

# napędy i sterowanie

miesięcznik  
naukowo-  
-techniczny

Nr 7/8 (291/292)

Rok XXV

Lipiec - Sierpień 2023

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

## XXX PROMARK T-2000



ZASILANIE  
BATERYJNE



NOWOCZESNA  
APLIKACJA  
NA SMARTPHONA



KOMUNIKACJA  
BLUETOOTH®

KORZYSTANIE  
Z CHMURY  
PARTEX



WYSYŁANIE PROJEKTU  
DO DRUKARKI  
ZNAJDUJĄCEJ SIĘ  
W DOWOLNYM MIEJSCU

t2000.partex.pl

# Niezależnie od kombinacji – *wygrywasz!*

Indywidualne rozwiązania napędu w 48 godzin - zamówienia od 1 sztuki wzwyż.

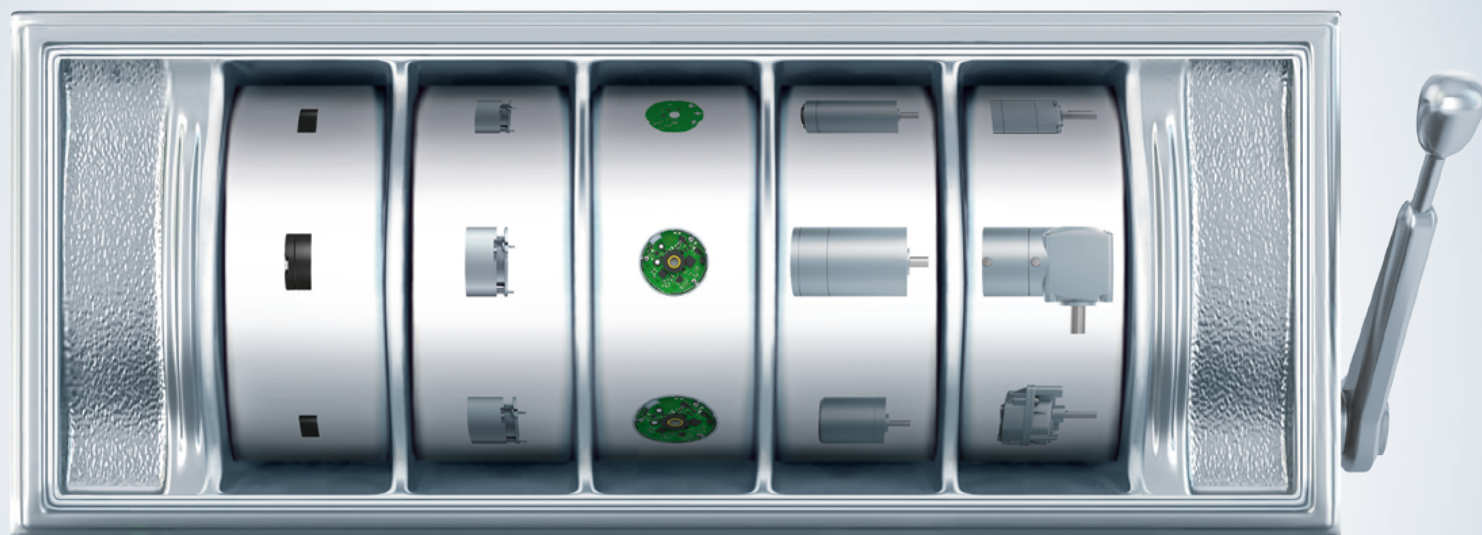
Idealne rozwiązanie dla każdego zastosowania - dzięki konstrukcji modułowej.

- Różne konfiguracje silników w zakresie mocy od 10 do 750 W
- Możliwość zastosowania w dowolnej kombinacji z głowicami przekładniowymi, hamulcami, enkoderami i elektroniką
- Elektronika do pracy z regulacją prędkości, momentu obrotowego i położenia

Preferowane typy gotowe do wysyłki w 48 godzin.  
Więcej informacji istotnych dla Państwa aplikacji: [ebmpapst.com/idt-configurator](http://ebmpapst.com/idt-configurator)

**ebmpapst**

engineering a better life



Enkoder

Hamulec

Elektronika

Silnik

Przekładnia



- analizy olejów, smarów i cieczy hydraulicznych
- badanie chłodziw i płynów eksploatacyjnych
- diagnostyka maszyn w oparciu o wyniki analiz laboratoryjnych
- technologia badania smarów Grease Thief®
- ocena stanu transformatora poprzez analizę płynu elektroizolacyjnego

- dostawy środków smarnych i cieczy hydraulicznych
- wymiany olejów, filtracja i pielęgnacja olejów
- rozwiązania anti-varnish
- czyszczenie układów smarowania i hydrauliki siłowej
- wykrywanie nieszczelności w układach pneumatycznych
- zbiórka i transport zużytych olejów

NAJSZYBCIEJ ROZWIJAJĄCE SIĘ  
TARGI PRZEMYSŁOWE W POLSCE

Organizator:

PTAK  
WARSAW  
EXPO

ufi  
Member



WARSAW  
INDUSTRY  
WEEK

7. EDYCJA

ZAREJESTRUJ SIĘ



24-26  
PAŹDZIERNIKA 2023

WYSTAWCY 2023:

MultiProjekt

EVOLTEC

finder  
SWITCH TO THE FUTURE

Centrum Promocji Innowacji i Rozwoju



wieland

PEPPERL+FUCHS

AEP

dalmec  
POLSKA

METAL  
WORK  
PNEUMATIC

Łukasiewicz  
Centrum

ASTAT

EAT-N

DAZON

[www.industryweek.pl](http://www.industryweek.pl) [warsawindustryweek](https://www.facebook.com/warsawindustryweek) [@warsaw\\_industry\\_week](https://www.instagram.com/warsaw_industry_week)

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 Zajac  
tel. 32 755 19 17 • e-mail: redakcja.nis@drukart.pl

Redaguje zespół: Katarzyna Zajac, Ludmiła Urbińska,  
Ryszard Klencz

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

Redakcja techniczna: Aleksander Zagdański

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: Ewa Halewska-Karaśkiewicz

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. Mykola Karpenko
- prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski
- dr hab. inż. Roman Krok
- prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik
- dr inż. Jacek Paraszcak
- prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski
- dr hab. inż. Krzysztof Pietrusewicz
- 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:



Instytut Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki  
i Inżynierii Biomedycznej  
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji  
i Eksploatacji Maszyn  
Politechniki Łódzkiej

Punktacja MNiSW za publikacje 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!

Łato to szczególna pora roku. Właśnie na ten czas planujemy atrakcyjne wyjazdy, snujemy plany robienia czegoś niezwykłego, nawet niepogoda nie odbiera ochoty do odrobiny szaleństwa. Najchętniej zaś folgujemy sobie w ramach przepisowo wolnych od pracy dni, które dla jednych są urlopem, dla innych nieco dłuższymi wakacjami. Słowem, czas kaniukuły to najlepszy moment, by „wyskoczyć” z pędzącego pociągu codzienności, nieco zwolnić kroku, odpocząć. A z pewnością jest od czego. Tempo życia, które jest efektem postępu cywilizacyjnego, sprawia, że nierzadko zatracamy się w działaniu wpadając w niekończący się wir obowiązków. Pozornie „pędzący” czas, to rezultat technicznych udoskonaleń, które wprawdzie pozwalają żyć łatwiej i lepiej, ale niestety również szybciej.

Obecnie niemal namacalnie odczuwamy zmiany. Zaawansowana technika pozwala nam szybciej się przemieszczać, łatwiej komunikować się, precyzyjniej produkować, dłużej żyć. Również sam przemysł nierozdzielnie związany jest z naszym codziennym życiem i podobnie jak ono nie znosi próżni. Na przekór wszystkim obiegowym opiniom pracujemy, by istnieć, ale też istniejemy, by pracować. Nie przeszkadza to oczywiście cieszyć się letnim czasem czy czynić plany urlopowe. Jednak nawet wtedy, w podświadomości zawsze pozostawiamy cząstkę siebie w firmie. I rzecz to naturalna, gdyż realizując się zawodowo, nie tylko dzielimy się swą wiedzą i doświadczeniem, ale też tworzymy skonsolidowany zespół, którego harmonijna praca decyduje o profesjonalizmie i sukcesach

firmy. Jednak postęp, a wraz z nim rosnąca konkurencja niczym perpetuum mobile stale napędza nas do doskonalenia tego, co już stworzyliśmy. Czy tak już bez końca? Biorąc pod uwagę możliwości umysłu i ludzkiej determinacji wiele można jeszcze osiągnąć.

Szybki, niczym niepojętym rozwój postrzegają Państwo z pewnością u siebie w firmach, gdzie nowe urządzenia i rozwiązania techniczne znajdują zastosowanie w coraz doskonalszych aplikacjach. Do ich upowszechniania służą m.in. nasze łamy, organizowane konferencje oraz imprezy targowe. To właśnie podczas prezentacji i ekspozycji najlepiej można ocenić i porównać, co zmieniło się już nie na przestrzeni lat, ale miesięcy. Taki też pewnie jest jeden z celów najbliższych, już wrześnieowych targów „Energetab” w Bielsku-Białej czy TRAKO w Gdańsku.

Teraz zaś – w przerwie między pracą a odpoczynkiem – zachęcam do lektury naszego pisma, w szczególności zaś artykułów: Petra Bogatyreva, Stanisława Gawrona, Roberta Rossy – „Obliczenia elektromagnetyczne separatora drobnych cząstek magnetycznych ze wzbudnikiem o cewkach skupionych”, Aleksandry Latos, Jerzego Mikulika – „Sterowanie miejscem i ruchem na parkingu przy wykorzystaniu siatki LED” oraz Stefana Gierlotki – „Wydobycie boliwijskiego litu do produkcji akumulatorów samochodowych”.

Katarzyna Zajac  
Redaktor naczelna





**Str.10**

Promark T-2000 – game changer na rynku drukarek termotransferowych



**Str. 12**

Nowa seria przeciwwybuchowych silników budowy wzmocnionej (Ex eb wg ATEX) w klasie sprawności IE3 (PREMIUM)



**Str. 18**

igus® #enjoyneering, 190 innowacji motion plastics® i ogłoszenie laureatów polskiej edycji konkursu manus® 2023



**Str. 28**

Dlaczego cęgowe mierniki prądu upływu AC firmy HIOKI są tak wyjątkowe?

## CO W NUMERZE

- 8 Nowości techniczne
- 95 Zestawienie firm
- 98 Biblioteka

## Nauka

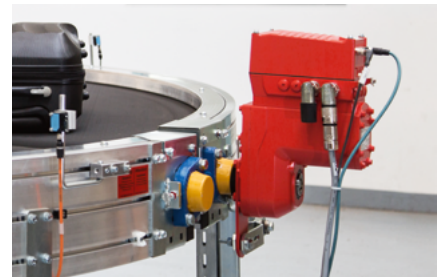
- 36 Wydobycie boliwijskiego litu do produkcji akumulatorów samochodowych  
S. Gierlotka
- 49 Technologia pirolizy i jej znaczenie dla rozwoju energetyki lokalnej w gminach i ochrony środowiska - projekt uniwersalnego gazyfikatora  
A. Łopata, V. Kyryliuk, R. Duszewski
- 54 Sterowanie miejscem i ruchem na parkingu przy wykorzystaniu siatki LED  
A. Latos, J. Mikulik
- 60 Układ zasilania i sterowania podwieszoności ciągnika akumulatorowego typu CA-190  
R. Konsek, R. Walisko, A. Krawczyk
- 64 Praktyczne aspekty fotowoltaiki
- 82 Iskrobezpieczne pneumatyczne źródło sejsmiczne do monitorowania i obrazowania górotworu w górnictwie podziemnym  
P. Sierodzki, L. Remiorz, M. Cwiękała, K. Krawiec
- 88 Obliczenia elektromagnetyczne separatora drobnych cząstek magnetycznych ze wzbudnikiem o cewkach skupionych  
P. Bogatyrev, S. Gawron, R. Rossa

## Technologie i produkty

- 10 Promark T-2000 – game changer na rynku drukarek termotransferowych  
PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.
- 12 Nowa seria przeciwwybuchowych silników budowy wzmocnionej (Ex eb wg ATEX) w klasie sprawności IE3 (PREMIUM)  
GRUPA CANTONI
- 14 Łańcuchy kołem się toczą  
BOLTEX Sp. z o.o.
- 18 igus® #enjoyneering, 190 innowacji motion plastics® i ogłoszenie laureatów polskiej edycji konkursu manus® 2023  
igus® Sp. z o.o.
- 20 Monitorowanie położenia zmechanizowanej obudowy w warunkach ściany wydobywczej  
Centrum Hydrauliki DOH Sp. z o.o.
- 26 NORD Napędy mają już 25 lat  
NORD Napędy Sp. z o.o.
- 28 Dlaczego cęgowe mierniki prądu upływu AC firmy HIOKI są tak wyjątkowe?  
Tespól Sp. z o.o.
- 31 Falownik SXD1000 – najmniejszy i najtańszy z przemienników częstotliwości  
SANYU Sobczak
- 32 Standaryzacja i certyfikacja cyberbezpieczeństwa w Łukasiewicz – EMAG  
A. Kozłowski, D. Rogowski – Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

## CO W NUMERZE

- 38 Rozwiązania IE5 firmy SEW-EURODRIVE. Silniki synchroniczne DR2C..  
SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
- 42 Ograniczenie prądów łożyskowych  
A. Polak, J. Przybyłka - DFME „DAMEL” S.A.
- 46 System sterowania mocą bierną w elektrowni fotowoltaicznej Rzezawa 60 MW  
A. Sobel, M. Brocki - OPA-ROW Sp. z o.o.
- 81 Centrala sterująca serii AFG-4000  
4Ti Sp. z o.o.



### Str. 38

Rozwiązania IE5 firmy SEW-EURODRIVE.  
Silniki synchroniczne DR2C..

## Informacje branżowe

- 24 Przemysł drzewny i meblarski w czasach transformacji - DREMA 2023
- 45 Nie każda firma dostanie dotację z UE  
A. Szymczyk - MS-Consulting
- 59 36. Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB@2023 odbędą się  
w dniach 12-14 września 2023



### Str. 46

System sterowania mocą bierną w elektrowni  
fotowoltaicznej Rzezawa 60 MW



## Indeks reklam

▷ 4Ti.....	81	▷ Nowimex.....	63
▷ ABUS Crane Systems.....	96	▷ OPA-ROW.....	47
▷ BOLTEX.....	9, 15	▷ PARTEX MARKING SYSTEMS.....	1, 8
▷ Cantoni Group.....	13	▷ Robotyka.pl.....	35
▷ DFME „DAMEL”.....	43	▷ RS Components.....	101
▷ Centrum Hydrauliki DOH.....	21	▷ Sanyu Sobczak.....	31
▷ Centrum Transferu Technologii EMAG.....	83	▷ SENOMA.....	25
▷ DREMA.....	24	▷ SEW-EURODRIVE Polska.....	39
▷ ebm-papst Polska.....	2	▷ Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Techniki Innowacyjnych EMAG.....	8, 33
▷ Ecol.....	3	▷ STEINLEN Polska.....	53
▷ ENERGETAB.....	59	▷ Taropak.....	75
▷ igus®.....	19	▷ Technokabel.....	8, 9, 16, 17
▷ MP FILTRI.....	93	▷ Tespol Engineering.....	9, 102
▷ MS-Consulting.....	45	▷ Toolex.....	73
▷ NORD Napędy.....	27	▷ TRAKO.....	79
		▷ Warsaw Industry Week.....	4
		▷ Zrobotyzowany.pl.....	23

## NOWOŚCI TECHNICZNE

### Promark T-2000 – game changer na rynku drukarek termotransferowych

Drukarka Promark T-2000 to przede wszystkim nowe podejście do zagadnienia mobilności. Niewielka waga, małe gabaryty, wbudowana pamięć wewnętrzna - do 250 tysięcy znaków, wygodna klawiatura i podświetlany ekran to tylko część jej zalet. Brak dostępu do sieci elektroenergetycznej nie stanowi już dla instalatora najmniejszego problemu, gdyż urządzenie może być zasilane sześcioma akumulatorami AA. Projektować oznaczniki można na dwa sposoby: w programie Promark Creator oraz z poziomu samego urządzenia – dzięki klawiaturze QWERTY i dużemu wyświetlaczowi. Co ważne - drukarka T-2000 wcale nie musi być podłączona do komputera przewodem USB, aby drukować oznaczniki. Mamy tu bowiem wbudowany moduł Bluetooth® umożliwiający sterowanie drukarką z urządzeń mobilnych.



Na uwagę zasługuje także funkcja drukowania rozproszonego, gdzie możliwe jest drukowanie na kilku drukarkach jednocześnie. Kolejną, tym razem opcjonalną funkcjonalnością jest podgrzewacz profili oraz jego aż trzystopniowa regulacja temperatury. W drukarce znalazły się także znacznie dłuższe (150 m) taśmy barwiące.

Drukarka Promark T-2000 to jedno z najbardziej zaawansowanych, a do tego także wygodnych w użyciu tego typu urządzeń na rynku. Jeśli zależy nam na tym, aby uzyskać niezależność od zewnętrznego zasilania czy warunków na miejscu przeprowadzania prac, warto pomyśleć o wymianie swojej starej drukarki oznaczni-  
ków na T-2000.

PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.  
www.partex.pl

### Laboratorium oceny bezpieczeństwa produktów teleinformatycznych – ITSEF

Laboratorium ITSEF wykonuje badania:

- Produktów IT w postaci oprogramowania, komponentów sprzętowych i sprzętowo – programowych zgodnie z kryteriami oceny bezpieczeństwa teleinformatycznego zawartymi w międzynarodowej normie ISO/IEC 15408 (Common Criteria) oraz zgodnie z metodyką oceny ISO/IEC 18045 (Common Evaluation Methodology);
- Komponentów systemów sterowania i automatyki przemysłowej, takich jak: sterowniki programowalne (PLC), interfejsów HMI, RTU, SCADA zgodnie z normą IEC 62443-4-2.

**Laboratorium oceny bezpieczeństwa produktów teleinformatycznych – ITSEF (IT Security Evaluation Facility)**

<p><b>Produkty IT</b></p> <p>Rodzaj działalności: Ocena bezpieczeństwa urządzeń i systemów IT <b>Od EAL 1 do EAL 4 (AIC_FLR.3)</b></p> <p>Przedmiot badań: - Oprogramowanie - Urządzenia i systemy teleinformatyczne - Wyroby i wyposażenie elektroniczne</p> <p>Dokumenty odniesienia: - ISO/IEC 15408, v3.1, rev. 5 Common Criteria - ISO/IEC 18045, v3.1, rev. 5 Metodyka oceny zabezpieczeń IT</p>	 PCA POLSKIE CRITERIA AKREDYTACJA BADANIA AB 1781	<p><b>Komponenty przemysłowe</b></p> <p>Rodzaj działalności: Ocena bezpieczeństwa systemów IACS w zakresie: - identyfikacja i kontrola autoryzacji - kontrola uzycia - integralność systemu - poufność danych - ograniczenie przepływu danych - terminowa odpowiedź na zdarzenia - dostępność zasobów</p> <p>Przedmiot badań: - Systemy sterowania i automatyki przemysłowej</p> <p>Dokumenty odniesienia: - PN-EN IEC 62443-4-2:2019-08</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Korzyści oceny bezpieczeństwa w laboratorium ITSEF:

- Certyfikat bezpieczeństwa produktu wydany w polskim programie certyfikacji;
- Certyfikat uznawany międzynarodowo w porozumieniach CCRA i SOG-IS;
- Koszty oceny niższe niż w laboratoriach zagranicznych;
- Konsultacje i szkolenia dla klientów;
- Zwiększenie konkurencyjności produktu w obszarze cyberbezpieczeństwa;
- Krótki czas oceny komponentów IACS zgodnie z lekkim programem certyfikacji;
- Przygotowanie do procesu – gap analysis.

Skuteczność zabezpieczeń stosowanych w produkcie weryfikowana jest w toku niezależnej oceny wykonywanej przez wykwalifikowany zespół ewaluatorów z użyciem wyspecjalizowanej aparatury i narzędzi. W trakcie oceny badana jest dokumentacja produktu, wykonywany jest audyt środowiska rozwojowego produktu oraz wykonywane są testy funkcjonalne, analiza podatności i testy penetracyjne. Ocena realizowana jest ze szczególnością i rygoryzmem zdefiniowanym zgodnie z założonym poziomem uzasadnionego zaufania do oceny EAL (Evaluation Assurance Level), zgodnie z Common Criteria lub poziomem bezpieczeństwa SL (Security Level) zgodnie z IEC 62443.

Sieć Badawcza Łukasiewicz  
- Instytut Technik Innowacyjnych EMAG  
www.emag.lukasiewicz.gov.pl

### Kable światłowodowe, ognioodporne jednomodowe typu FOC-2-SLT-HFFR PH120/E30 9/125 SM i wielomodowe typu FOC-2-SLT-HFFR PH120/E30-E60 50/125 OM2

Technokabel S.A. jest pierwszym krajowym producentem certyfikowanych kabli światłowodowych ognioodpornych i uzyskał:

- Krajowy Certyfikat Stałości Właściwości Użytkowych Certyfikat 063-UWB-0253





## NOWOŚCI TECHNICZNE

- Świadectwo Dopuszczenia do stosowania w budownictwie nr 3990/2020, wydane przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony przeciwpożarowej PIB
- Kable zapewniają transmisję sygnałów przez 120 minut w temperaturze ponad 800 °C.
- Kable posiadają wysoką klasę reakcji na ogień – B2ca-s1a,d0,a1.
- Kable są odporne na oddziaływanie wody zgodnie z normą PN-EN 50200 Annex E i mogą być stosowane w pomieszczeniach chronionych stałymi wodnymi urządzeniami gaśniczymi (strefach tryskaczowych).
- Kable przeznaczone są do instalacji na stałe wewnątrz i na zewnątrz budynków.

Technokabel  
www.technokabel.com.pl

### Analizuj charakterystykę sieci energetycznej oraz identyfikuj przyczyny problemów!

Analizator jakości mocy PQ3198 firmy HIOKI to przyrząd klasy A służący do monitorowania i rejestrowania anomalii w zasilaniu, umożliwiając szybkie zbadanie ich przyczyn, a także do oceny problemów z zasilaniem, takich jak:

- spadki napięcia.
- migotanie (flicker),
- harmoniczne i inne problemy elektryczne.
- transjenty



Nowe funkcje obejmują możliwość sterowania czujnikami prądu bezpośrednio z PQA oraz ulepszone możliwości nagrywania. Dodatkowo urządzenie przystosowane jest do pomiaru mocy dla linii jedno- oraz trójfazowych i pracuje w dokładności do  $\pm 0.01\%$  (w przypadku napięć oraz prądu) oraz do  $\pm 0.02\%$  (w przypadku mocy). Dodatkowo jest one zgodne z normą IEC61000-4-30. Bezpłatne oprogramowanie PQ ONE umożliwia wydajną analizę danych pomiarowych, przejrzysty przegląd wszystkich pomiarów i błyskawiczne generowanie raportów z wykonywanych inspekcji.

Tespol Engineering  
www.tespol.com.pl

### Nowość technologiczna od BOLTEXu

Komponenty systemów przeniesienia napędu używane są niemal w każdej branży. Łańcuchy przemysłowe, koła łańcuchowe i inne są znane nie tylko w przemyśle, ale też w życiu codziennym – np. dzięki zastosowaniu w rowerach.

Trudno mówić o nowościach w branży, w której jeden z najpopularniejszych produktów został wynaleziony setki lat temu. Jednak to, co się zmienia i na co producent ma wpływ to jakość / trwałość materiałów, z których powstają jego produkty.

I tu wspomnieć należy o wzmocnionej marce łańcuchów/kół łańcuchowych - Strong Man Chain® - zwiększona trwałość, dłuższa żywotność, szeroki asortyment i wybór wariantów to tylko część zalet marki.

Stworzona przez BOLTEX dla najbardziej wymagających klientów, ceniących właściwe zestawienie jakości do ceny, dostępność i profesjonalne doradztwo na każdym etapie inwestycji.

BOLTEX Power Transmission Systems  
www.boltex.com.pl



### Kable sygnalizacyjne o izolacji z polietylenu usieciowanego i powłóce z materiału bezhaloogenowego

Kable TECHNOPOWER N2XH-O B2ca 0,6/1 kV i TECHNOPOWER N2XH-J B2ca 0,6/1 kV przeznaczone są do przesyłania energii elektrycznej oraz do pracy w energetycznych urządzeniach kontrolnych, zabezpieczeniowych i sterowniczych.

Wykorzystywane są do ułożenia na stałe w urządzeniach przemysłowych, w liniach produkcyjnych, urządzeniach klimatyzacji i innych pracujących w suchych i wilgotnych pomieszczeniach oraz na zewnątrz. Kable mogą być układane w betonie. Przy zastosowaniu dodatkowego zabezpieczenia kable mogą być układane w wodzie i w ziemi.



Kable powinny być instalowane w obiektach o podwyższonych wymaganiach przeciwpożarowych, gdzie niezbędne jest większe bezpieczeństwo ludzi i kosztownych urządzeń elektronicznych. W przypadku pożaru kable te nie rozprzestrzeniają płomienia, emisja dymu jest bardzo niska, a emitowane gazy nie są korozyjne

Technokabel  
www.technokabel.com.pl

# Promark T-2000 – game changer na rynku drukarek termotransferowych



Niewielka waga, małe gabaryty, wbudowana pamięć wewnętrzna, wygodna klawiatura i podświetlany ekran – to się nie zmieniło. Na pierwszy rzut oka drukarka Promark T-2000 wygląda jak dyskretnie odświeżona wersja poprzedniego modelu. Tymczasem to jedno z najbardziej zaawansowanych technologicznie urządzeń tego typu! Czym zaskakuje nas drukarka Promark T-2000 i co może zaoferować instalatorowi? Sprawdźmy.



## Promark T-2000 – co to takiego?

Promark T-2000 to najnowszy model drukarki termotransferowej Partex do drukowania oznaczników. Unowocześniona konstrukcja, kompaktowy rozmiar oraz nowe funkcje sprawiają, że T-2000 to niezastąpione urządzenie nie tylko w warsztacie instalatora, ale także na wyjazdowych serwisach oraz placach budowy.

Projektować oznaczniki, które następnie planujemy wydrukować w drukarce Promark T-2000, można na dwa sposoby:

- w programie Promark Creator,
- z poziomu samego urządzenia – dzięki klawiaturze QWERTY i dużemu wyświetlaczowi.

Dostępna jest także aplikacja Promark Creator Go – pozwala pobierać opisy z chmury, a następnie przekazywać je do wydrukowania.

## Po prostu: na baterie

Drukarka Promark T-2000 to przede wszystkim nowe podejście do zagadnienia mobilności. Brak dostępu do sieci elektroenergetycznej nie stanowi już dla instalatora najmniejszego problemu. „To zasługa zasilania bateryjnego” – tłumaczy

Tomasz Ćwik z firmy Partex. – „Poprzednie modele drukarek z rodziny Promark dzięki swoim kompaktowym wymiarom zawsze oferowane były jako urządzenia mobilne, które można łatwo przetransportować i szybko uruchomić w dowolnym miejscu. Brakowało im tylko alternatywnego źródła zasilania – nieodłącznym elementem zestawu był zasilacz sieciowy. Promark T-2000 z kolei może być zasilana sześcioma akumulatorami AA o pojemności 1900mAh każdy. Ta funkcjonalność uniezależnia użytkownika od dostępnej infrastruktury. Co istotne, w momencie podłączenia zasilacza do drukarki, urządzenie automatycznie przechodzi w tryb ładowania, który wyłącza się po osiągnięciu stanu pełnego naładowania baterii” – mówi ekspert.

## Przesyłaj pliki przez Bluetooth®

Zwróćmy uwagę na kolejną, bardzo istotną kwestię. Drukarka T-2000 wcale nie musi być podłączona do komputera przewodem USB, aby drukować oznaczniki.

Mamy tu bowiem wbudowany moduł Bluetooth® – to również nowość w porównaniu do poprzedniego modelu. Aby w wygodny sposób obsługiwać drukarkę, wystarczy pobrać na smartfona lub tablet (z systemem IOS lub Android) aplikację Promark Creator Go. Aplikacja zintegrowana jest z chmurą Partex, dlatego daje nam dostęp do projektów stworzonych wcześniej na komputerze, w pełnej wersji programu. Pobrany plik następnie przesyłamy do drukarki za pomocą Bluetootha® i drukujemy na oznaczniku. Urządzenia można więc wygodnie używać na miejscu, w którym wykonywana i oznaczana jest sieć, realizowane instalacje czy montowane urządzenia – w terenie, na placu budowy, w trudnych warunkach itd.



Tym, czym zwraca uwagę aplikacja Promark Creator GO na pewno jest maksymalnie prosta i intuicyjna obsługa. Pozwala na przeglądanie plików w chmurze Partex, a następnie pokazuje wizualizację opisu na wybranym profilu. Co więcej, aplikacja, łącząc się z drukarką za pomocą Bluetooth®, wyświetla użytkownikowi informacje na temat urządzenia – dotyczące jego aktualnego statusu, sposobu zasilania, a także koloru, długości oraz bieżącego zużycia taśmy barwiącej.

Jedyne, czego potrzeba to zasięg sieci komórkowej i dostęp do Internetu. A jeśli na smartfonie nie ma ani jednej kreski? W takiej sytuacji oznacznik można zaprojektować i wydrukować na miejscu – urządzenie jest bowiem wyposażone w klawiaturę oraz wyświetlacz.



### Praca w trudnych warunkach

Jak już wspomnieliśmy, urządzenie nie potrzebuje zasilania sieciowego – do drukowania nawet dużej liczby oznaczników w zupełności wystarczy tu zasilanie bateryjne. Kolejną, tym razem opcjonalną funkcjonalnością, dzięki której drukarka może pracować również w wymagających warunkach jest podgrzewacz profili. Możliwość trzystopniowej regulacji temperatury sprawia, że nie musimy przenosić urządzenia do cieplejszego pomieszczenia czy samochodu, aby wydrukować oznacznik. Świetną jakość wydruku osiągniemy nawet przy temperaturze +5 °C. Podgrzewacz obsługuje wszystkie rozmiary profili, a do tego pracuje w dwóch trybach: ciągłym albo automatycznym, który załącza się przy rozpoczęciu drukowania.

### Drukowanie rozproszone

Czym jeszcze zaskakuje nas Promark T-2000? Na uwagę na pewno zasługuje funkcja drukowania rozproszonego. Możliwe

jest drukowanie na kilku drukarkach jednocześnie. Co istotne, w tym samym czasie każde urządzenie może drukować inną treść na różnych profilach. Jak to zrobić? Po prostu wybieramy projekt, ustawiamy odpowiednie parametry i klikamy „drukuj”. Powtarzamy to przy kolejnym oznaczniku. I kolejnym. Nie musimy czekać z rozpoczęciem nowego drukowania do końca aktualnej operacji. Pozwala to na znaczne przyspieszenie prac – a czas, jak dobrze wiemy, jest kluczowy na miejscu budowy czy instalacji.

### Promark T-1000 a T-2000 – co jeszcze się zmieniło?

Każda ze wskazanych funkcjonalności to prawdziwy game changer w dziedzinie drukowania mobilnego. Zasilanie bateryjne, komunikacja Bluetooth® i możliwość ściągania plików z chmury, a do tego podgrzewanie profili sprawia, że drukarka Promark T-2000 to jedno z najbardziej zaawansowanych, a do tego jakże wygodnych w użyciu tego typu urządzeń na rynku. To jednak nie wszystkie zmiany, jakie wprowadził producent. Urządzenie zyskało większą pamięć wewnętrzną – powiększoną z 60 do 250 tysięcy znaków. Poza tym można w nim drukować większe profile niż poprzednio (o średnicy do 8 mm). W drukarce znalazły się dłuższe o 50% taśmy barwiące (aktualnie długość taśmy to aż 150 metrów). Dodatkowo dodano pośrednie wysokości czcionek – 2,6 oraz 4 mm.

Moduł Bluetooth®, intuicyjna aplikacja, zasilanie bateryjne, podgrzewacz profili i możliwość drukowania rozproszonego sprawiają, że Promark T-2000 to uniwersalne urządzenie, którego nie może zabraknąć w asortymencie profesjonalnego instalatora. Jeśli zależy nam na tym, aby uzyskać niezależność od zewnętrznego zasilania czy warunków na miejscu przeprowadzania prac, warto pomyśleć o wymianie swojej starej drukarki oznaczników na T-2000.



PARTEX MARKING SYSTEMS Sp. z o.o.  
ul. Małgorzatowo 1c, 87-162 Lubicz, Poland  
tel.: +48 56 6590802, www.partex.pl



# Nowa seria przeciwwybuchowych silników budowy wzmocnionej (Ex eb wg ATEX) w klasie sprawności IE3 (PREMIUM)

Ogólnosiwiatowa tendencja do ograniczania zużycia energii elektrycznej jest głównym motorem do wprowadzania nowych, wyższych, obligatoryjnych poziomów sprawności (MEPS – Minimum Energy Performance Standards) dla maszyn i urządzeń.

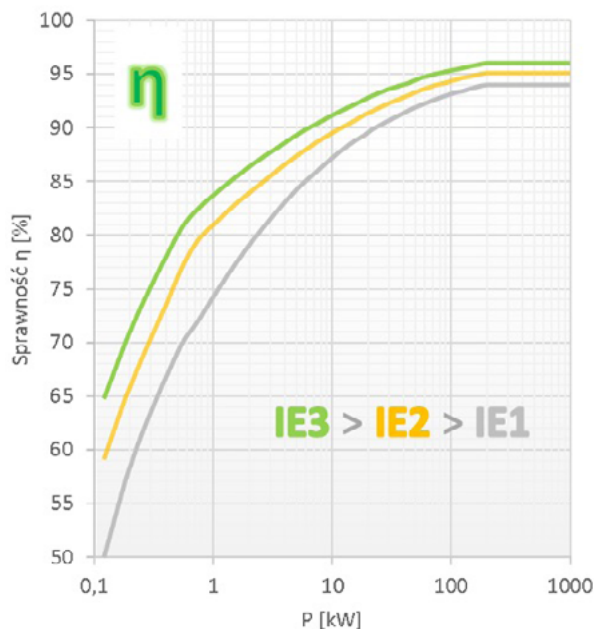
Silniki elektryczne odpowiadają za znaczące zużycie produkowanej energii elektrycznej, stąd pierwsze obligatoryjne wymagania dla ich sprawności zostały wprowadzone na terenie Unii Europejskiej już ponad 12 lat temu w ślad za wymaganiami obowiązującymi znacznie wcześniej na terenie USA i Kanady (poziom sprawności EPACT, a następnie PREMIUM).

Początkowo wymagania sprawnościowe na terenie UE dotyczyły wyłącznie silników standardowych, jednakże uwzględniając potencjał oszczędnościowy w obszarze silników przeciwwybuchowych instalowanych w środowiskach wybuchowych, Komisja Europejska zdecydowała się na ich uwzględnienie w aktualnie obowiązującym Rozporządzeniu Komisji UE 2019/1781 & 2021/341 dotyczącym minimalnego poziomu sprawności silników wprowadzanych na rynek Unii Europejskiej.



Tym samym producenci silników przeciwwybuchowych podczas ich projektowania kierują się już nie tylko aspektem zapewnienia właściwego poziomu bezpieczeństwa użytkownikom w strefie zagrożonej wybuchem (zgodnie z Dyrektywą „ATEX” 2014/34/UE), ale jednocześnie muszą zapewnić ich odpowiednią efektywność energetyczną tj.:

- od 1 lipca 2021 silniki przeciwwybuchowe, za wyjątkiem silników górniczych przeznaczonych do eksploatacji w podziemiach kopalń (silniki wyłączone z wymagań sprawnościowych) oraz silników budowy wzmocnionej (Ex eb), muszą spełniać wymagania dla klasy sprawności IE3;



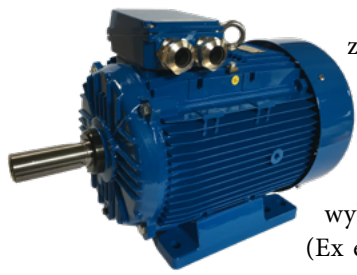
- od 1 lipca 2023 obligatoryjnym minimalnym poziomem sprawności dla silników przeciwwybuchowych budowy wzmocnionej (Ex eb) jest poziom określony dla klasy sprawności IE2.

CELMA INDUKTA SA to wieloletni producent szerokiej gamy trójfazowych silników elektrycznych, w tym silników o konstrukcji przeciwwybuchowej, przeznaczonych dla przemysłu górniczego i chemicznego. Pierwsze silniki do stref zagrożonych wybuchem zostały wprowadzone do naszej produkcji już w latach 50. ubiegłego wieku.



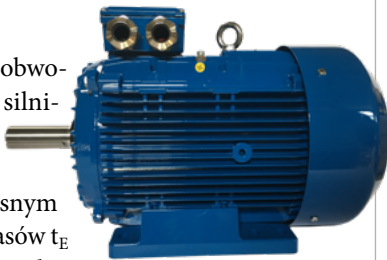
Uwzględniając ponad 60-letnie doświadczenie w produkcji silników Ex oraz biorąc pod uwagę nowe wymagania w zakresie minimalnego poziomu sprawności wynikające

Wymagana klasa sprawności dla silników 3-fazowych	Silniki przeciwwybuchowe z wyłączeniem silników dla przemysłu górniczego podziemnego	
	Budowy wzmocnionej (Ex eb)	Pozostałe
IE2	2p = 2, 4, 6, 8 P=0,12kW ÷ 1000kW	2p = 2, 4, 6, 8 P=0,12kW ÷ <0,75kW
	od 2023-07-01	od 2021-07-01
IE3	nie dotyczy	2p = 2, 4, 6, 8 P=0,75kW ÷ 1000kW
		od 2021-07-01



z Rozporządzenia Komisji Europejskiej UE 2019/1781 & 2021/341, CELMA INDUKTA SA zaprojektowała, a następnie zaatestowała (certyfikat ATEX) nową serię silników przeciw-wybuchowych budowy wzmocnionej (Ex eb) typu Ex3SIE wielkości 90 ÷ 180 przeznaczonych dla przemysłu chemicznego (grupa II, strefa 1 lub 2). Nowa seria silników zastąpi serię ExSg/ExSh produkowaną przez CELMA INDUKTA SA od ponad 20 lat. Będzie standardowo oferowana w zakresie mocy 0,37kW÷22kW oraz w klasie sprawności IE3, a więc już teraz przewyższając wymagania wynikające z ww. Rozporządzenia Komisji (UE).

Odpowiednia konstrukcja obwodów elektromagnetycznych silników pozwoliła na uzyskanie wysokiej sprawności (IE3 - PREMIUM) przy jednoczesnym zachowaniu bezpiecznych czasów  $t_E$  (czas, w którym podczas przepływu początkowego prądu rozruchowego /przy zablokowanym wirniku/ uzwojenie wirnika lub stojana nagrzej się od temperatury osiąganey przy pracy znamionowej w maksymalnej temperaturze otoczenia do temperatury granicznej). Oprócz standardowego dopuszczenia dla atmosfer gazowych (strefa 1 lub 2: 2G – grupa gazowa IIC, klasa temperaturowa T3) silniki mogą być również dostarczone z dopuszczeniem dla stref pyłowych (strefa 21 lub 22: 2D – grupa pyłowa IIIC, T125°C, IP66).



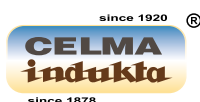
**II 2G Ex eb IIC T3 Gb**  
**II 2D Ex tb IIIC T125°C Db**

Warto podkreślić, że przeprowadzone badania a następnie certyfikacja silników w zewnętrznej Jednostce Notyfikowanej uwzględniły również poniższe opcje wykonania silników:

- do współpracy z przemiennikami częstotliwości dowolnych producentów przy spełnieniu parametrów granicznych dla przemienników podanych w instrukcji obsługi silników;
- wyposażenie w dodatkowe zabezpieczenia termiczne uzwojenia typu PTC, KTY, Pt100 lub Pt1000 (standard dla silników z dopuszczeniem dla stref pyłowych i/lub przystosowanych do zasilania z przemiennika częstotliwości);
- do pracy w niskich temperaturach otoczenia (< -20°C);
- dodatkowe znamionowanie dla częstotliwości 60 Hz.

Aktualnie prowadzony jest proces dodatkowej certyfikacji nowej serii silników wg przepisów międzynarodowych tj. wymagań IECEx (poza UE).

Szczegółowe dane techniczne silników serii Ex3SIE można znaleźć na naszej stronie internetowej.



DEMANDING APPLICATIONS  
OUR MOTORS – YOUR SUCCESS  
POWER OF EXPERIENCE  
DEMANDING APPLICATIONS  
CHALLENGING PROJECTS

**Cantoni**®  
**GROUP**



Poznaj nową serię  
przeciwwybuchowych silników  
budowy wzmocnionej (Ex eb wg ATEX)  
w klasie sprawności IE3 (PREMIUM)  
produkcji Celma Indukta S.A.



OUR MOTORS – YOUR SUCCESS  
DRIVING MOST DEMANDING  
INTO YOUR ENERGY GLOBAL  
ENERGY BUSINESS POWER  
WWW.CANTONIGROUP.COM

# Łańcuchy kołem się toczą

BOLTEX w 2023 roku obchodzi 30-lecie swojego istnienia. Jest to dość długi staż dla polskiej firmy. Staż, który pozwala z dumą mówić o tysiącach zadowolonych klientów w kraju i za granicą, ogromnej liczby realizacji zarówno standardowych jak i bardzo nietypowych i innowacyjnych. To czas, który pozwalał zbudować ofertę dopasowaną do najbardziej wymagających potrzeb.

Produktem, który zdecydowanie jest topowym w ofercie firmy jest łańcuch przemysłowy. W niemal każdej przemysłowej wersji – bez względu na to w jakich warunkach ma mieć on swoje zastosowanie.

Mówiąc o tradycji i historii nie sposób zatem nie przybliżyć historii systemów przeniesienia napędu – a w szczególności właśnie łańcuchów przemysłowych.

## Krótką historia łańcucha

Można zaryzykować twierdzenie, że wynalezienie łańcucha było równie ważne dla ludzkości i przemysłu jak odkrycie koła. Pierwsze wzmianki sięgają już drugiego tysiąclecia przed naszą erą i pochodzą z Chin. Stosowano go tam jako element kołowrotu – do podnoszenia lub opuszczania ładunków zawieszonych na linie lub bezpośrednio na łańcuchu.

Z pracą łańcuchów związanych jest kilka znaczących wynalazków. Jednym z ciekawszych jest, pochodzący z III w p.n.e. – polybolos (z grec. multimiotacz), uważany za pierwowzór nowoczesnych karabinów maszynowych. Wynalazł go najprawdopodobniej Dionizy z Aleksandrii, a Filon z Bizancjum udoskonalił i dokładnie opisał mechanikę tej broni - m.in. działanie kół zębatach, które uruchamiały napęd łańcuchowy (najstarsze znane zastosowanie takiego mechanizmu) i które umieszczały strzałę za strzałą w szczelnie wystrzeliwaniu.

Kolejnym bardzo ważnym wynalazkiem, który miał wpływ na rozwój przemysłu było wynalezienie koła wodnego – około 230 roku p.n.e. Były to łopaty drewniane, umieszczone we wspólnej osi. Mechanizm zbudowany był z ruchomych czerpaków połączonych łańcuchem. Ówczesne koło zębata traktować można jako dalekiego przodka przekładni zębataj.

Mówiąc o historii wynalazków nie można pominąć Leonarda da Vinci. Człowieka, który w swoich szkicach zdecydowanie wyprzedzał epokę. Nie dość, że w swojej pracy „Codex Atlanticus”, pochodzącej z ok. 1490 roku przedstawił na rysunkach wiele rodzajów łańcuchów, to poszedł w swojej pracy i nowatorskim myśleniu dalej projektując rower – zasilany właśnie napędem łańcuchowym.

Co ciekawe, łańcuch rolkowy – widoczny już na rysunkach da Vinci z XV wieku to jednak ten niewątpliwie cudowny wynalazek, który jak każdy sukces ma wielu ojców. A konkretnie – trzech. Zaczynając od wspomnianego wyżej Leonarda, który na swoich rysunkach przedstawia łańcuch rolkowy, a nawet

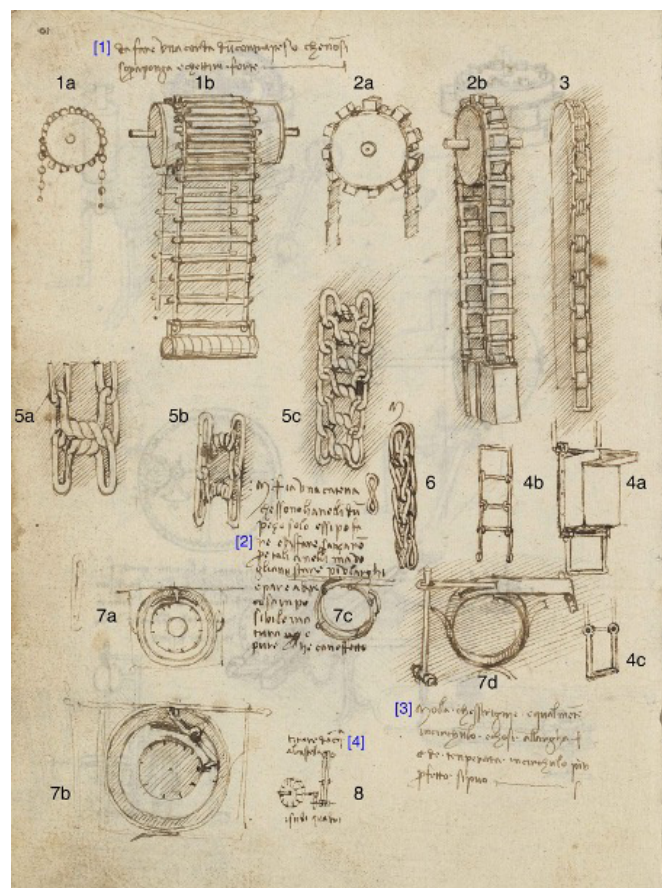
więcej - pokazał jego zastosowanie w napędzie „roweru”. Dalej należy wspomnieć o Andre Galle – od którego nazwiska pochodzi określenie „łańcuchów Galla”, który stworzył w 1826 roku, a następnie opatentował w 1829 roku swoją wersję wynalazku. Ale to dopiero szwajcarsko-brytyjski inżynier Hans Renold, który opatentował wcześniejszy wynalazek w 1880 roku w Wielkiej Brytanii i wprowadził go do produkcji stał się oficjalnym „ojcem” sukcesu.

I na tym kończą się w zasadzie kontrowersje związane z wynalazkiem, który jak widać od tysięcy lat towarzyszy człowiekowi w wielu dziedzinach.

Obecnie dobry łańcuch to taki, który przede wszystkim ma parametry właściwie dobrane do warunków, w jakich ma pracować. Niezmiernie ważne jest tu zatem odpowiednie doradztwo techniczne już na etapie przygotowania zamówienia.

To, na co należy zwrócić uwagę przy wyborze dostawcy elementów przeniesienia napędów to:

- profesjonalne doradztwo techniczne już od momentu przygotowania oferty
- dobór właściwych rozwiązań
- profesjonalna obsługa posprzedażowa
- dostępność szerokiego wachlarza produktów standardowych „z magazynu”
- możliwość przygotowania nawet najbardziej nietypowych rozwiązań
- trwałość i niezawodność



Łańcuchy z rysunków Leonardo Da Vinci, Codex Atlanticus, ok 1490 r.



Realizujemy zamówienia dla każdej gałęzi przemysłu. Także zamówienia nietypowe



Marka Strong Man Chain to produkty charakteryzujące się większą wytrzymałością i trwałością



Boltex posiada w swoim asortymencie wszelkiego rodzaju łańcuchy. Także wspomniane rolkowe

Doświadczenie BOLTEX-u w tym zakresie jest bez wątpienia niezwykle cenne. I w tym zakresie cieszymy się doskonałą opinią wśród naszych krajowych i zagranicznych kontrahentów.

To, co wyróżnia sam produkt – to jego trwałość i wytrzymałość mające bezpośredni wpływ na dłuższy i sprawniejszy okres użytkowania. Tutaj trzeba wspomnieć o produktach naszej własnej marki – Strong Man Chain. Powstały one w odpowiedzi na

potrzeby najbardziej wymagających klientów, a charakteryzuje je wspomniana wyżej zwiększona wytrzymałość i trwałość.

Zapraszamy do współpracy zarówno klientów docelowych, jak i przedstawicieli. W naszej szerokiej ofercie znajdują się łańcuchy przemysłowe, koła łańcuchowe, elementy mechaniczne, ogniwa, tuleje, prowadnice. Szczegółowe informacje o nas znajdują się na stronie [www.boltex.com.pl](http://www.boltex.com.pl)

reklama



**30 LAT NA RYNKU!**

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



- 🌀 łańcuchy przemysłowe
- 🌀 koła łańcuchowe
- 🌀 prowadnice
- 🌀 łańcuchy do zastosowań specjalnych
- 🌀 zamówienia wg indywidualnych wytycznych
- 🌀 własna marka – Strong Man Chain



tel.: +48 56 678 31 90, kom.: 507 101 530  
ul. Toruńska 5a, 87-148 Łysomice k. Torunia

# Kable o klasie reakcji na ogień - B2ca

## KABLE ELEKTROENERGETYCZNE, BEZHALOGENOWE, OGNIOODPORNE

### KABLE W IZOLACJI MIKOWEJ - odporne na działanie wody

NHXH FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

The image shows a cross-section of a cable with an orange outer jacket. Inside, there are three insulated conductors (blue, green, and brown) and a central copper conductor. A white sleeve is visible at the end of the jacket.

Budowa kabla NHXH FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

NHXHX FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

The image shows a cross-section of a cable with an orange outer jacket. Inside, there are three insulated conductors (blue, green, and brown) and a central copper conductor. A white sleeve is visible at the end of the jacket.

Budowa kabla NHXHX FE180 PH90/E90 0,6/1 kV  
- w powłoce usieciowanej do ziemi

NHXCH FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

The image shows a cross-section of a cable with an orange outer jacket. Inside, there are three insulated conductors (blue, green, and brown) and a central copper conductor. A white sleeve is visible at the end of the jacket.

Budowa kabla NHXCH FE180 PH90/E90 0,6/1 kV  
- z żyłą koncentryczną

NHXHRHX-J FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

The image shows a cross-section of a cable with an orange outer jacket. Inside, there are three insulated conductors (blue, green, and brown) and a central copper conductor. A white sleeve is visible at the end of the jacket.

Budowa kabla NHXHRHX-J FE180 PH90/E90 0,6/1 kV  
- opancerzony drutami stalowymi (odporny na gryzonie, do ziemi)

### KABLE W IZOLACJI SILIKONOWEJ

(N)HXH-J FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

The image shows a cross-section of a cable with an orange outer jacket. Inside, there are three insulated conductors (blue, green, and brown) and a central copper conductor. A white sleeve is visible at the end of the jacket.

Budowa kabla (N)HXH-J FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

(N)HXCH FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

The image shows a cross-section of a cable with an orange outer jacket. Inside, there are three insulated conductors (blue, green, and brown) and a central copper conductor. A white sleeve is visible at the end of the jacket.

Budowa kabla (N)HXCH FE180 PH90/E90 0,6/1 kV  
- z żyłą koncentryczną

(N)HXCH-J-SERVO FE180 PH90/E90 0,6/1 kV

The image shows a cross-section of a cable with an orange outer jacket. Inside, there are three insulated conductors (blue, green, and brown) and a central copper conductor. A white sleeve is visible at the end of the jacket.

Budowa kabla (N)HXCH-J-SERVO FE180 PH90/E90 0,6/1 kV  
- ekranowany do falowników - odporny na wodę

**TECHNOKABEL**

®

łączy i przewodzi

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



**TECHNOKABEL**®

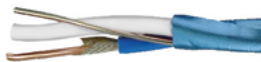
łączy i przewodzi

**BEZHALOGENOWE KABLE OGNIODPORNE STACYJNE  
DO INSTALACJI PRZECIWPOŻAROWYCH TYPU  
HTKSH FE180 PH90/E30-E90 I HTKSHekw FE180 PH90/E30-E90**



TECHNOKABEL HTKSH FE180 PH90/E30-E90

Budowa kabla HTKSH FE180 PH90/E30-E90  
- kable nieekranowane w izolacji mikowej - odporne na działanie wody



TECHNOKABEL HTKSHekw FE180 PH90/E30-E90

Budowa kabla ekranowanego HTKSHekw FE180 PH90/E30-E90  
- kable ekranowane w izolacji mikowej - odporne na działanie wody

**BEZHALOGENOWE KABLE STACYJNE DO INSTALACJI  
PRZECIWPOŻAROWYCH TYPU HTKSH I HTKSHekw**



TECHNOKABEL HTKSH

Budowa kabla HTKSH



TECHNOKABEL HTKSHekw

Budowa kabla ekranowanego HTKSHekw

**PRZEWODY ELEKTROENERGETYCZNE OGNIODPORNE,  
BEZHALOGENOWE, EKRAKOWANE I NIEEKRAKOWANE NA NAPIĘCIE  
ZNAMIONOWE 300/500 V TYPY: HDGs FE180 PH90/E30-E90  
300/500 V, HDGsekw FE180 PH90/E30-E90 300/500 V**



HDGs FE180 PH90/E30-E90 300/500 V

Budowa kabla HDGs FE180 PH90/E30-E90 300/500 V



HDGsekw FE180 PH90/E30-E90 300/500 V

Budowa kabla ekranowanego HDGsekw FE180 PH90/E30-E90 300/500 V

**KABLE ŚWIATŁOWODOWE OGNIODPORNE, BEZHALOGENOWE  
- WIELOMODOWE**



FOC-2-SLT-HFFR PH120/E30-E60 4x50/125 OM2

Budowa kabla FOC-2-SLT-HFFR PH120/E30-E60

**KABLE ŚWIATŁOWODOWE OGNIODPORNE BEZHALOGENOWE  
- JEDNOMODOWE**



FOC-2-SLT-HFFR PH120/E30 4x9/125 SM

Budowa kabla FOC-2-SLT-HFFR PH120/E30

**KABLE ELEKTROENERGETYCZNE, BEZHALOGENOWE, N2XH-O B2ca 0,6/1 kV  
i N2XH-J B2ca 0,6/1 kV – JEDNOŻYŁOWE I WIELOŻYŁOWE**



TECHNOKABEL N2XH-O B2ca 0,6/1 kV

Budowa kabla N2XH-O B2ca 0,6/1 kV

# igus® #enjoyneering, 190 innowacji motion plastics® i ogłoszenie laureatów polskiej edycji konkursu manus® 2023

14 czerwca, w siedzibie igus® Polska w Warszawie, odbyła się konferencja prasowa, podczas której zaprezentowano najważniejsze nowości motion plastics i wyjątkowe rozwiązania cyfrowe igus® #enjoyneering oraz wręczono statuetki laureatom polskiej edycji konkursu manus 2023, na najbardziej innowacyjne zastosowania łożysk ślizgowych. igus® niezmiennie zwiększa tempo innowacji i podkreśla atmosferę.

W tym roku specjalista w dziedzinie polimerów do pracy w ruchu, poza olbrzymią liczbą nowości i dodatków do asortymentu (ponad 190), zaprezentował kampanię #enjoyneering, skierowaną do inżynierów i konstruktorów, która zachęca ich do łączenia technologii z kreatywnością, estetyką i zabawą. #enjoyneering ma za zadanie pokazać, jak innowacyjne rozwiązania technologiczne mogą być wykorzystane w projektowaniu produktów, które nie tylko są funkcjonalne, ale także estetycznie i atrakcyjnie prezentują się dla oka.

Od wielu lat jednym z głównych celów igus® jest rozwój nowych technologii, które pozwalają na jeszcze lepsze wykorzystanie potencjału cyfrowego w dziedzinie inżynierii.

Wynikiem intensywnych działań firmy w ostatnim roku jest więc nie tylko rekordowa liczba nowych produktów i dodatków do asortymentu, których tej wiosny zaprezentowano ponad 190, ale także szeroka oferta narzędzi cyfrowych, promowana pod hasłem #enjoyneering.

Premiera igus® NEWS 2023 odbyła się na targach Hannover Messe, gdzie igus® zaprezentował się w tym roku aż na dwóch stoiskach. Tradycyjnie wszystkie nowości igus® można również zobaczyć podczas wirtualno-rzeczywistej wizyty na stoisku targowym IMPS, o powierzchni aż 400 m<sup>2</sup>.



## TOP wiosennych NOWOŚCI motion plastics®

Lekki, o dużych wysokościach wewnętrznych e-przewodnik E4QL to najlepsze połączenie siły, niskiej masy oraz wysokiej dynamiki. Biomechaniczna konstrukcja zwiększa wytrzymałość i wydłuża żywotność przy jednoczesnej redukcji masy. Szybko otwierające się poprzeczki pozwalają na łatwe i intuicyjne otwieranie/zamykanie e-przewodnika.

Nowe czarne przewody taśmowe e-skin® flat ESD do pomieszczeń czystych klasy ISO1 w rozmiarze SKF12 dostępne są w wariantach otwieranych i całkowicie zamkniętych. Przewodzenie prądu zapobiega powstawaniu pól elektrostatycznych i nagłych wyładowań spowodowanych ruchem e-skin® flat.

Maszyny rolnicze i budowlane wymagają szczególnie długiej żywotności i wysokiej niezawodności działania.



Dlatego igutex® TX3 został zaprojektowany tak, aby nie wymagał smarowania i charakteryzował się wyjątkową odpornością na zużycie. Eliminuje przestoje maszyn spowodowane niewystarczającym smarowaniem, zmniejszając koszty i przynosząc korzyści dla środowiska.

Aby sprostać rosnącym wymaganiom klientów w zakresie przestrzeni instalacyjnej i żywotności, igus® wprowadza nowe przewody chainflex® CF98.PLUS i CF99.PLUS. Dedykowane są najbardziej wymagającym producentom maszyn z deklaracją 100 000 000 podwójnych cykli ugięć i najmniejszych przestrzeni montażowych, które wymagają współczynników gięcia do 3xd.

Płynna, cicha praca i długa żywotność zapewniona została dzięki nowym wymiarom śrub pociągowych dryspin®. Rozszerzono gamę produktów z gwintem ślizgowym i wysokospiralnym, które zostały specjalnie zaprojektowane do szybkich i bardzo wydajnych zastosowań. Dostępne są rozmiary gwintów od DS4x2,4 do DS18x100.

## Usługi i rozwiązania cyfrowe igus® enjoyneering®

*Inżynieria współpracy – aby wszystko pasowało do rzeczywistości*

Witamy w iguverse — metaświecie igus®, który upraszcza inżynierię i umożliwia 10 razy szybsze wdrażanie rozwoju systemów i maszyn!

Analiza wykonalności 1:1 z modelami 3D wspiera rozwój produktu, identyfikując słabe punkty na wczesnym etapie i optymalizując projekt — bez fizycznych prototypów. [www.igus.pl/iguverse](http://www.igus.pl/iguverse)

**igus® enjoyneering®**  
190 innovations and a new world ... ... unleash your engineering power with play



### Projektowanie bezsmarowych aplikacji w zaledwie kilka sekund

Poznaj rewolucyjny sposób wyszukiwania produktów dzięki igus®GO — naszej platformie w chmurze wykorzystującej sztuczną inteligencję. Wystarczy zrobić zdjęcie istniejącej aplikacji, w tym jej otoczenia, a inteligencja igus®GO pokaże, które produkty igus® mogą pomóc w zaprojektowaniu bezsmarowych rozwiązań. [www.igus.pl/igus-go](http://www.igus.pl/igus-go)

### Szybkie i łatwe tworzenie własnego konfiguratora online

Konfiguracja, projektowanie, symulacja - uzyskaj szybko i łatwo odpowiedni produkt dzięki narzędziom cyfrowym. Dzięki naszej platformie usługowej kopl, dostarczamy indywidualne rozwiązania konfiguracyjne — szybko i ekonomicznie. [www.igus.pl/kopl](http://www.igus.pl/kopl)

### Zminimalizowane przestoje

Przy zakupie części zamiennych liczy się każda minuta. Najprostszym sposobem, by je kupić jest zrobienie zdjęcia

zastosowania za pomocą smartfona lub tabletu. Nasza sztuczna inteligencja zajmie się resztą. Analizuje zdjęcie i wyszukuje dokładnie tę część wśród setek tysięcy produktów igus®, która jest potrzebna. [www.igus.pl/identify](http://www.igus.pl/identify)

### Szybszy proces projektowania

Projekt aplikacji nie tylko na ekranie, ale również w formie wirtualnego modelu w rzeczywistości. Jest to możliwe dzięki funkcji AR, którą firma igus® zintegrowała z platformą narzędzi online. Wystarczy skonfigurować produkt, zaprojektować i przetestować model AR. Efektem jest większa przejrzystość i bezpieczeństwo planowania oraz szybszy proces projektowania. [www.igus.pl/AR](http://www.igus.pl/AR)

### Platforma RBTX, RBTXpert, RBTXperience - dla opłacalnej robotyki

RBTX to platforma, która łączy użytkowników i dostawców opłacalnych komponentów do robotyki. Nasze proste narzędzia i niezawodne usługi pozwalają zaoszczędzić czas i pieniądze,

znajdując rozwiązania z zakresu robotyki dostosowane do budżetu oraz zastosowań. Kompatybilność gwarantowana. [www.rbtx.com/en](http://www.rbtx.com/en)

### Prosty recykling

Co dzieje się z naszymi produktami po zakończeniu ich żywotności? To pytanie pozostało z nami i dało pomysł na nasz program „eko-prowadnik”. Chcemy zapewnić naszym klientom łatwy sposób recyklingu przemysłowych tworzyw sztucznych. Na naszej platformie Change można znaleźć odpowiedni materiał z recyklingu. Oferujemy recyklaty, regranulaty i przemiał, które umożliwiają tworzenie nowych produktów zgodnie z potrzebami klientów. Od 2019 roku igus® otrzymał 75 000 kg materiału do recyklingu. [change.igus.eu](http://change.igus.eu)

### Nowe rowery na nową erę

Platforma igus®.bike oferuje producentom rowerów i komponentów możliwość współpracy z nami w celu rozwoju nowoczesnej mobilności. Jednym z dostawców, z którym ściśle współpracujemy, jest holenderska firma mtrl. Generacja rowerów 4.0 daje mtrl pierwszy rower zaprezentowany na platformie igus®.bike, który wyznacza światowe standardy. [www.igus.bike](http://www.igus.bike)

**igus®**

igus® Sp. z o.o.  
ul. Działkowa 121C  
02-234 Warszawa  
[www.igus.pl](http://www.igus.pl)

reklama

Jeden moduł złącza zamiast wielu pojedynczych

Bezpieczny i wydajny

# Szybki interfejs

tel. +48 22 863 57 70

Module Connect to nowy rodzaj modułowego złącza do przyłączania przewodów elektrycznych, światłowodowych oraz pneumatycznych. Dzięki kompaktowej, niskoprofilowej oprawie może być stosowany wszędzie tam, gdzie duża liczba przewodów musi być podłączona w możliwie jak najmniejszej przestrzeni montażowej.

# Monitorowanie położenia zmechanizowanej obudowy w warunkach ściany wydobywczej

Konrad Trzop, Adam Rozmus, Dawid Szurgacz, Jacek Maślanka, Łukasz Bazan, Norbert Wojnar, Mateusz Rosół

**Streszczenie:** Sekcja obudowy zmechanizowanej stanowi jedną z głównych maszyn kompleksu ścianowego. Obudowa górnicza zabezpiecza pracę załogi oraz pełni rolę transportową, odpowiadając bezpośrednio za przemieszczanie się maszyny urabiającej i przenośnika ścianowego w kierunku calizny węglowej. Prawidłowa praca sekcji i jej bezawaryjność jest wyzwaniem w procesie produkcji węgla kamiennego. Artykuł prezentuje wyniki badań systemu monitoringu ciśnienia i położenia zmechanizowanej obudowy ścianowej w warunkach rzeczywistych. System, oprócz pomiaru ciśnienia w układzie podpornościowym obudowy, monitoruje parametry nachylenia poszczególnych elementów sekcji oraz określa jej wysokość w wyrobisku ścianowym. W artykule przedstawiono oprogramowanie systemu do wizualizacji ciśnienia oraz parametrów geometrycznych obudowy oraz omówiono sposób pracy układu pomiarowo - rejestrującego. Badania stanowią w warunkach dołowych przeprowadzono dzięki transmisji danych pomiarowych z zainstalowanego układu na powierzchnię zakładu.

**Abstract:** Powered roof supports are one of the main machines of the longwall system. It plays the role of securing the work of the crew and transport, being directly responsible for the movement of the mining machine and the conveyor towards the coal body. Proper operation and failure-free operation is a challenge in the hard coal production process. The article presents the results of tests of the pressure and position monitoring system for powered roof supports in real conditions. The system determines changes in the parameters of the inclination of individual elements of the support, the height and pressure of the support in the longwall excavation. The article presents graphs of changes in geometrical parameters, casing pressure and the way of operation of the measuring and recording system. Data from the measurements of the installed system are preliminary tests using the station in underground conditions with simultaneous transmission to the surface.

## 1. Wstęp

W górnictwie monitorowanie pracy maszyn i urządzeń stanowi jeden z kluczowych elementów spójnej koncepcji Przemysłu 4.0. Obecne zakłady poza monitorowaniem zmian za pomocą urządzeń przenośnych, wykorzystują urządzenia pomiarowo – kontrolne do stałego nadzoru nad pracą maszyn. Wykorzystują do tego celu technologie związane z Internetem Rzeczy oraz przetwarzaniem i gromadzeniem danych w chmurze obliczeniowej [1]. Stały pomiar pracy maszyn generuje duże zbiory danych, ale jednocześnie zwiększa efektywność monitorowania zmian generowanych przez ich ruch i zmienne środowisko pracy [2].

Skuteczne monitorowanie stanu maszyn wpływa na bezpieczeństwo oraz organizację procesu produkcji. Zintegrowane systemy monitoringu zwiększają efektywność maszyn wchodzących w skład kompleksu ścianowego [3]. Efektywność ta znajduje swoje odzwierciedlenie w znacznym obniżeniu awarii, żywotności maszyn, zapobieganiu obwałom oraz zmniejszeniu przestojów kompleksu ścianowego [3]. Kompleks ścianowy stanowią trzy podstawowe maszyny: maszyna urabiająca, sekcja obudowy ścianowej oraz przenośnik zgrzeblowy [4]. Praca ich jest uzależniona od siebie w procesie urabiania węgla, lecz sekcja obudowy zmechanizowanej pełni dwie podstawowe funkcje, bez których praca i urabianie w wyrobisku ścianowym nie byłyby możliwe. Obudowa zmechanizowana zabezpiecza przestrzeń roboczą, jednocześnie wpływając na prawidłowe podtrzymanie stropu [5]. Dodatkowo wpływa na przemieszczenie się w kierunku calizny węglowej maszyny urabiającej oraz przenośnika zgrzeblowego odpowiedzialnego za odstawianie urobku [6].

Zatem monitorowanie pracy obudowy jest dalece uzasadnione w całym procesie urabiania węgla. Obecnie rynek głównie skupia się na monitoringu ciśnienia w układzie podpornościowym obudowy. Jest to parametr ważny w aspekcie prawidłowej współpracy sekcji zmechanizowanych z górotworem oraz wykrywania awarii w postaci szczelności stojaków obudowy. Autorzy proponują rozbudowę systemu o monitoring parametrów geometrii obudowy. Proponowane rozwiązanie zapewnia pomiar nachyleń poprzecznych i podłużnych podstawowych elementów obudowy oraz określa wysokość sekcji obudowy. W dalszej części artykułu przedstawiono oprogramowanie systemu do wizualizacji ciśnienia oraz parametrów geometrycznych obudowy w ścianie wydobywczej.

## 2. Monitoring ciśnienia obudowy zmechanizowanej

Głównym elementem systemu monitoringu ciśnienia są bezprzewodowe czujniki, które dokonują pomiarów z dużą dokładnością i drogą radiową komunikują się między sobą. Brak sąsiedniego czujnika nie powoduje przerwy w komunikacji, jak to ma miejsce w transmisji przewodowej. Ciągłość transmisji zapewniona jest w granicach zasięgu sygnału radiowego i może sięgać do dwóch sekcji przerwy pomiędzy kolejnymi czujnikami. Sygnał bezprzewodowy trafia finalnie do konwertera, który wyposażony jest w układy radiowe i interfejs kablony do komunikacji z komputerem podścianowym, na którym aplikacja wizualizacyjna zapewnia stały podgląd wartości mierzonych w ścianie. System w swojej architekturze jest systemem otwartym, co umożliwi monitorowanie innych parametrów, np. położenia elementów sekcji z czujników inklinometrycznych [7].

Umieszczony w chodniku podścianowym komputer jest lokalnym serwerem danych. Za pomocą specjalistycznego oprogramowania na bieżąco wizualizuje i analizuje przesyłane dane. Dzięki niemu możliwa jest diagnostyka sieci, raportowanie i przeglądanie historii pomiarów przez uprawnionych użytkowników. Wszystkie dane zbierane przez system w ścianie, gromadzone w komputerze podścianowym przekazywane są do serwera na powierzchni, którego aplikacja zapewnia podgląd danych online, ich archiwizację z możliwością generowania raportów i przeprowadzania analiz [7].

Czujniki systemu monitoringu ciśnienia zabudowane są bezpośrednio do bloku stojaka hydraulicznego oraz siłownika podpory stropnicy. Na podstawie uzyskanych pomiarów oraz zebranych danych można zobrazować cykl pracy



Rys.1. Wizualizacja ciśnienia w stojakach analizowanych sekcji, gdzie:  
1 - ciśnienie-sekcja 33-35, 2 - ciśnienie-sekcja 60, 3 - ciśnienie-sekcja 70

reklama

zmechanizowanej obudowy, a także przeanalizować powstanie nieszczelności w układach hydraulicznych oraz hydraulicce siłowej. Dane pozyskiwane z systemu monitoringu zestawiane są w postaci wykresu ciśnienia z każdej sekcji obudowy. Wykres bieżących wartości ciśnienia przedstawia rysunek 1.

Na potrzeby badań stanowiskowych w warunkach rzeczywistych rozbudowano aplikację systemu monitoringu ciśnienia o wizualizację pomiarów położenia sekcji obudowy zmechanizowanej.

### 3. Monitoring położenia sekcji obudowy zmechanizowanej

Znajomość położenia obudowy zmechanizowanej w ścianie wydobywczej stanowi cenne źródło danych do prawidłowego nadzoru nad zachodzącymi zmianami i sterowaniem maszyną.

Pomiar parametrów geometrycznych wymagał zabudowania układu pomiarowo – rejestrującego na podstawowych elementach sekcji obudowy (rys.2).

Lokalizacja czujników wymagała dogłębnej analizy obudowy pod kątem wyznaczenia miejsc w konstrukcji najbardziej narażonych na oddziałujące naprężenia. Zastosowana obudowa została poddana symulacji z wykorzystaniem Metody Elementów Skończonych (MES)[8]. Dodatkowo symulacja wykluczyła kolizję elementów obudowy z zabudowanymi czujnikami. Wyznaczone miejsca w obudowie spełniły wymagania konstruktorów i praktyków. Badania układu pomiarowego

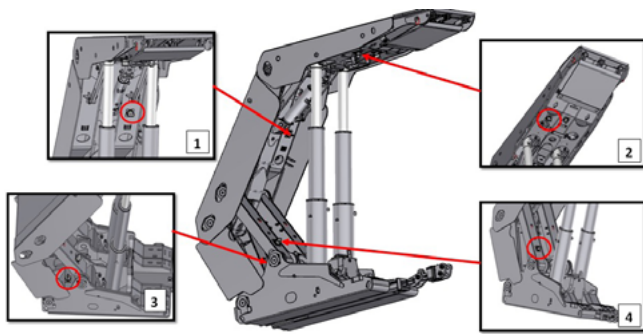
Centrum Hydrauliki DOH Sp. z o.o.

Systemy sterowania hydraulicznego

Stacje redukcyjno - zabezpieczające

Bezprzewodowe systemy pomiarowe

www.doh.com.pl



Rys.2. Lokalizacja czujników układu pomiarowo-rejestrującego, gdzie:  
1- czujnik położenia osłony odzawałowej, 2- czujnik położenia stropnicy,  
3- czujnik położenia spągnicy, 4- czujnik położenia lemniskatu

zostały przeprowadzone w warunkach dołowych w ścianie wydobywczej w pokładzie 510w o miąższości pokładu 510 od 8,8 m do 10,8 m. Warstwy w tym rejonie zapadają pod kątem ok. 6° w kierunku południowo-zachodnim. Parametry wyrobiska ścianowego, w którym zainstalowany został układ pomiarowy przedstawia tabela nr 1.

Miąższość pokładu w polu ściany	warstwa przystropowa 4,5 m (rejon projektowanej ściany)
Wysokość ściany	do 4,5 m
Nachylenie pokładu	ok. 6° ÷ 8°
Długość ściany	145,0 m
Wybieg ściany	po pochylni 530a - 660,0 m po pochylni 530 - 660,0 m
Nachylenie podłużne ściany	od 1° do 5°
Nachylenie poprzeczne ściany	ok. 6°
Odmiana systemu	poprzeczny
Kierowanie stropem	zawał

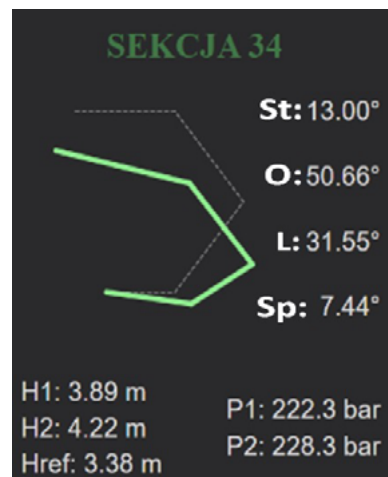
Tabela 1. Parametry ściany wydobywczej

Monitoringiem zostało objętych 5 sekcji w wyrobisku ścianowym. Trzy z nich - sekcje 34, 35, 36 - zostały wyposażone z zestaw czujników zabudowanych obok siebie. Kolejne w odległości 24 i 34 sekcji w kierunku napędu zwrotnego przenośnika ścianowego na sekcji nr 60 i 70. Stanowiska badawcze w pierwszej formie były wyposażone w karty pamięci, celem gromadzenia danych pomiarowych. Uzyskane dane podlegały weryfikacji z pomiarami ręcznymi. Zebrane dane geometryczne zestawione z pomiarami ręcznymi w warunkach rzeczywistych

dostarczyły autorom cennych informacji o trafności zastosowanej metody pomiarowej.

Kolejnym etapem było zainstalowanie komputera dołowego z oprogramowaniem do wizualizacji położenia elementów sekcji obudowy objętych pomiarem. Wizualizacje parametrów geometrycznych przedstawia rysunek 3.

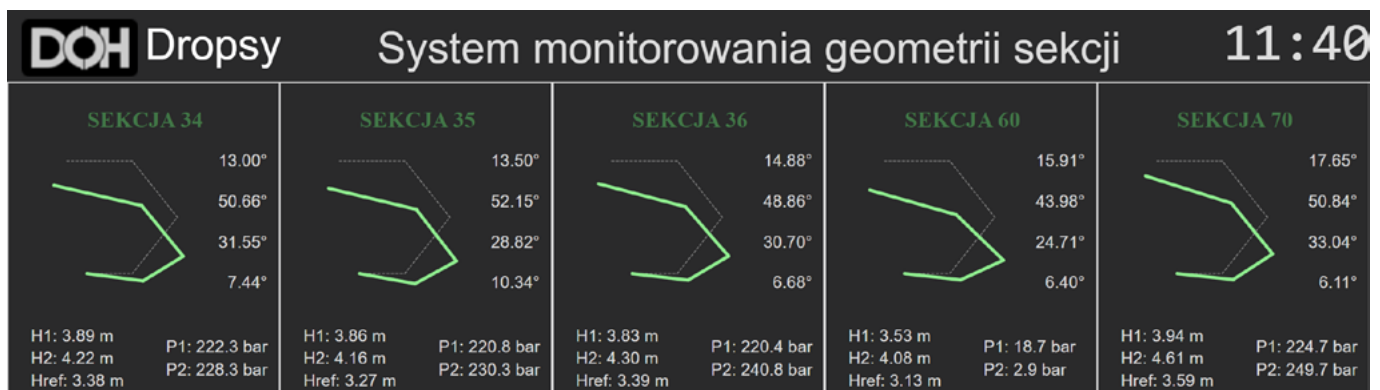
Transmisja danych pomiarowych z czujników w sekcjach odbywała się w sposób bezprzewodowy. Dane transmitowane były ze stanowiska dołowego zlokalizowanego w wyrobisku do serwerowni na powierzchnię zakładu. Wizualizacja bieżących pomiarów zarówno na stanowisku dołowym jak i na powierzchniowych stanowiskach dyspozytorskich zapewniła użytkownikom ciągłą kontrolę położenia i wysokości obudowy w trakcie jej pracy. System przeszedł testy z wynikiem pozytywnym. Przeprowadzone badania potwierdziły jego przydatność i pomoc w pracy górników, jak również wysoką jakość wykonania i niezawodność. Pomogły określić pomiar wysokości sekcji wyposażonej w czujniki. Na rys. 4 przedstawiono



Rys. 4. Wizualizacja sekcji nr 34, gdzie: St - nachylenie poprzeczne stropnicy, O - nachylenie poprzeczne osłony odzawałowej, L - nachylenie poprzeczne lemniskatu, Sp - nachylenie poprzeczne spągnicy, H1 - wysokość sekcji od strony zawału, H2- wysokość sekcji od strony ociosu, Href - wysokość pomiędzy stropnicą a spągnicą w rejonie przejścia załogi

wykres parametrów geometrycznych i ciśnienia na przykładowej sekcji nr 34.

Prezentowana wizualizacja łączy pomiary z dwóch układów pomiarowo - rejestrujących. Praca całego systemu monitoringu



Rys. 3. Wizualizacja parametrów geometrycznych analizowanych sekcji.

dostarcza użytkownikom niezbędnych informacji do efektywnej i bezpiecznej pracy sekcji obudowy zmechanizowanej w wyrobisku ścianowym.

#### 4. Podsumowanie

Stosowanie systemu monitorowania parametrów pracy obudowy wymaga od użytkownika regularnego nadzorowania zmian zachodzących w prowadzeniu obudowy w wyrobisku ścianowym. Za pomocą obserwacji pomiarów wykonanych przez system monitoringu, który oprócz ciśnienia mierzy nachylenia poprzeczne i podłużne elementów obudowy oraz określa jej wysokość, może w znacznym stopniu wpłynąć na prawidłowe sterowanie obudową. Odpowiednie sterowanie obudową ma swoje odzwierciedlenia w prawidłowym prowadzeniu stropu. Zachowanie odpowiedniego podparcia warstwy stropowej przez obudowę generuje zmniejszenie liczby obwałowań na ścianie, w konsekwencji prowadząc do zwiększenia efektywności. Aspekt bezpieczeństwa również zostaje osiągnięty w kontekście zachowania parametrów geometrycznych środowiska pracy załogi. Prawidłowy nadzór i kontrola nad geometrią pracy obudowy daje możliwości zapewnienia odpowiednich gabarytów prowadzonej ściany, zachowując tym samym zakładaną wysokość calizny węglowej. Proponowany przez autorów układ pomiarowy przedstawia nowoczesne spojrzenie na sposób interpretacji parametrów pracy obudowy. Uzyskane pomiary przedstawione w artykule stanowią wstępne wnioski i spostrzeżenia do dalszej analizy systemu zainstalowanego w ścianie wydobywczej.

#### Literatura

- [1] The analysis of the currently used systems related to the monitoring of the mining production process. Trzop, K. E3S Web of Conferences, 2021, 278, 01028
- [2] Preventive measures to minimize natural hazards in the Polish underground mining industry. Trzop, K., Palka, D., Szurgacz, D., Sobik, L. IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciencethis, 2021, 684(1), 012009
- [3] Geometrical Tests of Powered Roof Support Positioning in a Longwall Complex. Szurgacz, D., Zhironkin, S., Trzop, K., Vóth S., Sobik, L., Cehlár, M. Inżynieria Mineralna, 2021, 1(2), pp. 177–182
- [4] Preliminary research to determine the thermal condition of the belt conveyor's drive unit in an underground hard coal mine. Stempniak, M., Zhironkin, V., Trzop, K., Szurgacz, D. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021, 684(1), 012010
- [5] Analysis of mining and geological conditions in active longwall regarding pressure monitoring of powered roof supports. Trzop K., Szurgacz D., Zhironkin S., Kasprusz A. IOP Publishing THE CONFERENCE OF INNOVATIVE MINING TECHNOLOGIES IMTECH 2021
- [6] Method for determining the loads on the deflection module of the push-the-bit rotary steerable system. Epikhin, A., Zhironkin, V., Szurgacz, D., Trzop, K., IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021, 684(1), 012001
- [7] A wireless pressure parameters visualization system of a powered roof support on the example of Polish mines. Szurgacz D., Bazan Ł., Trzop K., Diederichs R. Mining – Informatics Automation and Electrical Engineering 2021, DOI 10.7494/miag.2020.2.542.
- [8] Numerical Study for Determining the Strength Limits of a Powered Longwall Support. Szurgacz, D., Trzop, K., Gil, J., Zhironkin S., Pokorný, J., Gondek, H. Processes, 2022, 10(3), 527


reklama



Znajdziesz nas pod adresem [www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny

reklama



**robotyzowany.pl**

Przemysł  
ZROBOTYZOWANY

# Przemysł drzewny i meblarski w czasach transformacji – DREMA 2023

Już w połowie września 2023 teren Międzynarodowych Targów Poznańskich zamieni się w arenę innowacyjnych technologii, kreujących nowe trendy w przemyśle drzewnym i meblarskim. Podczas targów DREMA będzie można zobaczyć roboty, zaawansowane systemy, energo – i surowcooszczędne rozwiązania, widowiskowe pokazy prezentujące maszyny w ruchu czy wziąć udział w praktycznych warsztatach, zawodach i panelach dyskusyjnych. Wydarzenie, które jest najważniejszym spotkaniem liderów branży w tej części Europy, potrwa cztery dni - od 12 do 15 września br.

## Praktyka i szlachetność w jednym

Podczas tegorocznych targów DREMA 2023 odbędzie się 16 już odsłona pokazowej produkcji mebli na żywo, ponownie pod hasłem DREMA Dzieciom dla Ukrainy. Celem przedsięwzięcia jest prezentacja najnowszych technologii produkcji mebli z wykorzystaniem zautomatyzowanych i zrobotyzowanych procesów, która łączy się z charytatywnym aspektem wydarzenia - wyprodukowane meble dziecięce trafią do najbardziej potrzebujących dzieci z domów dziecka na terenie Ukrainy. Organizatorami akcji są Stowarzyszenie Producentów Maszyn, Urządzeń i Narzędzi do Obróbki Drewna DROMA, Wydział Leśny i Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu oraz Grupa MTP, udział w niej bierze wielu partnerów - firmy, które dostarczają niezbędne materiały, maszyny i narzędzia oraz studentów, którzy odpowiadają za cały etap produkcji na terenie pokazowej fabryki mebli na żywo.

Plan produkcyjny zakłada wytworzenie 100 zestawów mebli do pokoju dziecięcego, których skład stanowią między innymi: łóżko z materacem, szafa/regał do przechowywania. Produkcja obejmuje proces obróbki płyt meblowych, oklejania wąskich płaszczyzn, uszlachetniania powierzchni elementów drewnianych, montażu i segregacji okuć, pakowania podzespołów i elementów oraz przygotowania do wysyłki, w tym logistyki magazynowej.

Akcja DREMA Dzieciom to działania nie tylko promocyjne dla partnerów. Pokazowa produkcja mebli to arena praktycznych umiejętności dla studentów i przede wszystkim szlachetny cel.

## Polskie Meble – Konkurencyjna Polska

Przedstawiciele sektora meblarskiego z pewnością zainteresuje VIII już edycja Ogólnopolskiego Kongresu Meblarskiego „Polskie Meble – Konkurencyjna Polska”. Jest to coroczne wydarzenie organizowane przez Ogólnopolską Izbę Gospodarczą Producentów Mebli, które wskazuje kierunki zmian w branży, nadchodzące wyzwania, a także najlepiej dopasowane do nich strategie.

Konkurencja z producentami z Azji na rynkach zagranicznych - eksperci omówią zagrożenia płynące dla eksportu polskich mebli ze strony producentów azjatyckich. Podsuną również wskazówki, gdzie szukać realnych przewag konkurencyjnych nad nimi – czy stawiać, a jeżeli tak to w jakim stopniu, na design, jakość, certyfikację, ekologię czy markę?

Digitalizacja i automatyzacja w polskiej branży meblarskiej na tle świata - automatyzacja i robotyzacja procesów



produkcyjnych i logistycznych to przyszłość branży meblarskiej. Na kongresie uczestnicy dowiedzą się, jak wygląda jej wdrażanie w firmach, a także jak wykorzystać digitalizację w marketingu i sprzedaży oraz budowaniu relacji z klientami.

Strategie na trudne czasy – przykłady firm i marek, które opierają się recesji - uczenie się na cudzych sukcesach może nas samych do nich przybliżyć. Podczas spotkania słuchacze przekonają się, że wyzwania są jednocześnie szansami, które odpowiednio szybko zauważone i wykorzystane dają impuls do wzrostu.

## Strefa Trendów dla Meblarstwa

Wydawnictwo Faktor w kooperacji z organizatorami targów DREMA przygotowuje wystawę TRENDY 2024. Jest to designersko zaprojektowana powierzchnia specjalna, w ramach której zgłoszone firmy prezentować będą ciekawe rozwiązania techniczne, aktualne trendy wzornicze oraz najlepsze produkty sprzedażowe w obszarze akcesoriów, materiałów i półproduktów meblowych. Celem wystawy TRENDY 2024 jest wykreowanie twórczego miejsca spotkań i ekspozycji firm z branży meblarskiej, pokazy designu i najnowszego wzornictwa dotyczącego projektowania mebli (płyty, tkaniny, okucia). Komponenty meblowe w nowej, atrakcyjnej formule ponownie pojawią się na targach, wzbudzając zainteresowanie wśród firm stolarskich i meblowych. Wśród zgłoszonych firm są już m.in.: Akces Plast, Niemann, Starprings, Amix, Anto-Tech, Star, Bimak. Ekspozycja TRENDY 2024 będzie dopełnieniem dla prezentowanych na targach DREMA maszyn i technologii obróbki drewna.

Przedstawione tematy to tylko część zagadnień, które pojawią się na targach DREMA. Międzynarodowe targi Maszyn, Narzędzi i Komponentów dla Przemysłu Drzewnego i Meblarskiego DREMA odbędą się w dniach 12-15 września 2023 roku, na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich – zapraszamy serdecznie!

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



# SENOMA

SENOMA Sp. z o.o., 40-153 Katowice, Al. Korfantego 191  
 tel. +48 32/730 30 30, tel. +48 32/730 30 31, fax +48 32/730 23 23  
 e-mail: senoma@senoma.pl, www.senoma.pl

www.senoma.pl  
**TECHNIKA NAPĘDOWA**



H  
A  
M  
U  
L  
C  
E



SILNIKI, FALOWNIKI, SOFTSTARTY



W  
A  
Ł  
Y  
C  
A  
R  
D  
A  
N  
A



Ł  
A  
Ń  
C  
U  
C  
H  
Y,  
F  
L  
A  
T  
T  
O  
P  
Y



P  
I  
E  
R  
Ś  
C  
I  
E  
N  
I  
E



www.senoma.pl  
**TECHNIKA NAPĘDOWA**

**REKNORD**

Viva  
Omega  
Wrapflex  
Thomas  
Addax  
Steelflex  
Liflign  
Orange Peel Guard

**TOP-Distributor 2011**

The company  
Senoma Sp. z o.o.  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in Europe.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma Sp. z o.o. has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.

**REKNORD**

**TOP-Distributor 2010**

The company  
Senoma  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in DACH+ sales

**REKNORD**

**TOP-Distributor 2009**

The company  
Senoma  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in English speaking area.

**REKNORD**

**TOP-Distributor 2012**

The company  
Senoma Sp. z o.o.  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in Europe.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma Sp. z o.o. has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.

Declared by Rexnord

Lubomir Vlk Area Sales Mng'r Mechelen, June 2013

Rodrigo Madiedo Coupling Marketing Mng'r Mechelen, June 2013

**REKNORD**

**TOP-Distributor 2011**

The company  
Senoma  
is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in English speaking area.

By excellent product knowledge and customer focus, Senoma has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.

Declared by Rexnord

Use Palm Key-Account-Manager Mechelen, May 2010

Eric Bickley General Manager Mechelen, May 2010



# NORD Napędy mają już 25 lat

Dzięki zaangażowaniu zarządu i wysoko wykwalifikowanego zespołu pracowników, niewielka, kilkuosobowa firma rozwinęła się w jednego z najważniejszych dostawców napędów w naszym kraju. W bieżącym roku przypada 25. rocznica założenia Nord Napędy sp. z o.o.

Od początku wszelkie działania NORD Napędy były skoncentrowane na klientach. Firmę zawsze wyróżniało elastyczne dostosowywanie się do potrzeb i wymagań odbiorców. W połączeniu z dostarczaniem najwyższej jakości produktów dało to przepis na ofertę cieszącą się coraz większym powodzeniem i rosnące grono zadowolonych użytkowników. Obecnie polski oddział jest w gronie najważniejszych sprzedawców napędów NORD na całym świecie. Zapraszamy na małe podsumowanie historii naszej firmy.



W początkowych latach NORD Napędy była niewielką, kilkuosobową firmą działającą w Wieliczce pod kierownictwem państwa Marii i Janusza Bochenków. W początkowych latach skupialiśmy się na budowaniu podstaw organizacyjnych, zdobywaniu pierwszych kontaktów handlowych i przyjmowaniu pierwszych zamówień na pojedyncze motoreduktory. Wynajmowaliśmy przestrzeń w różnych obiektach - najpierw było to niewielkie biuro handlowe położone w centrum miasta, później coraz obszerniejsze lokalizacje połączone z niewielkim magazynem. Kilka osób zajmujących się dosłownie wszystkim zmieniło się stopniowo w zespół kilkudziesięciu osób podzielonych na wyspecjalizowane działy. W ciągu kilkunastu lat firma rozrosła się i zbudowała stabilną pozycję na rynku, ciesząc się rosnącym zaufaniem klientów. Teraz zamiast kilku sztuk realizowaliśmy zamówienia na setki złożonych napędów, a baza klientów urosła do kilku tysięcy odbiorców. Odwiedzaliśmy konferencje branżowe i najważniejsze krajowe targi przemysłowe w Poznaniu, Warszawie, Katowicach i Krakowie, prezentując rozwijającą się gamę produktów i rozwiązań napędowych NORD. Aby umożliwić naszym klientom szybki kontakt bezpośredni, nawiązać pozytywne relacje oraz wspierać wiedzą z zakresu doboru napędów, rozpoczęliśmy tworzenie sieci lokalnych przedstawicieli handlowych rozmieszczonych w całym kraju. Nasi specjaliści



działają w Poznaniu, Wrocławiu, Łodzi i Tarnowie. Powstały również biura handlowe w Tychach i Bydgoszczy.

Marka NORD stała się znana i rozpoznawalna w całej Polsce, a jej produkty dzięki najwyższej jakości i szybkim dostawom zyskały uznanie wśród konstruktorów maszyn, mechaników i serwisantów. W związku z rosnącą rolą polskiego rynku i korzystnymi warunkami pracy, NORD postanowił zainwestować w Polsce w zakład produkcyjny. W 2007 otwarto nowoczesną fabrykę w Nowej Soli. Nowo powstała spółka „NORD Napędy Zakłady Produkcyjne” zajęła się produkcją podzespołów napędowych, takich jak wały i koła zębate, a także montażem gotowych motoreduktorów. To posunięcie wzmocniło pozycję NORD Napędy, gdyż krajowi odbiorcy napędów zyskali możliwość skrócenia terminów dostaw. Doskonale zarządzana i sprawnie działająca fabryka szybko przeszła kolejne etapy rozbudowy zwiększając swoje moce produkcyjne. W początkowej fazie zatrudnienie znalazło 20 pracowników, natomiast obecnie fabryka zatrudnia ich już ponad 400. W ubiegłym roku zakład wyprodukował 3,5 mln części, które wykorzystano do budowy napędów dla klientów na całym świecie. W 2017 roku nadszedł czas na budowę własnej siedziby głównej. Nowoczesny budynek powstał w oddalonym o kilka kilometrów od Wieliczki Zakrzowie. Nowa lokalizacja umożliwiła reorganizację struktur wewnętrznych i dalszy rozwój firmy. Doskonale wyposażona własna hala magazynowo-warsztatowa zwiększyła nasze możliwości serwisowe. Równocześnie rozpoczęliśmy współpracę z zewnętrznymi partnerami, aby móc szybciej reagować i łatwiej docierać do wszystkich klientów potrzebujących wsparcia w zakresie remontów i konserwacji. Obiekt stał się też głównym centrum szkoleniowym. Dotychczasowa działalność w tym zakresie została usystematyzowana pod szyldem Akademii NORD. Zaprojektowano specjalne sale szkoleniowe wyposażone we wszelkie potrzebne narzędzia i ekspozyty, a także stanowiska programistyczne. Zapraszamy do nas klientów i wszystkich chętnych, którzy potrzebują poszerzyć swoją wiedzę o mechanice przekładni, sterowaniu elektronicznym, serwisowaniu i konserwacji oraz chcą poznać zasady doboru napędów do wymagań konkretnych aplikacji.

Rok później NORD rozpoczął budowę kolejnej fabryki w oddalonych o 30 km od Nowej Soli Wiechlicach. Nord Systemy Napędowe Sp. z o.o. specjalizuje się w produkcji silników elektrycznych. Rozpoczęcie budowy odbyło się 28 czerwca 2018 roku, a poprzedzone było uroczystością wmurowania kamienia węgielnego na terenach inwestycyjnych w Wiechlicach. Inwestycja została oddana do użytku w maju 2019 roku, a budynek pod swoim dachem mieści

11 500 metrów kwadratowych. Fabryka mieszcząca się w Wiechlicach jest trzecim na świecie tego typu zakładem produkcyjnym Grupy – pozostałe fabryki silników elektrycznych mieszczą się w Chinach i we Włoszech. Obie fabryki stały się naszymi doskonałymi partnerami i od lat organizujemy na ich terenie szkolenia i wycieczki dla naszych klientów. Najnowszą historią to znane wszystkim zmagania z pandemią. Temu wyzwaniu również udało się podołać utrzymując wcześniejsze tempo rozwoju firmy, a nawet zaplanować kolejne inwestycje. 18 kwietnia 2023 r. odbyło się oficjalne rozpoczęcie rozbudowy fabryki silników NORD w Wiechlicach. Obok

istniejącego obecnie budynku powstanie nowa hala o powierzchni 20 tysięcy metrów kwadratowych. W dynamicznym rozwoju stosunkowo nowego zakładu istotny wkład miał ciągle wzrastający popyt na produkty NORD oraz sytuacja na światowych rynkach. Wielu odbiorców kładzie coraz większy nacisk na dywersyfikację źródeł dostaw.

W 25. rocznicę założenia firmy chcemy gorąco podziękować wszystkim, którzy przez ten okres skorzystali z napędów i usług NORD, przyczyniając się tym samym do sukcesu firmy. Dołożymy wszelkich starań, aby utrzymać i rozwinąć poziom zadowolenia wszystkich, którzy z nami współpracują. Przygotujemy również szereg niespodzianek związanych z obchodami rocznicy, o których będziemy informować na bieżąco.



NORD Napędy Sp. z o.o.  
Zakrzów 414, 32-003 Podłęże  
tel. 12 288 99 00, fax 12 288 99 11  
biuro@nord.com, www.nord.com

reklama

## OUR SOLUTION. YOUR SUCCESS.

Szerokie kompetencje specjalistyczne  
na potrzeby każdego zastosowania.



- ▶ Globalna dostępność i usługi serwisowe
- ▶ Wiarygodny partner, szybki kontakt
- ▶ Energooszczędne rozwiązania oparte na modułowej koncepcji produktu



# Dlaczego cęgowe mierniki prądu upływu AC firmy HIOKI są tak wyjątkowe?

Firma HIOKI jest niekwestionowanym liderem rozwiązań technicznych umożliwiających precyzyjne pomiary prądu AC/DC. W ofercie firmy HIOKI znajdziemy cęgowe mierniki prądu wykorzystujące tradycyjne rozwiązania układowe oparte wyłącznie o czujnik Halla oraz bardziej zaawansowane uwzględniające dodatkowo technikę strumienia zerowego. Biorąc pod uwagę historię firmy oraz doświadczenie inżynierów HIOKI, nie jest zaskoczeniem, że w ofercie odnajdziemy szeroką gamę mierników cęgowych, w tym trzy wyjątkowe przyrządy - mierniki cęgowe przemiennego prądu upływu.

**N**a samym wstępie wyjaśnimy, dlaczego mierniki prądu upływowego firmy HIOKI są tak wyjątkowe – powodów jest przynajmniej kilka:

- wszystkie modele mierników wykonują pomiary w trybie TrueRMS,
- każdy z nich może mierzyć nie tylko przemienny prąd upływowy, prądy różnicowe, lecz dodatkowo, także duże prądy obciążeń AC,
- każdy z przyrządów można uzupełnić funkcjonalnością połączenia Bluetooth, montując w nich dedykowany adapter Bluetooth Z3210, pozwalający na komunikację cęgów ze smartfonami oraz z tabletami z zainstalowaną darmową aplikacją „Gennect Cross”,
- mierniki cęgowe HIOKI są oryginalnym rozwiązaniem technicznym japońskich inżynierów – zaprojektowane w Japonii, są produkowane w fabrykach firmy w japońskiej prefekturze Nagano.



Rys. 1. Seria mierników cęgowych przemiennego prądu upływowego firmy HIOKI



Rys 2. Miernik cęgowy CM4001 HIOKI w trakcie przeprowadzania pomiarów

Zwróćmy uwagę na istotną różnicę między cęgami. Powyższe zdjęcie (Rys. 2) pokazuje cęgowy miernik prądu upływowego CM4001 firmy HIOKI. Dzięki kompaktowym gabarytom (16 cm długości) umożliwiają one sprawne wykonywanie pomiarów w nawet najbardziej wymagających warunkach, mierząc jednocześnie precyzyjnie prądy w przewodach o średnicy do 24 mm. Jeśli odczyt wyników pomiarów z wyświetlacza (z możliwością podświetlenia) stanie się zbyt uciążliwy, opcjonalny adapter Bluetooth Z3210 umożliwi transmisję danych z jednoczesną możliwością przechowywania wyników pomiarów na smartfonie.

Przyrząd umożliwia skorzystanie z pięciu zakresów prądowych, przy czym najmniejszy z nich to 60 mA, z gwarantowaną dokładnością dla wartości mierzonej wynoszącą 0.6 mA. Największy dostępny zakres prądowy dla modelu CM4001 to 600 A, pasmo częstotliwości od 40.0 Hz do 999.9 Hz pokrywa w całości współczesne potrzeby pomiarowe. Znamionowa kategoria bezpieczeństwa przyrządu CAT III 300V zapewnia bezpieczną pracę przy napięciu roboczym do 300 V w układach jednofazowych.

Mimo że cęgi prądowe są tak niewielkie, zostały wyposażone w przydatne funkcje, takie jak auto-hold (zatrzymywanie wyniku na ekranie), min/max/average (wyznaczanie wartości minimalnej, maksymalnej, średniej) oraz funkcję pomiaru prądu rozruchowego. Miernik cęgowy HIOKI CM4001 został zaprojektowany jako kompaktowe, wytrzymałe i uniwersalne rozwiązanie pomiarowe w szerokim asortymencie mierników prądu. Jest ono przeznaczone do użytku w małych, trudno dostępnych przestrzeniach, zajmując jednocześnie niewiele miejsca w zestawie pomiarowym technika wykonującego testy.

Mierzący 23.3 cm wysokości miernik prądu upływu CM3002 jest nie tylko o 7 cm wyższy od CM4001, ale jest również szerszy i grubszy. Wynika to z faktu, że CM4002 został zaprojektowany tak, aby zapewniał najdokładniejsze wyniki pomiarów, umożliwiając jednocześnie stosowanie go na przewodach o średnicy do 40 mm.



Rys 3. Mierniki cęgowo prądu upływowego firmy HIOKI CM4001 i CM4002 – rozmiar jest istotny

W rezultacie najmniejszy z sześciu zakresów prądowych CM4002 to zaledwie 6 mA z gwarantowaną dokładnością dla wartości od 0.06 mA, podczas gdy największy zakres prądowy to 200 A. Pasma częstotliwości jest również szersze niż w przypadku jego bliźniaczego modelu i obejmuje zakres od 15 Hz do 2 kHz. Model CM4002 jest zgodny z normą IEC/EN 61557-13 określającą wymagania dla cęgow prądowych do pomiaru prądów upływu w instalacjach elektrycznych, przykładowo w kwestii ochrony przed zewnętrznymi polami magnetycznymi (Klasa 2, pola magnetyczne  $\leq 30$  A/m jest dokładnie tym, co spełnia model CM4002).



Rys 4. Mierniki cęgowo prądu upływowego firmy HIOKI CM4002 i CM4003

Trzecim wartym uwagi modelem cęgow prądu upływu firmy HIOKI jest CM4003. Porównując CM4002 z CM4003 obok siebie, różnice są trudno dostrzegalne. Wymiary fizyczne są identyczne, podobnie jak większość zapisów w specyfikacji technicznej. Istotną różnicę dostrzeżemy porównując spód obu przyrządów (rys. 5).



Rys 5. Mierniki HIOKI CM4002 i CM4003 – widok dolnej części

Złącze na spodzie CM4003 umożliwia podłączenie do miernika specjalnego kabla z adapterem. Ten kabel adaptera przekształca 4-stykowe gniazdo CM4003 w następujące dwa możliwe do wykorzystania rodzaje złącz:

- standardowe gniazdo USB-C, takie jak w większości współczesnych smartfonów. Pozwala ono na zewnętrzne zasilanie CM4003 w przypadku konieczności wykonywania długoterminowych pomiarów. Zasilanie możemy zapewnić z dostępnego opcjonalnie zasilacza HIOKI, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby wykorzystać również rozwiązanie typu PowerBank, którym naładujemy również smartfon,
- standardowe (męskie) złącze BNC umożliwia wyprowadzenie zmierzonego prądu w postaci napięcia – sygnał napięciowy możemy podłączyć do rejestratora, przykładowo takiego jak MR8870 firmy HIOKI.



Rys 6. Kabel przejściowy HIOKI do CM4003

Zewnętrzne złącze CM4003 ma wpływ na jego kategorię pomiarową, czyli przypisaną do modelu kategorię CAT III 300V. Dla porównania, CM4002 bez złącza ma kategorię CAT IV 300V / CAT III 600V.

Kabel przejściowy do cęgów prądu upływu CM4003 oznaczony jest symbolem L9097 i jest dołączony do każdego modelu CM4003. Zewnętrzny zasilacz USB (Z1013) oraz wymagany kabel USB-A/USB-C (L9510) są akcesoriami opcjonalnymi. Warto również wspomnieć, że zewnętrzne złącze zasilania jest standardowym gniazdem typu USB-C.

Wszystkie trzy cęgi prądu upływu HIOKI CM400x są dostępne w dedykowanych zestawach, które zawierają nadajnik Bluetooth Z3210. Zestawy te posiadają odrębne oznaczenie CM400x-90.

Niezależnie od tego, czy potrzebujesz małego, ale jednocześnie wydajnego cęgowego miernika prądu upływu AC z możliwością pomiarów dużych prądów obciążenia, takiego jak

CM4001, czy też potrzebujesz cęgi prądu upływu AC o doskonałych parametrach technicznych z zewnętrznym wyjściem mierzonego prądu - seria CM400x firmy HIOKI zaspokoi Twoje potrzeby.



Kai Scharrmann, HIOKI EUROPE GmbH

Tespol Sp. z o.o.

ul. Klecińska 125, 54-413 Wrocław

tel. +48 71 783 63 60

fax +48 71 783 63 61

tespol@tespol.com.pl



### Pomożemy Ci:

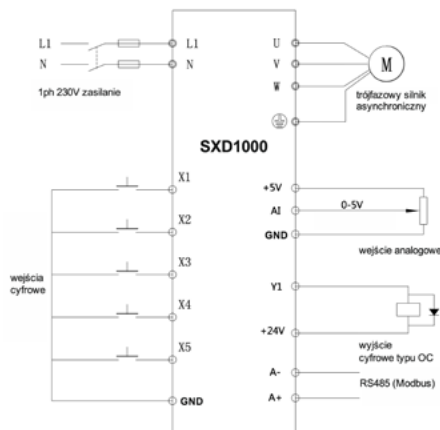
- promować Twoją firmę
- informować o produktach i nowościach w Twojej ofercie
- dotrzeć do potencjalnych klientów

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

# Falownik SXD1000 – najmniejszy i najtańszy z przemienników częstotliwości

W październikowej edycji „Napędów i Sterowania” w roku 2021 pisaliśmy już o naszym najnowszym falowniku serii SXD1000. Określiśmy go trzema słowami: najnowszy, najmniejszy i najtańszy z przemienników częstotliwości. Falownik SXD1000 jest wysoko funkcjonalnym urządzeniem o charakterystyce wektorowej, o kompaktowych rozmiarach; dzięki zoptymalizowanej konstrukcji zajmuje niewiele miejsca i może być montowany bezpośrednio w szafie sterowniczej. Posiada wygodną regulację prędkości dzięki zastosowaniu precyzyjnego potencjometru na płycie frontowej falownika, wymuszone chłodzenie powietrzem, duży moment obrotowy przy niskiej częstotliwości w pracy wektorowej. Ponadto charakteryzuje się krótkim czasem reakcji. Falownik SXD1000 dostępny jest w zakresie mocy 0,2–1,1kW, posiada wbudowany regulator PID oraz moduł IPM nowej generacji z szeregiem funkcji zabezpieczających. IPM (Intelligent Power Module), czyli inteligentny moduł zasilania. Jest to urządzenie, które charakteryzuje się tym, że

w stosunkowo niewielkim gabarycie posiada bardzo dużą wydajność. Charakteryzuje się też dużą szybkością i małymi stratami mocy. Moduły są zbudowane z tranzystorów IGBT lub MOSFET, diod, sterowników, bramek a także elementów pomocniczych. Moduły IPM mają wbudowane rezystory pomiarowe, które zapewniają kontrolę prądu płynącego przez poszczególne fazy zasilające jak i wyjściowe. Umieszczenie prawie wszystkich niezbędnych elementów w jednej obudowie zmniejsza wielkość falownika niemal o połowę. Dzięki elementom pomiarowym modułu IPM możliwy jest też podgląd parametrów w czasie rzeczywistym. Przemienne częstotliwości SXD1000 są łatwe do zaprogramowania dzięki intuicyjnemu oprogramowaniu. Daje ono również możliwość szybkiej obsługi układów jednosilnikowych jak i wielosilnikowych polegających na podpięciu kilku silników do jednego falownika. Funkcja pracy wektorowej powoduje, że falownik SXD1000 samodzielnie dostosuje się do aktualnego obciążenia silnika. Falowniki te znajdują szczególne zastosowanie w przemyśle spożywczym. Chętnie wykorzystywane są do zasilania pomp i wentylatorów.



Rys 1 Schemat elektryczny falownika



- zasilanie jednofazowe 1 x 230 V
- wyjście trójfazowe 3 x 230 V
- 5 wejść cyfrowych,
- 1 wyjście cyfrowe typu open collector,
- 1 wejście analogowe 0-5 V,
- Zasilacz 24 V / 100 mA
- Zasilacz 5 V / 20 mA

Więcej informacji uzyskacie Państwo na naszej stronie [www.sanyu.eu](http://www.sanyu.eu).

reklama



**kupuj on-line**  
sanyu.eu/sklep

+48 32 345 20 20  
info@sanyu.eu  
www.sanyu.eu



**SANYU.eu**  
falowniki • softstarty



Testowane i Serwisowane w Polsce  
+48 606 945 936



OSZCZĘDŹ SRODOWISKO I TWOJE PIENIAŹE  
ECO-MONEY SAVING



od 2013 r.  
**SANYU.eu**  
na polskim rynku

# Standaryzacja i certyfikacja cyberbezpieczeństwa w Łukasiewicz – EMAG

Artur Kozłowski, Dariusz Rogowski

Redaktor: Czym zajmuje się instytut Łukasiewicz – EMAG, którego jest Pan dyrektorem?

**Artur Kozłowski:** Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technik Innowacyjnych EMAG jest instytutem sieci, specjalizującym się w informatyce stosowanej, informatyce technicznej oraz technologiach informacyjnych. Łukasiewicz – EMAG zajmuje się m.in. szeroko rozumianym cyberbezpieczeństwem, sztuczną inteligencją, analizą danych, ideą smart cities, cyfrowymi usługami publicznymi, IoT, przemysłem 4.0, dostępnością plus. Instytut prowadzi prace pod kątem dalszego rozszerzenia obszarów związanych z cyberbezpieczeństwem oraz technologiami AI/ML



Artur Kozłowski

Łukasiewicz – EMAG współtworzy Sieć Badawczą Łukasiewicz, która jest jedną z największych tego typu organizacji badawczo-rozwojowych w Europie. Unikatowy projekt o ogromnym potencjale komercyjnym, dostarczający atrakcyjne, kompletne i konkurencyjne rozwiązania biznesowe w obszarach automatyki, chemii, biomedycyny, teleinformatyki, materiałów oraz zaawansowanego wytwarzania. Sieć zatrudnia ok. 7,5 tysiąca pracowników, w tym 4,5 tysiąca naukowców i inżynierów. Instytuty są zlokalizowane w kilkudziesięciu polskich miastach, pracując dla przedsiębiorczości i wspierając rozwój polskich firm. Działając w formule Science is Business inicjuje spotkania z przedsiębiorcami i oferuje rozwiązania, które pomagają usprawnić biznes oraz tworzyć technologie zmieniające rzeczywistość. Łukasiewicz to realizacja polskich aspiracji do współdziałania z europejskimi i światowymi liderami. Sieć Badawcza Łukasiewicz zwiększa szanse klientów na pozyskiwanie międzynarodowych grantów i partnerów gospodarczych.



Dariusz Rogowski

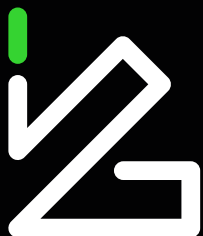
Redaktor: Jak realizują Państwo działania związane z cyberbezpieczeństwem?

**Artur Kozłowski:** W dziedzinie cyberbezpieczeństwa istnieje wiele różnych projektów i działań mających na celu ochronę systemów informatycznych, sieci komputerowych, danych oraz użytkowników przed zagrożeniami związanymi z cyberprzestrzenią. Instytut realizuje działania m. in. w zakresie audytu bezpieczeństwa, pentestów, wdrażania i zarządzania systemami bezpieczeństwa, monitorowania zagrożeń w czasie rzeczywistym oraz szkoleń z zakresu cyberbezpieczeństwa. W naszych działaniach zapewniamy zgodności z obowiązującymi regulacjami i standardami branżowymi dotyczącymi bezpieczeństwa. Wszystkie te działania skupiają się na minimalizacji ryzyka związanego z cyberatakami, ochronie danych i infrastruktury oraz utrzymaniu stabilności i zaufania w cyberprzestrzeni. Realizacja tych projektów wymaga zaangażowania specjalistów z różnych dziedzin, takich jak informatycy, specjaliści ds. bezpieczeństwa informacji, analitycy czy administratorzy sieci.

Redaktor: Czym jest standaryzacja i certyfikacja cyberbezpieczeństwa?

**Artur Kozłowski:** Certyfikacja w dziedzinie cyberbezpieczeństwa jest ważnym środkiem potwierdzającym wiedzę, umiejętności i doświadczenie zawodowe osób pracujących w tej branży. To ustandaryzowany proces oceny rozwiązań technicznych (rozwiązania sprzętowe i oprogramowanie), zróżnicowany rodzajem i miejscem stosowania, kończący się wydaniem certyfikatu. Proces realizowany jest przez odpowiednie jednostki operacyjno-wykonawcze i co najważniejsze - niezależne i transparentne. Certyfikaty są uznawane na całym świecie i stanowią ważny element budowania zaufania wśród pracodawców, klientów i partnerów biznesowych. Istnieje wiele różnych certyfikatów w obszarze cyberbezpieczeństwa, dostosowanych do różnych





**Łukasiewicz**  
Instytut Technik  
Innowacyjnych  
EMAG

**Program CyberSecIdent – Cyberbezpieczeństwo i e-Tożsamość**  
System oceny i certyfikacji cyberbezpieczeństwa – lekkie programy certyfikacji

# CyberBEAM

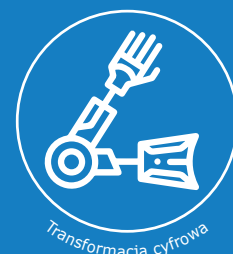
**NCBR**  
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju  
w ramach programu **CyberSecIdent – Cyberbezpieczeństwo i e-Tożsamość**

- **Lekki System Oceny i Certyfikacji Cyberbezpieczeństwa**
  - Akredytowana Jednostka Certyfikująca
  - Akredytowane Laboratorium
  - Usługi certyfikacji i oceny cyberbezpieczeństwa
- **Szybkie Programy Oceny i Certyfikacji Cyberbezpieczeństwa**
  - Komponenty przemysłowe systemów automatyki i sterowania (IACS)
  - Komponenty przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT)
  - Centra przetwarzania danych/chmury obliczeniowe

[www.emag.lukasiewicz.gov.pl](http://www.emag.lukasiewicz.gov.pl)

40-189 Katowice, ul. Leopolda 31, tel. + 48 32 2007 600, e-mail: [emag@emag.lukasiewicz.gov.pl](mailto:emag@emag.lukasiewicz.gov.pl)



poziomów doświadczenia i specjalizacji. W produktach opracowywanych w Sieci Badawczej Łukasiewicz zwracamy dużą uwagę na to zagadnienie.

Redaktor: Co to jest CyberBEAM?

**Dariusz Rogowski:** CyberBEAM to akronim projektu pt. „System oceny i certyfikacji cyberbezpieczeństwa - lekkie programy certyfikacji”, który realizowany jest w ramach konsorcjum tworzonego przez Łukasiewicz – EMAG oraz Naukową i Akademicką Sieć Komputerową - Państwowy Instytut Badawczy. Projekt jest finansowany przez NCBiR w ramach programu CyberSecIdent IV (Cyberbezpieczeństwo i e-Tożsamość).

Redaktor: Jaki jest cel projektu?

**Dariusz Rogowski:** Celem projektu jest rozwinięcie działalności w zakresie oceny zgodności i certyfikacji cyberbezpieczeństwa w ramach tzw. lekkich programów oceny i certyfikacji cyberbezpieczeństwa w zakresie komponentów przemysłowych systemów automatyki i sterowania (ang. Industrial Automation and Control System, IACS) oraz przemysłowego Internetu rzeczy (ang. Industrial Internet of Things, IIoT) a centrów przetwarzania danych (CPD) oraz chmur obliczeniowych.

Produktami projektu będą m.in.: program certyfikacji urządzeń IACS dla jednostek certyfikujących wyroby oraz metody badawcze stosowane przez laboratoria podczas weryfikacji, czy dane urządzenie spełnia techniczne wymagania bezpieczeństwa specyficzne dla przemysłowego środowiska operacyjnego.

Redaktor: Jakie korzyści projekt przyniesie dla producentów i użytkowników komponentów IACS?

**Dariusz Rogowski:** Rezultatem projektu będzie skrócona, szybka ścieżka oceny zgodności urządzenia z wymaganiami bezpieczeństwa, która kończy się wydaniem certyfikatu bezpieczeństwa po 50 dniach od rozpoczęcia procesu.

Kolejną wartością dla przedsiębiorców i użytkowników będzie możliwość wykonania analizy bezpieczeństwa produktu polegającej na identyfikacji jego krytycznych zasobów w celu identyfikacji zagrożeń i określenia celów zabezpieczeń dla zasobów.

Analiza ryzyka oraz ocena zabezpieczeń komponentów systemu będzie mogła zostać wykonana w akredytowanym laboratorium ITSEF Łukasiewicz - EMAG (akredytacja PCA nr AB 1781).

Redaktor: Co to jest laboratorium ITSEF?

**Dariusz Rogowski:** Skrót nazwy laboratorium ITSEF jest akronimem angielskiej nazwy „IT Security Evaluation Facility”, która oznacza akredytowaną, licencjonowaną jednostkę wykonującą oceny bezpieczeństwa rozwiązań IT.

Laboratorium ITSEF w Łukasiewicz - EMAG prowadzi akredytowane i licencjonowane badania oceny bezpieczeństwa produktów IT na zgodność z normą ISO/IEC 15408 (Common Criteria, CC), wykorzystując metodykę oceny zabezpieczeń teleinformatycznych CEM (ang. Common Evaluation Methodology) opisaną w międzynarodowej normie ISO/IEC 18045.

Laboratorium prowadzi także akredytowane badania zgodności komponentów automatyki przemysłowej zgodnie z technicznymi wymaganiami bezpieczeństwa opisanymi w normie IEC 62443-4-2.

Redaktor: Jakie badania wykonuje laboratorium?

**Dariusz Rogowski:** Laboratorium ITSEF wykonuje oceny bezpieczeństwa produktów w takich obszarach jak: teleinformatyka, energetyka i inteligentne sieci elektroenergetyczne, inteligentne opomiarowanie, przemysłowe systemy automatyki i sterowania, motoryzacja, Internet rzeczy (IoT), przemysłowy Internet rzeczy (IIoT), sieci telekomunikacyjne, administracja publiczna, elementy infrastruktury krytycznej.

W tych obszarach znajdują się m.in. takie produkty, jak: sterowniki programowalne, systemy SCADA, HMI, RTU, czujniki inteligentne, komponenty IIoT, przełączniki, zapory i bramy sieciowe, sondy cyberbezpieczeństwa, diody danych, radiowe komponenty sieciowe, a także oprogramowanie wykrywające incydenty bezpieczeństwa stosowane w SOC. Słowem, wszelkie produkty teleinformatyczne w postaci oprogramowania, komponentów sprzętowych oraz programowo-sprzętowych, w których wbudowane są jakiegokolwiek zabezpieczenia chroniące krytyczne zasoby.

Redaktor: Co jest celem oceny bezpieczeństwa wykonywanej w laboratorium?

**Dariusz Rogowski:** Celem badań jest weryfikacja skuteczności zastosowanych w produkcie zabezpieczeń oraz ocena dokumentacji produktu według kryteriów oceny zdefiniowanych w normie Common Criteria. Wymagania i kryteria zdefiniowane są w normie za pomocą poziomów uzasadnionego zaufania EAL (ang. Evaluation Assurance Level).

W naszym laboratorium wykonujemy badania na poziomach od EAL 1 do EAL 4, tym samym dostarczając naszym klientom mierzalne i uzasadnione zaufanie do wykonanej przez nas oceny bezpieczeństwa ich produktu.

Należy podkreślić, że im wyższy zadany poziom zaufania EAL, tym bardziej rygorystyczny jest proces oceny i tym bardziej wnikliwa jest weryfikacja dokumentacji technicznej, procesów wytwarzania produktu, zarządzania konfiguracją i usterkami, a także analiza podatności i, co za tym idzie, testy penetracyjne wykonywane są przy założeniu wyższego potencjału ataku.

Stąd też cały proces oceny, w zależności od przyjętego przez klienta poziomu EAL, może trwać od 2 do nawet 12 miesięcy. Zdecydowanie nie jest to „lekki” proces w porównaniu do tego, co zakładamy w metodyce oceny w projekcie CyberBEAM, jednakże wymagany jest dla produktów stosowanych w środowiskach o podwyższonych wymaganiach bezpieczeństwa, często wymaganych przez strategiczne instytucje państwowe.

Redaktor: Czy klient może liczyć na wsparcie w procesie oceny Common Criteria?

**Dariusz Rogowski:** Ależ oczywiście, że tak. Z naszego dotychczasowego doświadczenia z wykonanych ocen wynika, że producenci nie znają standardu i mają duże kłopoty z prawidłowym

stosowaniem jego wymagań i z odnalezieniem się w procesie certyfikacji produktu. Wynika to głównie z obszerności, skomplikowania i czasami hermetycznego języka opisu wymagań stosowanego w normie.

Dlatego też dla naszych klientów oferujemy usługi wsparcia zawierające: dwudniowe szkolenie wprowadzające do standardu Common Criteria i do procesów certyfikacji i oceny; wykonanie wstępnej analizy zgodności produktu i organizacji z wymaganiami, tzw. Gap analysis, a już w trakcie trwania oceny oferujemy ciągle wsparcie niezależnego eksperta, który konsultuje klienta podczas opracowywania materiału dowodowego do oceny oraz wprowadzania poprawek do produktu i dokumentacji w wyniku obserwacji przekazywanych przez laboratorium.

**Redaktor:** Jakie są korzyści dla klienta z oceny wykonywanej w państwie laboratorium?

**Dariusz Rogowski:** Przede wszystkim cały proces odbywa się w ramach polskiego programu certyfikacji, a co za tym idzie dokumentacja produktu, raporty z oceny oraz procedury realizowane są w całości w naszym ojczystym języku, co naprawdę znacznie ułatwia naszym klientom przejście całego procesu. Oczywiście certyfikat wydawany jest wciąż w międzynarodowej formie.

Po drugie, produkty z certyfikatami stają się nie tylko bardziej konkurencyjne na krajowym rynku, ale także na europejskim i międzynarodowym.

Po trzecie, organizacje mogą zwiększyć dojrzałość procesów wytwarzania produktów poprzez zastosowanie praktyk i kryteriów narzucanych przez standard Common Criteria, tym samym poprawiając nie tylko bezpieczeństwo produktów, ale także ich jakość. Innymi słowy uczestnictwo w procesie oceny bezpieczeństwa podnosi świadomość i kulturę bezpieczeństwa w organizacji.

Po czwarte, klient może skorzystać ze wsparcia w trakcie trwania oceny w postaci szkoleń i konsultacji.

Ostatnim argumentem nie do przecenienia są oczywiście koszty całego procesu, który w polskim laboratorium na pewno będzie tańszy niż w laboratorium zagranicznym.

**Redaktor:** Jakie są wasze plany rozwojowe na przyszłość w kontekście oceny cyberbezpieczeństwa?

**Dariusz Rogowski:** Nie zatrzymujemy się na branżach przemysłowej i IT, aczkolwiek ich pojemność jest bardzo duża i obejmuje wiele różnego typu produktów i urządzeń.

Nasze plany kierują się także na rozwój badań dotyczących możliwości oceny rozwiązań kryptograficznych, a także procesów oraz zarządzanych usług bezpieczeństwa, które wkrótce zostaną wprowadzone odpowiednimi dyrektywami i rozporządzeniami Unii Europejskiej.

Stąd też wynika konieczność zachowania zgodności i śledzenia aktualnych aktów prawnych, norm, metodyk lub planowanych

w Unii ram oceny i certyfikacji cyberbezpieczeństwa. Natomiast dla laboratorium oznacza to opracowywanie, weryfikowanie i walidację nowych metod oceny bezpieczeństwa dla nowego typu urządzeń lub technologii.

**Redaktor:** Jak w UE wygląda obecnie sytuacja dotycząca certyfikacji cyberbezpieczeństwa?

**Artur Kozłowski:** Prace nad europejskimi ramami oraz programami certyfikacji cyberbezpieczeństwa są bardzo zaawansowane i należy się spodziewać, że w ciągu następnych kilkunastu miesięcy zostaną opracowane odpowiednie akty wykonawcze, zgodnie z tym co przekazuje Agencja Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa – ENISA.

Obecnie prowadzone są prace w kierunku ustanowienia europejskich ram certyfikacji cyberbezpieczeństwa EUCC (ang. EU Cybersecurity Certification) w oparciu o metodykę Common Criteria. Program EUCC jest zgodny z wytycznymi przyjętego przez Radę Europy Aktu o cyberbezpieczeństwie (ang. Cybersecurity Act, CSA) specyfikującego wymagania w zakresie technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Z kolei w obszarze certyfikacji komponentów przemysłowych zaproponowano utworzenie europejskich ram oceny i certyfikacji IACS – ICCF (ang. IACS Components Cybersecurity Certification Framework, ICCF). W wyniku tego wypracowano odpowiednie rekomendacje co do wdrażania tych programów w Europie.

Ponadto należy tu wspomnieć o projekcie Aktu o odporności (ang. Cyber Resilience Act – CRA) w sprawie wymogów cyberbezpieczeństwa w odniesieniu do produktów z elementami cyfrowymi oraz o dyrektywie NIS 2 w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu cyberbezpieczeństwa na terytorium Unii. Dyrektywa NIS 2 zasługuje tu na szczególną uwagę, gdyż narzuca wymagania dla dostawców usług kluczowych, którzy m.in. stosują komponenty IACS w ramach infrastruktur krytycznych.

Należy podkreślić, że dotychczasowe nasze działania powodują, że laboratorium ITSEF Łukasiewicz – EMAG dostarcza usługi oceny zgodne z postanowieniami aktu CSA oraz jest przygotowane do oceny produktów, procesów i usług kluczowych wykorzystujących komponenty przemysłowe oraz IT.

Artur Kozłowski,

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG

Dyrektor

Dariusz Rogowski

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG

Lider Grupy Badawczej

Standaryzacja i certyfikacja cyberbezpieczeństwa

reklama



**ROBOTYKA.PL**

centrum polskiej robotyki

# Wydobycie boliwijskiego litu do produkcji akumulatorów samochodowych

Stefan Gierlotka

## Wstęp

Przedstawiony w grudniowym (2022) numerze „Napędów i Sterowania” silnik komutatorowy do napędu rogatekowego spełnia swoje zadania, ale ma typowe dla silników komutatorowych wady, jakimi są: konieczność okresowej konserwacji węzła komutator – szczotka, konieczność okresowego czyszczenia wnętrza silnika z pyłów powstających ze ścierania szczotek oraz konieczność wymiany szczotek. Wad tych pozbawione są silniki bezszczotkowe, których dodatkową zaletą jest bezobsługowość i wyższa w porównaniu z silnikami komutatorowymi sprawność wynikająca z wyeliminowania tarcia szczotek o komutator. Z tych względów w firmie Perfopol opracowano silnik BLDC przeznaczony do napędu rogatekowego.

Boliwia jest rezerwuarem największych na świecie zasobów litu. W południowo-zachodniej części kraju znajdują się rozległe solniska, w tym największa na świecie pustynia solna Salar de Uyuni. Powierzchnię solniska pokrywa skorupa o grubości około 3 m, pod którą znajduje się niezwykle bogata w lit solanka.



Głębokość zalegania płynnej litowej solanki osiąga 40 m. Płynna solanka będąca węglanem litu posiada większą gęstość od zalegającej nad nią halitowej skorupy solnej stanowiącej chlorek sodu. Właściwością litu jest to, że posiada zdolność do magazynowania energii elektrycznej. Dlatego też jest kluczowym komponentem baterii i akumulatorów litowo-jonowych. Dodatkowo ma

on zastosowanie w przemyśle lotniczym oraz farmaceutycznym.

Pustynia solna Salar de Uyuni stanowi pozostałość po wyschniętym 40 tysięcy lat temu słonym jeziorze Ballivián. Wody jeziora odparowały, a na powierzchni pozostała twarda solna skorupa. Pustynia solna jest położona na wysokości 3653 m n.p.m. i zajmuje powierzchnię prawie 11 tysięcy km<sup>2</sup>, co czyni ją największym solniskiem świata. Jest to najbardziej płaski obszar na świecie. W porze suchej solnisko jest pokryte białą solą rozciągającą się aż po horyzont. Gdy nadchodzi pora deszczowa, powierzchnię pustyni pokrywa niewielka warstwa wody, która w połączeniu z solą tworzy naturalne lustro.

Boliwijskie złoża litu zaliczane są do największych na świecie. Szacuje się, że w tej solance znajduje się 50% światowych zasobów litu. Po zbilansowaniu zasobów przez US Geological Survey zasoby przemysłowego litu stanowią ponad 21 mln ton. Lit to najcenniejszy znany metal i stanowi kluczowy metal stosowany do produkcji baterii



i akumulatorów litowo-jonowych o długiej żywotności, potrzebnych do samochodów elektrycznych.

Boliwia pomimo ogromnych bogactw naturalnych nie posiada rozwiniętej produkcji przemysłowej litu. Pierwszą kopalnię litu w Boliwii otworzyła japońska Toyota, która dostarczyła technologię, pracowników oraz wkład kapitałowy. Koncern stał się głównym partnerem boliwijskiego rządu przy eksploatacji rzadkiego metalu.

W ostatnich latach bogatymi złóżami litu zainteresowało się kilka chińskich konsorcjów, na czele którego stoi CATL - chiński gigant akumulatorowy. CATL jest największym na świecie producentem akumulatorów do pojazdów elektrycznych. W długim procesie

uruchomienia zakładów produkujących w przyszłości katody litowe i baterie.

Oprócz litu boliwijska pustynia Salar de Uyuni zawiera ponad 10 mld ton soli. W miejscowości Colchani, przy brzegu Salar de Uyuni jest największa kopalnia soli w tym regionie. Rocznie kopalnia wydobywa około 20 tysięcy ton soli. Oprócz kopalni, w rejonie solniska, działa kilka spółdzielni zrzeszających kierowców dużych ciężarówek prowadzących eksploatację soli na własny rachunek. Kierowcy zabierają kopaczki, którzy ręcznie zgarniają w kopce sól z powierzchni solniska, a następnie łopatami ładują na naczepę ciężarówki. Ciężarówki dostarczają sól do punktu dalszej ekspedycji.

Ciekawostką pustyni Salar de Uyuni jest, że wśród kolorowych lagun



znajdują się domy zbudowane z bloków solnych. Najwięcej takich domów buduje się w osiedlach i miasteczkach przy brzegu pustyni solnej. Konstrukcja ścian domu jest budowana z bloków solnych wyciętych w twardej skorupie solniska. Wycięte równe bloki solne są w murach spajane ciekłą, zagęszczoną solanką. Jest to budownictwo jednokondygnacyjne z drewnianym dachem pokrytym blachą falistą.

Boliwia wraz z Argentyną i Chile tworzą tzw. „trójkąt litowy”, który obejmuje około 75% odkrytych zasobów tego metalu na całym świecie. Pod koniec 2022 r. cena litu przeznaczonego do produkcji akumulatorów przekroczyła 85 000 dolarów za tonę.



przetargowym na koncesję wydobycia węgla litu z solnej pustyni Uyuni wzięły też udział firmy ze Stanów Zjednoczonych oraz Rosji. Chińskie konsorcjum, w skład którego wchodzi również gigant wydobywczy CMOC otrzymało prawo do budowy dwóch fabryk litu. Każda z nich będzie produkować rocznie do 25 000 ton węgla litu klasy akumulatorowej. Problemem w rozwoju wydobycia w Boliwii jest brak potrzebnej infrastruktury przemysłowej, dróg komunikacyjnych i niestabilna sytuacja wewnętrzna. Chińskie konsorcjum zainwestuje ponad miliard dolarów w pierwszy etap projektu, wzmacniając infrastrukturę, nowe drogi oraz zapewniając warunki potrzebne do



# Rozwiązania IE5 firmy SEW-EURODRIVE Silniki synchroniczne DR2C..



Silniki synchroniczne serii DR2C... to jeden z modułów rozwiązania IE5, który pozwala osiągnąć większe oszczędności w zakresie zużycia energii. Silniki DR2C zostały zaprojektowane z myślą o eksploatacji z falownikiem, a dzięki rezerwom dynamicznym i termicznym zapewniają zrównoważoną pracę oraz redukcję kosztów na przestrzeni całego cyklu życia.

## Zalety

### Wydajność

Klasa energooszczędności silnika IE5 na podstawie eksploatacji z falownikiem wg standardu IEC TS 60034-30-2. Straty energii mogą być nawet o 50% niższe niż w przypadku klasycznego silnika elektrycznego IE3.

### Wszeczhronność

Możliwość łączenia z komponentami naszego systemu modułowego. Z przekładnią lub bez oraz falownikiem decentralnym lub przysilnikowym. Tak powstaje energooszczędna maszyna.

### Oszczędność miejsca

Niewielkie zapotrzebowanie na przestrzeń montażową w różnych aplikacjach. Silniki DR2C.. mogą być nawet o dwa rozmiary mniejsze niż porównywalne silniki asynchroniczne klasy IE3 o tej samej mocy.

Technologia wewnętrznych magnesów trwałych (IPM - Interior Permanent Magnet) w rozwiązaniach klasy IE5 zastosowana w silnikach synchronicznych serii DR2C.. rozszerzyła nasze portfolio silników o przyszłościowy wariant cechujący się większą wydajnością. Tym samym nasz system modułowy został rozszerzony o modele skonstruowane z myślą o eksploatacji z falownikiem. W porównaniu z klasycznym silnikiem elektrycznym, napędy charakteryzują się większą dynamiką. Ich rozmiar może być przy tym mniejszy w wielu różnych zastosowaniach przy zachowaniu maksymalnej wydajności.

Te silniki uzupełniają nasz modułowy system silników DR.. o warianty w najwyższej klasie energooszczędności IE5 zdefiniowanej w normie TS IEC 60034-30-2. Przegląd właściwości silników synchronicznych:

- Do eksploatacji z falownikiem
- Rozwiązanie systemowe z techniką szaf sterowniczych: falownik MOVITRAC® advanced do montażu przysilnikowego,

# Silniki synchroniczne DR2C..



## Wydajność

Klasa energooszczędności silnika IE5 na podstawie eksploatacji z falownikiem wg standardu IEC TS 60034-30-2. Straty energii mogą być nawet o 50% niższe niż w przypadku klasycznego silnika elektrycznego IE3.

## Wszechstronność

Możliwość łączenia z komponentami naszego systemu modułowego. Z przekładnią lub bez przekładni oraz falownikiem decentralnym lub przysilnikowym. Tak powstaje energooszczędne rozwiązanie.

## Oszczędność miejsca

Niewielkie zapotrzebowanie na przestrzeń montażową w różnych aplikacjach. Silniki DR2C.. mogą być nawet o dwa rozmiary mniejsze niż porównywalne silniki asynchroniczne klasy IE3 o tej samej mocy.



MOVIDRIVE® oraz falowniki decentralne MOVIMOT® z modułowego systemu automatyki MOVI-C®

- Bez enkodera w trybie regulacji ELSM
- Z enkoderem w trybie regulacji CFC
- Z falownikami MOVITRAC® LTE-B+ oraz MOVITRAC® LTP-B
- Bez enkodera w trybie regulacji PMVC
- Silniki synchroniczne z magnesami trwałymi
- Technologia IPM (Interior Permanent Magnet)
- Najwyższa normatywna klasa energooszczędności IE5
- Wysoka sprawność w całym zakresie prędkości obrotowej
- Wysokie rezerwy termiczne
- Wysoka gęstość mocy
- Niskie momenty bezwładności masy własnej skutkują minimalnymi stratami podczas przyspieszania
- Najniższe straty systemowe przy pełnym i częściowym obciążeniu
- 2 klasy prędkości obrotowych: 2000 oraz 3000 min<sup>-1</sup>
- Aktualnie dostępne są 4 rozmiary do 3,6 kW
- Dostępna jest pełna oferta akcesoriów i opcji z naszego systemu modułowego silników, w tym hamulce, enkodery, złącza wtykowe itp.

### Obszary zastosowania

Możliwość zastosowania na całym świecie w różnych aplikacjach:

#### Transport i logistyka

- Przenośniki taśmowe, w szczególności taśmy sortujące
- Prowadnice rolkowe
- Przenośniki paskowe
- Stoły obrotowe
- Stoły nożycowe
- Paletyzatory

#### Technologia produktowa

- Transportery typu skid
- Jednostki obrotowe
- Przenośniki wznoszące
- Pozycjonowanie z prędkością szybką / pełzania

W ramach tworzenia energooszczędnych rozwiązań oferujemy Państwu również układ napędowy MOVIGEAR® performance, gdzie silnik zintegrowany jest z falownikiem. To najbardziej inteligentna, wydajna i oszczędna wersja





decentralnej techniki napędowej na rynku - silnik, przekładnia i elektronika sterująca znajdują się w jednej obudowie. MOVIGEAR® performance pozwala na pracę w każdej sieci opartej na topologii Ethernet.

Jednostka napędowa MOVIGEAR® performance składa się z decentralnego falownika, silnika synchronicznego z magnesami trwałymi oraz przekładni. Te trzy główne komponenty zostały zamknięte w kompaktowej obudowie odlewanej z aluminium.

Dzięki zintegrowanemu interfejsowi cyfrowemu przekazywanie informacji o silniku do falownika odbywa się na podstawie tzw. elektronicznej tabliczki znamionowej oraz sygnałów pochodzących ze zintegrowanych czujników - nie wymagając jednocześnie przy tym dodatkowych nakładów na prace instalacyjne. Komunikacja realizowana jest poprzez złącza sieciowe takie jak np. PROFINET IO, EtherNet/IP oraz Modbus TCP, jak również zintegrowane cyfrowe wejścia i wyjścia. MOVIGEAR® performance jest tym samym idealnym towarzyszem dla dynamicznych aplikacji przENOŚNIKOWYCH.

Nową jednostkę napędową wyróżnia kompaktowość oraz wysoka zdolność przeciążeniowa. Dzięki spełnieniu normy IE5, najwyższej możliwej klasy sprawności energetycznej silnika zgodnie z IEC TS 60034-30-2, jak również maksymalnej wydajności systemowej zgodnie z IEC 61800-9-2 jednostka MOVIGEAR® performance przewyższa dotychczasowe, dostępne na rynku rozwiązania.

### Obszary zastosowania

Technika transportu bliskiego:

- praca w trybie kontroli prędkości
- możliwa praca w trybie pozycjonowania

oraz

- w poziomych systemach transportowych w intralogistyce i obsłudze paczek
- w przemyśle napojowym i spożywczym
- w przemyśle samochodowym
- w przenośnikach bagażu na lotniskach

### Warunki środowiskowe

- Stopień ochrony: stopień ochrony IP65 wg EN 60529
- Temperatura otoczenia: od -25 °C do +60 °C
- Trwałość oraz wysoki potencjał oszczędności energii:
- Sprawność systemu napędowego według IEC 61800-9-2 (Power Drive System): wykazuje najwyższą zdefiniowaną klasę energooszczędności IES2 według IEC 61800-9-2 dla systemu złożonego z silnika i elektroniki
- Sprawność silnika wg IEC 60034: odpowiada klasie sprawności IE5 według IEC TS 60034-30-2

Energooszczędne rozwiązania effiDRIVE® firmy SEW-EURODRIVE umożliwiają redukcję kosztów energii elektrycznej.

W przypadku niezoptymalizowanych maszyn, koszty związane z energią elektryczną mogą stanowić nawet 90% kosztów cyklu życia produktu. Czas to zmienić!

Dzięki naszemu wsparciu mogą Państwo zyskać potencjalne możliwości oszczędności i redukcji kosztów energii oraz poznać sposoby na zmniejszenie poziomu emisji CO<sub>2</sub>. Nasze rozwiązanie gwarantuje kompletną analizę oraz wdrożenie wszystkich elementów energooszczędności.

Zapewnimy Państwu wsparcie:

- podczas wyboru wydajnych energetycznie komponentów napędowych
- w zakresie doradztwa energetycznego oferowanego przez specjalistów effiDRIVE® podczas opracowywania najbardziej wydajnych pod kątem energetycznym rozwiązań na potrzeby Państwa zastosowań

### Zalety

- Redukcja kosztów energii - dzięki dopracowanym i zoptymalizowanym energetycznie komponentom
- Osiągnięcie wymiernych rezultatów - zapewnia zastosowanie optymalnych rozwiązań dla Państwa maszyn i urządzeń
- Korzyści wynikające z fachowej wiedzy - ponieważ nasi specjaliści ds. doradztwa energetycznego pomogą zidentyfikować i ocenić potencjalne możliwości oszczędności

W ten sposób nasze doradztwo energetyczne przyczynia się znacznie do wzrostu konkurencyjności Państwa przedsiębiorstwa. Wspomaga redukcję emisji CO<sub>2</sub> i równocześnie stanowi przyczynek do ochrony klimatu oraz przemysłanego pakietu zrównoważonego rozwoju.

Rozwiązania IE5 to jeden z wielu elementów naszej Strategii Zrównoważonego Rozwoju, w ramach której wprowadzamy innowacje z zakresu produktów, procesów i usług. Dzięki temu rozwijamy naszą ofertę i tworzymy kompleksowe rozwiązania dla Klientów, uwzględniając jednocześnie ogólną równowagę środowiskową i odpowiedzialnie wykorzystując zasoby w ramach działań #ESG. Wszystko po to, by realizować naszą #TheGreenSideOfDrive!



SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.  
ul. Techniczna 5  
92-518 Łódź  
tel.: 42 270 90 00  
e-mail: sew@sew-eurodrive.pl  
www.sew-eurodrive.pl

# Ograniczenie prądów łożyskowych

Artur Polak, Jacek Przybyłka

Statystyki wykazują, że znaczący S odsetek uszkodzeń łożysk ma swoją genezę w skutkach przepływu prądów przez wał i łożyska maszyny elektrycznej jak również przez łożyska i elementy urządzeń sprzęgniętych z zasilaną maszyną np. przekładnie.

Wyróżniamy zasadnicze przyczyny generowania wymienionych zjawisk:

- asymetria napięcia zasilania,
- niesinusoidalny kształt napięcia zasilania,
- asymetria obwodu magnetycznego.

Znaczna część tych zjawisk podczas zasilania napięciem sinusoidalnym nie występuje lub występuje tylko w stanach przejściowych np. podczas rozruchu, hamowania.

Prądy wałowe w literaturze przedmiotu zaliczane są do tzw. zjawisk pasożytniczych skrajnie niepożądanych.

We wszystkich wirujących maszynach elektrycznych, bez względu na ich moc, liczbę par biegunów i sposób zasilania występują problemy związane ze skutkami prądu przepływającego przez wał maszyny i w konsekwencji łożyska.

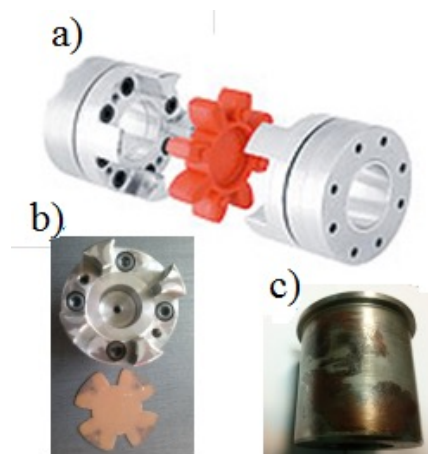
Stosowanie łożysk izolowanych w praktyce udowodniło znaczącą ochronę silnika przed destrukcyjnym oddziaływaniem tych zjawisk na stan techniczny silników. Nasuwa się jednak pytanie: którą zamyka się obwód? Czy chroniąc silnik nie narażamy napędzanych urządzeń? Metody izolowania węzłów łożyskowych z wykorzystaniem łożysk izolowanych lub izolowanie gniazd łożyskowych są stosowane powszechnie. W DFME DAMEL

**Streszczenie:** Pasożytnicze zjawiska występowania prądów i napięć wałowych w maszynach elektrycznych często powodują uszkodzenia elementów układu napędowego, takich jak: sprzęgła, łożyska i wały. W artykule przedstawiono nowatorską metodę eliminacji prądów i napięć wałowych. Opisano zastosowane rozwiązania, które pozwoliły na zbudowanie modelowego silnika napędu wentylatora.

**Abstract:** The parasitic phenomenon of occurrence of shaft currents and shaft voltages in electrical machines often causes damages of drive system components such as: couplings, bearings and shafts. The article presents an innovative method of eliminating shaft currents and shaft voltages in electric machines. The article describes the applied, which allowed the construction of the motor and successful implementation of the fan in the drive.

prowadzi się prace, których celem jest minimalizowanie konsekwencji przepływu prądów łożyskowych m.in. poprzez ułatwienie przepływu wspomnianego prądu bez uszczerbku na kondycji technicznej łożysk. Przykładem prowadzonych takich prac jest zastosowanie smarów elektroprzewodzących. Rozwiązanie takie może okazać się korzystniejsze od wykorzystania łożysk izolowanych lub ceramicznych. W zależności od przeznaczenia i reżimu pracy łożyska, można zastosować smary ze specjalnymi dodatkami stałymi, które pozwalają na upływ prądu, jednocześnie nie przyczyniając się do zużycia ciernego. Wymiana pracującego smaru poprzez cykliczne dosmarowania węzłów łożyskowych jest znacznie szybsza i mniej skomplikowana niż alternatywne metody, takie jak pierścienie ślizgowe i szczotki zwierające wał z obudową.

Zastosowanie smarów przewodzących może sprawdzić się w przypadku



Rys.2 Efekt przepływu prądu pojemnościowego a) szkic zastosowanego w układzie mechanicznym sprzęgła, b) ślady elektrokorozji na półsprzęgle i nadpalenia na przekładce izolacyjnej, c) ślady elektrokorozji na tulei pośredniczącej

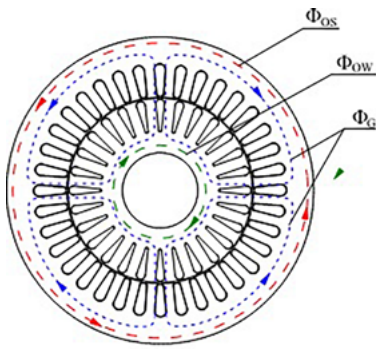
silników zasilanych z układów przekształtnikowych, gdzie za generowanie prądów pojemnościowych zaliczanych z uwagi na drogę przepływu, do prądów wałowych przede wszystkim odpowiadają krótkie czasy narastania impulsów napięcia narastania (wywołane kluczkowaniem zaworów energoelektronicznych).

W takim przypadku zastosowana izolacja dielektryczna nie zapobiegła skutkom przepływu prądu.

Dział Rozwoju DFME DAMEL przygotowuje do wdrożenia inną metodą ochrony łożysk, opartą na idei tłumienia prądów wałowych w maszynach



Rys. 1. Całkowicie uszkodzone łożysko - konsekwencja płynących prądów łożyskowych.

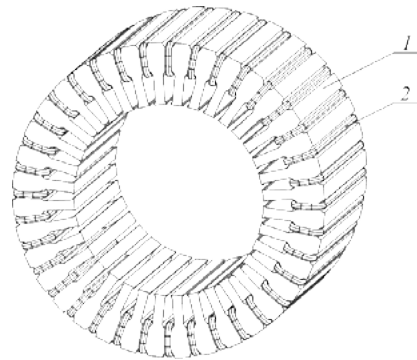


Rys. 3a Obwód elektromagnetyczny maszyny indukcyjnej,  $\Phi_C$  – strumień główny,  $\Phi_{OS}$  – strumień okrężny w jarzmie stojana,  $\Phi_{OW}$  – strumień okrężny w jarzmie wirnika

elektrycznych. Proponowana metoda wykorzystuje dodatkowe uzwojenie tłumiące strumień okrężny generowany w rdzeniu silnika.

Wymieniony sposób ograniczenia prądu łożyskowego został opisany w patencie nr Pat.229377 pt.: „Uzwojenie dodatkowe w maszynie elektrycznej”.

Jednym z obiektów przeznaczonych do prób i eksperymentów związanych



Rys. 3b Rdzeń stojana (1) z toroidalnym uzwojeniem dodatkowym (2)

z ujarzmieniem zjawisk związanych z przepływem prądów łożyskowych (wałowych) są silniki najnowszej generacji, silniki typu S1 710Y-8 o mocy 1800 kW. Opracowana rodzina silników przeznaczona jest do napędu wentylatorów o dużej i zmiennej wydajności.

Prace konstrukcyjne zostały przeprowadzone z uwzględnieniem potrzeby współczesnego rynku dużych napędów oraz kosztu wytworzenia silnika.

Silnik został zaprojektowany pod kątem zabudowy w lutni i napędu wentylatora o dużej średnicy oraz zmiennej



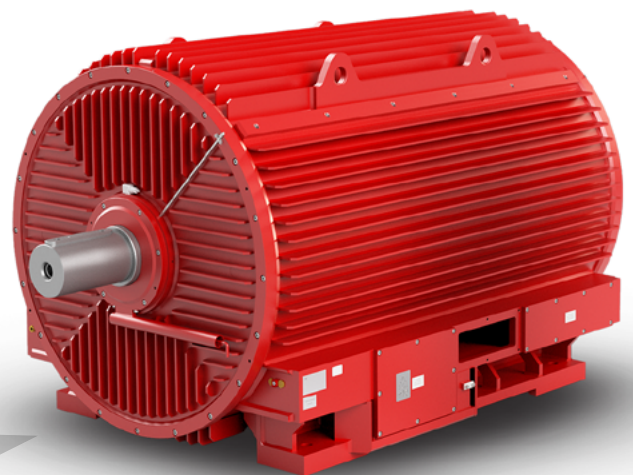
Rys. 2. Silnik S1 710Y-8 przeznaczony do zabudowy w wentylatorze lutniowym

reklama

# NOWA generacja

# MOCY

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



silniki elektryczne | separatory elektromagnetyczne  
wpusty kablowe | zaciski przyłączeniowe | płyty izolacyjne  
wyposażenie elektryczne | remonty silników elektrycznych



wydajności. Zmiana wydajności realizowana może być poprzez zmianę geometrii łopat lub regulację prędkości poprzez zasilanie z przemiennika częstotliwości.

W silniku modelowym zastosowano układ łożysk po stronie napędowej, gdzie zastosowano łożysko kulkowe i łożysko walcowe, a po stronie przeciwnapędowej zastosowano łożysko walcowe izolowane. Taka konstrukcja ułatwia modelowanie różnych stanów pracy węzła łożyskowego. Wynikiem prowadzonych prac jest optymalizacja konstrukcji węzłów maszyn elektrycznych z łożyskami tocznymi pod względem eksploatacyjnym i kosztów wytworzenia maszyny. Badania są na etapie testów laboratoryjnych przed próbami eksploatacyjnymi na silnikach zainstalowanych w przemyśle.

- [3] P. Zientek „Prądy łożyskowe i prąd uziomu w układach napędowych zasilanych z falowników PWM”, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe*, nr 74, str. 69-74, 2006.
- [4] Pat.229377 pt.: „Uzwojenie dodatkowe w maszynie elektrycznej”.
- [5] Kulesz B., Berhausen S., Jarek T. Prądy łożyskowe i napięcia wałowe w maszynach elektrycznych – przyczyny i sposoby przeciwdziałania *Przegląd Elektrotechniczny* 2021, Nr 6, Tom 1.



### Literatura:

- [1] M. Jakubiec, A. Polak „Dodatkowe zjawiska pasożytnicze występujące w silnikach indukcyjnych zasilanych napięciem odkształconym”, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe*, nr 61, str. 207-213, 2000.
- [2] P. Zientek, R. Niestrój „Napięcia wałowe w silnikach indukcyjnych dużej mocy”, *Elektryka* nr 214, str. 91-107, 2010.

Artur Polak

apolak@damel.com.pl

Jacek Przybyłka

jprzybylka@damel.com.pl

Dział Rozwoju, DFME „DAMEL” S.A.

41-300, Dąbrowa Górnicza,

Al. J. Piłsudskiego 2

## Wydarzenia

### LEGO ze swoim DNA

Zespół bioinżynierów z Uniwersytetu Stanu Arizona (ASU) stworzył kreatywne rozwiązanie dla wyzwań obecnych w badaniach nad origami DNA.

Naukowcy z powodzeniem wykorzystali zestaw do robotyki LEGO do zbudowania przystępnego cenowo, bardzo wydajnego mieszalnika gradientów do oczyszczania samoorganizujących się nanostruktur origami DNA. Ten przełom może zrewolucjonizować sposób, w jaki naukowcy podchodzą do jego syntezy.

Tworzenie struktur origami DNA to skomplikowany proces wymagający precyzyjnego oczyszczenia nanostruktur. Tradycyjnie ten etap oczyszczania obejmuje wirowanie, opierając się na kosztownym urządzeniu zwanym mieszadłem gradientowym. Niezależni badacze z ASU wykazali jednak, że do postępu w tej materii można wykorzystać nawet klocki LEGO.

Pojedyncze ramię robota zręcznie prowadzi platformę, na której można bezpiecznie przymocować cylindryczne rurki wypełnione materiałem origami DNA. Zanim rozpoczęty zostanie proces wirowania, są ustawiane pionowo i zakrywane, aby uniknąć wycieków. Gdy wszystko znajduje się na swoim miejscu,

robot inicjuje powolny obrót, sprawiając, że struktury wewnątrz rurek mieszają się z gradientem. Kluczem do sukcesu jest tranzycja z pionu do poziomu. Gdy próbki są opuszczane do pozycji poziomej, przechodzą szybkie wirowanie, skutecznie oddzielając od siebie zawartość.

Robot LEGO jest porównywalny ze swoimi drogimi komercyjnymi odpowiednikami, wydajnie mieszając i rozdzielając wymagane materiały, a kosztując przy tym ułamek ich ceny. Naukowcy z ASU podkreślają, że to samo podejście można zastosować do opracowania niedrogich alternatyw dla różnych skomplikowanych maszyn laboratoryjnych. Wizja laboratorium napędzanego przez LEGO może więc nie być tak odległa, jak mogłoby się to wydawać.

Źródło: roboticsandautomationnews

### Robot dyryguje koreańską orkiestrą

Android o nazwie EveR 6 stanął na miejscu dyrygenta w Seulu w miniony piątek, aby poprowadzić występ narodowej orkiestry Korei Południowej, co jest pierwszą tego typu próbą w kraju.

Dwurek robot zaprojektowany przez Koreański Instytut Technologii

Przemysłowej zadebiutował w Teatrze Narodowym Korei, prowadząc muzyków narodowej orkiestry. Robot o humanoidalnej twarzy najpierw uklonił się publiczności, a następnie zaczął poruszać manipulatorami, kontrolując tempo występu na żywo.

- Ruchy dyrygenta są bardzo precyzyjne - powiedział Choi Soo-yeoul, który prowadził piątkowy występ u boku EveR 6. Robot był w stanie przedstawić szczegółowe ruchy znacznie lepiej, niż sobie wyobrażałem. Krytyczną słabością EveR 6 jest jednak to, że nie może słuchać.

Lee Young-Ju, słuchacz studiujący tradycyjną koreańską muzykę powiedział, że ruchy robota, choć nienaganne w utrzymaniu rytmu, nie pozwalały na pozostawienie orkiestry w gotowości do zbiorowego i natychmiastowego zaangażowania.

Song In-ho, 62-letni członek widowni również uważa, że występ EveR 6 wydaje się być na poziomie podstawowym. - Myślę, że byłby w stanie sam dyrygować, gdyby był wyposażony w sztuczną inteligencję dedykowaną do rozumienia i analizowania muzyki - dodał.

Źródło: cnn

# Nie każda firma dostanie dotację z UE

Trwają w pełni nabory wniosków dla firm w ramach różnych programów krajowych, a i programy regionalne powoli się rozkręcają.

Czytając materiały reklamowe rozsyłane natrętnie przez firmy doradcze i bardziej oschłe informacje, gdzie wskazywane są długie listy dotowanych zakupów – można nabrać przekonania, że po okresie zastoju mamy krainę szczęśliwości w dotacjach.

Każdy i na wszystko uzyska dotację i to niemal 100-procentową.

Rzeczywistość dotacyjna jest zgoła odmienna. W ramach pierwszego naboru wniosków w programie ścieżki SMART w ramach FENG, czyli na projekty małych i średnich przedsiębiorstw (MSP) złożono ich ponad 1500, a w równoległym programie dla dużych firm 134 wnioski. Instytucje wskazują, że sporo wniosków wpływających do instytucji jest słabej jakości lub nie spełniają podstawowych założeń programowych. Jakże to typowe wady uniemożliwiają pozyskanie dotacji na inwestycje?

## Budowa firmy z dotacji

Marzeniem wielu firm jest budowa nowej siedziby. Niektórzy mają grunt, a inni chcieliby kupić z dotacji grunt i wybudować budynek firmy. Z punktu widzenia dotacji unijnych – prowadzenia działalności gospodarczej we własnym czy wynajmowaniem obiektu jest niemal tak samo dobre. Programy niechętnie dotują ten typ inwestycji, bo to zazwyczaj wielomilionowe nakłady, które mają niewielki wpływ na rozwój regionu. Jeśli koncepcja biznesowa jest słuszna, to sama „zarobi” na własną siedzibę. Wyobraźmy sobie projekt, gdzie budowa firmy to 8 mln zł, w ramach tego obiektu postawienie showroom do prezentacji różnych urządzeń. Koszty wyposażenia takiej sali to 2 mln zł.

W takiej konfiguracji - pomimo płomienych deklaracji, że celem projektu jest budowa sali do prezentacji innowacyjnej oferty – nie będą one wiarygodne, bo w centrum są wydatki na przyszłowiowe „cegły”, a nie innowacyjność.

Zazwyczaj budowa ma szansę na uzyskanie dotacji pod warunkiem, że jest

elementem dodatkowym w projekcie, tzn. część technologiczna (maszyny, linie produkcyjne) jest na tyle rozbudowana, że stanowi przeważający element w projekcie (wartość ponad połowę budżetu). Przykładowo – wartość nowej automatycznej linii do recyklingu odpadów pogórnicznych to koszt 8 mln zł. Ze względu na fakt, że taka linia nie może pracować pod gołym niebem – niezbędne jest zbudowanie hali, w której posadowiona będzie linia technologiczna, wtedy ocena wniosku o dotację może być pozytywna (tytuł faktycznie celem wydaje się nowa technologia, a nie budowa).

O zgodności z celami programu nie decydują tylko żarliwe deklaracje Wnioskodawcy, ale także struktura wydatków w budżecie.

## Drobne usprawnienia

Drugą pułapką w dotacjach jest uzyskanie dotacji na drobne usprawnienia w firmie, np. dokupienie wózka widłowego, nowej maszyny do pakowania, dodatkowego rozdrabniacza odpadów. Zazwyczaj w programach unijnych oczekuje się, że projekt po zrealizowaniu będzie miał znaczący wpływ na rozwój firmy. To oznacza, że lepiej wpisują się w warunki inwestycji, które:

- dotyczą głównej działalności (tzw. core biznesu)
- dużo zmieniają w procesach firmy.

W związku z tym – zakup wózka widłowego, który jest elementem pomocniczym, podobnie jak np. dodatkowy młyn do rozdrabniania odpadów w firmie, gdzie jest 5 innych, czy nowy

program księgowy albo projektowy nie wpłyną istotnie na to, co się dzieje w firmie. Takie drobne udoskonalenia nawet jeśli są zasadne – nie będą się dobrze wpisywać w unijne ramy. Nie sprawdza się tutaj zasada „jedzenia małą łyżeczką”.

Planując pozyskanie unijnej dotacji – należy mieć na względzie, aby efekt po zakończeniu procesu był znaczący i istotny z punktu widzenia rozwoju firmy. Może warto rozważyć skumulowanie inwestycji z kilkunastu miesięcy i rozliczać etapami projekt, aby móc wykazać bardziej znaczące efekty.

Obserwując sytuację na rynku dotacji unijnych i główne lepy marketingowe firm doradczych warto mieć na względzie powyższe grupy typowych błędów w zgłaszanych wnioskach o dotacje: zbytne skupianie się na robotach budowlanych lub tylko na drobnych udogodnieniach w prowadzeniu działalności. We wnioskach unijnych wiele rzeczy jest uzasadnianych, rozpisywanych, niektórzy uważają, że wnioski są przepelnione „laniem wody”, ale niezależnie od wszystkiego – podstawy dobrego projektu muszą być solidne i zgodne z warunkami programu. Doświadczony doradca jest w stanie wskazać jak i co zaakceptować w opisie, ale tylko gdy baza i oś projektu są prawidłowe.

W przeciwnym razie firmy narażają się na spore nakłady czasu i środków na przygotowanie wniosku o dotację, który skazany jest na porażkę podczas oceny ekspertów. Czas wakacyjny to czas snucia planów na jesień i kolejne miesiące, więc warto uwzględnić od początku prawidłowe założenia do planowania, aby uniknąć rozczarowania po złożeniu wniosków o dotację.



Anna Szymczak

MS-Consulting

# System sterowania mocą bierną w elektrowni fotowoltaicznej Rzezawa 60 MW

Adam Sobel, Michał Brocki

## Wstęp

Fotowoltaika jest jednym z najszybciej rozwijających się rodzajów odnawialnych źródeł energii, a przy tym jest przyjaznym i najmniej inwazyjnym dla środowiska rozwiązaniem.

Eksploatacja nowo powstających instalacji fotowoltaicznych, zarówno mikroinstalacji jak i tych największych o mocach przekraczających kilkadziesiąt, a nawet kilkaset megawatów spotyka się z różnego rodzaju problemami. Jednym z najważniejszych do rozwiązania jest niewątpliwie prawidłowe sterowanie mocami generowanymi przez jednostki wytwórcze w celu utrzymania stabilności systemu elektroenergetycznego oraz maksymalizacji sprzedaży energii ze Słońca. Sterowanie mocami jest szczególnie istotne i potrzebne w sytuacji kiedy za burzliwym rozwojem wytwórców OZE nie nadążają inwestycje w sieciach elektroenergetycznych (na wszystkich poziomach napięć), a także budowa systemów magazynowania energii. Ostateczne cele, które powinny być osiągnięte w rozwoju fotowoltaiki, są w interesie zarówno operatorów sieci (przesyłowej i dystrybucyjnej), jak i jednostek wytwórczych. Energia czynna z fotowoltaiki jest z punktu widzenia odbiorców bardzo tania (więc warto ją kupować i zużywać), a z punktu widzenia jednostek wytwórczych jest dążenie do sprzedaży jak największej ilości energii. Tak samo jest z gospodarką energią bierną. Operatorom sieci zależy na utrzymywaniu właściwego poziomu współczynników mocy, natomiast w interesie wytwórców jest minimalizowanie opłat za energię bierną.

W celu uregulowania wymogów w zakresie przyłączania jednostek wytwórczych do sieci, w tym elektrowni fotowoltaicznych, ustanowiono Rozporządzeniem Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. kodeks sieciowy, znany na etapie projektu także jako Network Code Requirements for Generators (NC RfG).

Kodeks sieciowy definiuje wymagania techniczno-organizacyjne dla jednostek wytwórczych oraz określa procedury przyłączania ich do sieci.

## 2. Elektrownia fotowoltaiczna Rzezawa 60 MW

Elektrownia fotowoltaiczna Rzezawa o mocy 60 MW zbudowana została w gminie Rzezawa (pow. bocheński, woj. małopolskie). Generalnym wykonawcą projektu była Grupa ALSEVA. Zaprojektowanie oraz wybudowanie Głównego Punktu Odbioru (GPO) powierzono firmie OPA-ROW. Elektrownia pod względem wymagań kodeksu sieciowego zalicza się do modułów wytwarzania typu D.

Podstawowe elementy wyposażenia elektrowni to:

- panele fotowoltaiczne JKM540M-72HL4-V,
- inwertery łańcuchowe SG 250 HX,
- stacje transformatorowo-rozdziałcze MVS6300-LV,
- rozdzielnia 20 kV – PIX24 Schneider Electric,



Fot. 1 – farma fotowoltaiczna Rzezawa 60

- transformator 20/110 kV – TORc 60 MVA,
- aparatura 110 kV – Hitachi, ZWAE,
- linia kablowa 110 kV do SE Wygoda 110 kV.



Fot. 2 – rozdzielnia 110 kV stacji GPO



Fot. 3 – rozdzielnia 20 kV stacji GPO

## 3. System sterowania mocą bierną w elektrowni fotowoltaicznej Rzezawa

Jednym z ważnych uregulowań kodeksu sieciowego jest możliwość sterowania mocą bierną w jednostkach wytwórczych w celu ograniczenia negatywnych zjawisk związanych z niedotrzymaniem właściwego współczynnika mocy.

Przepływy mocy biernej występujące w sieci elektroenergetycznej powodują:

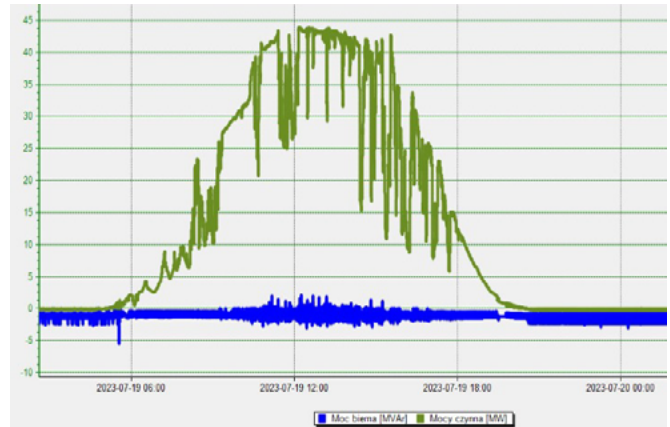
- zwiększenie strat mocy czynnej w elementach sieci przesyłowej,
- zwiększenie spadków napięcia na elementach sieci przesyłowej,
- ograniczenie zdolności sieci przesyłowej,
- pogorszenie warunków pracy wyłączników mocy,
- ograniczenie zdolności wytwórczej generatorów,
- zwiększenie nakładów inwestycyjnych na urządzenia elektroenergetyczne.

Moc bierną należy kompensować jak najbliżej miejsca będącego źródłem tej mocy. W przypadku dużych elektrowni fotowoltaicznych typu D, przyłączonych do sieci co najmniej 110 kV, najkorzystniej jest instalować urządzenia kompensujące w Głównym Punkcie Odbioru (GPO).

W dotychczasowej praktyce dla GPO projektowane były następujące urządzenia:

- dławiki kompensacyjne,
- baterie kondensatorów,
- kompensatory aktywne np. SVC lub STATCOM.

W celu zmniejszenia generacji mocy biernej (mocy pojemnościowej), której źródłem są głównie linie elektroenergetyczne, dotychczas stosowano dławiki kompensacyjne o stałej mocy



Rys. 1 – Dobowy przebieg mocy czynnej i biernej

lub dławiki kompensacyjne regulowane z podobciążeniowym przełącznikiem zaczeów.

W przypadku kompensacji mocy indukcyjnej wykorzystuje się wielostopniowe baterie kondensatorów sterowane regulatorem mocy biernej dla utrzymania wymaganego współczynnika mocy.

Aktywne kompensatory mocy biernej zapewniają możliwość płynnej regulacji mocy zarówno pojemnościowej jak i indukcyjnej. W ramach opracowania założeń projektowych dla elektrowni Rzezawa 60 MW uzgodniono, że żadne z powyższych rozwiązań nie będzie konieczne do zastosowania dla spełnienia wymagań odnośnie sterowania mocą bierną. Wykorzystano

reklama



ZAPRASZAMY  
do współpracy

**OPA-ROW sp. z o. o.**  
**adres:** ul. Rymera 40 c  
44-270 Rybnik  
**NIP:** 642 00 22 939  
**tel:** +48 32 7398803  
**fax:** +48 32 4222744  
**@:** office@opa-row.pl  
**www:** www.opa-row.pl

**ZIELONA  
ENERGIA**



**OCHRONA  
ŚRODOWISKA**



**ELEKTRO-  
ENERGETYKA**



**GÓRNICZE  
WYCIĄGI  
SZBOWE**



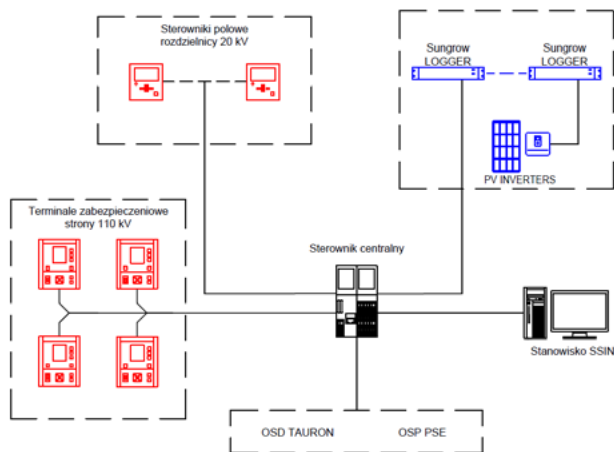
**URZĄDZENIA  
PRZECIW-  
WYBUCHOWE**



**AUTOMATYKA  
I ELEKTRONIKA  
PRZEMYSŁOWA**







Rys. 2 - Schemat blokowy układu sterowania elektrownią fotowoltaiczną

fakt, że zastosowane inwertery fotowoltaiczne Sungrow SG250 umożliwiają płynne sterowanie generowaną mocą bierną pojemnościową jak i indukcyjną w pełnym zakresie pracy farmy fotowoltaicznej, dlatego nie jest wymagane stosowanie dodatkowych zewnętrznych urządzeń do kompensacji mocy biernej.

Nadzór nad sterowaniem mocą bierną generowaną przez inwertery pełni wyspecjalizowany sterownik centralny, który dzięki autorskiemu algorytmowi utrzymuje wartość współczynnika mocy biernej na wymaganym poziomie.

Inwertery wyposażone są w łącze komunikacyjne pozwalające na zdalny nadzór nad pracą instalacji fotowoltaicznej. Pozwala to na odczyt pomiarów, takich jak m.in.: prąd,

napięcie oraz moc czynna i bierna generowana przez instalację. Umożliwia również sterowanie pracą instalacji poprzez wysyłanie komend ograniczenia lub zaprzestania generacji mocy czynnej oraz sterowanie generacją mocy biernej. System sterowania i nadzoru jest połączony ze sterownikiem telemechaniki, zapewniając łączność z centrum dyspozytorskim Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

#### 4. Wniosek

Zastosowane autorskie rozwiązanie firmy OPA-ROW pozwala na optymalizację kosztów oraz lepsze wykorzystanie możliwości technicznych inwerterów. Bezpośrednia oszczędność polega na braku konieczności zakupu zewnętrznych urządzeń do kompensacji mocy biernej oraz nie ma potrzeby budowy dodatkowych pomieszczeń lub stanowisk do zabudowy tych urządzeń. Efektem zastosowania takiego rozwiązania jest możliwość budowy bardziej kompaktowych stacji GPO.



OPA-ROW Sp. z o.o.  
ul. Rymera 40c  
44-270 RYBNIK  
tel. (32) 7398 803  
tel. 668 689 707  
E-Mail: office@opa-row.pl

# Darmowa e-prenumerata!

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



**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny





# Technologia pirolizy i jej znaczenie dla rozwoju energetyki lokalnej w gminach i ochrony środowiska - projekt uniwersalnego gazyfikatora

Antoni Łopata, Valery Kyryliuk, Robert Duszewski

Zastosowanie technologii pirolizy oraz upowszechnienie produkcji energii na bazie odpadów komunalnych będzie miało ogromne znaczenie dla rozwoju energetyki lokalnej w gminach i ochrony środowiska. Każda gmina przy niewielkich nakładach inwestycyjnych będzie mogła utylizować odpady komunalne produkując energię na własne potrzeby.

Technologie gazyfikacji wszelkich odpadów komunalnych metodą pirolizy (za wyjątkiem metali i szkła), a w szczególności nowatorska metoda pirolizy odwróconej – umożliwiają nie tylko pozbycie się wszelkich odpadów zawierających pierwiastek węgiel, ale równocześnie produkcję gazu np. z roślin energetycznych.

- Każda gmina wg własnych potrzeb mogłaby zainstalować systemy gazyfikacji do produkcji własnej energii oraz pozbywania się odpadów, o dostosowanej do potrzeb mocy przetwórczej.
- Wszelkie odpady biologiczne, drewno, papier, plastikowe, itp. mogą służyć do produkcji energii, a w przypadku metody pirolizy odwróconej także odpady chemiczne zawierające w swym składzie węgiel – całkowicie czystej i wolnej od wtórnych zanieczyszczeń przy znikomej emisji popiołów, które można wykorzystywać przy produkcji materiałów budowlanych.
- Utylizacja odpadów i produkcja czystej energii w gminach pozwoli odciążać system energetyczny w kraju i obniżyć koszty pozbywania się odpadów i produkcji energii.
- Energia odnawialna będzie szansą dla małych gospodarstw w miarę postępu technologii i racjonalizacji kosztów.

Innowacyjność prezentowanego projektu uniwersalnego gazyfikatora (GG) polega na możliwości kompleksowego

zgazyfikowania różnego rodzaju paliwa w jednym gazyfikatorze. Proces jest w pełni zautomatyzowany, a specjalne nowatorskie oprogramowanie pozwala na dokonywanie korekty procesu zgazowania w różnych strefach gazyfikatora.

Projekt uniwersalnego gazyfikatora (GG) oparty jest na specyficznej niespotykanej do tej pory technologii i ma na celu wytwarzania gazu z różnorodnych odpadów komunalnych (bez tzw. śmieci budowlanych, metali, szkła), odpadów od zwierząt, przetwórstwa drobiu, odpadów medycznych, toksycznych chemikaliów, niektórych produktów pochodzenia farmaceutycznego, produktów rolnych, węgla brunatnego itp. - w celu wykorzystania ich do wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej, jak również w celu ich utylizacji w sposób przyjazny dla środowiska.

Stosując nowatorską technologię gazyfikacji będzie możliwość zgazowania praktycznie wszystkich istniejących rodzajów paliwa, nawet jeżeli nie będą one posiadały najlepszych cech jakościowych i nie nadają się jako paliwo przy stosowaniu innych technologii.

Zakres innowacyjności obejmuje m.in. szeroki wachlarz wykorzystania produktów powstałych w wyniku zgazowania paliw w kompleksach przemysłowych i budowanych do wytwarzania czystej energii cieplnej, elektrycznej oraz produkcji surowców stosowanych w gospodarce krajowej w przemyśle chemicznym i budownictwie itp.

---

Zaprojektowany gazyfikator (GG) będzie wytwarzał do 3000 m<sup>3</sup> gazu, co w przybliżeniu odpowiada 1,0-5,0 MW mocy cieplnej o szacunkowej wartości opałowej 1500 kcal/m<sup>3</sup>.

---

Rzeczywista temperatura w strefie intensywnego spalania regulowana jest automatycznie w zakresie 700°C–1300°C, w zależności od z góry określonego programu, który uwzględnia wszystkie cechy zgazowania paliw, w tym również temperaturę topnienia popiołu paliwa.

Jedną z cech wyróżniających zgazowanie paliwa w (GG) jest zaprojektowany i sterowany proces oksydacyjny pirolizy paliw.

Struktura wytwarzanego gazu przy zastosowaniu uniwersalnego gazyfikatora (GG): 2(20-24%)+CO(28-30%)+N<sub>2</sub>(ok.48%),

---

Zaprojektowany proces zgazowania będzie się charakteryzował bardzo wysoką efektywnością i gwarantuje wydajność do 85%,

---

podczas gdy znane do tej pory procesy mają znacznie niższą wydajność.

Przykładowo proces pirolizy do wytwarzania gazu ma wydajność rzędu 40-60%, a w procesie fermentacji biomasy wydajność produkcji gazu wynosi 6-52% w zależności od surowca poddanego fermentacji.

Proces zgazowania przy aktualnie stosowanych technologiach jest selektywny dla różnego rodzajów paliw i zawsze wytwarza się bardzo duża ilość szkodliwych składników w emisji do środowiska, jak również towarzyszą tym procesom niezwykle intensywne nieprzyjemne zapachy.

Ponadto ilość stałych odpadów w postaci popiołów jest dziesięciokrotnie większa w stosunku do projektowanej przez nas technologii zgazowania różnego rodzaju paliwa w uniwersalnym gazyfikatorze (GG).

Gazyfikator uniwersalny (GG) będzie posiadał oprogramowanie pozwalające w różnych strefach gazyfikatora korygować jakość i ilość produktu wyjściowego

w zależności od dobieranego odpowiednio składu paliwa wcześniej przygotowanego w konkretnych liniach produkcyjnych, przykładowo:

- przerób miejskich ścieków, separacji i suszenia osadów ściekowych.
- obróbki i suszenia odchodów świń i odchodów bydła.
- obróbki i suszenia odchodów.
- obróbki i przygotowania torfu.
- obróbki i przygotowania węgla brunatnego.
- obróbki i przygotowania kompostu.
- obróbki i przygotowania drewna i jego odpadów.
- obróbki i przygotowania surowców o niskim ciężarze właściwym (słoma itp.).
- obróbki i przygotowania wysoko toksycznych substancji chemicznych, odpadów medycznych, niektórych produktów pochodzenia farmaceutycznego.
- sortowania, przetwarzania i przygotowywania stałych odpadów komunalnych itp.

Podstawowym paliwem inicjującym jest drewno o wielkości cząsteczek od ok. 20x20 mm i wilgotności <30%. Przewiduje się jednorazowe zasilanie paliwem pierwotnym gazyfikatora w ilości 12,5 m<sup>3</sup>.

Proces zgazowania różnego rodzajów paliw na pełną skalę może być wykonywany jedynie w specjalnie zaprojektowanym gazyfikatorze.

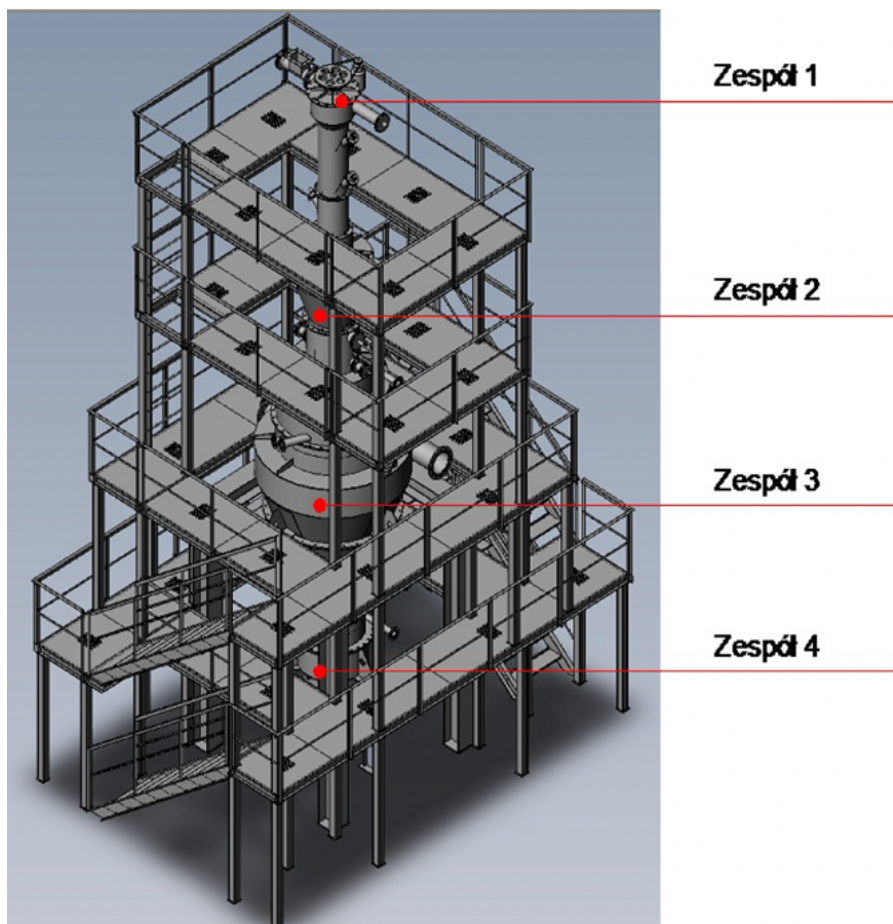
Projekt powstał po dokładnej analizie badań publikowanych w Polsce i na Ukrainie, które są najbardziej znane w świecie w zastosowaniach praktycznych i rozważaniach teoretycznych związanych z procesami występującymi w zgazowaniu różnego rodzaju paliw.

Przykładowo podajemy kilka znanych publikacji naukowców z AGH Wydziału Paliw i Energii:

1) Prof. A.Strugała: „Analiza możliwości poprawy efektywności energetycznej procesu koksowania przez wdrożenie operacji podduszania wsadu” Gospodarka Surowcami Mineralnymi t.29-2013 r.

2) Prof. A.Karcz: „Analiza porównawcza produkcji wodoru i związanej z nią emisji przy zgazowaniu węgla kamiennego w reaktorach Shell oraz Texaco” Polityka Energetyczna t.13-2011 r.

3) Dr inż. M.Ścieżko, dr inż. T.Chmielniak i inni: „Stan rozwoju i analiza



Rys. 1. Wizualizacja uniwersalnego gazyfikatora

dostępności technologii zgazowania” AKNET, Kraków-2012 r. - „Potrzeby badawcze i kierunki rozwoju technologii zgazowania” AKNET, Kraków-2012 r. „Kinematyka węgiel-koks opalania tlenowego” European Institute of Innovation&Technology, Leuven, 2012.

Istotą innowacyjną projektu, obok samej konstrukcji technicznej gazyfikatora, są wyzwalane w poszczególnych strefach GG procesy fizykochemiczne, opracowane, przeanalizowane i zweryfikowane w dotychczasowych badaniach. Stanowią one naszą własność intelektualną (know-how), która będzie przedmiotem patentów w czasie realizacji prototypu (GG) na skalę przemysłową.

Wizualizację projektu uniwersalnego generatora (GG) przedstawiamy na rys.1, przedstawiając również wizualizację jego segmentów na rys. 2, 3, 4, 5, jak również przedstawiamy wizualizację przekroju pionowego (GG) na rys.6.

Na rys.7 przedstawiono kompleks przemysłowy z uniwersalnym gazyfikatorem (GG) dla zobrazowania skali nowatorskiego projektu technologii,

w którym (GG) jest głównym zespołem wytwarzającym przede wszystkim czystą energię cieplną i elektryczną oraz inne produkty mające zastosowanie w różnych gałęziach gospodarki (np. przemysł chemiczny, budowlany itp.).

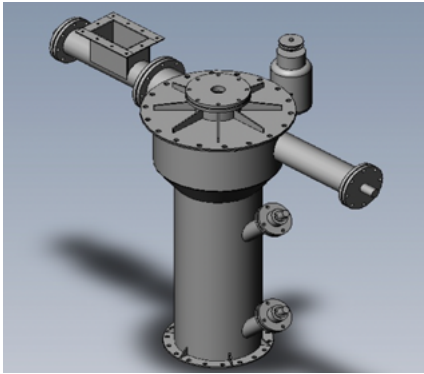
Przy pomocy projektowanej technologii i zaprojektowanego do niej uniwersalnego (GG) będzie można utylizować określone rodzaje odpadów, co przy braku szkodliwych emisji stanowi innowacyjne rozwiązanie ekologiczne.

Przykładowo opisano również charakterystyczne cechy nowatorskiej technologii stosowanej w projektowanym uniwersalnym gazyfikatorze.

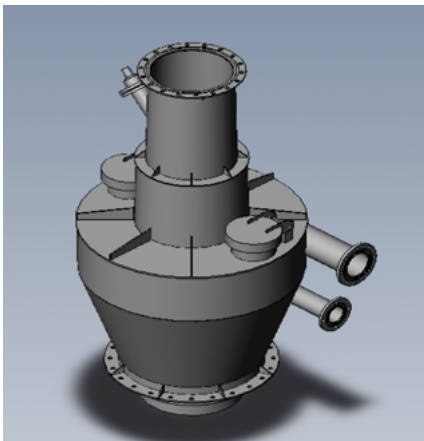
Proces zgazowania paliwa jest tak zaprojektowany, że jego pochodne można poddawać wielokrotnej „obróbce” termicznej, co pozwala uzyskać zaprogramowany skład gazu i popiołu.

Oksydacyjny proces pirolizy, która odbywa się w jednej ze stref gazyfikatora, ma małą bezwładność, co pozwala na szybką korektę składu paliwa i zwiększenie skuteczności jego zgazowania.

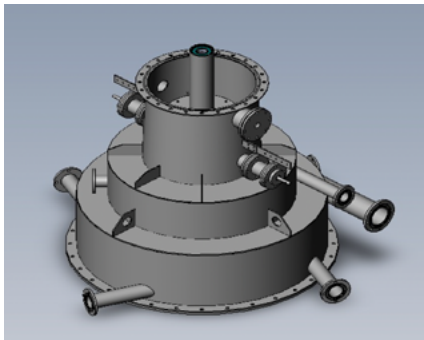
Powstały półkoks w procesie początkowym zgazowania jest doskonałym



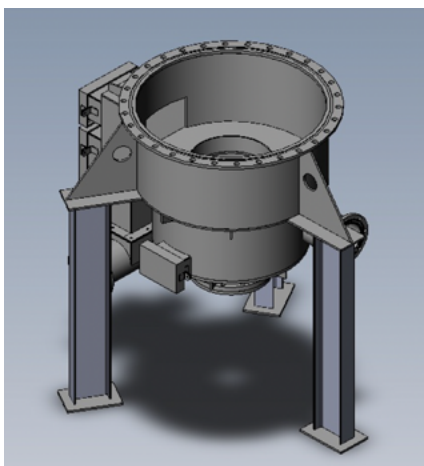
Rys.2 Wizualizacja zespołu 1



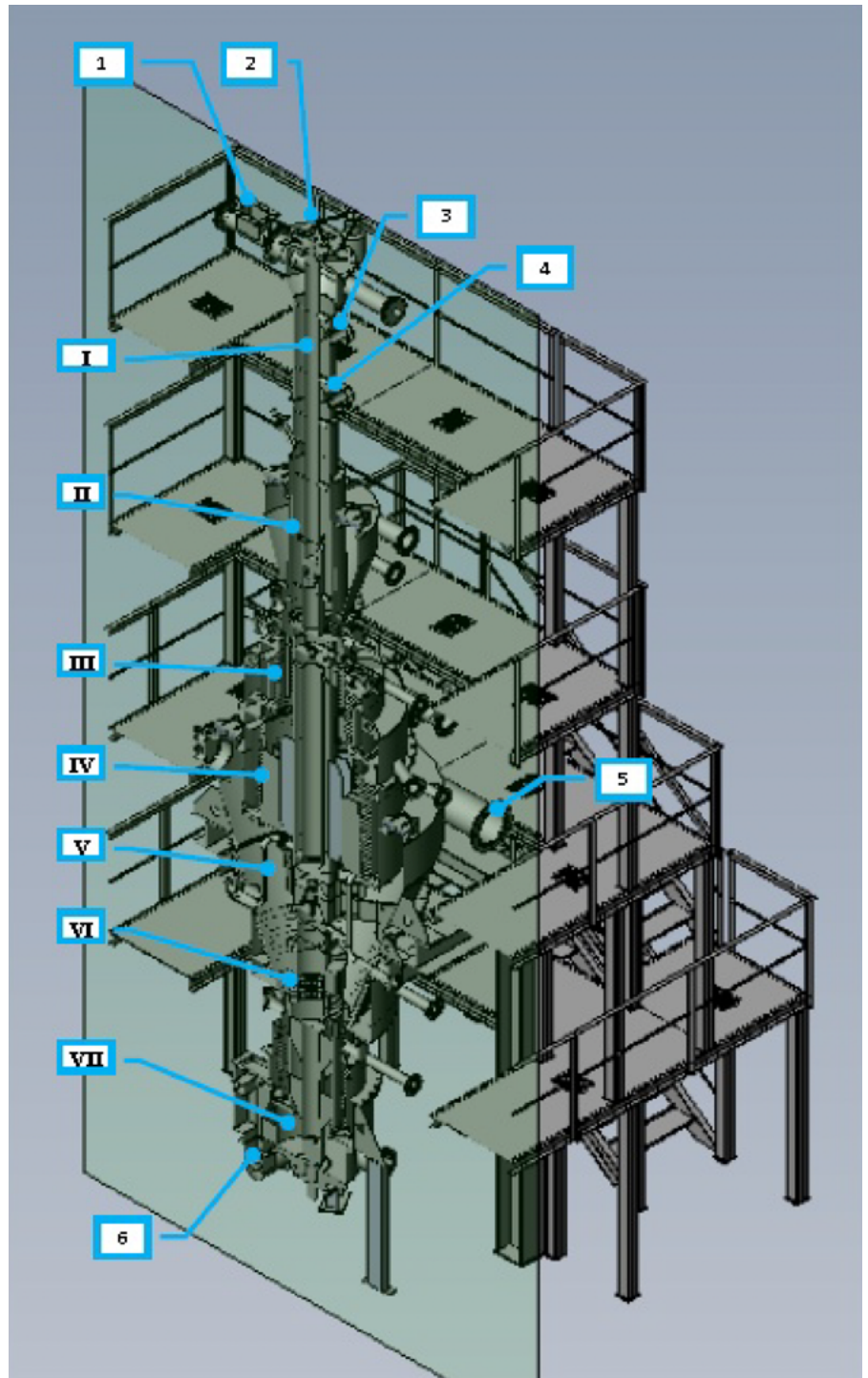
Rys.3 Wizualizacja zespołu 2



Rys.4 Wizualizacja zespołu 3



Rys.5 Wizualizacja zespołu 4



Rys 6. Wizualizacja przekroju pionowego gazyfikatora:

I - komora wsadu paliwa z urządzeniem dozującym, II-komora mieszania, III-generator gazu ze zmiennym procesem gazyfikacji paliwa, IV-komora filtracji, V- hermetyczna komora między generatorami gazu, VI-gazogenerator z tzw. prostym procesem gazyfikacji paliwa, VII-komora popiołów.

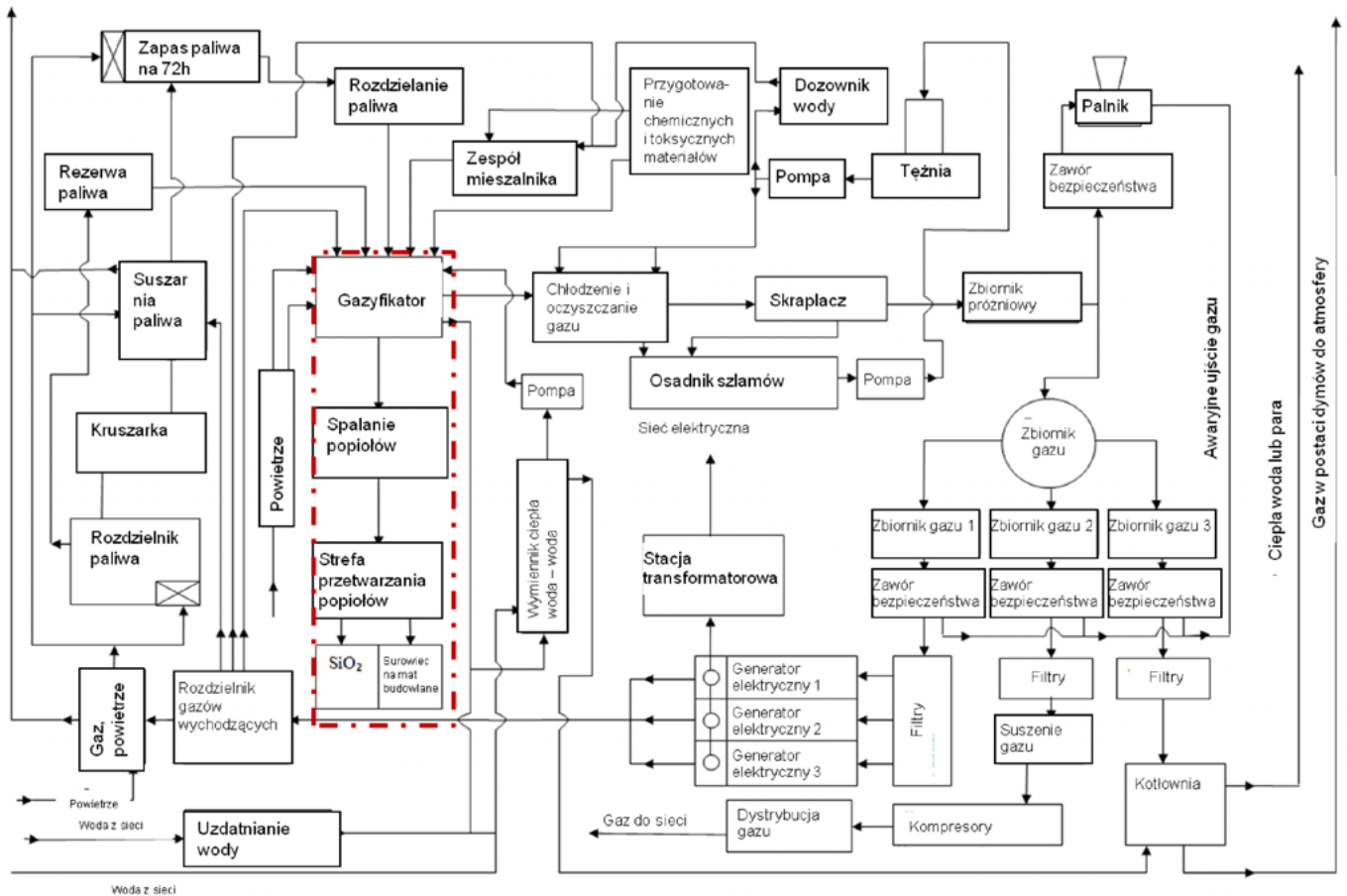
1-przyjmowanie paliwa, 2-zespół napędu wału urządzenia dozującego, 3-wskaźnik górnego poziomu paliwa, 4-wskaźnik dolnego poziomu paliwa, 5- wyjście gazu z generatora, 6-zrzut popiołu.

surowcem filtrującym oraz absorpcyjnym i stanowi korzystny materiał do próżniejszej gazyfikacji.

Półkoks stosowany do absorbowania węglowodorów ciężkich, chloru, fosforu,

substancji zawierających siarkę; pozwala na wyeliminowanie ich z emisji do atmosfery i występowania w gazie.

Dwutlenek węgla i para wodna obecna w gazach jest wykorzystana do wytwarzania gazów palnych CO i H<sub>2</sub>.



Rys 7. Kompleks przemysłowy z uniwersalnym gazyfikatorem

Tylko w zaprogramowanej technologii w projektowanym gazyfikatorze istnieje możliwość termochemicznego rozkładu wysoce toksycznych substancji chemicznych, toksycznych chemikaliów, odpadów medycznych i niektórych produktów przemysłu farmaceutycznego w sposób przyjazny dla środowiska.

Tradycyjne selektywne gazyfikatory nie mają takiej możliwości.

Zaprojektowany gazyfikator można lapidarnie określić jako "wszystkożerny", gdyż można stosować (w odpowiednich proporcjach) jako dodatki do paliwa pierwotnego takie materiały, jak: odpady z tektury i papieru, zanieczyszczone odpady klejów, farb drukarskich, odpady z tworzyw sztucznych, które nie mogą być poddane recyklingowi, materiały polimerowe, materiały bitumiczne i oleje.

## WNIOSKI:

Projekt rozwiązuje szereg różnych problemów technicznych.

1. Istotą GG jest zdolność jednoczesnego spalania w zaprojektowanej konstrukcji w określonych warunkach i sterowanych procesach różnego rodzaju wsadu. Uzyskujemy w końcowym efekcie możliwość wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej, a także produkcji wysoko cenionych w przemyśle surowców, np. krzemu.
2. Projektowana technologia będzie miała większą wydajność energetyczną niż stosowane do tej pory rozwiązania oraz zmniejszy możliwość powstawania uszkodzeń technicznych w urządzeniach wytwarzających energię.
3. Zminimalizowany zostanie koszt eksploatacji występujący w dotychczasowych gazyfikatorach, w których jest szkodliwa obecność żywicy, co zwiększa niebezpieczeństwo

uszkodzenia urządzeń energetycznych i pociąga za sobą bardzo wysokie koszty czyszczenia, a tym samym zwiększa zdecydowanie koszt finalny produktu.

4. Projekt pozwala rozwiązać istniejące problemy techniczne - zmienić technologię wytwarzania energii z różnych odpadów, zapewniając całkowitą redukcję emisji szkodliwych zanieczyszczeń do atmosfery.
5. Nowatorskie rozwiązanie utylizacji i przetwarzania na energię większości odpadów, bez powstawania szkodliwych emisji, ogranicza degradację środowiska naturalnego.
6. Projektowana technologia pozwoli na zmniejszenie kosztów produkcji energii i tym samym umożliwi obniżenie ceny dla jej odbiorców.
7. Projektowana technologia umożliwi powstanie nowych miejsc pracy i rozwój przedsiębiorczości związanej z produkcją czystej energii.
8. Projekt będzie zgodny z wymogami dyrektyw unijnych i polskich.

Istniejące technologie procesu zgazowania wytwarzają bardzo niekorzystne produkty uboczne (siarka, chlor itp.) oraz bardzo dużą ilość stałych odpadów, takich jak popioły.

Know-how to technologia i projekt uniwersalnego gazyfikatora (GG), które powstały w wyniku dogłębnej analizy znanych rozwiązań technologicznych zgazowywania określonych surowców i badań własnych.

Projekt wprowadza innowacyjne zmiany w technologii zgazowania różnych rodzajów wsadu i łączy je w jeden kompleks energetyczny, co pozwala na uzyskanie większej wydajności energetycznej i zmniejszenie kosztów wytwarzania energii oraz produkcję dodatkowych komponentów przydatnych w branży chemicznej.

Opracowane know-how w technologii zgazowania jest naszą własnością intelektualną i łącznie z projektem gazyfikatora uniwersalnego (GG) będzie przedmiotem patentów.

Spodziewany czas realizacji projektu: 12-18 miesięcy, koszt realizacji projektu

reklama

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

i prototypu ok. 10 mln PLN, przewidywany koszt produkcji seryjnej gazyfikatora około 5 000 000 PLN.

Zastosowanie technologii zgazowania umożliwi utylizację i przetwarzanie odpadów, takich jak: osady ściekowe, odpady z zakładów produkcji mięsa i farm drobiu oraz innych rodzajów biomasy itp., które szacowane są w milionach ton.

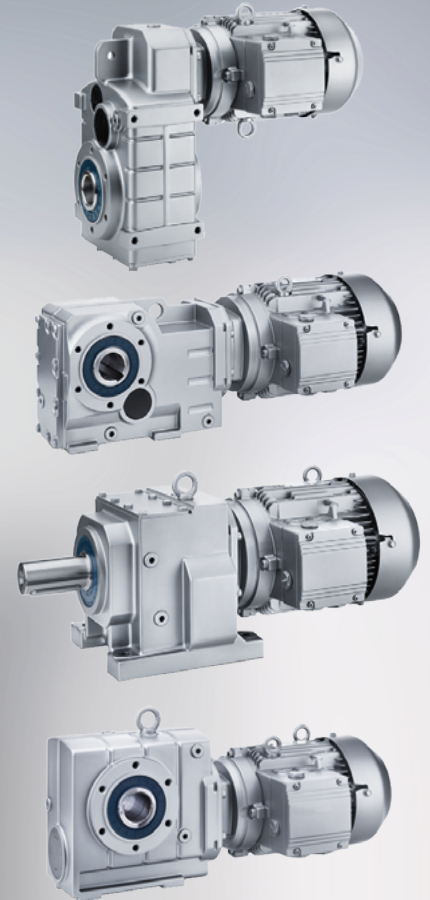
Prototyp przemysłowy może być wprowadzony na rynek w ciągu 2 lat.

Przewidywani odbiorcy:

- przemysł wykorzystujący technologie oparte na energii elektrycznej lub ciepłej,
  - ciepłownie miejskie i wiejskie, przedsiębiorstwa ciepłownicze.
  - przedsiębiorstwa prowadzące gospodarkę odpadami, oczyszczalnie ścieków wytwarzające muły osadowe.
- Zastosowanie uniwersalnego gazyfikatora nie wymaga zmian w sieci odbioru gazu, jak również nie wymaga zmian w konstrukcjach gazogeneratorów, a skład gazu bez żywic zwiększy ich żywotność o 50%.

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**  
ELEKTRISCHE ANTRIEBSTECHNIK  
MOTOX/MOTOX<sup>®</sup>-N

**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](http://www.steinlenpolska.pl)

# Sterowanie miejscem i ruchem na parkingu przy wykorzystaniu siatki LED

Aleksandra Latos, Jerzy Mikulik

**Streszczenie:** W publikacji opisano jeden z kluczowych elementów nowego inteligentnego systemu zarządzania, który odpowiedzialny jest za wizualną komunikację z kierowcą, wskazywanie miejsca parkingowego i wyświetlanie komunikatów świetlnych dotyczących dojazdu. Dla nowego rozwiązania parkingu o rekonfigurowalnej strukturze konieczne jest zastosowanie specjalnej siatki LED, która będzie mogła wyświetlać na powierzchni parkingu aktualne rozwiązanie, co do liczby i wielkości miejsc oraz ich wzajemne ustawienie. Siatka LED, która została opisana ma punkty świetlne umieszczone w aluminiowych listwach montażowych w zewnętrznej warstwie parkingu. Punkty mogą świecić w różnych kolorach światłem ciągłym lub przerywanym według potrzeb. Parametr tej siatki to 250 mm, czyli odległość wzajemnie sąsiadujących punktów od siebie, w osi X oraz Y. System siatki LED pozwala nie tylko na podświetlenie wybranego wolnego miejsca dla kierowcy, ale również na wyświetlanie wskazań co do dojazdu na drodze wewnętrznej/manewrowej parkingu.

**Słowa kluczowe:** Siatka LED, zarządzanie parkingiem, komunikaty świetlne, konfigurowalne miejsce parkingowe

**Abstract:** The publication describes one of the key elements of the new intelligent management system responsible for visual communication with car driver, indicating the parking space and displaying light messages regarding the directions. For a new parking solution with a reconfigurable structure, it is necessary to use a special LED grid that will be able to display the current solution regarding the number and size of places and their mutual arrangement on the surface of the parking lot. The LED grid that has been described has light points placed in aluminum mounting strips in the outer layer of the parking ground. The points can shine in different colors with continuous or intermittent light as needed. The parameter of this grid is 250mm, i.e. the distance between adjacent points in the X and Y axes. The LED grid system allows not only to highlight the selected free space for the driver, but also to display directions on the internal/maneuvering road of the car park.

**Keywords:** LED grid system, parking management, light informations, configurable parking space

## Wprowadzenie

W obecnych czasach, gdzie coraz większy udział w trybie zatrudnienia ma praca hybrydowa (stosunek mieszany pracy z domu i pracy z biura) kluczową kwestią jest maksymalizacja użytecznej (w rozumieniu ilościowym) przestrzeni parkingowej, dopasowanej do aktualnego zapotrzebowania. Pojazdy przybywają na parking o różnej godzinie i różnie z niego wyjeżdżają, różny jest też czas zajmowania miejsca na parkingu i różne są preferencje kierowców i ich umiejętności parkowania. Przedstawione rozwiązanie siatki diod LED pozwala, w połączeniu z inteligentnym systemem zarządzania, który jest przedmiotem rozprawy doktorskiej współautorki, na zmaksymalizowanie chwilowej liczby miejsc parkowania w niejednorodnym przepływie pojazdów.

Ze względu na innowacyjny charakter pracy naukowej Współautorki oraz wysoki potencjał wdrożeniowy, jaki kwalifikuje rozwiązanie do ochrony intelektualnej poprzez zgłoszenia patentowe, niemożliwe jest szczegółowe przedstawienie struktury działania inteligentnego zarządzania parkingiem. Co jest kluczowe, to przedstawiona w publikacji siatka diod LED, która jest układem graficznego wyświetlania wskazanej przez algorytm chwilowej konfiguracji parkingu, jaka uwzględnia zapotrzebowanie na danej wielkości pojazdy, w danym czasie, dodatkowo monitoruje ich czas potencjalnego opuszczenia przestrzeni parkingowej. Dla założonego parkingu istnieją określone wymagania podstawowe, co do rozmieszczenia

pojazdów tak, aby zawsze znalazły się na parkingu miejsca dla osób niepełnosprawnych oraz miejsca do ładowania pojazdów elektrycznych przy stacjach do ładowania EV. Utrzymana zostaje odpowiedniej szerokości droga wewnętrzna i, jeśli jest to konieczne, droga przeciwpożarowa lub trakt dla pieszych.

W obszarze zarządzania parkingiem i innowacji co do sterowania poszczególnymi funkcjami na parkingu mamy wiele aktualnych publikacji. W publikacji [1] opisano system przydzielenia miejsca dla pojazdu wjeżdżającego na parking w oparciu o jego wymiar zmierzony podczas wjazdu. W publikacji [2] pokazano zintegrowany z systemami GPS system wspierania wyszukiwania miejsca parkingowego w danej lokalizacji. System uwzględnia położenie pojazdu i pozwala na szybkie wskazanie wolnego miejsca w celu ograniczenia czasu poszukiwania miejsca sposobem wizualnym lub rezerwacyjnym przez dostępne źródła internetowe. W publikacji [3] opisano podstawowe pojęcia systemu rezerwacji miejsc parkingowych oraz systemu zarządzania przychodami parkingowymi. Zaproponowano „inteligentny” system sterowania inwentaryzacją miejsc parkingowych oparty na połączeniu logiki rozmytej i techniki programowania całkowitoliczbowego „on-line”, które podejmują decyzję o przyjęciu lub odrzuceniu wniosku nowego kierowcy, który chce zaparkować na parkingu. W publikacji [4] opisano zarządzanie parkingiem w oparciu o analizę obrazu, która opiera się o inteligentny system detekcji. Proponowany system przechwytuje i przetwarza zaokrąglony obraz narysowany na parkingu i generuje informacje o wolnych miejscach

parkingowych. W tej pracy kamera służy jako czujnik do robienia zdjęć pokazujących zajętość parkingów.

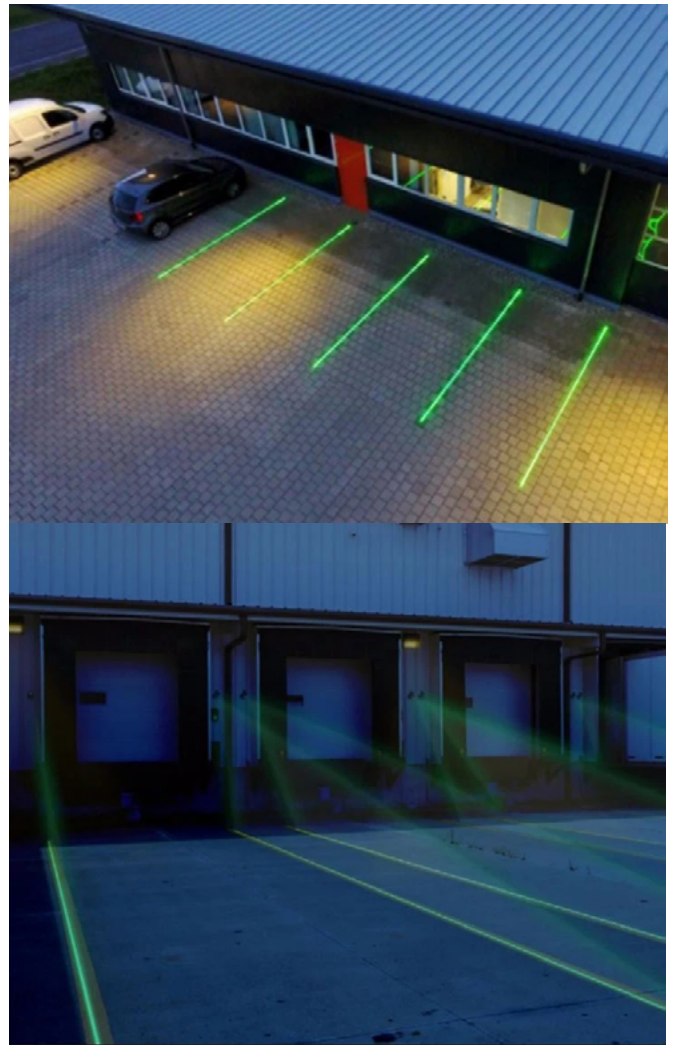
Z kolei w patencie [5] przedstawiono opis idei rozwiązania oraz bardzo ogólny algorytm opisu działania systemu. System ten opierać się ma na danych rzeczywistych zebranych podczas wjazdu pojazdu X na parking poprzez system laserowy, jaki mierzy wymiary auta w celu dopasowania najlepszego miejsca. Natomiast w publikacji [6] opisano działanie inteligentnego systemu zarządzania, jaki bazuje na siatce umieszczonej na parkingu. Jest to publikacja autorów, która przedstawia ogólne idee, co do inteligentnego zarządzania miejscem parkingowym ukierunkowane na maksymalizację wykorzystania powierzchni parkingu w czasie. Również w publikacji [7] autorzy przedstawiają innowacyjne rozwiązanie parkowania naprzemiennego, jakie pozwala na zaoszczędzenie miejsca w obszarze użytecznej powierzchni parkingu. Żadna z przytoczonych powyżej publikacji nie traktuje bezpośrednio o problemie wyświetlania komunikatów świetlnych i linii pozycyjnych oznaczających wydzielony obszar nazywany miejscem parkingowym.

### Siatka LED – założenia techniczne

Istnieją na rynku rozwiązania z wykorzystaniem świetlnych wskazań miejsca parkingowego (jego wymiary/zakresy) lub wskazań dojazdu do miejsca. Nie są to jednak rozwiązania, jakie zapewniają pełną konfigurowalność powierzchni parkingu w oparciu o założenia planu rozmieszczenia miejsc na dany przedział czasowy, z uwzględnieniem typu pojazdu i czasu jego przebywania w strefie parkowania. W rozwiązaniu pokazanym na rys. 1 punkty świetlne LED wspomagają kierowcę w parkowaniu, wskazując mu tor jazdy. W rozwiązaniu drugim pokazanym na rys. 2 istnieją wyświetlane linie miejsca parkingowego za pomocą wskaźników laserowych, o zintensyfikowanej wiązce światła. Rozwiązanie to daje możliwość zmian szerokości miejsca parkowania w przypadku programowalnych emiterów światła. Nie daje jednak możliwości pełnej zmiany miejsc ustawienia linii pod kątem  $90^\circ$  lub wskazań progresywnych. Na kolejnym rysunku są też pokazane oprawy najazdowe (rys. 3.), jakie można stosować do powierzchni przeznaczonych dla ruchu pojazdów. Są to rozwiązania dające możliwość zmiany koloru i natężenia światła, jednak nie można w nich zastosować punktów świetlnych pozycyjnych i nie można łączyć ich w siatki zespolone do wyświetlania wskazań obszarowych.



Rys. 1. Ledowe oznaczenie poziome na parkingach, źródło: [8]



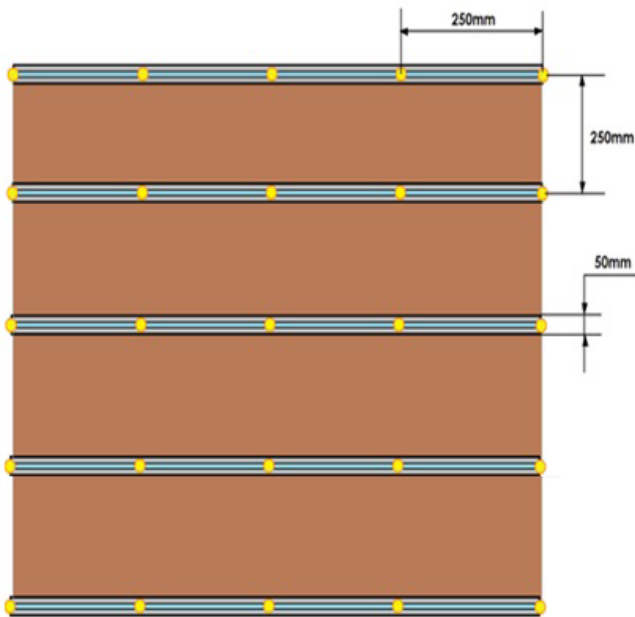
Rys. 2. Linie świetlne miejsc parkingowych, źródło: [9]



Rys. 3. Oprawa najazdowa LED, źródło: [10]

Rozważając powierzchnię parkingu jako obszar do zagospodarowania na miejsca postojowe z systemem wspomagania parkowania, z wykorzystaniem siatki LED, należy rozważyć podstawowy parametr tej siatki, czyli wzajemne rozmieszczenie punktów świetlnych względem siebie, co przekłada się na liczbę punktów świetlnych na  $1\text{m}^2$ . Po optymalizacji liczbowej wskazano na najkorzystniejsze rozwiązanie, czyli odległość  $25\text{ cm}$  wzajemnego sąsiedztwa punktów świetlnych w osi X oraz Y, jakie jest bardzo korzystne ze względu na liczbę punktów świetlnych, gdzie na  $1\text{m}^2$  przypada jedynie 25 punktów. Zakładając, że punkty umieszczone są w listwach aluminiowych, wystąpi liniowe ułożenie profili co  $25\text{ cm}$ , czyli 5 profili na  $1\text{ m}$ .

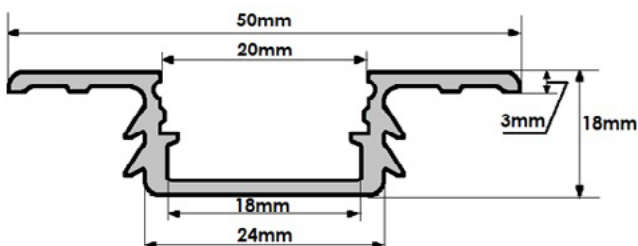
Rozwiązanie drugie zakłada rozbudowę parametru siatki do odległości 10 cm wzajemnego sąsiedztwa punktów świetlnych w osi X oraz osi Y, co daje liczbę 121 punktów świetlnych na 1m<sup>2</sup>. Zakładając, że punkty umieszczone są w listwach aluminiowych, wystąpi liniowe ułożenie profili co 10 cm, czyli 11 profili na 1 m. Kluczowe dla obu rozwiązań jest, aby odległość spełniała wymagania co do budowy poszczególnych miejsc parkowania, drogi wewnętrznej i wyświetlania programowalnych komunikatów ułatwiających, bądź wskazujących dojazd do miejsca wyznaczonego, jako docelowe dla danego pojazdu. Poniżej na rys. 4 pokazano rozmieszczenie profili montażowych listwy na 1 m<sup>2</sup>.



Rys. 4. Rozmieszczenie listwy aluminiowej na 1 m<sup>2</sup>, z założeniem ułożenia punktów świetlnych co 25 cm, źródło: opracowanie własne

Rozwiązanie tzw. zatapianej siatki punktów świetlnych bazuje na aluminiowych listwach LED jakie są odpowiednio zamocowane w powierzchni parkingu.

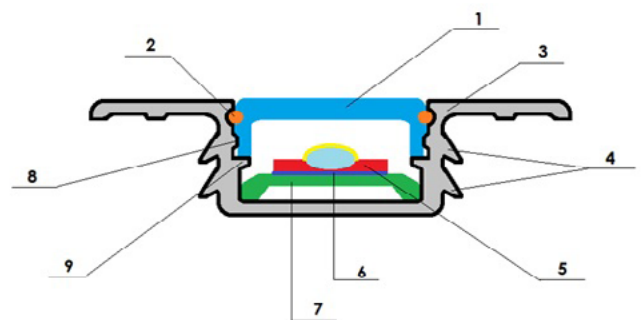
Poniżej na rys. 5 pokazano przykładowy przekrój listwy aluminiowej dla tego rozwiązania. Geometria listwy jest specjalnie zaprojektowana pod rozwiązanie będące przedmiotem rozprawy i opiera się na wyciskaniu na gorąco profilu aluminiowego serii 6XXX, jaki potem będzie poddany procesowi anodowania lub malowania proszkowego na matowy kolor, czarny lub szary. Listwa od góry będzie blokowana przykryciem liniowym z przezroczystego tworzywa sztucznego o zwiększonej grubości, w celu minimalizacji uszkodzeń. W rozwiązaniu dodatkowo zaproponowano uszczelki wciskowe, aby do



Rys. 5. Projekt wyciskanej listwy LED do zatapiania w zewnętrznej warstwie parkingu, źródło: opracowanie własne

listwy nie dostawała się wilgoć i zanieczyszczenia, jakie mogą powodować zwarcie w instalacji. Profile aluminiowe łączone są specjalnym łącznikiem z listwami początku i końca instalacji.

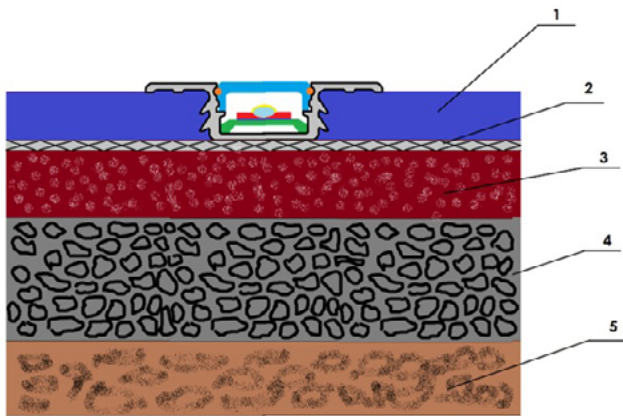
Poniżej na rys. 6 pokazano przekrój przez przykładowy układ montażu aluminiowej listwy z zespołem elementów dodatkowych. Należy zwrócić uwagę na przestrzeń poniżej elementu nr 7, która ma w razie konieczności zbierać skropliny przy podwyższonej wilgotności. Co 2 m listwy będzie otwór wentylacyjny, który będzie dawał możliwość odparowania skroplin. Elementy nr 4 zabezpieczają profil w podłożu i zapewniają odpowiednie trzymanie się w warstwie wierzchniej parkingu. Element nr 9, jest to półka podporowa do maskownicy. Element nr 2 to uszczelka owalna. Element nr 5 to wodoodporna taśma Led IP68+ o szerokości 9,6 mm. Tego typu taśma produkowana jest metodą ekstrudowania, co zapewnia odpowiednią izolację elektroniki od warunków zewnętrznych.



Rys. 6. Przekrój przez zmontowany układ listwy LED, gdzie: 1- maskownica z tworzywa sztucznego, 2- uszczelka, 3- kołnierz oporowy, 4- ząbki zabezpieczające, 5- wodoodporna taśma LED, 6- klej wodoodporny, 7- podstawka pod taśmę LED, 8- zabezpieczenie maskownicy, 9- półka dla maskownicy, źródło: opracowanie własne

Poniżej na rys. 7 pokazano przekrój przez układ montażu aluminiowego zespołu listwy LED w podłożu parkingu. W pierwszym kroku przygotowuje się warstwę gruntową 5, która powinna składać się z ubitych i zagęszczonych zagęszczarką kamieni oraz lepiszcza w postaci piasku i żwiru, możliwe jest też cementowanie tej warstwy. Zalecana grubość, to zakres 20-40 cm, a zalecany skład, to kruszywo łamane i stabilizowane mechanicznie. Warstwa 4 jest warstwą stałą i składa się z ubitego cementowanego żwiru z drobnym kamieniem. Zalecana grubość to ok. 15 cm, a skład to kruszywo łamane stabilizowane mechanicznie 0/31,5 mm lub beton B10 układany w stanie półsuchym i stabilizowany mechanicznie. Warstwa podporowa 3 jest warstwą cementową z betonu B10. Warstwa 2 to zatapiana siatka stabilizująca, może być stalowa lub z tworzywa. Grubość tej warstwy to ok. 5 mm. Warstwa 1 to wypełnienie zewnętrzne z mieszanki asfaltowej lub betonowej, w której podczas zalewania układane są listwy aluminiowe w postaci kratownic. Kratownice w celu stabilizacji mogą być do czasu wyschnięcia mieszanki obciążane. Poniżej warstwy 5 występuje grunt rodzimy, jednak musi on być geologicznie przebadany pod kątem jego nośności pełzania, aby stwierdzić czy możliwe jest zastosowanie płytkiej podbudowy. Należy też zwrócić uwagę na fakt zalegania śniegu na parkingu i dla krajów, gdzie występuje pora zimowa wskazane jest zastosowanie elektrycznego podgrzewania parkingu.



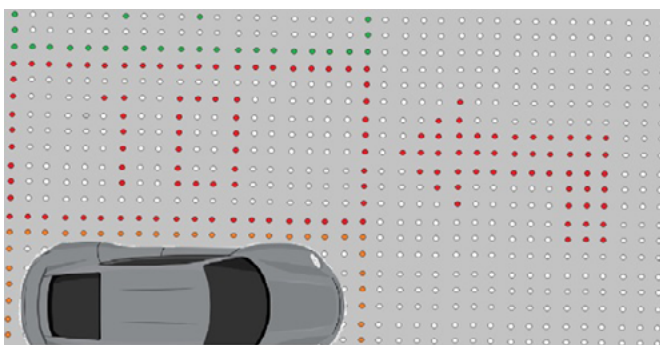


Rys. 7. Przekrój przez układ montażu listwy w podłożu na parkingu zewnętrznym, gdzie: 1- warstwa zewnętrzna, 2- siatka zbrojenia, 3- warstwa podporowa, 4- warstwa stała, 5- warstwa gruntowa, źródło: opracowanie własne

Mata grzewcza powinna wówczas zostać umiejscowiona ponad warstwą 2, a pod układem profili z oświetleniem LED.

### Siatka LED – naprowadzanie pojazdu

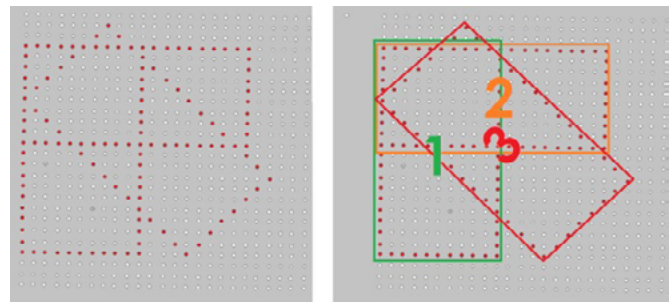
Głównym zadaniem siatki LED jest sterowanie miejscem i ruchem na parkingu. Na siatce wyświetlany jest obrys miejsca, które zostało przydzielone dla danego pojazdu wykrytego w pozycji wjazdowej. Ze względu na fakt, iż diody mogą mieć różny kolor, założono, że zajęte miejsca będą podświetlane na pomarańczowo, wolne na zielono, a miejsce wskazane na czerwono. Wskaźniki dojazdu jakie będą się zapalały na drodze wewnętrznej również będą prowadzić do miejsca w sposób następujący: wjazd i prowadzenie do ok. 5 m od miejsca wskazania będą białe (dla kontrastu z czarnym podłożem) ostatnia strzałka wskazania miejsca będzie czerwona i to ona będzie wskazywała konkretne dla pojazdu miejsce, które musi zająć. Poniżej na rys. 8 pokazano, jak na siatce będzie uwidoczniony obrys wskazanego miejsca oraz strzałka końcowa wskazująca dojazd do wybranego miejsca, w tym przypadku nr 10.



Rys. 8. Wskazanie obrysu miejsca oraz wskazanie drogi wjazdu do miejsca nr 10, źródło: opracowanie własne

Dzięki siatce LED i odpowiedniemu algorytmowi możliwe jest dowolne ustawienie miejsc na parkingu, co ilustruje rys. 9. W ten sposób algorytm może rekonfigurować dostępną przestrzeń w dowolny sposób trzymając się ustawionych zasad i reguł, co do kluczowych parametrów odległości i wzajemnego sąsiedztwa miejsc. Na rys. 9 pokazano, jak dzięki siatce można

wyświetlać miejsce w dowolnej konfiguracji kąta dla danego obszaru. Jeśli bardziej pasuje miejsce równoległe, to wstawiane przez algorytm jest miejsce równoległe, jeśli prostopadłe, to wstawiane i wyświetlane jest prostopadłe, a jeśli pod kątem np. 45°, to pokazane jest takie miejsce.



Rys. 9. Wyświetlanie miejsca parkowania pod różnym kątem: 1- 0°, 2- 90°, 3- 45°, źródło: opracowanie własne

Układ oświetlenia LED zakłada, że profile aluminiowe będą malowane proszkowo lub anodowane na kolor czarny lub szary, bez połysku (mat lub półmat), pozwoli to na zmniejszenie efektu odbicia promieni świetlnych. Dodatkowo jeśli rozwiązanie będzie stosowane na parkingu podziemnym, to nie ma dodatkowych obwarowań co do czytelności wskazań, ale jeśli będzie to parking naziemny bez zadaszenia, to należy zwrócić szczególną uwagę na obszary bez zacienienia, czy czytelność znaków świetlnych jest wystarczająca. Można w celu poprawy czytelności zastosować wiaty samochodowe lekkie (car-porty) z fotowoltaiką na dachu lub bez. Jeśli będą one miały fotowoltaikę, to poza efektem zacienienia mamy też dodatkową możliwość wytwarzania energii np. do ładowania pojazdów elektrycznych i zasilania infrastruktury parkingu. Jeśli dodamy do tego magazyn energii, to można zmagazynowaną energię wykorzystać również w nocy, kiedy nie będzie wytwarzania jej z paneli PV.

Dodatkowo układ wyświetlania sygnałów świetlnych musi mieć zasilanie awaryjne typu UPS, aby w razie braku zasilania mógł wyświetlać wskazania do momentu opuszczenia parkingu przez pojazdy na nim się znajdujące. Zakładany czas awaryjnej pracy to min. 2 h.

Układ musi też co minimum 24 h sprawdzać działanie wszystkich sektorów pola świetlnego. Obszar parkingowy podzielony jest na sektory po 5 m<sup>2</sup> i program o ustalonej godzinie np. 2:00 w nocy weryfikuje, czy żaden z elementów nie ma zwarcia lub się nie wypalił, aby zagwarantować poprawne działanie w kolejnym dniu. Układ monitoruje opór elektryczny i pobór prądu w sektorze. Znając przedziały normalne jest w stanie wyłączyć nieprawidłowości w działaniu. Jeśli wykryje nieprawidłowość zgłasza informacje do obsługi, że w sektorze XY jest wynik poza normą, co świadczy o niezgodności i wyświetla komunikat o treści programowalnej. Wtedy dział elektryczny i dział obsługi IT zajmują się tym problemem.

Kolejnym ważnym aspektem jest również zdublowanie informacji wizyjnej jaka trafia do parkującego. W tym celu system wyświetla na monitorze przy szlabanie lub bramie wjazdowej miejsce, które zostało przydzielone kierowcy, aby sam już na początku wiedział, gdzie się kierować w razie zmniejszonej czytelności sygnałów świetlnych z układu oświetlenia LED.

W przyszłości możliwe będzie również rozszerzenie systemu o aplikację i kierowca dostanie w aplikacji mapkę ze wskazanym miejscem, co też w razie problemów ułatwi dojazd i zajmowanie odpowiedniego miejsca.

W przypadku wyświetlania znaków ruchomych wskazujących dojazd do wybranego miejsca można sterować kolorem oznaczenia lub częstotliwością wyświetlania tak, aby zwiększyć czytelność nawet w słoneczny dzień.

W przypadku tego typu komunikacji systemu z kierowcą dużą rolę odgrywa czystość nawierzchni parkingu i o to również należy zadbać, szczególnie w przypadku deszczowych dni lub gdy na parking jest nawiewany piach lub liście. Kluczowe też jest odśnieżanie parkingu zimą za pośrednictwem odśnieżarek pługowych wyposażonych w gumowe zabezpieczenia pługa czołowego lub wleczonego. Wskazane jest zastosowanie podgrzewania parkingu.

### Podsumowanie

W dobie szeroko rozbudowanej cyfryzacji i wirtualizacji przestrzeni w postaci obiektów należy pamiętać również o rozwiązaniach, jakie nie wymagają od kierowcy posiadania rozbudowanej elektroniki w swoim pojeździe, bez znaczenia czy jest ona seryjna, czy dodatkowo zamontowana. Idea jaka przyświeca inteligentnemu zarządzaniu parkingiem pozwala stworzyć programowalny system zarządzania połączony z siatką LED zatopioną w powierzchni parkingu. Takie rozwiązanie powstaje, a opisana w tym artykule siatka jest jednym z jego elementów. Jest układem wizualnej projekcji założeń rozmieszczenia pojazdów na daną godzinę oraz układem świetlnego wskazania drogi dla pojazdu. Pomysł może być i zapewne będzie rozwijany w przyszłości pod kątem wyposażenia systemu w szereg czujników i lokalizatorów dający możliwość wyświetlania informacji centralnie przed pojazdem bez znaczenia z jaką prędkością się porusza oraz informacji o źle zajęтым miejscu (najechnaniu na linię lub wykroczeniu poza wskazany obszar). Sterowanie miejscem i ruchem na parkingu z wykorzystaniem siatki LED opiera się na wyświetlaniu linii jakie określają wymiar miejsca, które zostało przydzielone dla kierowcy. Kolor linii zależy od aktualnego statusu miejsca. Zarządzanie ruchem to wyświetlanie znaków wskazujących dojazd do wybranej lokalizacji i jednoznaczne wskazanie miejsca oraz sposobu jego zajmowania (przodem lub tyłem), co jest ważne jeśli parking ma dodatkową użyteczność poprawiającą wykorzystanie powierzchni nazywaną „Reverse parking system”. Siatka LED jest montowana poprzez zatopienie w zewnętrznej warstwie parkingu (jest z nią częściowo zintegrowana). Poprzez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji szyn aluminiowych możliwe jest bezpieczne poruszanie się po parkingu pojazdów przekraczających DMC 3500 kg. System siatki sam potrafi się sprawdzać pod kątem integralności poprawności działania, sam wykryje usterkę i poinformuje o niej osoby odpowiedzialne. Przedstawione rozwiązanie siatki jest uniwersalne, pasuje zarówno do parkingów podziemnych, jak i naziemnych. Może być zasilane z sieci z dodatkowym obwodem awaryjnym UPS lub z banków energii. Dzięki zastosowaniu siatki algorytm programu

sterującego może w dowolnej chwili zmienić konfigurację parkingu w razie potrzeby tak, aby utrzymywać maksymalną wydajność parkingu, co przekłada się na oszczędności dla firmy.

### Bibliografia

- [1] D. Bhanu Priya, V. Raghavendra Rao, i C. Vasanth Kumar, „Intelligent parking system”, *International Journal of Recent Technology and Engineering*, t. 8, nr 2 Special Issue 3, s. 550–553, lip. 2019, doi: 10.35940/ijrte.B1100.0782S319.
- [2] Y. Geng i C. G. Cassandras, „A new “Smart Parking” System Infrastructure and Implementation”, *Procedia Soc Behav Sci*, t. 54, s. 1278–1287, paź. 2012, doi: 10.1016/J.SBSPRO.2012.09.842.
- [3] D. Teodorović i P. Lučić, „Intelligent parking systems”, *Eur J Oper Res*, t. 175, nr 3, s. 1666–1681, grudz. 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2005.02.033.
- [4] H. Al-Kharusi i I. Al-Bahadly, „Intelligent Parking Management System Based on Image Processing”, *World Journal of Engineering and Technology*, t. 02, nr 02, s. 55–67, 2014, doi: 10.4236/wjet.2014.22006.
- [5] Tien-Ping Liu, „Intelligent Parking System”, U.S. Patent US 2017/0341640 A1, 30 listopad 2017 Dostęp: 20 czerwiec 2023. [Online]. Dostępne na: <https://patents.google.com/patent/US20170341640A1/>
- [6] A. Latos i J. Mikulik, „Hybrydowa koncepcja sterowania parkingiem ze zmienną konfiguracją”, w *Nowoczesne metody i narzędzia w inżynierii produkcji i zarządzania*, Dudek Marek, Red., Kraków: Wydawnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej, 2021, s. 49–67.
- [7] A. Latos i J. Mikulik, „Alternatywny system parkowania”, w *Nowe rozwiązania techniczne, organizacyjne i informatyczne w transporcie*, Józef Stokłosa, Red., Lublin: Innovatio Press Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji, 2020, s. 65–78.
- [8] <https://www.lec-expert.com/topics/led-car-park-marking--where-safety-meets-innovation> (dostęp 27 czerwiec 2023).
- [9] <https://bg.maxtreegroup.com/hot-product/parking-lot-virtual-laser-line-light.html> (dostęp 27 czerwiec 2023).
- [10] [https://allegro.pl/oferta/listwa-led-50cm-ip68-podjazd-garaz-chodnik-parking-13142628442?utm\\_feed=aa34192d-eee2-4419-9a9a-de66b9dfae24&utm\\_term=test&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=\\_dio\\_ogrod\\_pla\\_pmax&ev\\_campaign\\_id=17967348638&gclid=CjwKCAjwkeqkBhAnEiwA5U-uM\\_8Bh7Gf5tXpds0McTgLMAsvzt8nw6inEIOZNLc7\\_RHP\\_mASWxsiRRoCETAQAvD\\_BwE](https://allegro.pl/oferta/listwa-led-50cm-ip68-podjazd-garaz-chodnik-parking-13142628442?utm_feed=aa34192d-eee2-4419-9a9a-de66b9dfae24&utm_term=test&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=_dio_ogrod_pla_pmax&ev_campaign_id=17967348638&gclid=CjwKCAjwkeqkBhAnEiwA5U-uM_8Bh7Gf5tXpds0McTgLMAsvzt8nw6inEIOZNLc7_RHP_mASWxsiRRoCETAQAvD_BwE) (dostęp 27 czerwiec 2023).

mgr inż. Aleksandra Latos,  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,  
Szkoła Doktorska AGH,  
ABP Investments Sp. z o.o.,

prof. dr hab. inż. Jerzy Mikulik  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania,

# 36. Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB® 2023 odbędą się w dniach 12-14 września 2023

Tegoroczne Targi ENERGETAB zbliżają się wielkimi krokami. Udział w targach to doskonała okazja do nawiązania bezpośrednich kontaktów biznesowych między wystawcami a projektantami, dostawcami usług i czołowymi przedstawicielami przedsiębiorstw energetycznych – zarówno z Polski jak i z zagranicy.

ENERGETAB to największe w Polsce targi nowoczesnych urządzeń i technologii dla przemysłu energetycznego, zarówno konwencjonalnego jak i opartego na odnawialnych źródłach energii. Jest to zarazem jedno z najważniejszych spotkań czołowych przedstawicieli sektora elektroenergetycznego.

Na targach ponad 400 wystawców zaprezentuje najnowsze i innowacyjne

urządzenia, aparaty, konstrukcje oraz systemy automatyki służące bardziej efektywnemu i przyjaznemu dla środowiska wytwarzaniu, dostarczaniu i użytkowaniu energii elektrycznej.

Targi ulokowane są na prawie 4 ha terenu rekreacyjnego u podnóża Szyndzielni i Dębowca zarówno w hali wielofunkcyjnej, jak i w siedmiu halach

namiotowych oraz na terenach otwartych, na których wystawcy mają możliwość ekspozycji wielkogabarytowych oraz ciężkich eksponatów.

Targom towarzyszyć będą konferencje, specjalne ekspozycje w strefach OZE, elektromobilności oraz seminaria i warsztaty realizowane przez wystawców. Będzie to zatem doskonałe forum do debat na tematy aktualnych kierunków rozwoju branży elektroenergetycznej w świetle wyzwań jakie stawia przed nami konieczność transformacji energetycznej.

Tradycyjnie podczas targów odbędzie się konkurs nagradzający prestiżowymi medalami i pucharami „szczególnie wyróżniające się produkty” zgłoszone przez wystawców.

Po więcej szczegółowych informacji zapraszamy na stronę <http://energetab.pl/>.

reklama

**36. MIĘDZYNARODOWE ENERGETYCZNE TARGI BIELSKIE**  
**BIELSKO-BIAŁA INTERNATIONAL POWER INDUSTRY FAIR**

**12-14.09.2023**

**ENERGETAB®**



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

 **Targi**  
z rekomendacją  
Polskiej Izby Przemysłu Targowego

# Układ zasilania i sterowania podwieszono- ciągnika akumulatorowego typu CA-190

Rafał Konsek, Rafał Walisko, Andrzej Krawczyk

**Streszczenie:** W artykule scharakteryzowano układ zasilania i sterowania podwieszono-  
ciągnika akumulatorowego CA-190 zasilanego z akumulatora litowego typu VOLTER. Ciągnik akumulatorowy CA-190 z akumulatorem litowym typu VOLTER jest innowacyjną konstrukcją wpisującą się w aktualne tendencje rozwojowe transportu w światowym górnictwie. Własne źródło zasilania eliminuje stosowanie przewodów zasilania elektrycznego bądź hydraulicznego, które ograniczały zasięg stosowania ciągnika. Nowatorskim rozwiązaniem jest sposób ładowania akumulatora w czasie postoju, bezpośrednio z kopalnianej sieci elektroenergetycznej. Stosowanie akumulatorów jako źródła energii ogranicza negatywny wpływ na atmosferę kopalnianą poprzez brak emisji spalin oraz znaczne zmniejszenie generowanego hałasu i ciepła. Wdrożenie ciągników CA-190 przyczynia się do zwiększenia efektywności wykonywanych prac oraz wpływa na poprawę bezpieczeństwa pracy załóg górniczych i ergonomii pracy. W artykule przedstawiono system sterowania ciągnika CA-190 oraz kierunki jego dalszego rozwoju.

**Słowa kluczowe:** napęd elektryczny, pojazd elektryczny, zasilanie akumulatorowe

## Power supply and control system for battery-powered monorail type CA-190

**Abstract:** The article describes the power supply and control system of the CA-190 suspended battery monorail powered by VOLTER lithium battery. Battery monorail CA-190 powered by VOLTER lithium battery is an innovative construction consistent with current trends in the development of transport in the global mining industry. Its own power source eliminates the need for electric cables or hydraulic hoses that limited the monorail's range. An innovative solution is the method of charging the battery during standstill, directly from the mine's power grid. The use of batteries as an energy source limits the negative impact on the mining environment by not emitting exhaust fumes and significantly reducing noise and heat emission. The use of the CA-190 monorail contributes to increasing the efficiency of the performed works and improves the work safety of the mining crews and ergonomics. The CA-190 control system and the directions of its further development are presented.

**Keywords:** electric drive, electric vehicle, battery power supply

## Wstęp

Systemy transportu z elektrycznym napędem akumulatorowym są w ostatnich latach jednym z kluczowych obszarów produkcji firmy Becker-Warkop Sp. z o.o. W 2014 roku został zaprojektowany i wyprodukowany, a następnie dopuszczony i wdrożony w kopalniach pierwszy podwieszony Ciągnik Manewrowy Akumulatorowy typu CMA-190 (rys.1).

Ciągły rozwój technologii, w szczególności w zakresie akumulatorów sprawił, że ciągnik CA-190 poddawany jest ciągłym modernizacjom, realizując tym samym coraz to bardziej skomplikowane wymagania stawiane przez użytkowników.

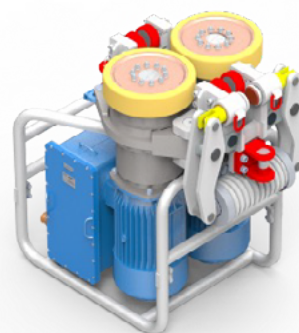


Rys.1 Ciągnik manewrowy akumulatorowy typu CMA-190

## 2. Ciągnik akumulatorowy typu CA-190

### 2.1 Budowa

Pierwszy podwieszony ciągnik akumulatorowy w wersji manewrowej (rys.1) zbudowano w oparciu o dwa wózki napędowe, jednostkę pomocniczą oraz zespół akumulatora typu BWZA. Sterowanie ciągnika w wersji manewrowej zrealizowano za pomocą przewodowej kasy sterowniczej lub pilota radiowego. Zespół akumulatora stanowiła obudowa budowy wzmocnionej, wewnątrz której umieszczono akumulatory. Napęd (rys.2) składa się z kół ciernych, układu hamulcowego oraz silników o mocy 11 kW zintegrowanych z falownikami. Zaletą takiego układu napędowego jest bardzo szybka rekonfiguracja ilości napędów ciągnika, dostosowana do aktualnych potrzeb eksploatacyjnych.



Rys.2 Napęd elektryczny

Jednostka pomocnicza, stanowiąca agregat hydrauliczny zbudowana jest w oparciu o silnik elektryczny z zintegrowanym falownikiem oraz pompę hydrauliczną. Następnie ciągnik CMA-190 rozbudowano o kabiny operatora (rys.3) tworząc tym samym Ciągnik Akumulatorowy CA-190.



Rys.3 Ciągnik akumulatorowy typu CA-190

W 2020 roku wdrożono nową baterię typu VOLTER, w którym wykorzystano ogniwa litowe. Zastosowanie baterii typu VOLTER umożliwiło również rozbudowę ciągnika CA-190 o dodatkowe napędy elektryczne z max. 2 do max. 4 (rys.4).



Rys.4 Ciągnik akumulatorowy typu CA-190 z baterią typu VOLTER

Obecnie ciągnik akumulatorowy typu CA-190/X/Y/Z (gdzie X-ilość napędów, Y-ilość kabin operatora, Z – typ zastosowanego akumulatora) stanowi jednostkę napędową dla zespołów transportowych kolejek podwieszonych stosowanych w transporcie elementów maszyn, materiałów oraz przewozu ludzi [1].

## 2.2 Układ zasilania i sterowania

Zastosowana w ciągniku CA-190 bateria typu BWZA lub typu VOLTER służy do zasilania maszyny. W tabeli 1 przedstawiono podstawowe parametry tych baterii.

Z powyższej tabeli wynika, że wdrożenie baterii typu VOLTER w ciągniku akumulatorowym typu CA-190 pozwala na uzyskanie ponad dwukrotnie większej energii w stosunku do baterii BWAZ, co przekłada się na dłuższy czas użytkowania maszyny na jednym ładowaniu. Mimo zabudowania baterii litowych wraz z ładowarką w osłonie budowy ognioszczelnej „d”, udało się zredukować masę o 6%. Zintegrowana z akumulatorem ładowarka umożliwia ładowanie ogniw bezpośrednio z kopalnianej sieci elektroenergetycznej o napięciu trójfazowym 500V/660V AC, co niewątpliwie jest atutem wprowadzonego rozwiązania. Podłączenie z siecią kopalnianą jest zrealizowane poprzez znajdujące się w osłonie ognioszczelnej szybkozłącze, które przyspiesza proces podłączenia/odłączenia. Czas ładowania został znacznie skrócony w stosunku do baterii typu BWZA i wynosi dla baterii VOLTER maksymalnie do 4 godzin.

Układ napędowy ciągnika CA-190 umożliwia pracę z rekupeacją energii, tj. odzyskiem energii z powrotem do akumulatora podczas jazdy po upadzie lub podczas hamowania. W szczególnym przypadku, ciągnik CA-190 może być wyposażony w opracowany i wdrożony w firmie Becker-Warkop Sp. z o.o. moduł rozproszenia energii typu BMWRE. Moduł BMWRE umożliwia poruszanie się ciągnika CA-190 po upadzie z naładowaną do pełna baterią. Wytwarzana z energii kinetycznej energia elektryczna jest w tym przypadku rozpraszana w postaci ciepła.

Nowatorskim rozwiązaniem wykorzystanym w ciągniku typu CA-190 jest zastosowanie mobilnego oświetlenia (rys.5), które umożliwia zastąpienie oświetlenia stacjonarnego dworców osobowych i materiałowych, poprzez korzystanie z lamp zabudowanych na kabinach osobowych oraz zestawach transportowych. Zastosowanie tego sposobu oświetlenia oraz możliwość jego wykorzystania zarówno na stacjach, jak i na całej długości trasy przejazdu ciągnika przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa oraz efektywności ekonomicznej i energetycznej zakładu górniczego. Standardowe stosowane powszechnie w kopalniach stacjonarne oświetlenie stacji materiałowo-osobowych wymaga ciągłego przebudowywania wraz z postępem robót.

Parametr	BWZA	VOLTER
Typ akumulatora	VRLA	litowy
Rodzaj konstrukcji budowy przeciwybuchowej	Ex e	Ex d
Pojemność znamionowa ogniów	190 Ah	277 Ah
Napięcie znamionowe ładowania	440 V AC zestaw ładowania BWZT	500VAC / 660 V AC z sieci zasilającej
Energia	65,6 kWh	140 kWh
Czas ładowania	8 h	4 h
Cykle ładowania (80% DOD)	800	3000
Masa	3200 kg	3000 kg
Wymiary	1100 x 800 x 2450 mm	1000 x 800 x 2500 mm

Tabela 1 Podstawowe parametry techniczne baterii typu BWZA i VOLTER



Rys.5 Mobilne oświetlenie

Ciągnik typu CA-190 umożliwia alternatywne logowania operatora zamiast wprowadzania kodu PIN poprzez klucz elektroniczny RFID (rys.6) i zabudowany na maszynie czytnik. Klucze są przypisane do każdego z uprawnionych operatorów.



Rys.6 Klucz RFID

Pełen podgląd parametrów pracy ciągnika jest prezentowany na wyświetlaczu HMI zlokalizowanym na obudowie baterii oraz w kabinach operatora. Na rysunku 7 przedstawiono przykładowy wygląd głównej synoptyki.

W budowie ciągnika typu CA-190 zastosowano również innowacyjne rozwiązania bazujące na rozwiązaniach Przemysłu 4.0. Dzięki zastosowaniu rejestratora danych oraz modułów komunikacyjnych istnieje możliwość nawiązania łączności pomiędzy ciągnikiem i iskrobezpiecznym tabletem/smartfonem poprzez transmisję Wi-Fi. Po nawiązaniu połączenia pomiędzy ciągnikiem, a tabletem/smartfonem wyświetlana jest



Rys.7 Synoptyka parametrów pracy ciągnika typu CA-190

wizualizacja parametrów pracy ciągnika na ekranie urządzenia mobilnego (rys.8). Istnieje również możliwość przedstawiania na tablecie/smartfonie kolejnych plansz wizualizacji. Stosowanie urządzenia mobilnego jest uzasadnione, gdy ciągnik typu CA-190 występuje w wersji manewrowej (bez kabin operatora), a obsługa nie ma możliwości podglądu parametrów na wyświetlaczu, np. gdy ciągnik znajduje się na wysokim odcinku trasy.



Rys.8 Synoptyka parametrów pracy ciągnika typu CA-190

Kolejnym rozwiązaniem zgodnym z koncepcją Przemysłu 4.0 jest utrzymanie predykcje ciągnika. Wszystkie informacje z czujników, modułów kontrolnych, zdarzenia itp. są zapisywane na karcie pamięci. Dane te mogą być wysyłane na bieżąco lub być kopiowane i przekazywane do firmy Becker-Warkop Sp. z o.o., gdzie na podstawie zgromadzonych danych można informować użytkownika o bieżących przeglądach oraz koniecznych wymianach podzespołów. Wdrożenie strategii utrzymania predykcje umożliwia zmniejszenie kosztów awarii i serwisu oraz ograniczenie czas przestoju maszyny. Jednocześnie wydłuża się czas działania urządzeń i poprawia bezpieczeństwo.

### 3. Kierunki rozwoju

#### 3.1 Klimatyzowana kabina operatora

Coraz cięższe warunki klimatyczne na dole kopalń związane z wysoką temperaturą otoczenia, skłoniły do opracowania w firmie Becker Warkop Sp. z o.o. kabiny zwiększającej komfort pracy operatora ciągnika typu CA-190. Dzięki klimatyzowanej kabinie operator będzie miał możliwość ustawienia dogodnej dla siebie temperatury otoczenia, co wpłynie na poprawę warunków pracy, a tym samym bezpieczeństwo.

#### 3.2 Autonomiczny system transportu

Innowacyjnym rozwiązaniem, nad którym trwają prace w firmie Becker Warkop Sp. z o.o. jest autonomiczny system transportu. Cele tego systemu sterowania są następujące: automatyzacja procesu transportowego, pełny monitoring procesu transportowego, ograniczenie ilości pracowników, poprawa bezpieczeństwa, zwiększenie dyspozycyjności urządzeń a tym samym redukcja kosztów. Podstawowymi zagadnieniami do zrealizowania by można było wdrożyć autonomiczne systemy transportu na kopalniach polegają na wyposażeniu wyrobisk w ciągły bezprzewodowy system komunikacji z środkiem transportu, wyposażeniu środków transportu w urządzenia umożliwiające komunikację bezprzewodową, system monitoringu wizyjnego oraz w systemy antykolizyjne i kontroli trasy, stworzenie centralnego stanowiska sterowania i nadzoru autonomicznych środków transportu.

### 4. Podsumowanie

Ciągnik akumulatorowy typu CA-190 jest innowacyjną konstrukcją. Własne źródło zasilania eliminuje stosowanie przewodów zasilania elektrycznego bądź hydraulicznego,

ograniczających zasięg stosowania ciągnika. Nowatorskim rozwiązaniem jest sposób ładowania baterii typu VOLTER w czasie postoju, bezpośrednio z kopalnianej sieci elektroenergetycznej. Stosowanie akumulatorów jako źródła energii ogranicza negatywny wpływ na środowisko kopalniane poprzez brak emisji spalin oraz znaczne zmniejszenie generowanego hałasu i ciepła. Wdrażanie ciągników typu CA-190 przyczyni się do zwiększenia efektywności wykonywanych prac oraz wpłynie na poprawę bezpieczeństwa pracy załóg górniczych i ergonomii pracy.

### 5. Literatura

- [1] T.Budniok, R.Konsek, B.Krakowczyk, A.Tor, W.Zasadni, L.Żyrek: Innowacyjny podwieszony ciągnik akumulatorowy CA-190 zasilany z akumulatora litowego typu VOLTER. Mining - Informatics, Automation and Electrical Engineering, nr 2/2021.

Autorzy

dr inż. Rafał Konsek

e-mail: r.konsek@becker-mining.com.pl

mgr inż. Rafał Walisko

e-mail: r.walisko@becker-mining.com.pl

inż. Andrzej Krawczyk

e-mail: a.krawczyk@becker-mining.com.pl

Becker Warkop Sp. z o.o.

ul. Przemysłowa 11, 44-266 Świerklany

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 prowadniki kabli.

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

**MICRO DETECTORS** – Szeroka gama czujników.

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

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



# Praktyczne aspekty fotowoltaiki

## Wprowadzenie

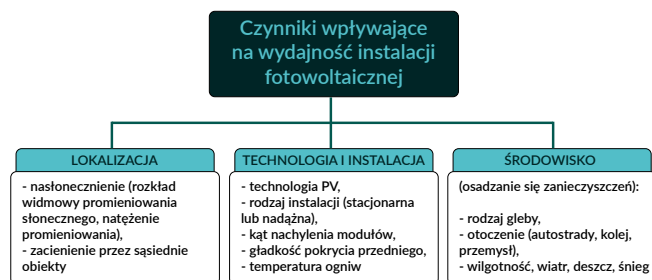
Wydajność instalacji fotowoltaicznej zależy od wielu czynników. Niektóre z nich są niezależne od właściciela modułów, inne pozwalają na podejmowanie świadomych działań, by lepiej wykorzystać potencjał instalacji i zwiększyć ilość generowanej energii, a tym samym poprawić efekt ekologiczny i ekonomiczny (rysunek 5.1).

Do podstawowych czynników ograniczających sprawność konwersji fotowoltaicznej należą:

- czynnik spektralny – niedopasowanie charakterystyki emisyjnej promieniowania słonecznego do charakterystyki absorpcyjnej fotoogniwa, właściwej dla materiału, z którego jest ono wykonane; fotony o energii mniejszej od szerokości pasma zabronionego  $h\nu < E_g$  nie generują par nośników ładunku, a fotony o większej energii  $h\nu \geq E_g$  tylko część energii przekazują na generację par elektron–dziura,
- rodzaj materiału, z którego wykonane jest fotoogniwo (wartość przerwy energetycznej  $E_g$ ),
- czułość widmowa fotoogniwa (stosunek prądu zwarcia do mocy promieniowania),
- odbicie padającego promieniowania od powierzchni ogniwa – w celu zmniejszenia współczynnika odbicia stosuje się warstwy antyrefleksyjne,
- grubość warstwy zewnętrznej poza obszarem p-n,
- straty wynikające z niskiej wartości współczynnika wypełnienia charakterystyki prądowo-napięciowej FF – dla aktualnie produkowanych ogniw  $0,6 < FF < 0,83$ ,
- straty spowodowane rezystancją szeregową i równoległą bocznikującą, które dodatkowo zmniejszają współczynnik FF (szczególnie ze wzrostem temperatury), a co za tym idzie napięcie i natężenie prądu w punkcie maksymalnej mocy (MPP),
- spadek sprawności i mocy wyjściowej – jest związany ze wzrostem temperatury podczas pracy ogniwa, co wiąże się głównie ze zmianą szerokości przerwy energetycznej  $E_g(T)$  oraz wydzielaniem ciepła, zgodnie z prawem Joule’a- Lenza na rezystancji szeregowej ogniwa podczas przepływu prądu elektrycznego w obwodzie zamkniętym.

Ograniczenie każdego z tych czynników ma istotne znaczenie ekonomiczne ze względu na możliwość uzyskania – przez zwiększenie sprawności konwersji fotowoltaicznej – większej mocy z tej samej powierzchni czynnej ogniw przy tym samym natężeniu promieniowania padającego. Wyżej wymienione czynniki powinny być analizowane na etapie wyboru modułów przez inwestora. Z kolei decyzja o miejscu i sposobie zainstalowania modułów i ich usytuowaniu jest podejmowana na etapie budowania instalacji i jest kluczowa dla uzyskania jak najbardziej korzystnych efektów jej pracy.

Na etapie eksploatacji systemu użytkownikowi pozostaje dbałość o brak zacielenia i zanieczyszczenia modułów, co może istotnie ograniczyć ilość generowanej energii elektrycznej.



Rys 5.1. Czynniki ograniczające wydajność modułów fotowoltaicznych

## 5.1. Wpływ usytuowania modułów na ilość generowanej energii

Niekorzystne usytuowanie modułów obejmuje dwa kluczowe aspekty: niezachowanie optymalnego kąta nachylenia modułów do powierzchni horyzontalnej oraz zacielenie. Ze względu na zmieniające się położenie Słońca na nieboskłoniu usytuowanie modułu względem kierunku padania promieni słonecznych zmienia się w ciągu dnia i w trakcie roku. Systemy stacjonarne (nieruchome względem Słońca) powinny być ustawione pod kątem optymalnym i skierowane na południe. Kątem optymalnym nazywamy taki kąt nachylenia modułu, dla którego jego powierzchnia otrzymuje w określonym czasie najwięcej energii promieniowania słonecznego. Optymalny kąt nachylenia zależy od lokalizacji (szerokości geograficznej) i może być określony dla miesiąca, kwartału, pory roku (wiosna, lato, jesień, zima) czy półrocza (letniego i zimowego). W systemie nadążnym układ mechaniczny, korzystając z dwóch zmiennych charakteryzujących położenie Słońca, ustawia moduły tak, aby promienie słoneczne padały prostopadle na ich powierzchnie. Sterowanie położeniem modułów może się opierać na algorytmie astronomicznym (czasowym) lub na sygnale sensora wykrywającego najjaśniejszy punkt na nieboskłoniu.

Zacielenie stanowi istotny problem, znacznie ograniczając ilość generowanej przez instalację fotowoltaiczną energii, zmniejszając zyski i wydłużając czas zwrotu inwestycji. Na etapie projektowania instalacji niezbędne jest zidentyfikowanie potencjalnych źródeł zacielenia; mogą to być: sąsiednie budynki, kominy, drzewa. Analizę należy przeprowadzić dla różnych pór dnia i roku. W przypadku łańcucha ogniw (ogniw połączonych szeregowo w tzw. stringi) dioda bocznikująca (bypass) ma za zadanie wyłączyć zacielenie elementy, aby uniknąć przegrzania.

### 5.1.1. Odchylenie modułów od kąta optymalnego

Ilość energii docierającej do powierzchni oświetlonej zależy ściśle od kąta padania promieni (kąta między normalną do powierzchni a kierunkiem wiązki promieniowania). Jeżeli pewna powierzchnia promieniuje lub rozprasza



światło, to światłość  $I$  w kierunku tworzącym kąt  $\alpha$  z normalną do powierzchni promieniującej wyraża się wzorem (prawo Lamberta):

$$I = I_0 \cos \alpha, \quad (5.1)$$

gdzie:

$I_0$  – światłość w kierunku prostopadłym do powierzchni promieniującej,  
 $\alpha$  – kąt między kierunkiem wiązki padającego promieniowania a zenitem.

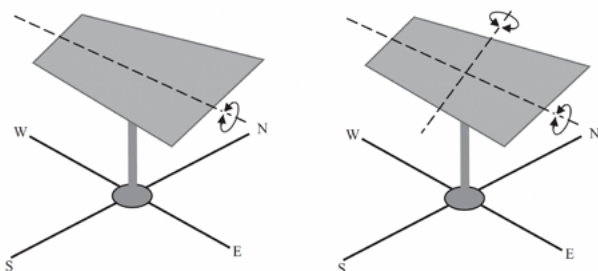
Wynika z tego, że największą ilość energii promieniowania otrzymuje płaszczyzna, na którą promienie padają prostopadle (kąt padania wynosi  $0^\circ$ , wówczas  $\cos \alpha$  przyjmuje wartość maksymalną = 1). Absorber otrzymuje zatem najwięcej energii, jeśli jego powierzchnia jest prostopadła do promieni słonecznych. Ponieważ jednak kąt padania światła słonecznego na powierzchnię zależy od pory dnia i pory roku, powinna ona być skierowana ku Słońcu w fazie największego promieniowania.

Jeśli wyobrazimy sobie budynek, którego ściany mają różne kąty nachylenia  $\beta$ , to każda z tych powierzchni będzie oświetlona światłem o innym natężeniu promieniowania: ściany skierowane na południe i nachylone pod optymalnym kątem (powierzchnie, na które promieniowanie pada prostopadle) otrzymają największą ilość promieniowania, a każde odchylenie od tej pozycji będzie skutkowało spadkiem uzyskiwanej mocy, na przykład pionowe ściany zwrócone na południe otrzymują zaledwie 70% energii promieniowania padającego na optymalną powierzchnię.

W przypadku instalacji fotowoltaicznych stosuje się dwa typy układów fotowoltaicznych: stacjonarne i nadążne. W układzie stacjonarnym moduły nie zmieniają położenia i powinny być skierowane na południe oraz nachylone pod kątem optymalnym odpowiednim dla lokalizacji, gwarantującym największe nasłonecznienie.

Systemy śledzenia Słońca – układy nadążne – służą do zwiększenia ilości absorbowanego promieniowania słonecznego. Zysk z zastosowania takiego rozwiązania jest znaczny, na przykład latem powierzchnia ustawiona zawsze prostopadle do kierunku padania promieni słonecznych otrzymuje o 50% więcej, a zimą trzykrotnie więcej promieniowania słonecznego niż powierzchnia horyzontalna.

W układzie nadążnym ruch modułu odbywa się w jednej lub dwóch płaszczyznach (układ jedno- lub dwuosiowy, rysunek 5.2).



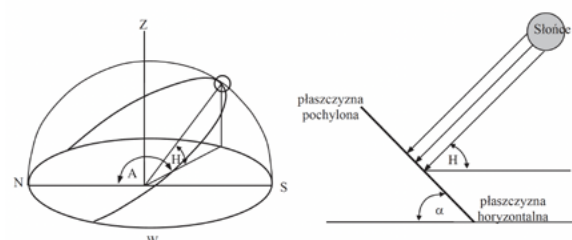
Rys 5.2. Jedno- i dwuosiowy układ podążający za Słońcem

Zainstalowane w Europie Centralnej systemy dwuosiowe otrzymują o około 30% więcej energii padającego promieniowania słonecznego w ciągu roku, podczas gdy dla systemów jednoosiowych ten zysk wynosi około 20%. Korzystanie z tych systemów wiąże się jednak ze zwiększonymi kosztami ze względu na konieczność ich serwisowania i zużycie energii. Układy nadążne są rzadko stosowane także dlatego, że najczęściej nie ma miejsca na takie rozwiązanie: moduły są często montowane na dachu lub fasadzie budynku, a instalacja nadążna wymaga zachowania odstępów między modułami, aby uniknąć ich wzajemnego zacięcia, może więc być wyborem w przypadku modułów montowanych na gruncie. Jako kompromis stosuje się także okresowe (na przykład miesięczne) zmiany kąta nachylenia modułu PV do poziomu.

#### 5.1.1.1. Wartość natężenia promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę absorbującą

Natężenie promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę umiejscowioną na powierzchni Ziemi zależy od położenia Słońca na sferze niebieskiej oraz właściwości optycznych atmosfery. Położenie Słońca opisywane jest przez współrzędne układu sferycznego: azymut i wysokość Słońca. Aby opisać zależności i wskazać optymalne rozwiązania, należy zrozumieć istotę zjawiska odpowiedzialnego za zmienne nasłonecznienie powierzchni. Każdego dnia Słońce zakreśla okręgi na sferze niebieskiej, pokonując drogę ze wschodu na zachód. Dokładny kształt trajektorii Słońca zmienia się w zależności od dnia roku i miejsca obserwacji. Ziemia porusza się wokół Słońca po eliptycznej orbicie o półosiach długości 1,4968.108 km oraz 1,4966.108 km. W jednym z ognisk tej elipsy znajduje się Słońce.

Do opisu matematycznego tego zjawiska najwygodniej jest zastosować współrzędne astronomiczne w układzie horyzontalnym. Jest to układ sferyczny, którego centrum znajduje się w punkcie obserwacji i którego kołem głównym jest horyzont, a kierunkiem głównym – kierunek geograficznego południa. Aby wyznaczyć współrzędne słoneczne, zakłada się, że Ziemia w punkcie obserwacji jest płaska, a horyzont widziany z tego punktu jest nieruchomy i zatacza idealny okrąg. Azymut (ar. as-sumūt, as-simūt (lm), od samt – prosta droga, kierunek, cel) to kąt zawarty między północną częścią południka odniesienia a danym kierunkiem poziomym. Wartość azymutu liczy się zgodnie z ruchem wskazówek zegara i wyraża w mierze kątowej, najczęściej w stopniach. Przyjmuje się, że azymut słoneczny mierzony na wschód od lokalnego południka ma wartość ujemną, a na zachód dodatnią. Kąt azymutu przedstawia odchylenie płaszczyzny od kierunku południowego. Dla płaszczyzny skierowanej na południe kąt azymutu =  $0^\circ$ .



Rys 5.3. Współrzędne słoneczne i orientacja płaszczyzny względem kierunku padania promieniowania słonecznego

Wysokość astronomiczna to kąt między płaszczyzną horyzontalną a określonym kierunkiem (rysunek 5.3).

Azymut i wysokość Słońca w dowolnym dniu, godzinie i dla dowolnych współrzędnych geograficznych można wyznaczyć na podstawie następujących wzorów:

$$A = \arcsin \left[ \frac{\cos(\delta) \sin(h_s)}{\cos(H)} \right] \quad \text{dla } \cos(h_s) > \frac{\text{tg}(\delta)}{\text{tg}(L)} \quad (5.2)$$

$$A = -\arcsin \left[ \frac{\cos(\delta) \sin(h_s)}{\cos(H)} \right] \quad \text{dla } \cos(h_s) < \frac{\text{tg}(\delta)}{\text{tg}(L)}, \quad (5.3)$$

gdzie:

wysokość Słońca  $H = \arcsin[\cos(L) \cos(\delta) \cos(h_s) + \sin(L) \sin(\delta)]$ ,

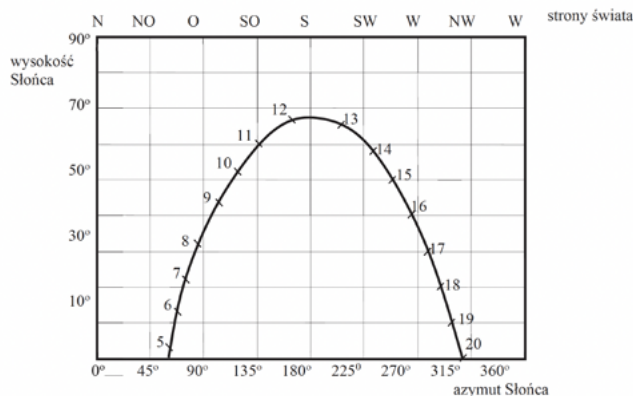
$A$  – azymut,

$L$  – szerokość geograficzna (dodatnia na północ, ujemna na południe od równika),

$h_s$  – godzinowy kąt słoneczny,

$\delta$  – deklinacja słoneczna.

Pozorny ruch Słońca w przykładowym dniu przedstawia rysunek 5.4.



Rys 5.4. Pozorny ruch Słońca w przykładowym dniu czerwca w Europie środkowej (na krzywej oznaczono godziny)

Płaszczyzna zawierająca orbitę Ziemi nazywa się eliptyką. Rok astronomiczny to czas, jakiego potrzebuje Ziemia, aby dokonać pełnego obiegu wokół Słońca. W wyniku ruchu obiegowego występują kolejne pory roku. Oprócz ruchu po orbicie wokół Słońca Ziemia wykonuje ruch obrotowy wokół własnej osi, czego następstwem jest cykl dnia i nocy. Od strony południowej promienie Słońca padają na Ziemię pod większym kątem niż rano od strony wschodniej lub po południu od strony zachodniej. Ponadto kąt padania promieni słonecznych jest uzależniony od związanego z porą roku nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny orbity ziemskiej. W lecie Słońce wznosi się powyżej nad horyzont, w zimie zaś najniżej.

W całkowitym strumieniu promieniowania słonecznego docierającym do powierzchni Ziemi wyróżnia się 3 składowe promieniowania:

- promieniowanie bezpośrednie – pochodzące od widocznej tarczy słonecznej,

- promieniowanie rozproszone – powstające w wyniku wielokrotnego załamania promieni słonecznych na składnikach atmosfery,
- promieniowanie odbite – powstające wskutek odbić od elementów krajobrazu i otoczenia.

Energia promieniowania docierającego do powierzchni Ziemi zmienia się w ciągu dnia między innymi w zależności od wysokości Słońca. Dla jednego wybranego dnia i miejscowości ilustruje to rysunek 5.4.

Na natężenie promieniowania całkowitego płaszczyzny pochylonej pod pewnym kątem istotny wpływ ma promieniowanie odbite od powierzchni gruntu. W zależności od właściwości gruntu wprowadza się pojęcie albedo. Albedo (białość) to stosunek ilości promieniowania odbitego do padającego; jest parametrem określającym zdolność odbijania promieni przez daną powierzchnię.

Powierzchnia	Albedo	Powierzchnia	Albedo
Trawa	0,25	Cement	0,55
Trawnik	0,18–0,23	Asfalt	0,15
Sucha trawa	0,28–0,32	Lasy	0,05–0,18
Pole nieuprawiane	0,26	Piasek	0,10–0,25
Nieuzyrki	0,17	Woda (zał. od kąta padania promieni)	0,05–0,22
Żużel	0,18	Świeży śnieg	0,80–0,90
Beton	0,30	Śnieg zleżały	0,45–0,70

Tabela 5.1. Wartości albedo dla różnych materiałów [1]

Istnieje wiele modeli matematycznych umożliwiających obliczenie natężenia promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię o określonej lokalizacji i określonym kącie nachylenia. Uwzględniając ich złożoność, gęstość promieniowania słonecznego można oszacować na podstawie 3 modeli analitycznych: modelu Hottela i Woertza (najprostszego), izotropowego modelu dyfuzyjnego Liu i Jordana oraz modelu HDK (Haya-Davisa-Kluckera-Reindla).

Model Hottela i Woertza [2] traktuje niebo jako jednolite źródło rozproszonego promieniowania. Natężenie promieniowania rozproszonego  $I_d$  padającego z nieba (w tym algorytmie irradancja odbita od podłoża nie jest uwzględniona) na nachylonej powierzchni można zatem wyznaczyć na podstawie rozproszonego natężenia promieniowania poziomego DHI i kąta nachylenia powierzchni:

$$I_d = DHI \frac{1 + \cos \beta}{2}, \quad (5.4)$$

gdzie:

- $\beta$  – kąt nachylenia powierzchni w stopniach od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ ,
- DHI – natężenie promieniowania padającego na powierzchnię horyzontalną [ $W/m^2$ ].

Najczęściej spotykany w literaturze obliczeniowy model izotropowy promieniowania rozproszonego Liu-Jordana zapewnia stosunkowo dobrą zbieżność wyników obliczeń z wynikami pomiarów, szczególnie dla warunków klimatycznych charakteryzujących się dużym udziałem promieniowania rozproszonego w całkowitym (obszarów o częstym zachmurzeniu) [3]. W modelu izotropowym Liu-Jordana [4] promieniowanie słoneczne padające na powierzchnię nachyloną składa się z promieniowania bezpośredniego, rozproszonego i odbitego.

Zakładając, że odbicie wiązki promieniowania rozproszonego padającego na grunt jest izotropowe, dla współczynnika odbicia promieniowania rozproszonego otoczenia  $\rho$  (albedo) całkowite promieniowanie słoneczne na płaszczyźnie pochylonej pod kątem  $\beta$  wynosi:

$$I_t = I_b R_b + I_d \frac{1 + \cos \beta}{2} + I_g \rho \frac{1 - \cos \beta}{2}, \quad (5.5)$$

gdzie:

$I_b, I_d$  – składowa bezpośrednia i dyfuzyjna natężenia promieniowania słonecznego dla płaszczyzny horyzontalnej,

$I_g$  – składowa natężenia promieniowania słonecznego odbitego od gruntu,

$R_b$  – współczynnik korekcyjny dla promieniowania bezpośredniego.

Model Haya i Daviesa [5] oprócz izotropowego promieniowania rozproszonego uwzględnia także promieniowanie okołosłoneczne. Składniki te wazono zgodnie ze wskaźnikiem anizotropii  $A$ . Wskaźnik anizotropii wykorzystano do ilościowego określenia części promieniowania rozproszonego traktowanego jako okołosłoneczne, a pozostałą część promieniowania rozproszonego przyjęto jako izotropową:

$$I_t = (I_b + I_d A) R_b + I_d \frac{1 + \cos \beta}{2} (1 - A) + I_g \rho \frac{1 - \cos \beta}{2} + A R_b \quad (5.6)$$

W modelu Reindla [6] do izotropowej składowej promieniowania rozproszonego i okołosłonecznego został dodany współczynnik rozjaśnienia horyzontu. Promieniowanie bezpośrednie i odbite określono tak, jak to zaproponowali Liu i Jordan, a wskaźnik anizotropii  $A$  został wprowadzony zgodnie z propozycją Haya i Daviesa.

Wprowadzono również współczynnik rozjaśnienia horyzontu  $f = \sqrt{\frac{H_b}{H_g}}$

$$I_t = (I_b + I_d A) R_b + I_g \rho \frac{1 - \cos \beta}{2} + I_d \left\{ \frac{1 + \cos \beta}{2} (1 - A) \left[ 1 + f \sin^3 \frac{\beta}{2} \right] + A R_b \right\} \quad (5.7)$$

Jeśli w równaniu na natężenie promieniowania słonecznego uwzględnimy wiązkę i wszystkie składowe promieniowania rozproszonego, takie jak rozjaśnienie izotropowe, okołosłoneczne i horyzontalne, powstanie nowa korelacja zwana modelem HDKR. Jest to w zasadzie połączenie modeli Haya i Daviesa oraz Kluckera i Reindla. Promieniowanie padające na powierzchnię nachyloną jest określane jako [7]:

$$I_t = (I_b + I_d A) R_b + I_g \rho \frac{1 - \cos \beta}{2} + I_d \left\{ \frac{1 + \cos \beta}{2} (1 - A) \left[ 1 + \sin^3 \frac{\beta}{2} \right] \right\} \quad (5.8)$$

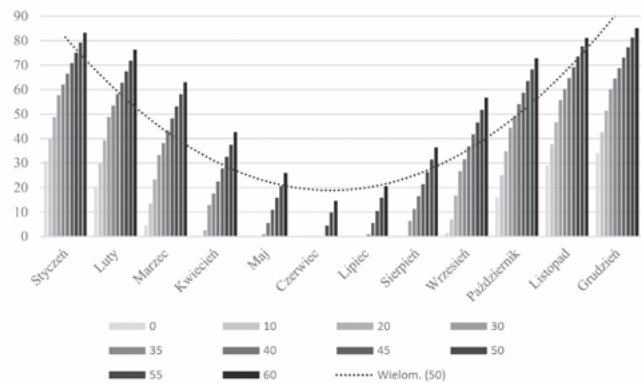
Kolejne modele były opracowywane na podstawie dostępnych baz danych i uwzględniały dodatkowo rozkłady godzinowe, dzienne i miesięczne oraz czynniki środowiskowe [8–12].

Analiza ruchu Słońca na nieboskłonie powinna dawać jednoznaczne wskazówki odnośnie do wyboru kąta optymalnego nachylenia płaszczyzny pochłaniającej promieniowanie w przypadku instalacji stacjonarnej.

### 5.1.1.2. Określenie kąta optymalnego nachylenia płaszczyzny absorbującej

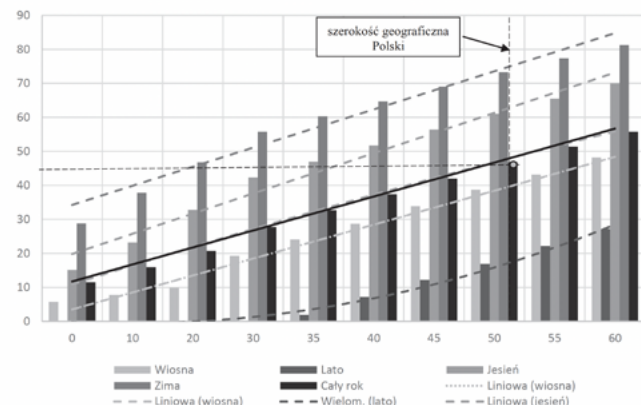
Istnieje wiele opublikowanych rekomendowanych wartości kąta optymalnego dla różnych szerokości geograficznych. Podawane są one w odniesieniu do poszczególnych miesięcy, pół roku, półroczy lub jako całoroczne.

W Polsce w praktyce kąty pochylenia płaszczyzny między 30 i 45° okazują się optymalne. W zależności od okresu użytkowania mają zastosowanie także kąty pochylenia między 25 a 70°. Analizę wpływu kąta nachylenia powierzchni absorbującej promieniowanie słoneczne na ilość pozyskiwanej energii elektrycznej w instalacjach fotowoltaicznych przeprowadził S.Sh. Soulayman [13], opierając się zarówno na obliczeniach, jak i danych pomiarowych. Na rysunku 5.5. przedstawiono wartości optymalnego kąta pochylenia wyznaczone przez niego dla poszczególnych miesięcy roku oraz szerokości geograficznych półkuli północnej, od 0 do 60°. Na przykład zaznaczono linię trendu dla szerokości geograficznej 50°, która ilustruje zmienność optymalnego kąta w ciągu roku.



Rys 5.5. Wartości optymalnego kąta nachylenia płaszczyzny absorbującej dla kolejnych miesięcy roku i szerokości geograficznych półkuli północnej (0–60°) na podstawie [13]

Na rysunku 5.6. przedstawiono z kolei zmienność kąta optymalnego dla poszczególnych pór roku i dla całego roku. Wynika z niego, że dla instalacji stacjonarnej o niezmiennym w ciągu roku kącie nachylenia wartość kąta optymalnego wynosi około 45°.



Rys 5.6. Wartości optymalnego kąta nachylenia płaszczyzny absorbującej dla poszczególnych pór roku i całego roku dla szerokości geograficznych półkuli północnej na podstawie [14]

Miesiąc roku	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Kąt nachylenia $\alpha$ [°]	78	70	50	48	39	35	36	44	54	64	76	79

Tabela 5.2. Optymalne nachylenie płaskiej powierzchni absorbującej promieniowanie słoneczne względem płaszczyzny poziomej dla szerokości geograficznej 52° N w poszczególnych miesiącach roku dla ekspozycji południowej [16]

Dla obszaru Polski położonego w północnych szerokościach geograficznych od 49°18' (Zakopane) do 54°31' (Gdynia) można przyjąć średnią szerokość 52° N. Wówczas optymalny kąt nachylenia płaszczyzny wystawionej na działanie promieniowania słonecznego w godzinach od 8.00 do 16.00 w poszczególnych miesiącach roku może być przyjęty na podstawie tabeli 5.2.

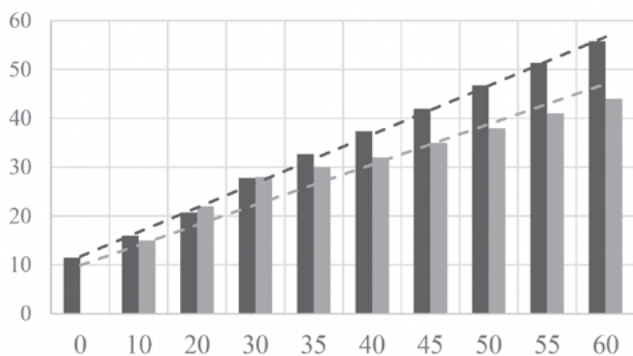
W przypadku nieruchomych modułów fotowoltaicznych, skierowanych na południe, najbardziej korzystnym kątem pochylenia dla okresu letniego jest  $\alpha \approx 42,5^\circ$ , natomiast dla okresu zimowego  $\alpha \approx 70^\circ$  względem poziomu.

Wiele cennych informacji na temat potencjału promieniowania słonecznego można uzyskać, korzystając z systemu PVGIS9. Na rysunku 5.7 zaprezentowano zalecane tam wartości kąta optymalnego pochylenia powierzchni absorbującej promieniowanie słoneczne [15].



Rys 5.7. Wartości kąta optymalnego pochylenia powierzchni absorbującej promieniowanie słoneczne [15]

W literaturze opisano również metody obliczania optymalnego kąta nachylenia powierzchni. Najprostsza polega na wyznaczaniu kąta optymalnego dla okresu letniego przez

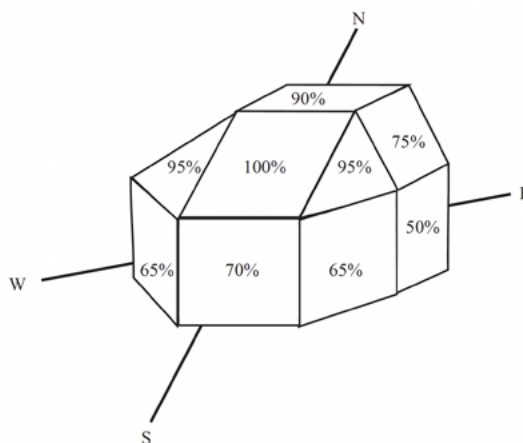


Rys 5.8. Porównanie wartości zalecanego kąta optymalnego na podstawie [14] (ciemniejsze słupki) i [15] (jaśniejsze słupki) dla szerokości geograficznej północnej w zakresie 0–60°

odjęcie od szerokości geograficznej 15°, a dla okresu zimowego – dodanie 15° do szerokości geograficznej. Dokładniejsze wyniki daje inna metoda, polegająca na pomnożeniu szerokości geograficznej przez 0,9 i odjęciu 23,5° dla okresu letniego oraz pomnożeniu szerokości geograficznej przez 0,9 i dodaniu 29° dla okresu zimowego (dla pozostałych okresów odejmuje się od szerokości geograficznej 2,5°).

Należy zwrócić uwagę, że w zależności od źródła zalecane kąty optymalne różnią się nieco między sobą, co ilustruje rysunek 5.8.

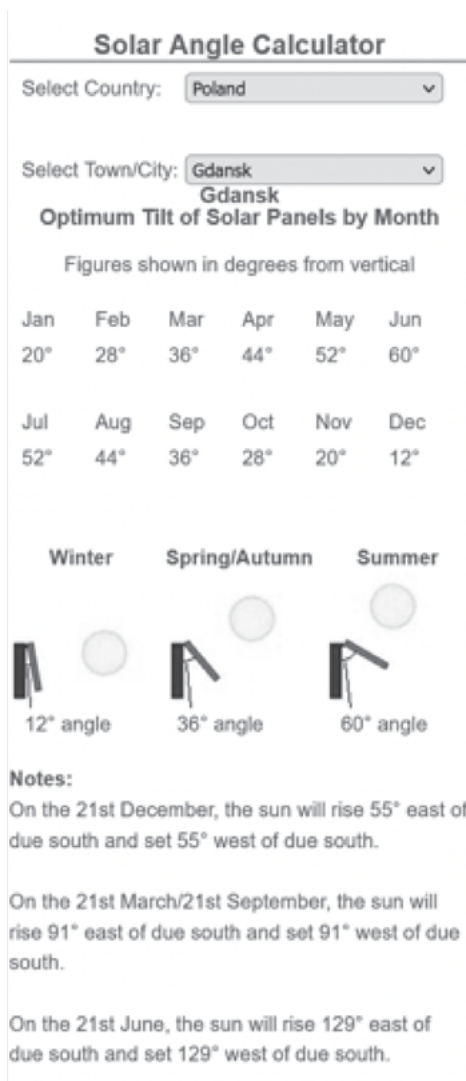
Moduły fotowoltaiczne mogą być montowane jako zintegrowane z budynkiem lub jako instalacja wolnostojąca. Przy projektowaniu trzeba wziąć pod uwagę wpływ kąta nachylenia modułów na sumy roczne energii promieniowania padającego na powierzchnię absorbującą. Jeśli weźmiemy bryłę, której ściany mają różne kąty pochylenia, każda z tych powierzchni będzie oświetlona światłem o innej wartości natężenia promieniowania, na przykład ściany skierowane na południe i pochylone pod kątem optymalnym (powierzchnie, na które promieniowanie pada prostopadłe) otrzymają największą sumę energii promieniowania (100%), a ściany pionowe zwrócone na południe 70% energii (rysunek 5.9). Istnieje kilka narzędzi, dostępnych online, które pomagają obliczyć optymalny kąt pochylenia. Na przykład na rysunku 5.10 przedstawiono optymalny kąt dla poszczególnych miesięcy i pór roku w Gdańsku obliczony za pomocą kalkulatora kąta słonecznego [17].



Rys 5.9. Wpływ kąta pochylenia płaszczyzny na wartość natężenia promieniowania padającego

### 5.1.1.3. Straty wynikające z niedopasowania do kąta optymalnego nachylenia płaszczyzny absorbującej

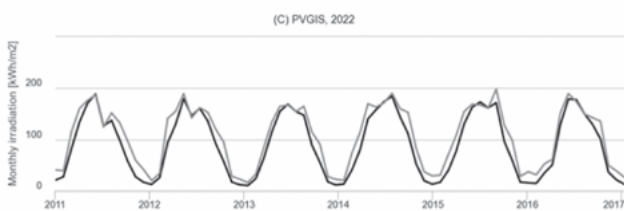
Interaktywny System Geograficznej Informacji Fotowoltaicznej (PVGIS) [15] pozwala na oznaczenie miesięcznych sum energii promieniowania padającego na określoną płaszczyznę oraz optymalnego kąta pochylenia płaszczyzny absorbującej promieniowanie słoneczne, jak również generowanej energii elektrycznej dla wybranego położenia geograficznego



Rys 5.10. Optymalny kąt nachylenia modułów fotowoltaicznych dla poszczególnych miesięcy i pór roku dla miasta Gdańska, obliczony za pomocą kalkulatora kąta słonecznego [17]

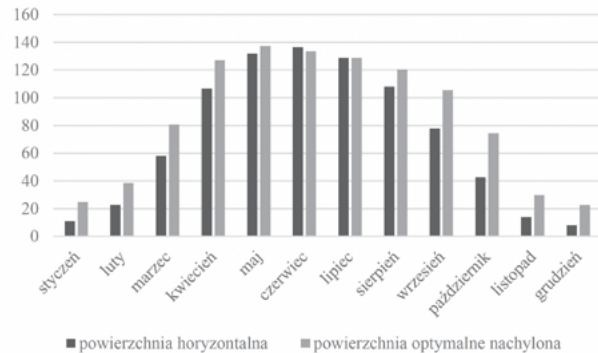
określonego przez wybór punktu na mapie geograficznej lub podanie współrzędnych geograficznych.

Na rysunku 5.11 porównano wartości miesięczne sum promieniowania słonecznego dla miasta Gdańska (54°18'59" N, 18°37'58" E, 3 m n.p.m.) w wybranych latach 2011–2016 dla płaszczyzny horyzontalnej i nachylonej pod kątem optymalnym (40°).

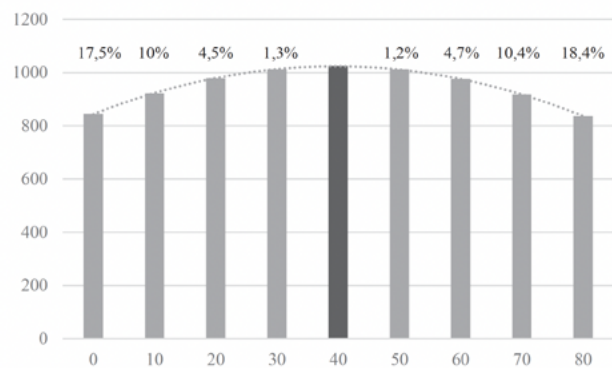


Rys 5.11. Wartości miesięcznych sum promieniowania słonecznego dla miasta Gdańska (54°18'59" N, 18°37'58" E, 3 m n.p.m.) w wybranych latach 2011–2016 (jaśniejsza linia - nachylenie płaszczyzny pod kątem optymalnym, ciemniejsza linia - płaszczyzna w pozycji horyzontalnej) (na podstawie [15])

Przedstawione powyżej różnice sumarycznej energii dostępnego dla danej płaszczyzny promieniowania słonecznego wpływają bezpośrednio na ilość generowanej energii elektrycznej.



Rys 5.12. Miesięczne ilości energii elektrycznej [kWh] generowanej przez system o mocy 1 kWp zainstalowany w Gdańsku dla płaszczyzny horyzontalnej i nachylonej pod kątem optymalnym (na podstawie [15])



Rys 5.13. Ilość energii elektrycznej [kWh] generowanej w ciągu roku przez system o mocy 1 kWp zainstalowany w Gdańsku dla różnych kątów nachylenia modułów (czarny słupek ilustruje kąt optymalnego nachylenia, nad słupkami podano straty w wyniku niedopasowania kąta nachylenia) (na podstawie [15])

Na rysunku 5.12 przedstawiono wartości miesięczne energii elektrycznej generowanej przez system o mocy 1 kWp zainstalowany w Gdańsku dla płaszczyzny horyzontalnej i nachylonej pod kątem optymalnym. Straty wynikające z niedopasowania kąta nachylenia modułów do kąta optymalnego ilustruje rysunek 5.13.

## 5.2. Straty z tytułu ograniczonego lub nierównomiernego nasłonecznienia instalacji fotowoltaicznej

Ilość docierającego do poszczególnych ogniw promieniowania słonecznego może być ograniczona przez zacinienie, ograniczoną przejrzystość atmosfery czy zanieczyszczenie powierzchni modułów w wyniku różnego rodzaju osadów (kurzu, śniegu).

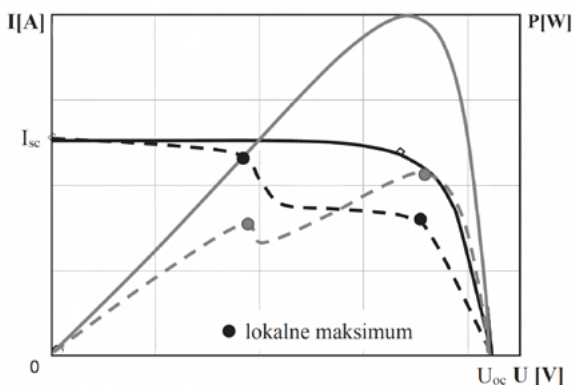
### 5.2.1. Zacinienie modułów

Moduły fotowoltaiczne pracują wydajnie jedynie w warunkach równomiernego oświetlenia i są bardzo wrażliwe na

wszelkiego rodzaju zacinienie. Kiedy część modułu ulega zacińczeniu, ogniwa, do których nie dociera promieniowanie są spolaryzowane w kierunku zaporowym i działają jak obciążenie, a nie jak generator. Źródła miękkiego cienia, takie jak konary drzew, kominy, sąsiednie budynki (które powodują częściowe zacińczenie przez rozproszenie światła), znacznie redukują ilość światła biorącego udział w procesie fotogenerowania swobodnych ładunków.

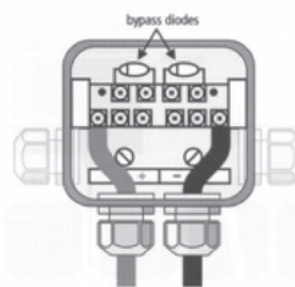
Źródła całkowitego zacińczenia znajdujące się na powierzchni modułu, jak liście, śnieg, odchody ptaków, uniemożliwiają docieranie światła do ogniw fotowoltaicznych. Weźmy dom, w którym zainstalowano moduły na dwóch częściach dachu, z których jeden jest całkowicie nasłoneczniony, a drugi przez większość czasu w pełni nasłoneczniony, ale zacińczone przez część roku lub późnym wieczorem. Jeśli moduły zostaną umieszczone w tych dwóch sekcjach i na tym samym łańcuchu, częściowo zacińczone moduły nie tylko stracą zdolność generowania energii z powodu zacińczenia, lecz także zmniejszą produkcję z całkowicie nasłonecznionych modułów. Dla zilustrowania problemu: jeśli zacińczenie obejmie zaledwie 2% powierzchni modułu (na przykład  $\frac{3}{4}$  powierzchni jednego ogniwa wchodzącego w skład modułu składającego się z 36 ogniw), maksymalna moc zostaje zmniejszona o 70%.

W przypadku częściowego zacińczenia modułu temperatura zacińczonego ogniwa może wzrosnąć do takiej wartości, że ulegnie ono uszkodzeniu i powstanie punkt przegrzania (hot spot). Przyczyną tego zjawiska jest wspomniana wcześniej polaryzacja zacińczonego ogniwa w kierunku zaporowym – prąd płynie w kierunku przeciwnym przez nieoświetlone ogniwo. Częściowe zacińczenie modułu lub całej instalacji spowodowane przez warunki naturalne, takie jak chmury, drzewa, kominy, sąsiednie budynki czy zalegający śnieg, powoduje powstawanie dwóch lokalnych maksimum na krzywej mocy zamiast jednego punktu maksymalnej mocy (rysunek 5.14).



Rys 5.14. Charakterystyka I-U (linia ciemniejsza) oraz P-U (linia jaśniejsza) modułu fotowoltaicznego w warunkach jednolitego (linia ciągła) i niejednolitego (linia przerywana) oświetlenia [18]

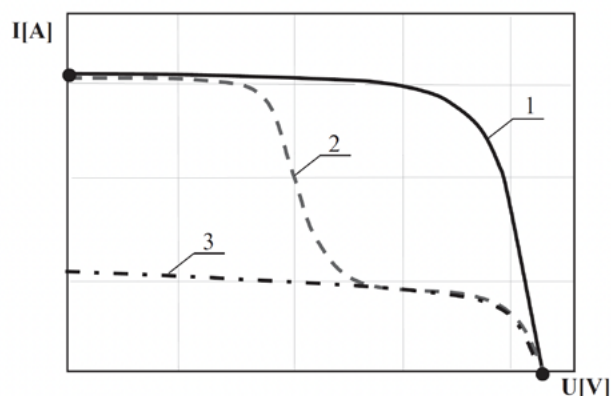
W systemach, w których moduły są połączone szeregowo, w celu zabezpieczenia przed powstawaniem punktów przegrzania stosuje się diody bocznikujące (by-pass), zazwyczaj jedną diodę na każde 18 ogniw połączonych szeregowo (rysunek 5.15). Lepsze efekty można uzyskać, zabezpieczając każde ogniwo modułu diodą by-pass, w praktyce jednak takie moduły spotyka się rzadko.



Rys 5.15. Puszka przyłączeniowa (junction box) z diodami by-pass

W czasie pracy w warunkach całkowitego równomiernego nasłonecznienia modułu dioda by-pass jest spolaryzowana w kierunku zaporowym, natomiast w warunkach częściowego zacińczenia dioda zostaje spolaryzowana w kierunku przewodzenia i przepływający przez nią prąd omija zacińczone ogniwa.

Diody by-pass, które zabezpieczają poszczególne szeregi modułów, pozwalają na niezakłóconą pracę wszystkich modułów poza tymi, które wchodzą w skład szeregu, gdzie wystąpiło zacińczenie (rysunek 5.16).



Rys 5.16. Charakterystyka częściowo zacińczonego modułu z diodami i bez diod by-pass; moduł bez zacińczenia – linia 1, moduł z zacińczeniem i diodami by-pass dla 18 ogniw – linia 2, moduł z zacińczeniem i bez diod by-pass – linia 3

W procesie projektowania instalacji fotowoltaicznej należy dokonać całorocznej analizy możliwego zacińczenia związanego z topologią terenu i wykluczyć lokalizację modułów w miejscach, gdzie docieranie promieniowania słonecznego może być zakłócone przez padający cień drzew, budynków czy kominów.

## 5.2.2. Wpływ atmosfery ziemskiej na natężenie promieniowania słonecznego – przezroczystość atmosfery

Istotny wpływ na ilość energii promieniowania słonecznego, jaka dociera do powierzchni Ziemi, wywiera przezroczystość powietrza. Jest ona tym mniejsza, im silniej atmosfera pochłania promieniowanie słoneczne, na co wpływ ma ilość cząstek stałych i ciekłych znajdujących się w powietrzu.

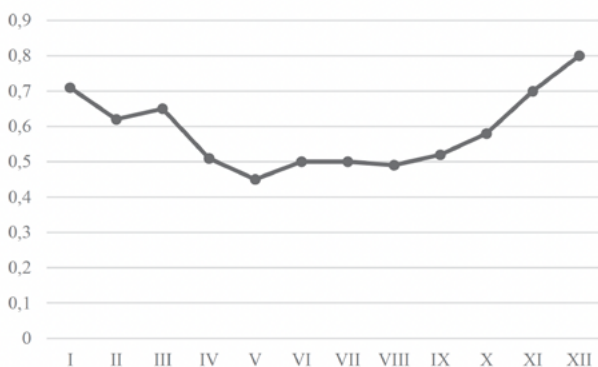
Wartość współczynnika przezroczystości powietrza ulega wahaniom w ciągu dnia w zależności od warunków meteorologicznych. Średnia wieloletnia na poziomie morza wynosi

0,72–0,82. Jest większa zimą niż latem i zwiększa się z szerokością geograficzną i wysokością n.p.m. [19].

Na wartość współczynnika przezroczystości powietrza ma wpływ wiele czynników, w tym położenie geograficzne, pora dnia i roku, wiatry i opady atmosferyczne. Najmniejsze wartości obserwuje się w godzinach rannych ze względu na utrzymujące się, w szczególności w zagłębieniach terenu, zamglenia i gromadzące się zanieczyszczenia. W ciągu dnia w godzinach popołudniowych wzrasta zazwyczaj prędkość wiatru, co sprzyja poprawie przejrzystości powietrza, jednak pojawia się kolejny niekorzystny czynnik: wzrost temperatury zwiększający intensywność parowania (podobnie niższe wartości 0,45–0,7 obserwuje się latem). Pojawiają się silne ruchy konwekcyjne, które przemieszczają parę wodną do góry, gdzie ulega ona kondensacji. Pojawiające się chmury silnie rozpraszają światło.

Chmury, stanowiące zbiór kropelek wody lub kryształów powstających w efekcie kondensacji zawartej w powietrzu pary wodnej, ograniczają i rozpraszają promieniowanie słoneczne dochodzące do powierzchni Ziemi w postaci rozproszonego, a nie bezpośredniego promieniowania. Stacje aktynometryczne dokonują pomiarów promieniowania rozproszonego Słońca i nieba, promieniowania bezpośredniego Słońca, promieniowania całkowitego, promieniowania odbitego i albedo powierzchni czynnej [21].

Średni roczny udział promieniowania rozproszonego w całkowitym promieniowaniu słonecznym wynosi około 52%, a w czasie 4 miesięcy zimowych, od listopada do lutego, waha się w zakresie 65–80%. Promieniowanie rozproszone stanowi średnio od 60,3% w Legnicy do 64,4% na Kasprowym Wierchu całkowitego promieniowania słonecznego. W pozostałych lokalizacjach udział ten wynosi 61–62%. W przebiegu rocznym wyraźnie widoczne jest zmniejszenie udziału promieniowania rozproszonego w promieniowaniu całkowitym w ciepłej połowie roku i wzrost w chłodnej: latem (VI–VIII) na wybrzeżu udział ten wynosił 46,8%, zimą (XII–II) 81,7%. Im dalej na południe, tym przebieg roczny jest coraz bardziej wyrównany. Przebieg roczny sum dziennych rozproszonego i całkowitego promieniowania słonecznego jest zróżnicowany w zależności od lokalizacji, co świadczy o wpływie stanu atmosfery. Udział promieniowania rozproszonego w promieniowaniu całkowitym zmienia się w ciągu roku, co dla Warszawy ilustruje rysunek 5.17.



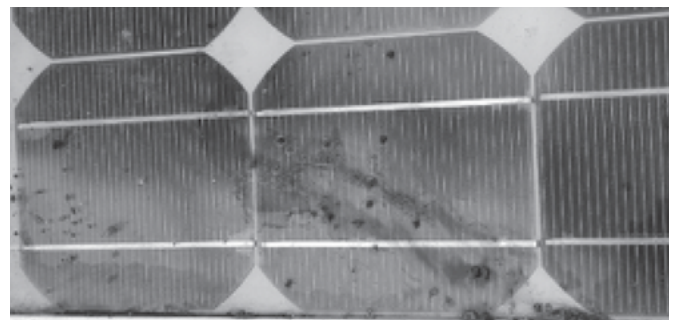
Rys 5.17. Udział procentowy promieniowania rozproszonego w promieniowaniu całkowitym w poszczególnych miesiącach dla miasta Warszawy (na podstawie [15])

Przy bezchmurnej pogodzie w widmie promieniowania rozproszonego dominuje światło niebieskie nad czerwonym (nadaje to temu promieniowaniu charakterystyczny błękitny kolor), co ma istotne znaczenie dla zjawiska generowania nośników ładunku w materiale półprzewodnikowym. Z tego względu na obszarach o dużym udziale procentowym światła rozproszonego w ciągu roku korzystny może być wybór modułów cienkowarstwowych, które lepiej niż moduły z krystalicznego krzemu wykorzystują promieniowanie rozproszone. Zimą przejrzystość powietrza mogą dodatkowo obniżać zawieszane cząstki pyłu i dymu.

W obszarach podzwrotnikowych obserwuje się najmniejsze wartości współczynnika przejrzystości powietrza (nawet poniżej 0,5). Podobnie jak zimą najbardziej przezroczystą masą powietrza jest powietrze arktyczne, zawierające najmniejszą ilość pyłów i pary wodnej. Należy jednak mieć świadomość, że projektant czy inwestor planujący budowę instalacji fotowoltaicznej w określonej lokalizacji nie mają wpływu na przejrzystość powietrza i czynnik ten występuje niezależnie od podjętych założeń projektowych.

### 5.2.3. Zanieczyszczenie powierzchni modułów a wydajność ogniw fotowoltaicznych

Zanieczyszczenia osadzające się na powierzchni modułu fotowoltaicznego ograniczają ilość promieniowania docierającego do ogniw i biorące udział w konwersji fotowoltaicznej. Wpływ warstwy osadu na wydajność modułów słonecznych jest znaczący: osad zmniejsza prąd zwarcia, a tym samym moc generowaną przez moduł fotowoltaiczny oraz jego sprawność. Moduły poddawane przed dłuższy czas działaniu zanieczyszczeń unoszących się w powietrzu oraz opadów atmosferycznych wykazują nierównomierne zanieczyszczenie powierzchni (rysunek 5.18).



Rys 5.18. Zanieczyszczenia zgromadzone na powierzchni modułu w dłuższym okresie

#### 5.2.3.1. Morfologia i skład osadów

Osad może mieć różne pochodzenie: to zarówno kurz unoszący się w powietrzu, a pochodzący z gleby, jak i przenoszone przez wiatr cząsteczki nawozów, zanieczyszczeń emitowanych z kominów, cząstek ze ścierających się okładzin hamulcowych itp. Pył nie gromadzi się od razu, ale z czasem, w zakresie od 0,01% dziennie do 0,5% dziennie w miejscach o dużym zapyleniu. Oznacza to, że w zależności od lokalizacji moduły należy okresowo myć, aby zapobiec nadmiernemu nagromadzeniu zanieczyszczeń.

Największa ilość osadzającego się kurzu gromadzi się na powierzchni modułów w ciągu pierwszego miesiąca. Wynika to zarówno z pomiarów spadku przepuszczalności pokrycia przedniego, jak i masy zgromadzonych zanieczyszczeń [23, 24]. Gupta [25] zebrał i przedstawił wyniki badań zanieczyszczeń naturalnych przeprowadzonych w różnych częściach świata z różnych okresów badań: od kilkudniowych do kilkuletnich, prowadzonych w różnych lokalizacjach na całym świecie zarówno w warunkach zewnętrznych, jak i laboratoryjnych.

Średnie wartości spadku wydajności znacznie się różnią, na przykład spadek wydajności wyniósł około 1% miesięcznie dla pomiarów przeprowadzonych w USA, 9,33% miesięcznie w klimacie suchym i 6,5% w Europie. Te i inne [26] badania prowadzili w regionie Gansu w północno-zachodnich Chinach przez ponad 15 lat. Porównali ilość zanieczyszczeń osadzonych na przedniej płycie modułów słonecznych w pobliżu pustyni Gobi i obszarów lessowych. Więcej kurzu osiadało w pobliżu pustyni Gobi. Ponadto zanieczyszczenia wykazywały związek z porą roku, w szczególności z ilością wiatrów: wiosną zbiera się 30% rocznej ilości zanieczyszczeń, natomiast zimą poniżej 20%. Na obszarze pustyni Gobi gęstość osadzonego pyłu wynosiła 36,48 g/m<sup>2</sup>, a na obszarach lessowych około 25,17 g/m<sup>2</sup>.

Według opracowania branżowego opisującego straty w systemach fotowoltaicznych, dokumentu dotyczącego parametrów wydajności, opublikowanego przez NREL (National Renewable Energy Laboratory) [27], można przyjąć ogólnie 5% jako typową stratę sprawności systemu wskutek gromadzących się zanieczyszczeń, jednak występujący w praktyce zakres strat od 2% do 25% jest bardzo szeroki.

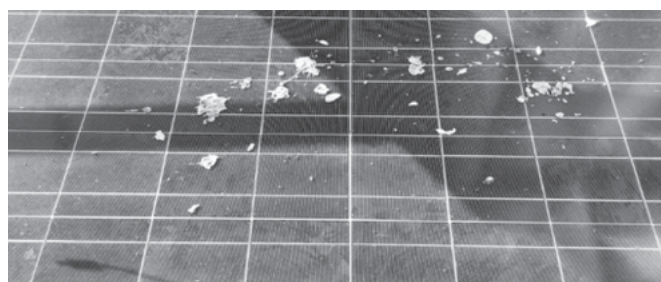
Ponieważ roczne wartości straty sprawności są obciążone błędem spowodowanym przez opady deszczu, bardziej uzasadniona jest analiza osadzania się zanieczyszczeń w cyklu dziennym między ulewnymi deszczami. Badania wykazują przeciętnie spadek dziennej wydajności z powodu zabrudzenia o 0,05%. Analizę spadku wydajności modułów wskutek osadzania się zabrudzeń dla różnych lokalizacji przeprowadził M.H. Naeem [28]. Na podstawie pomiarów własnych wyznaczył dzienny wskaźnik spadku wydajności modułów na poziomie 0,061%/dzień, a analiza opublikowanych danych ze 186 systemów daje wynik 0,051%/dzień. Jednak już na obszarze o intensywnej działalności rolniczej wskaźnik ten wynosi 0,36% dziennie, w odróżnieniu do wartości 0,01% dziennie na obszarze pustynnym, w którym nie ma działalności rolniczej, budowlanej lub przemysłowej. Dodatkowo duże populacje ptaków mogą powodować straty sięgające nawet 0,5% dziennie, a burze piaskowe w lokalizacjach takich jak Indie wpłynęły na spadek wydajności modułów wynoszący aż 1,5% dziennie. Ilość nagromadzonego pyłu jest silnie zależna od kąta nachylenia powierzchni modułu – obserwuje się linowy spadek przezroczystości szkła w funkcji kąta nachylenia powierzchni.

W zależności od lokalizacji instalacji solarnej skład pyłu i jego gradacja znacznie się różnią [29]. Różnice te wpływają na stopień redukcji wydajności modułu fotowoltaicznego. W wielu artykułach naukowych opublikowano wyniki badań składu i gradacji ziaren pyłu z różnych regionów świata. Skład pyłu zależy od miejsca jego powstawania, występowania obszarów pustynnych i zurbanizowanych, w szczególności dróg przemysłowych lub ekspresowych. W dużych miastach

zanieczyszczenia powierzchniowe są wynikiem współlistnienia w powietrzu cząstek cieczo, ciał stałych i gazów pochodzących z różnych źródeł, a unoszące się w powietrzu cząstki metali ciężkich i związki organiczne pochodzą głównie z transportu drogowego. Z kolei cząstki siarki, kadmu i antymonu występują przy autostradach i są wynikiem ścierania szczęk hamulcowych samochodów. Natomiast w klimacie suchym, na obszarze pustynnym lub półpustynnym, głównym źródłem pyłu jest gleba. Osady zawierają charakterystyczne dla lokalizacji zanieczyszczenia, na przykład cząstki unoszące się w powietrzu pochodzące z elektrowni węglowych lub z emisji związanych z transportem drogowym na terenach miejskich. Podobnie na wsiach występują charakterystyczne zanieczyszczenia wynikające ze stosowania nawozów i z uprawy roślin.

Małe cząstki mają bardziej niekorzystny wpływ na wydajność modułów fotowoltaicznych w porównaniu do cząstek o większej średnicy, z kolei wielkość ziaren pyłu osadzającego się na powierzchni modułów fotowoltaicznych jest skorelowana z odległością, z jakiej wiatr przeniósł zanieczyszczenia: najmniejsze cząstki mogą docierać z odległych obszarów, natomiast większe pochodzą z najbliższego otoczenia; zwykle ich źródłami są lokalna działalność człowieka, pojazdy, maszyny i zwierzęta gospodarskie. Rozkład wielkości cząstek może być jednorodny lub dwuskładnikowy, co oznacza, że średnice cząstek pyłu w próbce mogą być podobne lub zupełnie różne. Również morfologia cząstek może być różna – występują cząstki o kształcie kulistym, o gładkiej powierzchni, jak i wydłużone, o powierzchni chropowatej.

Ptasie odchody mają znaczący negatywny wpływ na wydajność modułu, stanowiąc źródło zanieczyszczeń stałych, przy czym deszcz najczęściej nie wystarcza do ich usunięcia i wymagane jest ręczne czyszczenie. W przeciwieństwie do cząstek kurzu odchody ptasie oddziałują tylko na jedno lub kilka ogniw, całkowicie blokując miejscowo dopływ promieniowania słonecznego (rysunek 5.19).



Rys 5.19. Odchody ptasie na powierzchni modułu

### 5.2.3.2. Czyszczenie modułów fotowoltaicznych

Sprzymierzeńcem w usuwaniu zanieczyszczeń jest deszcz, często jednak – w zależności od warunków meteorologicznych i lokalizacji – opady mogą być niewystarczające i wówczas konieczne jest czyszczenie ręczne lub mechaniczne. W trakcie czyszczenia należy dołożyć starań, aby uniknąć nierównomiernego zabrudzenia, na przykład ptasimi odchodami. Trzeba też zachować ostrożność podczas czyszczenia modułów, aby uniknąć ich uszkodzenia. Moduły fotowoltaiczne należy czyścić zwykłą wodą demineralizowaną i łagodnym detergentem zalecanym przez producenta. Nie wolno używać wody pod



wysokim ciśnieniem, szczotek ani żadnych rozpuszczalników, materiałów ściernych ani ostrych detergentów.

Dla dużych instalacji można stosować zrobotyzowane systemy czyszczące, ale wiele z nich wymaga, aby konstrukcja systemu uwzględniała ruch takiego systemu czyszczącego. Czyszczenie może się odbywać w określonych odstępach czasu lub na podstawie oceny stanu modułów, a wpływ zabrudzenia mierzy się za pomocą przyrządów uruchamiających czyszczenie. Skala zabrudzeń i wynikający z tego przyjęty schemat czyszczenia zależą od lokalnych źródeł zanieczyszczeń. Większość użytkowników ogranicza czyszczenie i opiera się na działaniu deszczu, aby utrzymać moduły w czystości. Ulewy dają satysfakcjonujący efekt czyszczenia, podczas gdy deszcze lekkie czyszczą znacznie mniej skutecznie i mogą nawet zwiększyć zabrudzenie, jeśli kurz przykleja się do kropel wody. Jednak w przypadku wystąpienia szczególnych warunków czyszczenie powinno być prowadzone zgodnie z harmonogramem, zależnie od źródła i charakteru zabrudzenia.

Źródła zabrudzeń, które mogą wskazywać na potrzebę profilaktyki i opracowanie dedykowanego harmonogramu czyszczenia obejmują lokalizacje, w których występują:

- pył rolniczy (czyszczenie należy zaplanować po orce),
- pył budowlany (po zakończeniu budowy),
- pyłki (należy zaplanować czyszczenie po zakończeniu sezonu pylenia),
- populacje ptaków (dodatkowo należy ograniczyć otwarte przestrzenie między modułami, w których ptaki mogą budować gniazda),
- sadza z silników diesla (obecna w dużych stężeniach w miastach, w pobliżu autostrad czy zajezdni autobusowych),
- źródła przemysłowe (zakłady produkcyjne).

W przypadku równomiernego zabrudzenia należy przeprowadzić lokalną, adekwatną dla lokalizacji analizę kosztów i korzyści, aby określić, czy uzasadnione jest rutynowe czyszczenie modułów. Wyznaczona częstotliwość może być sezonowa, w zależności od lokalnych cech opadów i pyłu. Na optymalny harmonogram czyszczenia wpływa kilka parametrów:

- koszt czyszczenia – zwykle jest to stała opłata dla zakontraktowanej ekipy sprzątającej, a dodatkowo koszt robocizny i materiałów za każde czyszczenie,
- szybkość, z jaką kurz gromadzi się na modułach – wyrażona jako strata wydajności w %/dzień, %/miesiąc lub %/rok,
- współczynnik wydajności dla lokalizacji – im sprawniejsza instalacja, tym większa korzyść z czyszczenia, a im niższa wydajność, tym większą powierzchnię modułów należy wyczyścić dla osiągnięcia tej samej korzyści,
- wartość dostarczanej do sieci energii [zł/kWh] – im wyższa wartość energii, tym bardziej opłacalne jest czyszczenie modułów.

#### 5.2.3.3. Usuwanie zalegającego śniegu

Nagromadzenie śniegu na powierzchni modułu fotowoltaicznego może obniżyć jego średnią roczną wydajność nawet o 16%. Podczas projektowania systemu określany jest niezbędny prześwit między dolną krawędzią najniższego szeregu modułów a podłożem lub dachem, aby uniknąć nanoszonych przez wiatr

reklama



TOOLEX

## Międzynarodowe Targi Obrabiarek, Narzędzi i Technologii Obróbki

ZAREJESTRUJ SIĘ

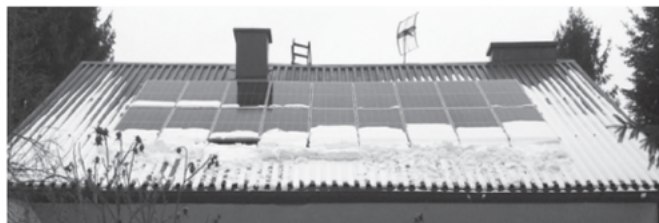
3-5 października 2023

Międzynarodowe Centrum  
Kongresowe w Katowicach

WWW.TOOLEX.PL



zasp i umożliwić zsuwanie się śniegu. Śnieg zazwyczaj zsuwa się z instalacji o dużym kącie nachylenia (pod kątem powyżej 30°), powodując jego niekorzystne gromadzenie w dolnej części modułów (rysunek 5.20).



Rys 5.20. Śnieg zalegający na modułach fotowoltaicznych

Generalnie odśnieżanie nie jest zalecane, ponieważ łatwo uszkodzić moduły, jednak czasami konieczne jest zmniejszenie masy śniegu na dachu lub usunięcie zapór lodowych. Z praktyki wiadomo, że śnieg w rzadkich przypadkach uszkadza moduły i wsporniki fotowoltaiczne. Jeśli jest to konieczne, odśnieżanie powinno się odbywać za pomocą turbowentylatora, a nie łopaty lub środków mechanicznych.

### 5.3. Recykling modułów fotowoltaicznych

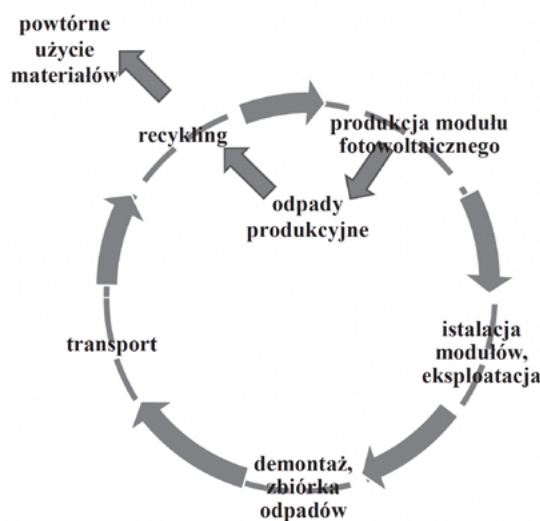
Wraz z rosnącym wykorzystaniem instalacji fotowoltaicznych służących do konwersji energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną coraz większego znaczenia nabiera problem zagospodarowania odpadów powstających podczas produkcji, użytkowania, a przede wszystkim po zakończeniu eksploatacji modułów. Recykling materiałowy, realizowany zgodnie z obecnie obowiązującymi regulacjami prawnymi oraz dostosowany do technologii produkcji, umożliwia osiągnięcie zysku ekonomicznego i ekologicznego, pozwalając na znaczną oszczędność energii i cennych surowców w wyniku powtórnego wykorzystania materiałów.

Globalna skumulowana moc fotowoltaiczna stale rośnie od 2000 roku. W 2020 roku zainstalowana na całym świecie skumulowana moc fotowoltaiczna wyniosła 773,2 GW przy 138 GW nowej mocy fotowoltaicznej zainstalowanej w tym samym roku. W 2019 roku Chiny i Stany Zjednoczone były liderami światowego rynku fotowoltaicznego, z odpowiednio 204 i 76 GW skumulowanej mocy fotowoltaicznej. Jednak to Włochy i Niemcy są krajami o największym udziale energii fotowoltaicznej w całkowitej energii elektrycznej [30].

Systemy fotowoltaiczne składają się z modułów fotowoltaicznych, falowników i magazynów energii, a same mają różne elementy wymagające oddzielnego traktowania w strumieniu odpadów. Moduły fotowoltaiczne pierwszej generacji są wykonane z monokrystalicznego i multikrystalicznego krzemu, a te drugiej generacji produkowane są w postaci cienkowarstwowych ogniw słonecznych (CdTe i CIGS). Z kolei moduły fotowoltaiczne trzeciej generacji, mające wysoką wydajność, dłuższy cykl życia i cieńsze warstwy, nie są obecnie dostępne na rynku komercyjnym.

Technologia fotowoltaiczna jest uważana za źródło energii o stosunkowo małej ilości odpadów, jako że nie są one generowane w okresie eksploatacji modułów PV, jednak nie można zapominać o strumieniu odpadów powstających po

zakończeniu fazy eksploatacji instalacji. Niewielki strumień odpadów powstaje również na etapie produkcji w przypadku wyrobów, które są odrzucane przez kontrolę jakości, jak również w trakcie eksploatacji w przypadku modułów uszkodzonych, dla których obserwuje się zmniejszoną sprawność (na przykład w przypadku wad powłoki antyrefleksyjnej) [31]. Aby moduły fotowoltaiczne nie miały negatywnego wpływu na środowisko, konieczne jest wprowadzenie długofalowej strategii obejmującej kompletny „cykl życia” wszystkich elementów systemu: od fazy produkcji przez montaż i eksploatację aż do utylizacji. Recykling odpadów produkcyjnych i zużytych systemów jest istotnym elementem tej strategii. Cykl życia modułu fotowoltaicznego z uwzględnieniem recyklingu przedstawia rysunek 5.21.



Rys 5.21. Cykl życia modułu fotowoltaicznego z uwzględnieniem recyklingu

Korzyści środowiskowe recyklingu są związane nie tylko z ograniczeniem miejsca na składowiskach odpadów, lecz także z oszczędnością energii, surowców i ograniczeniem emisji. Recykling modułów fotowoltaicznych umożliwia odzysk wielu cennych materiałów, co pozwala na oszczędność energii oraz naturalnych źródeł surowcowych. Ważnym argumentem dla prowadzenia recyklingu modułów fotowoltaicznych jest ograniczenie zużycia energii na etapie ich produkcji dzięki wykorzystaniu raz już wytworzonych i oczyszczonych materiałów (szczególnie cennym materiałem z tego punktu widzenia jest krzem).

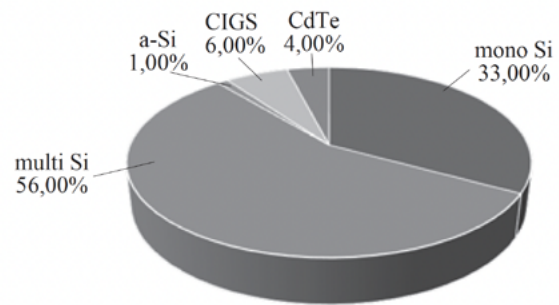
Zakład realizujący procesy recyklingu odpadów fotowoltaicznych ma na celu – jak każde przedsiębiorstwo – maksymalizację zysków ze sprzedaży odzyskanych materiałów przy jednoczesnej redukcji kosztów związanych z procesami, transportem i inwestycjami. Ważne jest więc, aby rozwijać i tworzyć ekonomicznie opłacalną i zrównoważoną ekologicznie infrastrukturę recyklingu dla branży fotowoltaicznej w odpowiedzi na intensywny rozwój tych technologii. Ekonomiczna opłacalność programu recyklingu jest ściśle powiązana z ilością dostępnych do przerobu odpadów fotowoltaicznych, odległością od zakładu recyklingu i ilością odzyskanych cennych materiałów.

Recykling modułów fotowoltaicznych jest bardziej skomplikowany niż na przykład baterii i akumulatorów ze względu na wiele lat przerwy między instalacją a demontażem zużytych

modułów, niską zawartość cennych materiałów i geograficzne rozproszenie. Bezawaryjna praca modułów fotowoltaicznych jest gwarantowana przez producentów przez 25 lat, jednocześnie obserwuje się tendencję do wydłużania tego okresu, w miarę jak technologia ich produkcji ulega udoskonaleniu.

Producenci udzielają na swoje produkty gwarancji mocy wynoszącej nie mniej niż 90% początkowej mocy maksymalnej po 10 latach pracy i 80% po 25 latach. Jednak w rzeczywistości tylko 36% przebadanych modułów po 22 latach spełnia te kryteria [32]. Zaobserwowano degradację średnio rzędu od 0,36% rocznie [33] do 0,52% rocznie [34] dla modułów c-Si i 0,1 do 0,7% rocznie dla amorficznych ogniw krzemowych [35]. Typowe wady ograniczające żywotność niektórych modułów to pęknięte szkło, wady laminacji i wady elektryczne. Kolejnymi powodami wcześniejszego demontażu modułów fotowoltaicznych jest ich niska wydajność i nieakceptowalny wygląd (na przykład słaba jakość powłoki antyrefleksyjnej). Z wymienionych wyżej powodów wiele modułów będzie musiało być zdemontowanych przed wygaśnięciem okresu gwarancyjnego. Praktyka pokazuje, że wielu użytkowników wymienia instalacje PV przed teoretycznym końcem ich życia, średnio po 17 latach użytkowania, w celu otrzymania lepszych uzysków energii wynikających ze stałego doskonalenia technologii. Na etapie produkcji i montażu poziom odpadów kształtuje się na poziomie 2%.

Skalę problemu ukazują scenariusze, w których przewiduje się, że moc zainstalowana na całym świecie osiągnie w roku



Rys 5.22. Udział w rynku poszczególnych technologii fotowoltaicznych

2050 wartość 4500 GW. Według raportu End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels, przygotowanego przez International Renewable Energy Agency (IRENA), szacuje się, że całkowita ilość surowców wtórnych z instalacji fotowoltaicznych, która powstanie do 2050 roku, wyniesie 78 mln ton [36]. Z odzyskanych surowców można by wyprodukować około 2 mld nowych modułów fotowoltaicznych.

Zagospodarowanie odpadów fotowoltaicznych stanie się więc istotnym problemem środowiskowym w nadchodzących dziesięcioleciach, także w Polsce. Unia Europejska opracowała wiele regulacji prawnych dotyczących odpadów elektronicznych, w tym z fotowoltaiki, odnoszących się do zbiórki odpadów, ich recyklingu i utylizacji. Dyrektywa Unii Europejskiej w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive, WEEE) [37] z 27 stycznia 2003 roku zobowiązuje wszystkich producentów

MIĘDZYNARODOWE TARGI TECHNIKI PAKOWANIA I ETYKIETOWANIA

# TAROPAK

27-29.09.2023, Poznań

Lokalizacja:



ZAPRASZA

**mtp**  
GRUPA

## OPAKUJEMY KAŻDĄ BRANŻĘ!

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



dostarczających moduły fotowoltaiczne na rynek UE do finansowania kosztów zbiórki i recyklingu paneli fotowoltaicznych w Europie. Dyrektywa definiuje moduły fotowoltaiczne jako urządzenia elektroniczne i wymaga dla nich 85-procentowej skuteczności w odzyskiwaniu surowców wtórnych, z czego przynajmniej 80% musi zostać wykorzystane w recyklingu lub dalszej produkcji.

Od 14 sierpnia 2012 roku obowiązuje tzw. dyrektywa WEEE 2. Zastąpiła ona dotychczasową dyrektywę WEEE i wprowadziła wiele istotnych zmian, m.in. nowe poziomy minimalnej zbiórki elektroodpadów od 2016 roku. Nowa dyrektywa znacząco rozszerza zakres przedmiotowy przepisów o elektroodpadach. Do tej pory zamknięty zakres dyrektywy stanowiło 10 grup produktowych. Od 2018 roku zapisy obejmują już cały sprzęt elektryczny i elektroniczny ujęty w 6 nowych otwartych grupach, w czym w kategorii sprzęt wielkogabarytowy znajdują się moduły fotowoltaiczne, a w kategorii sprzęt małogabarytowy mały sprzęt z zintegrowanymi ogniwami fotowoltaicznymi [38].

W Polsce istnieją regulacje prawne traktujące moduły fotowoltaiczne jako sprzęt elektryczny i elektroniczny – ustawa z dnia 11 września 2015 roku o użytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (tekst jednolity Dz.U. z 2022, poz. 1622). Zgodnie z załącznikiem nr 1 tej ustawy moduły fotowoltaiczne, w zależności od rozmiaru, zalicza się:

- do grupy 4 – sprzęt wielkogabarytowy, którego którykolwiek z zewnętrznych wymiarów przekracza 50 cm,
- do grupy 5 – sprzęt małogabarytowy, dla którego żaden z zewnętrznych wymiarów nie przekracza 50 cm.

W myśl tych uregulowań producenci i importerzy modułów fotowoltaicznych rozliczają się ze zbiórki odpadów (zgodnie art. 20.1 ww. ustawy wprowadzający sprzęt jest zobowiązany do osiągnięcia minimalnych rocznych poziomów zbierania zużytego sprzętu, które wynoszą: od dnia 1 stycznia 2021 roku nie mniej niż 65% średniorocznej masy sprzętu wprowadzonego do obrotu).

Moduły fotowoltaiczne mogą być z powodzeniem poddawane recyklingowi w procesach przemysłowych, z możliwością do osiągnięcia wydajnością recyklingu do 95,7%, w tym ogniwa słoneczne z wydajnością około 73%, miedź i ramy – 100%, szkło – 94,3% [39]. Już obecnie odzysk szkła, stali, metali nieżelaznych oraz materiałów półprzewodnikowych pochodzących z instalacji fotowoltaicznych jest realizowany z wysoką wydajnością. Celem postawionym przed europejskie organizacje skupione w PV CYCLE, organizacji non-profit założonej w 2007 roku, zajmującej się bezpłatnie zbieraniem i recyklingiem modułów, jest osiągnięcie jak najwyższego poziomu recyklingu, wyższego niż zobowiązuje do tego dyrektywa WEEE. Regulacje środowiskowe mogą zwiększać koszt i komplikować procedury postępowania z odpadami fotowoltaicznymi. Jeśli materiały wchodzące w skład modułu są klasyfikowane jako niebezpieczne, obowiązuje specjalne wymagania dotyczące usuwania, zbiórki, transportu oraz prowadzenia ewidencji odpadów, co zwiększa koszty ich zagospodarowania. Moduły fotowoltaiczne mogą zawierać nieznaczne ilości materiałów, w stosunku do których istnieją uregulowania dotyczące odpadów niebezpiecznych; zależnie od technologii są to: kadm, ołów, miedź, nikiel, selen, srebro. Na przykład ołów znajdziemy w modułach

starszych typów w stopach lutowniczych, w szkle stosowanym na pokrycie modułów, szklawie zawartym w paście do metalizacji używanej w procesie sitodruku, w elementach inwerterów. Z kolei kadm jest obecny jedynie w ogniwach z CdTe oraz CIS z CdS. Obowiązująca dyrektywa WEEE [37] gwarantuje, że potencjalnie szkodliwe substancje (na przykład ołów, kadm, selen) zostaną usunięte i zagospodarowane podczas recyklingu, rzadkie materiały (na przykład srebro, tellur, ind) zostaną odzyskane i powtórnie wykorzystane, materiały o wysokiej wartości (na przykład krzem, szkło) zostaną poddane recyklingowi, a procesy recyklingu będą uwzględniać jakość odzyskanego materiału (na przykład szkła).

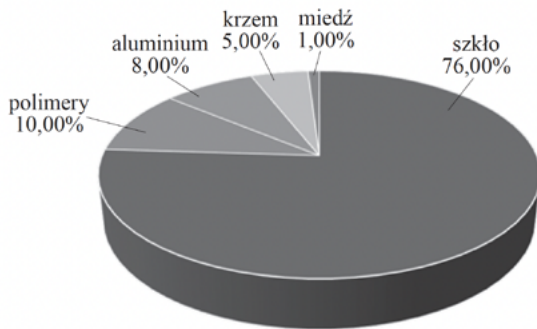
### 5.3.1. Recykling modułów z krystalicznego krzemu

W zależności od technologii produkcji należy opracować odpowiednią metodę recyklingu. Obecnie dominującym materiałem półprzewodnikowym wykorzystywanym do produkcji ogniw fotowoltaicznych jest krzem w postaci płytek mono- lub polikrystalicznych. Moduł fotowoltaiczny z krystalicznego krzemu składa się z połączonych ze sobą szeregowo-równoległe ogniw krzemowych, z których każde jest źródłem napięcia stałego. Ze względu na to, że udział modułów z krystalicznego krzemu (mono i multi-Si) wynosi niemal 90% (rysunek 5.22), ich recykling jest obecnie najważniejszym zagadnieniem.

Moduły fotowoltaiczne z krystalicznego krzemu składają się w przeważającej masie ze szkła, polimerów, aluminium, krzemu i innych metali (rysunek 5.23). O ile recykling szkła i aluminium nie naraża na żadne problemy i może być realizowany z wysoką wydajnością, o tyle odzysk krzemu i srebra jest wciąż rozwijaną technologią. Ilość możliwego do odzyskania krzemu zależy od tego, kiedy moduł został wyprodukowany: w ciągu ostatnich 10 lat znacznie zmniejszono zużycie materiału półprzewodnikowego, od około 16 g/Wp do mniej niż 4 g/Wp dzięki zwiększonej wydajności i zastosowaniu cieńszych waflów krzemowych. Oznacza to, że w roku 2030 będzie możliwe odzyskanie do 30 tysięcy ton krzemu. To ilość równoważna ilości krzemu potrzebnej do wyprodukowania ponad 45 milionów nowych modułów, mająca wartość rynkową około 380 milionów dolarów (zakładając aktualne ceny krzemu na poziomie 20 dolarów/kg i wartość wskaźnika odzysku 70%). Również srebro odzyskane z modułów fotowoltaicznych ma duże znaczenie ze względu na swoją potencjalną wartość. Na podstawie szacunków możliwe jest odzyskanie 90 ton w 2030 roku, mającej obecnie wartość 50 milionów dolarów. Może to wystarczyć do wyprodukowania 50 milionów nowych modułów [36].

Recykling modułów z krystalicznego krzemu odbywa się w kilku etapach. Pierwszym krokiem jest oddzielenie aluminiowej ramy. By odzyskać krzem w postaci płytek nadających się do zastosowania jako podłoże w procesie produkcji nowych ogniw, należy w pierwszej kolejności usunąć z modułu warstwę laminatu EVA (poli(etylen-co-octan winylu)). Następnie z użyciem mieszanin zasad lub kwasów trzeba roztworzyć warstwę antyrefleksyjną, metalizację przednią i tylną oraz złącze p-n [41]. W celu delaminacji stosuje się dwie metody: termiczną i chemiczną. Procesom poddawano zarówno próbki folii EVA różnych producentów, jak i próbki modułów PV, w których warstwa laminatu jest zamknięta w strukturze modułu. Stwierdzono, że delaminacja termiczna jest skuteczna w temperaturze

700°C w czasie kilku godzin i ze względu na wysokie zużycie energii elektrycznej uznano ją za skuteczniejszą metodę rozwarzania chemicznego. Z wielu badanych rozpuszczalników organicznych (aceton, toluen, benzyna, isopropanol, izopropylacetone (keton izobutyloowo-metylowy), tetrahydrofuran, glikol etylenowy, trichloroetylen, gliceryna, alkohol etylowy, chloroform) wybrano – jako najbardziej obiecujące – toluen i chloroform, dla których uzyskano oczekiwany efekt już po jednej godzinie. Przy badaniu próbek EVA różnych producentów



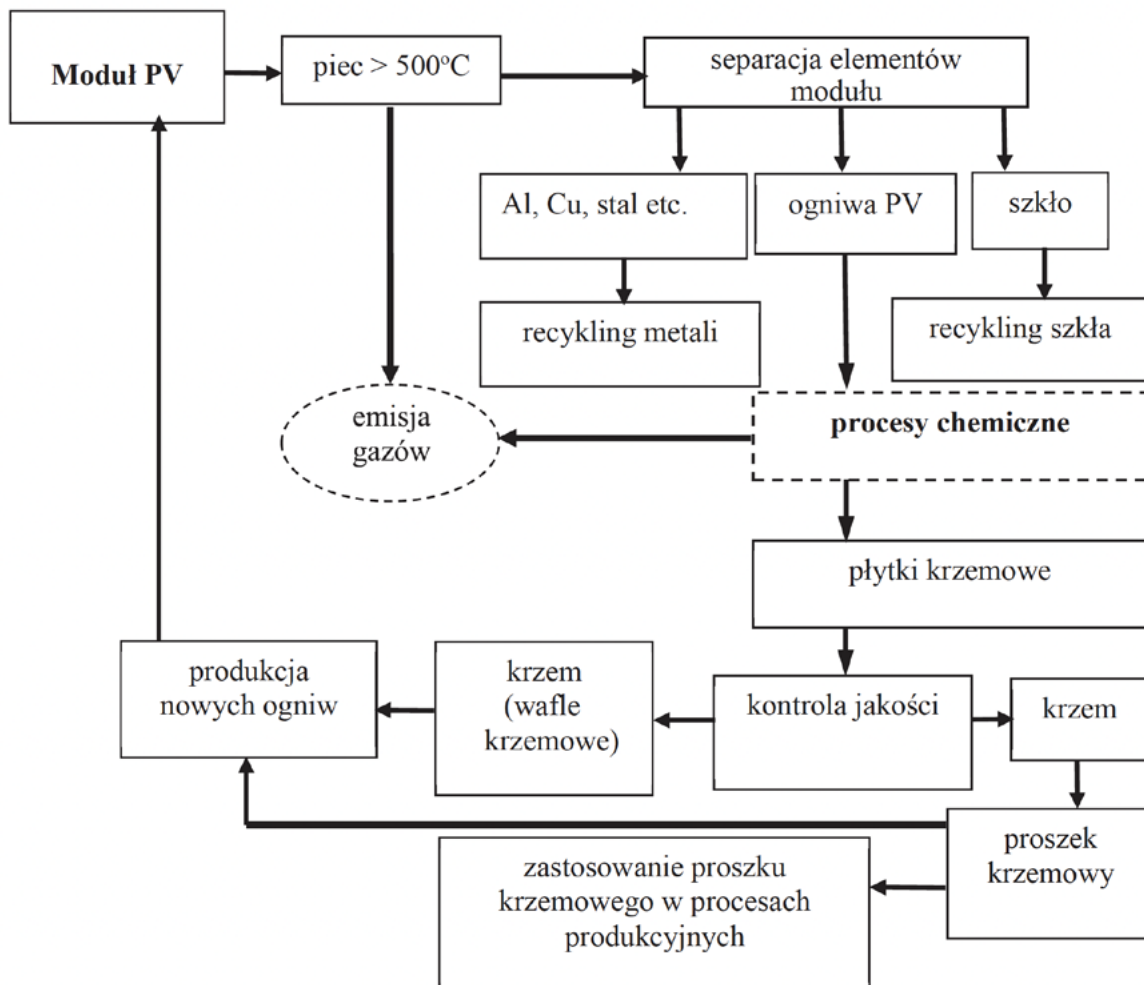
Rys 5.23. Skład surowcowy modułu z krystalicznego krzemu – udziały masowe (na podstawie 40))

najbardziej uniwersalny okazał się chloroform [42].

Procesy termiczne i chemiczne w recyklingu ogniw i modułów fotowoltaicznych z krystalicznego krzemu zaprezentowano na rysunku 5.24.

Możliwe jest odzyskanie podłoża krzemowego, co z kolei pozwala na produkcję nowych ogniw krzemowych na bazie uzyskanych w tym procesie wafli krzemowych, jeśli tylko nie ulegną one mechanicznemu uszkodzeniu. Odzyskany krzem ma wysoką czystość (photovoltaic-grade 99,99%), więc wykorzystanie go w kolejnym procesie produkcji ogniw fotowoltaicznych pozwala na znaczną oszczędność energii elektrycznej, która w pierwotnym procesie produkcji ogniw zużywana jest w procesie oczyszczania krzemu. Na proces prowadzący do otrzymania wafli krzemowych, mogących stanowić materiał do produkcji ogniw fotowoltaicznych (powtórne użycie), składa się:

- delaminacja – wypalanie laminatu (najczęściej EVA, PVB) w temperaturze 500°C,
- demontaż ogniw – odcinanie kontaktów,
- usuwanie metalizacji (dla kontaktów srebrnych kwasowe trawienie, dla kontaktów aluminiowych trawienie zasadowe),
- usuwanie warstwy antyrefleksyjnej i emitera (warstwy typu n) przez wytrawianie w mieszaninach chemicznych,
- płukanie i suszenie otrzymanych wafli krzemowych.

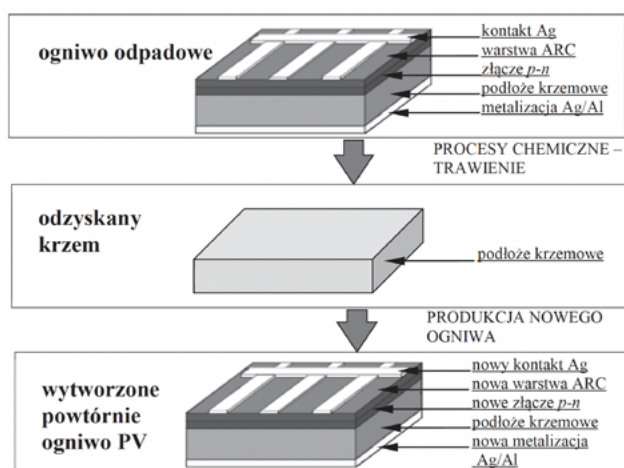


Rys 5.24. Procesy termiczne i chemiczne w recyklingu ogniw i modułów fotowoltaicznych z krystalicznego krzemu (na podstawie [43])

Skład roztworów trawiących można dobierać indywidualnie dla różnych typów ogniw (różnych producentów) lub zastosować uniwersalny. Ze względu na gwałtowny spadek grubości podłoża krzemowego wymagana jest precyzyjna kontrola czasu zanurzenia płytki w roztworze trawiącym i temperatury. Metale usuwane w wyniku roztwarzania w 40% aq HNO<sub>3</sub> w temperaturze 40°C odzyskiwano z roztworu w procesie elektrolizy, 30-procentowego roztworu wodnego KOH użyto w celu usunięcia metalizacji przedniej Al – osiągnięto najlepszą wydajność procesu w temperaturze 80°C. Zoptymalizowana mieszanina: 83,33 ml HNO<sub>3</sub> (65%)/50 ml HF (40%)/50 ml CH<sup>3</sup>COOH (99,5%)/1 ml Br<sub>2</sub> została użyta w celu usunięcia powłoki AR i złącza p-n.

Każdy etap po zakończeniu wymaga płukania w wodzie dejonizowanej i suszenia. Optymalne składy mieszanin oraz propozycja automatycznej linii do odzysku materiałów z krzemowych ogniw fotowoltaicznych zostały zastrzeżone w Urzędzie Patentowym RP – patent nr 215770 [44].

Dzięki zastosowaniu opracowanej technologii producenci mogą wytwarzać moduły z wykorzystaniem nowych ogniw krzemowych wytworzonych na bazie podłoża krzemowego o wysokiej czystości, odzyskanego ze zużytych, uszkodzonych lub wycofanych z produkcji na etapie kontroli jakości ogniw, co ilustruje rysunek 5.25.



Rys 5.25. Wytwarzanie nowego ogniwa fotowoltaicznego na bazie ogniwa odzyskanego w procesie recyklingu

Oprócz oczywistych korzyści ekonomicznych wykorzystania odzyskanego krzemu o wysokiej czystości równie ważne są korzyści dla środowiska. Recykling 1 tony modułów fotowoltaicznych wytworzonych na bazie krystalicznego krzemu pozwala na redukcję około 800 kg CO<sub>2</sub> eq oraz oszczędność 8,5 GJ energii ze źródeł nieodnawialnych [45].

Aby ocenić, jaki wpływ na środowisko ma wykorzystanie odzyskanych w procesie recyklingu niewymagających procesów oczyszczania podłoża krzemowych, przeprowadzono analizę cyklu życia dla ogniw. Dokonano porównania między produkcją nowych ogniw słonecznych w standardowej technologii, obejmującą pełny etap oczyszczania krzemu, a wykorzystaniem materiału krzemowego z recyklingu. Analiza wszystkich etapów cyklu życia ogniwa krzemowego wykazała, że redukcja emisji gazów cieplarnianych dzięki zastosowaniu

materiału krzemowego z recyklingu stanowi 42%, a całkowity wpływ produkcji fotowoltaicznej na środowisko można dzięki temu zmniejszyć nawet o 58%, głównie przez zmniejszenie zużycia energii w procesie produkcji krzemu krystalicznego o wysokiej czystości [46].

### 5.3.2. Recykling modułów cienkowarstwowych

Obserwowane niedobór krzemu i rosnący globalny popyt na moduły fotowoltaiczne stały się motorem do rozwoju cienkowarstwowych technologii fotowoltaicznych. Wskutek tego stale rośnie produkcja modułów cienkowarstwowych wytwarzanych na bazie amorficznego krzemu (a-Si), diselenku indowo-miedziowego (CIGS) i tellurku kadmu (CdTe). W tej technologii często cały moduł zbudowany jest z jednego ogniwa. Przewagą technologii cienkowarstwowych jest zdecydowana redukcja zużycia drogich materiałów, a tym samym poprawa stosunku ceny do mocy ogniwa. Obecnie technologie cienkowarstwowe obejmują 11% rynku.

Odpady pochodzące z technologii CdTe wyniosą do roku 2040 i 2050 odpowiednio: 2,4 i 9,5 milionów ton. Ilość nagromadzonych odpadów w postaci modułów a-Si wyniosą do roku 2040 i 2050 odpowiednio: 1,2 i 3,7 milionów ton, podczas gdy dla odpadów pochodzących z technologii CIGS odpowiednio 0,9 i 4,7 milionów ton [47]. Ilość odpadów jest ściśle związana z technologią wykonania, a tym samym rokiem wytworzenia. Ponieważ technologie rozwijają się w kierunku materiałooszczędnych i coraz bardziej wydajnych modułów, udziały masowe poszczególnych materiałów zmieniają się na przestrzeni kolejnych lat.

Moduły cienkowarstwowe są technologicznie bardziej złożone niż moduły fotowoltaiczne wytworzone na bazie krzemu. Procentowy udział masowy szkła prawdopodobnie zmniejszy się do roku 2030 w przypadku modułów cienkowarstwowych, dzięki zastosowaniu cieńszych i bardziej stabilnych materiałów szklanych, co automatycznie zwiększy udział masowy półprzewodników i innych metali [48].

Moduły CIGS składają się obecnie w 89% ze szkła, z przewidywanym spadkiem tego udziału do 88% w 2030 roku. Zawierają 7% aluminium (tu oczekiwany wzrost wynosi 1% w 2030 roku) i 4% polimerów. Pozostałe metale to w 10% miedź, 28% ind, 10% gal i 52% selen [49, 50]. Wydajność modułu CIGS wynosi obecnie 15% i ma szansę wzrosnąć do 20% i więcej w perspektywie długoterminowej [51].

Ogniwa z tellurku kadmu CdTe są produkowane na podłożu szklanym z warstwą transparentną tlenku indowo-cynowego (ITO), pełniącą funkcję kontaktu przedniego, a następnie bardzo cienką warstwą CdS typu n i CdTe typu p, odgrywającego rolę absorbera. CdS absorbuje niewielki zakres światła widzialnego i niebieskiego, pozwalając pozostałej części widma dotrzeć do aktywnej warstwy tellurku kadmu. Tylny kontakt metaliczny jest wytwarzany przez napylenie.

Do 2030 roku udział szkła w całkowitej masie modułu CdTe ma spaść o 1%: z 97% do 96%. Oczekuje się w związku z tym wzrostu zawartości polimerów o 1%: z 3% do 4% w porównaniu do stanu obecnego. W porównaniu do modułów CIGS zużycie materiału półprzewodnikowego spadnie prawie o połowę: z 0,13% do 0,07%. Jednak udział innych metali (na przykład niklu, cynku i cyny) wzrośnie z 0,26% do 0,41% [48, 50]

JEDZIEMY  
DALEJ!

15

MIĘDZYNARODOWE  
TARGI KOLEJOWE



# TRAKO

19-22.09.2023  
GDAŃSK



TRAKOEXPO.COM



ORGANIZACJA



PATRONATY HONOROWE



PARTNERZY BRANŻOWI



PARTNERZY



(główny powód wzrostu udziału innych metali jest związany z postępującą redukcją w grubości warstwy CdTe).

W zależności od rodzaju modułu cienkowarstwowego przeznaczonego do recyklingu wyróżniamy 3 metody postępowania:

1. dla modułów typu CIGS – rozdrabnianie strumieniem wody i obróbkę chemiczną,
2. dla modułów typu CdTe – obróbkę termiczną (pirolizę) i chemiczną,
3. dla modułów opartych na a-Si – mielenie i rozdział pneumatyczny bazy polimerowej [52].

Niezależnie od rodzaju modułu fotowoltaicznego wyróżniamy 3 etapy procesu recyklingu (rysunek 5.26).



Rys 5.26. Schemat procesu recyklingu cienkowarstwowego modułu fotowoltaicznego [53]

W przypadku modułów CdTe procedura rozpoczyna się od rozdrabniania modułów z użyciem różnego rodzaju młynów i kruszarek. Folie półprzewodnikowe usuwa się przez dodanie kwasu w wolno obracającym się bębnie ze stali nierdzewnej. Bęben opróżnia się powoli do sortownika, gdzie szkło jest oddzielane od cieczy. Następnie płucze się je w celu usunięcia pozostałego na szybie materiału półprzewodnikowego. Roztwór przepuszcza się przez kolumnę w celu usunięcia miedzi i żelaza. Kadm jest odzyskiwany przez elektrolityczne osadzanie, a tellur przez reaktywne wytrącanie. Ciecz bogatą w metal pompuje się do zespołu wytrącania i przetwarza w 3 etapach (w roztworach z rosnącym pH). Substancje wydzielone są zatężane. Placek filtracyjny wytworzony z zawiesiny w czasie procesu jest bogaty w metale, które w efekcie odzyskuje się na poziomie 95% [54]. Uwolnione warstwy półprzewodnikowe mogą być również usuwane z pokruszonego materiału w procesie mokrym przez ścieranie lub flotację.

Procedura odzysku cennych materiałów z ogniw słonecznych na bazie CIGS przebiega następująco [55].

- Etap 1. Ręczne usuwanie i zbiór ram metalowych i skrzynek przyłączeniowych z kablami.
- Etap 2. Oddzielenie pokrywy szklanej przez ogrzewanie modułu i mechaniczne oddzielanie szkła.
- Etap 3. Usuwanie resztkowego laminatu EVA z powierzchni wyrobu przez zanurzenie w roztworze na bazie kwasu octowego.

- Etap 4. Mechaniczne oddzielanie absorbera CIGS w postaci proszku metalu.
- Etap 5. Oddzielanie szkła sodowo-wapniowego przez rozpuszczenie warstwy molibdenu w rozcieńczonym kwasie azotowym.

Analiza porównawcza możliwych do osiągnięcia w procesie recyklingu ogniw i modułów fotowoltaicznych różnych typów zysków opiera się na porównaniu ilości odzyskanego materiału półprzewodnikowego i szkła – dane te zostały przedstawiane w tabeli 5.3.

Podsumowując: recykling, prowadzący do odzysku cennych materiałów, może być stosowany na etapie produkcji dla modułów odrzuconych przez kontrolę jakości, na etapie użytkowania dla tych elementów systemu, które uległy uszkodzeniu oraz dla wszystkich zdemontowanych elementów instalacji po zakończeniu jej eksploatacji. Prowadzi do ograniczenia zużycia cennych materiałów i energii potrzebnej w procesach produkcyjnych dzięki wykorzystaniu raz już wytworzonych i oczyszczonych materiałów. Recykling obniża zasadniczo wpływ na środowisko cyklu życia modułu PV (w kategorii wpływu: zakwaszenie, globalne ocieplenie, zużycie zasobów). Aby osiągnąć korzyści środowiskowe, wpływ na środowisko realizowanego procesu recyklingu musi być mniejszy niż oddziaływanie na środowisko procesu produkcji materiału. Chociaż koszt składowania modułów na wysypisku jest mniejszy, to recykling jest ekonomicznie i ekologicznie opłacalny [57].

**Bibliografia**

- [1] Planning & Installing Photovoltaic Systems, Earthscan 2008.
- [2] Hottel H.C., Woertz B.B., Evaluation of flat-plate solar heat collector, Trans. ASME 1942, 64, 91.
- [3] Chwieduk D., Energetyka słoneczna budynku, Warszawa 2011.
- [4] Liu B., Jordan R., The interrelationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation, Solar Energy, 1960, 4, 3, 1–19, [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(60\)90062-1](https://doi.org/10.1016/0038-092X(60)90062-1).
- [5] Hay J.E., Davies J.A., Calculations of the solar radiation incident on an inclined surface, w: Proc. of First Canadian Solar Radiation Data Workshop, red. J.E. Hay, T.K. Won, Ministry of Supply and Services, Canada 1980.
- [6] Reindl D.T., Beckman W.A., Duffie J.A., Diffuse fraction correlations, Solar Energy 1990, 45, 1, 1–7, [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(90\)90060-P](https://doi.org/10.1016/0038-092X(90)90060-P).

Typ ogniw fotowoltaicznych	c-Si, mc-Si	a-Si	CIGS		CdTe	
			Ga	In	Cd	Te
Masa odzyskanych materiałów półprzewodnikowych [g]	279,6	1,17	5,23	8,62	8,98	9,15
Masa odzyskanego szkła [kg]	16,64	b.d.	17,680		16,64	

Tabela 5.3. Masowy odzysk materiałów półprzewodnikowych i szkła dla 1 m<sup>2</sup> modułu PV [56]



- [7] Shukla K.N., Saroj R., Sudhakar K., Comparative study of isotropic and anisotropic sky models to estimate solar radiation incident on tilted surface: A case study for Bhopal, India, *Energy Reports* 2015, 96–103, <http://dx.doi.org/10.1016/j.egy.2015.03.003>.
- [8] Erbs D.G., Klein S.A., Duffie J.A., Estimation of the diffuse radiation fraction for hourly, daily and monthly-average global radiation, *Solar Energy* 1982, 28, 4, 293–302, [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(82\)90302-4](https://doi.org/10.1016/0038-092X(82)90302-4).
- [9] Iqbal M., Prediction of hourly diffuse solar radiation from measured hourly global radiation on a horizontal surface, *Solar Energy* 1980, 24, 5, 491–503, [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(80\)90317-5](https://doi.org/10.1016/0038-092X(80)90317-5).
- [10] Skartveit A., Olseth J.A., A model for the diffuse fraction of hourly global radiation, *Solar Energy* 1987, 38, 4, 271–274, [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(87\)90049-1](https://doi.org/10.1016/0038-092X(87)90049-1).
- [11] Garrison J.D., A study of the division of global irradiance into direct and diffuse irradiance at thirtythree U.S. sites, *Solar Energy* 1985, 35, 4, 341–351, [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(85\)90142-2](https://doi.org/10.1016/0038-092X(85)90142-2).

## Centrala sterująca serii AFG-4000

Centrala sterująca urządzeniami oddymiającymi i przewietrzającymi typ: AFG-4024 / AFG-4048 z możliwością pracy w sieci.



Centrala sterująca serii AFG-4000, jest podstawowym, autonomicznym elementem składowym systemu oddymiania i przewietrzania. Centrala steruje i dostarcza energię elektryczną 24 V DC (typ: AFG-4024) lub 48 V DC (typ: AFG-4048) do:

- napędów klap i okien oddymiających (wyciągów dymu);
- zatrzasków elektromagnetycznych (wyzwalaczy elektromagnetycznych) klap pneumatycznych lub klap wentylacji PPOŻ;
- siłowników sterowanych trzyprzewodowo klap wentylacji PPOŻ np.: firmy Belimo;
- napędów drzwi napowietrzających;
- napędów kurtyn dymowych;
- styczników (falowników) wentylatorów napowietrzających i oddymiających.

Elementami składowymi systemu oddymiania, sterowanymi przez centralę w funkcji otwierania i zamykania, są napędy

elektryczne. O kierunku ruchu napędu (otwieraniu lub zamykaniu wyciągów dymu) decyduje polaryzacja napięcia wyjściowego centrali. Przykładowy napęd FTA600R

Wygenerowanie alarmu przez czujkę, przyciśnięcie przycisku, itp., powodują pojawienie się na wyjściu centrali sygnału napięciowego o odpowiedniej polaryzacji.

Centrala zaopatrzona jest w zaciski do przyłączenia wyłączników krańcowych, które zamontowane na siłownikach przekazują do centrali stany pełnego otwarcia lub zamknięcia wyciągów dymu. Jednocześnie sygnały te powodują zakończenie procesu sterowania siłowników.

reklama

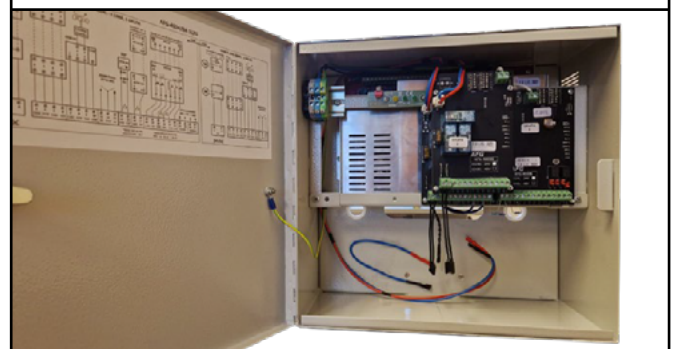
**4Ti Sp. z o.o.**

ul. Ukraińska 8, 54-401 Wrocław

Mail: 4ti@4ti.com.pl

www.4ti.com.pl

**4Ti** TECHNOLOGIA  
I INNOWACJE



# Iskrobezpieczne pneumatyczne źródło sejsmiczne do monitorowania i obrazowania górotworu w górnictwie podziemnym

Przemysław Sierodzki, Leszek Remiorz, Mateusz Cwiękała, Krzysztof Krawiec

**Streszczenie:** Do najbardziej zagrożonych tąpniętami i wyrzutami skał i gazów rejonów kopalń w Polsce należą rejonu ścian wydobywczych, w których podejmowane są próby wczesnego wykrywania tych zagrożeń z wykorzystaniem metod aktywnego prześwietlania rejonu ścian wydobywczych. Dotychczas były one realizowane głównie z wykorzystaniem małych ładunków wybuchowych, co nie zawsze jest możliwe ze względu na duże zagrożenie gazowe i obostrzenia z tym związane. Powszechnie jest oczekiwanie na umożliwienie w przyszłości bezpiecznego i tańszego prześwietlania górotworu na bieżąco z wykorzystaniem iskrobezpiecznych lekkich mobilnych pneumatycznych wzbudników podczas wydobywania, w celu wczesnego wykrywania miejsc koncentracji naprężeń charakteryzujących się zmianami prędkości rozchodzenia się wzbudzanych fal sejsmicznych, towarzyszących niebezpiecznym odkształceniom górotworu, które mogą prowadzić do zagrożeń.

Opracowane w Centrum Transferu Technologii EMAG pneumatyczne, iskrobezpieczne źródło sejsmiczne WZB-2 umożliwia generowanie fal sejsmicznych oraz prowadzenie aktywnych badań sejsmicznych w rejonie zagrożenia. W porównaniu do materiałów wybuchowych wzbudnik pneumatyczny jest źródłem bezpiecznym, mobilnym, tańszym w użyciu i może być również używany w trakcie prowadzenia wydobywania. Wyzwalany z powierzchni w krótkich odstępach czasu, przy współpracy z aparaturą sejsmoakustyczną, może pomóc w uzyskaniu wysoko rozdzielczej informacji o zmianie prędkości fal sejsmicznych w górotworze.

W artykule przedstawiono opis rozwiązania oraz charakterystykę techniczną urządzenia. Wykonano pierwsze testy aparatury w warunkach dołowych. Wyniki testów potwierdzają wysoką skuteczność aparatury w prześwietlaniu 200 m ściany pokładu węgla. W rezultacie sumowania rejestracji otrzymanych z 18 uderzeń wzbudnika w ocios uzyskano odpowiedź w przeciwległym chodniku w zakresie do 500 Hz.

**Słowa kluczowe:** Iskrobezpieczny sterowany wzbudnik drgań, sejsmiczne źródło, monitorowanie górotworu, zagrożenia sejsmiczne w kopalniach, kopalnia węgla, zmiany prędkości fal sejsmicznych

## *Intrinsically safe pneumatic seismic source for monitoring and imaging of rock mass in underground mining*

**Abstract:** *The regions of mines in Poland most at risk of rock bursts and rock and gas outbursts include longwall areas where attempts are made to detect these threats early using methods of active scanning of the longwall area. So far, they have been carried out mainly with the use of small explosives, which is not always possible due to the high gas hazard and the related restrictions. It is common to expect safe and cheaper scanning of the rock mass in the future with the use of intrinsically safe lightweight mobile pneumatic exciters during mining in order to early detect stress concentration points characterized by changes in the propagation speed of induced seismic waves accompanying dangerous deformations of the rock mass, which may lead to hazards.*

*The WZB-2 pneumatic intrinsically safe seismic source developed at the CTT EMAG allows seismic waves to be generated and active seismic surveys to be carried out in the hazard region. Compared to explosives, the pneumatic exciter is a safe, mobile, less expensive source and can also be used during mining operations. Triggered from the surface at short intervals, in cooperation with seismoacoustic apparatus, it can help to obtain high-resolution information about the change in seismic wave velocity in the rock mass.*

*The paper presents a description of the solution and the technical characteristics of the apparatus. The first tests of the apparatus in underground conditions were carried out. The test results confirm the high effectiveness of the apparatus in screening a 200 m long coal seam. As a result of the summation of the registrations obtained from the 18 strokes of the exciter in the wall face, a response of up to 500 Hz was obtained in the opposite gallery*

**Keywords:** *Intrinsically safe pneumatic source, seismic source, rock mass monitoring, seismic hazard in mines, coal mine, seismic velocity changes*

## Wprowadzenie

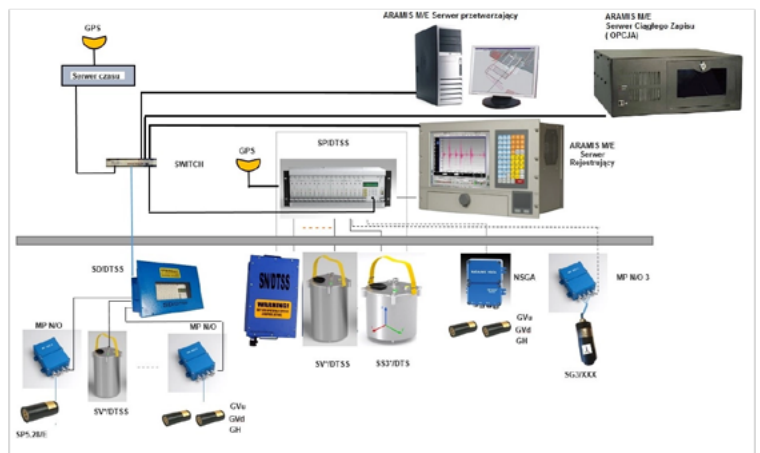
Jednym z najbardziej powszechnych zagrożeń występujących w kopalniach dołowych w Polsce jest zagrożenie tąpniętami oraz wyrzutami gazów i skał. W celu oceny tego zagrożenia wykonuje się szereg badań i analiz, w tym bardzo często badania metodą aktywnej

tomografii sejsmicznej. Powszechnie stosowane w tej metodzie materiały wybuchowe do generowania fali sejsmicznej pozwalają na zobrazowanie górotworu w dłuższych odstępach czasu, utrudniając śledzenie gwałtownych zmian prędkości fal sejsmicznych w rejonie wydobywania. Dodatkowo użycie

materiałów wybuchowych jest kosztowne i czasochłonne.

Celem pracy było zaprojektowanie, wykonanie, przebadanie w warunkach laboratoryjnych, uzyskanie certyfikatu ATEX oraz przebadanie w warunkach rzeczywistych kopalni iskrobezpiecznego wzbudnika

## SYSTEM SEJSMICZNY ARAMIS M/E



Od ponad 13 lat tworzymy i produkujemy rozwiązania dla poprawy bezpieczeństwa pracy w podziemnych zakładach górniczych, systemy i elementy systemów automatyki przemysłowej oraz urządzenia kontroli jakości kopalin.

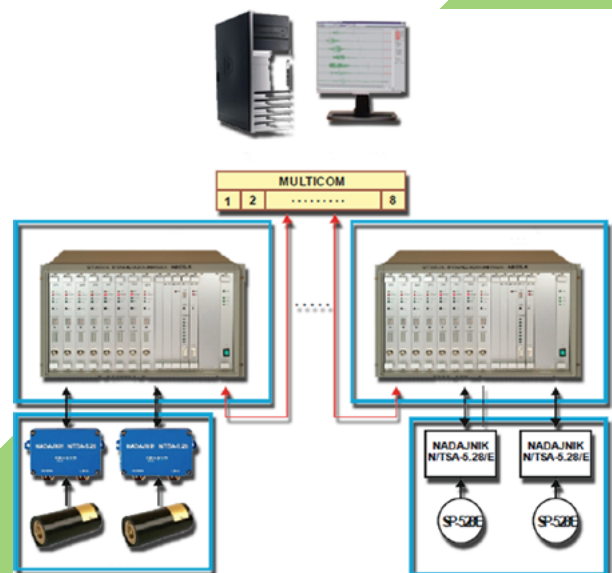
Nasza oferta obejmuje:

- systemy geofizyki górniczej (sejsmologia i sejsmoakustyka) wraz z pozostałymi rozwiązaniami wspomagającymi analizę danych w dziedzinie geofizyki (ARAMIS M/E, ARES-5/E, ARP 2000, Wzbudnik WZB, ARAMIS MSD)
- systemy i elementy wykonawcze automatyki przemysłowej (system sterowania osadzarkami BOSS 2000, czujniki ciśnienia, bloki elektrohydrauliczne)
- urządzenia kontroli jakości kopalin (beziotopowe, izotopowe) laboratoryjne i przemysłowe (PYLOX3, Walker, RODOS, ALFA)

## WZBUDNIK



## SYSTEM SEJSMOAKUSTYCZNY ARES-5/E



sejsmicznego, współpracującego z produkowanymi w Centrum Transferu Technologii EMAG CTT EMAG systemami sejsmoakustycznymi i sejsmicznymi, w celu umożliwienia prześwietlenia górotworu falami sejsmicznymi wygenerowanymi wymuszeniem mechanicznym.

W systemach do oceny stanu zagrożenia tąpnięciami obserwuje się dążenie do objęcia kontrolą szczególnie zagrożonych rejonów kopalni, jakimi są rejonys ścian wydobywczych.

W projekcie INGENO [1] zaproponowano stosowanie w rejonie ściany wydobywczej różnorodnych tomografii umożliwiających uzyskiwanie uśrednionych wypadkowych tomografii odzwierciedlających względne zmiany prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych w rejonie ściany. Rozpatrywane były tomografia osłabieniowo - tłumieniowa z wykorzystaniem organu urabiającego kombajnu do wzbudzania fali prześwietlającej [2], impulsowa tomografia prędkościowa z wykorzystaniem sterowanych wzbudników mechanicznych do wzbudzania prześwietlającej fali sejsmicznej [1] oraz tomografia pasywna z wykorzystaniem lokalizowanych wstrząsów w obrębie ściany do jej prześwietlania [3]. Dla zwiększenia wiarygodności oceny zagrożenia zaproponowano uśrednioną charakterystykę tomograficzną [1].

W ramach projektu INGENO zaproponowano konstrukcję mechanicznych wzbudników działających z magazynowaniem energii uderzenia w napiętych przez siłowniki pneumatyczne sprężynach. Konstrukcja mechanicznego iskrobezpiecznego wzbudnika realizowanego w CTT EMAG z trzema



Rys. 2 Obudowy wzbudnika w dwóch wykonaniach WZB 2a i WZB 2b

siłownikami pneumatycznymi uzyskała certyfikat ATEX. Badania wzbudnika w systemie INGENO ujawniły jego wadę związaną z dużą masą (około 50 kg), co utrudniało jego przebudowę. Dokonany dodatkowy świeży przegląd literatury odkrył stosowanie w pracy [4] konstrukcji wzbudnika pozbawionego sprężyn magazynujących energię i związanych z tym siłowników oraz wykorzystywanie w zbiornikach do przechowywania materiałów sypkich w celu ich dokładnego opróżniania (mąka, cement, itp.) pneumatycznych wzbudników firmy Oli [5].

Przystępując do opracowania nowej wersji wzbudnika w CTT EMAG przyjęto następujące założenia techniczne: 1. wykonanie iskrobezpieczne, 2. wykorzystanie wzbudnika firmy Oli i zasilanie pneumatyczne, 3. sterowanie elektryczne (opcja ręczne), 4. energia wymuszenia minimum 100 J, 5. gabaryty i masa umożliwiająca transport jednoosobowy (eliminacja sprężyn i siłowników), 6. realizacja w dwóch wykonaniach z modułem sterującym wewnątrz

obudowy wzbudnika wersja „a” lub na zewnątrz „b”, 7. współpraca z systemami produkowanymi w CCT EMAG sejsmoakustycznym ARES-5/E oraz sejsmicznym ARAMIS M/E.

**2. Budowa i działanie wzbudnika**

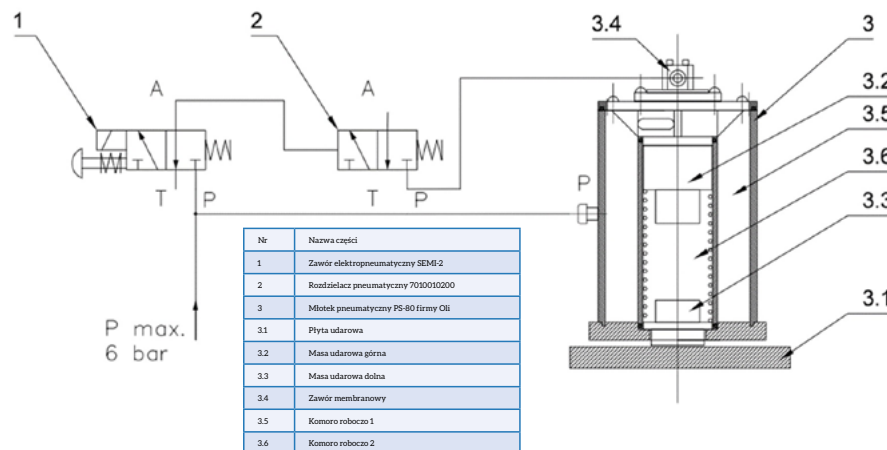
Schemat blokowy nowo opracowanego wzbudnika przedstawiono na rys. 1. Wzbudnik służy do wywołania w podłożu, z którym jest związany, fali sejsmicznej. Efekt ten uzyskiwany jest poprzez uderzenie masy udarowej (3.3) w zamocowaną do podłoża (ociosu) płytę udarową (3.1).

W skład wzbudnika wchodzi: iskrobezpieczny, pneumatyczny zawór SEMI-2 do sterowania wraz z osprzętem pneumatycznym (1), zawór wykonawczy (2), młotek pneumatyczny pojedynczego uderzenia PS-80 (3) wraz z płytą udarową z otworami do zabudowy kotwowej (3.1). Ze względu na części aluminiowe oraz wymagania norm całość zamknięta jest również w pyłoszczelnej obudowie o cechach typu IP54.

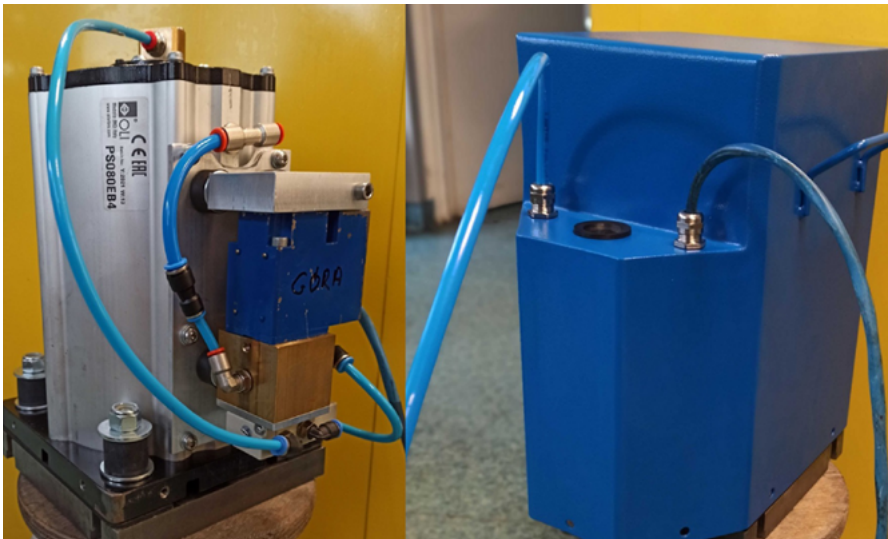
W stanie normalnym ciśnienie robocze o maksymalnej dopuszczalnej wartości 6 bar doprowadzone jest do:

- komory roboczej 1 młotka pneumatycznego PS-80 (3.5),
- elektrozaworu SEMI-2/P (1),
- zaworu wykonawczego (2).

Sprężone powietrze wypełniające komorę roboczą 1 (3.5) doprowadzone jest do zaworu membranowego (3.4), będącego integralną częścią młotka PS-80 (3) przez dyszę o małym przepływie. Zamknięty zawór membranowy oddziela komorę roboczą 1 (3.5) oraz komorę roboczą 2 (3.6).



Rys. 1 Schemat pneumatyczny wzbudnika WZB 2.



Rys. 3 Wnętrze wzbudnika WZB 2a i jego obudowa

Parametr	Wartość
Energia uderzenia	~150 J
Zasilanie (powietrze)	3-6 bar
Gabaryty (bez uchwytów)	335x205x280 mm - WZB 2a
	368x205x210 mm - WZB 2b
Waga (bez płyty udarowej)	-25 kg WZB 2a
	-23 kg WZB 2b
Magazyn energii	Powietrze
Konstrukcja kafara	PS-80 (OLI)
Stopień ochrony IP	IP54
Temperatura pracy	+0°C+50°C

Tabela nr.1 Dane techniczne wzbudnika ZB 2 w wersji a i b

Elektrozawór SEMI-2/P (1) otwiera zawór wykonawczy o dużym przepływie (2), który połączony jest z zaworem membranowym (3.4).

Powoduje to natychmiastowe otwarcie zaworu membranowego, połączenie się komór roboczych 1 oraz 2, a co za tym idzie wypchnięcie wewnętrznej masy udarowej górnej (3.2). Masa udarowa górna (3.2) uderza w masę udarową dolną (3.3), która z kolei uderza w płytę udarową (3.1). Powstały impuls udarowy przekazywany jest do podłoża.

Zasada działania obydwóch typów wzbudnika jest identyczna. Zmienia się tylko lokalizacja zaworu SEMI-2/P (1).

- wewnątrz obudowy wzbudnika WZB 2a,
- zewnątrz obudowy wzbudnika WZB 2b.

W związku z powyższym dopuszczalne jest, aby wzbudnik WZB 2a działał również w konfiguracji z zewnętrznym blokiem sterującym.

Na rysunku 2 przedstawiono obudowy wzbudnika WZB 2.

Dane techniczne wzbudnika WZB 2 w wersji a i b przedstawiono w tabeli nr 1.

### 3. Rezultaty badań certyfikacyjnych wzbudnika WZB 2

Konstrukтором iskrobezpiecznego wzbudnika WZB 2 w obu jego wykonaniach (z elementem magazynującym energię w postaci młotka pneumatycznego pojedynczego uderzenia PS-80 firmy Oli) jest autor korespondencyjny artykułu (Przemysław Sierodzki). Wzbudnik realizowany był w ramach jego doktoratu wdrożeniowego pt. „Wysokorozdzielcze monitorowanie zmian prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych w rejonie frontu eksploatowanej ściany pokładu węgla z wykorzystaniem permanentnego, pneumatycznego źródła sejsmicznego” w ramach Wspólnej Szkoły Doktorskiej Politechniki Śląskiej. Doktorant uruchomił wzbudniki oraz

przeprowadził ich wstępne badania laboratoryjne, po czym nadzorował ustalenie programu badań oraz ich badania atestacyjne w Ośrodku Badań, Atestacji i Certyfikacji OBAC Sp. z o.o. w Gliwicach, w celu uzyskania certyfikatu badania typu UE. W wyniku przeprowadzonych w OBAC badań wzbudnik WZB-2 producenta Centrum Transferu Technologii EMAG Sp. z o.o., które zatrudnia doktoranta uzyskał certyfikat badania typu UE OBAC 22 ATEX 0068X, wydanie 0, który dotyczy konstrukcji, oceny i badań przedmiotowego urządzenia, produktu lub systemu ochronnego zgodnie z Dyrektywą 2014/34/UE.

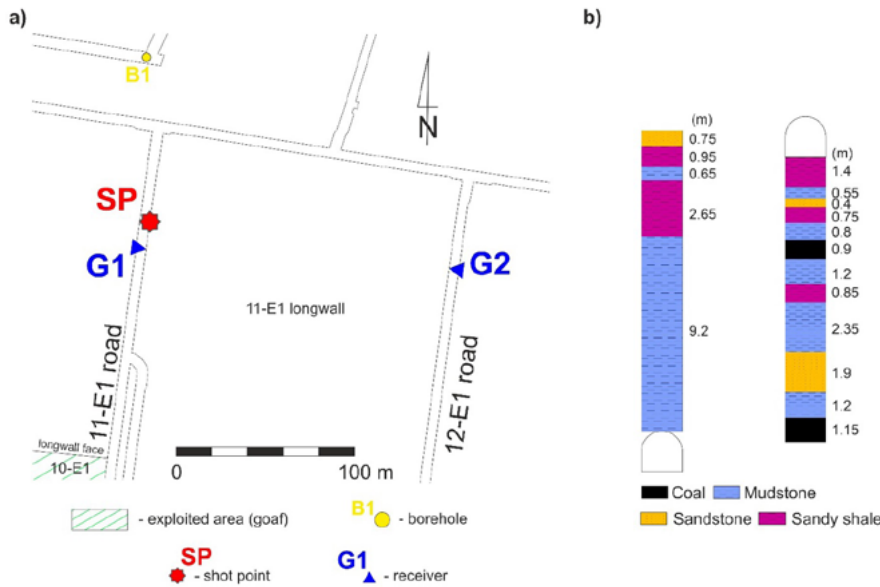
Ośrodek Badań, Atestacji i Certyfikacji OBAC Sp. z o.o. Jednostka Notyfikowana 1461 zgodnie z Artykułem 17i Artykułem 21 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego Rady 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. zaświadcza, że urządzenie, produkt lub system ochronny sprawdzono na zgodność z zasadniczymi wymaganiami w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa dotyczącymi projektu, konstrukcji, urządzenia, produktu lub systemu ochronnego przeznaczonego do użytkowania w atmosferach potencjalnie wybuchowych, które podano w załączniku nr II niniejszej dyrektywy. Wyniki oceny i badań oraz wykaz uzgodnionej dokumentacji technicznej podano w poufnym raporcie nr. OBAC /22/ATEX/ 0068.

W celu spełnienia wymagań norm wymienionych w certyfikacie konieczne było zamknięcie aluminiowej konstrukcji młotka PS-80 w stalowej obudowie o stopniu pyłoszczelności co najmniej IP 54. Umożliwia to wyeliminowanie: wnikania materiałów obcych, uderzeń metali lekkich z powierzchniami utlenionymi, uderzeń metali lekkich z powierzchniami twardymi oraz unikanie tarcia pomiędzy materiałami żelaznymi oraz ceramicznymi.

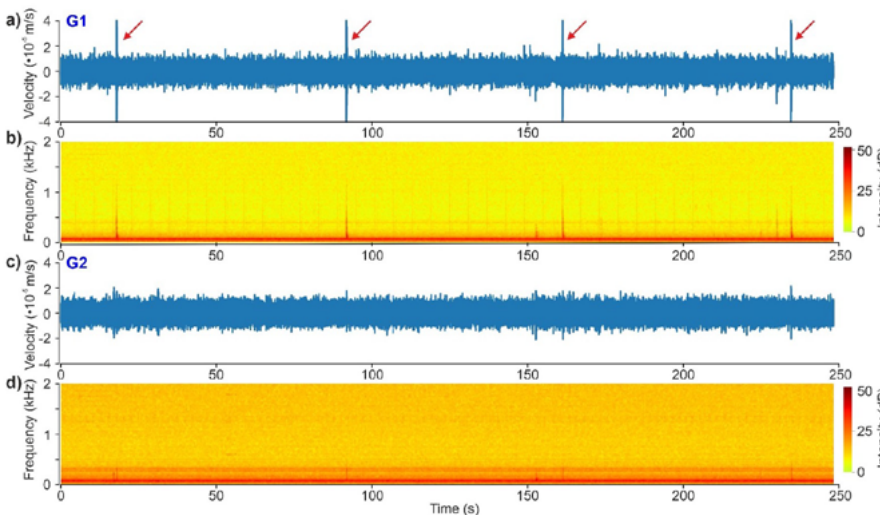
### 4. Podziemny eksperyment

Testowanie wzbudnika przeprowadzono w KWK ROW Ruch „Rydułtowy” w rejonie ściany 11-E1, w pokładzie 703/1-2 (fig 4.1 a).

Pokład 11-E1 to nowo rozwinięta część pokładu węgla 703/1-2. Ściana 11-E1 jest nowo rozwiniętą częścią pokładu węgla 703/1-2. Głębokość zalegania pokładu



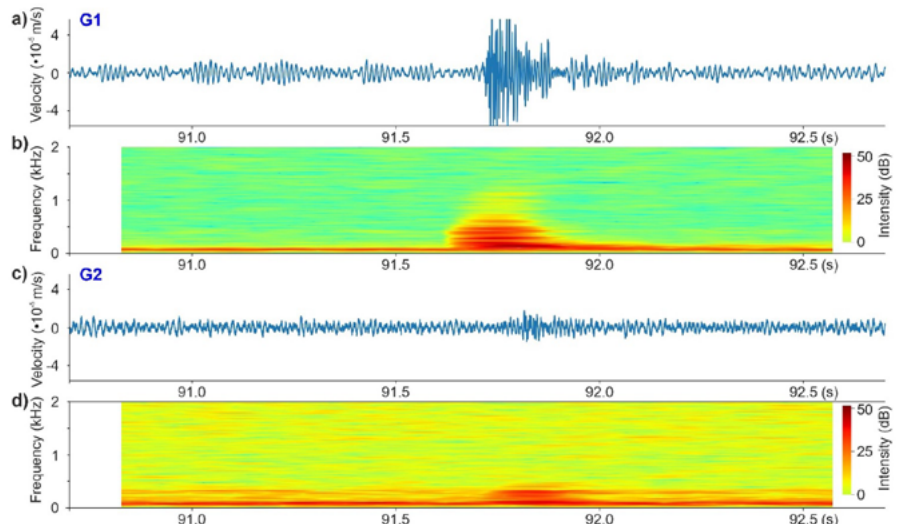
Rys. 4.1 Schemat pomiarowy testu wzbudnika WZB 2



Rys. 5.2 Fragment 250 s ciągłej rejestracji systemem ARES 5/E. Czerwoną strzałką zaznaczono wzbudzenia źródłem WZB 2 zarejestrowane geofonem G1. Zapis sygnału na geofonie G1 (a) w domenie czasu i (b) częstotliwości oraz na geofonie G2 (c) w domenie czasu i (d) częstotliwości

703/1-2 wynosi około 1070 m. Grubość pokładu węgla wynosi 2,05 m. Górnowarstwowy stropowy stanowią mułowce i łupki piaszczyste (rys. 4.1 b). W stropie znajduje się kilka cienkich warstw mułowców, łupków piaszczystych i węgla na przemian. Występuje również warstwa piaskowca o grubości 1,9 m. Ogólnie rzecz biorąc, pokład węgla w tym polu jest stabilny bez żadnych zaburzeń tektonicznych.

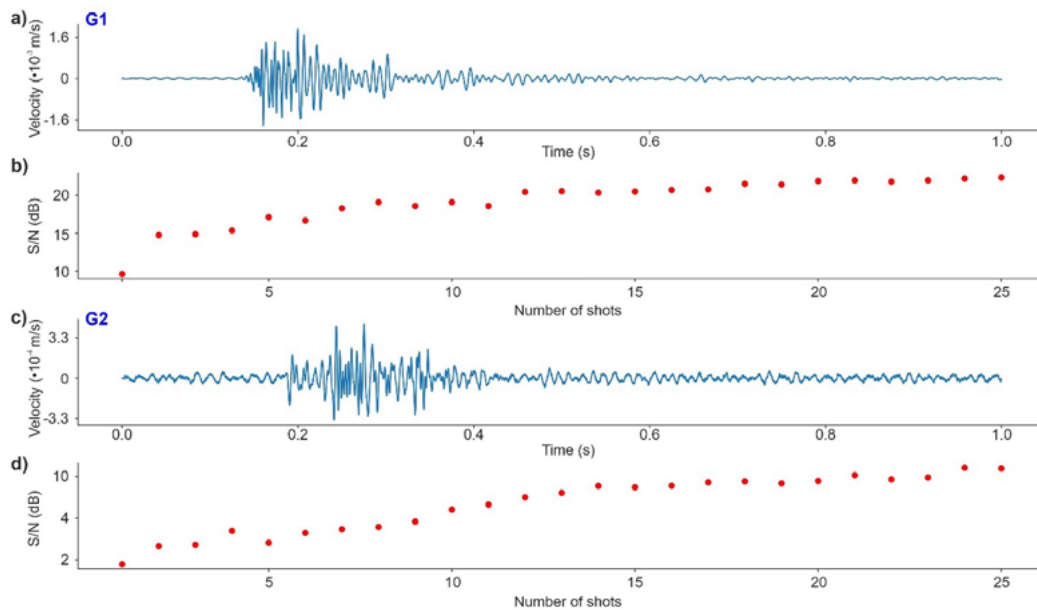
W czasie pomiaru nie prowadzono robót wydobywczych. Wzbudnik został zamontowany we wschodnim odcinku chodnika 11-E1 w połowie miąższości pokładu węgla na 4 kotwach o długości 2,5 m każda. Schemat pomiarowy przedstawiono na rysunku 4.1.



Rys. 5.3 Pojedyncze uderzenie wzbudnika WZB 2 zarejestrowane przez geofony G1 oraz G2 odpowiednio w dziedzinie czasu (a), (b) i częstotliwości (b), (c).

Fale sejsmiczne generowane wzbudnikiem WZB 2 rejestrowano geofonami G1 oraz G2 (Rys. 4.1). Rozmieszczono je odpowiednio 30 m na południe od miejsca zamocowania wzbudnika we wschodnim odcinku chodnika 11-E1 (G1) oraz w zachodnim odcinku chodnika 12-E1 około 200 m od punktu wzbudzenia fali po przeciwległej stronie ściany (G2). Geofony o częstotliwości rezonansowej 28 Hz podłączono do iskrobezpiecznego systemu sejsmoakustycznego ARES-5/E, który pracował w trybie ciągłej rejestracji z próbkowaniem 4 kHz. Podczas testu zarejestrowano impulsy wywołane uderzeniami wzbudnika na obydwu geofonach. Na rysunku 5.2 przedstawiono fragment zapisu w dziedzinie czasu i częstotliwości uzyskanego przy pomocy geofonów G1 oraz G2.

Rysunek 5.3 przedstawia zapis drgań ośrodka skalnego dla pojedynczego uderzenia prototypu wzbudnika w dziedzinie czasu i częstotliwości. W trakcie pomiarów nie prowadzono eksploatacji ani innych robót górniczych w rejonie badań. Można zaobserwować, że sygnał zarejestrowany 30 m od źródła sejsmicznego (geofon G1) charakteryzuje się częstotliwościami do około 1000 Hz. Zakres częstotliwości sygnału rejestrowanego po drugiej stronie ściany rozciąga się do ok. 500 Hz. Amplituda zapisu pojedynczego uderzenia rejestrowanego za pomocą geofonu G2 jest niewiele większa od amplitudy tła sejsmicznego. Dla polepszenia stosunku sygnału użytecznego do szumu wykonano



Rys 5.4 Wynik sumowania 25 zapisów uderzeń prototypu wzbudnika WZB 2 dla geofonów G1 (a) oraz G2 (c). Stosunek sygnału użytecznego do szumu (S/N) w zależności od ilości uderzeń dla geofonów G1 (b) oraz G2 (d).

sumowanie 25 uderzeń wzbudnikiem WZB2. W tym celu wycięto fragmenty ciągłego zapisu zarejestrowanego na geofonach G1 i G2, a następnie otrzymane szeregi czasowe skorelowano ze sobą względem pierwszego wstąpienia wygenerowanej fali. Po zsumowaniu otrzymano zapis przedstawiony na rysunku 5.4. Po zsumowaniu około 25 uderzeń uzyskano znaczący wzrost S/N rzędu 20 dB. Otrzymana paczka fal sejsmicznych zaznacza się wyraźnie już od około 0,1 s do 0,5 s, sugerując obecność zarówno fal objętościowych, jak i fal dyspersyjnych oraz przypuszczalnie fal wielokrotnie rozproszonych.

## 5. Podsumowanie rezultatów.

Przeprowadzone testy prototypu zoptimalizowanego wzbudnika pneumatycznego WZB 2 wykazały możliwość jego zastosowania do skutecznego wzbudzenia fali sejsmicznej w warunkach podziemnej eksploatacji węgla. Głównym celem konstrukcji tego urządzenia jest umożliwienie łatwego i prawie ciągłego monitorowania prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych i pośrednio oceny występowania miejsc groźnych koncentracji naprężeń. Wykonane badania dowiodły, że system seismoakustyczny ARES-5/E z analogową transmisją sygnałów był w stanie zarejestrować fale sejsmiczne różnego typu po przeciwległej stronie ściany. W docelowym rozwiązaniu systemu wiele elementów

wymaga udoskonalenia. Konieczna jest rejestracja zapisu bezpośrednio przy wzbudniku do wykorzystania jej jako znacznik czasowy sumowania, jak również oszacowania energii uderzenia czy poprawy rozdzielczości sumowanych sejsmogramów. Wzbudnik w wersji komercyjnej będzie również umożliwiał zdalne wyzwalania z powierzchni, co pozwoli na pomiar podczas produkcji. Cyfrowa transmisja danych oraz nadajniki z przetwornikami A/D montowane przy geofonach zwiększą dynamikę rejestracji. Z kolei uproszczona konstrukcja wzbudnika i zmniejszona jego masa około 25 kg uczyni go bardziej przyjaznym w stosowaniu i przyczyni się do szerszego wdrażania najbardziej skutecznych aktywnych metod oceny zagrożenia tąpnięciami w górnictwie.

## Literatura

- [1] Isakow Z. 2016: kierownik projektu i współredaktor wydania. Współautorzy rozdziałów: Augustyniak A., Cianciara A., Cianciara B., Isakow Z., Juzwa J., Kuciara I., Makola R., Piwowarski W., Pysik A., Siciński K., Sierodzki P., Słoka Z., Innowacyjne metody i system do oceny zagrożenia tąpnięciami na podstawie probabilistycznej analizy procesu pęknięcia i geotomografii online, Monografia - wynik realizacji projektu INGEO, Instytut Technik Innowacyjnych ITI EMAG, ISBN 978-83-63674-27-4, str. 1-156.
- [2] Isakow Z. 2009: Geotomography with the help of a cutter-loader working organ as a source of imaging waves, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Elsevier, 46/7, pp. 1235-1242.
- [3] Dębski W. 2010: Seismic Tomography by Monte Carlo Sampling, Pure. Appl. Geophys. vol.167, pp. 131-152.
- [4] Salmon Brian P., Goldswain G., Lynch Richard A., Rebuli Daryl, Olivier Jan C., and Kleynhans Waldo. 2019: Estimating changes in seismic wave velocity from a pneumatic source in an operational mine, Geophysics, ISSN 0016-8033.
- [5] Instrukcja obsługi „Młot pneumatyczny typu PS-80” firmy OLI.

**CTT EMAG**

mgr inż. Przemysław Sierodzki - Centrum Transferu Technologii EMAG Katowice, Polska

prof. dr hab. inż. Leszek Remiorz  
- Politechnika Śląska, Polska

dr inż. Mateusz Cwiękała - KWK ROW Ruch  
Rydułtowy, Polska

dr inż. Krzysztof Krawiec - Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią IGSMiE PAN, Kraków, Polska

\*Korespondencyjny autor:  
Przemysław Sierodzki  
E-mail: P.Sierodzki@cttemag.pl.

# Obliczenia elektromagnetyczne separatora drobnych cząstek magnetycznych ze wzбудnikiem o cewkach skupionych

Petr Bogatyrev, Stanisław Gawron, Robert Rossa

**Streszczenie:** W artykule opisano modernizację obwodu elektromagnetycznego (wzбудnika) separatora zaprojektowanego około 50 lat temu. Separator jest stosowany w przemyśle górniczym i służy do oddzielania drobnych cząstek magnetycznych od niemagnetycznych. Głównym elementem roboczym separatora jest wzбудnik elektromagnetyczny zasilany 3-fazowym prądem przemienicznym, który wytwarza wędrujące pole magnetyczne. Pole ciągnie za sobą cząsteczki magnetyczne, które gromadzą się na krawędzi separatora, skąd są usuwane. W ten sposób cząstki magnetyczne są oddzielane. Do takiego zadania zaproponowano zmodernizowaną konstrukcję wzбудnika separatora, która może zastąpić stary separator, przy znacznie mniejszych wymiarach gabarytowych i masie. Nową konstrukcję separatora opracowano na bazie silników liniowych projektowanych wcześniej w instytucie Łukasiewicz - GIT.

**Słowa kluczowe:** separator elektromagnetyczny, trójfazowy silnik liniowy, przemysł górniczy, wzбудnik

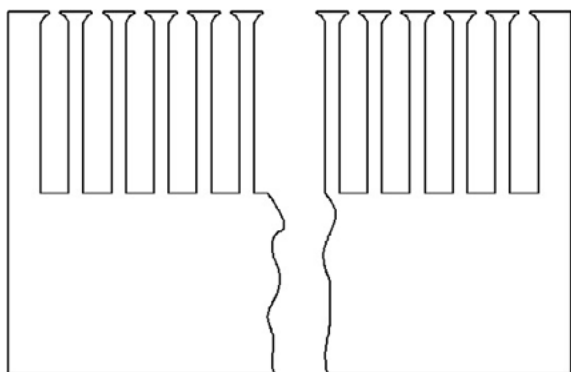
## Electromagnetic calculation of the fine magnetic particle separator with the concentrated winding exciter

**Abstract:** The article describes the modernization of an electromagnetic circuit (exciter) of a separator designed about 50 years ago. This separator is used in the mining industry and is designed to separate fine magnetic particles (powder) from non-magnetic ones. The main working element of the separator is an electromagnetic exciter powered by 3-phase alternating current, which generates a running magnetic field. The field pulls magnetic particles that accumulate at the edge of the separator, from where they are removed. In this way, the magnetic particles are separated. For such a task, a modernized design of the separator exciter has been proposed, which can replace the old separator, with much smaller dimensions and weight.

**Keywords:** Electromagnetic separator, three-phase linear motor, mining industry, exciter

## Wstęp

Rozpatrujemy dwie konstrukcje wzбудników separatora płaskiego, o wykroju blach elektrotechnicznych jak na rysunku 1 – separator pierwotny i rysunku 2 – separator nowy, opracowany w Łukasiewicz - GIT.



Długość, D [mm]	860
Szerokość, S [mm]	200
Wysokość, W [mm]	100

Rys. 1. Wykroj blachy i wymiary rdzenia magnetycznego w pierwotnym rozwiązaniu wzбудnika separatora



Długość, D [mm]	792
Szerokość, S [mm]	200
Wysokość, W [mm]	26.5

Rys. 2. Wykroj blachy i wymiary rdzenia magnetycznego w nowym rozwiązaniu wzбудnika, opracowanym w Łukasiewicz - GIT

Pierwotne rozwiązanie separatora od wielu lat jest używane w górnictwie i elektrowniach, do wychwytywania drobnych cząstek metali. Po długim okresie użytkowania przyszedł czas na jego modernizację. Obliczenia elektromagnetyczne wykazały, że zmodyfikowany wzbudnik płaskiego liniowego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi [1 ÷ 3], opracowanego kilka lat wcześniej w Łukasiewicz - GIT, może spełnić wymagania separatora, a ponadto będzie miał korzystniejszy rozkład pola magnetycznego w przestrzeni roboczej oraz znacznie mniejsze wymiary gabarytowe i masę.

Produkcja starego separatora jest pracochłonna, ponieważ 3-fazowe uzwojenie wzбудnika jest wykonane z drutu profilowego, cewki uzwojenia są sztywne i rozłożone



quasi-sinusoidalnie, dwuwarstwowo, w żłobkach półotwartych. Blachy rdzenia są w starym rozwiązaniu izolowane od siebie warstwą izolacji papierowej, co zmniejsza współczynnik zapelnienia rdzenia. W separatorze zmodernizowanym zastosowano 3-fazowe, dwuwarstwowe uzwojenie wykonane cewkami skupionymi, osadzonymi w żłobkach otwartych. Blachy rdzenia wzbudnika są odizolowane od siebie warstwą lakieru, co umożliwia osiągnięcie współczynnika zapelnienia rdzenia do 0.97.

Odseparowywanie drobnych cząstek magnetycznych z wykorzystaniem omawianych tu separatorów, odbywa się przez bezpośrednie podanie materiału podlegającego separacji na gładką, możliwie cienką płytę niemagnetyczną, przylegającą ściśle do powierzchni wzbudnika. Pole magnetyczne wytwarzane przez wzbudnik przemieszcza się liniowo na kierunku kolejnych podziałek biegunowych wzbudnika, przy czym prędkość liniowa tego pola jest zależna od liczby biegunów magnetycznych zastosowanej we wzbudniku oraz częstotliwości zasilania wzbudnika. Wraz z polem magnetycznym przemieszczają się schwyte przez to pole cząstki magnetyczne, które gromadzą się na krawędzi separatora, skąd są usuwane mechanicznie.

Z uwagi na przeznaczenie separatora do separacji drobnych cząstek magnetycznych (materiał podlegający separacji w postaci drobnego proszku), wysypywanych praktycznie bezpośrednio na powierzchnię wzbudnika, wymagana przestrzeń robocza separatora sięga do 5 mm pod powierzchnię wzbudnika.

Obliczenia elektromagnetyczne separatorów przeprowadzono w programach FEMM i Ansys Motor-CAD. W celu odwzorowania i zamodelowania rozkładu pola magnetycznego dla pierwotnego rozwiązania separatora, w AGH w Krakowie zmierzono rozkład indukcji przy powierzchni wzbudnika, w stałej odległości ok. 0.1 mm. Zmierzony rozkład indukcji odwzorowano obliczeniami elektromagnetycznymi. Wartości indukcji osiągnięte w pierwotnym rozwiązaniu stanowiły jedno z wymagań dla nowego rozwiązania. Innymi wymaganiami były: wymiary powierzchni roboczej pod wzbudnikiem, możliwość regulacji natężenia prądu zasilania wzbudnika, możliwość regulacji prędkości liniowej pola magnetycznego pod wzbudnikiem.

## 2. Opis konstrukcji wzbudnika separatora w wersji pierwotnej i nowej

W tabeli 1 zestawiono wybrane dane konstrukcyjne niezbędne do przeprowadzenia obliczeń elektromagnetycznych dla pierwotnego rozwiązania wzbudnika separatora, a w tabeli 2 podano odpowiednie dane dla nowego rozwiązania wzbudnika.

W pierwotnym rozwiązaniu wzbudnika zastosowano liczbę par biegunów magnetycznych  $p = 6$ . Przy częstotliwości zasilania 50 Hz, uzyskuje się w tym rozwiązaniu prędkość liniową przemieszczania pola magnetycznego ok. 7.1 m/s.

Rdzeń magnetyczny wzbudnika w starej konstrukcji posiada stosunkowo wąskie i długie zęby, (Rys.1), co przy wyższych prądach zasilania skutkuje znacznym rozproszeniem żłobkowym strumienia magnetycznego (Rys.3).

W nowym rozwiązaniu wzbudnika zastosowano liczbę par biegunów magnetycznych  $p = 16$ . Dwie podziałki biegunowe

Długość rdzenia mag. wzbudnika, [mm]	860
Szerokość rdzenia mag. wzbudnika, [mm]	200
Wysokość rdzenia mag. wzbudnika, [mm]	100
Długość dwóch podziałek biegunowych, [mm]	141
Liczba par biegunów, $p$	6
Liczba żłobków wzbudnika, $Q_s$ [-]	72
Liczba żłobków/biegun/fazę, $q$ [-]	2
Liczba zwojów w cewce, $N_k$ [-]	40
Liczba gałęzi równoległych, $a_g$ [-]	1
Częstotliwość znamionowa zasilania, $f$ [Hz]	50
Prąd znamionowy zasilania, $I_N$ [ $A_{rms}$ ]	10
Prąd znamionowy w pojedynczej gałęzi, $I_{g-N}$ [ $A_{rms}$ ]	10
Prędkość liniowa pola magnetycznego $v$ , [m/s]	7.1

Tab. 1. Podstawowe dane konstrukcyjne wzbudnika w pierwotnym rozwiązaniu separatora

Długość rdzenia mag. wzbudnika, [mm]	792
Szerokość rdzenia mag. wzbudnika, [mm]	200
Wysokość rdzenia mag. wzbudnika, [mm]	26.5
Długość dwóch podziałek biegunowych, [mm]	48
Liczba par biegunów, $p$	16
Liczba żłobków wzbudnika, $Q_s$ [-]	48
Liczba żłobków/biegun/fazę, $q$ [-]	0.5
Liczba zwojów w cewce, $N_k$ [-]	232
Liczba gałęzi równoległych, $a_g$ [-]	16
Częstotliwość znamionowa zasilania, $f$ [Hz]	148
Prąd znamionowy zasilania, $I_N$ [ $A_{rms}$ ]	40
Prąd znamionowy w pojedynczej gałęzi, $I_{g-N}$ [ $A_{rms}$ ]	2.5
Znamionowe napięcie fazowe, $U_{fN}$ [ $V_{rms}$ ]	118
Prędkość liniowa pola magnetycznego, $v$ [m/s]	7.1

Tab. 2. Podstawowe dane konstrukcyjne wzbudnika dla nowego rozwiązania separatora

mają w tym rozwiązaniu długość 48 mm, zatem dla uzyskania prędkości liniowej pola magnetycznego 7.1 m/s, konieczne jest zasilanie uzwojenia wzbudnika prądem o częstotliwości 148 Hz.

Liczbę zwojów w cewce  $N_k$  oraz liczbę gałęzi równoległych  $a_g$  dla nowego separatora dobrano tak, by dopasować się wartościami prądów i napięć (z uwzględnieniem możliwości chwilowego przeciążenia prądem do wartości 1.5  $I_N$ ) do dostępnych na rynku przekształtników energoelektronicznych AC/AC. Jednym z wytypowanych do współpracy ze wzbudnikiem przekształtników AC/AC jest przekształtnik firmy SIEMENS, typ Sinamics V20, 6SL3210-5BE32-2UV0 [4].

Wzbudnik wg rozwiązania Łukasiewicz – GIT (Rys.2 i Tab.2) ma korzystniejszy rozkład pola magnetycznego w przestrzeni roboczej do 5 mm pod wzbudnikiem (Rys.3b). Ponadto, dla zbliżonego punktu pracy obu separatorów (zbliżona wartość maksymalna modułu indukcji przy powierzchni roboczej wzbudnika, ok. 0.3 T w odległości 0.1 mm, wartość średnia modułu indukcji w obrębie pary biegunów ok. 0.1 T w odległości 0.1 mm), indukcje w zębach rdzenia magnetycznego

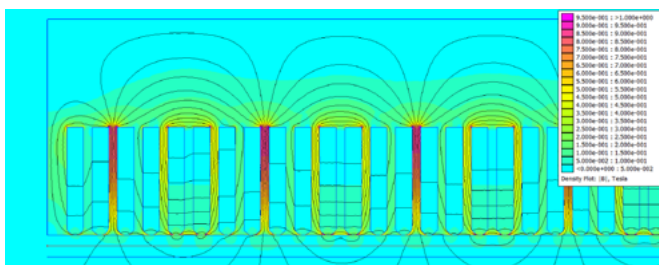
nowego rozwiązania są niższe, a rozproszenie żłobkowe strumienia wzbudzenia jest mniejsze. Np. przy zasilaniu prądem znamionowym, maksymalna wartość indukcji magnetycznej w zębach nowego wzbudnika nie przekracza 0.79 T, podczas gdy w starym rozwiązaniu, dla podobnego punktu pracy, indukcja ta osiąga 0.88 T.

### 3. Obliczenia elektromagnetyczne separatora z wykorzystaniem magnetostatycznej analizy MES 2D

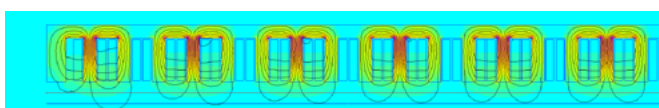
Obliczenia rozkładu pola magnetycznego dla pierwotnej i nowej wersji separatora wykonano w pierwszej kolejności z wykorzystaniem magnetostatycznej analizy metodą elementów skończonych (MES) 2D w programie FEMM oraz dodatkowo z wykorzystaniem analizy MES 2D dla stanów przejściowych, dostępnej w oprogramowaniu Ansys Motor-CAD.

Obliczenia elektromagnetyczne w FEMM przeprowadzono algorytmem bazującym na metodzie strumienia skojarzonego, opracowanym wcześniej do projektowania płaskich liniiowych silników synchronicznych z magnesami trwałymi [5, 6]. Algorytm ten może być stosowany także do projektowania wzbudników separatorów płaskich. Algorytm umożliwia m.in. obliczanie przebiegów czasowych napięć zasilania dla ustalonego stanu pracy, z założeniem, że wymuszeniem w modelu obliczeniowym są prądy sinusoidalnie zmienne. W oparciu o zadane i obliczane przebiegi czasowe wielkości elektrycznych, algorytm pozwala obliczyć m.in.: wartości skuteczne napięć, współczynnik mocy  $\cos\phi$ , moc zasilania wzbudnika.

Na poniższych rysunkach przedstawiono wybrane wyniki obliczeń elektromagnetycznych zrealizowanych w programie FEMM. Na rysunkach 3 i 4 pokazano rozkłady indukcji magnetycznej i linie ekwipotencjalne pola magnetycznego na przekrojach poprzecznych wzbudnika w rozwiązaniu pierwotnym i nowym, w znamionowych warunkach pracy.

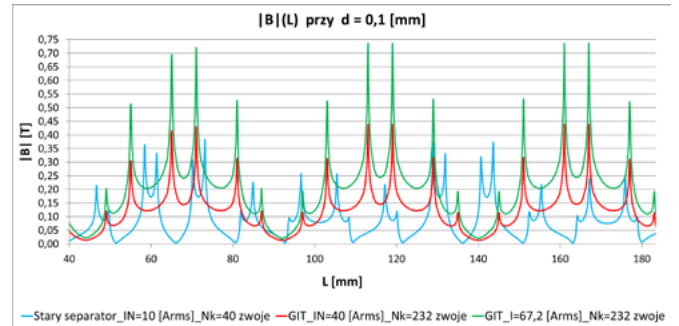


Rys.3. Obliczony rozkład indukcji magnetycznej i linie ekwipotencjalne pola magnetycznego na przekroju poprzecznym pierwotnego rozwiązania wzbudnika. Liczba zwojów cewki  $N_k = 40$ ; prąd zasilania  $I = I_N = 10 A_{rms}$ .  
Linie pod wzbudnikiem w odległości 5 i 10 mm

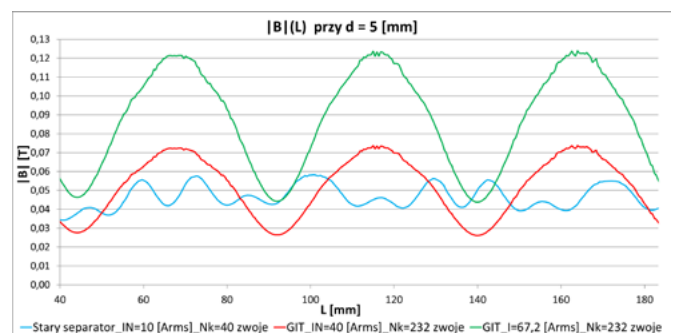


Rys.4. Obliczony rozkład indukcji magnetycznej i linie ekwipotencjalne pola magnetycznego na przekroju poprzecznym nowego rozwiązania wzbudnika. Liczba zwojów cewki  $N_k = 232$ ; prąd zasilania  $I = I_N = 40 A_{rms}$ . Linie pod wzbudnikiem w odległości 5 i 10 mm, skala rysunku identyczna jak dla rys.3

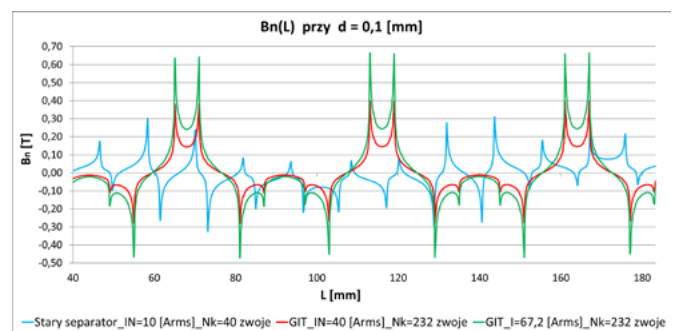
Na rysunkach 5 i 6 pokazano wartość modułu indukcji  $|B|$ , a na rysunkach 7 i 8 składową normalną indukcji  $B_n$ , w odległości  $d = 0.1$  mm oraz  $d = 5$  mm od powierzchni rdzenia magnetycznego wzbudnika, w wykonaniu pierwotnym i nowym.



Rys.5. Obliczone w FEMM rozkłady przestrzenne modułu indukcji  $|B|$  wzdłuż długości czynnej wzbudnika, w odległości  $d = 0.1$  mm od jego powierzchni (z uwagi na czytelność, ograniczono wykres do fragmentu wzbudnika o długości ok. 140 mm)

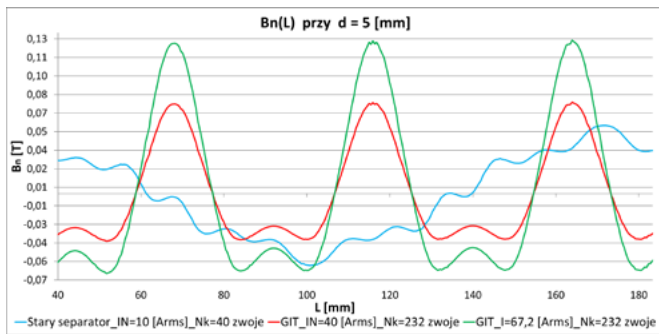


Rys.6. Obliczone w FEMM rozkłady przestrzenne modułu indukcji  $|B|$  wzdłuż długości czynnej wzbudnika, w odległości  $d = 5$  mm, dla wybranych wartości prądu zasilania (pokazano wyniki dla fragmentu wzbudnika obejmującego ok. 140 mm)



Rys.7. Obliczone rozkłady przestrzenne składowej normalnej indukcji  $B_n$  wzdłuż długości czynnej wzbudnika, w odległości  $d = 0.1$  mm, dla wybranych wartości prądu zasilania (pokazano fragment obejmujący ok. 140 mm długości)

Rysunki 9 do 12 przedstawiają przebiegi czasowe wielkości elektrycznych obliczone dla nowego rozwiązania wzbudnika z pomocą algorytmu opisanego w publikacjach [5, 6].

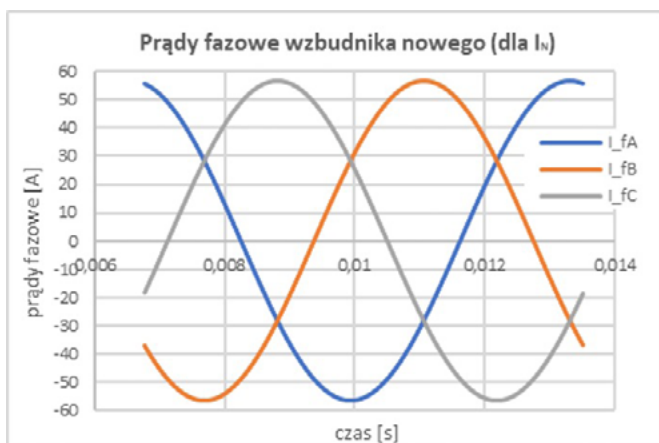


Rys.8. Obliczone rozkłady przestrzenne składowej normalnej indukcji  $B_n$  wzdłuż długości czynnej wzbudnika, w odległości  $d = 5$  mm, dla wybranych wartości prądu zasilania (pokazano fragment obejmujący ok. 140 mm długości)

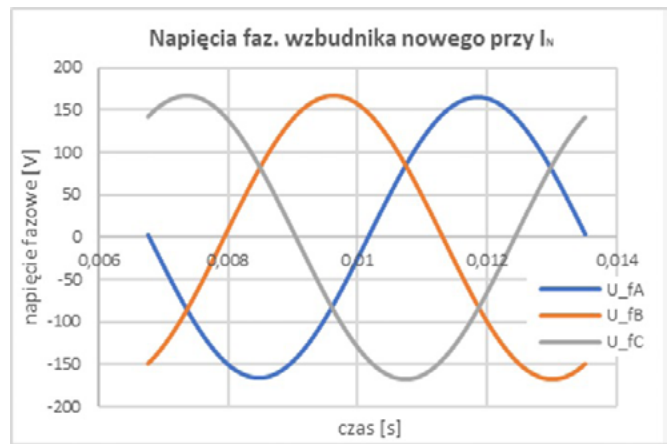
Wyniki obliczeń elektromagnetycznych zrealizowanych z pomocą magnetostatycznej analizy MES 2D wskazują, że wymagany poziom maksymalnej indukcji magnetycznej pod wzbudnikiem nowego separatora jest osiągnięty przy prądzie zasilania 40 A. Obliczenia uwzględniające przebiegi czasowe wielkości elektrycznych, zrealizowane dla nowego wzbudnika algorytmem opisanym w publikacjach [5, 6], dały wyniki zestawione w tabeli 3.

Obciążenie znamionowe	
prąd zasilania, $[A_{rms}]$	40
napięcie międzyfazowe, $[V_{rms}]$	204
moc czynna pobierana, [kW]	3.12
moc bierna pobierana, [VA]	14.2
współczynnik mocy $\cos \varphi$ , [-]	0.221
Chwilowe przeciążenie $1.5 I_N$	
prąd zasilania, $[A_{rms}]$	67.2
napięcie międzyfazowe, $[V_{rms}]$	343
moc czynna pobierana, [kW]	8.82
moc bierna pobierana, [VA]	39.9
współczynnik mocy $\cos \varphi$ , [-]	0.221

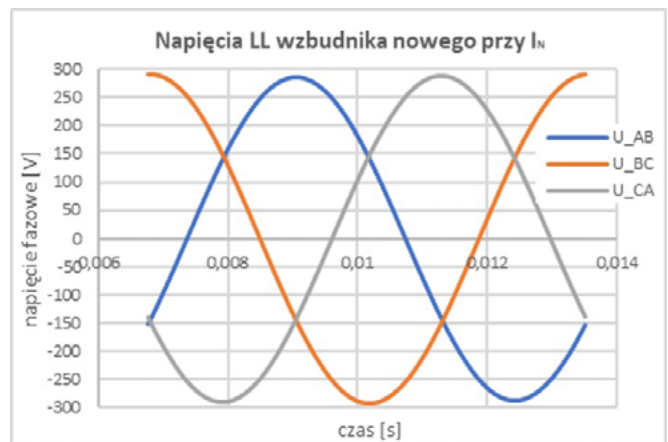
Tab.3. Wyniki obliczeń nowego wzbudnika wg algorytmu opisanego w [5, 6]



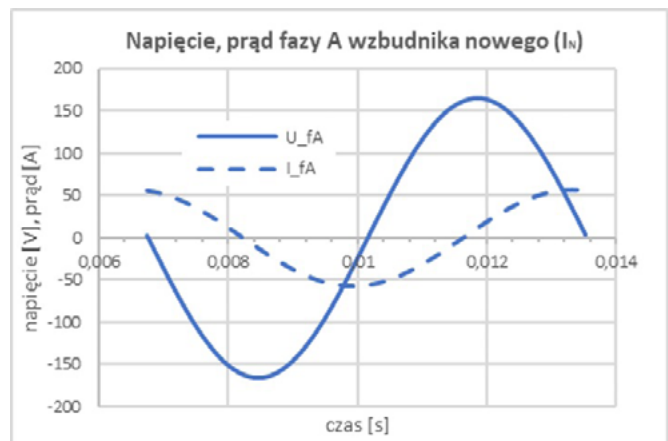
Rys.9. Przebiegi czasowe prądu zadane w algorytmie [5, 6], przy obliczeniach nowego wzbudnika dla warunków zasilania:  $I_N, f_N$



Rys.10. Obliczone w algorytmie [5, 6] przebiegi czasowe napięć fazowych na zaciskach nowego wzbudnika, dla warunków zasilania:  $I_N, f_N$



Rys.11. Obliczone w algorytmie [5, 6] przebiegi czasowe napięć międzyfazowych na zaciskach nowego wzbudnika, przy zasilaniu:  $I_N, f_N$



Rys.12. Obliczone w algorytmie [5, 6] przesunięcie fazowe przebiegów prądu i napięcia dla fazy A uzwojenia nowego wzbudnika, dla warunków zasilania:  $I_N, f_N$

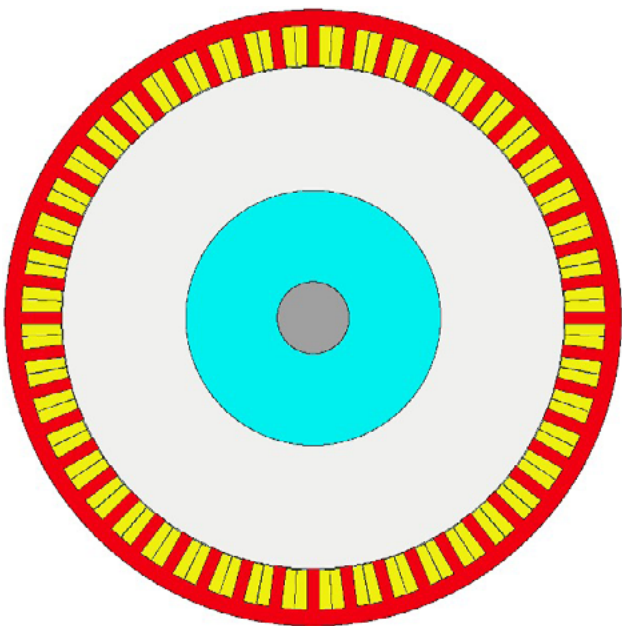
#### 4. Obliczenia elektromagnetyczne w programie Ansys Motor-CAD

W programie Motor-CAD nie zaimplementowano algorytmów do obliczeń elektromagnetycznych płaskich silników liniowych. Jednak zastępczo, z dobrym przybliżeniem, wzbudnik zaproponowanego nowego rozwiązania płaskiego separatora liniowego można pod względem elektromagnetycznym rozpatrywać jako „zwinęty”, tak by utworzyć twornik

3-fazowego silnika synchronicznego z magnesami trwałymi i cewkami skupionymi (ang. skrót CWPMSM). W tym celu, w Motor-CAD opracowano model obliczeniowy silnika CWPMSM z wirnikiem wewnętrznym, o następujących danych:

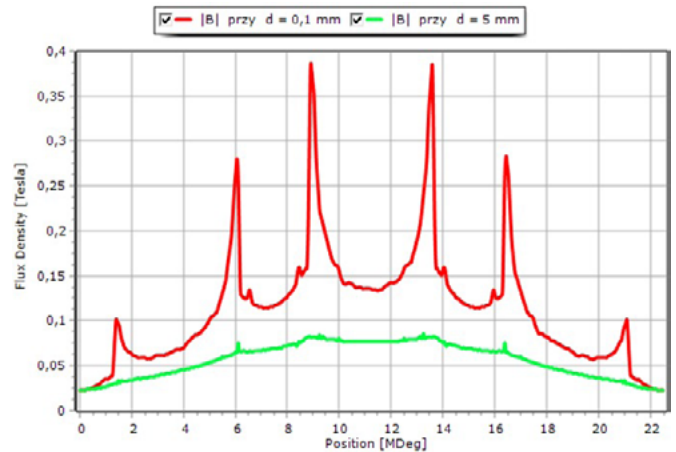
- liczba żłobków stojana jak dla nowego rozwiązania wzbudnika,  $Q_s = 48$ ;
- szerokość otwarcia żłobka stojana identyczna jak dla nowego rozwiązania wzbudnika;
- szerokość zęba stojana identyczna jak dla nowego rozwiązania wzbudnika, stała na całej wysokości zęba;
- długość osiowa silnika równa szerokości wzbudnika D;
- dane nawojowe uzwojenia w modelu obliczeniowym identyczne jak dla nowego wzbudnika;
- szczelina powietrzna, wymiary i parametry magnetyczne magnesów trwałych w „zwiniętym” modelu obliczeniowym dobrane tak, by wyeliminować skojarzenie strumienia wzbudzenia od magnesów trwałych z uzwojeniem twornika (w uzwojeniu nie indukuje się siła elektromotoryczna wynikająca z wirowania wirnika z magnesami);
- liczba biegunów magnetycznych w wirniku oraz prędkość obrotowa wirnika dobrane tak, by częstotliwość prądu twornika w modelu obliczeniowym była równa częstotliwości prądu w analizowanym wzbudniku.

Zastępczy „zwinięty” model obliczeniowy nie uwzględnia oczywiście efektów skrajnych występujących po obu stronach na długości D wzbudnika.

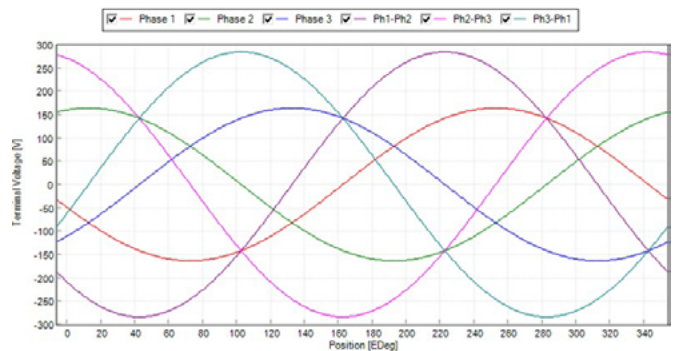


Rys.13. Zastępczy, „zwinięty” model zmodernizowanego wzbudnika separatora częstek magnetycznych, opracowany w Motor-CAD

Zastosowana do obliczeń elektromagnetycznych na modelu zastępczym w Motor-CAD analiza MES dla stanów przejściowych umożliwia obliczenie przebiegów czasowych, a następnie wartości skutecznych napięć zasilania wzbudnika, przy czym założono, że wymuszeniem w modelu zastępczym jest prąd sinusoidalnie zmienny. Znając przebiegi czasowe prądów i napięć zasilania, można obliczyć moc zasilania i współczynnik mocy  $\cos \varphi$ .



Rys.14. Obliczony w Motor-CAD rozkład przestrzenny modułu indukcji  $|B|$ , w odległościach  $d = 0,1$  mm i 5 mm od powierzchni wzbudnika, przy zasilaniu:  $I_N, f_N$  (fragment obejmujący jedną parę biegunów)



Rys.15. Obliczone w Motor-CAD przebiegi czasowe napięć fazowych i międzyfazowych na zaciskach nowego wzbudnika, przy zasilaniu:  $I_N, f_N$

Obciążenie znamionowe	
prąd zasilania, $[A_{rms}]$	40
napięcie międzyfazowe, $[V_{rms}]$	202
moc czynna pobierana, [kW]	3.13
moc bierna pobierana, [VA]	15.2
współczynnik mocy $\cos \varphi, [-]$	0.224
Chwilowe przeciążenie $1.5 I_N$	
prąd zasilania, $[A_{rms}]$	67.2
napięcie międzyfazowe, $[V_{rms}]$	339
moc czynna pobierana, [kW]	8.84
moc bierna pobierana, [VA]	39.5
współczynnik mocy $\cos \varphi, [-]$	0.224

Tab.4. Wyniki obliczeń nowego wzbudnika na modelu zastępczym w Motor-CAD

Wyniki obliczeń elektromagnetycznych zamieszczone w tabelach 3 i 4 wskazują na bardzo dobrą zgodność obu modeli obliczeniowych opracowanych dla analizowanego wzbudnika separatora, pomimo zastosowania istotnie różnych metod obliczeniowych.

# NASZA JAKOŚĆ JEST NIEOGRANICZONA



## FHP 350

Filtr wysokociśnieniowy do ochrony wrażliwych elementów w wysokociśnieniowych układach hydraulicznych w urządzeniach przemysłowych. Ciśnienie robocze do 420 bar (6092 psi), natężenie przepływu do 630 l/min (166 gpm).



### 5. Podsumowanie

Zaproponowane nowe rozwiązanie wzbudnika separatora charakteryzuje się wyższym poziomem indukcji magnetycznej w założonej strefie roboczej do 5 mm pod wzbudnikiem, w warunkach znamionowych zasilania (Rys. 5 ÷ 8). Przy większych odległościach od powierzchni wzbudnika korzystniejszy jest rozkład indukcji w pierwotnym rozwiązaniu wzbudnika, z uwagi na mniejszą liczbę biegunów magnetycznych i związaną z tym głębszą penetrację strumienia magnetycznego w obszarze pod wzbudnikiem (Rys.3).

Nowe rozwiązanie wzbudnika spełnia przyjęte wymagania dotyczące pola magnetycznego w obszarze roboczym, przy jednocześnie znacznie zmniejszonych wymiarach gabarytowych i masie oraz przy uproszczonej technologii wykonania uzwojenia, w którym zastosowano cewki skupione nawijane drutem okrągłym, zamiast cewek rozłożonych quasisinusoidalnie wykonanych drutem profilowym.

### Literatura

- [1] Materiały informacyjne firmy Etel, <http://www.etel.ch/documentation/catalogs-flyers/>;
- [2] Materiały informacyjne firmy Tecnotion, <https://www.tecnotion.com/downloads/>
- [3] Materiały informacyjne firmy Beckhoff, <https://www.beckhoff.pl/>
- [4] Materiały informacyjne firmy Siemens, <https://new.siemens.com/pl/pl/produkty/technika-napedowa/sinamics-v20.html>
- [5] Rossa R., Analiza polowo-obwodowa płaskich liniowych silników synchronicznych z magnesami trwałymi, „Napędy i Sterowanie” Nr 12, grudzień 2018 r.
- [6] Rossa R., Metoda obliczeń charakterystyk elektromechanicznych płaskich liniowych silników synchronicznych z magnesami trwałymi, *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe*, Nr 1/2018 (117).
- [7] Boldea I., *Linear Electric Machines, Drives, and MAGLEVs Handbook*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2013, ISBN 9781439845141.
- [8] Boldea I., Nasyr S.A., *Linear Electric Actuators and Generators*, Cambridge University Press, 1997, ISBN: 978-0521480178.
- [9] Gieras J.F., Piech Z.J., Tomczuk B.Z., *Linear synchronous motors: Transportation and Automation Systems, Second Edition (Electric Power Engineering Series)*, CRC Press, 2016 r., ISBN: 978-1-4398-4222-5.
- [10] Kamiński G., Wygonowski T., Uzwojenie synchronicznego silnika liniowego, *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe*, Nr 92/2011.
- [11] Kamiński G., Przyborowski W., Staszewski P., Biernat A., Kupiec E., Design and Test Results of Laboratory Model of Linear Induction Motor for Automation Personal Urban Transport PRT, *Przeгляд Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 93, Nr 3/2017.
- [12] Muhammad Ali Masood Cheema, J.E. Fletcher, *Advanced Direct Thrust Force Control of Linear Permanent Magnet Synchronous Motor*, ISBN: 978-3-030-40324-9.
- [13] Buze A., Majewska M., Mokrosiński A., Silniki liniowe płaskie o niskiej prędkości przy częstotliwości zasilania 50 Hz, *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe*, Nr 24/76.
- [14] Gawron S., Wybrane, innowacyjne projekty maszyn elektrycznych z magnesami trwałymi i ich praktyczne zastosowania, *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe*, Nr 1/2016 (109), str. 1-10.

Autorzy

mgr inż. Petr Bogatyrev

dr inż. Stanisław Gawron

dr inż. Robert Rossa

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny

Centrum Napędów i Maszyn Elektrycznych

41-209 Sosnowiec

ul. Moniuszki 29

artykuł recenzowany

# Które wydanie miesięcznika NiS jest dla Ciebie?

9/2023

**Automatyka  
w energetyce**

10/2023

**Innowacyjne  
rozwiązania  
przemysłowe**



11/2023

**Automatyzacja  
produkcji**

# Zestawienie firm

## automatyka przemysłowa

Dane firmy		Profil działalności
<b>Aparatura kontrolno-pomiarowa</b>		
<b>AXIS p. z o.o.</b> ul. Kartuska 375 b7 80-125 Gdańsk	tel. 58 32063 80 e-mail: handel@axis.pl www.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.
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findenet.com.
<b>TRONIA Sp. z o.o.</b> ul. Sycowska 11 02-266 Warszawa	tel. 781 991 168 e-mail: tronia@poczta.onet.pl www.tronia.pl	TRONIA Sp. z o.o. projektuje i produkuje: • rejestratory zakłóceń elektrycznych o częstotliwości próbkowania do 100 000 S/s; • konwertery światłowodowe dla pojedynczych impulsów TTL, danych GPS lub przebiegów prostokątnych; • komputery wbudowane, zajmujące połowę kasy 19" o wysokości 3U, z Windows 10
<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: • switche przemysłowe COMPARTA; • IDEC – PLC, HMI, bezpieczeństwo; • komputery przemysłowe ASEM; • konwertery protokołów HILSCHER; • zdalny dostęp SECOMEA – najbardziej kompletne i zaawansowane rozwiązanie umożliwia zdalny serwis, monitorowanie i zbieranie danych. Zapraszamy do sklepu internetowego COMPARTA24.PL.
<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, wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, pomoc w doborze komponentów oraz pełne wsparcie dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek.
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findenet.com.
<b>MULTIPROJEKT</b> ul. Pilotów 2 E 31-462 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybuujemy sterowniki PLC FATEK, panele operatorskie WEINTEK, serwonapędy i kontrolery ruchu TRIO, technikę liniową HIWIN, siłowniki liniowe LinMot, falowniki MICNO, silniki krokowe. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.

<b>Automatyka przemysłowa C.D.</b>		
<p><b>SKAMER-ACM Sp. z o.o.</b> ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów</p>	<p>tel. 14 63 23 400 e-mail: <a href="mailto:tarnow@skamer.pl">tarnow@skamer.pl</a> <a href="http://www.skamer.pl">www.skamer.pl</a></p>	<p>SKAMER-ACM to sprawdzony partner w pomiarach, automatyce przemysłowej i robotyce. Działalność firmy obejmuje: projektowanie systemów automatyki przemysłowej; programowanie przemysłowych systemów sterownikowych; tworzenie systemów monitoringu i wizualizacji mediów energetycznych, procesów przemysłowych i efektywności produkcji; prefabrykację szaf sterowniczych i rozdzielni; montaż, rozruch i serwis instalacji AKPiA; sprzedaż urządzeń i systemów branży AKPiA.</p>
<p><b>TWT AUTOMATYKA</b> ul. Wafłowa 1 02-971 Warszawa</p>	<p>tel./fax 22 648 20 89 e-mail: <a href="mailto:twt@twt.com.pl">twt@twt.com.pl</a> <a href="http://www.twt.com.pl">www.twt.com.pl</a></p>	<p>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 <a href="http://www.twt.com.pl">www.twt.com.pl</a> i do sklepu internetowego.</p>
<p><b>N.B.C. Polska Sp. z o.o.</b> ul. Złoty Potok 10/16 02-699 Warszawa</p>	<p>tel. 22 855 18 30 e-mail: <a href="mailto:nbc@nbc-el.pl">nbc@nbc-el.pl</a> <a href="http://www.nbc-el.pl">www.nbc-el.pl</a></p>	<p>Oferujemy szeroką gamę wysokiej jakości włoskich czujników tensometrycznych, standardowych i projektowanych na zamówienie, akcesoria do czujników, torsjometry, mierniki wagowe z wieloma typami interfejsów, moduły dozujące, ograniczniki do dźwigów i suwnic z rejestratorem danych, wagi dynamometryczne.</p>
<p><b>Turck Sp. z o.o.</b> ul. Budowlanych 131/4 45-123 Opole</p>	<p>tel./fax 77 443 48 01 e-mail: <a href="mailto:poland@turck.com">poland@turck.com</a> <a href="http://www.turck.pl">www.turck.pl</a></p>	<p>Firma TURCK to jeden z największych na świecie producentów elementów automatyki przemysłowej. Oferta produktowa: komponenty dla automatyzacji procesów przemysłowych; komponenty dla automatyzacji produkcji; czujniki; komunikacja bezprzewodowa; złącza, przewody i inne komponenty łączeniowe; RFID, systemy Pick to Light, Call for Parts, urządzenia sterujące.</p>
<b>Systemy transportowe</b>		
<p><b>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o.</b> ul. Gaudiego 20 44-109 Gliwice</p>	<p>tel. 32 334 70 00 e-mail: <a href="mailto:info@abuscranes.pl">info@abuscranes.pl</a> <a href="http://www.abuscranes.pl">www.abuscranes.pl</a></p>	<p>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. specjalizuje się w projektowaniu i produkcji systemów dźwigowniczych najwyższej jakości przy zachowaniu konkurencyjności cen. Dodatkowo firma oferuje szeroką gamę akcesoriów i komponentów, doradztwo techniczne, montaż, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.</p>
		
		
<b>Napędy</b>		
<p><b>Cantoni Group</b> ul. 3 Maja 28 43-400 Cieszyn</p>	<p>tel. 33 813 87 00 e-mail: <a href="mailto:motor@cantonigroup.com">motor@cantonigroup.com</a> <a href="http://www.cantonigroup.com">www.cantonigroup.com</a></p>	<p>Grupa Cantoni to największy w Polsce producent silników elektrycznych w zakresie mocy od 0,04 kW do 7000 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.</p>
<p><b>Steinlen Polska Sp. z o.o.</b> ul. W. Grabskiego 4/8 63-500 Ostrzeszów</p>	<p>tel. 62 732 23 50 fax 62 732 23 51 <a href="mailto:marketing@steinlenpolska.pl">marketing@steinlenpolska.pl</a></p>	<p>Steinlen Polska Sp. z o.o. jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Bauer Gear Motor GmbH. Prowadzimy sprzedaż oraz serwis motoreduktorów, silników, przekładni, hamulców i sprzęgieł.</p>
<b>Systemy zasilające</b>		
<p><b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady</p>	<p>tel. 61 865 94 07 e-mail: <a href="mailto:finder.pl@findernet.com">finder.pl@findernet.com</a> <a href="http://www.findernet.com">www.findernet.com</a></p>	<p>Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na <a href="http://www.findernet.com">www.findernet.com</a>.</p>



Układy zabezpieczeń		
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findenet.com.
Utrzymanie ruchu		
<b>ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o.</b> ul. Gaudiego 20 44-109 Gliwice	tel. 32 334 70 00 e-mail: info@abuscranes.pl www.abuscranes.pl	ABUS Crane Systems Polska sp. z o.o. specjalizuje się w projektowaniu i produkcji systemów dźwignicowych najwyższej jakości przy zachowaniu konkurencyjności cen. Dodatkowo firma oferuje szeroką gamę akcesoriów i komponentów, doradztwo techniczne, montaż, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.
<b>Cargo Green Grupa Sp. z o.o.</b> ul. Guzikowa 28 05-800 Pruszków	tel.: 22 728 81 81 sklep@cargogreen.eu www.cargogreen.eu	Cargo Green Grupa to owoc 40 lat pracy i doświadczenia w zakresie utrzymania ruchu. Jesteśmy przedstawicielem m.in. firm Graff i Hengesbach, które specjalizują się w produkcji czujników ciśnienia, temperatury i przepływu. Ponadto nasza oferta obejmuje ponad 3000 producentów automatyki przemysłowej.
<b>Centrum Badań i Dozoru sp. z o.o.</b> ul. Łędzińska 8 43-143 Łędziny	tel.:+48 32 32 42 200 e-mail: cbid@cbid.pl www.cbid.pl	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Badania rzeczoznawcze maszyn i urządzeń górniczych, w tym urządzeń budowy przeciwybuchowej;</li> <li>• Badania zagrożeń metanowych;</li> <li>• Pomiary i badania maszyn i urządzeń mechanicznych i elektroenergetycznych;</li> <li>• Badania diagnostyczne;</li> <li>• Pomiary i badania środowiska pracy;</li> <li>• Pomiary i badania czynników środowiska naturalnego.</li> </ul>
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findenet.com.
<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: • drążki izolacyjne: uniwersalne, teleskopowe • uziemiacze: przenośne, uszyniacze • wskaźniki: niskiego, średniego i wysokiego napięcia, uzgadniacze • detektory pola • wyroby elektroizolacyjne z gumy oraz inny sprzęt ochronny BHP.
Mechatronika		
<b>WROPOL ENGINEERING</b> Lutynia, ul. Wróblowicka 3 55-330 Miękinia	tel. 71 317 12 18 e-mail: hydraulika@wropol.pl	Projektowanie i produkcja elementów hydrauliki siłowej oraz maszyn z napędem hydraulicznym. Siłowniki hydrauliczne do O500, multiplikatory, agregaty hydrauliczne, zawory ZO, ZZ, ZDZ, ZSZ, prasy BISON Euro, AL, BISON CNC do brykietowania trocin i wiórów AI oraz maszyny i urządzenia technologiczne.
Energoelektronika		
<b>FINDER Polska Sp. z o.o.</b> ul. Logistyczna 27 62-080 Sady	tel. 61 865 94 07 e-mail: finder.pl@findernet.com www.findernet.com	Finder to prawie 70 lat doświadczenia w produkcji przekaźników i komponentów do automatyki przemysłowej i budynkowej. Szeroka gama asortymentu obejmuje: • przekaźniki • urządzenia do termoregulacji przemysłowej • zasilacze impulsowe • moduły serwisowe i wiele innych. Więcej na www.findenet.com.

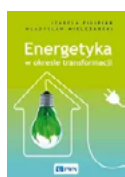
## BIBLIOTEKA



Redakcja naukowa: Jarosław Królewski, Paweł Sala  
**E-marketing**  
**Współczesne trendy. Pakiet startowy**  
Wydawnictwo Naukowe PWN  
wyd. 2, 2023

Książka przybliży czytelnikowi doświadczenia praktyków branży interaktywnej. Nowe wydanie pozwala poznać współczesne trendy w marketingu internetowym, ukazać szerszy kontekst zmian dokonujących się w internecie, zrozumieć, że nowoczesny marketer to osoba kochająca technologie, a przede wszystkim wybrać skuteczną metodę realizacji kampanii marketingowych w internecie.

Marketing internetowy to dziś jedna z najbardziej skutecznych form promocji i reklamy, w czasach kryzysu jest remedium dla firm, których nie stać na drogie formaty marketingowe, często stosowane w sposób nieprzemysłany. Książka pozwala poznać obecnych i przyszłych klientów, dla których internet jest miejscem, w którym chcą, lubią i zamierzają funkcjonować w przyszłości.



Izabela Filipiak, Władysław Mielczarski  
**Energetyka w okresie transformacji**  
Wydawnictwo Naukowe PWN  
wyd. I, 2023

Transformacja energetyczna jest zjawiskiem skomplikowanym i wielowątkowym, które dotyczy nas wszystkich. Każdy z nas jest biernym lub czynnym uczestnikiem zachodzących zmian, dlatego dla ich zrozumienia konieczne jest poznanie podstawowych praw rządzących procesami energetycznymi i ich oddziaływaniem na społeczeństwo. Uwarunkowania techniczne, ekonomiczne i społeczne będą decydować o kierunkach zachodzącej transformacji i jej zakresie.

Cytując autorów z wprowadzenia do prezentowanej publikacji „Energetyka w okresie transformacji”: „Transformacja w społeczeństwie i gospodarce jest procesem ciągłym, prowadzonym od setek lat. Era przemysłowa rozpoczęła się ponad dwieście lat temu od prostej maszyny parowej Watta. Za sprawą lokomotywy Stephensona czy transformatora Tesli przeszliśmy z okresu pary, poprzez epokę elektryczności, do lotów kosmicznych, komputeryzacji i początków sztucznej inteligencji. Również energetyka zmieniała się ewolucyjnie. (...) i dalej:)

Mimo to, a może właśnie z tego powodu, pojawiła się presja, aby przyspieszyć transformację energetyczną, co jest najczęściej publicznie motywowane potrzebą ochrony środowiska i klimatu. Obecnie prowadzona transformacja energetyczna zakłada więc szybkie odejście od paliw kopalnych w wytwarzaniu energii elektrycznej i wykorzystanie na masową skalę odnawialnych źródeł energii. I chociaż trudno znaleźć energetyka, który byłby przeciwny ekologicznym technologiom, to wymagania, jakie stawia przed wszystkimi przyspieszona transformacja

energetyczna, są trudne, a często niemożliwe do spełnienia w wyznaczonym horyzoncie czasowym.”

Zakres publikacji jest bardzo szeroki i obejmuje zagadnienia techniczne, ekonomiczne, środowiskowe i społeczne. Aspekty techniczne zostały przedstawione w czterech pierwszych rozdziałach, traktujących m.in. o wytwarzaniu energii elektrycznej, bezpieczeństwie energetycznym oraz o problemach magazynowania energii.

Kolejne trzy rozdziały prezentują aspekty ekonomiczne omawiając koszty energii elektrycznej, funkcjonowanie rynków energii, a także koszty funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Ostatnia część książki skupia się na aspektach społecznych, środowiskowych i regulacyjnych i opisuje zagadnienia związane z ochroną klimatu i relacją energetyki ze społeczeństwem i środowiskiem.

Publikacja jest kierowana do energetyków, polityków, dziennikarzy, działaczy klimatycznych i tysięcy ludzi zajmujących się energetyką, którzy niekoniecznie muszą mieć formalne wykształcenie w tej dziedzinie. Książka skierowana jest również do wszystkich odbiorców energii elektrycznej, a podane w niej informacje pomogą im poznać działanie systemów elektroenergetycznych i lepiej zrozumieć zmiany, które także ich dotyczą. Polecamy również tę publikację studentom, doktorantom i pracownikom wyższych uczelni jako wsparcie w przygotowywaniu materiałów wykładowych, realizacji projektów oraz prac dyplomowych.



Jarosław Królewski, Krzysztof Rybiński  
**Algokracja**  
**Jak i dlaczego sztuczna inteligencja zmienia wszystko?**  
Wydawnictwo Naukowe PWN  
wyd. I, 2023

Żyjemy w ekstremalnie ciekawych i ambitnych czasach. Jest to moment historii, w którym nigdy tak wiele rzeczy nie było na wyciągnięcie ręki. Jednocześnie żyjemy w czasach, w których nigdy tak wiele zadań nie powierzaliśmy maszynom (...). Technologie pozwalają nam współtworzyć świat, którego jesteśmy częścią, sprawiają, że odgrywamy rolę – parafrazując informatyczne terminy – administratora rzeczywistości zamiast być tylko jej konsumentem. Przyszłość, niezależnie od segmentu, rynku, kraju czy gospodarki, będzie zdominowana przez merytokrację wspieraną przez sztuczną inteligencję.

Książka ta z jednej strony jest esejem o możliwościach współczesnego świata biznesu i nauki napędzanego technologiami, ale również ma otwierać oczy i serca na projekty wrażliwe i ważne społecznie. Mówimy o sprawach doniosłych, systemowych, inżynierskich i niezmiernie istotnych dla naszej przyszłości (...). Ale ze sztuczną inteligencją i uczeniem maszynowym wiążą się też pewne ryzyka. Nie bez powodu Steven Hawking powiedział: „Stworzenie sztucznej inteligencji będzie największym osiągnięciem w dziejach ludzkości. Niestety, może to być również jej ostatnie osiągnięcie”.

Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (285) Styczeń	<b>NOWE TECHNOLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <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 (286) Luty	<b>AUTOMATYKA I ROBOTYKA EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Technika przemieszczeń liniowych i montażu</li> <li>• Hydraulika siłowa</li> </ul>
3 (287) Marzec	<b>PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D</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>• Efektywność w górnictwie</li> <li>• Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne</li> <li>• Napędy</li> <li>• Oleje, środki smarne</li> <li>• Energetyka odnawialna</li> </ul>
4 (288) Kwiecień	<b>AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYŚLE ELEKTROMOBILNOŚĆ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji</li> <li>• Hydraulika w technice mobilnej</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>
5 (289) Maj	<b>PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0 ELEKTROMOBILNOŚĆ</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>
6 (290) Czerwiec	<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</li> </ul>
7/8 (291/292) Lipiec/sierpień	<b>AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE</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 (293) Wrzesień	<b>AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektywność w energetyce</li> <li>• Układy regulacji automatycznej</li> <li>• Systemy transportowe</li> <li>• Maszyny i napędy elektryczne</li> <li>• Utrzymanie ruchu w przemyśle</li> </ul>
10 (294) 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 (295) Listopad	<b>AUTOMATYZACJA PRODUKCJI AUTOMATYKA W ENERGETYCE</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> </ul>
12 (296) Grudzień	<b>CYFRYZACJA W PRZEMYŚLE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligentny budynek</li> <li>• Bezpieczeństwo w przemyśle</li> <li>• Napędy elektryczne i hydrauliczne</li> <li>• Cyberbezpieczeństwo</li> </ul>

## TEMATYKA

**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny **Nr 9 (293)**  
Rok XXV  
Wrzesień 2023

- AUTOMATYKA W ENERGETYCE
- AUTOMATYKA W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM
- Efektywność w energetyce
- Układy regulacji automatycznej
- Systemy transportowe
- Maszyny i napędy elektryczne
- Utrzymanie ruchu w przemyśle



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

1/2023 (285)

2/2023 (286)

3/2023 (287)

4/2023 (288)

5/2023 (289)

6/2023 (290)

7-8/2023 (291-292)

• 9/2023 (293)

10/2023 (294)

11/2023 (295)

12/2023 (296)

## 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.

# ZAPOBIEGAJ PRZESTOJOM Z RS

[pl.rs-group.com](http://pl.rs-group.com)



Produkty i rozwiązania  
do konserwacji planowanej i predykcyjnej,  
wszystko w jednym miejscu.



Symbol  
Odpowiedzialności  
Społecznej 2021





## Nowoczesne cęgowe mierniki prądu upływu AC od firmy HIOKI dostępne w Tespol!

Po więcej informacji skontaktuj się z nami:

tel. +48 71 783 63 60 [tespol@tespol.com.pl](mailto:tespol@tespol.com.pl) [www.tespol.com.pl](http://www.tespol.com.pl)

**NAPĘDY I STEROWANIE • LIPIEC–SIERPIEŃ 2023 (291/292) •**