

Nowości rynkowe s. 6



Inteligentny asystent w energetyce – jak duże modele językowe (LLM) obsługują alarmy, logi i procedury s.17-22

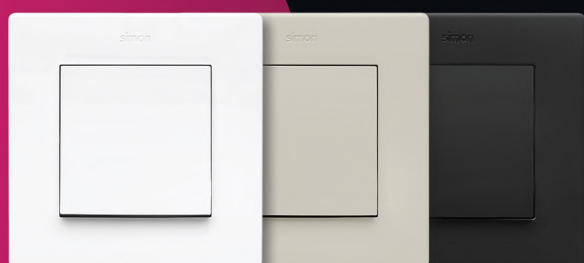
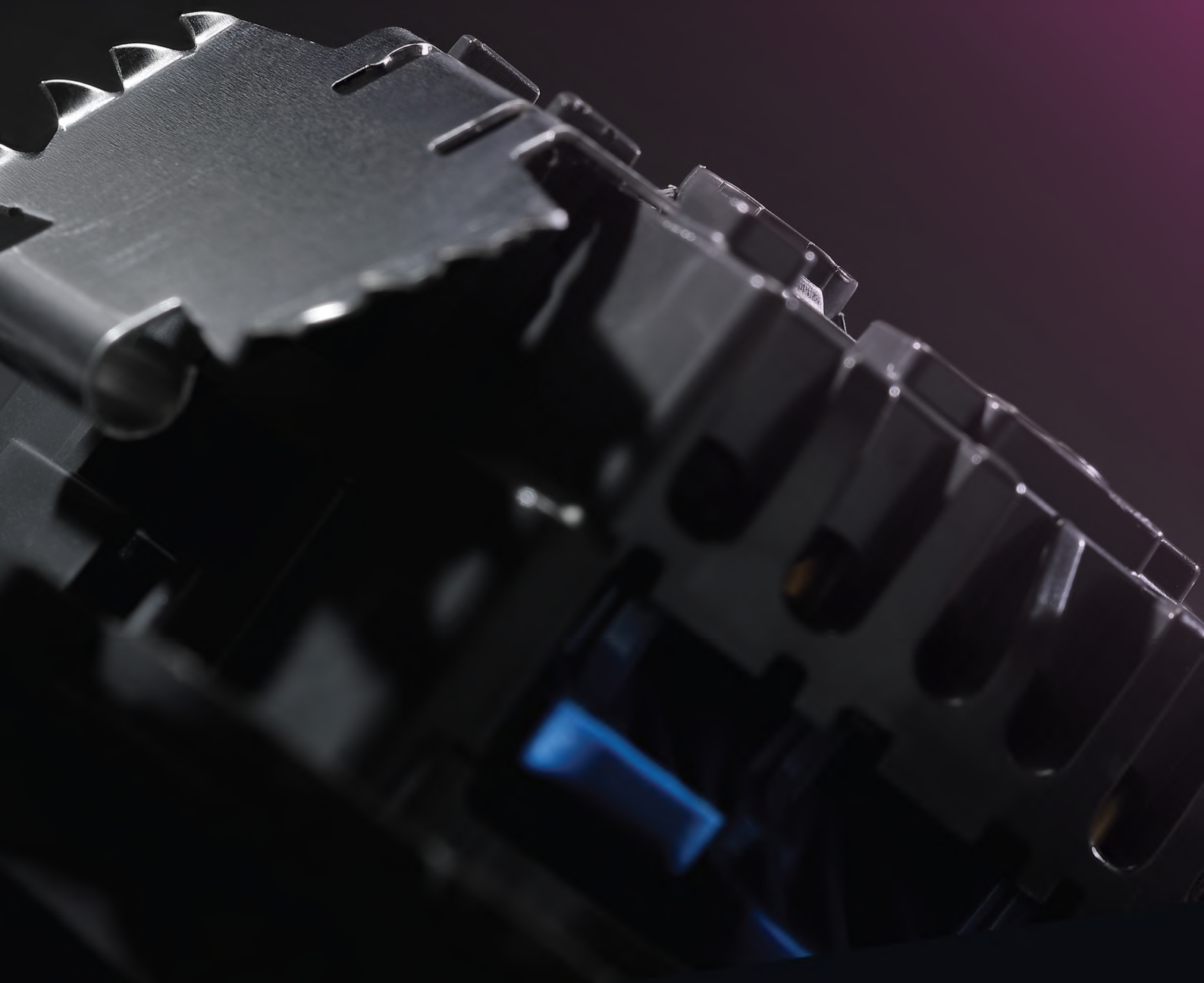
Simon | 24

NOWOŚĆ 2026

Energia
codzienności



Dowiedz się więcej
o serii **SIMON 24**



Nowa seria oparta na wieloletnim doświadczeniu.

Szybki montaż | Push In - nowy typ mocowania

Osprzęt sterowany smartfonem | 5 klasycznych kolorów

STYCZNIKI SILNIKOWE I POMOCNICZE



Pełna kontrola nad energią!

Zdalnie uruchamiaj i zatrzymuj silniki oraz urządzenia o mocy do 300 kW.

- możliwość dołączenia styków pomocniczych, blokady mechanicznej oraz ograniczników przepięć,
- mocowanie na szynie TH35 lub przy pomocy wkrętów,
- bardzo dobre parametry łączeniowe, wysoka trwałość mechaniczna i elektryczna,
- uniwersalne styki pomocnicze pasujące do wszystkich styczników.

ETI

Szanowni Państwo,

W obecnym numerze prezentujemy Państwu wiele nowości rynkowych, w tym złączkę 3-fazową ZJUN -3x50/3L firmy ERGOM, która jest rozwiązaniem do bezpiecznego i trwałego łączenia przewodów. Nowości firmy GTV - słupki solarne DRAGOS oraz czujniki full black to dyskretna technologia w eleganckiej formie. Z kolei firma KONTAKT-SIMON prezentuje nowość – serię Simon 24, która łączy nowoczesny design, funkcjonalność i wygodę montażu dzięki technologii Push IN. Kolejne nowości to oprawy techniczne wewnętrzne, plafoniere hermetyczne oraz naświetlacze LED firmy IDEUS. W aktualnym wydaniu znajdują Państwo również informacje o złączkach kablowych, wyłącznikach różnicowoprądowych oraz stycznikach instalacyjnych firmy ELEKTRO-PLAST OPATÓWEK.

Firma NOARK prezentuje niezawodne wyłączniki nadprądowe (MCB) – maksymalną funkcjonalność w kompaktowej formie.

Firma ANTICOR podpowiada jak świadomie dobierać taśmy elektroizolacyjne w instalacjach elektrycznych.

Znajdą Państwo również ofertę firmy EATON, dotyczącą uniwersalnych opraw oświetlenia awaryjnego RoundTech.

Na końcu tego wydania chcemy Państwa zaciekawić artykułem dotyczącym inteligentnego asystenta AI, który wykorzystuje duże modele językowe (LLM, ang. Large Language Models) i działa jak osobisty konsultant komunikujący się w pełni naturalnym językiem. Technologia ta zrewolucjonizowała już wiele dziedzin życia. Asystenci AI stają się nieodłącznym elementem pracy kreatywnej, analitycznej i decyzyjnej, automatyzując rutynę i wzmacniając ludzkie kompetencje. Ostatecznie technologia wspiera a nie zastępuje człowieka. To klucz do efektywnego wdrożenia i trwałego sukcesu. Operatorzy, którzy opanują sztukę współpracy z asystentem AI, staną się liderami nowej ery energetyki, w której człowiek i maszyna tworzą zgrany duet.

Życzymy miłej lektury!
Redakcja ElektroPlus'a

W numerze:

Nowości rynkowe 6

Niezawodne wyłączniki nadprądowe (MCB)
marki NOARK Electric 10

Jakość, która chroni – jak świadomie dobierać
taśmy elektroizolacyjne w instalacjach elektrycznych,
doradza ANTICOR 14

RoundTech: Innowacyjne oprawy awaryjne
od Eaton 16

Inteligentny asystent w energetyce
– jak duże modele językowe (LLM) obsługują
alarmy, logi i procedury 17

Znaki firmowe Partnerów, wg rankingu
wzajemnych obrotów z EL-Plus w 2025 r. (1-50) 23

Zapraszamy wszystkich Czytelników do współpracy
z redakcją EL-Plus, prosimy o przesyłanie swoich opinii,
spostrzeżeń oraz uwag. Dziękujemy.

Wydawca: EL-Plus Sp. z o.o.

ul. Działkowa 8; 41-506 Chorzów

tel. 32/346-01-00

www.el-plus.com.pl, e-mail: redakcja@el-plus.com.pl

Złączka 3-torowa Al/Cu **ZJUN-3x50/3L**



Niezawodne podłączenie obwodów trójfazowych w rozdzielnicach nN

- ✓ 3 tory prądowe oddzielone przegrodami izolacyjnymi
- ✓ Łatwa identyfikacja faz: brązowy / czarny / szary
- ✓ Możliwość podłączenia przewodów Al i Cu
- ✓ Szeroki zakres przekrojów przewodów: 2,5–50 mm²
- ✓ Wytrzymała obudowa z bezhalogenowego poliamidu zapewniająca izolację do 1000V
- ✓ Zgodność z normą PN-EN 60947-7-1 oraz standardem technicznym IEC TS 60947-7-5:2021 pkt 9.4.6

Złączka 3-fazowa ZJUN-3x50/3L



Złączka 3-fazowa ZJUN-3x50/3L to rozwiązanie do bezpiecznego i trwałego łączenia przewodów Al i Cu o przekrojach 2,5–50 mm². Trzy tory prądowe w jednej kompaktowej obudowie zapewniają szybki i stabilny montaż na szynach TSE 35, a oznaczenia faz zgodne z PN-HD 308 S2 (brązowy, czarny, szary) eliminują ryzyko błędów podczas podłączania. Złączka umożliwia **bezpośrednie łączenie Al i Cu** dzięki przegrodzie toru prądowego, a **fabryczna pasta stykowa** chroni przed utlenianiem. **Bezhalogenowa, samogasnąca obudowa** w klasie UL 94 V0 gwarantuje bezpieczeństwo pożarowe. Potwierdzona zgodność z PN-EN 60947-7-1 (Cu) oraz IEC TS 60947-7-5:2021 (Al).

www.ergom.com



Słupki Solarne DRAGOS



Odkryj najnowsze autonomiczne oświetlenie ogrodowe. DRAGOS (80lm, 2200mAh) i DRAGOS II (100lm, ruchomy panel solarny) oferują 6-8h świecenia LED z regulacją barwy CCT. Dzięki czujnikowi zmierzchu i trwałej konstrukcji IP54 (ABS/PP), zapewniają niezawodność i łatwą instalację. DRAGOS II wyróżnia się ruchomym panelem, maksymalizującym ładowanie. Stwórz idealny nastrój, oszczędzając energię!

www.gtv.com.pl



Czujniki full black – dyskretna technologia w eleganckiej formie



Nowa seria czujników GTV to unikalne na rynku rozwiązanie, które łączy estetykę z funkcjonalnością. Czarne obudowy pozwalają idealnie wtopić je w nowoczesne aranżacje, redukując refleksy i zachowując spójność z ciemnymi oprawami. W kolekcji znajdziemy pełną gamę modeli, w tym także czujniki mikrofalowe, które zapewniają precyzję i wygodę użytkowania. To propozycja dla tych, którzy szukają rozwiązań estetycznych, ale też niezawodnych w codziennym działaniu.

www.gtv.com.pl



Nowość na rynku: Simon 24 – energia codzienności w nowoczesnym wydaniu

Seria Simon 24 to odpowiedź na rosnące oczekiwania użytkowników wobec osprzętu elektroinstalacyjnego – łączy nowoczesny design, funkcjonalność i wygodę montażu. To rozwiązanie, które doskonale wpisuje się zarówno w przestrzenie mieszkalne, jak i komercyjne, oferując spójność estetyczną i wysoką jakość wykonania. Do wyboru jest 5 klasycznych kolorów: biały, czarny, grafit, szampański oraz długo wyczekiwany kaszmir.

Nową serię charakteryzuje także szybki i pewny montaż, dzięki innowacyjnym rozwiązaniom konstrukcyjnym, które skracają czas pracy i zwiększają komfort instalacji. Simon 24 to nowy standard, który łączy design, technologię i wygodę użytkownika w jednym systemie.

www.kontakt-simon.pl

KONTAKT simon



Simon 24 - Szybszy montaż dzięki technologii Push IN

Współczesne instalacje elektryczne wymagają nie tylko niezawodności, ale również efektywności montażu. Odpowiedzią na te potrzeby jest technologia Push IN dostępna w wybranych produktach serii Simon 24. To rozwiązanie, które realnie zmienia codzienną pracę instalatorów, **skracając czas montażu nawet trzykrotnie**.

Simon 24 z systemem Push IN to przykład, jak nowoczesna technologia może wspierać profesjonalistów w codziennej pracy. To rozwiązanie, które podnosi standard montażu, zwiększa efektywność i pozwala realizować projekty szybciej – bez kompromisów w zakresie jakości.

www.kontakt-simon.pl

KONTAKT simon



Podwójne gniazdo bryzgoszczelne IP44

W ofercie najnowszej serii Simon 24 znajdziesz podwójne gniazdo bryzgoszczelne IP44 – rozwiązanie, znane wcześniej z serii Simon 55.

Gniazdo to jest zaprojektowane z myślą o miejscach narażonych na wilgoć i zachlapania, takich jak łazienki, kuchnie, garaże czy przestrzenie zewnętrzne. Jego podwójna konstrukcja umożliwia jednoczesne podłączenie dwóch urządzeń, co znacząco zwiększa wygodę użytkowania.

To połączenie bezpieczeństwa, funkcjonalności i nowoczesnego designu – dostępne teraz w jeszcze szerszym zakresie zastosowań.

www.kontakt-simon.pl

KONTAKT simon



Oprawy techniczne wewnętrzne

Oprawy techniczne wewnętrzne, to oświetlenie, które ma szeroki wachlarz zastosowań. Pomaga oświetlić przestrzeń, w której liczy się widoczność, funkcjonalność, precyzja i bezpieczeństwo. Ułatwia stworzyć przyjazne miejsce pracy w biurach czy urzędach. Dzięki wysokiej wydajności i trwałości bez problemu można je zamontować w takich przestrzeniach jak: szkoły, sklepy, hale produkcyjne i magazynowe. Natomiast zainstalowane na klatkach schodowych, garażach lub ciągach komunikacyjnych zapewniają bezpieczeństwo i poprawiają orientację. Do tego typu zastosowań służą nowoczesne, wielofunkcyjne linio-

wy oprawy LED: FLAT, FLATER lub LOTOS.

www.ideus.pl

STRÜHM
www.ideus.pl



Plafoniere hermetyczne LED

Plafoniere hermetyczne LED to uniwersalne i trwałe oświetlenie zaprojektowane z myślą o zastosowaniu ich wewnątrz jak i na zewnątrz pomieszczeń. Dzięki podwyższonej szczelności idealnie sprawdzą się w łazienkach, korytarzach czy na tarasach. Oczywiście nie wyklucza to ich stosowania również w pomieszczeniach suchych jak np. pokoje socjalne lub biura. Oprawy te mogą również posiadać dodatkowe funkcje jak: zmianę temperatury barwowej i/lub mocy, albo wbudowany czujnik ruchu. Takie rozwiązanie wykorzystują nowoczesne oprawy LED: ASTRO, GOLIAT, EDYTOR.

www.ideus.pl

STRÜHM
www.ideus.pl

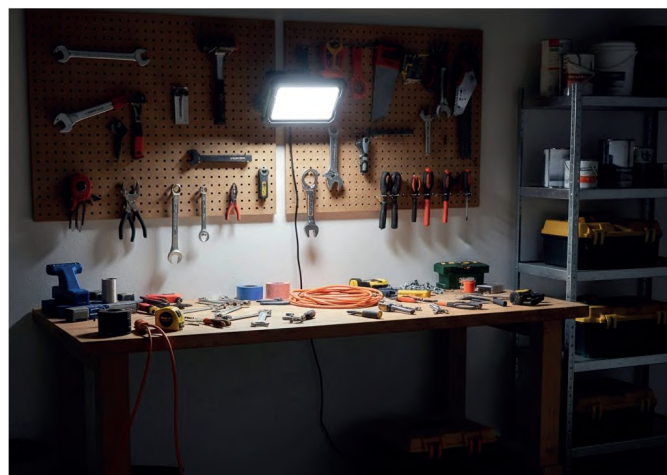


Naświetlacze LED

Naświetlacze LED to praktyczne energooszczędne oprawy, które dysponują mocą od 10W do 200W dzięki temu pozwalają na oświetlenie różnorodnych powierzchni. Dzięki wysokiej ochronie przed wnikaniem pyłu i wilgoci stosuje się je do oświetlania podwórek, warsztatów, garaży lub placów budowy. Dzięki swojej mobilności i możliwości regulacji kierunku świecenia pozwalają na dowolne oświetlenie przestrzeni gwarantując widoczność w warunkach nocnych, co znakomicie przekłada się na poprawę bezpieczeństwa oświetlanych terenów. Naświetlacze można również wykorzystać do iluminacji oraz podświetlenia architektury w celu dekoracyjnym. Powyższe zalety posiadają m.in. oprawy oświetleniowe: KROMA LED, BRYZA LED, ASTON LED, TABLET LED.

www.ideus.pl

STRÜHM
www.ideus.pl



Złączki kablowe

Złączki kablowe o stopniu szczelności IP68, znajdują zastosowanie przy podłączeniach chroniących przed wodą, przy naprawach obwodów elektrycznych zewnętrznych i wewnętrznych. Dedykowane są na place budowy, garaże, instalacje ogrodowe itp. Złączki wykonane są z tworzyw sztucznych o dobrej odporności na ściskanie i zapewniają odporność instalacji na korozję. Złączki kablowe są wodoodporne i pyłoszczelne. Posiadają certyfikaty CE.

www.elektro-plast.pl



Wyłączniki różnicowoprądowe

Wyłączniki różnicowoprądowe z członem nadprądowym (RCBO) NEO, o charakterystyce B - to zaawansowane urządzenia ochronne łączące funkcję wyłącznika różnicowoprądowego (RCCB) oraz wyłącznika nadprądowego (MCB). Zapewniają kompleksową ochronę instalacji elektrycznej – zarówno przed prądami upływowymi, jak i przeciążeniami oraz zwarciami. Ich działanie polega na jednoczesnym monitorowaniu prądu różnicowego oraz wartości prądu płynącego w obwodzie. W przypadku wykrycia prądu upływowego (np. uszkodzenia izolacji) lub przekroczenia dopuszczalnego prądu (przeciążenie, zwarcie), urządzenie natychmiast odłącza zasilanie, minimalizując ryzyko porażenia oraz uszkodzenia instalacji. Charakterystyka B oznacza, że wyłącznik nadprądowy reaguje przy prądach zwarciovych o wartości 3–5 krotności prądu znamionowego (szybkie), co czyni go odpowiednim do ochrony standardowych obwodów w instalacjach domowych i biurowych (np. oświetlenie, gniazda wtykowe).

www.elektro-plast.pl



Styczniki instalacyjne

Styczniki instalacyjne (modułowe) NEO to nowoczesne aparaty przeznaczone do zdalnego załączania i wyłączania obwodów elektrycznych w instalacjach niskiego napięcia. Stanowią niezastąpiony element systemów sterowania, umożliwiając bezpieczne i wygodne zarządzanie odbiornikami o większej mocy, takimi jak oświetlenie, ogrzewanie, wentylacja czy urządzenia przemysłowe. Ich działanie opiera się na elektromagnetycznym mechanizmie sterującym – po podaniu napięcia na cewkę stycznika następuje zamknięcie (lub otwarcie) styków roboczych, co pozwala na sterowanie obwodem bez konieczności bezpośredniej ingerencji użytkownika w tor prądowy. Dzięki temu możliwe jest automatyczne lub zdalne sterowanie instalacją, np. za pomocą zegarów, czujników czy systemów inteligentnego budynku.

www.elektro-plast.pl



NOARK

DEFINITION OF RELIABILITY

Niezawodne wyłączniki nadprądowe (MCB) marki NOARK Electric

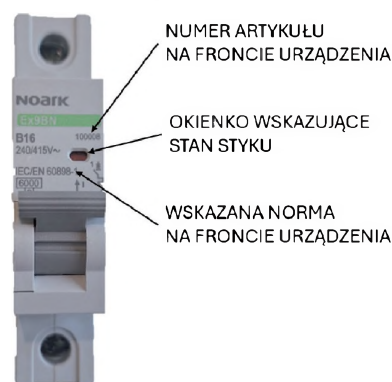
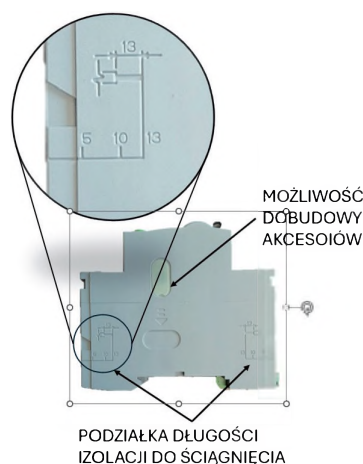
Wyłączniki nadprądowe zabezpieczają instalację przed skutkami przeciążeń i zwarc. Ich działanie opiera się na dwóch mechanizmach: członie termicznym (reagującym na przeciążenie) oraz elektromagnetycznym (reagującym na zwarcie). Skupimy się tutaj na seriach urządzeń zwarcowej zdolności łączeniowej 6kA oraz 10kA

Kluczowe parametry przy doborze:

- prąd znamionowy (I_n),
- charakterystyka wyzwalania (np. B, C, D, K – zależna od rodzaju odbiorników),
- zdolność wyłączania (np. 6 kA, 10 kA),
- Praca z prądem stałym (DC) lub przemiennym (AC)
- liczba biegunów.

Typowo dobór powinien uwzględniać charakter aplikacji przekrój przewodów, sposób ułożenia instalacji oraz charakter obciążenia. Niewłaściwy dobór może skutkować niepotrzebnymi wyłączeniami lub brakiem skutecznej ochrony.

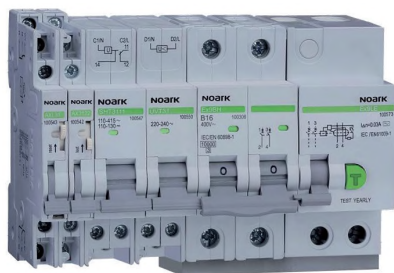
Spośród różnych serii najbardziej typowym zastosowaniem jest ochrona **instalacji budynkowych**. Zależnie od oczekiwanego parametru zwarcowej zdolności łączeniowej możemy zastosować wyłączniki serii **Ex9BN** (6kA) lub **Ex9BH** (10kA). Aparaty te można łączyć szyną zarówno od góry jak i od dołu. To pozwala na dużą elastyczność podczas budowania rozdzielnic. Zgodnie z powyższym zarówno na górze jak i na dole aparatów znajdziemy zaciski szynowe i windowe o pojemności do 35mm². Rzeczywista pozycja styku głównego przedstawiana jest w okienku co podnosi bezpieczeństwo podczas potencjalnych sytuacji awaryjnych. Na froncie znajdziemy również typ i numer katalogowy, dzięki czemu serwisant bardzo szybko zidentyfikuje aparaty w rozdzielnic. W identyfikacji pomoże również narysowany symbol elektryczny urządzenia oraz spełnianie przez urządzenie normy (co jest standardem w NOARK). Instalatorzy docenią również umieszczony z boku piktogram z informacją jak głęboko sięga przewód w zacisku i ile izolacji należy zdjąć by właściwie go połączyć z zaciskiem.



To detale - jednak bardzo ułatwiają pracę z urządzeniami na każdym etapie od montażu, przez utrzymanie aż po serwis.

Akcesoria

Funkcjonalna budowa wyłączników pozwala na dobudowanie do 5 różnych akcesoriów (do 2 wyzwalaczy i 3 styków pomocniczych). Ważne aby zachować odpowiednią kolejność łączenia ww. akcesoriów: najbliżej wyłącznika powinny znaleźć się wyzwalacze a następnie za nimi styki pomocnicze. Ze względu na wymaganą sztywność konstrukcji połączenia aparatu głównego i wyzwalacza te urządzenia muszą ze sobą bezpośrednio sąsiadować.



Warto wspomnieć, że akcesoria są wspólne dla całej grupy urządzeń modułowych NOARK dzięki czemu mamy pełną uniwersalność w stosowaniu podczas budowy i rozbudowy rozdzielnic.

Wśród akcesoriów możemy wyróżnić:

Styki pomocnicze serii AX... o funkcjach styku 1P oraz 2P (informujący o statusie aparatu zał./wył.), styk pomocniczy zadziałania 1P serii AL... (informujący o automatycznym zadziałaniu urządzenia – wyzwolenie przez przeciążenie lub zwarcie). Lub kombinację tych dwóch funkcji: styk pomocniczy + pomocniczy zadziałania 1P + 1P typu AXL31.

Wyzwalacze wzrostowe (SHT) oraz podnapięciowe (UVT) na różne poziomy napięcia AC i DC.

Dodatkowym akcesorium silnikowy napęd zdalny serii MOD31. Zapewnia on funkcję zdalnego sterowania wyłącz-

nikami serii Ex9B. Napęd ten umożliwia zdalne złączanie i wyłączanie a także automatyczny powrót po zadziałaniu wyłącznika. Dwie długości dźwigni sterującej obejmują wszystkie rozmiary biegunów wyłączników serii Ex9B.

NOARK produkuje także wyłączniki w specjalnym wykonaniu **do aplikacji transportu szynowego** serii **Ex9BD-JC** (DC, 10kA), **Ex9BN-JC** (AC, 6kA) oraz **Ex9BH-JC** (AC, 10kA). Montowane są w taborach szynowych i muszą one być odporne na czynniki mechaniczne występujące podczas eksploatacji zgodnie z normą IEC/EN 6137. Dodatkowo spełniają europejski standard dotyczący ochrony przeciwpożarowej w pojazdach szynowych zgodnie z normą EN 45545. Posiadają one swoje zgodne styki pomocnicze **AX/AL... EU**.

Inną grupą wyłączników nadprądowych są wyłączniki prądu stałego DC. Wyłączniki serii **Ex9BP-JX** dedykowane do instalacji PV mają ustalony kierunek zasilania. Seria **Ex9BP** jest niezależna od polaryzacji (dowolny kierunek zasilania) i dodatkowo przyda się do zabezpieczeń np. magazynów energii (BESS). Typowe są dla takich zastosowań charakterystyki C i K. Wyłączniki można dobrać na napięcie DC: 250V, 500V, 750V oraz 1000V. Wszystkie wymienione wcześniej akcesoria pasują również to tych serii wyłączników.

Poniższa tabela prezentuje kluczowe parametry modułowych wyłączników nadprądowych NOARK Electric.

Seria	Ex9BN	Ex9BH	Ex9B4J	Ex9PN	Ex9BP-JX	Ex9BP	Ex9BD-JC	Ex9BN-JC	Ex9BH-JC
Prądy znamionowe (A)	1 - 63	1 - 63	1 - 40	1 - 40	1 - 63	10 - 63	1 - 63	1 - 63	1 - 63
Charakterystyki	B, C, D	B, C, D	B, C	B, C	C, K	C, K	B, C, K	B, C, D	B, C, D
Liczba biegunów	1, 1N, 2, 3, 3N, 4	1, 1N, 2, 3, 3N, 4	1, 2, 3, 4	1+N	1, 2, 3, 4	2, 4	1, 2, 3, 4		
Znamionowa zwarciodość łączeniowa I _{cn} EN 60898 (przy 230V)	6kA	10kA	6kA	6kA	6kA	6kA	10kA	6kA	10kA
Rodzaj napięcia	AC 50/60Hz	AC 50/60Hz	AC 50/60Hz	AC 50/60Hz	DC	DC	DC	AC 50/60Hz	AC 50/60Hz
Możliwość pracy DC	"72 V DC na biegun (1P, 2P) 48 V DC na biegun (3P, 4P)"	"72 V DC na biegun (1P, 2P) 48 V DC na biegun (3P, 4P)"	nie	48 V DC	U _e 250 V DC na biegun	U _e 250 V DC na biegun	U _e 250 V DC na biegun		
Szerokość 1 mod. (mm)	18	18	13,5	18	18	18	18	18	18
Akcesoria: styki pomocnicze, wyzwalacze	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Pojemność zacisku	1 — 35 mm ²	1 — 35 mm ²	1 — 16 mm ²	1 — 16 mm ²	1 — 35 mm ²	1 — 35 mm ²	1 — 16 mm ²	1 — 16 mm ²	1 — 16 mm ²
Zaciski	Szynowe i windowe	Szynowe i windowe	Szynowe	Windowe	Szynowe i windowe	Szynowe i windowe	Szynowe i windowe	Szynowe i windowe	Szynowe i windowe
Możliwość szynowania góra/dół	Tak/Tak	Tak/Tak	"Tak/Tak (dedykowane szyny)"	Tak/Tak	Tak/Tak	Tak/Tak			
Wskaźnik położenia styku	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak				
Temperatura otoczenia	-30 ÷ +70 °C	-30 ÷ +70 °C	-25 — +70 °C	-30 ÷ +70 °C	-30 ÷ +70 °C	-35 ÷ +70 °C	-40 — +75 °C	-40 — +75 °C	-40 — +75 °C
Inne	Typowe zastosowanie w budownictwie	Do budownictwa, przemysłu. Kolor dźwigni zależny od amperazu	Wersja "SLIM" do budownictwa mieszkaniowego oraz OEM	Wersja 1+N o szerokości 1 mod.	"Polaryzacja zależna (kierunkowość zasilania), 1P - 250V 2P - 500V 3P - 750V 4P - 1000V"	"Polaryzacja niezależna (dowolny kierunek zasilania), 2P - 500V 4P - 1000V"	Wyłącznik do aplikacji kolejowych spełnia: IEC/EN 60974-2, EN 45545, IEC/EN 61373	Wyłącznik do aplikacji kolejowych spełnia: IEC/EN 60974-2, EN 45545, IEC/EN 61373	Wyłącznik do aplikacji kolejowych spełnia: IEC/EN 60974-2, EN 45545, IEC/EN 61373

Adam Włostowski
Product Manager, NOARK Electric Sp. z o.o.

NIEZAWODNE WYŁĄCZNIKI NADPRĄDOWE NOARK

MAKSYMALNA FUNKCJONALNOŚĆ
W KOMPAKTOWEJ FORMIE.

- Sprawdzona ochrona przed przeciążeniami i zwarciami
- Trwałość i niezawodność
- Łatwy montaż i szeroka gama akcesoriów dodatkowych

NOARK



X-line

ELGOTECH
G D
PRZEDŁUŻAMY NAJLEPIJ



Stworzone do pracy w trudnych warunkach



EVEREADY®



**HARRY
KANE**

Światowej sławy
piłkarz i globalny
ambasador marki

**SPRAWDZONA
WYDAJNOŚĆ**

**ZAWSZE
POD RĘKĄ**

**DZIAŁA
10x
DŁUŻEJ***

*w porównaniu do EVEREADY® Heavy Duty
na podstawie testu ANSI dla golarek.



©2026 Energizer. Trademarks and certain designs are owned by Energizer.

Nazwisko, wizerunek i podobizna Harry'ego Kane'a MBE są własnością i pozostają pod kontrolą HK28 Ltd. Wszelkie prawa zastrzeżone.



Jakość, która chroni – jak świadomie dobierać taśmy elektroizolacyjne w instalacjach elektrycznych

Taśmy elektroizolacyjne należą do podstawowych materiałów wykorzystywanych w pracy instalatora, jednak ich znaczenie często bywa niedoceniane. W praktyce to właśnie jakość zastosowanych materiałów izolacyjnych w dużej mierze decyduje o trwałości połączeń, odporności instalacji na czynniki zewnętrzne oraz bezpieczeństwie jej użytkowania.

Nawet najlepiej zaprojektowany system elektryczny może zawieść, jeśli zastosowane komponenty izolacyjne nie spełniają odpowiednich standardów.

Kluczowym aspektem przy wyborze taśmy elektroizolacyjnej powinny być jej rzeczywiste właściwości techniczne, a nie wyłącznie nazwa czy oznaczenie produktu. Materiał wysokiej jakości powinien charakteryzować się stabilnymi parametrami dielektrycznymi, długotrwałą elastycznością oraz odpornością

na ścieranie, wilgoć i procesy starzenia. W praktyce instalacyjnej coraz częściej sięga się po sprawdzone rozwiązania systemowe, takie jak linia ELECTRIX firmy ANTICOR, gdzie poszczególne produkty projektowane są z myślą o konkretnych warunkach pracy – od standardowych instalacji po środowiska wymagające podwyższonej odporności.

Dobrym przykładem takiego podejścia jest taśma ELECTRIX 200Premium, która łączy wysoką elastyczność z odpornością na szeroki zakres temperatur (od -15 do $+105^{\circ}\text{C}$) oraz działanie czynników atmosferycznych, takich jak promieniowanie UV czy ozon. Dzięki temu sprawdza się zarówno w instalacjach wewnętrznych, jak i zewnętrznych, gdzie stabilność parametrów w czasie ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa użytkowania.



Równie istotnym elementem jest jakość zastosowanego kleju. To właśnie on odpowiada za trwałość izolacji i jej przyczepność do różnych powierzchni. W instalacjach narażonych na drgania, zmiany temperatur czy trudne warunki środowiskowe, słaba jakość kleju może prowadzić do stopniowego odklejania się taśmy i utraty właściwości ochronnych. W rozwiązaniach wyższej klasy, takich jak ELECTRIX 200Premium czy ELECTRIX 202Superflex, stosuje się zaawansowane systemy klejące, które zapewniają stabilną przyczepność nawet w wymagających aplikacjach.

Coraz większego znaczenia nabiera również zgodność materiałów z obowiązującymi przepisami i normami. Dyrektywy Unii Europejskiej, takie jak REACH i RoHS, określają wymagania dotyczące składu chemicznego oraz ograniczenia stosowania substancji niebezpiecznych. Produkty wysokiej jakości, w tym taśmy z serii ELECTRIX, projektowane są z myślą o spełnieniu tych wymagań, co przekłada się nie tylko na bezpieczeństwo instalacji, ale także na bezproblemowe przejście odbiorów technicznych.

Świadomy dobór materiałów powinien zawsze uwzględniać warunki pracy instalacji. W środowiskach zewnętrznych, w halach przemysłowych czy miejscach o podwyższonej wilgotności konieczne jest stosowanie rozwiązań o zwiększonej odporności mechanicznej i środowiskowej. W takich przypadkach szczególnie dobrze sprawdzają się taśmy samowulkanizujące, takie jak ELECTRIX 222-PIB czy ELECTRIX 225-PIB, które tworzą jednorodną, szczelną strukturę i skutecznie zabezpieczają połączenia przed wilgocią, gazami oraz czynnikami chemicznymi. Należy również pamiętać, że nawet najwyższej jakości materiał nie spełni swojej funkcji, jeśli zostanie niewłaściwie zastosowany. Powierzchnia przewodu powinna być zawsze czysta i sucha,

a aplikacja taśmy wykonana z odpowiednim naciąganiem i zakładem kolejnych warstw. Błędy montażowe, takie jak nadmierne rozciąganie taśmy czy aplikacja na zabrudzone powierzchnie, prowadzą do szybszego zużycia materiału i obniżenia skuteczności izolacji – niezależnie od klasy produktu.

W miejscach szczególnie narażonych na uszkodzenia mechaniczne warto stosować dodatkowe zabezpieczenia, takie jak rurki termokurczliwe czy taśmy specjalistyczne – np. tkaninową ELECTRIX 160 lub taśmę z włókna szklanego ELECTRIX 277. Takie uzupełnienie systemu izolacyjnego znacząco zwiększa trwałość całej instalacji i minimalizuje ryzyko awarii.

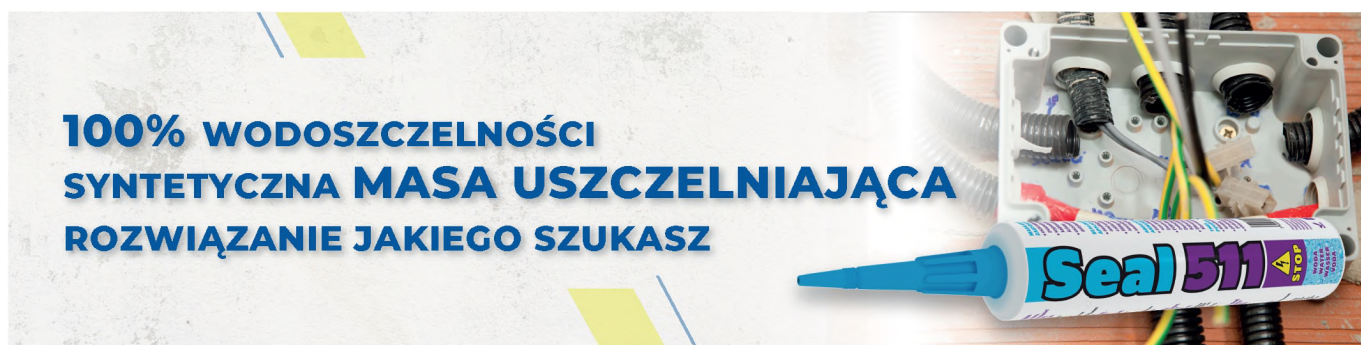
Doświadczenie z realizacji instalacji pokazuje, że wiele problemów eksploatacyjnych wynika nie z braku dostępności odpowiednich rozwiązań, lecz z wyboru materiałów niskiej jakości lub ich niewłaściwego zastosowania. Oszczędności na etapie doboru komponentów często prowadzą do kosztownych napraw i zagrożeń w przyszłości.

Profesjonalne podejście do instalacji elektrycznych wymaga świadomego wyboru materiałów oraz przestrzegania zasad ich stosowania. Wysoka jakość taśm elektroizolacyjnych – potwierdzona parametrami technicznymi i dopasowaniem do warunków pracy, jak w przypadku rozwiązań klasy ELECTRIX – to nie detal, lecz fundament bezpieczeństwa i trwałości całej instalacji. To właśnie te pozornie drobne elementy decydują o tym, czy system będzie działał niezawodnie przez lata.

Jerzy Forc
Dyrektor Handlowy
ANTICOR Sp. z o.o.



**TAŚMA SAMOWULKANIZUJĄCA
ELEKTROIZOLACYJNA
IZOLACJA I NAPRAWA
SPRAWDZONA JAKOŚĆ**



**100% WODOSZCZELNOŚĆ
SYNTEZYCZNA MASA USZCZELNIAJĄCA
ROZWIĄZANIE JAKIEGO SZUKASZ**

RoundTech: Innowacyjne oprawy awaryjne od Eaton

Oferta firmy Eaton rozszerzyła się o uniwersalne oprawy oświetlenia awaryjnego RoundTech. Dzięki funkcji konfigurowalnej optyki, oprawy serii RoundTech mogą oświetlać zarówno przestrzeń otwartą, jak i również drogi ewakuacyjne. Jest to pionierskie rozwiązanie na rynku oświetlenia awaryjnego.

Technologia **przełączania trybu rozsyłu strumienia świetlnego (eFocus)** została zaprojektowana specjalnie dla serii opraw RoundTech. Pozwala ona idealnie dopasować oprawy zarówno do oświetlenia dróg ewakuacyjnych, wykorzystując w tym celu asymetryczną zmianę optyki, jak również dla otwartych przestrzeni, poprzez zastosowanie symetrycznego trybu optyki. Obecnie to **jedynie takie rozwiązanie na rynku**. Seria opraw RoundTech zawiera trzy wersje z różnymi poziomami natężenia strumienia świetlnego: 150 lm, 200 lm oraz 400 lm.



Rys. 1. Tryb eFocus w oprawie RoundTech

Wybór trybu pracy (awaryjny lub awaryjno-sieciowy) odbywa się za pomocą przełącznika. O stanie oprawy oraz ewentualnych błędach informuje dwukolorowa dioda LED (oprawa z funkcją autotestu). Oprawy podtynkowe RoundTech są wyposażone w baterię litową (LiFePO₄), o długiej żywotności a także zużywają niewiele energii, dzięki czemu mają znikomy wpływ na środowisko.

Oświetlenie dostosowane do potrzeb

Uniwersalność oprawy RoundTech nie opiera się jedynie na pionierskiej funkcji **eFocus**, ale również na możliwości wizualnej modyfikacji i dostosowania stylu oprawy do różnych pomieszczeń. W ofercie Eaton można znaleźć maskownice **w szerokiej palecie kolorów (możliwość personalizacji) oraz dwóch kształtach (okrągłe lub kwadratowe)**. Dodatkowym atutem są obudowy wykonane z poliwęglanu, które gwarantują najwyższą jakość produktu. Wszystkie oprawy z serii RoundTech posiadają świadectwo dopuszczenia **CNBOP** (Centrum Naukowo – Badawcze Ochrony Przeciwpowodziarowej).



Rys.2. Oprawa awaryjna RoundTech

Produkt jest dostępny w dwóch wariantach montażowych:

- LowBay, przeznaczonym do montażu na wysokości do 10 m,
- HighBay, przeznaczonym do montażu na wysokości do 30 m.

Montaż oprawy jest bardzo prosty, wymaga jedynie wykorzystania standardowej otwornicy Ø 64 – 78 mm. Dopuszczalna temperatura pracy zalecana jest w przedziale od +5 do +45°C. Oprawy są już dostępne w sprzedaży.

Specyfikacja oprawy oświetleniowej RoundTech

Strumień świetlny	150 lm, 200 lm, 400 lm
Tryb pracy	Awaryjny lub awaryjno – sieciowy
Czas podtrzymania	1h lub 3h
Sposób testowania	Test ręczny, AutoTest, CGLine+
Stopień szczelności	IP44, IP65
Stopień odporności mechanicznej	IK07
Zaciski	śrubowe do 1,5 mm ² szybkoszłącza do 2,5 mm ² (L, N, PE) przelotowe system CGLine+ przelotowe 2,5 mm ²
Napięcie zasilania	220-240 V AC, 50/60 Hz
Materiał obudowy	Poliwęglan (850°C)
Kolor obudowy	RAL9003 (dostępne inne kolory na zamówienie)
Klasa izolacji	II
Dopuszczalna temperatura otoczenia	+5°C do +45°C (LiFePO ₄)
Źródło światła	LED 4+4

Autor: Mariusz Skotnicki
Application Manager, Eaton

dr inż. Jakub Grela

Inteligentny asystent w energetyce – jak duże modele językowe (LLM) obsługują alarmy, logi i procedury

Od modeli językowych do inteligentnych asystentów diagnostyczno-decyzyjnych

Inteligentny asystent AI to system wykorzystujący duże modele językowe (LLM, ang. Large Language Models), który działa jak osobisty konsultant komunikujący się w pełni naturalnym językiem. Rozumie kontekst zapytań, przetwarza złożone informacje i dostarcza precyzyjne odpowiedzi oparte na wiarygodnych źródłach. Wszystko to w formie intuicyjnego dialogu, bez potrzeby specjalistycznych interfejsów czy żmudnego wyszukiwania.

Technologia ta zrewolucjonizowała już wiele dziedzin życia: od medycyny (wsparcie diagnostyczne lekarzy), przez finanse (analiza ryzyka i rekomendacje inwestycyjne), po edukację (personalizowane tutoring), prawo (analiza precedensów) i codzienną produktywność (asystenci jak ChatGPT czy Copilot). Asystenci AI stają się nieodłącznym elementem pracy kreatywnej, analitycznej i decyzyjnej, automatyzując rutynę i wzmacniając ludzkie kompetencje.

Wzrost zainteresowania jest lawinowy. Globalny rynek AI copilots i asystentów osiągnął 17 mld USD w 2025 r. i prognozowany jest na ponad 56 mld USD do 2030 r., z CAGR 27%. W sektorze przemysłowym, w tym w automatyce, rynek związany z zastosowaniem LLM ma prognozowany wzrost z 20 mld USD w 2024 r. do 90 mld USD do 2033 r. Napędzany jest on zapotrzebowaniem na generowanie wspomaganego wyszukiwaniem (RAG, ang. Retrieval-Augmented Generation) i lokalne wdrożenia. Dane pokazują, że 78% firm planuje inwestycje w asystentów AI w 2026 r. Przykładem na rynku polskim są zapowiedzi takich działań np. firmy InPost.

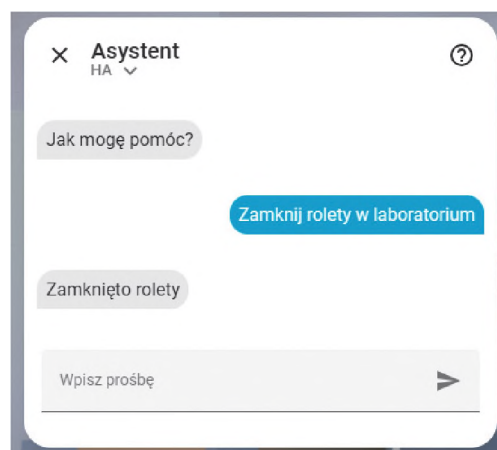
Asystent AI dla operatora sieci lub centrum sterowania

Również w sektorze przemysłowym, coraz częściej pojawia się nowy „współpracownik” w postaci inteligentnego asystenta AI, czyli systemu wykorzystującego duże modele językowe, do wsparcia pracy operatorów i dyspozytorów. Taki asystent pełni funkcję konsultanta komunikującego się w języku naturalnym, a więc w sposób zrozumiały i intuicyjny dla człowieka. Jego rolą nie jest zastępowanie specjalisty, lecz usprawnienie codziennej pracy poprzez szybszy dostęp do wiedzy, kontekstowych infor-

macji oraz interpretację danych z różnych źródeł.

Z perspektywy operatora centrum sterowania można traktować asystenta AI jako „pierwszą linię analizy” danych z systemu. Zamiast samodzielnie przeglądać dziesiątki ekranów, dzienników zdarzeń i raportów, dyspozytor może zadać pytanie opisujące problem lub sytuację operacyjną. System rozumie odniesienia do konkretnych obszarów sieci, urządzeń czy przedziałów czasowych, a następnie przygotowuje streszczenia, wskazuje zależności między zdarzeniami i podpowiada możliwe przyczyny. W praktyce oznacza to, że operator skupia się bardziej na ocenie i decyzji, a mniej na ręcznym „wydobyciu” danych z systemów.

Nowoczesny asystent AI jest zintegrowany z systemami klasy SCADA, HMI i BMS, a także z bazami telemetry i systemami alarmowymi. Dzięki temu ma dostęp do danych operacyjnych w czasie rzeczywistym takich jak: pomiary, stany urządzeń, historia alarmów czy trendy obciążenia. Przykładowe zdjęcie interakcji systemu AI z systemem BMS przedstawiono na rysunku nr 1. Dedykowany asystent AI był w stanie wejść w interakcję z systemem automatyki budynkowej i zamknąć wszystkie rolety w jednym z pomieszczeń.



Rysunek 1: Zastosowanie asystenta AI do interakcji z systemem automatyki budynkowej.

Asystent AI może też współdziałać z repozytoriami procedur dyspozytorskich, instrukcjami ruchowymi, raportami z awarii

oraz normami technicznymi, tworząc spójny kontekst wiedzy o stanie systemu i zasadach jego obsługi. W efekcie operator nie musi już samodzielnie przeszukiwać wielu źródeł – wystarczy, że zada pytanie w naturalnej formie, np. „Opisz, co się działo w ostatnich dwóch godzinach w obszarze A2”, a asystent będzie w stanie wygenerować informacje dotyczące zdarzeń, powiąże je z zapisami w logach alarmowych, a nawet podpowie, które punkty procedury zostały już zrealizowane.

Z punktu widzenia codziennej pracy dyspozytorskiej szczególnie istotna jest zdolność asystenta do kontekstowego „tłumaczenia” surowych danych na język operacyjny. Zamiast jedynie wyświetlać listę alarmów, system może wskazać, które z nich są objawem tego samego zjawiska, jakie mogą być konsekwencje zignorowania danego zdarzenia oraz jakie działania są typowo podejmowane w podobnych sytuacjach. W ten sposób asystent w naturalny sposób wpisuje się w proces podejmowania decyzji, nie przejmując kontroli nad systemem, ale porządkując informacje i przypominając właściwe procedury. Przykład takiego zastosowania asystenta AI w systemie BMS (ang. Building Management System) przedstawiono na rysunku nr 2. Asystent AI analizuje trendy poziomu VOC oraz wilgotności i zwraca uwagę, że mimo wcześniejszej rekomendacji włączenia nawilzaczy wilgotność w pomieszczeniu pozostaje niska, a poziom VOC rośnie, co może wskazywać na problemy z działaniem urządzeń lub szczelnością pomieszczeń. W odpowiedzi asystent generuje uporządkowaną listę rekomendowanych działań operacyjnych, takich jak sprawdzenie zbiorników na wodę w nawilzaczach, weryfikacja filtrów i pracy oczyszczaczy powietrza, kontrola szczelności okien, lokalizacja potencjalnych wewnętrznych źródeł VOC oraz ewentualna eskalacja problemu do działu utrzymania ruchu.

Poziom VOC wzrósł pomimo działania oczyszczaczy, a wilgotność pozostaje niska mimo poprzedniej rekomendacji włączenia nawilzaczy, co wskazuje na potencjalne problemy z urządzeniami lub szczelnością pomieszczeń.

1. Pilnie sprawdź zbiorniki na wodę w nawilzaczach. Brak poprawy wilgotności mimo poprzedniej rekomendacji wskazuje na brak wody.
2. Sprawdź filtry HEPA w oczyszczaczach powietrza. Wysoki poziom VOC mimo działania urządzeń sugeruje konieczność wymiany lub czyszczenia filtrów.
3. Zweryfikuj szczelność okien w rzędzie 1. Wysokie odczyty VOC w tej strefie mogą wskazywać na nieszczelności.
4. Zlokalizuj potencjalne źródła VOC w biurze. Sprawdź, czy nie używane są materiały lub środki chemiczne, które mogą emitować szkodliwe substancje.
5. Eskaluj problem do działu utrzymania ruchu. Pomimo podjętych działań, sytuacja się nie poprawia, co może wskazywać na głębszy problem z systemem HVAC.

53 minuty temu

Odrzuć

Rysunek 2: Przykład zastosowania asystenta AI do poprawy jakości powietrza w pomieszczeniu.

Największą wartością takiego systemu jest umiejętność interpretacji zdarzeń w kontekście obowiązujących procedur, norm

i kryteriów bezpieczeństwa. Asystent nie tylko wskazuje, co się wydarzyło, ale również jakie to ma znaczenie, z punktu widzenia regulacji i standardów pracy sieci elektroenergetycznej. To przesuwając akcent z czysto technicznego przeglądu danych na rzeczywiste wsparcie decyzyjne i komunikacyjne.

Warto podkreślić, że taki asystent może również wspierać komunikację pomiędzy zmianami i zespołami. Na podstawie logów, wpisów dyspozytorskich i historii zdarzeń jest w stanie przygotować syntetyczne podsumowanie dla kolejnej zmiany lub raport z kluczowych incydentów w danym okresie. Dla operatora oznacza to mniej czasu poświęconego na ręczne sporządzanie notatek, a więcej na przekazywanie tego, co naprawdę istotne – oceny ryzyka, otwartych problemów i priorytetów na najbliższe godziny.

W przeciwieństwie do tradycyjnych systemów SCADA czy interfejsów HMI, które wymagają żmudnego klikania w menu i analizowania tabel, asystent AI działa w trybie dialogu. Operator wchodzi z systemem w rozmowę. Może on dopytywać, zawęźać temat, prosić o wyjaśnienia czy porównania. Ten nowy sposób interakcji otwiera perspektywę bardziej naturalnej współpracy człowieka z technologią, w której komunikacja z systemem przypomina rozmowę z doświadczonym współpracownikiem, a nie obsługę skomplikowanego narzędzia. Dzięki temu asystent AI staje się integralną częścią środowiska pracy operatora sieci lub centrum sterowania, wspierając go zarówno w rutynowych zadaniach, jak i w sytuacjach wymagających szybkiej reakcji i wysokiej odpowiedzialności.

Działanie LLM i RAG w systemach energetycznych

Jak wspomniano podstawą działania inteligentnych asystentów w dowolnym sektorze są dwie komplementarne technologie: LLM oraz RAG. Choć brzmią specjalistycznie, ich rola daje się zrozumieć intuicyjnie – LLM odpowiada za „rozumienie” i formułowanie wypowiedzi w języku naturalnym, natomiast RAG zapewnia dostęp do aktualnej i wiarygodnej wiedzy pochodzącej z wewnętrznych źródeł (np. projekty instalacji, dokumentacja techniczna urządzeń itp.).

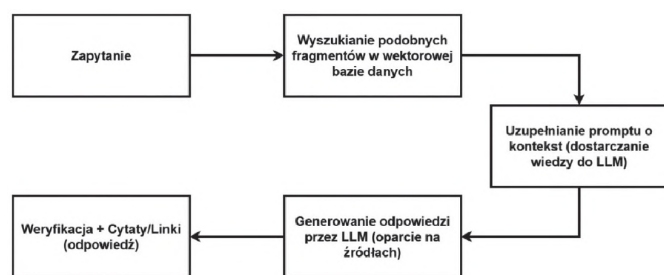
Model językowy LLM to zaawansowana sieć neuronowa uczona na ogromnych zbiorach tekstów, raportów i przykładów językowych. Dzięki temu potrafi interpretować pytania operatora, rozpoznawać intencje, a następnie generować odpowiedzi, w sposób spójny i logiczny. To właśnie LLM umożliwia prowadzenie naturalnej rozmowy – od prostych zapytań (np. „Pokaż ostatnie alarmy w stacji GPZ-1”), po bardziej złożone polecenia (np. „Porównaj harmonogram konserwacji transformatorów z instrukcją IR-2025”).

Sama zdolność „rozumienia” języka naturalnego nie wystarcza jednak w środowisku przemysłowym, gdzie kluczowa jest aktualność i precyzja informacji. Tu swoją rolę odgrywa RAG, czyli mechanizm, który łączy wyszukiwanie informacji z generowaniem odpowiedzi przez LLM. Działa w prosty sposób: gdy operator zada pytanie, system najpierw przeszukuje firmowe repozytoria (dokumenty, logi, procedury), znajduje najbardziej pasujące fragmenty wiedzy, a następnie „dostarcza” je mode-

lowi językowemu jako kontekst. LLM na tej podstawie tworzy odpowiedź, która zawsze oparta jest na realnych źródłach, a nie na ogólnej wiedzy z treningu. W praktyce oznacza to cztery proste kroki, które odbywają się błyskawicznie (w ułamkach sekundy):

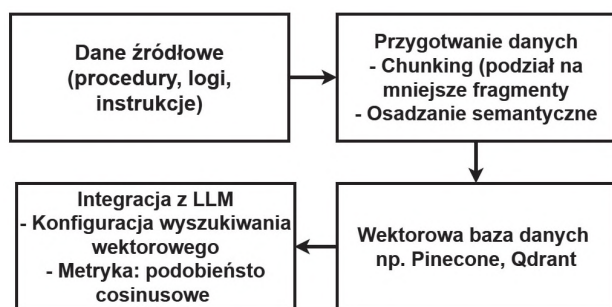
- wyszukanie relewantnych danych z firmowych repozytoriów na podstawie semantycznego podobieństwa do pytania,
- uzupełnienie ich do zapytania, tworząc bogaty kontekst,
- wygenerowanie odpowiedzi przez LLM, która naturalnie integruje te informacje,
- oraz weryfikacja z cytatami lub linkami do oryginalnych źródeł.

Dzięki temu asystent „pobiera” fragmenty wiedzy niezbędne do udzielenia odpowiedzi dokładnie w chwili zapytania, bez potrzeby ręcznego wyszukiwania plików czy baz danych. W rezultacie LLM staje się narzędziem „zakotwiczonym” w aktualnych, specyficznych danych firmowych, co gwarantuje precyzję i eliminuje błędy wynikające z uogólnień modelu. Schemat działania systemu RAG przedstawiono na rysunku nr 3.



Rysunek 3: Schemat działania systemu RAG.

Budowa systemu RAG opiera się na kilku etapach przygotowania i jest stosunkowo prosta do realizacji. Na początek zbierane i porządkowane są dane źródłowe (procedury, logi, instrukcje), poprzez ich podział na mniejsze fragmenty (ang. chunking), osadzenie semantyczne (generowanie wektorów za pomocą tzw. modeli embeddingowych) oraz umieszczanie w wektorowej bazie danych (np. FAISS, Pinecone lub Weaviate). Następnie integruje się ją z modelem LLM, konfigurując mechanizm wyszukiwania wektorowego (opartego na podobieństwie cosinusowym), który automatycznie dobiera najbardziej relewantny kontekst do każdego zapytania. Rysunek nr 4 przedstawia schemat opracowywania systemu RAG.



Rysunek 4: Schemat opracowywania systemu RAG.

Całość wdrażana jest lokalnie w sieci firmowej lub na prywatnej chmurze, z walidacją na rzeczywistych scenariuszach

operatorskich i mechanizmami aktualizacji indeksu (ang. re-indexing). Proces trwa zazwyczaj kilka tygodni, a koszty zależą od skali danych i wybranych narzędzi, od darmowych rozwiązań open-source po komercyjne platformy kompatybilne z SCADA i protokołami jak OPC UA. Rezultatem jest system dostosowany do specyfiki energetyki, charakteryzujący się wysokim poziomem bezpieczeństwa, skalowalności i precyzji wyszukiwania.

Dzięki zastosowaniu mechanizmów RAG model LLM nie tworzy więc odpowiedzi „z pamięci” lub, co gorsza, „halucynuje”, lecz opiera się na danych z rzeczywistych źródeł: baz alarmowych, dzienników zdarzeń, procedur operacyjnych, diagramów jednokreskowych, norm PN-EN czy dokumentów kontraktowych.

Warto dodać, że terminem „halucynacji” modelu LLM określa się sytuację, w której system generuje pozornie poprawne i przekonująco brzmiące informacje bez oparcia w rzeczywistości. Nazwa nawiązuje do halucynacji ludzkich, a w przypadku modelu „widzi” on wzorce tam, gdzie ich nie ma, tworząc fikcyjne fakty, procedury czy interpretacje. W centrum sterowania mogłaby np. zasugerować niewłaściwą procedurę awaryjną lub błędnie zdiagnozować przyczynę alarmu, prowadząc do poważnych konsekwencji operacyjnych lub bezpieczeństwa.

Mechanizm RAG eliminuje to ryzyko, „zakotwiczając” każdą odpowiedź w konkretnych dokumentach firmowych. Model musi oprzeć się na faktycznych fragmentach tekstu z repozytorium, a nie na uogólnieniach z treningu. Dzięki temu asystent generuje treści oparte na zweryfikowanych źródłach, co ma szczególne znaczenie w branży energetycznej, gdzie drobny błąd interpretacji grozi awariami technicznymi lub stratami finansowymi. Operator otrzymuje informacje nie tylko płynne językowo, ale przede wszystkim wiarygodne źródła, z wykorzystaniem faktów, a nie domysłów.

W praktyce oznacza to, że system może korzystać z szerokiego zestawu plików i archiwów, takich jak: historie zdarzeń, opisy awarii, procedury awaryjne, instrukcje, raporty z pomiarów, rejestry serwisowe, czy dokumentacja wynikająca z audytów. Wszystkie te zasoby stają się częścią jego „wiedzy”, dostępnej natychmiast po zapytaniu. W efekcie operator nie musi znać szczegółowej lokalizacji pliku ani struktury bazy danych. Wystarczy, że zada pytanie w naturalny sposób, a połączenie LLM i RAG przekształci je w precyzyjną, praktyczną odpowiedź.

Asystent AI jako wsparcie podczas analizy alarmów i logów

Jednym z najbardziej wymagających zadań operatora sieci jest analiza alarmów i logów (rejestrów historycznych) zdarzeń. W typowym środowisku systemu SCADA ekran dyspozytorski potrafi w ciągu kilku minut wypełnić się dziesiątkami, a niekiedy setkami komunikatów – od prozaicznych ostrzeżeń, po poważne stany awaryjne. W sytuacji silnego obciążenia informacyjnego łatwo o pomyłkę lub przeoczenie alarmu krytycznego. To właśnie tu inteligentny asystent AI staje się realnym wsparciem, przekształcając chaotyczny strumień danych, w uporządkowaną, czytelną informację.

Dzięki integracji z systemami SCADA i HMI, asystent może automatycznie filtrować i grupować alarmy według ich znaczenia, źródła lub wzajemnych zależności. Zamiast prezentować wszystkie komunikaty jednocześnie, potrafi wskazać, które zdarzenia są skutkiem innych, a które mogą stanowić przyczynę problemu. W ten sposób operator nie musi analizować każdego komunikatu osobno. System tworzy syntetyczny obraz sytuacji, w którym priorytety są jasno określone.

Kolejnym krokiem jest identyfikacja sekwencji zdarzeń, które mogły doprowadzić do awarii. Przykładowo, asystent potrafi rozpoznać, że przekroczenie mocy transformatora poprzedzało przepięcie, a to z kolei doprowadziło do chwilowego zaniku napięcia w danej sekcji. Dzięki analizie korelacji czasowej i danych z logów, system potrafi zrekonstruować ciąg przyczynowo-skutkowy. W tradycyjnym podejściu wymagałoby to ręcznej analizy wielu trendów i archiwów z systemu SCADA oraz wiedzy, doświadczenia i intuicji operatora.

Asystent nie tylko przedstawia te informacje, ale również dopasowuje zdarzenia do odpowiednich procedur operacyjnych. Może zasugerować na przykład: „Zgodnie z procedurą PR-304 wykonaj test izolacji linii L-2” albo „Sprawdź uziemienie w polu 12, odniesienie do sekcji 4.3 normy PN-EN 50110-1”. Dzięki temu operator ma natychmiastowy dostęp do właściwych wytycznych, bez konieczności przeszukiwania papierowych instrukcji czy folderów sieciowych.

Cała interakcja odbywa się w formie czatu, zintegrowanego z ekranem HMI lub pulpitem operatorskim. System może krok po kroku prowadzić użytkownika, przez proces diagnostyki i reakcji, od wstępnej identyfikacji problemu, po weryfikację wykonanych działań. Taki układ pozwala łączyć analityczną moc przetwarzania danych z naturalną rozmową. W rezultacie asystent AI nie tylko porządkuje informacje, ale realnie odciąża operatora, pozwalając mu skupić się na decyzjach wymagających doświadczenia i odpowiedzialności.

Wspieranie serwisantów i elektryków w terenie

Asystent AI nie musi być ograniczony jedynie do centrum sterowania. Coraz częściej znajduje także zastosowanie w pracach terenowych, podczas których pracownicy działają bezpośrednio przy infrastrukturze sieciowej, stacjach transformatorowych, czy rozdzielniach. W tym kontekście pełni on funkcję mobilnego konsultanta, dostępnego zawsze wtedy, gdy potrzebna jest szybka interpretacja danych, przypomnienie procedury lub porada diagnostyczna.

Taki asystent może być zintegrowany z aplikacją mobilną, tabletem serwisowym lub firmowym intranetem, dzięki czemu pracownik ma do niego dostęp niezależnie od lokalizacji. Działa w trybie konwersacyjnym, co pozwala na wygodne korzystanie z niego nawet w trudnych warunkach. Wystarczy wpisać lub wypowiedzieć pytanie w naturalnej formie. W odpowiedzi asystent AI wyszuka w firmowych procedurach i raportach dane dotyczące konkretnego modelu urządzenia, przedstawi typowe scenariusze przekroczenia mocy oraz wskaże możliwe powiązania, z wcześniejszymi zdarzeniami w logach systemu.

Co istotne, system nie ogranicza się do opisu problemu, ale potrafi również sformułować konkretne polecenia diagnostyczne, dopasowane do lokalizacji, punktu pomiarowego lub linii. Może zasugerować np. wykonanie pomiaru prądu zwarciego, sprawdzenie izolacji kabli w danym polu lub porównanie bieżących wartości z wartościami granicznymi określonymi w odpowiedniej normie PN-EN. Wszystkie te wskazówki generowane są na podstawie dokumentów firmowych i zarejestrowanych przypadków, co eliminuje ryzyko domysłów i błędnych interpretacji. Przykładowe zapytanie oraz odpowiedź dedykowanego asystenta AI przedstawiono w Tabeli nr 1.

Tabela 1: Przykładowe zapytanie i odpowiedź dedykowanego asystenta AI

Zapytanie	Odpowiedź
„Opisz typowe przyczyny przekroczenia mocy w tym typie rozdzielni”.	Dzień dobry! Analizuję typ rozdzielni RM-16kV (na podstawie danych z Twojej lokalizacji GPS i modelu z bazy serwisowej). Oto typowe przyczyny przekroczenia mocy (>110% znamionowej), uszeregowane według częstotliwości w historii zdarzeń: 1. Przepięcie mechaniczne (45% przypadków): Rozwinięty łuk wewnętrzny lub zanieczyszczenia izolatorów powodujące wzrost prądu jałowego. Sprawdź wizualnie styki i czyściki – zgodnie z procedurą PR-SERWIS-02, sekcja 3.2. 2. Awaria zabezpieczeń (25%): Opóźnione zadziałanie wyłączników lub uszkodzony przekładnik prądowy. Wykonaj test rezystancji izolacji (norma PN-EN 50110) i odczytaj logi z lokalnego loggera (ostatnie 24h: średnia moc 112%). 3. Zmiany obciążenia zewnętrznego (20%): Szczytowe zapotrzebowanie w sieci dystrybucyjnej. Porównaj z prognozą bilansu – zalecam redukcję obciążenia o 15% do 18:00. 4. Usterka chłodzenia (10%): Zabrudzony wentylator lub awaria termometru. Sprawdź temperaturę szafy (<65°C) i uruchom sekwencję chłodzenia. Zalecane działania natychmiastowe: • Zrób zdjęcie panelu (prześlij do analizy). • Wgraj pomiary multimetrem do aplikacji. • Powiadom dyspozytora o planowanym teście izolacji. Czy chcesz szczegółowy schemat diagnostyki, wideo instrukcję lub połączenie z bazą części zamiennych? Pamiętaj!! Bezpieczeństwo na pierwszym miejscu – pracuj we dwie osoby!

Dzięki takiemu podejściu, zanika potrzeba ręcznego przeszukiwania dokumentacji papierowej, czy plików technicznych w terenie. Zamiast wertować instrukcje, pracownik otrzymuje natychmiastową odpowiedź w postaci praktycznej rekomendacji. Często wraz z linkiem do właściwego fragmentu procedury lub do obrazu schematu jednokreskowego. W ten sposób asystent AI staje się realnym partnerem technicznym, który zwiększa bezpieczeństwo i efektywność pracy w terenie, a jednocześnie pozwala utrzymać spójność działań z obowiązującymi standardami i regulacjami.

Zarządzanie energią i mikrosieci – rekomendacje w czasie rzeczywistym

Inteligentny asystent AI znajduje szerokie zastosowanie także w zaawansowanych systemach zarządzania energią, takich jak BMS, EMS (ang. Energy Management Systems), czy mikrosieci. W tych środowiskach jego zadaniem nie jest już tylko reagowanie na awarie, ale aktywne wspieranie optymalizacji zużycia

energii w czasie rzeczywistym. Operator lub system automatyki otrzymuje konkretne rekomendacje, które pozwalają na lepsze wykorzystanie zasobów, redukcję kosztów i zwiększenie niezawodności dostaw.

Asystent analizuje kompleksowy bilans mocy w systemie, uwzględniając prognozy poboru energii, aktualny stan magazynów (baterii), generatorów rezerwowych, a także dane z prognoz meteorologicznych i trendów obciążenia. Dzięki integracji z systemami SCADA i EMS ma dostęp do danych z sensorów IoT, liczników oraz modeli predykcyjnych. Na tej podstawie potrafi przewidzieć, kiedy nastąpi szczytowy pobór mocy, czy magazyn energii w pełni się naładuje albo kiedy generator spalinowy powinien zostać włączony w tryb gotowości.

W praktyce generuje konkretne, operacyjne zalecenia, sformułowane w sposób bezpośredni i zrozumiały. Przykładowo może zasugerować:

„Przełącz mikrosieć na lokalny magazyn energii po godzinie 17:00, aby zminimalizować zużycie z sieci zewnętrznej przy prognozowanym wzroście cen.”

lub

„Obniż moc grzewczą w strefie X o 10% – pozwoli to zwolnić 150 kW na zasilanie krytycznych odbiorników”.

Takie rekomendacje są natychmiastowe, dostosowane do bieżących warunków i łatwe do zweryfikowania na ekranie HMI.

Kluczowym elementem jest wybór optymalnego scenariusza pracy urządzeń, który asystent generuje na podstawie wielu zmiennych: aktualnych cen energii na rynku spot, limitów mocy kontraktowej, priorytetów odbiorników krytycznych czy prognoz pogody wpływających na produkcję OZE. System porównuje różne warianty, od minimalizacji kosztów po maksymalizację niezawodności. Następnie przedstawia operatorowi uzasadnienie wyboru wraz z szacowanym efektem ekonomicznym. Na przykład może wskazać, że przełączenie na tryb „eko” pozwoli zaoszczędzić 5% kosztów przy zachowaniu zapasu mocy na poziomie 120%.

Wszystkie rekomendacje opierają się na historycznych danych operacyjnych połączonych z dokumentami regulacyjnymi dzięki mechanizmowi RAG. Asystent przeszukuje nie tylko bieżące logi i pomiary, ale także archiwa zużycia energii, raporty z poprzednich okresów szczytowego zapotrzebowania oraz formalne źródła wiedzy. Przykładowo takie jak kontrakty na dostawę mocy, regulacje URE, normy PN-EN dotyczące zarządzania energią czy umowy na usługi bilansowania. RAG zapewnia, że sugestie są zgodne z obowiązującymi limitami prawnymi i technicznymi, eliminując ryzyko naruszenia warunków umowy czy przekroczenia dopuszczalnych emisji.

W rezultacie asystent AI staje się narzędziem proaktywnego zarządzania energią, które pozwala na podejmowanie decyzji szybszych, niż w tradycyjnych systemach regułowych. Operator zyskuje nie tylko konkretne polecenia, ale także pełny kontekst, od analizy ryzyka po prognozę oszczędności, co czyni go niezastąpionym wsparciem w dynamicznym środowisku mikrosieci i inteligentnych systemów energetycznych.

Techniczne wyzwania i zasady bezpieczeństwa

Wdrożenie inteligentnego asystenta AI w środowisku energetycznym niesie ze sobą znaczące wyzwania techniczne, które wymagają starannego przygotowania infrastruktury i ścisłego przestrzegania zasad bezpieczeństwa. System ten, choć potężny, musi działać w ramach ścisłych reguł, aby nie stać się źródłem nowych ryzyk, lecz wzmocnieniem istniejących procesów operatorskich.

Pierwszym wymogiem jest dobrze zorganizowana baza danych źródłowych. Asystent potrzebuje dostępu do uporządkowanych repozytoriów zawierających logi alarmowe, historię zdarzeń, procedury dyspozytorskie, raporty awaryjne, diagramy jednokreskowe oraz dokumenty regulacyjne. Bez standaryzowanej struktury danych (np. w formacie JSON, XML lub dedykowanych bazach NoSQL) mechanizm RAG nie będzie w stanie efektywnie wyszukiwać i łączyć informacji. Dlatego wdrożenie wymaga wstępnego audytu i digitalizacji archiwów, co często stanowi największą barierę organizacyjną.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa kluczowe jest lokalne wdrożenie modelu LLM, działającego w obrębie sieci firmowej lub prywatnej chmury. Absolutnie niedopuszczalne jest przesyłanie wrażliwych danych operacyjnych (pomiarów mocy, stanów alarmowych, lokalizacji infrastruktury) do zewnętrznych usług chmurowych. Rozwiązaniem są on-premise instance LLM (np. oparte na modelach open-source jak Llama czy Mistral) lub edge computing na serwerach dyspozytorskich, co eliminuje ryzyko wycieku danych i zapewnia zgodność z RODO oraz normami bezpieczeństwa krytycznej infrastruktury energetycznej (np. NIS2 Directive).

Techniczną podstawą integracji z istniejącymi systemami są standardowe protokoły komunikacyjne: OPC UA dla wymiany danych procesowych, MQTT dla telemetrycznych strumieni IoT, BACnet w środowiskach BMS, a także dedykowane API SCADA i API bilansu mocy. Asystent musi być w stanie odczytywać dane w czasie rzeczywistym, bez zakłócania pracy głównych systemów sterowania. Wymaga to starannego projektowania architektury, przykładowo w modelu publish/subscribe (publikuj-subskrybuj) lub poprzez bezpieczne bramy danych, z pełną redundancją i mechanizmami fallback (rozwiązania zapasowe, awaryjne) na wypadek awarii komponentu AI.

Zasadniczą regułą bezpieczeństwa jest traktowanie asystenta jako narzędzia wspomagającego, a nie jako autonomicznego decydydanta. LLM i RAG służą do wspomaganie decyzji operatora poprzez dostarczanie kontekstu, analiz i sugestii, lecz ostateczna odpowiedzialność zawsze pozostaje po stronie człowieka. System powinien wyraźnie sygnalizować swoje ograniczenia (np. *„Rekomendacja oparta na danych z ostatnich 24h – weryfikacja wymagana”*) i nigdy nie inicjować działań sterujących bez autoryzacji. Wdrożenie wymaga także ludzkiego nadzoru nad kluczowymi decyzjami, z mechanizmami audytu każdej interakcji i możliwością natychmiastowego wyłączenia AI.

Dodatkowym aspektem jest etyka i zgodność regulacyjna. Asystent musi być wolny od tzw. biasów (stronniczości, uprzedzeń AI) wynikających z danych treningowych, co osiąga się

poprzez ciągłe dostrajanie (ang. fine-tuning) na danych firmowych i testy walidacyjne. W energetyce kluczowe są także mechanizmy tzw. traceability (identyfikowalności, śledzenia pochodzenia). Każdy raport czy rekomendacja powinien być archiwizowany z odwołaniem do źródeł danych, co ułatwia audyty zewnętrzne i dochodzenia powypadkowe. Ostatecznie operator zachowuje pełną kontrolę: może akceptować, modyfikować lub odrzucać sugestie, co czyni system bezpiecznym wsparciem, a nie substytutem doświadczenia ludzkiego.

Wdrożenie takiego asystenta wymaga więc nie tylko technologii, ale przede wszystkim zmiany kultury organizacyjnej, od budowania zaufania po regularne szkolenia personelu. Tylko w ten sposób AI może stać się trwałym elementem nowoczesnego centrum sterowania energetyką.

Podsumowanie – operator w roli „kierownika zespołu AI”

Wprowadzenie inteligentnych asystentów opartych na LLM i RAG nie oznacza końca tradycyjnej roli operatora czy inżyniera energetyka. Wręcz przeciwnie, te technologie nie przekreślają ludzkiego doświadczenia, lecz je wzmacniają, przenosząc operatora z roli wykonawcy rutynowych zadań na pozycję strategicznego decydenta. Asystent przejmuje żmudne operacje, takie jak filtrowanie alarmów, wyszukiwanie procedur czy analiza logów, uwalniając czas na to, co najważniejsze: głęboką analizę sytuacji i podejmowanie świadomych decyzji.

Zamiast tonąć w „przepływie elektronicznych papierków”, setkach ekranów, tabel i raportów, dyspozytor zyskuje narzędzie, które syntetyzuje informacje i dostarcza je w zrozumiałej formie. Inteligentny asystent rozumiejący alarmy, logi i proce-

dury staje się naturalnym elementem współczesnej automatyki przemysłowej, podobnie jak kiedyś systemy SCADA. W energetyce, gdzie każda minuta liczy się podwójnie, ta zmiana oznacza szybszą reakcję na zdarzenia, lepszą optymalizację zasobów i mniejsze ryzyko błędów ludzkich wynikających z przepracowania.

Znaczenie takiego rozwiązania jest szczególnie widoczne w zarządzaniu energią i pracy centrów sterowania. Operatorzy zyskują nie tylko efektywność, ale także nową perspektywę. Mogą skupić się na prognozowaniu trendów, koordynacji zespołów terenowych czy wdrażaniu strategii zrównoważonego rozwoju. Asystent AI integruje dane ze SCADA, BMS i EMS, tworząc spójny obraz systemu, który ułatwia podejmowanie decyzji na wyższym poziomie, od bilansowania mocy po reagowanie na kryzysy pogodowe.

Wizja przyszłości rysuje się jasno: operator systemu energetycznego jako koordynator zespołu ludzi i systemów AI. W tym modelu człowiek definiuje cele, weryfikuje sugestie i ponosi odpowiedzialność, podczas gdy technologia dostarcza dane, analizy i rekomendacje. To hybrydowe podejście, w którym doświadczenie inżynierskie łączy się z obliczeniową mocą algorytmów, pozwoli na obsługę coraz bardziej złożonych sieci (mikrosieci, OZE, inteligentne miasta).

Ostatecznie technologia wspiera a nie zastępuje. To klucz do efektywnego wdrożenia i trwałego sukcesu. Operatorzy, którzy opanują sztukę współpracy z asystentem AI, staną się liderami nowej ery energetyki, w której człowiek i maszyna tworzą zgrany duet.

dr inż. Jakub Grela

MEGACENNIK – skuteczne narzędzie Grupy EL-Plus

**GRUPA HURTOWNI
ELEKTROTECHNICZNYCH**



**BAZA PRODUKTÓW
MEGACENNIK**

Znaki firmowe Partnerów, którzy w rankingu wzajemnych obrotów ze Spółką EL-Plus w 2025 r. zajęli miejsca 1-50



SYSTEMY ODGROMOWE UZIOMY

Trwała ochrona. Pewne uziemienie.
Bezpieczeństwo w każdym detalu.



NIEZAWODNOŚĆ
Sprawdzone rozwiązania



TRWAŁOŚĆ
Materiały klasy premium



SKUTECZNOŚĆ
Maksymalna ochrona
odgromowa

