

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

Get digital. Now!

#higherproductivity

FESTO



Festo Automation Experience

Podjmuj decyzje w oparciu o fakty!

Festo Automation Experience (Festo AX) oferuje łatwe w obsłudze moduły oprogramowania do monitorowania komponentów, maszyn i systemów. Zmiana decyzji związanych z utrzymaniem ruchu na takie oparte na danych analizowanych przez algorytmy Sztucznej Inteligencji jest kolejnym krokiem w kierunku bardziej wydajnej i zoptymalizowanej produkcji.

Korzyści:

- **Skrócenie czasu przestoju**, poprzez przewidywanie awarii urządzeń oraz informacje o błędach z wyprzedzeniem
- **Oszczędź do 20%** czasu dzięki klasyfikacji źródeł błędów
- **Zwiększona wydajność** poprzez monitorowanie i identyfikowanie wąskich gardel oraz optymalizację czasu trwania cyklu
- **Ciągłe doskonalenie**, dzięki analizie źródła problemu (root cause analysis: RCA)

Więcej informacji → <http://digital.festo.com>



Numer, miesiąc wydania	Temat przewodni numeru	Uzupełnienie tematyki
1 (261) Styczeń	PRZEMYSŁ 4.0 TECHNOLOGIE 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w górnictwie • Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne • Systemy mechatroniczne • Monitoring i systemy sterowania • Utrzymanie ruchu • Automatyzacja transportu szynowego • Efektywność w energetyce • Napędy • Oleje, środki smarne
2 (262) Luty	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI EFEKTYWNOŚĆ W ENERGETYCE	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo sieci przemysłowych • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Hydraulika siłowa
3 (263) Marzec	AUTOMATYKA I ROBOTYKA	<ul style="list-style-type: none"> • Nowe technologie • Roboty przemysłowe • Termowizja • Aparatura kontrolno-pomiarowa • Systemy mechatroniczne
4 (264) Kwiecień	BEZPIECZEŃSTWO W PRZEMYSŁE	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulika w technice mobilnej • Sterowanie procesami • Efektywność energetyczna • Systemy transportowe • Wytwarzanie energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych • Maszyny i urządzenia dla wodociągów i kanalizacji • Przesył energii • Cyberbezpieczeństwo
5 (265) Maj	TERMOWIZJA, MONITORING, POMIARY	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Technologie przyrostowe 3D • Napędy hybrydowe • Diagnostyka i kontrola urządzeń • Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT – Industrial Internet of Things)
6 (266) Czerwiec	PRZEMYSŁ MASZYNOWY, INNOWACJE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Termowizja, monitoring, układy regulacji • Inteligentny budynek • Robotyka • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Systemy informatyczne
7/8 (267/268) Lipiec/sierpień	SYSTEMY AUTOMATYZACJI W GÓRNICTWIE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Cyfryzacja w ciągu produkcyjnym • Inteligentne układy zasilania, sterowania • Diagnostyka • Nowe technologie • Silniki elektryczne • Transformatory
9 (269) Wrzesień	AUTOMATYKA W ENERGETYCE AUTOMATYKA W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM	<ul style="list-style-type: none"> • Efektywność w energetyce • Automatyka w przemyśle maszynowym • Układy regulacji automatycznej • Systemy transportowe • Maszyny i napędy elektryczne • Komponenty do produkcji oraz systemy dla przemysłu
10 (270) Październik	HYDRAULIKA, PNEUMATYKA I STEROWANIE PRZEMYSŁ 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostyka • Inteligentne układy zasilania • Systemy mechatroniczne • Bezpieczeństwo w przemyśle • Napędy hybrydowe i elektryczne • Oleje, środki smarne • Energia odnawialna
11 (271) Listopad	AUTOMATYZACJA PRODUKCJI	<ul style="list-style-type: none"> • Maszyny i napędy elektryczne • Oprogramowanie, sieci przemysłowe • Technika przemieszczeń liniowych i montażu • Roboty przemysłowe • Sterowniki PLC i systemy sterowania • Systemy transportowe • Innowacje wod.-kan.
12 (272) Grudzień	CYFRYZACJA W PRZEMYSŁE AUTOMATYZACJA TRANSPORTU SZYNOWEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo w przemyśle • Systemy mechatroniczne • Napędy elektryczne i hydrauliczne • Inteligentny budynek • Cyberbezpieczeństwo

Adres redakcji:

47-400 Racibórz
ul. Środkowa 5
tel./fax 32 755 19 17

e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; www.nis.com.pl

Redaktor naczelna: Katarzyna Zajac

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

Redaguje Zespół: Katarzyna Zajac, Ludmiła Urbińska,
Ryszard Klencz

Redaktor statystyczny: Ludmiła Urbińska

tel./fax 32 755 23 23 • e-mail: nis@drukart.pl

Redakcja techniczna: Grzegorz Drobny

tel. 32 755 23 18 • e-mail: redakcja.tech@drukart.pl

Marketing:

• Aleksandra Misiewicz

tel./fax 32 755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl

• Estera Krauze

tel./fax 32 755 18 23 • e-mail: marketing@drukart.pl

• Agnieszka Gutowska

tel./fax 32 755 24 55 • e-mail: marketing7@drukart.pl

Dział prenumerat: Norbert Klencz

tel./fax 32 755 15 74 • e-mail: prenumerata@drukart.pl

Podstawowa korekta tekstu: Marta Chamów**Rada Programowa:**

• prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek - przewodniczący

• prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej Balawender

• prof. Marek Bergander

• prof. zw. dr hab. inż. Witold Byrski

• dr inż. Rafał Hein

• prof. inż. Jaroslav Homišin

• dr inż. Ryszard Jasiński

• prof. zw. dr hab. inż. Marek Jaszczuk

• prof. zw. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz

• dr hab. inż. Grzegorz Karoń

• prof. zw. dr hab. inż. Marian Piotr Kaźmierkowski

• prof. zw. dr hab. inż. Adam Klich

• dr hab. inż. Roman Krok

• prof. zw. dr hab. inż. Igor Piotr Kurytnik

• dr inż. Jacek Paraszczyk

• prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski

• dr hab. inż. Krzysztof Pietruszewicz

• prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Pirog

• prof. Jacek S. Stecki

• dr hab. inż. Michał Stosiak

• dr inż. Zbigniew Szulc

• prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz

• prof. zw. dr hab. inż. Edward Tomasiak

• dr inż. Grzegorz Wiciak

Redaktor tematyczny: prof. zw. dr hab. inż. Wacław Kolek**Wydawca:** Wydawnictwo Druk-Art SC

47-400 Racibórz, ul. Środkowa 5

Patronat honorowy:

Instytut Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Wrocławskiej



Katedra Automatyki
i Inżynierii Biomedycznej
Akademii Górniczo-Hutniczej



Instytut Pojazdów, Konstrukcji
i Eksploatacji Maszyn
Politechniki Łódzkiej

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

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów
niezamówionych.

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiacji tekstów.
Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną
redakcji.

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

Szanowni Państwo!

Dobiega końca kolejny rok, w którym towarzyszyliśmy Państwu, opisując interesujące rozwiązania techniczne czy też ważne wydarzenia, które miały miejsce w branży automatyki. Prezentowaliśmy istniejące na polskim rynku technicznym firmy, zakłady, przedsiębiorstwa. W sposób możliwie najlepszy promowaliśmy nowe produkty, przy okazji kreując wizerunek i markę współpracujących z nami firm. Staraliśmy się dostarczać Państwu ciekawej lektury przygotowanej zarówno przez pracowników nauki, jak i przedstawicieli zakładów stosujących opisywane rozwiązania w praktyce. Ukazywaliśmy w naszym piśmie nieustanny postęp, który jest konsekwencją rozwijającej się myśli technicznej. Mam nadzieję, że pozwoliło to lepiej poznać zmiany, jakie zachodzą na polskim rynku technicznym. Czytając o aplikacjach i nowoczesnych technologiach, z pewnością mogli Państwo poszerzyć swoją wiedzę o nowych produktach czy też wybrać z tej bogatej oferty najbardziej odpowiednie dla siebie rozwiązania. Oczywiście nie zamierzamy na tym poprzestać, stwarzając w miesięczniku „Napędy i Sterowanie” szereg ciekawych okazji do zaprezentowania Państwa firm czy produktów. Nieustannie jesteśmy też otwarci na Państwa propozycje i sugestie. Współpraca taka sprawia, że możemy w coraz lepszy sposób informować Czytelników, o tym, co dzieje się w branży. Z pewnością możemy stwierdzić, że mijający rok nie był łatwy.

Pandemia koronawirusa, która nadal trwa, jest wielkim wstrząsem dla gospodarki europejskiej i światowej. Coraz większe znaczenie mają rozwiązania cyfrowe, których zadaniem ma być pomoc w pracy bez przestoju – rozumiana jako automatyzacja i robotyzacja kolejnych obszarów produkcji, przy jednoczesnej organizacji bezpiecznego środowiska pracy. Pandemia przyspiesza przechodzenie na rozwiązania cyfrowe, gdzie zmiana modelu funkcjonowania firm i sposobu świadczenia usług będzie wymagała rozbudowy infrastruktury i odpowiednich systemów IT. Największym zainteresowaniem będą inwestycje w narzędzia zwiększające produktywność i efektywność pracowników oraz automatyzację i integrację procesów produkcji.

Zanim znów wykonamy – pełen obaw co do przyszłości – krok w kolejny rok, przed nami czas, w którym choć na chwilę

oderwiemy się od codzienności, zatrzymamy się, by pobyc wśród bliskich. W zawirowaniach codzienności, w których praca przeplata się z innymi rodzinnymi obowiązkami, najważniejsze wydaje się miejsce, do którego najchętniej wracamy, uciekając od zgiełku i przepracowania. Własny dom.

Nie bez przyczyny to on staje się tematem tego numeru, bo i nastał najwyższy czas, by doceniając urok życia, żyło nam się nie tylko lepiej, ale również bezpiecznie i co ważne – oszczędnie. Automatyka budynkowa to więc nie tylko aktualny, ale też bardzo pożądany temat, który umożliwia zarówno komfortową, jak i energooszczędną egzystencję. Obecnie bowiem coraz głośniejsze o budynkach nie tylko z automatycznie sterowanymi systemami, ale też o domach samowystarczalnych. Budynki te wyposażone są w kolektory i baterie słoneczne zintegrowane z akumulatorami. Produkowana energia służy do zaspokojenia potrzeb pompy ciepła, która w domowym systemie grzewczym pełni dokładnie takie samo zadanie, jak kocioł węglowy, gazowy czy elektryczny, a więc służy do zasilania w ciepło instalacji centralnego ogrzewania (c.o.) oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.). Dodatkowo zabudowany system rekuperacji, czyli wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, umożliwi wymianę zużytego, brudnego powietrza w domu na czyste, świeże, przy jednoczesnym odzyskiwaniu części zgromadzonego już ciepła.

W oddawanym do rąk Państwa numerze pisma chciałabym polecić jeszcze bardziej techniczne spojrzenie na budownictwo, z perspektywy naukowców: prof. Jarogniewa Rykowskiego, dr. inż. Marka B. Horyńskiego czy prof. Heleny Dodziuk.

Jestem jednak przekonana, że inteligentny budynek tworzą nie zastosowane w nim najnowocześniejsze rozwiązania, ale przede wszystkim ludzie, bez których nawet najbardziej fascynujące zdobycze techniki zupełnie straciłyby sens.

Katarzyna Zajac
redaktor naczelna





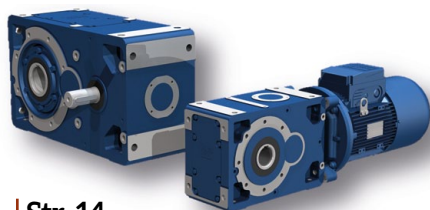
Str. 10

Micropilot FWR30 – zdalne zarządzanie zasarami w mobilnych zbiornikach z tworzyw sztucznych



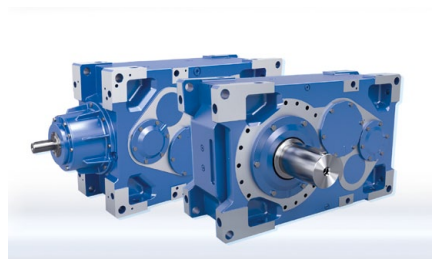
Str. 12

„Celma” – jedno z najstarszych i największych przedsiębiorstw na Śląsku Cieszyńskim obchodzi obecnie 100-lecie swojego istnienia. Okrążył wiek „Celmy”



Str. 14

Napędy mechaniczne – ważne aspekty dotyczące zastosowań przemysłowych



Str. 16

Rozwiązania napędowe do produkcji wapieni



Str. 19

Producent agregatów prądowców FOGO inwestuje w przyszłość z suwnicami ABUS

CO W NUMERZE

Stałe pozycje

- 6 Nowości techniczne
- 90 Zestawienie wybranych firm działających w branży
- 93 Biblioteka

Nauka

- 26 Archipelag sztucznej inteligencji. Część I
R. Tadeusiewicz
- 41 Druk 3D w budownictwie
H. Dodziuk
- 48 Zastosowanie uzwojenia pomocniczego do tłumienia napięć wałowych
T. Jarek, S. Berhausen
- 52 Hydrogenerator do mikroelektrowni wodnej
Z. Goryca, G. Peczkis
- 56 Inteligentny budynek – wprowadzenie
- 58 Instalacje inteligentnego budynku
- 68 Programowanie współczesnych instalacji budynkowych urzeczywistnieniem potrzeb człowieka zaspokajanych przez budynki inteligentne
M.B. Horyński
- 74 Sieci bezadresowe jako sposób sterowania „inteligentnymi” urządzeniami domowymi
J. Rykowski, W. Świtała, T. Jenek
- 82 Górnicze Obserwatorium Magnetyczne przy Kopalni Doświadczalnej „Barbara” i Centrali Ratownictwa Górniczego w Mikołowie
S. Gierlotka
- 84 Początki rozwoju – elektryfikacja kopalń
S. Gierlotka

Technologie i produkty

- 10 **TEMAT Z OKŁADKI:** Micropilot FWR30 – zdalne zarządzanie zasarami w mobilnych zbiornikach z tworzyw sztucznych
Endress+Hauser Polska Sp. z o.o.



Str. 21
Trzy podstawowe parametry pomiaru momentu obrotowego

- 12 „Celma” – jedno z najstarszych i największych przedsiębiorstw na Śląsku Cieszyńskim obchodzi obecnie 100-lecie swojego istnienia. Okrągły wiek „Celmy”
Grupa Cantoni
- 14 Napędy mechaniczne – ważne aspekty dotyczące zastosowań przemysłowych
Rossi Polska Sp. z o.o.
- 16 Rozwiązania napędowe do produkcji wypieków
NORD Napędy Sp. z o.o.
- 19 Producent agregatów prądotwórczych FOGO inwestuje w przyszłość z suwnicami ABUS
ABUS Crane Systems Polska Sp. z o.o.
- 21 Trzy podstawowe parametry pomiaru momentu obrotowego
HBM Biuro Inżynierskie Maciej Zajączkowski
- 23 Szkoła enkoderów firmy LeineLinde. Cz. 5. Elektronika – przewody enkodera
TERM Tomasz Sobczak
- 25 FM Systeme – rodzina profili 40 ma nowe rodzeństwo
5sAUTOMATE



Str. 25
FM Systeme – rodzina profili 40 ma nowe rodzeństwo

Informacje branżowe

- 18 Dni Budownictwa i Architektury – Forum Gospodarcze Budownictwa Build4Future oraz Forum Designu i Architektury D&A
- 24 Ostatnie duże środki na wdrożenie wyników prac B+R w firmach
A. Szymczak – MS-CONSULTING Klaudiusz Szymczak



Str. 41
Druk 3D w budownictwie

Indeks reklam

▷ 5sAUTOMATE.....	6, 25, 90	▷ MS-CONSULTING.....	24
▷ ABUS.....	19	▷ NORD Napędy.....	8, 17
▷ BEFARED.....	29	▷ NOWIMEX.....	37
▷ Build4Future.....	18	▷ Robotyka.com.....	20
▷ ELPROMA ELEKTRONIKA.....	7	▷ Rossi Polska.....	15
▷ Endress+Hauser Polska.....	8, 96	▷ SENOMA.....	9
▷ FESTO.....	1	▷ Stäubli Łódź.....	6
▷ Grupa Cantoni.....	6, 13	▷ STAUFF Polska.....	43
▷ HBM Biuro Inżynierskie Maciej Zajączkowski.....	7, 21	▷ Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL.....	7
▷ HYDAC.....	33	▷ TERM Tomasz Sobczak.....	8, 23
▷ IOW TRADE.....	47		

NOWOŚCI TECHNICZNE

Stäubli przedstawia nową generację multizłączy – CombiTac direct

Stäubli przedstawia nową generację złączy modułowych CombiTac direct, charakteryzującą się maksymalnie przyjaznym dla użytkownika sposobem montażu i konserwacji.



Stäubli Electrical Connectors wprowadza na rynek pierwszą serię zupełnie nowej generacji złączy służących do realizacji połączeń silnoprądowych, sygnałowych i pneumatycznych. Produkty te są przeznaczone zarówno do połączeń manualnych, jak i w pełni automatycznych. Charakteryzują się lekką, nowoczesną konstrukcją, zapewniającą najwyższe standardy bezpieczeństwa. CombiTac direct to niezawodne i maksymalnie przyjazne w konserwacji rozwiązania modułowe dla wielu sektorów przemysłowych i zastosowań.

Nowy element w rodzinie CombiTac

Seria CombiTac direct stanowi nową generację w modułowym systemie złączy CombiTac, który został tym samym podzielony na dwie linie: CombiTac uni i CombiTac direct. Obie są dostosowane do różnych zastosowań w przemyśle ogólnym, automatyzacji, produkcji i testowaniu samochodów, medycynie i opiece zdrowotnej, kolejnictwie, transporcie i logistyce. Zapewniają klientom elastyczność w doborze odpowiedniego produktu, umożliwiając spełnienie dokładnych wymagań dotyczących wydajności i optymalizacji procesów.

Pomysł na stworzenie nowej serii zrodził się z bieżących potrzeb rynku złączy modułowych i trendów – w celu zmniejszenia kosztów montażu i konserwacji do absolutnego minimum.

Stäubli Łódź Sp. z o.o.
www.staubli.pl

Smartshift Robotics.

Łatwa i szybka wymiana narzędzia

Zwiększ elastyczność i produktywność swojej firmy dzięki automatycznej i autonomicznej pracy robota między wieloma zadaniami i narzędziami w tej samej jego celi.



Uniwersalny system wymiany narzędzi SMARTSHIFT zapewnia szybkie i łatwe użycie oraz ponowną wymianę narzędzi oraz umożliwia robotowi przechodzenie od jednego narzędzia do drugiego, a tym samym zarządzanie wieloma zadaniami w produkcji. Sprzęgło automatycznej wymiany narzędzi umożliwia robotowi zmianę zadań i narzędzi na nowe, wymianę uszkodzonego lub zużytego narzędzia w ciągu kilku sekund, a tym samym uzyskanie krótszego czasu cyklu i nieprzerwanej produktywności w dowolnych zastosowaniach.

SMARTSHIFT zapewnia wysoką kompatybilność z prawie wszystkimi lekkimi i współpracującymi robotami i narzędziami. Ma unikalny, opatentowany projekt i funkcjonalność, która zapewnia wytrzymałość, szybkość i precyzję dla uzyskania najwyższej jakości wykonania każdego zadania.

Oplacalny dla każdej branży i zastosowania niezależnie od wielkości i typu.

5sAUTOMATE Sp. z o.o.
5sAUTOMATE.com

Silniki dla przemysłu spożywczego Grupy Cantoni

Wychodząc naprzeciw zapotrzebowaniu klientów, Fabryka Silników Elektrycznych BESEL SA w Brzegu, należąca do GRUPY CANTONI, wchodzi w nową branżę, wdrażając do produkcji serię silników dla przemysłu spożywczego.



Ze względu na specyficzne warunki pracy, w szczególności higieniczno-sanitarne, konstrukcja silnika jest bardzo specyficzna.

Wszystkie elementy obudowy silnika (korpus, tarcze łożyskowe, końcówka wału) są wykonane ze stali nierdzewnej wg AISI 316L (odpowiedniki X2CrNiMo17-12-2 wg EN i 1.4404 wg DIN). Wał, ze względu na materiał nierdzewny niemagnetyczny z dużą zawartością niklu, jest wykonywany specjalną technologią opracowaną w firmie BESEL SA. Polega ona na łączeniu części wału wystającej poza silnik, wykonanej z pręta niemagnetycznego, z częścią wału znajdującą się we wnętrzu silnika, w jego polu magnetycznym, wykonaną z pręta magnetycznego (stal C45E).

Kolejną cechą charakterystyczną tej serii silników jest gładka, bezżeberkowa obudowa silnika oraz brak zewnętrznych śrub skręcających obie tarcze do korpusu. Silniki nie mają skrzynki zaciskowej, a kabel zasilający (w specjalnej oponie) jest wyprowadzony (przez specjalną dławnicę) przez powierzchnię czołową tarczy łożyskowej od strony przeciwnapędowej.

Silniki są wykonane w stopniu ochrony IP66 lub innym uzgodnionym z klientem.

Wszystkie powyższe cechy pozwalają na zachowanie czystości wokół urządzeń mających kontakt z żywnością, zarówno poprzez utrudnione osadzanie się zanieczyszczeń, jak i łatwe ich usuwanie (mycie silnika).

Ze względu na chłodzenie tylko powierzchniowe (emisyjne) wg IC 410 wg IEC-EN 60034-6 na etapie zapytania ofertowego konieczne jest ustalenie rodzaju pracy (S1, S2, S3... lub innej).

Seria silników 3-fazowych może być wykonywana od wielkości mechanicznej 56 do 90 na dowolne napięcie i częstotliwość sieci zasilającej.

Fabryka Silników Elektrycznych BESEL SA
Grupa Cantoni
www.cantongroup.com

NOWOŚCI TECHNICZNE

ClipX – jednokanałowy wzmacniacz pomiarowy

- Wejścia uniwersalne dla takich wielkości, jak: siła, odkształcenie, moment obrotowy, ciśnienie, przemieszczenie, temperatura, prąd i napięcie.
- Wysoka klasa dokładności 0,01 z 24-bitową rozdzielczością i 3,5 kHz pasmem przenoszenia.
- Wysoka elastyczność dzięki otwartym standardowym interfejsom.



HBM wprowadza na rynek swój nowy przemysłowy kondycjoner sygnału ClipX. Z klasą dokładności wynoszącą 0,01 i dołączonym cyfrowym certyfikatem kalibracji, ClipX wyznacza nowe standardy w sterowaniu procesami przemysłowymi. Moduł dostosowuje się do każdego zadania pomiarowego, niezależnie od tego, czy jest używany w aplikacjach jedno-, czy wielokanałowych, maszynach produkcyjnych lub w monitorowaniu produkcji, komunikując się z wykorzystaniem nowoczesnych interfejsów: PROFINET, PROFIBUS, Ethernet/IP™, EtherCAT® lub podając jako sygnał prąd lub napięcie.

Intuicyjny interfejs WWW umożliwia zdalną obsługę, parametryzację i diagnostykę. ClipX monitoruje się samodzielnie i pomaga zapobiegać przestojom maszyny ze względu na wczesne wykrywanie usterek. HBM, oprócz asortymentu kondycjonerów sygnałów i systemów akwizycji danych, oferuje również czujniki do pomiaru momentu obrotowego, siły, przemieszczenia i innych wielkości mechanicznych. Klienci korzystają z kompletnego rozwiązania do pomiarów przemysłowych i sterowania z szybkim czasem konfiguracji, wysoką jakością danych pomiarowych, gwarantujących dokładne wyniki w całym łańcuchu pomiarowym.

HBM Biuro Inżynierskie Maciej Zajączkowski
www.hbm.com.pl

Czas i synchronizacja

Przyszła inteligentna energetyka różni się od tej obecnej. Niesie ona liczne zalety, ale wymaga solidnych fundamentów infrastruktury, aby lepsze nie okazało się wrogiem dobrego. Do krytycznych atrybutów zapewniających stabilność *smart grid* należy dokładny czas i jego synchronizacja.

W inteligentnej rozproszonej energetyce przyszłości nadrzędna rola klasycznych elektrowni zostanie ograniczona. Prąd będzie wytwarzany przez wiele równoważnych instalacji jednocześnie. Te „fabryki prądu” będą zapewne znacznie oddalone od siebie. W odróżnieniu od współczesnej dystrybucji, prąd będzie musiał być przekazywany dwukierunkowo i kierunki te będą się dynamicznie zmieniać w czasie. Zaczną obowiązywać tutaj zasady podobne do kierowania ruchem kolejowym, z tą różnicą, że odpowiedniki „zwoznic” (funkcję tę pełnią przełączniki/przełączniki o akronimie IED – ang. *Intelligent Electronic Device*) muszą być przełączane jednocześnie po obu stronach „toru” i to z dokładnością milionowej części sekundy (mikrosekundy – 1 μs).

W erze *smart grid* Przemysłu 4.0 wytwarzanie energii elektrycznej będzie wymagało zapewnienia identycznego wzorca czasu na dużym obszarze, tak aby każde z rozproszonych, równoważnych źródeł prądu mogło produkować napięcie zmienne 50 Hz. Częstotliwość ta określona normą techniczną jest chroniona prawnie. Z racji tego faktu ponownie chcielibyśmy podkreślić obecną i przyszłą istotną rolę polskiego czasu urzędowego.



ELPROMA ELEKTRONIKA Sp. z o.o.
www.elpromatime.com

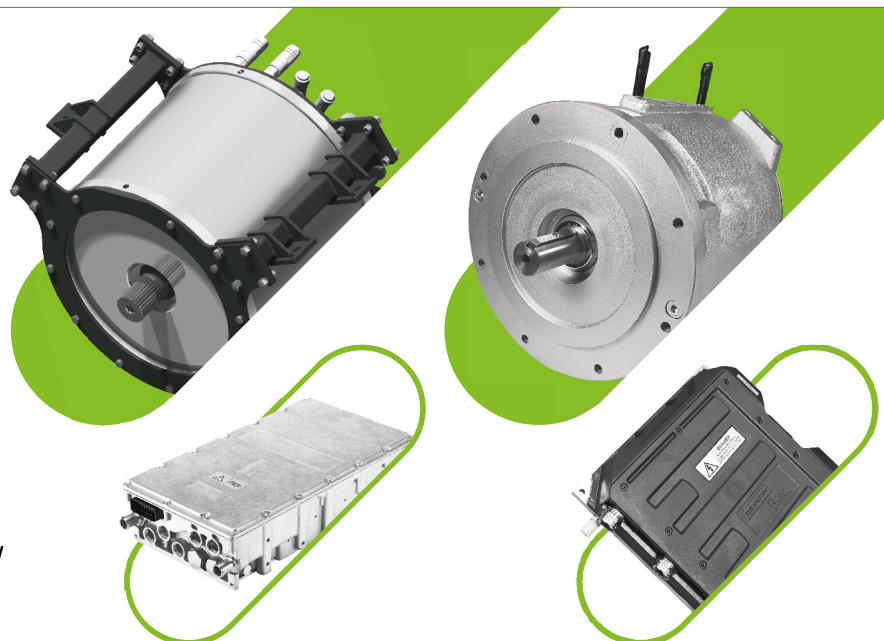
reklama



Łukasiewicz
Instytut Napędów
i Maszyn
Elektrycznych
KOMEL

Łukasiewicz – KOMEL
specjalizuje się m.in. w:

- / parametryzacji i doborze napędów elektrycznych oraz akumulatorów,
- / projektowaniu i wykonywaniu napędów elektrycznych.



KONTAKT / www.komel.lukasiewicz.gov.pl / info@komel.lukasiewicz.gov.pl

NOWOŚCI TECHNICZNE

Bezpieczne, niezawodne i wszechstronne: przekładnie z kołnierzem wyłaczarki

Dla cięższej eksploatacji NORD DRIVESYSTEMS rozszerza modułową przekładnię przemysłową o kołnierze do wyłaczarki. Kołnierze można dostosować dla łatwego montażu do niemal wszystkich wymiarów montażowych.



Dla wymiaru przekładni przemysłowych od 5 do 11 o znamionowym momencie obrotowym od 15 kNm do 80 kNm NORD oferuje kilka wersji kołnierza wyłaczarki. Dzięki dużym łożyskom oporowym można zapewnić bezpieczne kompensowanie sił i długą trwałość eksploatacyjną. Kołnierze wyłaczarki umożliwiają zakładom konstrukcyjnym i zakładom przetwórstwa tworzyw sztucznych uzyskanie napędów, które cechują bezpieczeństwo, niezawodność i wszechstronność na wysokim poziomie. Oferta przekładni przemysłowych Grupy NORD zapewnia szeroki zakres opcji dla wałów napędzających i napędzanych, pozycji montażowych, uszczelnień i monitorowania temperatury.

NORD Napędy Sp. z o.o.
www.nord.com

Urządzenie t-mass F/I 300/500 – niezawodny i uniwersalny przepływomierz termiczny z możliwością pomiarów dwukierunkowych oraz detekcją przepływu wstecznego

Wyjątkowa konstrukcja czujnika opracowanego przez Endress+Hauser oraz unikatowe w swojej klasie funkcje monitoringu t-mass F/I 300/500 gwarantują optymalną kontrolę nad procesem. Nawet przy znacznych zaburzeniach przepływu zapewnia on stabilny i dokładny pomiar we wszystkich gałęziach przemysłu. Nowe czujniki w połączeniu z wszechstronnymi przetwornikami Proline 300/500 otwierają kolejne możliwości w sterowaniu procesem, pomiarze ilości gazu, wykrywaniu nieszczelności czy zarządzaniu zużyciem energii.



reklama

Nawet w przypadku zmiennych procesów t-mass F/I 300/500 zapewnia niezrównaną dokładność ($\pm 1,0\%$) oraz powtarzalność pomiaru ($\pm 0,25\%$). Dzięki dużej zakresowości pomiaru (1000:1) gazy o niskim ciśnieniu i małej prędkości przepływu nie stanowią już problemu. Solidna i wytrzymała konstrukcja pozwala na długotrwałą eksploatację urządzenia bez konieczności konserwacji. Przepływomierze termiczne t-mass F i I mogą być stosowane przy temperaturach procesowych do 180°C i ciśnieniu do 40 barów.

Gas Engine – elastyczny pomiar nawet najbardziej skomplikowanych mieszanin gazowych

Urządzenie t-mass F/I 300/500 posiada zintegrowane oprogramowanie, umożliwiające precyzyjne wyznaczanie przepływu masowego nawet w zmiennych warunkach procesowych.

Więcej informacji na temat t-mass F/I 300/500 można znaleźć tutaj: https://eh.digital/t-mass_pl.

Endress+Hauser Polska Sp. z o.o.
www.pl.endress.com

Wielofunkcyjny przełącznik czasowy TY92 firmy Elettromeccanica CDC srl

Wielofunkcyjny przełącznik czasowy TY92 firmy Elettromeccanica CDC srl, który oferowany jest z trzema podzakresami czasowymi – 12 s, 12 min oraz 12 h. Można go zamówić w dwóch wersjach zasilania – 24 V AC/DC oraz 230 V AC. Urządzenie posiada również sygnalizację dźwiękową przekroczenia ustawionego zakresu czasowego. Przydatną funkcją jest zapamiętywanie wartości odmierzzonego czasu po odłączeniu zasilania. Dwa wyjścia przełącznikowe przeznaczone są do zamykania lub otwierania obwodów sterujących pracą urządzenia zewnętrznego.



Do prezentowanego przełącznika można zamówić podstawkę przyłączeniową, która pozwala na podłączenie przewodów w łatwy sposób.

TERM Tomasz Sobczak
www.term.pl

Które wydanie
miesięcznika
jest dla Ciebie?

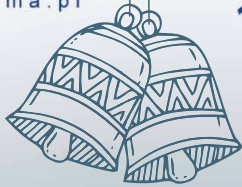
1/2021 Przemysł 4.0 • Technologie 3D

2/2021 Automatyka produkcji • Efektywność w energetyce

3/2021 Automatyka i robotyka

SENOMA

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

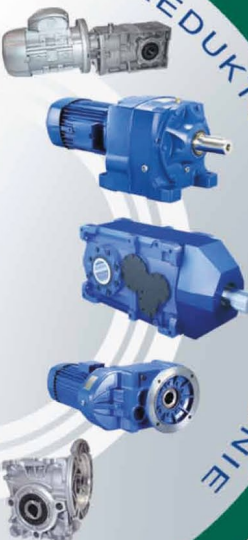


Z okazji Świąt Bożego Narodzenia oraz zbliżającego się Nowego Roku pragniemy złożyć Naszym Klientom i Kontrahentom serdeczne życzenia, dużo sukcesów, zdrowia i uśmiechów.

H
A
M
U
L
C
E



www.senoma.pl
TECHNIKA NAPĘDOWA
MOTOREDUKTORY, PRZEKŁADNIE



W
A
Ł
Y
C
A
R
D
A
N
A



Ł
A
Ń
C
U
C
H
Y
F
L
A
T
T
O
P
Y



S
I
L
N
I
K
I
F
A
L
O
W
N
I
K
I
S
O
F
T
S
T
A
R
T
Y



P
I
E
R
Ś
C
I
E
N
I
E



www.senoma.pl
TECHNIKA NAPĘDOWA
S
P
R
Z
E
G
Ł
A



<p>Viva</p> <p>Omega</p> <p>Wrapflex</p> <p>Thomas</p> <p>Addax</p> <p>Steelflex</p> <p>Liflign</p> <p>Orange Peel Guard</p>	<p>REXNORD</p> <p>TOP-Distributor 2011</p> <p>The company <i>Senoma Sp. z o.o.</i> is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in Europe.</p> <p>By excellent product knowledge and customer focus, Senoma Sp. z o.o. has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.</p>	<p>REXNORD</p> <p>TOP-Distributor 2010</p> <p>The company <i>Senoma</i> is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in DACH+ sales</p>	<p>REXNORD</p> <p>TOP-Distributor 2009</p> <p>The company <i>Senoma</i> is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in English speaking area.</p> <p>By excellent product knowledge and customer focus, Senoma has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.</p> <p>Declared by Rexnord</p> <p>Uwe Palm Key-Account-Manager Mechelen, May 2010</p> <p>Eric Bickley General Manager Mechelen, May 2010</p>	
	<p>REXNORD</p> <p>TOP-Distributor 2012</p> <p>The company <i>Senoma Sp. z o.o.</i> is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in Europe.</p> <p>By excellent product knowledge and customer focus, Senoma Sp. z o.o. has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.</p> <p>Declared by Rexnord</p> <p>Lubomir Vlk Area Sales Mng Mechelen, June 2013</p> <p>Rodrigo Madiedo Coupling Marketing Mng Mechelen, June 2013</p>	<p>REXNORD</p> <p>TOP-Distributor 2011</p> <p>The company <i>Senoma</i> is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in DACH+ sales</p>	<p>REXNORD</p> <p>TOP-Distributor 2010</p> <p>The company <i>Senoma</i> is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in DACH+ sales</p>	<p>REXNORD</p> <p>TOP-Distributor 2009</p> <p>The company <i>Senoma</i> is one of the TOP-10 distributors of Rexnord couplings in English speaking area.</p> <p>By excellent product knowledge and customer focus, Senoma has distinguished himself in outstanding consulting- and service performance.</p> <p>Declared by Rexnord</p> <p>Uwe Palm Key-Account-Manager Mechelen, May 2010</p> <p>Eric Bickley General Manager Mechelen, May 2010</p>

Micropilot FWR30 – zdalne zarządzanie zapasami w mobilnych zbiornikach z tworzyw sztucznych

Pierwsza bezprzewodowa, zasilana bateryjnie radarowa sonda poziomu jest już dostępna w sprzedaży. Zyskaj wiedzę o aktualnej lokalizacji oraz napełnieniu cieczą każdego paletopojemnika, mauzera lub kontenera magazynowego. Urządzenie pracuje w chmurze i jest w stanie wytrzymać na jednej baterii nawet 10 lat.

Przy ponad 2,2 mln zrealizowanych aplikacji i ponad 50-letnim doświadczeniu radarowe sondy poziomu Endress+Hauser są jednym z kluczowych elementów oferty firmy. Ich wysoka trwałość i niezawodność gwarantują uniwersalność w różnorodnych warunkach, w tym m.in. w szerokim zakresie zmian ciśnienia i temperatury oraz w środowiskach chemicznie agresywnych. Nowa generacja sond Micropilot cechuje się kompaktową konstrukcją i łatwością obsługi, a także elastycznością, pozwalającą dostosować je do szerokiej gamy aplikacji. Dodatkową zaletą jest możliwość montażu na stacjonarnych i mobilnych zbiornikach z tworzyw sztucznych.

Zarządzanie i monitoring poziomu cieczy odgrywa ważną rolę w wielu branżach przemysłu. Nawozy płynne, woda w rolniczych systemach irygacyjnych, środki chemiczne lub czyszczące dla przemysłu spożywczego lub środki upłynniające do produkcji betonu – to tylko kilka przykładów. Zwykle do tego celu wykorzystywane są paletopojemniki i mauzery. Aby zapewnić ciągłość produkcji i zapobiec przestojom, ciecze w nich przechowywane muszą być zawsze dostępne w wystarczających ilościach.

Wraz ze wzrostem liczby zbiorników pojawia się wyzwanie skutecznego kontrolowania ich lokalizacji i poziomu napełnienia. Fakt, że często znajdują się one w odległych miejscach i są rozproszone geograficznie, nie ułatwia tego zadania. W ponad 80% wszystkich



zakładów pomiar poziomu odbywa się ręcznie. Ten rodzaj monitoringu jest czasochłonny i kosztowny. Bardzo często dochodzi do tego, że braki w zapasach odkrywane są dopiero w momencie, gdy zbiornik jest już pusty, a proces produkcyjny zostaje wstrzymany. Nawet zwiększenie zapasów w większości przypadków nie stanowi dobrej alternatywy ze względu na koszty magazynowania. Potrzebne jest więc lepsze rozwiązanie.

Optymalne zarządzanie zawartością zbiorników magazynowych

Aby sprostać tym wyzwaniom, Endress+Hauser opracował innowacyjną sondę poziomu, komunikującą

się z chmurą. To rozwiązanie znacznie upraszcza zarządzanie zapasami w aplikacjach stacjonarnych i mobilnych. Podobnie jak w przypadku konwencjonalnych urządzeń, pomiar opiera się na czasie przelotu mikrofal o wysokiej częstotliwości. Są one emitowane przez antenę i odbijane od powierzchni przechowywanego medium. Czas przelotu odbitego impulsu radarowego jest wprost proporcjonalny do odległości. Przy znanej geometrii zbiornika można łatwo obliczyć poziom płynu. Jednak nowy Micropilot FWR30 potrafi znacznie więcej.

Jako pierwszy na świecie bezprzewodowy czujnik IIoT 80 GHz łączy w sobie wysokiej klasy technologię i przyjazne dla użytkownika usługi w jednym

ekonomicznym urządzeniu. Dostęp do danych pomiarowych można uzyskać w dowolnym czasie i z dowolnego miejsca na świecie. Komunikacja jest możliwa dzięki zintegrowanej łączności bezprzewodowej GSM/LTE.

Montaż jest łatwy i może być wykonany w czasie krótszym niż trzy minuty. Dzięki zasilaniu baterijnemu urządzenie może pracować w dowolnym miejscu nawet przez 10 lat bez konieczności wymiany lub być umieszczone na zbiorniku mobilnym. Niewielkie rozmiary pozwalają na montaż na zbiornikach składowanych pionowo jeden na drugim.

Oprócz ciągłego pomiaru poziomu, użytkownik może również monitorować lokalizację zbiornika mobilnego za pośrednictwem łączności komórkowej. Pierwszy działający w chmurze czujnik radarowy dostarcza dokładne dane tam, gdzie wcześniej możliwe były tylko szacunki. Pomaga optymalizować procesy logistyczne oraz magazynowe, a także zaoszczędzić cenny czas, zapewniając ciągły i łatwy dostęp do informacji o zapasach.

Typowe zastosowania

Sonda radarowa Micropilot FWR30 może być wykorzystywana do pomiaru poziomu oraz zarządzania zapasami w mobilnych i stacjonarnych zbiornikach z tworzyw sztucznych. Ponadto możliwy jest też monitoring ich położenia. Zakres pomiarowy to 15 metrów, a zakres temperatur przechowywanej cieczy wynosi od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$. Ze względu na bezkontaktową metodę pomiaru Micropilot FWR30 może być stosowany do pomiaru różnorodnych cieczy. Działa tam, gdzie zawodzą inne metody pomiarowe, ze względu na korozję, właściwości ściernie, wysoką lepkość lub toksyczność.

Oprogramowanie dostosowane do potrzeb użytkownika

W zależności od indywidualnych wymagań, użytkownicy mogą wybrać jedną z trzech usług. W każdym przy-



padku dostęp do sondy poziomu Micropilot można uzyskać za pomocą komputera, tabletu lub smartfona. Aplikacje Endress+Hauser spełniają wysokie wymagania w zakresie bezpieczeństwa i ochrony danych.

Netilion Value to podstawowa usługa chmurowa do monitoringu napełnienia zbiorników. Udostępnia pulpit nawigacyjny wraz z aktualnymi wartościami mierzonymi, danymi historycznymi, alarmami oraz powiadomieniami. Inteligentne sondy poziomu można dodawać za pomocą kilku kliknięć.

Netilion Inventory oferuje usługę monitoringu, pozwalającą na realizację podstawowych zadań z zakresu logistyki. System posiada dodatki umożliwiające prognozowanie i ułatwia zlecenie nowych dostaw w celu uzupełnienia poziomu w zbiornikach.

SupplyCare Hosting to kompleksowe rozwiązanie do zarządzania zapasami, pozwalające na wgląd w historię zdarzeń. Operator otrzymuje konfigurowalny pulpit nawigacyjny z szeregiem danych analitycznych, jak np. średni stan zapasów czy wydajność. Zarządzanie użytkownikami polega na przypisywaniu ról, a modyfikowalne prawa dostępu pozwalają na integrację z dostawcami, klientami i partnerami. SupplyCare Hosting umożliwia również komfortowe planowanie zapotrzebowania oraz może zostać zintegrowany ze wszystkimi popularnymi systemami ERP.

Co wyróżnia sondę radarową Micropilot FWR30?

- Ekonomiczny i bezkontaktowy, radarowy pomiar poziomu w technologii 80 GHz gwarantującej wysoką dokładność i powtarzalność.
- Pełna transparentność w magazynowaniu i logistyce cieczy.
- Komfort użycia.
- Dostęp do istotnych danych z każdego miejsca, o każdej porze.
- Skalowalność: od monitoringu pojedynczego punktu pomiarowego do systemu zarządzania zapasami.
- Zasilanie bateryjne i łączność komórkowa.
- Certyfikowana usługa chmurowa spełniająca najwyższe wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony danych. ■

Więcej informacji na:
www.pl.endress.com.

Endress+Hauser 

Endress+Hauser Polska Sp. z o.o.

ul. Wołowska 11

51-116 Wrocław

tel. 71 773 00 00

fax 71 773 00 60

e-mail: info.pl@endress.com

www.pl.endress.com

„Celma” – jedno z najstarszych i największych przedsiębiorstw na Śląsku Cieszyńskim obchodzi obecnie 100-lecie swojego istnienia

Okrągły wiek „Celmy”

Za początek dzisiejszej „Celmy-Indukty” przyjmuje się datę 20 października 1920 roku. Wtedy z inicjatywy inżyniera Karola Rusza rodem z Wędrzyna, na bazie warsztatów mechanicznych, zaczęły działać Zakłady Elektromechaniczne w Ustroniu. Sam założyciel po I wojnie światowej wrócił w rodzinne strony, uzyskawszy wcześniej dyplom w Lille we Francji, nabywając jednocześnie w firmie Louisa Becquarta licencję na produkcję silników elektrycznych. Myślał o uruchomieniu fabryczki po lewobrzeżnej stronie Olzy, ale podział Śląska Cieszyńskiego w 1920 roku spowodował jego przeprowadzkę do Cieszyna, bo czuł się Polakiem. Poszukiwał obiektu, który by się nadawał na urządzenie fabryki. Podczas rozmowy ze swoim kolegą szkolnym Pawłem Nikodem – wówczas pastorem w Ustroniu – ten wskazał na swojego znajomego Andrzeja Szczepańskiego – właściciela warsztatu mechanicznego. I tak pod Równicą zawiązała się spółka pod nazwą Zakłady Elektro-Mechaniczne, której najpoważniejszymi udziałowcami byli właśnie Szczepański i Rusz.

W połowie 1921 roku wyprodukowano pierwszy silnik, a już jesienią wyroby ustronńskiego zakładu zostały pokazane na Targach Wschodnich we Lwowie. Pomieszczenia w Ustroniu szybko okazały się za ciasne, ale traf chciał, iż likwidowano wówczas fabrykę maszyn rolniczych w Cieszynie, która posiadała odlewnię przy obecnej ulicy



Widok cieszyńskiej hali fabrycznej w okresie międzywojennym



3 Maja. Jej właściciela dopuszczono do spółki i wiosną 1922 roku przeniesiono produkcję do Cieszyna. Odtąd sprowadzano z Lille tylko części, których import zastrzegł sobie licencjodawca, natomiast dostawców surowca, półfabrykatów i materiałów pędnych znaleziono w Warszawie, na Górnym Śląsku i w pobliskiej Czechosłowacji.

Wiele firm na terenie kraju, w tym Zakłady Elektro-Mechaniczne, nie wytrzymało panującej wtedy hiperinflacji. Cieszyńska fabryka przyniosła ogromne straty i zaprzestano produkcji. Inżynier Rusz szybko znalazł nabywcę przedsiębiorstwa, którym został znany już w świecie szwajcarski koncern Brown-Boveri, a ściślej jego filia, czyli Polskie Zakłady Elektryczne Brown-Boveri w Warszawie. Akt kupna-sprzedaży został podpisany wiosną 1926 roku i fabryka znowu ruszyła. Jej szefem pozostał inż. Karol Rusz.

Zakłady uzyskały dostęp do nowoczesnej technologii, nabywca nie szczędził też pieniędzy na inwestycje. Wzniesiono nowe hale produkcyjne, gmach administracyjny i inne obiekty. Wydatnie wzrosła produkcja. Znowu jednak dał o sobie znać kryzys gospodarczy, który spowodował wstrzymanie produkcji w 1931 roku. Zwolniono załogę, a założyciel fabryki wyjechał do Francji i tam już pozostał.

Tymczasem tanio, bo za 0,5 mln zł (więcej były warte same budynki), kupiły fabrykę Zakłady Elektromechaniczne Rohn-Zieliński w Warszawie, które stały się również właścicielem licencji Brown-Boveri. Produkcja, wznowiona w marcu 1933 roku, bardzo szybko rosła, co miało związek m.in. z budową Centralnego Okręgu Przemysłowego. Do sierpnia 1939 roku nadolziańską fabrykę opuściło 32 tys. silników, 14 tys. aparatów elektrycznych, 2100 zespołów pompowych. Wtedy w fabryce pracowało 550 osób, czyli 1/6 ogółu zatrudnienia w cieszyńskim przemyśle.

Po zakończeniu II wojny światowej od maja 1945 roku Zakłady Elektromechaniczne Rohn-Zieliński SA zaczęły działać pod zarządem państwowym. W kolejnych latach następowało uruchamianie produkcji nowych serii silników klatkowych i przeciwybuchowych. Na początku 1961 roku przedsiębiorstwo przyjęło nazwę Fabryka Maszyn Elektrycznych „Celma” Cieszyn, zaś w lipcu 1972 roku doszło do połączenia z Cieszyńską Fabryką Narzędzi „Cefana”. „Celma”, oprócz tradycyjnie produkowanych silników elektrycznych, została także producentem nowoczesnych elektronarzędzi.

W lutym 1991 roku Zakłady Elektromaszynowe „Celma” w Cieszynie zostały przekształcone w jednoosobową spółkę

akcyjną Skarbu Państwa – ZEM CELMA SA. W sierpniu 1992 roku na jej bazie powstały cztery spółki: Elektronarzędzia CELMA SA, Zakład Transportowy Sp. z o.o., Odlewnia Żeliwa „Pawła” w Żorach Sp. z o.o. oraz Maszyny Elektryczne CELMA SA. Właśnie ta ostatnia spółka została spadkobierczynią wizji inżyniera Karola Rusza, pozostając w lokalizacji dawnego zakładu nad Olzą i kontynuując produkcję nowoczesnych silników elektrycznych. Cztery lata później jej akcje nabyła firma Elektrim SA. W 2001 roku sfinalizowano proces przekształcenia własnościowego spółki. Głównym akcjonariuszem została Interlektra Holding SA (obecnie Cantoni Group S.R.L.). W dniu 30 grudnia 2011 roku Sąd Rejonowy w Bielsku-Białej zarejestrował połączenie spółki Maszyny Elektryczne CELMA SA z Fabryką Maszyn Elektrycznych INDUKTA SA (rok powstania 1878). W ten sposób powstała obecnie funkcjonująca fabryka Celma Indukta SA z siedzibą w Cieszynie.

Obecnie Celma Indukta jest liczącym się w Unii Europejskiej producentem silników elektrycznych, będąc – obok Spółek Emit SA i Besel SA – jednym z głównych motorów napędowych Grupy Cantoni, z ponad 70-procentowym udziałem eksportu. Silniki Celmy Indukty sprzedawane są na całym świecie, od odległych Stanów Zjednoczonych, Kanady czy Peru, poprzez całą Europę, kraje Afryki, Bliski i Daleki Wschód, aż po krańce Syberii.

Grupa Cantoni to światowy lider produkcji silników elektrycznych (w zakresie mocy od 0,04 kW do 6000 kW), hamulców do silników elektrycznych, aparatury i narzędzi. W skład Grupy Cantoni wchodzi następujące firmy produkcyjne:

Besel SA, Celma Indukta SA, Emit SA, Ema-Elfa Sp. z o.o., Fenes SA, Fana Narzędzia Sp. z o.o., Besel-Formit Sp. z o.o., Narmod Sp. z o.o. i spółka Cantoni Motor SA, która jest międzynarodowym biurem sprzedaży oraz siedzibą główną Grupy.

Oferta silnikowa Grupy Cantoni obejmuje silniki jednofazowe i trójfazowe ogólnego przeznaczenia o różnych klasach sprawności oraz silniki do specjalnych zastosowań lub przeznaczone do pracy w szczególnych warunkach. Należą do nich silniki przeciwwybuchowe, trakcyjne, do pomp, dla przemysłu chemicznego i maszynowego, do pracy na statkach i w kopalniach oraz silniki do wielu innych aplikacji w różnych gałęziach przemysłu. Grupa oferuje również silniki zaprojektowane i wykonane na indywidualne zamówienie klienta. Produkcja odbywa się w 100% w Polsce z wysokiej jakości materiałów i komponentów polskich oraz europejskich.

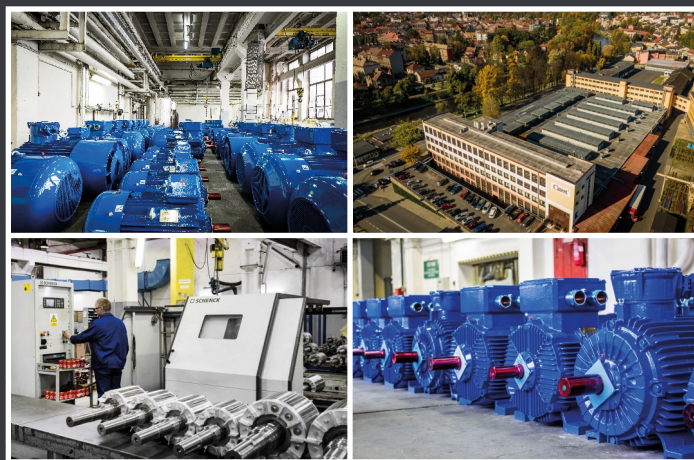
Produkty Grupy Cantoni spełniają najwyższe standardy jakości, wydajności i niezawodności nawet w najtrudniejszych zastosowaniach. ■



Cantoni[®]

GROUP

DRIVING YOUR BUSINESS



100 lat tradycji

since 1920[®]



since 1878



www.cantonigroup.com

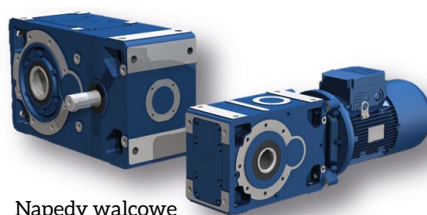
reklama

Napędy mechaniczne – ważne aspekty dotyczące zastosowań przemysłowych

„Sercem” każdej maszyny jest jej układ napędowy, którego bezawaryjna praca oraz właściwa żywotność są kluczowe dla poprawnego funkcjonowania urządzenia, linii produkcyjnej, a czasem – w przypadku głównych jednostek – nawet całego zakładu. Każdy nieplanowany przestój to znaczne straty dla firmy, dlatego warto sięgać po rozwiązania „zahartowane w boju”, od sprawdzonego producenta. Warto również zwracać uwagę zarówno na właściwy dobór, jak i serwis przekładni podczas ich użytkowania.

Najczęściej stosowanym obecnie rozwiązaniem dla napędów maszyn są motoreduktory. Ewentualną zaletą motoreduktora są jego zwarte gabaryty oraz relatywnie niska masa. Ponadto cechuje go brak obciążeń promieniowych i osiowych na wejściu przekładni oraz ochrona elementów wejściowych przed zapyleniem, wynikająca z bezpośredniej instalacji silnika. Oczywiście układ taki nie wymaga również „zewnętrznych” elementów przeniesienia momentu obrotowego z silnika na wejście reduktora, takich jak koła pasowe i pasy, sprzęgła etc., i jest pod tym kątem bezobsługowy. W przypadku większych mocy (od kilkudziesięciu kilowatów mocy zainstalowanej), standardem nadal pozostają napędy ze sprzęgłem zabudowanym pomiędzy silnikiem a przekładnią oraz układem łagodnego rozruchu.

Zarówno w przypadku reduktorów, jak i motoreduktorów, na rynku można spotkać dwa rozwiązania techniczne – przekładnie z korpusem dzielonym lub monolitycznym (tzw. monoblok). Korpus dzielony ułatwia serwis przekładni i przez to jest czasem preferowany przez użytkowników. Należy jednak pamiętać, że napęd taki ma zdecydowanie wyższą masę oraz gorsze parametry pracy od przekładni wykonanej w monobloku.



Napędy walcowe i stożkowo-walcowe Rossi z uniwersalnym korpusem monolitycznym

Wystarczy wspomnieć, że napęd w korpusie monolitycznym, dzięki większej sztywności korpusu oraz zwiększonej wytrzymałości, przenosi momenty obrotowe wyższe nawet o ok. 20–30% niż przekładnia w korpusie dzielonym o podobnych gabarytach. Dlatego też standardem u wiodących producentów napędów są przekładnie z korpusami monolitycznymi. Wyjątek stanowią tutaj jedynie bardzo duże, kilku- lub kilkunastotonowe jednostki *heavy duty*, gdzie ułatwiony dostęp jest wymuszony gabarytami wykorzystywanych komponentów.

Niestety, zauważalna na rynku tendencja do oszczędności za wszelką cenę jest w dłuższej perspektywie bardzo kosztowna dla użytkownika, który często boryka się z awariami, nieprzewidzianymi przestojami oraz obniżoną wydajnością czy też energochłonnością produkcji. Dlatego dobierając rozwiązanie napędowe czy też akceptując rozwiązanie zaproponowane przez dostawcę maszyny, warto zwrócić uwagę na kilka ważnych aspektów:

- **Typ napędu.** Najtańsze, ale jednocześnie najmniej trwałe pozostają napędy ślimakowe, popularne szczególnie w urządzeniach z silnikami małych mocy. W większych – najczęściej stosowane rozwiązania to napędy walcowe oraz stożkowo-walcowe. Ciekawym rozwiązaniem dla układów o średnich i niskich obrotach wyjściowych (jak np. układy wygarniające, przenośniki klasyczne i płytowe, napędy jazdy i obrotu etc.) są bardzo odporne na przeciążenia przekładnie planetarne.
- **Współczynnik pracy fs** (określany też symbolem *fb* lub opisowo, jako współczynnik bezpieczeństwa napędu albo *service factor*). Określa on „zapas” parametrów przekładni w stosunku do zainstalowanej mocy, tj. jej zdolność do przenoszenia udarów i przeciążeń oraz stopień obciążenia przy normalnej pracy. Współczynnik ten powinien być dopasowany do określonych warunków pracy oraz rodzaju maszyny: im trudniejsze warunki i dłuższa wymagana żywotność, tym powinien on być wyższy. Wytyczne dot. doboru mogą różnić się u różnych producentów, stąd warto odwołać się do ich katalogów. Należy jednak ZAWSZE pamiętać, że pozorna oszczędność przy zakupie zbyt małego napędu będzie wiązała się z jego awaryjnością oraz koniecznością wymiany po krótkim okresie użytkowania. Lepiej zatem wydać nieco więcej na dobrze dobraną, czasem o rozmiar większą jednostkę, która przy zakupie może być droższa o 20–30%, ale w normalnych warunkach powinna posłużyć 2–3 razy dłużej niż napęd dobranej „oszczędnościowo”.
- **Sposób instalacji silnika.** Na rynku można spotkać motoreduktory ze standardowymi silnikami kołnierзовymi oraz silnikami ze zintegrowanymi zębnikami. Te drugie napędy są nieco tańsze w zakupie, jednak w przypadku serwisu okazują się niezwykle kosztowne – wymiana elementów na stopniu wysokoobrotowym, które zazwyczaj najszybciej ulegają zużyciu (koła zębate, łożyska), jest w tym przypadku bardzo utrudniona i często wiąże się z koniecznością wymiany całego



Kompaktowe rozwiązanie napędowe oparte na motoreduktorach planetarnych Rossi

silnika. W przypadku przekładni z silnikami kołnierзовymi dostęp do jej elementów wejściowych jest zdecydowanie łatwiejszy, istnieje też dowolność wyboru dostawcy silnika.

- **Łatwość montażu.** Szczególnie w przypadku większych zakładów preferowana jest unifikacja napędów, tak aby ograniczyć liczbę ich typów i ułatwić późniejszy serwis. Warto uwzględnić w tym przypadku napędy o uniwersalnym, łatwym w montażu korpusie, gdzie taką samą jednostkę można instalować w różnych pozycjach pracy i konfiguracjach (np. lewo/prawo, poz. obrocona etc.).
- **Rodzaj oleju i odpowietrzenia.** W przypadku napędów pracujących na zewnątrz i/lub w otoczeniu zapyłonym wskazany jest odpowietrznik ciśnieniowy z filtrem powietrza, który najlepiej chroni przed dostawaniem się wilgoci i zanieczyszczeń do wnętrza przekładni. Przekładnie mogą być zalane olejem syntetycznym o bardzo dobrych parametrach smarowania w dużym zakresie temperatur otoczenia lub też tańszym olejem mineralnym o 2–3 razy krótszym okresie eksploatacyjnym oraz węższym zakresie temperatur. Wymiana oleju, szczególnie w przypadku większych napędów, to również znaczący koszt dla użytkownika. Warto zatem zwrócić uwagę, jaki olej proponuje dostawca napędu w swoim standardzie. **KONIECZNIE** należy przestrzegać właściwych okresów wymiany oleju – zużyty i/lub zanieczyszczony środek smarny prowadzi do bardzo szybkiego zużycia się elementów napędu oraz kosztownych napraw.

Reasumując: właściwy dobór i eksploatacja napędu są niezwykle ważnym aspektem. Warto w tym przypadku bazować na sprawdzonych rozwiązaniach, rozpatrując wszelkie kwestie techniczne i kosztowe nie jako jednorazowy wydatek przy zakupie przekładni, ale „pakietowo” – w kontekście długofalowego użytkowania napędów.

Do wiarygodnych dostawców takich rozwiązań z pewnością należy firma Rossi – liczący się w branży producent, który od ponad 65 lat dostarcza rozwiązania napędowe do wielu segmentów przemysłu. Asortyment firmy obejmuje 17 katalogów produktowych, stąd łatwo można dobrać dla siebie rozwiązanie „szyte na miarę”, do tego przetestowane już wcześniej w wieloletniej eksploatacji w przeróżnych aplikacjach przemysłowych.

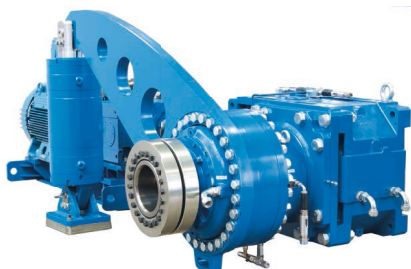
Z punktu widzenia Użytkownika bardzo ważne jest też lokalne wsparcie oraz serwis posprzedażny. Na tym polu Rossi oferuje pomoc techniczną swoich fachowców, zarówno na etapie doboru napędu i jego dopasowania do potrzeb urządzenia, jak i późniejszego wsparcia posprzedażnego.

Zapraszamy do współpracy! ■

Rossi Polska Sp. z o.o.
Równinna 31, 87-100 Toruń
tel. 56 649 04 50 – 51
e-mail: info.poland@rossi.com
www.rossi.com

reklama

**Zdrowych,
Wesołych Świąt,
bezpiecznego Nowego Roku**



Wszystkim Państwu życzymy Świąt Bożego Narodzenia pełnych miłości oraz spokoju. Pragniemy serdecznie podziękować naszym Partnerom i Przyjaciółom za zaufanie i współpracę w niełatwym 2020 roku. Życzymy sukcesów i pomyślności, a przede wszystkim dużo zdrowia w nadchodzącym Nowym Roku.

www.rossi.com


Rossi
Habasit Group

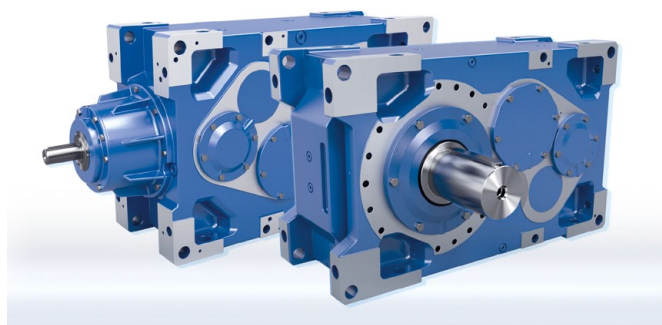
Rozwiązania napędowe do produkcji wypieków

Po awarii napędu w piekarniach Fine Lady Bakeries wybrano jako zamiennik przekładnię NORD MAXXDRIVE.

Od wielu lat Fine Lady Bakeries produkuje szeroką gamę pieczywa w swoim 10-hektarowym zakładzie w Oxfordshire (Anglia). Razem z fabryką w Manchesterze firma co tydzień dostarcza do swoich odbiorców miliony bochenków chleba. Oprócz tego produkuje różne rodzaje bułek, a także specjalne, tradycyjne wielkopiątkowe „gorące bułki krzyżowe”. Ponieważ szczególnie w okresie wielkanocnym następuje znaczny wzrost produkcji, niezwykle ważne jest, aby w tym czasie wyposażenie szaf garowniczych działało doskonale. Kiedy w Fine Lady Bakeries zawiodła przekładnia ważnego bębna nawijającego, producent wypieków potrzebował błyskawicznego, ale długoterminowego rozwiązania. W związku z tym piekarnia zwróciła się do znajdującej się w pobliżu firmy NORD GEAR LTD, brytyjskiego oddziału NORD DRIVESYSTEMS GROUP. Aby piekarnia mogła jak najszybciej wznowić produkcję, uszkodzona przekładnia konkurencji wymagała wymiany. Zastosowano standardowy napęd firmy NORD, ze specjalnie zaprojektowanym i wykonanym wałem.

Technik NORD udał się do zakładu Fine Lady Bakeries i na miejscu zbadał uszkodzenie przekładni. Zaczął od zapisania głównych wymiarów, takich jak średnica i długość wału, a także pozycja pracy przekładni na szafie garowniczej i stwierdził, że projekt instalacji był wystarczająco elastyczny, aby pomieścić nową przekładnię, jako że ramę montażową można było zmodyfikować. Średnica i długość oryginalnego wału przekładni musiały zostać zachowane w celu dopasowania do wymiarów sprzęgła napędowego.

Przy wyborze nowego rozwiązania napędowego należało wziąć pod uwagę maksymalny wyjściowy moment obrotowy istniejącej przekładni. Było to 25 000 Nm przy prędkości wyjściowej 1 obr./min. Ponadto wybrana przekładnia musiała wytrzymać siłę osiową przenośnika ciągłego, który zgodnie z projektem został umieszczony bezpośrednio na przekładni.



Po obliczeniu obciążenia osiowego firma NORD zdecydowała się na zastosowanie w tym przypadku przekładni przemysłowej z serii MAXXDRIVE. Przekładnie NORD MAXXDRIVE są specjalnie zaprojektowane do ciężkich zastosowań, takich jak mieszalniki, taśmociągi, miksery, młyny, bębny, kruszarki, i zapewniają wysokie wyjściowe momenty obrotowe od 15 000 do 282 000 Nm przy cichej pracy i długiej żywotności. Nasze przekładnie przemysłowe są wyposażone w łożyska wysokiej jakości o niskim tarciu oraz w specjalną wersję jednoczęściowego korpusu UNICASE z usztywnieniem przeciw siłom skrętnym.

Największym wyzwaniem przy wdrożeniu rozwiązania napędowego w brytyjskiej piekarni był fakt, że czas dostawy dużych przekładni przemysłowych może wynosić od 4 tygodni dla wykonań standardowych do 16 tygodni dla reduktorów o bardziej złożonych wymaganiach. Przekładnia Fine Lady Bakeries wymagała specjalnego wału, który musiał zostać określony i zaprojektowany w siedzibie NORD w Niemczech. Ze względu na nagłą sytuację w Fine Lady Bakeries zespół NORD zrobił wszystko, co było w jego mocy. Projekt był gotowy w ciągu 24 godzin, a piekarnia otrzymała ofertę wraz z rysunkiem

konstrukcyjnym. Czas dostawy przekładni ze specjalnym wałem wynosi zwykle 12 tygodni, ale w tym przypadku czas ten udało się skrócić do mniej niż sześciu tygodni. Po dokonaniu niezbędnych modyfikacji istniejącej ramy montażowej firma NORD zajęła się również instalacją zamówionych przekładni, aby instalacja mogła jak najszybciej wznowić pracę. Nowa koncepcja przekładni firmy NORD nie tylko daje firmie Fine Lady pewność, że może w pełni polegać na lokalnym serwisie i doradztwie, ale także, że może polegać na wysokim poziomie produktywności.

Pieczenie wymaga wielu wzajemnie powiązanych i złożonych procesów oraz wymaga tradycyjnych umiejętności piekarniczych. Dlatego NORD DRIVESYSTEMS oferuje indywidualne rozwiązania dla piekarni rzemieślniczych, jak również dla przemysłowych linii produkcyjnych. Specjalnie dla przemysłu piekarniczego oferujemy w naszym portfolio rozwiązania takie, jak wzmocnione łożyskowanie wału do napędów mieszalników lub wysoce dynamiczne i pozycjonujące napędy pasowe. Nasze napędy są również dostępne w wersji przeciwybuchowej do środowisk zapylnych. Specjalnie do zastosowań w mieszalnikach opracowaliśmy również system SAFOMI. Nazwa ta jest skrótem od *Sealless Adapter For Mixers* (bezuszczelkowy adapter do mieszalników). Ten specjalny adapter IEC łączy w jednym elemencie funkcje standardowego adaptera IEC i zbiornika wyrównawczego oleju. Adapter SAFOMI IEC posiada prostą,



kompaktową konstrukcją i został wyposażony w zintegrowany zbiornik wyrównawczy oleju. Nie są wymagane dodatkowe zbiorniki oleju i węże, jak również umieszczone pomiędzy przekładnią a cylindrem IEC promieniowe uszczelnienie wału podatne na wycieki i zużycie. Kompaktowe połączenie przemysłowych przekładni MAXXDRIWE®, adaptera SAFOMI IEC i silnika napędowego stanowi najlepszy wybór do zastosowań w mieszalnikach i procesach mieszania, ograniczający zużycie części i ilość dołączonych komponentów. ■

NORD Napędy Sp. z o.o.

reklama



MOJA MOBILNA USŁUGA SERWISOWA

JEST PRODUKCJI NORD!

NOWA APLIKACJA NORDCON APP

- bezprzewodowe programowanie
- przenoszenie kopii parametrów 1 przyciskiem
- diagnostyka i podgląd parametrów online



REDUKTOR + SILNIK + FALOWNIK = NOWOCZESNY NAPĘD



NORD Napędy sp. z o.o. | tel.: +48 12 288 99 00 | biuro@nord.com
nord.com

Dni Budownictwa i Architektury – Forum Gospodarcze Budownictwa Build4Future oraz Forum Designu i Architektury D&A

Organizowane już po raz trzeci Forum Gospodarcze Budownictwa „Build4Future” w swojej najbliższej odsłonie podejmie najbardziej aktualne dla sektora tematy – tym razem dyskusje odbędą się online.

Forum do tej pory towarzyszyło najważniejszym w naszym kraju targom branżowym, czyli Międzynarodowym Targom Budownictwa i Architektury BUDMA. Z uwagi na sytuację epidemiczną Targi przełożono z lutego na listopad (23–26.11.2021 r.), jednak w związku z wieloma wyzwaniami, jakie stoją przed branżą już u progu przyszłego roku, organizatorzy podjęli decyzję o realizacji „Build4Future” w formule online, w dniach 1–2 lutego 2021 r.

Już dzisiaj wiadomo, że pierwszy dzień branżowych debat poświęcony będzie m.in. analizie rynku inwestycji mieszkaniowych i komercyjnych, nowym technologiom w budownictwie oraz prefabrykacji jako odpowiedzi na oczekiwania współczesnego budownictwa.

W drugim dniu Forum wiodącym tematem będą finansowanie i realizacja inwestycji infrastrukturalnych oraz nowa ustawa „Prawo zamówień publicznych”.

Współorganizatorami Forum „Build4Future” są Grupa MTP oraz Polski Związek Pracodawców Budownictwa, a wśród partnerów merytorycznych i branżowych znajdują się m.in. Polski Związek Firm Deweloperskich, Polski Klaster Budownictwa, Stowarzyszenie „Energooszczędne Domy Gotowe”, Polska Izba Inżynierów Budownictwa, Polska Izba Budownictwa oraz Związek „Polskie Okna i Drzwi”.

Już dzień później, 3 lutego, odbędzie się Forum Designu i Architektury – inspirujące spotkanie z udziałem światowych autorytetów z Polski, Europy i świata, pod intrygującym tytułem „Sumienie detalu”. Wydarzenie, od kilku lat także organizowane przy najważniejszych w kraju Targach Budownictwa i Architektury BUDMA, zyskało znaczne grono sympatyków. Na czym skupi się tegoroczna edycja? Przenieśmy się do Internetu i wspólnie znajdziemy odpowiedź.

Wcale nie musi być widoczny: detal, bo o nim mowa, choć ciąży ku konkretowi, ogniskuje uwagę i skupienie. Prowadzić może też do myślenia nie o istocie tego, co mamy w rękach – cegły, izolacji czy świetlówki, ale o relacjach łączących podobne przedmioty ze światem natury czy z przyszłością. To, co prozaiczne, niewielkie, sprzyjać może tworzeniu architektury zrównoważonej i odpowiedzialnej społecznie. W kontekście walki z kryzysami do głosu dochodzą wartości, ale też dokonują się przesunięcia w świecie materialnym. Troska o ten wymiar może



wiązać się z myśleniem o relacjach między ludźmi, budynkiem, środowiskiem. Zmienia się także profesja – architekt to coraz częściej specjalista rozwijający się w określonym kierunku, myślący o tworzonych wnętrzach, budynkach, układach z określonej perspektywy. Skupienie się na detalu łączy też projektantów z branżystami – stawia w centrum rozwiązania (oświetleniowe, izolacyjne, konstrukcyjne i wiele innych), ale jednocześnie stawia przed nimi nowe wyzwania.

Kto tym razem będzie dzielił się z uczestnikami Forum swoją wizją? Organizatorzy zaprosili gości specjalnych: Tima Ingolda, profesora antropologii społecznej, dyrektora Instytutu Antropologii na Uniwersytecie Aberdeen, oraz Larsa Emila Kragha, Dyrektora ds. Rozwoju biznesu w Duńskim Stowarzyszeniu Firm Architektonicznych. W debacie udział wezmą także: Bogna Świątkowska, Marta Sękulska-Wrońska, Małgorzata Kucwicz oraz Maciej Frąckowiak.

Na wydarzenie odbywające się w formule online zapraszają organizatorzy i patroni honorowi: Grupa MTP, Izba Architektów Rzeczypospolitej Polskiej, Stowarzyszenie Architektów Polskich SARP, Narodowy Instytut Architektury i Urbanistyki. ■

Więcej informacji: www.forumdia.pl

Więcej szczegółów na stronach www.build4future.pl oraz www.forumdia.pl

Producent agregatów prądowórczych FOGO inwestuje w przyszłość z suwnicami ABUS

FOGO Sp. z o.o. jest obecnie największym producentem agregatów prądowórczych w Polsce. Firma rozpoczęła działalność produkcyjną w 2003 r. w Wilkowicach w Wielkopolsce, przez kolejne lata sukcesywnie budując swoją pozycję na rynku. Zyskała uznanie potwierdzone wieloma prestiżowymi wyróżnieniami, m.in. wręczaną przez Parę Prezydencką nagrodą „Teraz Polska”. Ponad połowa sprzedaży FOGO kierowana jest na rynki zagraniczne, co sprawia, że spółka plasuje się w pierwszej dziesiątce producentów agregatów prądowórczych w Europie. Spółka realizuje politykę jakościową, starannie selekcionując swoich dostawców i wybierając tych, którzy także kładą nacisk na jakość dostarczanych produktów.

Produkcja agregatów odbywa się w hali produkcyjnej o powierzchni 25 000 m². W dziale mechanicznym, w którym odbywa się cięcie, zaginanie i spawanie rur, pracuje 11 robotów spawalniczych. Proces wspomagają dwa lekkie systemy modułarnych dźwignic podwieszanych ABUS HB o udźwigu 500 kg. Po etapie malowania skręcana jest rama i dołączane są do niej: silnik, prądnice i wymienniki ciepła. Odbywa się to przy pomocy czterech suwnic jednodźwigarowych ABUS typu ELK o udźwigu 12,5 t. Produkt finalny jest transportowany przy pomocy dźwignic ABUS do pomieszczenia, gdzie zostaje poddany testom. Największe agregaty mają 16 m długości, natomiast masa produkowanych tu biogazowni sięga 40 t. Transport tych ostatnich jest realizowany przez 2 suwnice dwudźwigarowe ABUS typu ZLK o udźwigu 16 t.

W bieżącym roku FOGO dokonało inwestycji w budowę hali o powierzchni 16 000 m². Szacuje się, że po jej otwarciu wolumen produkcji zwiększy się trzykrotnie. Nową inwestycję spółki będzie obsługiwało 14 suwnic dwudźwigarowych ABUS typu ZLK, sterowanych radiowo za pomocą ABURemote Button. W jednej z naw hali pracować będzie ponad 40 robotów przemysłowych, a znajdujący się tam magazyn automatyczny przeznaczony jest do składowania prawie 4000 t blachy. Aby zwiększyć efektywność przepływu materiałów i zoptymalizować proces produkcji, w każdej z naw będą pracowały dwudźwigarowe suwnice ZLK firmy ABUS. Dźwignice zostały wyposażone w system tandemu, który umożliwia sterowanie dwiema suwnicami jednocześnie. Takie rozwiązanie jest bardzo pomocne m.in. przy przemieszczaniu między stanowiskami długich elementów czy wielkich gabarytów. Suwnice posiadają również system antykolizyjny, aby zabezpieczyć je przed zderzeniem.



Poza halą planuje się umiejscowić magazyn wspomagany suwnicą dwudźwigarową ZLK o udźwigu 32 t/16 t z dwiema wciągarkami. Dostawca – spółka ABUS Crane Systems Polska – wyposażyla urządzenie w system pomiaru siły wiatru oraz w system *wind lock*, który umożliwia operatorowi zaparkowanie i zablokowanie suwnicy na końcu torowiska, aby uniemożliwić powstanie sytuacji potencjalnie niebezpiecznej, spowodowanej warunkami atmosferycznymi.

Firma FOGO inwestuje w zwiększenie mocy produkcyjnej, umacniając pozycję spółki w Europie i na świecie. Dalsze plany spółki zakładają powiększanie powierzchni magazynowych. ■

ABUS Crane Systems Polska Sp. z o.o.

reklama

Suwnica do 120t
Modułowość
Plug and Play
Synchronizacja
Łagodny rozruch

ABUS

Dbałość o szczegóły i środowisko

Zielone inwestycje Polskiej Chemii

Realizacja celów Europejskiego Zielonego Ładu nie będzie możliwa bez sektora chemicznego, który będzie odgrywał jedną z kluczowych ról. Transformacja klimatyczna może stanowić dużą szansę dla Polskiej Chemii, wymaga jednak wdrożenia wielu kosztownych inwestycji, co wiąże się z dużym ryzykiem. Konieczna jest międzysektorowa współpraca oraz wsparcie administracji unijnej i krajowej. Postulaty dotyczące tego niezwykle ważnego tematu dla całego przemysłu były prezentowane przez ekspertów w trakcie IV Debaty „Inwestycje Polskiej Chemii w kierunku zielonej transformacji”, która zorganizowana została przez Polską Izbę Przemysłu Chemicznego (PIPC) w ramach Kampanii „Polska Chemia”.

Branża chemiczna jest trzecim pod względem zatrudnienia sektorem przemysłowym i źródłem innowacji dla całej gospodarki. Zapewnia 320 tys. miejsc pracy, stanowi 17% udziału w przemyśle, co generuje ponad 275 mld zł wartości produkcji sprzedanej. Rolę Polskiej Chemii dostrzega Małgorzata Jarosińska-Jedynak, Sekretarz Stanu w Ministerstwie Funduszy i Polityki Regionalnej. Minister potwierdziła w trakcie debaty, że administracja planuje wsparcie dla firm z sektora chemicznego, m.in. zawarte w Krajowym Planie Odbudowy (KPO) projekty będą wspierać przedsiębiorców w innowacyjności i wdrażaniu inicjatyw związanych z gospodarką o obiegu zamkniętym. Dofinansowanie dla firm wdrażających rozwiązania ekologiczne będzie zagwarantowane zarówno na poziomie krajowym, jak i lokalnym. Na możliwość pozyskania funduszy z grantów UE wskazywał także dr Jarosław Piekarski, główny specjalista

operacyjny z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Krajowego Punktu Kontaktowego Programów Badawczych UE. Zaprezentował on konkurs Green Deal H2020, w którym aplikacje na innowacyjne projekty przyjmowane są od 22 września 2020 r. do 26 stycznia 2021 r.

Dr inż. Tomasz Zieliński, Prezes Zarządu Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego, także zwrócił uwagę na kluczową rolę Polskiej Chemii oraz potrzebę wsparcia administracji.

– Istnieje konieczność, aby oficjalnie uznać sektor chemiczny za strategiczny dla polskiej gospodarki, co już podkreślano w trakcie VII Kongresu Polska Chemia. Patrząc na inwestycje i potrzeby całej branży, potrzebujemy realnego, konkretnego wsparcia ze strony administracji, aby móc zrealizować cele Europejskiego Zielonego Ładu – powiedział Prezes Zarządu PIPC.

Wodór szansą na realizację celów Europejskiego Zielonego Ładu

Ekspertsi uczestniczący w IV Debacie w ramach Kampanii „Polska Chemia” zwrócili uwagę na szanse, jakie ze sobą niesie wykorzystanie wodoru. Grupa Azoty planuje wykorzystanie tego gazu we własnej działalności, w celu zmniejszenia emisyjności – już teraz firma prowadzi strategiczne projekty wodorowe m.in. w Puławach i Kędzierzynie Koźlu, o czym mówiła Olga Dzilińska-Pietrzak, Pełnomocnik Zarządu ds. regulacyjnych w zakresie energii i klimatu oraz ds. MiFID 2. Zwróciła ona także uwagę na konieczność rozwoju całkiem nowych technologii, dlatego ważne jest, aby Komisja Europejska nie dyskryminowała różnych rodzajów wodoru ani w zakresie finansowania, ani tym bardziej w zakresie regulacji.

Wiele inwestycji związanych z ochroną środowiska realizuje także PKN ORLEN. Koncern przeznaczy aż 25 mld zł do 2030 roku na programy ograniczające ślad węglowy, o czym poinformował

Hubert Peciakowski z Biura Wdrażania Paliw Alternatywnych. Koncern paliwowy realizuje także szereg inwestycji związanych z wykorzystaniem wodoru. Ekspert zaznaczył jednak, że kluczowe dla wprowadzania do obrotu wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie, jest równoczesne i konsekwentne podjęcie działań w wielu obszarach. Spółka będzie inwestować w rozwój sieci stacji oferujących wodór. Pierwsze stacje będą dedykowane komunikacji miejskiej, ale firma przewiduje, że będzie można na nich tankować również samochody osobowe.

Grupa LOTOS również wdraża projekty wodorowe, produkuje ona ok. 125 tys. ton rocznie tego gazu. Piotr Kociński, Doradca Zarządu ds. Wodnorodnych, przedstawił projekt koncernu z PSE, w ramach którego wodór będzie produkowany metodami elektrolizy. Grupa LOTOS planuje także wykorzystanie nowoczesnych technologii, takich jak *blockchain* lub SaaS w swojej strategii wodorowej. Dzięki SaaS planowane jest umieszczenie aplikacji w Chmurze Krajowej, co zwiększy jej dostępność.

Branża chemiczna jest innowacyjna i efektywnie dostosowuje swoje strategie biznesowe do regulacji UE. Europejski Zielony Ład może stanowić szansę dla Polskiej Chemii i zwiększyć jej konkurencyjność, konieczne jest jednak wsparcie administracji unijnej i krajowej. Temat zielonych inwestycji i branży chemicznej został poruszony także w ramach TECHCO Forum, które odbyło się w formule online w dniach 2–3 grudnia br. W trakcie nowego wydarzenia zaprezentowane zostały najważniejsze aktualne tematy, które są istotne nie tylko dla sektora chemicznego. Nowa inicjatywa PIPC stanowi płaszczyznę dyskusji, prezentacji, opisów *case studies* i propozycji nowych rozwiązań dla całego polskiego przemysłu. ■

Źródło: Polska Izba Przemysłu Chemicznego

reklama



Najnowsze informacje ze świata robotyki
katalog branżowy | aplikacje robotów | targi



Trzy podstawowe parametry pomiaru momentu obrotowego

Precyzja urządzeń do pomiaru momentu obrotowego ma coraz większe znaczenie na stanowiskach do testowania mocy i aplikacjach do monitorowania produkcji, gdzie wydajność ma kluczowe znaczenie dla spełnienia wysiłków w zakresie zrównoważonego rozwoju przemysłowego. Powszechnie przyjmuje się, że wszystkie sektory przemysłu muszą poprawiać swoją wydajność i jednocześnie zmniejszać zanieczyszczenie środowiska. Te wymagania można spełnić jedynie poprzez dokładne monitorowanie obciążeń mechanicznych wyposażenia stanowiska testowego i komponentów przetwarzających.

Moment obrotowy jest wielkością mechaniczną mierzoną w dwóch kierunkach: zgodnym i przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Sam kierunek obciążenia to ważny parametr dla przetwornika momentu obrotowego i czujników na stanowisku badawczym, ale na te elementy wpływa wiele dodatkowych czynników, które mogą powodować błędy w pomiarze. Względny błąd odwracalności, powtarzalności i liniowości – jej odchyłka, łącznie z histerezą – są dodatkowymi kwestiami wpływającymi na wydajność systemów pomiaru momentu obrotowego. Wszystkie te błędy należy w razie potrzeby zredukować/skompensować do minimum, gdyż wpływają na dokładność systemu, szczególnie przy

wysokich wartościach przetwornika momentu obrotowego.

Istnieją cztery specyficzne terminologie używane do definiowania przetwornika z bezpośrednim uwzględnieniem jego możliwości mechanicznych: nominalny moment obrotowy; maksymalny moment obrotowy roboczy; graniczny moment obrotowy i moment niszczący.

1. Nominalny moment obrotowy określa próg najwyższego obciążenia przetwornika, dla którego określone tolerancje nie są przekraczane przez układ pomiarowy. Określa idealny zakres tolerancji mechanicznej komponentu i może służyć do określania dokładności z uwzględnieniem wszystkich zakłóceń odniesionych do pełnej skali.
2. Maksymalny moment roboczy definiowany jest przez dopuszczalny poziom dokładności w relacji pomiędzy momentem obrotowym a sygnałem wyjściowym. Podane wartości w karcie katalogowej mogą zostać przekroczone. Systemy pomiaru momentu obrotowego mogą być stosowane do maksymalnej wartości roboczej, ale lepiej jest monitorować sygnały wyjściowe w obszarze pomiędzy nominalną i maksymalną roboczą wartością momentu.
3. Graniczny moment obrotowy i moment niszczący odnoszą się do



maksymalnych bezwzględnych możliwości mechanicznych przetwornika momentu obrotowego, odpowiednio opisując punkt, w którym przetwornik nie odniesie trwałego uszkodzenia, oraz punkt, w którym ulegnie on zniszczeniu. Wartości te mogą powodować trwałe zmiany we właściwościach sprzętu i awarie elementów mechanicznych, skutkujące brakiem gwarancji odnośnie do dokładności pomiaru. ■

HBM Biuro Inżynierskie
Maciej Zajączkowski
 ul. Krauthofera 16
 60-203 Poznań
 tel./fax 61 662 56 66
 e-mail: info@hbm.com.pl
 www.hbm.com.pl

reklama

HBM WYŁĄCZNY PRZEDSTAWICIEL FIRMY HBM NA TERENIE POLSKI
 HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH

BIURO INŻYNIERSKIE MACIEJ ZAJĄCZKOWSKI

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

- TENSOMETRY OPOROWE I OPTYCZNE
- PRZETWORNIKI WAGI (0,3 - 470 000 KG)
- TENSOMETRYCZNE, ZBIORNIKOWE MODUŁY WAŻĄCE
- PRZETWORNIKI SIŁY, MOMENTU OBROTOWEGO, DROGI I CIŚNIENIA
- WZMACNIACZE POMIAROWE O CZĘSTOTLIWOŚCI PRÓBKOWANIA NAWET DO 100 000 000 Hz
- OPROGRAMOWANIE DO ZASTOSOWAŃ LABORATORYJNYCH, PRZEMYSŁOWYCH I POMIARÓW DYNAMICZNYCH

Jak policzyć zwrot z inwestycji w cyfryzację?

Wraz z rozwojem firmy pojawia się wiele procesów, które wymagają optymalizacji i automatyzacji. Jeśli firma chce z sukcesem konkurować i walczyć o klienta, musi zainwestować w digitalizację. Identyfikacja wąskich gardeł i dobór odpowiednich narzędzi pozwalają zwiększyć efektywność, podnieść produktywność pracowników i poprawić jakość wytwarzanych produktów. Jednak zanim zainwestujemy czas i pieniądze w konkretne rozwiązania IT, należy policzyć oczekiwany zwrot z poniesionych nakładów.

- Wybór właściwych narzędzi procesu cyfryzacji w firmie powinien podlegać precyzyjnej ocenie finansowej.
- Cyfryzacja zrealizowana silosowo może powodować spowolnienie funkcjonowania procesów.
- Brak identyfikacji wąskich gardeł wprowadza ryzyko strat wynikających z nierównomiernego działania procesów w firmie.
- Cyfryzacja jest procesem wieloetapowym i wymaga konsekwentnych działań realizowanych wedle szczegółowo przygotowanej strategii i taktyki.

Powody inwestycji w nowe oprogramowanie

Istnieje wiele powodów, dla których firmy decydują się na digitalizację procesów, czyli wprowadzenie nowych systemów informatycznych. Wśród nich można wymienić m.in. poprawę efektywności projektowania i komfortu pracy inżyniera, konieczność przyspieszenia procesu projektowego i redukcję liczby błędów, ograniczenie kosztów produkcji, optymalizację łańcucha dostaw aż po

potrzebę zmniejszenia zaangażowania siły ludzkiej w tworzenie dokumentacji.

Czym jest ROI i NPV?

Biznes wymaga, aby każda inwestycja krótko- i długoterminowo zwróciła się w okresie Cyklu Życia Produktu, dlatego wybór właściwych rozwiązań optymalizujących procesy w firmie powinien podlegać precyzyjnej ocenie finansowej. Powstaje zatem pytanie: jakie czynniki uwzględnić, podejmując decyzję o zakupie oprogramowania?

Kluczowym parametrem mierzącym, w jakim stopniu dana inwestycja była opłacalna, jest wskaźnik rentowności (z ang. „ROI” – *return on investment*, czyli zwrot z inwestycji). Inaczej mówiąc, jest to stosunek opodatkowanego zysku operacyjnego do całkowitych nakładów inwestycyjnych wyrażony w procentach.

– Co istotne, współczynnik ROI jest wartością zakładaną na etapie planowania inwestycji, a jego weryfikacja może nastąpić po zakończeniu cyklu życia produktu, który kupiliśmy, po okresie amortyzacji lub założonym okresie trwałości. W przedsiębiorstwie wskaźnik ten waha się między 7 a 15% – wskazuje dr inż. Radosław Cieślak, Executive Industry Manager w Autodesk.

Istnieje kilka czynników, dzięki którym współczynnik ROI może się zwiększyć: gdy produkty są bardziej innowacyjne, gdy podlegają częściej zmienności, gdy maleją koszty operacyjne lub gdy kapitał stały maleje.

Ocenę planu inwestycyjnego, pozwalającą na określenie wartości zysku w danym okresie, a także czasu, po jakim zysk będzie większy od inwestycji, można dokonać za pomocą metody NPV (*Net Present Value*), która polega na dyskontowaniu przyszłych strumieni pieniężnych do ich wartości obecnych. Należy pamiętać, aby pod uwagę wziąć wszystkie inwestycje związane z wprowadzeniem produktu, które mogą być rozłożone na

lata, takie jak koszt subskrypcji, szkoleń, komputerów czy zaawansowanego wsparcia technicznego produktu.

Potencjalne źródła przychodu

Skąd możemy czerpać przychód, inwestując w cyfryzację? Możliwych potencjalnych źródeł przychodu jest wiele, a wśród nich należałoby wymienić: innowacje produktowe, możliwość skrócenia procesu ofertowego, poprawę jakości, elastyczności produkcji i dostaw czy ograniczenie strat wynikających z błędów ludzkich. Cyfryzacja procesów w firmie w znaczącym stopniu może wpłynąć także na zmniejszenie kosztów operacyjnych, generując oszczędności wynikające ze zmniejszenia prac przygotowawczych bądź bezproduktywnych.

– Cyfryzacja jest procesem długofalowym i wymaga konsekwentnego wprowadzania z uwzględnieniem szczegółowo przygotowanej strategii i taktyki. Wdrażanie przemysłu 4.0, cyfrowy bliźniak i cyfrowa komunikacja międzyprocesowa dają pozytywny efekt i znacznie poprawiają przychody firm. Dzięki inwestycjom w digitalizację przedsiębiorstwa mogą redukować koszty i zwiększać zyskowność, podnosić jakość produktu i efektywnie zarządzać wprowadzaniem nowych produktów, a także poprawić współpracę i transparentność procesów. Wszystkie te korzyści pozwalają firmie się rozwijać i utrzymywać konkurencyjną pozycję na rynku – dodaje dr inż. Radosław Cieślak.

By być na bieżąco i korzystać z doświadczeń praktyków, warto również dołączyć do powołanej przez Autodesk Inicjatywy Przyszłość Polskiego Przemysłu. Koncentruje ona wokół siebie polskie firmy przemysłowe, stawiając sobie za cel wsparcie ich cyfryzacji. Nadrzędnym celem inicjatywy jest dzielenie się wiedzą i jej wymiana, pomoc w zrozumieniu i wdrożeniu w polskich przedsiębiorstwach innowacyjnych technologii cyfrowych, które pozwolą kreować lepsze produkty, ograniczając zużycie materiałów, czasu czy innych kluczowych zasobów. Autodesk oferuje narzędzia oraz metodologię procesu digitalizacji przygotowaną przez naszych lokalnych i globalnych ekspertów. ■

Źródło: Autodesk

reklama



Preferujesz internet?

Wypromuj się na www.nis.com.pl

Szkoła enkoderów firmy LeineLinde.

Cz. 5. Elektronika – przewody enkodera

Mamy przyjemność zaprezentować Państwu kolejną część cyklu „Szkoła enkoderów” – Elektronika enkodera.

Aby sygnał z enkodera był poprzez przewód prawidłowo przekazywany do odbiornika, impedancja wyjściowa enkodera i impedancja wejściowa odbiornika muszą odpowiadać impedancji przewodu. W takim przypadku przewód jest obciążeniem czynnym i nie występują w nim odbicia oraz przeskoki impulsu. W systemie 24 V nie można w większości przypadków osiągnąć w odbiorniku takiego niskiego oporu, ponieważ wtedy prąd otrzymany na wyjściu byłby zbyt duży. Natomiast w systemie 5 V jest to łatwe do przeprowadzenia (ponieważ napięcie zasilania jest niskie). Nie opisujemy tutaj punktu wyjściowego impulsatora 5 V, ponieważ dopasowanie kabla nie stanowi tutaj problemu, a poza tym używa się standardowych sygnałów wg RS422. Jeżeli impedancja wejścia odbiornika jest wyższa niż impedancja przewodu, to przewód stanowi obciążenie pojemnościowe. W przypadku tutaj omawianym impedancja wejściowa odbiornika w systemie 24 V jest prawie

zawsze wyższa niż impedancja przewodu. Prąd narastania i prąd opadania są w przeważającej mierze zależne od tego, jak dobry jest przewód, tj. jak szybko może się wytworzyć lub zredukować pojemność przewodu. Ta pojemność zależy od typu i długości przewodu, typowymi wartościami są np. 100 pF/m. Prąd, który musi być dostarczony przez stopień wyjściowy, zależy od następujących czynników: częstotliwości sygnału, pojemności przewodu, napięcia zasilającego, oporności stopnia wyjściowego i oporu odbiornika. Tak więc nie tylko napięcie zasilania, opór stopnia wyjściowego i opór odbiornika wpływają na prąd, który należy dostarczyć ze stopnia wyjściowego. Ponieważ przewód staje się obciążeniem pojemnościowym, otrzymujemy prąd, który jest zależny również od częstotliwości sygnału, długości przewodu i napięcia zasilającego.

Łączny prąd dostarczony ze stopnia wyjściowego może w określonych warunkach roboczych być nawet dwa razy większy od prądu, który przewidziano jako zwykły w trybie pracy odbiornika. Prowadzi to oczywiście do większych strat na stopniu wyjściowym

impulsatora. Należy też wziąć pod uwagę fakt, że w przewodzie wielożyłowym, w którym prowadzenie sygnału odbywa się w przewodnikach leżących blisko siebie i równoległych, występują silne zakłócenia indukcyjne pomiędzy przewodami. W celu zmniejszenia zakłóceń indukcyjnych zaleca się stosowanie skręconych par przewodów.

Serdecznie zapraszamy Państwa do zapoznania się ze szczegółową ofertą firmy TERM, która znajduje się pod adresem www.term.pl.

Z okazji zbliżających się Świąt Bożego Narodzenia, życzymy Czytelnikom miesięcznika „Napędy i Sterowanie” przede wszystkim dużo zdrowia, wesołych Świąt oraz wszystkiego najlepszego w nowym 2021 roku.



TERM Tomasz Sobczak
ul. Opolska 22/8
41-500 Chorzów
tel. 32 249 85 99
fax 32 249 92 89
e-mail: info@term.pl
www.term.pl

reklama

**ENKODERY
RESOLWERY
STEROWNIKI
BEZPIECZNIKI
TACHOPRĄDNICE**

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

Ostatnie duże środki na wdrożenie wyników prac B+R w firmach

Anna Szymczak

Do 17 lutego przedsiębiorcy z Polski będą mogli składać wnioski o pozyskanie dotacji na wdrażanie wyników prac badawczo-rozwojowych. Będzie to ostatni konkurs prowadzony przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości w ramach perspektywy budżetowej 2014–2020. Poddziałanie 3.2.1 „Badania na rynek” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój to flagowy nabór wniosków dla firm planujących duże i innowacyjne inwestycje w rozwój firmy. Rusza jego ostatnia edycja.

W Poddziałaniu 3.2.1 dofinansowanie przeznaczone jest na realizację projektów dotyczących wdrożenia wyników prac badawczo-rozwojowych przeprowadzonych przez wnioskodawcę samodzielnie lub na jego zlecenie, lub zakupionych, prowadzących do wprowadzenia na rynek nowych

bądź znacząco ulepszonych produktów (wyrobów lub usług) lub wdrożenia w przedsiębiorstwie innowacyjnego procesu technologicznego.

Termin na składanie wniosków mija 17 lutego 2021 roku.

Celem konkursu jest wzmocnienie konkurencyjności i innowacyjności firmy

poprzez sfinansowanie wprowadzenia na rynek innowacyjnych produktów lub wdrożenia w firmie innowacyjnych procesów technologicznych, które są wynikiem prac badawczo-rozwojowych.

Innowacja produktowa albo procesowa musi mieć charakter co najmniej na poziomie kraju.

Aktualnie wiele podmiotów ma już zakończone prace B+R związane w udoskonaleniami wyrobów czy procesów, więc jeśli ich wdrożenie wymaga poniesienia dodatkowych nakładów na zakup maszyn, rozbudowę, to takie wydatki mogą być pokryte ze środków Poddziałania 3.2.1.

W ramach projektu mogą być pokryte koszty:

- zakupu maszyn i urządzeń niezbędnych do uruchomienia produkcji nowych produktów;
- zakupu nieruchomości;
- robót budowlanych;
- budowy nowej linii produkcyjnej oraz hal;
- nabycia wartości niematerialnych i prawnych w formie patentów, licencji, *know-how* oraz innych praw własności intelektualnej.

Poziom dotacji uzależniony jest od wielkości firmy – wnioskodawcy (mikro, małe czy średnie przedsiębiorstwo) oraz lokalizacji inwestycji (nie siedziby). Może wynieść nawet do 70% wartości nakładów (tabela 1).

Warunki programu dopuszczają pokrycie pewnych badań związanych z dostosowaniem wyników przeprowadzonych prac B+R do warunków inwestycji (eksperymentalne prace

Tabela 1. Poziom dotacji na wydatki inwestycyjne

Województwo, lokalizacja projektu	Mikro-, mali przedsiębiorcy	Średni przedsiębiorcy	Przedsiębiorcy inni niż MSP
lubelskie, podkarpackie, podlaskie, warmińsko-mazurskie	70%	60%	50%
kujawsko-pomorskie, lubuskie, łódzkie, małopolskie, opolskie, pomorskie, świętokrzyskie, zachodniopomorskie oraz obszary należące do podregionów: ciechanowsko-płockiego, ostrołęckiego-siedleckiego, radomskiego i warszawskiego wschodniego	55%	45%	35%
dolnośląskie, wielkopolskie, śląskie	45%	35%	25%
podregion warszawski zachodni	40%	30%	20%
miasto stołeczne Warszawa w okresie od dnia 1 stycznia 2018 r. do dnia 31 grudnia 2020 r.	30%	20%	10%

Tabela 2. Warunki uczestnictwa w poddziałaniu 3.2.1

Lp.	Wymóg	Opis
1	Posiadanie wyników prac B+R do wdrożenia	Dofinansowanie mogą otrzymać projekty dotyczące wprowadzenia na rynek nowych lub znacząco ulepszonych produktów (wyrobów lub usług) lub wdrożenia w przedsiębiorstwie innowacyjnego procesu technologicznego, które są wynikiem: <ol style="list-style-type: none"> 1. przeprowadzonych przez wnioskodawcę samodzielnie lub na jego zlecenie prac badawczo-rozwojowych lub 2. zakupionych wyników prac badawczo-rozwojowych.
2	Wnioskodawca MSP – wymóg obrotu	O dofinansowanie w ramach poddziałania mogą ubiegać się wyłącznie mikro-, mali lub średni przedsiębiorcy prowadzący na terytorium RP działalność gospodarczą potwierdzoną wpisem do odpowiedniego rejestru, którzy: <ol style="list-style-type: none"> 1. zamknęli jeden rok obrotowy trwający przynajmniej 12 miesięcy oraz 2. przynajmniej w jednym zamkniętym roku obrotowym trwającym 12 miesięcy, w okresie 3 lat poprzedzających rok, w którym złożyli wniosek o udzielenie wsparcia, osiągnęli przychody ze sprzedaży nie mniejsze niż 600 tysięcy złotych (dotyczy mikro- i małych przedsiębiorców) lub nie mniejsze niż 1 mln złotych (dotyczy średnich przedsiębiorców).

rozwojowe) oraz dotowanie zakupu specjalistycznych usług doradczych.

W ramach projektu można ponieść wydatki na:

1. Prace rozwojowe (max. 35% dotacji dla średniego przedsiębiorstwa, 45% – mikro/małego, max. koszty 1 mln zł).
2. Doradztwo (dotacja 50%, max. koszty kwalifikowane: 1 mln zł).

Na uwagę zasługują warunki uczestnictwa w Poddziałaniu 3.2.1 (tabela 2). Dotyczą one dwóch aspektów – właściwości samych wyników prac B+R, które muszą być zakończone i gotowe do wdrożenia, a także muszą mieć istotne znaczenie dla całego przedsięwzięcia, a także podmiotu – Wnioskodawcy.

W ramach konkursu mogą ubiegać się o środki firmy z sektora MSP (małych i średnich przedsiębiorstw), które działają co najmniej 12 miesięcy, a także osiągnęły obrót na poziomie min. 600 tys. (dla mikro-/małych) lub 1 mln zł

Tabela 3. Budżet i limity projektu

Zlokalizowanych w województwie mazowieckim	65 mln zł
Zlokalizowanych w województwie innym niż mazowieckie	435 mln zł
Minimalna wartość kosztów kwalifikowalnych projektu	1 mln zł
Max. wartość kosztów kwalifikowalnych projektu	50 mln EUR

dla średnich przedsiębiorstw w ciągu jednego z ostatnich trzech lat.

Projekt musi rozpocząć się w ciągu 12 miesięcy od podpisania umowy, a zakończyć do 31 grudnia 2023 roku.

W ramach etapów oceny prowadzona będzie tzw. ocena panelowa czy spotkanie Wnioskodawcy z Ekspertami, którzy zadają pytania dotyczące inwestycji.

Konkurs *Badania na rynek* cieszył się dużą popularnością. Jak wskazują wyniki poprzedniego naboru, który prowadzony był już w pandemii COVID-19, nadal ilość chętnych jest spora. Trudno

oszacować, co nas czeka w kolejnej perspektywie, której warunki powstają w tak burzliwych okolicznościach, jak donoszą media. Może się okazać, że to ostatnia szansa na pozyskanie wielomilionowych środków na inwestycje w Polsce. ■

Anna Szymczak

e-mail: a.szymczak@ms-consulting.pl



MS-CONSULTING Klaudiusz Szymczak

FM Systeme – rodzina profili 40 ma nowe rodzeństwo

Strzelanie do wróbla z armat, nadprodukcja. Istnieje wiele określeń na to, co opóźni rozwiązanie Twojego problemu lub doprowadzi go do granicy ceny. Czy tak musi być? Nie z naszego punktu widzenia.

Od teraz dostępny jest jeszcze szerszy zakres przekrojów w naszej serii 40 o bardzo lekkich profilach EL i normalnym N. Wszystkie dodatkowe konstruktywne wymagania mogą być teraz realizowane w ramach serii profili w zamkniętym projekcie.

Korzyści dla Ciebie:

- skrócenie czasu budowy dzięki kompleksowej serii profili;
- uniknięcie nadmiernej ingerencji dzięki dużej liczbie wariantów w ramach serii superlekkich profili 40;
- jednolity wygląd dzięki zastosowaniu tych samych przekrojów profili;
- zapobieganie gromadzeniu się kurzu przez zamknięte rowki;
- mniejsze straty materiału na osłony rowków.

W serii profili pojawiły się 2 nowe: Aluprofil 40 EL i 40 N.

FM Systeme to wiodący dostawca profili aluminiowych, obok ITEM i Bosch Rexroth, a właściwie w jednym rzędzie z nimi, gdyż profile FM są kompatybilne i z jedną, i z drugą marką. Oprócz tego FM Systeme dostarcza rurki 28 mm do konstrukcji pozwalających na odpowiednie gospodarowanie materiałem: od systemów regałowych po kanbanowe i shootery.

Zapraszamy do kontaktu. Po otrzymaniu maila poleślemy odpowiednie dane i doradzimy w doborze elementów w odniesieniu do specyfiki projektu. ■



KONTAKT: 5sAUTOMATE.com, info@5sAUTOMATE.com

reklama

we drive automation...

Archipelag sztucznej inteligencji. Część I

Ryszard Tadeusiewicz

Dlaczego „archipelag”?

Tytuł tego artykułu może budzić wątpliwości Czytelników. Sztuczna inteligencja? Wiadomo! Ale jakiś archipelag?

Już wyjaśniam.

Otóż sztuczna inteligencja tylko z nazwy jest dziedziną integralną, jak – nawiązując do tytułu miesięcznika – napędy albo sterowanie. W istocie sztuczna inteligencja to zbiór bardzo różnych metod, które ludzie wymyślili w tym celu, żeby maszyny lepiej zaspokajały ich potrzeby. Te metody w większości nie mają ze sobą nawzajem absolutnie nic wspólnego. Są od siebie odległe i nie ma łatwego sposobu przejścia od jednej z nich do innej. Pozwoliłem sobie porównać tę sytuację do archipelagu wysp (rys. 1).

W artykule omówimy niektóre z tych „wysp”, przy czym każdej z nich poświęcimy oddzielny rozdział. Fakt, że owe „wyspy” nie łączą się w sposób naturalny, nie wyklucza możliwości istnienia metod hybrydowych, opartych równocześnie na kilku z nich. Na przykład wzmiankowane dalej metody neuronowo-rozmyte opierają się na metodzie sieci neuronowych i na metodzie zbiorów rozmytych, są więc oparte na dwóch oddzielnych wyspach.

Tu drobna uwaga formalna: dla uproszczenia narracji nie będziemy dalej używali cudzośłowu przy słowie wyspa, ale zawsze będziemy mieli na myśli metaforyczne znaczenie tego słowa.

Wracając do wspomnianych metod hybrydowych, możemy je sobie wyobrażać na podobieństwo Kolosa Rodyjskiego, który w starożytności stał na dwóch wyspach u wejścia do portu na wyspie Rodos, z pochodnią, która pełniła rolę latarni morskiej (rys. 2).



Rys. 1. Przyjęta w tym artykule metafora zbioru metod sztucznej inteligencji jako izolowanych „wysp” tworzących archipelag



Rys. 2. Posąg Kolosa Rodyjskiego jako metafora hybrydowych metod sztucznej inteligencji

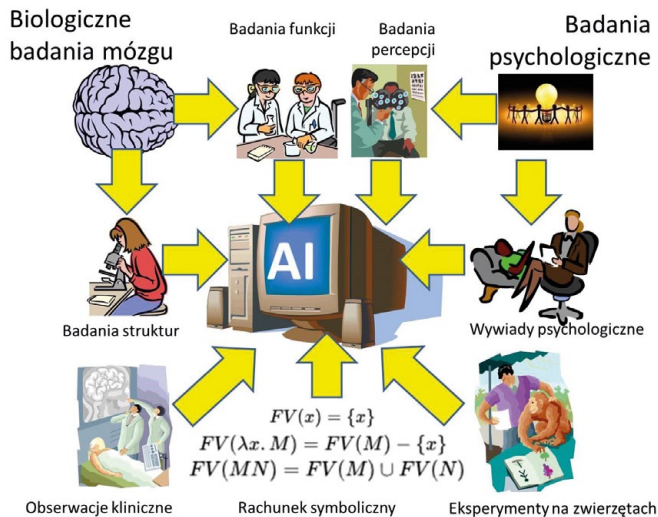
Zanim przejdziemy do meritum, potrzebna jest jeszcze jedna uwaga formalna. Otóż tekst tego artykułu został dość mocno oparty na rozdziale w książce, przywołanym w spisie literatury jako pozycja [1]. Oba teksty różnią się w wielu miejscach, ale jest też wiele świadomie użytych zapożyczeń.

Z czego się wywodzą metody sztucznej inteligencji?

Powodem tego, że sztuczna inteligencja jest tak wewnętrznie skomplikowana i niejednorodna, jest jej **geneza**. Ludzie, potrzebując narzędzi, które by im lepiej służyły, sięgali do różnych źródeł. Na rysunku 3 pokazano wybrane źródła wiedzy, z których czerpią wzory i inspiracje twórcy sztucznej inteligencji. W istocie jest tych źródeł znacznie więcej, ale pokazano te, które – jak się wydaje – wywarły największy wpływ na powstanie i rozwój omawianej tu dziedziny. W dodatkowym komentarzu do rysunku warto odnotować skrót **AI** (od *Artificial Intelligence*), używany dość powszechnie do oznaczania sztucznej inteligencji. Polski skrót **SI** (od Sztuczna Inteligencja) raczej się nie przyjął, zwłaszcza dlatego, że w technice i w naukach ścisłych skrót SI jest dość powszechnie kojarzony z jednolitym systemem znormalizowanych jednostek miar.

Pierwsze próby uzyskania inteligentnego zachowania maszyn opierały się na wykorzystaniu **rachunku symbolicznego** (rys. 3 – centralnie u dołu). O tym podejściu obszerniej będzie mowa w jednym z następných rozdziałów, więc tutaj nie wyjaśniamy szczegółów, tylko odnotowujemy hasło.

Drugie ważne podejście do tworzenia metod sztucznej inteligencji opierało się na wynikach badań mózgu (rys. 3 – lewy górny róg). Twórcy metod sztucznej inteligencji, wiedząc, że inteligencja człowieka rodzi się w mózgu – naśladują w swoich algorytmach struktury i funkcje jego elementów, tworząc i wykorzystując tak zwane **sieci neuronowe**. Także i ta grupa metod będzie dalej szerzej omawiana w jednym z dalszych rozdziałów.



Rys. 3. Źródła wiedzy wykorzystywanej przy tworzeniu metod sztucznej inteligencji

Po prawej stronie u góry omawianego rysunku zasygnalizowane jest inne źródło wiedzy, na którym opiera się sztuczna inteligencja. Źródłem tym są **badania psychologiczne**. Nie ulega wątpliwości, że ludzkie procesy mentalne mogą być wzorem dla funkcjonowania narzędzi sztucznej inteligencji. Niektóre z tych procesów mogą być zbadane przy użyciu specjalistycznej aparatury (na przykład percepcja, zapamiętywanie i rozpoznawanie różnych wzorców), a inne – za pomocą wywiadów. Wprawdzie dalecy jesteśmy jeszcze od uzyskania pełnej wiedzy o naturze i przebiegu procesów kognitywnych w umyśle człowieka, ale nawet te fragmenty wiedzy, które udało się pozyskać, mogą być przydatne przy budowie systemów sztucznej inteligencji. Opis i dyskusja działania tych systemów będą przedmiotem dalszych rozdziałów.

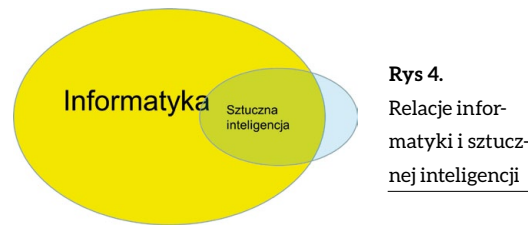
Na omawianym rysunku są też jeszcze dwa źródła, z których sztuczna inteligencja czerpie wzory i inspiracje: są to doświadczenia na zwierzętach oraz obserwacje kliniczne pacjentów z różnymi dysfunkcjami mózgu. Tych źródeł nie będziemy jednak tutaj szczegółowo omawiać.

Oglądając rysunek 3, łatwo zrozumieć, dlaczego przy tak wielu i tak bardzo różnych źródłach inspiracji – powstające metody sztucznej inteligencji nie miały ze sobą nic wspólnego i wytworzyły odrębne izolowane wyspy na wielkim oceanie niewiedzy (rys. 1).

Wiedząc o złożonym charakterze sztucznej inteligencji, spróbujmy ją jednak na początku ogólnie scharakteryzować.

Uwagi ogólne

Sztuczna inteligencja jest bez wątpienia częścią informatyki, chociaż ogromna ilość programów komputerowych ze sztucznej inteligencji nie korzysta, zaś niektóre aspekty sztucznej inteligencji, na przykład badana przez psychologów i filozofów kognitywistyka, nie mają bezpośredniego związku z informatyką. Obszary informatyki i sztucznej inteligencji pokrywają się więc ze sobą w znacznym stopniu, ale mają też obszary rozłączne (rys. 4).



Rys. 4. Relacje informatyki i sztucznej inteligencji

Istnieje wiele definicji sztucznej inteligencji, najkrócej jednak można powiedzieć, że ze sztuczną inteligencją mamy do czynienia wtedy, gdy maszyna (komputer albo elektronicznie sterowane urządzenie: robot, autonomiczny pojazd, samoorganizująca się sieć połączeń) przejawia zachowania, które obserwowane u człowieka powodowałyby, że bylibyśmy skłonni je uznać za skutek jego inteligencji.

Oczywiście ta definicja jest mało precyzyjna i w pewnych okolicznościach nieefektywna, ponieważ do oceny inteligencji ludzi i maszyn używamy różnych kryteriów. Na przykład jesteśmy skłonni uznać za inteligentnego ucznia, który doskonale przyswaja wiedzę i odpytywany przez nauczyciela potrafi tę wiedzę sprawnie przytoczyć. A tymczasem sieci Internet, w której zgromadzono zasoby wiedzy bez porównania większe, niż mógłby przyswoić sobie jakikolwiek człowiek, i która odtwarza zawartą w niej wiedzę ze stuprocentową dokładnością – za inteligentną nie uważamy. Owszem, inteligentne są programy, które tę sieć przeszukują i dostarczają nam na życzenie potrzebnych informacji – ale to jest osobna kwestia. Również używana do niedawna terminologia, wyróżniająca nazwą „inteligencja pracująca” osoby wykonujące niektóre prace (na przykład w księgowości) – w sytuacji, gdy rachunkowość współczesnych przedsiębiorstw prowadzi z reguły samodzielnie komputery, nie skłania nas do uznania ich „z automatu” za inteligentne.

Czy sztuczna inteligencja jest możliwa?

Inżynierowie mówią o sztucznej inteligencji na ogół rzeczowo i bez emocji. Jest ona składnikiem urządzeń, które budują albo które wykorzystują, więc zwykle nie stawiają pytania, czy owa sztuczna inteligencja jest możliwa, tylko jak jej skutecznie użyć. Ale humaniści z wytrwałością godną lepszej sprawy podnoszą kwestie semantyczne. Desygnatem rzeczownika „inteligencja” jest pewna cecha umysłu – ludzkiego lub niekiedy także zwierzęcego. Natomiast przymiotnik „sztuczna” określa wytwór techniki. Zatem „sztuczna inteligencja” to oksymoron – nazwa czegoś, co niejako z definicji istnieć nie może.

Dla przecięcia tych wątpliwości został zaproponowany tak zwany Test Turinga, przy pomocy którego ma dochodzić do rozstrzygnięcia, czy maszyna jest inteligentna, czy nie. Jego istotę przypomina rysunek 5.



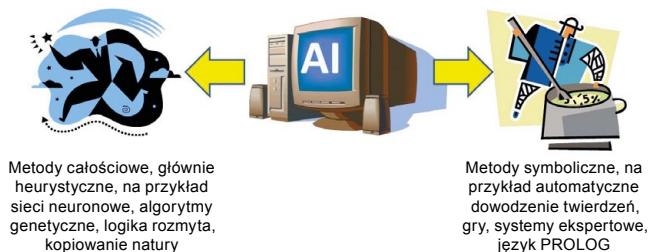
Rys. 5. Istota testu Turinga

W założeniach tego testu przyjmuje się, że arbiter (a w praktyce cała komisja arbitrów) komunikuje się z różnymi „rozmówcami” poprzez łącze nieujawniające ich tożsamości, ale pozwalające na wysyłanie dowolnych zapytań i na ocenę odpowiedzi (na przykład czat). Jeśli po dłuższej „rozmowie” ekspert nie potrafi odróżnić konwersującego z nim programu komputerowego od ludzi, z którymi równocześnie rozmawiał – to (zdaniem Turinga) ów program komputerowy jest inteligentny.

Dotychczas żaden z programów konwersacyjnych (tak zwanych chatbotów) nie „wygrał” testu Turinga, ale też we współczesnej sztucznej inteligencji niekoniecznie głównie chodzi o rozmowy z człowiekiem. Systemy sztucznej inteligencji są bowiem niekiedy używane jako inteligentna obsługa różnego rodzaju *call centers*, gdzie udzielają informacji i przyjmują zgłoszenia od rozmówców łączących się za pomocą e-mail albo telefonów, są w systemach ekspertowych (rys. 28), ale ponadto lokowane wszędzie: w fabrykach, w biurach, w gabinetach lekarskich, w pojazdach, w domach, we wszechobecnych smartfonach... Trudno wręcz wskazać miejsce, gdzie by stosowane nie były. Dlatego przyda się odrobina wiedzy na temat tego, czym jest owa sztuczna inteligencja, bo z reguły mówiące i piszące o niej osoby „wsadzają do jednego worka” bardzo różne rzeczy.

Najpierw ogólny podział

Wyruszając w „podróż” po archipelagu sztucznej inteligencji, dobrze jest mieć jego mapę. Zaczniemy jednak od zdefiniowania najbardziej ogólnego podziału. Generalnie sztuczna inteligencja jest rozwijana na dwa sposoby (rys. 6).



Rys. 6. Najbardziej ogólny podział metod sztucznej inteligencji

Po prawej stronie (na rysunku) są tak zwane metody symboliczne. Analizowany problem jest opisywany i zapisywany przy użyciu symboli, a algorytmy sztucznej inteligencji tak „mieszają” w tym zbiorze symboli, że w efekcie znajdowane jest rozwiązanie – też w postaci symbolicznej. To jest tradycyjna, najwcześniejsza rozwinięta, ale funkcjonująca do dzisiaj część sztucznej inteligencji. Będzie ona dalej omawiana. Przykładem zadań, które jako pierwsze udało się z sukcesem rozwiązać korzystając z metod symbolicznych, były programy automatycznie dowodzące twierdzenia matematyczne oraz grające w różne gry (warcaby, szachy, obecnie także w go).

Specjalnym działem metod symbolicznych są tak zwane systemy ekspertowe. Są to programy, które wykorzystując symboliczne metody automatycznego wnioskowania, odpowiadają na pytania użytkowników w podobny sposób, jak mógłby to czynić ludzki ekspert, czyli człowiek posiadający gruntowną wiedzę i mądrość niezbędną do tego, by udzielać mądrych rad. Systemy te też są opisane w jednym z dalszych rozdziałów.

Przy stosowaniu metod symbolicznych klasyczne metody programowania (na przykład popularny obecnie język C++) są mało użyteczne, został więc opracowany specjalny język do komputerowego manipulowania symbolami, o nazwie **LISP**. Ponadto komputery przetwarzające informacje w postaci symbolicznej często korzystają z logiki, dlatego powstał nawet specjalny język programowania o nazwie **PROLOG** (od *PROgraming in LOGic*, czyli programowanie w logice).

Metody oparte na rachunku symbolicznym są lubiane przez teoretyków, ponieważ na ich temat można sformułować i udowodnić mnóstwo ogólnych lematów i twierdzeń.

Jednak metodami opartymi na wykorzystaniu logiki i operacji na symbolach nie udaje się osiągnąć wszystkich celów stawianych przed sztuczną inteligencją, dlatego konieczne okazało się też alternatywne podejście. Polega ono na użyciu **metod całosciowych**, opartych na algorytmach heurystycznych. Termin **heurystyka** jest często używany w sztucznej inteligencji dla określenia metod, które – w odróżnieniu od dokładnych algorytmów – polegają na poszukiwaniu rozwiązania metodą swoistego „zgadywania”. Heurystyki działają bez gwarancji, że uda się znaleźć rozwiązanie, a gdy się je znajdzie, to czy będzie to rozwiązanie optymalne. Ale stosuje się je, bo są bardzo sprawne obliczeniowo, więc dla bardzo trudnych problemów (a takie z reguły pojawiają się w sztucznej inteligencji) można znaleźć rozwiązanie w akceptowalnym czasie. Dokładny algorytm nawet na najszybszym komputerze potrzebuje na przykład stu lat obliczeń, a metoda heurystyczna udziela odpowiedzi po kilku sekundach.

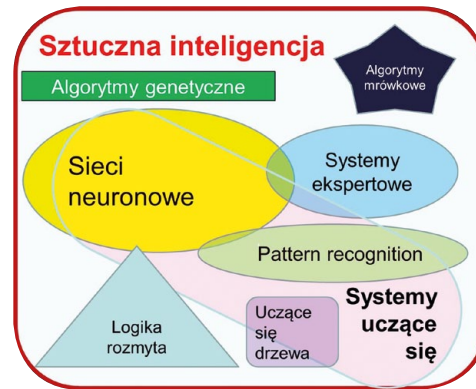
Istnieją różne metody heurystyczne, ale najczęściej stosowane są metody **uczenia maszynowego**, w których potrzebne rozwiązanie tworzone jest na zasadzie iteracyjnego doskonalenia pewnego początkowego (niedoskonałego) rozwiązania. To początkowe rozwiązanie podlega procesowi stopniowego doskonalenia aż do uzyskania rozwiązania zadowalającego pod względem jakościowym. Należą do tych metod w pierwszej kolejności bardzo popularne sieci neuronowe (będą dalej omawiane), ale używane są też uczące się drzewa decyzyjne, a nawet całe uczące się lasy. Warto dodać, że najstarszymi metodami opartymi na zasadach uczenia maszynowego były techniki rozwijane w ramach *pattern recognition*. Przytoczono tu (wyjątkowo!) angielską nazwę, bo jej polski odpowiednik jest mylący. Po polsku ten zbiór metod i algorytmów nazywany jest bowiem „rozpoznawanie obrazów”, co jest o tyle nietrafne, że owe metody są chętnie stosowane do klasyfikacji i kategoryzacji nie tylko obrazów jako takich (choć jest to dość częste ich zastosowanie [2]), ale również dźwięków (na przykład mowy [3]), symptomów pacjentów (w diagnostyce medycznej [4]), danych geofizycznych (przy poszukiwaniu złóż surowców, ale także ukrytych złók [5]), danych ekonomicznych (na przykład przy ustalaniu wiarygodności kredytobiorców [6]) i w mnóstwie innych kontekstów. Metody te są – jak wspomniano – najstarsze (pierwsza w Polsce była chyba para książek [7] i [8] wydanych w 1985 roku, naświetlająca te zagadnienia od strony teoretycznej i praktycznej), ale są ciągle rozwijane i doskonalone [9].

Do metod całosciowych zalicza się także algorytmy genetyczne, w których potrzebne rozwiązanie znajdowane jest w wyniku swoistej „hodowli” rozwiązań, z generowaniem

kolejnych „pokoleń” algorytmów. Doskonalenie działania następuje na zasadzie premiowania możliwością posiadania „potomstwa” tych algorytmów, które uzyskują najlepsze wyniki w testach. O algorytmach genetycznych też będzie dalej mowa, podobnie jak o innych metodach sztucznej inteligencji opartych na kopiowaniu natury (na przykład algorytmy mrówkowe). Do metod całościowych zaliczana jest także logika rozmyta i teoria zbiorów rozmytych – także dalej opisywana. O ile jednak sieci neuronowe naśladują fragmenty mózgu, a algorytmy genetyczne ewolucję, o tyle metody rozmyte modelują ludzki proces myślenia – mniej precyzyjny od komputerowego, ale często właśnie dlatego bardziej skuteczny.

Mapa klasyfikacji różnych metod sztucznej inteligencji

Na rysunku 7 przedstawiono swoistą „mapę” sztucznej inteligencji, na której zaznaczono proponowaną klasyfikację wymienionych wyżej metod, pokazując rozmiarami „obszarów” stopień wykorzystania tych metod, a wzajemnym (częściowym) przekrywaniem się obszarów – związki, jakie łączą te metody. Można więc na przykład zobaczyć, że do obszernej kategorii systemów uczących się należą między innymi sieci neuronowe. Ale widać też, że niektóre typy tych sieci nie zaliczają się do systemów uczących (żółty owal wystaje poza obręb zaokrąglonego różowego prostokąta). Bliższa analiza struktury



Rys. 7. Mapa pokazująca różne sposoby klasyfikacji metod sztucznej inteligencji

„mapy” pokazanej na rysunku 7 pozwala na wyciąganie licznych trafnych wniosków. Na przykład można zauważyć, że większa część problematyki systemów ekspertowych nie ma związku z uczeniem maszynowym, ale są też systemy ekspertowe wykorzystujące techniki uczenia się, z których niektóre angażują sieci neuronowe – ale nie wszystkie itd.

Mapa pokazana na rysunku 7 jest zbudowana na podstawie analizy **właściwości** różnych metod sztucznej inteligencji, które pod pewnymi względami są podobne, a pod innymi mogą się znacznie różnić. Ale bliskość czy nawet nakładanie się pewnych obszarów na przedstawionej mapie nie zmienia faktu, że bezpośrednie przejście od jednych metod do innych – nawet zaliczonych do tej samej kategorii – jest niemożliwe, czyli metafora

reklama

 **BEFARED**
Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów

*Wszystkim naszym Klientom i Partnerom
w nadchodzącym 2021 roku życzymy
wielu sukcesów zawodowych, zadowolenia i satysfakcji
z podjętych działań i wyzwań.
Szczęśliwego Nowego Roku*

2021

Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED S.A.
ul. Grażyńskiego 71; 43-300 Bielsko-Biała
tel.: +48 33 812 60 31 - 35; fax: +48 33 815 93 63
<http://www.befared.pl>; email: befared@befared.pl

archipelagu (rys. 1) pozostaje aktualna. Obecnie rozpoczniemy wędrówkę po wybranych wyspach tego archipelagu.

Rachunek symboliczny jako najstarsza wyspa archipelagu

Spostrzeżenie, że komputery – początkowo traktowane wyłącznie jako maszyny liczące (nazwa „komputer” oznacza właśnie maszynę obliczającą) – mogą także manipulować symbolami, było przełomowym momentem. Gdy wykazano, że maszyny mogą operować na abstrakcyjnych pojęciach oznaczanych symbolami tak samo, jak na konkretnych liczbach, trzeba było uznać, że komputer to nie tylko szybkie liczydło. Ponieważ trzeba było jakoś owe symboliczne obliczenia wyodrębnić, więc dla tej rodzącej się dopiero dyscypliny maszynowego operowania na abstrakcjach zaproponowano nazwę „sztuczna inteligencja”. Wiadomo, gdzie i kiedy to było (podczas konferencji w Dartmouth College w 1956 roku), natomiast do dziś trwają spory, kto był autorem tej nazwy. Wielu uważa, że z propozycją wystąpił John McCarthy, chociaż inny z „ojców założycieli” sztucznej inteligencji, Marvin Minsky, uparcie twierdził, że to on był pomysłodawcą owej nazwy. Rozstrzygnąć się tego nie da, natomiast sam termin się przyjął i stał się na wiele lat hasłem, pod którym rozwijano najbardziej awangardowe działy informatyki.

Warto podkreślić, że przejście w technice komputerowej od obliczeń numerycznych do manipulacji symbolicznych miało naprawdę fundamentalne znaczenie. Obliczenia numeryczne mają to do siebie, że wykonuje się określone działania na konkretnych liczbach, uzyskuje się jakąś konkretną wartość wynikową – i nic więcej z tego nie wynika. Patrząc na zapis numeryczny:

$$2 \times 3 = 6$$

możemy skorzystać z wyniku (na przykład płacąc rachunek za 2 kg ziemniaków po 3 zł), natomiast trudno tu o jakiegłębniejszy wniosek.

Natomiast patrząc na zapis symboliczny:

$$m \times a = F$$

widzimy jedno z fundamentalnych praw fizyki, pozwalające na wyciąganie wielkiej liczby różnych wniosków. Na przykład można stwierdzić, jaką siłę (F) powinien rozwijać silnik samochodu o masie (m), żeby ten samochód uzyskał potrzebne przyspieszenie (a). Albo można stwierdzić, jaką masę (m) miał miecz kata ścinającego głowę skazańca (do czego potrzebna jest znana siła (F)), skoro przyspieszenie (a), jakie może rozwinąć ludzka ręka, jest ograniczone do znanej wartości. To dzięki znajomości tej formuły ludzie dotarli na Księżyc i zrozumieli tętno własnych serc.

Przykładów można by było mnożyć bez liku, bo podane prawo fizyki opisuje **ruch dowolnego obiektu w dowolnych okolicznościach**. A jest takie uniwersalne, bo zamiast konkretnych liczb – występują w nim abstrakcyjne **symbole**.

Możliwość operowania przez komputer symbolami otworzyła drogę do maszynowego przekształcania formuł algebraicznych,

mechanicznego wyprowadzania potrzebnych wzorów matematycznych, a nawet do automatycznego dowodzenia twierdzeń matematycznych.

Symbole przekształcane przez komputer mogą reprezentować nie tylko abstrakcyjne pojęcia, ale również obiekty realnego świata. W ten sposób można komputerowi stawiać zadania, których rozwiązywanie powoduje określone działania w tym realnym świecie. Dzięki temu programy sztucznej inteligencji zaczęły grać w różne gry, rozwiązywać różne łamigłówki, a także operować na tekstach języka naturalnego. W ramach rozwoju metod symbolicznych powstawały na przykład pierwsze próby automatycznego tłumaczenia tekstów z jednego języka na inny. Wspomniany wyżej język LISP zaprojektował John McCarthy dla przetwarzania informacji symbolicznych – i to był ogromnie ważny fakt w dziejach sztucznej inteligencji.

Język ten jednym zachwycił (budowane były nawet specjalne komputery, których architektura logiczna dostosowana była do wykonywania programów pisanych w języku LISP!), a innych oburzał. Zasłużony pionier informatyki, Edsger Dijkstra, pisał, że używanie języka LISP to „najbardziej wyrafinowany sposób niewłaściwego używania komputerów”. Ale z pewnością prace pierwszych twórców programów operujących na symbolach stanowiły przełom w myśleniu o komputerach i obliczeniach.



Rys. 8. Metaforyczne przedstawienie wybranych cech symbolicznych metod sztucznej inteligencji

Wyspę, a raczej całą grupę blisko położonych wysp, wybranych do wyobrażenia metod symbolicznych, prezentuje rysunek 8. Takie są metody symboliczne – jeśli uzyskamy efektywne rozwiązanie dla jednego problemu (na przykład dowodzenia twierdzeń matematycznych), to nie bardzo możemy użyć tego rozwiązania jako bazy do – przykładowo – programu grającego w szachy. Same szczyty gór wznoszących się na wyspach są wysokie, bo problemy rozwiązywane tymi metodami bywają naprawdę trudne. Ale szczyty są wąskie, bo wąskie – w sensie merytorycznym – są rozwiązywane problemy. Na przykład program grający w szachy nie potrafi grać w warcaby. Na to, żeby przejść od programu skutecznie rozwiązującego jakąś jedną grupę problemów (na przykład rozwiązującego łamigłówki typu „kostka Rubika” poprzez zaplanowanie w określonej kolejności kolejnych ruchów) do problemu rozwiązującego inną grupę problemów (na przykład planującego działania robota, który ma wykonać zadanie wymagające wykonania w określonej kolejności kolejnych czynności), trzeba wykonać dużo pracy, bo oba programy są bardzo silnie związane z celami, którym służą.

Na domiar złego wyspa wyobrażająca metody symboliczne ma bardzo strome i wysokie brzegi. To metafora faktu, że na to, żeby rozpocząć pracę z którąś z metod symbolicznej sztucznej inteligencji, trzeba najpierw zdobyć dużą specjalistyczną wiedzę. Na przykład chcąc programować w języku LISP, trzeba najpierw poznać rachunek lambda, sprawiający kłopoty nawet biegłym w matematyce informatykom, oraz poznać technikę tworzenia S-wyrażeń. Przy stosowaniu metod symbolicznych odwołujących się do logiki matematycznej niezbędne jest korzystanie z rachunku predykatów pierwszego rzędu i rezolucji (na przykład przy automatycznym dowodzeniu twierdzeń) albo z rachunku zdań.

Z wymienionych powodów symboliczne metody sztucznej inteligencji, początkowo stanowiące główny napęd jej rozwoju, straciły na znaczeniu i dzisiaj są zdecydowanie rzadziej wykorzystywane.

Sztuczne sieci neuronowe

Kolejna przywołana tu wyspa symbolizuje sieci neuronowe. Do tych metod sztucznej inteligencji autor tego opracowania ma szczególny stosunek, bo jako jeden z pierwszych w Polsce zapoczątkował ich użytkowanie, pisząc w 1993 roku pierwszą książkę na ten temat [10]. Co ciekawe: książka ta, wydana po raz pierwszy w nakładzie 5 tys. egzemplarzy, miała wystarczyć na trzy lata. Została wykupiona w dwa tygodnie! Wydawnictwo w tym samym roku wydrukowało drugie wydanie (rys. 9).



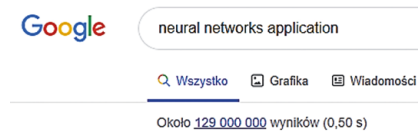
Rys. 9. Pierwsza polska książka na temat sztucznej inteligencji

Warto też odnotować fakt, że później (w 2007 roku) wydana została książka [11] opisująca, jak przy pomocy programów (udostępnionych za darmo w Internecie) można samemu w domu poznać właściwości sieci neuronowych, zarówno korzystając z programów udostępnionych w wersji wykonywalnej, jak i używając udostępnionych pełnych kodów źródłowych w języku C#, pozwalających na dodawanie aplikacji neuronowych do własnych programów rozwiązujących różne problemy. Książka [11] jest w całości dostępna w Internecie, a ponadto została przetłumaczona na język rosyjski i wydana w Moskwie, a także przetłumaczona na język angielski i wydana w USA (rys. 10). Programy udostępnione do książki były pobrane z serwisu internetowego ponad 66 tys. razy.



Rys. 10. Książka o sieciach neuronowych w polskiej, rosyjskiej i amerykańskiej wersji

To dzisiaj chyba najbardziej popularna metoda sztucznej inteligencji. Na zapytanie w Google w momencie pisania tego rozdziału (12.12.2020) *neural networks application* przyszła odpowiedź pokazana na rysunku 11.

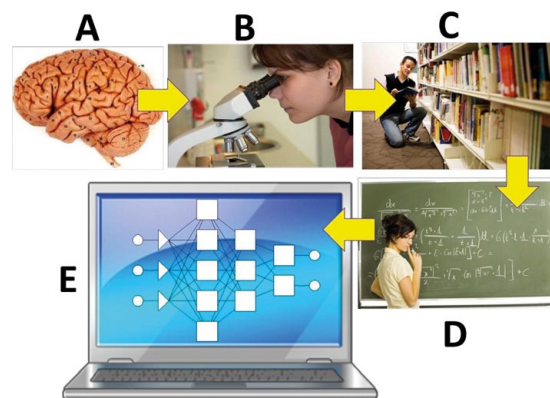


Rys. 11. Ilustracja popularności sieci neuronowych

Znaleziono na ten temat 129 milionów (!) dokumentów wyszukanych w ciągu pół sekundy. Dowodzi to, że sieci neuronowych jako narzędzi rozwiązywania różnych problemów z powodzeniem użyto ponad sto milionów razy. Wniosek, że użyto ich z powodzeniem, nasuwa się z takiego rozumowania: książkę, artykuł albo referat, które Google może odnaleźć w Internecie, pisze tylko badacz albo praktyk, który uzyskał jakiś sukces i go opisał. Jeśli komuś się coś nie uda – to nie pisze o tym artykule albo nie jedzie wyplakać się na konferencji, więc liczba tych negatywnych prób nie może być ustalona. Ale liczba sukcesów jest doprawdy imponująca!

Z kolei fakt, że Google dostarczył odpowiedzi w czasie pół sekundy (na podstawie zasobu ponad stu milionów dokumentów!) dowodzi, że analogiczne pytania musiało wcześniej stawić wielu Internautów i odpowiedź – uzyskana na podstawie przeszukania Sieci – musiała być już wcześniej przygotowana. A zatem liczba osób rozważających, czy użyć sieci neuronowych – musi być bardzo duża. To dobrze rokuje, jeśli idzie o dalszy rozwój tej metody!

Poznajmy je zatem nieco dokładniej: sieci neuronowe to narzędzie informatyczne, którego geneza przedstawiona jest skrótnie na rysunku 12.



Rys. 12. Sieci neuronowe powstały na podstawie badań mózgu

Punktem wyjścia było zainteresowanie mózgiem człowieka (A) – najbardziej złożonym i najbardziej tajemniczym ze wszystkich narządów. Ludzie od lat wiedzieli, że myślenie i inne procesy psychiczne zachodzą właśnie w mózgu, dlatego nie szczędzili wysiłku, żeby zbadać i opisać jego budowę i działanie. Trudziły się nad tym setki badaczy (B). Odkryto i zbadano bardzo wiele naukowych faktów na temat budowy i działania mózgu, tak że ostatnie 10 lat XX wieku nazwano „dekadą mózgu”. W efekcie prace neuroanatomów, neurobiologów

i neurofizjologów wypełniły całe biblioteki (C). Te zbiory opisanych faktów posłużyły biocybernetykom do tego, by stworzyć matematyczne modele funkcjonowania komórek nerwowych (neuronów) i ich zbiorowości – czyli sieci (D). Na podstawie tych modeli matematycznych stworzono programy symulujące funkcjonowanie sieci neuronowych (E). Początkowo te programy traktowano wyłącznie jako modele określonych biologicznych struktur nerwowych i rozwijano głównie ze względu na chęć lepszego zrozumienia działania mózgu. Potem jednak dostrzeżono, że te modele potrafią bardzo skutecznie rozwiązywać różne problemy, korzystając z dostępnych dla nich metod uczenia maszynowego. W efekcie przeniesiono – w pewnym zakresie oczywiście – intelekt człowieka, umiejscowiony w jego mózgu, do programu komputerowego (rys. 13).

Przykładowa struktura sieci neuronowej przedstawiona jest na rysunku 14. Zaznaczono tam warstwy neuronów wchodzących w skład sieci i podano ich role. Kwadratowe elementy oznaczają sztuczne **neurony**. Mogą to być specjalizowane urządzenia elektroniczne (buduje się obecnie takie neuronowe procesory) albo – częściej – fragment programu modelującego sieć neuronową na uniwersalnym komputerze. Sztuczne neurony naśladują niektóre funkcje rzeczywistych neuronów wchodzących w skład mózgu, ale funkcje te są maksymalnie uproszczone.

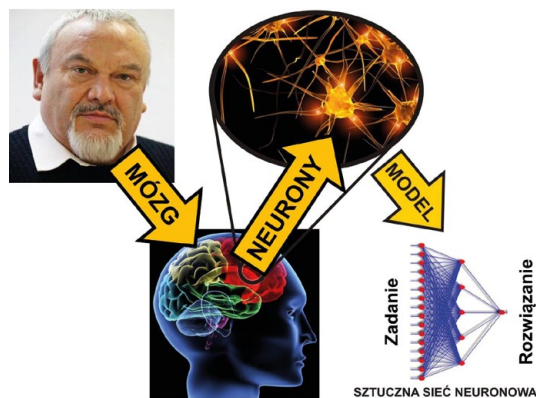
Ogólny schemat działania sieci neuronowej przedstawiono na rysunku 15.

Na rysunku tym neurony zaznaczono jako czerwone kropki. Niebieskie połączenia między neuronami odwzorowują łączące je **synapsy**. To właśnie zmiany w tych synapsach stanowią istotę procesu uczenia sieci, dlatego ich stan po procesie uczenia reprezentuje **wiedzę**, jaką sieć zdobyła w procesie uczenia. Jeśli do neuronów stanowiących **wejściową** warstwę podamy dane reprezentujące to zadanie, które aktualnie sieć ma rozwiązać, to owa wiedza pozwoli na takie działanie sieci, które doprowadzi do tego, że na **wyjściowej** warstwie sieci (na rysunku 15 złożonej tylko z jednego neurona, ale często mającej wiele neuronów, gdy rozwiązanie ma charakter wektorowy) pojawi się wynik, będący rozwiązaniem postawionego zadania.

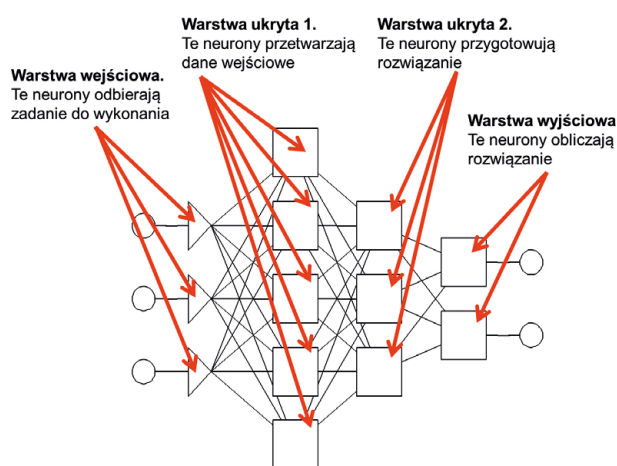
Charakteryzując sieci neuronowe zgodnie z przyjętą w tym artykule metaforą wysp, otrzymujemy ilustrację taką, jak na rysunku 16. Pierwsze, na co warto zwrócić uwagę na tym rysunku, to łagodne, przyjazne brzegi wyspy. Symbolizują one fakt, że początki korzystania z sieci neuronowych nie wymagają od użytkownika praktycznie żadnej wiedzy. Można zaczynać „z marszu”, zwłaszcza że istnieje wiele programów, zarówno płatnych, jak i darmowych, radykalnie ułatwiających tworzenie i użytkowanie tych sieci. O pewnym zbiorze takich programów była wyżej mowa w kontekście książki [11] i rysunku 10.

Ale to nie znaczy, że wiedza na temat sieci neuronowych jest nieprzydatna. Przeciwnie, im użytkownik lepiej pozna to narzędzie, tym lepsze efekty może uzyskać, co na rysunku symbolizuje rosnąca wysokość szczytów, które można osiągać, „zapuszczając się w głąb łądu”. Nie dało się tego pokazać na rysunku, ale jest faktem, że docelowo sieci neuronowe osiągną poziom przewyższający znacząco ten pułap, który były zdolne osiągnąć metody symboliczne!

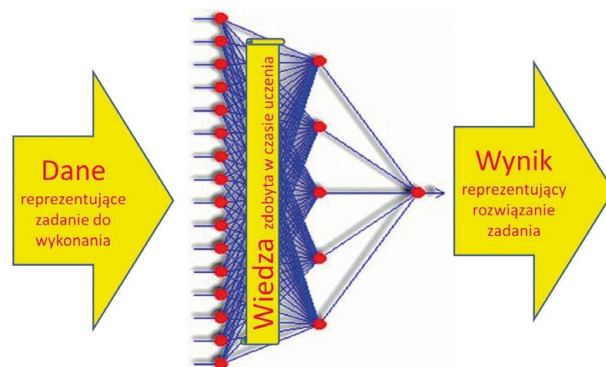
Oprócz typowych, najczęściej używanych sieci neuronowych, określanych często skrótem **MLP** (*Multi-Layer Perceptron*),



Rys. 13. Sieć neuronowa jako wynik modelowania fragmentów mózgu



Rys. 14. Struktura typowej sieci neuronowej



Rys. 15. Ogólny sposób działania sieci neuronowej

które reprezentuje główna część prezentowanej na rysunku 16 wyspy, zaznaczono na pierwszym planie dwie mniejsze wysepki, oddzielone od tej głównej, ale oparte na tej samej rafie. Są to rzadziej używane specjalne odmiany sieci neuronowych przeznaczone do specjalnych celów. Większa z tych wysepki reprezentuje tak zwane **sieci Kohonena**. Są to sieci **samouczące się**, które mogą prowadzić inteligentną analizę złożonych zbiorów danych bez udziału „nauczyciela”.

Kilka słów komentarza. O roli „nauczyciela” przy korzystaniu z sieci neuronowych (oraz innych metod opartych na uczeniu maszynowym) będzie mowa nieco dalej. Tu wystarczy tylko



Rys. 16. Wyspa symbolizująca metody sztucznej inteligencji bazujące na sieciach neuronowych

odnotować, że typowe sieci neuronowe (w szczególności te najpopularniejsze, typu **MLP**) muszą być przed wykorzystaniem ich w praktyce uczone przez „nauczyciela”. Słowo „nauczyciel” trzeba tu traktować umownie – typowo jest to iteracyjny program komputerowy wyposażony w bazę wiedzy o tym, **co** należy rozwiązywać (w sensie takim, że pokazane są dane wejściowe oraz poprawne wyniki dla przykładowych zadań), ale nie ma żadnej informacji o tym, **jak** to należy rozwiązywać. Metodę rozwiązywania sieć musi stworzyć sama, opierając się na **indukcji**, czyli przejściu od szczegółowych przykładów do

ogólnej, *a priori* nieznannej, reguły. Warto dodać, że przeciwnieństwem indukcji jest częściej stosowana **dedukcja**, polegająca na tym, że znając ogólną regułę, rozwiązuje się – korzystając z niej – wszelkie problemy szczegółowe.

Zdolna do indukcji sieć neuronowa to bardzo mocne i bardzo użyteczne narzędzie, szczególnie w zastosowaniu do zadań, dla których sami nie potrafimy zbudować algorytmu. Przykładem takich zadań są rozmaite prognozy, między innymi gospodarcze. Wiemy, że przyszłość zależy od stanu obecnego i od przeszłości, ale nikt nie ośmieli się podać równań pozwalających przewidzieć na przykład przyszłe wartości kursów walut. Natomiast sieć neuronowa może w trakcie nauki traktować sekwencje zdarzeń, które miały miejsce w przeszłości, jako przykłady działania tej nieznannej reguły, którą dopiero musi odkryć. Jest to możliwe, bo wiadomo, jakie zdarzenia zaszły wcześniej i jaki był ich skutek. Okazuje się, że sieć może na tej podstawie stworzyć model – na przykład rynku walutowego – i dość skutecznie przewidywać, co się wydarzy w przyszłości. Takich neuronowych prognoz używa się też w medycynie (przewidywanie skutków zastosowanej terapii) albo w meteorologii.

Na rysunku 16 przedstawiony jest schemat uczenia sieci neuronowej w zadaniu prognozowania. Omawiając krótko zasadę działania tej sieci, musimy zacząć od **danych**, które są używane do uczenia sieci. Dane te pozyskuje się z zarejestrowanej historii. Historia ta, w uproszczonym przykładzie zilustrowanym na

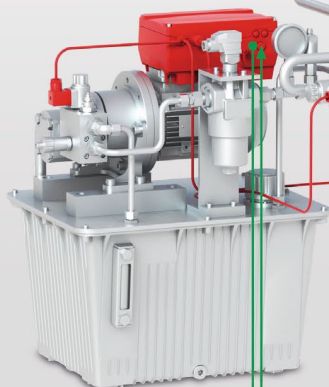
reklama

HYDAC

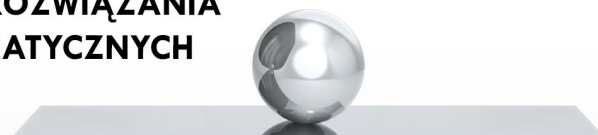
NAPĘDY W RÓWNOWADZE

KINESYS PRODUKTY I ROZWIĄZANIA DLA SYSTEMÓW KINEMATYCZNYCH

HYDRAULICZNE ORAZ ELEKTROMECHANICZNE NAPĘDY dzięki kontrolerom Hydac zapewniają wydajność adekwatną do zapotrzebowania



01010101



KINESYS

UŁATWIAMY REGULACJĘ:

- ciśnienia
 - siły
 - pozycji
 - biegu
- (np.: synchronizacji)

www.hydac.com.pl

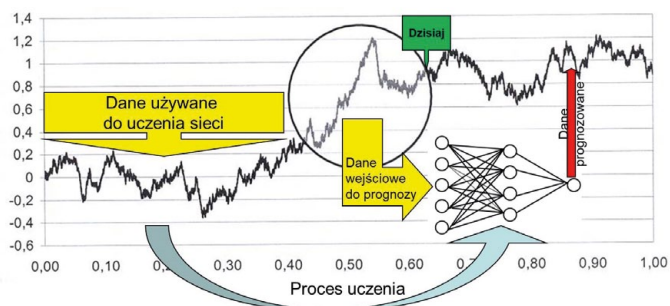


01010101

HYDAC KINESYS JAKO ROZWIĄZANIE SYSTEMOWE ZAPEWNIĄ:

- prostotę rozwiązań
- możliwość łączenia systemów w sieć za pomocą m.in.: **CANOpen, PROFIBUS, EtherCAT**
- sterowanie **PLC**





Rys. 17. Zasada uczenia sieci neuronowej wykorzystywanej do prognozowania

rysunku 17, ogranicza się wyłącznie do obserwacji tej jednej wartości, którą będziemy chcieli prognozować. Mogą to być na przykład wcześniejsze kursy tej waluty, której kurs następnego dnia chcemy odgadnąć. Ale warto dodać, że w rzeczywistych systemach prognostycznych do historii zalicza się (i dostarcza się do sieci neuronowej!) także inne ważne dane, które mogą wpływać na prognozę, na przykład kursy innych walut, wahania notowań giełdowych, ważne wydarzenia gospodarcze zachodzące poza sferą finansów, a nawet decyzje polityczne. Wszystkie te informacje, mogące mieć wpływ na prognozę, są rejestrowane w kolejnych dniach. Takie uporządkowane dane układają się w formę tak zwanego **szeregu czasowego**.

W takim szeregu można wydzielić (poczynając od dowolnego, losowo wybranego miejsca) zbiór wybranej liczby kolejnych obserwacji, traktowanych jako przesłanki do prognozy, oraz wartość obserwacji następującej zaraz po nich – jako tej, którą sieć powinna przewidzieć. Oczywiście ta prognozowana wartość jest **znana**, bo cały rozważany odcinek szeregu czasowego należy do przeszłości i wiadomo, co się zdarzyło, ale sieć tej prawdziwej wartości nie zna, tylko musi ją próbować odgadnąć. Takich „okienek” z przeszłości wybiera się dużo, bo danych do uczenia sieci musi być dużo. Potem jednak, gdy zasób danych przeznaczonych do uczenia zostanie wyczerpany, przechodzimy do punktu oznaczonego jako **dzisiaj**. Tu znamy tylko pewien fragment przeszłości (**dane wejściowe do prognozy**), a sieć ma przewidzieć, co się zdarzy w przyszłości (**dane prognozowane**).

O tym, jak przebiega proces uczenia i jak się wykorzystuje dane przeznaczone do uczenia sieci – będzie mowa w następnym rozdziale. Tu tylko pokazano zastosowanie tej ogólnej metody do szczególnego przypadku trenowania sieci mającej potem formułować prognozy.

Wracając do ogólnych rozważań na temat sieci neuronowych i do rysunku 16, trzeba podkreślić, że sieci neuronowe **Kohonena** mogą być użyte w tym przypadku, kiedy użytkownik nie potrafi zdefiniować celu analizy. Obrazowo można powiedzieć, że jest to narzędzie, które **potrafi udzielać odpowiedzi na nie zadane pytania**. Jeszcze inaczej można to wyrazić w następujący sposób: typowe sieci neuronowe mogą **zdobywać** wiedzę w trakcie procesu uczenia, ale musi istnieć źródło tej wiedzy (wspomniany wyżej „nauczyciel”). Natomiast sieci Kohonena same **odkrywają** wiedzę na podstawie analizy danych i mogą dostarczyć użytkownikowi zupełnie nowych i zaskakujących informacji.

Użycie sieci Kohonena wymaga pewnej wprawy, bo rozwiązania dostarczane przez nią mają formę tak zwanej mapy topologicznej, której interpretacja bywa trudna, ale wysiłek włożony w opanowanie tej sztuki sowicie się opłaca.

Na rysunku 15 widoczna jest jeszcze jedna mała wyseпка, związana (metaforycznie) z tak zwanymi **sieciami Hopfielda**. Są to sieci z bardzo silnymi mechanizmami rekurencyjnymi, mogące rozwiązywać problemy optymalizacyjne (znalezienie najlepszego rozwiązania przy obecności ograniczeń), a także mogą pracować jako tak zwane pamięci skojarzeniowe. Nie będziemy ich jednak tutaj dokładniej omawiać, bo są relatywnie rzadko stosowane.

No i na koniec wyłaniająca się na horyzoncie ogromna, ale jeszcze mgliście widoczna wyspa związana z tak zwanymi sieciami **głębokiego uczenia**. Odbiegają one od klasycznych sieci neuronowych, ponieważ mają bardzo wiele warstw neuronów (sieci **MLP** mają maksymalnie trzy) na przemian konwolucyjnych (*convolution layer*) i łączących (*pooling layer*) albo wykonujących podpróbkowanie (*subsampling layer*). Używa się przy tym uczenia takich sieci metodami „bez nauczyciela” i „z nauczycielem”. Sieci te używane są od niedawna, ale liczba trudnych problemów, jakie zostały rozwiązane przy ich pomocy, jest już bardzo duża i stale rośnie – więc zdecydowanie warto się im uważnie przyglądać.

Uczenie maszynowe

Na chwilę odstawimy od rozważania kolejnych wysp naszego archipelagu i wyjaśnimy, jak przebiega proces uczenia maszynowego. Proces ten dotyczy wielu metod sztucznej inteligencji (przedstawiono to na rysunku 7), ale wygodnie będzie go przedstawić na przykładzie uczenia sieci neuronowej. Kluczem do tego uczenia jest tak zwany **zbiór uczący** – podstawowy motor napędowy wszystkich metod maszynowego uczenia. Zbiór uczący zawiera przykładowe zadania takiego typu, jakie sieć powinna potem rozwiązywać, przy czym w zbiorze tym zawarte są zarówno przesłanki (dane wejściowe), jak i wnioski (poprawne rozwiązania). Im większy zbiór uczący mamy do dyspozycji – tym lepszych wyników uczenia możemy oczekiwać. Ale ponieważ uczenie wymaga wielu kroków, więc nawet duży zbiór uczący szybko się wyczerpuje. Dlatego posiadany zbiór uczący wykorzystuje się w procesie uczenia wielokrotnie. Każdorazowe użycie wszystkich przykładów ze zbioru uczącego nazywa się **epoką**. Do uzyskania poprawnego działania sieci potrzeba często tysięcy lub nawet setek tysięcy epok!

Rozważmy przykładowy zbiór uczący (rys. 18). Zbiór ten jest przeznaczony do stworzenia sieci neuronowej odpowiadającej

IA	MIASTO	TEMP	PRZEM	LUDNI	FRED_W	OPAD	DNI_DESZ	SD2
01	Phoenix	70.3	213	582	6	7.05	36	10
02	Little R	61	91	132	8.2	48.52	100	13
03	San Fran	56.7	453	716	8.7	20.66	67	12
04	Denver	51.9	454	515	9	12.95	86	17
05	Hartford	49.1	412	158	9	43.37	127	56
06	Wilmington	54	80	80	9	40.25	114	36
07	Washington	57.3	434	757	9.3	38.89	111	29
08	Stockholm	68.4	136	529	8.8	54.47	116	14
09	Wława	75.5	207	335	9	59.8	128	10
10	Atlanta	61.5	368	497	9.1	48.34	115	24
11	Chicago	50.6	3344	3369	10.4	34.44	122	110

Rys. 18. Przykładowy zbiór uczący

na pytanie: Jak duże będzie zanieczyszczenie powietrza w różnych miastach? Oglądając przytoczoną tabelkę, widzimy kolejno od lewej kolumny. Pierwsza z nich nazwana jest MIASTO i podaje nazwę miasta, którego dane są dalej wymienione. Dana ta jest oczywiście nieistotna przy uczeniu sieci, dlatego widnieje jako zapisana słabą czcionką, ale jest ona potrzebna do tego, żeby sprawdzać poprawność danych i ewentualnie wprowadzać aktualizacje. W następnych kolumnach widzimy wartości, które będą potem danymi wejściowymi do sieci: TEMP – średnią roczną temperaturę (w stopniach Fahrenheita), PRZEM – liczbę zakładów przemysłowych, LUDN – liczbę ludności (w tysiącach), PRED_W – średnią prędkość wiatru, OPAD – wielkość średniorocznego opadu, DNI_DESZCZ – liczbę dni deszczowych w roku. Ostatnia kolumna, oznaczona SO₂, zawiera informacje, które powinny znaleźć się – jako rozwiązania – na wyjściu sieci. Jest to średnioroczne stężenie dwutlenku siarki w powietrzu, będące miarą jego zanieczyszczenia.

Samo uczenie przebiega według schematu pokazanego na rysunku 19. Obiektami uczestniczącymi w tym procesie są: sieć wymagająca uczenia, „nauczyciel” (pisany w cudzysłowie, bo w istocie jest to program komputerowy) oraz **zbiór uczący**. W przykładzie na rysunku 19 przyjęto, że w rozwiązywanym zadaniu występują trzy dane wejściowe i dwie dane wyjściowe, składające się na rozwiązanie zadania.

Te trzy obiekty wyróżniono na rysunku czerwonym kolorem. Pozostałe napisy na rysunku wiążą się z określonymi czynnościami i są zaznaczone na czarno. Omówimy teraz te czynności.

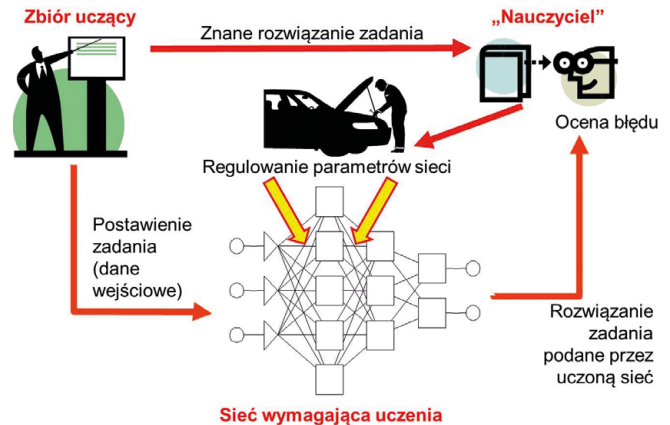
Każdy krok uczenia zaczyna się od **postawienia sieci zadania do wykonania**. Ze zbioru uczącego pobierane są dane wejściowe dla konkretnego przykładu i wprowadzane są na wejście sieci. W wyniku pracy sieci powstaje rozwiązanie zadania, które jest przedstawiane „nauczycielowi”. Ten ma możliwość skorzystania ze zbioru uczącego i może sprawdzić, jakie powinno być rozwiązanie zadania. Na tej podstawie powstaje ocena błęd popełnionego przez sieć, a gdy znamy błąd – to są znane metody **regulowania parametrów** sieci w taki sposób, by ten błąd zmniejszyć.

Jeśli konsekwentnie po każdym błędzie sieć jest dostrajana, to powinna działać coraz lepiej. Dążymy przy tym do tego, żeby sieć w końcu doszła do takiego stanu, by dla wszystkich zadań wchodzących w skład zbioru uczącego udzielała prawidłowych odpowiedzi. Nie zawsze to się udaje, a nawet jeśli się uda, to nie jest to jeszcze powód do uznania, że osiągnęliśmy końcowy sukces. Kolejnym problemem jest bowiem zdolność sieci do **uogólniania** zdobytej wiedzy.

Zapobieganie przeuczeniu

Fakt, że sieć prawidłowo rozwiązuje wszystkie zadania ze zbioru uczącego, jest mało przydatny w praktyce. Wszak dla tych zadań, które są w zbiorze uczącym, **znamy** rozwiązania, więc ich sprawne rozwiązywanie przez sieć neuronową w niczym nas nie wzbogaca. Te rozwiązania po prostu już mamy. Sieć będzie użytecznym narzędziem dopiero wtedy, kiedy potrafi skutecznie rozwiązywać zadania z nowymi, wcześniej niewidzianymi danymi.

W zadaniu prognozowania, od którego zaczęliśmy te rozważania, to przejście od zadań uczenia do zadań eksploatacji sieci



Rys. 19. Jeden krok procesu uczenia sieci. Objasnienia w tekście

wiąże się z konkretnym przekroczenia momentu czasowego oznaczonego na rysunku 17 jako „Dzisiaj”. Wszelkie prognozy dotyczące momentów czasowych przed „dzisiaj” mogą służyć jako elementy zbioru uczącego. Natomiast po przekroczeniu bariery „dzisiaj” zaczyna się poważna praca, która może mieć poważne konsekwencje. Sieć musi wtedy uogólniać wiedzę, jaką zdobyła w procesie uczenia, dokonując ekstrapolacji lub interpolacji posiadanych wiadomości. Tysiące przykładów zadań, skutecznie rozwiązywanym przez nauczone sieci neuronowe, są argumentem wskazującym, że takie uogólnianie wiedzy pochodzącej z procesu uczenia jest możliwe. Trzeba jednak zdawać sobie sprawę z tego, że to nigdy nie jest tak do końca pewne. Dlatego ostrożni użytkownicy metod sztucznej inteligencji opartych na paradygmacie uczenia maszynowego zwykle „nie odkrywają wszystkich kart” w trakcie uczenia.

Mając zgromadzony zbiór uczący, rozważny badacz dokonuje jego **losowego** (to bardzo ważne, że losowego!) podziału na trzy części. Większość przykładów uczących (70–80%) trafia do programu „nauczyciela” i jest motorem uczenia sieci (lub innej metody sztucznej inteligencji opartej na uczeniu). Ale część (zwykle około 20%) trzeba zachować jako tak zwane dane **walidacyjne**. Do czego one są potrzebne?

Otóż trzeba wziąć pod uwagę, że dane użyte do uczenia zawierają w sobie dwojakiego rodzaju informacje: takie, które wskazują, jak **generalnie** należy rozwiązywać zadania określonego typu, oraz takie, które związane są ze **szczegółową specyfiką** tych konkretnych przykładów, które zawarto w zbiorze uczącym. Na początku procesu uczenia sieć zdobywa głównie wiedzę ogólną. W efekcie coraz lepiej rozwiązuje zadania ze zbioru uczącego, ale coraz lepiej będzie sobie radziła także z nowymi, wcześniej niewidzianymi zadaniami.

Ale poczynając od pewnego momentu, kolejne korekty parametrów sieci zmuszają ją do tego, żeby coraz dokładniej odwzorowywała głównie te **specyficzne** informacje związane z indywidualnymi właściwościami tych zadań, których użyto do uczenia sieci. Pogarsza to jej użyteczność, bo w efekcie nowe zadania, z zasady odmienne od tych, które były zawarte w zbiorze uczącym, zaczynają być rozwiązywane coraz gorzej. Opisane zjawisko nazywa się **przeuczeniem** sieci.

Efekt ten można wykryć, stosując właśnie wspomniany wyżej zbiór walidacyjny. Jest to zbiór przykładów, dla których

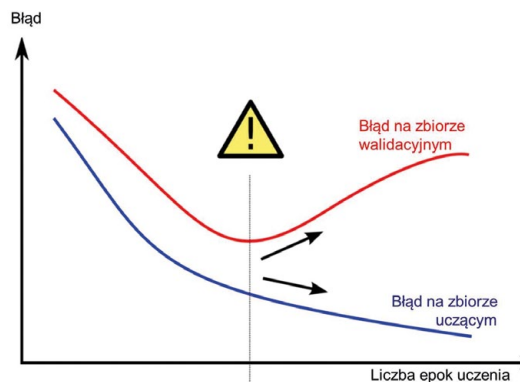
znamy poprawne rozwiązanie, ale których **nie używamy bezpośrednio do uczenia sieci**. Zbioru walidacyjnego używa się po każdej epoce uczenia, obserwując, jak zmniejsza się błąd popełniany przez sieć w trakcie procesu uczenia dla danych, których do uczenia wprost nie używano. Nieco wyidealizowany wynik tej obserwacji przedstawiony został na rysunku 20. Widać, że początkowo błąd obserwowany na zbiorze uczącym maleje wraz ze wzrostem liczby epok uczenia (niebieska linia na rysunku), a błąd ustalany na zbiorze walidacyjnym maleje nieco wolniej (dlatego, że elementów zbioru walidacyjnego nie uwzględnia się przy uczeniu sieci), ale także spada. W pewnym momencie następuje jednak efekt „otwartych noży”: dalszemu maleniu błędu na zbiorze uczącym towarzyszy **wzrost** błędu określanego na zbiorze walidacyjnym. Należy wtedy bezwzględnie przerwać uczenie, bo widać wyraźnie, że sieć traci zdolność do uogólniania wyników uczenia (rys. 20).

Przy okazji prezentacji krzywych uczenia na rysunku 20 warto może dodać jeszcze jedną informację dotyczącą w istocie większości procesów uczenia maszynowego. Otóż w praktyce proces uczenia nigdy nie przebiega tak gładko, jak by sugerowały książkowe wykresy. Prawdziwe procesy uczenia są obciążone licznymi czynnikami losowymi, związanymi z faktem, że poszczególne przykłady uczące mogą wywoływać takie poprawki parametrów sieci (lub innego algorytmu uczącego się), które polepszając ich działanie dla jednego przykładu, powodują pogorszenie dla innych przykładów, które powracając w kolejnych epokach, powodują chwilowe skokowe zwiększenie błędu. W efekcie prawdziwy przebieg błędu na zbiorze uczącym jest zwykle bardzo „nerwowy”, postrzępiony, co w oczywisty sposób przekłada się także na przebieg błędu na zbiorze walidacyjnym (rys. 21).

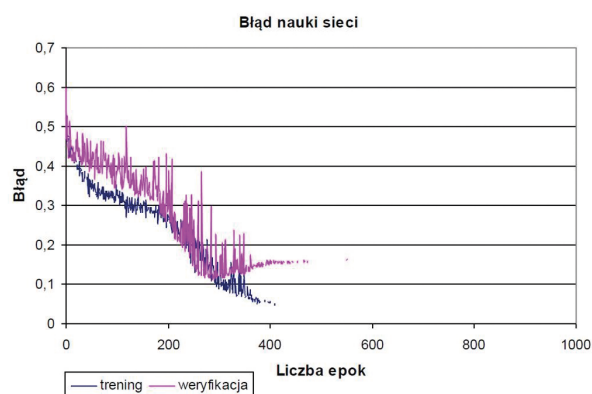
Utrudnia to wykrycie momentu, kiedy zaczyna się zjawisko przeuczenia. Teoretycznie powinno się przerwać uczenie, gdy obserwuje się wzrost błędu na zbiorze walidacyjnym przy równoczesnym maleniu błędu na zbiorze uczącym. Jeśli jednak oba błędy silnie oscylują, to trzeba stosować specjalne techniki (średnią kroczącą), żeby wykryć, kiedy **trend** malejący błędu w zbiorze walidacyjnym zamienia się w trend rosnący.

Jak wspomniano wyżej – zasób danych w zbiorze uczącym dzieli się (jeśli jego liczebność na to pozwala) na **trzy** części. Dwie poznaliśmy: to podzbiór danych przeznaczonych do uczenia i podzbiór służący do wykrycia momentu zatrzymania uczenia. A ten trzeci?

To zbiór **testowy**. Jeśli danych jest wystarczająco dużo, to około 10% przykładów badacz trzyma na boku i nie pozwala „nauczycielowi” na korzystanie z nich w trakcie uczenia ani do napędzania uczenia, ani do walidacji. Natomiast po zakończonym uczeniu sieć zostaje poddana „egzaminowi” – musi podać rozwiązania dla tych właśnie „odłożonych na bok” przykładów uczących. Jest to odpowiednik sytuacji, w jakiej sieć się znajdzie, gdy będzie musiała rozwiązywać nowe zadania, dla których nie będzie możliwości sprawdzenia, czy sieć się nie myli. Jeśli egzamin przeprowadzony z użyciem przykładów testowych przebiegnie pomyślnie (zwykle wykrywany błąd ma podobną wartość, jak na zbiorze walidacyjnym) – to można sieci zaufać przy rozwiązywaniu zadań praktycznych. Jeśli egzamin wypadnie niekorzystnie, to takiej sieci nie należy używać w praktyce.



Rys. 20. Wykrycie momentu początku przeuczenia przy użyciu danych walidacyjnych



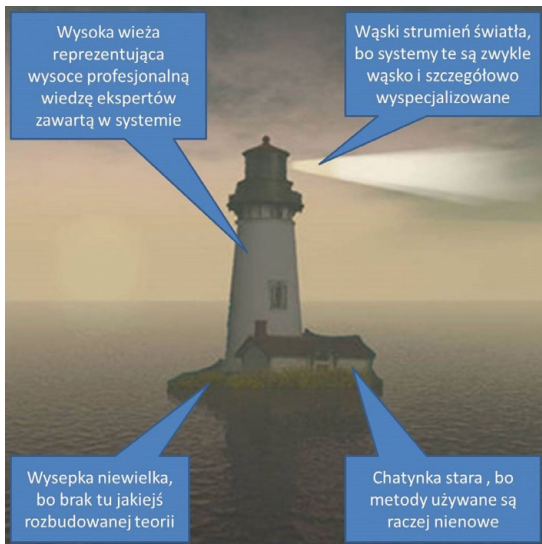
Rys. 21. Rzeczywisty przebieg błędu uczenia i błędu walidacji

Na rysunku 18 dane uczące są wpisane kolorem czarnym, dane walidacyjne – kolorem czerwonym, a dane testowa (jedna zaledwie w tym bardzo mało liczny zbiorze uczącym) – kolorem niebieskim. Oczywiście w tym przypadku jest to tylko ilustracja tego, jak to powinno wyglądać w prawdziwym zbiorze uczącym, liczącym zwykle przynajmniej kilkaset przykładów.

Światło ludzkiej mądrości w archipelagu sztucznej inteligencji

Sieci neuronowe wykorzystują osiągnięcia neurobiologii, która rozszyfrowała budowę i działanie naturalnego siedliska inteligencji, jakim jest ludzki mózg. Sztuczną inteligencję można jednak oprzeć także na innym źródle: na naśladowaniu procesów myślowych człowieka, badanych i odkrywanych przez psychologów. Przykładem systemów opartych na takich właśnie podstawach są tak zwane **systemy ekspertowe**. Są to programy, które potrafią gromadzić wiedzę ekspertów (ludzi), a potem ją wykorzystywać do tego, by doradzać użytkownikom (którzy ekspertami nie są), jak mają postępować przy rozwiązywaniu konkretnych problemów. Metafora tego działu sztucznej inteligencji w postaci umownej wyspy w opisywanym archipelagu przedstawiona jest na rysunku 22.

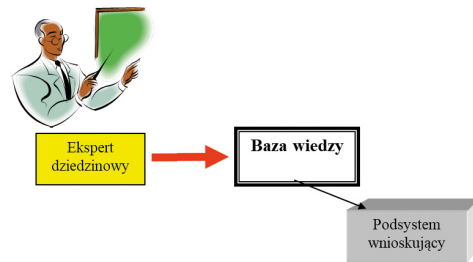
Ogólne właściwości systemów ekspertowych opisano na rysunku, więc teraz zobaczmy, jak taki system ekspertowy jest zbudowany i jak działa.



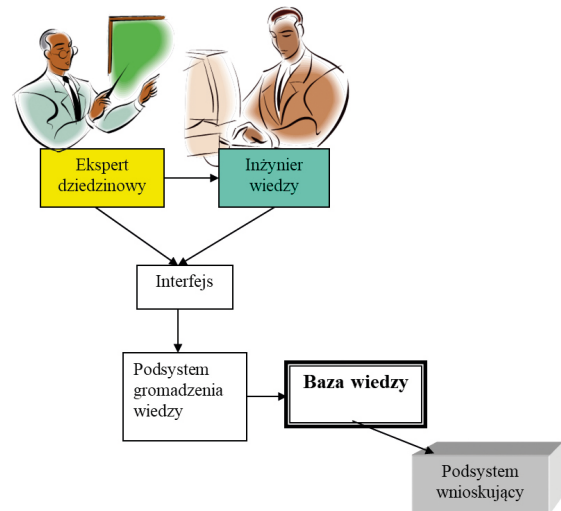
Rys. 22. Wyspa reprezentująca systemy ekspertowe

Działanie systemu ekspertowego, którego ogólny schemat przedstawiono na rysunku 22, składa się z dwóch etapów. Pierwszy polega na „karmieniu” systemu wiedzą. Potrzebna wiedza znajduje się w umysłach ekspertów z określonej dziedziny, na przykład lekarzy stawiających trafne diagnozy i osiągających sukcesy w leczeniu albo radców prawnych o dużym doświadczeniu. Gdy ta **wiedza** zostanie umieszczona w systemie ekspertowym w tak zwanej **bazie wiedzy** i zostanie połączona z wbudowanym **podsystemem wnioskującym** (rys. 23) – to użytkownicy będą mogli uzyskać odpowiedzi na swoje konkretne pytania albo rozwiązać nurtujące ich problemy.

Źródłem trudności podczas realizacji tego etapu jest fakt, że z reguły wybrany „ekspert dziedziny” nie potrafi swojej wiedzy przekazać komputerowi. On tę wiedzę posiada, ale nie w takiej formie, żeby mógł nią wprost zasilić **bazę wiedzy**, która jest centralnym elementem systemu ekspertowego. Na tym etapie ekspertowi pomagają informatycy nazywani **inżynierami**



Rys. 23. Zasilanie systemu ekspertowego wiedzą przez eksperta



Rys. 24. Pozyskiwanie wiedzy eksperta przez inżyniera wiedzy

wiedzy. Mają oni specjalne przeszkolenie psychologiczne, dzięki któremu umiejętnie przepytują ekspertów, a pozyskaną od nich wiedzę implementują w systemie komputerowym. Pomaga w tym specjalnie zaprojektowany interfejs eksperta oraz podsystem gromadzenia wiedzy (rys. 24).

Niebanalnym problemem jest to, jak pozyskaną wiedzę człowieka reprezentować w pamięci komputera. Jeśli wiedza dotyczy **faktów**, to jej zapis w komputerze jest łatwy. Umieemy budować

reklama

NOWIMEX®

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

- VAHLE** – Systemy zasilania ruchomych odbiorników prądu.
- SCHLEGEL** – Tablicowy osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny.
- LEAB** – Systemy zasilania pojazdów ratowniczych, pożarniczych i medycznych w prąd i sprężone powietrze.
- A.M.I.** – Panele sygnalizacyjne i alarmowe.
- TEXELCO** – Sygnalizatory świetlne i dźwiękowe.
- HUGRO** – Dławice do kabli.
- BREVETTI** – Tworzywowe i stalowe przewodniki kabli.
- CATTRON** – Przemysłowe systemy zdalnego sterowania radiowego.
- MICRO DETECTORS** – Szeroka gama czujników.
- MARECHAL** – Wtykowe złącza przemysłowe i dekontaktry (z wbudowaną funkcją rozłączeniową).

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



bazy danych, które zawierają miliony faktów traktowanych jako pewniki, więc to nie sprawia kłopotu. Ważniejsze i trudniejsze są jednak te fragmenty wiedzy eksperta, które dotyczą sposobów rozumowania. Można je odwzorować w komputerze na wiele sposobów, ale ogólnie jest to trudne. Najczęściej korzysta się z tak zwanych **metod regułowych**, to znaczy wyraża się wiedzę eksperta w formie reguły typu:

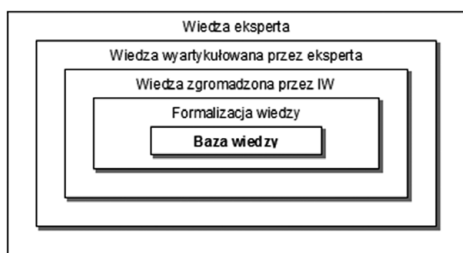
jeśli A to B

Oczywiście A i B są pieczołowicie i mądrze wybierane, ale jest to spora praca (dla inżyniera wiedzy), a ponadto trzeba dokładać starań, żeby uzyskane reguły w sposób wyczerpujący pokrywały całą wiedzę posiadaną przez eksperta. Co więcej, niekiedy reguły bywają sprzeczne (zwłaszcza gdy pozyskujemy wiedzę od wielu ekspertów) i wtedy trzeba te sprzeczności wyjaśniać. Ostatecznie uzyskujemy jednak bazę wiedzy, w której mieszczą się wszystkie pozyskane fakty i reguły (rys. 25).



Rys. 25. Schematyczna struktura bazy wiedzy

Warto zdawać sobie sprawę, że wypełnianie bazy wiedzy na podstawie wiedzy eksperta wiąże się ze stratami. Ekspert wiedzę posiada, ale nie w całości potrafi ją wyartykułować. Gdy już ją opisze – inżynier wiedzy nie wszystko zrozumie i nie wszystko zarejestruje. Gdy już wiedza jest zgromadzona, to trzeba ją sformalizować, żeby stała się dostępna dla komputera. No i wreszcie trzeba ją wbudować do bazy wiedzy, co także zwykle wiąże się z jejubożeniem (rys. 26).

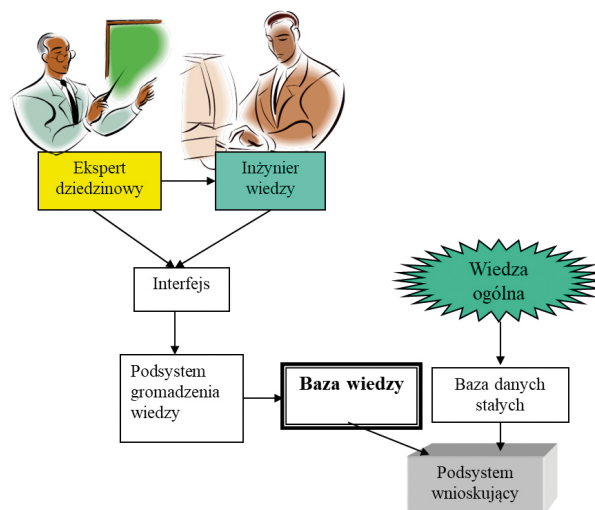


Rys. 26. Relacja między wiedzą eksperta i zawartością bazy wiedzy

Ale jeśli fakty i reguły dostarczone przez eksperta (nawet w uboższej formie) zostaną skompletowane i umieszczone w systemie – to pozwolą one na przejście do drugiego etapu, to znaczy do eksploatacji wypełnionego wiedzą systemu ekspertowego.

Zanim to jednak nastąpi – trzeba dodać jeszcze coś, z czego twórcy systemów sztucznej inteligencji początkowo nie zdawali sobie sprawy. Chodzi o tak zwaną **wiedzę ogólną**. Ekspert jej nie poda, bo pewne rzeczy są dla każdego człowieka oczywiste. A tymczasem dla komputera nic nie jest oczywiste, więc trzeba duże zasoby tej zdroworoządkowej wiedzy także do programu dostarczyć, żeby nie produkował paradoksów.

Nie wiadomo, na ile prawdziwa jest anegdota opowiadana w środowiskach informatycznych, ale doskonale ilustruje ona, na czym polega problem owej wiedzy ogólnej. Otóż podobno gdy zbudowano pierwsze systemy ekspertowe dla potrzeb medycyny (a warto wiedzieć, że to naprawdę jest obszar



Rys. 27. Struktura systemu uzupełnionego o bazę danych stałych

w którym powstało szczególnie wiele propozycji systemów ekspertowych), to lekarze chcieli poznać sposób zwalczania raka. W tym celu wyposażono system w wiedzę na temat biologii nowotworów i zapytano, co zrobić, żeby zniszczyć raka u konkretnego pacjenta. Odpowiedź komputera była szybka i logiczna: należy zabić tego pacjenta, a wtedy rak zginie. No bo żadna reguła podana przez ekspertów nie zabraniała zabijania pacjentów...

Anegdota może nie jest prawdziwa, ale problem jako taki jest prawdziwy: używając systemów ekspertowych (lub innych metod sztucznej inteligencji) jako narzędzi wspomagających proces podejmowania decyzji, musimy bardzo baczyć na to, by wyposażać je także w zasoby wiedzy ogólnej, bo sama wiedza specjalistyczna, nawet ta na najwyższym poziomie, na ogół nie wystarcza.

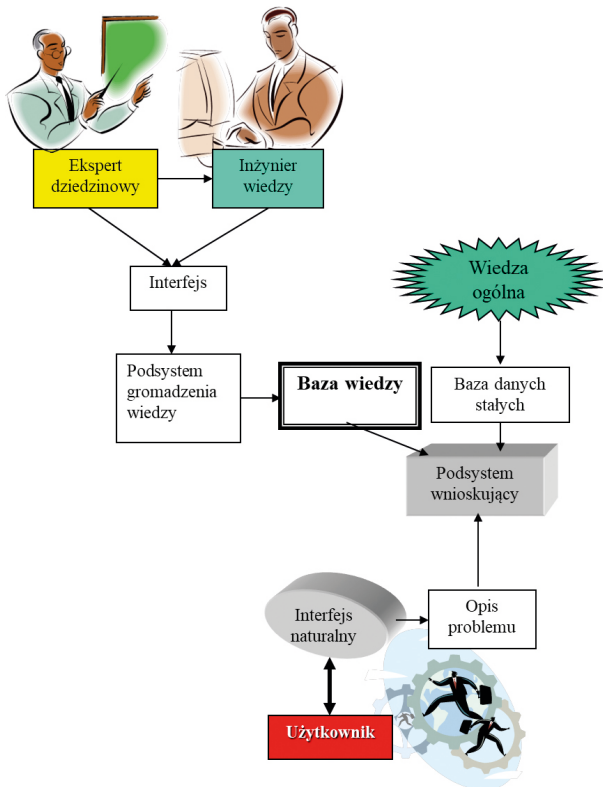
Dlatego w strukturze systemu ekspertowego musi pojawić się jeszcze jeden zasób informacji zawierający właśnie tę wiedzę ogólną, nazywany **bazą danych stałych** (rys. 27).

Eksploatacja systemu ekspertowego

Mając wypełnioną bazę wiedzy (specjalistycznej) oraz bazę danych stałych, możemy już przystąpić do drugiego etapu, to znaczy do eksploatacji systemu. Sens istnienia systemów ekspertowych polega na tym, że mogą one być wykorzystywane przez wielu użytkowników, którzy – jak to zasugerowano na rysunku 28 – zwykle bardzo się spieszą i chcą skorzystać z mądrości ekspertów zawartej w systemie jak najszybciej i jak najsprawniej.

Użytkownicy systemu mogą z niego korzystać na różne sposoby. Najczęściej potrzebują rady, stąd systemy ekspertowe bywają często nazywane systemami doradczymi. Ale mogą też być inne potrzeby, o których wspomnimy na końcu tego rozdziału.

Użytkownik opisuje swój problem, a system automatycznie przeprowadza wnioskowanie, dla którego punktem startowym jest pytanie użytkownika. Dość ważnym elementem w tej części systemu, która ma styczność z użytkownikami, jest **interfejs naturalny**. Przymiotnik „naturalny” oznacza w tym przypadku, że użytkownicy swoje pytania mogą swobodnie formułować

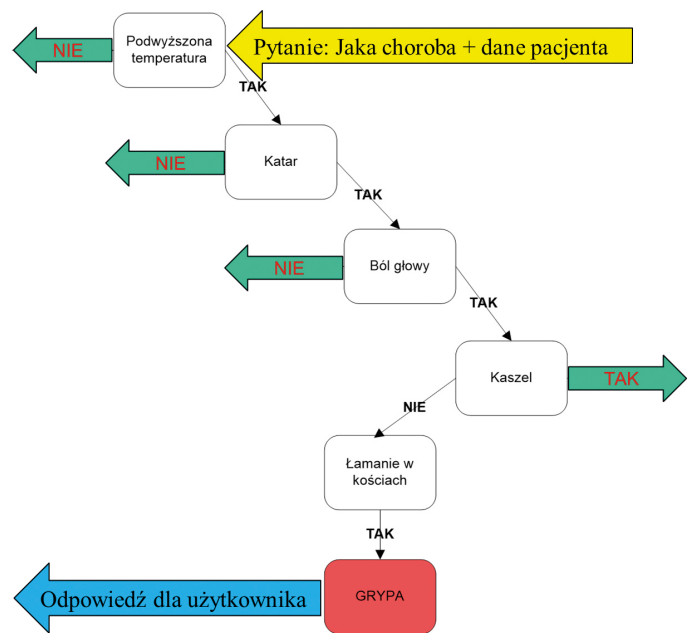


Rys. 28. Pozyskanie opisu problemu od użytkownika poprzez interfejs naturalny

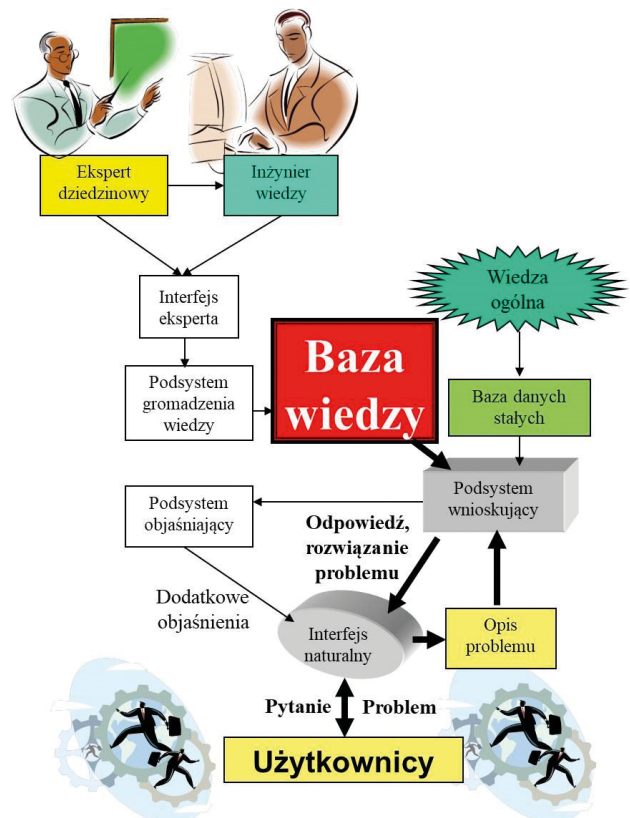
w języku naturalnym (na przykład po polsku), a system usiłuje z ich wypowiedzi wytworzyć odpowiednio zakodowany opis problemu. Czasem konieczne jest „dopytanie” użytkownika, czy właśnie o to mu chodzi, albo uzgodnienie w trybie dialogu potrzebnych szczegółów. W efekcie tej wymiany informacji między użytkownikiem a systemem powstaje **opis problemu** (rys. 28).

Opis problemu staje się początkiem drogi automatycznego rozumowania, realizowanego przez **podsystem wnioskujący**.

Ten element systemu ma oczywiście podstawowe znaczenie przy jego eksploatacji i był dość trudny do zbudowania, gdy tworzone go po raz pierwszy. Ale udało się, bo punktem wyjścia do konstrukcji podsystemów wnioskujących były stworzone jeszcze w latach 50. XX wieku pogromy automatycznego dowodzenia twierdzeń matematycznych. Okazało się, że droga rozumowania, jakie trzeba przeprowadzić, aby dla problemu opisanego przez użytkownika znaleźć potrzebne rozwiązanie przy wykorzystaniu wiedzy ekspertów – jest bardzo podobna do tej drogi, jaką przebywa komputer, dążąc do udowodnienia tezy matematycznego twierdzenia przy wykorzystaniu sformułowanych założeń i istniejącej wiedzy matematycznej. W jednym i w drugim przypadku „drogowskazem” jest metoda rezolucji Robinsona. To dzięki tej metodzie tak są automatycznie dobierane fakty i reguły zawarte w bazie wiedzy, aby stworzyć łańcuch przesłanek i częściowych wniosków, a na końcu, jako ostatni wniosek, uzyskać odpowiedź adresowaną do użytkownika, będącą rozwiązaniem jego problemu. Bardzo uproszczony schemat automatycznego wnioskowania pokazany jest na rysunku 29.



Rys. 29. Przykładowy przebieg automatycznego wnioskowania



Rys. 30. Pełny schemat systemu ekspertowego

Oczywiście przy praktycznej realizacji opisanej koncepcji trzeba było rozwiązać mnóstwo problemów szczegółowych, ale obecnie jest to na tyle dobrze dopracowane i na tyle uniwersalne, że sprzedawana są systemy ekspertowe „szkieletowe”

zwierające gotowy do użycia podsystem wnioskujący, a także interfejs naturalny dla użytkownika i interfejs eksperta – ale z całkowicie pustą bazą wiedzy. Użytkownik może wypełnić system wiedzą na dowolny wybrany przez siebie temat i mieć w ten sposób elektronicznego eksperta znającego dokładnie jego unikatowe potrzeby i jego uwarunkowania.

Efektom działania podsystemu wnioskującego w systemie wypełnionym adekwatną wiedzą jest **odpowiedź**, jaką system przekazuje użytkownikowi za pośrednictwem interfejsu naturalnego (rys. 30).

Odpowiedź ta może stanowić rozwiązanie problemu nurtującego użytkownika albo może być wiadomością, że przy wszystkich założeniach, które użytkownik umieścił w opisie problemu – rozwiązania nie da się znaleźć. W tym drugim przypadku użytkownik jest zachęcany, żeby dostarczył więcej danych albo zrezygnował z części wymagań. Zwykle po kilku uściśleniach rozwiązanie problemu zostaje znalezione i użytkownik może z niego skorzystać. Ale może się zdarzyć użytkownik szczególnie wymagający, który nie tylko wymaga rozwiązania problemu, ale dodatkowo może się domagać **uzasadnienia**, dlaczego to rozwiązanie jest właśnie takie, a nie inne. System ekspertowy jest na to przygotowany i specjalnie zaprogramowany jego fragment, **nazywany podsystemem objaśniającym**, przekazuje poprzez interfejs naturalny całą drogę rozumowania, jaka doprowadziła do podanego rozwiązania. Widać, jak wychodząc od opisu problemu podanego przez użytkownika i korzystając z kolejnych reguł umieszczonych przez ekspertów w bazie wiedzy osiąga się rozwiązanie, podane użytkownikowi jako rozwiązanie. Użytkownik może przyjąć te wyjaśnienia albo może tak zmienić swój opis problemu, żeby ukierunkować automatyczne rozumowanie na ścieżkę bardziej zgodną z jego oczekiwaniami. Może także wskazać elementy bazy wiedzy (fakty albo reguły), których do tego jego problemu stosować nie należy. Proces automatycznego rozumowania zostanie wtedy zainicjowany ponownie i dostarczy być może innego rozwiązania, które będzie poprawne i logiczne w świetle nowego opisu problemu oraz na chwilę (tylko dla tego problemu) zmodyfikowanej bazy wiedzy.


Na koniec tego rozdziału warto wspomnieć o jeszcze jednej ciekawostce związanej z systemami ekspertowymi. Otóż większość z nich działa w ten sposób, że **doradza** użytkownikom, stąd dość popularna jest także nazwa „systemy doradcze”. Ale jest też odmiana, która **krytykuje** pomysły użytkownika i w ten sposób przyczynia się do ich doskonalenia. Wyobraźmy sobie, że prezes dużej firmy wymyślił nową strategię jej działania i zastanawia się, czy jest to dobra strategia. Nie może pokazać tego pomysłu swoim współpracownikom, bo nikt nie ośmieli się krytykować prezesa. Tym bardziej nie może tego pokazać nikomu z ludzi z zewnątrz, bo powodzenie zależy od zachowania tych planów w tajemnicy. Ale może pokazać ten plan systemowi ekspertowemu. On się nie zawaha i skrytykuje wszystko, co takiej krytyki wymaga, przeprowadzi symulację przewidywanych skutków, budując odpowiednie prognozy, wykryje i wskaże każdy słaby punkt. A na komputer prezes się przecież nie może obrazić, tylko poprawi swój plan i podda go kolejnej ocenie – i tak aż do skutku.

Uwagi końcowe

Temat archipelagu sztucznej inteligencji okazał się zbyt obszerny, by udało się go zawrzeć w jednym artykule. Stąd omówiwszy (i to w wielkim skrócie!) część podjętej problematyki, przeniesiemy dyskusję dalszych metod sztucznej inteligencji wzmiankowanych na rysunku 7 do kolejnego artykułu w następnym numerze miesięcznika „Napędy i Sterowanie”. Jeśli kogoś z Czytelników artykuł ten zainspirował do przemyśleń, czy to dobrze, że rozwijamy sztuczną inteligencję, czy też może wiąże się z tym jakieś zagrożenia – zachęcamy do lektury pozycji [12] spisu literatury.

Literatura

- [1] TADEUSIEWICZ R.: *Zdefiniujmy przedmiot debaty: czym jest oraz czym nie jest sztuczna inteligencja?* Rozdział w książce: *Ergonomia wobec idei sztucznej inteligencji*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2020.
- [2] TADEUSIEWICZ R.: *Systemy wizyjne robotów przemysłowych*. WNT, Warszawa 1992.
- [3] TADEUSIEWICZ R.: *Sygnal mowy* (Monografia książkowa wydana w serii *Problemy elektroniki i telekomunikacji*). WKiŁ, Warszawa 1988.
- [4] TADEUSIEWICZ R., ŚMIETAŃSKI J.: *Pozyskiwanie obrazów medycznych oraz ich przetwarzanie, analiza, automatyczne rozpoznawanie i diagnostyczna interpretacja*. Wydawnictwo STN, Kraków 2011.
- [5] MAZURKIEWICZ E., TOMECKA-SUCHOŃ S., TADEUSIEWICZ R.: *Application of Neural Network Enhanced Ground Penetrating Radar to Localization of Burial Sites*. „Applied Artificial Intelligence”, vol. 30, No. 9, 2016.
- [6] LULA P., PALIWODA-PĘKOSZ G., TADEUSIEWICZ R.: *Metody sztucznej inteligencji i ich zastosowania w ekonomii i zarządzaniu*. Wydawnictwa Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2007.
- [7] TADEUSIEWICZ R.: *Rozpoznawanie obrazów – zarys teorii*. Skrypt UJ nr 499, Kraków 1985.
- [8] TADEUSIEWICZ R.: *Rozpoznawanie obrazów w zastosowaniach ekonomicznych*. Academy of Economics Lecture Notes – Skrypt AE, Kraków 1985.
- [9] TADEUSIEWICZ R., FLASIŃSKI M.: *Rozpoznawanie obrazów*. PWN, Warszawa 1991.
- [10] TADEUSIEWICZ R.: *Neural Networks* [in Polish: *Sieci neuronowe*], Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1993.
- [11] TADEUSIEWICZ R., GĄCIARZ T., BOROWIK B., LEPEL B.: *Odkrywanie właściwości sieci neuronowych przy użyciu programów w języku C#*. Wydawnictwo Polskiej Akademii Umiejętności, Kraków 2007.
- [12] TADEUSIEWICZ R.: *Automatyzacja i sztuczna inteligencja jako źródła prawdziwych i wyimaginowanych zagrożeń*. Rozdział w książce: *GALWAS B., KOZŁOWSKI P., PRANDECKI K. (RED.): Czy świat należy urządzić inaczej – schyłek i początek*. Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” przy Prezydium PAN, Warszawa 2019.

 prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz
AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
e-mail: rtad@agh.edu.pl, www.Tadeusiewicz.pl

Druk 3D w budownictwie

Helena Dodziuk

Druk 3D (ang. *3D printing*, 3DP) polega, mówiąc w dużym uproszczeniu, na nakładaniu kolejnych, łączonych następnie ze sobą warstw materiału na podstawie programu komputerowego [1]. Znalazł on zastosowanie w wielu dziedzinach, m.in. w różnych gałęziach przemysłu, medycynie, modzie, sztuce i edukacji [2]. Budownictwo pozostaje jedną z niewielu dziedzin, w której w niewielkim stopniu wykorzystuje się druk 3D. Dotychczas oparte jest ono głównie na pracy ręcznej. Robienie butów, ubrań czy też urządzeń domowych zostało już dawno zautomatyzowane, teraz czas na zautomatyzowanie budowy domów. Możliwości zastosowań druku 3D w budownictwie doprowadziły do wielu propozycji i licznych interesujących realizacji [1–3] (rys. 1, [4]) i obecnie przechodzą one od działalności niszowej do mainstreamu [5]. Przewiduje się, że rynek budownictwa 3D osiągnie 1,5 mld USD w roku 2024 [6].

Na początku, na etapie koncepcji, proponowano drukowanie budynków w taki sposób, żeby wszystkie fragmenty, np. rury kanalizacyjne, przewody elektryczne i tym podobne elementy były wbudowywane w ściany w trakcie drukowania 3D. Jak na razie okazało się to niemożliwe. W 3D drukuje się ściany z otworami i szybami pozwalającymi przeprowadzić rury i przewody. Wykorzystanie druku 3D w budownictwie wymagało opracowania specjalistycznych [5, 7, 8] i gabarytowo większych drukarek [7, 9], jak również wprowadzenia nowych technologii i nowych materiałów do drukowania [8] (obok tradycyjnego cementu [7, 10], szkła [11], papieru [12], ziemi [13] czy też „atramentu” wykorzystującego śmieci [14, 15]). Skutki związane z korzystaniem ze śmieci w 3DP omówił Sam Taylor [16]. Żywe zainteresowanie drukiem 3D wykazuje NASA: obok drukowania w 3D żywności, tak aby kosmonauci mieli smaczniejsze jedzenie w trakcie długich



Rys. 1. The Lotus House. Autor: © Team WashU for Solar Decathlon China 2018



Rys. 2. Model wydrukowanej w 3D bazy na Księżycu.

© NASA. <https://sservi.nasa.gov/articles/building-a-lunar-base-with-3d-printing/>

podróży, i licznych innych zastosowań mówi się o wykorzystywaniu Księżycowej gleby, zwanej regolitem, do budowania baz [17] (rys. 2). Ostatnio NASA zainaugurowała współpracę z firmą ICON nad wczesnymi badaniami i opracowaniem kosmicznego systemu budowania, który mógłby wesprzeć przyszłą eksplorację Księżycza i Marsa [18].

Druk 3D warto stosować, ponieważ posiada szereg istotnych zalet w porównaniu z tradycyjnym budownictwem:

1. Jest przyjazny dla środowiska, gdyż do budowania można wykorzystać lokalnie dostępne materiały [13].
2. Jest też znacznie tańszy od tradycyjnego budownictwa: koszty budowy są niższe o ponad 30% [5], co ma duże znaczenie ekonomiczne i społeczne.
3. 3DP jest również dużo szybszy niż budownictwo tradycyjne [5], ale zaletę tę wiele firm przedstawia nierzetelnie. Informacje na ten temat zostaną później dokładniej omówione.

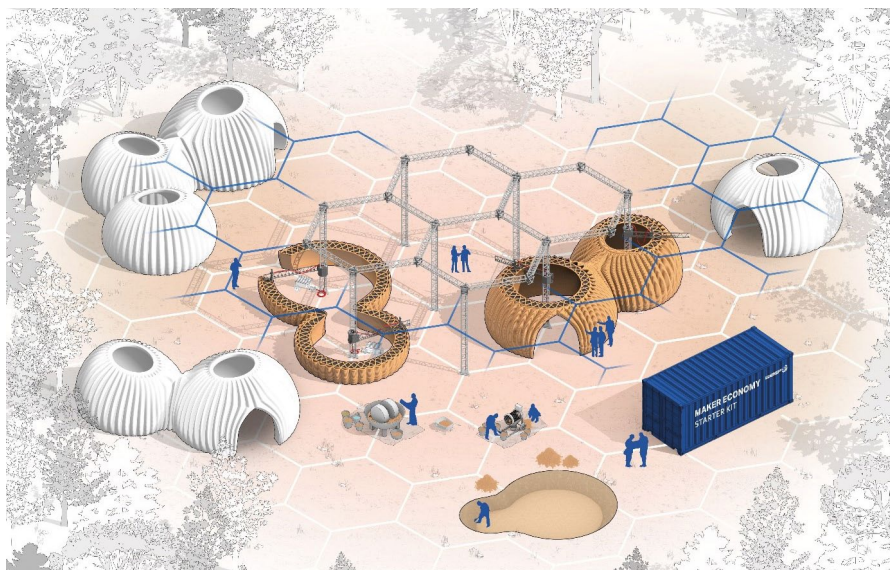
4. Budując w technologii druku 3D, wykorzystuje się, obok standardowych, wiele nietypowych materiałów, co przedstawili Ronald Rael i Virginia San Fratello w książce „Innovative Recipes for 3D Printing” [8], uwzględniając nie tylko piasek, cement i glinę, lecz również tak niekojarzące się z budownictwem materiały, jak sól, kawa, herbata, winne wytloki, guma i bioplastiki.
5. W druku 3D design jest dużo bardziej elastyczny, co stwarza dużo mniej ograniczeń niż spotykane w budownictwie tradycyjnym [3].
6. Budownictwo jest dziedziną, w której zdarza się wiele wypadków – przy zastosowaniu druku 3D jest ich dużo mniej [10].

Warto również wymienić wady budowania domów w technologii druku 3D [8]:

Bardzo wysoki koszt początkowy inwestycji. Drukarka budowlana może kosztować nawet 1 mln USD.

1. Jak wspomniano uprzednio, obecnie ta metoda budowania wymaga ręcznego wykonania instalacji wodno-kanalizacyjnej i elektrycznej itp. Szorstkie ściany zewnętrzne; na ogół nie są one tak gładkie, jak w budownictwie tradycyjnym.
2. Aktualnie brak jest certyfikacji takiego budownictwa.
3. W druku 3D mamy do czynienia ze swoistym paradoksem. Z jednej strony jest on tańszy od technologii tradycyjnych, a więc bardziej dostępny dla ludzi o niskich dochodach. Z drugiej, jako tzw. technologia niszcząca (ang. *disruptive*) [19], pozbawia pracy ludzi o niskich kwalifikacjach.

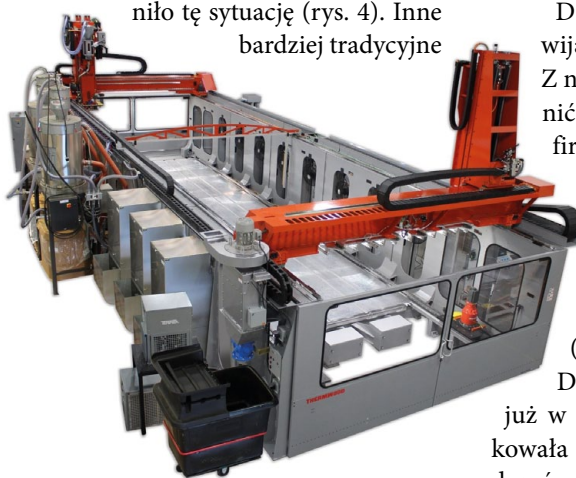
Należy podkreślić, że w obliczu ogromnych potrzeb mieszkaniowych rozrastających się miast istnieje paląca konieczność usprawnienia i obniżenia kosztów budownictwa. Przewiduje się, że w 2030 roku ta dziedzina gospodarki osiągnie wartość 17,5 biliona USD, zaś już w 2025 roku potrzeba będzie miliarda domów dla ponad 50 mln nowych mieszkańców miast rocznie [20]. Wyżej wymienione zalety pozwalają na stwierdzenie, że druk 3D będzie odgrywał coraz większą rolę w budownictwie,



Rys. 3. Projekt osiedla TECLA firmy WASP. © WASP

zwłaszcza w krajach rozwijających się. Jedną z najciekawszych inicjatyw w dziedzinie taniego i ekologicznego budownictwa przedstawiła włoska firma WASP [21], której jeden z projektów pokazano na rys. 3. Jej działalność zostanie pokrótce omówiona poniżej.

Przez długi czas ograniczeniem druku 3D były niewielkie rozmiary roboczej objętości drukarek 3D, a więc i wielkości drukowanych obiektów. W 2015 roku na targach w Berlinie pokazano ogromną (w tamtym czasie) drukarkę 3D o objętości roboczej 1 m × 1 m × 1 m, co oczywiście nie było wystarczające dla budownictwa. Wprowadzenie robotów z drukującym w 3D ramieniem lub wykorzystanie suwnic radykalnie zmieniło tę sytuację (rys. 4). Inne bardziej tradycyjne



Rys. 4. Large Scale Additive Manufacturing system (LSAM 1040) używany również w budownictwie. Thermwood Corporation http://www.thermwood.com/lsam_home.htm

podejście polega na użyciu kilku mini-robotów do zbudowania większej struktury [22].

Warto wspomnieć o innych, całkowicie różnych i nietypowych podejściach do zastosowania druku 3D w budownictwie. Pierwszy z nich, bardziej standardowy, polega na wykorzystaniu wydrukowanych w 3D form wtryskowych do zbudowania budynku przedstawionego na rys. 1. Inny, daleko bardziej oryginalny, zastosowała Neri Oxman przy „budowie” Jedwabnego Pawilonu. Najpierw zbudowano szkielet, a następnie osadzono na nim jedwabniki, które pokryły go warstwą jedwabiu [23]. W budownictwie wykorzystuje się również typowe dla druku 3D prototypowanie [24].

Druk 3D w budownictwie rozwijany był w różnych ośrodkach. Z najważniejszych warto tu wymienić Behrokha Khoshnevisa i jego firmę Contour Crafting [25] oraz holenderski projekt Canal House [26]. Bardzo chwaliła się swoimi osiągnięciami w budownictwie metodą 3DP chińska firma WinSun (Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co), która już w 2014 roku ogłosiła, że wydrukowała w ciągu jednego dnia dziesięć domów o powierzchni 200 m² [27]. Nie wiadomo, co prawda, ile czasu trwały prace wstępne (p. omówienie poniżej) oraz suszenie zbudowanej konstrukcji, jak również prace wykończeniowe.

Później WinSun ogłosiło, że zbudowało dużą willę i pięciopiętrowy budynek [28], wykorzystując wydrukowane w 3D elementy. Jak bardziej szczegółowo omówimy to później, relacje WinSun były nierzetelne, co więcej, firmę oskarżono o kradzież własności intelektualnej [29]. Jednym z głównych elementów krytyki były podawane przez WinSun czasy budowy [30].

Jak i w innych zastosowaniach druku 3D, obok firm komercyjnych, ważną rolę odgrywają firmy i/lub fundacje, których celem jest działanie dla najbardziej potrzebujących [31]. Jedną z nich jest wspomniana uprzednio włoska firma WASP [21], która obok robienia drukarek 3D, prowadzi prace nad zrównoważonym budownictwem mieszkalnym. Stworzyła ona nowy ekonomiczny model budownictwa w jednym kontenerze Zestaw Startowy Ekonomii Wytwarzania (ang. *Maker Economy Starter Kit*) [32], zawierający m.in. kilka drukarek 3D do różnych materiałów oraz zestaw narzędzi i surowców do konserwacji mechanicznej, obejmujący m.in. kompresor, urządzenie spawalnicze, sprzęt do szlifowania, klucze i narzędzia, mikrotokarkę, śruby i wkręty do kilku materiałów.

Zestaw Startowy ma na celu budowanie domów mieszkalnych z materiałów lokalnych, materiałów z recyklingu, jak również z materiałów standardowych; w oparciu o zebraną wiedzę projekt może być odtwarzany wielokrotnie. Stosowane w projekcie informacje mogą być przekazywane w sieci bezpłatnie. Jest to projekt *open source*, to znaczy, że menedżerowie, designerzy, inżynierowie i architekci mogą wejść na stronę i pobierać informacje lub się nimi wymieniać. Celem projektu jest niskokosztowe budowanie aktywnego domu, tzn. domu, który jest samowystarczalny (energetycznie, bo chyba bez obiegu wody? – HD) w oparciu o własnoręczne wytwarzanie i możliwą do zastosowania wszędzie technologię cyfrową. WASP twierdzi, że jest to przedsięwzięcie samofinansujące się w 100%, inwestując w opracowanie przyjaznych dla środowiska, zrównoważonych funkcjonalnych materiałów i innowacyjnych systemów. Obok wspomnianego powyżej projektu TECLA, który miał być zakończony w czerwcu 2020 (niestety pandemia koronawirusa



Rys. 5. Zbudowany z ziemi dom Gaia. © WASP

chyba go opóźniła), WASP prowadzi projekt Gaia (rys. 5) druku w 3D małego domu zbudowanego z ziemi [33] oraz projekt Shamballa budowy całego osiedla [34].

Podobny projekt Vulcan prowadzi organizacja *non-profit* New Story, czyli Nowa Opowieść [35, 36]. Ma on zapewnić mieszkania dla ludzi niemających. Organizacja ta współpracuje z firmą ICON, która dostała fundusze z NASA na prace wstępne nad budową stacji kosmicznej na Księżycu i Marsie [18]. Będąc w trakcie budowy w ramach projektu Vulcan osiedle w Meksyku ma się składać z 50 domów. Druk dwóch pierwszych z nich skończono w grudniu 2019 r., a zasiedlenie osiedla przewidziane jest w tym roku. Takie domy są przeznaczone dla osób mających na przeżycie mniej niż 3 dolary amerykańskie dziennie. Do budowy wykorzystuje się wielkie drukarki VULCAN firmy ICON. Autorzy projektu twierdzą, że wydrukowanie jednego domu trwa tylko jeden dzień. W świetle omawianego dalej Raportu COBOD [30] nie wydaje się, żeby ta ostatnia informacja była wiarygodna. Jednak nawet gdyby budowa trwała dłużej, to i tak zostanie ona ukończona prędzej i będzie znacznie tańsza niż gdyby została wykonana metodą tradycyjną.

Podobnie jak WinSun, wiele firm budujących budynki w technologii druku 3D twierdzi, że drukuje je (albo nawet, że je buduje) w ciągu jednego dnia. Nie może to być prawdą. Ostatnio ukazał się Raport duńskiej firmy COBOD drukującej budynki w 3D na temat rzetelności takich doniesień [30], w którym autorzy twierdzą, że większość informacji



Oto STAUFF Polska

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

Systemy Mocowania



Systemy Pomiarowe



Technika Filtracji



Diagtronics



Akcesoria Hydrauliczne



Zawory Kulowe



Złącza Hydrauliczne



NOWOŚĆ!
STAUFF
Connect

Technologia Złącz Rurowych
od STAUFF



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

www.stauff.pl

prasowych w tej dziedzinie nie jest wiarygodna. Np. żaden z zaprezentowanych domów NIE BYŁ zbudowany w ciągu 24 godzin, jak twierdzi wiele firm drukujących w 3D domy. Domy te nie są drukowane na placu budowy, a jedynie montowane z prefabrykowanych elementów wydrukowanych w fabrykach, czasami bardzo daleko od placu budowy. Tezy te ilustruje Raport przykładami:

1. Chińska firma WinSun.

Jak wspomniano powyżej, firma WinSun chwaliła się wieloma wydrukowanymi w 3D domami, m.in. 10 domami wydrukowanymi w ciągu 10 dni już w 2013 roku [27], rezydencją, cztero-piętrowym domem mieszkalnym [28] oraz budynkiem biurowym w Dubaju [37]. Jest ona jednym z liderów rynku druku 3D w budownictwie. Firma WinSun zbudowała fabrykę w Suzhou w Chinach, gdzie drukuje w 3D fragmenty domów, wykorzystując własne drukarki. Jeśli więc WinSun podaje, że zbudowanie 10 domów zajęło im 10 dni, to znaczy, że przez te 10 dni zmontowano te budynki z prefabrykowanych wcześniej elementów. Często pokazywany budynek w Dubaju wcale nie został wydrukowany w 3D w tym kraju i do budowy użyto nie tylko wydrukowanych elementów [30]. O problemach prawnych firmy WinSun wspomniano powyżej [29]. Warto jednak wspomnieć, że WinSun opracował własne materiały do drukowania wykorzystujące śmieci [14].

2. Rosyjska firma Apis Cor [38] zaczęła działalność, drukując w 3D często pokazywany mały domek podczas trzydniowych targów druku 3D, dostępnych tylko dla Rosjan, w październiku 2016 roku. Apis Cor nie twierdził, że budowa ta została wykonana w ciągu 24 godzin, a jedynie, że mógł on być wydrukowany w ciągu 24 godzin, faktycznie ukończono ten budynek dopiero w lutym 2017 roku. Podobnie jak w innych projektach tego typu, wydrukowane w 3D były tylko ściany, a inne elementy wykonane zostały w sposób tradycyjny. Co więcej, mimo założonego celu Apis Cor nie dostarczało budowlanych drukarek 3D nawet jesienią 2019 roku.

3. Podobnie mały budynek dla bezdomnych w Austin firmy ICON [39], o której mówiliśmy wcześniej, opisując akcje taniego budownictwa mieszkaniowego oraz projekt dla NASA, „mógł być”, ale nie został wydrukowany przez 24 godziny, a w ciągu kilku dni, a może dłużej. W Raporcie firmy COBOD autorzy analizowali wideo reklamujące budowę i doszli do wniosku, że trwała ona wiele tygodni. Podobnie jak Apis Cor, firma ICON nie zdołała zapewnić klientom drukarek budowlanych do jesieni 2019 roku.

Warto podkreślić, że również inne firmy, niewymienione w Raporcie COBOD, podają nierealistyczne terminy wykonania budynków metodą druku 3D. Na zakończenie Raportu firma COBOD stwierdza, że w 2017 roku wybudowała ona pierwszy w Europie dom w technologii 3D, a następnie powtórzyła ten projekt w 2019 roku w ciągu trzech dni roboczych (28,5 godziny) (rys. 6, 7). W Raporcie firma COBOD przyznała, że nawet ten ostatni projekt posiadał pewne wady, nad usunięciem których będzie nadal pracować. Wydaje się, że to właśnie ten Raport przyczynił się do

uhonorowania firmy COBOD, będącej w ścisłej czołówce nagrody portalu *3D printing industry* za 2019 rok [40]. Mimo pandemii firma COBOD dobrze się rozwija i jej drukarki budowlane 3D znalazły zastosowanie w trzech projektach krótko omówionych poniżej.

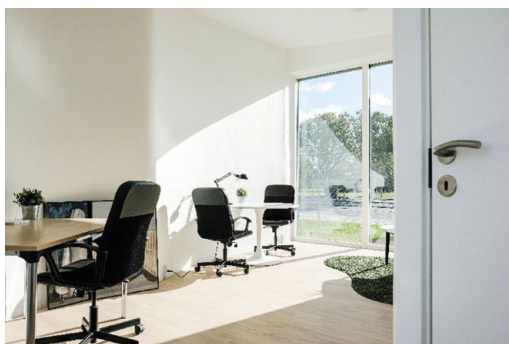
Druk 3D znajduje coraz więcej zastosowań w budownictwie. Pojawiła się informacja, że pierwszy budynek mieszkalny w Europie – zresztą o trochę dziwnym kształcie – wzniesiony w technologii 3D został zbudowany w Rosji w historycznym Jarosławlu [42]. Budynek ten, jak również projekt pierwszego wydrukowanego w 3D zamku [43] wskazują, że zastosowanie nowoczesnej technologii niekoniecznie łączy się z wysublimowanym smakiem artystycznym.

Z drugiej strony ogłoszono, że dwa lata temu pierwsza rodzina w Europie zamieszkała w wydrukowanym w 3D 95-metrowym domu z czterema sypialniami i dużym salonem [44]. Dom ten ma zakrzywione ściany, by zmniejszyć wpływ zwiększonej wilgotności, i wbudowane dodatkowe zabezpieczenia dla niepełnosprawnych. Podrożyło to budowę. Jego drukowanie trwało 54 godziny, a dodatkowo 4 miesiące zajęło wstawienie okien, drzwi, dachu i (chyba, HD) instalacji elektrycznej i wodno-kanalizacyjnej. Był to prototyp większych projektów, mający na celu sprawdzenie, czy budowane w 3D domy są tańsze i szybsze w budowie. Budowniczy uważają, że wzniesienie tego budynku obecnie zajęłoby im 33 godziny. Jest interesujące, że budynek powstał w ramach współpracy między Radą Miejską, spółdzielnią mieszkaniową a uniwersytetem w ubogiej dzielnicy Nantes i był częściowo finansowany przez Radę Miejską.

Ukraiński *start-up* Passiv Dom wydrukował w 3D mały (38 m²) dom wyposażony w panele słoneczne i charakteryzujący się zerową emisją CO₂ (rys. 8) [45]. Omówiony powyżej budynek biurowy, mający być najwyższym wydrukowanym w 3D budynkiem na świecie, wybudowano w Dubaju [46]. Ostatnio doniesiono o trzech projektach



Rys. 6. Budynek wydrukowany w 3D przez firmę COBOD. © COBOD [41]



Rys. 7. Biuro w budynku przedstawionym na rys. 6. © COBOD [41]

budowania więcej niż parterowych domów z wykorzystaniem drukarek budowlanych 3D firmy COBOD. Zwraca uwagę fakt, że mimo perturbacji związanych z pandemią koronawirusa firma ta sprzedała ostatnio kilka swoich drukarek budowlanych 3D. Pierwszy z projektów to budowany w Belgii piętrowy dom mieszkalny [47] dofinansowany przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego ERDF [48], wydrukowany w 3D na placu budowy „w jednym kawałku”. Ma on częściowo eksperymentalny charakter, pozwoli ocenić trwałość takiego budownictwa. Budynek ten jest wyposażony w ogrzewanie podłogowe i sufitowe, specjalne fasadowe panele słoneczne, pompę ciepła i ma mieć zielony dach. Innym takim projektem, również wykorzystującym drukarkę firmy COBOD, jest budowany w Niemczech piętrowy budynek o powierzchni 80 m² na każdym piętrze, który może być wykorzystany zarówno jako dom mieszkalny, biurowy, jak też wystawieniczny [49]. Również w Niemczech firma COBOD buduje jeszcze większy, dwupiętrowy dom mieszkalny [50]. Ma on mieć powierzchnię 380 m² i składać się z pięciu mieszkań. Warto podkreślić, że szereg firm i instytucji, takich jak armia amerykańska, GE czy też japońskie firmy budowlane Taisei i Taiheivo Cement, jest zainteresowanych drukarkami 3D firmy COBOD.

Wśród innego typu budowli wzniesionych w technologii 3D warto wymienić most ze wzmocnionego betonu dla pieszych w Madrycie [51] (rys. 9). Wydrukowano również inne mosty [52, 53], zaś polska firma ZMORPH wydrukowała w 3D prototypy podczas projektowania mostu na dwutorowej trasie kolejowej z Gdańska do Pruszcza Gdańskiego [24]. Omawiana wcześniej firma WinSun pokazała również wydrukowane w 3D obiekty małej miejskiej architektury [54].

Bardzo ciekawe są plany katalońskiego Institute for Biodigital Architecture and Genetics Międzynarodowego Uniwersytetu Katalonii, iBAG-UIC, mające na celu wykorzystanie biomimetyki w architekturze miejskiej oraz genetyki i druku 3D [55]. Dyrektor instytutu Alberto Estévez uważa, że „Dziś nasze centra miejskie przypominają raczej kontenery towarowe ułożone w stopy do

przechowywania niż coś bardziej naturalnego, jak las.”, mówi on o zielonym futuryzmie z miastami zaprojektowanymi tak, aby naśladować naturę. Inspirując się pracami Gaudiego i twórczością surrealistów uczeni i praktycy z iBAG-UIC chcą zastosować genetykę i druk 3D, aby żywe komórki rosły w niestandardowych biomateriałach architektonicznych do wykorzystania w przestrzeniach mieszkalnych, umożliwiając miastom „wzrost” w sposób naturalny. Na razie podziwiać można ich bardzo piękne miejskie siedziska [55].

Na zakończenie warto wspomnieć o opracowanym przez firmę CEMEX cemencie z zerowym śladem węglowym [56]. Ten materiał, wykorzystujący nieorganiczne materiały wiążące i standardowe urządzenia do przechowywania, mieszania i dostarczania na pewno zainteresuje firmy budowlane stosujące druk 3D.

A co dzieje się w druku 3D w budownictwie w Polsce? Już w 2016 roku studenci ASP w Krakowie – Patryk Kurczaba, Paulina Morawa i Adrianna Pusz – analizowali możliwości i zalety zastosowania druku 3D w budownictwie [57]. Podobne opracowanie wykonali na Politechnice Częstochowskiej Maciej Major i Izabela Minda [58]. Jednak dopiero poprzedni rok okazał się w tej dziedzinie przełomowy. Pojawił się pierwszy wydrukowany w 3D dom w skali mikro: ma tylko 7 m², a zużyto przy jego wydruku 6 ton betonu [59]. Inżynierowie ze *start-upu* REbuild zbudowali drukarkę 3DCP (*3D Construction/Concrete Printing*) do betonu i wydrukowali ten dom w Otrębusach pod Warszawą. Warto również wspomnieć o zastosowaniu druku 3D przy produkcji małych elementów okien przez firmę Fakro [60].

Reasumując, dzięki swoim unikalnym właściwościom zastosowania druku 3D w budownictwie mają ogromny potencjał i będą odgrywać coraz większą rolę w wielu krajach. Dubaj [61] ma nawet ogólnokrajową politykę takich



Rys. 8. Wydrukowany w 3D inteligentny dom.

© PassiveDom



Rys. 9. Wydrukowany w 3D most dla pieszych

w Madrycie. © Wikipedia

zastosowań, podobnie jak USA (*America Makes*) [62] i Wielka Brytania (*Innovate UK*) [63]. W ramach tej strategii w Dubaju już w 2025 roku każdy nowy budynek ma być w 25% wydrukowany w 3D. Wydaje się, że w większości innych krajów brak jest takiego całościowego podejścia, ale nie ma wątpliwości, że ta technologia będzie odgrywała coraz istotniejszą rolę, zwłaszcza w budownictwie mieszkaniowym dla osób niemających. Z drugiej strony, technologia druku 3D będzie atrakcyjna dla inwestorów poszukujących niebanalnych rozwiązań. Ma ona tyle zalet, że nie warto, co robi większość firm działających w tej branży, podawać nieprawdziwych danych na temat jej efektywności. W tej sytuacji zwraca uwagę brak ogólnokrajowej instytucji branżowej wspierającej rozwój druku 3D w naszym kraju [64].

Literatura

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Construction_3D_printing, dostęp, 23 lutego 2020.
- [2] DODZIUK H.: *Druk 3D/AM. Zastosowania i skutki społeczne i gospodarcze*. PWN, Warszawa 2019, Rozdz. 11E.

- [3] CAROLO L., 19 lipca 2020, <https://all3dp.com/1/3d-printed-house-building-construction/>, dostęp 16 października 2020.
- [4] OTTEN L., 14 sierpnia 2018, <https://source.wustl.edu/2018/08/changing-how-buildings-are-made/>, dostęp 2 października 2020.
- [5] ZASTROW M., 7 lutego 2020, <https://www.nature.com/articles/d41586-020-00271-6>, dostęp 9 kwietnia 2020.
- [6] <https://www.prnewswire.com/news-releases/1-5-billion-3d-printing-construction-market-2024-by-material-type-concrete-metal-composite-construction-method-extrusion-powder-bonding-end-use-sector-building-infrastructure-300912755.html>, dostęp 20 listopada 2020.
- [7] CHERDO L., 27 marca 2020, https://www.aniwaa.com/buyers-guide/3d-printers/house-3d-printer-construction/#3D_printed_house_time_and_cost, dostęp 26 marca 2020. W tym przeglądzie drukarek budowlanych omówiono najnowsze (2020) stosowane w budownictwie drukarki 3D, ale podano nieprawdziwą informację o wycofaniu przez firmę strony internetowej WinSun. Została ona chyba zmieniona na <http://www.winsun3d.com/En/>, dostęp 2 kwietnia 2020.
- [8] RAE L., SAN FRATELLO V., *Printing architecture. Innovative recipes for 3D printing*. Chronicle Books, San Francisco 2018.
- [9] Kira, 10 lutego 2016, <http://www.3ders.org/articles/20160210-the-20-biggest-3d-printers-in-2016.html>, dostęp 23 lutego 2020; Twigg, 1 grudnia 2016, <https://www.scmp.com/magazines/post-magazine/long-reads/article/2050702/story-worlds-first-industrial-scale-3d-printer>, dostęp 27 lutego 2020.
- [10] LINK J., 4 listopada 2015, <https://www.autodesk.com/redshift/3d-printing-concrete/>, dostęp 26 marca 2020.
- [11] KOTZ F., ARNOLD K., BAUER W., SCHILD D., KELLER N., SACHSENHEIMER K., HELMER D., RAPP B.E., *Nature* 544, 337–339 (2017), <https://doi.org/10.1038/nature22061>; 21 sierpnia 2015, <https://youtu.be/7pRAzeNdVN8>, dostęp 23 lutego 2020.
- [12] adlughmin, 26 czerwca 2015, <https://3dprint.com/76838/3d-printed-celulose-houses/>, dostęp 23 lutego 2020.
- [13] MOLITCH-HOU M., 2 października 2014 <https://3dprintingindustry.com/news/progressive-innovations-earthbag-3d-printing-eco-friendly-construction-33961/>, dostęp 23 lutego 2020; <https://www.arch2o.com/pylos-3d-printing-with-soil-sofoklis-giannakopoulos/>, dostęp 16 lutego 2020; SCOTT C., 3 kwietnia 2017, <https://3dprint.com/169892/iaac-tecnalia-robotic-construction/>, dostęp 27 lutego 2020.
- [14] WHEELER A., 19.01.2015, <https://3dprintingindustry.com/news/winsun-3d-printing-building-40316/>, dostęp 23 lutego 2020.
- [15] <https://www.youtube.com/watch?v=EVl3gmswhM>, dostęp 10 kwietnia 2020.
- [16] TAYLOR S., 16 kwietnia 2019, <https://www.ecomena.org/3d-printing-waste-management/>, dostęp 16 lutego 2020.
- [17] ANDERSON T., 1 luty 2013, <http://www.tgdaily.com/space-features/69207-how-to-build-a-lunar-base-with-3d-printing>, dostęp 23 lutego 2020.
- [18] 1 października 2020, <https://www.nasa.gov/centers/marshall/news/releases/2020/nasa-looks-to-advance-3d-printing-construction-systems-for-the-moon.html>, dostęp 12 października. 2020.
- [19] Odn. 2, Rozdz. 5.
- [20] GILES B.C., SOUTER B., 5 stycznia 2017, https://3dprintingindustry.com/news/3d-printing-next-five-years-brian-c-giles-blair-souter-armatron-systems-114979/?utm_medium=push&utm_source=onesignal&utm_campaign=website%20button, dostęp 16 lutego 2020.
- [21] <https://www.3dwasp.com/en/3d-printing-architecture/>, dostęp 26 marca 2020.
- [22] STOTT R., <https://www.archdaily.com/517378/iaac-invents-a-family-of-robots-to-3d-print-structures-of-any-size>, dostęp 13 października 2020.
- [23] <https://www.solidsmack.com/fabrication/silk-pavilion-creating-3d-printed-structures-from-silk-worms/>, dostęp 23 lutego 2020.
- [24] ŻÓŁTOWSKI P., <https://zmorph3d.com/pl/zastosowania/most-wydrukowany-3d>, dostęp 9 kwietnia 2020.
- [25] Tess, 16.06.2017, <http://www.3ders.org/articles/20170616-contour-crafting-begins-series-production-of-deployable-construction-3d-printers.html>, dostęp 23 lutego 2020.
- [26] <https://houseofdus.com/project/3d-print-canal-house/>, dostęp 23 lutego 2020.
- [27] YOUNG M., <https://greeninitiatives.cn/blog-description/chinese-company-builds-3d-printed-sustainable-houses>, dostęp 23 lutego 2020.
- [28] MASSIE C., 28 stycznia 2015, https://www.architectmagazine.com/technology/chinas-winsun-unveils-two-new-3d-printed-buildings_o, dostęp 2 kwietnia 2020.
- [29] Krassenstein, 16.04.2015, <https://3dprint.com/57764/winsun-3d-print-fake/>, dostęp 23 lutego 2020.
- [30] cobod.com > 2019/12 > 3DCP-fact-sheet-Final, plik pdf, dostęp 1 kwietnia 2020.
- [31] BOISSONNEAULT T., 8 sierpnia 2018, <https://www.3dprintingmedia.network/ways-3d-printing-impacting-world/>, dostęp 10 kwietnia 2020.
- [32] <https://www.3dwasp.com/en/maker-economy-starter-kit/>, dostęp 29 marca 2020
- [33] CHIUSOLI A., 20 września 2018, <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-gaia/>, dostęp 13 października 2020.
- [34] <https://www.3dwasp.com/en/shamballa/>, dostęp 29 marca 2020.
- [35] <https://www.youtube.com/watch?v=SvM7jFZGAec>, dostęp 1 kwietnia 2020.
- [36] ESSOP A., 14 maja 2019, <https://3dprintingindustry.com/news/3d-printing-to-provide-housing-for-low-income-community-in-latin-america-155397/>, dostęp 29 marca 2020.
- [37] GAROFALO F., <https://www.lifegate.com/people/lifestyle/worlds-first-3d-printed-office-building-dubai>, dostęp 5 kwietnia 2020.
- [38] GARFIELD L., 23 marca 2020, <https://www.businessinsider.com/house-built-one-day-apis-cor-2017-3?IR=T>, dostęp 6 kwietnia 2020.
- [39] CANALES K., 13 października 2019, <https://www.businessinsider.com/icon-3d-printer-tiny-home-austin-photos-2019-10?IR=T>, dostęp 6 kwietnia 2020.
- [40] JACKSON B., 11 czerwca 2019, <https://3dprintingindustry.com/news/2019-3d-printing-industry-awards-winners-announced-156727/>, dostęp 9 kwietnia 2020.

- [41] <https://cobod.com/>, dostęp 13 października 2020.
- [42] Benedict, 24 października 2017, <https://www.3ders.org/articles/20171024-amt-specavia-builds-europes-first-habitable-3d-printed-building.html>, dostęp 9 kwietnia 2020.
- [43] Nie tylko modele: HULETTE T., 9 marca 2019, <https://all3dp.com/2/3d-printed-castle-best-models-to-mark-your-territory/>, dostęp 13 października 2020.
- [44] ANUSCI V., 16 kwietnia 2015, <https://all3dp.com/rise-3d-printed-personal-house/>, dostęp 13 października 2020; COWAN M., 6 lipca 2018, <https://www.bbc.com/news/technology-44709534>, dostęp 6 kwietnia 2020.
- [45] GARFIELD L., 14 grudnia 2017, <https://www.businessinsider.com/3d-printed-house-robot-passivdom-2017-4?IR=T>, dostęp 13 października 2020.
- [46] SALEEM F., 29 stycznia 2020, <https://www.engineering.com/BIM/ArticleID/19863/Worlds-Largest-3D-Printed-Building-in-Dubai.aspx>, dostęp 13 października 2020.
- [47] <https://3dprint.com/270371/belgium-kamp-c-uses-cobod-bod2-3d-printer-build-two-story-home-piece/>, dostęp 13 października 2020.
- [48] https://ec.europa.eu/regional_policy/en/funding/erdf/, dostęp 13 października 2020.
- [49] <https://3dprint.com/270371/belgium-kamp-c-uses-cobod-bod2-3d-printer-build-two-story-home-piece/>, dostęp 13 października 2020.
- [50] <https://3dprint.com/275866/three-floor-3d-printed-apartment-building-begins-construction/>, dostęp 13 października 2020.
- [51] <https://iaac.net/project/3d-printed-bridge/>, dostęp 9 kwietnia 2020.
- [52] TUCKER E., <https://thespaces.com/shanghai-is-now-home-to-the-worlds-largest-3d-printed-bridge/>, dostęp 9 kwietnia 2020.
- [53] <https://mx3d.com/projects/mx3d-bridge/>, dostęp 9 kwietnia 2020.
- [54] http://www.winsun3d.com/En/News/news_inner/id/451, dostęp 5 kwietnia 2020.
- [55] LISTEK V.: 3 grudnia 2020, <https://3dprint.com/276251/biodigital-architecture-felixprinters-and-ibag-uic-to-test-living-biomaterials-for-sustainable-architecture/>, dostęp 5 grudnia 2020.
- [56] BETTENHAUSEN C., 29 Oct. 2020, https://cen.acs.org/materials/Chemex-goes-global-carbon-neutral/98/i42?utm_source=NonMember&utm_medium=Newsletter&utm_campaign=CEN, dostęp 4 października 2020.
- [57] 27 czerwca 2016, <https://www.asp.krakow.pl/aktualnosci/2016-06-23-06-59-15>, dostęp 13 października 2020.
- [58] MAJOR M., MINDA I., *Zastosowanie technologii druku przestrzennego w budownictwie*, „Budownictwo” 22, doi: 10.17512/znb.2016.I.23, <https://docplayer.pl/59124805-Zastosowanie-technologie-druku-przestrzennego-w-budownictwie.html>, dostęp 13 października 2020.
- [59] BALCEROWSKA M., 18 września 2019, <https://www.muratorplus.pl/technika/konstrukcje/pierwszy-betonowy-dom-z-drukarki-3d-stanal-pod-warszawa-aa-xZCN-1gWc-itT7.html>, dostęp 9 kwietnia 2020.
- [60] <https://vshaper.com/pl/case-studies-pl/druk-3d-wspiera-rozwoj-firmy-fakro/>, dostęp 5 kwietnia 2020.
- [61] <https://www.dubaifuture.gov.ae/our-initiatives/dubai-3d-printing-strategy/>, dostęp 2 kwietnia 2020.
- [62] <https://www.americamakes.us/about/>, dostęp 20 listopada 2020.
- [63] <https://innovateuk.blog.gov.uk/tag/3d-printing/>, dostęp 20 listopada 2020.
- [64] Krótko istniejące Stowarzyszenie Polskiej Branży Druku 3D się samorozwiązało <https://rejestr.io/krs/632441/stowarzyszenie-polskiej-branzy-druku-3d>, dostęp 20 listopada 2020.

Prof. Helena Dodziuk,
IChF PAN, Warszawa
e-mail: hdodziuk@gmail.com

reklama

IOW **IOW TRADE**
DRIVES HYDRAULICS FILTRATION

- Przekładnie i motoreduktory walcowe, walcowo-stożkowe, ślimakowe, planetarne, wariatory
- Silniki elektryczne
- Siłowniki śrubowe
- Sprzęgła przemysłowe
- Łańcuchy przemysłowe

IOW TRADE Sp. z o.o.
Ul. Zwoleńska 17 | 04-761 Warszawa
+48 22 51256 81 | www.iowtrade.pl | dr@iow.pl



Zastosowanie uzwojenia pomocniczego do tłumienia napięć wałowych

Tomasz Jarek, Sebastian Berhausen

1. Wstęp

Maszyny elektryczne występują w każdej gałęzi przemysłu – począwszy od maszyn elektrycznych małej mocy wykorzystywanych w urządzeniach gospodarstwa domowego, poprzez silniki napędowe w pojazdach elektrycznych aż po kilkomegawatowe maszyny pracujące w kluczowych gałęziach przemysłu. Występujące awarie maszyn elektrycznych wiążą się często z koniecznością zatrzymania całego układu napędowego, niosąc ze sobą straty finansowe. Jednym z negatywnych zjawisk zachodzących w maszynach elektrycznych wirujących, mających charakter pasożytniczy i destrukcyjny, jest przepływ prądów wałowych. Źródłem prądów wałowych jest indukowana wzdłuż wału siła elektromotoryczna zwana napięciem wałowym. Prądy wałowe mogą przepływać zarówno przez łożyska silnika, jak i przez połączone ze sobą mechanicznie czopy wałów silnika i układu napędowego. Konsekwencją przepływu tych prądów są m.in. uszkodzenia bieżni łożysk i ich elementów tocznych, czopów wałów, sprzęgieł, przekładni. Uszkodzenia łożysk są wynikiem pojawiających się w toku eksploatacji wżerów przypominających kratery, z kolei na łączonych ze sobą czopach wałów uwidaczniają się silne ślady elektrokorozji [1]. Na rys. 1 przedstawiono przykładowe skutki wywołane przepływem prądu przez wał maszyny. Zjawiska te w przeważającej większości przypadków zachodzą w maszynach prądu przemiennego [2, 3], lecz w opracowaniach naukowo-technicznych można znaleźć przypadki negatywnego działania prądów wałowych w maszynach prądu stałego [4].



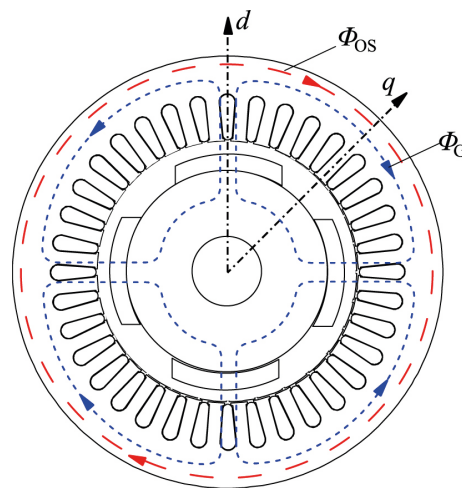
Rys. 1. Uszkodzenia powierzchni czopa wału spowodowane przepływem prądu wałowego

Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję sposobu eliminacji napięć i prądów wałowych w maszynach synchronicznych z magnesami trwałymi. Metoda ta bazuje na zastosowaniu pomocniczego uzwojenia kompensującego zmienny w czasie okrężny strumień magnetyczny występujący w jarzmie obwodu elektromagnetycznego. Na podstawie pomiarów laboratoryjnych przeprowadzonych na prototypowym silniku przebadano wpływ dodatkowego uzwojenia nawiniętego w jarzmie stojana na wartości napięć i prądów wałowych.

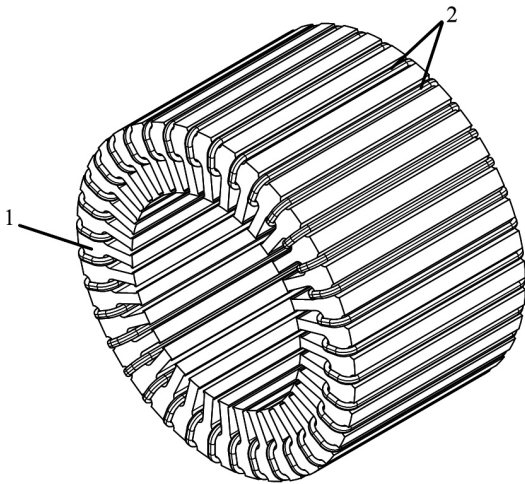
Do głównych przyczyn występowania napięć i prądów wałowych w maszynie elektrycznej można zaliczyć [5]:

- asymetrię obwodu elektromagnetycznego (asymetria rdzenia, asymetria uzwojenia, asymetria magnesów trwałych);
- asymetrię zasilania (w przypadku pracy silnikowej) lub asymetrię odbiornika (w przypadku pracy generatorowej);
- asymetrię szczeliny powietrznej (ekscentryczność statyczna lub/i dynamiczna).

Powyższe czynniki są przyczyną występowania zmiennego w czasie strumienia magnetycznego w jarzmie stojana [6, 7]. Strumień okrężny w obwodzie elektromagnetycznym maszyny został przedstawiony na rysunku 2 (na przykładzie maszyny synchronicznej z magnesami trwałymi). Strumień ten nie bierze udziału w przetwarzaniu energii w maszynie elektrycznej.



Rys. 2. Obwód elektromagnetyczny maszyny synchronicznej z magnesami trwałymi: Φ_G – strumień główny; Φ_{0S} – strumień okrężny w jarzmie stojana



Rys. 3. Umieszczenie uzwojenia pomocniczego (2) w pakiecie stojana (1)

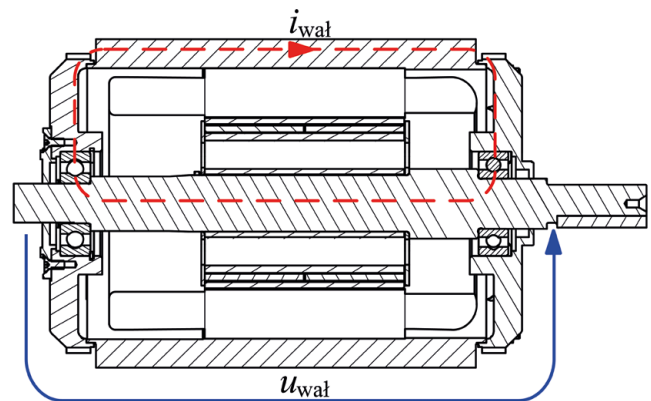
2. Wykorzystanie uzwojenia pomocniczego w celu tłumienia strumienia okrężnego

Prezentowany w artykule sposób tłumienia napięć i prądów wałowych polega na wyposażeniu maszyny w dodatkowe, pomocnicze uzwojenie toroidalnie. Uzwojenie to nawinięte jest wokół jarzma stojana w taki sposób, że jedne boki zezwojów leżą na dnie żłobków trójfazowego uzwojenia stojana, z kolei drugie boki tego uzwojenia leżą w niewielkich żłobkach na zewnętrznej, cylindrycznej powierzchni pakietu stojana. Umieszczenie uzwojenia pomocniczego w pakiecie blach stojana poglądowo zilustrowano na rysunku 3. Poszczególne zezwoje uzwojenia pomocniczego są połączone jednoimiennie w szereg, tworząc jedno pasmo. Każdy zezwój uzwojenia pomocniczego ma taką samą liczbę zwojów.

Zezwoje uzwojenia pomocniczego nawinięte w sposób przedstawiony na rysunku 3 obejmują tylko strumień magnetyczny w jarzmie stojana. Podczas pracy maszyny w poszczególnych zezwojach uzwojenia pomocniczego indukuje się siła elektromotoryczna zależna od liczby zwojów oraz charakteru strumienia. Na zaciskach całego uzwojenia, składającego się z szeregowo połączonych jednoimiennie zezwojów, pojawia się napięcie u_{up} będące sumą geometryczną napięć w poszczególnych zezwojach uzwojenia. W przypadku symetrii strumienia magnetycznego w stojanie maszyny w uzwojeniu pomocniczym nie indukuje się żadne napięcie. Przypadek wyindukowania się napięcia na zaciskach uzwojenia pomocniczego świadczy o występowaniu okrężnego strumienia magnetycznego w jarzmie stojana. W przypadku zwarcia zacisków uzwojenia pomocniczego pod wpływem wyindukowanego napięcia popłynie prąd, który będzie przeciwdziałał i tłumił okrężny strumień w jarzmie stojana, konsekwencją czego będzie ograniczenie generowania się napięć wałowych w maszynie.

3. Pomiary laboratoryjne

W celu potwierdzenia koncepcji tłumienia strumienia okrężnego na potrzeby badań laboratoryjnych zaprojektowano i wykonano prototyp trójfazowej maszyny synchronicznej z magnesami trwałymi. W 36 żłobkach stojana rozłożono



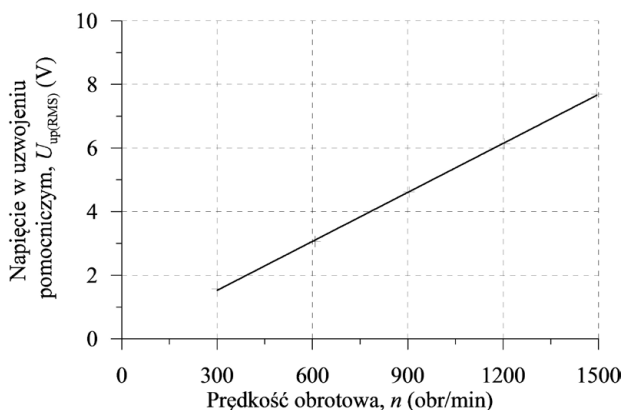
Rys. 4. Ilustracja prądu wałowego i napięcia pomiędzy czopami wału (łożyska niez izolowane)

trójfazowe jednowarstwowe uzwojenie połączone w gwiazdę. Wokół jarzma stojana zostało nawinięte uzwojenie pomocnicze, jak pokazano na rysunku 3. Na powierzchni wirnika naklejono neodymowe magnesy trwałe tworzące 4 bieguny magnetyczne ($p = 2$). Zarówno od strony napędowej, jak i przeciwnapędowej zastosowano standardowe łożyska niez izolowane. Badana maszyna synchroniczna charakteryzuje się następującymi parametrami znamionowymi: $U_N = 400$ V; $I_N = 4,4$ A; $P_N = 3$ kW; $f_N = 50$ Hz.

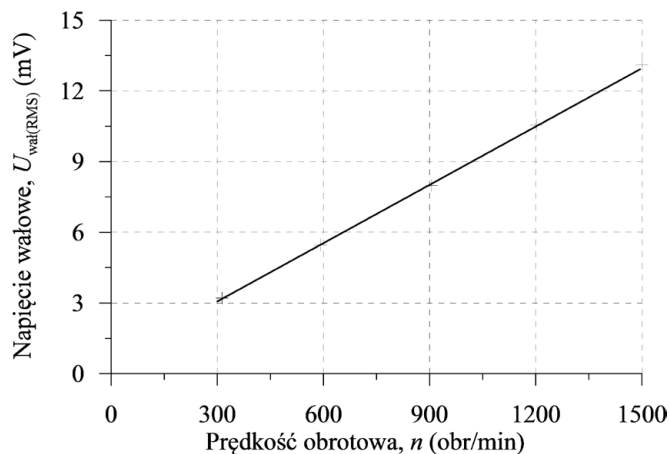
Badania opisanej maszyny przeprowadzono na stanowisku badawczym wyposażonym w pomocniczą maszynę prądu stałego (wykorzystaną jako maszynę napędzającą) oraz oscyloskop cyfrowy wraz z sondami i przetwornikami, a także precyzyjny analizator mocy. Sprzęgnięcie maszyny badanej z pomocniczą zrealizowano za pomocą sprzęgieł kłowych z elastyczną przekładką dielektryczną.

W pierwszej kolejności badania laboratoryjne obejmowały pomiary przy biegu jałowym generatora synchronicznego odpowiednio przy rozwartym i zwartym uzwojeniu pomocniczym. Każdorazowo pomiary te przeprowadzono dla różnych prędkości wirowania, rozpoczynając od prędkości $n = 300$ obr./min, a kończąc przy prędkości znamionowej $n_N = 1500$ obr./min. Dla uzwojenia pomocniczego rozwartego rejestrowano napięcie generowane w tym uzwojeniu u_{up} oraz napięcie pomiędzy czopami wału $u_{wał}$. Po zwarceniu uzwojenia pomocniczego rejestrowano prąd płynący w tym uzwojeniu i_{up} oraz napięcie pomiędzy czopami wału $u_{wał}$ – jak przedstawiono na rysunku 4. W drugiej kolejności po synchronizacji badanej maszyny synchronicznej z siecią elektroenergetyczną dokonano analogicznych rejestracji przebiegów dla dwóch różnych punktów pracy.

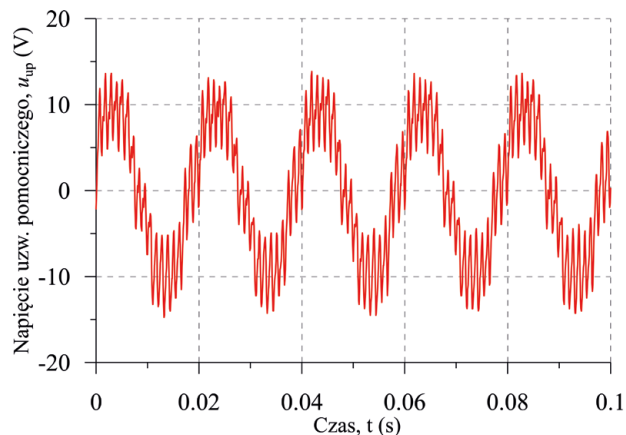
Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono charakterystyki odpowiednio: napięcia generowanego w otwartym uzwojeniu pomocniczym oraz napięcia wałowego w funkcji prędkości obrotowej podczas biegu jałowego. Na rysunkach 7 i 8 przedstawiono przebieg napięcia indukowanego w otwartym uzwojeniu pomocniczym podczas biegu jałowego przy prędkości znamionowej oraz jego widmo częstotliwościowe. Porównanie napięć wałowych $u_{wał}$ dla przypadku rozwartego i zwartego uzwojenia



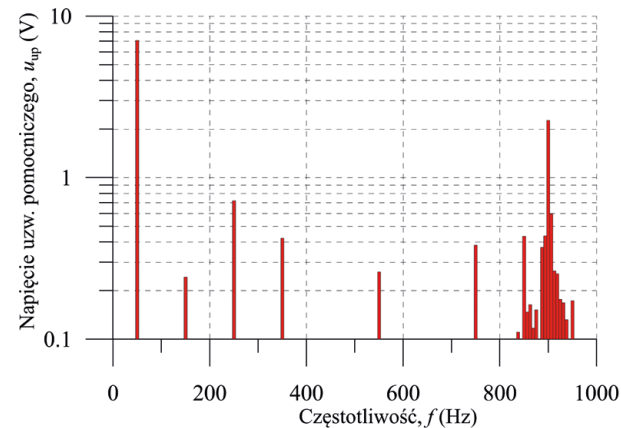
Rys. 5. Zależność napięcia indukowanego w uzwojeniu pomocniczym od prędkości obrotowej podczas biegu jałowego



Rys. 6. Zależność napięcia wałowego od prędkości obrotowej podczas biegu jałowego



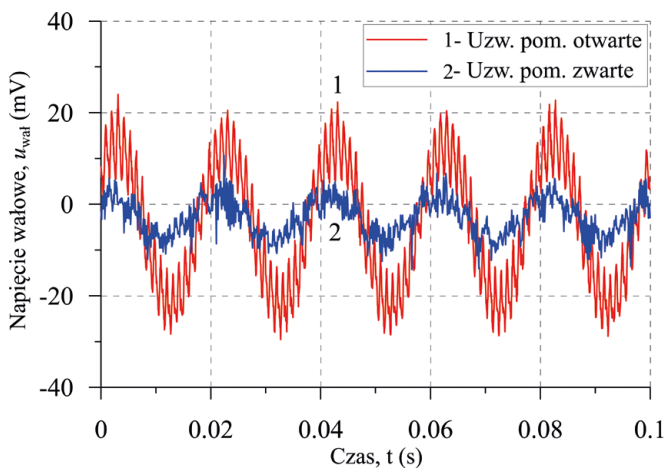
Rys. 7. Przebieg napięcia indukowanego w rozwartym uzwojeniu pomocniczym generatora podczas biegu jałowego przy prędkości znamionowej



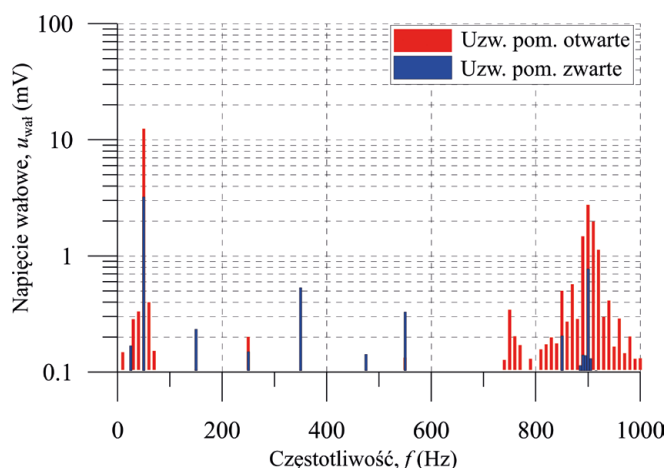
Rys. 8. Widmo częstotliwościowe napięcia indukowanego w uzwojeniu pomocniczym podczas biegu jałowego

pomocniczego przedstawiono na rysunkach 9 i 10 – dla prędkości znamionowej biegu jałowego. Rysunek 11 przedstawia przebieg prądu w zamkniętym uzwojeniu pomocniczym. Wyniki pomiarów dla różnych punktów pracy przedstawiono w tabeli 1.

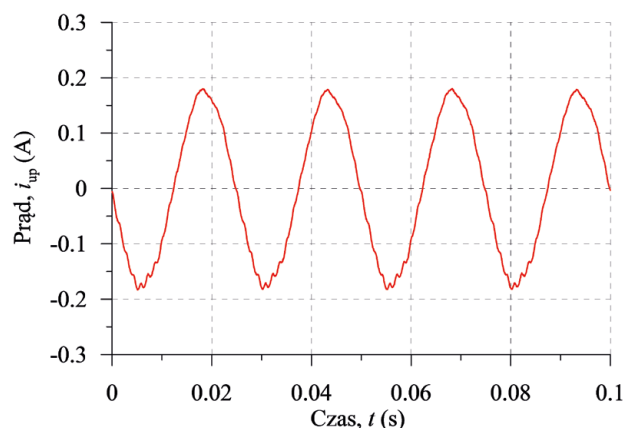
Na podstawie przedstawionych wyników pomiarów można zauważyć liniową zależność napięcia indukowanego w uzwojeniu pomocniczym od prędkości obrotowej maszyny synchronicznej z magnesami trwałymi pracującej na biegu jałowym. Napięcie to charakteryzuje się taką samą częstotliwością oraz zbliżonym kształtem jak napięcie mierzone pomiędzy czopami wału maszyny (przy niez izolowanych łożyskach). W widmie częstotliwościowym napięcia indukowanego w uzwojeniu pomocniczym oraz napięciu wałowym oprócz podstawowej harmonicznej ($f = 50 \text{ Hz}$) uwidoczniwna jest również składowa ok. 900 Hz – wynika ona z liczby żłobków stojana. Zwarcie uzwojenia dodatkowego zarówno podczas biegu jałowego, jak i podczas obciążenia przyczynia się do znaczącego zmniejszenia napięcia u_{wal} występującego pomiędzy czopami wału.



Rys. 9. Porównanie napięć pomiędzy czopami wału dla przypadków otwartego i zwanego uzwojenia pomocniczego



Rys. 10. Widmo częstotliwościowe napięcia wałowego - porównanie dla przypadku otwartego i zwanego uzwojenia pomocniczego



Rys. 11. Przebieg prądu płynącego w zwanym uzwojeniu pomocniczym generatora podczas biegu jałowego przy prędkości znamionowej

Tabela 1. Zestawienie wyników pomiarów

	Otwarte uzwojenie pomocnicze		Zwane uzwojenie pomocnicze	
	U_{wal} (mV _{RMS})	U_{up} (V _{RMS})	U_{wal} (mV _{RMS})	I_{up} (A _{RMS})
Bieg jałowy: $f = 50$ Hz	13,25	7,70	4,10	0,124
Obciążenie: $f = 50$ Hz, $P = 3$ kW $I = 4,4$ A $\cos\phi = 0,99$	13,90	7,90	5,77	0,113
Load: $f = 50$ Hz, $P = 3$ kW $I = 5,7$ A $\cos\phi = 0,8$	14,44	8,58	4,57	0,093

Podsumowanie

Przeprowadzone badania laboratoryjne na prototypowej maszynie synchronicznej z magnesami trwałymi potwierdziły wpływ dodatkowego uzwojenia pomocniczego w maszynie elektrycznej na zmniejszenie zjawiska generowania napięć wałowych w maszynie. Wykazano tożsamy charakter napięcia pomiędzy czopami wału maszyny i napięcia generowanego w uzwojeniu pomocniczym. W dalszych krokach planowane jest przeprowadzenie symulacji FEM oraz kolejne badania laboratoryjne mające na celu analizę możliwości wykorzystania dodatkowego uzwojenia pomocniczego w maszynie elektrycznej jako elementu tłumiącego prądy wałowe.

Literatura

- [1] COSTELLO M.J.: *Shaft voltages and rotating machinery*. „IEEE Shaft voltages and rotating machinery”, t. 29, nr 2, kwiecień 1993.
- [2] PLAZENET T., BOILEAU T., CAIRONI C., NAHID-MOBARAKEH B.: *An overview of shaft voltages and bearing currents in rotating machines*, IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Portland, OR, USA, 2016.
- [3] STONE G., LLOYD B., SASIC M.: *Monitoring of shaft voltages and grounding currents in rotating machines*, 17th International

Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), Hangzhou, China, 2014.

- [4] GOLEBIEWSKI L., GOLEBIEWSKI M., MAZUR D.: *Voltages in the Shaft of the Induction Motor in 3D FEM Formulation*, w 2007 IEEE International Symposium on Diagnostics for Electric Machines, Power Electronics and Drives, Kraków, wrzesień 2007.
- [5] POCZTOWSKI J.: *Shaft voltages and bearing currents in high-power DC motors – applied on hoist machines*, „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2/2018.
- [6] ONG R., DYMOND J.H., FINDLAY R.D., SZABADOS B.: *Shaft current in AC induction machine. An online monitoring system and prediction rules*, IEEE Trans. Ind. Appl., t. 37, nr 4, sierpień 2001.
- [7] *Motor Shaft Voltages and Bearing Currents under PWM Inverter Operation*, Gambica.

mgr inż. Tomasz Jarek – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL
dr inż. Sebastian Berhausen – Politechnika Śląska,
Wydział Elektryczny

artykuł recenzowany

Hydrogenerator do mikroelektrowni wodnej

Zbigniew Goryca, Grzegorz Peczkis

1. Wstęp

Według danych Towarzystwa Małych Elektrowni Wodnych w Polsce jest od 12 000 do 15 000 miejsc po dawnych młynach lub tartakach wodnych. W miejscach tych mogą być umieszczone mikroelektrownie wodne pracujące przy małych przepływach i niewielkich spiętrzeniach wody. Informacje te przyczyniły się do rozpoczęcia prac nad hydrogeneratorem do produkcji energii elektrycznej, składającym się z turbiny wodnej i generatora, przeznaczonym do przepływów rzędu $3,5 \text{ m}^3/\text{min}$ i spiętrzeń wody do ok. 2 m. W przypadku większych przepływów przewiduje się pracę równoległą hydrogeneratorów. W poniższej pracy przedstawiono konstrukcję i wybrane wyniki badań opracowanego hydrogeneratora składającego się z turbiny wodnej i generatora prądu.

2. Konstrukcja turbiny

Prezentowana turbina typu Kaplana projektowana była z założeniem maksymalnego uproszczenia obsługi w trakcie jej użytkowania. Z uwagi na niskie spadki wody, nieprzekraczające 2,5 metrów, na których ma być instalowana turbina, zastosowano nietypowe realizowanie spadku w znaczącej wielkości na kanale odpływowym turbiny ($\frac{3}{4}$ wysokości spadku przypada na rurę odpływową szczelnie połączoną z kadłubem turbiny). Napływ wody odbywa się przez otwarte koryto z jedną przegrodą zapobiegającą wirowaniu strumienia wody. Minimalna wysokość napływu wody określana jest poprzez otwory napływu wody do układu łożyskowania turbiny. Maksymalna wysokość napływu wody określona jest poprzez wysokość ścian bocznych koryta. Po jej przekroczeniu woda przelewa się przez ściany koryta. W turbinie brak jest uszczelnienia pomiędzy przestrzenią przepływową a układem łożyskowania i dzięki temu łożyska są chłodzone wodą oraz brak strat tarcia występujących w klasycznych rozwiązaniach uszczelniających. Generator oraz przyłącze elektryczne umieszczone są powyżej poziomu maksymalnego napływu wody, co chroni te elementy przed zalaniem. W trakcie obliczeń projektowych w zależności od przyjętych założeń oraz wybranych algorytmów obliczeniowych uzyskiwano liczbę łopatek pomiędzy 4 i 5. W trakcie badań laboratoryjnych wykonano pomiary na obydwu wariantach układu przepływowego. Prezentowany zespół wirujący turbiny nie ma możliwości regulacji kąta natarcia łopatek w trakcie pracy turbiny. Zmienny kąt położenia 12 łopatek kierownicy napływowej służył do uzyskania pełnych charakterystyk pomiarowych. W trakcie docelowej eksploatacji łopatki dopływowe będą w jednym, optymalnym dla danych warunków położeniu.

3. Konstrukcja generatora

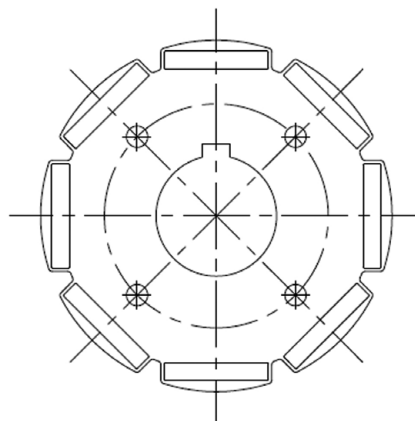
Przy projektowaniu generatora przyjęto następujące podstawowe założenia:



Rys. 1.
Widok opracowanej turbiny wodnej

- moc 2 kW;
- napięcie wyjściowe $3 \times 380 \text{ V}$;
- częstotliwość 50 Hz;
- prędkość obrotowa 750 obr./min.

Pakiety stojana i wirnika wykonano z blach elektrotechnicznych metodą cięcia laserowego. Do budowy generatora wykorzystano obudowę i tarcze łożyskowe typowego silnika trójfazowego o wzniosie 100 mm. Stojan generatora ma 36 prostych żłobków, w których umieszczono trójfazowe, ośmiobiegunowe uzwojenie. W wirniku umieszczono przemienno-biegunowo 8 magnesów neodymowych N38S o wymiarach $30 \times 20 \times 5 \text{ mm}$. Na rys. 2 pokazano widok blachy wirnika z otworami, w których umieszcza się magnesy.



Rys. 2. Kształt blachy wirnika

Umieszczenie magnesów wewnątrz wirnika zmniejsza indukcję w szczelinie, ale zabezpiecza magnesy przed rozmagnezowaniem i zapewnia bezpieczną pracę generatora (brak możliwości awarii, jak w przypadku magnesów klejonych na powierzchni wirnika i związanych z tym możliwości odklejenia się magnesów). W maszynach z magnesami trwałymi stosuje się różne metody minimalizacji momentu zaczepowego.



Rys. 3. Widok wirnika

W opracowanym generatorze zastosowano skos magnesów w wirniku zrealizowany przez podział wirnika na 6 segmentów przesuniętych względem siebie o 2° . Na rys. 3 pokazano widok wirnika generatora.

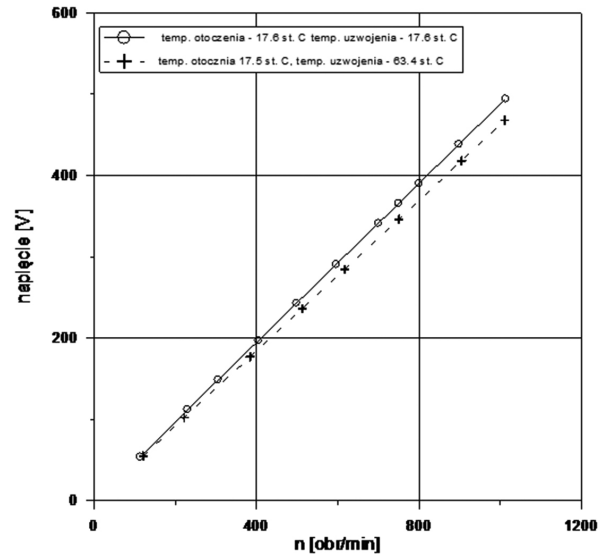
Przy takim wykonaniu wirnika poszczególne segmenty silnie się odpychają i dlatego zachodzi konieczność ich skręcenia widocznymi na rys. 3 śrubami. Dodatkowo magnesy w zewnętrznych segmentach są wypychane na zewnątrz i w celu ich przytrzymania zastosowano widoczne na rys. 3 zewnętrzne antymagnetyczne blachy. Stojan generatora ma proste żłobki, w których umieszczono trójfazowe, ośmiobiegunowe uzwojenie. Generator wykonano w typowej dla silnika asynchronicznego obudowie aluminiowej. Prototyp pokazano na rys. 4.



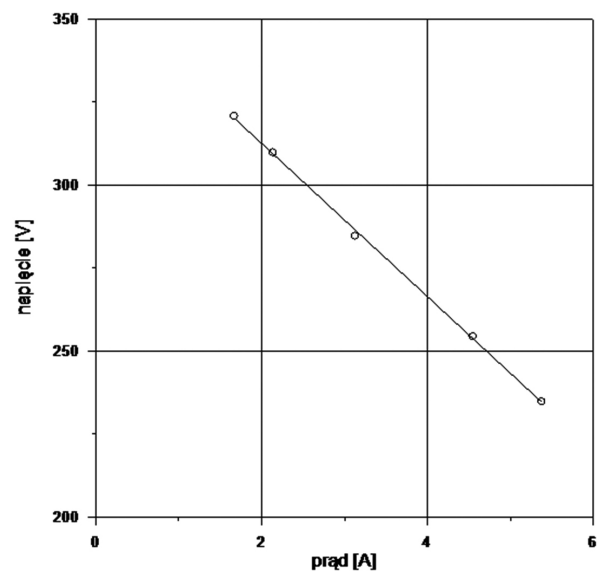
Rys. 4. Opracowany prototypowy generator

4. Badania generatora

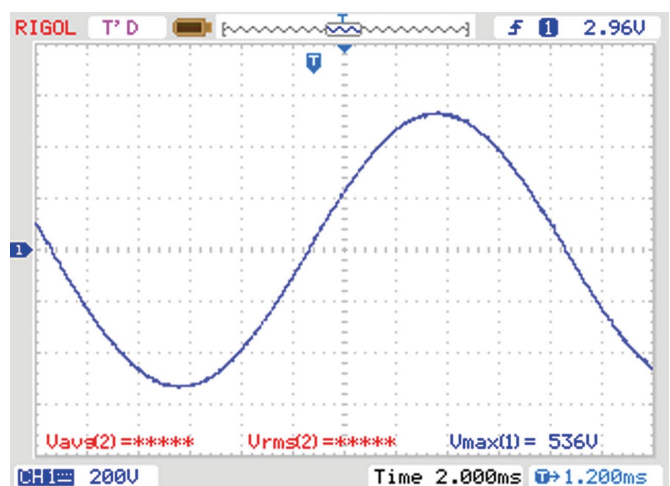
Badania laboratoryjne generatora obejmowały pomiary: momentu zaczepowego, napięcia biegu jałowego w funkcji prędkości obrotowej oraz napięcia wyjściowego w funkcji obciążenia przy prędkości znamionowej. Badany generator napędzany był przez przekładnię asynchronicznym silnikiem klatkowym zasilanym z falownika. Wartość maksymalną momentu zaczepowego zmierzono przy pomocy zrównoważonej dźwigni i precyzyjnych odważników. Dokonano dziesięciu pomiarów w różnych położeniach wirnika i wyciągnięto średnią arytmetyczną. Średnia wartość momentu zaczepowego jest jak na maszynę wielobiegunową niewielka i wynosi $0,37 \text{ Nm}$, co stanowi 1% momentu znamionowego. Należy podkreślić, że w wynikach tych zawarty jest również moment tarcia łożysk generatora. Zasilanie silnika napędowego przez falownik umożliwiło regulację prędkości obrotowej i wyznaczenie charakterystyki biegu jałowego generatora. Charakterystykę tę wyznaczono w stanie zimnym i w stanie nagrzanym maszyny. Odpowiednie wyniki pomiarów pokazane są na poniższych wykresach.



Rys. 5. Zależność napięcia wyjściowego od prędkości obrotowej



Rys. 6. Zależność napięcia wyjściowego od prądu obciążenia



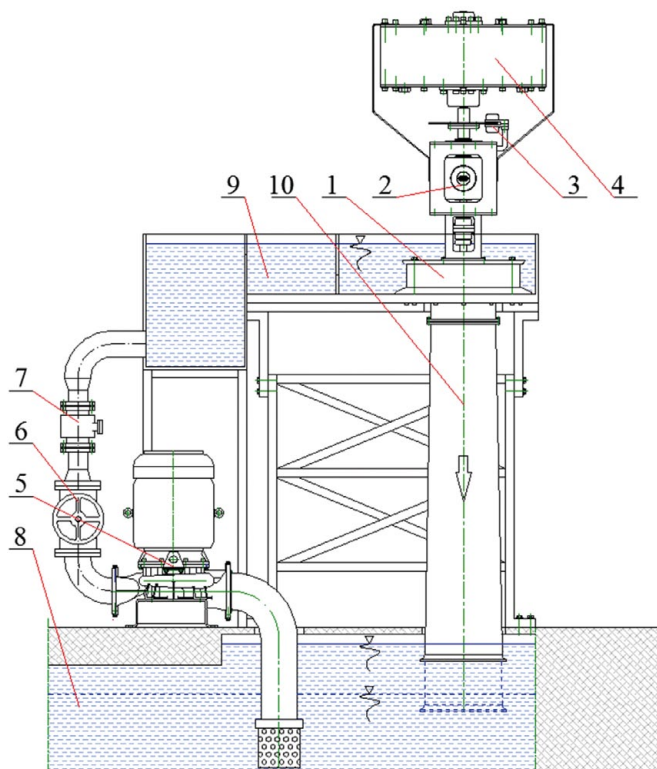
Rys. 7. Kształt napięcia wyjściowego generatora

Dodatkowo przy biegu jałowym sprawdzono kształt napięcia wyjściowego generatora – pokazano go na rys. 7.

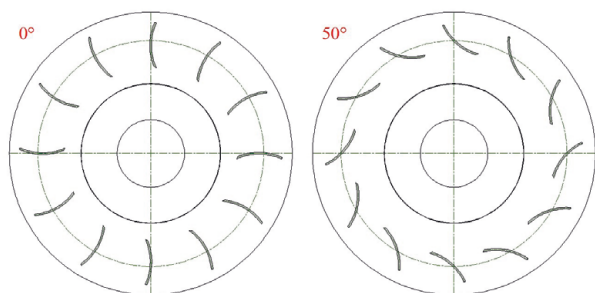
Napięcie to praktycznie nie odbiega od sinusoidy.

5. Badania hydrogeneratora

Badania prowadzone były w laboratorium Maszyn i Urządzeń Hydraulicznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach przy współpracy z Politechniką Świętokrzyską w Kielcach. Układ pomiarowy umożliwiał regulację natężenia napływu strumienia wody poprzez zmianę prędkości obrotowej pompy zasilającej koryto napływowe. Koryto poprzedzono zbiornikiem, który stabilizował strugę wody pompowanej. Napływ na turbinę był równomierny. Turbinę badano zarówno z obciążeniem mechanicznym, hamulcem hydraulicznym, jak również z docelowym generatorem. Każdorazowo używano momentomierza tensometrycznego na wale turbiny. W przypadku badań



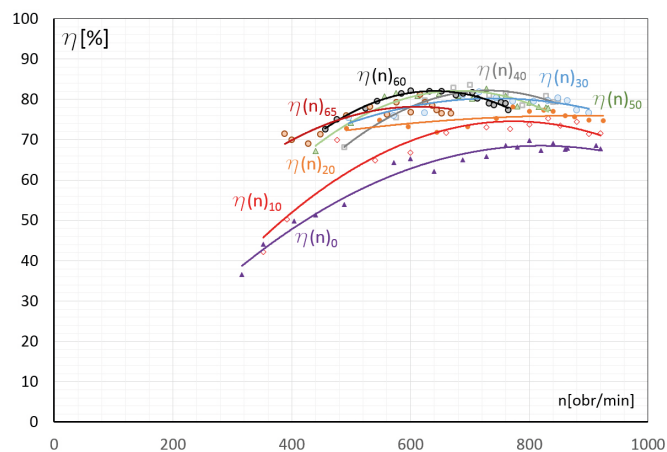
Rys. 8. Schemat stanowiska badawczego do wyznaczania charakterystyki turbiny wodnej z wykorzystaniem momentomierza i hamulców olejowego i tarczowego



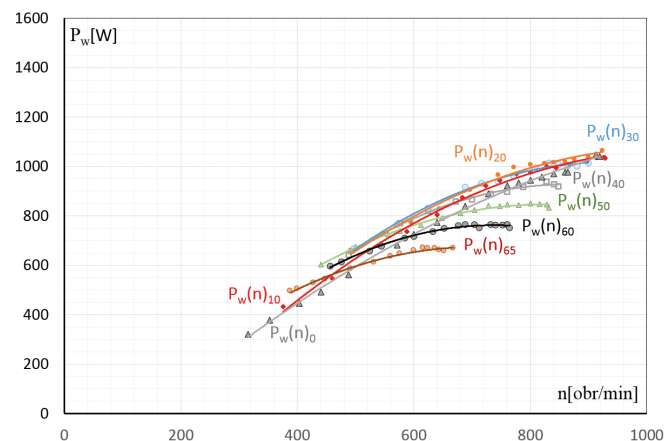
Rys. 9. Skrajne położenia łopatek kierownicy dopływowej

z generatorem dokonywano również pomiaru paramentów elektrycznych generowanego napięcia.

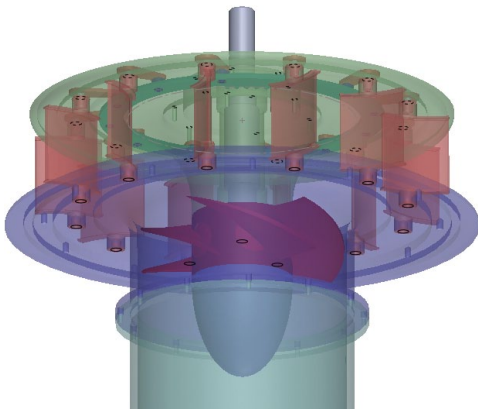
Obciążenie generatora realizowano za pomocą układów kolejno włączanych żarówek, jak również za pomocą silnika elektrycznego obciążanego hamulcem. Nie wykonywano pomiarów przy obciążeniu oddającym wygenerowane napięcie do sieci elektrycznej. Pomiary wykonywano dla poszczególnych modyfikowanych układów przepływowych 4- i 5-łopatkowych, zmienianych układów łożyskujących turbinę, zmiennego obciążenia wału momentem obrotowym, zmiennej wysokości napływu wody w korycie dopływowym oraz zmiennej kąta łopatek kierownicy dopływowej. Ustawienie kątów kierownicy dopływowej pokazano na rysunku nr 9. Prezentowana przykładowa charakterystyka zbiorcza dla zmienianych kątów ustawienia kierownicy na napływie do turbiny określa maksymalne sprawności dla jednej, ustalonej wysokości spadu wody 1,6 m, przy zmiennej prędkości obrotowej wynikającej ze zmiennego obciążenia i zwiększanego natężenia napływu wody.



Rys. 10. Charakterystyka uzyskanych sprawności w zależności od prędkości obrotowej dla zmiennych kątów ustawienia łopatek kierownicy napływowej



Rys. 11. Charakterystyka uzyskanych mocy na wale turbiny w zależności od prędkości obrotowej dla zmiennych kątów ustawienia łopatek kierownicy napływowej



Rys. 12. Widok badanej turbiny Kaplana



Rys. 13. Kompletny hydrogenerator z dominującą rurą spustową na odpływie

Charakterystyczne dla turbin typu Kaplana „stromie” krzywe sprawności pokazano w okrojonych zakresach prędkości obrotowej. W praktyce badana turbina nie może być użytkowana przy strumieniach nabywającej wody, które nie zakrywają wodą kadłuba kierownicy napływowej. Praca turbiny jest wtedy niestabilna.

6. Wnioski

Opracowany hydrogenerator może być stosowany na małych ciekach wodnych – tam, gdzie zawodowa energetyka nie jest zainteresowana budową elektrowni wodnych. Jak podano we wstępie, miejsc tych jest w kraju bardzo wiele. Otrzymane w wyniku badań charakterystyki przepływowe pozwalają na



Rys. 14. Widok na stanowisko pomiarowe w wariacie badawczym z obciążeniem turbiny generatorem. Widoczny układ pomiaru i odbioru mocy systemem żarówek

precyzyjny dobór układu przepływowego do zadanych wysokości spadu i spodziewanego objętościowego natężenia przepływu. W badaniach otrzymano niespodziewanie wysoką jak na tak niewielkie urządzenie sprawność – sprawność układu przepływowego przekraczającą 84% i sprawność generatora na poziomie 82%. Jest to efektem żmudnych prac projektowych oraz wysokiej dokładności obróbki elementów turbiny, szczególnie łopatek wirnika, oraz wynikiem zastosowania generatora o unikalnej konstrukcji praktycznie eliminującej moment zaczepowy występujący w maszynach z magnesami trwałymi. Na rynku brak jest kompletnych urządzeń tak małej mocy, a ze względu na wymagany niewielki przepływ mogą być one stosowane powszechnie. ■

dr hab. inż. Zbigniew Goryca prof. PŚk
Politechnika Świętokrzyska; Wydział Inżynierii Środowiska,
Geomatyki i Energetyki; Katedra Inżynierii Budowli i Energii
Odnawialnych; e-mail: tgorcyca@kki.net.pl

dr inż. Grzegorz Peczkis
Politechnika Śląska; Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki;
Katedra Maszyn i Urządzeń Energetycznych;
e-mail: grzegorz.peczkis@polsl.pl

artykuł recenzowany

Inteligentny budynek – wprowadzenie

Inteligentny budynek jest pojęciem, które pojawiło się na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Początkowo dotyczyło obiektów budowlanych wyposażonych w dość zaawansowaną (jak na ówczesne czasy) automatykę instalacji i systemów. Zasadność tego określenia budziła wątpliwości. Kwestionowano „inteligencję” budynku. Twierdzono, że zasadniejsze byłoby mówienie o „instynkcie” budynku (przez analogię do zwierząt – chodzi o określone reakcje na określoną, zaistniałą sytuację). Dziś termin „inteligentny budynek” to już codzienność, chociaż wiedza przeciętnego człowieka na ten temat jest często bardzo powierzchowna i nie do końca zgodna z prawdą. Obecnie inteligentny budynek oznacza już nie tylko, choćby najbardziej zaawansowaną technologicznie, automatykę budynkową. Dziś pojęcie to należy rozważać w znacznie szerszym kontekście.

Wstęp

Obserwowany w ostatnich latach szybki postęp technologiczny w takich obszarach, jak technika mikroprocesorowa, informatyka czy telekomunikacja, powoduje odmienne od dotychczasowych podejście do rozwiązywania zagadnień sterowania, nadzoru i zabezpieczeń w instalacjach budynkowych. Techniczne możliwości tradycyjnych instalacji elektrycznych nie są już w stanie sprostać oczekiwaniom użytkowników w zakresie wysokiego standardu obiektu, zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa ludzi i mienia przy jednoczesnej redukcji kosztów eksploatacji. Do techniki budynkowej wprowadzane są coraz bardziej wyrafinowane rozwiązania systemowe. Coraz więcej instalacji budynkowych poddaje się procesom sterowania i automatyzacji. Nowoczesne budynki coraz częściej wyposaża się w systemy wspomagane komputerowo, które mogą realizować określone procedury (według założonego programu) bez interwencji człowieka. W latach osiemdziesiątych pojawił się termin

„inteligentny budynek”. W ewolucji inteligentnego budynku można wyróżnić trzy podstawowe okresy. W latach 1981–1985 określano inteligentny budynek jako zbiór technologii pozwalających na indywidualne sterowanie poszczególnymi instalacjami – *Building Automation* (automatyka budynkowa). W okresie 1986–1991 definiowano go jako *Responsive Building* (budynek reagujący na potrzeby użytkowników). Dzięki wykorzystywaniu innowacyjnych technologii może on odpowiadać na zmiany organizacyjne zachodzące w czasie. Począwszy od 1992 r. aż do teraz trwa okres *Effective Buildings* (budynków efektywnych) – inteligentny budynek to odpowiadający potrzebom użytkowników obiekt zapewniający efektywne i przyjazne środowisko, w którym użytkownik może swobodnie realizować swoje cele. Innowacyjne technologie w budynku pozwalają je osiągnąć. Cele użytkownika

nie dotyczą jedynie zarządzania budynkiem, mogą obejmować również zarządzanie przedsiębiorstwem czy całym obszarem.

Istnieje wiele definicji inteligentnego budynku, jednak wszystkie zawierają stwierdzenie dotyczące integracji systemów występujących w budynku, pozwalającej na maksymalizację funkcjonalności, wzrost bezpieczeństwa i komfortu oraz na minimalizację kosztów eksploatacji i modernizacji. Zintegrowany system zarządzania obejmuje wiele autonomicznie pracujących układów automatyki i awaria któregokolwiek z nich nie może dezorganizować pracy pozostałych. Nowoczesne instalacje pozwalają zintegrować w jednym systemie wiele urządzeń, które tradycyjnie funkcjonowały odrębnie. Integracja instalacji elektrotechnicznych, elektroelektrycznych, telekomunikacyjnych i informatycznych stosowanych w jednym

Tabela 1. Podział obiektów budowlanych

Klasa	Nazwa klasy	Opis
Klasa „0”	Brak systemów sterowania	Obiekt nie jest wyposażony w żadne zabezpieczenia lub systemy sterowania
Klasa „1”	Brak zintegrowanych systemów sterowania	Obiekt jest wyposażony w systemy nadzoru i/lub sterowania, jednak poszczególne systemy nie komunikują się ze sobą i nie korzystają ze wspólnych zasobów
Klasa „2”	Częściowy monitoring	Obiekt jest wyposażony w wiele systemów nadzoru i sterowania, a niektóre z nich są połączone jednym wspólnym systemem wizualizacji informacji
Klasa „3”	Pełen monitoring	Obiekt jest wyposażony w systemy nadzoru i sterowania i wszystkie są połączone jednym wspólnym systemem wizualizacji informacji
Klasa „4”	Pełen monitoring i częściowe centralne zarządzanie	Obiekt jest wyposażony w systemy nadzoru i sterowania praktycznie wszystkimi funkcjami, większość systemów jest połączona jednym wspólnym systemem wizualizacji informacji, natomiast niektórymi systemami można sterować z jednego wspólnego systemu zarządzania
Klasa „5”	Pełne scentralizowane zarządzanie	Obiekt jest wyposażony w systemy nadzoru i sterowania praktycznie wszystkimi funkcjami i wszystkie one są połączone jednym wspólnym systemem zarządzania

obiekcie oferuje możliwość zdalnego sterowania, monitorowania oraz wizualizacji. Do komunikacji (oprócz połączeń przewodowych) wykorzystywane są nowoczesne media, takie jak: internet, telefonia komórkowa, podczerwień, łączność radiowa, satelitarna oraz światłowody. Integracja dotyczy systemów: zarządzania energią elektryczną, ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC – *Heating, Ventilation, Air Conditioning*), oświetlenia, ochrony oraz bezpieczeństwa ludzi i mienia, telekomunikacji i przepływu informacji (systemy multimedialne).

Obiekty budowlane z uwagi na ich „poziom inteligencji” zostały podzielone na sześć grup (tabela 1). Oprócz pięciu wymienionych klas dokonuje się podziału na trzy kategorie wskazujące na zakres integracji systemów sterowania w obiekcie. Podział ten nie tylko dotyczy kompletności wybranych systemów sterowania, lecz także wskazuje na pewne określone standardy odpowiadające danym rozwiązaniom. Ich zestawienie przedstawiono w tabeli 2.

Nowoczesne rozwiązania w dziedzinie instalacji budynkowych obok wielu

Tabela 2. Kategorie integracji systemów sterowania obiektem

Kategoria	Wyposażenie obiektu	Opis
Kategoria „A”	Pełne wyposażenie	Budynek jest wyposażony w pełen asortyment systemów zabezpieczeń i systemów sterowania, istnieje w nim całkowite okablowanie strukturalne, użytkownicy mogą korzystać z wszelkich możliwych udogodnień
Kategoria „B”	Systemy zabezpieczeń, sterowanie oświetleniem i HVAC	Budynek jest wyposażony przynajmniej w system sygnalizacji pożarowej, włamaniowej, kontroli dostępu oraz sterowanie oświetleniem i klimatyzacją
Kategoria „C”	Tylko systemy zabezpieczeń	Budynek jest wyposażony przynajmniej w system sygnalizacji pożarowej, włamaniowej oraz kontrolę dostępu

udogodnień niosą również pewne zagrożenia. W przypadku wykorzystywania otwartych sieci komputerowych (np. internetu) dużym problemem jest potencjalna możliwość ataku hakera, dającego dostęp do systemu zarządzającego osobie nieuprawnionej. Systemy sterowania mikroprocesorowego są również wrażliwe na zakłócenia elektromagnetyczne, dlatego muszą spełniać dość ostre kryteria kompatybilności elektromagnetycznej (EMC, *Electromagnetic Compatibility*).

Obecnie, z uwagi na znaczne oszczędności przewidywane podczas eksploatacji, zauważa się znaczne zwiększenie zainteresowania inwestorów budynkami inteligentnymi. ■

Fragment pochodzi z książki:

Inteligentny budynek,
K. Duszczyk, A. Dubrawski, A. Dubrawski,
M. Pawlik, M. Szafranski,
Wydawnictwo Naukowe PWN,
Warszawa 2019

WYDARZENIA

● Parlament Europejski przygotowuje projekty raportów w sprawie integracji systemu energetycznego i strategii dotyczących wodoru

Po opublikowaniu strategii Komisji Europejskiej dotyczących integracji systemów energetycznych i wodoru w lipcu 2020 r. (Briefing 1252) Parlament Europejski rozpoczął prace nad sprawozdaniami z własnej inicjatywy, które mają zostać przyjęte w kwietniu 2021 r. Sprawozdania te nie są wiążące, ale mogą mieć wpływ na bieżące prace legislacyjne Komisji nad wdrażaniem strategii.

Francuski poseł do Parlamentu Europejskiego (eurodeputowany) Christophe Grudler (Renew) jest odpowiedzialny za integrację systemu energetycznego, a niemiecki poseł do Parlamentu Europejskiego Jens Geier (Socjaliści i Demokraci) kieruje raportem o europejskiej strategii na rzecz wodoru. Branża instalacyjno-grzewcza aktywnie promuje przesłania wizji 2030–2050 w sprawie dekarbonizacji budynków w sprawozdaniach parlamentarnych poprzez spotkania z wyżej wymienionymi sprawozdawcami oraz kontrsprawozdawcami z różnych grup politycznych w sprawach:

- przyspieszania tempa wymiany starych i nieefektywnych instalacji grzewczych;
- ustalenia kosztów emisji CO₂ z budynków w połączeniu z instrumentami wsparcia;

- wprowadzenie tzw. gazów odnawialnych i pozbawionych węgla do ogrzewania;
- zwiększenie elektryfikacji ogrzewania dzięki wydajnym i hybrydowym technologiom;
- promowanie cyfryzacji ogrzewania;
- promowanie elektrycznych, hybrydowych i napędzanych termicznie pomp ciepła;
- zwiększanie wykorzystania ciepła słonecznego w instalacjach grzewczych;
- preferencje dla małych, zdecentralizowanych systemów ogrzewania.

Następne kroki:

- przedstawiciele branży instalacyjno-grzewczej będą nadal promować stanowiska branży wobec posłów do PE, we współpracy z innymi stowarzyszeniami branżowymi;
- do 10.12.2020 roku: termin składania przez posłów do Parlamentu Europejskiego poprawek do projektów sprawozdań do Komisji Energii i Przemysłu (ITRE);
- marzec 2021 roku: głosowanie nad projektami raportów w Komisji ITRE (do potwierdzenia);
- kwiecień 2021 roku: głosowanie nad raportami ITRE na sesji plenarnej Parlamentu.

Źródło: SPIUG

Instalacje inteligentnego budynku

Zadaniem współczesnych instalacji budynkowych jest zapewnienie odpowiedniego komfortu życia i pracy, bezpieczeństwa ludzi i mienia przy jednoczesnym obniżeniu kosztów eksploatacji. Realizacja tych zadań wymaga wykorzystania wielu elementów pomiarowych, sterujących oraz wykonawczych, działających zgodnie z opracowanymi algorytmami. Inteligentne instalacje budynkowe należy traktować jako zbiór innowacyjnych technologii, dzięki którym można zapewnić efektywne i przyjazne środowisko pozwalające na realizację założonych, wielowątkowych celów.

1. Instalacje HVAC

Instalacje HVAC (*Heating, Ventilation, Air Conditioning*) – ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji – należą do najbardziej energochłonnych instalacji budynkowych. Jednym z celów stosowania inteligentnej automatyki w instalacjach HVAC jest więc obniżenie kosztów zużycia energii. Obecnie nowoczesne systemy HVAC działają na podstawie analizy warunków środowiska zewnętrznego i wewnętrznego, monitorowana jest również obecność osób w pomieszczeniach. Stosowane są programy czasowe pozwalające zmniejszyć moc ogrzewania oraz wyłączyć wentylację i nawilżanie powietrza w okresie nieobecności pracowników (w nocy, w dni wolne od pracy, urlopy), co wpływa na mniejszy pobór energii elektrycznej przez pompy, wymienniki ciepła i inne urządzenia wchodzące w skład tego systemu.

Dla powietrza wewnętrznego określa się również inne parametry, do których należą:

- prędkość cyrkulacji powietrza – nie powinna przekraczać 0,2 m/s;
- proporcja tlen/dwutlenek węgla – zbyt niska zawartość tlenu powoduje niedotlenienie, a zbyt wysokie stężenie dwutlenku węgla w powietrzu stanowi zagrożenie dla układu oddechowego;
- zawartość substancji organicznych – trujące substancje organiczne nawet w niewielkim stężeniu

mogą powodować negatywne reakcje organizmu (zmęczenie, senność i dekoncentrację);

- zawartość cząstek stałych – cząstki te (kurz, dym papierosowy) wpływają negatywnie na układ oddechowy;
- zawartość alergenów – te elementy (roztocza, zarodniki grzybów, zarodniki pleśni, pyłki roślin) mogą być niebezpieczne nie tylko dla alergików;
- zawartość mikroorganizmów – organizmy te (wirusy, glony, bakterie) stanowią zagrożenie dla zdrowia ludzkiego.

Ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja służą do wytworzenia odpowiedniego mikroklimatu w pomieszczeniu, czyli nadania ww. parametrów. Instalacje tych trzech systemów muszą ze sobą ściśle współpracować. Do zapewnienia odpowiednich parametrów powietrza w pomieszczeniu służą takie urządzenia, jak: klimatyzatory, osuszacze i nawilżacze, oczyszczacze (filtry i biofiltry), wentylatory, grzejniki, jonizatory. W dużych obiektach budowlanych są instalowane centrale wentylacyjno-klimatyzacyjne.

Centrale wentylacyjno-klimatyzacyjne są kompleksowymi systemami służącymi do kształtowania środowiska naturalnego w budynku. Jedną z klasyfikacji central jest ich podział z uwagi na realizowane funkcje. Są to centrale: wywiewne, nawiewne oraz nawiewno-wywiewne.

Centrale wywiewne

Najprostsze – służą do usuwania powietrza z pomieszczeń. Sterowanie ich pracą polega głównie na regulacji natężenia przepływu powietrza wywiewanego. Zazwyczaj składają się z przepustnicy wielopłaszczyznowej, wentylatora oraz jednego lub dwóch filtrów powietrza.

Centrale nawiewne

Służą do dostarczania odpowiedniej ilości powietrza o określonych parametrach (uzdatniania powietrza zewnętrznego). Składają się (oprócz wentylatora i filtrów) z nagrzewnicy, chłodnicy oraz nawilżacza powietrza.

Centrale nawiewno-wywiewne

Najbardziej skomplikowane – realizują funkcje wyżej wymienionych central, zapewniając jednocześnie dużą sprawność. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu urządzeń służących do odzysku ciepła (lub chłodu) z powietrza wywiewanego i przeniesienia do powietrza nawiewanego. Wykorzystywane są wymienniki: krzyżowe, rotacyjne, z czynnikiem pośredniczącym, pompy ciepła oraz wymienniki typu rurka ciepła. Wysoka wydajność takich wymienników ciepła pozwala na znaczną redukcję kosztów eksploatacji systemów klimatyzacyjnych. Jednoczesne wykorzystywanie kilku technologii, np. odzysk dwustopniowy (pompa ciepła i recyrkulacja) lub trzystopniowy (pompa ciepła, wymiennik krzyżowy i recyrkulacja), pozwala na odzyskiwanie nawet do 95% energii.

Podstawowym parametrem centrali klimatyzacyjno-wentylacyjnej jest natężenie przepływu powietrza. Wartość tego parametru jest zależna od rodzaju budynku, jego wielkości i przeznaczenia. Wyznaczana jest na podstawie określonych norm. Centrale o średnich i dużych wydajnościach mogą być budowane jako sekcyjne (blokowe, modułowe) lub kompaktowe. Centrale o małych wydajnościach to zazwyczaj rozwiązania kompaktowe.

Wypozażenie central stanowią elementy automatyki, takie jak: czujniki (temperatury, wilgotności, ciśnienia, zawartości różnych składników powietrza), presostaty, termostaty, zawory, siłowniki itp. Podstawowym elementem każdej centrali są wentylatory montowane w sekcji nawiewnej i wywiewnej, napędzane silnikami elektrycznymi sterowanymi za pomocą przekształtników częstotliwości (falowników). Zastosowanie falowników umożliwia płynną regulację wydatku wentylatorów, zapewniając jednocześnie wysoką sprawność regulacji.

W celu zagwarantowania odpowiedniej jakości powietrza stosowane są

różnego rodzaju filtry. Ich zadaniem jest usuwanie z powietrza zanieczyszczeń, takich jak pyły, bakterie czy wirusy. Stosowane są filtry różnych klas: na wlocie powietrza do centrali filtry wstępne (klasa G), na wylocie filtry dokładne (klasa F) lub absolutne (klasa H).

Odpowiednią temperaturę powietrza zapewniają nagrzewnice i chłodnice. Wykorzystywane są nagrzewnice wodne (glikolowe) lub elektryczne, a także gazowe lub olejowe. Najpopularniejszym rozwiązaniem są nagrzewnice wodne. W systemie chłodzenia wykorzystywane są chłodnice wodne lub freonowe. Chłód dostarczają wytwornice wody lodowej (chillery lub agregaty absorpcyjne). Chłodnice są wykorzystywane również do osuszania powietrza.

Dla zapewnienia odpowiedniej wilgotności powietrza stosuje się nawilżacze kanałowe, komory zraszania lub wytwornice elektryczne i gazowe.

Oprócz wypełniania standardowych funkcji dotyczących kształtowania środowiska naturalnego w budynku centrala wentylacyjno-klimatyzacyjna musi realizować określone scenariusze bezpieczeństwa. Opracowuje się dla niej tzw. matrycę sterowań, która opisuje zachowanie się centrali w przypadku wystąpienia aktywnego alarmu (np. pożarowego) lub awarii istotnych urządzeń.

2. Instalacja oświetleniowa

Nowoczesna instalacja oświetleniowa musi spełniać szereg wymagań. Dotyczą one zarówno estetyki wykonania opraw oświetleniowych i włączników, zastosowania energooszczędnych źródeł światła, konieczności zapewnienia wymaganego natężenia oświetlenia, jak i współpracy z innymi systemami inteligentnego budynku. W celu zapewnienia wymaganego poziomu natężenia oświetlenia instalacja powinna być wyposażona w odpowiednie regulatory oraz współpracować z układem sterowania żaluzji. Jej zadaniem jest zapewnienie właściwego komfortu pracy lub mieszkania przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia energii elektrycznej. W celu realizacji tych działań stosuje się sterowanie natężeniem oświetlenia uwzględniające pory dnia (dzień, noc), a także aktualne nasłonecznienie. Oświetlenie jest

załączone tylko wtedy, gdy w pomieszczeniu znajduje się użytkownik (sterowanie wspomagane przez informację z czujników ruchu i czujników zmierzchowych). Możliwe jest również tworzenie scen świetlnych, czyli aranżacja oświetleniowa według indywidualnych upodobań.

Nowoczesna instalacja oświetleniowa to instalacja z obwodami sterowania oddzielnymi od obwodów sieciowych. Można ją wykonać jako instalację niezależną od pełnego okablowania albo jako instalację oświetlenia całego obiektu, w ścisłym powiązaniu z multimedialnym okablowaniem strukturalnym. Dzięki rozdzieleniu obwodów sterowania i obwodów sieciowych w obwodach wyłączników występuje niskie napięcie. Można więc korzystać w pełni z multimedialnego okablowania strukturalnego.

W pierwszym okresie rozwoju systemów inteligentnego budynku producenci oferowali własne opracowania i rozwiązania w zakresie sterowania oświetleniem. Obecnie znakomita większość producentów obok własnych rozwiązań umożliwia (przez odpowiednie interfejsy) wykorzystanie dedykowanego dla sterowania oświetleniem systemu DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*). Producenci oferują sterowniki DALI do różnych sieci obiektowych (BACnet, KNX, LCN, Modbus itp.), co przy dostępnym szerokim spektrum modułów I/O pozwala na tworzenie rozwiązań umożliwiających realizację nawet bardzo złożonych zadań (również ograniczających pobór energii). DALI jest właściwie standardem komunikacyjnym między elementami końcowymi sieci (czyli interfejsami opraw oświetleniowych) a systemem sterującym. Protokół sterowania w standardzie DALI (w połączeniu z kontrolerami i sensorami) działa w topologii Master-Slave. Oświetleniowa magistrala cyfrowa jest dwuprzewodowa, składa się z centralnego sterownika sterującego jedną lub kilkoma liniami. Do jednej linii DALI można przyłączyć do 64 indywidualnie adresowanych urządzeń z wbudowanymi modułami DALI (stateczniki do świetlówek, regulatory natężenia oświetlenia, styczniki, przekaźniki), które mogą zostać

przyporządkowane do każdej z 16 zdefiniowanych grup. Umożliwia to indywidualne wysterowanie każdej oprawy, realizację scen świetlnych oraz sygnalizację uszkodzenia źródła lub modułu. W porównaniu do klasycznego systemu sterowania oświetleniem występuje dwukierunkowy przepływ informacji między systemem sterującym a oprawami. Działanie systemu DALI nie polega jedynie na realizacji poleceń użytkownika (operatora), lecz także na zbieraniu i analizie informacji dostarczanych przez czujniki umieszczone przy urządzeniach końcowych. Obecnie system DALI należy oceniać jako rozwiązanie nowoczesne, spełniające oczekiwania użytkowników. Analizując jednak aktualną sytuację na rynku oraz trendy w rozwoju automatyki budynkowej (np. upowszechnianie się komunikacji bezprzewodowej), można się spodziewać, że technologia bazująca na zwykłych przewodach miedzianych (którą jest system DALI) zostanie w pewnym momencie zastąpiona przez nowsze rozwiązania. Zastosowanie systemu DALI wymaga układania dedykowanych kabli w ścianach i sufitach, co sprawia, że rozwiązanie to jest technicznie i ekonomicznie zasadne wyłącznie w przypadku budowy nowych obiektów lub znacznej modernizacji już istniejących.

3. Systemy bezpieczeństwa (SMS, DMS)

W obecnych czasach (z uwagi na powszechne zagrożenie terroryzmem) systemy bezpieczeństwa stanowią nieodzowny element wyposażenia praktycznie każdego nowo budowanego obiektu. Dotyczy to budowli o różnej kubaturze i przeznaczeniu. W zależności od funkcji danego obiektu i jego wielkości zastosowanie niektórych systemów bezpieczeństwa jest obligatoryjne, unormowane prawnie.

Można wyróżnić następujące systemy bezpieczeństwa:

- System Kontroli Dostępu (SKD);
- System Sygnalizacji Włamania i Napadu (SSWiN);
- System Telewizji Dozorowej (CCTV – *closed-circuit television*),
- Dźwiękowy System Ostrzegawczy (DSO);
- System Sygnalizacji Pożarowej (SSP).

Często w literaturze systemy te określa się akronimem SMS (*Security Management Systems*) lub DMS (*Danger Management Systems*).

Zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa obiektu (bezpieczeństwa ludzi i mienia) stanowi jedno z ważniejszych zadań dla każdego projektanta, właściciela czy użytkownika budynku. W zależności od obiektu rola poszczególnych systemów jest zróżnicowana. Konieczność ich stosowania, jak i ich funkcje stanowią wypadkową wynikającą z obowiązujących przepisów, analizy zagrożeń oraz wymagań użytkownika. Systemy te mogą działać autonomicznie lub pracować w sposób zintegrowany. Dynamika rozwoju systemów bezpieczeństwa jest bardzo duża. Szczególną uwagę zwraca się na ich integrację, co w konsekwencji pozwala na osiągnięcie bardzo wysokiego poziomu bezpieczeństwa.

3.1. System Kontroli Dostępu (SKD)

Ten system zabezpiecza obiekt przed dostępem osób nieuprawnionych. Elementy Systemu Kontroli Dostępu stanowią:

- sterownik (kontroler) dostępu;
- karty identyfikacyjne (breloki);
- czytnik nośnika identyfikacyjnego;
- mechaniczne urządzenia blokujące;
- oprogramowanie.

Sterownik dostępu to urządzenie mikroprocesorowe odpowiedzialne za wszelkie zdarzenia w systemie związane z wejściem do określonej strefy i wyjściem z niej. Sterownik obsługuje czytniki kart i urządzenia blokujące przejście. Odczytuje informacje zawarte na karcie identyfikacyjnej i weryfikuje ich prawdziwość, następnie – zgodnie z programem zapisanym w jednostce centralnej – blokuje sterowane przejście lub nie blokuje go. Jako karty identyfikacyjne mogą być wykorzystywane:

- karty z kodem kreskowym;
- karty magnetyczne;
- karty z kodem odczytywanym na podczerwień;
- karty pojemnościowe;
- karty typu Wiegand;
- karty elektroniczne (chipowe) pamięciowe i procesorowe;
- karty zbliżeniowe.

Karty z kodem kreskowym

Należą do najprostszych rozwiązań. Kod kreskowy jest nanoszony indywidualnie na każdą kartę w procesie personalizacji. Niemożliwa jest zmiana czy też usunięcie raz zapisanej informacji. Są jednak łatwe do skopiowania. Ten niski stopień bezpieczeństwa spowodował odejście od wykorzystywania tych kart w SKD.

Karty magnetyczne

Wyróżnia się dwa rodzaje kart magnetycznych: karty Lo-Co (*Low Coercivity*) i karty Hi-Co (*High Coercivity*). Na kartę naniesione są trzy ścieżki z materiału magnetycznego. Dane są zapisywane w formie bitów. Każdy ze znaków, których na ścieżce może być 40, jest kodowany kombinacją 5 bitów. Karty Lo-Co charakteryzują się niskim współczynnikiem koercji paska magnetycznego, są więc podatne na niebezpieczeństwo rozmagnesowania i utraty zapisu. Ich zaletą jest niska cena. Te właściwości sprawiają, że karty Lo-Co są wykorzystane w masowych, mniej odpowiedzialnych zastosowaniach, np. w systemach parkingowych. Karty Hi-Co wykonane są z materiałów o znacznie wyższych parametrach, co powoduje, że są bardziej odporne na rozmagnesowanie i utratę zapisu, są więc dużo bezpieczniejsze.

Karty Wieganda

Są standardem przemysłowym. Wykorzystują zjawisko generacji impulsów w specjalnym drucie o małej średnicy i specyficznych właściwościach magnetycznych (rdzeń drutu jest wykonany z materiału magnetycznie miękkiego, a zewnętrzne warstwy z materiału magnetycznie twardego). Drut wtopiony w kartę jest poddawany działaniu zewnętrznego zmiennego pola magnetycznego. Podczas zmiany natężenia pola w drucie powstaje impuls Wieganda, odbierany i interpretowany przez czytnik. Ilość danych zapisanych na karcie nie przekracza 40 bitów. Raz zapisanej informacji nie można zmienić. Karty takiej również nie można podrobić. Karty mogą być wykorzystywane w dużym przedziale temperatur (od -80 do $+260^{\circ}\text{C}$). Karty Wieganda w SKD stosuje się głównie do pomieszczeń

o zwiększonym stopniu różnego typu zagrożeń (silne pola elektromagnetyczne, duża rozpiętość temperatur, zagrożenie chemiczne).

Karty elektroniczne (chipowe) pamięciowe i procesorowe

Zawierają pamięć elektroniczną (karty pamięciowe) lub specjalny mikroprocesor (karty procesorowe). Umożliwiają wielokrotny zapis i odczyt informacji. Zapewniają duże bezpieczeństwo zapisu. Dla kart pamięciowych możliwy jest zapis (do 32 kB danych) tylko do wybranych obszarów pamięci.

Karty procesorowe oferują jeszcze większe bezpieczeństwo zapisu, umożliwiając dokonywanie operacji związanych z autoryzacją (np. porównanie hasła dostępu). Objętość zapisywanych danych wynosi od 1 do 16 kB. Karty chipowe mogą być dodatkowo chronione czterocyfrowym kodem PIN. Karty elektroniczne umożliwiają odczyt danych z odległości 5 do 15 cm.

Karty zbliżeniowe

Występują dwa podstawowe typy kart zbliżeniowych: pasywne i aktywne. Źródłem zasilania dla kart pasywnych jest pole elektromagnetyczne wytwarzane przez czytnik (energia pobierana jest przez kartę w momencie zbliżenia jej do czytnika). Karty aktywne mają zasilanie bateryjne, a pole czytnika stanowi jedynie informację aktywującą. Karty zbliżeniowe do odczytu informacji nie potrzebują bezpośredniego kontaktu z czytnikiem. Karty wyposażone są w płaskie anteny radiowe, które powodują, że orientacja przestrzenna karty przy kontakcie z czytnikiem nie ma dużego znaczenia.

Karty zbliżeniowe współpracują z czytnikami, które mają za zadanie przyjąć informację zawartą na karcie, zweryfikować ją i przesłać do sterownika dostępu. Często spotykane są czytniki z podwójną weryfikacją użytkownika (karta + kod PIN). Z uwagi na swoje zalety karty zbliżeniowe są najchętniej i najczęściej wykorzystywanymi kartami w SKD.

Mechaniczne urządzenia blokujące skutecznie ograniczają dostęp do pomieszczeń, stref, budynków osobom do tego nieuprawnionym. Należą do

nich: bramki, śluz, kołowroty, elektrozaczepty, elektrozwozy.

Elektrozaczepty

Istnieją dwa rodzaje elektrozaczeptów: standardowe i rewersyjne. Elektrozaczepty standardowe są odblokowane w momencie podania napięcia na zaciski zasilające. W zaczeple rewersyjnym podanie napięcia powoduje jego blokadę. W sytuacjach alarmowych, np. w przypadku pożaru, urządzenia blokujące powinny dawać się automatycznie bądź ręcznie odblokować. Z uwagi na ten wymóg w SKD stosuje się elektrozaczepty rewersyjne.

Elektrozwozy

Pełnią podobną funkcję jak elektrozaczepty. Składają się z dwóch części – z modułu zawierającego cewkę elektromagnesu i zwory magnetycznej przykręcanej do skrzydła drzwi. Elektrozwozy nie mają żadnych części ruchomych i dzięki temu pracują bezgłośnie. Ich działanie jest podobne do działania elektrozaczeptu rewersyjnego.

Oprogramowanie SKD

Dedykowane oprogramowanie narzędziowe pozwala na utworzenie systemu, który steruje pracą czytników, zarządza uprawnieniami dostępu, jak również monitoruje i archiwizuje pracę całego SKD. Oprogramowanie umożliwia tworzenie obszernych baz danych osób wraz z bazą wszystkich kart, kodów PIN, uprawnień dostępu do określonych stref, pomieszczeń itp.

Rejestracja i przechowywanie baz danych zwiększa bezpieczeństwo systemu np. w przypadku uszkodzenia czytnika lub utraty jego pamięci (istnieje możliwość ponownego wgrania danych do pamięci czytnika). Operator może wprowadzać do systemu nowe osoby, nadając każdej z nich uprawnienia z podziałem na strefy dostępu, strefy czasowe i datę ważności. Może również blokować kartę (np. w przypadku jej utraty) lub zmieniać uprawnienia dostępu do poszczególnych stref. Istnieje możliwość tworzenia ekranów wizualizacyjnych, ułatwiających kontrolę poprawności działania systemu. Na stacjach roboczych, na podstawie

map bitowych, zobrazowane są wszystkie elementy systemu, co umożliwia łatwą ocenę stanu pracy poszczególnych urządzeń. Wykorzystywana jest również funkcja tworzenia i wydruku raportów.

Używanie w SKD nawet najbardziej skomplikowanych haseł dostępu czy niedających się podrobić kart nie pozwala na jednoznaczny identyfikację osoby. Cel ten można zrealizować, wykorzystując biometrię. Identyfikacja biometryczna jest bardzo dynamicznie rozwijającą się dziedziną. Polega na identyfikacji osób na podstawie informacji biologicznych (cech fizycznych – mierzonych w danej chwili) lub behawioralnych (nabytych – zmiennych w czasie). Takimi cechami są np. odciski palców, wielkość i geometria dłoni, geometria twarzy, a także budowa anatomiczna oka czy głos. Biometria jest stosowana w systemach kontroli dostępu już od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Do najpopularniejszych technologii biometrycznych wykorzystywanych w SKD można zaliczyć technologie:

- linii papilarnych;
- rozpoznawania geometrii dłoni;
- cech oka (tęczówka, siatkówka);
- rozpoznawania geometrii twarzy;
- analizy głosu.

Technologia linii papilarnych

Najpopularniejszy sposób biometrycznej identyfikacji i weryfikacji osób. Wykorzystywane są dwie metody: optyczna i pojemnościowa. W optycznej używany jest zwykły skaner optyczny z odpowiednim oprogramowaniem. Obraz opuszki palca (po przyłożeniu do skanera) jest utrwalany w postaci obrazu cyfrowego, a następnie porównywany z wcześniej zapisanym wzorcem. Czas operacji (rejestracja i weryfikacja danych) nie przekracza 1 s. Wadą metody optycznej jest dość duża wrażliwość na zabrudzenia, tłuszcz, wodę czy głębsze uszkodzenia powierzchni skóry, co może powodować błędne odczyty.

W metodzie pojemnościowej wykorzystywany jest specjalny czujnik pojemnościowy, który mierzy różnicę pojemności i głębokości bruzd w głębi skóry. Czytniki linii papilarnych korzystające z tej metody są znacznie skuteczniejsze

w przypadku identyfikacji osób o pokaleczonych, zabrudzonych czy mokrych palcach.

Do zalet tych metod biometrycznej identyfikacji można zaliczyć relatywnie niską cenę urządzeń i obróbki danych, natomiast do wad uprzedzenia z uwagi na wykorzystanie ich w kryminalistyce.

Systemy oparte na rozpoznawaniu geometrii dłoni

W systemach tych wykorzystywany jest trójwymiarowy obraz tworzony przez oświetlenie dłoni promieniami podczerwonymi i odczytanie obrazu matrycą CCD. Po umieszczeniu dłoni na specjalnym czytniku zostają wykonane trójwymiarowe zdjęcie dłoni oraz pomiary różnych cech charakterystycznych dłoni (ok. 90 pomiarów). Wzorzec wraz z przypisanym do niego numerem ID przechowywany jest w pamięci (bazie danych) systemu. Proces autoryzacji polega na przyłożeniu dłoni do czytnika i wpisaniu na jego klawiaturze numeru ID. Bieżący obraz porównywany jest ze wzorcem w bazie danych. Wpisanie numeru ID przyspiesza proces weryfikacji, który trwa ok. 1 s. Wskaźniki błędnych odczytów są na poziomie ok. 0,1%.

Systemy oparte na rozpoznaniu cech oka

Systemy te są bardzo skuteczne. Oferowany poziom bezpieczeństwa należy do najwyższych ze wszystkich istniejących i dostępnych na rynku metod biometrycznych.

Metoda analizy siatkówki oka

Polega na skierowaniu strumienia światła podczerwonego (o małym natężeniu) przez źrenicę na dno oka. Kamera cyfrowa o wysokiej rozdzielczości odbiera obraz odbity od siatkówki, a system komputerowy tworzy wzorzec danych referencyjnych siatkówki. Wzorzec ten jest zapisywany w bazie danych, a następnie wykorzystywany przy każdej weryfikacji i identyfikacji. Czas trwania weryfikacji i identyfikacji wynosi ok. 2 s. Wskaźniki błędnych odczytów są na poziomie ok. 0,00005%. Z uwagi na fakt, że odczyt wymaga przystawienia oka do urządzenia pomiarowego, metoda ta jest uważana za inwazyjną.

Metoda analizy tęczy

W metodzie tej nie ma konieczności przystawienia oka do urządzenia pomiarowego. Kamera sama odnajduje twarz, oko i tęczy. Kamera cyfrowa o wysokiej rozdzielczości rejestruje obraz tęczy. Na podstawie tego obrazu system komputerowy tworzy unikalny cyfrowy kod zawierający skrócony opis charakterystycznych cech tęczy. Istnieje aż 266 punktów charakterystycznych tęczy. Często dla zapewnienia jeszcze większego bezpieczeństwa kod ten jest szyfrowany. Przechowuje się go w bazie danych i używa przy każdej weryfikacji. Do podjęcia decyzji, czy oko, które obserwuje kamera, żyje, dokonywana jest analiza ruchu gałki ocznej bądź analiza dynamiki zmian średnicy źrenicy. Czas trwania weryfikacji i identyfikacji wynosi średnio ok. 2 s. Producenci zaawansowanych czytników tęczy oka podają poziom błędów rzędu 10^{-10} lub nawet 10^{-20} .

System rozpoznawania twarzy

Identyfikacja jest realizowana na podstawie cech geometrycznych twarzy. Zależności pomiędzy poszczególnymi częściami twarzy z wiekiem nie ulegają znaczącym zmianom. Ludzka twarz ma wiele cech biometrycznych: cechy geometryczne (kształt brwi, kształt nosa, kształt ust, kształt podbródka), cechy antropometryczne (odległość między środkami oczu, odległości pomiędzy oczami i nosem, odległość między linią oczu a linią ust). Na podstawie zarejestrowanego obrazu tworzona jest geometryczna siatka charakterystycznych punktów twarzy, która stanowi matematyczny wzorzec danej osoby zapisywany w bazie. Po obróbce i matematycznym przekształceniu obrazu twarzy jest on porównywany ze wzorcem wcześniej zarejestrowanym. Najczęściej jest zapytywanych kilka wzorców rysów twarzy, a pomiar jest dokonywany za pomocą kilku kamer, aby uzyskać obraz przestrzenny. Porównywanie nigdy nie jest dokonywane między obrazami, lecz między punktami charakterystycznymi rysów twarzy.

Metoda rozpoznawania rysów twarzy jest łatwa w użyciu, nieinwazyjna i akceptowalna przez użytkowników.

Współczesne algorytmy rozpoznawania, opierające porównanie na analizie punktów charakterystycznych twarzy, powodują, że odczyt jest niezależny od używania szkieł kontaktowych, okularów, zmian fryzury, zarostu itp. Skuteczność systemu jest bardzo wysoka, bliska 100%.

System oparty na analizie głosu

Każdy człowiek ma indywidualne cechy głosu, takie jak tempo, dynamika, częstotliwość czy chwilowe widmo mowy. Na podstawie analizy tych parametrów komputer buduje i zapisuje w bazie danych wzorzec w postaci cyfrowej. Identyfikacja użytkownika polega na porównaniu wczytanego wzorca z głosem osoby mówiącej hasło do mikrofonu. Z uwagi na to, że głos rozpoznawany na podstawie jednej znanej frazy, może zostać podrobiony (np. z wykorzystaniem wysokiej klasy aparatury audio), dlatego stosuje się rozpoznawanie na podstawie kilku zmieniających się fraz.

Bezpieczniejszy sposób rozpoznawania głosu opiera się na identyfikowaniu mówiącego na podstawie analizy brzmienia jego głosu. Najnowsze metody analizy głosu przetwarzają na bieżąco dowolną wypowiedź mówiącego i pozwalają na ciągłe sprawdzanie tożsamości osoby w trakcie trwania rozmowy. W niektórych rozwiązaniach metoda ta jest łączona z weryfikacją posiadanej wiedzy. Nowoczesne rozwiązania zawierają specjalistyczne oprogramowania, z wbudowanymi algorytmami pozwalającymi na ograniczenie wpływu szumów środowiskowych i wahań głosu użytkownika na poprawność działania systemu. Metoda analizy głosu jest łatwa w użyciu, społecznie akceptowalna i tania, jednak nie daje takiej skuteczności i niezawodności jak systemy biometryczne omówione wcześniej. Z uwagi na wielkie możliwości w jej stosowaniu prowadzone są intensywne prace nad jej ulepszeniem.

Systemy Kontroli Dostępu poza funkcją bezpieczeństwa mogą w obiekcie realizować dodatkowe funkcje, takie jak kontrola czasu pracy czy kontrola przebywania w określonych strefach.

3.2. System sygnalizacji włamania i napadu (SSWiN)

Zadaniem systemów SSWiN jest reagowanie na próby naruszenia chronionej strefy, a w przypadku dokonania włamania wykrzyk intruza. Istnieją dwie odmienne koncepcje realizacji tych układów. Według jednej koncepcji w przypadku stwierdzenia naruszenia strefy chronionej generowany jest jedynie sygnał alarmowy powiadamiający odpowiednie służby ochrony o zaistniałej sytuacji. Układ śledzi intruza, który nie zdaje sobie sprawy z faktu, że został odkryty. Pozwala to na ujęcie sprawcy na gorącym uczynku. Według drugiej koncepcji należy potencjalnego intruza odstraszyć. W przypadku stwierdzenia naruszenia strefy chronionej załączane są syreny oraz oświetlenie alarmowe. Określa się cztery kategorie zagrożeń: od Z1 (niska kategoria zagrożenia) do Z4 (najwyższa kategoria zagrożenia). Do poszczególnych kategorii zagrożeń przypisane są klasy systemów alarmowych (SA1 do SA4). Określa się również klasy urządzeń alarmowych:

- A – popularna;
- B – standardowa;
- C – profesjonalna;
- D – specjalna.

Urządzenia alarmowe są przyporządkowane do klas systemów: SA1 → A, AS2 → B, SA3 → C, SA4 → D. W skład systemu SSWiN wchodzi: centrala, czujki, przyciski antynapadowe, sygnalizatory akustyczno-optyczne.

Centrala alarmowa

Stanowi podstawowy element systemu. Jest wyposażona w wejścia i wyjścia alarmowe, pamięć zdarzeń, układ kontroli stanu zasilania oraz złącze magistrali rozszerzeń. Dodatkowo ma wejścia i wyjścia swobodnie programowalne. Do zadań centrali alarmowej należą:

- zbieranie i analiza sygnałów pochodzących od poszczególnych czujek;
- rejestracja i archiwizacja sygnałów i zdarzeń;
- aktywacja i dezaktywacja alarmów;
- sterowanie wybranymi urządzeniami wykonawczymi.

Do najczęściej wykorzystywanych czujek w SSWiN można zaliczyć: kon-

taktrony, bariery podczerwieni, czujki ruchu, czujki zbitcia szkła, detektory gazu.

Kontaktrony

Są wykorzystywane do zabezpieczania okien, drzwi i bram. Kontaktron to para styków wykonanych z materiału ferromagnetycznego, zamkniętych w szklanej bańce, oraz zewnętrzny magnes trwały. Styki pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego się przyciągają. W wyniku oddalenia magnesu tracą połączenie, tworząc przerwę w obwodzie. Montaż kontaktronu polega na umieszczeniu magnesu na ruchomej części zabezpieczanego obiektu (skrzydło drzwi lub okna), a części ze stykami na nieruchomej części. Konstrukcyjnie kontaktrony dzielą się na kontaktrony do montażu wpuszczanego lub powierzchniowego.

Bariery podczerwieni

Mają szerokie zastosowanie w ochronie samego obiektu (bariery w wykonaniu wewnętrznym), jak i terenu (bariery w wykonaniu zewnętrznym). Bariery w wykonaniu wewnętrznym są wykorzystywane do zabezpieczania okien, drzwi i przejść, natomiast bariery w wykonaniu zewnętrznym stosuje się do ochrony obwodowej. Bariery emitują wiązki promieniowania podczerwonego. Modele wewnętrzne mają zasięg dochodzący do 750 m, modele zewnętrzne – do 500 m. Są wyposażane w automatykę dostosowującą czułość bariery do zmiennych warunków atmosferycznych.

Czujki ruchu

To najczęściej stosowane detektory w systemach SSWiN. Czujki dzielą się na czujki PIR i czujki dualne. Działanie czujki PIR polega na detekcji promieniowania podczerwonego. Każdy obiekt, którego temperatura jest wyższa od 0°K, emituje promieniowanie podczerwone. Element piroelektryczny zainstalowany w czujce rejestruje zmiany promieniowania. System mikroprocesorowy przetwarza dane i decyduje, czy zmiany promieniowania w monitorowanym obszarze są na tyle duże, żeby aktywować alarm. Zastosowanie prostych czujek PIR nie zawsze jest skuteczne. Czujniki

tego typu mogą w niektórych sytuacjach generować fałszywe alarmy. W celu ograniczenia ich liczby stosuje się czujki dualne – oprócz piroelementu mają one tor mikrofalowy. Wykrycie zaburzenia jedynie w torze podczerwieni nie generuje alarmu, inicjuje go dopiero zaburzenie występujące równocześnie w torze podczerwieni i mikrofalowym. Czujki ruchu występują w wersjach szerokokątnych i o zwiększonym zasięgu. Kąt detekcji czujek może być regulowany (np. przez zaklejenie części okienka). Oprócz czujek przeznaczonych do montażu na ścianie istnieją czujki montowane na suficie. Obszar detekcji takich czujek jest okręgiem. Istnieje możliwość regulacji promienia okręgu i wykluczania pewnych obszarów w postaci wycinków koła. Czujki sufitowe występują zarówno w wersji PIR, jak i dualnej.

Czujki stłuczeniowe

Są czujkami mikrofonowymi. W wyniku zastosowania wielostopniowych selektywnych wzmacniaczy są szczególnie czułe na sygnały o wysokich częstotliwościach (pęknięcie szkła), nie reagują natomiast na inne hałasy zewnętrzne. Czujki te reagują także na sygnały o niskiej częstotliwości (uderzenia podczas tłuczenia). Materiały pochłaniające dźwięk (np. zasłony) zmniejszają zasięg ich działania.

Czujki wstrząsowe

Reagują na drgania mechaniczne podłoża, do którego są przymocowane. Najczęściej montowane są na drzwiach, oknach, ścianach i stropach chronione go pomieszczenia. Czujki wstrząsowe umożliwiają przebywanie użytkownika w pomieszczeniu przy załączonym systemie alarmowym, tworząc tzw. ochronę obwodową.

Detektory gazu

Rolą detektorów gazu jest wczesne wykrycie i powiadomienie o przekroczeniu krytycznego stanu określonego gazu. Poza zapewnieniem bezpieczeństwa zdrowiu i życiu (czujki toksycznego tlenku węgla – czadu czy gazu ziemnego z kuchenki gazowej) detektory gazu mogą pełnić istotną funkcję w ochronie przed włamaniem. Stosowany przez

włamywaczy gaz usypiający może być szybko wykryty przez czujkę gazu usypiającego – chloroformu.

Przycisk antynapadowy

Naciśnięcie go wywołuje natychmiastowy alarm. Przycisk powinien być ukryty w dyskretnym miejscu, aby użytkownik obiektu w momencie zagrożenia mógł go użyć w sposób niezauważony, oraz zabezpieczony przed przypadkowym naciśnięciem.

Sygnalizatory

Mogą być akustyczne lub akustyczno-optyczne. Oprócz emisji dźwięku o natężeniu powyżej 75 dB emitują również sygnały świetlne. Sygnalizatory SSWiN w zależności od środowiska pracy występują jako wewnętrzne lub zewnętrzne.

3.3. System telewizji dozorowej CCTV

System telewizji dozorowej stanowi zestaw elementów i urządzeń wykorzystywanych do wizyjnego dozoru określonych stref obiektu lub terenu. Podstawowymi elementami systemów CCTV są:

- urządzenia do obserwacji wizyjnej: kamery, monitory i ekrany wizyjne;
 - urządzenia do przetwarzania i rejestracji obrazu: multiplexery, krosownice, pamięci;
 - urządzenia transmisyjne: nadajniki, odbiorniki i modemy;
 - oprogramowanie zarządzające.
- Kamery występujące w systemach CCTV można podzielić ze względu na rozmaite kryteria:
- tryb pracy (monochromatyczne, kolorowe, dualne);
 - sposób montażu (stałopozycyjne – kompaktowe i kopułkowe, obrotowe – zintegrowane i nie);
 - rodzaj sygnału wyjściowego (analogowe – wyjście BNC, IP – wyjście sieciowe LAN).

Kamery monochromatyczne

Reagują na promieniowanie z zakresu widzialnego (400–770 nm), a także na promieniowanie z zakresu bliskiej podczerwieni (770–850 nm). Dzięki temu można je stosować do obserwacji nocnych z wykorzystaniem reflektorów

podczerwieni emitujących światło niewidoczne dla ludzkiego oka.

Kamery kolorowe

Z uwagi na konieczność przekazywania informacji o kolorze mają mniejszą rozdzielczość niż kamery monochromatyczne. Dodatkowo cechują się mniejszą czułością. Jednak ze względu na możliwość przekazywania obrazu w kolorze są powszechnie stosowane.

Kamery dualne

Wykorzystują zalety obu wyżej wymienionych typów kamer. Jedno urządzenie jest jednocześnie kamerą kolorową i monochromatyczną. Cel ten osiągnięto przez zastosowanie ruchomego filtra podczerwieni. W trybie kolorowym filtr jest umieszczony przed przetwornikiem. Przy zmniejszeniu jasności światła docierającego przez obiektyw do środka kamery zostaje odsunięty filtr i kamera przechodzi w tryb pracy monochromatycznej.

Poniżej zostaną wymienione kamery stałopozycyjne.

Kamery kopułkowe

Są to zintegrowane jednostki wyposażone w obiektyw i elektronikę sterującą. Stosuje się w nich obiektywy o stałej lub zmiennej ogniskowej w zakresie 2–12 mm, czyli od ultraszerokokątnych do teleobiektywów.

Kamery kompaktowe

W odróżnieniu od kamer kopułkowych nie są jednostkami zintegrowanymi. Kamery kompaktowe stosuje się tam, gdzie mają działać odstraszająco i gdzie nie jest wymagane ich ukrycie. Mogą być montowane w pomieszczeniach i na zewnątrz budynku. Zarówno kamery kopułkowe, jak i kompaktowe mogą być monochromatyczne, kolorowe lub dualne.

Kamery obrotowe

Są wyposażone w dwie ruchome osie (pochylenie i obracanie) napędzane przez silniki. Nowoczesne kamery umożliwiają obserwację szybko poruszających się obiektów z szybkością obrotową do 400%/s. Kamery są wyposażone w pierścienie ślizgowe, aby nie ograniczać kąta

obrotu. Mogą mieć funkcje cyfrowej stabilizacji obrazu, śledzenia poruszających się obiektów czy tworzenie tzw. stref prywatności. Kamery szybkoobrotowe mogą być wyposażone w interfejsy sieciowe LAN.

Kamery z wyjściem analogowym i kamery IP

W instalacjach CCTV spotyka się obecnie dwa rodzaje kamer: analogowe i IP. Kamery analogowe są wyposażone w wyjścia wizyjne typu BNC. Systemy te są stopniowo wypierane przez nowoczesne rozwiązania oparte na technologii sieci komputerowych (systemy IP). W systemach IP dane wizyjne są transmitowane przez sieć komputerową. Strumień danych może zostać odebrany w dowolnym miejscu sieci przez urządzenie rejestrujące obraz lub konwertujące go na sygnał analogowy w celu wyświetlenia. Strumień wizyjny może być jednocześnie zapisywany i wyświetlany na komputerze podłączonym do sieci.

Rejestracja obrazu

Pierwsze aplikacje CCTV były wyposażane w magnetowidy. Obecnie ich rolę przejęły rejestratory cyfrowe. Obraz może być rejestrowany z prędkością do 25 kl/s, co zapewnia płynność obrazu, lecz wymaga znacznej przestrzeni dyskowej. Dyski zainstalowane w rejestratorach osiągają znaczne rozmiary: od 80 GB do kilku TB. Jeśli pamięci dyskowe są niewystarczające, stosuje się zewnętrzne macierze dyskowe. Oprócz macierzy podłączanych bezpośrednio do urządzeń rejestrujących używane są macierze, do których dostęp jest realizowany za pośrednictwem sieci komputerowej LAN. Aby ograniczyć obszar zajętości pamięci, a jednocześnie zachować pełnię możliwości systemu SSWiN, rejestracja obrazu prowadzona jest z wykorzystaniem dodatkowych funkcji. Wykorzystuje się np. detekcję ruchu. Obraz jest rejestrowany z małą poklatkowością (1 kl/s), a dopiero w przypadku wykrycia ruchu tryb zapisu zostanie przełączony i ma większą wartość, np. 12,5 kl/s.

Podobną rolę jak przy detekcji ruchu pełnią wejścia alarmowe. W przypadku wystawienia wejścia alarmowego

rejestratora z którejś czujki systemu SSWiN tryb zapisu przełącza się, dając obraz o wyższej poklatkowości i jakości. Obecnie większość systemów ma funkcję detekcji ruchu informującą jedynie o zaistniałym zdarzeniu, bez jego specjalistycznej analizy. W praktyce nie każdy ruch wykryty przez czujnik jest zagrożeniem.

Współczesne systemy CCTV wykorzystują rozmaite techniki detekcji zdarzeń pozwalające na analizę każdego zajścia i sugerujące sposób reakcji na analizowane zdarzenie. System samodzielnie może decydować o danym zdarzeniu i określać dokładność, z jaką dany obraz ma być rejestrowany. Obecnie jest tendencja do przeniesienia wszystkich procesów odpowiadających za detekcję ruchu z rejestratorów i dedykowanych urządzeń do nowoczesnych kamer przemysłowych IP. Te inteligentne kamery potrafią samodzielnie wykryć potencjalne zagrożenie i, współpracując z dedykowanym oprogramowaniem analizującym, kategoryzować je. Rozwój technik sieciowych umożliwia uproszczenie zarządzania systemem, pozwalając jednocześnie na równoległą rejestrację obrazu w różnych punktach sieci (bezpośrednio w pamięci kamery, na dysku lokalnego komputera czy dedykowanym rejestratorze). Zwiększa to bezpieczeństwo przechowywania danych. Również podgląd obrazu oraz dostęp do nagrań archiwalnych mogą być realizowane przez sieć komputerową.

Oprogramowanie zarządzające stanowi podstawę działania, monitorowania, analizy i zapisu. W wielu przypadkach wystarcza standardowa przeglądarka internetowa, dająca możliwość obserwacji za pomocą interfejsu wbudowanego w kamerę sieciową lub serwer wizyjny. Jest to zasadne wtedy, gdy jednocześnie wyświetlany jest obraz najwyżej z kilku kamer. Do jednoczesnej obsługi obrazów z wielu kamer konieczne jest dedykowane oprogramowanie zarządzające. Na rynku dostępna jest szeroka gama programów do zarządzania materiałem wizyjnym. Umożliwiają one:

- wyświetlanie na żywo, zapisywanie i odtwarzanie sekwencji obrazów;
- jednoczesne wyświetlanie i nagrywanie obrazów z wielu kamer;

- realizowanie kilku trybów nagrywania (ciągły, planowany, nagrywanie uruchamiane w razie alarmu);
- przetwarzanie obrazu z dużą liczbą klatek na sekundę oraz dużą ilością danych;
- wyszukiwanie nagranych zdarzeń;
- zdalny dostęp za pomocą przeglądarki internetowej – zarządzanie alarmami itp.

3.4. Dźwiękowy System Ostrzegawczy (DSO)

Obowiązek stosowania dźwiękowego systemu ostrzegawczego wynika z rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów. Określa ono rodzaje obiektów użyteczności publicznej, w których rozgłaszanie sygnałów ostrzegawczych i komunikatów głosowych dla potrzeb bezpieczeństwa osób w nich przebywających jest obligatoryjne.

System nagłośnieniowy służy do głosowego powiadomienia osób przebywających w obiekcie o ewentualnym wystąpieniu zagrożenia, takiego jak pożar, akt terrorystyczny czy inny stan, który może mieć wpływ na bezpieczeństwo ludzi. Nadawane komunikaty głosowe mają zapewnić sprawną, bezpieczną i skuteczną ewakuację osób przebywających w obiekcie. System DSO musi spełniać dużo wyższe wymagania odnośnie do parametrów akustycznych, samokontroli i redundancji, zasilania awaryjnego w porównaniu do tradycyjnych systemów nagłośnieniowych. Każdy instalowany system DSO musi mieć aktualne certyfikaty i świadectwa dopuszczenia wydane przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej (CNBOP). W systemach DSO po wykryciu zagrożenia komunikaty głosowe są nadawane automatycznie. Istnieje również możliwość ręcznego wywołania zaprogramowanego komunikatu. Każdemu z nich można nadać odpowiedni priorytet nadawania oraz poziom głośności. Aby zwiększyć niezawodność działania, system jest dodatkowo wyposażony w funkcję samokontroli. System monitoruje stan linii głośnikowych, zasilania głównego i rezerwowego,

połączenie między głównym procesorem a wzmacniaczami. Awarie są natychmiast zgłaszane administratorowi systemu. Wszystkie alarmy gromadzone są w pamięci urządzenia zarządzającego komunikatami DSO. Dźwiękowe systemy ostrzegawcze są administrowane i monitorowane przez podłączenie do głównej jednostki sterującej DSO komputera z dedykowanym oprogramowaniem zarządzającym.

3.5. System sygnalizacji pożarowej (SSP)

Obowiązującym aktem prawnym w zakresie SSP jest wspomniane rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji. Określono w nim obiekty, w których instalacja SSP jest obowiązkowa. Głównie są to duże budynki komercyjne i użyteczności publicznej, w których czasowo lub stale może przebywać określona liczba osób. Systemy sygnalizacji pożaru, zwane także systemami alarmu pożaru (SAP), służą do wczesnego wykrywania zagrożenia pożarowego, powiadamiania o tym zagrożeniu oraz wykonywania określonych funkcji sterujących, mających za zadanie ochronę życia ludzkiego i minimalizację strat materialnych. SSP są projektowane i instalowane zgodnie z indywidualnymi wymaganiami konkretnego obiektu, dlatego ich struktura, algorytm działania i zakres mogą być mocno zróżnicowane. W skład systemu SSP wchodzi:

- centrale sterowania systemem;
- czujki pożarowe (wysoko czułe sensory pożarowe reagujące na różne rodzaje zagrożenia, takie jak dym, ogień, temperatura);
- przyciski alarmowe;
- sygnalizatory dźwiękowe i świetlne.

Systemy sygnalizacji pożarowej muszą spełniać wszystkie normy oraz mieć aktualne atesty Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej (CNBOP). Podlegają komisijnemu odbiorowi przez inspektorów z Państwowej Straży Pożarnej.

Centrala sterowania

Stanowi „serce” każdego SSP. Odbiera sygnały od czujek, analizuje dane i przekazuje sygnały do innych podzespołów. Jest urządzeniem integrującym

wszystkie elementy systemu automatycznego wykrywania pożarów. Koordynuje pracę wszystkich urządzeń w systemie oraz podejmuje decyzję o zainicjowaniu alarmu pożarowego,ysterowaniu urządzeń sygnalizacyjnych i przeciwpożarowych oraz o przekazaniu informacji do systemu nadzoru lub centrum monitorowania. W zależności od ustawień parametrów centrali sterującej jest do dyspozycji czas (w skrajnym przypadku do 10 minut) na weryfikację alarmu przez upoważnione służby i podjęcie decyzji. W razie braku takiej decyzji automatycznie rozpoczyna się cały scenariusz zdarzeń. Alarm pożarowy może być również wywołany przez wciśnięcie ręcznego ostrzegacza pożarowego (ROP). W takim przypadku scenariusz pożarowy rozpoczyna się natychmiast, bez zwłoki.

Czujki pożarowe

Umożliwiają automatyczne identyfikowanie zarzewia pożaru. Mogą wykrywać dym (czujki punktowe i liniowe), ciepło (reakcja na szybki przyrost lub przekroczenie ustalonego progu temperatury) lub oba te czynniki (czujka dymu, ciepła, czujka dualna dymu i ciepła) albo ogień (reagują na promieniowanie podczerwone lub ultrafioletowe płomienia).

Czujka dymu

Reaguje na produkty spalania lub rozkładu termicznego. Ten rodzaj czujek dzieli się na jonizacyjne i optyczne.

Czujka ciepła

Jest detektorem wykorzystującym termistor o ujemnym współczynniku temperaturowym (typ NTC). Wykorzystany termistor ma bardzo małą masę, co powoduje szybkie reagowanie na zmiany temperaturowe.

Czujka płomienia

Wykrywa emitowane przez płomień promieniowanie podczerwone lub ultrafioletowe.

Wielosensorowe czujki pożarowe

Są inteligentnymi detektorami, które przekształcają analogowe parametry pożarowe wbudowanych czujników na zapis cyfrowy i za pomocą numerycznych

algorytmów podejmują decyzję o istnieniu zagrożenia.

Uzupełnieniem czujek są rozmieszczone na ciągach komunikacyjnych przyciski pożarowe (ręczne ostrzegacze pożarowe). System SSP może być zintegrowany z różnymi instalacjami technicznymi. Integracja daje możliwości nie tylko zaalarmowania o wykryciu pożaru, lecz także możliwość rozpoczęcia działań zmierzających do ograniczenia rozprzestrzeniania się ognia lub jego likwidacji. System może wykonać wiele czynności, takich jak: uruchomienie systemu tryskaczy, otwarcie klap dymowych, zainicjowanie wyłączenia niebezpiecznych urządzeń elektrycznych, gazowych, otwarcie drzwi ewakuacyjnych lub bramek kontroli dostępu.

4. Instalacja zasilająca inteligentnego budynku

Przerwy w dostawie energii elektrycznej mogą być przyczyną zdarzeń zagrażających zdrowiu i życiu ludzi oraz powodem poważnych strat finansowych ze względu na utratę danych, zakłócenia procesu technologicznego czy awarię urządzeń. Przerwy te mogą być spowodowane wieloma czynnikami, do których można zaliczyć:

- zjawiska atmosferyczne (wyładowania atmosferyczne, powodzie, ulewne deszcze, upały, wichury, pożary, trzęsienia ziemi);
- wady technologiczne i konstrukcyjne (awarie);
- bezmyślność obsługi;
- sabotaż;
- roboty ziemne.

Aby móc określać niezawodność zasilania, wprowadzone zostało pojęcie dostępności *A* (*availability*). Dostępność określa się zależnością:

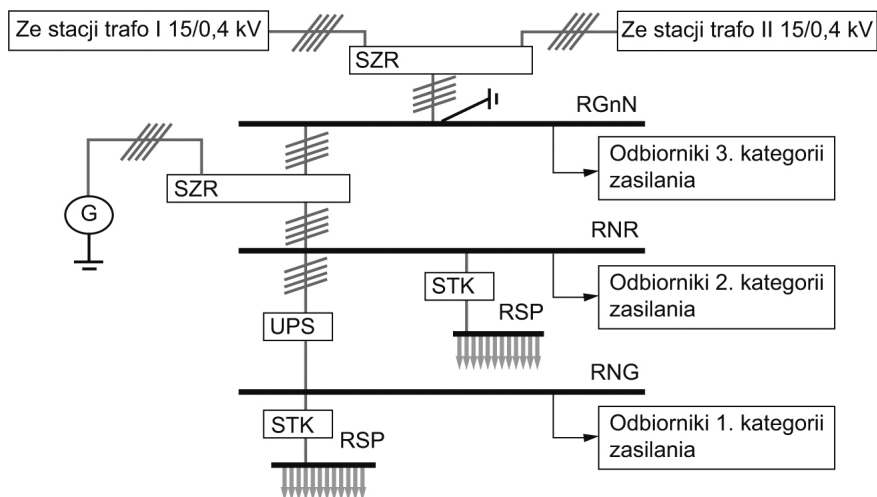
$$A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) \quad (1)$$

gdzie:

MTBF – czas międzyawaryjnej pracy (*Mean Time Between Failure*);

MTTR – czas naprawy (*Mean Time To Repair*).

Dopuszczalna suma przerw w zasilaniu zależy od tego, jak dużą niezawodność systemu gwarantowanego zasilania chcemy uzyskać. Dla przyjętych wartości



Rys. 1. Uproszczony schemat instalacji zasilającej inteligentnego budynku.

Legenda: SZR – Samoczynne Załączenie Rezerwy; STK – Siłownia Telekomunikacyjna; UPS – zasilacz bezprzerwowy; G – generator prądotwórczy; RGnN – rozdzielnia główna niskiego napięcia; RNR – Rozdzielnia Napięcia Rezerwowego; RNG – Rozdzielnia Napięcia Gwarantowanego; RSP – Rozdzielnia Stałoprądowa 48 V

A można wyznaczyć przerwy w zasilaniu. W skali roku wyniosą odpowiednio:

- $A = 99,9\%$ – system może być pozbawiony zasilania przez ok. 9 godzin;
- $A = 99,9999999\%$ – system może być pozbawiony zasilania przez ok. 30 ms.

Wybór określonej wartości *A* powinien stanowić rozsądny kompromis między spodziewaną niezawodnością zasilania a kosztami instalacji. Aby optymalnie zaprojektować instalację zasilającą, wprowadzono kategoryzację odbiorników energii elektrycznej pod względem wrażliwości na zanik zasilania. Odbiorniki podzielono na trzy kategorie.

Kategoria I

Odbiorniki strategiczne, nietolerujące nawet najmniejszych przerw w zasilaniu. Są to urządzenia wymagające zarówno ciągłości zasilania, jak i bardzo dobrych parametrów jakości energii elektrycznej. Należą do nich urządzenia telekomunikacyjne, informatyczne, medyczne.

Kategoria II

Odbiorniki, dla których kilkunastosekundowy zanik napięcia nie stanowi zagrożenia, a zasilanie musi być rezerwowane ze względu na ich znaczenie w systemie. Są to odbiorniki niewrażliwe na chwilowe zaniki napięcia czy zakłócenia impulsowe. Odporne są też

na odchyły częstotliwości i wahania wartości skutecznej. Nie są podatne także na przepięcia. Należą do nich oświetlenie awaryjne, systemy wentylacji awaryjnej, urządzenia przeciwpożarowe.

Kategoria III

Odbiorniki bez znaczenia strategicznego dla budynku, niewymagające specjalnych warunków zasilania, np. oświetlenie ogólne, ogrzewanie, system wentylacji podstawowej. Schemat instalacji zasilającej inteligentnego budynku przedstawiono na rysunku 1.

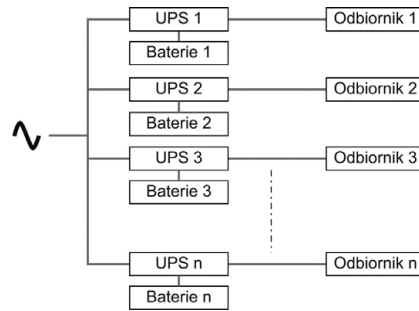
Zgodnie z rysunkiem 1 zasilanie do RGnN może być dostarczane z dwu stacji transformatorowych, np. z I stacji transformatorowej 15/0,4 kV, a w momencie zaniku zasilania ze stacji I układ SZR przełącza pobór mocy na II stację transformatorową 15/0,4 kV. W chwili powrotu zasilania z pierwszej linii SZR powoduje ponowne zasilanie całego układu ze stacji I. Gdy wystąpi jednoczesny zanik zasilania z obu stacji transformatorowych, układ SZR wysyła sygnał uruchamiający agregat prądotwórczy. W tym momencie rozdzielnia RGnN zasilająca odbiorniki III kategorii zostaje odłączona, a odbiorniki II kategorii tracą zasilanie aż parametry napięcia zasilania dostarczanego przez agregat nie ustabilizują się na odpowiednim

poziomie (kilkanaście do kilkudziesięciu sekund). Wtedy SZR przełącza RNR na zasilanie z agregatu i odbiorniki II kategorii odzyskują zasilanie. Odbiorniki podłączone do RSP i RNG, czyli odbiorniki I kategorii, są zasilane przez cały czas. Bezprzerwowe zasilanie zapewniają STK i UPS. W przypadku zaniku napięcia w sieci energetycznej energia do odbiorników I kategorii jest dostarczana z baterii akumulatorów. Zastosowanie układu UPS oraz agregatu prądotwórczego pozwala na znaczne ograniczenie pojemności baterii akumulatorów. Taka struktura uniezależnia działanie odbiorników kategorii I od zaburzeń występujących w zasilającej sieci energetycznej.

Jak już wspomniano, czas pracy baterii wynosi kilkanaście do kilkudziesięciu sekund potrzebnych do podjęcia pracy przez agregat prądotwórczy. Dzięki temu uzyskanie długiego czasu podtrzymania zasilania odbiorników pierwszej i drugiej kategorii zasilania nie wymaga rozbudowy systemu baterii. Czas podtrzymania zasilania awaryjnego może być dowolnie długi, jeśli tylko zapewni się odpowiedni system dostarczania paliwa do agregatu.

Całkowita moc agregatu prądotwórczego powinna bezpiecznie pokrywać zapotrzebowanie mocy przez odbiorniki I i II kategorii. Moc wyjściowa zasilacza UPS powinna być większa bądź równa sumie mocy wszystkich odbiorników kategorii I. Tak obliczoną moc wyjściową zasilacza UPS należy jeszcze dodatkowo powiększyć o ok. 10–20% na wypadek rozbudowy sieci odbiorników kategorii I. Prawidłowy dobór elementów systemu wymaga głębszej analizy, dotyczącej między innymi zainstalowanych urządzeń, ich mocy, prądów rozruchowych, zawartości harmoniczných itp. Można wyróżnić dwie podstawowe struktury układu gwarantowanego zasilania: rozproszoną i centralną. Struktura rozproszona, przedstawiona na rysunku 2, polega na zastosowaniu dedykowanych zasilaczy UPS dla każdego odbiornika. Do zalet systemu rozproszonego należą:

- niski koszt urządzeń;
- łatwość rozbudowy;
- możliwość wykorzystania istniejącej sieci zasilającej.



Rys. 2. Struktura rozproszona gwarantowanego zasilania

Do podstawowych wad systemu rozproszonego można zaliczyć:

- krótki czas podtrzymania pracy zasilanych urządzeń;
- małą trwałość baterii w zasilaczach;
- problemy z monitorowaniem i konserwacją.

Strukturę centralną przedstawiono na rysunku 3. W strukturze tej istnieje jeden główny zasilacz UPS oraz instalacja doprowadzająca gwarantowane napięcie do odbiorników.

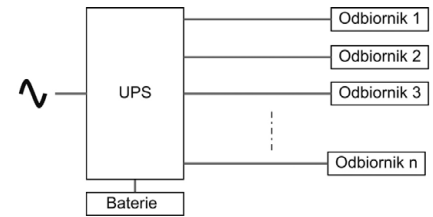
Do zalet systemu centralnego należą:

- łatwość monitorowania i konserwacji zasilacza i baterii;
- długi czas podtrzymania przy pracy z baterii;
- możliwość zastosowania klimatyzacji pomieszczenia z zasilaczem i baterią przedłużającą czas jej eksploatacji.

Do podstawowych wad systemu centralnego trzeba zaliczyć:

- wyższy koszt instalacji;
- konieczność wykonania instalacji gwarantowanego zasilania.

Możemy wyróżnić trzy podstawowe typy UPS-ów, będących głównym źródłem energii dla odbiorników I kategorii, pracujących w trybach offline lub online. Dla zasilaczy pracujących w trybie offline oraz *line-interactive* czas przełączania nie jest zerowy. W zasilaczach pracujących w trybie online prąd pobierany jest z baterii, która jest jednocześnie doładowywana z sieci energetycznej (lub – w przypadku jej awarii – z generatora). Dzięki takiemu rozwiązaniu przy awarii nie występuje przełączenie źródła zasilania odbiorników I kategorii, więc nie ma nawet najmniejszej przerwy w zasilaniu.



Rys. 3. Struktura centralna gwarantowanego zasilania

5. System monitoringu i zarządzania zużyciem mediów

System monitoringu i zarządzania zużyciem mediów to rozwiązanie, którego zadaniem jest monitoring online energii elektrycznej (z funkcją strażnika mocy zamówionej) oraz innych mediów (np. gazu, wody, ciepła). Systemy takie mogą być zrealizowane jako rozwiązania chmurowe. Zapewnia to użytkownikom możliwość monitoringu i zarządzania zużyciem mediów z dowolnego miejsca oraz eliminuje konieczność zakupu drogiego sprzętu (komputerów, serwerów). Na serwerze wirtualnym (w chmurze) pracuje aplikacja, która zbiera i analizuje online dane dotyczące zużycia wszystkich mediów. Dostęp do danych może odbywać się za pośrednictwem komputerów i urządzeń mobilnych (np. smartfonu, tabletu) z poziomu przeglądarki internetowej. Użytkownik ma stały dostęp zarówno do danych bieżących, jak i historycznych. ■

Fragment pochodzi z książki:

Inteligentny budynek,

K. Duszczyk, A. Dubrawski, A. Dubrawski,

M. Pawlik, M. Szafranski,

Wydawnictwo Naukowe PWN,

Warszawa 2019

Programowanie współczesnych instalacji budynkowych urzeczywistnieniem potrzeb człowieka zaspokajanych przez budynki inteligentne

Marek Bolesław Horyński

Wstęp

Primum non nocere [łac.] – przede wszystkim nie szkodzić (zasada Hipokratesa).

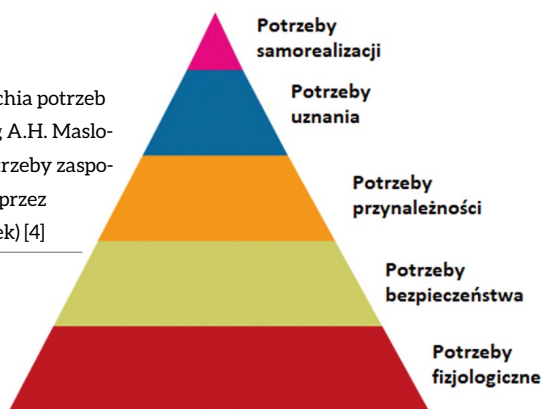
Ta łacińska maksyma, która jest od wieków obecna w medycynie, może być używana także w odniesieniu do innych obszarów działalności człowieka. Jednym z nich jest budownictwo i projektowanie oraz programowanie nowoczesnych systemów automatyki budynkowej.

Potrzeby człowieka w ciągu wieków ewoluowały i rozwijały się. Usystematyzował je i opisał przed laty amerykański uczonego rosyjskiego pochodzenia, Maslow. Według opracowanej przez niego teorii hierarchii potrzeb można przedstawić je w formie drabiny (piramidy). Teoria ta stanowi, że poszczególne potrzeby muszą być spełniane po kolei – dopiero kiedy człowiek ma spełnione potrzeby z pierwszego stopnia piramidy Maslowa, zaczyna odczuwać potrzeby z kolejnych jej stopni (rys. 1).

Wyjaśnia to według niego wybór drogi życiowej określonych osób, dlaczego niektórzy ludzie – którzy np. nie mają pracy lub zmagają się z brakiem poczucia akceptacji społecznej – w ogóle nie rozważają podjęcia jakichś kroków służących do osiągnięcia jak najlepszego stopnia samorealizacji.

Rys. 1.

Hierarchia potrzeb według A.H. Maslowa (potrzeby zaspokajane przez budynek) [4]



Najpopularniejsza wersja piramidy Maslowa składa się z 5 pięter. W środowisku socjologów funkcjonuje jeszcze wersja 6-, 7-, a nawet 8-stopniowa. Dodatkowymi piętrami piramidy Maslowa miałyby być:

- potrzeby poznawcze: piętro szóste, rozumiane jako potrzeby zdobywania wiedzy i coraz głębszego rozumienia świata, poszukiwania nowych rozwiązań czy zaspokajania własnej ciekawości;

Streszczenie: O wysokości standardu budynku decyduje obecność zautomatyzowanych instalacji elektrycznych. BIM jest podstawą integracji realizacji inwestycji. Zapewnienie ekonomicznego użytkowania i utrzymania budynku wymaga wszechstronnego podejścia do procesu jego projektowania i realizacji. Istotną rolę we współczesnym budownictwie odgrywają integratorzy systemów, którzy dzięki szerokiej wiedzy koordynują i korelują wymianę informacji między branżami. Szczególnej uwagi kwestie te wymagają w takich sytuacjach, jak zagrożenie epidemiologiczne.

PROGRAMMING CONTEMPORARY BUILDING INSTALLATIONS AS THE REALIZATION OF HUMAN NEEDS SATISFIED BY INTELLIGENT BUILDINGS

Abstract: Thanks to the possibility of changing the configuration of individual devices, the functions of the BMS system can be adapted to the current needs of the user. Technological progress and increasing customer requirements mobilize the activities of representatives of almost every field of science and technology, including the building automation sector. Critical periods for humanity, such as the state of epidemiological emergency, are a particular challenge. This market is full of hitherto unknown ideas, concepts, as well as devices, components and apparatus, which are entering more and more computerized methods that repeatedly replace physical human activity. Undoubtedly, the issue of intelligent buildings will find wide application in the future for many generations to make life easier for people all over the world.

- potrzeby estetyczne: piętro siódme, potrzeby związane z poszukiwaniem piękna i doszukiwaniem się doskonałości w otaczającym nas świecie;
- potrzeba transcendencji: piętro ósme, według tej definicji stanowi najwyższe piętro piramidy, rozumiane jako potrzeba doświadczania doznań niematerialnych, takich jak np. kontakt z Bogiem, czy doświadczania głębokich doznań związanych z przyrodą lub aktywnością seksualną.

Budynki i ich rola w życiu człowieka

Jednym z podstawowych tworów człowieka, o kluczowym znaczeniu w rozwoju ludzkiej cywilizacji, są budynki. Wraz z rozwojem cywilizacyjnym rośnie ich rola oraz znaczenie użytkowe.

Budynek może być źródłem zysku dla właściciela. Zysk ten może być generowany na następujące sposoby:

- poprzez zapewnienie efektywności użytkowania na wysokim poziomie;
- przez zainstalowanie systemów automatycznego sterowania budynkiem pozwalających na oszczędzanie zużycia mediów;
- poprzez zastosowanie pasywnych i aktywnych systemów oszczędzania energii (np. ekobudynki) [3].

Wymagania użytkowe, jakościowe i dotyczące ochrony środowiska dotyczą wszystkich budynków, także budynków inteligentnych.

Budynek odróżnia od innych wytworów rąk ludzkich jego niezbędność w życiu każdego człowieka i powszechność użytkowania. Budynek jest towarem o określonej wartości rynkowej, która zależy od spełnienia wymagań jakościowych rynku.

Poziom spełnienia tych wymagań decyduje o jego atrakcyjności rynkowej – przy kupnie i wynajmie.

Spośród przedmiotów produkowanych przez człowieka budynki charakteryzują się wyjątkową długowiecznością i trwałością, wysoką wartością początkową i stosunkowo wysokimi kosztami utrzymania. Należy w związku z tym przy ich budowie zwracać uwagę na wiele czynników, które są domeną działalności różnych grup zawodowych.

W Polsce w okresie przemian gospodarczych, wynikających ze zmiany ustroju, wiele budynków zmieniło przeznaczenie. Rodzący się prywatny biznes potrzebował nowych obiektów do prowadzenia działalności. Projektanci różnych branż otrzymywali zlecenia na wykonanie adaptacji budynków do nowych potrzeb. Często łączyło się to z remontami, w wyniku których poprawiała się szczelność budynków oraz pogarszały warunki wymiany powietrza. Ta działalność przebiegała szybko, wymagała tego potrzeba chwili. Wielu nowych uczestników rynku nie posiadało wystarczających funduszy, stąd oszczędzało na jakości projektów i później na wykonaniu.

Zbyt oszczędnościowe projekty wentylacji powodowały pojawienie się wkrótce u pracowników lub mieszkańców przykrych dolegliwości, które są razem definiowane jako czynniki powodujące syndrom chorego budynku (SBS). Jak wykazały badania Światowej Organizacji Zdrowia, zaliczają się do nich:

- niewłaściwa temperatura i wilgotność powietrza;
- niewłaściwe oświetlenie;
- zła jakość powietrza;
- hałas.

Z uwagi na wysoki koszt wyposażenia budynku inteligentnego w urządzenia techniczne, wymagania stawiane mu przez rynek w zakresie warunków pracy są bardzo wysokie. Eliminacja przyczyn powstawania zjawiska SBS jest więc zadaniem podstawowym zarówno dla projektanta, jak i osób zajmujących się zarządzaniem zasobami budynku.

Rozwinięta w latach 80. ub.w. metoda badań jakościowych POE (*POST Occupancy Evaluation*) pozwala na precyzyjne określenie zapotrzebowania na konkretne jakości budynku [6].

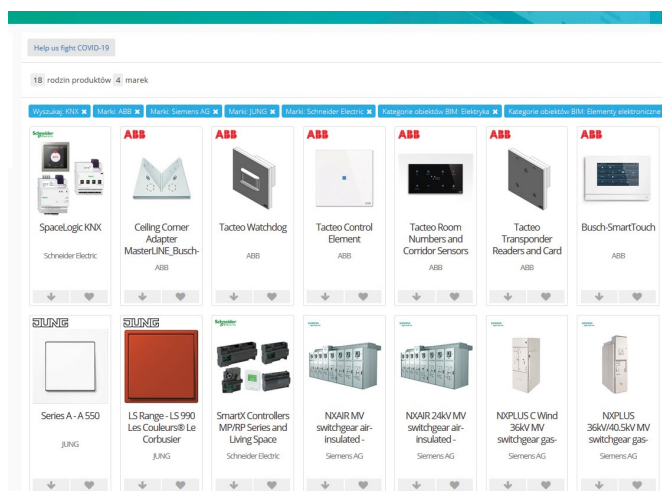
Współcześnie budowanych jest wiele budynków wyposażonych w systemy inteligentne, w tym najdoskonalszy obecnie system BMS (*Building Management System*). Zadaniem automatyki BMS jest integrowanie instalacji występujących na obiekcie, co może przyczynić się do unikania takich zjawisk jak SBS, ale też potęgować zagrożenie nimi przy błędnym zaprojektowaniu i programowaniu.

Modelowanie systemów inteligentnych instalacji w środowisku BIM

Z uwagi na szeroki zakres instalacji i systemów, które są objęte BMS-em, powstały nowe wyzwania przed współczesnymi inżynierami. Specjaliści z branży instalacji inteligentnych, np. KNX lub LON, w procesie programowania budynku stają się obecnie integratorami systemów [2, 10]. Coraz bardziej popularne staje się programowanie w środowisku BIM (*Building Information Modeling*) [1, 2]. Polega ono na modelowaniu informacji o procesie budowlanym. Jest to cyfrowy zapis fizycznych i funkcjonalnych właściwości obiektu budowlanego, w formie parametrycznej, służący jako źródło wiedzy i wszelkich danych o obiekcie, w pełni dostępny dla uczestników procesu inwestycyjnego i stanowiący niezawodną podstawę dla podejmowania decyzji w trakcie cyklu funkcjonowania, od pierwszej koncepcji aż do rozbiórki budynku. BIM jest podstawą integracji realizacji inwestycji. W celu zapewnienia ekonomicznego użytkowania i utrzymania budynku wymaga wszechstronnego podejścia do procesu jego projektowania i realizacji. O wysokości standardu budynku decyduje obecność zautomatyzowanych instalacji elektrycznych.

Praca w nim w dużej mierze oparta jest na wykorzystaniu zbiorów elementów podzielonych na kategorie, które są umieszczone w rodzinach (*Revit Families*). Są one wiernym odwzwierciedleniem rzeczywistych elementów instalacyjnych. System Autodesk Revit pozwala na tworzenie własnych rodzin bezpośrednio w programie Revit i wczytywanie ich do projektów, jak i korzystanie z gotowych, sparametryzowanych modeli udostępnianych przez producentów. Jedną z najpopularniejszych platform wymiany plików rodzin jest bimobject.com, która oficjalnie wspierana jest przez firmy Graphisoft i Autodesk [1]. W jej zasobach można znaleźć szeroki zakres modeli – ponad 400 000 parametrycznych obiektów, podzielonych na dziesiątki kategorii – rys. 2. Wśród nich znajduje się wiele elementów do projektowania systemów elektrycznych w jednym z najpopularniejszych standardów automatyki budynkowej KNX, które udostępniają wiodący producenci. Inteligentny budynek łączy w sobie różnego rodzaju innowacje technologiczne lub inne, a dzięki sprawnemu zarządzaniu maksymalizuje zwrot kosztów całej inwestycji. Zapewnia wysoką produktywność oraz wydajne środowisko pracy poprzez optymalizację swych podstawowych elementów struktury, systemów, usługi zarządzania i powiązań między nimi. Dzięki swej konstrukcji i wyposażeniu spełnia wymagania energooszczędności wynikającej z zarządzania pracą odbiorników energii oraz zapewnia wygodę użytkownika [2].

Energooszczędność jest zagadnieniem, które dotyczy głównie kontrolowania i zmniejszania zapotrzebowania na energię. Dzięki regulacjom energooszczędność jest bardzo ważną kwestią związaną z sektorem budowlanym.



Rys. 2. Wybrane rodziny producentów, dostępne na portalu bimobject.com, umożliwiające projektowanie parametrycznych układów w standardzie KNX w środowisku BIM

Nowoczesne metody projektowania oparte o BIM pozwalają na zaprojektowanie i kontrolowanie energooszczędności już na etapie projektowania [1]. Form oszczędzania energii wyszukuje się już od etapu projektowania przez wszystkie kolejne fazy powstawania i istnienia obiektu. Sposobem na zmniejszenie zużycia energii w budynku może być podążenie drogą pasywną, czyli jego właściwe zaprojektowanie, oraz zastosowanie systemów aktywnych w postaci nowych technologii. W gospodarce Unii Europejskiej w kategorii najbardziej energochłonnych obszarów przoduje sektor budowlany. Odpowiada on za 40% całkowitego wykorzystania energii we Wspólnocie. W sektorze tym powinny być podjęte działania, które będą wspomagały realizację celów nakreślonych w pakiecie klimatyczno-energetycznym. Uzyskanie energooszczędnego budynku wymaga wielu zintegrowanych działań, które zaczynają się od projektowania architektury budynku, przegród zewnętrznych, izolacji, a kończą na sprawnie działających systemach automatyki zainstalowanych w budynkach. Istotne jest również właściwe określenie potrzeb użytkowników. Jest to bardzo ważne zarówno w apartamentach i budynkach osób prywatnych, jak i w obiektach użyteczności publicznej.

Gospodarowanie nieruchomością (*facility management*, FM) polega na zarządzaniu obiektem (budynkiem, sieciami mediów), znajdującymi się w nim urządzeniami i udogodnieniami korzystania z obiektu tak, aby użytkownicy byli zadowoleni i mogli wypełniać swoje założone działania lub obowiązki. Z tego względu rola gospodarza nieruchomości, zwanego *facility managerem*, jest odpowiedzialna i wymaga dużej wiedzy i doświadczenia [6].

Jednym z rozwiązań jest zastosowanie w budynkach systemu automatyki budynkowej, czyli tzw. inteligentnej instalacji.

Przy zastosowaniu systemów inteligentnego budynku ważną kwestią – oprócz komfortu i bezpieczeństwa – jest także możliwość ograniczenia wydatków na eksploatację obiektu poprzez zmniejszenie zużycia energii. Jest to istotny aspekt, na który należy zwrócić uwagę podczas instalacji takiego systemu. Poprawie ulegnie także środowisko wskutek zmiany ilości emitowanych do atmosfery gazów cieplarnianych.

Ochrona środowiska w realizacji inwestycji budowlanej

Inwestycja budowlana nie powinna w negatywny sposób wpływać na kondycję środowiska i powodować zakłóceń równowagi przyrodniczej. Istotne jest też to, by nie powodowała ona pogorszenia warunków życia i zdrowia ludzi lub nawet ich bezpośredniego zagrożenia. Aspekty ochrony środowiska w fazie projektowania, realizacji i oddania do użytku inwestycji budowlanej zostały szczegółowo opisane w ustawie Prawo ochrony środowiska. Podczas realizacji inwestycji budowlanej należy oszczędnie korzystać z terenu, mając także na uwadze ochronę wód, gleby, zieleni oraz ukształtowania terenu. Nowo wybudowany obiekt budowlany nie może zostać oddany do użytku, jeśli nie spełni wymagań ochrony środowiska, takich jak: użycie ustalonych w przepisach bądź decyzjach administracyjnych środków technicznych mających za zadanie ochronę środowiska; użycie adekwatnych rozwiązań technologicznych określonych przez ustawę bądź decyzję; otrzymanie odpowiednich decyzji definiujących zakres i zasady korzystania ze środowiska.

Dlatego też zgodnie z ustawą Prawo ochrony środowiska przed rozpoczęciem prac budowlanych konieczne jest uzyskanie tzw. decyzji środowiskowej. Jest ona wydawana w wyniku przeprowadzonego postępowania sprawdzającego, w jaki sposób roboty budowlane przy nowo realizowanej inwestycji lub podczas przebudowy obiektów istniejących będą oddziaływały na środowisko naturalne.

Programowanie i projektowanie inwestycji budowlanej

W latach 70. i 80. ubiegłego wieku miały miejsce zmiany regulacji pomiędzy czasem przeznaczonym na programowanie i projektowanie. Każdą inwestycję można podzielić na etapy. Programowanie inwestycji jest najistotniejszym momentem kształtowania jakości budynku i dopasowania do potrzeb przyszłych użytkowników. Programowanie jest procesem poszukiwania problemów, projektowanie jest procesem rozwiązywania problemów (rys. 3). W latach 80. i 90. dwudziestego wieku faza projektowania znacznie się skróciła, na co niewątpliwie miała wpływ stopniowa komputeryzacja projektowania i przejście z poziomu deski kreślarskiej do nowoczesnych programów 2D i 3D. W dobie komputeryzacji wiele cząstkowych aktywności w ramach tych faz jest wspomaganych sprzętowo i komputerowo. Wydaje się, że przyszłość jest przed BIM.



Rys. 3. Zmiana proporcji czasowych w procesie inwestycji [6]

Automatyka budynkowa to dziedzina wymagająca od projektanta szerokiej wiedzy i doświadczenia. Samo projektowanie w zakresie automatyki to skomplikowany proces, który zaczyna się razem z projektem architektonicznym. Tylko takie podejście gwarantuje efektywną i zadowalającą realizację wykorzystania automatyki w inteligentnym budownictwie.

Zastosowanie modeli cyfrowych do projektowania inteligentnych budynków obejmuje między innymi integrację wszystkich instalacji elektrycznych w nim usytuowanych. Obecnie na etapie projektowym trójwymiarowe modele służą do koordynacji międzybranżowej (umożliwiają wyszukiwanie kolizji). Wirtualizacja obiektów umożliwia minimalizację ryzyka, pozwala na wyeliminowanie trudności, które mogą wystąpić w przypadku tradycyjnych systemów CAD. Środowisko BIM pozwala na prowadzenie prac międzybranżowych na modelu centralnym, zarządzanym przez menedżera projektu [10]. Projektanci systemów i instalacji wodno-kanalizacyjnych, gazowych, elektrycznych czy ciepłowniczych i wentylacyjnych prowadzą swoje prace również z wykorzystaniem modeli trójwymiarowych. Takie podejście pozwala na unikanie kolizji już na etapie projektu oraz korzystanie z informacji zgnieżdżonych w rodzajach udostępnianych przez producentów. Środowiska programów do pracy w BIM pozwalają na projektowanie w systemie KNX z wykorzystaniem udostępnionych baz danych. Dzięki tej zaawansowanej technologii, rewolucjonizującej sektor budownictwa, możliwe jest gromadzenie, dokonywanie syntezy i udostępnianie ogromnych ilości danych odnośnie do określonego projektu lub grupy projektów. Technologia BIM służy do generowania i wykorzystania danych o budowlu, jej projektowania, budowy i eksploatacji w trakcie pełnego cyklu funkcjonowania. BIM pozwala, aby wszyscy zainteresowani uczestnicy inwestycji mieli dostęp do tych samych informacji w tym samym czasie, przez interoperacyjność platform technologicznych [8, 9, 10]. Parametryczny zapis danych o projekcie, w formie bazy danych, pozwala na łatwe przygotowywanie na podstawie modelu komputerowego budynku zestawień, tabel, kalkulacji i analiz danych technicznych, przydatnych w analizach zagospodarowania działki w relacji do wymagań planu zagospodarowania przestrzennego i warunków zabudowy, w kosztorysowaniu, analizie charakterystyki energetycznej budynku, konserwacji i obsłudze budynku istniejącego itp. Popularne oprogramowanie BIM to np. Autodesk Revit, Graphisoft Archicad.

Proces budowlany możemy podzielić na trzy etapy: faza przygotowania inwestycji, faza jej realizacji i faza operacyjna.

W fazie przygotowania można wyróżnić trzy podstawowe elementy:

1. Programowanie.
2. Planowanie.
3. Projektowanie w pierwszym stadium dokumentacji projektowej.

Etap realizacji inwestycji polega na szczegółowym dopracowaniu planu, projektu dokumentacji wykonawczej i kształtowania przedsięwzięcia inwestycyjnego. Ostatnia faza polega na odbiorze i przekazaniu obiektu do użytkownika. Wszystkie te etapy muszą być ze sobą ściśle połączone i dopracowane, aby zapewnić optymalną ochronę równowagi środowiska naturalnego. Na każdym z nich są podejmowane kroki, mające na celu

zmniejszenie negatywnego oddziaływania budynku na przyrodę. W każdej z faz procesu inwestycyjnego można wyróżnić takie działania, jak:

1. Etap przedinwestycyjny, który polega na: opracowaniu pierwotnych założeń projektowych spełniających uwarunkowania środowiskowe; ustaleniu celów środowiskowych spełnianych przez inwestycję; wybraniu dogodnej lokalizacji – określeniu stopnia nasłonecznienia i zacienienia budynku oraz przedstawieniu sposobu ochrony terenu przed silnymi wiatrami; sposobu zagospodarowania obszaru działki tak, by umożliwić optymalne wykorzystanie światła dziennego wewnątrz budynku; właściwego zaprojektowania kubatury budynku, w tym przegród wewnętrznych w celu utrzymania pożądanej temperatury we wnętrzu budynku; dokonania sprawdzenia dostępu do wody, a także metod segregacji i usuwania odpadów występujących na danym obszarze; zdefiniowania potencjalnych zagrożeń środowiskowych [3].
2. Etap inwestycyjny, zawierający: optymalizację wysokości pomieszczeń przy uwzględnianiu typu ogrzewania i chłodzenia wybranego do zastosowania w danym budynku oraz dostępność światła słonecznego; analizę możliwości zastosowania kolektorów energii cieplnej; wyliczenie szacunkowego zużycia energii przez budynek; określenie rozwiązań w zakresie wentylacji i klimatyzacji; wybór materiałów i technologii budowlanej najbardziej odpowiedniej dla danej inwestycji; umiejscowienie otworów okiennych i drzwiowych w sposób zapewniający odpowiednią termoizolacyjność budynku; wybranie rodzaju wewnętrznych i zewnętrznych materiałów wykończeniowych oraz wyposażenia technicznego budynku, by spełnić wymogi zrównoważonego środowiska; zastosowanie osprzętu oświetleniowego o obniżonym zużyciu energii, wyposażonego w możliwość kontroli i sterowania; sporządzenie specyfikacji urządzeń sanitarnych zapewniających zmniejszone zużycie wody; nadzór nad prawidłowym przebiegiem inwestycji, sprawdzenie zgodności realizacji z projektem; zapewnienie ochrony środowiska w trakcie trwania prac inwestycyjnych; nadzór nad poprawnym wykonaniem warstwy izolacyjnej zapobiegającej zanieczyszczeniu wód i gruntu; kontrolę nad realizacją ustalonego sposobu usuwania i utylizacji odpadów budowlanych.
3. Etap operacyjny, w którym istotne są następujące etapy realizacji: sprawdzenie poprawności funkcjonowania instalacji wewnętrznych, mających znaczący wpływ na działalność budynku; sporządzenie instrukcji eksploatacyjnych dla użytkowników budynku w celu optymalnego wykorzystania walorów ekonomicznych i ekologicznych budynku energooszczędnego; konserwacja i przebudowywanie z użyciem ekologicznych materiałów budowlanych, przyjaznych dla środowiska środków czyszczących i dezynfekujących; przygotowanie audytu energetycznego przed przystąpieniem do prac modernizacyjnych [3, 7].

Ważne, szczególnie w dobie pandemii koronawirusa, jest utrzymanie wymiany powietrza w pomieszczeniach użytkownika przez człowieka. Każda osoba potrzebuje w ciągu godziny ok. 30 m³ świeżego powietrza. Na samopoczucie człowieka ma również wpływ szybkość cyrkulacji powietrza.

W Laboratorium Energooszczędnych Instalacji Budynkowych opracowano stanowisko badawcze, dzięki któremu możliwe jest badanie czynników wpływających na klimat pomieszczeń. Szczególną uwagę zwrócono w nim na implementację do tego celu systemów inteligentnego budynku. Na stanowisku laboratoryjnym zostały przeprowadzone pomiary, które wyjaśniają konieczność stosowania czujników parametrów otoczenia do stworzenia w pełni integralnej i funkcjonalnej sieci inteligentnej.

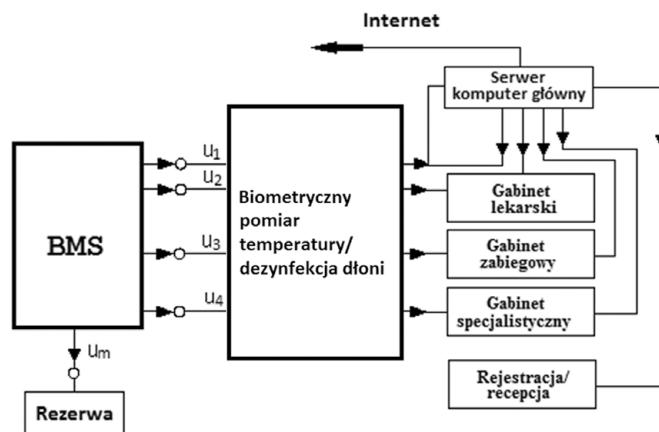
Konstrukcja stanowiska umożliwia prowadzenie symulacji odzwierciedlających rzeczywiste warunki panujące w budynku. Na podstawie obserwacji i manipulacji przyciskami czujniki odczytują stany logiczne na wejściach i odpowiednio reagują na zmianę temperatury czy też ruch w pomieszczeniu.

Programowanie instalacji elektrycznej w centrum medycznym Lekarza Rodzinnego w warunkach zagrożenia epidemiologicznego

W czasie epidemii przychodnie starają się zminimalizować ryzyko zakażenia koronawirusem, dlatego część konsultacji odbywa się w formie teleporady lub przez Internet. Obiekty służby zdrowia mają swoją specyfikę, która szczególnie uwidacznia się w okresie wzmożonego reżimu sanitarnego. W każdej przychodni znajdują się pomieszczenia o różnym przeznaczeniu. Gabinety lekarskie, zabiegowe, fizykoterapii, rehabilitacyjne oraz pomieszczenia administracyjne i poczekalnie. W pomieszczeniach tych obowiązują ogólne zasady prowadzenia instalacji. W zależności od przeznaczenia pomieszczenia wykonuje się instalacje o odpowiednim stopniu ochrony. Instalacja elektryczna w każdym pomieszczeniu powinna zapewniać personelowi i pacjentom funkcjonalność oraz bezpieczeństwo. W niektórych przypadkach niezbędne jest wykonywanie instalacji dodatkowych. Składnikami projektu instalacji elektrycznej w przychodni powinny być projekty poszczególnych instalacji stanowiących niezbędne wyposażenie takiego obiektu. W nowoczesnym gabinecie lekarskim instalacja jest dostosowana do faktycznych potrzeb. Obecnie jedną z nich stało się zapewnienie szczególnie restrykcyjnych warunków pod względem epidemiologicznym.

Projekt oświetleniowy powinien zawierać projekty instalacji oświetlenia ogólnego oraz miejscowego, z podziałem na obwody nierezzerwowane i rezerwowane, oraz oświetlenia awaryjnego i bezpieczeństwa, a także lamp bakterioobójczych. Dla każdego stanowiska pracy należy przygotować projekt oświetlenia miejscowego. Po rozpoznaniu obecności lekarza (za pomocą naciśnięcia przycisku przy wejściu lub zadziałania czujki obecności) załączy się oświetlenie komunikacyjne i otworzą się żaluzje (system porównuje natężenie oświetlenia wewnątrz oraz na zewnątrz pomieszczenia, a w zależności od wyniku żaluzje są otwierane od razu lub dopiero gdy na zewnątrz zrobi się jasno). Wszystkie inne funkcje sterownicze dostępne są z miejsca pracy lekarza.

Kolejnymi częściami projektu są projekty instalacji gniazd wtyczkowych jednofazowych oraz trójfazowych z podziałem na obwody rezerwowane i nierezzerwowane. Oddzielną częścią projektu jest projekt instalacji wentylacji mechanicznej oraz ew. klimatyzacji. Kolejne części projektu dotyczą dodatkowej



Rys. 4. Przykład integracji instalacji w Przychodni z nadzornym systemem BMS i ochroną przeciwepidemiczną

ochrony od porażen, połączeń wyrównawczych miejscowych oraz ochrony przed skutkami przepięć. Przy projektowaniu obwodów rezerwowanych należy zwrócić uwagę na kategorię obwodów i w zależności od tego zaprojektować rezerwowanie z agregatu lub bezprzerwowo za pośrednictwem UPS.

Systemy inteligentnego budynku KNX, HDL-BUS, LCN, czy też LON mogą pełnić funkcję urządzenia nadrzędnego w układzie wielowymiarowym sterowanym za pomocą urządzeń lokalnych. Lokalne podprocesy mogą odwzorowywać poszczególne urządzenia będące komponentami instalacji w pomieszczeniach.

„Inteligentne” działanie instalacji zależy nie tylko od właściwego zaprogramowania jej elementów (rys. 4), ale również od umiejętnego zintegrowania z nią systemów należących do otoczenia, np. instalacji słonecznych [5].

Często zarządzanie instalacjami zintegrowanymi w zautomatyzowanym budynku jest wspomagane za pomocą paneli operatorskich obsługujących programy wizualizacyjne przedstawiające stan urządzeń w danym obiekcie [5]. Do tego celu mogą służyć również smartfony.

Stanowisko, na którym umieszczony jest schemat pomieszczeń, pozwala na sterowanie m.in. oświetleniem, ściemniaczem, roletami przy wykorzystaniu panelu ściennego, modułu wejść oraz czujki 8 w 1.

Stanowisko można podzielić na dwie części. Jeden fragment stanowi obszar, na którym umieszczono schemat pomieszczeń w Przychodni Lekarza Rodzinnego wraz z elementami wejściowymi (przyciski) i wykonawczymi typu dioda LED, żarówka. W drugiej części znajdują się zainstalowane na szynie montażowej DIN 35 mm urządzenia systemu automatyki budynkowej wraz z zabezpieczeniem przeciwporażeniowym.

Podsumowanie

Zwiększenie zapotrzebowania na surowce energetyczne powoduje poszukiwanie nowych energooszczędnych technologii. Restrykcyjne przepisy unijne, mające na celu ochronę środowiska przez zmniejszenie emisji dwutlenku węgla, zmuszają państwa członkowskie do wprowadzania energooszczędnych

rozwiązań w różnych obszarach gospodarki. Unia Europejska od wielu lat bardzo dużą uwagę skupia na ochronie środowiska, czego ważnym punktem było zatwierdzenie pakietu klimatyczno-energetycznego w 2008 roku. Współczesne inteligentne budynki charakteryzują się wieloma interesującymi funkcjami, które umożliwiają użytkownikom wydajną pracę oraz komfortowy wypoczynek. Systemy inteligentne w budynkach świetnie sprawdzają się jako sposób na oszczędność energii. Możliwe jest ich zastosowanie nie tylko w małych obiektach, jak domy jednorodzinne, lecz także w dużych, takich jak biurowce czy budynki użyteczności publicznej. Jednocześnie zapewniają korzyści, m.in. wzrost komfortu i bezpieczeństwa użytkowników obiektu, oraz w znacznym stopniu podnoszą funkcjonalność pomieszczeń.

Literatura

- [1] FOREMNY A.: *Wykorzystanie BIM w fazie wykonawczej przedsięwzięć budowlanych*. „Materiały Budowlane” 496(12)/2013. Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o.o.
- [2] HORYŃSKI M.: *Programowanie graficzne w sterowaniu inteligentną instalacją elektryczną*. „Rynek Energii” 3(94)/2011.
- [3] KULAS T., ZAWADKA P.: *Ochrona środowiska w procesie inwestycyjno-budowlanym. Cz.1*. „Inżynier budownictwa” 7–8/2007.
- [4] MASŁOW A.H.: *A Theory of Human Motivation*, www.bnpublishing.com, 2017 (first edition 1943).
- [5] Materiały katalogowe: <https://www.e-technologysupply.com/>, 2020.
- [6] NIEZABITOWSKA E. (RED.): *Budynek inteligentny. Tom I. Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
- [7] Norma PN-EN ISO 50001:2012, Systemy zarządzania energią – Wymagania i zalecenia użytkownika.
- [8] SINOPOLI J.: *Advanced Technology for Smart Buildings*. Artech House, 2016.
- [9] SPRYCHA I.: *Standard PN-ISO 50001:2012 – Energy Management Systems – requirements and recommendations for use*.
- [10] URZĘDOWSKI A., WÓJCICKA-MIGASIUK D.: *Visual analysis of heat transport in unique object*. „Advances in science and technology research journal” nr 28, vol. 9, 2015.



dr inż. Marek B. Horyński

Katedra Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska;

e-mail: m.horynski@pollub.pl

reklama

Darmowa e-prenumerata!

www.nis.com.pl





napędy i sterowanie

miesięcznik naukowo-techniczny

Sieci bezadresowe jako sposób sterowania „inteligentnymi” urządzeniami domowymi

Jarogniew Rykowski, Wojciech Świtła, Tomasz Jenek

1. Wstęp

W ostatnim okresie obserwujemy bardzo duży wzrost zainteresowania nie tyle samymi urządzeniami elektronicznymi, co możliwością ich współpracy w ramach sieci wymiany danych. Łączność na bliską odległość (rzędu kilku metrów, czyli *de facto* w ramach jednego pomieszczenia) zaczyna się pojawiać nie tylko w zastosowaniach przemysłowych, ale także w naszych domach. Nikogo już nie dziwi smartfon przekazujący telewizorowi zdjęcia do wyświetlenia lub dostępna radiowo drukarka.

Sieci transmisji danych zaczynają się pojawiać także w takich miejscach, które do tej pory były ostoją urządzeń niezależnych. Do takich miejsc należy nowoczesna kuchnia. Jeszcze kilka lat temu takie urządzenia, jak lodówka, czajnik, kuchenka mikrofalowa czy też płyta indukcyjna, były traktowane jako niezmiennie byty, o funkcjonalności niemal niezmienionej od dziesięcioleci, powiązane w zasadzie tylko faktem, że są używane w jednym pomieszczeniu. Jednak ostatnio zaczęły pojawiać się rozwiązania, które z takiej grupy niezależnych urządzeń tworzą konglomerat współdziałających i wzajemnie kontrolujących się elementów większej całości – sieci. Takie rozwiązania znamy już np. z samochodów, gdy odebranie rozmowy telefonicznej powoduje automatyczne ściszenie muzyki odsłuchiwanej w tle z głośników, wyjście z pojazdu wyłącza radio i oświetlenie kabiny, szybsza i przez to głośniejsza jazda powoduje zwiększenie głośności telefonu i odtwarza ją itp.

O podobnym rozwiązaniu możemy pomyśleć w kuchni. Na przykład telewizor automatycznie zwiększy głośność, gdy woda w czajniku zacznie się gotować, powodując hałas. Okap kuchenny włączy wentylację, gdy temperatura potrawy w garnku podgrzewanym przez płytę

indukcyjną stanie się na tyle wysoka, że z tego garnka zaczną rozchodzić się „kuchenne” zapachy, które należy wyeliminować. Smartfon odliczy czas i automatycznie wyłączy automat do jajek lub toster itp. Możemy także w takim współdziałaniu pójść nieco dalej – np. w przypadku słabego zasilania energochłonne urządzenia „podzielić” się mocą albo zmniejszając np. intensywność grzania, albo przesuwając momenty uruchomienia w czasie. Urządzenia mogą też wzajemnie żądać wykonania pewnych pomocniczych akcji – np. włączenia wentylacji, jak w przykładzie powyżej, a także tak zwyczajnych, jak synchronizacja zegarów, podświetlenia przycisków w tym samym czasie i kolorze itp.

Głównym elementem odróżniającym kuchnię i samochód, rozpatrywanych jako potencjalne miejsce stosowania sieci transmisji danych, jest zmienność i incydentalność interakcji. Urządzenia pokładowe samochodu niemal się nie zmieniają, a najczęściej stanowią podstawowe wyposażenie pojazdu, obecne od momentu jego zakupu do złomowania w niemal niezmienionej formie (pomijając oczywiście takie sytuacje, jak awarie i naprawy). Natomiast urządzenia kuchenne rzadko są wszystkie kupowane w momencie wprowadzenia się do domu i trwają w niezmienionej formie przez wiele lat. Odwrotnie, najczęściej stopniowo doposażamy kuchnię oraz często wymieniamy te elementy, które się zużyły albo zwyczajnie opatrzyły. Ze względu na rozłożenie zakupów w czasie raczej nie kupujemy do kuchni urządzeń tego samego producenta, zwykle jest to mieszanka typów i modeli. Urządzenia takie prawie nigdy nie są produkowane w dłuższych seriach i ulegają ciągłym zmianom – nawet urządzenie tego samego producenta za rok będzie wyglądać i zachowywać się inaczej. Dodatkowo

Streszczenie: W artykule opisano nowy sposób realizacji niewielkich sieci lokalnych, który wykorzystuje adresowanie na bazie typu urządzenia, a nie adresu fizycznego węzła sieci. Taka sieć nie wymaga rejestracji nowych urządzeń, nieustannego sprawdzania obecności i aktywności urządzeń, katalogowania ich możliwości i parametrów dostępowych, pobierania i ustalania dynamicznych adresów w momencie pojawienia się węzłów dynamicznych typu smartfon itp. Zarządzanie siecią jest zdecentralizowane, nie istnieje żaden stały punkt sieci, który periodycznie gromadzi informacje o dołączonych urządzeniach i sprawdza ich stan. Nie ma potrzeby utrzymywania centralnej bazy danych urządzeń. Zestaw urządzeń pracujących w sieci jest dynamiczny, co umożliwia także korzystanie *ad-hoc* z urządzeń personalnych typu smartfon.

Idea przedstawiona w artykule została zaimplementowana z wykorzystaniem urządzeń AGD produkowanych przez firmę Amica SA z siedzibą we Wronkach. Do implementacji wykorzystano transmisję w standardzie WiFi oraz BLE, w trybie mesh, wykorzystując popularne mikrosterowniki firm Nordic Semiconductor i Espressif.

nie wykorzystujemy wszystkich urządzeń jednocześnie i w przemyślaną z góry sposób, a raczej w miarę potrzeb. Zatem można zaryzykować twierdzenie, że w praktyce jedynym punktem wspólnym dla wszystkich tych urządzeń jest służyć człowiekowi – to on pełni rolę synchronizatora i kontrolera, odpowiednio (ręcznie) sterując i wybierając

funkcje, w ten sposób niejako unifikując elementy wyposażenia kuchni.

W klasycznym podejściu do łączenia urządzeń w sieć każdemu urządzeniu nadajemy unikalny identyfikator (może to być np. adres IP lub MAC). Następnie albo łączymy urządzenia w pary lub większe grupy, rejestrując w ich danych konfiguracyjnych identyfikatory „sąsiadów”, albo instalujemy w jakimś komputerze sterującym (PC lub smartfon) oprogramowanie, które umożliwi zarządzanie siecią z zewnątrz. Takie podejście jest w przypadku kuchni bardzo kłopotliwe, gdyż (1) wymaga specjalistycznej wiedzy, zwykle niedostępnej dla szeregowego użytkownika, nawet jeśli dysponuje on dokładną instrukcją instalacji, (2) wymaga przeprogramowania po każdej zmianie urządzenia i (3) nie wykorzystuje wszystkich możliwości urządzeń w kuchni rozumianych jako jedna całość (np. każde urządzenie musimy włączyć osobno, jedno po drugim, każde też musimy osobno wyregulować lub nastawić). Dodatkowo nowej generacji urządzenia, które są wyposażone w możliwości niedostępne dla poprzedniej generacji, pozostają w dużej mierze niewykorzystane, gdyż muszą się często ograniczyć do wcześniejszego zestawu poleceń, aby zachować zgodność.

Celem artykułu jest zaproponowanie alternatywnego sposobu adresowania urządzeń w takiej sieci lokalnej, z wykorzystaniem tak zwanego trybu bezadresowego i transmisji rozplływowej. Zaproponowany sposób rozwiązuje wszystkie opisane powyżej problemy, dodatkowo daje nowe możliwości synchronizacji pracy urządzeń, które zaczynają działać jako zespół, jednocześnie nie rezygnując ze swojej indywidualności.

Organizacja artykułu jest następująca. W drugiej sekcji opisano klasyczne metody adresowania urządzeń w sieci lokalnej, wykazując ich niedoskonałości w kontekście niewielkich sieci tworzonych *ad-hoc* i z dostępem mobilnym. Trzecia sekcja jest poświęcona zastosowaniu transmisji rozplływowej i sieci bezadresowej jako alternatywy dla sieci klasycznej, do sterowania urządzeniami AGD i RTV w zamkniętych i ograniczonych obszarowo pomieszczeniach typu kuchnia. W tej części tekstu opisano hierarchię typów urządzeń

i jej wykorzystanie do celów sterowania. W sekcji czwartej opisano wymagania organizacyjno-techniczne dla sieci testowej, a w piątej pokazano przykłady zastosowań nowego rozwiązania w praktyce, w podziale na sterowanie pracą sieci przez człowieka oraz pracę automatyczną. Ostatnia sekcja podsumowuje wnioski wyciągnięte na podstawie przeprowadzonych prac i wskazuje kierunki dalszego rozwoju systemu.

2. Klasyczna sieć adresowa

W klasycznej sieci transmisji danych każdy węzeł tej sieci (czyli *de facto* każde urządzenie) jest opatrzony unikalnym identyfikatorem. Często taka jednoznaczna identyfikacja dotyczy też funkcji i zasobów udostępnianych przez dane urządzenie, na przykład każdemu plikowi w komputerze nadajemy nazwę, która w połączeniu z nazwami katalogów prowadzących do tego pliku jest unikalna (w ramach systemu plików tego komputera). Jednoznaczność adresowania każdego elementu sieci jest z jednej strony dużą zaletą, gdyż umożliwia deterministyczną pracę sieci (adresowanie staje się procesem jednoznacznym i powtarzalnym). Jednak z drugiej strony to rozwiązanie ogranicza obszar wykorzystania tylko do takich zastosowań, w których wszystkie komunikujące się węzły wzajemnie się znają, więcej, musiały się poznać, zanim rozpoczęły komunikację. Wymaga to poprzedzenia okresu wykorzystywania sieci okresem nauki, w którym węzły rozpoznają swoich „sąsiadów”. Taki okres nauki trzeba powtórzyć po każdej zmianie topografii sieci, gdyż nigdy nie ma pewności, że po zmianach dane identyfikatory są nadal w sieci wykorzystywane. Okres nauki może być uaktywniany okresowo, w ten sposób można w pewnym stopniu dynamicznie dopasowywać metody współpracy urządzeń do ewolucji sieci.

Okres nauki może być w ogólności uaktywniony na dwa sposoby: za pomocą parowania i katalogowania. Parowanie urządzeń to łączenie ich w grupy (najczęściej pary, stąd nazwa metody) i rejestracja identyfikatora urządzenia kooperującego w ramach grupy przez pozostałych jej członków. Dla przykładu, wyłącznik światła może „nauczyć się” identyfikatora lampy, którą

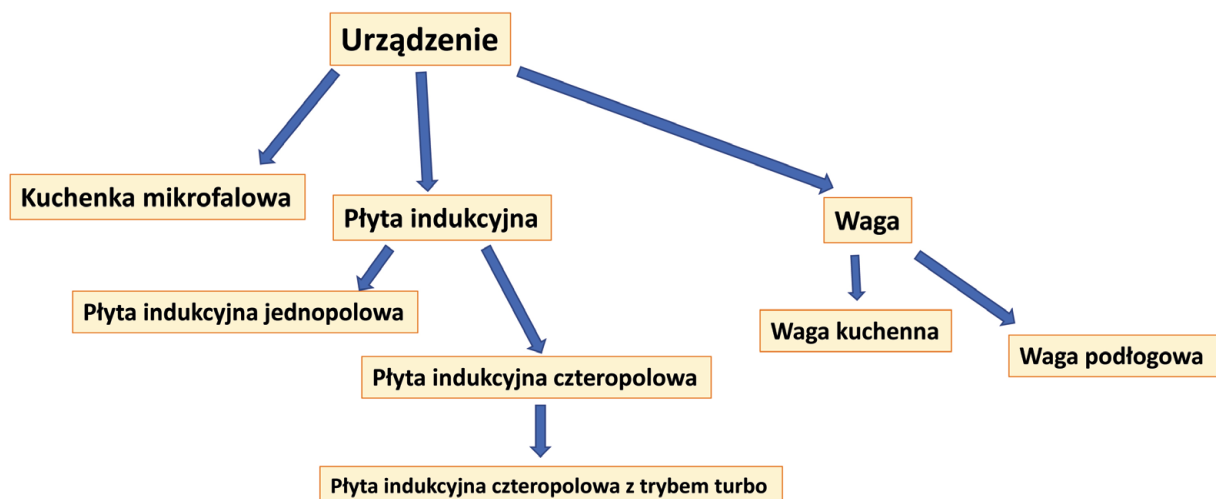
ma sterować. Parowanie z reguły jest procesem manualnym lub co najwyżej półautomatycznym – to człowiek decyduje, które urządzenia ze sobą powiązać. Powiązanie jest „sztywne” – do momentu ponownego powiązania nie może zostać zmienione, w efekcie przestaje działać, gdy krytyczne elementy grupy zostaną z niej usunięte. Na przykład w przypadku wyłącznika opisanego powyżej po uaktywnieniu będzie on nadal starał się włączyć przypisaną mu wcześniej lampę, nawet jeśli zostanie ona usunięta lub zastąpiona nowym urządzeniem.

Okres nauki może także skutkować uaktualnieniem danych w pewnym katalogu. Katalog to miejsce, w którym są przechowywane, w sposób zcentralizowany, dane na temat identyfikatorów i opisów urządzeń dostępnych w sieci. Katalog może być tworzony i zarządzany jednorazowo (np. na etapie instalacji i pierwszego uruchomienia sieci) lub okresowo, z uaktualnianiem na podstawie cyklicznego odpytywania i wyszukiwania urządzeń podłączonych do sieci. Jest to zatem narzędzie znacznie bardziej dynamiczne, ale też generujące znacznie większy ruch sieciowy i przez to zwiększające zużycie energii. Z tego względu w urządzeniach zasilanych bateryjnie jest rzadko stosowane, dominuje raczej w instalacjach zasilanych kablami. Katalog wymaga także silnej jednostki centralnej w postaci rozbudowanego mikrosterownika lub nawet komputera, z własną pamięcią oraz oprogramowaniem sterującym. Takie urządzenie z konieczności pracuje w sposób ciągły, co także wiąże się ze zwiększonym zużyciem energii.

Katalog jest najczęściej wspólny dla wszystkich urządzeń, usług i zasobów sieci, dlatego jego personalizacja lub wykorzystanie kontekstowe jest trudne, najczęściej wymaga dodatkowej warstwy filtrów, które w parametrach wyszukiwania opisują wymagania lub kontekst. Wymaga to też rejestracji i identyfikacji samych użytkowników, którzy, podobnie jak węzły sieci, muszą podlegać silnej i sztywnej identyfikacji.

3. Sieć bezadresowa i transmisja rozplływowa

Nasuwa się pytanie, czy wykorzystywanie silnych identyfikatorów węzłów



Rys. 1. Przykładowa hierarchia typów urządzeń

w połączeniu z silnymi identyfikatorami usług i zasobów jest konieczne. Człowiek przecież się nimi bezpośrednio nie posługuje – chce uruchomić czajnik, a nie urządzenie o nazwie np. „MAC 33:27:2D:26:11:35”, którą to nazwę musi odszukać w katalogu, szukając *de facto* funkcji gotowania wody. Zatem z punktu widzenia sterowania jest to nadmiarowy etap – pytanie, czy można z niego zrezygnować, to znaczy, czy można bezpośrednio wyszukać element o nazwie „czajnik”, przekazując do sieci tylko abstrakcyjną nazwę tego elementu, a nie identyfikator urządzenia, które jest skojarzone z tą nazwą. Odpowiedź na to pytanie, twierdząca, jest zawarta w poniższej propozycji nowego rodzaju sieci, w której identyfikatory węzłów zostały zastąpione nazwami funkcji (usług) oferowanych przez urządzenia.

3.1. Założenia funkcjonalne

Zakładamy, że opisywane w artykule rozwiązanie znajdzie zastosowanie w niewielkich sieciach, obejmujących urządzenia różnych producentów i w różnych odmianach, ale o pewnej określonej funkcjonalności (np. zestaw: czajnik, lodówka, kuchenka mikrofalowa, płyta indukcyjna oraz okap filtrujący-wentylacyjny), która to funkcjonalność jest w miarę stała w czasie. Zakładamy też, że podstawowym narzędziem do wydawania poleceń i kontroli sieci jest dołączony do niej smartfon. W artykule nie rozważamy takich szczegółów technicznych, jak typ transmisji radiowej, jej

zasięg, szybkość przesyłu danych oraz przepustowość, bezpieczeństwo i szyfrowanie, połączone także z ochroną prywatności itp.

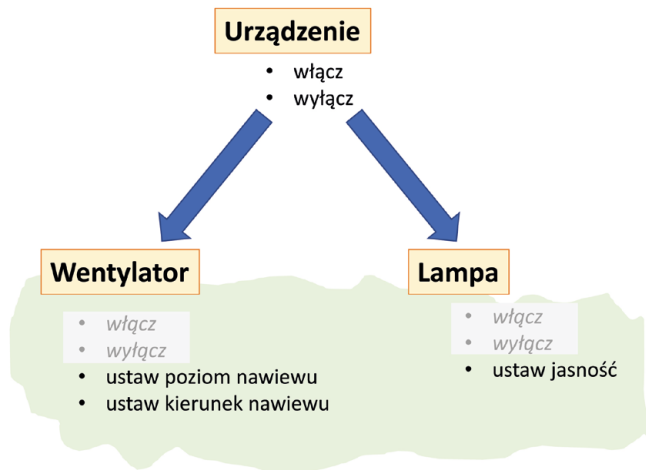
Najważniejszym założeniem jest ograniczenie funkcjonalności sieci do pewnego stałego zestawu funkcji, zwanych usługami, realizowanego przez abstrakcyjne urządzenia o określonych typach. Każdy typ jest charakteryzowany przez zestaw usług, które może realizować, jest także identyfikowany jednoznacznie przez nazwę. Typy są zhierarchizowane, to znaczy urządzenie należące do typu bardziej szczegółowego realizuje wszystkie funkcje nad-typu (rys. 1). Najbardziej ogólnym typem jest typ o nazwie „urządzenie” i minimalnej funkcjonalności, w zasadzie sprowadzającej się do funkcji włączenia i wyłączenia urządzenia.

Dla przykładu, hierarchia płyt indukcyjnych może je dzielić w zależności od liczby pól grzewczych i możliwości pracy w trybie zwiększonej mocy (ang. *boost*). Hierarchia oświetlenia może obejmować typ „urządzenie”, typ „lampa”, podtyp „lampa – regulowana jasność” oraz inną klasyfikację, np. w podziale na lampy sufitowe, stojące i ścienne. Każdy podtyp ma zakres funkcji, które realizuje. Urządzenie może należeć jednocześnie do wielu typów (np. wentylator może być wyposażony w dodatkową lampę), wtedy jego zakres funkcjonalny jest sumą wszystkich typów najbardziej specjalizowanych oraz wszystkich ich nad-typów (rys. 2). Zakres funkcjonalny jest przeszukiwany od typów najbardziej

specjalizowanych do korzenia hierarchii – w przypadku pierwszej wykrytej zgodności jest realizowana zidentyfikowana w hierarchii funkcja, a dalsze przeszukiwanie hierarchii nie jest kontynuowane.

O ile identyfikatory typów są unikalne, o tyle nazwy funkcji przypisanych do danego typu mogą się powtarzać w opisie funkcjonalności innego typu, choć w ramach jednego typu są oczywiście unikalne. W szczególności dotyczy to funkcji podstawowych dla typu „urządzenie”, czyli „włącz” i „wyłącz”¹, które mogą się objawiać różnym działaniem urządzeń (np. włączy się podświetlenie klawiatury, zostanie uaktywniony ekran, włączy się lampa lub wentylator, jak w przykładzie na powyższym rysunku itp.). Intuicyjnie działanie tych funkcji odpowiada wciśnięciu włącznika głównego danego urządzenia. Podobnie intuicyjnie można rozumieć inne funkcje, np. „ogrzej”, „zważ”, „policz”, „ustaw temperaturę” itp.

Zakładamy, że w ramach jednej sieci komunikują się urządzenia zaufane, których celem jest pomóc człowiekowi, i że te urządzenia są poprawnie skonstruowane (nie popełniają błędów). To założenie oznacza, że nie musimy sprawdzać poprawności semantycznej poleceń na poziomie urządzeń – jeżeli dane urządzenie odbierze polecenie i jego wykonanie leży w zakresie jego możliwości, to przystąpi do jego realizacji. Każde niepoprawne zachowanie powinno być zgłaszane producentowi urządzeń w celu dokonania stosownych



Rys. 2. Ustalenie zakresu funkcjonalnego urządzenia typu „wentylator z lampą” jako sumy funkcji przynależnych do wszystkich jego typów

poprawek. Jednak ta tematyka wykracza poza zakres niniejszego artykułu, w którym skoncentrowano się na opisie transmisji danych, a nie ich interpretacji.

3.2. Adresowanie urządzeń na podstawie typu i funkcji

Jak wspomniano wcześniej, w transmisji danych zrezygnowano z adresowania na podstawie unikalnych nazw węzłów. W zamian w niniejszym rozwiązaniu wykorzystuje się adresowanie typów oraz funkcji, to ostatnie może być sparametryzowane (np. „ustaw temperaturę” z parametrem „100” podgrzeje wodę do punktu wrzenia). Skoro nie chcemy indywidualnie zaadresować węzłów sieci jako odbiorców danego komunikatu, to znaczy, że transmisja w sieci jest realizowana wyłącznie w trybie rozptylowym (beadresowym – stąd nazwa sieci proponowana w artykule), kierowanym z założenia do wszystkich węzłów sieci. Nie powoduje to opóźnień w działaniu sieci, gdyż zakładamy, że jest to sieć radiowa, a zatem o współdzielonym i ograniczonym medium komunikacyjnym, wykorzystywanym na wyłączność dla celów tylko jednej transmisji². W tym przypadku potencjalnie każda transmisja radiowa blokuje pasmo. Nawet jeśli byłaby ona przeznaczona tylko dla

jednego węzła, to z konieczności „słuchają” jej zawsze wszystkie pozostałe. Zatem rezygnacja z transmisji indywidualnej na rzecz rozptylowej nie zmienia przepustowości sieci ani konieczności nasłuchiwania całej transmisji przez wszystkie węzły. Odwrotnie, można skorzystać z faktu jednoczesnego odbioru danej wiadomości do celów realizacji transmisji grupowej, gdy wszystkie zainteresowane węzły odbiorą wiadomość dokładnie w tym samym czasie i przez to otrzymają możliwość dokładnej synchronizacji swoich działań.

Transmisja jest realizowana z wykorzystaniem ramek danych o ściśle określonym formacie. Ponieważ w transmisji uczestniczą urządzenia będące *de facto* mikrosterownikami, o ograniczonej możliwości przetwarzania danych i niewielkiej pamięci, w rozwiązaniu zaproponowano nieskomplikowaną strukturę ramki (rys. 3). Ramka składa się z czterech głównych pól oraz dwóch pól pomocniczych:

- typ nadawcy wiadomości;
- typ odbiorcy wiadomości;
- polecenie do zrealizowania;
- parametr polecenia (jeśli jest potrzebny);
- pola pomocnicze: numer wiadomości po stronie nadawcy i suma kontrolna.

Typ nadawcy	Typ odbiorcy	Polecenie	Parametr	No	CRC
-------------	--------------	-----------	----------	----	-----

Rys. 3. Struktura ramki danych w transmisji rozptylowej

Typ nadawcy charakteryzuje urządzenie, które żąda wykonania pewnej usługi (polecenia) od innych urządzeń. W trybie podstawowym jest to jedynie dana informacyjna, jej dodatkowe wykorzystanie zostanie opisane w dalszej części tekstu.

Typ odbiorcy adresuje węzły sieci, które mają być bezpośrednimi adresatami polecenia. Może to być typ szczegółowy lub ogólniejszy, co skutkuje odfiltrowaniem niektórych węzłów sieci. Najogólniejszy typ „urządzenie” podany jako wartość tego pola, opisany wcześniej, określa wiadomość skierowaną do wszystkich urządzeń. Takie wiadomości najczęściej służą do „obudzenia” i „uśpienia” kuchni oraz synchronizacji pracy wszystkich urządzeń (np. ustalenia aktualnej daty i czasu).

Polecenie jest identyfikatorem szczegółowej funkcji, która ma być wykonana przez urządzenie. Jak wspomniano, nazwy poleceń mogą się powtarzać dla różnych typów urządzeń, niekoniecznie oznaczając podobną w skutkach akcję urządzenia. Polecenie może być sparametryzowane, do tych celów służy następne pole. *Parametr* może być typu liczbowego lub znakowego, w zależności od charakteru polecenia (np. „włącz wentylator”+”bieg nr 3” lub „gotuj”+”5 minut”). Pole to może pozostać puste.

Pola pomocnicze służą do celów technicznych. Unikalny numer wiadomości w połączeniu ze standardową procedurą szyfrowania transmisji powoduje, że atak typu „nagraj i odtwórz” staje się niemożliwy, a także pozwala na odrzucenie duplikatów wiadomości, nadesłanych przez wiele węzłów na skutek opisanej w dalszej części artykułu procedury mapowania różnych kanałów transmisji radiowej (np. Bluetooth i WiFi) oraz wynikającej z powtarzania poleceń w przypadku dużych zakłóceń w komunikacji. Zadaniem *sumy kontrolnej* jest wykrywanie błędów transmisji i ocena poprawności (spójności) danych przesłanych w wiadomości.

W powyższym opisie pominięto szczegóły techniczne, na przykład liczniki długości poszczególnych pól, preambułę transmisji, wynikającą z zastosowanego protokołu fizycznej transmisji radiowej itp.

3.3. Rozszerzenia transmisji w trybie rozplýwowym

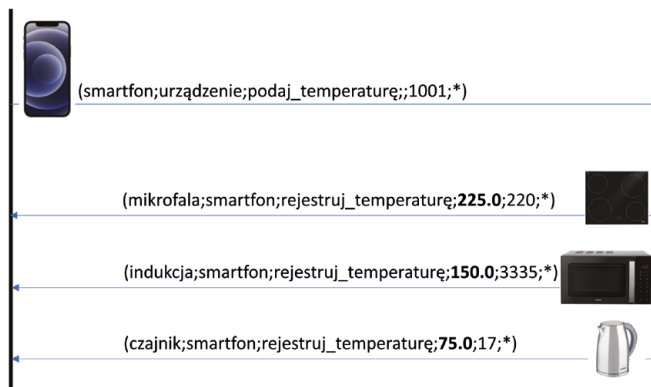
W ogólności transmisja jest realizowana w trybie bezpołączeniowym, to znaczy węzły odbiorcy w żaden sposób nie sygnalizują, że odebrały, zaakceptowały i zinterpretowały wiadomość. W celu zwiększenia pewności poprawnego odbioru danego komunikatu można go wysłać do sieci kilka razy. Pierwsze poprawne odebranie takiego komunikatu przez dane urządzenie będzie skutkowało tym, że następne jego kopie będą odrzucane, jako że są identyczne z odebrany jako pierwszy. Jednocześnie, jeśli będziemy chcieli w przyszłości wydać jeszcze raz to samo polecenie skierowane do tych samych typów urządzeń, to będzie ono sparametryzowane kolejnym numerem transmisji, a zatem nie zostanie odrzucone.

Możemy także wprowadzić transmisję dwukierunkową jako połączenie dwóch niezależnych transmisji rozplýwowych. W poprzedniej sekcji wspomniano o istnieniu pola określającego typ nadawcy wiadomości. Można to pole wykorzystać jako adresata odpowiedzi, w komunikacie zwrotnym zamieniając niejako miejscami pola nadawcy i odbiorcy wiadomości (rys. 4). W przykładzie zamieszczonym na tym rysunku urządzenie użytkownika (smartfon) chce się dowiedzieć, jaka jest aktualna temperatura urządzeń grzewczych. Jeżeli w sieci jest choć jedno urządzenie tego typu (w przykładzie są to czajnik, kuchenka mikrofalowa i płyta indukcyjna), to do smartfonu dotrze odpowiednie polecenie rejestracji temperatury, ze wskazaniem, którego typu urządzenie tę temperaturę raportuje.

Zwróćmy uwagę na dwa fakty. Po pierwsze, urządzeń, które będą mogły zmierzyć i raportować temperaturę, może być potencjalnie więcej. Jest dość prawdopodobne, że takie urządzenia rozpoczęłyby nadawanie odpowiedzi w tym samym czasie, potencjalnie powodując konflikt w dostępie do medium (pasma transmisji radiowej). Z tego względu każde urządzenie czeka pewien losowy czas, zanim wygeneruje odpowiedź, co rozkłada takie transmisje w czasie i zmniejsza liczbę kolizji.

Po drugie, dane urządzenie może być przypisane do różnych typów. Zasadą

Rys. 4. Przykładowe raportowanie aktualnej temperatury przez urządzenia (zachowano bazową strukturę ramki, gwiazdką oznaczono nieistotną sumę kontrolną)



jest, że urządzenie zawsze się przedstawia (jako nadawnik) typem najbardziej specjalizowanym. Zatem transmisja skierowana do każdego „piekarnika” może spowodować, że odpowie kilka takich urządzeń, ale każde przedstawi się w odpowiedzi inaczej (np. „piekarnik elektryczny” i „gazowy”). W szczególności umożliwia to wykrycie wszystkich urządzeń podłączonych do sieci i sklasyfikowanie ich typów – wystarczy w tym celu wysłać wiadomość „przedstaw się” skierowaną do typu „urządzenie” – każde z urządzeń odeśle w niezależnej transmisji swój najbardziej szczegółowy typ i nazwę. Można też w ten sposób odpytywać urządzenia danego ogólnego typu – na przykład dowiedzieć się, ile jest lamp w kuchni.

Dodatkowo możemy zauważyć, że nie ma żadnego problemu w fakcie, że dane urządzenie dynamicznie zmienia swój typ. Na przykład robot wielofunkcyjny na moment staje się „sokowirówką”, by zaraz potem przedstawiać się jako „mikser”, w zależności od założonych modułów wykonawczych. Pozwala to na tanią i efektywną implementację urządzeń-kameleonów, które, wyposażone tylko w jedną jednostkę bazowo-sterującą, mogą świadczyć różne funkcje w zależności od potrzeb.

3.4. Wielokanałowość łączności

W sieciach domowych, obejmujących smartfony i inne urządzenia personalne, w zakresie transmisji radiowej przyjęły się *de facto* dwa standardy: Bluetooth i jego odmiana Bluetooth Low Energy oraz WiFi³. Każdy z tych standardów umożliwia efektywną komunikację nawet przy ograniczonych zasobach (pamięć i moc obliczeniowa), zatem w projekcie sieci dla kuchni przyjęto, że oba mogą współistnieć w jednej instalacji. Zakładamy,

że w sieci istnieją węzły, które potrafią się komunikować z wykorzystaniem więcej niż jednego standardu. W takim przypadku zachodzi konieczność przenoszenia komunikatów rozplýwowych z jednego rodzaju sieci do innych. Dla węzłów pośredniczących w takiej operacji (ang. *gateway* lub *bridge*) obowiązuje zasada, że komunikat rozplýwowy odebrany w jednym standardzie łączności jest automatycznie wysyłany wszystkimi pozostałymi kanałami. Czyli np. wiadomość przesłana do smartfonu za pomocą sieci rozległej jest przesyłana do węzłów podłączonych do sieci WiFi, które, jeśli mają taką możliwość, przesyłają tę wiadomość także do sieci Bluetooth. Z drugiej strony, jeśli ta sama wiadomość zostanie odebrana więcej niż jeden raz (bo została rozesłana wieloma kanałami lub powtórzona przez wiele węzłów), jej kolejne kopie będą ignorowane na zasadach opisanych w poprzedniej sekcji. Ignorowanie wiadomości oznacza także, że nie jest ona dalej przekazywana w innym kanale łączności.

4. Środowisko testowe

Środowisko testowe zrealizowano z wykorzystaniem rzeczywistych urządzeń kuchennych, produkowanych i dystrybuowanych przez firmę Amica SA z siedzibą we Wronkach. W urządzeniach tych uzupełniono typowe sterowniki o węzły sieci lokalnej. Węzły sieciowe otrzymały możliwość wydawania poleceń dla każdego z dołączonych urządzeń oraz odczytu ich aktualnego stanu. Wykorzystano w tym celu standardowe łącza transmisji szeregowej (UART i 1-Wire).

Środowisko testowe przygotowano na podstawie wymagań, częściowo opisanych już wcześniej:

- sieć jest niewielka, składa się z kilku urządzeń popularnych typów (czajnik, lampa, telewizor, radio, waga, kuchenka mikrofalowa, płyta indukcyjna, okap kuchenny);
- pierwszym dołączeniem (instalacją) urządzeń do sieci steruje człowiek za pomocą odpowiedniej aplikacji w swoim smartfonie; w późniejszej interakcji aplikacja korzysta z takich udogodnień, jak sterowanie głosowe, gestowe, autoprogramowanie w funkcji czasu itp.;
- w sieci nie ma duplikatów urządzeń danego typu szczegółowego;
- urządzenia nie znają swoich „sąsiadów”, lista aktualnie zainstalowanych urządzeń znajduje się wyłącznie w smartfonie użytkownika; jednakże na życzenie każdy węzeł sieci, wydając odpowiednie polecenie, jest w stanie stwierdzić obecność „sąsiada” wybranego typu;
- smartfon zna nie tylko listę urządzeń, ale także ich przybliżoną lokalizację (mierzy siłę odebranego sygnału radiowego, o ile urządzenie takowy nadaje) i dzięki temu wie, które z urządzeń jest „najbliżej”; wykrycie urządzenia „w pobliżu” może skutkować automatycznym uruchomieniem aplikacji sterującej dla tego urządzenia, a przechodzenie od urządzenia do urządzenia może takie aplikacje przełączać między sobą; wykorzystywana w projekcie technologia pozwala na określenie odległości z dokładnością do ok. pół metra.

Jak widzimy, wymagania są ukierunkowane na zarządzanie małą siecią o stosunkowo sztywnej funkcjonalności, ale dynamicznym doborze urządzeń – czyli zachowujemy dużą powtarzalność zachowania sieci jako całości przy jednocześnie dużej zmienności modeli i producentów urządzeń. W sieci dominują polecenia sterowania konkretnym typem urządzenia, z minimalnymi potrzebami zbierania i wymiany danych, nie jest także potrzebna duża precyzja i szybkość przetwarzania informacji. Głównymi celami sieci są (1) zapewnienie sterowania wszystkimi elementami przez człowieka, z wykorzystaniem jego urządzenia personalnego typu smartfon, oraz (2) automatyczna synchronizacja pracy urządzeń w trybie bezpośrednio

niedostrzegalnym dla człowieka – widzi lub czuje on tylko skutki takiej kooperacji, np. wspomniane wcześniej zmiany głośności po wykryciu hałasu lub innych zakłóceń.

Ze względów implementacyjnych i organizacyjnych, a także biorąc pod uwagę koszty i zużycie energii przez mikrosterowniki, w opracowanym środowisku testowym przyjęto pewne założenia upraszczające strukturę sieci. Po pierwsze, założono, że głównym urządzeniem kontaktowym z siecią jest smartfon, wyposażony w moduł łączności z siecią rozległą (sieć domowa lub np. LTE/5G) oraz komunikację WiFi w sieci lokalnej i moduł Bluetooth Low Energy. O ile komunikacja w pierwszych dwóch kanałach jest standardowa, o tyle łączność BLE wymaga pewnych dodatkowych wyjaśnień. W rozwiązaniu przyjęto, że do celów implementacji zostanie wykorzystana sieć BLE Mesh, umożliwiająca wysyłanie krótkich komunikatów w tzw. kanale reklamowym BLE (ang. *marketing channel*). Założono też, że w smartfonie jest zainstalowana aplikacja, która umożliwia sterowanie taką siecią, łącznie z rejestracją nowych urządzeń (ang. *provisioning*). Sieć BLE Mesh jest wykorzystywana wyłącznie w trybie rozpląwowym, to znaczy nie są wykorzystywane indywidualne adresy węzłów tej sieci (nawet jeśli zostały nadane i zarejestrowane przez smartfon podczas instalacji danego urządzenia). Sieć BLE Mesh zapewnia odpowiedni poziom bezpieczeństwa i ochrony prywatności – cała komunikacja jest szyfrowana i niedostępna dla urządzeń z zewnątrz, które nie zostały autoryzowane przez smartfon. Raz dołączonych do takiej sieci urządzeń nie można też „przejąć”, włączając je do innej sieci.

W środowisku testowym wykorzystano moduły BLE Mesh dwóch wiodących światowych producentów: Nordic Semiconductor (seria nRF528**) oraz Espressif (seria ESP32). Drugie z wymienionych sterowników są dwusystemowe – są wyposażone zarówno w moduły BLE, jak i WiFi. Wybrane sterowniki są wykorzystywane jako bramki wejściowo/wyjściowe do sieci. Takie bramki mogą nie tylko przekierowywać komunikaty między węzłami sieci, ale także odpowiadać za łączność z siecią rozległą, gdy

nie jest w pobliżu wykrywany smartfon (np. w celu zdalnej kontroli dowolnego urządzenia działającego w sieci, nie tylko takiego, które jest wyposażone w moduł łączności z siecią rozległą).

Wszystkie urządzenia wyposażone w możliwość transmisji BLE cyklicznie (mniej więcej jednokrotnie na sekundę) emitują wiadomość zawierającą opisujące je dane: typ urządzenia kuchennego, na potrzeby którego działają, jego podstawowy stan (np. informację, czy urządzenie jest włączone i aktywne), adres IP (o ile urządzenie jest dwusystemowe i dołączone do sieci WiFi) wraz z numerem portu komunikacyjnego, a także parametr określający moc nadajnika, umożliwiający odbiorcy ustalenie odległości między odbiornikiem i urządzeniem. Sygnał ten jest uwzględniany przez niektóre urządzenia oraz, przede wszystkim, przez smartfon, o ile ten ostatni znajduje się w zasięgu transmisji radiowej. W efekcie właściciel smartfonu po wejściu do kuchni otrzymuje aktualną informację o zainstalowanych tam urządzeniach i ich typach, a także ich adresy IP do komunikacji przez WiFi. Zauważmy, że sam smartfon pozostaje całkowicie bierny – to urządzenia się do niego zgłaszają, a nie odwrotnie. Użytkownik może wybrać tryb pracy aplikacji – albo automatyczne uruchamianie interfejsu dla danego typu urządzenia po podejściu do niego, albo uruchomienie ekranu zawierającego katalog wszystkich urządzeń razem ze wskazaniem ich stanu. W tym drugim trybie użytkownik może przejść do interakcji z wybranym urządzeniem.

Smartfon może wysłać komunikat do sieci na dwa sposoby. W pierwszym trybie może wykorzystać adresy IP urządzeń, które raportują, że są wyposażone w moduły komunikacyjne WiFi. Wybiera w tym celu adres tego urządzenia, które jest najbliżej (w sensie odległości fizycznej) i przesyła do niego wiadomość. Wiadomość jest automatycznie powtarzana przez to urządzenie w sieci BLE Mesh. Jeśli dotrze ona do dowolnego urządzenia o zgodnym typie (może to być także urządzenie wybrane do transmisji WiFi), to jest przez takie urządzenie interpretowana. Taki sposób komunikacji dotyczy smartfonów, które nie są wyposażone w oprogramowanie do obsługi sieci

BLE Mesh w trybie aktywnym, ale ciągle mogą odczytywać komunikaty rozgłaszane w kanale marketingowym BLE (dotyczy to np. smartfonów firmy Apple).

W drugim trybie (zarezerwowanym dla systemów Android i telefonów z modułami BLE w wersji 4.x i 5.x) smartfon może wysłać wiadomość rozplywową bezpośrednio w sieci BLE Mesh. W tym przypadku urządzenia dwusystemowe nie propagują rozplywowo komunikatu w sieci WiFi, gdyż ten sposób transmisji nie zawsze jest dostępny w domowych punktach dostępowych WiFi. Mimo że jest to dość znaczne uproszczenie, to przy założeniu, że każdy węzeł sieci jest wyposażony w moduł transmisyjny BLE Mesh, a tylko niektóre (najczęściej jeden) w oba moduły, nie jest to ograniczeniem funkcjonalnym sieci.

5. Przykłady wykorzystania

Rozważmy kilka typowych sytuacji interakcji urządzeń i smartfonu w ramach systemu testowego. W pierwszym przykładzie rozwiązano powszechny i niestety dość uciążliwy problem – synchronizacji zegarów. Coraz więcej urządzeń kuchennych wyświetla i nadzoruje aktualny czas. Jeśli jest to realizowane ręcznie, to nigdy nie udaje się tego zrobić dokładnie, a dodatkowo przy każdym urządzeniu trzeba spędzić kilka minut, wielokrotnie naciskając przyciski nastawy czasu. Proponowany w artykule system „z marszu” rozwiązuje ten problem. Smartfon, pojawiając się w kuchni, odbierze po maksymalnie sekundzie informacje o aktywnych urządzeniach (nie muszą to być urządzenia sygnalizujące „włączenie”). Jeśli wykryje choć jedno takie urządzenie, nada dwa komunikaty z poleceniem „ustaw czas”⁴, opatrzonym parametrem określenia godziny i minuty (np. w formacie „HH:MM”) i „ustaw_datę” z parametrem „DD/MM/YY”. Od momentu odebrania tej wiadomości wszystkie urządzenia przedstawiają się na ten czas i są tym samym idealnie zsynchronizowane.

Do ustawienia czasu możemy także wykorzystać jeden z modułów dwusystemowych. Każdy z takich modułów odlicza czas od momentu ostatniej synchronizacji. Jeśli upłynął odpowiednio długi czas (w testowanej sieci było to około 15 minut), to moduł pobiera aktu-

alne dane z ustalonego zewnętrznego serwera czasu, a następnie, jeśli otrzymany czas różni się od jego czasu lokalnego, zmienia ten ostatni i wysyła komunikat rozplywowo do sieci z nowymi danymi. Odebranie tego komunikatu zeruje odliczanie czasu w każdym z modułów. Po upływie następnego okresu czasu „budzi się” losowo kolejny moduł, sprawdza i synchronizuje czas itp. Zauważmy, że wstawienie nowego urządzenia do kuchni spowoduje, że ono także się automatycznie zsynchronizuje z pozostałymi po czasie maksymalnie kilkunastu minut.

Smartfon może także w momencie pojawienia się w kuchni ustalić język (narodowy) komunikacji z urządzeniami, jeśli są one wyposażone w wyświetlacze tekstowe lub graficzne. Wystarczy, że w tym celu wyśle komunikat „ustaw_język” z parametrem wyboru języka narodowego i miejsca (kraju) interakcji, np. znany z wielu języków programowania ciąg znaków „pl_PL”. W ciągu ułamka sekundy wszystkie urządzenia przestawią się na ten nowy język, o ile ich interfejs jest na tyle bogaty, że stosowanie języka jest uzasadnione. Zauważmy, że jeśli po pewnym czasie do kuchni wejdzie inna osoba, która posługuje się innym językiem, to jej smartfon zadba o to, żeby wszystkie urządzenia zaczęły się komunikować w tym nowym języku. W obecnej implementacji (testowej) uwzględniono tylko kilka języków (polski, angielski, niemiecki, francuski i hiszpański), ale rozbudowa interfejsów urządzeń pod kątem zwiększenia ich zdolności „lingwistycznych” nie jest dużym problemem.

Osoba, która weszła do kuchni ze smartfonem i włączyła się do sieci, może teraz sterować urządzeniami. Na przykład po włączeniu czajnika smartfon może cyklicznie pobierać z tego urządzenia informacje o aktualnej temperaturze i przewidywanym czasie zakończenia gotowania wody, powiadamiając użytkownika odpowiednimi sygnałami (np. dźwiękowymi) o zmianach stanu albo np. wyświetlając na ekranie klasyczny pasek postępu. Możemy też wprowadzić dodatkowe funkcje zwiększające komfort korzystania z czajnika. Np. zbyt duży hałas generowany przez to urządzenie w końcowej fazie gotowania może

przeszkadzać w słuchaniu muzyki. Jeśli użytkownik sobie tego zażyczy, to smartfon może dynamicznie sterować mocą gotowania, aby taki hałas ograniczyć, wykorzystując w tym celu swój mikrofon do pomiaru i weryfikacji poziomu hałasu. Czajnik może też w końcowej fazie gotowania wysłać polecenie zwiększenia głośności – jeśli w pomieszczeniu znajduje się radio lub telewizor i są one akurat aktywne, to zaczną one odtwarzać dźwięki nieco głośniej. Odpowiednie polecenie od czajnika po zagotowaniu wody przywróci poprzedni poziom głośności.

Jeśli właściciel smartfonu chce ugotować jajko lub przyrządzić tost, to smartfon może stać się automatycznym automatem do jajek lub zegarem dla tostera, który włączy i wyłączy grzałkę za pomocą odpowiednich poleceń w zadanym czasie. Smartfon może też samodzielnie wykrywać np. włożenie chleba do tostera i sterować całym procesem całkowicie automatycznie, na podstawie wcześniej zadeklarowanych przez użytkownika parametrów. Podobnie można sterować automatem do kawy/herbaty, przy czym aktywacja procesu gotowania kawy może być np. zainicjowana podniesieniem smartfonu ze stołu (po obudzeniu), czujką ruchu (która jest dołączona jako jedno z urządzeń do sieci kuchennej), otwarciem drzwi po przyjeździe z pracy do domu itp.

Urządzenia można też uaktywnić we wspomnianym wcześniej trybie komunikacji M2M (ang. *Machine-to-machine*, czyli między urządzeniami). Na przykład po osiągnięciu temperatury 50°C podczas gotowania obiadu na płycie indukcyjnej może ona wysłać komunikat „włącz_wentylację” z parametrem „50%”. Jeśli w kuchni znajduje się okap, to włączy się on na połowę mocy. Zwiększenie temperatury potrawy zwiększy odpowiednio intensywność wentylacji, aż do maksimum. Takie działanie nie wymaga obecności smartfonu w kuchni – cała komunikacja zamyka się w lokalnej sieci BLE Mesh.

Jeśli kuchnia dysponuje ograniczonym pod względem mocy przyłączem elektrycznym, to urządzenia wysokoprądowe działające przez krótki czas (np. czajnik) mogą przed włączeniem na poziom maksymalny wysyłać komunikat

do sieci o potrzebie takiej akcji. Odbierające taki komunikat inne urządzenia mogą tymczasowo ograniczyć pobieraną przez siebie moc, zwiększając ją z powrotem po komunikacie „odwołującym” zapotrzebowanie na energię. Dotyczy to w szczególności urządzeń działających przez dłuższy czas i o dużej bezwładności, np. lodówek oraz wszelkiego typu grzejników, piekarników i piecyków, dla których chwilowe ograniczenie mocy jest praktycznie bez znaczenia.

6. Wnioski i kierunki dalszych prac

W artykule opisano nowy sposób realizacji sieci, który wykorzystuje adresowanie na bazie typu urządzenia, a nie adresu fizycznego węzła sieci. Taka sieć nie wymaga rejestracji nowych urządzeń, nieustannego sprawdzania obecności i aktywności urządzeń, katalogowania ich możliwości i parametrów dostępnych, pobierania i ustalania dynamicznych adresów w momencie pojawienia się węzłów dynamicznych typu smartfon itp. Zarządzanie siecią jest zdecentralizowane, nie istnieje żaden stały punkt sieci, który periodycznie gromadzi informacje o dołączonych urządzeniach i sprawdza ich stan. Nie ma potrzeby utrzymywania centralnej bazy danych urządzeń. Zestaw urządzeń pracujących w sieci jest dynamiczny, co umożliwia także korzystanie *ad-hoc* z urządzeń personalnych typu smartfon.

W sieci rozpylowo (czyli bezadresowo) są przesyłane komunikaty sterujące pracą urządzeń, które są parametryzowane nie adresem węzła, tylko typem urządzenia, do którego są kierowane. Obowiązuje hierarchia predefiniowanych typów urządzeń, od najbardziej ogólnego typu, z funkcjonalnością ograniczoną do włączenia i wyłączenia (typ „urządzenie”), po typy specjalizowane, odpowiadające typowym urządzeniom kuchennym (lodówka, kuchenka mikrofalowa, piekarnik, płyta indukcyjna, czajnik, także urządzenia „domowe” typu radio, telewizor, lampy w podziale na stołowe, ścienne, sufitowe itp.). Na polecenie wskazujące dany typ reagują wszystkie urządzenia, które mają taki typ zadeklarowany w danych swoich sterowników, bezpośrednio albo jako wynikający z hierarchii typów i reguł

dziedziczenia (w szczególności każdy węzeł należy do najbardziej ogólnego typu „urządzenie”).

Do implementacji sieci wykorzystano transmisję danych w ramach sieci BLE Mesh oraz WiFi. Niektóre węzły sieci są dołączone wyłącznie do sieci BLE, podczas gdy wybrane pracują w obu systemach transmisji. Takie dwusystemowe węzły potrafią przenosić komunikaty rozpylowe z jednego typu sieci do drugiego. W efekcie wystarczy skierować transmisję do dowolnego węzła sieci (na przykład najbliższego), żeby polecenie dotarło do każdego innego węzła. Sieć BLE Mesh dodatkowo realizuje transmisję typu *multi-hop*, co umożliwia także przesyłanie wiadomości między węzłami, które nie znajdują się w bezpośrednim zasięgu transmisji radiowej. Sieć ta jest także odpowiedzialna za automatyczną eliminację duplikatów wiadomości, potencjalnie przesyłanych wieloma drogami za pośrednictwem losowych węzłów.

Sieć umożliwia przesyłanie wiadomości w dwóch podstawowych trybach: pod kontrolną człowieka (ang. *Human-to-machine*, H2M) i automatycznym (ang. *Machine-to-machine*, M2M). W trybie H2M podstawowym interfejsem kontaktowym z siecią jest specjalizowana aplikacja instalowana w smartfonie. Aplikacja kieruje polecenia do sieci i nie ma możliwości bezpośredniego adresowania węzłów – użytkownik w zamian może wskazać typ urządzenia, którym pragnie sterować. Takie podejście ułatwia zarządzanie i zmiany w sieci – bierzemy pod uwagę abstrakcyjne typy urządzeń kuchennych, a nie ich konkretne modele, producentów, standardy komunikacji itp. Ułatwia to też implementację sterowników urządzeń, które stają się uniwersalne w części komunikującej się ze światem zewnętrznym.

W artykule omówiono tylko podstawy adresowania urządzeń w sieci bezadresowej, pomijając w tym opisie szczegóły organizacyjne i techniczne. W szczególności nie omówiono metod unifikacji i standaryzacji typów oraz poleceń i ich parametrów, a aktualna implementacja jest ograniczona do urządzeń produkowanych przez firmę Amica SA.


W artykule nie omówiono także dostępu zdalnego do urządzeń, który jest

jak najbardziej możliwy, jeśli tylko co najmniej jedno urządzenie jest wyposażone w dwusystemowy moduł łączności, sparowany z domowym punktem dostępowym WiFi. Taki dostęp wymaga jednak wykorzystania specjalizowanego serwera jako pośrednika (ang. *proxy*) w dostępie do sieci z zewnątrz i ze względu na obszerność tematyki musiałby zostać opisany w ramach innej publikacji.

Opisane w artykule badania zostały sfinansowane w ramach umowy o współpracy między Uniwersytetem Ekonomicznym w Poznaniu i firmą Amica SA z siedzibą we Wronkach.

Przypisy

1. Dla uproszczenia opisu posługujemy się identyfikatorami typów urządzeń i funkcji przyjaznymi dla człowieka. W rzeczywistej implementacji są to liczby, co znacznie upraszcza implementację oraz protokoły transmisji danych, opisane w dalszej części artykułu.
2. Abstrahujemy tutaj od fizycznego podziału pasma i możliwości transmisji w szczelinach czasowych lub częstotliwościowych, co w pewnym stopniu pozwala na zrównoleglenie wielu transmisji – jest to jednak szczegół techniczny, gdyż *de facto* i tak każda szczelina jest rezerwowana na wyłączność.
3. Pomijamy tu technologie niejako zarezerwowane dla mikrosterowników, takie jak ZigBee, Lora, zWave itp., skupiając się tylko na tych standardach, które są powszechnie dostępne z poziomu typowego smartfonu. Jednak tok myślenia pokazany w tej sekcji możemy zastosować praktycznie do dowolnego standardu, pod warunkiem wykorzystywania w sieci co najmniej jednego sterownika, który ma możliwość komunikacji w takiej sieci obok standardowych łączy typu BT/BLE lub WiFi.
4. Posługujemy się tu nazwami intuicyjnymi, przeznaczonymi dla czytelnika tego tekstu. W rzeczywistości identyfikatory typów i poleceń, a także formaty ich parametrów są inne, ze względu na konieczność skondensowania informacji w kanale marketingowym BLE Mesh.

 Jarogniew Rykowski – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, e-mail: rykowski@kti.ue.poznan.pl; Wojciech Światała – Amica SA; Tomasz Jenek – Amica SA

Górnictwo Obserwatorium Magnetyczne przy Kopalni Doświadczalnej „Barbara” i Centrali Ratownictwa Górniczego w Mikołowie

Stefan Gierlotka

Pierwsza Stacja Ratownictwa Górniczego na Górnym Śląsku została utworzona w 1907 roku w Bytomiu. W wyniku przeprowadzonego plebiscytu na Górnym Śląsku w 1921 roku nastąpił podział Śląska między Niemcy i Polskę. Po podziale Śląska Centralna Stacja Ratownictwa Górniczego w Bytomiu pozostała po stronie niemieckiej. Konieczne stało się utworzenie stacji ratownictwa górniczego dla kopalń polskich. W 1925 roku zorganizowano w polskiej części Górnego Śląska Stację Doświadczalną i Centralę Ratownictwa Górniczego na terenie Fabryki Materiałów Wybuchowych „Lignoza” w Pniowcu koło Tarnowskich Gór. Wylot sztolni doświadczalnej był blisko zabudowań, co doprowadziło do konfliktu z mieszkańcami. W 1926 roku z powodów lokalnych uciążliwości stację przeniesiono do nieczynnej kopalni „Barbara” w Mikołowie. Nowo powstała stacja w Mikołowie przyjęła nazwę Kopalnia Doświadczalna „Barbara”, Centrala Ratownictwa Górniczego i Obserwatorium Magnetyczne. Zadaniem kopalni było prowadzenie badań nad



Widok kopalni „Barbara” w latach 20. XX wieku

wybuchowością pyłów i gazów kopalnianych oraz bezpiecznym stosowaniem materiałów wybuchowych. Kopalnia Doświadczalna „Barbara” była pierwszą w Polsce jednostką prowadzącą badania na rzecz bezpieczeństwa pracy w górnictwie. W ośrodku wykonywano prace naukowe w zakresie zwalczania zagrożeń wybuchów metanu i pyłu węglowego w kopalniach. Badania prowadzono pod względem inicjacji wybuchu metanu od robót górniczych z użyciem materiałów wybuchowych oraz od urządzeń elektrycznych. Na

terenie kopalni znajdowała się też Centrala Ratownictwa Górniczego, która zajmowała się zagadnieniami związanymi z organizacją ratownictwa górniczego. W kopalni prowadzono szkolenia podstawowe i okresowe dla ratowników górniczych ze wszystkich polskich kopalń. Po drugiej wojnie światowej, w 1947 roku, Centralną Stację Ratownictwa Górniczego przeniesiono z Mikołowa do Bytomia, tworząc samodzielną jednostkę.

Od początku lat trzydziestych ubiegłego wieku były prowadzone badania wybuchów w sztolniach doświadczalnych oraz badania nad zaporami z pyłu kamiennego do tłumienia wybuchów pyłu węglowego. Badania były prowadzone pod kierunkiem prof. Wacława Cybulskiego. W tym czasie zostały opracowane pierwsze pyłowe zapory przeciwybuchowe dla tłumienia wybuchów pyłu węglowego.



Uczestnicy kursu ratownictwa górniczego na kopalni „Barbara” w latach dwudziestych XX wieku

Po wojnie Kopalnia Doświadczalna „Barbara” została włączona jako odrębny zakład do Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach. Wybudowano w latach pięćdziesiątych nową sztolnię doświadczalną o długości 100 m i średnicy 2 m. Kopalnia Doświadczalna „Barbara” była jedyną placówką naukowo-badawczą w Europie dysponującą podziemnym poligonem doświadczalnym.

Rozwój elektryfikacji kopalń metanowych, jaki odbywał się po wojnie, wymusił rozbudowę jednostki o badania i atestację urządzeń elektrycznych budowy przeciwybuchowej. Powstał Zakład Bezpieczeństwa Urządzeń Elektrycznych, który następnie przekształcił się w Zakład Elektrycznych Urządzeń Przeciwybuchowych. Prace prowadzone w tym dziale stworzyły podstawę do opracowania norm określających wymagania konstrukcyjne i technologiczne, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektryczne przeznaczone do stosowania w kopalniach metanowych. Uzyskały one rangę norm państwowych. Na nich opierają się badania atestacyjne urządzeń elektrycznych przeciwybuchowych, których wyniki stanowią podstawę dla decyzji Wyższego Urzędu Górniczego o dopuszczeniu do stosowania w kopalniach metanowych.

Utworzone w 1926 roku przy Kopalni Doświadczalnej „Barbara” Górnicze Obserwatorium Magnetyczne znajdowało się na terenie Mikołowa, oddalone o 3 km od kopalni w kierunku Łazisk Górnych. Wybudowano głęboką murywaną cysterne, w której umieszczano sprzęt do pomiarów obserwacji zmian ziemskiej deklinacji magnetycznej.

Na podstawie pomiarów ziemskiego pola magnetycznego sporządzane były dla potrzeb geodezji górniczej mapy magnetyczne, na których nanoszono linie jednakowej deklinacji, czyli tzw. izogony. Wartość deklinacji magnetycznej zmienia się w czasie, a roczne zmiany deklinacji wynoszą od 5' do 15'. W szczególnych przypadkach, spowodowanych burzami magnetycznymi, zmiany deklinacji mogą dochodzić do kilku stopni. Znajomość dokładnej wartości deklinacji magnetycznej była potrzebna do prowadzenia pomiarów geodezyjnych w kopalniach i wykonywania orientacji



Budynek dyrekcji Kopalni Doświadczalnej „Barbara” w Mikołowie

wyrobisk przy pomocy górniczego kompasu magnetycznego. Mierniczego górniczego interesowały aktualne w dniu pomiarów wariacje deklinacji, które



Kompas górniczy firmy F. Breithaupt Cassel

podawała stacja magnetyczna. Pokładowe mapy górnicze orientowane były do współrzędnych geograficznych, względem bieguna geograficznego, a stosowany kompas górniczy wskazywał deklinację odniesioną nie do bieguna geograficznego, a magnetycznego. Różnicę deklinacji magnetycznej do geograficznego układu odniesienia podawała

stacja Obserwatorium Magnetyczne w Mikołowie.

Z czasem stosowanie w kopalniach metody orientacji wyrobisk przy pomocy kompasu górniczego straciło na znaczeniu, głównie za sprawą zakłócającego oddziaływania stalowej obudowy wyrobisk. Górniczy kompas magnetyczny zastąpił teodolit. Stąd też w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku zapadła decyzja o likwidacji Górniczego Obserwatorium Magnetycznego w Mikołowie.

W Polsce pierwsze obserwatorium magnetyczne powstało w 1910 roku w Świdrze pod Warszawą. Obecnie ciągłą rejestrację składowych pola geomagnetycznego na terenie Polski prowadzą: Obserwatorium Geofizyczne Polskiej Akademii Nauk na Półwyspie Helskim oraz Centralne

Obserwatorium Geofizyczne Polskiej Akademii Nauk w Belsku Dużym (woj. radomskie). Poza tym rejestrację magnetyczną prowadzi Śląskie Obserwatorium Geofizyczne PAN w Raciborzu. ■

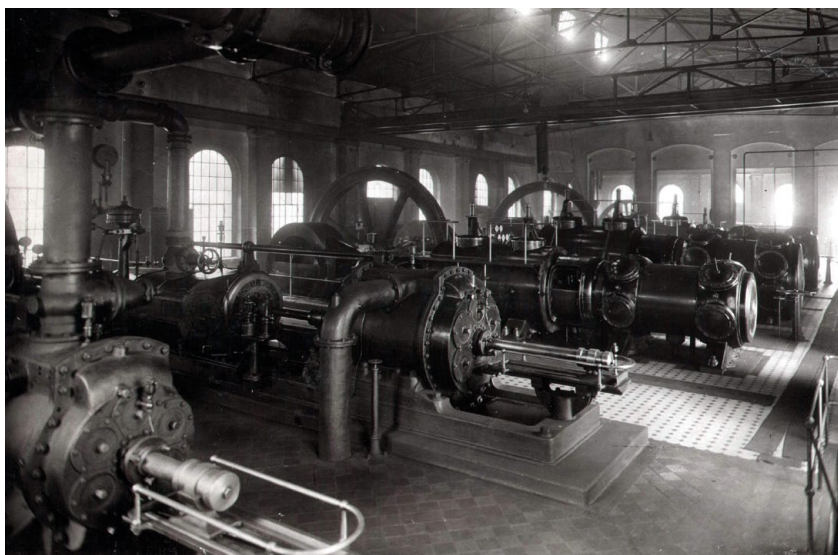
dr hab. inż. Stefan Gierlotka
Polski Komitet Bezpieczeństwa
w Elektryce SEP

Początki rozwoju – elektryfikacja kopalń

Stefan Gierlotka

Górnictwo od najdawniejszych czasów odgrywało znaczącą rolę w rozwoju gospodarczym świata. Pierwotny górnik wydobywał węgiel ze sztolni, a następnie z płytkich szybów. Urobek wyciągał kołowrotem z korbą, na który nawijała się konopna lina. Gdy wielkość kopalń wzrosła tak, iż wyrobiska pionowe zastąpiono podziemnymi wyrobiskami poziomymi, odległymi od szybu nieraz o kilka kilometrów, ręczny transport urobku okazał się zbyt uciążliwy i mało wydajny. Zaprzęgnięto wtedy do pracy konie, parę, a wreszcie elektryczność.

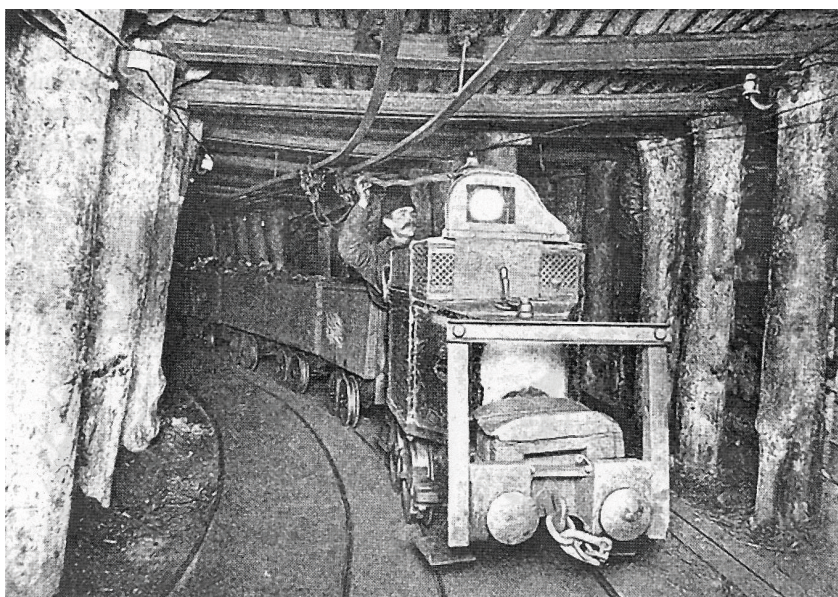
Początki elektryfikacji górnictwa datowane są na 1875 rok, gdy w kopalniach brytyjskich i niemieckich zainstalowano pierwsze elektryczne lampy oświetleniowe. Na Śląsku pierwsze elektryczne lampy do oświetlenia nadszybia i sortowni zainstalowano w kopalni Matylda w 1879 roku. Pierwsze elektryczne lampy do oświetlenia podszybia, wykonano w 1882 roku w kopalni Hohenzollern (Szombierki). W latach następnych oświetlenie elektryczne na dole założone zostało w większości kopalń na Śląsku. Pierwsze instalacje oświetleniowe były zasilane prądem stałym o napięciu 65 V. Stosowane wówczas żarówki nie posiadały opraw gwintowanych, a były zawieszane za pomocą haczyków na gołych przewodach elektrycznych. Ponieważ głębokość



Kompresorownia napędzana silnikami parowymi



Elektryczna lampa turbinowa



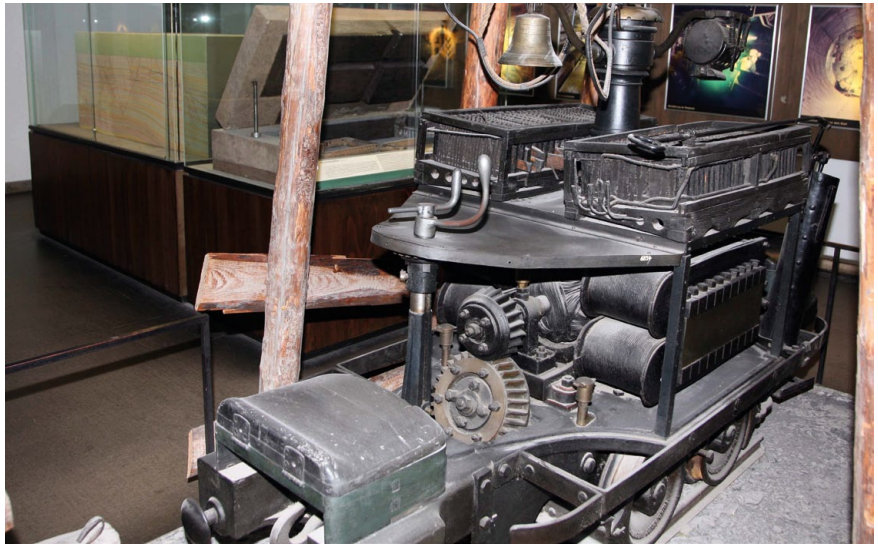
Kopalniana trakcja elektryczna z 1901 roku

kopalń wtedy nie była duża, około kilkadziesiąt metrów, źródłem prądu była ustawiona na nadszybiu prądnica napędzana silnikiem parowym.

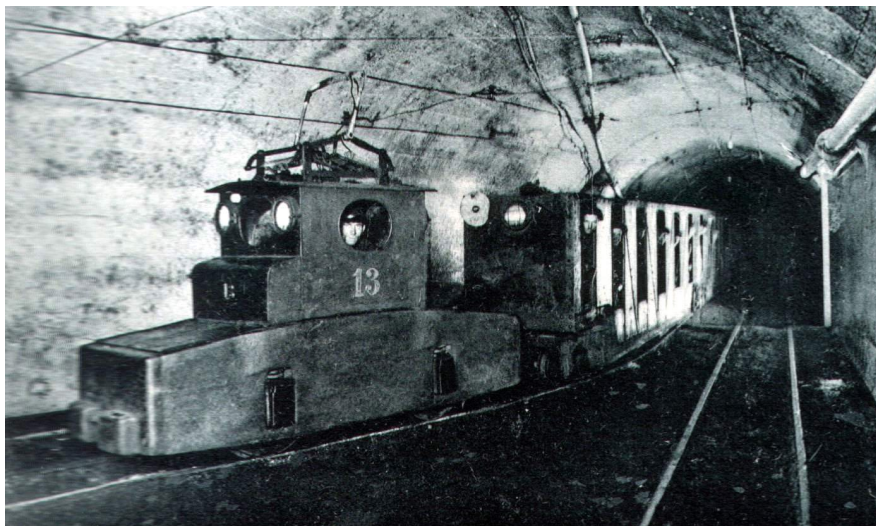
Pierwsze osobiste elektryczne lampy akumulatorowe rozpoczęto stosować od 1890 roku w kopalniach angielskich. Jako pierwsza elektryczne lampy dla górników zakupiła w Londynie kopalnia „Królowa Luiza” w Zabrze. W 1927 roku produkcję lamp elektrycznych dla górnictwa rozpoczęła niemiecka firma Friemann & Wolf w Zwickau, która w 1929 roku uruchomiła swoją filię w Katowicach. Lampy przeznaczone były do pracy w wyrobiskach zagrożonych występowaniem metanu. Od 1930 roku przodki zagrożone metanem zaczęto oświetlać elektrycznymi lampami turbinowymi, zasilanymi z sieci sprężonego powietrza. W przypadku stłuczenia klosza prąd powietrza zasilającego turbinę chłodził rozgrzane źródło światła i nie dopuszczał mieszaniny wybuchowej do wnętrza lampy.

Pierwszy silnik elektryczny prądu stałego, o mocy 3 kW, zastosowano w 1882 roku w angielskiej kopalni do napędu pompy wodnej. Na Śląsku pierwsze pompy odwadniające napędzane silnikiem elektrycznym uruchomiono w 1897 roku w kopalni Murcki, a w 1900 roku w kopalni Ferdynand w Katowicach. Postęp elektryfikacji kopalń następował tak szybko, że w 1912 roku wszystkie kopalnie Górnego Śląska posiadały pompy odwadniające napędzane silnikami elektrycznymi oraz elektrycznie oświetlone podszybia.

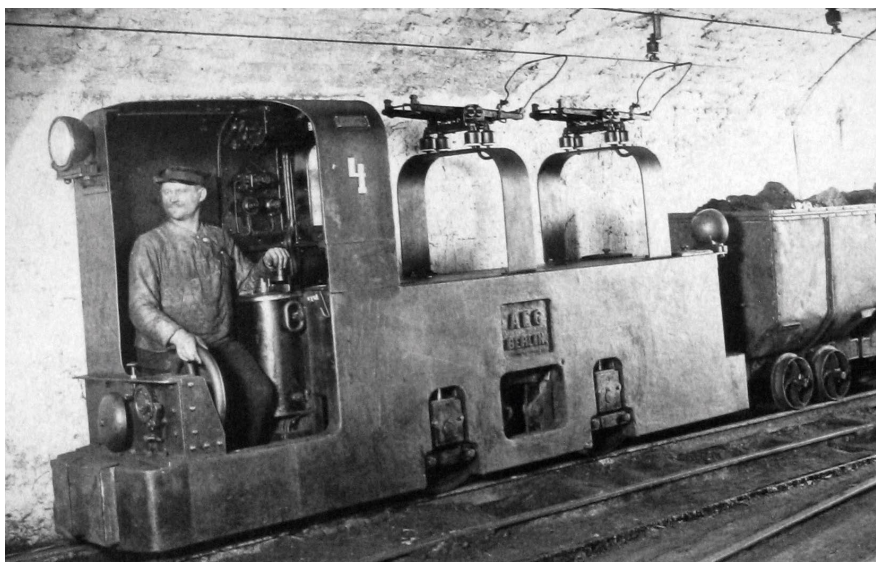
Z rozwojem górnictwa węgla wiązał się rozwój elektroenergetyki. W 1896 roku w kopalni Ferdynand (Katowice), a następnie Murcki uruchomiono pierwsze elektrownie kopalniane z prądnicą trójfazową o napięciu 500 V. Prądnice napędzano tłokową maszyną parową. W latach następnych przy każdej większej kopalni powstały na potrzeby własne elektrownie zasilane parą. Pierwszą turbinę parową zainstalowano w 1901 roku w elektrowni kopalnianej Gottessegen (Wanda-Lech) w Wirku (Ruda Śląska). Była to turbina parowa o mocy 440 kW, wykonana w firmie Brown-Boveri. Turbiny parowe szybko wyparły z elektrowni kopalnianych napędy parowo-tłokowe.



Ekspонат lokomotywy z kopalni Szombierki



Lokomotywa elektryczna w kopalni Myslowice



Lokomotywa dołowa firmy AEG

W 1879 roku Werner von Siemens na wystawie przemysłowej w Berlinie przedstawił pierwszą lokomotywę elektryczną zasilaną z przewodu jezdnego. Lokomotywę wykonał dla kopalni w Cottbus, która ostatecznie wycofała się z złożonego zamówienia. W przewoźnictwie dołowym pierwszą lokomotywę elektryczną uruchomiono w 1882 roku, w kopalni węgla Zanckerode koło Drezna. Na Śląsku pierwszą lokomotywę elektryczną w wyrobiskach dołowych uruchomiono w 1883 roku, w kopalni Hohenzollern (Szombierki). Napęd lokomotywy stanowił silnik elektryczny prądu stałego o mocy 10 KM. Lokomotywa poruszała się z prędkością do 12 km/h. Pierwsza elektryczna lokomotywa z kopalni Szombierki jest wystawiona jako eksponat w Deutsches Museum w Monachium. W 1913 roku w śląskich kopalniach pracowało 37 lokomotyw elektrycznych z silnikami szeregowymi prądu stałego o mocy od 7,5 kW do 22 kW. Podczas I wojny światowej w przewoźnictwie dołowym stosowano ponad 200 przewodowych lokomotyw elektrycznych o mocy do 32 kW.

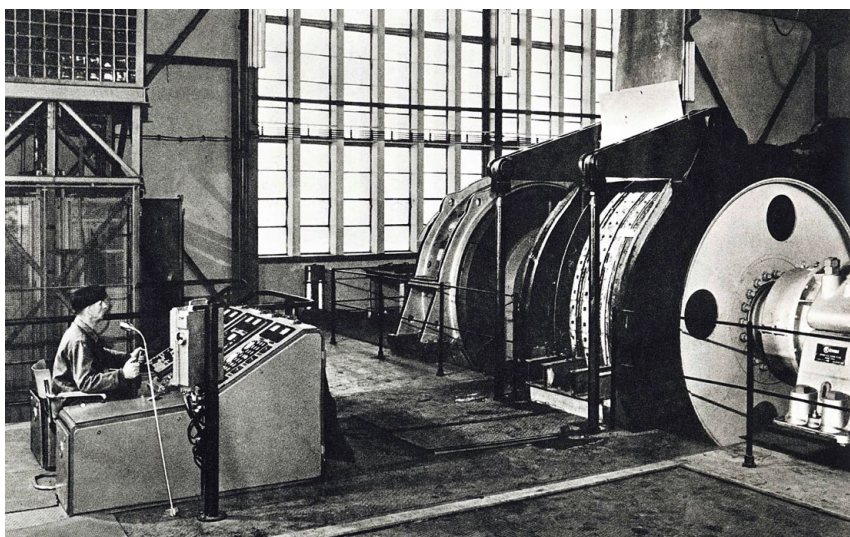
W Polsce produkcję lokomotyw dołowych typu Ld rozpoczęła w 1951 roku Chorzowska Wytwórnia Konstrukcji Stalowych KONSTAL w Chorzowie. Wykonywane pojazdy obejmowały trzy zasadnicze typy lokomotyw Ld-1, Ld-2, Ld-3 oraz elektrowóz akumulatorowy typu Karlik.

W połowie XIX wieku kopalnie na Górnym Śląsku przystąpiły do eksploatacji głębinowej. W 1896 roku na Śląsku spośród 293 szybów aż 220 miało głębokość poniżej 200 m, a 4 przekraczały głębokość 400 m. W 1814 roku uruchomiono pierwszą na Śląsku maszynę wyciągową o napędzie parowym do ciągnięcia urobku w kopalni „Król” w Chorzowie.

Pierwszą maszynę wyciągową z napędem elektrycznym zastosowano w 1894 roku, w kopalni „Thiederhall” w Brunszwicku. Do napędu urządzenia wyciągowego w szybie o głębokości 200 m zastosowano dwa silniki bocznikowe prądu stałego. Silniki przełączano elektrycznie w układ szeregowy lub równoległy. Prędkość ciągnięcia przy połączeniu równoległym wynosiła około 7 m/s,



Maszyna wyciągowa AEG na szybie Krakus kopalni Wujek



Maszyna wyciągowa – 1959 rok



Osobista lampa górnicza typu R-28



Akumulatorowa lampa typu U-6 dla dozoru

a przy połączeniu szeregowym 3,5 m/s. W roku 1891 Harry Ward-Leonard uzyskał patent na nowy sposób regulacji obrotów silnika prądu stałego przez regulację wzbudzenia prądnicy zasilającej silnik roboczy. W 1901 roku urodzony w Nysie Karl Ilgner opatentował zastosowanie koła zamachowego do przetwornicy Leonarda. Pierwszy układ Leonarda-Ilgnera z kołem zamachowym zainstalowano w 1903 roku w maszynie wyciągowej szybu Zollern w Gelsenkirchen. Ciężar koła zamachowego wynosił 42 tony. Maszynę wyciągową wyposażono w jeden z pierwszych regulatorów jazdy zainstalowanych na wskaźniku głębokości. Napęd elektryczny maszyny wyciągowej okazał się o wiele lepszy i sprawniejszy od stosowanego wcześniej napędu parowego. W pierwszej połowie XX wieku kończy się epoka maszyn parowych, a zaczyna się epoka rozwoju elektrycznych maszyn wyciągowych.

Pierwszą elektryczną maszyną wyciągową na Górnym Śląsku uruchomiono w 1902 roku w kopalni „Concordia” w Zabrze. W roku 1912 na Górnym Śląsku pracowały już 32 elektryczne maszyny wyciągowe. Jedną z tych elektrycznych maszyn wyciągowych firmy AEG, uruchomioną w 1912 roku, pracuje nadal w kopalni Wujek w Katowicach.

Z początkiem XX wieku w kopalniach angielskich i niemieckich nastąpiły zmiany w technologii wydobywania węgla. Większą uwagę zwrócono na mechanizację robót górniczych oraz koncentrację wydobywania systemem długich filarów. Rozpoczęto próby stosowania napędu elektrycznego do napędu wrębiarek łańcuchowych oraz maszyn odstawczych. Na Górnym Śląsku w 1925 roku w kopalniach stosowano 8 wrębiarek firm Sullivan oraz Westfalia napędzanych sinikiem elektrycznym.

Pierwszy kombajn frezujący napędzany silnikiem elektrycznym zbudowała w 1925 roku firma Sullivan. W 1934 roku angielska firma Meco-Moore wykonała kombajn ścianowy z dwoma silnikami elektrycznymi o mocy 60 KM. W 1941 roku uruchomiono pierwszy kombajn ścianowy firmy Eickhoff w kopalni Bobrek w Bytomiu.

W okresie II wojny światowej zwiększone zapotrzebowanie na węgiel wy-



Ognioszczelna stacja transformatorowa IT3Sb 6 kV na 500 V

muszało dalszy postęp w robotach górniczych. Właściwym rozwiązaniem było wprowadzanie wybierania systemem ścianowym oraz kompleksowa mechanizacja i elektryfikacja robót górniczych. Zastosowanie ciężkich maszyn urabiających i ładujących, zawierających po kilka silników, możliwe było tylko w oparciu o napęd elektryczny. Dla pokrycia zapotrzebowania energii elektrycznej przez kopalnie rozbudowywano na Górnym Śląsku energetyczne sieci przesyłowe wysokiego napięcia.

Podczas wojny w kopalniach nadal górnicy stosowali lampy firmy Friemann & Wolf. Dopiero w 1949 roku w Fabryce Lamp Górniczych w Katowicach uruchomiono produkcję lamp akumulatorowych o masie 4,2 kg, oznaczonych symbolem R-21/49. W późniejszych latach fabryka ta została z Katowic przeniesiona do Tarnowskich Gór gdzie

utworzono Fabrykę Sprzętu Ratunkowego i Lamp Górniczych FASER. Na przełomie lat 1954/1955 opracowało nowe ręczne lampy typu R-28/55 o masie 5,5 kg. Dla osób dozoru opracowano akumulatorową lampę urzędniczą typu U-6 o masie 1,8 kg. Lampy posiadały akumulator o napięciu 2,5 V. Opierając się na wzorcach lamp stosowanych w innych krajach, rozpoczęto w roku 1957 produkcję krajowych lamp nahełmnych typu Rc-10/57. Po modernizacji tej lampy w 1959 roku rozpoczęto produkcję lamp Rc-12 o masie 2,7 kg, która w latach późniejszych została rozpowszechniona w całym krajowym górnictwie.

Z początkiem XX wieku kopalniane sieci rozdzielcze oparte były głównie o napięcie 3 kV. Budowa kopalnianych elektroenergetycznych sieci rozdzielczych odbywała się w oparciu o zapisy przepisów VDE, które dla górnictwa

podziemnego przewidywały układ z izolowanym punktem neutralnym transformatora. W kopalniach niegazowych do zasilania urządzeń elektrycznych stosowano transformatory olejowe budowy normalnej, a w kopalniach gazowych transformatory olejowe budowy wzmocnionej. Dopiero w okresie do II wojny światowej wprowadzono do kopalń niegazowych transformatory suche w wykonaniu okapturzonem,



Ognioszczelny zespół transformatorowy

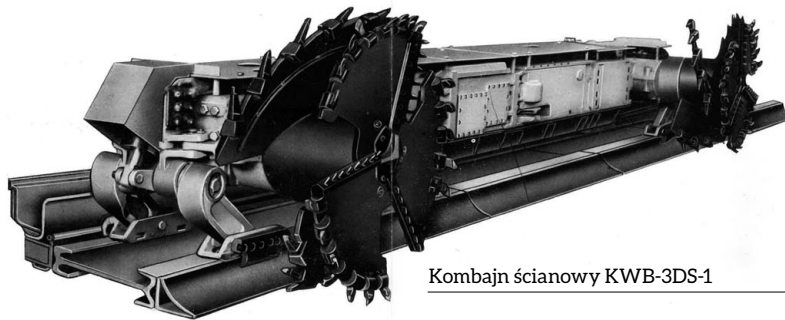
produkcji niemieckiej firmy Bode, o mocy do 200 kVA.

Do uruchamiania przodkowych maszyn górniczych w pierwszej połowie XX wieku stosowano manewrowe wyłączniki elektryczne produkowane przez firmy Siemens oraz AEG. W 1942 roku niemiecki koncern Siemens przeniósł wydział elektrycznej aparatury ognioszczelnej i przeciwwybuchowej dla górnictwa do firmy Bromberger Industriewerke AG w Bydgoszczy. Po wojnie od 1945 roku fabryka pod nazwą Bydgoskie Zakłady Przemysłowe w Bydgoszczy kontynuowała produkcję aparatury elektrycznej dla rozwijającego się przemysłu węglowego.

W kopalniach do 1946 roku stosowano różne wartości napięć zasilania: 24, 42, 45, 80, 120, 125, 220, 500 V, a w trakcji elektrycznej 130, 220 V. Do rozdziału energii i zasilania większych odbiorników stosowano napięcie 2000, 3000, 5000 i 6000 V. Dopiero po wojnie, w 1946 roku, utworzono komisję normalizacyjną, która ujednoliciła napięcia stosowane w instalacjach elektrycznych dołowych. Przyjęto do zasilania wiertarek 125 V, maszyn górniczych 500 V, urządzeń trakcji dołowej 250 V prądu stałego, a dla dołowej sieci rozdzielczej napięcie 6000 V.

Problemem, przed którym w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku stała elektryfikacja kopalń, była budowa nowych kopalń w Rybnickim Okręgu Węglowym. Podczas udostępniania nowych pokładów w Rybnickim Okręgu Węglowym natrafiono na pokłady, w których zawartość wydzielanego metanu przeliczonego na czystą substancję wydobywania przekraczała 30 m³. W warunkach wydzielania tak dużych stężeń metanu stosowanie urządzeń elektrycznych było bardzo ograniczone. Stosowano tylko maszyny urabiające i odstawcze z silnikami napędzanymi energią sprężonego powietrza. Elektryfikacja kopalń metanowych Rybnickiego Okręgu Węglowego rozpoczęła się w 1958 roku, zastępując stopniowo i etapami stosowane silniki pneumatyczne silnikami elektrycznymi.

Dla przyspieszenia elektryfikacji kopalń utworzono w 1955 roku Zakład Elektryfikacji w Instytucie Mechanizacji



Kombajn ścianyowy KWB-3DS-1



Lokomotywa elektryczna typu Ld 21

Górnictwa, który zajął się zagadnieniami elektryfikacji podziemi kopalń. W 1957 roku utworzono Zakłady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego ZKMPW, których zadaniem było prowadzenie badań nad maszynami i systemami mechanizacji oraz elektryfikacji górnictwa. Od 1 stycznia 1975 roku Zakłady Konstrukcyjno-Mechaniczne Przemysłu Węglowego ZKMPW zostały podzielone na dwa ośrodki: KOMAG z siedzibą w Gliwicach oraz Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elektryfikacji i Automatykacji Górniczej OBR EMAG z siedzibą w Katowicach.

Stosowanie coraz większych maszyn górniczych wymuszało konieczność podwyższenia napięcia zasilania silników i sieci zasilających do 1000 V. W 1965 roku kopalnia Wesoła zakupiła francuski kombajn ścianyowy z silnikami o napięciu znamionowym 960 V. Wraz z kombajnem zakupiono całe wyposażenie

elektryczne do jego zasilania. Nabyte doświadczenia spowodowały opracowanie w 1967 roku pierwszego krajowego kombajnu KR-1, zasilanego napięciem 1000 V, który uruchomiony został w kopalni Ziemowit. Fabryka maszyn urabiających FAMUR w Katowicach-Piotrowicach uruchomiła seryjną produkcję kombajnu KWB-3R z silnikami 135 kW, zasilanych napięciem 1000 V. W 1976 roku rozpoczęto produkcję kombajnu dwubębnowego KWB-3RDU z silnikami mocy 2 × 160 kW, o możliwości urabiania pokładu do 3,5 m. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku tym kombajnem osiągnano największe rekordy wydobywania w krajowych kopalniach. ■

dr hab. inż. Stefan Gierlotka
Polski Komitet Bezpieczeństwa
w Elektryce SEP

EPREL – baza danych etykiet energetycznych: w przygotowaniu nowa wersja rozszerzona o nowe funkcjonalności

W dniu 1 grudnia 2020 roku służby Komisji Europejskiej (KE) udostępniły nową wersję EPREL w środowisku przygotowawczym: <https://energy-label.ec.europa.eu/>.

Ta aktualizacja zawiera poprawki do problemów sygnalizowanych przez dostawców podczas przesyłania ich produktów do EPREL, a także nowe funkcje i „zmiany kosmetyczne” w nazewnictwie Komisji Europejskiej.

Dodano nową funkcjonalność dotyczącą „nazwy dostawcy/znaku towarowego” (*Supplier name/Trademark*) i „identyfikatora modelu”: dostawcy mogą teraz edytować „nazwę dostawcy/znak towarowy” i „identyfikator modelu” (*Model Identifier*), dopóki model będzie miał status niekompletny/kompletny (*Incomplete/Complete*) i nie będzie podany do informacji publicznej, z zachowaniem „numeru rejestracyjnego” (*Registration number*) – wcześniej nie było to możliwe i w przypadku pomyłki model musiał być wykasowany i wpis musiał być ponownie uruchomiony.

Ponadto w sekcji „Dokumentacja techniczna modelu” (*Model technical documentation*) została dodana funkcjonalność „Zaznacz wszystko/Odznacz wszystko” (*Select all/Unselect all*), w której podczas wczytywania dokumentacji technicznej do modelu dostawcy muszą wskazać, które części Regulacji Artykuł 12.5 obejmuje przesłany plik (tj. Opis ogólny + warunki testowania itp.).

W dniu 4 grudnia 2020 roku służby Komisji Europejskiej (KE) udostępniły nową wersję EPREL już w środowisku akceptacji: <https://energy-label.acceptance.ec.europa.eu/compliance>.

Ta aktualizacja, która dotyczy głównie tego, w jaki sposób EPREL zmieni Brexit, obejmuje poprawki problemów sygnalizowanych przez dostawców podczas przesyłania ich produktów do EPREL, a także nowe funkcje i „zmiany kosmetyczne” w brzmieniu KE.

Aktualizacje zostały zastosowane do modelu wymiany. Należy pamiętać, że niektóre zmiany w modelu wymiany mogą wpłynąć na systemy zaplecza, jeśli korzystasz z funkcji system – system. Dodano kilka nowych funkcji:

- Dodano nowy kraj dla Wielkiej Brytanii (Irlandia Północna) w celu identyfikacji dostawców z Irlandii Północnej.
- Żaden nowy dostawca z Wielkiej Brytanii nie może być zarejestrowany w EPREL. W nowych modelach nie będzie już możliwe wybranie Wielkiej Brytanii do umieszczenia w interfejsie użytkownika (UI) ani w modelu wymiany.

- Wszyscy dostawcy związani z UK (ale nie ci z Irlandii Północnej), w dniu 1.01.2021 roku zostaną zablokowani i nie będą już mogli pracować z EPREL.
- Modele produktów:
 - modele brytyjskich dostawców są nadal widoczne w EPREL;
 - do modeli produktów wszystkich grup produktów dodano nowe oznaczenie „Dane dotyczące zgodności widoczne dla brytyjskiego MSA” (organy nadzoru rynku), „Compliance data visible to UK MSA” (*Market Surveillance Authorities*), aby wskazać, czy informacje dotyczące zgodności produktu (dokumentacja techniczna, odpowiedniki i dane ICSMS) powinny być widoczne dla Urzędu Nadzoru Rynku w Wielkiej Brytanii. Wszystkie modele produktów są widoczne dla brytyjskiego MSA, ale jeśli oznaczenie jest „TRUE”, MSA Wielkiej Brytanii będzie w stanie zobaczyć również część modelu dotyczącą zgodności; jeśli „FALSE”, tylko dane publiczne są widoczne dla brytyjskiego MSA;
 - zmiany te nie mają wpływu na MSA UE.

Nowe rozporządzenie ramowe w sprawie etykiet energetycznych zobowiązało do utworzenia bazy danych dla wszystkich produktów objętych rozporządzeniami delegowanymi dotyczącymi etykiet energetycznych. ■

Źródło: SPIUG

reklama

Wybierz swoją prenumeratę na www.nis.com.pl



Prenumerata
drukowana



Prenumerata
elektroniczna



Pakiet

Zestawienie firm – automatyka przemysłowa

Dane firmy		Profil działalności
Napędy		
MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
Steinlen Polska Sp. z o.o. ul. W. Grabskiego 4/8 63-500 Ostrzeszów	tel. 62 732 23 50 fax 62 732 23 51 marketing@steinlenpolska.pl	Steinlen Polska Sp. z o.o. jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Bauer Gear Motor GmbH. Prowadzimy sprzedaż oraz serwis motoreduktorów, silników, przekładni, hamulców i sprzęgła.
Automatyka przemysłowa		
5sAUTOMATE Sp. z o.o. ul. Graniczna 105 54-530 Wrocław	tel. 664 381 356 info@5sAUTOMATE.com www.5sautomate.com	5sAUTOMATE jest wyłącznym dystrybutorem FM Systeme, którego produkty pozwalają na dostarczenie Państwu kompletnych rozwiązań, takich jak stanowiska pracy ręcznej i zautomatyzowanej, rolki, transportery, profile aluminiowe lub rurki 28 mm.
		we drive automation... info@5sAUTOMATE.com 
Fatek Polska Sp. z o.o. ul. Mierzeja Wiślana 6 30-732 Kraków	tel. 533 329 921 e-mail: info@fatekpolska.pl www.fatek.pl	Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek. Oferujemy kompleksowe wsparcie w zakresie doradztwa technicznego, doboru komponentów oraz pełnego wsparcia dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia.
Lenze Polska Sp. z o.o. ul. Rożdżeńskiego 188 b 40-203 Katowice	tel. 32 203 97 73 e-mail: biuro.pl@lenze.com www.lenze.com	LENZE jest światowym specjalistą w dziedzinie automatyki przemysłowej oraz techniki napędowej. Od ponad 70 lat wspieramy producentów maszyn, przygotowując indywidualne rozwiązania w oparciu o produkty Lenze: silniki, przekładnie, motoreduktory, przemienniki częstotliwości, sterowniki, panele sterujące, sprzęgła, hamulce, technologie serwo oraz software.
MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
N.B.C. Polska Sp. z o.o. ul. Arctowskiego 2 02-784 Warszawa	tel. 22 855 18 30 fax 22 855 18 32 e-mail: nbc@nbc-el.pl www.nbc-el.pl	Oferujemy szeroką gamę wysokiej jakości włoskich czujników tensometrycznych, standardowych i projektowanych na zamówienie, akcesoria do czujników, torsjometry, mierniki wagowe z wieloma typami interfejsów, moduły dozujące, ograniczniki do dźwignów i suwnic z rejestratorem danych, wagi dynamometryczne.

Automatyka przemysłowa (cd.)		
SKAMER-ACM Sp. z o.o. ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów	tel. 14 63 23 400 e-mail: tarnow@skamer.pl www.skamer.pl	Automatyka przemysłowa, pomiary, robotyka – (projektowanie, programowanie, montaż, rozruch, serwis, prefabrykacja). Pomiary punktu rosy, wilgotności względnej i zawartości tlenu. Poprawa efektywności energetycznej. Systemy monitoringu energii. Odnawialne źródła energii. Audyty, opracowania, ekspertyzy specjalistyczne (audyty energetyczne, efektywności energetycznej – białe certyfikaty, audyty bezpieczeństwa, opracowanie instrukcji eksploatacji urządzeń energetycznych itp.).
TWT AUTOMATYKA ul. Wafłowa 1 02-971 Warszawa	tel./fax 22 648 20 89 e-mail: twt@twt.com.pl www.twt.com.pl	TWT to polski producent indukcyjnych czujników zbliżeniowych i czujników optycznych, obecny na rynku od 1999 r. Nasze wyroby charakteryzują się wysokim stopniem zaawansowania technicznego, dużą niezawodnością i wytrzymałością. Zapraszamy na naszą stronę www.twt.com.pl i do sklepu internetowego.
Aparatura kontrolno-pomiarowa		
5sAUTOMATE Sp. z o.o. ul. Graniczna 105 54-530 Wrocław	tel. 664 381 356 info@5sAUTOMATE.com www.5sautomate.com	5sAUTOMATE jest dystrybutorem Universal Robots – producenta robotów współpracujących, którego łatwe programowanie, w połączeniu z urządzeniami naszych partnerów 3DInfotech, NSR oraz dhs GmbH, daje nowe możliwości zautomatyzowania procesów kontrolnych w firmach produkcyjnych.
TRONIA Sp. z o.o. ul. Sycowska 11 02-266 Warszawa	tel. 781 991 168 e-mail: tronia@poczta.onet.pl www.tronia.pl	TRONIA Sp. z o.o. projektuje i produkuje: <ul style="list-style-type: none"> • rejestratory zakłóceń elektrycznych o częstotliwości próbkowania do 100 000 S/s; • konwertery światłowodowe dla pojedynczych impulsów TTL, danych GPS lub przebiegów prostokątnych; • komputery wbudowane, zajmujące połowę kasety 19" o wysokości 3U, z Windows 10.
Mechatronika		
WROPOL Engineering Sp. z o.o. Lutynia, ul. Wróblowicka 3 55-330 Miękinia	tel. 71 317 12 18 e-mail: hydraulika@wropol.pl	Projektowanie i produkcja elementów hydrauliki siłowej oraz maszyn z napędem hydraulicznym. Siłowniki hydrauliczne do Ø500, multiplikatory, agregaty hydrauliczne, zawory ZO, ZZ, ZDZ, ZSZ, prasy BISON Euro, AL, BISON CNC do brykietowania trocin i wiórów AI oraz maszyny i urządzenia technologiczne.
Hydraulika		
WROPOL Engineering Sp. z o.o. Lutynia, ul. Wróblowicka 3 55-330 Miękinia	tel. 71 317 12 18 e-mail: hydraulika@wropol.pl	Projektowanie i produkcja elementów hydrauliki siłowej oraz maszyn z napędem hydraulicznym. Siłowniki hydrauliczne do Ø500, multiplikatory, agregaty hydrauliczne, zawory ZO, ZZ, ZDZ, ZSZ, prasy BISON Euro, AL, BISON CNC do brykietowania trocin i wiórów AI oraz maszyny i urządzenia technologiczne.
Robotyka		
5sAUTOMATE Sp. z o.o. ul. Graniczna 105 54-530 Wrocław	tel. 664 381 356 info@5sAUTOMATE.com www.5sautomate.com	5sAUTOMATE jest preferowanym dystrybutorem Universal Robots – duńskiego producenta robotów współpracujących, a także wielu światowych marek, które pozwalają na szybką automatyzację procesów i dostarczenie Państwu kompletnych rozwiązań: stanowiska pracy zautomatyzowanej, kamery, chwytaki, stojaki, wózki AGV/AMR.

Robotyka (cd.)		
Automatyka Spawalnictwo Serwis Sp. z o.o. ul. Wróblewskiego 90 A 94-103 Łódź	tel. 42 636 15 15 tel. kom. 793 385 191 e-mail: lodz@ass.info.pl www.ass.info.pl	Zajmujemy się automatyzacją i robotyzacją procesów produkcyjnych, w szczególności procesów spawalniczych. Jesteśmy integratorem robotów Hyundai, projektujemy oraz uruchamiamy nowe zrobotyzowane cele, integrujemy z liniami produkcyjnymi, oferujemy szkolenia z programowania oraz przeglądy i wsparcie techniczne.
Systemy transportowe		
5sAUTOMATE Sp. z o.o. ul. Graniczna 105 54-530 Wrocław	tel. 664 381 356 info@5sAUTOMATE.com www.5sautomate.com	5sAUTOMATE jest dystrybutorem firmy Robotize – duńskiego producenta mobilnych robotów autonomicznych, a także wielu światowych marek, które pozwalają na szybką automatyzację procesów produkcyjnych i intralogistycznych. W powiązaniu z produktami FM Systeme dostarczamy kompletne rozwiązania.
Utrzymanie ruchu		
Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. (CBiDGP) ul. Lędzińska 8 43-143 Lędziny	tel. 32 32 42 200 fax 32 32 42 205 e-mail: cbidgp@cbidgp.pl www.cbidgp.pl	<ul style="list-style-type: none"> • Badania rzeczoznawcze maszyn i urządzeń górniczych, w tym urządzeń budowy przeciwwybuchowej. • Badania zagrożeń metanowych. • Pomiary i badania maszyn i urządzeń mechanicznych i elektroenergetycznych. • Badania diagnostyczne. • Pomiary i badania środowiska pracy. • Pomiary i badania czynników środowiska naturalnego.
MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 a 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 e-mail: krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.

Artykuły naukowe opublikowane w miesięczniku „Napędy i Sterowanie” w 2020 roku recenzowali:

- Prof. dr hab. inż. Tadeusz Glinka**
Instytut Elektrotechniki Teoretycznej i Przemysłowej,
Politechnika Śląska w Gliwicach
- Dr hab. inż. Jarosław Guziński, prof. nadzw. PG**
Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Politechnika Gdańska
- Dr inż. Grzegorz Karoń**
Wydział Transportu, Politechnika Śląska w Gliwicach
- Prof. dr hab. inż. Zbigniew Kęsy, prof. zw.**
Instytut Mechaniki Stosowanej i Energetyki,
Politechnika Radomska
- Prof. dr hab. inż. Adam Klich**
Wydział Górniczy, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- Dr hab. inż. Jerzy Kowalski, prof. nadzw. PG**
Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska
- Dr hab. inż. Adam Sołbut, prof. PB**
Wydział Elektryczny, Politechnika Białostocka
- Dr hab. inż. Michał Stosiak, prof. nadzw. PWR**
Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska
- Dr inż. Zbigniew Szulc**
Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska
- Dr inż. Grzegorz Wiciak**
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych,
Politechnika Śląska w Gliwicach

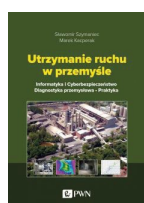


Jerzy Surma
Hakowanie sztucznej inteligencji
 Wydawnictwo Naukowe PWN
 Rok wydania: 2020

Wraz z rozwojem cyfryzacji, w tym m.in. intensywnego rozwoju Internetu Rzeczy, rośnie znaczenie automatyzacji procesów biznesowych oraz użycia inteligentnych systemów wspomagania decyzji z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji i technik zaawansowanej analizy danych. Ten bezspornie ważny trend rozwojowy implikuje istotne zagrożenia i ryzyka.

W książce *Hakowanie sztucznej inteligencji* autorzy opisują zjawiska celowej ingerencji w proces budowania i stosowania modeli sztucznej inteligencji opartych o maszynowe uczenie się, tak aby zakłócić ich działanie czy też doprowadzić do zaprzestania ich funkcjonowania. Te realne zagrożenia mogą mieć olbrzymi wpływ na zdrowie ludzkie, funkcjonowanie przedsiębiorstw i gospodarki, a nawet na bezpieczeństwo narodowe.

Publikacja jest interesująca zarówno dla studentów, jak i pracowników naukowych, szczególnie że dotyczy nowego obszaru badawczego Adversarial Machine Learning. Będzie to też praktyczne źródło wiedzy dla wszystkich, którzy zajmują się wdrażaniem metod sztucznej inteligencji, zarządzaniem procesami wykorzystującymi metody analizy danych czy też odpowiedzialnych za cyberbezpieczeństwo.



Marek Kacperak, Sławomir Szymaniec
Utrzymanie ruchu w przemyśle.
Informatyka i cyberbezpieczeństwo.
Diagnostyka przemysłowa. Praktyka
 Wydawnictwo Naukowe PWN
 Wydanie: 1, 2020

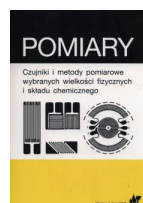
Przedstawiamy Czytelnikom unikatową, pierwszą na polskim rynku publikację poświęconą utrzymaniu ruchu zakładu przemysłowego, a także informatyce, cyberbezpieczeństwu i diagnostyce eksploatacyjnej w przemyśle. W publikacji Czytelnik krok po kroku będzie mógł prześledzić, jak z niewydolnego zakładu przemysłowego – bez informatyki czy diagnostyki – można przy pomocy nowoczesnych narzędzi inżynierskich stworzyć dobrze prosperującą firmę. *Utrzymanie ruchu w przemyśle* będzie również świetną pomocą dla studentów (kierunki na przykład: mechatronika, elektrotechnika, mechanika i budowa maszyn), ponieważ w książce wszystkie zagadnienia są podane w sposób możliwie najprostszy, jak choćby te trudniejsze zagadnienia dotyczące informatyki technicznej w zakładzie przemysłowym, powiązanej z diagnostyką, automatyką i metrologią.



Zdzisław Bubnicki
Teoria i algorytmy sterowania
 Wydawnictwo Naukowe PWN
 Rok wydania: 2020

W książce przedstawiono nowoczesną teorię sterowania, obejmującą zarówno tradycyjne zagadnienia analizy i optymalizacji systemów sterowania, jak i aktualne problemy sterowania w warunkach niepewności, sterowania kompleksami operacji oraz zastosowania metod sztucznej inteligencji. Są to podstawy projektowania komputerowych systemów decyzyjnych – przydatne nie tylko do sterowania procesami technologicznymi, lecz również do sterowania operacyjnego, zarządzania oraz sterowania systemami komputerowymi.

Podręcznik przeznaczony jest dla studentów kierunków: automatyka i robotyka, informatyka oraz zarządzanie, a także dla pracowników naukowych i projektantów systemów informatycznych – wszystkich zainteresowanych sterowaniem, zarządzaniem i informatyką.



Janusz Piotrowski
Pomiary. Czujniki i metody pomiarowe wybranych wielkości fizycznych i składu chemicznego
 Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT
 Rok wydania: 2020

Pomiary są obszerną dziedziną wiedzy wykorzystywaną w codziennej pracy niemal w każdym zawodzie inżynierskim. Od ich dokładności i wiarygodności zależy jakość materiałów oraz produkowanych z nich wyrobów, a także organizacja procesów produkcyjnych. Rozwój elektroniki, informatyki i telekomunikacji umożliwia ciągle doskonalenie technik pomiarowych oraz aparatury, która jest już prawie niezawodna, łatwa w obsłudze, a co najważniejsze – bardzo dokładna również w ekstremalnych warunkach. Równie ważna jak możliwości techniczne jest wiedza na temat technik pomiarowych różnych wielkości fizycznych.

Lektura tej książki przybliży Czytelnikowi zagadnienia związane z:

- metodami pomiarów: temperatury, ciśnienia, poziomu przepływu, drgań, wstrząsów, hałasu, składu chemicznego oraz wilgotności;
- podstawowymi błędami pomiarów i sposobami ich wyznaczania;
- niedokładnościami wyników pomiarów i sposobami ich oceniania;
- układami przetwarzania i przesyłania sygnałów pomiarowych;
- współczesną aparaturą pomiarową i jej właściwościami;
- czynnościami metrologicznymi;
- obowiązującymi przepisami prawnymi.

TEMATYKA

napędy i sterowanie

miesięcznik
naukowo-
-techniczny

Nr 2 (262)

Rok XXIII
Luty 2021

- Automatykacja produkcji
- Efektywność w energetyce
- Bezpieczeństwo sieci przemysłowych
- Technika przemieszczeń liniowych i montażu
- Hydraulika siłowa



Promocja pisma zgodnie z planem wydawniczym na www.nis.com.pl

Kontakt: e-mail: redakcja.nis@drukart.pl; tel. 32 755 19 17

1/2021 (261)

2/2021 (262)

3/2021 (263)

4/2021 (264)

5/2021 (265)

6/2021 (266)

7-8/2021 (267-268)

9/2021 (269)

10/2021 (270)

11/2021 (271)

12/2021 (272)

PRENUMERATA

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

Cena prenumeraty rocznej wynosi 118,80 zł (w tym 8% VAT).

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32 755 15 74.

Miesięcznik „Napędy i Sterowanie” można zaprenumerować, wykorzystując:

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

lub za pośrednictwem:

- Wydawnictwa SIGMA NOT, tel./fax 22 840 35 89;
- RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22 693 70 00 (godz. 7⁰⁰–17⁰⁰)
www.prenumerata.ruch.com.pl, prenumerata@ruch.com.pl;
- GARMOND PRESS SA, tel./fax 12 412 75 60;
- Kolporter spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k.,
www.kolporter.com.pl, tel. 41 367 88 88.

XV edycja Konkursu miesięcznika

napędy miesięcznik
i sterowanie naukowo-
-techniczny

PRODUKT ROKU 2020

KATEGORIE:

- Nowe maszyny i technologie
- Poprawa bezpieczeństwa
- Napędy i silniki
- Systemy sterowania procesami i układami
- Urządzenia pomiarowe i czujniki



Ogłoszenie wyników konkursu oraz wręczenie nagród i wyróżnień odbędzie się podczas Międzynarodowych Targów AUTOMATICON 2021.

Więcej na www.nis.com.pl

Wiemy, że potrzebujesz wiarygodnych informacji, aby zwiększać bezpieczeństwo i wydajność swoich procesów technologicznych.


WARTOŚĆ MIERZONA + WARTOŚĆ DODANA

Otrzymujesz pakiet usług i rozwiązań, które Cię wspierają, a trafne decyzje podejmujesz w oparciu o rzetelne dane.

Heartbeat Technology – poczuj puls urządzeń pomiarowych



- Heartbeat Diagnostyka – zwiększenie bezpieczeństwa zakładu.
- Heartbeat Weryfikacja – potwierdzenie wiarygodności pomiarów bez zakłóceń produkcji.
- Heartbeat Monitoring – wsparcie w optymalizacji procesu technologicznego.

 Wesołych Świąt i Szczęśliwego Nowego Roku życzy Endress+Hauser

Dowiedz się więcej
www.pl.endress.com/heartbeat

Endress+Hauser 
People for Process Automation