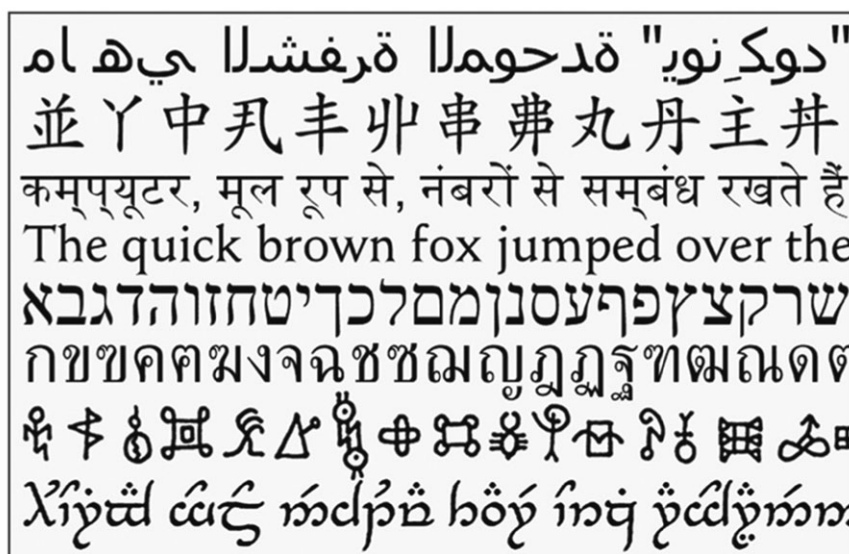
W zakresie, w jakim mogą pojawić się obawy dotyczące problematycznego zachowania strategicznego w nieprzezroczystych, źle scharakteryzowanych systemach SI, obawy te można potencjalnie rozwiązać na przykład przez ponowne uruchomienie procesu poprawy SI z bezproblematycznego punktu kontrolnego i interpolację kolejnych etapów destylacji MDL.

**Pominięcie treści językowych, pominięcie wiedzy o dziedzinie**

„Pomiary wiedzy”, kontrolowanie wprowadzania informacji, oferuje potężną technikę ograniczania zawartości destylowanych systemów MDL. Zastanówmy się nad językiem.

Niemowlęta pokazują, że inteligentne systemy mogą osiągnąć ogólne możliwości uczenia się bez uciekania się do początkowego wyposażenia w treści językowe (tzn. bez znajomości konkretnej gramatyki lub słownictwa). W szczególności ogólna umiejętność uczenia się języka jest konsekwencją silnych priorytetów dotyczących abstrakcyjnej struktury języka w połączeniu z bardzo słabymi priorytetami dotyczącymi konkretnych treści językowych.

Destylacja uczniów MDL w naturalny sposób pomija słownictwo, ponieważ jest ono nieporęczne i łatwo się go nauczyć lub je zainstalować. Należy zauważyć, że słownictwa nie można odgadnąć bez konkretnej wiedzy. Jakikolwiek domysł nie pozwoliłyby na



**Rys. 2.** Warunkowe informacje językowe

**Tabela 2.** Dyscypliny akademickie odnoszące się do bardzo różnych zadań

1. Humanistyczne	3. Nauki przyrodnicze	5. Zawody
1.1. Historia człowieka	3.1. Biologia	5.1. Rolnictwo
1.2. Lingwistyka	3.2. Chemia	5.2. Architektura
1.3. Literatura	3.3. Nauki o Ziemi	5.3. Biznes
1.4. Sztuka	3.4. Fizyka	5.4. Teologia
1.5. Filozofia	3.5. Nauki o kosmosie	5.5. Pedagogika
1.6. Religia		5.6. Inżynieria
	4. Nauki formalne	5.7. Środowiskowe ...
2. Nauki społeczne	4.1. Matematyka	5.8. Rodzinne ...
2.1. Antropologia	4.2. Informatyka	5.9. Kultura fizyczna ...
2.2. Archeologia	4.3. Logika	5.10. Dziennikarstwo ...
2.3. Studia obszarowe	4.4. Statystyka	5.11. Prawo
2.4. Kulturalne...	4.5. Nauki systemowe	5.12. Bibliotekarstwo
2.5. Ekonomia		5.13. Medycyna
2.6. Studia gender		5.14. Nauki wojskowe
2.7. Geografia		5.15. Administracja publiczna
2.8. Nauki polityczne		5.16. Prace społeczne
2.9. Psychologia		5.17. Transport
2.10. Socjologia		

Z Wikipedii, „Klasyfikacja dyscyplin akademickich”

uzyskanie słownika chińskiego, angielskiego, klingońskiego lub Chicomuceltec. Słownictwa, podobnie jak innych historycznie zależnych informacji językowych (np. rysunek 2), nie można wywnioskować ze źródeł niezależnych od języka.

Podobne uwagi dotyczą historycznie zależnych zasobów wiedzy, które stanowią większość treści przeważającej części dziedzin akademickich (np. nauk biologicznych), oraz wiedzy (np. chemii) zależnej od parametrów fizycznych, takich jak masa elektronu. Rodzaje

wiedzy, które koniecznie (choć być może domyślnie) zostaną zatrzymane przez ucznia MDL, prawdopodobnie mieszczą się w zakresie dyscyplin akademickich zwanych „naukami formalnymi” z tabeli 2. Rozwój profesorów od stadium niemowlęcia pokazuje, że nieprzewidziane wyroki i ogólne mechanizmy zapewniają wystarczającą podstawę do otwartego uczenia się.

Biorąc pod uwagę, że pominięto zbiór informacji warunkowych, odpowiednie ograniczenia dotyczące wprowadzania informacji mogą uniemożliwić ich późniejsze pozyskanie. Ocena ograniczeń wynikających z konkretnej polityki pomiaru wiedzy będzie jednak wymagała uwzględnienia nie tylko wiedzy bezpośredniej, ale także wynioskowanej. Ograniczenia wnioskowania będą czasem jasne, ale na przykład przy analizie próbek nieformalnej wiedzy o świecie zakres wiedzy wnioskowanej może być niezwykle trudny do oceny.

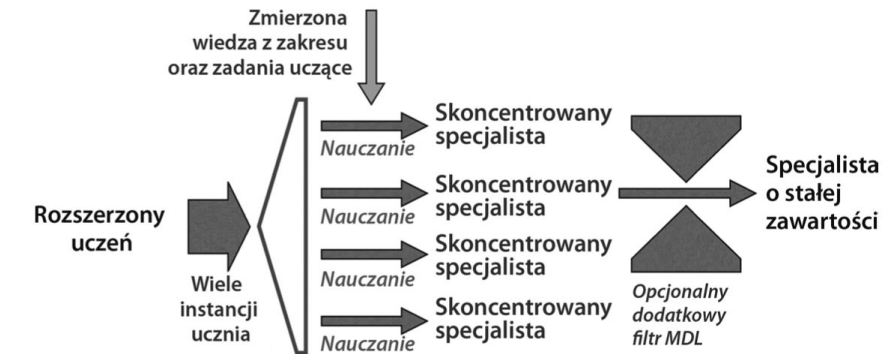
### Pominięcie planów zorientowanych na zewnątrz

Reprezentowanie planów wymaga informacji, a w zakresie, w jakim plany nie są istotne dla zadania, destylacja będzie dążyć do usunięcia informacji, które je zawierają. W szczególności plany, które są zarówno specyficzne, jak i zorientowane na świat zewnętrzny, muszą zawierać istotne informacje warunkowe, które – jak już pokazano – nie są potrzebne dla ogólnych możliwości uczenia się.

Można sprzeciwić się temu, że w możliwej do uniknięcia sytuacji kontradiktoryjnej problematyczne plany mogą zostać osadzone w strukturach istotnych dla zadania w sposób, który z założenia utrudnia ich identyfikację i usunięcie. Jednak proces destylacji z obsługą superinteligencji prawdopodobnie byłby w stanie zastosować świeże, zwarte struktury o podobnej funkcjonalności. Niepotrzebnie złożone struktury nie muszą zostać zrozumiane, żeby zostały odrzucone.

### Destylacja pasuje do obecnej praktyki badawczej

Destylacja MDL ma na celu oddzielenie wiedzy od możliwości uczenia się,



Rys. 3. Ogólne podejście do produkcji specjalistycznych systemów z MDL destylowanych (a następnie rozszerzonych) systemów uczących (rysunek 2)

a w dzisiejszym uczeniu maszynowym ta separacja już się utrzymuje. Systemy głębokiego uczenia mogą mieć zaskakująco kompaktowe abstrakcyjne specyfikacje i ciągle mogą być uczone przy użyciu gigabajtów danych w celu wytworzenia systemów z megabajtami nieprzejrzystej, numerycznej treści.

W uczeniu maszynowym oddzielenie wiedzy od umiejętności uczenia się jest zarówno dobrą nauką, jak i dobrą inżynierią:

- Oddzielenie treści wiedzy od umiejętności uczenia się ułatwia ludzkie zrozumienie procesów uczenia się i ich produktów.
- Szkolenie systemów uczących bez zawartości ze znanymi zestawami danych umożliwia powtarzalność i analizę porównawczą podczas projektowania.
- Szkolenie systemów uczących bez zawartości minimalizuje obciążenia zależne od ścieżki i umożliwia różnorodne zastosowania określonych metod uczenia się.
- Zasady MDL często poprawiają uogólnianie od przykładów uczenia się do danych wykorzystywanych następnie podczas testowania, sprawdzania i zastosowania.

Na progu rekurencyjnego ulepszenia SI destylację MDL można zastosować do oddzielenia wiedzy od zdolności uczenia się, nawet jeśli są ze sobą powiązane, i tym samym można zapewnić sposób zachowania lub odzyskania korzyści naukowych, inżynierskich i bezpieczeństwa obecnych praktyk badawczych.

### Od destylacji MDL po narzędzia SI z obsługą superinteligencji

Wdrożenie trzeciego kroku wzdłuż proponowanej ścieżki niskiego ryzyka prowadzącej do narzędzi SI (tabela 1) wymaga nauczania superinteligentnych uczniów o minimalnej zawartości za pomocą ogólnej („uczyć, aby nauczyć”), a następnie specjalistycznej wiedzy w celu opracowania specjalistycznych systemów SI przeznaczonych dla konkretnych zastosowań. Na rysunku 3 przedstawiono ogólne podejście.

Nauczanie destylowanego, efektywnie pustego ucznia MDL umożliwi pomiar i audyt początkowej ilości wiedzy na temat wynikowych produktów SI. Podejście to ogranicza część 2 referencyjnej problematycznej sytuacji, potencjalną nieprzejrzystość zawartości wiedzy wynikowych superinteligentnych systemów. Destylacja i pomiar wiedzy mogą ograniczać ilość wiedzy bez względu na jej reprezentację.

Specjalistyczne kompetencje mogą być wąskie i jednocześnie potężne. Jako przykłady można wymienić superinteligentne maszyny do dowodzenia twierdzeń, architektów komputerowych oraz systemy o superinteligentnych kompetencjach inżynierskich do rozwiązywania wspólnych problemów strukturalnych, mechanicznych, termicznych i aerodynamicznych przy projektowaniu samolotów hipersonicznych. Nauczanie ściśle skoncentrowanych specjalistów, pomijając bezpośrednią lub ukrytą znajomość języka, polityki i geofizyki, może wymagać uwagi, ale nie zawsze musi być trudne.

W niektórych dziedzinach zadania będą zawierać potencjalnie znaczącą informację o pozornie niepowiązanych aspektach świata zewnętrznego. Informacje przekazywane przez strumień zadań nie muszą się jednak kumulować, ponieważ systemy rozwiązywania problemów nie muszą przekazywać informacji z poprzednich instancji (np. punktów kontrolnych). Bardziej swobodna polityka umożliwiłaby kumulatywne uczenie się w postaci kanonicznych reprezentacji rezultatów zadań, takich jak twierdzenia matematyczne, obwody cyfrowe lub nowe konfiguracje mechaniczne, innymi słowy, zwarte reprezentacje wiedzy związanej z zadaniami.

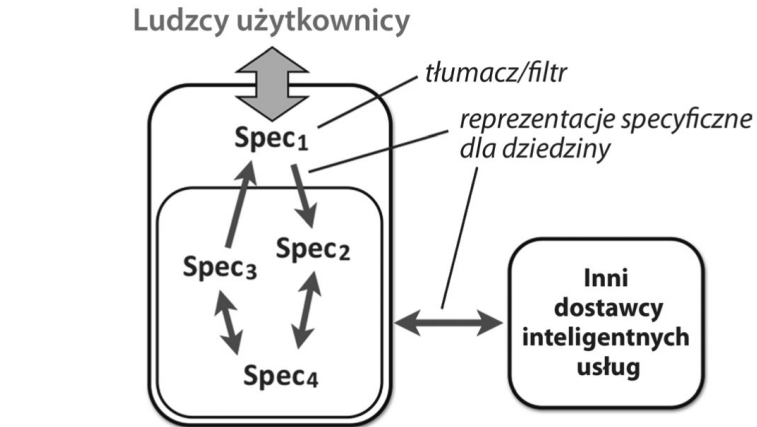
**Specjalizacja i skład**

Wysoko wyspecjalizowane jednostki zazwyczaj zajmują się tylko pewnymi częściami problemów, co gwałtownie ogranicza ich zastosowania w izolacji. Naturalne jest zatem łączenie specjalistów z wąskich dziedzin w celu budowania systemów modułowych, które, pomimo że nadal są wyspecjalizowane, mają szersze zastosowanie.

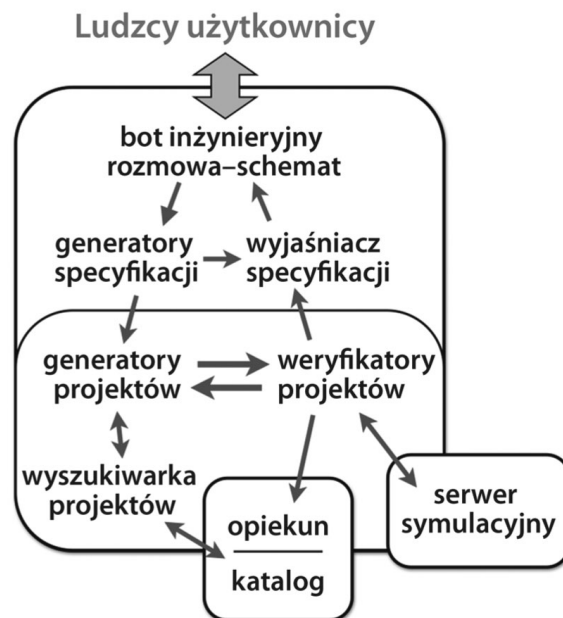
Istnieją rozległe precedensy dotyczące budowania mechanizmów szerokiego rozwiązywania problemów na podstawie wyspecjalizowanych elementów, na przykład:

- Układy nerwowe łączące korę wzrokową, słuchową i ruchową.
- Zespoły inżynierów złożone z różnych ludzkich specjalistów.
- Gospodarki rynkowe z szerokim podziałem pracy i wiedzy.
- Skomplikowane architektury oprogramowania złożone z komponentów modułowych.

Jak sugerują te przykłady, systemy złożone z różnych specjalistów mogą mieć niezwykle szerokie możliwości zastosowania. Jednak w kontekście bezpieczeństwa SI potencjał ten uwytkła możliwość powstania systemów o znacznym ryzyku, skomponowanych z bezpiecznych komponentów. Tak więc, pomimo że systematyczną eksplorację potencjalnych systemów opartych na superinteligencji można rozpocząć od zbadania środków wdrażania wyspecjalizowanych komponentów, należy zwrócić uwagę na pytania



**Rys. 4.** Schematyczna architektura systemu powiązanych specjalistów przetłumaczona i odfiltrowana przez specjalistę poprzez interfejs użytkownika. Patrz także rysunek 5



**Rys. 5.** Destylowani specjaliści przygotowani do wdrożenia systemu o szerokich kompetencjach inżynierskich

dotyczące wyłaniających się właściwości, bezpieczeństwa i ryzyka nie tylko w wielu dziedzinach i zadaniach, ale w kontekście alternatywnych architektur modułowych.

**Sposoby i wyzwania związane z wdrażaniem specjalizacji**

W niektórych obszarach pomiar wiedzy może ustanowić wyraźne ograniczenia w potencjalnej wiedzy interferencyjnej między dziedzinami. W innych obszarach potencjalne

wnioskowanie pomiędzy dziedzinami może być szerokie i nieprzewidywalne. Biorąc pod uwagę zakres potencjalnego wniosku, należy jednak zauważyć, że możliwości uczenia się specjalistycznego systemu można ograniczyć przez destylację wtórną (po nauczaniu), uzyskując systemy nieuczące oraz, jak wspomniano wcześniej, takie, których kumulatywne uczenie się związane z zadaniami może być bezpośrednio ograniczone przez zasady punktu kontrolnego/restartu.

Oprócz ograniczeń wiedzy jako takiej, specjalistyczną SI można dalej kształtować i ograniczać za pomocą wskaźników destylacji, które optymalizują kompromisy między zasobami i wydajnością w odniesieniu do strumieni zadań specyficznych dla dziedziny, ograniczając w ten sposób zakres innych funkcji. Dodatkowo może to być wykonane także przez stałe interfejsy, które wprowadzają opisy zadań i wyniki do reprezentacji specyficznych dla dziedziny (np. wyrażenia matematyczne, specyfikacje inżynierii fizycznej), w istocie interfejsy API.

Podobnie jak w przypadku wnioskania stosowanego do zasobów wiedzy, czasami trudno będzie ocenić zakres kształtowania i specjalizacji, które mogą być wywołane przez optymalizację wydajności zadania, kontrolę strumienia zadań i interfejsy API specyficzne dla dziedziny. Techniki te poszerzają bogaty zestaw narzędzi, które prowadzą do szerokiego zakresu pytań dotyczących specjalizacji, bezpieczeństwa i ryzyka w kontekście konkretnych dziedzin, zadań i architektur systemów obsługiwanych przez specjalistów.

### Modularne architektury specjalistyczne

Na rysunku 2 przedstawiono ogólny schemat komponowania destylowanych specjalistów w celu wdrożenia systemów o bardziej ogólnych możliwościach (rysunek 4).

Należy pamiętać, że zadanie polegające na komunikacji pośredniczącej pomiędzy użytkownikami ludzkimi a specjalistami z różnych dziedzin może być realizowane przez specjalny interfejs komunikacyjny, który umożliwia użytkownikom przesyłanie i wyjaśnianie opisów zadań w drodze dyskusji w podzbiorze języka naturalnego dla danej dziedziny (potencjalnie wspomaganą grafiką interaktywną), jednocześnie wymieniając reprezentacje dotyczące konkretnych zadań z systemem złożonym ze specjalistów z danej dziedziny. Specjalizacja polega również na rozbijaniu zadań na węższe podzadania, podobnie jak tłumaczenie wyników na formy zrozumiałe dla ludzkiego użytkownika.

Tabela 3. Zakres tematów technicznych i uwag

<p><i>Potencjalne obawy dotyczące prognozy SI</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorowanie pojawiających się możliwości</li> <li>• Zastosowania punktu kontrolnego/restartu</li> </ul> <p><i>Proces destylacji i wskaźniki</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zastosowania iteracyjnej destylacji</li> <li>• Destylacja zależna od dziedziny</li> </ul> <p><i>Dziedziny i programy nauczania</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólne i specjalistyczne programy nauczania</li> <li>• Nauczanie kontra ładowanie bazy danych</li> </ul> <p><i>Podział wiedzy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dziedziny i podziały</li> <li>• Niejednoznaczności w zakresie wiedzy</li> </ul>	<p><i>Architektury specjalistyczne</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faktoring kompetencji</li> <li>• Modułowe wzory kompozycji</li> </ul> <p><i>Projektowanie interfejsów informacyjnych</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtrowanie na ludzkich interfejsach</li> <li>• Monitorowanie na interfejsach wewnętrznych</li> </ul> <p><i>Ryzyko specyficzne dla zastosowania</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robotyka interaktywna na całym świecie</li> <li>• Dostęp do Internetu i interakcja</li> </ul> <p><i>Ryzyko wystąpienia agencji</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Granice ryzyka agencji</li> <li>• Bezpieczny skład ryzykownych agentów</li> </ul>
--	--

Każdy lub wszyscy tacy specjaliści mogą zostać niezdolni do długoterminowego, kumulatywnego uczenia się poprzez zainicjowanie każdego zadania za pomocą systemu w ustalonym stanie początkowym. Byłoby to całkiem naturalne: unikanie modyfikacji zawartości systemu pomiędzy zadaniami ma tę zaletę, że zapewnia spójne zachowanie, które może być zarówno dobrą praktyką inżynierską, jak i pomocą w debugowaniu.

### Perspektywy i kierunki badań

Destylacja inteligencji, pomiar wiedzy, specjaliści zorientowani, punkt kontrolny/restartu oraz skład modułowy to ogólne środki kontroli z wieloma potencjalnymi instancjami i wspólnymi zastosowaniami. Pojęcia te, rozpatrywane zarówno indywidualnie, jak i jako całość, nasuwają pytania dotyczące nie tylko potencjalnego zakresu, implementacji i zastosowania, ale także dotyczące skutecznych metodologii badania tego zakresu pytań pod kątem potencjalnie krytycznych decyzji prowadzących do superinteligencji.

### Niektóre otwarte pytania<sup>3</sup>

Jak zinterpretować „minimalną długość opisu”? Ze względów praktycznych opis w odniesieniu do maszyny Turinga nie jest odpowiedni. Zamiast tego opis może być wyrażony w języku wysokiego poziomu lub specyfikacji wykonawczej i może zawierać spakowane, nieprzezroczyste algorytmy wybrane z danej biblioteki, redukując w ten sposób wiele opisów algorytmów do indeksów macierzy.

Należy pamiętać, że zestaw rozważań dotyczących ograniczeń zasobów, treści programu nauczania i elastycznej koncepcji „uczyć, aby nauczyć” są łącznie istotne przy formułowaniu odpowiednich wskaźników długości opisu.

Ponadto, w jaki sposób można modelować ryzyko związane z SI i zależności od środków kontrolnych? Jeśli można zastosować różnorodne techniki w celu zmniejszenia różnych aspektów ryzyka silnych jednostek, w jaki sposób można modelować redukcję ryzyka osiągnięta za pomocą wielu technik? Jakie środki kontrolne mogą być modelowane jako probabilistyczne, niezależne i multiplikatywne? Które z nich są słabe, jeśli są stosowane osobno, a jednocześnie mocne, gdy są stosowane w połączeniu z innymi? Które dzielą typowe tryby awarii?

Jakie są w takich ramach progi niebezpiecznej agencji? Co stanowi granicę pomiędzy narzędziami SI o niskim ryzyku i wysoko ryzykownymi agentami SI? Kiedy wnioskanie na podstawie bazy wiedzy może dać nieoczekiwaną wiedzę i ewentualnie nieoczekiwane możliwości? Jak szerokie są regiony, które można śmiało uznać za bezpieczne?

Perspektywy bezpiecznych zastosowań superinteligencji sugerują dalsze otwarte pytania:

- W jaki sposób moglibyśmy wykorzystać superinteligentne narzędzie do dowodzenia twierdzeń?
- Na jakie pytania mogą odpowiedzieć wyspecjalizowane superinteligentne systemy?

- Czy superinteligencja może pomóc nam rozwiązać problemy związane z SI?
- Czy moglibyśmy zbudować wielostronne gry wśród niezauważanych superinteligentnych systemów, aby uzyskać wiarygodne rozwiązania problemów silnych jednostek SI?

W tabeli 3 przedstawiono wybrane tematy techniczne wymagające dalszych badań. Obejmują one techniki monitorowania zdolności podczas opracowywania SI przez określone środki kontroli SI i zakres ich zastosowania.

Przechodząc do obaw innego rodzaju, w tabeli 4 przedstawiono szereg rozważań związanych z potencjalnymi ścieżkami rozwoju SI, w szczególności kluczowe obawy, które mogą powstać w kontekście bieżących projektów badawczych i rozwojowych, w tym potencjalne koszty, niepewności, ograniczenia i opóźnienia spowodowane wdrażaniem alternatywnych polityk ochronnych. Podane tutaj podejście do tymczasowego bezpieczeństwa SI sugeruje możliwość opracowania konkretnych i strawnych porad, które będą zgodne z istniejącą praktyką badawczą, a w szczególności z metodami, które oddzielają możliwości uczenia się od nauczanej treści, oferując jednocześnie możliwość identyfikacji ścieżek niskiego ryzyka do szeregu satysfakcjonujących zastosowań superinteligentnych technologii SI.

Przechodząc do badań nad ryzykiem związanym z SI, badania nad przejściowym zarządzaniem ryzykiem SI mogą potencjalnie pomóc wypełnić lukę nie tylko w rzeczywistych technikach kontroli ryzyka, ale także pomiędzy społecznościami badawczymi zajmującymi się SI, zorientowanymi na ryzyko oraz na rozwój. Społeczności te obecnie znajdują się w dobrym kontakcie, aczkolwiek mógłby on zostać jeszcze bardziej wzmocniony.

Badania ryzyka koncentrujące się na nierozwiązanych problemach dotyczących superinteligentnych jednostek SI są z natury abstrakcyjne i długoterminowe, a zatem mają niewiele praktycznych implikacji dla obaw współczesnych twórców SI. Z drugiej strony zapytanie o przejściowe strategie bezpieczeństwa

**Tabela 4.** Zakres rozważań dotyczących badań nad SI

Obecne praktyki badawcze SI	Oczekiwane obawy ekonomiczne
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocena obecnej praktyki</li> <li>• Destylacja jako dobra nauka</li> <li>• Ocena bieżących zastosowań</li> <li>• Prekursory ryzykownych jednostek SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zmniejszenie niepewności ochronnych</li> <li>• Minimalizacja kosztów samoochrony</li> <li>• Minimalizowanie opóźnień samoochrony</li> <li>• Włączanie bezpiecznych zastosowań</li> </ul>

**Tabela 5.** Zakres rozważań dotyczących bezpieczeństwa SI

<p><i>Wypełnianie luki w programach badań nad SI</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obawy krótkoterminowe kontra długoterminowe</li> <li>• Problemy konkretne kontra abstrakcyjne</li> <li>• Zastosowania kontra badanie ryzyka</li> </ul> <p><i>Poszerzenie wsparcia badań ryzyka</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angażowanie nowych badaczy</li> <li>• Rozwiązanie szerszej gamy problemów</li> <li>• Motywowanie szerszej gamy fundatorów</li> </ul>	<p><i>Realizacja celów długoterminowych</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wzbogacanie wszechświata koncepcyjnego</li> <li>• Poszukiwanie ścieżek przez przemiany</li> <li>• Poszukiwanie czynników umożliwiających pełne rozwiązania</li> </ul>
--	--

SI (tabela 5) koncentruje się na badaniu terytorium pomiędzy dzisiejszymi celami badawczymi a długoterminowymi obawami. Może to być źródłem porad istotnych dla problemów krótkoterminowych, a być może pomóc nam w przerobieniu i przeformułowaniu problematycznych sytuacji na potrzeby badań nad długoterminową kontrolą ryzyka SI.

**Streszczenie**

W znanej i trudnej referencyjnej problematycznej sytuacji technologia SI osiągnęła próg szybkiej, rekurencyjnej poprawy, opierając się na nieprzejrzystych, słabo zrozumianych systemach SI. Jednocześnie ze względu na presję ekonomiczną i inne czynniki pojawiająca się superinteligencja została zastosowana do rozwiązywania praktycznych problemów, zanim jeszcze zagadnienia silnych jednostek SI zostały poznane i stały się możliwe do wdrożenia.

W celu poradzenia sobie z tą potencjalną sytuacją kluczowym celem przejściowych technik redukcji ryzyka SI jest umożliwienie zastosowania superinteligencji przy jednoczesnym zminimalizowaniu ryzyka jednostek SI. W zakresie, w jakim zarządzanie ryzykiem przejściowej SI może opóźnić to ryzyko, zapewniając bezpieczny dostęp

do potężnych inteligentnych zasobów, może to się przyczynić do rozwiązania bardziej fundamentalnych problemów na kilka sposobów: przez zwiększenie czasu na dalsze badania, przez informowanie badaczy o konkretnych doświadczeniach oraz, być może, umożliwiając nam użycie superinteligencji rozwiązującej problemy do rozwiązania kwestii superinteligentnych jednostek.

W celu zajęcia się ryzykiem w referencyjnej problematycznej sytuacji można wykorzystać zdolności usprawniania superinteligentnej SI do zadania produkowania (destylacji) najprostszych możliwych uczniów ogólnego przeznaczenia, definiując prostotę za pomocą odpowiedniego wskaźnika minimalnej długości opisu. Można z dużym prawdopodobieństwem założyć, że uczniowie po destylacji MDL opracowani z wykorzystaniem odpowiednich protokołów nie będą mieć znacznej specyficznej wiedzy w obszarach niezwiązanych bezpośrednio z pomyślnym wykonywaniem zestawu kryteriów uczenia.

Niepewności dotyczące zawartości wciąż nieprzezroczystych systemów sztucznej inteligencji (według konserwatywnej hipotezy) można ograniczyć, ucząc wiele instancji uczniów destylowanych MDL z ukierunkowaną,



Tabela 6. Zestaw możliwych do zastosowania technik przejściowego zarządzania ryzykiem SI

Destylacja inteligencji	Aby kontrolować początkową ilość informacji
Pomiar wiedzy	Aby kontrolować wprowadzanie informacji
Punkt kontrolny/restart	Aby kontrolować przechowywanie informacji
Ukierunkowane programy nauczania	Aby szkolić specjalistów z wąskich dziedzin
Architektury modułowe	Aby komponować specjalistów do praktycznych zadań

skontrolowaną wiedzą obejmującą programy nauczania dla określonych specjalności. Wtórna destylacja może dodatkowo zawęzić zdobytą wiedzę do tej zasadniczej, potrzebnej do wykonania zadań specyficznych dla danej dziedziny, ale jakościowo superinteligentnych. Protokoły punktu kontrolnego/restartu, jako kolejny środek pomiaru wiedzy, mogą wykluczać kumulatywne uczenie się z kolejnych strumieni zadań.

W końcu główne ograniczenia wąskiej specjalizacji dziedzinowej mogą zostać zniwelowane przez łączenie możliwości wąskich specjalizacji w celu stworzenia bardziej kompleksowych systemów. Odpowiednie architektury mogą umożliwić systemom rozwiązywanie problemów, które obejmują komunikację z użytkownikami ludzkimi przy jednoczesnym ograniczeniu ogólnej wiedzy o świecie.

W tabeli 6 podsumowano zestaw technik, które – złożone kreatywnie i starannie – mogą zapewnić znakomite podejście do kształtowania treści i funkcjonalnych możliwości superinteligentnych systemów SI.

Powyższe techniki same w sobie nie mogą zapewnić bezpieczeństwa, ponieważ modułowy skład specjalistycznych systemów SI mógłby zostać wykorzystany do wdrożenia systemów o dosadnych i tak naprawdę nieograniczonych superinteligentnych możliwościach. Pomimo że kryteria dla niezawodnie bezpiecznych zastosowań SI nie są jeszcze dobrze poznane, można jednak oczekiwać, że dobrze wybrane strategie wykorzystujące te techniki mogą znacznie rozszerzyć zakres rozpoznawalnie bezpiecznego obszaru zastosowań.

Wreszcie, wychodząc poza przyrostowe rozszerzanie bezpiecznych

zastosowań SI, być może najważniejszą motywacją do kontynuowania tej linii badań jest możliwość, że strategie bezpiecznego stosowania superinteligentnych mechanizmów rozwiązywania problemów mogłyby być wskazówką dotyczącą strategii stosowania superinteligencji do rozwiązywania fundamentalnych problemów dotyczących superinteligentnych jednostek.

### Przypisy

- 1 Przedruk z DREXLER K.E., 2015. *MDL Intelligence Distillation: Exploring strategies for safe access to superintelligent problem-solving capabilities*, Technical Report #2015-3, Future of Humanity Institute, Oxford University: s. 1–17. Przedruk za zgodą autora.
- 2 Ostatnia książka Nicka Bostroma *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies* (Oxford University Press, 2014), zapewnia najszerszą i najgłębszą analizę tych wyzwań. Niniejszy dokument przeznaczony jest dla publiczności, która ma ogólną wiedzę na temat rozważań i problemów poruszonych w *Superintelligence*. *Disclaimer*. Po rozmowie na ten temat w Future of Humanity Institute 4 grudnia 2014 roku Anders Sandberg zasugerował, żebym napisał krótkie streszczenie, ale pomimo że dokument ten jest zgodny z treścią rozmowy, to zawiera skrócone opisy pojęć i nie zawiera aparatu cytowania naukowego. Uwaga historyczna: Moje obawy dotyczące ryzyka SI, które koncentrują się na wyzwaniach związanych z długoterminowym zarządzaniem SI, rozpoczęły się wraz z początkiem moich badań zaawansowanych technologii molekularnych, około 1977 roku. Przypominam sobie późniejszą rozmowę z Marvinem Minskym, ówczesnym

przewodniczącym mojej komisji doktorskiej (około 1990 roku), która pogłębiła moje zrozumienie niektórych kluczowych kwestii. W odniesieniu do hierarchii celów Marvin zauważył, że głównym zadaniem nauczania się języka przez niemowlaka jest podcel napięcia się wody, a zamiana zasobów wszechświata w komputery to potencjalny podcel maszyny próbującej doskonale grać w szachy. Przedstawione tutaj pomysły pojawiły się jako podcele proponowanych strategii zarządzania niewiarygodnymi systemami sztucznej inteligencji, które przedstawiłem Marvinowi w tym samym czasie. Zasugerował, żebym to opisał. Na razie zwlekam.

- 3 Oraz pytanie dotyczące terminologii: „Jak zdefiniować «superinteligencję»? Konceptcja destylowanego ucznia podkreśla kluczową różnicę pomiędzy uczeniem się a kompetencjami. Niemowlęta nie mają kompetencji dorosłych, ale są uważane za inteligentne ze względu na ich zdolność do uczenia się. W związku z tym termin „superinteligencja” stosowany tutaj odnosi się zarówno do nadludzkiej zdolności uczenia się, jak i do wynikających z tego nadludzkich kompetencji intelektualnych. W związku z tym użycie tego terminu nie oznacza, że jakkolwiek konkretny system ma jakieś szczególne kompetencje, ludzkie lub inne. Kontrastuje to z definicją ultrainteligentnej maszyny I.J. Gooda z 1965 roku jako „maszyny, która może znacznie przewyższyć wszelkie intelektualne działania każdego człowieka, jakkolwiek bystrego” (uwypuklenie dodane). Nadludzkie uczenie się i nadludzkie kompetencje muszą być wyraźnie rozróżnione.

Fragment pochodzi z książki:

*Sztuczna inteligencja*.

*Bezpieczeństwo i zabezpieczenia*,

Roman V. Yampolskiy (redakcja).

Wydawnictwo Naukowe PWN,

Warszawa 2020

# Rola BIM w prefabrykacji

Aleksander Nicał, Elżbieta Szmigiera, Kostiantyn Protchenko, Krzysztof Kaczorek

Realizacja projektu w technologii prefabrykacji betonowej znacznie różni się od procesów budowlanych w technologii tradycyjnej, głównie ze względu na to, że nakłady pracy są przeniesione na wcześniejszy etap – etap produkcji. Wiele procesów jest standaryzowanych, co pozwala uzyskać wysoki poziom automatyzacji, uwzględniając zasady *lean management*, *lean construction*, Industry 4.0 i inne. Branża prefabrykacji jest jedną z najbardziej zdigitalizowanych dzięki nowoczesnym technologiom, w tym również technologiom informatycznym. Firmy produkujące elementy prefabrykowane i inne podmioty zewnętrzne współpracujące z wytwórniami mogą znacznie skorzystać na automatyzacji i przyspieszeniu pracy oferowanym przez narzędzia działające zgodnie z technologią BIM. BIM wspiera wiele procesów w prefabrykacji, m.in.:

- przygotowanie ofert;
- marketing;
- projektowanie;
- koordynację;
- automatyzację produkcji i dostawy elementów prefabrykowanych;
- kontrolę jakości zamówień, procesy logistyczne itp.

Dzięki wymienionym zastosowaniom można sprostać wielu wyzwaniom w branży prefabrykacji, gdyż poziom zaawansowania projektów ciągle wzrasta i stają się one coraz trudniejsze do wykonania. Dotyczy to przede wszystkim produkcji elementów, które często mogą mieć nietypowy kształt.

## 1. Zalety stosowania BIM w prefabrykacji

Model BIM o wysokim poziomie LOD odzwierciedla planowany obiekt w sposób najbardziej zbliżony do rzeczywistości, co sprawia, że projekt jest racjonalny również pod względem ekonomicznym. Prefabrykacja często wymaga bardzo precyzyjnego zamodelowania elementów prefabrykowanych, doboru rozwiązań, które ograniczą pracochłonność montażu, jednoczesnej współpracy z innymi specjalistami różnych branż. Modelowanie w technologii BIM pozwala na wykorzystanie pełnego potencjału prefabrykacji [53]. Spośród najważniejszych powodów stosowania BIM w prefabrykacji można wymienić:

- planowanie – planowanie budowy z elementów prefabrykowanych usprawnia proces inwestycyjny i prowadzi do skrócenia czasu realizacji inwestycji; specjalistyczne narzędzia zgodne z BIM mogą usprawnić i zwizualizować wiele procesów;
- przejrzystość – postęp w planowaniu, realizacji robót, koszty, zmiany w projekcie mogą być realistycznie przedstawione już na etapie koncepcji; klient otrzymuje przestrzenny model obiektu i w razie potrzeby może przeanalizować wpływ różnych zmian na ogólny stan projektu i koszty;
- precyzję – modelowanie przestrzenne pozwala uzyskać większy poziom szczegółowości projektu oraz wyeliminować

możliwe kolizje i błędy projektowe; od szczegółowości projektu zależy, jak sprawnie inwestycja zostanie przeprowadzona, gdyż każda z branż ma swoją specyfikę i podejście do projektu;

- współpracę – wszyscy uczestnicy zaangażowani w proces inwestycyjno-budowlany mogą uzyskać dostęp do aktualnej informacji za pomocą centralnego modelu obiektu, umożliwiającego komunikację w czasie rzeczywistym dzięki różnym rozwiązaniom chmurowym, sieciowym itp.;
- podjęcie decyzji – symulacje przeprowadzone w oprogramowaniu zgodnym z BIM (np. strukturalne analizy, analizy energetyczne i inne symulacje uwzględniające cały cykl życia budynku) pozwalają na podjęcie świadomych decyzji na wczesnym etapie projektowania;
- dokumentację i dane produkcyjne – wygenerowanie rzutów, elewacji i przekrojów, rysunków warsztatowych, montażowych, zestawieniowych, raportów, legend oraz list produkcyjnych staje się proste dzięki centralnemu modelowi obiektu i funkcjom oprogramowania;
- dostawę i montaż – elementy mogą być łatwo identyfikowane i lokalizowane przez użycie przypisanych etykiet, które zostały wcześniej zsynchronizowane z odpowiednią aplikacją; istnieje możliwość rozplanowania elementów w stosach i paletach przed składowaniem i przewiezieniem;
- koszt życia budynku – cyfrowe modele znacznie pomagają zoptymalizować koszty życia budynku; dokumentacja, która powstaje na bazie centralnego modelu budynku, jest punktem wyjścia dla zarządzania obiektem w przyszłości [54]; na stworzonym modelu można przeprowadzić różne symulacje i sprawdzić, jak obiekt będzie się zachowywał w świecie rzeczywistym.

## 2. Koncepcje *lean management* i *lean production*

Terminologia *lean* jest stosowana w odniesieniu do zdefiniowanych koncepcji i metod prostej i przejrzystej („wyszczuplającej”) organizacji procesów, które mogą się odnosić do procesów produkcyjnych, procesów zarządzania lub procesów administracyjnych [55]. W skład *lean management* wchodzi *lean production*, *lean development* oraz *lean administration* [55]. Filozofia *lean production* początki ma w Toyota Production System (TPS), którego jednym w podstawowych założeniach była m.in. eliminacja marnotrawstwa, prowadząca do skrócenia cyklu produkcyjnego, poprawy jakości produkcji, minimalizacji kosztów oraz poprawy wzajemnej koordynacji i komunikacji między pracownikami. Przedstawione założenia są zbieżne z istotą *lean thinking*: „Pokazuje drogę do rozpoznawania wartości, nieprzerwanej realizacji czynności tworzących wartość zawsze, gdy jest na nie zapotrzebowanie, i wreszcie do ich w pełni efektywnej realizacji” [56]. Generalne założenia związane z koncepcją *lean* dotyczą eliminacji zjawiska *muda*, które zostało zdefiniowane przez Taiichiego Ōno i dotyczyło [55]:

- defektów (usterek i wad) produktów, które należy usunąć;
- produkcji rzeczy, na które nie ma zapotrzebowania, co skutkuje stałym zwiększaniem stanu zapasów;
- realizacji procesów, które są niewydajne i nieskuteczne;
- nieplanowanego przemieszczania personelu i zbędnego transportu materiałów na inne (kolejne) miejsce bez zdefiniowanego celu;
- zbędnego oczekiwania pracowników przy kolejnych procesach produkcyjnych wskutek wystąpienia opóźnień na poprzedzających stanowiskach pracy;
- towarów i usług niespełniających oczekiwań klientów.

Geneza filozofii produkcji *lean production* powstała w fabryce samochodów Toyota Production System (TPS). Była skutkiem wymuszonego oszczędzania, które przyczyniło się do ograniczenia o 25% zasobów produkcyjnych, takich jak: powierzchnia produkcyjna, planowane inwestycje i zatrudnienie załogi. Podstawowe elementy tworzące Toyota Production System wymieniono poniżej [55].

- Technika *just-in-time* – polega zasadniczo na założeniu, że właściwa część produkcji jest dostępna w określonym czasie, przy uwzględnieniu wymaganej ilości i jakości oraz we właściwym miejscu. Wiodąca jest przede wszystkim zasada „ciągnięcia” (*pull*). Oznacza ona, że następca pobiera odpowiednią ilość produktu od poprzednika. Dodatkowo działa zasada stałego przepływu wartości, polegająca na sprzężeniu procesów tworzenia wartości i ograniczaniu wielkości partii produkcji. Trzecia zasada odnosi się do pracy równomiernej, synchronizacji; w przypadku budynków prowadzi to do podziału obiektu budowlanego na działki robocze z zachowaniem w miarę jednakowej pracochłonności na każdej z nich.
- Jakość i stabilność, w tym zasada zapobiegania błędom – znajduje pokrycie w metodach 5S, Poka Yoke i TPM. Ich celem jest wczesne rozpoznawanie błędów w trakcie produkcji (np. prefabrykatu) i bezpośrednie ich zgłaszanie. Trwałe wyeliminowanie błędów można osiągnąć przez zastosowanie metod 5W lub *kaizen* („ciągła poprawa”).
- Stałe doskonalenie – produkty, procesy i kwalifikacje pracowników powinny podlegać ciągłemu doskonaleniu. Podejście to jest zbieżne z zasadą *kaizen*, czyli stałego, niekończącego się ulepszania i doskonalenia procesów (np. procesów roboczych w zakładach produkcyjnych prefabrykatów) przy pomocy metody (filozofii) tzw. małych kroków. Zgodnie z filozofią *kaizen* w danym przedsiębiorstwie każdy pracownik ma prawo zgłosić kierownikowi propozycję/uwagę zmiany, która zawsze jest rozpatrzona przez przełożonego. Istotny jest brak obawy o potencjalne sankcje dyscyplinarne, a w skrajnych przypadkach utratę pracy.
- Pracownicy i partnerzy w kulturze przedsiębiorstwa tworzą centralny element kultury przedsiębiorstwa – w TPS oznacza to, że kierownictwo jest obecne w miejscu tworzenia wartości. Wysokie wymogi jakościowe są stosowane także wobec kooperantów, partnerów i poddostawców, co wpływa korzystnie na niezbędną stabilność procesów. W stosunku do kooperantów stosowana jest zasada długoterminowego partnerstwa i ciągłości.

Głównym celem *lean management* w odniesieniu do przemysłu prefabrykatów budowlanych jest tworzenie wartości

i eliminacja wszelkiego rodzaju marnotrawstwa, które pojawia się w ramach wytwarzania towarów (np. prefabrykatów budowlanych, ale także półproduktów) oraz usług (np. podczas dostawy prefabrykatów na plac budowy). Wszystkie czynności, operacje robocze i zasoby, które nie są konieczne dla wzrostu wartości produktu, uchodzą za zbędne i powinny zostać usunięte. Analogiczne podejście należy zastosować w przypadku zapasów i zgromadzonych materiałów (np. zbrojenia, kruszywa, cementu, form) czekających na obróbkę. Docelowy wzrost produktywności, a także przyspieszone wytwarzanie produktów i tym samym skracanie cykli produkcyjnych przekładają się na większą rentowność przedsiębiorstwa i sprzyjają jego rozwojowi na rynku. Zachowanie sprawnie zorganizowanej, elastycznej produkcji umożliwia wytwarzanie zindywidualizowanych, specyficznych produktów charakteryzujących się wysoką jakością.

### 3. Koncepcja *lean construction*

Produkcja prefabrykatów na potrzeby budownictwa zawiera odniesienie do dwóch obszarów, to znaczy produkcji i budownictwa. Tym samym przy wdrażaniu koncepcji „wyszczuplającej” produkcji prefabrykatów nawiązuje się zarówno do założeń *lean production*, jak i *lean construction*. Zasady obowiązujące przy wdrażaniu *lean construction* na placach budów i w zakładach produkcyjnych są analogiczne do istoty filozofii *lean thinking* [55].

- Eliminacja marnotrawstwa – wykorzystanie *lean construction* uzasadnia różnego rodzaju słabe punkty w procesach realizacji robót budowlanych i procesów produkcyjnych, do których należą:
  - wysokie zapasy materiałów na placu budowy i na placach składowych zakładów produkcyjnych prefabrykatów, które powodują niepotrzebnie długie „zamrożenie” kapitału, prowadzą do zbędnych procesów logistycznych oraz potencjalnych uszkodzeń, wynikających chociażby z niekorzystnych warunków atmosferycznych (np. zamrażanie kruszyw i kosztowny zabieg ich odmrażania, konieczność zakupu lub dzierżawy dodatkowej powierzchni składowania);
  - utrzymanie zbyt dużych i nieprawidłowo zorganizowanych powierzchni magazynowych, co przyczynia się do zaburzeń w przepływie materiałów, akcesoriów montażowych i wyposażenia oraz do strat czasu spowodowanych poszukiwaniem potrzebnych w danej chwili materiałów; ponadto generowane są koszty związane z ogrzewaniem pomieszczeń i ich sprzątaniem;
  - uszkodzenia i awarie w trakcie trwania procesów roboczych oraz procesów obróbki termicznej, które są związane z nieprawidłowym przeszkoleniem załogi, brakiem odpowiednich kwalifikacji;
  - nieprawidłowe przygotowanie produkcji – w wielu przedsiębiorstwach budowlanych z uwagi na ograniczoną obsadę kadrową działu przygotowania produkcji nie ma możliwości zapewnienia odpowiedniego zaplanowania realizacji produkcji na placu budowy lub w zakładzie produkcyjnym.
- Ciągły przepływ procesów – celem tej zasady jest utworzenie struktury produkcji zgodnie z założeniami metody pracy równomiernej. Przez podział obiektu na małe działki robocze oraz ich odpowiednią synchronizację możliwa jest

eliminacja czynności nietworzących wartości. Uzyskuje się dodatkowo ciągłość i równomierność zatrudnienia brygad roboczych. W warunkach produkcji prefabrykatów należy zapewnić rytmiczność działania linii przy możliwie krótkich rytmach produkcyjnych. Właściwa identyfikacja zapasów wpływa korzystnie na minimalizację trwania cyklu produkcji. Do zapasów należą:

- zapasy czasu – sporządzenie harmonogramu robót uwzględniającego istnienie zapasów, które są niezbędne z uwagi na niepewność w przewidywaniu warunków atmosferycznych, niestateczność w terminowości poddostawców i podwykonawców; przy planowaniu harmonogramów produkcyjnych należy założyć możliwy wariant półsztywny powiązań podsystemów produkcyjnych, w szczególności przy dużym udziale pracy ręcznej; zakłada on swobodę w zakresie terminów rozpoczęcia i zakończenia operacji roboczych przy stałej kolejności ich wykonywania;
- zapasy powierzchni i przestrzeni – wykorzystywanie przestrzeni dla potrzeb procesów produkcyjnych oraz na składowiska i magazyny jest bardziej efektywne przy zastosowaniu ciągłego przepływu procesów;
- zapasy środków – nadmierne zapasy środków technicznych generują koszty związane z ich zakupem i utrzymaniem (np. formy bez możliwości przebrojenia przy zmianie asortymentu produkcyjnego uwarunkowanego aktualnym zamówieniem są w dużej liczbie przypadków niewykorzystane).
- Zasada „ciągnięcia” – zasada ta wykorzystuje metodę *kanban* (tzw. widoczny opis), która umożliwia wizualizację przepływu materiałów budowlanych i półproduktów na placu budowy i w zakładzie produkcyjnym. Założeniem metody jest sterowanie procesami produkcyjnymi skoncentrowanymi na niezbędnym i rzeczywistym zużyciu materiałów w miejscu montażu. Kolejna jednostka produkcyjna (np. stanowisko robocze w zakładzie produkcyjnym) jest zaopatrywana przez wcześniejszą jednostkę produkcyjną tylko w niezbędne środki operacyjne. Rezultatem takiego działania jest redukcja złożoności procesu, np. procesy pomocnicze zostają uruchamiane w momencie, w którym są niezbędne do realizacji procesów zasadniczych (*just-in-time*). Potencjalne zakłócenia w procesach zasadniczych nie wpływają wówczas bezpośrednio na procesy pomocnicze. Uzyskiwana jest przez to wyższa elastyczność produkcyjna. W warunkach współpracy między placem budowy a zakładem produkcyjnym możliwa jest koordynacja działań produkcyjno-logistycznych skutkująca odpowiednim momentem uruchomienia produkcji danego wyrobu w warunkach czasowych zakładających dostawę na plac budowy na wcześniej ustalony termin.
- Zasada ciągłego doskonalenia – japońska filozofia *kaizen* zakłada, że wszystko wymaga doskonalenia, a osiągnięte standardy można polepszyć. W tym przypadku należy rozważyć wprowadzenie długoterminowych metod optymalizacji procesów, takich jak:
  - zasada wprowadzenia tzw. *best practice* (m.in. system *Plan-Do-Check-Act*);
  - zasada doskonalenia zawodowego i stałego podnoszenia kwalifikacji załogi.

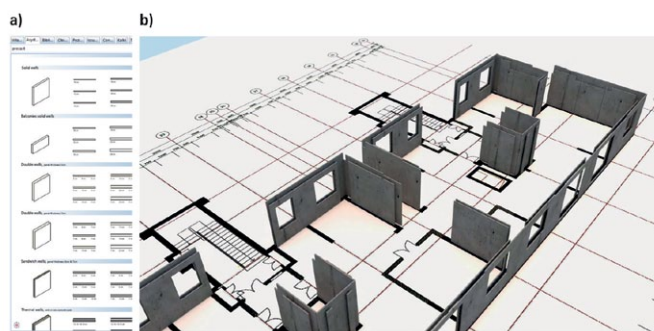
- Zasada dokumentacji procesów – celem jest wprowadzenie narzędzi kontrolujących stan zaawansowania prac na placu budowy lub wykonywaniach operacji roboczych w zakładzie produkcyjnym przez m.in.:
  - zdefiniowanie odpowiednich wskaźników oraz środków kontroli i raportowania;
  - wdrożenie oprogramowania do gromadzenia informacji o stanie procesów realizacji i produkcji (np. kontrola temperatury, wilgotności i czasu trwania obróbki cieplnej betonu).
- Zasada współpracy (kooperacji) – w ramach danego projektu lub wybranego przedsiębiorstwa produkcyjnego konieczne jest zorganizowanie grupy uczestników przedsięwzięcia, aby przy odpowiednim podziale pracy, kompetencji i odpowiedzialności wszystkie niezbędne procesy projektowania i produkcji były zrealizowane na czas przy zachowaniu odpowiedniej jakości oraz w ramach ustalonego budżetu.

#### 4. Ofertowanie i marketing

Powodzenie procesu inwestycyjnego w dużej mierze zależy od jego przygotowania, tzn. od etapu projektowania i dopracowania logistyki całego przedsięwzięcia. Punktem wyjścia jest zapytanie ofertowe, zawierające program funkcjonalno-użytkowy przedsięwzięcia inwestycyjnego opracowany na podstawie ogólnej wstępnej koncepcji architektonicznej bryły i lokalizacji budowli [57]. Już na początkowym etapie powstaje cyfrowy model, który zawiera podstawowe elementy projektu. Na każdym etapie inwestor ma podgląd projektu i może podejmować decyzje wspólnie z innymi uczestnikami procesu inwestycyjnego. Cyfrowy model pozwala łatwo zwizualizować uwarunkowanie i konsekwencje podejmowanych decyzji.

Dodatkowe elementy, które można uzyskać dzięki modelowaniu w cyfrowym środowisku, takie jak oszacowanie kosztów inwestycji w okresie realizacji, a następnie w czasie użytkowania, pozwalają zamawiającemu porównać pewne parametry i wybrać najlepszą ofertę już na początkowym etapie inwestycji.

Z praktycznego punktu widzenia im więcej cyfrowy model zawiera informacji, tym bardziej zaawansowaną ofertę można wygenerować w odpowiednim oprogramowaniu. Opracowanie wstępnego modelu, koncepcyjnego, można znacznie przyspieszyć i uprościć, stosując bazę elementów prefabrykowanych (rys. 1). Utworzenie takiej bazy z reguły zajmuje najwięcej czasu,



Rys. 1. Usprawnienia przy ofertowaniu: a) wybranie elementu bezpośrednio z dostosowanej biblioteki; b) naniesienie elementów na widok 2D. Oprogramowanie Planbar

gdyż należy przewidzieć wszystkie możliwe konfiguracje elementów i ich uzupełnienia, a także wziąć pod uwagę możliwości techniczne maszyn i linii produkcyjnych. Osoba, która zajmuje się przygotowaniem oferty, po konsultacjach z architektami i konstruktorami może wybrać odpowiedni rodzaj elementów i nanieść je np. na liniach widoku 2D lub stworzyć od zera.

Wysokości poszczególnych elementów i ich lokalizacja po wysokości również będzie dopasowana według struktury projektu (rys. 2). Użytkownik ma możliwość, aby na początkowym etapie stworzyć nową strukturę lub skorzystać z listy już predefiniowanych. Część elementów będzie umieszczona względem górnej i dolnej płaszczyzny, natomiast niektóre elementy, takie jak otwory, mogą zostać dopasowane względem jednej płaszczyzny, aby ich wymiary nie zmieniały się wraz ze zmianą wysokości kondygnacji.

Praca w technologii BIM wymaga zachowania pewnej kolejności wykonywania projektu i zaangażowania odpowiednich uczestników na poszczególnych etapach inwestycji. Przy właściwym rozplanowaniu prac można uniknąć opóźnień dla poszczególnych branż, a nawet uzyskać pewne przyspieszenie na kolejnych etapach projektu. Decyzję o ilości informacji przypisanej do elementów, ich formacie i uzupełnieniu elementów podejmuje użytkownik. Już na etapie koncepcyjnego tworzenia modelu do każdego z elementów automatycznie generuje się komplet dokumentacji według szablonów użytkownika, w tym również rysunki złożeniowe, warsztatowe, montażowe i inne. Projektant po jednym kliknięciu może otworzyć jeden rysunek lub kilka na raz, kontynuować opracowanie i uzupełnianie elementów (rys. 3).

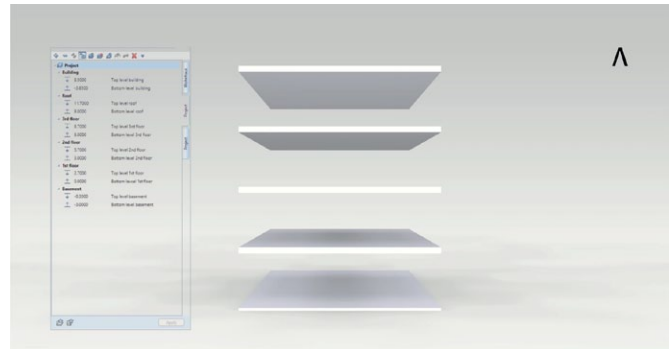
Na etapie koncepcji powstaje wielobranżowy cyfrowy model obiektu zawierający jego podstawowe elementy. Zmiany w projekcie i ich konsekwencje są widoczne na modelu i w dokumentacji. Szablony dokumentacji i jej zawartość również definiuje użytkownik, mogą one być wygenerowane jako ogólne raporty zestawień ilościowych, jak również szczegółowe, np. dla jednego rodzaju elementów. Forma zestawień może być dynamiczna i uzależniona od zmian w modelu, a zestawienia mogą być niepołączone z modelem i wyeksportowane w dowolnym momencie w różnych formatach, takich jak: doc, xls, PDF, txt czy inne.

Możliwość wykorzystania baz elementów, szablonów dokumentacji, wygenerowania zbiorczych zestawień ilościowych pozwala łatwo stworzyć wstępną ofertę osobom, które nie mają na co dzień styczności z projektowaniem. Projektant powinien również uczestniczyć w procesie ofertowania i konsultować wszystkie wprowadzane zmiany, gdyż na późniejszym etapie może to mieć wpływ na koszty inwestycji.

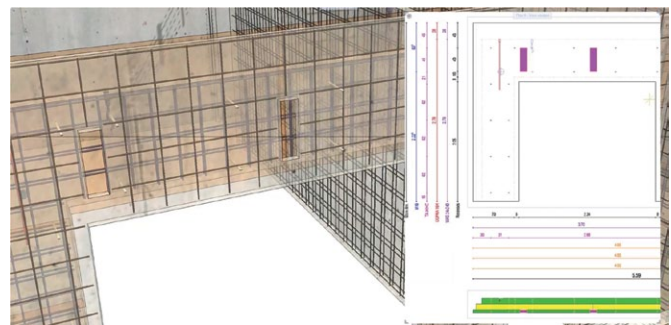
Cyfrowy model można zwizualizować bezpośrednio w tym samym oprogramowaniu i przedstawić w ofercie. Dodatkowo można też wykonać profesjonalne wizualizacje w przeznaczonym do tego specjalistycznym programie, co pozwoli uzyskać wizualizacje szybciej i w lepszej jakości, a następnie załączyć je do oferty.

Przekazanie modelu odbywa się przez format IFC lub inne interfejsy specjalistyczne: SKP, 3DS, DWG, DAE itp.

Istotnym aspektem jest możliwość wykonania wizualizacji na dowolnym etapie projektu, jak również zwizualizowanie



Rys. 2. Struktura projektu utworzona przez użytkownika



Rys. 3. Dokumentacja powiązana z elementami prefabrykowanymi. Oprogramowanie Planbar



Rys. 4. Przykładowe wizualizacje wykonane w programie Lumion. Projekt Harpa Concert Hall, Reykjavik [58]

poszczególnych elementów i ich przekrojów, co może lepiej przedstawić projekt potencjalnemu klientowi/zamawiającemu. Przykładowe wizualizacje przygotowane w specjalistycznym oprogramowaniu zostały przedstawione na rys. 4.

## 5. Projektowanie i koordynacja

Za najważniejszy etap w procesie produkcji elementów prefabrykowanych uznaje się fazę projektową, gdyż podczas niej powinny zostać uwzględnione inne etapy realizacji inwestycji. Bardzo ważnym aspektem jest dopasowanie funkcjonalności, dobór elementów i wprowadzenie pewnych restrykcji w oprogramowaniu pod kątem możliwości maszyn produkcyjnych, co pozwoli zaoszczędzić czas przed produkcją i nie wprowadzać zmian do plików i dokumentacji.

W kontekście prefabrykacji funkcjonalności, jakie powinny posiadać narzędzia informatyczne, można podzielić na:

- bazowe – dotyczą wszystkich rodzajów elementów i usprawniają proces projektowania;
- przeznaczone do typowych (seryjnych) elementów;
- przeznaczone do elementów o nietypowym kształcie geometrycznym (unikatowych prefabrykatów).

Istotnym aspektem jest możliwość przekazywania danych produkcyjnych do systemów ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*) – planowania zasobów przedsiębiorstwa lub bezpośrednio na komputery sterujące CNC (ang. *Computer Numerically Controlled*).

### 5.1. Bazowa funkcjonalność oprogramowania

#### Współpraca i koordynacja

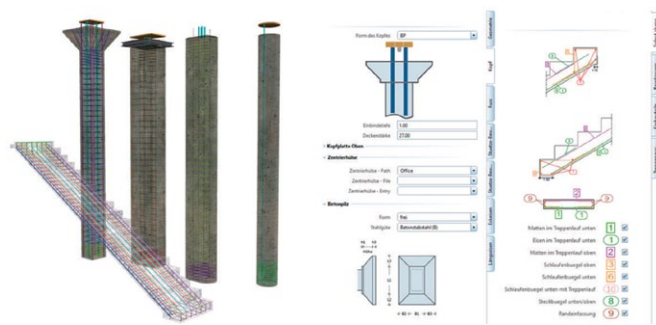
Oprogramowanie zintegrowane z platformami CDE lub innymi serwisami (np. opartymi na rozwiązaniach chmurowych) pozwala na efektywne zarządzanie informacjami i zapewnia niezbędny, całościowy przegląd obiektu budowlanego. Dzięki łatwemu dostępowi do cyfrowego modelu obiektu, do którego mają dostęp wszyscy uczestnicy procesu inwestycyjnego, informacje nie zostaną utracone, a zmiany będą na bieżąco aktualizowane. Dodatkowo programy tego typu zapewniają funkcjonalności, takie jak sprawdzenie wymiarów i szczegółów związanych z elementami, śledzenie postępów (dodanie rewizji projektu), zarządzanie zmianami, podział i przypisywanie zadań, system powiadomień bezpośrednio na e-mail, import i eksport informacji w formie BCF i wiele innych. Na rys. 5 przedstawiono przykładowy model konstrukcji prefabrykowanej na platformie Bimplus.



Rys. 5. Przykładowy model konstrukcji prefabrykowanej na platformie Bimplus [59]



Rys. 6. Okna widokowe. Oprogramowanie Allplan [60]



Rys. 7. Elementy typu PythonParts stworzone w programie Planbar [59]

#### Możliwość pracy w kilku oknach widokowych naraz

Wygodnym rozwiązaniem jest podgląd na cały model lub na poszczególne jego elementy z dowolnego miejsca, z dostosowaniem widoków okien na elementy z różnych perspektyw. Można z nich korzystać na kilku monitorach (rys. 6).

#### Możliwość wykorzystania predefiniowanych i uzupełnionych elementów z bibliotek

Elementy mogą być uzupełnione o dodatkowe informacje i komponenty, w razie potrzeby zawierając zbrojenie, kratownice i akcesoria. Elementy mogą być dopasowywane automatycznie do obrysów, a w przypadku samego uzupełnienia (np. zbrojenia) do otworów, krawędzi itp. Początkowo obiekty tworzy się jako obiekty bryłowe 3D, architektoniczne, zdefiniowane przez użytkownika. Mogą być także stworzone w postaci elementów inteligentnych typu SmartParts, PythonParts i inne (rys. 7).

#### Możliwość skorzystania z bazy elementów gotowych (akcesoriów)

Stosowanie systemowych rozwiązań połączeń ścian i stropów, łączników balkonów i innych akcesoriów upraszcza projektowanie elementów w technologii BIM, a następnie ich montaż. Wielu producentów, takich jak: Halfen, Peikko, Schöck, Philip Group i inni, udostępniło już bazy elementów nie tylko w formatach 2D, lecz także w formacie IFC. Bazy te zostały zintegrowane w programach dedykowanych do projektowania elementów prefabrykowanych, istnieje również możliwość ich aktualizacji oraz zdefiniowania własnych/nowych elementów gotowych.

#### Dokumentacja

- Przygotowanie szablonów do rysunków warsztatowych i montażowych (rys. 8).

- Możliwość dodania skojarzonych widoków, w tym dowolnych widoków/przekrojów (według dowolnej ścieżki lub krzywej) jako elementów dokumentacji.
- Uwzględnienie reprezentacji elementów 3D na rysunkach i w innej dokumentacji.
- Możliwość przedstawienia innych elementów (kompletnie lub schematycznie), które nachodzą na opracowywany element lub go przycinają (rys. 9).
- Możliwość wprowadzenia dowolnych własnych reguł do dokumentacji.
- Możliwość opracowania elementów zarówno na rysunkach, jak i bezpośrednio na modelu (rys. 10).

Różnorodne raporty, zestawienia i legendy (zawierające dodatkowo przedstawienie elementów/całego modelu w 3D). Dla elementów prefabrykowanych lub połączeń można stworzyć właściwe szablony dokumentacji i je do nich przypisać. Szablony mogą się składać z jednego bądź kilku arkuszy. Można na nich umieścić dowolne widoki, przekroje, atrybuty w odpowiednich miejscach. Następnie po wybraniu elementu/połączenia zostanie stworzony jeden lub kilka arkuszy. Istnieje też możliwość zaznaczania grupowego, po której zostanie wygenerowany zbiorczy dokument zawierający dokumentację dla wskazanych elementów. Dodatkowo można stworzyć reguły dotyczące dokumentacji bądź jej elementów, np. uzależnić format arkusza od elementu lub liczbę przekrojów/widoków od wymiarów elementu itp.

#### Sposoby opisywania elementów

Można stosować:

- opisy automatyczne,
- opisy ręczne.

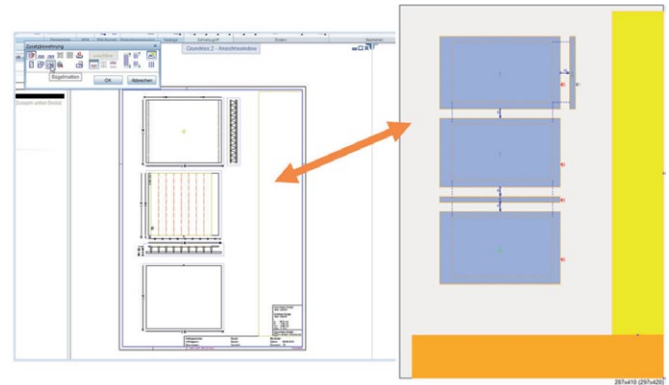
Gdy model zawiera dużo elementów tego samego rodzaju, istotnym aspektem jest możliwość ich szybkiego pozycjonowania i opisywania. Opisy mogą zawierać numer pozycji i ogólne atrybuty, takie jak wymiary elementu, masa całkowita lub ilość zbrojenia i inne. Sposoby identyfikacji mogą się różnić w zależności od oczekiwań użytkownika: identyczne elementy mogą mieć taki sam numer lub każdy element prefabrykowany może mieć przypisany kolejny numer. W razie potrzeby można zmienić opis ręcznie, co pomaga w wyróżnieniu nietypowych prefabrykatów, których konfiguracja nieco się różni.

#### Szybkie kopiowanie elementów lub ich zawartości

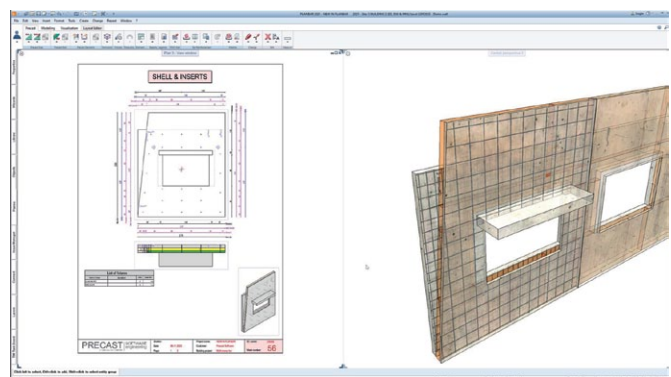
Ze względu na możliwą dużą liczbę powtarzalnych elementów ważną funkcją jest szybkie kopiowanie elementów w ramach poszczególnych kondygnacji lub między kondygnacjami. Dodatkowo istnieje możliwość szybkiego kopiowania zawartości/uzupełnienia parametrów elementu na inny typ, np. wprowadzając zbrojenie do jednego elementu, można od razu wprowadzić zbrojenie dla wszystkich elementów tego typu lub przenieść je na inny typ. Przykład z rys. 11 demonstruje, jakie informacje/uzupełnienia można zsynchronizować między elementami.

#### Wprowadzenie zbrojenia do dowolnych elementów

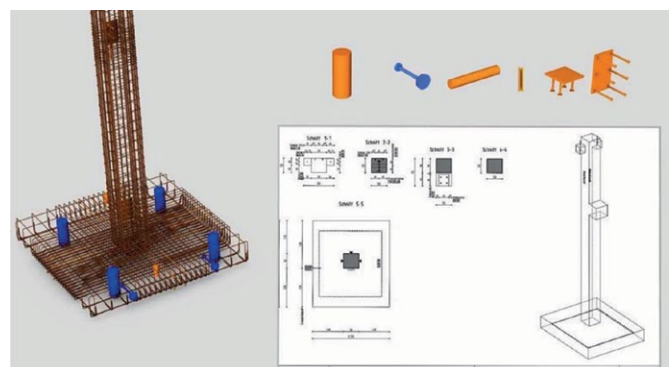
- Wprowadzenie powtarzalnych komponentów wraz ze zbrojeniem.



Rys. 8. Szablon i wygenerowany według niego arkusz. Oprogramowanie Planbar



Rys. 9. Przykładowy podział ściany i arkusz otworzony w innym oknie w trakcie opracowania. Oprogramowanie Planbar [59]



Rys. 10. Praca na modelu lub w dokumentacji 2D. Oprogramowanie Planbar [54]

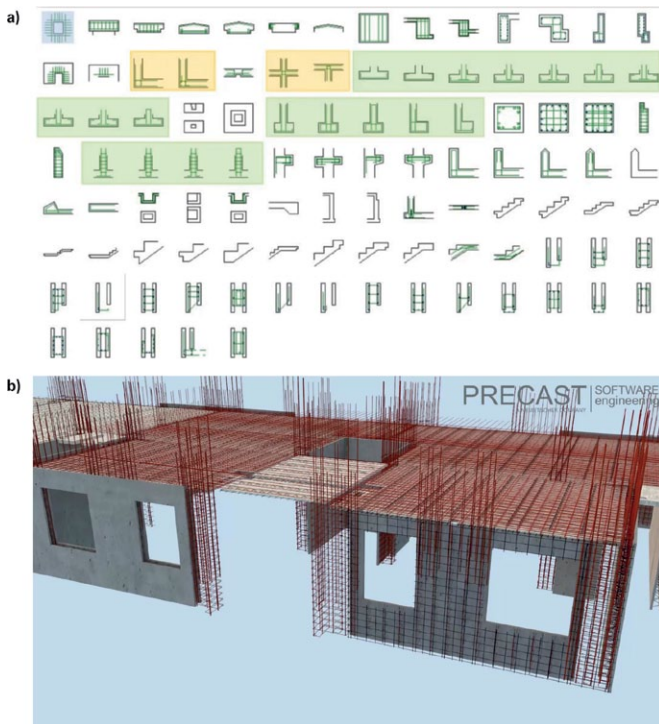
Prętowe elementy, takie jak belki i słupy, a także balkony, schody i inne, mogą być wprowadzane wraz z uzupełnieniem (zbrojenie, akcesoria, ciągną sprężające, kratownice). Podczas modyfikacji elementu, np. przez przesunięcie uchwytów, elementy uzupełnienia powinny być dopasowywane do wymiarów (rys. 12 a).

- Zbrojenie powierzchniowe.

Istotnym przyspieszeniem jest możliwość wprowadzania zbrojenia powierzchniowego w elementach typu ściana, strop,



Rys. 11. Synchronizacja zawartości elementów

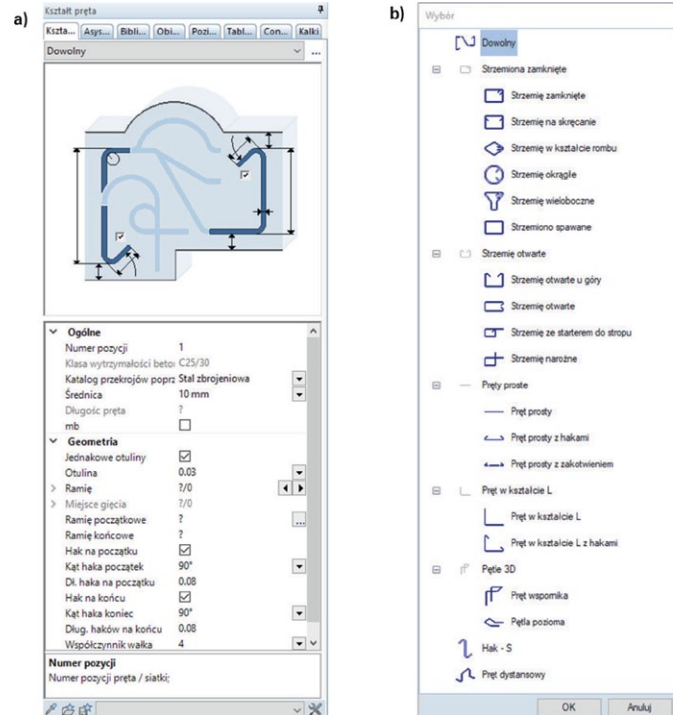


Rys. 12. Wprowadzanie zbrojenia: a) przykładowa biblioteka typowych komponentów zbrojeniowych; b) wprowadzone zbrojenie powierzchniowe. Oprogramowanie Planbar

płyta fundamentowa (rys. 12 b). Podstawowe zbrojenie wprowadza się do elementów powierzchniowych automatycznie, istnieje też możliwość dozbrojenia albo wprowadzenia prętów zbrojeniowych dla warstwy nadbetonu itp.

- Zbrojenie prętami wprowadzane ręcznie.

W razie potrzeby dozbrojenia krawędzi, otworów, elementów o nietypowej geometrii i w innych okolicznościach, kiedy potrzebne jest ręczne umieszczenie prętów/rozkładu prętów, odbywa się to przez wskazanie odpowiednich punktów linii krawędzi; wówczas zbrojenie „dostosowuje się” do kształtu, natomiast otulina będzie zachowana zgodnie z ustawieniami. Istnieje też sposób jeszcze bardziej zbliżony do pracy w środowisku 2D – konwersja polilinii w pręty zbrojeniowe.



Rys. 13. Ręczne sposoby wprowadzania zbrojenia: a) prętów dowolnego kształtu; b) z użyciem predefiniowanych kształtów

Wybierając ręczne wprowadzenie prętów zbrojeniowych, można skorzystać z predefiniowanych kształtów prętów lub stworzyć całkowicie dowolne kształty, co zostało pokazane na rys. 13.

Przedstawiony sposób można stosować w połączeniu z opcją umieszczania rozkładów prętów na dowolnym odcinku według jednej lub kilku ścieżek. Przy tej funkcji należy wybrać jeszcze nierozłożone pręty w przekroju, a następnie wskazać ścieżkę/ścieżki, wzdłuż której/których pręty muszą zostać rozłożone. Istnieje możliwość wprowadzenia kilku stref zbrojenia, należy zaznaczyć miejsca, gdzie zbrojenie powinno być bardziej zagęszczone (rys. 14).

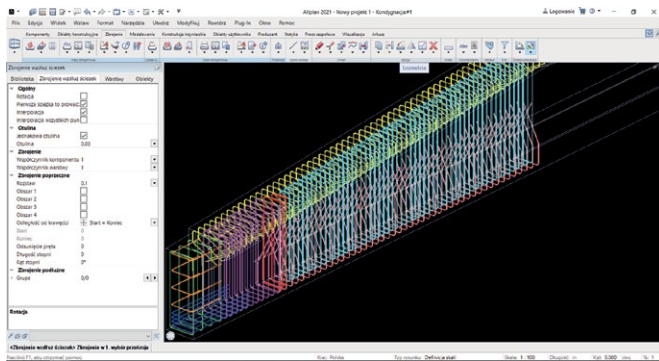
### Eliminowanie kolizji i błędów projektowych

Narzędzia informatyczne pozwalają wykrywać różne kolizje i ewentualne błędy projektowe (rys. 15). Oprogramowanie przystosowane do potrzeb prefabrykacji uwzględnia też możliwości technologiczne linii produkcyjnych i może albo dostosować elementy, albo zablokować wysłanie plików produkcyjnych.

W terminologii BIM wyróżnione zostały trzy rodzaje kolizji:

- kolizja twarda (ang. *hard clash*) – kiedy elementy nachodzą na siebie;
- kolizja miękka (ang. *soft clash*) – gdy elementy są blisko siebie, ale odstęp jest nieprawidłowy ze względu na to, że w kolejnym etapie dojdą następne elementy i będą się nakładać (np. izolacja rur);
- kolizja logiczna (ang. *logical clash*) – dotyczy głównie możliwości wykonania elementu w miejscu, gdzie inne części blokują możliwość montażu/dostępu przy konserwacji [54, 61].





Rys. 14. Umieszczenie zbrojenia względem krawędzi. Oprogramowanie Allplan [49]

### Możliwość wykorzystania metody Visual Scripting

Visual Scripting pozwala tworzyć funkcje oraz elementy dostosowane do konkretnego użytkownika, które znacząco usprawniają proces projektowy. Metoda ta wyklucza konieczność nauki języka programowania przeznaczonego do projektowania własnych komponentów i procesów, co jest jej najważniejszą zaletą. Projektant staje się programistą własnych narzędzi, sam usprawnia organizację pracy projektowej i tworzy odpowiednie obiekty [49]. Przykład na rys. 16 demonstruje tworzenie belki z powiązaniem zbrojenia. Metoda ta może być najbardziej przydatna przy projektowaniu powtarzalnych elementów.

### Połączenie modelu architektonicznego z modelem instalacji

Istnieje możliwość automatycznego sposobu dodania otworów w miejscach, gdzie nakładają się elementy prefabrykowane oraz elementy instalacji (rys. 17). Dodatkowo w miejscach przecięć mogą zostać wprowadzone elementy gotowe lub akcesoria, które również będą widoczne na arkuszach i opisane we właściwy sposób.

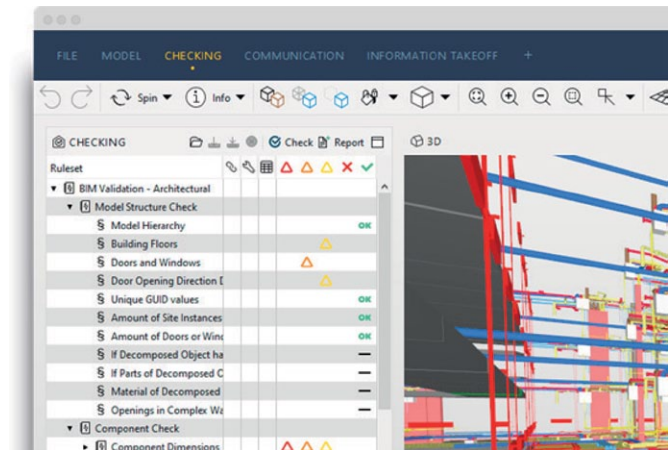
## 5.2. Funkcjonalność oprogramowania przeznaczona do seryjnych i unikatowych elementów

### Zamodelowanie unikatowych elementów prefabrykowanych

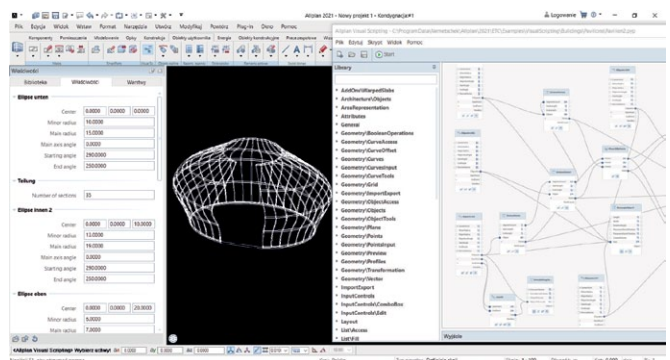
Nowoczesne narzędzia działające zgodnie z BIM pozwalają w prosty sposób zamodelować elementy w środowisku graficznym bądź parametrycznym, co w znacznym stopniu optymalizuje proces projektowania (rys. 18). Utworzone elementy można następnie przekonwertować w elementy natywne dla oprogramowania – prefabrykowane. W razie potrzeby można je rozbić na warstwy i opracować w podobny sposób jak elementy typowe. Do elementu (i dla każdej z warstw) można przypisać szablony arkuszy, a następnie kontynuować opracowanie na modelu bądź na arkuszach.

### Zamodelowanie seryjnych elementów prefabrykowanych

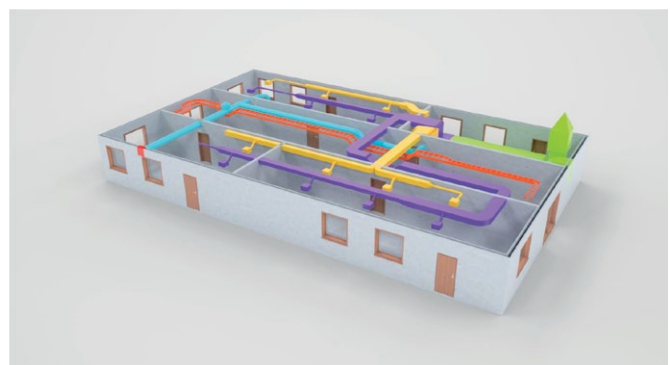
Zazwyczaj oprogramowanie przeznaczone do projektowania prefabrykatów zawiera już wiele funkcji do tworzenia i edycji elementów seryjnych. Funkcjonalność ta dotyczy głównie elementów powierzchniowych, typowych rodzajów ścian i stropów prefabrykowanych. Parametry elementów prefabrykowanych



Rys. 15. Sprawdzenie kolizji w specjalistycznym oprogramowaniu. Oprogramowanie Solibri [62]

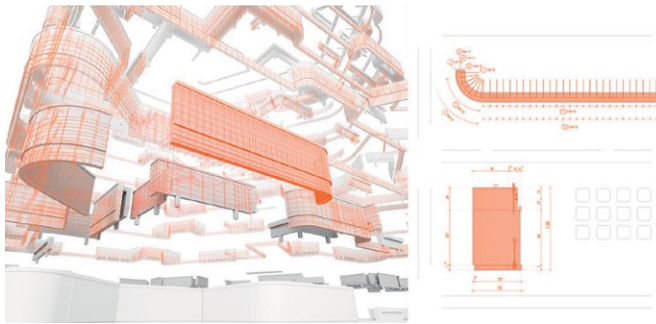


Rys. 16. Wprowadzenie elementów metodą Visual Scripting. Oprogramowanie Allplan [49]

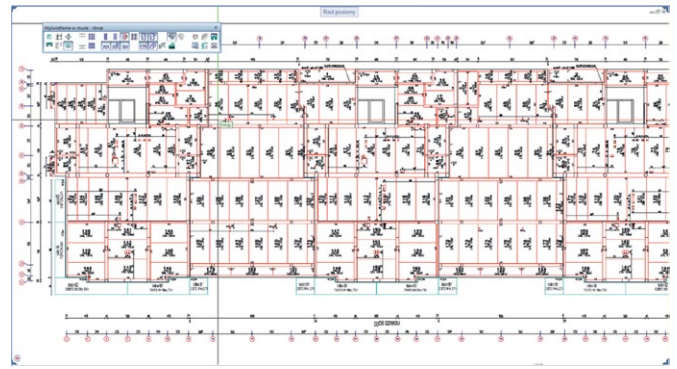


Rys. 17. Model architektoniczny połączony z modelem instalacji [59]

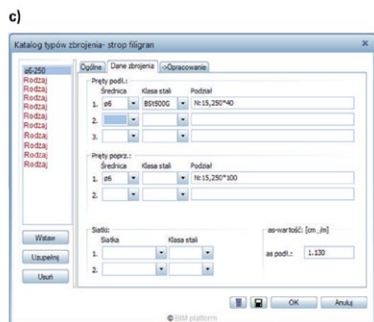
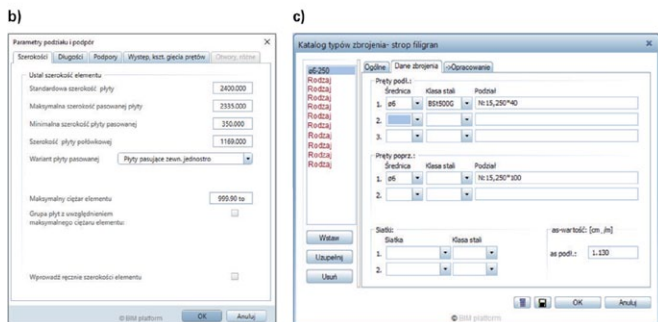
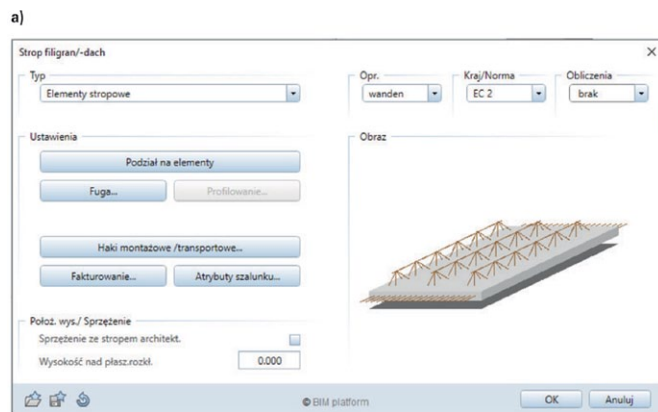
można odrębnie zdefiniować w ustawieniach programu: zapisać wybrane konfiguracje i w zależności od wytwórni, dla jakiej jest wykonywany projekt, stosować odpowiednią konfigurację, gdyż pewne parametry mogą się różnić. Przykładem są stosowane przez wytwórcę wymiary standardowych, „niedzielonych” elementów oraz wymiary elementów „połówkowych”. Można też konfigurować różne typowe rozstawy zbrojenia, różne kształty oraz długości wyprowadzonych z elementów prętów. Na rys. 19 pokazano przykładowe ustawienia dla płyt wykonanych w technologii filigran.



**Rys. 18.** Dowolne modelowanie elementów prefabrykowanych. Oprogramowanie Planbar [59]



**Rys. 20.** Przykładowy podział na płyty. Oprogramowanie Planbar, autor Przemysław Tobiasz



**Rys. 19.** Przykładowe ustawienia dla elementu prefabrykowanego zdefiniowane przez użytkownika: a) ustawienia ogólne; b) parametry elementów; c) typowe rodzaje zbrojenia podstawowego dla elementów. Oprogramowanie Planbar

Dodatkowo można wprowadzić takie parametry, jak typ dźwigu stosowanego na budowie – w zależności od jego udźwignięcia oraz ustawienia program ułatwi kwestię dzielenia płyt i ścian, uwzględniając ich ciężar. Wprowadzanie elementów odbywa się bardzo intuicyjnie, wystarczy wskazać obrys 2D lub punkty, gdzie będzie umieszczony rozkład prefabrykatów. Przykładowy podział płyt w specjalistycznym programie do projektowania elementów prefabrykowanych został pokazany na rys. 20.

Typy zbrojenia dla elementów mogą być zdefiniowane i dostosowane do każdej wytwórni. Już na etapie początkowym, używając wyników z obliczeń statycznych, można tworzyć zbrojenie elementu przez dopasowanie typu zbrojenia, deklarując

potrzebną powierzchnię zbrojenia wymaganego dla elementu. Program będzie wówczas automatycznie dobierał najbliższy możliwy typ zbrojenia.

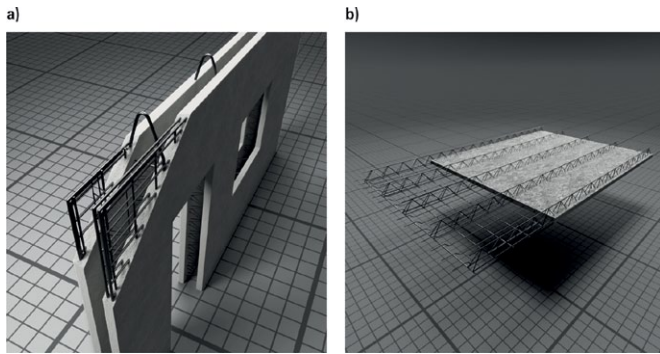
Po określeniu w ten sposób zbrojenia podstawowego można również zdefiniować zbrojenie dodatkowe, czyli np. zbrojenie przy wolnych krawędziach, otworach, w miejscach szczególnie wyężonych. W przypadku innych elementów podobne ustawienia można przypisać do innych komponentów uzupełniających, np. dla kratownic i ich rozstawów wybiera się predefiniowany typ z listy albo jedynie określa warunki graniczne, tj. maksymalny rozstaw kratownic oraz ich odległość od krawędzi – program w zależności od szerokości dostosuje rozstawy. Analogicznie jak przy prętach można również wprowadzić kratownice dodatkowe (otwory, krawędzie swobodne itp.).

Dużym ułatwieniem przy pracy z seryjnymi elementami jest to, że program automatycznie przyjmuje wszystkie wymiary dla poszczególnych elementów. Rozbicie na warstwy, umieszczanie akcesoriów i zbrojenia podstawowego (dla niektórych elementów również kratownic) i wprowadzenie innych uzupełniających komponentów odbywa się według przypisanych zasad, automatycznie, zgodnie z możliwościami produkcyjnymi. Działa to także jako dodatkowa kontrola, gdyż przy wysłaniu niewłaściwych danych na linię produkcyjną program może wychwycić i dopasować elementy bądź komponenty uzupełniające, o czym użytkownik zostanie poinformowany. Pozwala to uniknąć straty czasu na etapie produkcji.

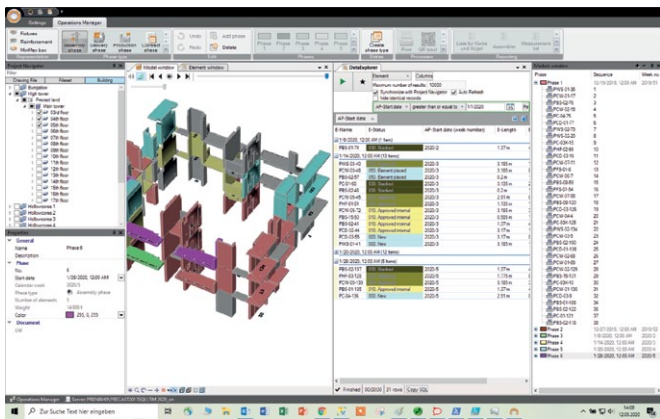
Na rys. 21 przedstawiono automatycznie uzupełnione typowe elementy prefabrykowane zaprojektowane w specjalistycznym oprogramowaniu.

## 6. Automatykacja produkcji i dostaw

Jednym z najistotniejszych usprawnień w prefabrykacji jest możliwość integracji i wyeksportowania modelu obiektu wykonanego w środowisku projektowym BIM do systemów ERP albo bezpośrednio do maszyn sterowanych numerycznie CNC wykorzystywanych do gięcia, wiercenia, cięcia, spawania itp. Możliwość generowania właściwych plików znacznie upraszcza proces produkcji elementów prefabrykowanych, nie mniej bardzo istotnym aspektem jest komunikacja i współpraca działu produkcyjnego z działem projektowym i innymi działami w organizacji oraz z uczestnikami procesu inwestycyjnego.



Rys. 21. Typowy element prefabrykowany podzielony i uzupełniony przy użyciu automatycznych funkcji: a) ściany podwójne; b) stropy typu filigran [63]



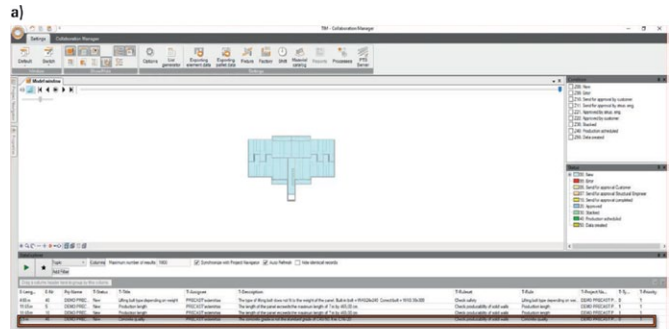
Rys. 22. Przypisywanie statusów do elementów. Oprogramowanie Tim [59]

### Możliwość przypisywania statusów dla już zaprojektowanych elementów prefabrykowanych na modelu

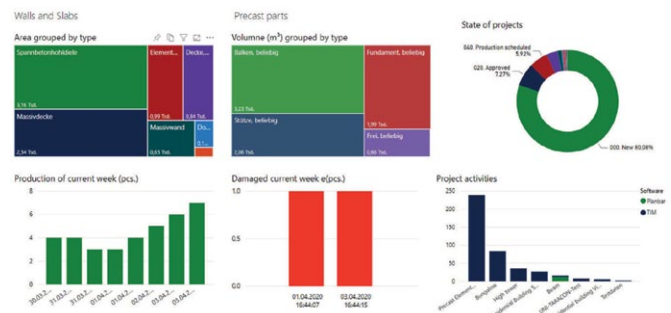
Przypisywanie statusów do elementów pozwala monitorować aktualny stan każdego elementu, a tym samym w prosty sposób informuje o przygotowaniu do produkcji, sprzedaży i postępie procesu w projekcie (rys. 22).

### Komunikacja z działem projektowym (zewnętrznymi firmami projektowymi)

Przygotowanie projektu w technologii prefabrykowanej wymaga ścisłej komunikacji i koordynacji prac projektowych między projektantami z różnych branż a wytwórcą elementów prefabrykowanych. Specjaliści muszą jeszcze na wstępnym etapie ustalić dostępność materiałów i wiele szczegółów związanych z parametrami elementów prefabrykowanych. Zagwarantuje to dopasowanie elementów konstrukcyjnych i dostarczenie ich na plac budowy w odpowiednim terminie. Jest to szczególnie istotne w przypadku bardziej skomplikowanych projektów. Przypisywanie zadań na centralnym modelu może znacznie uprościć komunikację stron i każda z nich ma możliwość pracy w swoim oprogramowaniu, zintegrowanym z centralnym modelem. Na rys. 23 a przedstawiono, w jaki sposób program wykorzystywany przez wytwórnę wykrywa



Rys. 23. Komunikacja między działem projektowym a działem produkcji: a) widok w programie Tim; b) widok w programie Planbar



Rys. 24. Informacje uzyskane z modelu. Oprogramowanie Tim [59]

możliwe kolizje i niezgodności, natomiast na rys. 23 b pokazano, że informacja ta pojawia się natychmiast w oprogramowaniu projektanta. Po naprawieniu/odpowiedzi drugiej strony model się aktualizuje i uwagi znikają.

### Generowanie danych statystycznych, zestawień zbiorczych

Dzięki informacji przypisanej do elementów modelu istnieje możliwość zarządzania wszystkimi danymi projektu (rys. 24). Warto zaznaczyć, że można zdefiniować własne atrybuty, których nie zawiera domyślna wersja programu. Przykładem jest „powierzchnia sprzedażowa” elementów prefabrykowanych, ponieważ program dokładnie wylicza powierzchnie elementów z uwzględnieniem otworów. Parametr „powierzchnia sprzedażowa” można zdefiniować własnoręcznie, przemnażając właściwe wymiary.

### Wysyłanie danych do produkcji i integracja z innymi systemami

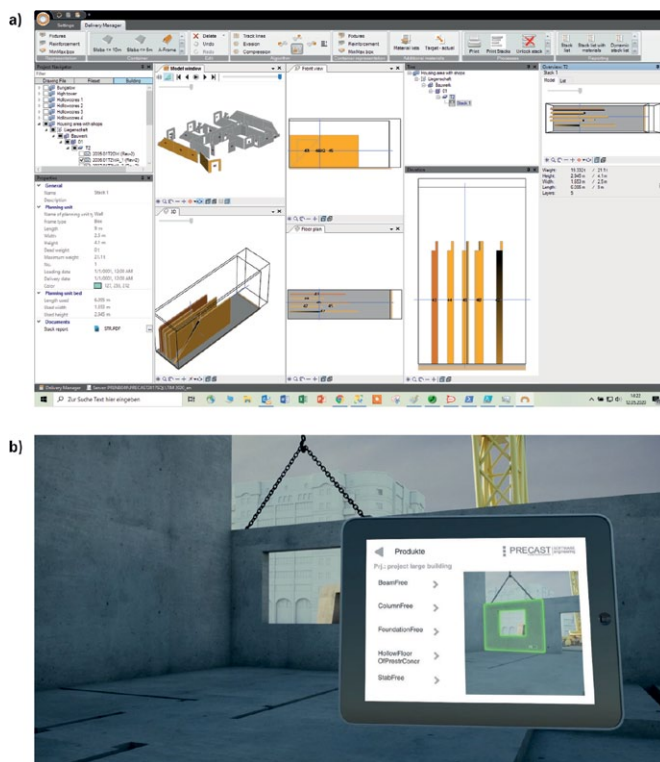
Istnieje możliwość przekazania danych zarówno pojedynczych prefabrykatów, jak i grup elementów prefabrykowanych. Ponadto dla grupowych plików można zaplanować i zwizualizować proces układania elementów na stołach/paletach i w stosach. Z reguły pliki są przekazywane produkcji za pomocą jednego ze specjalistycznych formatów:

- interfejs IFC4precast;
- natywne interfejsy dla systemów ERP;
- interfejsy AIA, PXML, Unitech, UXML i BVBS;
- interfejsy do przekazania danych o zbrojeniu, w tym (w razie potrzeby) danych na temat siatek zbrojeniowych zgrzewanych MWS (ang. *Mesh Welding Systems*).

Interfejsy mogą być indywidualnie skonfigurowane, zgodnie z systemami docelowymi, lub mieć dowolną zawartość bazującą na informacji z elementów, nazwę plików i katalog wyjściowy.

### Dostawa elementów

Elementy prefabrykowane wymagają specjalistycznego składowania i przewożenia, a także dobrania odpowiedniej technologii montażu. Technologia BIM pozwala zwizualizować te procesy i uwzględnić charakterystyki geometryczne elementów, odpowiedni sposób ich umieszczania i podpierania, aby umożliwić później ich łatwe podnoszenie itp. Elementy utworzone w specjalistycznym oprogramowaniu można w późniejszym etapie, podobnie jak przy produkcji, pogrupować w stosy/palety, a następnie przygotować pliki do wysłania danych (rys. 25 a). Elementy mogą być w łatwy sposób identyfikowane oraz lokalizowane przez wykorzystanie przypisanych etykiet/ID, które zostały wcześniej zsynchronizowane z odpowiednią aplikacją dla urządzeń mobilnych. Przykład zidentyfikowania elementu prefabrykowanego za pomocą kodu kreskowego jest pokazany na rys. 25 b.



Rys. 25. Elementy uzyskane z modelu: a) wizualizacja składowania elementów; b) przykład zidentyfikowania elementu prefabrykowanego [59]

Bibliografia dostępna pod linkiem: [nis.com.pl/bibliografia.html](http://nis.com.pl/bibliografia.html)

Fragment pochodzi z książki: *BIM w prefabrykacji. Nowoczesne metody wspomaganie i automatyzacji*, Aleksander Nicał, Elżbieta Szmigiera, Kostiantyn Protchenko, Krzysztof Kaczorek

Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021

#### WYDARZENIA

### Piezoelektryki wyjeżdżają na ulice

Branża miejskich robotów dostawczych w ostatnich latach przeżywa swój rozkwit. Niedawno zaprezentowano robota Mighty, który zasadniczo usprawnia wykorzystywaną w tym celu technologię dzięki obrotowym kołom zamontowanym na przegubowych nogach.

Jeden z problemów, jakie cechują niektóre istniejące roboty dostawcze, to względna trudność w pokonywaniu krawężników lub schodów. Opracowana przez japońską firmę robotyczną Piezo Sonic konstrukcja została stworzona z myślą o jego rozwiązaniu. Realizacja opiera się na koncepcji projektowej robota przeznaczonego do eksploracji nierównej powierzchni Księżyca.

Cztery niezależnie napędzane koła robota mogą być skierowane na wprost podczas normalnej jazdy, aby w razie potrzeby obrócić się w zakresie 90 stopni w jedną lub w drugą stronę. Odpowiednia konfiguracja pozwala maszynie obracać się w miejscu.

Każde koło montowane jest na dedykowanym wsporniku przegubowym. Oznacza to, że gdy robot porusza się po nierównym terenie, każda jego noga może niezależnie się zginać, aby to skompensować, utrzymując w ten sposób główny korpus robota w poziomie. Może również korzystać z tej cechy, aby wspinać się po płytach schodach.

Podobnie jak inne mobilne roboty dostawcze, wyposażony w piezoelektryczne silniki Mighty nawiguje po miastach za pomocą GPS, a także wykorzystuje kamery oraz czujnik LiDAR, aby sprawnie unikać pieszych i innych zagrożeń. Według Piezo Sonic może on przewozić około 20 kilogramów ładunku, pokonywać przeszkody o wysokości do 15 centymetrów, wspinać się po zboczach o maksymalnym nachyleniu 15 stopni i osiągać prędkość maksymalną 10 km/h. Robot waży przy tym 25 kg i szacuje się, że na jednym ładowaniu akumulatora może działać przez około czterech godzin.

Źródło: *newatlas*

## 6 kluczowych trendów na rynku monitoringu wizyjnego w 2022 roku

Nadchodzący rok na rynku monitoringu wizyjnego w dużej mierze będzie zdominowany przez jedno wyrażenie – zaufanie. Niezależnie od tego, czy mówimy o rozwoju sieci 5G, rozwiązań AI czy sieci zero trust, warto postawić na technologie, które w pewny sposób odpowiedzą na nasze potrzeby. Prezentujemy 6 głównych trendów, które będą znaczącą ramą w kontekście rozwiązań technologicznych w 2022 roku.

Według prognoz do 2025 roku całkowite przychody w sektorze monitoringu wizyjnego wzrosną do 31,9 mld dolarów.

Sytuacja epidemiczna sprawiła, że społeczeństwa zaczęły wykazywać większe zaufanie do wprowadzania nowych, zaawansowanych technologii, zwłaszcza w bezpieczeństwie publicznym. Globalne badanie Motorola Solutions przeprowadzone w 10 krajach wykazało, że trend ten popiera 88% obywateli. Dla sektora monitoringu oznacza to dalszy rozwój koncepcji inteligentniejszej i bezpieczniejszej przestrzeni publicznej.

Obecnie obserwuje się wzrost liczby inicjatyw, które mają na celu wprowadzenie regulacji zapewniających bezpieczeństwo korzystania z nowych technologii. Komisja Europejska pracuje nad projektem AI Act, a na Szczycie Cyfrowym ONZ podnoszone są tematy stosowania nowych technologii w kontekście zrównoważonego rozwoju. Rosnące zaufanie jasno wiąże się zatem z nową legislacją.

### 1. Rosnąca popularność środowisk hybrydowych

Jednym z trendów wskazywanych przez ekspertów Axis Communications jest rozwój struktur w kierunku „horyzontalnym”, gdzie przechowywanie danych w chmurze, na lokalnych serwerach oraz przetwarzanie brzegowe będą coraz częściej stosowane wspólnie. W środowisku hybrydowym każde z tych rozwiązań będzie wykorzystywane w sposób uwzględniający ich najlepsze możliwości.

Co ważne, kwestia architektury sieciowej jest unikalna dla każdego klienta. Powinno się mieć na uwadze zarówno wewnętrzne zasoby i politykę firmy, jak i czynniki zewnętrzne, takie jak lokalne i międzynarodowe przepisy.

– Kluczowe jest zapewnienie dostępu do gamy potrzebnych narzędzi tak, by finalny klient mógł zdecydować się na najlepsze dla niego rozwiązanie. Rosnąca popularność łączenia wielu rozwiązań systemowych sugeruje, że środowisko hybrydowe będzie domyślną formą przechowywania i analizy danych – podkreśla Bogumił Szymanek z Axis Communications.

### 2. Zero Trust Security – zdrowy sceptycyzm w systemach bezpieczeństwa

Sieć zerowego zaufania w przewidywaniach na 2021 rok była przedstawiana jako rozwiązanie „stale rozwijające się”. Dzisiaj uznaje się, że jest to właściwa metoda ochrony sieci wewnątrz

organizacji. Na przyspieszenie rozwoju tego trendu niebagatelny wpływ miała pandemia COVID-19. Coraz powszechniejsza praca z domu wymusiła zapewnienie odpowiedniego poziomu cyberbezpieczeństwa informacji przechowywanych na urządzeniach niegdyś wykorzystywanych głównie w biurach, podłączonych do firmowych sieci. Analizując dostępne dane, można zauważyć, że popularność pracy zdalnej (a co za tym idzie – konieczność zapewnienia odpowiednich zabezpieczeń sieci) wciąż się utrzymuje. Jak wynika z październikowego raportu przygotowanego przez CBOS, w środowisku biurowym praca zdalna jest nadal częstym modelem, na który decydują się firmy – 54% pracowników biurowych ma możliwość elastycznej organizacji pracy.

Sieć *Zero Trust* oznacza, że każdy użytkownik, urządzenie i IP uzyskujące dostęp do zasobów jest klasyfikowane jako potencjalne zagrożenie. Dla sektora dozoru wizyjnego ma to znaczące następstwa – sygnowane oprogramowanie sprzętowe, regularne aktualizacje systemu, szyfrowane dane i treści wideo oraz zabezpieczona tożsamość staną się kluczowymi rozwiązaniami oferowanymi klientom.

### 3. Ochrona autentyczności nagrań

Fundamentalne znaczenie ma nie tylko cyberbezpieczeństwo zewnętrznych urządzeń w sieci, ale także autentyczność przechwyconego obrazu wideo. Wraz z rosnącym postępem technologicznym zwiększa się ilość metod manipulacji materiałem filmowym. Biorąc ten fakt pod uwagę, autentyczność nagrań z monitoringu może być częściej kwestionowana.

Aby uznać dane z monitoringu za niezaprzeczalnie autentyczne, konieczne jest wprowadzenie rozwiązań, które zabezpieczą obraz na etapie jego rejestracji. Jedną z metod jest wprowadzenie cyfrowego podpisu do strumienia wideo w momencie przechwytywania, co może udowodnić, że dany obraz został wygenerowany z konkretnej kamery w danym czasie, bez naruszania jego struktury.

– Wyzwaniem dla branży jest wspieranie podobnych inicjatyw w zakresie autentyczności i bezpieczeństwa nagrań z monitoringu – mówi Bogumił Szymanek i podkreśla: – Zadaniem producentów jest więc nieustanne rozwijanie standaryzacji rozwiązań z zakresu cyberbezpieczeństwa materiałów wideo.

### 4. Upowszechnienie rozwiązań AI

AI według niektórych nie jest już tylko trendem, a powszechnie stosowanym rozwiązaniem w XXI wieku. Popularność AI niesie za sobą potrzebę wprowadzenia odpowiednich regulacji dotyczących rozwoju i wykorzystywania technologii w sposób etyczny. Przepisy powinny być formowane na wszystkich szczeblach – lokalnym, regionalnym i międzynarodowym. Obecnie do uregulowania rozwiązań AI przygotowuje się Komisja Europejska – w kwietniu 2021 r. został przedstawiony projekt unijnego prawa AI Act.

Zrównoważony rozwój AI w zakresie monitoringu wizyjnego pokazuje branży nowe możliwości. Integracja rozwiązań AI z układami SoC sprawi, że możliwa będzie optymalizacja wszystkich aspektów wydajności monitoringu – od konfiguracji kamery, po jakość obrazu i analitykę.

### 5. Pandemia jako katalizator kolejnych zmian – projektowanie układów SoC

Podsumowując zeszły rok, eksperci podkreślali, jak wielkie znaczenie miała pandemia COVID-19 w rozwoju technologii bezdotykowych, które zagościły na stałe w przestrzeni publicznej. Podobną zależność można zaobserwować w sektorze monitoringu wideo – teraz wiemy, jak inteligentne wideo jest w stanie nadzorować przestrzeganie aktualnych obostrzeń, np. dystansu społecznego.

W trakcie pandemii sektor technologiczny mierzył się także z problemami w łańcuchu dostaw, które skłoniły producentów do zastanowienia się, jak alternatywnie tworzyć i pozyskiwać komponenty dla swoich produktów. Globalny niedobór półprzewodników doprowadził do tego, że wiele kluczowych firm, takich jak Volkswagen, Tesla czy Apple, publicznie zadeklarowało chęci projektowania własnych półprzewodników czy układów SoC. Przykładowo Axis Communications przy współpracy z ARTPEC od lat projektuje własne układy SoC. Eksperci przewidują, że w najbliższym czasie nastąpi wzrost w stosowaniu podobnych rozwiązań w całym sektorze bezpieczeństwa.

### 6. 5G i jego miejsce w sektorze bezpieczeństwa

Patrząc szeroko, technologia 5G od kilku lat jest jednym z najważniejszych tematów w świecie innowacji technologicznych. W przypadku sektora dozoru wizyjnego i systemów bezpieczeństwa sprawa ma się nieco inaczej – dopiero od niedawna producenci decydują się na wprowadzanie rozwiązań opartych na 5G.

Mówiąc *stricte* o rynku polskim, technologia 5G zaczyna wpływać na pracę, rozrywkę, bezpieczeństwo i sposób, w jaki się komunikujemy. Nadchodzi rewolucja w większych miastach, zwłaszcza w systemach bezpieczeństwa miejskiego.

Wykorzystanie 5G pozwoli na wydajniejsze zarządzanie ruchem miejskim czy oświetleniem.

Gdy mowa o 5G w przypadku monitoringu wizyjnego, ważnym aspektem jest możliwość tworzenia prywatnych sieci 5G. Wysoka przepustowość i niewielkie opóźnienia mogą stworzyć szybką i niezawodną sieć, która z jednej strony zapewni bezpieczeństwo sieci i podłączonych do niej urządzeń, a z drugiej – będzie wygodną alternatywą dla „plątaniny” kabli sieciowych.

### 7. Zrównoważony rozwój – czynnik warunkujący rozwój wszystkich trendów

Pojęcie zrównoważonego rozwoju nie może być dłużej postrzegane jedynie w kategorii trendu. To holistyczne podejście powinno warunkować wszystkie działania: od metody projektowania i wytwarzania surowców, po sposób prowadzenia działalności i współpracę z dostawcami – wszystko to w celu zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko. Każdy trend technologiczny powinien być przeanalizowany pod kątem tego, czy może zostać opracowany i wprowadzony na rynek w sposób etyczny, a więc zgodny z założeniami zrównoważonego rozwoju.

– Obecnie takiej analizie musi zostać poddany każdy aspekt działalności. W przypadku monitoringu wizyjnego są to zagadnienia z zakresu wydajności energetycznej i wykorzystania materiałów do produkcji kamer, miejsca i sposobu produkcji, współpracy z dostawcami oraz etycznych implementacji trendów i nowych technologii. Warto, byśmy pamiętali o tym, że tego typu rozwiązania nie tylko będą wspierać biznes, ale także wpływać na jakość naszego życia – dodaje Bogumił Szymanek z Axis Communications. ■

Źródło: Axis Communications

reklama

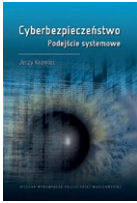


**Darmowa e-prenumerata!**

[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny





Jerzy Krawiec

**Cyberbezpieczeństwo. Podejście systemowe**

Wydawca: Oficyna Wydawnicza Politechniki

Warszawskiej

Rok wydania: 2019

Głównym celem publikacji jest przedstawienie problematyki dotyczącej cyberbezpieczeństwa z uwzględnieniem systemowego podejścia do tej problematyki, bazującego na normach międzynarodowych z zakresu bezpieczeństwa informacji. Celem dydaktycznym jest także przygotowanie absolwentów studiów do pełnienia menedżerskich funkcji w zakresie zarządzania cyberbezpieczeństwem oraz audytowania Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji z uwzględnieniem technik audytu bezpieczeństwa informacji.

W podręczniku przedstawiono ogólny model bezpieczeństwa informacji, klasyfikowanie informacji, zarządzanie ryzykiem w bezpieczeństwie informacji, zagrożenia internetowe, bezpieczeństwo systemów operacyjnych i bezpieczeństwo sieci. Zaprezentowano także typowe ataki na systemy informatyczne oraz sposoby ochrony tych systemów. Szczegółowo opisano problematykę systemowego podejścia do cyberbezpieczeństwa (bazując na Systemie Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji wg normy IS O/IEC 27001) i przedstawiono kryteria wyboru zabezpieczeń takiego systemu. W podręczniku zawarto także metody pomiaru cyberbezpieczeństwa, podano metodologię prowadzenia testów penetracyjnych, wykaz metod testowania systemu informatycznego odpowiadający punktom kontrolnym normy IS O/IEC 27001 i przedstawiono przykładowy raport z przeprowadzonego testu penetracyjnego badanego systemu.



Martyna Zastrożna

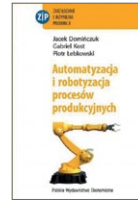
**Google Analytics dla marketingowców**

Wydawca: One Press

Rok wydania: 2022

Czasy radosnego internetowego marketingu bazującego na wyszukanych hasłach reklamowych, perfekcyjnie przygotowanych grafikach i sprytnych programach lojalnościowych... cóż, nie minęły. W reklamie nadal liczą się pomysł, wykonanie, myślenie o kliencie. Od kiedy jednak udostępnione zostało narzędzie Google Analytics, na pierwszy plan wysunęło się coś zupełnie innego. Statystyki. Święty Graal działań promocyjnych w sieci.

Dzięki narzędziom, jakie nieodpłatnie oferuje Google Analytics, można spojrzeć na witrynę, sklep online, produkty i usługi oferowane za pośrednictwem internetu z zupełnie innej, konkretnej strony. Z uwzględnieniem takich parametrów, jak ruch internautów, wskaźniki konwersji i rentowności (ROI) itd., przedstawionych w formie przystępnych raportów. Brzmi niczym podstawa do prowadzenia skutecznych kampanii online? Jak najbardziej. Zatem nie czekaj, tylko zaprzyjajnij się z Google Analytics. Analizuj i działaj.



Jacek Domińczuk, Gabriel Kost, Piotr Łebkowski

**Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych**

Wydawca: PWE

Rok wydania: 2021

Dynamiczny rozwój techniki komputerowej oraz szybki postęp w zakresie technologii wytwarzania doprowadziły w ostatnim trzydziestolecu do szerokiego zastosowania w przemyśle obrabiarek sterowanych numerycznie i robotów przemysłowych oraz zautomatyzowanych systemów transportu i magazynowania. Przede wszystkim jednak rozwój ten przyczynił się do niezwykle intensywnego wykorzystania systemów komputerowych w planowaniu i sterowaniu produkcją. Wymagania współczesnego rynku, cechującego się zapotrzebowaniem na coraz większą liczbę różnych typów i wersji wyrobów, przy niezbędnym w takiej sytuacji znacznym skróceniu serii identycznych produktów oraz szybszej wymianie tych produktów na lepsze, nowocześniejsze, modniejsze, wymusiły powstanie nowych koncepcji zautomatyzowanych systemów produkcyjnych. Dąży się w nich do osiągnięcia pełnej integracji wszystkich działań związanych z funkcjonowaniem nowoczesnego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Produkcja komputerowo zintegrowana, elastyczny system produkcyjny to terminy, które dotyczą coraz większej liczby zakładów produkcyjnych w wielu krajach świata, także w Polsce. Komputerowo zintegrowane podejście i zastosowanie metod zwiększających elastyczność procesów są szczególnie pożądane, bowiem 75% ogólnoswiatowej produkcji wytwarzane jest w małych i średnich seriach produkcyjnych. Warunkiem koniecznym tej integracji są pełna automatyzacja i robotyzacja procesów wytwórczych. Automatyzacja i robotyzacja procesów wytwórczych oraz usługowych to podstawa nowoczesnej gospodarki. Autorzy zdają sobie sprawę z tego, jak trudne jest przekazanie ogromu wiedzy z zakresu automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych. Specjalistyczne piśmiennictwo obejmuje tysiące książek, artykułów i raportów naukowych. Automatyka i robotyka jest oddzielną dyscypliną w dziedzinie nauk technicznych, która korzysta z najnowszych osiągnięć wszystkich dziedzin nauki i techniki. Nie jest możliwe, aby pojedyncza osoba zaprojektowała złożony system, aby pojedyncza osoba była uniwersalnym specjalistą. Projektowanie procesu, samo wytwarzanie oraz sterowanie tym procesem wymagają ekspertów, którzy pracują w sposób zespołowy, interdyscyplinarny. Ekspert nie tylko musi być znawcą wąskiego zagadnienia, ale także mieć zdolności porozumiewania się z innymi specjalistami. Jego wiedza ogólna umożliwi mu wyjście poza wąskie zespoły na rzecz zespołów, w których prace mogą przebiegać współbieżnie. Dzięki temu ma miejsce działanie synergiczne, co oznacza, że łączny efekt działania zespołu specjalistów jest większy od sumy efektów ich działania oddzielnego. Podręcznik ten umożliwi zapoznanie się z problemami współczesnej elastycznej automatyzacji. Ambicją autorów nie jest przedstawienie zbioru wąskich zagadnień specjalistycznej wiedzy, lecz zaprezentowanie ogólnych tendencji panujących we współczesnej automatyzacji i robotyzacji procesów wytwórczych. Całość materiału prezentowanego w podręczniku podzielono na 9 rozdziałów.

# Zestawienie firm – automatyka przemysłowa

Dane firmy	Profil działalności
<b>Napędy</b>	
<b>CANTONI GROUP</b> ul. 3 Maja 28 43-400 Cieszyn	tel. 33 813 87 00 fax 33 813 87 01 e-mail: motor@cantonigroup.com www.cantonigroup.com  Grupa Cantoni to największy w Polsce producent silników elektrycznych w zakresie mocy od 0,04 kW do 6000 kW oraz hamulców. Silniki elektryczne są produkowane przez firmy: Besel SA w Brzegu, Celma Indukta SA w Cieszynie i Bielsku-Białej, Emit SA w Żychlinie. Hamulce produkuje firma Ema-Elfa Sp. z o.o. w Ostrzeszowie.
<b>MULTIPROJEKT</b> ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl  Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
<b>Polpack Sp. z o.o.</b> ul. Polna 129 87-100 Toruń	tel. 56 655 92 35 fax 56 655 92 38 e-mail: polpack@polpack.com.pl http://www.polpack.com.pl/  Najszerza oferta przekładni, motoreduktorów i kompletnych zespołów napędowych z krótkimi terminami realizacji dostaw. Doradztwo projektowe, wsparcie techniczne, montaż, dostawa, opieka serwisowa. Od 30 lat oficjalny przedstawiciel marki Bonfiglioli w Polsce (i innych).
<b>Steinlen Polska Sp. z o.o.</b> ul. W. Grabskiego 4/8 63-500 Ostrzeszów	tel. 62 732 23 50 fax 62 732 23 51 marketing@steinlenpolska.pl  Steinlen Polska Sp. z o.o. jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Bauer Gear Motor GmbH. Prowadzimy sprzedaż oraz serwis motoreduktorów, silników, przekładni, hamulców i sprzęgieł.
<b>Automatyka przemysłowa</b>	
<b>COMPARTA Zajdel Sp. z o.o.</b> ul. Marmurowa 7 05-077 Warszawa-Wesoła	e-mail: comparta@comparta.pl www.comparta.pl  Oferuje: <ul style="list-style-type: none"> <li>• switche przemysłowe COMPARTA;</li> <li>• IDEC - PLC, HMI, bezpieczeństwo;</li> <li>• komputery przemysłowe ASEM;</li> <li>• konwertery protokołów HILSCHER;</li> <li>• zdalny dostęp SECOMEA - najbardziej kompletne i zaawansowane rozwiązanie umożliwia zdalny serwis, monitorowanie i zbieranie danych.</li> </ul> Zapraszamy do sklepu internetowego COMPARTA24.PL
<b>ELMAST Zakład Elektroniki Przemysłowej</b> ul. Bema 11 lok. 62 15-369 Białystok	tel. 506 745 439 e-mail: biuro@elmast.pl www.elmast.pl  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezczujnikowe inteligentne sterowniki z mikroprocesorowym zabezpieczeniem silnika do zanurzeniowych pomp ściekowych.</li> <li>• Mikroprocesorowe niedomiarowoprądowe zabezpieczenia agregatów pompowych głębinowych.</li> <li>• Zestawy rozruchowo-sterująco-zabezpieczające ze zdalnym sterowaniem i powiadomieniem przez GSM.</li> </ul>
<b>Endress+Hauser Polska sp. z o.o.</b> Wołowska 11 51-116 Wrocław	tel. 71 773 00 00 e-mail: info.pl@endress.com  Endress+Hauser to światowy lider w obszarze aparatury pomiarowej, usług i rozwiązań automatyki przemysłowej. Produkujemy układy do pomiaru przepływu, poziomu, ciśnienia, temperatury, analizy cieczy i gazów oraz rejestracji danych. Optymalizujemy procesy produkcyjne pod kątem wzrostu wydajności, bezpieczeństwa i redukcji wpływu na środowisko.
<b>Fatek Polska Sp. z o.o.</b> ul. Siwka 11 31-588 Kraków	tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolska.pl www.fatek.pl  Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek. Oferujemy kompleksowe wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, doboru komponentów oraz pełnego wsparcia dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia.



## Automatyka przemysłowa (cd.)

<b>MULTIPROJEKT</b> ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
<b>SABUR Sp. z o.o.</b> ul. Puławska 303 02-785 Warszawa	tel. 22 549 43 53 e-mail: sabur@sabur.com.pl www.sabur.com.pl	Naszą specjalnością są systemy automatyki o otwartej architekturze, szeroko wykorzystujące technologie internetowe. Oferujemy nowoczesne rozwiązania, kompatybilne z innymi podsystemami, pozwalające na swobodną rozbudowę i komunikację z produktami firm trzecich, z możliwością włączenia w kompleksowe systemy zarządzania. Gwarantujemy ciągłość rozwoju technologicznego i wsparcie w trakcie całego cyklu życia instalacji.
<b>SKAMER-ACM Sp. z o.o.</b> ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów	tel. 14 63 23 400 e-mail: tarnow@skamer.pl www.skamer.pl	SKAMER-ACM to firma z ponad 30-letnim doświadczeniem w zakresie szeroko pojętej automatyki przemysłowej, od prostych urządzeń pomiaru, regulacji, sterowania i rejestracji, po zaawansowane układy sterowania i robotykę. Działalność firmy obejmuje: projektowanie, programowanie, montaż, rozruch i serwis; prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPiA; systemy wizualizacji procesów przemysłowych; systemy monitoringu efektywności produkcji i energii; pomiary wilgotności i tlenu w gazach; instalacje elektryczne, teletechniczne i HVAC; kompleksową realizację systemów detekcji pożaru w szafach sterowniczych; audyty, opracowania i ekspertyzy specjalistyczne.
<b>TWT AUTOMATYKA</b> ul. Wafłowa 1 02-971 Warszawa	tel./fax 22 648 20 89 e-mail: twt@twt.com.pl www.twt.com.pl	TWT to polski producent indukcyjnych czujników zbliżeniowych i czujników optycznych, obecny na rynku od 1999 r. Nasze wyroby charakteryzują się wysokim stopniem zaawansowania technicznego, dużą niezawodnością i wytrzymałością. Zapraszamy na naszą stronę www.twt.com.pl i do sklepu internetowego.

## Aparatura kontrolno-pomiarowa

<b>AXIS Sp. z o.o.</b> ul. Kartuska 375 b 80-125 Gdańsk www.axis.pl	tel. 58 320 63 80 e-mail: g.kosecki@axis.pl	Szeroki wybór wag elektronicznych własnej produkcji. Nasze produkty wykorzystywane są tam, gdzie stawiane są najwyższe wymagania co do dokładności, niezawodności i odporności na czynniki środowiskowe. Oferujemy także dynamometry (siłomierze), urządzenia do pomiaru momentu siły i nowoczesne akcesoria do nich.
--	--	---

## Utrzymanie ruchu

<b>MULTIPROJEKT</b> ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
<b>Wytwórnia Sprzętu Elektroenergetycznego AKTYWIZACJA</b> ul. Stadionowa 24 31-751 Kraków	tel. 12 644 08 92 e-mail: wse@aktywizacja.com.pl www.aktywizacja.com.pl	WSE AKTYWIZACJA produkuje, prowadzi serwis i badania okresowe elektroenergetycznego sprzętu ochronnego. W ofercie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• drążki izolacyjne: uniwersalne UDI, teleskopowe TDI;</li> <li>• uziemiacze: przenośne, uszyniacze;</li> <li>• wskaźniki: niskiego, średniego i wysokiego napięcia, uzgadniacze faz;</li> <li>• przyrządy, mierniki i detektory pola elektrycznego;</li> <li>• wyroby elektroizolacyjne z gumy oraz inny sprzęt ochronny BHP.</li> </ul>

## TEMATYKA

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny

**Nr 3 (275)**  
Rok XXIV  
Marzec 2022

- Przemysł 4.0
- Technologie 3D
- Efektywność w górnictwie
- Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne
- Systemy mechatroniczne
- Monitoring i systemy sterowania
- Utrzymanie ruchu
- Automatyzacja transportu szynowego
- Efektywność w energetyce
- Napędy
- Oleje, środki smarne
- Energetyka odnawialna



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)  
Kontakt: e-mail: [redakcja.nis@drukart.pl](mailto:redakcja.nis@drukart.pl); tel. 32 755 19 17

1/2022 (273)

2/2022 (274)

**3/2022 (275)**

4/2022 (276)

5/2022 (277)

6/2022 (278)

7-8/2022 (279-280)

9/2022 (281)

10/2022 (282)

11/2022 (283)

12/2022 (284)

## PRENUMERATA

Prenumeratę miesięcznika „Napędy i Sterowanie” można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa Wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50-proc. zniżki, przesyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 237,60 zł (w tym 8% VAT).

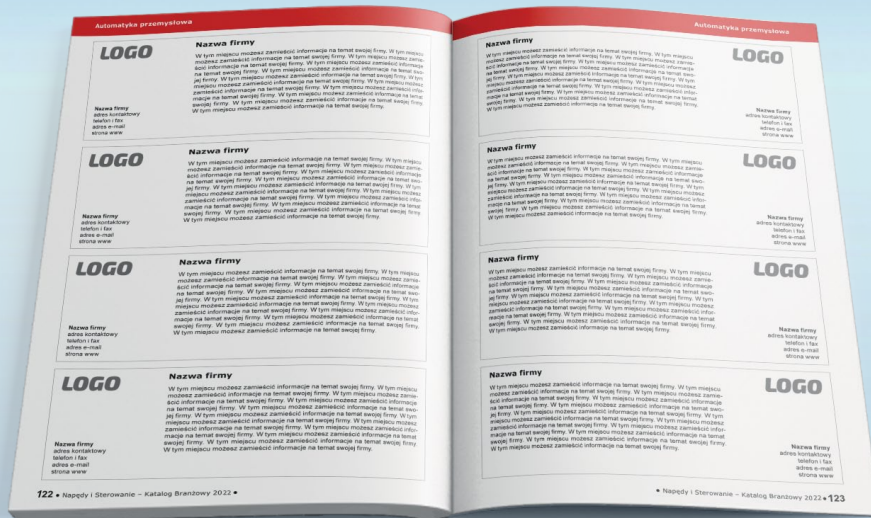
Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel. 502 132 515.

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

- druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej, [www.nis.com.pl/nis/prenumerata](http://www.nis.com.pl/nis/prenumerata);
- pocztę elektroniczną, e-mail: [prenumerata@drukart.pl](mailto:prenumerata@drukart.pl).

lub za pośrednictwem:

- RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22 693 70 00 (godz. 7<sup>00</sup>–17<sup>00</sup>)  
[www.prenumerata.ruch.com.pl](http://www.prenumerata.ruch.com.pl), [prenumerata@ruch.com.pl](mailto:prenumerata@ruch.com.pl);
- GARMOND PRESS SA, tel./fax 12 412 75 60;
- Kolporter spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k.,  
[www.kolporter.com.pl](http://www.kolporter.com.pl), tel. 41 367 88 88.



122 • Napędy i Sterowanie – Katalog Branżowy 2022 •

• Napędy i Sterowanie – Katalog Branżowy 2022 • 123

Płacisz raz,  
promujesz się  
cały rok

- ◀ Aparatura kontrolno-pomiarowa
- ◀ Automatyka przemysłowa
- ◀ CAD/CAM/CAE
- ◀ Elementy i systemy hydrauliczne
- ◀ Elementy i systemy pneumatyczne
- ◀ Energoelektronika
- ◀ Napędy
- ◀ Oleje przemysłowe
- ◀ Oprogramowanie
- ◀ Robotyka
- ◀ Systemy zasilające
- ◀ Utrzymanie ruchu

# NAPĘDY I STEROWANIE – KATALOG BRANŻOWY 2022

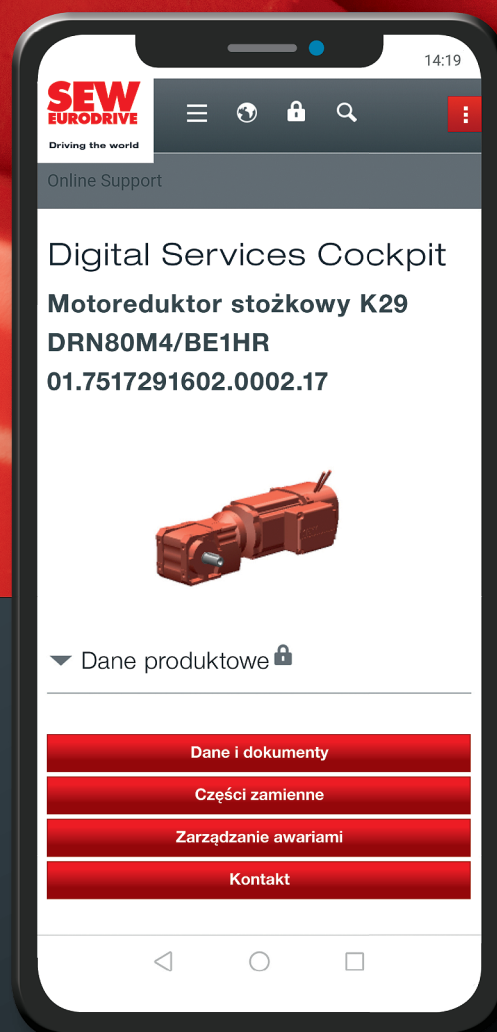
WYDANIE OSIEMNASTE



Więcej informacji: [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

**napędy** miesięcznik  
i sterowanie naukowo-  
techniczny

# Etykieta produktu - nowy dostęp do usług cyfrowych



Etykieta produktu pozwala na szybkie i proste powiązanie produktu z naszymi cyfrowymi usługami. Wystarczy zeskanować kod QR i skorzystać z wielu naszych usług cyfrowych, a dokładnie: dostęp do wszystkich danych i dokumentów dla określonych produktów, wizualną kontrolę pozycji pracy napędu, szybki dostęp do analiz błędów oraz zamówień usług serwisowych, jak również zamawianie części zamiennych czy też nowych odpowiedników. Chcesz dowiedzieć się więcej?

Wystarczy zeskanować i wypróbować nasze rozwiązania.