Nr 2/2026 (56) ISSN 1895-5452

EL-Plus

BEZPŁATNA GAZETA INFORMACYJNA EL-PLUS

ELektroPlus



Nowości rynkowe s. 6

Magazyny ciepła – filar transformacji energetycznej s.23-30

Obraz wygenerowany przez AI

KONTAKT simon

kontakt-simon.pl

Dowiedz się więcej o serii SIMON 55

Dowiedz się więcej o serii SIMON 54

Kaszmir. Codzienność w niezwykłym wydaniu.

Simon 55

Simon 54



| Jeden kolor. Dwie sprawdzone serie.

| Te same funkcjonalności.

| Nowa odsłona Twojego wnętrza.

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,

Jesień to doskonały czas na odkrywanie nowości, poznawanie innowacyjnych rozwiązań i poszukiwanie inspiracji. W najnowszym wydaniu naszego magazynu przygotowaliśmy dla Państwa solidną porcję branżowych aktualności, praktycznych porad oraz ciekawostek ze świata elektrotechniki.

Na początek prezentujemy elegancki odcień kaszmiru w dwóch popularnych seriach osprzętu **KONTAKT-SIMON**, który doskonale wpisuje się w aktualne trendy wnętrzarskie. Firma **STALCO** z kolei przedstawia odzież roboczą, która zapewni komfort i ochronę w chłodniejsze, jesienno-zimowe dni, a firma **PAWBOL** udowadnia, że w instalacjach nie ma miejsca na kompromisy, prezentując puszki instalacyjne **PrimeBox**. To oczywiście tylko część przygotowanych nowości!

W dalszej części numeru firma **BEMKO** przybliża nowoczesny system liniowy opraw **LARQUES**, a firma **ANTICOR** odpowiada na pytanie „Złączka czy taśma?", przypominając, jak istotną rolę w bezpieczeństwie instalacji odgrywa jakość taśm elektroizolacyjnych. Firma **POKÓJ** podpowiada natomiast, jak sprytnie odzyskać cenne miejsce na szynie bez konieczności wymiany obudowy.

Nie zabraknie również jubileuszowego akcentu – **NOARK Electric świętuje 15-lecie działalności**, a my przybliżamy historię i rozwój tej marki.

Zachęcamy również do zapoznania się z propozycją Energizer, gdyż można wygrać fantastyczne, rodzinne nagrody.

Na zakończenie zapraszamy do lektury artykułu **„Magazyny ciepła – filar transformacji energetycznej"**, który pokazuje, że magazynowanie energii to znacznie więcej niż baterie. To interesujące spojrzenie na rozwiązania, które mogą odegrać kluczową rolę w przyszłości nowoczesnej energetyki.

Mamy nadzieję, że przygotowane materiały dostarczą Państwu nie tylko cennej wiedzy, ale również inspiracji do codziennej pracy.

Życzymy miłej lektury!
Redakcja ElektroPlus'a

W numerze:

Nowości rynkowe 6

Nowoczesny system liniowy LARQUES firmy BEMKO 13

Złączka czy taśma? Bezcenna jakość taśm elektroizolacyjnych firmy ANTICOR 14

Ciasno w rozdzielnicy? Jak odzyskać miejsce na szynie bez wymiany obudowy doradza firma POKÓJ 18

15-lecie NOARK Electric. Jakość i innowacje, którym można zaufać 21

Magazyny ciepła – filar transformacji energetycznej 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

Jedna tuba.
Pełnia mocy
w Twoich rękach.

Philips MASTER Value
LEDtube T8 All-in

All-in



PHILIPS

Do profesjonalnych instalacji z wykorzystaniem statecznika EM lub bezpośrednio do zasilania sieciowego.

Tracisz za dużo czasu i siły na planowaniu, jaką świetlówkę LED zabierzesz ze sobą na kolejne zlecenie? Nowy Philips MASTER Value T8 Tube ułatwia pracę dzięki wielu opcjom strumieni świetlnych. To idealny odpowiednik świetlówek LED T8, oferujący szeroką wszechstronność aplikacji oraz szybką instalację – wszystko to przy natychmiastowej oszczędności energii.

Wyjątkowo długa trwałość

75,000h

Zwiększona trwałość, żebyś mógł dłużej cieszyć się niezawodnym oświetleniem – wszystko to przy natychmiastowej oszczędności energii.

Zmieniaj poziom światła jednym przełącznikiem

Maksimum elastyczności na miejscu instalacji.

Wygodny przełącznik



Opcje strumieniowe

1200mm



Multi Lumen
2100/2500 lm

1500mm



Multi Lumen
3100/3700 lm

Kurtka REVERS J 2in1 – ochrona i komfort w każdych warunkach

Ocieplana kurtka REVERS J 2in1 łączy funkcjonalność odzieży ostrzegawczej z wygodą codziennego użytkowania. Dzięki dwustronnej konstrukcji można nosić ją na dwa sposoby – fluorescencyjną stroną z elementami odblaskowymi lub uniwersalną, grafitową stroną pikowaną. Wodoodporny materiał chroni przed deszczem i wiatrem, a ocieplenie zapewnia komfort w chłodniejsze dni. Ergonomiczny krój, odpinany kaptur i praktyczne kieszenie sprawiają, że kurtka doskonale sprawdza się podczas pracy w zmiennych warunkach pogodowych.

www.stalco.pl



Kamizelka REVERS V 2in1 – ciepło i swoboda ruchów

Ocieplana kamizelka REVERS V 2in1 to praktyczne rozwiązanie dla osób ceniących wygodę i funkcjonalność podczas pracy w chłodniejsze dni. Możliwość noszenia na obie strony pozwala dostosować jej wygląd do sytuacji – od odzieży o podwyższonej widoczności po stonowany, codzienny wariant. Wiatro- i wodoodporny materiał oraz miękkie ocieplenie pomagają chronić przed chłodem. Wydłużony tył, wysoka stójka i praktyczne kieszenie zwiększają komfort użytkowania, a fason bez rękawów zapewnia pełną swobodę ruchów.

www.stalco.pl



Rękawice FROST – ciepło i pewny chwyt w zimnych warunkach

Rękawice ochronne FROST zostały zaprojektowane z myślą o pracy w niskich temperaturach. Akrylowa wyściółka frotte pomaga utrzymać komfort cieplny dłoni, a piaskowa powłoka lateksowa z technologią Super Grip® zapewnia pewny chwyt, również podczas kontaktu z wilgotnymi i śliskimi przedmiotami. Elastyczna konstrukcja zapewnia wygodę i swobodę ruchów, a dodatkowe pokrycie kciuka zwiększa trwałość rękawic. To praktyczny wybór do codziennych prac wykonywanych w chłodnych warunkach.

www.stalco.pl



Bluza polarowa ASPEN – ciepło i wygoda na co dzień

Bluza polarowa ASPEN marki STALCO to praktyczne rozwiązanie do pracy w chłodniejsze dni. Wykonana z grubego polaru o gramaturze 400 g/m² zapewnia dobrą izolację termiczną i komfort podczas pracy w chłodniejsze dni, a szybkoschnący materiał ułatwia codzienne użytkowanie i pielęgnację. Regulacja w pasie pozwala lepiej dopasować bluzę do sylwetki i ograniczyć utratę ciepła, a trzy kieszenie zapinane na zamek zwiększają jej funkcjonalność. Model sprawdzi się zarówno jako odzież wierzchnia jesienią, jak i dodatkowa warstwa pod kurtką zimą.

www.stalco.pl



Kurtka PETER – wszechstronna ochrona w zmiennych warunkach

Ocieplana kurtka PETER marki STALCO łączy trwałość, funkcjonalność i komfort podczas pracy w trudniejszych warunkach pogodowych. Wytrzymała tkanina Oxford 600D jest odporna na przetarcia i działanie wilgoci, a pikowana podszewka, wydłużony tył i wewnętrzny pas przeciwwietrzny pomagają utrzymać ciepło. Dzięki odpinanym rękawom kurtkę można łatwo przekształcić w kamizelkę, dostosowując ją do aktualnych potrzeb. Odpinany kaptur, pięć praktycznych kieszeni i elementy odblaskowe dodatkowo zwiększają jej funkcjonalność.

www.stalco.pl



Śniegowce SNOWER – komfort i ochrona przed chłodem

Śniegowce SNOWER marki STALCO zostały zaprojektowane z myślą o wygodzie podczas użytkowania w sezonie jesienno-zimowym. Lekka konstrukcja zapewnia komfort noszenia, a miękka cholewka z syntetycznego zamszu, częściowo osłonięta gumą, sprawdza się również w warunkach topniejącego śniegu. Ocieplone wnętrze i wkładka pomagają chronić stopy przed niskimi temperaturami, natomiast trwała podeszwa z gumy termoplastycznej TPR zapewnia dobrą przyczepność. To praktyczny wybór na chłodne dni i codzienne aktywności na zewnątrz.

www.stalco.pl



Kaszmir w dwóch znanych seriach Kontakt-Simon

KONTAKT simon



Do palety kolorystycznej Simon 54 oraz Simon 55 dołączył kaszmir – ciepły, neutralny odcień, który dobrze wpisuje się we współczesne wnętrze. Nowy wariant pozwala zachować funkcjonalność dobrze znanych serii, a jednocześnie lepiej dopasować osprzęt do całej aranżacji. Teraz zarówno gniazda, łączniki czy nawet sterowniki smart Simon GO mogą zmienić kolor na kaszmirowy. A ten doskonale komponuje się z jasnym i ciemnym drewnem, trawertynem, betonem, czernią czy oliwkową zielenią. Większy wybór kolorów oznacza większą spójność aranżacji.

www.kontakt-simon.pl

Wygodniejsza odsłona puszek podłogowych

KONTAKT simon



Znana i sprawdzona przez lata seria puszek podłogowych SF doczekała się następcy. Seria KFR umożliwia bezpośredni, poziomy montaż od 2 do 8 oraz 12 modułów K45, bez adapterów. Dwie głębokości regulacji pozwalają dopasować puszkę do wysokości podłogi oraz zapewniają wygodne połączenie wtyczek kątowych i kabli teleinformatycznych. KFR można montować w podłogach technicznych, a z odpowiednią kasetą także w wylewanych. Dwupunktowe zamknięcie chroni pokrywę przed przypadkowym otwarciem, a możliwość wykończenia jej materiałem podłogi pomaga zachować estetykę wnętrza. Ofertę uzupełniają dostępne jako akcesoria dodatkowe nakładki pod pokrywy, wykonane ze stali nierdzewnej.

www.kontakt-simon.pl

Cztery obwody w jednym miejscu

KONTAKT simon



Do oferty Simon 55 GO dołączył poczwórny sterownik Wi-Fi, który pozwala niezależnie zarządzać czterema obwodami oświetleniowymi. Światłem można sterować lokalnie za pomocą przycisków oraz zdalnie w aplikacji SimonGO. Użytkownik może tworzyć harmonogramy i automatyzacje dopasowane do rytmu dnia. Przyciski można spersonalizować za pomocą piktogramów, dzięki czemu łatwiej rozpoznać przypisane im funkcje. Jedno urządzenie pozwala zebrać obsługę czterech źródeł światła w jednym miejscu i wygodnie sterować nimi także poza domem.

www.kontakt-simon.pl

PrimeBox - puszki instalacyjne bez kompromisów

Nowoczesne instalacje potrzebują dziś znacznie więcej miejsca niż jeszcze kilka lat temu. Sterowniki, moduły do automatyki, rozwiązania Smart Home i większa liczba przewodów sprawiają, że standardowa przestrzeń montażowa często przestaje być wystarczająca. Odpowiedzią Pawbol jest seria **PrimeBox** - zaprojektowana z myślą o większej pojemności, szczelności i szybszym montażu.

Puszki **PrimeBox** mają średnicę aż **74 mm**, dzięki czemu oferują wyjątkowo dużą przestrzeń roboczą. Wersja pojedyncza zapewnia około **250 cm³ pojemności**, natomiast nowe modele podwójne **A.0102K oraz A.0102K**A oferują **ponad 500 cm³**. To znacznie więcej miejsca na wszelkiego rodzaju osprzęt, elektronikę oraz przewody, co zapewnia wygodniejszy i bardziej uporządkowany montaż.

Konstrukcja w serii PrimeBox została wykonana z połączenia wzmacnianego polipropylenu **PP** oraz elastycznego **TPE**. Odpowiednio przebite membrany pozwalają zachować wysoką wiatroszczelność instalacji, co ma szczególne znaczenie w budownictwie energooszczędnym, pasywnym i szkieletowym. Elastyczne przepusty umożliwiają prowadzenie kabli oraz rur karbowanych **Ø10, Ø20 i Ø25 mm**, ograniczając ich zbędne zgięcia i sprężynowanie puszki podczas montażu.

Dużym ułatwieniem dla instalatora jest również system **PCS - Professional Connection System**, pozwalający szybko i bezNarzędziowo łączyć puszki oraz prowadzić przewody pomiędzy nimi. Większa liczba otworów pod wkręty ułatwia wypoziomowanie osprzętu, a zastosowanie wkrętów **PZ2** oraz specjalnych elementów pomocniczych przyspiesza przygotowanie i montaż.

Seria dostępna jest w dwóch wariantach o odporności na żar - **pomarańczowa 650°C i niebieska 850°C**. Puszki są **bezhalogenowe**, **samogasnące** i zapewniają stopień ochrony **IP30**. Dzięki kompatybilności elementów systemu instalator może łatwo dopasować konfigurację do potrzeb konkretnej inwestycji, zarówno w przypadku puszek pojedynczych, jak i nowych wersji podwójnych.

PrimeBox od Pawbol to więcej przestrzeni, większa szczelność i szybszy montaż. Nowy standard puszek instalacyjnych - bez kompromisów.

www.pawbol.pl



CYNK MAL®

30 LAT DOŚWIADCZENIA



PRODUCENT I DYSTRYBUTOR WYROBÓW OCYNKOWANYCH OGNIOWO

DRUT STALOWY OCYNKOWANY OGNIOWO
- PN-EN IEC 62561-2
- Średnica: 8,10 mm
- Zastosowanie: elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC)
- PN-EN 10244-2
- Średnica: 6, 7, 8, 10 mm

TAŚMA STALOWA OCYNKOWANA OGNIOWO
- PN-EN IEC 62561-2
- Grubość: 2,5-5 mm
- Szerokość: 20-50 mm
- Zastosowanie: elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC)

CYNK-MAL S.A
www.cynkmal.pl

ul. Pątnowska 48
59-220 Legnica
tel. +48 768 551 500

e-mail: cynkmal@cynkmal.pl
NIP 691 11 15 171
REGON 390406820

SYSTEMY AN-KOM ODGROMOWE

SYSTEMY ODGROMOWE UZIOMY

Trwała ochrona. Pewne uziemienie.
Bezpieczeństwo w każdym detalu.

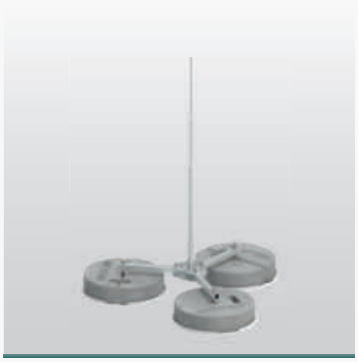
NIEZAWODNOŚĆ
Sprawdzone rozwiązania

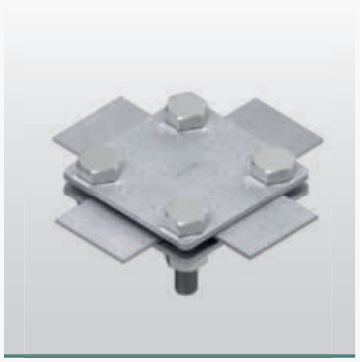
TRWAŁOŚĆ
Materiały klasy premium

SKUTECZNOŚĆ
Maksymalna ochrona odgromowa







ZŁĄCZA - UCHWYTY - UZIOMY - MASZTY - IGLICE - PRZEWODY - SKRZYNKI - RURY - PROSTOWARKI

ZPS ZŁĄCZKA PROSTA SZTYWNA



Gdy liczy się pewne **połączenie.**

WWW.AKS-ZIELONKA.PL

szybki
montaż

do rur
prostych
i karbowanych

stabilne
połączenie

AKS ZIELONKA SINCE 1984
AKS ELEKTRO

LARQUES

LUXMENA
POLSKI PRODUCENT OŚWIETLENIA

BEMKO GROUP

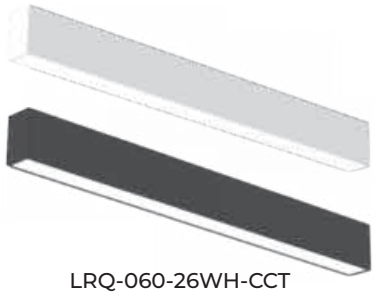
NOWOCZESNY SYSTEM LINIOWY

Poznaj oprawy, które łączą minimalistyczny wygląd z maksymalną funkcjonalnością odmieniając styl oraz nadając każdemu wnętrzu unikalny charakter. Dzięki szerokiej gamie akcesoriów umożliwiających błyskawiczny montaż, system liniowy Larques będzie niezawodnym rozwiązaniem w każdym pomieszczeniu.

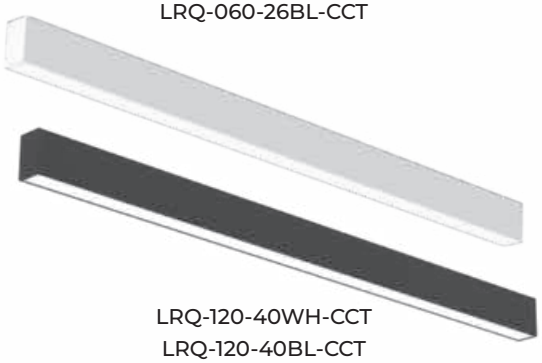
Oprawy systemu liniowego Larques (LRQ) **dostępne są w 2 wersjach: 60 cm i 120cm, z dostępnymi 2 wersjami koloru obudowy: białą i czarną.** Oprawy zostały wyposażone w moduł LED zapewniający **możliwość wyboru jednej z trzech temperatur barwowych (3000K / 3500K / 4000K)** oraz dostosowania odpowiedniego strumienia świetlnego co pozwala idealnie dopasować klimat światła do charakteru oraz potrzeb wnętrza.

Aluminiowa obudowa charakteryzuje się **klasą szczelności IP40**, chroniącą przed wnikaniem kurzu oraz **odpornością mechaniczną IK04**, co gwarantuje trwałość w codziennym użytkowaniu. Niezawodność serii oraz długą, bezawaryjną eksploatację potwierdza pełna 5-letnia gwarancja.

IP40 | IK04 | 3000K 3500K 4000K | 5 YEARS WARRANTY | 80° | L70B50 149000h



LRQ-060-26WH-CCT
LRQ-060-26BL-CCT



LRQ-120-40WH-CCT
LRQ-120-40BL-CCT

IZOLOWANY ZASILACZ LIFUD & ZASILANIE DALI



Oprawy LRQ są wyposażone w izolowany zasilacz stałoprądowy z możliwości regulacji mocy do 40W zapewniający ochronę przed porażeniem prądem, zwarciem lub przeciążeniem. Dodatkową zaletą zasilacza jest stabilna praca, niski poziom zakłóceń harmonicznych oraz brak efektu migotania.

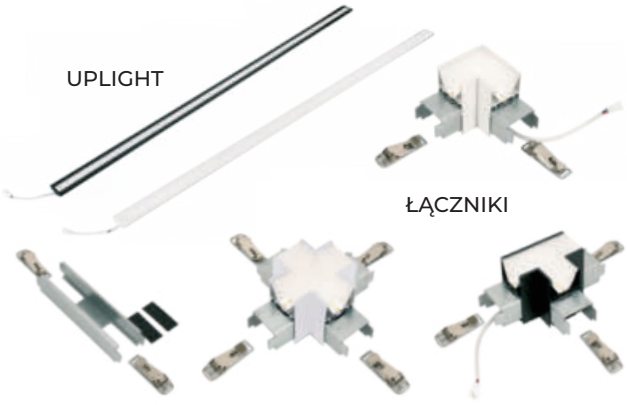
Oferujemy możliwość wyposażenia opraw LRQ w izolowany zasilacz BOKE LEDBK-DBL040S-A1050ADP z obsługą DALI-2 oraz pushDIM, umożliwiając wygodne i precyzyjne sterowanie oświetleniem oraz funkcję ściemniania.

Oprawy LRQ można także zamówić wyposażone w nowoczesny moduł awaryjny umiejscowiony w obudowie oprawy.

ŚWIET(L)NE POŁĄCZENIE

Akcesoria Uplight pozwalają na utworzenie nastrojowego klimatu w pomieszczeniu, subtelnie rozpraszając światło ku sufitowi i optycznie powiększając przestrzeń. Dzięki szybkiemu rozwiązaniu „Fast clip in" ułatwiającemu instalację, podłączenie akcesorium do oprawy trwa zaledwie kilka sekund.

Łączniki L, T, X oraz liniowy pozwalają za pomocą błyskawicznego montażu na stworzenie dowolnych struktur dopasowanych do indywidualnych potrzeb (max. 20 opraw w jednej linii). Źródło światła i dyfuzor zaprojektowane specjalnie pod system liniowy LRQ gwarantują równomierny strumień i kolor światła na całej długości zamontowanej konstrukcji.



Złączka czy taśma?

Bezcenna jakość taśm elektroizolacyjnych

W instalacji elektrycznej liczy się nie tylko wykonanie połączenia, lecz także jego właściwe zabezpieczenie. Złączka i taśma nie konkurują ze sobą - pełnią inne funkcje i często najlepiej sprawdzają się razem.

W pracy elektryka nawet niewielki element może mieć duże znaczenie dla trwałości i bezpieczeństwa całej instalacji. Dobrym przykładem jest taśma elektroizolacyjna. Choć zajmuje niewiele miejsca w skrzynce narzędziowej, jej zastosowanie jest niezwykle szerokie: od izolowania i wiązkowania przewodów, przez ich oznaczanie, aż po naprawę uszkodzonej izolacji oraz zapewnienie dodatkowej ochrony mechanicznej.

Złączka czy taśma?

Taśma elektroizolacyjna nie zastępuje prawidłowo dobranej złączki. Złączka odpowiada przede wszystkim za wykonanie trwałego połączenia elektrycznego i mechanicznego przewodów. Taśma pełni natomiast funkcję izolacyjną, uszczelniającą, ochronną lub porządkującą. Może zabezpieczać gotowe połączenie przed wpływem czynników zewnętrznych, wzmacniać istniejącą izolację albo służyć do identyfikacji przewodów za pomocą kolorów.

Dlatego pytanie nie zawsze powinno brzmieć: "złączka czy taśma?". W wielu zastosowaniach właściwa odpowiedź to: złączka i odpowiednio dobrana taśma. Najpierw wykonuje się pewne połączenie zgodnie z wymaganiami instalacji, a następnie - jeżeli wymaga tego projekt lub środowisko pracy - dobiera zabezpieczenie izolacyjne. Ostateczny sposób wykonania należy zawsze dopasować do napięcia, rodzaju przewodów, miejsca montażu oraz instrukcji użytych produktów.

Dlaczego jakość taśmy ma tak duże znaczenie?

Dobra taśma elektroizolacyjna musi zachowywać swoje właściwości nie tylko bezpośrednio po nałożeniu. Powinna dobrze przylegać do podłoża, dopasowywać się do nieregularnych kształtów i pozostawać elastyczna podczas eksploatacji. W zależności od miejsca zastosowania może być narażona na wilgoć, mróz, promieniowanie UV, oleje, kwasy, zasady, ścieranie oraz naturalne starzenie materiału.

Produkt niskiej jakości może po pewnym czasie zacząć się odklejać, twardnieć, pękać lub przesuwać. Pozorna oszczędność szybko traci wtedy znaczenie, ponieważ konieczne stają się poprawki, ponowne zabezpieczenie przewodów, a czasami także usunięcie awarii. Przy wyborze taśmy nie należy więc kierować się wyłącznie ceną. Najważniejsze są właściwości materiału, jego przeznaczenie oraz pewność, że zabezpieczenie pozostanie trwałe w warunkach, w których będzie pracować.

Taśmy dopasowane do różnych zastosowań

Nie istnieje jedna taśma idealna do każdego zadania. Innego produktu potrzebujemy do typowych prac instalacyjnych, innego do instalacji samochodowej, a jeszcze innego do odtwarzania izolacji kabli elektroenergetycznych. Oferta marki ELECTRIX firmy ANTICOR dobrze pokazuje, jak różnorodne mogą być właściwości profesjonalnych taśm.

ELECTRIX 211 to wodoodporna i samogasnąca taśma elektroizolacyjna z PCW, odporna na wpływy atmosferyczne. Może służyć do izolowania i wiązkowania przewodów, naprawy uszkodzonych izolacji oraz znakowania przewodów kolorami. Dostępność dziesięciu kolorów pomaga zachować porządek w instalacji, a produkt jest przeznaczony do zastosowań o wartości napięcia do 0,6 kV. O niezawodności produktu i jego zgodności z wymaganiami dla zastosowań elektrycznych świadczy uzyskany certyfikat VDE.

ELECTRIX 200 Premium jest wysoce elastyczną taśmą PCW klasy premium. Jest samogasnąca, mrozoodporna i wodoodporna, a producent wskazuje również jej odporność na wpływy atmosferyczne, promieniowanie UV i ozon, starzenie, oleje, kwasy, zasady oraz korozję. Sprawdza się przy izolowaniu i wiązkowaniu przewodów, naprawie uszkodzonej izolacji i wzmacnianiu izolacji w samochodowych instalacjach elektrycznych. Może być stosowana do napięć do 1 kV.

ELECTRIX 202 SuperFlex została zaprojektowana z myślą o sytuacjach, w których szczególnie ważne jest dokładne dopasowanie do nieregularnej powierzchni. Taśma jest bardzo elastyczna, samogasnąca i odporna między innymi na wpływy atmosferyczne, ścieranie, wilgoć, kwasy, promieniowanie UV oraz starzenie. Jej jakość i możliwość stosowania w wymagających aplikacjach elektrycznych potwierdza certyfikat VDE.

ELECTRIX 160 jest taśmą tkaninową o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie i zerwanie oraz dobrej przyczepności do nieregularnych powierzchni. Przeznaczono ją między innymi do mocowania i wiązkowania przewodów, szczególnie w samochodowych wiązkach kablowych. Może również zapewniać dodatkową ochronę mechaniczną w trudnych warunkach.
ELECTRIX 222-PIB i ELECTRIX 225-PIB to taśmy samospajalne na bazie poliizobutylenu, przeznaczone do bardziej specjalistycznych zastosowań. Podczas prawidłowego owijania tworzą zwartą warstwę izolacyjną. Mogą być używane między innymi do zabezpieczania cienkich przewodów w trudno dostępnych miejscach, odtwarzania izolacji przewodów i powłok kabli elektroenergetycznych oraz ochrony połączeń przed wilgocią. Producent wskazuje możliwość stosowania ich przy kablach elektroenergetycznych do 45 kV oraz przy zakończeniach kabli do 35 kV.

Prawidłowa aplikacja ma znaczenie

Nawet najlepsza taśma nie spełni swojej funkcji, jeżeli zostanie zastosowana nieprawidłowo. Powierzchnia powinna być czysta, sucha i odpowiednio przygotowana. Taśmę należy nawijać równomiernie, unikając zagnieceń, kieszeni powietrznych i przypadkowych przerw w warstwie ochronnej. Ważny jest również odpowiedni zakład kolejnych zwojów oraz naciąg zgodny z zaleceniami producenta.
Szczególnej staranności wymagają taśmy samospajalne. W ich przypadku odpowiednie rozciągnięcie i nałożenie kolejnych warstw pozwalają materiałowi połączyć się w jednolitą strukturę. Nie należy więc traktować wszystkich taśm w taki sam sposób. Zawsze warto sprawdzić kartę techniczną produktu i upewnić się, że wybrany materiał jest przeznaczony do konkretnego napięcia, temperatury i środowiska pracy.

ELECTRIX - 35 lat niezmiennie wysokiej jakości

ANTICOR działa na rynku od 1991 roku. W 2026 roku oznacza to 35 lat doświadczenia w rozwijaniu rozwiązań dla elektrotechniki, przemysłu, budownictwa i wielu innych branż. Firma podkreśla znaczenie jakości, fachowości, profesjonalizmu oraz ciągłego doskonalenia swoich produktów.
Marka ELECTRIX jest przykładem podejścia, w którym taśma nie jest jedynie prostym dodatkiem do instalacji.
To materiał techniczny, który powinien być dobrany do napięcia, środowiska pracy oraz oczekiwanego rodzaju ochrony. Szeroki wybór taśm z PCW, produktów tkaninowych i taśm samospajalnych pozwala dopasować rozwiązanie zarówno do codziennych prac instalacyjnych, jak i do bardziej wymagających zastosowań specjalistycznych.
Złączka odpowiada za prawidłowe połączenie, a właściwie dobrana taśma pomaga je izolować i chronić. Kiedy chodzi o trwałość oraz bezpieczeństwo instalacji, warto wybierać sprawdzone materiały. Dlatego warto zaufać jakości marki ELECTRIX - niezmiennie wysokiej od 35 lat.

Informacje o firmie i produktach: www.anticor.pl

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



PCE

WESOŁYCH ŚWIĄT!



PCE Polska Sp. z o.o. | Podwalna 8A | 58-200 Dzierżoniów | POLSKA |

www.pce.pl


NIEZAWODNE
KAŻDEGO DNIA
KEL
LINE PROFESSIONAL
IP44
1000 V
IEC 60900:2018
6 PCS
W ZESTAWIE
HAND
HAND PRO
LINE
WKRĘTAKI IZOLOWANE VDE 1000V
INSULATED SCREWDRIVERS VDE 1000V
ISOLIERTE VDE-SCHRAUBENDREHER 1000V
POWER GRIP
HAND
MM-UNI/NCV
SMART
DIGITAL MULTIMETER
NCV
COM
MAX
600V
INPUT
600V CAT II
KEL
PLASTROL
HAND

Pokój Connect

Ciasno w rozdzielnicy?
Jak odzyskać miejsce na szynie bez wymiany obudowy

Obwodów przybywa, a szaf nie. Fotowoltaika, automatyka budynkowa, dodatkowe zabezpieczenia różnicowoprądowe, sterowanie oświetleniem czy wentylacją - każdy nowy obwód to kolejne centymetry szyny, których w standardowej obudowie zaczyna brakować. Zamiast szukać większej szafy, coraz częściej opłaca się zoptymalizować to, czego w rozdzielnicy jest najwięcej: złączki.

Pełna szafa już na etapie projektu

Jeszcze kilka lat temu typowa rozdzielnica miała spory zapas miejsca - wystarczający, by po latach dołożyć obwód czy dwa bez przebudowy. Dziś ta sama obudowa bywa zapełniona „pod korek" już na etapie projektu, zanim inwestor zdąży pomyśleć o rozbudowie instalacji. Projektanci i wykonawcy sygnalizują ten problem od dawna, a każda kolejna technologia wchodząca do budynku tylko go pogłębia.

Większa obudowa nie zawsze jest dobrym wyjściem. To wyższy koszt, więcej zajętego miejsca na ścianie lub w pomieszczeniu technicznym, a czasem także zmiana projektu, której nikt nie chce wprowadzać w ostatniej chwili. Dlatego coraz więcej firm instalatorskich i producentów szaf sterowniczych odwraca kolejność myślenia: zamiast dopasowywać obudowę do osprzętu, dopasowuje osprzęt do obudowy.

Miniaturyzacja zaczyna się od złączki

Odpowiedzią na ten problem jest miniaturyzacja osprzętu modułowego, a najrozsądniej zacząć ją od elementu, który w każdej rozdzielnicy występuje najliczniej - złączki szynowej. To przez nią przechodzi każdy przewód wchodzący do szafy i z niej wychodzący, więc nawet niewielka różnica w wymiarach, pomnożona przez kilkadziesiąt obwodów, przestaje być detalem i zaczyna realnie wpływać na układ całej rozdzielnicy.

Z myślą o takich sytuacjach łódzka spółdzielnia POKÓJ od lat rozwija rodzinę złączek gwintowych ZUG. Jej najnowsze uzupełnienia - miniaturowa złączka ZUGM-4 oraz czterozaciskowe bloki ZUGW4-4 i ZUGW4-4PE - wpisują się dokładnie w ten trend.

ZUGM-4 - mała, ale bez kompromisów

ZUGM-4 to złączka gwintowa do łączenia przewodów miedzianych, sztywnych i giętkich, o przekroju znamionowym 4 mm². Ma zaledwie 6,2 mm szerokości i 27 mm wysokości, a montuje się ją na wąskiej szynie TS15. Mimo kompaktowych wymiarów jej parametry nie ustępują „dużym" złączkom szynowym: prąd znamionowy wynosi 32 A, a obudowa spełnia klasę palności V0.

W praktyce oznacza to tę samą liczbę torów prądowych przy niższej zabudowie i na węższej szynie. Najwięcej zyskują rozdzielnice z dużą liczbą drobnych obwodów - sterowania, sygnalizacji i automatyki - w których zaoszczędzone miejsce pozwala swobodniej rozplanować kolejne rzędy osprzętu albo zostawić rezerwę na przyszłą rozbudowę.

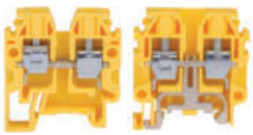
Co istotne, ZUGM-4 to nie pojedynczy element, ale cały, przemyślany system. Zwieracze wtykane FBS pozwalają błyskawicznie rozdzielać potencjały między sąsiednimi złączkami. Płytki skrajne PSM-1 porządkują zestaw na szynie, a trzymacze KU-15 i oznaczniki DK-Z5/DK-Z6 zapewniają stabilny montaż i czytelny opis całego bloku. Dostępna jest również wersja ZUGM-4PE - wystarczy osadzić ją na stalowej szynie TS15, a połączenie z uziemioną konstrukcją szafy jest gotowe bez dodatkowego przewodu.

ZUGW4-4 - cztery zaciski w jednej obudowie

Tam, gdzie liczy się nie tylko wielkość, ale i funkcjonalność pojedynczego elementu, POKÓJ proponuje drugie rozwiązanie oparte na tej samej filozofii oszczędzania miejsca - złączkę gwintową ZUGW4-4. To konstrukcja z czterema zaciskami w jednej, zwartej obudowie montowanej na szynie TS35, o prądzie znamionowym 32 A i klasie palności V0 pozwala zastąpić kilka pojedynczych złączek połączonych zwieraczem, jednym kompaktowym modułem.

ZUGW4-4 współpracuje z rozbudowanym osprzętem: zwieraczami śrubowymi ZKN w wersjach 2-, 3-, 4- i 10-biegunowych oraz zwieraczami sprężynowymi ZSN, które przyspieszają rozdzielanie potencjałów i nie wymagają użycia narzędzia.

Szczególnie ciekawym rozwiązaniem jest zwieracz sprężynowy redukcyjny ZSNR-10/4. Pozwala rozprowadzić jeden obwód zasilający (do 57 A) na kilka wyjść o sumarycznym obciążeniu do 32 A, łącząc funkcję zasilania i dystrybucji w jednym


ZUGM-4


ZUGW4-4

elemencie - bez dokładania na szynie kolejnych złączek „rozdzielczych".
Zestaw uzupełniają przegrody P-N4, płytki skrajne PS-W1, osłonki OW4-4 oraz trzymacze KU-1/35, KU-2/35 i KU-4/35. Dzięki temu cały blok można skonfigurować dokładnie pod potrzeby konkretnego obwodu.

ZUGW4-4PE - uziemienie bez utraty ani centymetra

Ofertę zamyka trzeci element układanki - złączka ochronna ZUGW4-4PE, czyli wersja PE tego samego bloku. To odpowiedź na problem, o którym na etapie projektu często się zapomina: miejsce na przewód ochronny. Klasyczne, osobne zestawy zacisków uziemiających potrafią zająć więcej przestrzeni niż sam obwód, który mają zabezpieczać. ZUGW4-4PE mieści tę funkcję w tej samej, zwartej obudowie co „energetyczna" ZUGW4-4 - cztery zaciski PE na tej samej szynie TS35.
Kluczowa różnica konstrukcyjna to szyna zaciskowa. Złączkę wystarczy osadzić na stalowej listwie TS35 i zatrzasnąć - połączenie z przewodzącym podłożem jest już zrealizowane, a po podłączeniu przewodu ochronnego obwód PE jest gotowy, bez dodatkowego mostkowania czy osobnego przewodu uziemiającego. Zgodność potwierdza norma IEC 60947-7-2, dedykowana złączkom ochronnym - w odróżnieniu od normy IEC 60947-7-1, według której certyfikowane są ZUGW4-4 i ZUGM-4.
W praktyce ZUGW4-4PE najczęściej pracuje w parze z ZUGW4-4. Wystarczy zestawić oba bloki obok siebie i połączyć je zwieraczem sprężynowym ZSN-4-2, aby w kilka sekund przejść z zasilania 4-przewodowego na pełne 5-przewodowe (PE N L1 L2 L3) - bez rozbudowywania szafy o dodatkową listwę czy osobny zestaw zacisków uziemiających. Docenią to zwłaszcza projektanci rozdzielnic o ograniczonej głębokości montażowej.

Trzy rozwiązania, jeden cel

Tam, gdzie liczy się przede wszystkim wielkość pojedynczego punktu i duża liczba drobnych obwodów, sprawdzi się miniaturowa ZUGM-4. Tam, gdzie zamiast wielu pojedynczych złączek wygodniej zastosować jeden wielozaciskowy blok, swoje miejsce znajdzie ZUGW4-4. A gdy trzeba jeszcze doprowadzić przewód ochronny bez powiększania obudowy, do pary dołącza ZUGW4-4PE.
W każdym przypadku efekt jest ten sam: mniej centymetrów zajętych na szynie, więcej miejsca na rezerwę projektową i przyszłą rozbudowę instalacji - bez konieczności sięgania po większą obudowę.

POKÓJ S.E. z Łodzi od 75 lat produkuje osprzęt elektrotechniczny - złączki ZUG, wyłączniki krańcowe i przyciski sterownicze - dostarczany do instalatorów i producentów rozdzielnic w całej Polsce.
Więcej informacji: elektropokoj.pl, www.pokoj.com.pl



EVEREADY®



SPRAWDZONA WYDAJNOŚĆ

ZAWSZE POD RĘKĄ

DZIAŁA 10x DŁUŻEJ*

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

HARRY KANE

Światowej sławy piłkarz i globalny ambasador marki

©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.



*PL, 18+. 01.10-31.12.2026. Kup wskazane w regulaminie produkty *Energizer*® za min. 25 zł podczas jednej transakcji, zarejestruj zakup na energizerpromo.com i graj o nagrody: 3 wyjazdy rodzinne do Monachium i 50 zabawek Hasbro. Szczegółowy regulamin na energizerpromo.com. ©2026 Energizer®. © 2026 Hasbro. All Rights Reserved. Organizator: Energizer.

15-lecie NOARK Electric. Jakość i innowacje, którym można zaufać

15 lat obecności NOARK Electric na rynku to historia konsekwentnego rozwoju technologii, jakości i rozwiązań tworzonych z myślą o profesjonalistach. W tym czasie marka rozwinęła portfolio do ponad 12 tys. aktywnych produktów i zbudowała sieć współpracy z dystrybutorami, projektantami, wykonawcami oraz producentami rozdzielnic. NOARK konsekwentnie poszerza ofertę aparatury niskiego napięcia, odpowiadając na potrzeby budownictwa, przemysłu, energetyki i sektora odnawialnych źródeł energii. Wraz z rosnącą złożonością instalacji coraz większego znaczenia nabierają nie tylko parametry urządzeń, ale także ich niezawodność, dostępność, właściwy dobór oraz wsparcie techniczne. Jednym z wyróżników marki jest 5-letnia gwarancja, będąca potwierdzeniem długofalowego podejścia do jakości i odpowiedzialności za oferowane rozwiązania.

NOARK łączy rozwój produktów z dostępem do wiedzy technicznej, wsparciem przy doborze rozwiązań oraz zapleczem logistycznym wspierającym sprawną realizację projektów. Marka rozwija rozwiązania odpowiadające na konkretne potrzeby projektantów i wykonawców. Przykładem jest aparatura w wersji SLIM, która pozwala zaoszczędzić do 25% miejsca w rozdzielnicy, a także kompaktowe urządzenia łączące kilka funkcji zabezpieczających. W obliczu modernizacji infrastruktury energetycznej, rozwoju fotowoltaiki, magazynów energii i rosnących wymagań technicznych NOARK stawia na połączenie jakości, bezpieczeństwa i praktycznej innowacyjności. Globalne zaplecze badawczo-rozwojowe Grupy CHINT wspiera dalsze doskonalenie produktów i rozwój rozwiązań odpowiadających na zmieniające się potrzeby rynku. **15 lat doświadczenia pokazuje, że niezawodność nie powstaje z dnia na dzień. Buduje się ją poprzez jakość produktów, rozwój technologii, odpowiedzialność i współpracę z profesjonalistami. NOARK Electric. Niezawodność buduje się latami.** Więcej szczegółów na www.noark-electric.pl.





To takie proste!

Cały osprzęt elektrotechniczny jakiego potrzebujesz **w jednym miejscu.**

- Dodatkowy rabat za zamówienia złożone przez platformę B2B,
- 14.000 wyrobów w ofercie,
- 95% dostępności wyrobów magazynowych,
- Szybka wysyłka.
- Masz indywidualne potrzeby? Znajdziemy rozwiązanie.

ERGOM®
SOLIDNY PARTNER



ergom.com



dr inż. Jakub Grela

Magazyny ciepła – filar transformacji energetycznej

Debata o transformacji energetycznej często koncentruje się na bateryjnych magazynach energii elektrycznej, czyli BESS (ang. Battery Energy Storage System). Kontenery z modułami bateryjnymi, współpracujące z fotowoltaiką, farmami wiatrowymi lub siecią, stają się symbolem nowoczesnej energetyki. Są ważnym narzędziem stabilizacji systemu i zagospodarowania nadwyżek OZE, lecz nie stanowią uniwersalnej odpowiedzi na wszystkie potrzeby energetyczne.

Mimo faktycznej potrzeby elektryfikacji gospodarki, odbiorcy energii nie potrzebują wyłącznie elektryczności. Budynki, miasta i przemysł potrzebują przede wszystkim ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, chłodzenia lub pary wodnej. Dlatego równie ważne, jak produkcja niskoemisyjnej energii, jest dopasowanie sposobu jej magazynowania w odniesieniu do końcowego zastosowania. Jeżeli potrzebne jest ciepło, często bardziej racjonalne jest zgromadzenie energii bezpośrednio jako ciepła lub chłodu, niż przechowywanie jej w baterii.

Taką funkcję pełni magazyn energii termicznej, czyli TES (ang. Thermal Energy Storage). Wykorzystuje on technologie pozwalające akumulować ciepło lub chłód przez minuty, godziny, dni, a niekiedy całe sezony. Energia może być magazynowana między innymi w wodzie, gruncie, skałach, betonie, piasku, lodzie i materiałach zmiennofazowych, czyli PCM (ang. Phase Change Materials). Skala zastosowań jest szeroka: od domowego zasobnika ciepłej wody i bufora pompy ciepła po wielkoskalowe magazyny dla sieci ciepłowniczych oraz instalacji przemysłowych.

Znaczenie magazynów ciepła TES rośnie wraz z udziałem OZE. Produkcja z tych źródeł jest zmienna, podczas gdy zapotrzebowanie na ciepło i chłód ma własny rytm dobowy oraz sezonowy. Magazyn termiczny może odebrać energię wtedy, gdy jest jej dużo, jest tańsza lub ma niższą emisyjność, a następnie udostępnić ją odbiorcy w późniejszym czasie. Pomaga to zwiększać wykorzystanie lokalnych OZE, stabilizować pracę pomp ciepła, ograniczać obciążenia szczytowe i lepiej zagospodarowywać ciepło odpadowe. TES należy więc traktować nie jako alternatywę dla baterii, ale zwłaszcza jako ich uzupełnienie w systemie opartym na OZE.

Od termosu po konstrukcję budynku

Magazynowanie energii cieplnej nie zaczyna się od wielkich instalacji przemysłowych. W najprostszej formie występuje niemal w każdym budynku np. w bojlerze, zasobniku ciepłej wody użytkowej, ogrzewaniu podłogowym, betonowym stropie czy gruncie wokół domu. Wszystkie te elementy działają według tej samej zasady: energia jest pobierana w jednym momencie, następnie jest przechowywana/akumulowana w materiale o odpowiedniej pojemności cieplnej, do jej późniejszego wykorzystania.

Dobrym punktem wyjścia jest termos. Nie produkuje on ciepła, lecz ogranicza jego straty do otoczenia. Tak samo działa zasobnik CWU, bufor ciepła czy duży zbiornik akumulacyjny w sieci ciepłowniczej. Różnice dotyczą przede wszystkim skali, temperatury pracy, izolacji oraz sposobu sterowania przepływem energii.

Najbardziej powszechnym magazynem termicznym w obiektach mieszkalnych jest zasobnik ciepłej wody użytkowej. Woda dobrze nadaje się do tego celu: jest tania, dostępna, bezpieczna i ma wysoką pojemność cieplną (ciepło właściwe wody w warunkach standardowych wynosi w przybliżeniu 4190 J/(kg•K)). Można podgrzać ją wtedy, gdy energia elektryczna jest tania lub lokalna fotowoltaika produkuje nadwyżkę, której nie ma jak wykorzystać w inny sposób. Natomiast wykorzystać kilka godzin później, przykładowo wieczorem lub w okresie zwiększonego zapotrzebowania.

W budynku z pompą ciepła podobną rolę pełni bufor, który stabilizuje pracę instalacji i zmniejsza różnicę między chwilową produkcją, a odbiorem ciepła (rysunek 1.). Może ograniczać częste uruchamianie i wyłączanie pompy ciepła, wspierać jej pracę podczas procesu odszraniania oraz umożliwiać ładowanie instalacji w korzystnych godzinach. W praktyce działa jak energetyczny „kondensator" układu grzewczego.



Rysunek 1. Zastosowanie buforu i pompy ciepła w budynku

Do zilustrowania tego procesu można posłużyć się prostym przykładem, gdzie w słoneczne południe pompa ciepła może wykorzystać nadwyżkę z PV do podgrzania wody w zasobniku lub buforze. Wieczorem, gdy produkcja energii z PV spada, budynek korzysta z wcześniej zgromadzonego ciepła. Podobnie można działać przy taryfach dynamicznych (zmiennych cenach energii), ładując magazyn energii elektrycznej wtedy, gdy prąd jest relatywnie tani, a ograniczać pobór w okresach wysokich cen lub dużego obciążenia sieci.

Takie przesuwanie zużycia w czasie określane jest jako load-shifting. Nie polega ono na zmniejszeniu całkowitego zużycia energii, a przede wszystkim jego celem jest zmiana momentu poboru energii. Innymi słowy jest ona wykorzystywana wtedy, gdy jest korzystniejsza cenowo albo łatwiej dostępna, natomiast efekt tego poboru (może to być ciepło lub chłód) pozostaje do dyspozycji później.

Budynek jako magazyn

Najbardziej niedocenianym magazynem energii jest często sam budynek. Ściany, stropy, posadzki i fundamenty mogą pochłaniać ciepło, a następnie oddawać je przez wiele godzin. Zjawisko to określa się jako masę termiczną lub bezwładność cieplną budynku.

Budynek o tak zwanej lekkiej konstrukcji szybciej reaguje na zmianę temperatury zewnętrznej, zyski słoneczne czy wyłączenie ogrzewania. Budynek masywny reaguje wolniej, a część energii cieplnej jest przejmowana przez konstrukcję i oddawana z opóźnieniem. Ta cecha poprawia stabilność temperatury wewnętrznej, ale może też zostać świadomie wykorzystana do zarządzania energią.

Jeżeli budynek zostanie nieznacznie podgrzany przed okresem wysokiego zapotrzebowania na ciepło, jego konstrukcja może później stopniowo oddawać zakumulowane ciepło. Analogicznie w budynkach chłodzonych można zastosować pre-cooling, czyli wcześniejsze schłodzenie masy budynku w godzinach korzystniejszych dla systemu, aby następnie ograniczyć pracę chłodzenia w popołudniowym szczycie.

Budynek nie jest jednak zwykłym zbiornikiem. Granice wykorzystania masy termicznej wyznaczają komfort użytkowników: temperatura powietrza i przegród, wilgotność, jakość powietrza oraz indywidualne odczucia osób przebywających w pomieszczeniach. Dlatego potrzebne jest przewidywalne sterowanie, a nie jedynie podnoszenie lub obniżanie temperatury.

Najlepsze efekty daje połączenie fizyki budynku z automatyką. Prosty harmonogram może uruchamiać podgrzewanie zasobnika w godzinach wysokiej produkcji PV. Większy potencjał daje jednak sterowanie uwzględniające prognozę pogody i produkcji PV, taryfy, temperaturę pomieszczeń i bufora, przewidywane zużycie ciepłej wody oraz harmonogram obecności użytkowników i monitoring zajętości pomieszczeń. System może wtedy ładować magazyn z wyprzedzeniem, ale jednocześnie unikać przegrzania, nadmiernych strat i pogorszenia komfortu.

Aktywacja masy termicznej nie zawsze wymaga budowy dodatkowego magazynu. W wielu przypadkach ważniejsze od zakupu nowego urządzenia jest rozpoznanie, opomiarowanie i świadome wykorzystanie zasobu, który już znajduje się w budynku.

Powielone w tysiącach budynków zasobniki, bufory i masa termiczna tworzą istotny zasób elastyczności dla lokalnych sieci. Podczas modernizacji warto więc zacząć od podstawowych pytań: jaka jest użyteczna pojemność zasobnika ciepłej wody użytkowej, czy instalacja ma bufor, jaką bezwładność ma budynek, czy ogrzewanie podłogowe pozwala bezpiecznie przesunąć pracę pompy ciepła oraz czy sterowanie wykorzystuje dane o pogodzie, taryfach i rzeczywistym sposobie użytkowania obiektu.

Woda jako fundament: prostota i efektywność skali

Woda pozostaje jednym z najprostszych i najbardziej użytecznych materiałów do magazynowania energii cieplnej. Jest powszechnie dostępna, tania, nietoksyczna, niepalna i łatwa do wykorzystania w instalacjach hydraulicznych. Nie wymaga metali krytycznych, złożonej chemii ani okresowej wymiany modułów. Jej najważniejszą właściwością jest wysokie ciepło właściwe, dzięki któremu może zgromadzić znaczną ilość energii, nawet przy umiarkowanej różnicy temperatur.

Zdolność magazynowa wynika z zależności:

$$Q = m * c_p * \Delta T$$

Gdzie Q oznacza energię lub ciepło, m — masę wody, c_p — jej ciepło właściwe, a ΔT — różnicę temperatur między stanem naładowania i rozładowania magazynu.

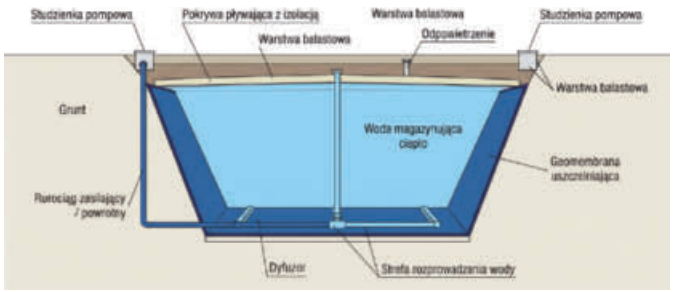
Podgrzanie jednego metra sześciennego (1 m^3) wody o 1°C pozwala zgromadzić około 1,16 kWh energii cieplnej. Przy różnicy temperatur 40°C jeden metr sześcienny wody przechowuje około 46 kWh, a przy 50°C — blisko 58 kWh.

Woda działa dobrze zarówno w małych, jak i bardzo dużych systemach. W budynkach jest stosowana w zasobnikach i buforach, lecz jej przewaga ujawnia się szczególnie wraz ze wzrostem objętości — od kilku metrów sześciennych dla większego obiektu po tysiące lub dziesiątki tysięcy metrów sześciennych w sieciach ciepłowniczych i instalacjach przemysłowych.

Od małego zbiornika do magazynu basenowego

W dużych systemach wykorzystuje się stalowe i żelbetowe zbiorniki akumulacyjne, magazyny podziemne oraz magazyny basenowe PTES (ang. Pit Thermal Energy Storage). PTES to szczelny, izolowany zbiornik wykonywany w gruncie i wypełniony wodą. Energia jest do niego dostarczana w okresach wysokiej dostępności ciepła, a odzyskiwana wtedy, gdy rośnie zapotrzebowanie odbiorców.

Konstrukcja PTES (rysunek 2.) wykorzystuje głównie wodę, grunt, izolację, membrany, wymienniki, pompy, rurociągi i automatykę. To właśnie prostota jest jej dużą zaletą. Nie oznacza jednak, że taki obiekt jest łatwy w realizacji. Wymaga on dobrego projektu geotechnicznego, skutecznej izolacji, zabezpieczenia przed wodami gruntowymi, kontroli szczelności i właściwie zaprojektowanej hydrauliki.



Rysunek 2. Magazyn PTES

Istotna jest także stratyfikacja temperatury. Gorętsza woda powinna pozostawać w górnej części zbiornika, a chłodniejsza w dolnej. Ogranicza to mieszanie warstw i pozwala skuteczniej ładować oraz rozładowywać magazyn.

Wodny magazyn może współpracować z pompami ciepła, kolektorami słonecznymi, kotłami elektrycznymi, ciepłem odpadowym, kogeneracją, biogazowniami czy geotermią. Dzięki temu źródło ciepła może pracować wtedy, gdy energia jest dostępna lub korzystna cenowo, natomiast odbiorcy korzystają z ciepła później, w okresach większego poboru.

Dobrym przykładem jest projekt Ciepłownia Przyszłości w Lidzbarku Warmińskim (Rysunek 3.). Instalacja obejmuje pompy ciepła o mocy 2,6 MW, fotowoltaikę o mocy 1,26 MWp oraz magazyn PTES o objętości 15 000 m^3. Przy użytecznym zakresie temperatur wynoszącym 40°C. Taki magazyn może teoretycznie zgromadzić około 696 MWh energii cieplnej, przy różnicy 50°C byłoby to około 870 MWh.



Rysunek 3. Ciepłownia przyszłości,
źródło: https://cieplowniaprzyszlosci.pl/warsztaty/

Rzeczywista pojemność użytkowa zależy od parametrów pracy sieci, strat ciepła, hydrauliki i stopnia zachowania warstwowego układu temperatur. Sama skala pokazuje jednak, dlaczego magazynowanie energii w wodzie może odgrywać tak dużą rolę w transformacji ciepłownictwa.

Koszt magazynu wodnego zależy od temperatury, wielkości, izolacji, lokalnych warunków gruntowych i infrastruktury towarzyszącej. Jego pojemność tworzą jednak przede wszystkim woda, grunt, izolacja i standardowa infrastruktura ciepłownicza. Dzięki temu pojemność można zwiększać głównie przez zwiększenie objętości, bez proporcjonalnego mnożenia kosztownych komponentów.

Wodne magazyny ciepła są więc szczególnie atrakcyjne dla magazynowania wielodniowego i sezonowego. Nie występuje w nich degradacja cykliczna typowa dla ogniw bateryjnych. Pozostają oczywiście wyzwania inżynierskie: straty ciepła, korozja, kontrola jakości wody, szczelność i ograniczenia temperaturowe. Są to jednak zagadnienia dobrze rozpoznane przez ciepłownictwo i instalacje przemysłowe.

Woda nie zastępuje magazynu elektrycznego, lecz umożliwia znacznie tańsze zwiększanie pojemności tam, gdzie odbiorca potrzebuje przede wszystkim ciepła. Jak już wspomniano może przyjąć formę zbiornika, izolowanego basenu lub wykopu wypełnionego wodą, to właśnie ta prostota pozwala jej działać w skali potrzebnej do integracji OZE oraz dekarbonizacji ciepłownictwa.

Trzy filary technologii: ciepło jawne, utajone i termochemiczne

Magazynowanie energii cieplnej nie jest jedną technologią, lecz grupą rozwiązań wykorzystujących trzy różne mechanizmy. Energia może być magazynowana przez podniesienie temperatury materiału, zmianę jego stanu skupienia albo odwracalną reakcję chemiczną. Na tej podstawie wyróżnia się trzy główne rodziny technologii: (1) magazyny ciepła jawnego, (2) magazyny ciepła utajonego oraz (3) magazyny termochemiczne.

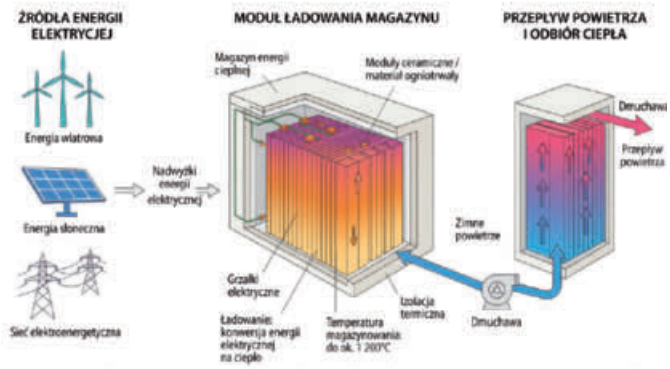
Ciepło jawne - energia w temperaturze

Ciepło jawne (ang. sensible heat storage) to najbardziej intuicyjna forma magazynowania energii. Materiał jest ogrzewany, jego temperatura rośnie, a energia zostaje później odebrana podczas chłodzenia. Nie zachodzi tu ani przemiana fazowa, ani reakcja chemiczna.

Nośnikiem może być woda, grunt, skały, piasek, beton, olej termiczny, ceramika albo cegły ogniotrwałe. Ilość zgromadzonej energii zależy od masy materiału, jego ciepła właściwego oraz użytecznej różnicy temperatur. Ograniczeniem jest relatywnie niska gęstość energii, dlatego duża pojemność wymaga odpowiedniej objętości lub wysokiej temperatury pracy.

W przemyśle ciężkim potrzebne są często setki, a niekiedy ponad tysiąc stopni Celsjusza. Do takich zadań rozwijane są magazyny wykorzystujące materiały ceramiczne i cegły ogniotrwałe. Mogą być ładowane energią elektryczną, a następnie oddawać ciepło jako gorące powietrze, para lub strumień gazu procesowego.

Przykładem jest technologia Rondo Heat Battery (rysunek 4.), wykorzystująca złoża cegieł ogniotrwałych ogrzewanych rezystancyjnie. Według deklaracji producenta system może pracować przy temperaturach sięgających około 1500°C i dostarczać ciepło o wysokich parametrach do procesów przemysłowych.



Rysunek 4. Schemat działania Rondo Heat Battery

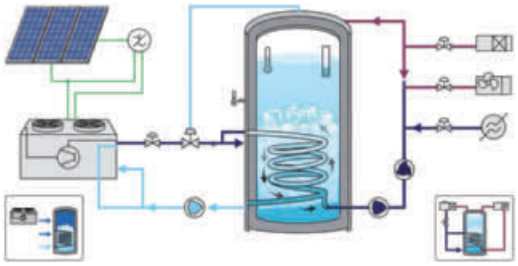
Magazyn ceramiczny nie konkuruje z baterią o tę samą funkcję. Jego zadaniem jest dostarczanie dużych ilości wysokotemperaturowego ciepła procesowego przez wiele godzin lub dni, bez konieczności przechowywania całej energii w kosztownej formie elektrycznej.

Ciepło utajone - energia w przemianie fazowej

Magazyny ciepła utajonego (ang. latent heat storage) wykorzystują energię pochłanianą i oddawaną podczas przemiany fazowej — najczęściej topnienia i krzepnięcia. Stosowane materiały określa się jako materiały zmiennofazowe (PCM). W przeciwieństwie do magazynów ciepła jawnego, w których energia jest gromadzona przez zmianę temperatury medium, PCM pochłaniają lub oddają dużą ilość energii przy temperaturze pozostającej w przybliżeniu stałej.

Najprostszym i najlepiej znanym przykładem PCM jest lód. Podczas ogrzewania jego temperatura rośnie do 0°C, lecz dalsze dostarczanie energii nie powoduje natychmiastowego wzrostu temperatury. Energia jest zużywana przede wszystkim na topnienie, czyli zmianę struktury materiału ze stałej na ciekłą. Podczas zamarzania zachodzi proces odwrotny - woda oddaje energię przy zbliżonej temperaturze. Właśnie energia przemiany fazowej sprawia, że lód może magazynować więcej chłodu w mniejszej objętości niż zbiornik wykorzystujący wyłącznie schłodzoną wodę.

Ideę tę przedstawiono na rysunku 5. Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej lub sieci zasila agregat chłodniczy, który w okresie niskiego zapotrzebowania na chłód wytwarza zimne medium robocze. Podczas ładowania magazynu medium przepływa przez wężownicę umieszczoną w zasobniku wody, odbierając z niej ciepło i powodując zamarzanie wody wokół wymiennika. Energia elektryczna zostaje w ten sposób zmagazynowana jako energia chłodnicza wykorzystująca ciepło przemiany fazowej wody.



Rysunek 5. Magazynowanie energii w lodzie

Podczas rozładowania cieplejszy powrót z odbiorników chłodu, na przykład central wentylacyjnych, klimakonwektorów lub procesów technologicznych, jest kierowany przez zasobnik lodu. Lód topnieje, odbierając ciepło od medium obiegowego i schładzając je przed ponownym doprowadzeniem do instalacji. Magazyn może dzięki temu częściowo lub całkowicie pokryć chwilowe zapotrzebowanie budynku na chłód, ograniczając pracę agregatu oraz pobór energii elektrycznej w godzinach szczytu.

Znaczenie tej funkcji rośnie wraz z nasilaniem się letnich fal upałów. Największe obciążenie chłodnicze zwykle występuje po południu, gdy nagrzane przegrody budynku oddają ciepło, temperatura zewnętrzna jest wysoka, a agregaty chłodnicze pracują w trudniejszych warunkach. Jednocześnie produkcja fotowoltaiczna zaczyna spadać przed wieczorem. Magazyn lodu lub innego PCM pozwala wytworzyć chłód wcześniej, nocą, rano lub w okresie wysokiej generacji PV, a następnie wykorzystać go podczas popołudniowego szczytu.

Podstawową korzyścią nie musi być przy tym minimalizacja całkowitego zużycia energii w skali roku. Wytwarzanie lodu wymaga niższej temperatury czynnika niż standardowe chłodzenie wodą lodową, co może pogarszać chwilową sprawność agregatu. Wartość magazynu polega przede wszystkim na ograniczeniu poboru mocy w najbardziej krytycznych godzinach. Pozwala to zmniejszyć opłaty za moc, ograniczyć obciążenie przyłącza i transformatora oraz odroczyć kosztowną rozbudowę lokalnej infrastruktury elektroenergetycznej.

Lód jest jednak tylko jednym z możliwych materiałów zmiennofazowych. Temperaturę przemiany fazowej PCM można dobrać do konkretnej funkcji: blisko 0°C dla chłodnictwa, w zakresie temperatur komfortu dla budynków, przy temperaturach odpowiednich dla przygotowania ciepłej wody użytkowej albo znacznie wyższych dla wybranych zastosowań przemysłowych. Dzięki temu materiał może działać nie tylko jako magazyn chłodu, lecz także jako kompaktowy magazyn ciepła.

Największą zaletą PCM jest duża gęstość magazynowania energii w określonym przedziale temperatur oraz możliwość utrzymywania relatywnie stabilnej temperatury podczas rozładowania. Cecha ta jest szczególnie wartościowa tam, gdzie brakuje miejsca na duży zbiornik wodny: w mieszkaniach, modernizowanych budynkach, lokalach usługowych, chłodnictwie rozproszonym, magazynach żywności, obiektach medycznych czy instalacjach wymagających precyzyjnej kontroli temperatury.

Materiały PCM wymagają jednak starannego projektu. Kluczowe są skuteczna wymiana ciepła, odpowiednia przewodność cieplna, kontrola zmian objętości podczas przemiany fazowej oraz stabilność materiału w długiej eksploatacji. Sama duża pojemność cieplna nie gwarantuje jeszcze wysokiej mocy ładowania i rozładowania. O rzeczywistej użyteczności systemu decydują również wymiennik, geometria zasobnika, przepływ medium i algorytm sterowania.

W obiektach wyposażonych w BMS (ang. Building Management System) lub EMS (ang. Energy Management System) magazyn PCM może być ładowany zgodnie z prognozą pogody, przewidywanym obciążeniem, cenami energii, generacją PV i ograniczeniami mocy przyłącza. Przykładowa strategia obejmuje ładowanie nocne, doładowanie magazynu w południe z nadwyżki fotowoltaicznej oraz ograniczenie pracy sprężarek podczas upalnego popołudnia.

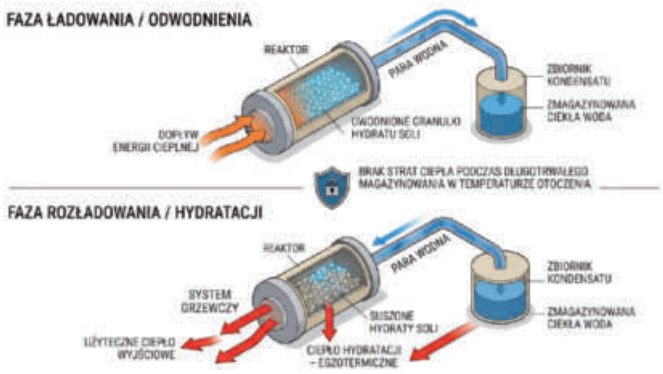
PCM nie zastępują więc zbiorników wodnych w każdej instalacji. Są szczególnie uzasadnione tam, gdzie najważniejsze są kompaktowa forma, stabilna temperatura pracy oraz możliwość przesunięcia poboru energii w czasie. W dużych obiektach mogą uzupełniać wodę lodową lub lód, natomiast w ograniczo-

nej przestrzeni technicznej często pozwalają uzyskać użyteczną pojemność magazynową bez instalowania dużych zbiorników.

Magazynowanie termochemiczne

Trzecia grupa, magazynowanie termochemiczne TCES (ang. Thermochemical Energy Storage) wykorzystuje energię w odwracalnej reakcji chemicznej. Podczas ładowania dostarczone ciepło przekształca lub rozdziela reagenty (substancje biorące udział w reakcji). Podczas rozładowania reakcja przebiega w przeciwnym kierunku i uwalnia ciepło.

Jednym z często badanych kierunków są układy oparte na hydratacji i dehydratacji soli. W uproszczeniu materiał jest ogrzewany, aby usunąć z niego związaną wodę. Powstały materiał oraz woda lub para są przechowywane osobno. Gdy potrzebne jest ciepło, następuje ponowne uwodnienie, któremu towarzyszy wydzielanie energii – rysunek 6.



Rysunek 6. Zasada działania magazynu TCES

Najważniejszą zaletą TCES jest możliwość ograniczenia strat w długim okresie. W magazynie wodnym lub ceramicznym energia pozostaje związana z podwyższoną temperaturą, dlatego izolacja jedynie spowalnia jej ucieczkę. W systemie termochemicznym energia może być przechowywana w rozdzielonych reagentach, bez konieczności utrzymywania całego układu w wysokiej temperaturze. To czyni tę technologię obiecującą dla magazynowania tygodniowego i sezonowego.

Jednocześnie TCES jest mniej dojrzały niż magazyny wodne. Materiał musi zachowywać pojemność i reaktywność przez wiele cykli, a reakcja powinna być szybka, bezpieczna oraz łatwa do kontrolowania. Trudności mogą powodować zbrylanie, pylenie, zmiany objętości i struktury porowatej materiału, a także utrudniony transport pary wodnej przez złoże.

Sama substancja o wysokiej energii reakcji nie wystarcza. Potrzebne są stabilne kompozyty, odpowiedni nośnik i dobrze zaprojektowany reaktor. TCES pozostaje więc obiecującym kierunkiem badań i demonstracji, zwłaszcza dla kompaktowych magazynów długoterminowych.

Technologie te należy traktować jako uzupełniające się. Ciepło jawne będzie podstawą tam, gdzie liczą się pojemność, cena i dojrzałość techniczna. PCM jest wartościowy, gdy kluczowe są ograniczona przestrzeń i kontrola temperatury. TCES może w przyszłości umożliwić efektywniejsze magazynowanie przez tygodnie lub miesiące, jeśli zostaną rozwiązane problemy materiałowe i konstrukcyjne. W tabeli 1. Przedstawiono skrócą wersję opisanych mechanizmów magazynowania ciepła.

Tabela 1. Podsumowanie mechanizmów magazynowania ciepła

Mechanizm	Zasada działania	Główna zaleta	Typowe zastosowanie
Ciepło jawne	Zmiana temperatury materiału	Prostota, niski koszt, łatwa skalowalność	Zbiorniki wodne, ciepłownictwo, grunt, ceramika przemysłowa
Ciepło utajone	Przemiana fazowa materiału PCM	Większa gęstość energii i stabilniejsza temperatura	Kompaktowe systemy budynkowe, CWU, chłodnictwo
Termochemiczne	Odwracalna reakcja chemiczna	Potencjalnie małe straty przy długim przechowywaniu	Magazyny sezonowe, technologie rozwijane i demonstracyjne

Od mikro do makro: obszary zastosowań

Jedną z największych zalet magazynowania energii termicznej jest skalowalność. Ta sama idea może działać w niewielkim zasobniku ciepłej wody, instalacji obsługującej duży budynek, lokalnej sieci ciepłowniczej albo zakładzie przemysłowym potrzebującym setek megawatogodzin ciepła procesowego. Różnice to przede wszystkim: skala, temperatura, czas magazynowania i sposób integracji ze źródłami oraz odbiornikami energii.

TES może pracować w horyzoncie od kilku godzin do wielu miesięcy. Może być rozwijany stopniowo od pojedynczych urządzeń w budynkach, przez magazyny wspólne dla osiedli i kampusów, po wielkoskalową infrastrukturę ciepłowniczą i przemysłową.

W skali budynku TES wykorzystuje znane elementy: zasobniki CWU, bufory, masę termiczną, magazyny PCM oraz układy chłodu. Ich znaczenie wykracza jednak poza komfort użytkowy, pozwalając przesuwać pobór energii, zwiększać wykorzystanie lokalnych OZE i ograniczać chwilowe obciążenie przyłącza.

Szczególnie istotne jest to w budynkach ogrzewanych pompami ciepła. W okresach niskiej temperatury zewnętrznej jednoczesna praca dużej liczby urządzeń może obciążać lokalną sieć. Magazyn termiczny umożliwia wcześniejsze i bardziej równomierne wytwarzanie ciepła, a następnie ograniczenie chwilowego poboru mocy w godzinach szczytowych.

W hotelach, akademikach, szpitalach, domach opieki i obiektach sportowych zapotrzebowanie na ciepłą wodę, ogrzewanie lub chłód jest wysokie i często przewidywalne. Magazyn pozwala pokrywać krótkotrwałe piki zużycia bez przewymiarowania pompy ciepła, kotła lub agregatu chłodniczego.

Hotel może potrzebować dużej ilości ciepłej wody rano i wieczorem, gdy wielu gości korzysta z pryszniców. Szpital wymaga z kolei ciągłej dostępności CWU, ogrzewania, chłodu i stabilnych warunków sanitarnych. W obu przypadkach magazyn umożliwia ładowanie energii w dłuższym, dogodnym okresie i szybkie oddanie jej wtedy, gdy odbiór gwałtownie rośnie.

Dobór pojemności powinien wynikać z rzeczywistego profilu odbioru. Zbyt mały magazyn nie zapewni oczekiwanej elastyczności, a zbyt duży zwiększy koszt inwestycji i straty postojowe. W części obiektów wystarczy lepiej wykorzystać istniejący zasobnik oraz automatykę, w innych uzasadniony będzie większy

układ warstwowy, magazyn PCM lub system hybrydowy.

Poziom pośredni między budynkiem, a przemysłem obejmuje osiedla, kampusy, parki technologiczne, dzielnice miejskie i lokalne sieci ciepłownicze. W tej skali magazyn termiczny może działać jako wspólna infrastruktura dla wielu odbiorców.

Zamiast instalować duży magazyn w każdym budynku, można zastosować centralny zbiornik wodny, magazyn gruntowy, magazyn basenowy PTES, system odwiertów BTES (ang. Borehole Thermal Energy Storage) albo magazyn współpracujący z siecią niskotemperaturową. Ułatwia to integrację większych pomp ciepła, kolektorów słonecznych, odzysku ciepła odpadowego oraz geotermii.

Wspólny magazyn może odbierać energię z instalacji solarnej, przemysłu, centrum danych lub pompy ciepła, a następnie dostarczać ją do sieci w okresach większego poboru. W systemach o silnej sezonowej zmienności magazyny gruntowe i wodne mogą częściowo wykorzystać energię słoneczną lub ciepło odpadowe dostępne latem do pokrycia potrzeb grzewczych zimą.

Największą zmianę magazyny termiczne mogą przynieść w przemyśle, gdzie duża część zużycia energii ma postać ciepła. Zakłady potrzebują gorącej wody, pary, gorącego powietrza, suszenia, pasteryzacji, sterylizacji, destylacji, odparowania, obróbki cieplnej, wypalania czy topienia. Wiele z tych procesów nadal opiera się na gazie ziemnym, węglu, oleju opałowym lub paliwach procesowych.

TES może pełnić funkcję bufora między zmienną podażą energii z OZE, a ciągłym zapotrzebowaniem produkcji. Zakład może ładować magazyn w okresach wysokiej generacji wiatrowej lub słonecznej, przy korzystnych cenach energii albo wtedy, gdy dostępne jest ciepło odpadowe. Następnie magazyn dostarcza energię procesową w sposób stabilny, niezależnie od chwilowej produkcji OZE. Podział magazynów typu TES ze względu na wartości temperatury przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Podział magazynów TES

Segment	Przykładowe potrzeby	Naturalne rozwiązania TES
Niskotemperaturowy	Gorąca woda, mycie, pasteryzacja, pralnictwo, część suszenia	Przemysłowe pompy ciepła, magazyny wodne, PCM
Średniotemperaturowy	Para, suszenie, część procesów chemicznych i spożywczych	Zbiorniki, magazyny materiałowe, układy hybrydowe
Wysokotemperaturowy	Cement, stal, szkło, ceramika, wybrane procesy chemiczne	Ceramika, cegły ogniotrwałe, piasek, skały

TES nie musi od razu zastępować całego systemu energetycznego zakładu. Może początkowo pokrywać część obciążenia, przejmować nadwyżki OZE, ograniczać pracę kotłów gazowych w wybranych godzinach lub odzyskiwać ciepło odpadowe. Takie etapowe wdrożenie obniża ryzyko inwestycyjne i pozwala modernizować instalację bez zatrzymywania produkcji.

Magazyn, który myśli: TES pod kontrolą EMS

Sam zbiornik wody, magazyn lodu, materiał zmiennofazowy lub masa termiczna budynku nie zapewniają jeszcze pełnej wartości dla systemu energetycznego. O tym, czy magazyn rzeczywiście zwiększy autokonsumpcję energii z OZE, obniży koszty eksploatacji lub ograniczy obciążenie sieci, decyduje przede wszystkim sposób sterowania. Zasobnik pracujący wyłącznie według stałej temperatury zadanej pozostaje elementem instalacji. Dopiero połączenie go z systemem EMS pozwala wykorzystać go jako aktywny zasób elastyczności.

EMS zbiera dane z urządzeń i czujników, a następnie decyduje, kiedy magazyn należy ładować, utrzymywać w gotowości lub rozładowywać. W budynku może współpracować z systemem BMS, pompą ciepła, kotłem elektrycznym, agregatem chłodniczym, instalacją PV, magazynem bateryjnym, ładowarką samochodu elektrycznego oraz inteligentnymi licznikami. W sieci ciepłowniczej lub zakładzie przemysłowym podobną rolę pełni system nadrzędny integrujący źródła ciepła, pompy, wymienniki, odbiory procesowe i magazyny o różnym czasie działania.

Celem sterowania nie jest po prostu maksymalne „naładowanie" zasobnika. Może nim być minimalizacja kosztu energii, maksymalizacja wykorzystania lokalnej fotowoltaiki, ograniczenie mocy pobieranej z sieci, redukcja emisji związanej z energią elektryczną, zapewnienie ciągłości procesu przemysłowego albo reakcja na sygnał redukcji poboru. Te cele mogą być zresztą sprzeczne. Energia może być tania, ale niekoniecznie niskoemisyjna; nadwyżka PV może być dostępna, ale magazyn może wymagać zachowania rezerwy na wieczorny szczyt. Zadaniem EMS jest znalezienie kompromisu przy zachowaniu komfortu, bezpieczeństwa i uwzględnieniem ograniczeń technicznych instalacji.

Aby podejmować trafne decyzje, system powinien znać nie tylko aktualną temperaturę zbiornika. Ważne są również:

- temperatura w różnych warstwach magazynu oraz przepływy w instalacji;
- stan pracy i dostępna moc pompy ciepła, grzałki, kotła lub agregatu chłodniczego;
- prognoza temperatury zewnętrznej, nasłonecznienia i produkcji PV;
- przewidywane zapotrzebowanie na ogrzewanie, CWU, chłód albo ciepło procesowe;
- ceny energii, taryfy dynamiczne i opłaty za moc;
- chwilowy pobór oraz dopuszczalna moc przyłącza;
- wymagania użytkowników dotyczące komfortu i dostępności CWU;
- sygnały z sieci, agregatora lub operatora, jeżeli obiekt uczestniczy w programie demand response.

W praktyce nie wszystkie dane muszą być dostępne od pierwszego dnia. Nawet prosty układ z pomiarem temperatury zasobnika, licznikiem energii, falownikiem PV i sterowaniem pompą ciepła może znacząco poprawić wykorzystanie magazynu. Im większy obiekt i bardziej złożona instalacja, tym większa wartość prognoz, dodatkowych czujników oraz algorytmów optymalizacyjnych.

Najprostsze sterowanie ma charakter reaktywny. Urządzenie uruchamia się wtedy, gdy temperatura w zasobniku spadnie poniżej ustalonego progu, a wyłącza po osiągnięciu temperatury maksymalnej. Taki tryb zapewnia podstawową funkcję użytko-

wą, ale nie wykorzystuje możliwości przesuwania poboru energii w czasie.

Kolejny poziom to sterowanie harmonogramowe. Pompa ciepła lub agregat chłodniczy może pracować w określonych godzinach, na przykład nocą przy niższej cenie energii albo w południe podczas wysokiej produkcji PV. Jest to rozwiązanie proste i możliwe do wdrożenia nawet w niewielkich instalacjach, ale nie reaguje dobrze na zmienną pogodę, nietypowe zużycie CWU czy różnice między prognozą a rzeczywistą generacją energii.

Bardziej zaawansowane sterowanie wykorzystuje bieżące dane oraz prognozy. EMS może przewidzieć, że następnego dnia wystąpi wysokie zapotrzebowanie na chłód, dlatego wcześniej naładuje magazyn lodu. Może też ograniczyć ładowanie bufora, jeśli prognoza wskazuje słoneczne popołudnie z wysoką produkcją PV. System reaguje wówczas nie tylko na aktualny stan instalacji, lecz także na warunki oczekiwane w kolejnych godzinach.

Najbardziej rozwiniętym, z opisanych w niniejszym artykule, podejściem do zarządzania zasobami energetycznymi jest sterowanie predykcyjne oparte na modelu (MPC ang. Model Predictive Control), rozszerzone o funkcje analityczne i wspomaganie decyzji przez sztuczną inteligencje (AI), a zwłaszcza uczenie maszynowe (ML). Jak pokazano na Rysunku 7, system tego typu integruje dane z liczników, instalacji PV, magazynów energii elektrycznej BESS, systemów SCADA/BMS/PLC, ładowarek pojazdów elektrycznych oraz czujników budynkowych i procesowych. Dane są następnie analizowane w ujęciu czasowym, aby rozpoznać bieżący stan instalacji, przewidzieć przyszłe obciążenie oraz określić optymalną strategię pracy urządzeń.

W odróżnieniu od sterowania reaktywnego, opartego na prostych regułach „jeżeli–to" i uruchamianego dopiero po wystąpieniu zdarzenia, MPC podejmuje decyzje z wyprzedzeniem. Algorytm wykorzystuje modele budynku, magazynów energii, źródeł OZE oraz odbiorników, a następnie cyklicznie wyznacza plan sterowania dla zadanego horyzontu, na przykład kilku lub kilkunastu kolejnych godzin. Uwzględnia przy tym prognozy pogody, produkcji PV, cen energii, zapotrzebowania na moc i ciepło oraz przewidywanych pików obciążenia. Dzięki temu możliwe jest wcześniejsze ładowanie magazynu, przesuwanie pracy urządzeń energochłonnych, ograniczanie mocy szczytowej oraz zwiększanie autokonsumpcji energii z OZE.

Strategia optymalizacji musi jednocześnie respektować ograniczenia techniczne i eksploatacyjne instalacji, takie jak dopuszczalny stan naładowania BESS, maksymalna temperatura magazynu ciepła, moc pompy ciepła, dostępna moc przyłącza, limity pracy odbiorników, parametry procesu technologicznego oraz wymagania dotyczące komfortu cieplnego użytkowników. Z tego względu, zgodnie z ideą przedstawioną na Rysunku 7, warstwa predykcyjna nie powinna bezpośrednio zastępować zabezpieczeń i lokalnych układów automatyki. Funkcje krytyczne, blokady, alarmy oraz zabezpieczenia pozostają deterministyczne i są realizowane przez systemy BMS, PLC lub SCADA, natomiast warstwa MPC dostarcza bezpieczne nastawy, harmonogramy oraz rekomendacje działania.

Tak rozumiany kognitywny EMS łączy więc ciąg: dane → analiza → prognoza → optymalizacja → rekomendacja → bezpieczne wykonanie. Pozwala to ograniczać piki mocy, obniżać koszty zakupu energii, zwiększać wykorzystanie lokalnej generacji OZE i poprawiać wykorzystanie magazynów energii elektrycznej oraz cieplnej. Podejście to jest szczególnie przydatne w budynkach komercyjnych, sieciach ciepłowniczych i zakładach przemysłowych, gdzie decyzje podjęte z kilkugodzinnym wyprzedzeniem mogą istotnie zmienić profil zużycia energii, koszty eksploatacyjne oraz elastyczność całego systemu.



Rysunek 7. Schemat działania zawansowanego systemu EMS

Skrócony opis rodzajów sterowania magazynami ciepła przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Wybrane sposoby sterowania magazynami ciepła

Poziom sterowania	Zasada działania	Zaleta	Ograniczenie
Reaktywny	Start i stop według temperatury	Prostota i niski koszt wdrożenia	Brak reakcji na ceny, PV i przyszłe zapotrzebowanie
Harmonogramowy	Praca w określonych godzinach	Łatwe wykorzystanie taryf nocnych lub produkcji PV	Słaba adaptacja do pogody i rzeczywistego odbioru
Regułowy z danymi bieżącymi	Decyzje na podstawie PV, ceny, temperatury i mocy	Dobra relacja efektu do złożoności	Wymaga dobrze dobranych reguł
Predykcyjny MPC	Optymalizacja z użyciem prognoz i modelu instalacji	Uwzględnia wiele celów oraz ograniczeń jednocześnie	Wymaga danych, modelu i starannego uruchomienia

Przykładowo budynek z instalacją PV, pompą ciepła, zasobnikiem CWU i buforem może działać według następującej logiki:

1. EMS prognozuje produkcję PV, temperaturę zewnętrzną i zużycie ciepłej wody na kolejne 24 godziny.
2. Jeżeli prognoza wskazuje dużą produkcję PV, system pozostawia część pojemności zasobnika wolną przed południem.
3. W godzinach wysokiej generacji PV pompa ciepła ładuje zasobnik CWU lub bufor do wyższego, lecz bezpiecznego poziomu temperatury.
4. Wieczorem, gdy PV nie produkuje energii, system ogranicza pracę sprężarki i wykorzystuje wcześniej zgromadzone ciepło.
5. Jeżeli pojawi się sygnał wysokiej ceny energii albo ograniczenia mocy przyłącza, EMS może czasowo obniżyć pobór energii, o ile parametry komfortu oraz dostępność CWU pozostają zachowane.

Podobną logikę można zastosować dla chłodu. W nocy lub podczas wysokiej generacji PV agregat ładuje zbiornik wody lodowej, lodu albo PCM. Podczas gorącego popołudnia magazyn przejmuje część obciążenia, dzięki czemu zmniejsza się moc pobierana przez sprężarki. W przemyśle system może analogicznie ładować magazyn ciepła procesowego w czasie niskich cen energii lub wysokiej dostępności OZE, zachowując ciągłość dostawy pary albo gorącego powietrza do procesu.

Elastyczność energetyczna nie może być osiągana kosztem użytkowników lub bezpieczeństwa procesu. EMS powinien traktować komfort i wymagania technologiczne jako twarde ograniczenia, a nie jako parametr drugorzędny. W budynku oznacza to między innymi dopuszczalny zakres temperatury w pomieszczeniach, dostępność ciepłej wody, wymagania higieniczne CWU oraz właściwe warunki wilgotności i jakości powietrza. W przemyśle obejmuje temperaturę, ciśnienie, jakość medium oraz ciągłość procesu.

Dobrze zaprojektowane sterowanie nie polega zatem na bezwarunkowym wyłączaniu odbiorów podczas szczytu. Polega na takim wykorzystaniu magazynu, aby użytkownik nie odczuł zmiany, a system energetyczny otrzymał potrzebną elastyczność. Budynki mogą reagować na sygnały cenowe i sieciowe, jeżeli wyposażone są w odpowiednie czujniki, automatykę oraz systemy zarządzania energią.

W największej skali magazyn termiczny sterowany przez EMS może stać się nie tylko elementem lokalnej instalacji, lecz także zasobem dla systemu energetycznego. Pojedynczy budynek ma ograniczoną pojemność, ale agregacja wielu zasobników, pomp ciepła, magazynów chłodu i mas termicznych tworzy istotny potencjał, który może być wykorzystany w ramach usług zarządzania popytem (DR and. Demand Response). Taki portfel obiektów może zbiorczo ograniczać pobór energii w okresach przeciążenia sieci, zwiększać zużycie energii podczas nadwyżki OZE lub wspierać pracę lokalnej infrastruktury dystrybucyjnej.

W systemie energetycznym opartym na zmiennych źródłach odnawialnych coraz większą wartość będzie miała nie tylko zdolność do produkowania czystej energii, ale również umiejętność jej wykorzystania we właściwym czasie i w odpowiedniej formie. Magazyn termiczny zapewnia fizyczną możliwość przesunięcia energii w czasie, a EMS decyduje, kiedy tę możliwość wykorzystać. Bez magazynu system sterowania ma ograniczone pole działania; bez inteligentnego sterowania magazyn często pozostaje niewykorzystanym potencjałem.

Największą siłą magazynów termicznych jest ich praktyczność. Mogą mieć postać kilkuset litrów wody w budynku, wspólnego magazynu dla osiedla, podziemnego zbiornika ciepła dla miasta albo ceramicznego bloku dla fabryki. Nie zawsze są spektakularne, lecz właśnie dlatego mogą być wdrażane szeroko — z materiałów znanych, w infrastrukturze, która często już istnieje, i w skali dopasowanej do rzeczywistych potrzeb odbiorcy.

dr inż. Jakub Grela

ERKO

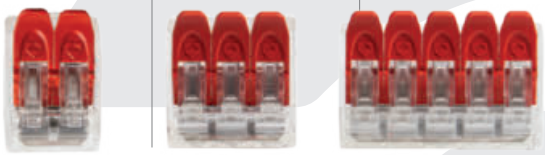
Jeden ruch,
pewne połączenie!

Poznaj szybkozłączki instalacyjne ERKO z dźwignią, które usprawniają codzienną pracę instalatorów i przyspieszają montaż przewodów elektrycznych.

Szybkozłącze 2-biegunowe
TERMINAL_2B/100

Szybkozłącze 3-biegunowe
TERMINAL_3B/50

Szybkozłącze 5-biegunowe
TERMINAL_5B/30



Poznaj nasze produkty:
www.erko.pl

Co je wyróżnia?

- **Montaż przewodów jednodrutowych bez otwierania dźwigni –** wystarczy wsunąć przewód bezpośrednio do złączki!
- **Uniwersalne zastosowanie** – możliwość łączenia przewodów jednodrutowych i wielodrutowych.
- **Wygodny mechanizm dźwigniowy** – szybki montaż i demontaż bez użycia narzędzi.
- **Przezroczysta obudowa** – łatwa kontrola poprawności połączenia.
- **3 warianty do wyboru** – złączki 2-, 3- i 5-torowe, dopasowane do potrzeb instalacji.



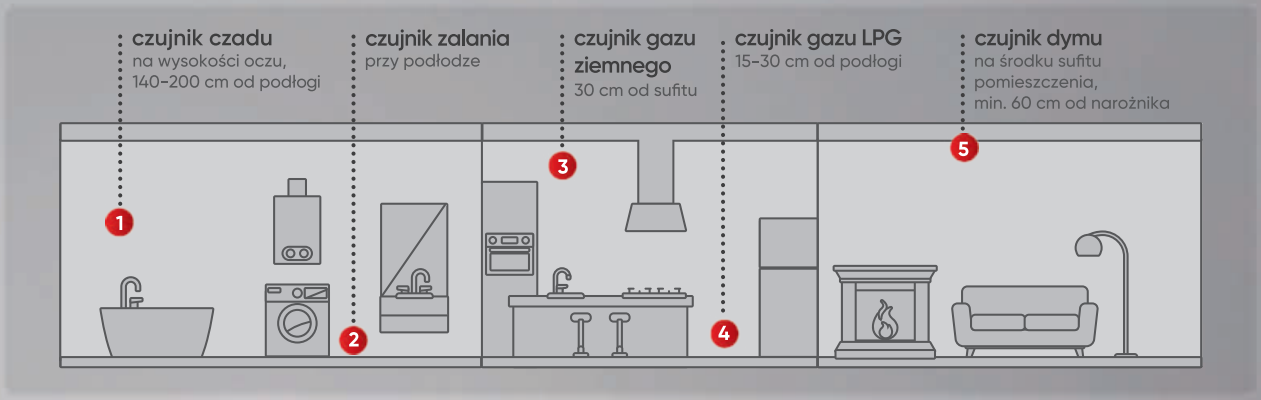


Parametry techniczne:

Przekrój przewodów	0,2–4 mm²
Parametry znamionowe	450 V / 32 A
Długość odizolowania	12 mm

ORNOGROUP

postaw na BEZPIECZEŃSTWO!



Czujnik czadu oznaczony **ZNAKIEM BUDOWLANYM B!**

ORNO **OR-DC-639**

bateryjny detektor **TLENKU WĘGLA**

10 LAT ŻYWOTNOŚĆ SENSORA

ALARM DŹWIĘKOWY I OPTYCZNY

CNBOP-PIB



Powered by tuya

Sprawdź również pozostałe modele **CZUJNIKÓW CZADU!**

ORNO **OR-DC-641**

bateryjny detektor **TLENKU WĘGLA**

10 LAT ŻYWOTNOŚĆ SENSORA

ALARM DŹWIĘKOWY I OPTYCZNY

Pamiętaj o pozostałych czujnikach **ratujących zdrowie i życie**

ORNO **OR-DC-609**

bateryjny detektor **DYMU**

10 LAT ŻYWOTNOŚĆ SENSORA

ALARM DŹWIĘKOWY I OPTYCZNY



ORNO **OR-DC-636**

sieciowy detektor **GAZU ZIEMNEGO**

7 LAT ŻYWOTNOŚĆ SENSORA

PRZYCISK TEST



Daty **obowiązkowego umieszczenia czujników** w lokalach mieszkalnych



PEŁNA OFERTA DETEKTORÓW DOSTĘPNA NA WWW.ORNO.PL

«F&F»®

PSR-463-AUTO

Automatyczny przełącznik sieć - agregat



- Przełącznik z **napędem silnikowym**
- Praca w trybie **automatycznym** lub **ręcznym**
- **Sterowanie** zewnętrznym generatorem
- Wejście **bezpieczeństwa**
- **Zabezpieczenie** nadnapięciowe i podnapięciowe
- **Sygnalizacja** stanu pracy
- **Bezpieczne przełączanie** między zasilaniem **głównym** i **awaryjnym**
- Łatwa **integracja** z istniejącymi instalacjami



«F&F»® F&F Filipowski sp.k., ul. Konstantynowska 79/81, 95-200 Pabianice,
tel.: (42) 227 09 71, (42) 215 23 83, e-mail: biuro@fif.com.pl, www.fif.com.pl