

2024 lipiec-sierpień

cyrkulacje

POWIETRZE ■ WENTYLACJA ■ KLIMATYZACJA

82

TECHNIKA

- › WENTYLACJA POŻAROWA W GARAŻACH DLA SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH
- › TUNELE DROGOWE – STEROWANIE I ZASILANIE SYSTEMÓW WENTYLACJI

ENERGOOSZCZĘDNOŚĆ

- › MODERNIZACJA ENERGETYCZNA INSTALACJI AQUAPARKU – STUDIUM PRZYPADKU

PORADA EKSPERTA

- › WENTYLACJA DACHÓW PŁASKICH

**SYSTEM
OXID**

NOWOŚĆ



www.aereco.com.pl

SYSTEM OXID AERECO

ODDYMIANIE

KLATEK SCHODOWYCH

I SZYBÓW WINDOWYCH

System OXID przeznaczony jest do stosowania jako system odprowadzenia dymu i ciepła z klatek schodowych w budynkach. Funkcją OXID jest wymuszenie ukierunkowanego przepływu powietrza i dymu na klatce schodowej z wykorzystaniem mechanicznego nawiewu powietrza kompensacyjnego.

Celem stosowania systemu jest umożliwienie oddymiania klatki schodowej i niedopuszczenie do opadania dymu poniżej kondygnacji na której wystąpił pożar co zapewni łatwiejszą ewakuację z budynku oraz ułatwi działanie ekipom ratowniczym.



**ZESTAW URZĄDZEŃ DO ODDYMIANIA
KLATEK SCHODOWYCH I SZYBÓW WINDOWYCH**

SKUTECZNA TECHNIKA WENTYLACYJNA AERECO

ebmpapst

engineering a better life

Same korzyści.

Aplikacje o dużych wydatkach powietrza mogą skorzystać z zalet technologii GreenTech EC i sprawdzonej konstrukcji silników z wirnikiem zewnętrznym. Odkryj RadiPac z nowym silnikiem FanDrive o mocy 24 kW i przepływem powietrza do 40 000 m³/h.

Więcej informacji na:

www.ebmpapst.com/pl/pl/campaigns/product-campaigns/centrifugal-fans/radipac.html





fot. Ł. Kozyra

Bezpieczeństwo pożarowe

Inżynieria bezpieczeństwa pożarowego to dziedzina interdyscyplinarna, trudna, ale jednocześnie fascynująca. Stosowane technologie są cały czas unowocześniane i ulepszone. Specjaliści, szukają nowych rozwiązań, mając nadzieję, że podniesienie standardów bezpieczeństwa zapobiegnie w przyszłości tragediom.

Pożary zdarzały się zawsze. Niestety czasem musi się wydarzyć katastrofa, aby zmieniły się standardy bezpieczeństwa ppoż. W roku 1666 miał miejsce wielki pożar Londynu. Zanim do tego doszło było to miasto wąskich uliczek, drewnianych budynków krytych strzechami. Po wielkim pożarze zaczęto wprowadzać przepisy dotyczące szerokości dróg oraz materiałów, z których powinno się wykonywać budynki. Nowe zasady bezpieczeństwa przeciwpożarowego były reakcją na katastrofę. Minęło kilka wieków i historia się powtórzyła. W 2017 roku w stolicy Wielkiej Brytanii doszło do tragicznego pożaru wieżowca Grenfell Tower, w którym zginęli ludzie. Dopiero wtedy do władz miasta dotarło, że takich niebezpiecznych budynków jest na pewno więcej. To również stało się impulsem, by przyjrzeć się przepisom przeciwpożarowym i zmienić te,

w których regulacje nie są wystarczająco rygorystyczne. Wszystko po to, aby nie dopuścić w przyszłości do podobnych katastrof.

Prawdopodobnie jedną z najtrudniejszych dziedzin z zakresu bezpieczeństwa pożarowego jest inżynieria tunelowa. W jej zakres wchodzi wiele dyscyplin: inżynieria ruchu, analiza ryzyka, wentylacja, automatyka, a nawet chemia potrzebna, by określić toksyczność dymu. Inżynier ma do czynienia nie tylko ze złożonymi systemami technicznymi, ale także z wieloma trudnymi do określenia zmiennymi. Do tego dochodzi przewidywanie, jak zachowują się ludzie w chwili wybuchu pożaru. I nagle to, co wydawało się czysto mechanicznym problemem, zaczyna obejmować elementy psychologii. To pokazuje, jak złożona i trudna jest praca inżyniera odpowiedzialnego za bezpieczeństwo przeciwpożarowe. Warto pamiętać o tym, że jeśli rozwiąże on nawet drobny problem, to jednak jest to krok, który być może uratuje w przyszłości ludzkie życie.

Elżbieta Socha
Redaktor prowadząca

cyrkulacje

POWIETRZE ■ WENTYLACJA ■ KLIMATYZACJA

Redaktor naczelny: Tomasz Trusewicz, **Redaktor prowadząca:** Elżbieta Socha

Redakcja: Aleksandra Kuśmierczyk

Skład i łamanie: BigR

Zdjęcie na okładce: Frédéric Prochasson | stock.adobe.com

Czasopismo bezpłatne kolportowane wśród specjalistów branży wentylacyjnej i klimatyzacyjnej

Wydawca: Stowarzyszenie Polska Wentylacja, cyrkulacje@wentylacja.org.pl

www.cyrkulacje.pl



**Stowarzyszenie
Polska
Wentylacja®**

Stowarzyszenie Polska Wentylacja jest zrzeszeniem osób zawodowo związanych z branżą wentylacyjną. Celem działania jest wspieranie rozwoju branży wentylacyjnej i upowszechnianie wiedzy. Działa od 2001 roku, a od 2013 jest także członkiem Stowarzyszenia Europejskiego Przemysłu Wentylacyjnego EVIA z siedzibą w Brukseli.



fot. Grzegorz Kalicki



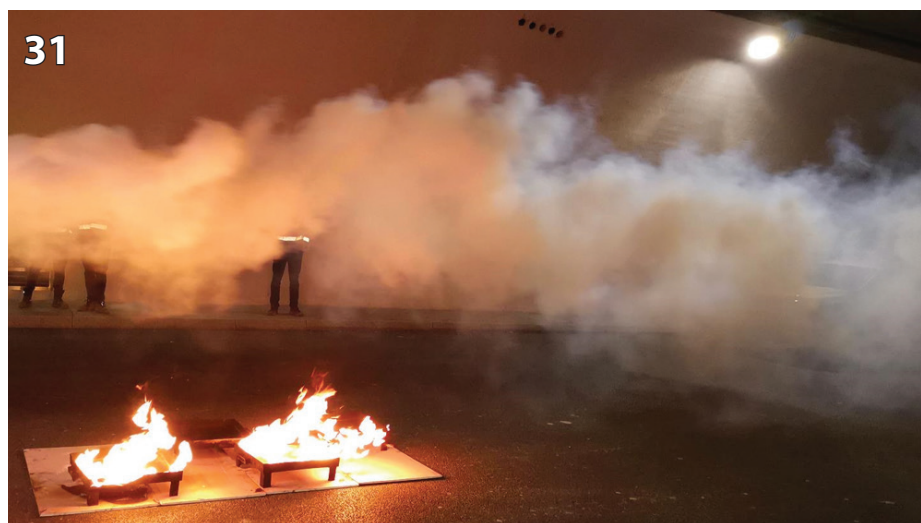
14

» Aktualności	6	» Wentylacja pożarowa i bytowa w tunelach drogowych – zasilanie i sterowanie	31
» Szukam kolejnego bodźca – rozmowa z Grzegorzem Kalickim – laureatem Nagrody PASCAL 2024 za projekt instalacji HVAC w Narodowym Instytucie Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie	12	» Chłodzenie – technologia mikrokanałowa	40
» Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie – Państwowy Instytut Badawczy – Nagroda PASCAL 2024	14	» Modernizacja energetyczna instalacji w aquaparku – studium przypadku	44
» Wentylacja pożarowa w garażach dla samochodów elektrycznych	18	» Pytanie do eksperta	58
» Praktyczne zastosowanie wytycznych CNBOP-PIB w projektowaniu oddymiania klatek schodowych – wyniki analiz CFD	24	» Nowości produktowe	60
		» Strefa studenta	63
		» Podróże w nieoczywiste kierunki	66

fot. materiały prasowe straży pożarnej w Brabancji Środkowej i Zachodniej, Holandia



18



31

Firmy

ANG KLIMATYZACJA informuje o pełnej dostępności klimatyzatorów komercyjnych LCAC oraz multi marki ANDE. Klimatyzatory LCAC mają m.in. wbudowaną pompkę skroplin, grzałkę tacy ociekowej, wlot świeżego powietrza, nawiew 360°. Są wyposażone w Wi-Fi. Przeznaczone do wszystkich dużych wnętrz komercyjnych z podwieszanym sufitem m.in. biur, sal konferencyjnych, galerii handlowych, restauracji. Zestawy multi występują w wersjach z klimatyzatorem Basic oraz Jupiter. Sterowanie klimatyzatorem Jupiter odbywa się za pomocą pilota bezprzewodowego i Wi-Fi 2.0. Urządzenie

wyposażone jest w filtr węglowy, oczyszczający powietrze filtr PM 2.5 oraz jonizator nowego typu Cold Plasma. Klimatyzator sprawdzi się nawet przy -20°C w trybie grzania. Klimatyzator Basic Plus w porównaniu do wersji Basic ma wbudowany jonizator. Łączy w sobie najwyższą jakość i funkcjonalność w stosunku do ceny. Urządzenie wykorzystuje czynniki R32, ma tryb silence, wysoką klasę energetyczną oraz kompaktowe wymiary. Jest dostępny w wydajności od 2,5 kW do 7 kW.

BDR THERMEA GROUP – instalacja pomp ciepła HPI S w szpitalu w Starachowicach. Zakończył się drugi etap termomodernizacji trzech budynków starachowickiego szpitala. Częściowo wymieniono instalację centralnego ogrzewania oraz zainstalowano kaskady składające się z ośmiu powietrznych pomp ciepła. Kaskada została połączona z instalacją fotowoltaiczną składającą się ze 110 paneli o mocy każdej 450 W. Kaskada pomp ciepła HPI S to system, w którym kilka pomp pracuje razem, co zwiększa efektywność cieplną. Pompy mogą pracować niezależnie. Modele HPI S charakteryzują się wysoką sprawnością (COP do 5,11), co skutkuje oszczędnością energii do 30% w porównaniu z tradycyjnymi urządzeniami. Pompy działają efektywnie nawet przy niskiej temperaturze, a system kaskadowy umożliwia elastyczne zarządzanie zapotrzebowaniem na ciepło. Natomiast kompaktowa jednostka wewnętrzna oraz cicha praca są istotne dla środowiska szpitalnego, w którym liczy się optymalne planowanie przestrzeni oraz spokój. Więcej informacji [tutaj](#).

BDR THERMEA GROUP – podsumował 2023 rok pod kątem finansowym. Grupa BDR Thermea osiągnęła sprzedaż netto w wysokości 2,3 miliarda euro w poprzednim roku, co stanowiło wzrost obrotów o 3% w porównaniu z rokiem 2022. Wzrost sprzedaży nastąpił głównie w Niemczech (dotyczył pomp ciepła i kotłów, osiągając szczytowy popyt), Niderlandach (dzięki wprowadzeniu rozwiązań dotyczących hybrydowych pomp ciepła i przejęciu Fortes Energy Systems) oraz w Turcji. Z drugiej strony sprzedaż spadła we Francji, Włoszech i w Polsce, między innymi w wyniku niższego popytu na rynku. W 2023 roku sektor pomp ciepła wzrósł o 20% w porównaniu do 2022 roku. Wzrost zanotowano dzięki rozszerzeniu rynku w Niemczech i Niderlandach oraz umocnieniem pozycji grupy na rynkach w Hiszpanii i we Włoszech. Wzrosła sprzedaż większości innych produktów, w tym m.in. klimatyzatorów (+22%), części zamiennych (+6%) i świadczonych usług (+23%, wzrost zarówno organiczny, jak i poprzez przejęcia). Zmniejszyła się sprzedaż paneli fotowoltaicznych (-32%) ze względu na spadający popyt. Więcej informacji [tutaj](#).

BOSCH kontynuuje rozwój dzięki strategicznemu przejęciu – zamierza nabyć od Johnson Controls globalną jednostkę biznesową HVAC oferującą urządzenia stosowane w budynkach mieszkalnych i mniejszych obiektach komercyjnych. Dodatkowo przejmie 100% udziałów w joint venture John-

FIRMA SZUKA PRACOWNIKA

ALFACO POLSKA Sp. z o.o.

Miejsce pracy: Kraków, ul. Ciepłownicza 28

Specjalista ds. chłodnictwa

Obowiązki: wsparcie techniczne klientów; ofertowanie i dobór urządzeń; pozyskiwanie nowych klientów; identyfikacja potrzeb klientów danej grupy produktów; monitorowanie i analiza danych rynkowych dotyczących segmentu i konkurencji; rozwijanie i wdrażanie strategii produktu; realizacja planów sprzedaży na danym terenie

Wymagania:

- wykształcenie techniczne – chłodnicze lub pokrewne
- 2–3 letnie doświadczenie w pracy na podobnym stanowisku
- znajomość zagadnień związanych z chłodnictwem, klimatyzacją i automatyką
- dobra znajomość języka angielskiego (praca w międzynarodowym zespole)
- znajomość systemu Enova będzie dodatkowym atutem
- umiejętność zarządzania zespołem, operatywność i komunikatywność
- wysoką kulturą osobistą
- prawo jazdy kategorii B

ALFACO POLSKA Sp. z o.o.

Miejsce pracy: Białystok, ul. Gen. Wł. Andersa 7

Specjalista ds. chłodnictwa

Obowiązki: wsparcie techniczne dla klientów; ofertowanie i dobór urządzeń; pozyskiwanie nowych klientów; identyfikacja potrzeb klientów danej grupy produktów; monitorowanie i analiza danych rynkowych dotyczących segmentu i konkurencji; rozwijanie i wdrażanie strategii produktu; realizacja planów sprzedaży na danym terenie

Wymagania:

- doświadczenie w pracy na podobnym stanowisku
- znajomość zagadnień związanych z chłodnictwem, klimatyzacją i automatyką HVAC
- dobra znajomość języka angielskiego (praca w międzynarodowym zespole)
- otwartość, operatywność i komunikatywność
- umiejętność pracy w zespole
- wysoka kultura osobista

Mile widziane:

- wykształcenie techniczne
- znajomość systemu Enova
- prawo jazdy kategorii B

Informacje niezbędne do aplikowania na stanowiska pracy można uzyskać bezpośrednio u podmiotu poszukującego pracownika.

son Controls – Hitachi Air Conditioning (JCH), w tym 40% udział Hitachi. Transakcja została zatwierdzona przez akcjonariuszy i radę nadzorczą Bosch, a 23 lipca strony podpisały umowę wiążącą. Przejęcie podlega również zwyczajowym warunkom zamknięcia i zatwierdzeniom regulacyjnym. Cena zakupu przejmowanych firm wynosi 8 mld dolarów (7,4 mld euro). Przejęcie ma zostać sfinalizowane w ciągu około 12 miesięcy. Przejęcie rozszerzy działalność firmy Bosch na rynkach w USA i Azji. Przychody Bosch Home Comfort Group wzrosną z około 5 mld euro do 9 mld euro. Po integracji w Bosch Home Comfort Group zatrudnionych będzie ponad 26 tys. pracowników, a w portfolio znajdzie się jeszcze szersza gama produktów z zakresu ogrzewania i chłodzenia.

DAIKIN AIRCONDITIONING POLAND – zarząd informuje o zmianie na stanowisku dyrektora zarządzającego. Po dziesięciu latach dynamicznego rozwoju pod przewodnictwem Tomasza Dobryniewskiego firma Daikin ogłasza zmianę na stanowisku dyrektora zarządzającego Daikin Airconditioning Poland. Tomasz Dobryniewski dzięki swoim umiejętnościom i pasji doprowadził do szybkiego rozwoju Daikin w Polsce, a firmie zagwarantował spektakularne rezultaty na rynku HVACR. Od 1 lipca decyzją zarządu Daikin Europe na stanowisko dyrektora zarządzającego powołany został Igor Skelin, pracujący w Daikin od 2005 roku, który zdobył znaczące

doświadczenie na poprzednich stanowiskach dyrektora zarządzającego w Chorwacji, dyrektora generalnego strategicznej jednostki biznesowej Total Solutions w Europie Środkowej oraz członka zarządu Daikin Central Europe.

IGLOTECH – wygodne sterowanie centralami Östberg. Istnieją różne rodzaje sterowania systemem wentylacji, które pozwalają dostosować działanie central wentylacyjnych do indywidualnych potrzeb i preferencji użytkowników. Östberg zagwarantował użytkownikom maksymalny komfort, zostawiając szeroki wybór sposobu sterowania pracą centrali Östberg – dzięki aplikacji Heruiq oraz dwóm sterownikom.

KLIMA-THERM wprowadza podwójny system znakowania urządzeń Fujitsu Airstage. Nowy sposób znakowania urządzeń klimatyzacyjnych marki Fujitsu jest częścią globalnej strategii marketingowej japońskiego koncernu i zarazem zapowiedzią nowości w ofercie Fujitsu na sezon 2024/2025. Od teraz na wszystkich nowo produkowanych klimatyzatorach typu split z grupy RAC/PAC oraz na jednostkach systemu VRF, obok marki producenta Fujitsu, pojawi się nowe logo produktowe Airstage (Fujitsu – Airstage). Głównym celem zmian jest unifikacja nazewnictwa całej kategorii urządzeń klimatyzacyjnych pod jedną wspólną marką Airstage – do tychczas kojarzoną wyłącznie z systemami VRF.

REKLAMA

airdot® 200

REKUPERATOR STREFOWY DLA SZKÓŁ I PRZEDSZKOLI

- współpraca w parach oraz grupach urządzeń
- dwie wersje komunikacji: link / link+
- zintegrowany czujnik wilgotności i zmierniczu
- automatyczne zamykanie przepływu powietrza
- tryby pracy: auto / czuwanie / manualny
- specjalna konstrukcja tłumiąca hałas zewnętrzny



A

Wydajność
max
100m³/h

Odzysk
ciepła do
93%

Zużycie
energii max
11,9W

Średnica
montażu
200mm

Współpraca
do
16 jdn

Montaż
**natynkowy
podtynkowy**



KLIMOR pomyślnie przeszedł weryfikację systemu dokumentowania czynności na zgodność z ustawą F-gazową, przeprowadzoną przez Urząd Dozoru Technicznego (UDT). Pozytywny wynik kontroli potwierdza zaangażowanie w utrzymanie najwyższych standardów operacyjnych i zgodności z aktualnymi przepisami. Certyfikat jest ważny przez kolejne 7 lat i świadczy o solidności i wiarygodności jako partnera biznesowego. Klimor gwarantuje klientom, że wszystkie zabiegi są zgodne z obowiązującymi przepisami i zobowiązuje się do dalszego zrównoważonego działania i nadzorowania procesów w trosce o środowisko naturalne.

NEOHEAT – pompy ciepła dostępne z dofinansowaniem na rynku niemieckim. Pompy ciepła zyskują na popularności jako jedno z najbardziej efektywnych i ekologicznych

urządzeń grzewczych dostępnych na rynku europejskim. W obliczu niestabilnych cen energii i coraz bardziej rygorystycznych norm UE dotyczących emisji CO₂ konsumenci szukają urządzeń, które nie tylko obniżą koszty eksploatacji, ale także spełnią wysokie standardy ekologiczne. Właśnie dlatego warto zwrócić uwagę na pompy ciepła Neoheat, które mają certyfikację Keymark, dzięki temu są już dostępne na liście niemieckich dofinansowań BAFA.

Nowości

ANTICOR prezentuje nowość – taśmę instalacyjną HVAC Premium. Taśma przeznaczona jest do łączenia i uszczelniania rur i kanałów z metalu i z tworzyw sztucznych stosowanych w wentylacji, klimatyzacji i technice cieplnej, łączenia i mocowania typowych materiałów izolacyjnych, np. z pianki poliuretanowej w płaszczu PCW. Taśma jest odporna na wpływy atmosferyczne, w tym promieniowanie UV i ozon, starzenie, roztwory mydła, oleje, kwasy, zasady, korozję, jest też mrozoodporna, wodoodporna, samogasnąca. Może być stosowana w zakresie temperatury: -18 ÷ 105°C. Cechuje ją bardzo dobra przyczepność i elastyczność. Bardzo dobrze dopasowuje się podczas nakładania przy naprężeniu oraz docisku. Spełnia wymagania RoHS i REACH. Więcej informacji [tutaj](#).

INWEST-KLIMA, autoryzowany partner Duco, Siber i RDZ, wprowadza na rynek polski nowe rekuperatory EPP. Siber Evo – hiszpańskie rekuperatory z EPP przeznaczone do montażu pionowego na ścianie lub poziomego jako podwieszane. Rekuperatory mają wysokość 21 cm lub 27 cm i cztery wielkości 150, 200, 300 i 400 m³/h, wymiennik przeciwprądowy standardowy lub entalpiczny, przekładane króćce z uszczelkami, 2 obrotowe króćce skroplin, wentylatory EC z technologią Constant Flow, automatyczny by-pass. Kolejna nowość to RDZ Reflair 150 i 250 (2 modele) – nowe włoskie rekuperatory w obudowie EEP, z obrotowymi króćcami, wymiennikiem przeciwprądowym – teraz również entalpicznym, by-passsem, wysokości tylko 24 cm, przeznaczone do montażu poziomego (podwieszane) lub pionowego na ścianie. Duco Box Energy Premium & Comfort belgijskie rekuperatory ze sterowaniem strefowym – rekuperator z opatentowanym modulem sterowania wentylacją dwustrefową. Duco Box Comfort z możliwością podłączenia zewnętrznych przepustnic strefowych.

STIEBEL ELTRON ma dwie nowości. Pierwsza to rekuperatory VRC-W 450/600 (E) Premium o wydajności 450 i 600 m³/h (200 Pa), odzyskiem ciepła do 94,5%, panelem obsługowym z możliwością przeniesienia na ścianę i wbudowanym modulem internetowym z aplikacją MyStiebel. Rekuperatory w wersji E występują z entalpicznym wymiennikiem ciepła ze zwiększonym odzyskiem energetycznym poprzez odzysk wilgoci (do 65%) i mają system stałego przepływu powietrza

ALFACO POLSKA Sp. z o.o.

Miejsce pracy: Białystok, ul. Gen. Wł. Andersa 7

Młodszy specjalista ds. chłodnictwa

Firma poszukuje absolwentów lub studentów studiów zaocznych do pracy lub płatnego stażu

Obowiązki: wsparcie techniczne klientów; ofertowanie i dobór urządzeń; pozyskiwanie nowych klientów; realizacja planów sprzedaży na danym terenie; praca z systemem ERP – Enova, do której przyjęta osoba zostanie wdrożona

Wymagania:

- wykształcenie techniczne chłodnicze / wyższe lub w trakcie studiów zaocznych
- znajomość zagadnień związanych z chłodnictwem, klimatyzacją i automatyką HVAC
- dobra znajomość języka angielskiego (praca z dokumentacją techniczną w j. angielskim)
- otwartość na naukę i samorozwój
- komunikatywność
- wysoka kultura osobista
- prawo jazdy kategorii B będzie dodatkowym atutem

ALFACO POLSKA Sp. z o.o.

Miejsce pracy: Wrocław, ul. Krakowska 141-155

Specjalista ds. chłodnictwa

Obowiązki: wsparcie techniczne dla klientów; ofertowanie i dobór urządzeń; pozyskiwanie nowych klientów; identyfikacja potrzeb klientów danej grupy produktów; monitorowanie i analiza danych rynkowych dotyczących segmentu i konkurencji; rozwijanie i wdrażanie strategii produktu; realizacja planów sprzedaży na danym terenie

Wymagania:

- doświadczenie w pracy na podobnym stanowisku
- znajomość zagadnień związanych z chłodnictwem, klimatyzacją i automatyką HVAC
- dobra znajomość języka angielskiego (praca w międzynarodowym zespole)
- otwartość, operatywność i komunikatywność
- umiejętność pracy w zespole
- wysoka kultura osobista
- prawo jazdy kategorii B

Mile widziane:

- wykształcenie techniczne
- znajomość systemu Enova

Informacje niezbędne do aplikowania na stanowiska pracy można uzyskać bezpośrednio u podmiotu poszukującego pracownika.

(CF). Najważniejsze dane techniczne: automatyczny 100% by-pass z klapą w przewodzie powietrza doprowadzanego do pasywnego chłodzenia/ogrzewania, modułowana moc, nagrzewnica wstępna z 3 trybami pracy, czujniki temperatury, wilgotności, CO₂ do sterowania strefowego i PM 2,5, dokładny filtr F7 i plisowany G4, uniwersalna wersja podłączenia króćców powietrza R/L. Druga nowość to centralna wentylacja VRL-C Trend/Premium do zastosowania w szkołach i przedszkolach. Wbudowany filtr i odzysk ciepła poprawiają jakość powietrza i obniżają zawartość CO₂, aerozoli, pyłków i kurzu. Kompaktowe urządzenie ma dwie wydajności 300 i 870 m³/h. Przy natężeniu przepływu powietrza do 870 m³/h wymienia powietrze, odzyskując do 92% energii cieplnej. Cicha praca poniżej 40 dB(A) pozwala na stosowanie w salach lekcyjnych. Energooszczędne wentylatory EC i inteligentna regulacja oraz czujniki umożliwiają efektywną eksploatację. Tryby pracy, programy i parametry można nastawiać w prosty sposób za pomocą panelu obsługowego. Urządzenia można podłączyć do systemu zarządzania budynkiem BMS za pomocą interfejsów BacNet, Modbus i LON.

Lista ZUM

BDR THERMEA GROUP – pompy ciepła Modena marki De Dietrich i Auriga A marki Baxi ponownie zostały zaakceptowane na liście ZUM. Pozostałe urządzenia marek

De Dietrich i Baxi zostały uzupełnione o wymagane międzynarodowe certyfikaty HP Keymark i Eurovent. Obecnie trwa oczekiwanie na akceptację w systemie, aby ponownie urządzenia znalazły się na liście ZUM. Więcej informacji [tutaj](#).

IGLOTECH informuje, że pompy ciepła NEOHEAT znalazły się na liście ZUM. Dzięki temu inwestorzy z łatwością rozliczą dofinansowanie uzyskane z programu Czyste Powietrze.

REFSYSTEM informuje, że pompy ciepła HAIER SUPERAQUA są już dostępne na Liście Zielonych Urządzeń i Materiałów. Lista ZUM po 14 czerwca została uszczelniona, a to oznacza, że znajdują się na niej urządzenia, których jakość została potwierdzona certyfikacją m.in. Keymark.

Targi, szkolenia, kongresy

BDR THERMEA GROUP informuje o nadchodzących szkoleniach praktycznych prowadzonych przez BDR Thermea Poland (De Dietrich i Baxi) z podziałem na kategorie urządzeń: NOZE (klasyczne źródła energii), a także OZE (odnawialne źródła energii). Szczegóły można sprawdzić [tutaj](#).

IGLOTECH podsumowuje Mistrzowskie Dni Otwarte. Podczas ostatnich dwóch miesięcy odbyło się kilkanaście spotkań w ramach Mistrzowskich Dni Otwartych w oddziałach hurtowni Iglotech w całym kraju. Spotkania cieszyły się dużym zainteresowaniem zarówno ze strony

REKLAMA

EBERG

TECHNIKA DOBREGO KLIMATU

KLIMATYZATOR BEZ JEDNOSTKI ZEWNĘTRZNEJ MONOBOX



4w1



3 prędkości wentylatora



Wi-Fi



timer 24 h



tryb nocny



nagrzewnica PTC

specjalistów branży HVAC&R, jak i entuzjastów technologii klimatyzacyjno-wentylacyjnej. Spotkania były okazją do poszerzenia wiedzy, nawiązania nowych kontaktów biznesowych oraz wzięcia udziału w licznych atrakcjach przygotowanych specjalnie na to wydarzenie. Igłotech dziękuje wszystkim instalatorom za spotkanie i zaprasza na kolejne.

INWEST-KLIMA zaprasza do wzięcia udziału w jednodniowym kursie F-GAZ, który odbywa się w siedzibie firmy w Białymstoku. Kurs kończy się egzaminem praktycznym i teoretycznym umożliwiającym uzyskanie kwalifikacji niezbędnych do sprzedaży, montażu i serwisu klimatyzacji, pomp ciepła i urządzeń chłodniczych. Dodatkowo dla chętnych firma organizuje kurs lutowania i napełniania butli. Poza tym firma zaprasza na cykl szkoleń autoryzacyjnych Mitsubishi Electric: pompy ciepła, klimatyzatory serii M i Mr Slim. Miejsce szkolenia: Inwest-Klima, Białystok. Zapisy odbywają się przez formularz dostępny [tutaj](#).

NIBE-BIAWAR zaprasza do udziału w jednodniowych szkoleniach produktowo-technicznych z gruntowych i powietrznych pomp ciepła marki NIBE. Szkolenia są przeznaczone dla instalatorów, projektantów i deweloperów,

chcących zdobyć lub poszerzyć wiedzę i umiejętności w zakresie doboru, projektowania i instalacji pomp ciepła. Szkolenia będą się odbywać stacjonarnie. Szkolenia z gruntowych pomp ciepła zaplanowane są na 5.09 we Wrocławiu, 11.09 w Mszczonowie, 24.09 w Zbąszyniu koło Poznania, 1.10 w Łodzi, 22.10 w Białymstoku oraz 5.11 w Gliwicach. Z kolei po wiedzę dotyczącą powietrznych pomp ciepła firma zaprasza 4.09 do Wrocławia, 10.09 do Mszczonowa, 17.09 do Krakowa, 23.09 do Zbąszynia, 15.10 do Kielc, 17.10 do Białegostoku oraz 7.11 do Lublina. Szczegółowe informacje i formularz zgłoszeniowy dostępne są na stronie www.nibe.pl w sekcji Szkolenia.

REFSYSTEM – HAIER był Srebrnym Partnerem XII Kongresu PORT PC. W tym roku z uwagi na ciągle zmiany prawne oraz wyraźne spowolnienie transformacji energetycznej kraju wydarzenie było mocno wyczekiwane przez przedstawicieli branży OZE.

Marketing, publikacje, Internet

ANG KLIMATYZACJA zorganizowało wakacyjną promocję dotyczącą urządzeń komercyjnych i systemów multi. Za każde wydane 1000 zł na urządzenia serii komercyjnej oraz multi otrzymuje się bon Sodexo w wysokości 50 zł. Promocja trwa do końca sierpnia.

BERLINERLUFT uruchomił nową stronę internetową. Nowy wygląd i funkcjonalność zostały zaprojektowane z myślą o lepszej czytelności. Przejrzysty układ i zmodyfikowana treść ułatwiają korzystanie ze strony. Produkty podzielono na pięć grup: wentylatory, komponenty wentylacyjne, systemy tłumienia hałasu, systemy wentylacyjne spawane oraz usługi lakiernicze. Każdemu obszarowi przyporządkowano określony kolor. Taki system ułatwia intuicyjne i szybsze wyszukiwanie odpowiedniego produktu. Rysunek budynku na stronie startowej prowadzi bezpośrednio do wybranego obszaru oferty. Bardzo praktyczna jest również funkcja wyszukiwania osoby do kontaktu na stronach poszczególnych produktów.

FUJITSU partnerem głównym projektu „Kino na Leżakach”. Nadal trwa kolejna edycja projektu plenerowych pokazów filmowych „Kino na Leżakach”, którego jednym z partnerów głównych jest Fujitsu. Ponad 60 wydarzeń odbywa się w nadmorskich kurortach oraz wybranych miastach centralnej i wschodniej Polski. Dla uczestników pokazów przygotowano m.in. stoisko informacyjne Fujitsu oraz konkursy z nagrodami.

INWEST-KLIMA przygotowała promocję Moc Prezentów (obowiązuje do końca roku lub do wyczerpania zapasów). Po zakupie produktów z wybranego asortymentu można otrzymać cenne prezenty. Asortyment objęty promocją: system rozdzielaczy IPX-Premium Inwest-Produkt, reperytory Energysaving, Duco, Siber, RDZ, Komfovent,

ENGIE SERVICES Sp. z o.o.

Oddział SAR

Miejsce pracy: Warszawa, ul. Grochowska 312

Kierownik kontraktu w obiekcie Data Center

Obowiązki: zarządzanie procesem świadczenia usługi obsługi technicznej urządzeń i instalacji objętych umową serwisową w nowoczesnym obiekcie typu Data Center; koordynacja i nadzór nad pracami serwisowymi wykonywanymi przez podległy zespół; współpraca z dostawcami i podwykonawcami w celu zapewnienia terminowego wykonania prac serwisowych; przygotowywanie raportów i analiz dotyczących funkcjonalności infrastruktury technicznej obiektu; współpraca z klientami w ramach planowanych prac remontowych, modernizacyjnych czy optymalizacyjnych w zakresie świadczonej usługi; utrzymywanie kontaktu z klientami i rozwiązywanie ewentualnych problemów związanych z bieżącą realizacją usługi; organizacja i prowadzenie szkoleń dla podległych pracowników serwisu w zakresie eksploatacji urządzeń i instalacji objętych usługami serwisowymi; opracowywanie wniosków do przełożonych dotyczących poprawy jakości świadczonych usług serwisowych; organizacja i uczestnictwo w wybranych konferencjach, targach i szkoleniach z zakresu urządzeń i instalacji objętych usługami serwisowymi

Wymagania:

- wykształcenie wyższe techniczne, preferowane kierunki: elektrotechnika, automatyka, chłodnictwo lub pokrewne
- doświadczenie w zarządzaniu podległym zespołem
- minimum 2 lata doświadczenia w pracy w obiekcie typu Data Center
- znajomość przepisów i norm dotyczących instalacji elektrycznych i HVAC
- znajomość normy EN50600
- umiejętność planowania, organizacji pracy i czasu pracy
- umiejętność pracy w zespole
- dobra komunikacja i umiejętność rozwiązywania problemów
- język angielski na poziomie min. B2 – warunek konieczny

Link do formularza aplikacyjnego

Informacje niezbędne do aplikowania na stanowiska pracy można uzyskać bezpośrednio u podmiotu poszukującego pracownika.

decentralne Blauberg, klimatyzatory Mitsubishi Electric, VIVAX. Szczegóły promocji znajdują się [tutaj](#).

KAISAI ma nowy cennik. Od 1 lipca obowiązuje zaktualizowany cennik urządzeń Kaisai obejmujący systemy klimatyzacyjne, pompy ciepła, fotowoltaikę oraz rekuperatory. Materiał zawiera szereg nowości w zakresie jednostek ściennych, systemów multi split oraz klimatyzatorów komercyjnych. Ponadto w nowym wydaniu cennika dostępne są niższe ceny na pompy ciepła Kaisai.

KLIMA-THERM – 17 lipca ruszyła kampania informacyjna dotycząca platformy serwis.oze.eco – nowoczesnego narzędzia online służącego do rejestracji pomp ciepła z oferty firmy oraz do kompleksowego zarządzania obsługą gwarancyjną i posprzedażową. Kampania kierowana do użytkowników końcowych ma na celu zwiększenie świadomości dotyczącej korzyści płynących z rejestracji urządzeń na platformie. Użytkownicy pomp ciepła Fujitsu i Kaisai, aby uzyskać gwarancję, zobowiązani są do zarejestrowania na platformie serwis.oze.eco. Prosty i intuicyjny proces rejestracji przedstawiono krok po kroku [w filmie](#).

NEOHEAT przygotował praktyczny poradnik dotyczący różnego rodzaju dofinansowań – w krótki i czytelny sposób można zapoznać się ze wszystkimi dostępnymi

programami dofinansowań, w których można uzyskać wsparcie na zakup i montaż pomp ciepła. Poradnik do pobrania na stronie [www.iglotech.com](#) oraz [www.neoheat.pl](#).

PANASONIC HEATING & COOLING SOLUTIONS udostępnił najnowszą wersję aplikacji Comfort Cloud, V1.21.0. Wprowadzono nowe funkcje w celu poprawy komfortu użytkownika i zapewnienia większej kontroli nad zużyciem energii i zarządzaniem urządzeniami. Wyróżniającą się funkcją jest zaktualizowany wykres zużycia energii, co zapewnia użytkownikom szczegółowy wgląd w ich wzorce zużycia energii. Dzięki aplikacji łatwiej zidentyfikować możliwości zwiększenia wydajności i oszczędności kosztów, a ustawiając niestandardowe stawki za energię elektryczną, dokładniej oszacować wartość rachunków. Użytkownicy mają dostęp do danych z dwóch lat dotyczących ogrzewania i chłodzenia, co umożliwia przydatne porównania i trafniejsze podejmowanie decyzji dotyczących zużycia energii. Aktualizacja zapewnia również bezpośredni link do zasobów i często zadawanych pytań, dając użytkownikom łatwy dostęp do informacji. Kompatybilność z najnowszymi wersjami systemów Android i iOS została poprawiona, aby zapewnić bezproblemowe działanie aplikacji na nowych urządzeniach. ■

REKLAMA

VILPE® Sense

MONITORING I INTELIGENTNE OSUSZANIE IZOLACJI DACHU

- Monitoruje poziom wilgoci w izolacji dachu
- Skutecznie osusza konstrukcje
- Zapobiega powstawaniu pleśni i grzybów
- Ogranicza nieoczekiwane remonty

Suche i bezpieczne struktury dachu z najnowszą technologią IoT

System VILPE Sense analizuje poziom wilgotności warstwy izolacyjnej dachu, wentyluje i osusza ją wg potrzeb. Zlokalizuje nawet niewielki przeciek i wyśle Ci ostrzeżenie. Monitoruj stan dachu z aplikacją VILPE Sense i bądź pewien, że nic Cię nie zaskoczy.

VILPE®
Innovative and Easy

Sprzedaż i wsparcie techniczne
tel. +48 71 740 26 23
biuro@vilpe.com

VILPE Poland Sp. z o.o.
ul. Graniczna 8aa
54-610 Wrocław

[vilpe.com/pl/sense](#)

Szukam kolejnego bodźca

Rozmowa z Grzegorzem Kalickim z biura projektowego Altercraft, laureatem Nagrody PASCAL 2024 za projekt instalacji HVAC w Narodowym Instytucie Onkologii w Warszawie



Stowarzyszenie Polska Wentylacja już po raz dziesiąty uhonorowało nagrodami PASCAL autorów instalacji wentylacyjnych, klimatyzacyjnych i chłodzenia za wyróżniające się koncepcje inżynierskie i rzetelność zawodową



fol. Jarosław Kąkol

Czy Pana zdaniem warto wybrać zawód projektanta HVAC?

Grzegorz Kalicki: Projektowanie to przede wszystkim praca, a jak praca to musi się zgadzać stan konta. Od dłuższego czasu widać, że projektanci instalacji w Polsce są bardziej doceniani. I choć daleka droga przed nami, to zmiany idą w dobrym kierunku. Zwiększa się też stopień skomplikowania wznoszonych budynków. Nawet niewielki dom jednorodzinny jest standardowo wyposażony w wentylację mechaniczną, pompę ciepła i elementy klimatyzacji. Zatem rynek potrzebuje specjalistów od wentylacji, klimatyzacji i chłodzenia, ale tu pojawia się kolejny problem – znalezienie dobrego fachowca w dzisiejszych czasach to trudne zadanie.

Wydaje mi się poza tym, że praca projektanta raczej nie zostanie w najbliższym czasie zastąpiona przez automatyzację i sztuczną inteligencję. Projektanci będą potrzebni jeszcze długo. Przede wszystkim dlatego, że w tym zawodzie wymagany jest jednak pewien poziom myślenia kreatywnego i abstrakcyjnego. A z doświadczenia wiem, że nie każdy to potrafi. Warto też pamiętać, że branża HVAC to bardzo szeroki rynek. To nie tylko praca projektowa, ale również różnego typu zajęcia na budowie, obsługa techniczna, a także wszystkie branże pochodne, jak np. przemysł. Jakby nie patrzeć na pewno warto wybrać zawód związany z wentylacją, klimatyzacją i chłodzeniem. Pole manewru jest dość duże.

Jak Pan postrzegał tę profesję na pierwszym roku studiów, a jak teraz, gdy odnosi Pan sukcesy jako doświadczony projektant?

GK: W większości przypadków rzeczywistość zgadza się z moimi oczekiwaniami, ale są pewne różnice, związane

głównie z zarządzaniem i organizacją biura. Mam własną pracownię, ale nawet przed jej założeniem koordynacja projektów, czyli telefony, ocean maili i liczne spotkania, pochłaniały mi większość czasu. Teraz się śmieję, że projektowanie kończy się na etapie koncepcji, a później to tylko rysowanie i koordynacja.

Udało się Panu skompletować u siebie w pracowni zespół dobrych projektantów. Jakie cechy, Pana zdaniem, ma projektant, który sprawdzi się w tym zawodzie? Na jakie cechy charakteru zwraca Pan uwagę, gdy szuka Pan osób do swojego biura?

GK: Przede wszystkim kreatywność i logiczne myślenie. Nie zwracam uwagi na kursy czy obsługę programów branżowych, tego zawsze można się nauczyć. Ważne jest też pogodne usposobienie, żeby była możliwa praca w zespole. Dużego projektu nie da się nadzorować samodzielnie, ludzie w zespole sami muszą koordynować swoje działania i się dogadywać. Zawsze podkreślam, że nagrody, w tym szczególnie Nagroda PASCAL, to zasługa nie moja, tylko mojego zespołu. Jestem z niego bardzo zadowolony i też bardzo dumny. Każdy z projektantów wie, co robi, ale również każdy zadaje sobie pytanie o sens wykonywanej czynności. Nie rysowanie a projektowanie – według mnie to klucz do sukcesu.

Jest Pan laureatem już dwóch nagród PASCAL. Pierwszą otrzymał Pan w 2021 roku za instalację w Hotelu Europejskim w Warszawie, drugą w tym roku (PASCAL 2024) za instalację w Narodowym Instytucie Onkologii również w Warszawie. Który projekt był Pana zdaniem bardziej wymagający, trudniejszy?

GK: Każdy obiekt jest inny, ale to Hotel Europejski jak na razie był najbardziej wymagającym projektem, z jakim się zetknąłem – bezkonkurencyjnie i na każdym poziomie. Był przede wszystkim bardzo duży i wielowarstwowy. Centrum Onkologii nie miało takiej skali, ale instalacje wymagały bardzo indywidualnego podejścia z racji tego, że był to funkcjonujący szpital. Nie mogliśmy poprosić pacjentów o opuszczenie łóżek. Synchrotron Solaris, za który dostałem wyróżnienie w 2023 roku, był najbardziej skomplikowany technicznie, a szczegóły ustalone były z naukowcami. Mam jeszcze kilka projektów, których, niestety, opisać nie mogę ze względu na klauzulę poufności. Takie sytuacje często zdarzają się w naszej branży. Choć projekty są bardzo ciekawe i niestandardowe pod względem instalacyjnym, nie możemy się nimi pochwalić i o nich opowiadać. Z mojego punktu widzenia każdy projekt niestandardowy cieszy mnie tak samo, nieważne czy jest mały, czy duży. Liczy się, żeby wymagano ode mnie wymyślenia czegoś od nowa.

Projektuje Pan wentylację nie tylko w szpitalach, lecz także w obiektach przemysłowych. Którym z nich chciałby się Pan pochwalić?

GK: Każdy obiekt przemysłowy ma własną specyfikę związaną z technologią produkcyjną. Każda tego typu instalacja to nowy pomysł. Wzorce do skopiowania raczej nie istnieją. Przemysł to też duże pieniądze, z reguły klientów nie interesują koszty inwestycyjne tylko niezawodność. To pozwala projektantowi rozwinąć skrzydła, ale wiąże się o ogromną odpowiedzialnością (postój linii produkcyjnej to często miliony złotych). Najciekawszy bez wątpienia był synchrotron Solaris, opisywany w Cyrkulacjach. Inny ciekawy obiekt to Royal Canin, fabryka karmy dla zwierząt. Jest to typowy przykład z wielkiego przemysłu. To nie jest hala, do której ktoś wstawił linię produkcyjną. Wieża ma 30 m wysokości i po sam dach wypełniona jest rurami instalacyjnymi niczym łódź podwodna. Coś wspaniałego. Projektowałem tam wiele instalacji chłodzenia i wentylacji. Z ciekawszych mogę wymienić: odzysk chłodu z ciekłego azotu do klimatyzacji, wentylację wieży produkcyjnej z chłodzeniem maszyn, kontrolę nadciśnienia w poszczególnych strefach, czy liczne odzyski ciepła, idące w megawaty. Najciekawszym zadaniem był eksperymentalny układ osuszania powietrza dla procesu. Dostałem dane pomiarowe wilgotności i temperatury w różnych miejscach instalacji, z kilku miesięcy, szczytowane co 2 minuty, łącznie około miliona pomiarów, i prośbę, żeby zlikwidować kondensację w kanałach za chłodziarką. Aby określić same założenia do projektu, czyli do jakiej wartości trzeba osuszać, musiałem napisać dwa tysiące linijek kodu w VBA.

Jaki jest projekt marzeń, który chciałby Pan zrealizować w przyszłości?

GK: Elektrownia jądrowa, a może instalacje amoniakalne. Marzy mi się projekt fabryki, która byłaby ogrzewana i chłodzona wyłącznie ciepłem odpadowym powstałym z procesu produkcyjnego. Interesują mnie rzeczy nietypowe, do których nie znajdzie się żadnych przodków. To spore ryzyko, bo zawsze coś może nie zadziałać, ale na tym właśnie polega praca projektanta. Na początku każdego takiego projektu czuję emocje jak przy wspinaczce wysokogórskiej, czy na zawodach o bardzo skomplikowanym stopniu trudności. Później, jak znajduję rozwiązanie i narysuję schemat, patrzę na niego i podziwiam swoje dzieło. Cieszy mnie to, podobnie jak pokonanie jakichś kluczowych trudności alpejskiej ściany, czy wygrana w zawodach. Gdy już emocje opadną, szukam kolejnego bodźca, innego wyzwania projektowego. Cieszy mnie, że moje instalacje działają i że mam możliwość coś sam wymyślić. Dorzucić moją małą cegiełkę do naszej cywilizacji.

Dziękuję za rozmowę

**Aleksandra Kuśmierczyk
Sekretarz Nagrody PASCAL**

NARODOWY INSTYTUT ONKOLOGII im. M. Skłodowskiej-Curie

szpital, Warszawa, ul. Roentgena 5



foto. Grzegorz Kalicki



PASCAL 2024

*UZASADNIENIE KAPITUŁY
Nagrodę przyznano
za projekt rewitalizacji
złożonego obiektu, w którym
projektanci musieli zmierzyć
się z szeregiem ograniczeń
związanych z warunkami
zastanymi w budynku.
Piotr Bartkiewicz,
Tomasz Klinke,
Leszek Targowski*

Jedna z trudniejszych modernizacji obiektu szpitalnego z Nagrodą PASCAL 2024

Przedmiotem projektu była termomodernizacja budynku szpitalnego Narodowego Instytutu Onkologii Polskiego Instytutu Badawczego im. Marii Skłodowskiej-Curie. Obiekt został zbudowany w latach 80. ubiegłego wieku. W około 80% był wentylowany grawitacyjnie – w tej części każde pomieszczenie miało swój pion wentylacyjny wyprowadzony ponad dach. Pomieszczenia o podwyższonych wymaganiach higienicznych były wentylowane mechanicznie za pomocą wentylatorów nawiewnych i wywiewnych, zlokalizowanych głównie na poziomie -1 i +10.

W związku z termomodernizacją zaplanowano wymianę instalacji ogrzewania, c.w.u., a także modernizację węzła cieplnego oraz zaprojektowanie w całym budynku wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.

W pomieszczeniach wentylowanych mechanicznie, w miejscu starych wentylatorów, miały zostać zamontowane centrale wentylacyjne nawiewne i wywiewne z glikolowym odzyskiem ciepła.

W pomieszczeniach wentylowanych grawitacyjnie zaprojektowano wykonanie nowej instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła z wykorzystaniem kanałów istniejącej wentylacji grawitacyjnej. Zaprojektowano również nietypową instalację glikolowego odzysku ciepła, wspólną dla wszystkich central wentylacyjnych – odzysk ciepła był centralny, a przeważnie stosuje się odzyski łączące tylko dwie sekcje centrali lub dwie centrale. W tym wypadku jedną instalacją połączono kilkadziesiąt central nawiewnych i wywiewnych. Dodatkowo przewidziano pompę ciepła, dzięki temu instalacja może działać w trzech trybach: odzysku ciepła, wspomaganego odzysku ciepła oraz wody lodowej. Zastosowanie pompy ciepła znacząco poprawia sprawność układu odzysku ciepła. Wzrosła ona z około 67% do blisko 90%. Cała instalacja może pracować bez pomocy węzła cieplnego do temperatury zewnętrznej -10°C. Instalacja była szczegółowo opisana w „Cyrkulacjach” nr 68/2022.

Trudności modernizacji instalacji HVAC polegały na zaprojektowaniu wentylacji w pomieszczeniach, które wcześniej były wentylowane wyłącznie grawitacyjnie. Należało wykonać nową instalację bez przerywania pracy szpitala i to w środku pandemii COVID-19.

Zdecydowano, że w projekcie wentylacji mechanicznej zostaną wykorzystane istniejące kanały grawitacyjne, które należało udrożnić i uszczelnić. Konieczne było również wykonanie ekspertyzy pożarowej.

Po modernizacji wszystkie pomieszczenia w szpitalu spełniają obowiązujące wymagania higieniczne, w tym dotyczące filtracji za pomocą filtrów HEPA – stałej kontroli nadciśnienia itd.

Główne przewody wentylacyjne zostały rozproszdzone na dachu, aby ograniczyć przebudowę wewnątrz budynku. Liczba wykorzystanych kanałów wentylacji grawitacyjnej wynosi około 2000.

Wyregulowanie tak rozbudowanej instalacji za pomocą przepustnic z praktycznego punktu widzenia było niewykonalne. Dlatego została ona zaprojektowana z wykorzystaniem małych regulatorów CAV.

Należało ograniczyć do minimum prace w salach chorych i jednocześnie zapewnić nawiew powietrza w okolicy okna (aby uniknąć krótkiego spięcia z pomieszczeniami WC). Zaprojektowano małe dysze nawiewne, które zamontowano zamiast krat. Powietrze nawiewane ma wystarczający zasięg strug, aby dotrzeć do okien. Równocześnie dysze dobrano tak, aby prędkość w strefie przebywania ludzi nie przeszkadzała chorym, a generowany hałas był poniżej dopuszczalnych 25 dB(A).



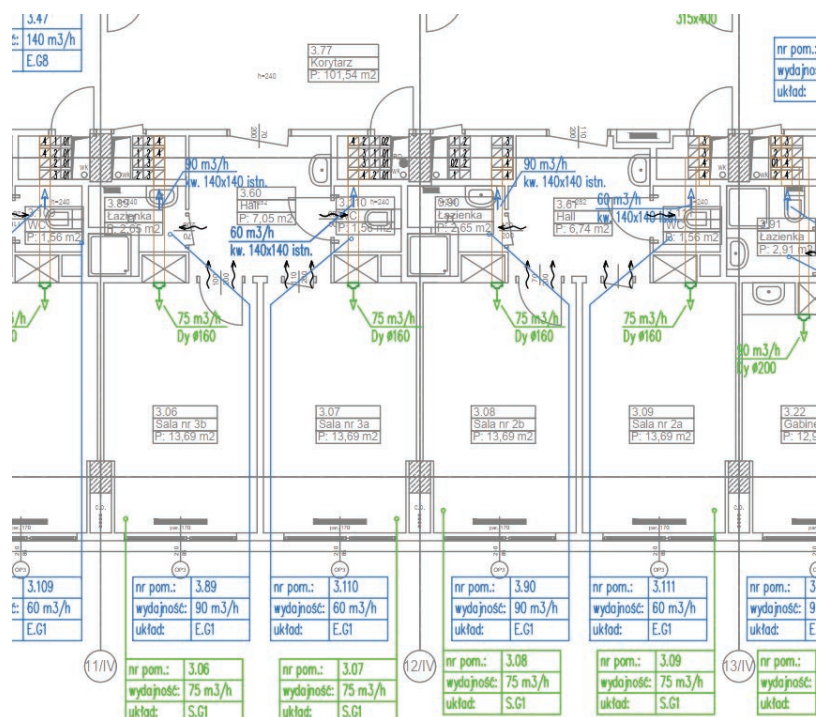
fot. Grzegorz Kalicki

Dach szpitala przed przebudową



fot. Grzegorz Kalicki

Dach szpitala po modernizacji z widocznymi kanałami wentylacyjnymi



Rys. 1. Schemat wentylacji w salach chorych – rozwiązanie najczęściej zastosowane w obiekcie szpitala

Najważniejszym elementem całego projektu były bez wątpienia centrale wentylacyjne, których parametry zostały obliczone z uwzględnieniem różnych niezależnych przypadków.

Pod uwagę wzięto:

- › kontrolę nadciśnienia w wybranych pomieszczeniach,
- › zapewnienie stałego regulowanego ciśnienia dyspozycyjnego w kanałach,
- › moduły odzysku ciepła – zostały przeliczone jako wspólny odzysk ciepła – układ w stronę producenta central, którego program doborowy umożliwia takie obliczenia w układach 1:1 lub 1:2 (w projekcie jest 13 central nawiewnych i 22 centrale wywiewne),
- › parametry wody lodowej zoptymalizowane pod kątem maksymalnej mocy chłodniczej,
- › współpracę z systemem BMS, który zarządza całą instalacją wentylacji i odzysku ciepła oraz przełącza poszczególne funkcje zależnie od określonych w projekcie parametrów i scenariuszy.

Ciekawostką z budowy był niekonwencjonalny sposób sprawdzenia tego, który z przewodów wentylacyjnych na dachu odpowiada konkretnemu pomieszczeniu szpitala. Po wykonaniu pierwszych podłączeń okazało się, że w niektórych przypadkach powietrze jest nawiewane do WC, a wywiewane przez salę chorych.

Jako pierwszą możliwość sprawdzenia rozważano próby dymowe, co jednak wymagałoby zgody lekarzy. Dodatkowo trzeba by było dość długo czekać, zanim dym przedostałby się ponad dach, a do sprawdzenia było prawie 2000 kanałów.

Próbowano przeprowadzić próby akustyczne, początkowo z wykorzystaniem częstotliwości niesłyszalnych dla ludzi, żeby nie przeszkadzać pacjentom. Jednak infradźwięki trudno wygenerować i w dodatku za ich pomocą nie da się wskazać konkretnego kanału, ponieważ łatwo się rozpraszają. Próbowano więc z ultradźwiękami. Zastosowany głośnik ze wzmacniaczem emitował szum o głośności około 100 dB i był niesłyszalny. Ultradźwięki, niestety, były zbyt intensywnie tłumione przez kanały.

Trzecim pomysłem było wykorzystanie dźwięków o częstotliwości około 1000–5000 Hz generowanych za pomocą trąbki rowerowej ze sprężonym powietrzem, którą zabudowano w puszcze tłumiącej. To rozwiązanie okazało się jednak zbyt skomplikowane w realizacji na większą skalę (puszka, butla, pompka).

Ostatecznie wykorzystano dmuchawę do liści. Przykładano ją w każdym pomieszczeniu do kratki i uruchamiano na około 1–2 sekundy. Osoba znajdująca się na dachu nie miała wątpliwości, w której sali jest przeprowadzana próba i łatwo dopasowywała kanał wentylacyjny do pomieszczenia.

Grzegorz Kalicki

Altercraft



foto: Grzegorz Kalicki

› **NARODOWY INSTYTUT ONKOLOGII** **im. M. Skłodowskiej-Curie** **szpital, Warszawa, ul. Roentgena 5**

- › Główny projektant instalacji HVAC: **Grzegorz Kalicki ALTERCRAFT**
- › Zespół projektowy: **Katarzyna Skarbek, Małgorzata Różycka, Piotr Szczęsny ALTERCRAFT**
- › Zgłaszający do Nagrody: **ALTERCRAFT Grzegorz Kalicki**
- › Inwestor: **Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie – Państwowy Instytut Badawczy**
- › Architekt: **ARGOX Sp. z o.o.**
- › Główny wykonawca systemu HVAC: **ERBUD International Sp. z o.o.**
- › Generalny wykonawca inwestycji: **ERBUD International Sp. z o.o.**

KLIMA-THERM
BY SABIANA

Klimakonwektory **SABIANA**

Połączenie funkcjonalności
z włoską estetyką

klima-therm.com



Wentylacja pożarowa w garażach dla samochodów elektrycznych

Jak pokazuje doświadczenie, pożary samochodów elektrycznych różnią się od pożarów aut wyposażonych w silniki z zapłonem iskrowym. Moc maksymalna pożaru osiągnięta w czasie badania porównawczego samochodów osobowych tej samej marki z silnikiem elektrycznym i spalinowym jest podobna. Główna różnica dotyczy czasu i intensywności rozwoju pożaru.

W ciągu ostatnich lat można zaobserwować bardzo gwałtowny rozwój elektromobilności. Jest on związany w dużej mierze ze wzrastającą świadomością wyczerpywania się zasobów ropy naftowej, której ok. 87% światowego wydobycia zużywa przemysł motoryzacyjny. Nie bez znaczenia są też kwestie globalnego ocieplenia klimatu.

Poszukiwanie innych źródeł energii powoduje szybki rozwój technologii jej magazynowania w akumulatorach litowo-jonowych. Obecnie na całym świecie samochody elektryczne stanowią ok. 2,5% wszystkich samochodów poruszających się po drogach. Nie jest to dużo, ale w ciągu następnych 5–6 lat przewiduje się, że będą stanowiły już około 10% wszystkich pojazdów drogowych.

Należy pamiętać, że pierwszy samochód elektryczny pojawił się na drogach już w 1888 roku – był to czterokołowy pojazd niemieckiego przedsiębiorcy Andresa Flockena. Jednak ze względu na ograniczoną pojemność baterii i ich wysoki koszt, konstrukcje tego typu nie przyjęły się, a świat czterech kółek zdominowały samochody o napędzie spalinowym.

Mimo 130 lat historii i rozwoju motoryzacji nie udało się wyeliminować kwestii ryzyka związanego z pożarami samochodów na parkingach. W ostatnich latach głośno było między innymi o pożarze z 31 grudnia 2017 roku w Liverpoolu, gdzie ogień strawił wszystkie 1200 aut znajdujących się na parkingu wielopięsiomowym, czy też o wydarzeniach z 7 stycznia 2020 roku na lotnisku Stavanger w Norwegii – tam w wyniku pożaru zniszczeniu uległo ponad 1300 aut, a konstrukcja budynku została poważnie uszkodzona.

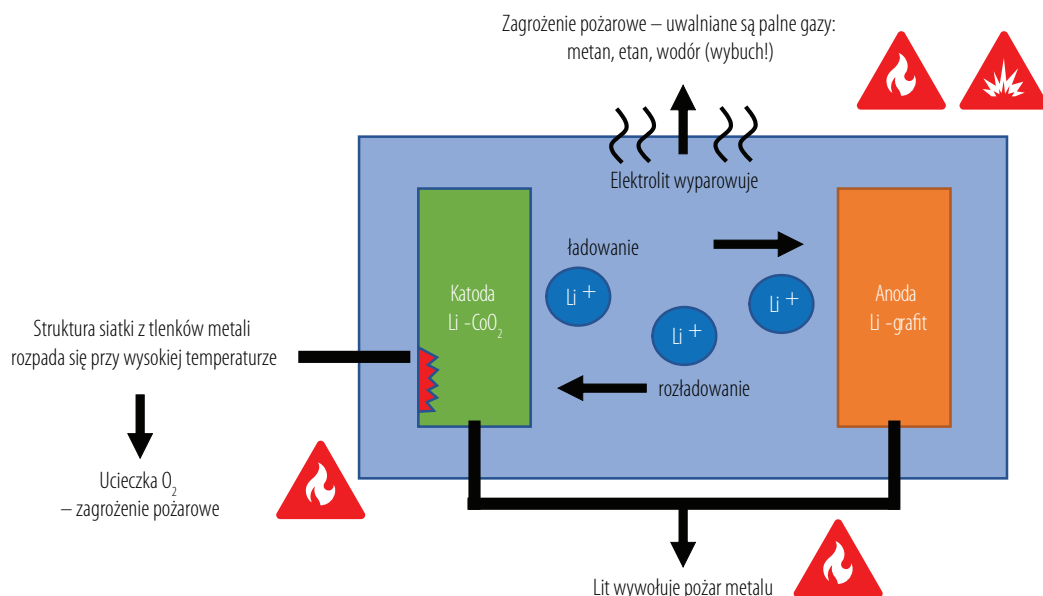
W Warszawie niedawno również w Polsce doszło do poważnego pożaru w garażu podziemnym. 16 października 2020 roku na osiedlu mieszkaniowym przy ul. Górczewskiej prawdopodobnie w wyniku zapalenia

się pojazdu wybuchł pożar, który opanował w krótkim czasie wiele samochodów osobowych. Wynikiem tego pożaru było zniszczenie 47 pojazdów oraz uszkodzenie konstrukcji budynku, co spowodowało częściowe zawalenie się stropu nad garażem.

Tego typu zdarzenia, w których przyczyną pożaru były samochody, stanowią bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi oraz bezpieczeństwa konstrukcji budynków. Ich następstwem są ogromne starty materialne. Przyczynę tak szybkiego rozwoju pożaru upatruje się w konstrukcji nowoczesnych samochodów, do których budowy wykorzystuje się znacznie więcej łatwopalnych tworzyw sztucznych niż w latach wcześniejszych. Przyrost użycia palnych materiałów w samochodach osobowych wzrósł istotnie, począwszy od lat 80. zeszłego stulecia, czego następstwem jest podwojenie się energii wyzwolonej podczas pożaru pojazdu. Stosowane materiały powodują bardzo szybki rozwój pożaru i, co ważne, bardzo szybkie przeniesienie się go dalej. Niebagatelne znaczenie w szybkim rozwoju pożaru ma również rodzaj napędu i zasilania samochodu. Doświadczenie pokazuje, że pożary samochodów elektrycznych mogą mieć szybszy i gwałtowniejszy rozwój niż w przypadku zapalenia się aut spalinowych.

Istnieje obawa, że w najbliższym czasie na parkingach może pojawić się nowe ryzyko związane z rosnącą liczbą samochodów elektrycznych. Szczególnie niebezpieczne wydaje się ładowanie baterii, bo w tym czasie może dojść do zwarcia instalacji elektrycznej, co z kolei może doprowadzić do pożaru w akumulatorach litowo-jonowych. Sytuacje te będą stanowiły nowe wyzwanie dla strażaków i osób odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa na parkingach.

Czy jednak samochody elektryczne palą się częściej niż spalinowe? Dane statystyczne tego nie potwierdzają.



Rys. 1. Mechanizm powstania pożaru w baterii litowo-jonowej – opracowanie własne na podstawie battery university.de GmbH

Na podstawie informacji udostępnionych przez National Safety Board wiemy, że w USA w 2020 roku uległo pożarowi 1530 pojazdów na 100 tys. samochodów z napędem spalinowym. Tymczasem dla samochodów elektrycznych (BEV) ten wskaźnik wyniósł jedynie 25 na 100 tys. Zastanawiający jest natomiast wysoki poziom pożarów samochodów hybrydowych (ponad 3400 spalonych pojazdów na 100 tys. samochodów) wynikający zapewne z niedopracowanej pod względem bezpieczeństwa konstrukcji silnika spalinowego i elektrycznego oraz baterii litowo-jonowej, których wzajemny wpływ termiczny powoduje częstsze zagrożenie pożarowe.

Statystyki pokazują, że popyt na pojazdy elektryczne bardzo wzrósł w ostatnich latach, i że ta tendencja się wciąż utrzymuje. Wspólny dla większości pojazdów elektrycznych jest sposób magazynowania energii – w bateriach litowo-jonowych. Istnieją różne baterie litowo-jonowe o odmiennej budowie i składzie chemicznym, które charakteryzuje różny sposób wbudowania w pojazdy. Liczba poszczególnych ogniw i ich typy zależą od wymaganej wydajności baterii. Bezpieczne korzystanie z baterii litowo-jonowej oznacza utrzymanie ogniw w określonym przedziale napięcia i temperatury. Granice te mogą zostać przekroczone w wyniku zderzenia lub awarii. Powstałe uszkodzenie baterii może doprowadzić do jej odpowietrzenia i spalania.

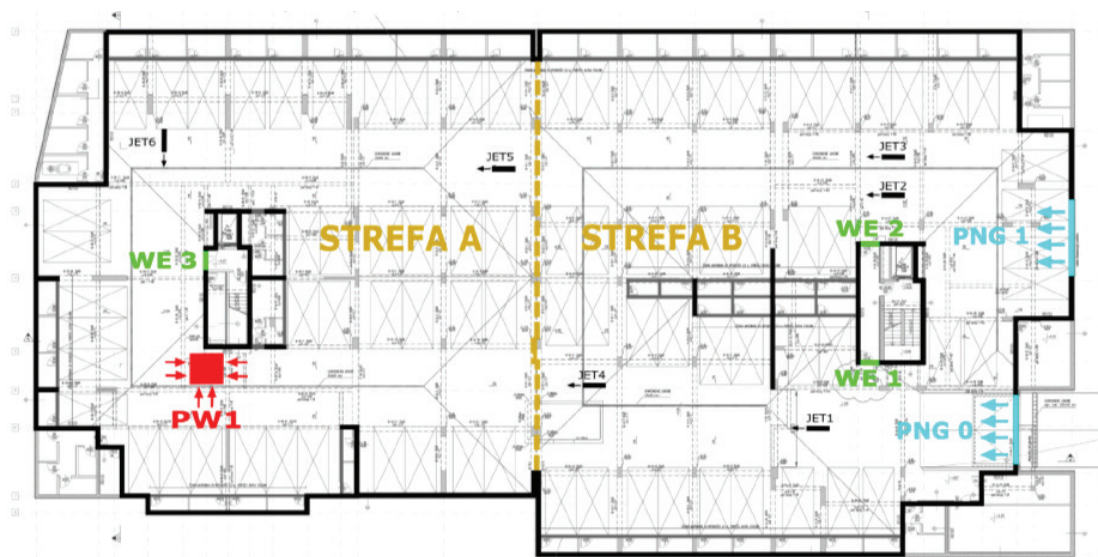
Każde ogniwo w akumulatorze litowo-jonowym zawiera łatwopalny ciekły elektrolit. W przypadku zwarcia ogniwa elektrolit może się zapalić. Ciśnienie w ogniwie gwałtownie wzrasta, aż do momentu pęknięcia ogniwa i odpowietrzenia palnego elektrolitu. Efektem tego jest

uwolnienie łatwopalnych gazów, takich jak metan, etan, etylen, wodór i tlen. Temperatura w pękniętym ogniwie może wzrosnąć do 1000°C. Gwałtowny jej wzrost, czyli tzw. ucieczka termiczna, może stać się przyczyną łatwego rozprzestrzeniania się pożaru na pobliskie ogniwa. Powstaje efekt domina, który został nazwany rozprzestrzenieniem się ucieczki termicznej. Rozprzestrzenienie to może następować gwałtownie, jeśli ogniwa nie są dostatecznie chłodzone.

Szczególnym problemem są dym i toksyczne gazy. Jak pokazały analizy składu gazów pożarowych samochodów elektrycznych, w czasie pożaru produkują one ponad dwukrotnie więcej niż samochody spalinowe szkodliwych fluorowodorów, które są toksyczne i niebezpieczne dla zdrowia.

Na podstawie danych udostępnionych przez australijską agencję EV Fire Safe najczęściej do pożarów samochodów elektrycznych dochodzi w wyniku kolizji pojazdów. Inną częstą przyczyną występującą w ostatnich latach to wady produkcyjne baterii. Pozostałe to uszkodzenie baterii w czasie serwisu, ładowania, przegrzania pojazdu lub zanurzenia w wodzie.

Obecnie wiele się mówi o tym, że samochody elektryczne stanowią poważne zagrożenie ze względu na inny niż w przypadku samochodów spalinowych przebieg pożaru. Aby ocenić ryzyko związane z pożarami samochodów elektrycznych, potrzebne są badania laboratoryjne, mające na celu określenie krzywej rozwoju pożaru HRR, tj. strumienia uwalniania ciepła w funkcji czasu. Wyniki takich badań mogłyby być wykorzystane przy prowadzeniu dalszych analiz w zakresie bez-



Rys. 2. Schemat instalacji wentylacji pożarowej w garażu dla samochodów elektrycznych. Opis: PW – punkt wywiewny, WE – wyjście ewakuacyjne, PNG – nawiew grawitacyjny

	Pożar trzech samochodów z silnikiem spalinywym	Pożar trzech samochodów z silnikiem elektrycznym – pożar zainicjowany w kabinie	Pożar trzech samochodów z silnikiem elektrycznym – pożar zainicjowany w baterii
90 sekund			
180 sekund			
240 sekund			
300 sekund			

Rys. 3. Wyniki analizy CFD przedstawiające zakres widzialności znaków ewakuacyjnych odbijających światło w wypadku rozwoju pożaru trzech samochodów z silnikami spalinywymi i elektrycznymi

pieczeństwa pożarowego. W ciągu ostatnich lat wiele ośrodków badawczych zajmujących się zagadnieniami bezpieczeństwa pożarowego baterii i samochodów elektrycznych przeprowadziło badania, z których można już wyciągnąć wspólne wnioski. Badania, które prowadzone były między innymi w Austrii (BRAFA – „Skutki pożarów

z alternatywnymi układami napędowymi” 2019–2021), Korei Południowej (Testy pożarowe baterii pojazdów elektrycznych – NTA, KEIT, 2020), Szwecji (badania RISE 2022) oraz Niemczech (Projekt badawczy SUVEREN „Zwiększenie bezpieczeństwa w podziemnych garażach podziemnych” – 2019–2020) wskazały, że:

- › nowoczesne samochody zawierają więcej tworzyw sztucznych (większe obciążenie ogniowe) i palą się intensywniej,
- › małe odległości pomiędzy samochodami mają wpływ na szybkie rozprzestrzenianie się ognia,
- › średnia moc pożaru osiągnięta przez porównywalne, co do wielkości samochody spalinowe i elektryczne (BEV, PHEV i ICE) jest podobna i wynosi 5–7 MW,
- › pożary samochodów elektrycznych z powodu uwalnianych dużych ilości gazów łatwopalnych charakteryzują się większą dynamiką niż PHEV i ICE,
- › samochody elektryczne w czasie pożaru emitują znacznie większe ilości toksycznych i żrących związków chemicznych – HF, CO, PH₃,
- › najskuteczniejszym środkiem gaśniczym jest woda – najlepiej, jeśli wniknie do środka baterii,
- › ratownicy powinni zachować większą ostrożność w kontaktach z pożarami BEV i PHEV – uszkodzenia baterii są niewidoczne z zewnątrz, niestabilność baterii jest nieprzewidywalna, a pożar bardzo szybko się rozwija.

Dane pochodzące z dotychczas przeprowadzonych badań pozwoliły na analizy własne, których celem było porównanie rozwoju pożaru w zależności od typu układu napędowego samochodu. Wykonano analizy CFD w celu oceny skutków rozwoju pożaru samochodów w garażu podziemnym pod budynkiem mieszkalnym. W garażu o powierzchni całkowitej 1800 m² zastosowano strumieniową instalację wentylacji pożarowej. Założenia do przeprowadzania porównawczej analizy CFD są zgodne z założeniami krzywych HRR opublikowanych w wytycznych ITB (Systemy wentylacji pożarowej garaży. Projektowanie, ocena, odbiór, Wojciech Węgrzyński, Grzegorz Krajewski, 2015 r.) oraz na podstawie badań wyników w pełnej skali (Electric vehicle fire testing. Macneil DD, Loughheed G, Lam C, et al (2015). In: VIII spotkanie EVS-GTR, Waszyngton, USA 1-5 czerwiec 2015 r. oraz Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle, Amandine Lecocq, Marie Bertana, Benjamin Truchot, Guy Marlair, kwiecień 2014 r.).

Porównując skutki rozwoju pożaru przedstawione na rysunku na stronie 46, widać, że rozwój pożaru, a co za tym idzie emisja dymu, następują z naczeniem szybciej w przypadku pożarów samochodów wyposażonych w baterie litowo-jonowe. Zdecydowanie największa dynamika w pierwszych minutach po wybuchu pożaru została osiągnięta w przypadku samochodów elektrycznych, jeśli pożar rozpoczął się w module baterii. Jego skutki doprowadziły do braku możliwości ewakuacji już w 240 sekundzie od wybuchu pożaru, a minutę później garaż był w pełni wypełniony dymem (kolor niebieski na rysunku).

Wyniki badań wskazują, że w przypadku samochodów tradycyjnych i elektrycznych osiągnięte są podobne wartości średniej mocy pożaru. To, co odróżnia te pożary, to ich dynamika rozwoju. Pożary, które powstają bezpośrednio w baterii, ze względu na uwalnianie duże ilości gazów palnych, może charakteryzować bardzo szybki rozwój, a nawet wystąpienie eksplozji. Taki rozwój sytuacji został odnotowany podczas pożaru samochodu Tesla w Szanghaju.

Dodatkowym zagrożeniem jest fakt, że pożary w bateriach mogą rozwijać się z dużym opóźnieniem. Przykładem jest pożar samochodu Chevrolet Volt w USA, który uległ zapłonowi dopiero trzy tygodnie po przeprowadzonych testach zderzeniowych. Taki scenariusz wydaje się najbardziej niebezpieczny, gdyż początkowy powolny rozwój pożaru może nie zostać wykryty przez czujki dymu, aż do momentu, w którym dojdzie do tzw. efektu ucieczki ciepła. Jest on na tyle gwałtowny, że powoduje szybkie wypełnienie dymem całej kubatury garażu oraz stanowi bardzo duże zagrożenie dla osób mogących znajdować się w pobliżu. Jak pokazały rzeczywiste pożary samochodów elektrycznych, taki scenariusz może się przyczynić do bardzo szybkiego przeniesienia pożaru na kolejne pojazdy, co dodatkowo uniemożliwia jego sprawne ugaszenie.

Pożary samochodów elektrycznych a bezpieczeństwo ekip ratowniczych

Pożary pojazdów elektrycznych stanowią znaczny problem przy gaszeniu zarówno ze względu na specyfikę aut, jak i odmienny rozwój wydarzeń.

W pojazdach elektrycznych bateria znajduje się przede wszystkim w dolnej części podwozia, dodatkowo w hermetycznie zamkniętej obudowie, co sprawia, że utrudnione jest skierowanie środka gaśniczego bezpośrednio do źródła pożaru. Ugaszenie pożaru elektrycznego samochodu osobowego może wymagać zastosowania nawet od 10 do 20 m³ wody, a proces chłodzenia baterii może trwać kilka godzin (średnio jest to ok. 7 godzin, choć znane są przypadki nawrotu pożaru po 20 godzinach). Nawet po ugaszeniu pożaru akumulator musi być schładzany dużymi ilościami wody, ze względu na możliwość ponownego zapalenia się w wyniku samozapłonu rozgrzanych ogniw. Ciekawym rozwiązaniem stosuje obecnie straż pożarna w Holandii, która w celu szybkiego ugaszenia pożaru i niedopuszczenia do jego dalszego rozwoju, wykorzystuje kontenery napełnione wodą, gdzie zanurza cały samochód.

Należy zwrócić uwagę, że duże zagrożenie dla członków ekip ratowniczych stanowi możliwość porażenia prądem. Obecnie produkowane samochody mają in-



Fot. 1. Gaszenie samochodu elektrycznego w kontenerze z wodą, materiały prasowe straży pożarnej w Brabancji Środkowej i Zachodniej, Holandia

stalacje elektryczne zasilane prądem o napięciu DC do 650 V i AC do 400 V.

Dodatkowe niebezpieczeństwo stanowią gazy uwalniane w procesie pożaru. Stają się one szczególnie groźne, gdy dopuści się do ich gromadzenia. Zawarty w elektrolitach heksafluorofosforan litu jest bardzo wrażliwy na wodę i reaguje z wilgocią z powietrza, tworząc fluorowodór (HF, kwas fluorowodorowy) i kwas fosforowy (H_3PO_4). Powstała biała mgła jest toksyczna i żrąca. Może rozpuszczać się na wilgotnej powierzchni skóry i powodować oparzenia chemiczne.

Lokalizacja	Zabezpieczenia	Poziom ryzyka
Piwnica	automatyczne gaszenie pożaru wentylacja dostęp dla strażaków przepisy dotyczące odprowadzania wody gaśniczej	↑
Obszar zewnętrzny publiczny	ochrona mechaniczna (krawężniki, pachołki lub barierki) dla punktów ładowania punkt mocowania kabla do ładowania monitoring CCTV	
W budynku (poziom parteru lub wyżej)	automatyczna detekcja pożaru (głowice wieloczułnikowe) automatyczny system gaszenia pożaru wentylacja gaśnice podział na strefy pożarowe	
Dach budynku	gaśnice przepisy dotyczące odprowadzania wody gaśniczej	

Osoby udzielające pierwszej pomocy i te zajmujące się obsługą techniczną po zderzeniu pojazdów, muszą być świadome możliwych zagrożeń stwarzanych przez samochody elektryczne oraz znać sposoby postępowania z nimi. Dlatego tak ważna jest łatwa identyfikacja pojazdów elektrycznych w celu sprawnej oceny ryzyka oraz zastosowania odpowiednich do sytuacji wytycznych i procedur działania.

Rekomendowane zabezpieczenia

Požary samochodów elektrycznych mogą mieć inny przebieg niż samochodów spalinowych. Niezbędne wydaje się więc dostosowanie zabezpieczeń przeciwpożarowych w garażach dla samochodów osobowych. Niestety, przepisy budowlane w Polsce, poza wskazaniem konieczności instalowania punktów ładowania w garażach, nie precyzują zabezpieczeń pożarowych, które powinny być stosowane, aby ograniczyć potencjalne ryzyko z tym związane. Mając nadzieję, że w niedługim czasie przepisy zostaną dostosowane do zagrożeń, jakie niosą ze sobą pożary samochodów elektrycznych, aktualnie pozostaje korzystać z dostępnych już wytycznych projektowych obejmujących garaże dla pojazdów elektrycznych.

Jednym z takich dokumentów są wytyczne wydane w 2021 r. przez brytyjską organizację Fire Protection Association. Wytyczne te podają wymagane według autorów zabezpieczania miejsc ładowania samochodów elektrycznych. Poniżej przedstawiono w formie tabelarycznej wymaganie dotyczące stosowania różnych zabezpieczeń w zależności od miejsca, w którym ładowarki zostaną zlokalizowane.

W Polsce niedawno ukazały się wytyczne wydane przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB), Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej (KG PSP) i Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych (PSPA). W przypadku zainstalowania punktów ładowania samochodów elektrycznych w garażu rekomenduje się zastosowanie następujących rozwiązań:

- › automatyczna detekcja pożaru,
- › alarmowanie straży pożarnej lub osób mogących zaalarmować jednostki PSP,
- › samoczynne urządzenia gaśnicze lub rozwiązania konstrukcyjno-budowlane jako środek ograniczający rozwój niekontrolowany pożaru – rekomendowane szczególnie, gdy występuje:
 - l ładownie z trudnym dostępem ekip ratowniczych,
 - l czas dojazdu PSP > 15 min,
 - l brak wentylacji pożarowej,
 - l duża moc ładowarek >22 kW,
 - l ładowarki są ogólnodostępne,
 - l skupienie dużej liczby ładowarek w jednym miejscu,
 - l groźba utraty nośności konstrukcji,

- › wentylacja oddymiająca zgodnie z wymaganiami WT,
- › zapewnienie źródeł do gaszenia wewnętrznego i zewnętrznego pożaru,
- › wyposażenie w gaśnice lub urządzenia gaśnicze,
- › zapewnienie drogi pożarowej,
- › dedykowany wyłącznik prądu – w przypadku braku PWP.

We wszystkich przytoczonych wytycznych jako wymóg zasadniczy pojawia się konieczność stosowania skutecznej wentylacji pożarowej. Ma ona na celu zapewnienie odpowiednich warunków ewakuacji ludzi z garażu w pierwszych minutach po wybuchu pożaru oraz zapewnienia odpowiednich warunków do prowadzenia działań ekip ratowniczo-gaśniczych po ich przybyciu do pożaru. Przy projektowaniu instalacji wentylacji pożarowej w garażach dla samochodów elektrycznych istotne jest przyjęcie adekwatnych założeń projektowych, a więc właściwej mocy i przebiegu pożaru o odpowiedniej charakterystyce. Mając na uwadze potencjalnie szybszy rozwój pożaru baterii litowo-jonowej instalacja wentylacji powinna być uruchamiana w jak najwcześniejszej fazie pożaru tak, aby rozcieńczyć i usunąć niebezpieczne gazy. Szczególnie istotne wydaje się stosowanie zaproponowanych w wytycznych (w zakresie ochrony przeciwpożarowej garaży w obiektach budowlanych, przeznaczonych do ładowa-

nia samochodów elektrycznych i hybrydowych plug-in, CNBOP-PIB, KG PSP, PSPA, 2024 r.) układów wizyjnego lub termowizyjnego wykrycia pożaru, które mogą wykryć zjawisko pożarowe w baterii we wcześniejszej fazie niż tradycyjny układ detekcji pożaru. Aby zapewnić odpowiednie warunki do przeprowadzania akcji gaśniczej przy długim czasie koniecznym do ugaszenia pożaru, bardzo ważne staje się zapewnienie dłuższego czasu działania instalacji pożarowych.



Włodzimierz Łącki
AERECO WENTYLACJA

REKLAMA



**Efektywność
i niezawodność
w różnorodnych
zastosowaniach**



Belimo oferuje pełny asortyment siłowników do przepustnic powietrza, klap ppoż., zawory z siłownikami, czujniki do instalacji HVAC

BELIMO Siłowniki S.A.
www.belimo.pl info@belimo.pl

BELIMO®

Praktyczne zastosowanie wytycznych CNBOP-PIB w kontekście oddymiania klatek schodowych

Wyniki analiz CFD

Projektanci oraz rzeczoznawcy do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych na co dzień spotykają się z wieloma problemami projektowymi. W odniesieniu do Wytycznych CNOP często zdarzają się problemy wynikające z konieczności lub nie wykonania dodatkowych symulacji CFD.

Symulacje komputerowe z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów (CFD) są wykonywane w celu sprawdzenia skuteczności działania systemu oddymiania klatek schodowych. Z praktyki i wielu przeprowadzonych analiz wynika, że występuje pewna grupa klatek schodowych, dla których nie jest wymagane wykonywanie symulacji, a jednak na etapie odbiorów Państwowa Straż Pożarna chce otrzymać analizy CFD. Po ich wykonaniu zdarza się, że wyniki nie wychodzą takie, jakich oczekiwano.

Czasami projektanci chcą się przekonać, czy wytyczne rzeczywiście się sprawdzają i potwierdzić to

odpowiednimi analizami. W tym wypadku również nie zawsze otrzymuje się spodziewane wyniki.

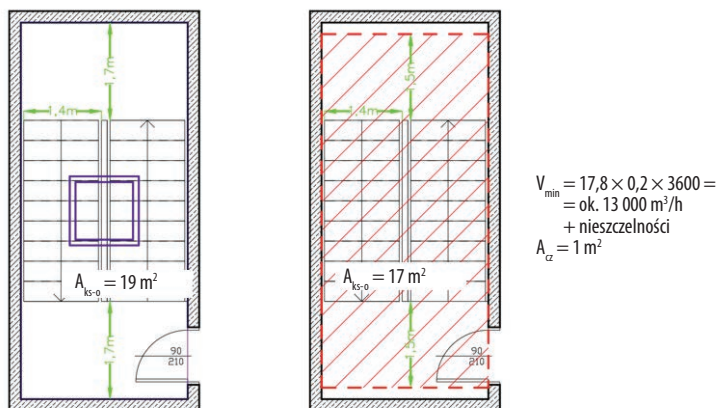
Pojawiają się więc pytania – dlaczego symulacje czasem uzyskują negatywne wyniki? Co jest tego przyczyną? Jakie parametry mogą wpływać na otrzymywane wyniki?

Aby poszukać odpowiedzi na te pytania, zbudowano model, który posłużył do analizy. Założono, że klatka schodowa będzie miała nieco większe wymiary od standardowej – przyjęto spocznik szerokości 1,70 m zamiast 1,50 m i biegi schodów 1,40 m – nieco szersze ze względu na zostawienie miejsca na balustrady. Powierzchnia całkowita modelowej klatki schodowej to 19 m², a powierzchnia obliczeniowa – 17,8 m². Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że wymagana wydajność powietrza to około 13 000 m³/h. Powierzchnia czynna klapy dymowej – 1,0 m².

Wszystkie symulacje zostały wykonane dla warunków letnich, czyli przyjęto najmniej korzystny wariant. Skupiono się wyłącznie na wentylacji mechanicznej. Nie analizowano wentylacji grawitacyjnej.

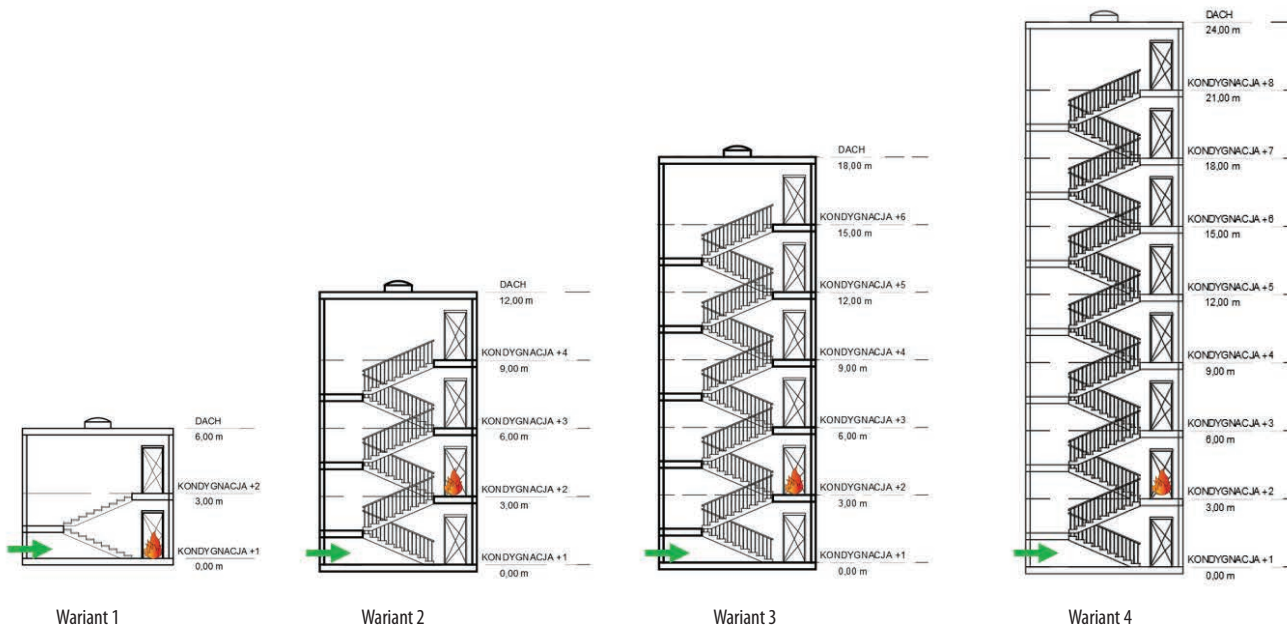
Wysokość klatki schodowej

Na początek sprawdzono wpływ wysokości klatki schodowej na otrzymywane wyniki dotyczące oddymiania. Wzięto pod uwagę klatki dwu-, cztero-, sześciu- i ośmiokondygnacyjną.



Rys. 1. Model analizowanej klatki schodowej

rys. M. Kowalczyk, M. Zugałaj



Rys. 2. Analiza wpływu wysokości klatek schodowych na wyniki oddymiania

Tabela 1. Wpływ wysokości klatki schodowej na oddymianie

Wariant	Różnica wysokości pożar [m]	Czas osiągnięcia 80% [s]	Czas oddymiania [s/m]	Czas osiągnięcia 95% [s]	Czas oddymiania [s/m]
Wariant 1 2 kondygnacje	4,9	408	9,80	423	12,86
Wariant 2 4 kondygnacje	7,9	445	10,76	458	12,41
Wariant 3 6 kondygnacji	13,9	470	7,91	493	9,57
Wariant 4 8 kondygnacji	19,9	509	7,49	531	8,59

↑
49,7%

rys. M. Zugałaj



Rys. 3. Analiza oddymiania osmiokondygnacyjnego budynku z kondygnacjami podziemnymi

Tabela 2. Wpływ kondygnacji podziemnych na oddymianie

Wariant	Lokalizacja pożaru	Lokalizacja nawiewu	Różnica wysokości [m]	Czas osiągnięcia 80%	Czas oddymiania [s/m]	Czas osiągnięcia 95%	Czas oddymiania [s/m]
Wariant 4.1	kondygnacja -3	kondygnacja -4	19,9	509	7,49	531	8,59
Wariant 4.2	kondygnacja +2	kondygnacja +1	10,9	458	8,99	477	10,73
Wariant 4.3	kondygnacja +2	kondygnacja -4	10,9	457	8,90	475	10,55

↑ 22,3%

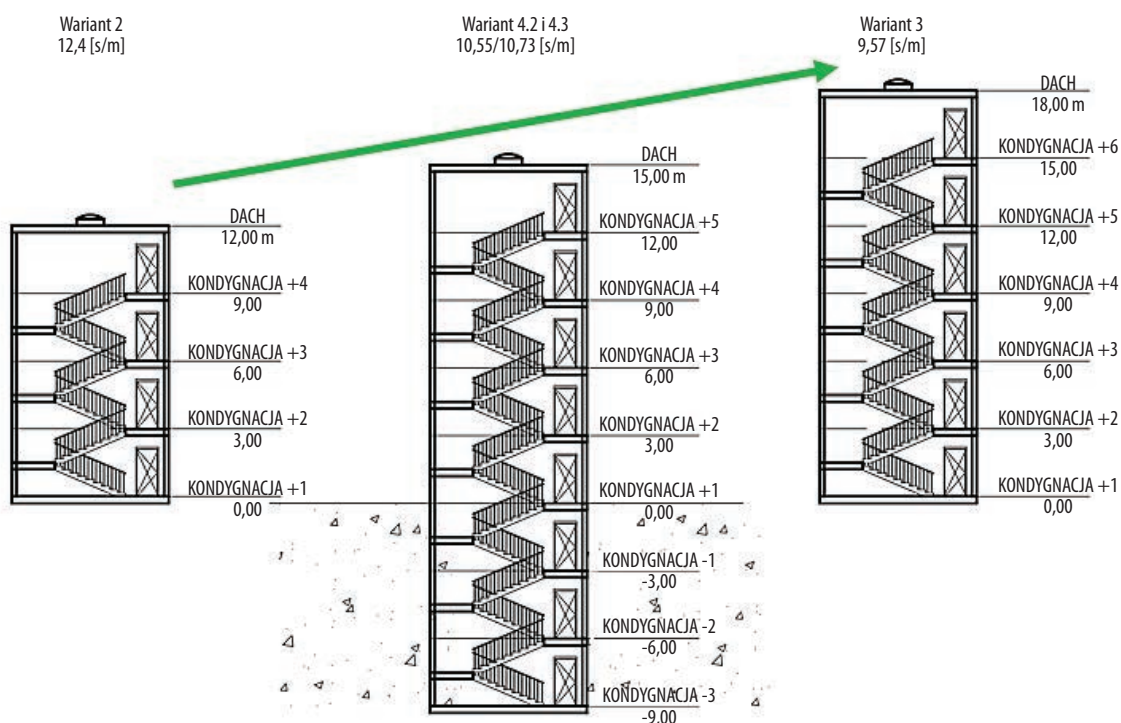
Zgodnie z wytycznymi pożar dla pierwszego wariantu został zlokalizowany na pierwszej kondygnacji naziemnej. Dla pozostałych wariantów, czyli 2, 3 i 4 – pożar został zlokalizowany na drugiej kondygnacji naziemnej. Nawiew powietrza o wydajności 13 000 m³/h znajdował się pod spocznikiem między pierwszą a drugą kondygnacją. Aby dla wszystkich klatek zachować identyczną wydajność oraz porównywalność wyników, w symulacjach nie uwzględniono nieuszczelnienia.

Wyniki pokazały, że im wyższa klatka schodowa, tym czas oddymiania w przeliczeniu na metry wysokości między źródłem pożaru, a miejscem pomiaru jest krótszy. Dla ośmiokondygnacyjnego budynku czas oddymiania w przeliczeniu na metr dla transmitancji 95% wynosi 8,59 s/m, zaś dla dwukondygnacyjnego – 12,86 s/m. Jest to różnica prawie 50%, jednak nadal mieszcząca się w granicach wymagań zawartych w wytycznych.

Mierzono również prędkość dla transmitancji 80%, czyli parametr, który był uwzględniany w pierwszej wersji wytycznych z 2016 roku. W tym wypadku czasy również się zgadzają z wytycznymi. Co ciekawe dla klatki cztero-kondygnacyjnej ten czas okazał się dłuższy niż dla klatki dwukondygnacyjnej.

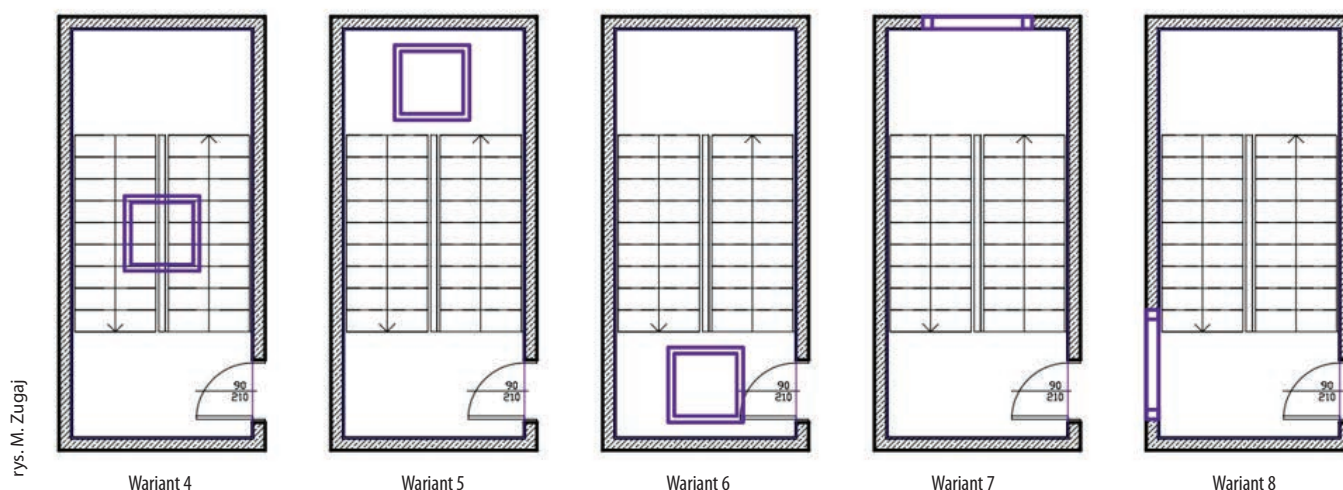
Następnie skupiono się na tym, czy pojawią się jakieś różnice w wynikach, jeśli ośmiokondygnacyjna klatka schodowa będzie miała 3 kondygnacje podziemne.

Przeanalizowano trzy warianty. Wariant 4.1 – 8-kondygnacyjna klatka schodowa z nawiewem znajdującym się na najniższej podziemnej kondygnacji i pożarem piętro wyżej, wariant 4.2 – 8-kondygnacyjna klatka schodowa z nawiewem znajdującym się na kondygnacji naziemnej +1 i pożarem piętro wyżej oraz wariant 4.3 – 8-kondygnacyjna klatka schodowa z nawiewem znaj-



Rys. 4. Im wyższa klatka schodowa, tym szybkość oddymiania jest większa

rys. M. Zugał



Rys. 5. Wpływ lokalizacji otworów oddymiających (kłap dymowych lub okien) na oddymianie klatek schodowych

dującym się na najniższej kondygnacji podziemnej i pożarem na kondygnacji nadziemnej +2.

Warianty 4.2 oraz 4.3 różnią się lokalizacją nawiewu, co również było przedmiotem analizy.

Wyniki pokazały, że lokalizacja pożaru ma znaczenie. W tym przypadku różnica pomiędzy szybkością oddymiania w wariantach 4.2 i 4.3 wynosi 22,3%. Czas oddymiania w przeliczeniu na metr 8-kondygnacyjnej klatki schodowej w wariantach 4.2 i 4.3 wyniósł 10,55 s/m.

Porównując ten przypadek, czyli wariant 4.3 z czterema wariantami, które analizowano na samym początku, widać, że wpisuje się on w sam środek, czyli klatkę pięciokondygnacyjną. Potwierdzają to wyniki uzyskane w analizie pierwszych 4 wariantów – im wyższa klatka schodowa, tym szybkość oddymiania jest większa.

Lokalizacja otworów wyciągowych

Następnie skupiono się na tym, czy lokalizacja otworów oddymiających (kłap dymowych lub okien) ma znaczenie w osiągnięciu zamierzonych rezultatów oddymiania.

Pierwotnie wariant pierwszy obejmował lokalizację otworu oddymiającego w centralnej części klatki schodowej. Wiadomo, że kłapa zazwyczaj jest usytuowana nad jednym lub drugim spocznikiem. Ze względu na to, że często służy dodatkowo jako wylaz na dach, są to najczęściej wybierane lokalizacje. Dodatkowo w wariantach 7. i 8. skupiono się nad tym, jaki wpływ będzie miała okno oddymiające.

W wariantach 7. i 8. skupiono się nad tym, jaki wpływ będzie miała okno oddymiające nad spocznikiem kondygnacyjnym najwyższej kondygnacji, czyli w najlepszym miejscu.

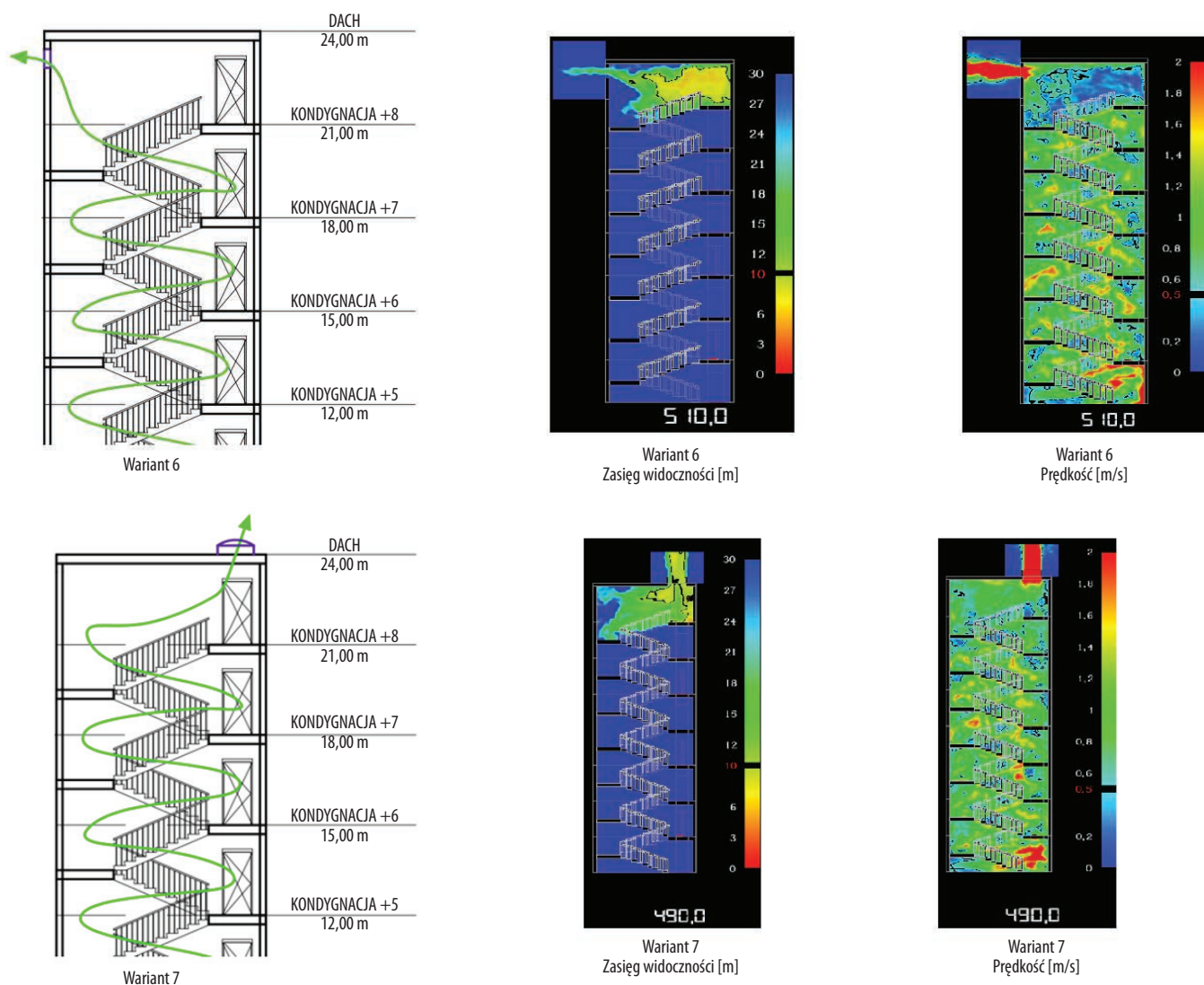
Uzyskane wyniki pokazały, że tam, gdzie zaprojektowano kłapę nad spocznikiem kondygnacyjnym wyniki są najlepsze. Okno zlokalizowane nad spocznikiem międzykondygnacyjnym przyniosło niezadawalające wyniki. Różnica wynosiła ponad 60%. Wynika ona z punktu pomiarowego samej transmitancji, czyli lokalizacji ponad 2 m nad najwyższym spocznikiem schodów.

Powietrze przepływa w kierunku najbliższego miejsca, w którym będzie mogło uciec na zewnątrz, czyli w pierwszym przypadku do okna, nie omijając nawet spocznika kondygnacyjnego.

Tabela 3. Wpływ lokalizacji otworów dymowych na oddymianie

Wariant	Lokalizacja kłapy/okno	Różnica wysokości [m]	Czas osiągnięcia 80%	Czas oddymiania [s/m]	Czas osiągnięcia 95%	Czas oddymiania [s/m]
Wariant 4	Kłapa zlokalizowana centralnie	19,9	509	7,49	531	8,59
Wariant 5	Kłapa zlokalizowana nad spocznikiem międzykondygnacyjnym	19,9	530	8,54	578	10,95
Wariant 6	Kłapa zlokalizowana nad spocznikiem kondygnacyjnym	19,9	498	6,93	514	7,74
Wariant 7	Okno zlokalizowane nad spocznikiem	19,9	546	9,35	612	12,66
Wariant 8	Okno zlokalizowane nad spocznikiem kondygnacyjnym	19,9	500	7,04	520	8,04

↓ 63,6%



rys. M. Zugał

Rys. 6. Profile prędkości i zasięgi widoczności

W przypadku klapy dymowej zamontowanej nad spocznikiem, powietrze obmywa ten spocznik i zabiera dym za sobą.

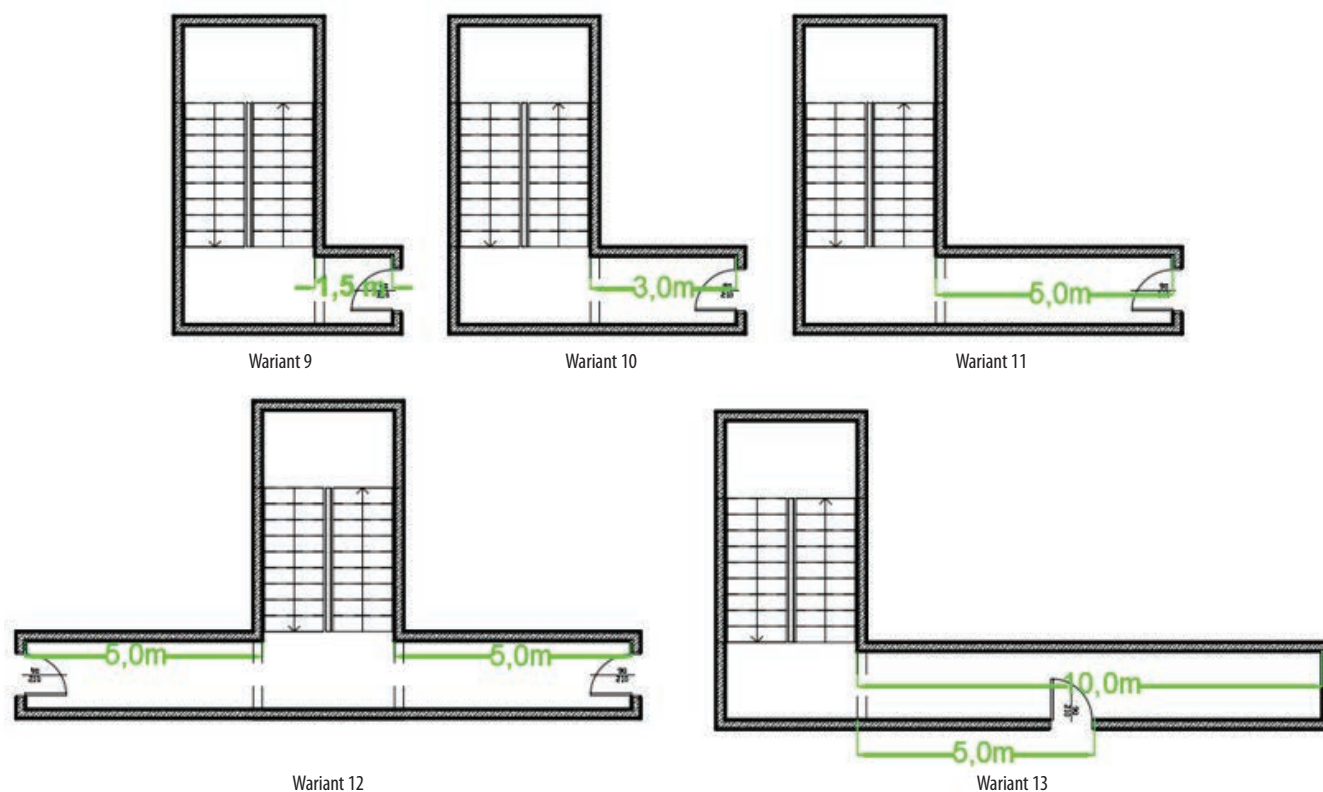
Widać to dobrze na profilach prędkości oraz zasięgach widzialności. Prędkość nad spocznikiem w przypadku oddymiania przez okno nie przekracza 0,5 m/s. To niewiele, biorąc pod uwagę pozostałą przestrzeń klatki schodowej. W wariacie z klapą oddymiającą zlokalizowaną nad spocznikiem kondygnacyjnym prędkość jest utrzymywana w całej przestrzeni klatki schodowej.

Korytarze w przestrzeniach przyległych

Kolejna analiza dotyczyła odpowiedzi na pytanie, czy dodanie korytarza, jako przestrzeni przyległych, w obrębie klatki schodowej jest korzystne.

Oczekiwano, że dym będzie zalegał znacznie bardziej w korytarzach niż w przestrzeni klatki schodowej. Uzyskane wyniki w przypadku braku wnęki różnią się od wyników otrzymanych, gdy do klatki schodowej przylega wnęka maksymalnie 10-metrowa aż o 214%.

Dla wariantów z wnęką 5-metrową, wnękami 5-metrowymi z obu stron i wnęką 10-metrową niestety nie uzyskano pozytywnych rezultatów, pomimo tego że nie są sprzeczne z wytycznymi i jest dozwolone wykonanie ich bez konieczności przeprowadzania symulacji. Oczywiście w tym przypadku pomiar transmitancji został przeniesiony do części korytarzowej. W wytycznych zostało jasno określone, że pomiaru dokonuje się nad spocznikiem, jednak brak jest definicji, gdzie dokładnie



Rys. 7. Korytarze przyległe do przestrzeni klatki schodowej

Tabela 4. Wpływ lokalizacji korytarzy przyległych do klatek schodowych na oddymianie

Wariant	Długość wnęki	Czas osiągnięcia 80%	Czas oddymiania [s/m]	Czas osiągnięcia 95%	Czas oddymiania [s/m]
Wariant 4	Bez wnęki	509	7,49	531	8,59
Wariant 9	Wnęka 1,5 m	550	9,55	596	11,86
Wariant 10	Wnęka 3 m	580	11,06	680	16,08
Wariant 11	Wnęka 5 m	608	12,46	801	22,16
Wariant 12	Wnęka 5 m obu stron	601	12,11	862	25,23
Wariant 13	Wnęka 10 m	570	10,55	897	26,98

214%

umieścić punkt pomiarowy oraz jak interpretować samą postać spocznika.

Lokalizacja kondygnacji podziemnych

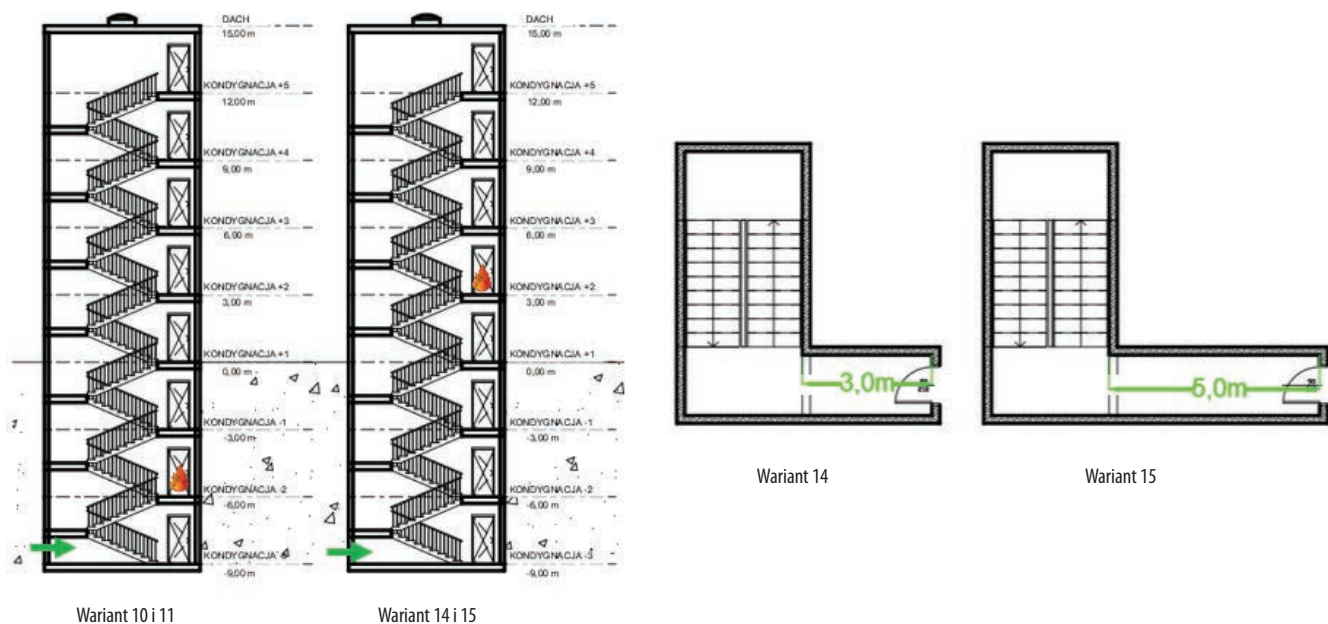
W kolejnym kroku wrócono do początkowych rozważań i przeanalizowano, czy kondygnacje podziemne będą miały wpływ na zmianę wyników uzyskanych w wariantach 9÷13.

Tabela 5. Oddymianie ośmiokondygnacyjnej klatki schodowej z trzema kondygnacjami podziemnymi i przyległymi korytarzami – 3 i 5 m

Wariant	Długość wnęki	Lokalizacja pożaru	Czas osiągnięcia 80%	Czas oddymiania [s/m]	Czas osiągnięcia 95%	Czas oddymiania [s/m]
Wariant 10	Wnęka 3 m	Kondygnacja +2	580	11,06	680	16,08
Wariant 11	Wnęka 5 m	Kondygnacja +2	608	12,46	801	22,16
Wariant 14	Wnęka 3 m	Kondygnacja +5	530	15,60	612	23,12
Wariant 15	Wnęka 5 m	Kondygnacja +5	600	22,02	765	37,16

43,8%

67,7%



Rys. 8. Ośmiokondygnacyjna klatka schodowa z trzema kondygnacjami podziemnymi i przyległymi korytarzami – 3,0 m i 5,0 m

rys. M. Kowalczyk

Czy pożar na kondygnacjach podziemnych będzie wpływał negatywnie na oddymianie, czy też pożar powinien być lokalizowany na drugiej kondygnacji nadziemnej zgodnie z wytycznymi.

Przeanalizowano dwa warianty, wnękę 3- i 5-metrową, czyli tam, gdzie poprzednio były uzyskiwane najlepsze wyniki. Obniżenie klatki do 5 kondygnacji nadziemnych i dołożenie 3 kondygnacji podziemnych spowodowało wzrost czasu oddymiania z 22,16 sekund na metr do 37,16 sekund na metr. Jest to przyrost na poziomie 67,7%.

Warto zwrócić uwagę na to, że w klatce ośmiokondygnacyjnej bez wnęk ten przyrost był na poziomie 22%. To pokazuje, że im klatka niższa, a korytarze dłuższe, tym wyniki są coraz gorsze.

Podsumowanie

Im wyższa klatka schodowa (liczba kondygnacji nadziemnych jest większa), tym osiągnięte wyniki analizy oddymiania są lepsze.

Można w łatwy sposób poprawić skuteczność oddymiania klatki schodowej, odpowiednio lokalizując kłapę dymową.

Każde zwiększenie przestrzeni przyległych do trzonu klatki schodowej pogarsza uzyskiwane wyniki analizy.

Istnieją klatki, dla których zaprojektowanie oddymiania zgodnie z wytycznymi nie gwarantuje uzyskania pozytywnych wyników symulacji.

Warto zastanowić się nad innym kryterium dotyczącym klatek niskich oraz przeanalizować lokalizację pożaru również na kondygnacjach podziemnych.



Michał Zugaj
Rzecznik ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych PROTECT



Marcin Cisek
Rzecznik ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych PROTECT

Wentylacja pożarowa i bytowa w tunelach drogowych

Zasilanie i sterowanie

Systemy wentylacji mechanicznej tunelu powinny usuwać dym i ciepło w sposób zapewniający bezpieczeństwo służbom ratowniczym oraz uniemożliwiający zadymienie lub wzrost temperatury w czasie potrzebnym do ewakuacji ludzi na obszarze tunelu przeznaczonym do ewakuacji.

W Polsce, w ostatnich latach, projektuje się, buduje i oddaje do użytku wiele tuneli. Tego typu obiekty muszą być bezpieczne dla użytkowników. Niestety niepożądanych zdarzeń nie da się zupełnie wykluczyć. Przykładem mogą być dwa niedawne incydenty. Jeden w tunelu S7 w Rabce, w którym doszło do wyrzucenia oleju z turbosprężarki samochodu, co spowodowało zadymienie oraz przerwę w użytkowaniu. Drugi, poważniejszy incydent zdarzył się w tunelu w Lalikach. Tam zapalił się samochód ciężarowy, co spowodowało wyłączenie tunelu z użytkowania aż na 5 dni.

Zasilanie i sterowanie wentylacją w tunelach drogowych odbywa się za pomocą central sterujących lub central sterująco-zasilających. Są to wyroby budowlane, ponieważ takie wyroby stosuje się nie tylko w budynkach, ale również w obiektach budowlanych i inżynierskich, a takimi są właśnie tunele.

Centrale sterująco-zasilające

Charakterystyczne elementy tunelowych central sterująco-zasilających, które odróżniają je od innych rodzajów central, to dodatkowe sygnalizacje i przełączniki. W czasie codziennego użytkowania tunelu są one niepotrzebne. Natomiast w momencie jego uruchamiania, wykonywania przeglądu lub serwisu właśnie te przełączniki i prosta sygnalizacja stają się niezbędne.

Wymagane dokumenty niezbędne do wprowadzenia central sterująco-zasilających do obrotu to:

zasilanie

- › Certyfikat Stałości Właściwości Użytkowych – PN-EN 12101-10,
- › Świadectwo Dopuszczenia – pkt.12.2 Rozporządzenia MSWiA (Dz. U. nr 85 poz. 553),
- › Deklaracja Właściwości Użytkowych,

2. sterowanie

- › Krajowa Ocena Techniczna (KOT),
- › Krajowy Certyfikat Stałości Właściwości Użytkowych,
- › Świadectwo Dopuszczenia – pkt.12.1 Rozporządzenia MSWiA (Dz. U. nr 85 poz. 553),
- › Krajowa Deklaracja Właściwości Użytkowych.

Wentylacja w tunelach

Tunele wykonuje się zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r., w którym w rozdziale 9 zostały wymienione drogowe obiekty inżynierskie, takie jak mosty, tunele i wiadukty.

› Akty prawne i normy dotyczące wyrobów budowlanych, jakimi są centrale sterujące lub centrale sterująco-zasilające

Ustawa z dnia 17 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. nr 92, poz. 881) z późniejszymi zmianami

- › Zasady wprowadzania do obrotu wyrobu budowlanego: Znakowanie CE
- › Zasady wprowadzania do obrotu wyrobu budowlanego: Znakowanie „B”

Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 17 listopada 2016 r. (Dz. U. z 2016 r. 1996) z późniejszymi zmianami, tekst jednolity z 9 maja 2023 r.

- › Systemy oceny zgodności
- › Grupa 10, Stałe Urządzenia Przeciwpożarowe

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji (Dz. U. z 2010 r. nr 85, poz. 553)

- › Świadectwa Dopuszczenia
- › PN-EN 12101-10 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła Część 10: Zasilacze
- › prPN-EN 12101-9 Control panel equipment – projekt normy, według którego sporządzane są Krajowe Oceny Techniczne

Tabela 1

System wentylacji mechanicznej	Długość tunelu	
	prowadzącego jezdnię dwukierunkową	o oddzielnych konstrukcjach dla różnych kierunków ruchu
wzdłużnej	nie większą niż 1000 m	nie większą niż 3000 m
półpoprzecznej	większą niż 250 m, ale nie większą niż 1000 m	większą niż 250 m, ale nie większą niż 1000 m
poprzecznej	większą niż 1000 m	większą niż 1000 m

Informacje dotyczące wentylacji tunelu zebrano w rozdziale III „Szczególne warunki dotyczące wentylacji tuneli”. Poniżej najważniejsze punkty.

85. Tunel wyposaża się w wentylację służącą do odprowadzania spalin emitowanych z pojazdów oraz usuwania dymu i ciepła w przypadku pożaru.

86. Wentylacja tunelu w normalnych warunkach użytkowania powinna zapewniać:

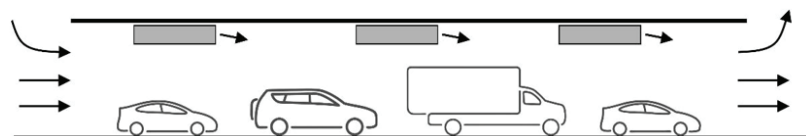
1) odpowiednią wymianę powietrza – aby nie zostały przekroczone stężenia zanieczyszczeń zagrażające przebywającym w tunelu użytkownikom,

2) bezpieczeństwo i komfort jazdy – przez usuwanie emitowanych przez pojazdy zanieczyszczeń ograniczających jego przejrzystość oraz przez regulowanie ruchu i wymiany powietrza.

87. Wydajność wentylacji tunelu ustala się na podstawie wartości progowych stężeń tlenku węgla (CO) i dwutlenku azotu (NO₂) w powietrzu w tunelu oraz przejrzystości powietrza wyrażonej współczynnikiem absorpcji K.

92. Wentylacja tunelu służąca do usuwania dymu i ciepła powinna:

1) usuwać dym z intensywnością gwarantującą, że w czasie potrzebnym do ewakuacji ludzi z miejsc wy-



Wentylacja wzdłużna tunelu, źródło ARDOR

stąpienia pożaru do miejsc bezpiecznych nie wystąpią zadymienie lub temperatura, które uniemożliwiają bezpieczną ewakuację,

2) uwzględniać bezpieczeństwo ekip ratowniczych,

3) kontrolować rozprzestrzenianie się dymu i ciepła

– w przypadku wentylacji mechanicznej.

94. Wentylację tuneli projektuje się w szczególności jako:

1) naturalną,

2) mechaniczną:

a) wzdłużną – z wzdłużnym przepływem powietrza na całej długości tunelu,

b) poprzeczną – z poprzecznym ruchem powietrza na całej długości tunelu,

c) półpoprzeczną – z poprzeczno-wzdłużnym lub wzdłużno-poprzecznym przepływem powietrza w tunelu.

Zakres stosowania systemów wentylacji mechanicznej, działającej dzięki wymuszaniu przepływu powietrza wzdłuż lub w poprzek osi tunelu określa tabela zawarta w rozporządzeniu.

98. Wentylację mechaniczną wzdłużną lub półpoprzeczną można zastosować w tunelu długości większej niż określono w ust. 97, prowadzącym jezdnię dwukierunkową, lub w tunelu z dużym natężeniem ruchu jednokierunkowego, jeżeli spełniony jest co najmniej jeden z poniższych warunków:

1) takie rozwiązanie jednoznacznie dopuszcza sporządzona analiza ryzyka, która obejmuje w szczególności analizę numeryczną skuteczności działania tego rodzaju wentylacji przy uwzględnieniu co najmniej następujących uwarunkowań tunelu: nachylenia, warunków topograficznych i klimatycznych, rodzaju ruchu pojazdów, przewozu towarów niebezpiecznych, scenariuszy pożarowych oraz strategii ewakuacji,

2) przewidziano podjęcie szczególnych środków, takich jak: stosowane zarządzanie ruchem, krótsze odległości do wyjść awaryjnych lub punkty odprowadzające dym w odpowiednich odstępach wynikających z analizy ryzyka.

99. Wentylacja mechaniczna wzdłużna powinna zapewniać możliwość wytworzenia takiej prędkości przepływu powietrza w tunelu, przy której nie następuje cofanie się dymu w kierunku przeciwnym do kierunku założonego, przy czym wartość tej prędkości w przypadku pożaru powinna być nie niższa niż 1,5 m/s, o ile z obliczeń prędkości krytycznej nie wynika wartość wyższa.

102. Prędkość przepływu powietrza w tunelu z wentylacją mechaniczną powinna być nie większa niż 10 m/s.

103. Przejścia poprzeczne w tunelu wyposaża się w urządzenia zapobiegające ich zadymieniu.

Tunele drogowe, zgodnie z powyższym rozporządzeniem, projektuje się tak, by zapewnić odpowiedni

poziom bezpieczeństwa w czasie pożaru. Jeżeli chodzi o wentylację, to mamy wentylację służącą do odprowadzania spalin i utrzymania przejrzystości powietrza. To jest wentylacja codzienna bytowa oraz usuwania dymu i ciepła w przypadku pożaru.

W przypadku normalnego użytkowania musi być zapewniona odpowiednia wymiana powietrza, bezpieczeństwo i komfort jazdy, czyli przejrzystość oraz utrzymane stężenia tlenu węgla i tlenków azotu poniżej odpowiedniego poziomu. Przekroczenie stężeń, czy spadek przejrzystości powietrza musi być wykryty, a wentylacja musi odpowiednio zadziałać.

Jeżeli chodzi o wentylację służącą do usuwania dymu i ciepła, to tu mamy warunki standardowo tak jak dla budynków, czyli trzeba usuwać dym z odpowiednią intensywnością, kontrolować rozprzestrzenianie się dymu i ciepła oraz uwzględnić bezpieczeństwo ekip ratowniczych.

Wentylacja wzdłużna

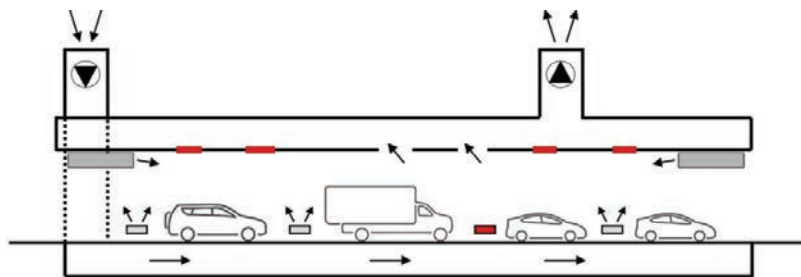
Najczęściej w tunelach projektowana jest najprostsza wentylacja, czyli wzdłużna. W przypadku nawy jednokierunkowej zawsze albo prawie zawsze wentylatory strumieniowe przetłaczają powietrze wzdłuż tunelu zgodnie z kierunkiem poruszających się w tej nawie samochodów.

Wentylacja poprzeczna

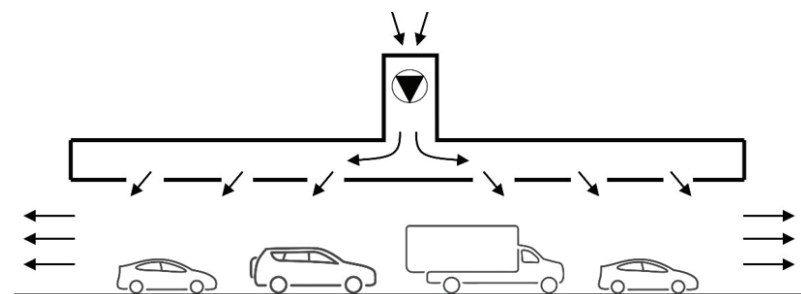
W skład wentylacji poprzecznej wchodzi: systemy nawiewny i wywiewny oraz kierkujące wentylatory strumieniowe. Chodzi o to, aby w strefie, w której wykryto zagrożenie pożarowe zatrzymać dym i gazy pożarowe. W tym celu otwiera się odpowiednie klapy, następnie do kanału wentylacyjnego zostaje wyciągnięta mieszanina gazów pożarowych oraz powietrza. Nie kompensuje się powietrza w tej strefie, w której zostało wykryte zagrożenie, tylko zaciąga z pozostałych stref – w strefie zagrożonej klapy w kanale nawiewnym są zamknięte, a w pozostałych strefach otwarte.

Wentylacja półpoprzeczna

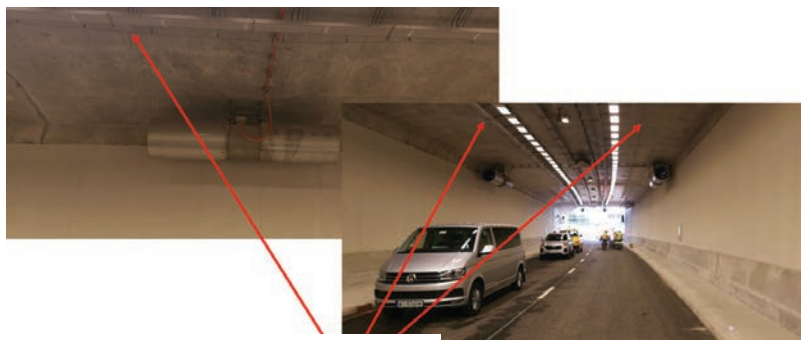
Jest często stosowana. Została wykonana np. w tunelu na S7 w Rabce. Pod stropem zostały zamontowane wentylatory strumieniowe na całej długości tunelu, które odpowiednio kierkują przepływ powietrza, natomiast w dolnej części znajdują się kratki nawiewne. Do nich z kanału świeżego powietrza za pomocą wentylatorów nawiewnych jest doprowadzane powietrze kompensacyjne. Stąd nazwa wentylacja półpoprzeczna, ponieważ łączy nawiew poprzeczny z wyciąganiem gazów pożarowych wzdłuż tunelu.



Wentylacja poprzeczna tunelu, źródło ARDOR

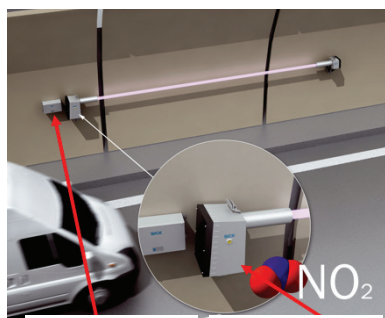


Wentylacja półpoprzeczna tunelu, źródło ARDOR



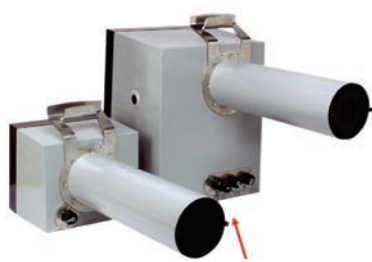
Liniowe czujki ciepła

Detekcja pożaru w tunelu – liniowe czujki ciepła zgodne z PN-EN 54-22



Pomiar stężenia tlenku węgla

Pomiar stężenia tlenków azotu



Pomiar przepływności powietrza

Pomiar stężenia gazów – przewietrzanie tunelu rozpoczyna się przy ograniczonej przepływności powietrza oraz przy przekroczeniu dopuszczalnego stężenia CO i NOx

Detekcja pożaru

Do wykrycia zagrożenia pożarowego w tunelu wykorzystuje się liniowe czujki ciepła, które nie reagują na dym tylko na wzrost temperatury. Tunel dzieli się na strefy. Tego typu urządzenia montuje się pod stropem nad każdą jezdnią w tunelu.

Pomiar stężenia gazów

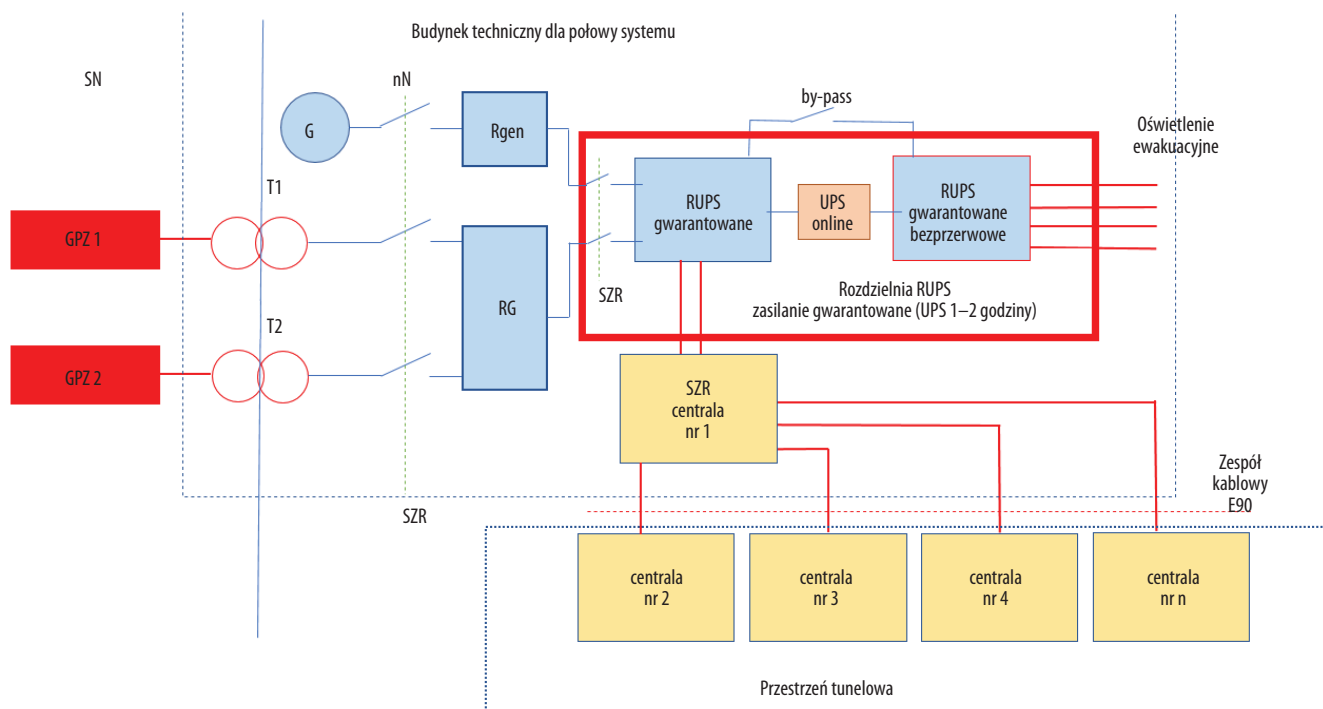
Pomiar przepływności powietrza wykonuje się za pomocą układów czujników. Wentylacja się włącza, jeśli zostanie przekroczone dopuszczalne stężenie gazów i wi-

działność między urządzeniem nadawczym i odbiorczym w danej strefie będzie zbyt niska. Dodatkowo mierzy się stężenia tlenków azotu i tlenku węgla. Jeżeli zostanie przekroczony ich dopuszczalny poziom, to wentylacja w danej strefie również się włącza.

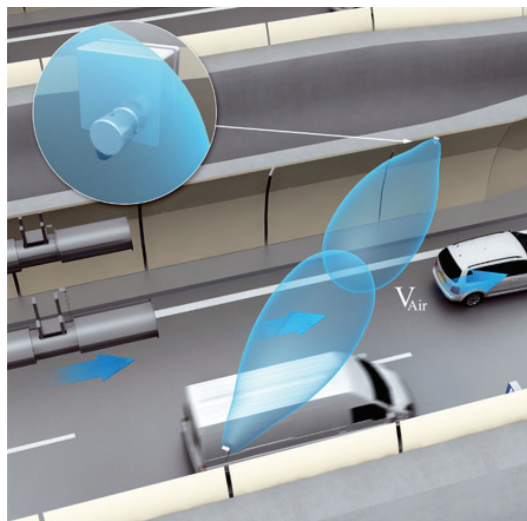
Zasilanie

Zgodnie z rozporządzeniem każdy tunel długości powyżej 500 m musi mieć zasilanie elektryczne z dwóch stron. W 90% przypadków wykonuje się dwa główne przyłącza zasilania, czyli ze stacji średniego napięcia, przejście na napięcie niskie czyli 3 x 400 V AC, rozdzielnicę z układem SZR (Samoczynne Załączenie Rezerwy), w których znajduje się przełącznik między dwoma GPZ (Głównymi Przyłączami Zasilania). Jest również generator. Główna rozdzielnia elektryczna pożarowa zajmuje cały budynek przygotowania napięcia i to tylko dla jednej połowy tunelu. Kolejne elementy to rozdzielnie UPS, które gwarantują napięcie bezprzerwowe dla oświetlenia ewakuacyjnego.

Jeżeli chodzi o wentylację pożarową, to wyjście z rozdzielni UPS odbywa się dwoma torami. Jeden z nich prowadzi do rozdzielni, czyli na centralę sterująco-zasilającą z układem SZR, która dodatkowo pełni funkcję przełącznika między wybranymi źródłami napięcia zasilania. Z tej centrali napięcie jest przekazywane do



Schemat zasilania elektrycznego tunelu, źródło Voltar System



Pomiar prędkości przepływu powietrza w tunelu

kolejnych central. Liczba central sterująco-zasilających zależy od długości tunelu. Może być kilka, kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt.

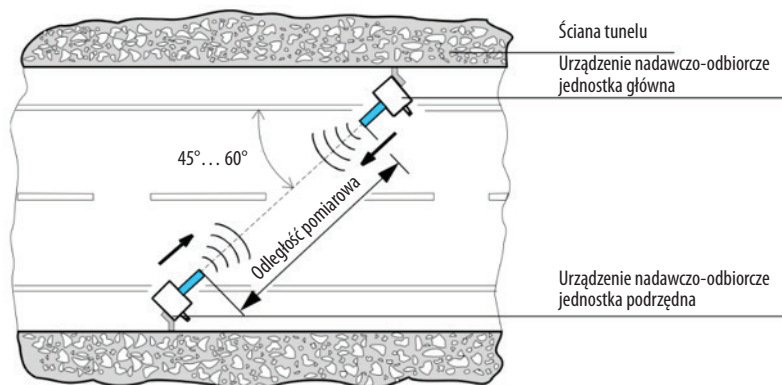
Takie rozwiązanie zasilania stosowane jest zarówno dla jednej, jak i drugiej połowy tunelu. Jeżeli z jednej strony wszystkie źródła zasilania by zawiodły, druga połowa tunelu będzie nadal zasilana z drugiej strony.

Pomiar prędkości przepływu

W czasie akcji ewakuacyjnej i ratowniczo-gaśniczej w tunelu należy regulować prędkość powietrza w odpowiednim kierunku i z odpowiednią wartością. Stosuje się ultradźwiękowe czujniki przepływu powietrza umieszczone w obu nawach tunelu. W tunelach długości od 500 do 600 m w każdej nawie montuje się przynajmniej 3 komplety takich czujników. W tunelach długości 2000 m w każdej nawie jest ich przynajmniej 9. Pomiar jest realizowany w zakresie od -20 m/s do $+20$ m/s. Uwzględnia się znaki plus i minus, ponieważ ważne jest, w którą stronę zachodzi przepływ powietrza. Cały układ pomiarowy, współpracujący z centralą sterująco-zasilającą, powinien być elementem przebadanym i certyfikowanym.

Praca systemu w tunelu w chwili wykrycia zagrożenia pożarowego

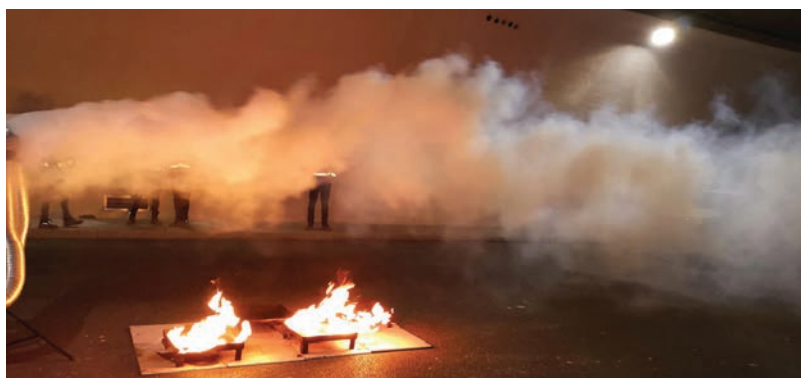
Jeżeli w danej nawie tunelu zostanie wykryty pożar, system wentylacji generuje przepływ powietrza w tę samą stronę, w którą poruszają się samochody. Pozwala to dodatkowo wykorzystać prędkość przepływu powietrza wytwarzaną przez poruszające się pojazdy. Samochody przed punktem, w którym wykryto zagrożenie pożarowe muszą się zatrzymać, aby pasażerowie mogli opuścić zagrożoną nawę. Dym nie może przemieszczać



się w ich stronę, tylko musi być usuwany za wyjeżdżającymi z tunelu samochodami.

Dodatkowo trzeba jeszcze uwzględnić czas ewakuacji. Jest to o tyle ważne, że jeżeli zagrożenie pożarowe zostanie wykryte w danej strefie, przez 3, 5 lub 7 minut, w zależności od długości tunelu i długości dojeżdż do wyjść ewakuacyjnych, trzeba ten dym utrzymać w danej strefie, aby ludzie mogli spokojnie opuścić zagrożoną nawę tunelu przez wyjścia ewakuacyjne do drugiej nawy, która staje się nawą ewakuacyjną.

W nawie ewakuacyjnej również trzeba włączyć wentylację. Musi ona zapewnić przepływ powietrza w tym samym kierunku, co w nawie pożarowej, aby nie dopuścić do zassania dymu z nawy objętej pożarem do nawy ewakuacyjnej. Kierunek ten jest przeciwny do kierunku jazdy w nawie ewakuacyjnej. Prędkość przepływu powietrza w tym wypadku jest mniejsza niż w nawie, w której wybuchł pożar – najczęściej mieści się w granicach od 1,0 do 1,5 m/s. W nawie objętej pożarem ta wartość wynosi od 3,0 do 6,0 m/s.



Próby pożarowe – efekt działania wentylacji pracującej z prędkością ok. 4 m/s

Tabela 2

Nadciśnienie	30-80 Pa
Siłą potrzebną do otwarcia dowolnych drzwi ewakuacyjnych	100 N
Prędkość przepływu powietrza w otworze drzwiowym	0,5-1,0 m/s

Źródło Frapol sp. z o.o.

W pierwszej fazie pożaru (czas ewakuacji) dym zostaje zatrzymany w strefie pożarowej, a w drugiej (czas akcji ratowniczo-gaśniczej) zaczyna się oddymianie. Chodzi o to, aby straż pożarna miała dobry dostęp do źródła pożaru od strony niezadymionej.

Pożar w strefie wjazdowej

W przypadku zagrożenia pożarowego w nawie tunelu dym jest usuwany prawie zawsze zgodnie z kierunkiem jazdy pojazdów. Wyjątkiem jest pożar wykryty w pobliżu wjazdu do tunelu. Jeżeli pożar pojawi się w portalu wjazdowym, to nie ma sensu przetłaczanie dymu i gazów pożarowych przez cały tunel. Logicznym sposobem postępowania w tym wypadku jest załączenie wentylacji tak, by tłoczyła powietrze przeciwnie do kierunku jazdy samochodów, po to żeby jak najmniej dymu dostało się do tunelu i żeby został on usunięty przez portal wjazdowy. W nawie ewakuacyjnej wentylację łączy się w tym samym kierunku, co w nawie pożarowej – w tym wypadku kierunek przepływu powietrza jest zgodny z kierunkiem jazdy.

Utrzymanie dymu w strefie pożarowej

Aby utrzymać dym w strefie pożarowej, w czasie ewakuacji, trzeba wziąć pod uwagę również prędkość wiatru, czyli prędkość poruszania się powietrza w czasie wykrycia zagrożenia pożarowego. W zależności od tego, jaka jest ta prędkość, na podstawie symulacji CFD lub z prób odbiorowych wiadomo, ile par wentylatorów należy załączyć i w jakim kierunku, aby powietrze w tunelu zatrzymać.

W nadciśnieniowej wentylacji pożarowej czasy regulacji są na poziomie 3 sekundy lub 5 sekund, w zależności od tego, czy pomiary dokonuje się w obiekcie, czy na stanowisku badawczym. W tunelu łączy się i wyłącza dane pary wentylatorów w czasie między 1,0 a 1,5 sekundy, ponieważ inercja układu jest o wiele większa. W tym wypadku nie obowiązuje kryterium, że powietrze należy wyhamować lub rozpuścić w czasie 3 lub 5 sekund. Jeżeli zostaną załączone jedna, dwie lub trzy pary wentylatorów, to na efekt ich działania czeka się około 1,0 do 1,5 minuty. Dopiero po tym czasie można stwierdzić, jaki

jest rezultat podjętych działań i czy trzeba załączyć lub wyłączyć kolejne pary wentylatorów.

System BMS

Poza tunelem, w pobliżu wjazdu i wyjazdu, znajdują się budynki przeznaczone dla obsługi technicznej. W jednym z nich obsługa przebywa 24 godziny na dobę, drugi budynek jest rezerwowany. Personel techniczny jeszcze do niedawna stosował niecertyfikowane systemy wizualizacji. Teraz przechodzi się na systemy integrujące urządzenia przeciwpożarowe, więc oprócz pełnej wizualizacji i sterowania, w trybie codziennej pracy tunelu, całego systemu wentylacji oświetlenia, sygnalizacji drogowej i wszystkich innych instalacji można sterować wszystkimi urządzeniami w trybie pożarowym podczas ewakuacji oraz akcji ratowniczo-gaśniczej.

Do tej pory stosowano dodatkowe centrale sterujące co-zasilające z panelami dotykowymi, na których zobrazowane były wszystkie wentylatory i strefy. Obsługa paneli jest na tyle prosta, że personel obiektu na wskazanie kierującego akcją ratowniczo-gaśniczą może włączyć lub wyłączyć dany wentylator, zmienić kierunek przepływu powietrza, włączyć lub wyłączyć cały system. Przydatność takiego rozwiązania potwierdziły już pierwsze ćwiczenia, które odbyły się dwa lata temu na S7, jeszcze przed otwarciem tunelu. Po zakończeniu akcji gaśniczej, gdy trzeba było ewakuować pasażerów z uszkodzonych pojazdów, układać ich na noszach i okrywać ochronną folią termiczną, wentylacja działająca z prędkością ustawioną jak w warunkach pożaru, porywała folię, uniemożliwiając zabezpieczenie poszkodowanych osób. Na szczęście można było system wyłączyć, a następnie przełączyć na niższą prędkość.

Przy zastosowaniu stosowanych obecnych systemów integrujących urządzenia przeciwpożarowe wentylacją w trybie pożarowym można sterować również z poziomu systemu zarządzającego całym tunelem. System SIUP po raz pierwszy został zastosowany w tunelu TS-26 (trasa S3) oddanym do użytku pod koniec lipca 2024 roku.

Ewakuacja

W pierwszej fazie zagrożenia pożarowego głównym zadaniem wentylacji oraz oświetlenia ewakuacyjnego jest zapewnienie bezpiecznej ewakuacji ludzi. Na całej długości tunelu znajdują się przejścia poprzeczne, przez które z nawy objętej pożarem można ewakuować się do drugiej nawy. Zawsze są oznaczenia, w którym kierunku jest bliżej do takich przejść, a także odpowiednie oznakowania dotyczące środków gaśniczych lub sposobów powiadomienia odpowiednich służb.

W rozporządzeniu określono wymagania dotyczące nadciśnieniowej ochrony przejść poprzecznych przed zadymieniem – wg różnych standardów od 30 do 80 Pa (w przypadku zamkniętych drzwi). Siła niezbędna do otwarcia drzwi nie może przekraczać 100 N. W przypadku drzwi otwartych prędkość powietrza od przejścia poprzecznego w kierunku nawy powinna wynosić od 0,5 m/s do 1 m/s, w zależności od tego, czy otwarte są jedne czy dwoje drzwi. Przy takich wartościach przejście jest zabezpieczone przed zadymieniem.

Dodatkowo w środkowej części tunelu stosuje się większe przejście poprzeczne, zamykane bramami, które w przypadku zagrożenia pożarowego umożliwia przejazd z jednej do drugiej nawy lekkim pojazdem służb ratowniczo-gaśniczych oraz służb medycznych.



Przejście poprzeczne umożliwiające przejazd z jednej do drugiej nawy lekkim pojazdem służb ratowniczo-gaśniczych oraz służb medycznych

Robert Zapala

Neuron Sp. z o.o.

REKLAMA

ANG WENTYLACJA

- stabilna firma - 25 lat na rynku
- własna produkcja kanałów i kształtek
- dystrybutor marek wentylacyjnych
- szeroka oferta i profesjonalna pomoc



ANG KLIMATYZACJA ANDE

- klimatyzatory ściennie RAC
- klimatyzatory komercyjne LCAC
- pompy ciepła

własna
marka
myande.pl

HVAC AKADEMIA

- szkolenia autoryzacyjne ANDE
- webinary
- szkolenia komercyjne

HVAC
AKADEMIA

centrum
szkoleniowe

hvacakademia.pl

Grupa
ANG

Wentylacja
Klimatyzacja
Szkolenia HVAC

MODLNICA K. KRAKOWA
tel. (12) 398 07 00

WROCŁAW
tel. (71) 756 31 10

REGION ŚLĄSK
tel. 514 601 414

www.ang.com.pl

Program Doboru Wentylatorów Firmy Uniwersal

Firma Uniwersal wprowadziła program doborowy wentylatorów, który stanowi istotne wsparcie dla projektantów systemów wentylacyjnych.

Program ten, dostępny na wszystkich popularnych systemach operacyjnych – Windows, iOS, Android – oraz na różnorodnych urządzeniach, takich jak komputery stacjonarne, laptopy, tablety i smartfony, wyróżnia się swoją funkcjonalnością i intuicyjnością obsługi. Program stanowi zintegrowane środowisko ze stroną internetową www.uniwersal.com.pl

Jak to działa?

Po wprowadzeniu przez użytkownika punktu zamówieniowego, program natychmiast przystępuje do pracy, przeliczając dane i przeszukując rozległy zbiór dostępnych wentylatorów. Dzięki zaawansowanemu algorytmowi, program znajduje najbardziej odpowiedni wentylator, który spełnia wymagania punktu zamówieniowego, uwzględniając zarówno charakterystykę wentylatora, jak i charakterystykę sieci wentylacyjnej. Program dobiera proponując szereg wentylatorów spełniających kryteria doboru w zakresie przyjętej tolerancji.

Korzyści dla projektantów

Jedną z największych zalet nowego programu jest jego przydatność w codziennej pracy projektantów. Użytkownik po dokonaniu analizy przeliczeniowej otrzymuje szczegółowy raport z wynikami oraz kartę katalogową wybranego wentylatora. Taka karta może być wygodnie załączona do projektu, co znacząco ułatwia i przyspiesza proces projektowania systemów wentylacyjnych.



Przyszłe rozszerzenia

W najbliższych tygodniach zostaną wprowadzone dodatkowe funkcje, takie jak przeliczenia akustyczne oraz obliczenia oporów na tłumikach i podstawach tłumiących. Te nowe możliwości pozwolą na jeszcze bardziej precyzyjne dopasowanie wentylatorów do specyficznych potrzeb każdego projektu.

Podsumowanie

Nowy program doborowy wentylatorów firmy Uniwersal to narzędzie, które znacząco usprawnia pracę projektantów systemów wentylacyjnych. Dzięki zaawansowanemu algorytmowi, dostępności na różnych platformach i urządzeniach oraz planowanym rozszerzeniom funkcjonalności, program ten staje się niezastąpionym elementem w procesie projektowania nowoczesnych systemów wentylacyjnych.



uniwersal
Uniwersal Sp. z o.o.
 ul. Zakopiańska 1a, 40-219 Katowice
 office@uniwersal.com.pl
 +48 (32) 203 71 47
 www.uniwersal.com.pl



PROGRAM DOBORU WENTYLATORÓW (BETA)

Przepływ powietrza (m³/h) **3600** Ciśnienie (Pa) **120** Gęstość (kg/m³) **1,2**

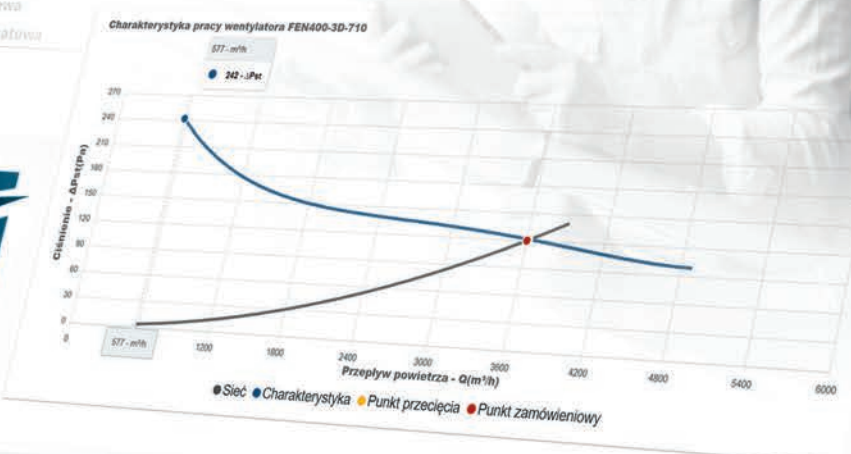
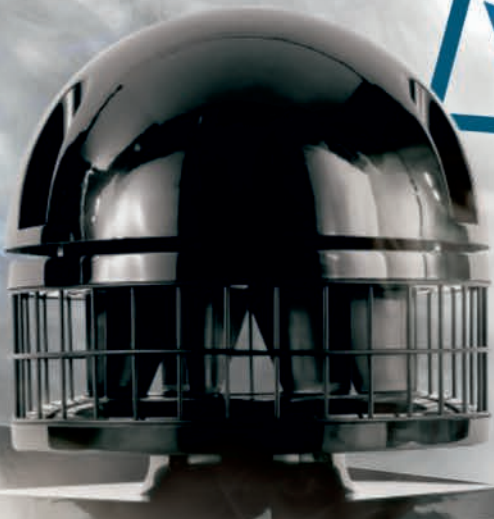
Typ wentylatora*

- Wentylatory dachowe standardowe, kwasoodporne
- Wentylatory przeciwybuchowe
- Wentylatory kanałowe

Tłumik / Podstawa tłumiąca - Opcjonalne

- Standard
- TOS - tłumik opływowo stalowy
- TLO - tłumik laminatowo opływowy
- PTS - podstawa tłumiąca stalowa
- PTL - podstawa tłumiąca laminatowa

DOBIERZ WENTYLATOR



Model	Wariant	Pkt. przecięcia (m ³ /h)	Pkt. przecięcia (ΔPst)	RPM (obr/min)	Moc (kW)	Katalog
FEN400-3D-710	Standard	3608	122	710	0.509	↓
SZTIL400-571MWz 7-710	Standard	3620	122	710	0.174	↓
SZTIL315-450z7-1300	Standard	3560	119	1300	0.220	↓



Chłodzenie

– technologia mikrokanalowa

Technologia mikrokanalowa nie jest nową koncepcją. W przemyśle motoryzacyjnym zagościła na stałe już w latach osiemdziesiątych. Mikrokanaly stosowano w chłodnicach oraz skraplaczach klimatyzacji samochodowej. Były to jednak stosunkowo niewielkie jednostki, nienadające się do użycia w wymiennikach przemysłowych, w których wykorzystywano rurki – głównie miedziane, oraz lamele – najczęściej aluminiowe.

Próby wykorzystania technologii mikrokanalowej w wymiennikach przemysłowych rozpoczęły się pod koniec pierwszej dekady XXI wieku z powodu rosnących cen miedzi. Wówczas po raz pierwszy dostrzeżono niewątpliwie korzyści płynące z tego typu rozwiązań. Wymienniki mikrokanalowe są bowiem mniejsze i lżejsze od odpowiadających im wymienników lamelowych.

Wymiennik mikrokanalowy jest zbudowany z płaskiej wieloportowej aluminiowej wytłoczki, zwanej też profilem mikrokanalowym. Profil ten zastępuje stosowane dotąd rurki miedziane. Równoległe do siebie profile łączą

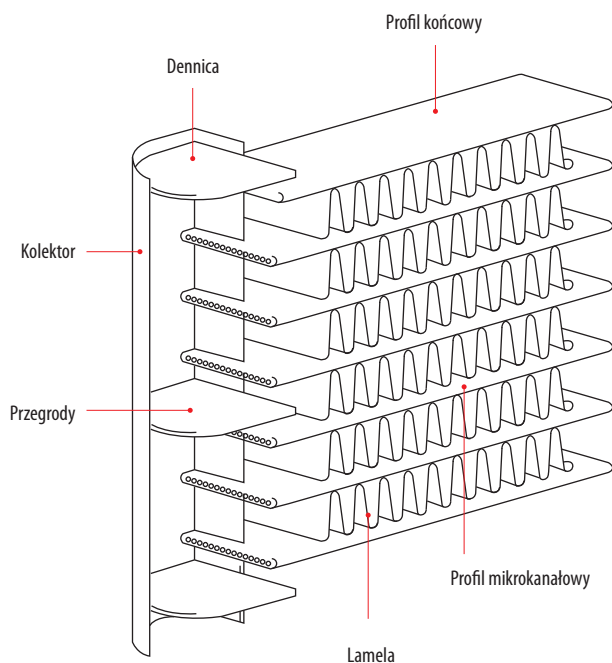
sinusoidalnie ułożona taśma aluminiowa, która pełni funkcję lameli.

Czynnik chłodniczy płynie profilami mikrokanalowymi, które same w sobie mają znacznie większą powierzchnię wymiany ciepła od tradycyjnych rurek okrągłych. Co więcej, płaski kształt profilu eliminuje zjawisko tzw. cienia aerodynamicznego obniżającego wydajność urządzenia. Ciężar aerodynamiczny pojawiający się za rurką, patrząc zgodnie z kierunkiem przepływu powietrza, sprawia, że w części lameli nie dochodzi do wymiany ciepła. Tej niedoskonałości są pozbawione wymienniki mikrokanalowe.

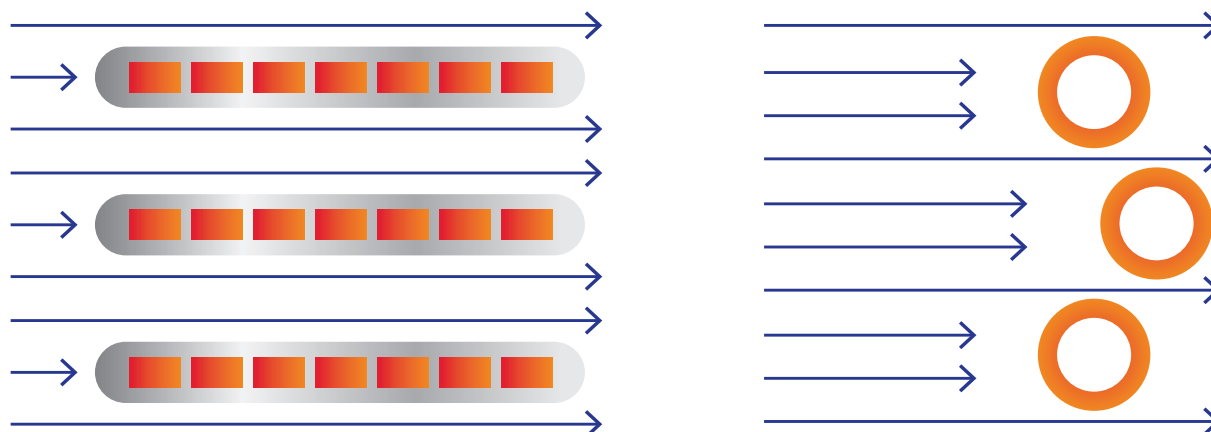
Ponadto profil mikrokanalowy charakteryzuje się lepszym niż rurka wykorzystaniem objętości czynnika chłodniczego, ponieważ w rurce okrągłej, szczególnie gdy wartość przepływu jest niska, efektywność wymiany jest najwyższa tuż przy obwodzie i maleje w miarę oddalania się od niego.

Drugim czynnikiem zwiększającym sprawność wymienników mikrokanalowych jest znacznie lepsze przewodnictwo ciepła na drodze profil-lamela niż na drodze rurka-lamela. Jest to kolejna zaleta tej technologii. W wymiennikach z rurką jest ona, podczas procesu produkcji, rozpęczniana wewnątrz lameli. Połączenie z lamelą wydaje się bardzo ścisłe, jednak pod mikroskopem widać szczelinę powietrzną, będącą skutkiem nieidealnie gładkiej powierzchni zarówno rurki, jak i lameli. Szczelina stanowi przeszkodę w wymianie ciepła pomiędzy rurką a lamelą.

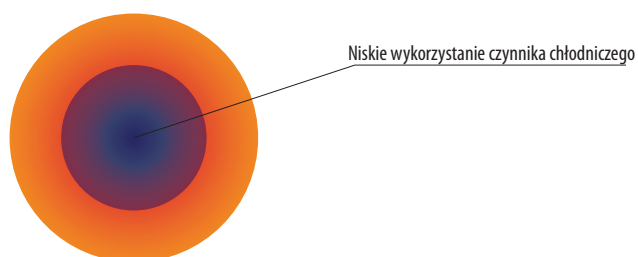
Proces produkcji wymiennika mikrokanalowego jest odmienny. Wstępnie zmontowane elementy zostają wygrzane w temperaturze kilkuset stopni Celsjusza. Podczas wygrzewania stopieniu ulega zewnętrzna powierzchnia wszystkich elementów, spajając je w całość



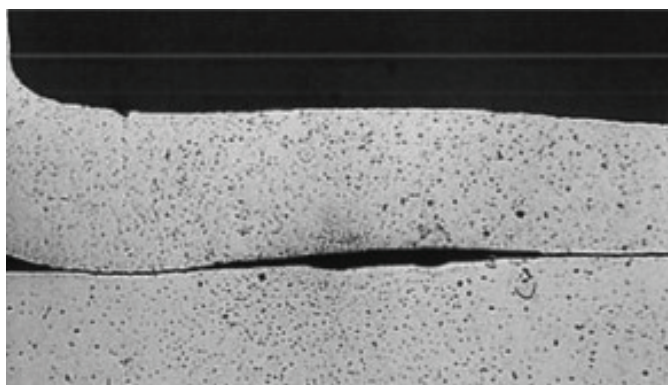
Rys. 1. Konstrukcja wymiennika, w którym zastosowano mikrokanaly



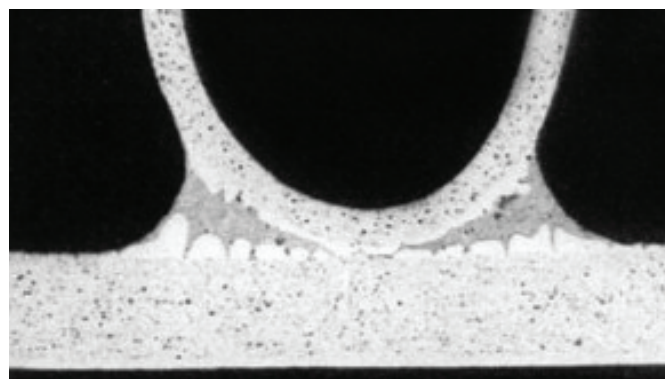
Rys. 2. Czynniki chłodnicze płyną przez profile mikrokanalowe, które mają znacznie większą powierzchnię wymiany niż tradycyjne okrągłe rurki



Rys. 3. W rurce okrągłej, szczególnie przy niskich wartościach przepływu, efektywność wymiany jest najwyższa tuż przy obwodzie i maleje w miarę oddalania się ku środkowi – profil mikrokanalowy charakteryzuje się lepszym niż rurka wykorzystaniem objętości czynnika chłodniczego



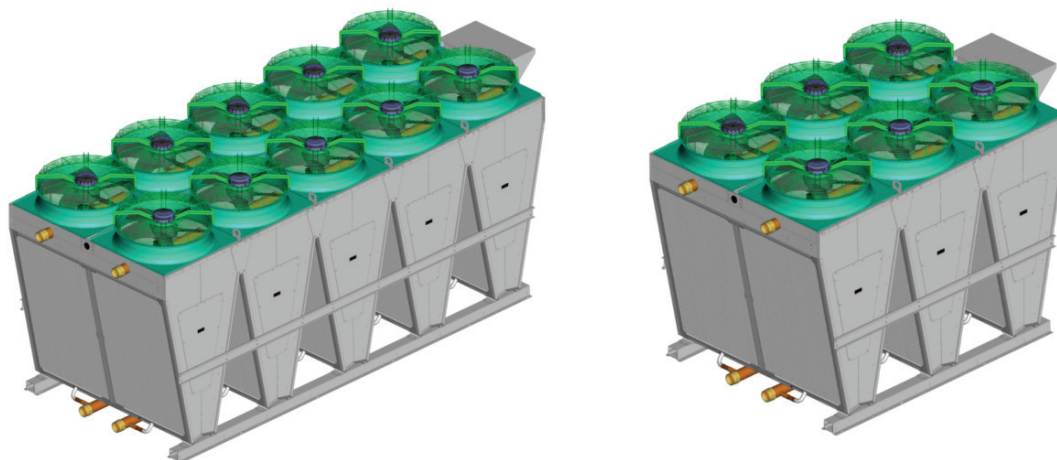
Fot. 1. Powierzchnia styku rurki z lamelą, wyraźnie widoczne szeliny



Fot. 2. Powierzchnia styku profilu mikrokanalowego z lamelą – brak szeliny

o parametrach zbliżonych do odlewu. W wyniku tego wyeliminowana zostaje szczelina powietrzna, zatem nie stoi na drodze wymiany ciepła pomiędzy profilem a lamelą.

Efektom tego procesu jest wymiennik o niższych gabarytach i wadze niż wymienniki tradycyjne. Dodatkową zaletą, za sprawą niskiej objętości wewnętrznej profilu oraz kolektorów, jest znacznie mniejsza niż w przypadku technologii tradycyjnej objętość wewnętrzna całego



Rys. 4. Możliwości rozbudowy chłodnic (dry-coolerów) są ograniczone jedynie wymiarami standardowej naczepy samochodowej

wymiennika, co ma szczególnie duże znaczenie dla producentów agregatów wody lodowej, którzy obecnie w większości produkowanych przez siebie urządzeń stosują wymienniki z mikrokanalami.

Obecnie technologia mikrokanalowa znajduje zastosowanie także w suchych chłodnicach cieczy, zwanych powszechnie dry-coolerami. Zdecydowano się stworzyć konstrukcję modułową, w której zastosowano elementy o wydajności jednostkowej około 200 kW. Można je łączyć w większe zespoły. Możliwości rozbudowy są ograniczone jedynie wymiarami standardowej naczepy samochodowej, ponieważ rzadko produkuje się urzą-

dzenia wymagające transportu ponadnormatywnego, z uwagi na koszt.

Zalety suchych chłodnic mikrokanalowych

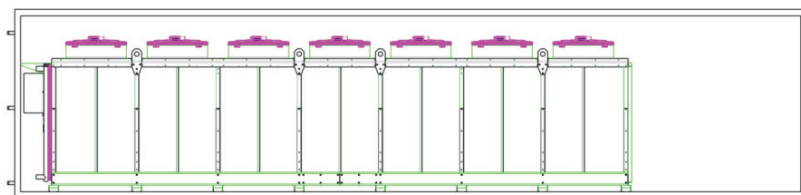
Niższe koszty transportu wynikają z dwóch czynników. Dzięki opisanej wcześniej lepszej wymianie ciepła pomiędzy profilem mikrokanalowym a lamelą całe urządzenie jest mniejsze. Dla porównania tradycyjny dry-cooler o wydajności 1000 kW ma długość około 9 m i, w praktyce, zajmuje całą naczepę. Jego odpowiednik w wersji mikrokanalowej ma długość 6 m, dlatego na standardowej naczepie zmieszczą się dwie jednostki, co ma znaczenie w przypadku większych inwestycji, na przykład w centrach przetwarzania danych.

Zmniejszenie gabarytów skutkuje także redukcją wagi urządzenia. Tradycyjny dry-cooler o wydajności 1000 kW waży około 4100 kg. Jego odpowiednik w wersji mikrokanalowej, składający się z pięciu modułów, waży 1400 kg. Przekłada się to na wagę mniejszą o około 66%. Niższa waga to nie tylko tańszy transport, ale także niższe koszty konstrukcji wsporczej.

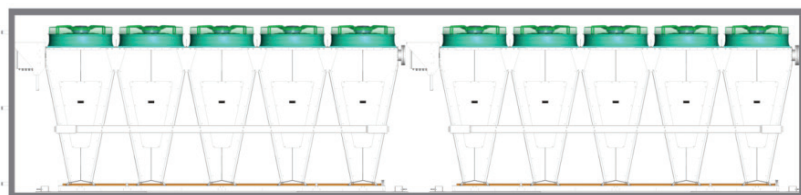
Kolejnym czynnikiem przemawiającym na korzyść chłodnic mikrokanalowych jest objętość wewnętrzna. Dla porównania tradycyjny dry-cooler o wydajności 1000 kW ma objętość wewnętrzną około 650 dm³. Jego odpowiednik w wersji mikrokanalowej – 130 dm³ (tyle wynosi napełnienie czynnikiem chłodniczym). Mniejsza ilość czynnika przekłada się na około 80% niższą cenę.

Każdy wymiennik ciepła – bez względu na to, czy jest to sucha chłodnica cieczy, skraplacz czy chłodnica powietrza – wymaga regularnego czyszczenia. Zabrudzony wymiennik oznacza spadek wydajności, dlatego czyszczenie powinno się odbywać minimum dwa razy do roku. W przypadku tradycyjnych chłodnic miedziano-

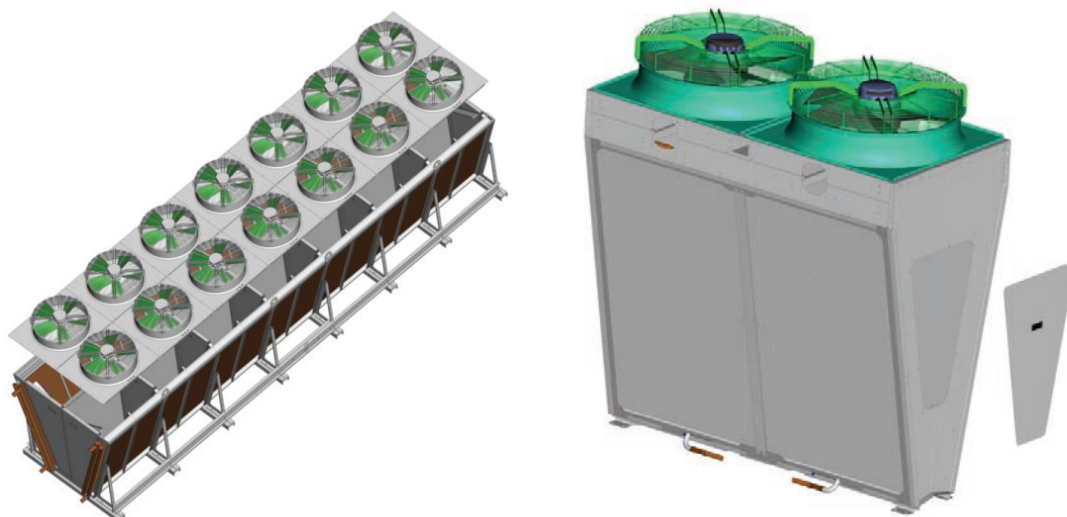
Tradycyjna chłodnica zbudowana z wykorzystaniem wymienników z rurką okrągłą



Chłodnica mikrokanalowa



Rys. 5. Oszczędność miejsca w przypadku chłodnic mikrokanalowych to około 33% w porównaniu z chłodnicami, w których zastosowano rurki okrągłe



Rys. 6. Chłodnice mikrokanałowe mają po obu stronach otwory rewizyjne, które wyposażono w łatwe w demontażu zaślepki

-aluminiowych konieczny jest demontaż wentylatorów, ponieważ czyszczenie odbywa się od środka na zewnątrz. W przypadku chłodnic mikrokanałowych przewidziano po obu stronach otwory rewizyjne, wyposażone w łatwe do demontażu zaślepki. Ich szybkie usunięcie pozwala na znaczne skrócenie czasu niezbędnego do oczyszczenia wymiennika.

Istotne są opory przepływu, ponieważ od nich zależy pobór mocy pompy obiegowej. Tradycyjny dry-cooler o wydajności 1000 kW charakteryzuje się oporami na poziomie 65 kPa. Jego odpowiednik w wersji mikrokanałowej – 20 kPa, czyli niższym o około 69%.

Technologia mikrokanałowa jest także tańsza na etapie inwestycji. Wpływają na to dwa czynniki:

- 1) wymienniki są w całości wykonane z aluminium, które jest tańsze od miedzi i podlega mniejszym wahanom ceny,
- 2) chłodnice mikrokanałowe wymagają mniejszej liczby wentylatorów, np. tradycyjna chłodnica o wydajności 1000 kW ma 14 wentylatorów, jej odpowiednik w wersji mikrokanałowej – 10. Mniejsza liczba wentylatorów oznacza prostsze i tańsze okablowanie oraz automatykę sterującą pracą wentylatorów.

W niektórych krajach lokalne przepisy wymagają zabezpieczenia, które zapobiegnie niekontrolowanemu wyciekowi glikolu, gdyby doszło do rozszczelnienia się wymiennika. W przypadku wymienników mikrokanałowych, dzięki mniejszym gabarytom, takie zabezpieczenie jest tańsze o około 30–40%.

Wymienniki mikrokanałowe charakteryzują się zdecydowanie większą odpornością na korozję niż ich starsze miedziano-aluminiowe odpowiedniki.



Fot. 3. Montaż dry-coolera

Podsumowując, wymienniki mikrokanałowe powoli zaczynają dominować na rynku. Należy liczyć się z tym, że w ciągu kilku lat staną się wiodącą technologią.



Marcin Bujak
ThermoKey SpA

Modernizacja energetyczna instalacji w aquaparku

Studium przypadku

Ośrodki basenowe, ze względu na swoją specyfikę, są jednymi z najbardziej energochłonnych obiektów rekreacyjnych. Dlatego w dobie rosnących cen zastosowanie rozwiązań technicznych, gwarantujących niskie zużycie energii, w sposób zasadniczy wpływa na obniżenie kosztów eksploatacji, podnosząc konkurencyjność obiektu.

Na skutek zmiany cen związanych z kosztami utrzymania struktura kosztów eksploatacji krytej pływalni zmieniła się w ciągu ostatnich lat. **Udział kosztów energii elektrycznej i ciepła w dużym aquaparku w okresie od 2017 do 2019 roku utrzymywał się na poziomie 15%** całkowitych kosztów utrzymania obiektu.

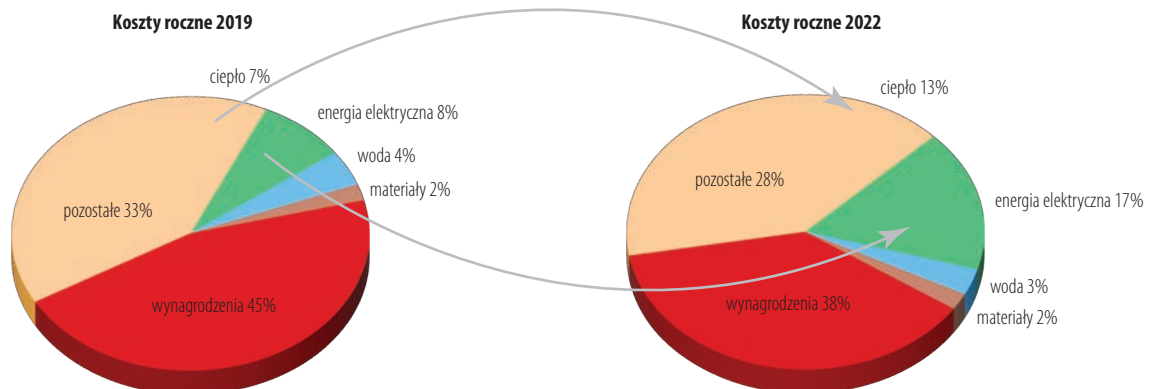
W 2022 roku koszty te wzrosły dwukrotnie – aż do 30%. Wyjątkowo duży udział kosztów nośników energii w budżecie każdej pływalni motywuje do działań obniżających te wydatki.

Pojawia się pytanie – jaki jest potencjał redukcji kosztów w obiekcie basenowym. Szukanie sposobów na ich obniżanie to złożony proces. Nie pomogą w tym osoby, które zarządzają pływalnią, ponieważ zazwyczaj nie mają

technicznego przygotowania w dziedzinie energetyki. Najczęściej to właśnie projektanci HVAC i źródeł ciepła biorą na siebie opracowanie działań, które przyniosą pożądany efekt.

Jak osiągnąć efekt energooszczędności

Pierwszej oceny można dokonać poprzez porównanie zużycia ciepła i energii elektrycznej w badanym aquaparku i innych podobnych już funkcjonujących obiektach. Można posłużyć się wskaźnikiem jednostkowego zużycia mediów w odniesieniu do powierzchni lustra wody basenowej lub powierzchni użytkowej. Na podstawie średniej z blisko 30 obiektów wskaźnikowego zużycia zarówno energii elektrycznej, jak i ciepła, po przeliczeniu watów na metr kwadratowy lustra wody lub watów na



Rys. 1. Udział kosztów nośników energii powiększył się dwukrotnie – z 15% do 30% (porównanie roku 2019 do 2022)

Tabela 1. Porównanie zużycia energii elektrycznej i ciepła w różnej wielkości obiektach

Dane dotyczące obiektu					Energia elektryczna			Ciepło		
Klasyfikacja obiektów	Liczba klientów	Udział powierzchni wody w pow. użytkowej [%]	Powierzchnia lustra wody [m ²]	Powierzchnia użytkowa [m ²]	Moc elektryczna średnia za rok [kW]	Średnia moc na 1 m ² lustra wody [W/m ²]	Średnia moc na 1 m ² pow. użytkowej [W/m ²]	Moc cieplna średnia za rok [kW]	Średnia moc na 1 m ² lustra wody [W/m ²]	Średnia moc na 1 m ² pow. użytkowej [W/m ²]
Średnia z 29 obiektów	262 739	14,0%	715	5538	157	189	25	236	298	40
Duże	517 333	12,4%	1348	10 827	343	250	32	497	371	47
Małe	220 510	13,3%	501	3783	90	168	22	139	269	38
Badany aquapark	482 000	10,7%	966	9000	259	268	29	482	499	54

Prezentowane wyżej dane dotyczą obiektów, które nie są po modernizacji – żaden nie jest budynkiem wzorcowym, jednak w każdym istnieje potencjał do oszczędzania energii. Wiadomo, że wskaźniki, które chcemy docelowo uzyskać w analizowanym obiekcie powinny być niższe.

metr kwadratowy powierzchni użytkowej uzyskuje się dane pozwalające na porównanie różnych obiektów.

Wyraźnie widać różnicę pomiędzy większymi obiektami, w których powierzchnia lustra wody wynosi 1000 m², a powierzchnia użytkowa około 10 000 m² a małymi pływalniami. W małych pływalniach wskaźniki zużycia zarówno ciepła, jak i energii elektrycznej są dużo niższe, ponieważ nie ma atrakcji wodnych. Małe obiekty inaczej też funkcjonują. Głównie odbywa się w nich nauka pływania. W aquaparkach użytkownicy przyjeżdżają na kilka godzin, żeby spędzić czas rekreacyjnie, korzystając z atrakcji wodnych, a to generuje duże zużycie energii.

Prezentowane dane dotyczą losowych obiektów, wyposażonych w instalacje o różnej energochłonności. Na ich podstawie widać, że w aquaparkach jest wiele do zrobienia w zakresie oszczędzania energii elektrycznej. W badanym obiekcie wzrost zużycia energii elektrycznej i ciepła w stosunku do średniej z innych obiektów jest spowodowany tym, że w obiekcie mamy bardzo dużo, bo blisko 900 m², lustra wody basenów zewnętrznych, które są uruchamiane pod koniec maja lub na początku czerwca i funkcjonują do września. To jest olbrzymi pochłaniacz energii elektrycznej i cieplnej. Widać, że w tym obiekcie, porównując do średniej, jest dużo do zrobienia, jeżeli chodzi o zużycie ciepła.

Jak oszczędzać

Oszczędzać można na kilka sposobów, głównie poprzez redukcję energochłonności poszczególnych urządzeń, instalacji i całego budynku. Ważne są następujące działania:

- › termomodernizacja,
- › poprawa efektywności instalacji i urządzeń poprzez ich modernizację lub wymianę,
- › automatyczna regulacja parametrów w funkcji faktycznych bieżących potrzeb użytkowników obiektu

(automatyka),

- › optymalizacja nastaw parametrów pracy oraz właściwy serwis (czynnik ludzki w trakcie eksploatacji).

Na pływalniach bardzo istotnym elementem są nastawy temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu basenowym. Odchyłka od standardowych parametrów 30°C i 55%, np. o 2°C, powoduje o 20% wyższe koszty eksploatacji, ponieważ intensywniej paruje woda, skutkiem tego traci więcej ciepła, a centrale wentylacyjne muszą usunąć więcej wilgoci.

Warto przemyśleć **rozwiązania optymalizacyjne** odbiorów ciepła i sposobu ich sterowania w celu lepszego wykorzystania alternatywnych źródeł energii (np. obniżenie temperatury c.t. na zasilaniu i powrocie). Jeżeli mamy obiekt z regulacją ilościową nagrzewnicy wodnej, w którym niewykorzystane ciepło wraca poprzez by-pass zaworu trójdrogowego do źródła ciepła, to w okresie przejściowym, który występuje najdłuższej w ciągu roku, temperatura powrotu czynnika jest bardzo wysoka. To powoduje, że wykorzystanie pompy ciepła w układzie kaskadowym i źródła szczytowego, może się nie udać, ponieważ temperatura powrotu jest już dużo wyższa od temperatury czynnika, jaką chcemy wytworzyć w pompie ciepła. Żeby wykorzystać źródła alternatywne, należy najpierw dopasować wszystkie odbiory ciepła. Inaczej nie przyniesie to efektu. Można to zrobić w różny sposób:

- › poprzez działania mające na celu redukcję mocy szczytowych, np. poprzez magazynowanie ciepła w nieckach basenowych itp. (redukcja mocy źródeł ciepła, redukcja opłat stałych). W nocy filtry są płukane wodą z basenu. Braki uzupełnia się zimną wodą, którą potem trzeba podgrzać. W ciągu dnia intensywnie pracuje wentylacja i natryski, w związku z tym zużywa się ciepło potrzebne do wytworzenia ciepłej wody użytkowej. Można poprzez regulację czy choćby wykorzystanie samego basenu jako

magazynu ciepła tak dozować moc do podgrzewu wody basenowej, żeby niwelować piki poboru mocy szczytowej i obniżyć źródło. Ostatnio na jednej z pływalni warszawskich z 1,2 MW udało się obniżyć moc szczytową bez uszczerbku w dostawie ciepła do 0,6 MW poprzez zniwelowanie pików związanych z podgrzewem wody basenowej i ciepłej wody użytkowej. Zmiana sposobu sterowania z trybu włącz-wyłącz podgrzew wody w basenie na sterowanie płynne zmniejsza o około 40–60% zapotrzebowanie mocy szczytowej;

- poprzez modernizację i rozbudowę źródeł ciepła i energii elektrycznej (systemy fotowoltaiczne, pompy ciepła, kogeneracja, która świetnie się sprawdza w obiektach basenowych, bo ciepło jest potrzebne przez cały rok, systemy solarne, zagospodarowanie ciepła odpadowego z klimatyzacji i lodowiska itp.). Lodowisko jest ogromną kopalnią bezpłatnego ciepła, które w tego typu obiekcie da się wykorzystać.

Powyższa kolejność nie jest przypadkowa. Zanim porozmawia się z inwestorem o doborze źródeł ciepła i chłodu, to trzeba wiedzieć, jaka będzie redukcja zużycia mediów dzięki poprawie efektywności instalacji.

Przygotowanie zakresu prac modernizacyjnych

Określenie zakresu prac modernizacyjnych możliwe jest na podstawie sporządzonej wcześniej **oceny technicznej** obiektu, a w szczególności oceny elementów odpowiedzialnych za zużycie mediów.

Przy określaniu zakresu prac trzeba wziąć pod uwagę wiele czynników:

- bieżący stan techniczny budynku i instalacji, w tym: właściwości techniczne (izolacyjność ścian i dachu, osiągi pomp i wentylatorów, efektywność odzysku ciepła, sposób działania automatyki),
- fizyczne wyeksploatowanie komponentów,
- sposób użytkowania przez personel techniczny (czynności obsługowe, nastawy parametrów),
- konieczność dostosowania parametrów technicznych urządzeń i instalacji do obowiązujących przepisów,
- konieczność dostosowania instalacji do potrzeb, które mogły się zmienić od chwili wybudowania obiektu,
- potencjał istniejącej infrastruktury technicznej do redukcji zużycia mediów (zmiana sposobu sterowania, wymiana komponentów, zmiana konfiguracji połączeń hydraulicznych itp.).

Przygotowanie tej oceny wymaga od autorów gruntownej znajomości zasady działania analizowa-

nych urządzeń i instalacji oraz istnienia alternatywnych, bardziej energooszczędnych rozwiązań.

Przegląd branży budowlanej

Zakres przeglądu:

- ocena stanu technicznego dachu (stropodachu), ścian zewnętrznych (izolacji cieplnej i paroizolacji), stolarki okiennej itp.

Przegląd powinien uwzględniać:

- ocenę izolacyjności przegród pod kątem wymagań energooszczędności,
- ocenę bezpieczeństwa obiektu po zmodernizowaniu instalacji wentylacyjnej hali z basenem.

Stare systemy wentylacyjne **bez regulacji wilgotności** przesuszają powietrze w hali w okresie zimy, powodując duże straty energetyczne, ale jednocześnie chroniąc przegrody przed zawilgoceniem.

Obiekt może nie być przygotowany do pracy zimą po modernizacji instalacji wentylacyjnej w warunkach wilgotnego powietrza, dlatego w takim przypadku modernizację struktury budowlanej należy wykonać przed modernizacją systemu wentylacji.

Stan izolacji cieplnej powinno się zbadać za pomocą kamery termowizyjnej.

Przegląd instalacji wentylacyjnej

Przed wykonaniem przeglądu należy dokonać oceny, czy wydajność powietrza oraz konfiguracja istniejącego systemu dystrybucji powietrza są właściwe w nowych warunkach.

Zakres przeglądu (pozytywnie zweryfikowanej części instalacji):

- ocena ogólnego stanu technicznego urządzeń (central, wentylatorów) oraz systemu dystrybucji (w tym izolacji cieplnej),
- pomiary wydajności powietrza oraz strat ciśnienia w instalacji wentylacyjnej,
- pomiary sprawności odzysku ciepła z usuwanego powietrza,
- ocena funkcjonalnych możliwości automatyki oraz efektywności zespołów wentylatorowych,
- ocena stanu lameli aluminiowych wymiennika do odzysku ciepła, nagrzewnicy i chłodnicy,
- ocena instalacji chłodniczej.

Przegląd instalacji uzdatniania wody

Podobnie jak w przypadku wentylacji przed wykonaniem przeglądu należy dokonać kalkulacji sprawdzającej wydajności SUW oraz ocenić przydatność jej konfiguracji w nowych warunkach.

Zakres przeglądu:

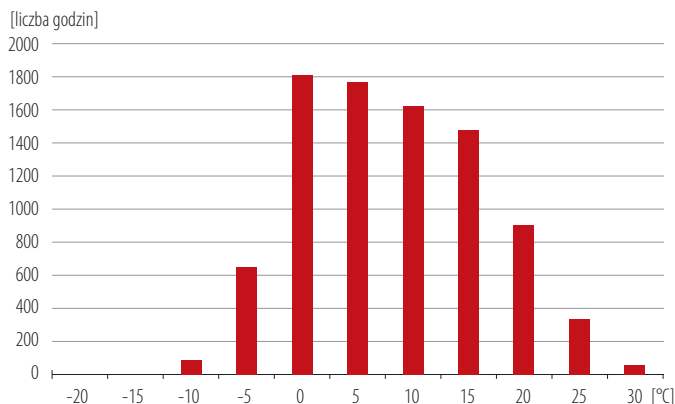
- ocena stanu technicznego filtrów i pomp obiegu-

wych, pomiary wydajności instalacji technologicznej,

-) ocena sposobu regulacji tej wydajności (zawór lub falownik, ustawienie stałe lub na podstawie bieżącego pomiaru),
-) ocena sposobu wymuszania obiegu wody przez wymiennik ciepła (by-pass na głównym ciągu technologicznym lub dodatkowa pompa),
-) ocena możliwości funkcjonalnych automatyki w zakresie płukania filtrów i podgrzewu wody basenowej itp.

Należy też dokonać oceny stanu technicznego stacji pomiaru parametrów wody oraz dozowania reagentów chemicznych, chociaż czynności te wykraczają poza bezpośredni zakres dotyczący energochłonności.

Aby ustalić zasadność energomodernizacji, musimy określić, ile energii zużywa każda instalacja. Do tego nie wystarczy informacja o mocy urządzeń zaczerpnięta z projektów. Projektanci często posługują się wskaźnikami dostawców urządzeń, a nie danymi analitycznymi (moce bywają przewymiarowane). Konieczna jest również informacja dotycząca jednoczesności pracy wielu urządzeń i wynikającej z niej niezbędnej mocy źródła i rocznych kosztów eksploatacji. Pomiar rocznego zużycia mediów przez poszczególne instalacje możliwy jest jedynie w obiektach z pełnym monitoringiem. W większości obiektów mamy tylko jeden licznik energii elektrycznej i jeden ciepłomierz (gazomierz). Oceny energochłonności dokonuje się na podstawie kilkudniowych pomiarów wybranych parametrów oraz znajomości scenariuszy



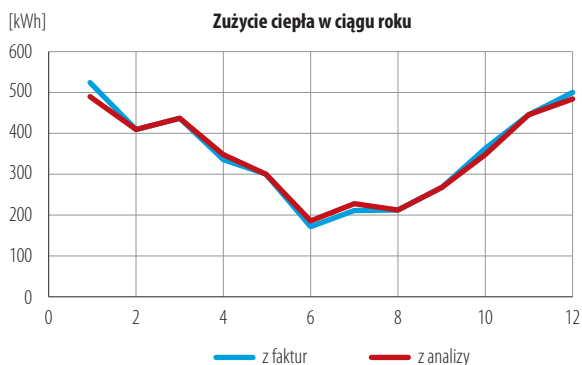
Rys. 2. Liczba godzin, w których występuje dana temperatura zewnętrzna w ciągu roku

działania instalacji w funkcji temperatury zewnętrznej i stopnia wykorzystania pływalni.

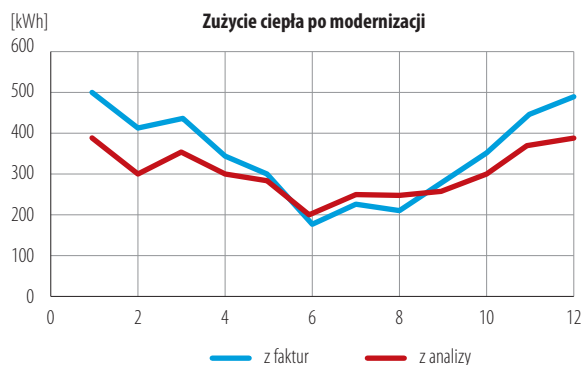
Analityczne przyporządkowanie zużycia mediów do poszczególnych instalacji powinno uwzględniać **zmierzone** przez nas **rzeczywiste właściwości zastosowanych urządzeń** oraz **faktyczne nastawy, harmonogramy i algorytmy działania**, także zależność tych właściwości od stopnia wykorzystania pływalni w ciągu doby i od zmieniających się parametrów powietrza zewnętrznego w ciągu roku. Do arkusza należy wprowadzić dane dotyczące np. zużycia ciepła przez poszczególne instalacje. Odrębnie zestawiamy dane dotyczące **okresu użytkowania** pływalni oraz **okresu nocy**. Rozkład parametrów powietrza zewnętrznego określamy na podstawie typowego roku meteorologicznego dla danego obszaru.

Tabela 2. Dane dotyczące np. zużycia ciepła przez poszczególne instalacje

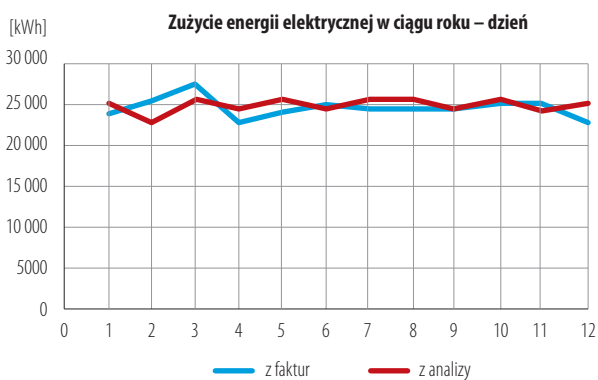
Temperatura zewnętrzna		Ciepło													
		-20		-15		-5		5		16		25		30	
		dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc
Wentylacja hali basenowej	kW	34,5	8,1	32,0	7,5	27,0	6,3	23,1	5,4	12,9	3,0	4,6	1,1	0,0	0,0
Straty przenikania z hali basenowej	kW	35,1	35,1	31,9	31,9	25,5	25,5	19,2	19,2	10,8	10,8	3,8	3,8	0,0	0,0
Wentylacja pozostałych pomieszczeń	kW	15,8	2,6	14,0	2,3	10,4	1,7	6,8	1,1	3,8	0,6	1,4	0,2	0,0	0,0
Straty przenikania z pozostałych pomieszczeń	kW	36,0	36,0	32,7	32,7	26,1	26,1	19,5	19,5	10,9	10,9	3,9	3,9	0,0	0,0
Technologia basenowa (bieżąca eksploatacja)	kW	31,5	46,5	31,5	46,5	31,5	46,5	31,5	46,5	31,5	46,5	31,5	46,5	31,5	46,5
Ciepła woda użytkowa (z 10 do 42°C)	kW	33,5	0,0	33,5	0,0	33,5	0,0	33,5	0,0	33,5	0,0	33,5	0,0	33,5	0,0
Łącznie	kW	186	128	176	121	154	106	134	92	103	72	79	56	65	47
Zużycie ciepła w ciągu roku	GJ	0,8	0,3	7,5	3,1	365	143	1331	548	673	280	66	28	2,2	0,9



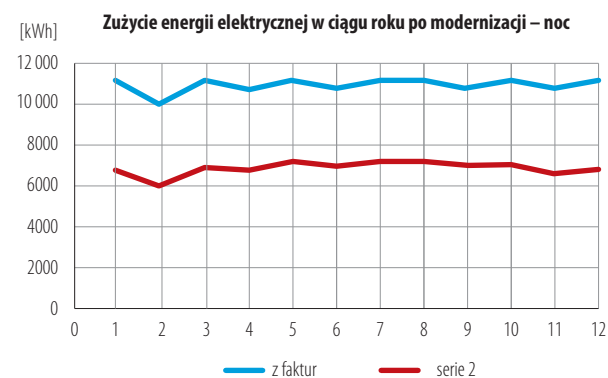
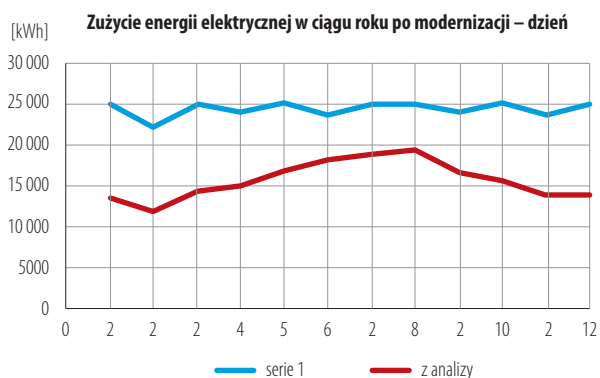
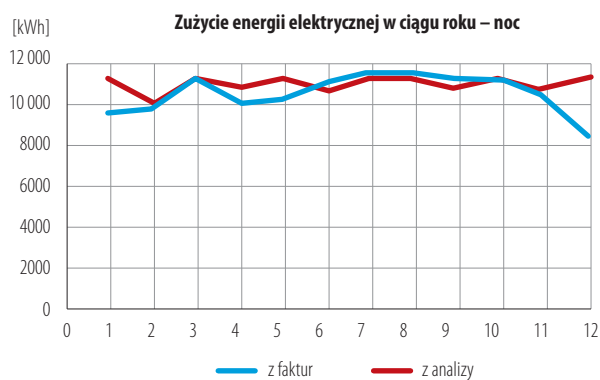
Rys. 3. Analitycznie wyznaczone zużycia ciepła w poszczególnych miesiącach porównywane są z danymi uzyskanymi z faktur



Rys. 4. Znając efekty modernizacji poszczególnych instalacji, można symulować efekt oszczędności



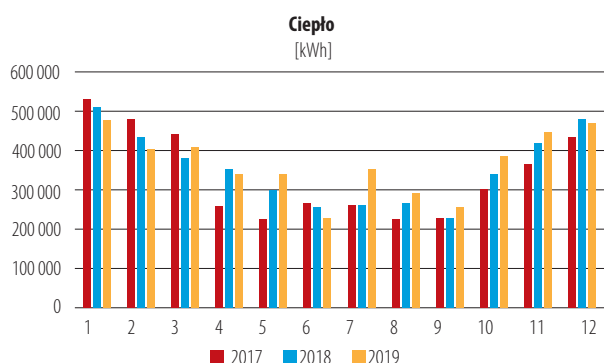
Rys. 5. i 6. Porównanie wyników analiz zużycia energii elektrycznej ze zużyciem na podstawie faktur – analizę przeprowadzono oddzielnie dla dnia i nocy – wykorzystano fakt, że w obiekcie zastosowano liczniki dwutaryfowe umożliwiające odrębne porównanie wyników



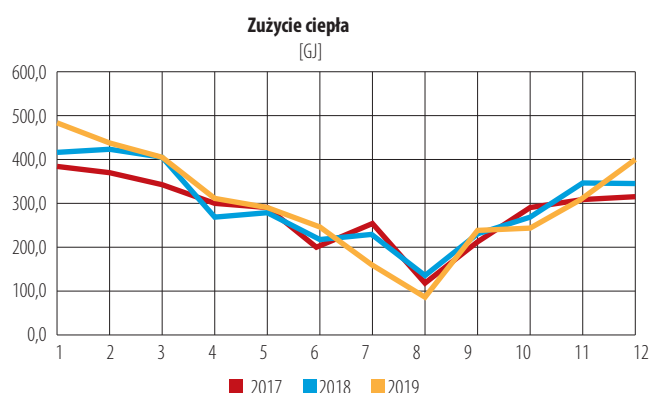
Rys. 7. i 8. Podobnie jak dla ciepła uzyskuje się symulację zużycia energii elektrycznej po modernizacji w odniesieniu do okresu przed modernizacją

W celu weryfikacji poprawności prowadzonej analizy wyniki dla stanu istniejącego powinny być opracowane z podziałem na miesiące i porównane z podanym na fakturach faktycznym zużyciem mediów z kilku ostatnich lat. Dla różnej temperatury określa się, jakie są pobory

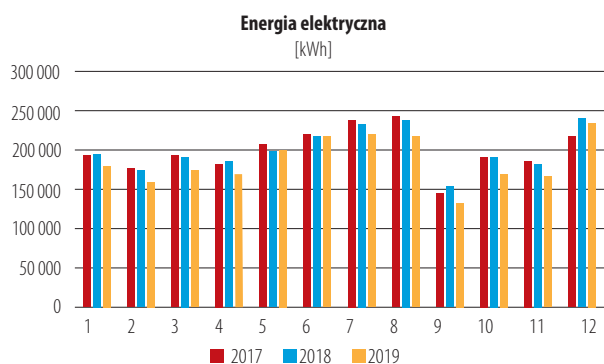
mocy. Potem, wiedząc, przez ile godzin występuje dana temperatura w ciągu kolejnych miesięcy, posługując się typowym rokiem meteorologicznym i rozkładem występowania temperatury w roku, tworzy się profil zużycia ciepła już z podziałem na miesiące.



Rys. 9. Zużycie ciepła w latach 2017, 2018, 2019. Doświadczenia z wielu obiektów wskazują na statystyczną powtarzalność frekwencji i zużycia mediów w kolejnych latach



Rys. 10. Basen osiedlowy – zużycie ciepła. Powtarzalność zużycia ciepła w poszczególnych latach występuje również w mniejszym obiekcie



Rys. 11. Aquapark – zużycie energii elektrycznej. Podobne zależności jak w wypadku zużycia ciepła występują w odniesieniu do energii elektrycznej. Zwiększone zużycie energii elektrycznej w miesiącach letnich wynika z pracy pomp basenów zewnętrznych

Struktura zużycia ciepła w analizowanym obiekcie

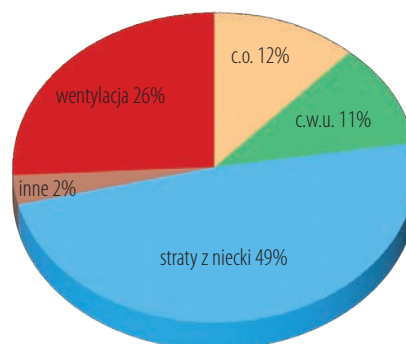
Najwięcej ciepła zużywa się na podgrzew wody basenowej – prawie 50%, na wentylację 26%, centralne ogrzewanie zaledwie 12%, ciepła woda użytkowa to 11%. Na tej podstawie od razu widać, na czym warto koncentrować uwagę, by uzyskać jak najlepszy efekt.

Struktura zużycia energii elektrycznej w analizowanym obiekcie

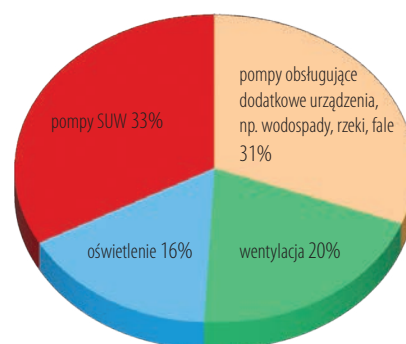
Jeśli chodzi o zużycie energii elektrycznej, ponad 60% zużywają pompy, 20% wentylacja, 16% oświetlenie. Innych danych, np. dotyczących zużycia energii przez komputery, systemy wewnętrzne, w ogóle się nie analizuje, ponieważ są to śladowe ilości.

Na podstawie analiz sporządzono zakres modernizacji wraz z kosztami poszczególnych pozycji oraz szacowanymi oszczędnościami i czasem zwrotu inwestycji.

Podobna tabela powinna stanowić finał każdego postępowania przygotowawczego, aby na jej podstawie inwestor mógł ostatecznie zdecydować o zakresie modernizacji. Kryterium wyboru pozycji zakresu, oprócz aspektów czysto technicznych, powinna być **optycalność**.



Rys. 12. Struktura zużycia ciepła w analizowanym obiekcie, łącznie w ciągu roku 2 507 640 kWh, czyli 9 020 GJ



Rys. 13. Struktura zużycia energii elektrycznej w analizowanym obiekcie – łącznie w ciągu roku: 969 630 kWh

W materiałach przetargowych powinna się znaleźć informacja dotycząca metod weryfikacji wymagań jakości i energooszczędności w procesie odbiorowym, aby wyeliminować możliwość fałszowania parametrów w kartach technicznych urządzeń. Materiały przetargowe

Tabela 3. Zakres modernizacji wraz z kosztami

	Działania	Wartość netto w zł	Roczne oszczędności w zł	Czas zwrotu w latach
1	Prace modernizacyjne dla systemu NW3. Instalacja wentylacji i klimatyzacji hali basenu sportowego	380 115	83 400	4,6
2	Przebudowa instalacji technologii basenowej. Montaż falowników do pomp obiegowych oraz nowego systemu sterowania ich pracą	12 950	6 940	1,9
3	Przebudowa instalacji technologii basenowej. Modernizacja systemu podgrzewu wody basenowej	156 135	33 120	4,7
4	Wykonanie instalacji odzysku ciepła z wód popłucznych	254 240	63 900	4,0
5	Montaż agregatów kogeneracyjnych	241 000	62 500	3,9
	łącznie	1 044 440	249 860	4,2

powinny być tak przygotowane, by oferent czuł się zobowiązany do odpowiedzialności za deklarowany efekt funkcjonalny i energetyczny. **Jeżeli obniżenie kosztów zużycia mediów jest głównym celem postępowania przetargowego, to powinno ono stanowić przedmiot odpowiedzialności wykonawcy tego zadania.** Aby wykonane zadanie rzeczywiście przyniosło zamierzony efekt, deklaracje (prognozy) oszczędności powinny podlegać ocenie i akceptacji **już na etapie ofertowania** prac modernizacyjnych.

Nowe kryteria wyboru ofert komplikują działania, dlatego w przetargu powinny być zawarte informacje:

- o przynajmniej limicie zużycia mediów przez modernizowane instalacje (w wymaganiach formalnych przetargu),
- o udokumentowanych realizacjach przez oferenta podobnych zadań, które zakończyły się sukcesem redukcji zużycia mediów lub obniżenia kosztów mediów,
- o klauzuli braku możliwości podpierania się doświadczeniami obcych podmiotów, które potem nie będą uczestnikami postępowania.

Przykładowe działania ograniczające zużycie ciepła i energii elektrycznej

Ogrzewanie budynku – termomodernizacja

Zastosowanie współczynników z 2021 roku w stosunku do obowiązujących do stycznia 2014 roku zredukuje straty przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne od 33% do 40%.

Należy jednak pamiętać, że koszty ogrzewania stanowią zaledwie niewielką część kosztów ciepła na pływalni (w opisywanym przykładzie 12%). Redukcja zużycia ciepła przez cały obiekt w wyniku termomodernizacji **nie przekroczy więc 5%**.

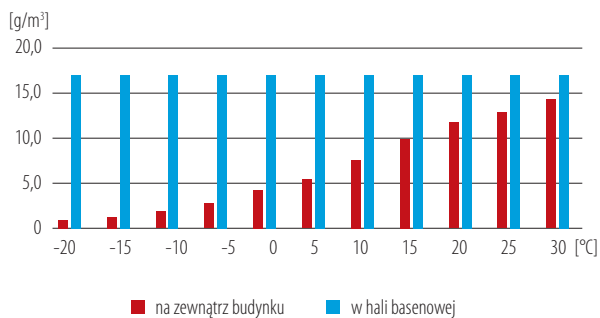
Wentylacja

Można uzyskać bardzo duże oszczędności, zwracając uwagę na normowania wilgotności.

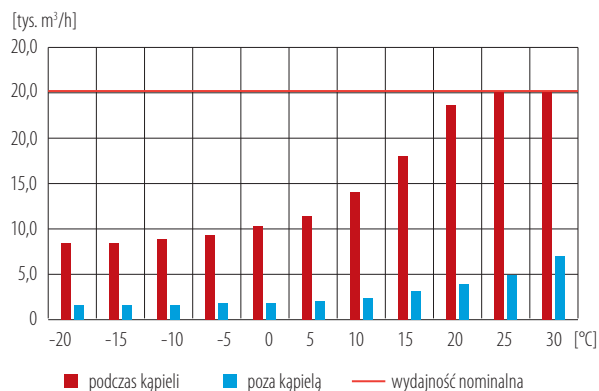
Przeanalizujmy proces osuszania powietrza realizowany przez centralę basenową.

Recyrkulacja umożliwi zmianę wydajności strumienia powietrza zewnętrznego w pełnym zakresie od 0 do wydajności powietrza nawiewanego.

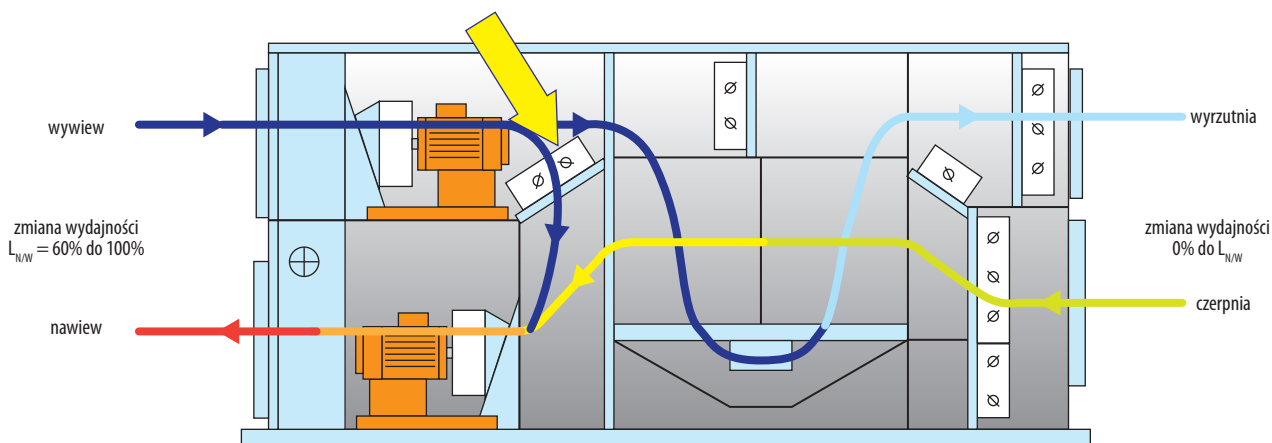
Wentylatory mają dobraną wydajność nominalną z pewnym zapasem, dlatego potem trzeba je wyregu-



Rys. 14. Zawartość wilgoci w powietrzu w funkcji temperatury zewnętrznej



Rys. 15. Wydajność powietrza zewnętrznego



Rys. 16. Zależnie od zapotrzebowania na osuszanie i ogrzewanie powietrza w obiekcie dopuszcza się redukcję strumienia powietrza nawiewanego (zwykle do 60% wydajności nominalnej)

lować – dopasować do potrzeb obiektu. Wydajność powietrza można regulować za pomocą przepustnicy – coraz rzadziej, ale nadal się to wykonuje. Zaleca się, aby regulacja odbywała się za pomocą falownika. Zmiany strumień powietrza zewnętrznego w basenowych urządzeniach klimatyzacyjnych powoduje to, że o efektywności cieplnej decyduje nie tylko sprawność bloku odzysku ciepła, ale przede wszystkim sposób sterowania i precyzja regulacji parametrów powietrza.

Zastosowanie zmiennego udziału powietrza zewnętrznego, zależnie od potrzeb, ogranicza zużycie ciepła w skali roku nawet o 80% w porównaniu do systemu bez recyrkulacji. Analogicznie do wilgotności powietrza w hali basenowej można w innych pomieszczeniach stosować regulację CO₂.

Pomiar i regulacja wydajności sposobem na oszczędzanie energii

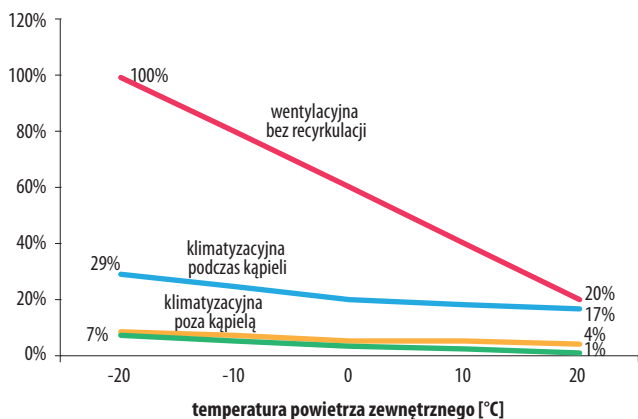
Moc wentylatora jest w trzeciej potęgze wydajności, redukcja wydajności do 60% powoduje redukcję mocy wentylatora o około 78%. Wyregulowanie wydajności

instalacji wentylacyjnej ma więc zasadniczy wpływ na zużycie energii elektrycznej.

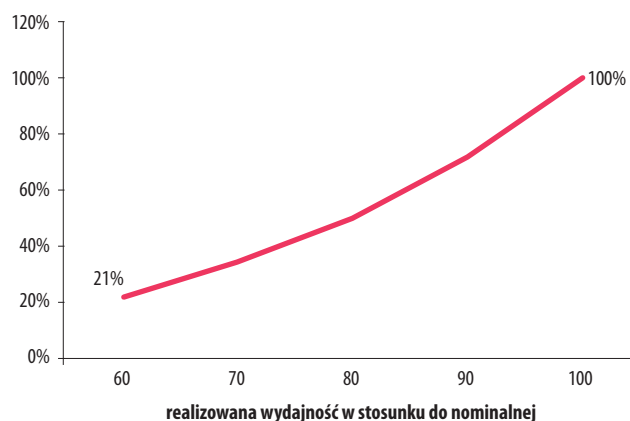
Aby ustawić wymaganą wydajność, trzeba ją zmierzyć, a to w złożonych instalacjach wentylacyjnych często bywa trudne. Dlatego w wielu obiektach nie jest ustawiona odpowiednia wydajność i istnieje duży potencjał do oszczędzania poprzez regulację. Istotne jest jednak to, w jaki sposób dokonuje się regulacji wydajności – za pomocą przepustnicy czy za pomocą elektronicznego regulatora prędkości wentylatora.

Podczas pracy centrali w recyrkulacji opory przepływu powietrza są znacznie mniejsze i przy elektronicznej regulacji wydajności silniki redukują automatycznie swoją moc (moc wentylatora $P = Q \times \Delta p$).

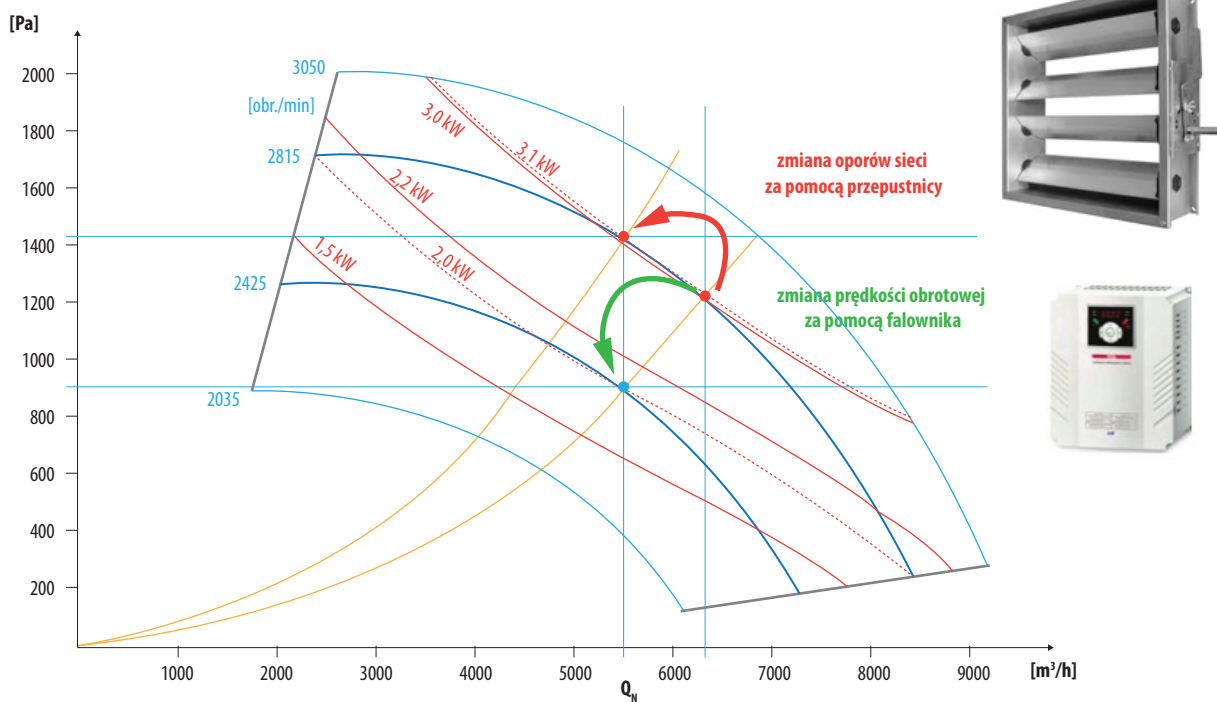
W skali roku w basenowej centrali wentylacyjnej łączne oszczędności **energii elektrycznej** wynikające z pracy w recyrkulacji i zastosowania elektronicznego pomiaru i autoredukcji wydajności wynoszą ponad 50%.



Rys. 17. Relatywne straty ciepła na wentylację związane z osuszaniem powietrza w funkcji temperatury zewnętrznej, zależnie od typu zastosowanej centrali wentylacyjnej



Rys. 18. Relatywna moc wentylatora lub pompy w funkcji realizowanej wydajności



Rys. 19. Porównanie sposobu regulacji wydajności za pomocą przepustnicy lub falownika

Zużycie energii elektrycznej przez pompy basenowe zależy od ich wydajności podobnie jak w przypadku opisanych wyżej wentylatorów.

nawet dla obiegu technologicznego o niewielkiej wydajności, w opisanym przykładzie 64 m³/h. Szacowne roczne oszczędności to około 12 tys. kWh. Przy obecnych cenach mediów instalacja zwraca się w niecały rok.

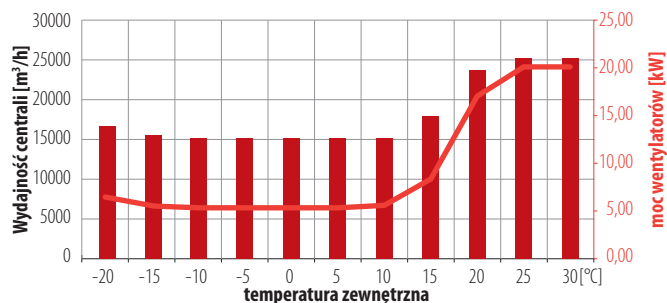
Ogrzewanie wody w basenie

Wymierne oszczędności przynosi zmiana sposobu wymuszenia obiegu podgrzewania wody basenowej. Wymuszenie niezależnego obiegu wody przez wymiennik ciepła umożliwia obniżenie oporów przepływu w instalacji technologicznej, co po ustawieniu pierwotnej wydajności pompy za pomocą falownika skutkuje redukcją pobieranej mocy elektrycznej. Instalacja opłacalna jest

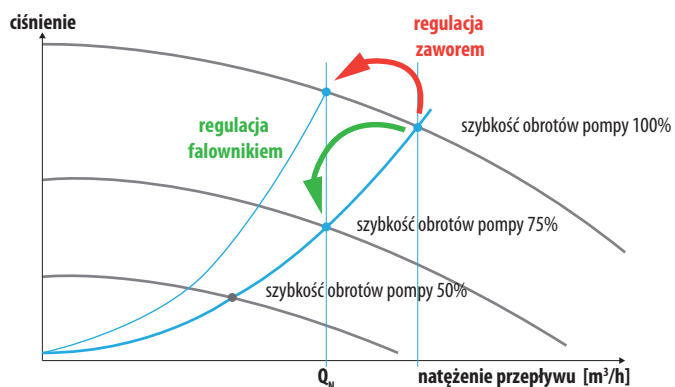
Alternatywne źródła energii

Instalacja solarna

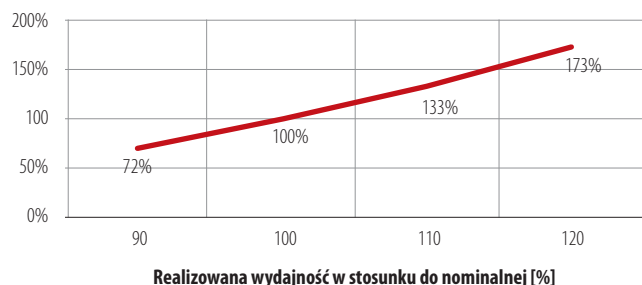
Różnice pomiędzy zapotrzebowaniem na ciepło w ciągu roku i jego produkcją często powodują prze-wymiarowanie instalacji solarnej w stosunku do potrzeb, szczególnie gdy dobór wielkości tej instalacji odbywa się



Rys. 20. Wydajność i moc elektryczna basenowej centrali wentylacyjnej w funkcji temperatury zewnętrznej



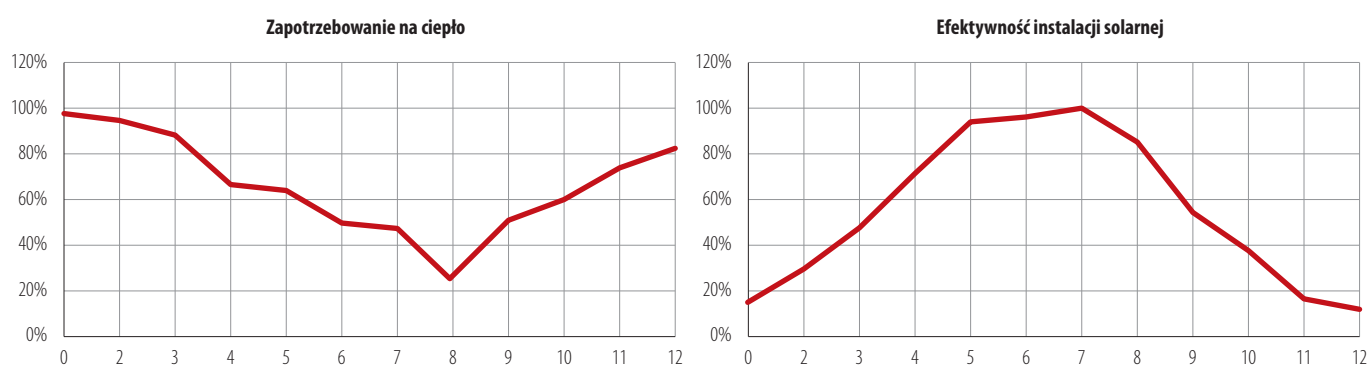
Rys. 21. Relatywna moc pompy w funkcji realizowanej wydajności – projektanci przyjmują wysokość podnoszenia pompy obiegowej z zapasem, dlatego wydajność przed wyregulowaniem jest zwykle większa od projektowanej



Rys. 22. Wyregulowanie wydajności pompy za pomocą falownika zwykle skutkuje bardzo dużą redukcją zużycia energii elektrycznej

Tabela 4. Szacowane roczne oszczędności związane ze zmianą sposobu wymuszenia obiegu podgrzewania wody basenowej

	częstotliwość	Q	H	moc	oszczędności
obecna praca (zdławiony przepływ)	50,0	64	19,6	5,02	–
praca po otwarciu zaworów	50,0	75	18,7	5,61	–
symulacja pracy z falownikiem	42,7	64	13,6	3,49	30,5%
					1,55 kW
					rocznie 12 299 kW



Rys. 23. i 24. Roczny rozkład zapotrzebowania na ciepło w obiekcie a produkcja ciepła przez instalację solarną

na podstawie zapotrzebowania mocy cieplnej określonej w projekcie obiektu (moc wg projektu zwykle określana jest dla miesięcy zimowych). Latem w ciągu dnia powstaje potrzeba magazynowania nadwyżek ciepła lub usuwania jej do atmosfery.

Instalacja fotowoltaiczna

W obiekcie basenowym opłaca się zastosowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy nieprzekraczającej bieżącego zapotrzebowania. Latem, w wypadku przewymiarowania instalacji, również powstaje potrzeba magazynowania nadwyżek energii w ciągu dnia. Można to realizować poprzez magazynowanie w nieckach basenowych ciepła wytwarzanego przez pompy ciepła.

Pompy ciepła

Wiadomo, że w wypadku pomp ciepła im niższa temperatura czynnika, tym wyższa efektywność urządzenia. Można je z powodzeniem wykorzystywać również w pływalniach, ponieważ nawet w lecie jest w tego typu obiektach duże zapotrzebowanie na ciepło. Należy jednak odpowiednio dobrać wymienniki ciepła, aby ustawić niską temperaturę czynnika grzewczego. Jeśli wynosi ona 35°C czy nawet tylko 32°C, to można już ogrzewać

wodę basenową lub wstępnie podgrzewać ciepłą wodę użytkową.

Agregaty kogeneracyjne

Agregaty kogeneracyjne są określane jako źródła wysokosprawne, ale nie jako OZE. Energię w całości pozyskuje się ze spalania paliw. W przypadku tradycyjnej elektrowni straty przy przesyłaniu energii wynoszą około 62%. Dlatego energia elektryczna w porównaniu do ciepła jest taka droga.

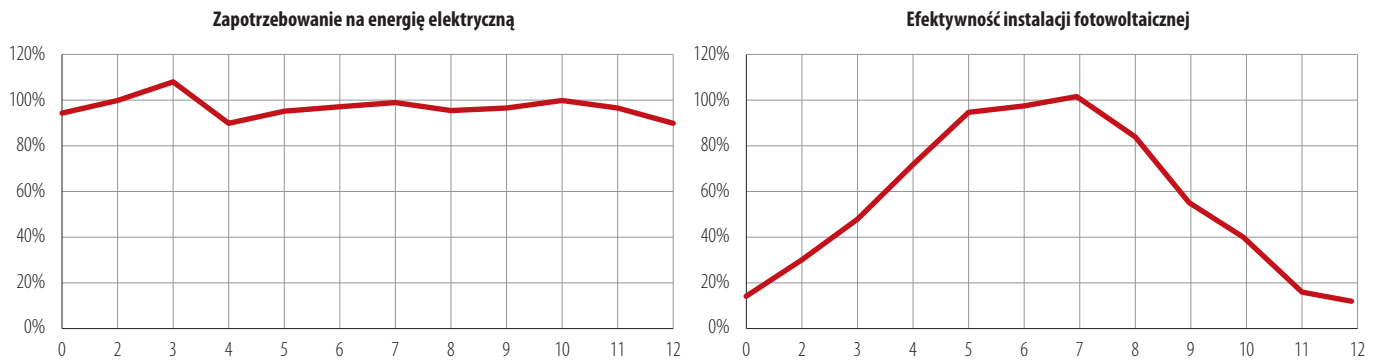
Musimy pamiętać, że pływalnia w ciągu lata zużywa dużo mniej ciepła niż zimą. Dlatego kogenerację trzeba tak dopasować, żeby była wykorzystywana z mocą nominalną przynajmniej 6000 godzin w roku. W przeciwnym przypadku nie będzie to opłacalne.

Jakie są różnice, jeżeli chodzi o emisję CO₂? Porównajmy emisję CO₂ przy wytwarzaniu 1 MWh energii elektrycznej w sieci i w kogeneracji.

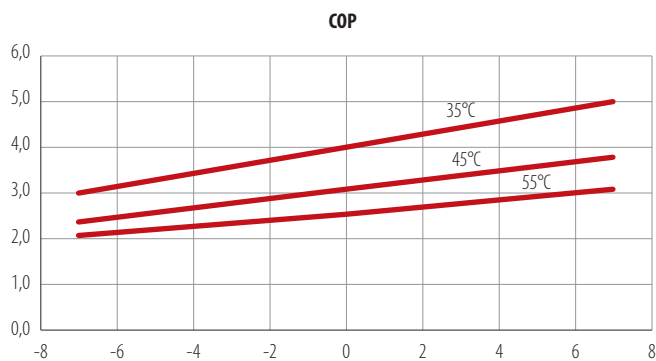
Emisja wygląda następująco:

- › 708 kg/MWh CO₂ – elektrownia,
- › niecałe 200 kg/MWh CO₂ – kogeneracja.

Zainstalowanie w obiekcie systemu kogeneracji daje o wiele lepsze efekty – emisja jest dużo mniejsza.



Rys. 25. i 26. Roczny rozkład zapotrzebowania na energię elektryczną w obiekcie a produkcja energii przez instalację fotowoltaiczną



Rys. 27. Efektywność pompy ciepła jest odwrotnie proporcjonalna do różnicy temperatury pomiędzy dolnym źródłem a czynnikiem grzewczym

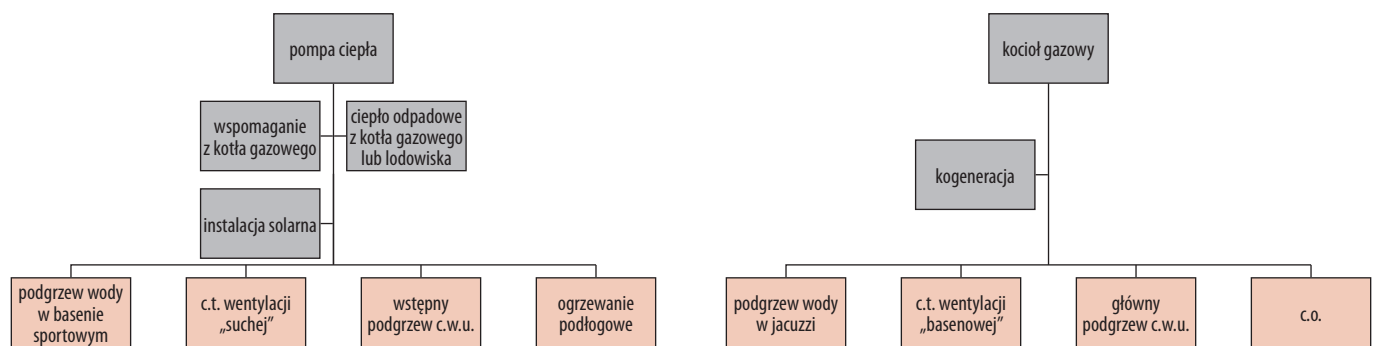
Źródła nisko- i wysokotemperaturowe

Na rysunku 28 pokazano rodzaje odbiorów ciepła ze względu na wymaganą temperaturę czynnika grzewczego. Pompy ciepła mogą zasilać w ciepło technologiczne wodę basenową i tak zwaną wentylację suchą, czyli tą poza halą basenową. Mogą też zasilać instalację ogrzewania podłogowego oraz zasobnik wstępnego podgrzewu c.w.u. Te odbiory można zasilić ciepłem nawet o temperaturze 35°C. Reszta powinna być zasilana ze źródeł wysokotemperaturowych.

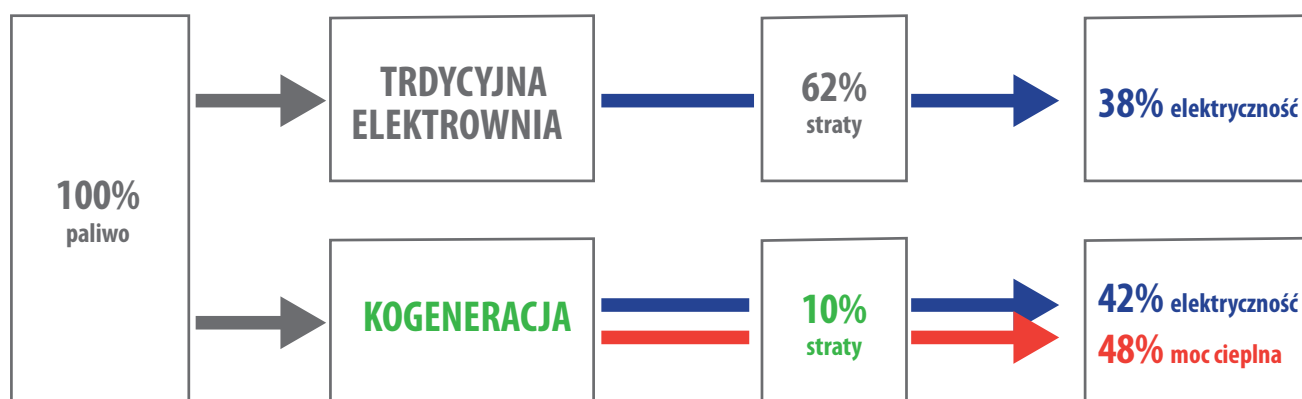
Wyznaczenie efektu ekologicznego w wyniku modernizacji – przykład

Oszczędności w emisji CO₂ po modernizacji w opisanym przykładzie **wynoszą 13%**.

- Podwójna korzyść z zastosowania agregatów kogeneracyjnych:
- › tańsza energia elektryczna,
 - › premia gwarantowana lub dotacje z tytułu redukcji emisji gazów do atmosfery.



Rys. 28. Różne rodzaje odbiorów ciepła ze względu na wymaganą temperaturę czynnika grzewczego



Rys. 29. Agregaty kogeneracyjne przynoszą duże oszczędności energii

Tabela 5. Wskaźniki emisji w [kg/MWh] dla odbiorców energii elektrycznej

Dwutlenek węgla (CO ₂)	708 na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za rok 2021
Tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	0,505
Tlenki azotu (NO _x /NO ₂)	0,505
Tlenek węgla (CO)	0,237
Pył całkowity	0,022

Tabela 6. Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ w roku 2019 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2022

Rodzaj paliwa	WO	WO	WE CO ₂
Jednostka	[MJ/kg]	[MJ/m ³]	[kg/GJ]
Gaz ziemny	48,0		55,33
Gaz ziemny wysokometanowy		36,56	55,33
Gaz ziemny zaazotowany		25,89	55,33
Gaz z odmetanowania kopalń		17,37	55,33
Olej opałowy	40,4		76,56

Porównanie emisji CO₂ przy wytwarzaniu MWh energii elektrycznej w sieci i kogeneracji

708 kg/MWh CO₂ – elektrownia (na podstawie danych z tabeli 5.)

Po przeliczeniu danych z tabeli 6.

55,33 kg/GJ = 199,19 kg/MWh

Otrzymujemy niecałe 200 kg/MWh CO₂ w wypadku kogeneracji.

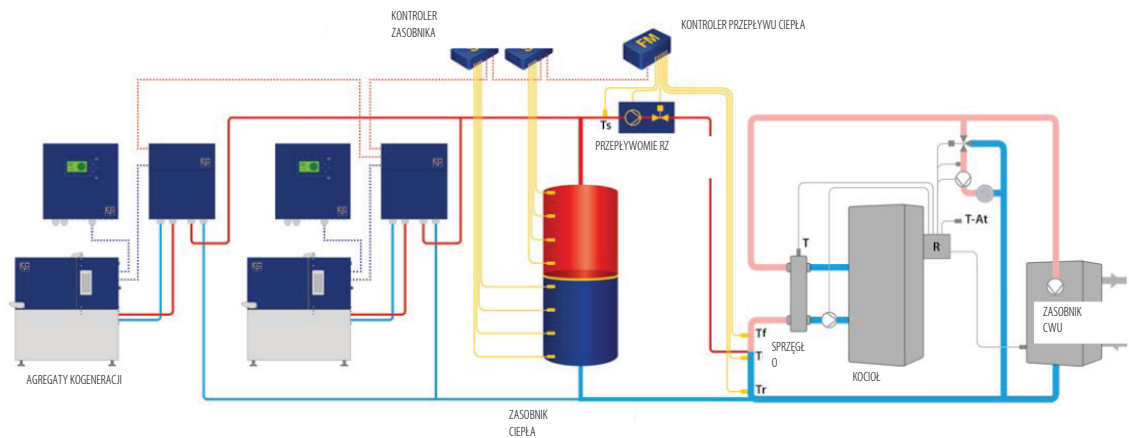
Tabela 7. Oszczędności w emisji CO₂ po modernizacji

Wyszczególnienie	Przed modernizacją	Po modernizacji
Przyjęta do obliczeń tabela wg KOBIZE (Tabela 15 Wartości opałowe i wskaźniki emisji gazu ziemnego spalane w sektorach wymienionych w tabelach 12-14)	Wskaźniki emisyjności energii elektrycznej	
Roczny pobór energii elektrycznej z sieci energetycznej [MWh/rok]	2265	1591
Roczna produkcja energii elektrycznej przez agregaty kogeneracyjne [MWh/rok]	–	674
Roczna produkcja ciepła przez kotły gazowe [GJ/rok]	15 196	10 501
Roczna produkcja ciepła przez agregaty kogeneracyjne [MWh/rok]	–	4695
Zużycie gazu przez agregaty kogeneracyjne [MWh/rok]	–	2088
Wskaźnik emisji dla energii elektrycznej z sieci (dla końcowego odbiorcy) [kg/MWh]	708	708
Wskaźnik emisji (WE) przy spalaniu gazu ziemnego przez kotły gazowe [kg/GJ]	55,33	55,33
Wskaźnik emisji dla spalania gazu przez agregaty kogeneracyjne [kg/MWh]	–	199,19

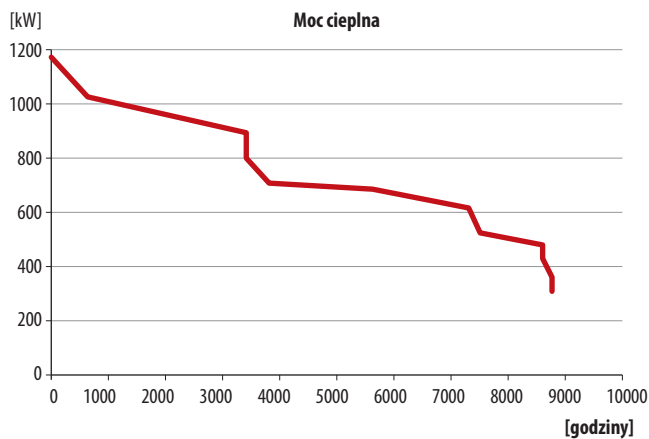
Rodzaj zanieczyszczenia	Wielkość emisji [kg/rok]		Redukcja emisji	
	Przed modernizacją	Po modernizacji	poz. 2 minus 3 [kg/rok]	poz. 2 przez 3 [%] poz. 4/2 [%]
1	2	3	4	5
Dwutlenek węgla (RPC × WE) [Mg]	2445	2124	321,1	13%

Tabela 8. Kalkulacja opłacalności zastosowania agregatów kogeneracyjnych – koszt budowy 1 580 000 zł

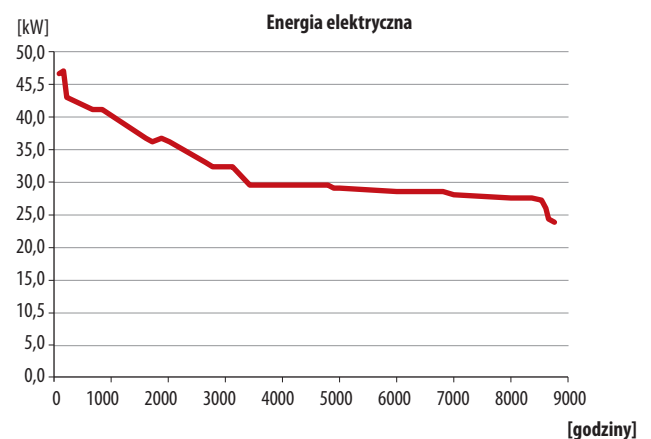
współczynnik konwersji		liczba godzin w okresie rozliczeniowym		
10,86		8500		
Liczba kogeneratorów	4	kocioł/sieć		kogenerator
	moc	cena	wartość	wartość
ciepło	152	0,50 zł	646 000 zł	1 126 182 zł
energia elektryczna	80	1,25 zł	850 000 zł	–
serwis	–	–	500 zł	36 000 zł
dopłata (premia)	–	–	–	-197 200 zł
			1 496 500 zł	964 982 zł
oszczędności	531 518 zł			
czas zwrotu	2,97			



Rys. 30. Schemat hybrydowego źródła ciepła z zastosowaniem agregatów kogeneracyjnych



Rys. 31. Wykres uporządkowany zużycia ciepła pozwala na określenie całkowitej mocy źródła (około 1190 kW) oraz mocy cieplnej agregatów kogeneracyjnych (około 620 kW przy założeniu, że będą pracowały przez 7000 godzin w ciągu roku)



Rys. 32. Wykres uporządkowany zużycia energii elektrycznej (inny, niewielki obiekt)

Wykresy uporządkowane określają liczbę godzin występowania określonej mocy w ciągu roku i pozwalają dobrać moc źródeł alternatywnych (pompy ciepła, kogeneracji itp.) dla zakładanego czasu ich pracy, np. powyżej 6000 godzin w ciągu roku. Dobranie kogeneracji na moc większą, niż wynika z wykresu, jest po prostu nieopłacalne.

Zbigniew Wnukowicz
Elbas

www.pro-vent.pl



MISTRAL BSR

WENTYLACJA NIEWIELKICH
HAL BASENOWYCH I KRYTYCH
BASENÓW KĄPIELOWYCH

PRO-VENT

■ REKUPERATORY
MISTRAL

■ GRUNTOWE
WYMIENNIKI CIEPŁA
PRO-VENT GEO

■ ELEKTRO-JONIZACYJNE
FILTRY ANTYSMOGOWE
CLEAN R

Pytanie do eksperta

▶ Jak skutecznie wentylować dachy płaskie, aby zapobiegać szkodom spowodowanym przez zawilgocenie?

Skuteczna wentylacja dachów płaskich oraz wczesne wykrywanie nieszczelności to jedno z kluczowych warunków zapewniających ochronę budynku przed zawilgoceniem, które może prowadzić do poważnych uszkodzeń konstrukcji obiektu. Rozwiązaniem jest precyzyjna detekcja nieszczelności oraz inteligentna wentylacja.

Zawilgocenie warstwy izolacyjnej dachu nie tylko prowadzi do degradacji materiałów budowlanych, ale również znacząco obniża jej efektywność izolacyjną. Taka izolacja przestaje skutecznie chronić budynek przed utratą ciepła zimą i nadmiernym nagrzewaniem latem, co przekłada się na wyższe rachunki za ogrzewanie i chłodzenie.

Wilgoć w konstrukcji dachu często jest wynikiem ukrytych nieszczelności, które mogą pozostawać niewidoczne przez długi czas. Problem ten dotyczy nie tylko budynków starszych, ale i tych stosunkowo nowych, a jego rozwiązanie jest często kosztowne i czasochłonne.

Aby zapobiec trwałemu zawilgoceniu struktur dachu, najważniejsze jest wczesne wykrywanie nieszczelności. Tradycyjne metody, takie jak wizualne inspekcje czy próby szczelności, mogą nie być wystarczające, zwłaszcza gdy nieszczelności są ukryte.

Nowoczesne urządzenia umożliwiają **inteligentne monitorowanie** stanu dachu. Dzięki czujnikom, które stale mierzą poziom wilgotności i temperatury w warstwach izolacyjnych, możliwe jest szybkie zlokalizowanie nawet najmniejszych przecieków. Systemy te natychmiast reagują na wszelkie odchylenia od normy, co pozwala na podjęcie działań naprawczych, zanim problem stanie się poważny.

Inteligentna wentylacja według aktualnych potrzeb

Tradycyjne systemy wentylacji, wykorzystujące niskociśnieniowe kominki wentylacyjne, działają na zasadzie naturalnego grawitacyjnego przepływu powietrza. Choć są powszechnie stosowane, ich skuteczność



Zalegająca w strukturach dachu wilgoć może spowodować poważne uszkodzenia budynku



Inteligentna wentylacja współpracuje z nowoczesnymi systemami monitorowania i automatycznie dostosowuje intensywność przepływu powietrza do aktualnych potrzeb

w usuwaniu wilgoci może być ograniczona, zwłaszcza przy niesprzyjających warunkach atmosferycznych.

Inteligentna wentylacja współpracuje z nowoczesnymi systemami monitorowania i dostosowuje intensywność przepływu powietrza do aktualnych potrzeb. Gdy system wykryje wzrost wilgotności, automatycznie uruchamia wentylację, co pozwala na szybkie usunięcie nadmiaru wilgoci z konstrukcji. Dzięki temu izolacja zachowuje swoje właściwości.

Odpowiednio wentylowana izolacja utrzymuje swoje parametry techniczne, co pozwala na zmniejszenie zużycia energii potrzebnej do ogrzewania i chłodzenia budynku, a to przekłada się na niższe rachunki za energię.

Jednym z dodatkowych atutów nowoczesnego systemu automatycznej wentylacji jest zdolność do osuszania konstrukcji dachowych tuż po zakończonej budowie. Jeśli dach zostanie zawilgocony w czasie prac budowlanych, system taki potrafi o wiele szybciej niż tradycyjna wentylacja wyciągnąć wilgoć zamkniętą w strukturach dachu. Dzięki temu budynek może zostać szybciej oddany do użytku a stan osuszania dachu być w pełni kontrolowany aż do całkowitego osuszenia.

Współczesne technologie pozwalają na **zdalne monitorowanie** stanu dachu bez potrzeby wchodzenia na jego powierzchnię. Aplikacje mobilne i komputerowe umożliwiają stały podgląd poziomu wilgotności i temperatury w warstwach izolacyjnych. W razie wykrycia niepokojących odchyłań system automatycznie wysłał alerty.

Podsumowanie

Skuteczna wentylacja dachów płaskich oraz inteligentne monitorowanie wilgotności i temperatury w konstrukcji dachu są kluczowe w ochronie budynku przed zawilgoceniem oraz optymalizacji kosztów eksploatacyjnych. Dzięki nowoczesnym technologiom możliwe jest utrzymanie wysokiej efektywności izolacji oraz zminimalizowanie ryzyka uszkodzeń, co przynosi realne oszczędności, chroni budynek i zapewnia komfort jego użytkownikom i właścicielom.



Andrzej Czarnecki

Menadżer ds. Rynku Inwestycyjnego Dachów Płaskich
VILPE Poland Sp. z o.o.

Aplikacja AlnorAIR



Na to warto zwrócić uwagę:

- › aplikacja AlnorAIR, która zapewnia intuicyjną obsługę central rekuperacyjnych,
- › dostęp do pełnej historii pracy centrali,
- › rozszerzona aplikacja AlnorServiceAIR dla instalatorów,
- › łącze Bluetooth.

Firma **ALNOR SYSTEMY WENTYLACJI** oferuje aplikację AlnorAIR, która zapewnia intuicyjną obsługę central rekuperacyjnych tej firmy. Przyjazny wygląd idzie w parze z szybkością działania. Ustawienie harmonogramu tygodniowego, skróty do poszczególnych funkcji centrali, pełna historia jej pracy oraz dostęp do rekuperatora z poziomu wielu urządzeń to tylko wybrane funkcjonalności.

Dla instalatorów dostępna jest rozszerzona wersja aplikacji – AlnorServiceAIR, która pozwala na zbudowanie sieci zainstalowanych central i zdalną pomoc użytkownikom. Aplikacja ServiceAIR umożliwia również dokonanie bardziej precyzyjnych nastaw w rekuperatorach i skonfigurowanie ich pod potrzeby i wymagania użytkownika. Łącze Bluetooth pozwala na sprawną obsługę rekuperatora bez dostępu do Internetu. Umożliwia to konfigurację rekuperatora na każdym etapie budowy budynku.

Informacje: Michał Kowalczyk
tel. +48 22 715 80 98
www.alnor.com.pl

Narzędzia pomiarowe dla profesjonalistów HVAC

Firma **TESTO** w swojej ofercie posiada między innymi narzędzia dla profesjonalistów służące do regulacji systemów klimatyzacji i wentylacji – kontroli przepływu w kanałach i na kratkach wentylacyjnych, monitoringu jakości powietrza oraz pomiarów poziomu komfortu w pomieszczeniach. Interesującą propozycją są mierniki wielofunkcyjne testo 440 i testo 400 z szeroką gamą sond pomiarowych do pomiarów prędkości przepływu powietrza w kanałach oraz wlotach i wylotach powietrza, wilgotności względnej, ciśnienia, umożliwiające także kalkulację przepływu objętościowego.

Ultralekki balometr testo 420 pozwoli na precyzyjny pomiar natężenia przepływu powietrza nawet na dużych anemostatach. Jego wyjątkowo niska waga (tylko 2,9



kg), wymienne rękawy pomiarowe oraz kompatybilność z aplikacją mobilną gwarantują wygodną pracę i pozwalają spełnić wytyczne i normy dotyczące jakości powietrza w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

Informacje: Testo Sp. z o. o.
tel. +48 22 863 74 22
testo@testo.com.pl
www.testo.com.pl

Na to warto zwrócić uwagę:

- › mierniki wielofunkcyjne do pomiarów wentylacji,
- › szeroka gama sond pomiarowych,
- › balometr do pomiaru natężenia przepływu nawet na dużych anemostatach,
- › narzędzia przeznaczone dla profesjonalistów.

Nawiewnik szczelinowy LDW

Firma **LINDAB** jest właścicielem włoskiej marki MP3, producenta wysokiej jakości nawiewników szczelinowych LDW. Umożliwiają one nawiew dużych ilości powietrza przy minimalnych stratach ciśnienia, zachowując niską emisję mocy akustycznej. Pozwalają w pełni wykorzystać zasadę indukcji, gwarantując optymalne warunki komfortu, brak odczuwalnych ciągów powietrza i jednorodność temperatury, nawet na dużych obszarach poprzez umieszczenie nawiewników wzdłuż obwodu sufitu.

Największą innowacją w nawiewnikach liniowych LDW jest możliwość zmiany powierzchni efektywnej. Dla przepływu poziomego możliwe są dwa ustawienia, które mogą być na każdym etapie zmienione, także już po zamontowaniu. Pierwsze ustawienie wykorzystuje efekt Coandy, natomiast drugie pozwala dodatkowo znacząco zwiększyć przepływ powietrza, zachowując niski spadek ciśnienia oraz niski poziom mocy akustycznej.

Informacje: Dorota Mamczura
dorota.mamczura@lindab.com

tel. +48 506 865 368
www.lindab-polska.pl



Na to warto zwrócić uwagę:

- › zbudowane z aluminiowego korpusu oraz serii deflektorów – służą do nawiewu poziomego i pionowego,
- › zmiana kierunku przepływu powietrza możliwa bez demontażu nawiewników,
- › do zastosowania z sufitami na wysokości od 3 do 6 metrów w pomieszczeniach biurowych typu open space, galeriach handlowych, szpitalach lub w pokojach hotelowych,
- › instalowane w specjalnych skrzynkach rozprężnych przy użyciu złączek typu quick fix – możliwa szybka instalacja nawet po zakończeniu prac wykończeniowych.

REKLAMA

CIECHOLEWSKI

WENTYLACJE

Kompleksowe wyposażenie systemów instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

Produkujemy:

- przewody i kształtki wentylacyjne o przekroju kołowym i prostokątnym
- kształtki
- czerpnie
- wyrzutnie
- nawiewniki
- kratki wentylacyjne
- okapy z filtrami labiryntowymi lub cyklonowymi
- nawiewy laminarne
- centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne, zarówno w wykonaniu standardowym jak i zgodnym z indywidualnymi wymogami projektu
- inne elementy wentylacji mechanicznej.



Koźmin 30, 83-236 Pogódki, woj. pomorskie
 tel. (+48) 58 5304340, fax (+48) 58 5881208
sekretariat@wentylacje.pl



UWAGA! - nowy adres strony - www.ciecholewski.pl

Pompy ciepła ANDE Eco Therma Plus



Oferowane przez firmę **ANG KLIMATYZACJA** przyjazne środowisku, energooszczędne i nowoczesne pompy ciepła ANDE Eco Therma Plus nawet w 75% korzystają z energii z powietrza. Mogą współpracować z wieloma odbiornikami ciepła, m.in. grzejnikami lub instalacjami podłogowymi. Szeroka gama urządzeń o mocach od 4 do 16 kW sprawia, że sprawdzą się one zarówno w zastosowaniach prywatnych, jak i komercyjnych.

Zastosowano najwyższej jakości komponenty, w tym pompę obiegową marki WILO oraz sprężarkę marki Panasonic. Nowoczesne rozwiązania

zapewniają maksymalną wygodę i bezpieczeństwo użytkowania. Urządzenia zostały wyposażone w czytelne wyświetlacze LED, a także dodatkowe funkcje, takie jak szybka gorąca woda, sterylizacja wody oraz inteligentna temperatura wody.

Pompy ciepła ANDE Eco Therma Plus mają klasę A+++ w trybie grzania, dzięki temu pracują z najwyższą efektywnością na rynku, co zapewnia oszczędności eksploatacyjne. Zastosowano czynnik chłodniczy R32, który jest przyjazny dla środowiska. Dostępne tryby pracy to: ekologiczny zapewniający 8 poziomów oszczędzania energii, wakacyjny używany w zależności od temperatury zewnętrznej, aby chronić sprzęt przed zamarzaniem oraz cichy zapewniający użytkownikom maksymalny komfort akustyczny. Dodatkowo dostępna jest bezprzewodowa komunikacja Wi-Fi oraz specjalna aplikacja do sterowania urządzeniem, która zapewnia niezwykle prostą obsługę.

Informacje: Monika Hopej
tel. +48 573 006 407
monika.hopej@ang.com.pl
www.myande.pl

Na to warto zwrócić uwagę:

- › klasa efektywności energetycznej A+++,
- › gwarancja 5 lat,
- › moduł Wi-Fi i aplikacja na smartfona,
- › CWU do 60°C,
- › tryby dopasowane do różnorodnych potrzeb: wakacyjny, ekologiczny, cichy.

Aplikacja do zarządzania sterownikami



Firma **CAREL** oferuje aplikację APPLICA, która służy do interakcji z najnowszej generacji sterownikami CAREL poprzez Bluetooth®, NFC lub lokalne Wi-Fi, a także z programowalnymi sterownikami serii c.pCO. Umożliwia ona uruchamianie i konserwację jednostek HVAC/R za pomocą urządzenia mobilnego, bez konieczności

stosowania komputerów PC, konwerterów sieciowych, opcjonalnych terminali.

Główną zaletą aplikacji jest możliwość podłączenia do kompatybilnych sterowników, bez konieczności instalowania osobnej aplikacji dla każdego modelu urządzenia.

Specjalne opcje umożliwiają dostosowanie potrzebnych funkcji produktu bezpośrednio w aplikacji klientów, za pomocą udostępnionych w pełni konfigurowalnych narzędzi dostosowanych do konkretnego produktu. Jest to bardzo pomocne dla techników serwisu i konserwacji pracujących w terenie.

Aplikacja jest dostępna w sklepie App Store oraz Google play. Dodatkowo w nowym interaktywnym cenniku Carel, zamieszczonym na stronie Alfaco, znajdują się aktywne linki umożliwiające bezpośrednie pobieranie APPLICA i innych aplikacji CAREL dla urządzeń HVAC/R.

Informacje: Michał Grabowski
Alfaco Polska Sp. z o.o. – Carel Polska
tel. + 48 71 340 05 75
www.carel.pl

Na to warto zwrócić uwagę:

- › prosty i intuicyjny interfejs użytkownika,
- › dostęp do wielojęzycznego interfejsu,
- › identyfikatory podłączonego urządzenia (numer seryjny, wersja zainstalowanego oprogramowania itp.),
- › zarządzanie parametrami, profilami lub możliwość dostosowania konfiguracji,
- › przeglądanie i eksportowanie danych i trendów w czasie rzeczywistym oraz danych historycznych,
- › dostęp do dokumentacji podłączonego urządzenia.

X edycja konferencji Kliwent Event

Za nami dziesiąta edycja konferencji Kliwent Event organizowanej przez Studenckie Koło Naukowe „Kliwent”, działające na Wydziale Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Głównym celem, podobnie jak w poprzednich latach, było spotkanie środowiska akademickiego z przedstawicielami branży HVAC&R.



fot. Michał Twardosz

Fot. 1. Przedstawiciele firm wspierających X edycję Konferencji Kliwent Event

W tym roku mieliśmy przyjemność gościć na AGH jedenaście firm: Alfacor Polska (członka grupy Carel), Belimo Siłowniki, Bimtolik, Flowair, FläktGroup Poland, KAN, Mercor, Niczuk, Swegon, Termet oraz Venture Industries. Konferencja była objęta patronatem medialnym.

Tradycyjnie wydarzenie zostało podzielone na dwie części: seminaryjną oraz szkoleniową. Szkolenia były prowadzone stacjonarnie, hybrydowo oraz online.

Pierwsze szkolenie przeprowadziła firma Mercor. Tematyka dotyczyła bezpiecznej ewakuacji oraz analiz CFD pożaru samochodu elektrycznego w garażu podziemnym. Został również przedstawiony wpływ szybkości, mocy i dynamiki pożaru samochodu elektrycznego na proces ewakuacji ludzi oraz prowadzenia akcji gaśniczej.

Dzięki przedstawionym informacjom trochę inaczej spojrzeliśmy na zagadnienia dotyczące elektromobilności.

W drugim szkoleniu przedstawiciel firmy Flowair obalał mity i konfrontował je z wiedzą, wyjaśniając, dlaczego świat jest inny, niż myślimy.

W drugim dniu, w formie stacjonarnej, firma Alfacor Polska przeprowadziła szkolenie dotyczące zarządzania temperaturą i wilgotnością w komorach chłodniczych i mroźniczych. Można było się dowiedzieć m.in. jak dzięki produktom Cella przechowywać w chłodni jabłka, aby się nie pomarszczyły.

Kolejne szkolenie, tym razem online, przeprowadziła firma Niczuk. Po ogólnych informacjach dotyczących firmy zaprezentowano punkty stałe i kompensacje na



Fot. 2. Zakończenie X edycji Konferencji Kliwent Event

fot. Michał Twardosz

rurociągach, podpory dachowe pod urządzenia i instalacje. Niektórzy szkoleń sugerowali, że z tych systemów mógłby skorzystać sam Kopernik, aby wstrzymać Słońce i ruszyć Ziemię.

Trzeci dzień należał do firmy FläktGroup Poland, która przeprowadziła swoisty proces hartowania, rozgrzewając do czerwoności audytorium w czasie omawiania systemów różnicowania ciśnienia w ochronie ppoż., aby następnie je schłodzić, prezentując free-cooling w szafach klimatyzacji precyzyjnej dla serwerowni oraz centrale wentylacyjne Twin Wheel przeznaczone do systemów z belkami chłodzącymi.

W czwartym dniu szkoleń przedstawiciele firmy KAN przeprowadzili stacjonarne warsztaty z montażu systemów KAN-therm. Niespodziewanie szkolenie dało upust artystyczno-kaligraficznym zdolnościom członków KN „Kliwent”!

Firma Belimo Siłowniki przedstawiła zawory z przepływem niezależnym od ciśnienia i zastosowane w nowych projektach i modernizowanych instalacjach HVAC. Pokazano również, jakie są możliwości zdalnej regulacji z Krakowa na stanowisku szkoleniowym w Warszawie.

Czwartek był dniem, na który na pewno wielu czekało z niecierpliwością. W godzinach wieczornych odbył się konkurs wiedzy HVAC, czyli Kliwent-Quiz. Uczestnicy zmierzali się z 50 pytaniami dotyczącymi branży HVAC&R. Poza wiedzą uczestnicy musieli wykazać się szybkością podejmowania decyzji, bo drugim decydującym czynnikiem był czas. Uczestnicy walczyli o cenne nagrody, ale na wyniki trzeba było trochę poczekać.

Tradycyjnie zwieńczeniem konferencji Kliwent Event, była część seminaryjna, która odbyła się na Wydziale Inżynierii

Łądowej i Gospodarki Zasobami (WLiGZ) na AGH. Po przywitaniu władz Wydziału i Katedry Inżynierii Środowiska, przybyłych gości oraz przedstawicieli firm głos zabrał dziekan WLiGZ i uroczystie otworzył część seminaryjną. Kilka słów przekazali również kierownik KIS oraz pełnomocnik rektora AGH ds. Kół Naukowych. Nie zabrakło też wystąpienie prezentującego działalność KN „Kliwent”!

W czasie seminarium zaproszeni goście przedstawili swoje osiągnięcia, projekty i rozwiązania techniczne, a także zapoznali wszystkich zgromadzonych ze specyfiką branży HVAC&R. W tym dniu referaty wygłoszone przez przedstawicieli firm przeplatały się z referatami studentów, którzy pokazali, w jak wielu różnych dziedzinach życia wentylacja odgrywa kluczową rolę. Była to dla wielu świetna okazja, żeby zaprezentować swoją pasję studiowania na kierunku związanym z branżą HVAC&R. W sumie odbyło się aż 16 wystąpień tematycznych.

Przedstawiciel firmy Termet omówił urządzenia wspierające pracę pomp ciepła – Expert Line. Filtr-wentylator i Air-shower w pomieszczeniach typu clean room to temat wystąpienia FläktGroup Poland. Następnie przedstawicielka KN „Kliwent” wystąpiła z referatem „Wentylacja, klimatyzacja, transplantacja – kształtowanie mikroklimatu w jednostkach onkologicznych”. Mercor zaprezentował się jako lider w branży zabezpieczeń przeciwpożarowych budynków. Wystąpiło również Koło Naukowe „Energy Loop”, mówiąc o nieustannej energii w Politechnice Wrocławskiej.

Przedstawiciel firmy Swegon, niczym Brad Pitt w Mission Impossible, wykazał, że Mission Zero Emission może być wykonalna i przedstawił jak ideę ochrony klimatu przekuć w realne działania na przykładzie innowacyjnych rozwiązań firmy. Na wycieczkę do krainy zwierząt zabrał nas przedstawiciel KN „Kliwent” z tematem „Taki mamy klimat... czyli rola instalacji HVAC&R w obiektach ogrodów zoologicznych”. Systemy KAN-therm w instalacjach wody lodowej i ciepła technologicznego oraz prawidłowa kompensacja instalacji – to wystąpienie KAN. Kompleksowe urządzenia HVAC do różnych obiektów przedstawiła firma Flowair. Wystąpienie Belimo Siłowniki dotyczyło zaworów niezależnych od ciśnienia w rozwiązaniach do klimakonwektorów, belek grzewczo-chłodzących oraz grzejników. Kolejne wystąpienie – stanowisko laboratoryjne do badań strug powietrza – należało do KN „Kliwent”. Przedstawiciel Venture Industries omówił systemy Venture WISE i eVI Home – zarządzanie parametrami powietrza wewnętrznego w budownictwie mieszkaniowym wielorodzinnym. Studenckie Koło Naukowe Equilibrium z Politechniki Krakowskiej przedstawiło wentylację zapewniającą zdrowy mikroklimat. Przedstawiciele Bimtolik omówili nowoczesne projektowanie – wyzwania BIM na

drodze projektanta. Czwarte wystąpienie KN „Kliwent” dotyczyło wymagań systemów wentylacji w laboratoriach chemicznych i biologicznych. Ostatnie wystąpienie w części seminaryjnej należało do przedstawiciela Niczuk, który omówił kompensację i punkty stałe oraz zaprezentował program obliczeniowy i przykłady.

Na stoiskach promocyjnych firm uczestniczących w wydarzeniu można było zapoznać się szczegółowo z zakresem ich działalności, a także znaleźć odpowiedzi na wiele pytań związanych z branżą HVAC&R. Pojawiły się również oferty praktyk, a nawet pracy.

Pod koniec części seminaryjnej ogłoszono zwycięzców konkursu wiedzy Kliwent-Quiz, złożono im gratulacje oraz wręczono zasłużone dyplomy i nagrody.

Reasumując, dziesięć edycji Konferencji Kliwent Event:

- › udział 104 firm z branży HVAC&R (od 9 do 12 w każdej edycji, niektóre były wielokrotnie),
- › 74 szkolenia (od 3 do 11 w każdej edycji – w formule stacjonarnej, hybrydowej oraz on-line),
- › ok. 150 godzin szkoleń (od 10 do 20 godzin lekcyjnych w każdej edycji),
- › ok. 140 wystąpień w części seminaryjnej,
- › ok. 1500 zarejestrowanych uczestników (w tym ze szkół średnich, innych wydziałów AGH, Politechniki Krakowskiej, Politechniki Lubelskiej, Politechniki Rze-



Fot. 3. Część seminaryjna X edycji Konferencji „Kliwent Event”

fot. Marek Korzec

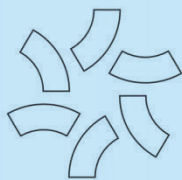
szowskiej, Politechniki Świętokrzyskiej, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Wrocławskiej).

Serdecznie dziękujemy wszystkim zaangażowanym w organizację tegorocznej oraz poprzednich edycji konferencji Kliwent Event, firmom, które wspierały to wydarzenie, dzieliły się wiedzą i przeprowadzały interesujące szkolenia oraz wszystkim, którzy zaszczylili nas swoją obecnością.

Opiekunowie KN „Kliwent”

Marek Korzec

Kazimierz Piergies



Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

serdecznie zaprasza na 18. edycję studiów podyplomowych

Systemy oddymiania budynków – wentylacja pożarowa 2024/2025

Program studiów przeznaczony jest dla wszystkich osób zainteresowanych zagadnieniami związanymi z ochroną przeciwpożarową budynków. Podczas studiów, które mają formę wykładów, ćwiczeń oraz zajęć laboratoryjnych omawiane będą zagadnienia funkcjonowania i projektowania: systemów wentylacji pożarowej, systemów detekcji i sterowania, stałych urządzeń gaśniczych oraz analizy numerycznej CFD. Tematyka wykładów dotyczy również prawnych aspektów ochrony przeciwpożarowej, certyfikacji wyrobów oraz zagrożeń związanych z rozwojem pożaru i ewakuacją.

Zajęcia studiów prowadzone przez szeroką grupę wysokiej klasy wykładowców i praktyków odbywają się przez dwa semestry w formie comiesięcznych, dwudniowych zjazdów (piątek i sobota – 15 h/zjazd).

Bliższe informacje na temat studiów można uzyskać w sekretariacie pod numerem telefonu: 22 234 78 87 lub pod adresem e-mail: grzegorz.kubicki@pw.edu.pl.

Rejestracji kandydatów na studia

dokonać należy do końca września br. przez stronę PW: www.pw.edu.pl/Kandydaci/Studia-podyplomowe



Podróże w nieoczywiste kierunki :)

Zwiedzanie świata jest pasją wielu ludzi. W zależności od upodobań, sytuacji, budżetów, a czasem innych aspektów wybieramy bardzo różnorodne sposoby podróżowania.



Agnieszka Pióro
Daikin
Airconditioning Poland
Koordynator działu
marketingu

Nasz sposób narodził się dość spontanicznie. Wraz z grupą znajomych i mniej znajomych osób wybraliśmy się na urlop do Kolumbii. Przygotowania do wyjazdu, czyli planowanie podróży, wyszukiwanie biletów, trwało kilka miesięcy i odbywało się w czasie, gdy nadal toczyła się tam wojna domowa, a nasz MSZ odradzał jakiegokolwiek wyjazdu. Wcale nas to nie zrażało, oczywiście dlatego, że jednym z uczestników był Kolumbijczyk, który nieustannie zapewniał, że wszystko jest bezpieczne, a miejsca, które zamierzamy zwiedzić, znajdują się poza strefą zagrożeń. Tak w rzeczywistości było. Przez trzy tygodnie przejechaliśmy od najdalej na północ wysuniętego miasta Leticia, aż do samego wybrzeża karaibskiego i miasteczka Santa Marta. Korzystaliśmy z lokalnych transportów, przelotów, autobusów. Urzekli nas przemili ludzie, otwarci, uśmiechnięci i oczywiście kraj z jego zróżnicowaną przyrodą. Od tamtej pory podróżujemy w taki sposób – głównie samodzielnie organizując sobie wyjazdy.

Planujemy, czytamy, szukamy blogów, nietuzinkowych miejsc, a potem zasiadamy z mapą i planujemy przeloty, przejazdy i noclegi. Korzystamy z najbardziej popularnych wyszukiwarek. Z pewnością od czasu pierwszej podróży staliśmy się mniej drobiazgowi w planowaniu.

Teraz dajemy sobie możliwość spędzenia więcej czasu w poszczególnych miejscach. Pozwalamy sobie na zmiany w trakcie podróży i przestajemy gnać. Od tamtej pory zwiedziliśmy samodzielnie część Azji: Wietnam, Kambodżę, Laos i ostatnio pograżoną nadal w wewnętrznej wojnie domowej Birnę (Mjanmar). Na północy obowiązywała nieoficjalna, ale bardzo przestrzegana, godzina policyjna, po której nie było na ulicach zupełnie nikogo. Przemili miejscowi dziękowali za to, że przyjechalimy i chcemy mimo sytuacji zobaczyć ich kraj. Warto to zrobić i to nie tylko ze względu na słynne z listy UNESCO Bagan – pełne świątyń oglądanych o wschodzie słońca z kosza balonu. Również inne miejsca warte są odwiedzenia. Tę podróż nazywamy „słodko-gorzka” – puste świątynie bez turystów (marzenie) i ludzie, którzy, niestety, proszą, aby kupić od nich magnes lub rysunek, bo od czterech lat mało kto do nich przyjeżdża. Bieda wyszła na ulice, żebrzących jest sporo, zarówno dzieci, dorosłych, jak i starców.

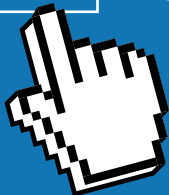
Podróże w wymarzone miejsca są zawsze dostępne, ogranicza nas nasza psychika, a pokonanie barier odpląca się niezapomnianymi emocjami. Wszystko jednak planujemy z głową i rozsądkiem.

Agnieszka Pióro

cyrkulacje

Magazyn branży HVACR

PDF można pobrać ze strony www.cyrkulacje.pl



**Stowarzyszenie
Polska
Wentylacja[®]**

Stowarzyszenie Polska Wentylacja jest zrzeszeniem osób zawodowo związanych z branżą wentylacyjną: dostawców, projektantów, wykonawców oraz niezależnych ekspertów. Celem Stowarzyszenia jest upowszechnianie skutecznych sposobów wentylowania w budownictwie oraz wspieranie rozwoju branży.