

Energooszczędny biurowiec

W biurowcu im. Marii Goeppert-Mayer w Katowicach zastosowano najnowocześniejsze rozwiązania techniczne, których zadaniem jest zapewnienie jak najwyższej energooszczędności przy jednoczesnym zachowaniu wysokiego komfortu i właściwego klimatu wewnętrznego.



foto: Górnolaski Park Przemysłowy

Wysokie wymagania dotyczące energochłonności systemów technicznych budynku wymusiły zastosowanie wysoko wydajnego systemu wentylacji z odzyskiem ciepła, grzaniem, chłodzeniem, osuszaniem i nawilżaniem oraz płynną regulacją wydajności. Zastosowano układ belek grzewczo-chłodzących oraz regulatorów przepływu VAV dla utrzymania właściwych krotności wymian powietrza oraz parametrów komfortu. Właściwe sterowanie ułatwiają liczne czujniki temperatury, CO₂ i wilgotności.

Obiekt został wstępnie oceniony według wymogów brytyjskiego systemu certyfikacji budynków zrównoważonych – BREEAM. Wyniki pozwalają ubiegać się o najwyższy z możliwych poziomów oceny – „outstanding”. Tak wysokiej oceny nie ma jeszcze żaden biurowiec w tej części Europy. Projekt został doceniony przez międzynarodowe jury, które podczas Gali Green Building Awards – organizowanej przez Europaproperty oraz CEE Green Building Association – wyróżniło obiekt nagrodą w kategorii BREEAM Application In-Process.

System wentylacji i klimatyzacji

Już na etapie koncepcji projektowej szukano rozwiązań, które pozwoliłyby na ograniczenie kosztów eksploatacyjnych budynku przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego komfortu w pomieszczeniach. Wybrano system Office Solution™ firmy Swegon.

Komfort cieplny i akustyczny, przy jednoczesnym zmniejszeniu wymaganej energii w porównaniu z innymi

rozwiązaniami, zapewniły indukcyjne belki chłodząco-grzewcze. Temperatura zasilania belek indukcyjnych, a zarazem praca agregatu chłodniczego są uzależnione i dostosowane do warunków powietrza zewnętrznego. Centrala klimatyzacyjna Gold ma rotacyjny wymiennik ciepła o bardzo wysokiej sprawności odzysku ciepła i chłodu. Centrala pracuje ze zmienną ilością powietrza w zależności od potrzeb, co skutkuje ograniczeniem zużycia energii w okresach, w których nie jest wymagane dostarczenie pełnej nominalnej ilości powietrza. W biurowcu zastosowano wodny nawilżacz powietrza, który jest inwestycyjnie droższy od typowych elektrycznych nawilżaczy parowych, ale jest tańszy w eksploatacji. Nawilżacz wodny wymaga dostarczenia energii cieplnej, która jest zdecydowanie tańsza niż stosowana w nawilżaczach parowych energia elektryczna.

W budynku zapewniono ciągłą kontrolę jakości powietrza. W przestrzeniach biurowych czujniki są zamontowane na przewodzie wywiewnym usuwającym powietrze z korytarza, pomieszczeń socjalnych i serwerowni – oddzielnie dla każdej strefy na poszczególnych kondygnacjach. Czujniki te nie wpływają na funkcjonowanie instalacji i przewidziano je dla potrzeb planowanych prac badawczych. Na podstawie pomiarów i badań można regulować ilość powietrza świeżego dla poszczególnych stref. W przypadku sal konferencyjnych czujniki CO₂ w sposób ciągły regulują ilość powietrza nawiewanego i wywiewanego.

Zgodnie z wymogami certyfikatu BREEAM zarówno w salach konferencyjnych, jak i sali konsumpcyjnej zastosowano czujniki CO₂ w celu dopasowania strumienia powietrza nawiewanego do ilości osób. W dwóch dużych salach konferencyjnych przewidziano możliwość podziału na dwie strefy oddzielnie wentylowane, chłodzone i ogrzewane. Strefowanie to odpowiada wymaganiom BREEAM, które w przypadku przekroczenia odległości 7 m od przegrody zewnętrznej przewidują strefowanie pomieszczeń.

Za odpowiednią pracę instalacji i za zapewnienie oszczędności energii odpowiada układ sterowania poszczególnych urządzeń, i przede wszystkim system BMS.

Już na etapie projektu koszty inwestycyjne i eksploatacyjne związane z instalacją klimatyzacji nie były po-

strzegane w sposób oderwany od innych funkcji budynku. Przykładem jest zastosowanie odpowiednich okien i żaluzji, co pozwoliło na ograniczenie zysków ciepła w okresie letnim, a tym samym zmniejszyło wymaganą moc chłodniczą dla instalacji klimatyzacyjnej.

System zabezpieczenia przed zadymieniem

Wybrano urządzenie SMPA firmy FläktWoods wykorzystujące falownik sterowany za pomocą przetwornika różnicy ciśnienia. Jego zadaniem jest zabezpieczenie przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacji, tj. klatki schodowej, przedsionka w garażu oraz szybów dźwigowych. W przypadku wykrycia przez system SAP pożaru, układ mierzy wartość nadciśnienia w chronionej strefie i poprzez falownik odpowiednio dostosowuje prędkość obrotową wentylatora w celu uzyskania wymaganych parametrów zgodnie z normą PN-EN 12101:6. W przypadku otwarcia lub zamknięcia drzwi urządzenie zmienia parametry pracy w czasie krótszym niż 3 sekundy. W trakcie normalnego funkcjonowania obiektu (brak detekcji pożaru) układ pozostaje odcięty od atmosfery przepustnicą po stronie ssawnej. Cała jednostka wentylatora została zaizolowana termicznie, aby ograniczyć straty ciepła.

System wentylacji strumieniowej w garażu podziemnym

W garażu podziemnym zastosowano strumieniowy, „bezkanałowy”, mechaniczny system wentylacji JetThrust firmy FläktWoods. Do usuwania zanieczyszczonego powietrza lub dymu (w przypadku pożaru) wykorzystuje on wentylatory strumieniowe, które transportują powietrze od punktów nawiewnych do punktów wyciągowych. Powoduje to jednoczesne rozcieńczanie i usuwanie zanieczyszczonego powietrza. System pozwala na wyeliminowanie sieci klasycznych kanałów wentylacyjnych wyposażonych w klapy pożarowe odcinające oraz kratek

wentylacyjnych. Obniża to znacznie opory hydrauliczne instalacji, co umożliwia zastosowanie tańszych w eksploatacji i znacznie cichszych wentylatorów głównych o mniejszym sprężu i prędkości obrotowej. Pobierają one mniej energii – oszczędność nawet do 40%. Rezygnacja z klasycznej, kanałowej instalacji wentylacji mechanicznej umożliwia także lepsze wykorzystanie przestrzeni garażu oraz ułatwia montaż innych instalacji.

Wydajność całego systemu jest zmienna, zależna od chwilowego zapotrzebowania na świeże powietrze. Automatem sterowanie pozwala na zmianę parametrów pracy zależnie od stężenia CO i LPG w garażu. Dzięki temu rozwiązaniu system jest elastyczny i ekonomiczny. Jego parametry dostosowują się do aktualnego zapotrzebowania.

Zaprojektowany w garażu system bezkanałowy instalacji wentylacji oddymiającej, w czasie potrzebnym do ewakuacji ludzi, będzie chronił przed wystąpieniem na przejściach ewakuacyjnych zadymienia lub zbyt wysokiej temperatury, uniemożliwiających bezpieczną ewakuację. Na wysokości do 1,8 m od posadzki widzialność na skutek zadymienia nie spadnie poniżej 10 m, a temperatura nie przekroczy 60°C. Założenia te zostały potwierdzone w symulacjach komputerowych CFD.

W przypadku pożaru wentylatory strumieniowe i wyciągowe osiągną maksymalne wydajności. Pozwoli to na ograniczenie rozprzestrzeniania się dymu i szybkie skierowanie go do wyciągów.

Trigeneracja

Trigeneracja (z ang. *trigeneration*) polega na jednoczesnej produkcji energii elektrycznej, ciepłej oraz chłodniczej. Podstawą systemu jest moduł kogeneracyjny (z ang. CHP – *Combined Heat and Power*). Jest to silnik tłokowy zasilany wysokometanowym paliwem gazowym (gazem ziemnym). Wytwarzana w silniku energia mechaniczna zamieniana jest przez generator prądotwórczy (połączony z silnikiem za pomocą sprzęgła) na energię

Biurowiec im. Marii Goepfert-Mayer, Katowice

Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna

Inwestor: Górnośląski Park Przemysłowy Sp. z o.o.

Projekt: Tumas Radzyński Architekci Sp.j.

AT Architektura Tomasz Tumas, Group-Arch Sp. z o.o.

Projekt wentylacji: Jerzy Węzik, ICS

Artur Górny, MBC Automatyka i Wentylacja Sp. z o.o.

Certyfikacja BREEAM: Artur Karaś, Buro Happold Polska Sp. z o.o.

Generalny wykonawca: SpecBau Polska Sp. z o.o.

Wykonawca instalacji wentylacyjnej: MBC Automatyka i Wentylacja Sp. z o.o.

Powierzchnia całkowita: 7800 m² (plus garaż podziemny)

Koszt: 39 mln zł, z czego 18 mln zł to unijna dotacja



elektryczną o wymaganych parametrach (najczęściej o napięciu 400 V i częstotliwości 50 Hz). Silnik podczas pracy się nagrzewa. Aby utrzymać odpowiednią temperaturę, należy zastosować układ chłodzenia. Ciepło odebrane przez układ chłodzenia silnika jest następnie wykorzystywane do podgrzania, np. wody. Innym źródłem ciepła generowanego przez moduł kogeneracyjny są gorące spaliny powstające na skutek spalania paliwa gazowego. W zależności od typu zastosowanego układu ich temperatura może wynosić od 300 do 500°C.

Zarówno ciepło odebrane przez układ chłodzenia silnika, jak i ciepło zawarte w gorących spalinach może być wykorzystywane do podgrzania wody. W zimie gorąca woda wykorzystywana jest na potrzeby centralnego ogrzewania (c.o.) i na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (c.w.u.). W lecie wyprodukowana gorąca woda zasila wchodzący w skład systemu trigeneracyjnego absorpcyjny agregat wody lodowej (z ang. *absorption chiller*). Charakteryzuje się on niskim poborem energii elektrycznej, bardzo długą żywotnością oraz możliwością zagospodarowania ciepła pochodzącego z modułu kogeneracyjnego. Podstawowym zadaniem chillera absorpcyjnego jest produkcja tzw. wody lodowej, a więc zimnej wody o odpowiednio niskiej temperaturze (6-14°C). Woda lodowa jest następnie kierowana do systemu klimatyzacyjnego. Zastosowanie systemu trigeneracyjnego nie wyklucza użycia konwencjonalnych źródeł energii. Oba systemy mogą ze sobą współpracować.

Energia elektryczna produkowana jest w trybie równoległym z siecią Zakładu Energetycznego. Oznacza to, że gdy w danej chwili system produkuje więcej energii elektrycznej niż aktualne potrzeby biurowca, nadmiar tej energii zostaje odsprzedany do sieci. Jeżeli potrzeby energetyczne budynku są większe niż maksymalna moc elektryczna systemu trigeneracyjnego, niedobór energii jest pobierany z sieci. W warunkach szczytowych ewentualny niedobór energii cieplnej może zostać uzupełniony przez konwencjonalne systemy kotłowe zaś niedobór energii chłodniczej przez agregaty sprężarkowe zasilane energią elektryczną.

Analiza opłacalności systemu trigeneracji ESS Grupa Viessmann, zastosowanego w opisywanym budynku, została sporządzona bardzo dokładnie. Na jej podstawie stwierdzono, że okres zwrotu wyniesie od 4 do 6 lat. System może być zasilany nie tylko zwykłym gazem ziemnym, ale biogazami, gazami płynnymi, a także gazami kopalnianymi.

System BMS

Innowacyjny technologicznie obiekt potrzebował również innowacyjnego systemu BMS. Został on zaprojektowany i zabudowany przez firmę MBC Automatyka i Wentylacja.

Zastosowano system EC-NetAX /Distech, o trzech poziomach: zarządzania, automatyki i obiektu. Każdy z nich działa autonomicznie, niezależnie od wyższego poziomu. Ułatwiło to rozruch. Jednocześnie takie rozwiązanie gwarantuje minimalne czasy przestoju w wypadku awarii.

System automatyki budynków EC-NetAX wykorzystuje platformę Niagara Framework, która zapewnia pełne sterowanie przez Internet, rozproszoną architekturę i dostęp do systemu automatyki w czasie rzeczywistym.

Otwarta, wykorzystująca mechanizmy WEB sieciowa struktura EC-Net tworzy wspólne środowisko integracji urządzeń wykorzystujących protokoły komunikacyjne takie jak: BACnet, LonWorks, ModBus, Mbus. Zapewnia to jednolitą, spójną widoczność wszystkich urządzeń, które wymieniają między sobą informacje i w pełni ze sobą współpracują niezależnie od producenta.

System BMS integruje instalacje i urządzenia takie jak: centrale wentylacyjne pracujące w układach VAV, system trigeneracji, agregat wody lodowej, nawilżacz wodny wraz ze stacją uzdatniania wody, węzeł ciepłny-kotłownia, węzeł chłodu, wentylatory wyciągowe dachowe, wentylatory kanałowe indywidualne, klimatyzatory typu split, klimakonwektory indukcyjne, klimakonwektory wentylatorowe, system oświetlenia i sterowania żaluzjami, instalację elektryczną a także systemy wind, kontroli dostępu, SAP, parkingowy oraz oddymiania i przewietrzania garażu podziemnego.

Dla potrzeb systemu zamontowano w obiekcie ponad 250 sterowników swobodnie programowalnych i konfigurowalnych, ponad 320 różnego rodzaju czujników i przetworników wartości fizycznych mających wpływ na komfort w pomieszczeniach, które umożliwią w przyszłości dalszą optymalizację energetyczną obiektu. System czytuje zdalnie dane z 220 liczników energii elektrycznej, ciepła, chłodu oraz wskazań wodomierzy i liczników gazu. Liczba zmiennych zewnętrznych przekracza 6500.

Dobór oprzyrządowania i oprogramowania systemu podyktowany był szczególnym naciskiem na ponadstandardową energooszczędność obiektu, możliwość wykonywania różnego rodzaju analiz w trakcie użytkowania obiektu, jak również zapewnieniem łatwej adaptacji powierzchni przeznaczonych pod wynajem.

Certyfikacja BREEAM

Budynek do certyfikacji środowiskowej budynków metodą BREEAM przygotowała firma Buro Happold. Na podstawie już zebranej dokumentacji z dużym prawdopodobieństwem można założyć, że uzyskanie oceny „outstanding” pozostaje w zasięgu projektu. Tak wysokiej oceny nie ma jeszcze żaden biurowiec ani w Polsce, ani w Europie Środkowo-Wschodniej. Ma on zużywać o po-

W budynku zastosowano najnowocześniejsze rozwiązania i technologie:

- trigeneracja – proces wytwarzania prądu elektrycznego, chłodu oraz ciepła z gazu,
- pełny zintegrowany system zarządzania budynkiem (BMS),
- system zabezpieczania klatek schodowych i szybów windowych przed zadymieniem,
- system wentylacji strumieniowej w garażu podziemnym,
- specjalistyczny model systemu ciepłego wprowadzony na etapie projektowania połączony z ciągłym monitoringiem komfortu ciepłego oraz parametrów związanych z kosztami eksploatacyjnymi. Monitoring jest realizowany we współpracy z Politechniką Śląską i Politechniką Krakowską,
- wysokosprawny system odzysku ciepła,
- system klimatyzacji wykorzystujący belki grzewczo-chłodzące,
- system okiennie-fasadowy z wysoką izolacyjnością termiczną,
- zaawansowany system fasad z automatycznie sterowanymi żaluzjami, zintegrowany z systemem kontroli natężenia oświetlenia,
- dostęp do światła dziennego zagwarantowany dla 100% użytkowników budynku,
- ciągła kontrola jakości powietrza,
- współczynnik wymiany powietrza 45 m³/h osobę,
- energooszczędne centralne nawilżanie pomieszczeń,
- system energooszczędnego oświetlenia z czujnikami natężenia światła – do 40% oszczędności energii,
- światłowodowe przyłącza do sieci teleinformatycznych,
- szybkie i energooszczędne windy,
- system odzysku i wtórnego użycia wód opadowych,
- stacje ładowania pojazdów o napędzie elektrycznym,
- miejsca parkingowe i przechowalnia dla transportu alternatywnego (rowery),
- użycie materiałów certyfikowanych o niskiej zawartości związków szkodliwych dla środowiska, pochodzących z certyfikowanych źródeł, przy produkcji których ograniczona była emisja CO₂.



fot. FläktWoods

łową mniej energii od tradycyjnie budowanych biurowców klasy A, przy zachowaniu wymaganego komfortu.

Jest pierwszym budynkiem biurowym klasy A w Polsce, który wykorzystuje system trigeneracji – energia, czyli prąd, ciepło i chłód, jest produkowana z gazu ziemnego w budynku, co pozwala ograniczyć straty przesyłu i zwiększa efektywność wykorzystania paliwa pierwotnego. Wpływa to również na znaczne ograniczenie emisji CO₂ oraz NO_x w porównaniu do systemów tradycyjnych opartych na kotłach gazowych i energii elektrycznej z krajowej sieci energetycznej. Na podstawie przeprowadzonej analizy LZC (na potrzeby punktu BREEAM ENE-5) wykazano ponad 20% redukcję emisji CO₂. W obu przypadkach, wielkość zredukowanej emisji substancji szkodliwych pozwoliła na uzyskanie punktów innowacyjnych w kryterium BREEAM ENE-5 (dot. CO₂) oraz POL-4 (dot. NO_x).

System oceny środowiskowej budynków BREEAM zawiera ponad 60 kryteriów podzielonych na 9 grup tematycznych. Ubieganie się o tak wysoką ocenę oznacza spełnienie min. 85% z nich. Zakres tematyczny tego artykułu nie pozwala na omówienie wszystkich a jedynie tych związanych bezpośrednio lub pośrednio z systemami wentylacji tj.:

- HEA7 – *Potential for natural ventilation*,
- HEA8 – *Indoor air quality*,
- HEA9 – *Volatile Organic Compounds*,
- HEA10 – *Thermal comfort*,
- HEA11 – *Thermal zoning*,
- HEA12 – *Microbial contamination*.

W budynku zastosowano następujące funkcje, które umożliwiły spełnienie w całości lub częściowo powyżej wymienionych kryteriów.

Instalacja zabezpieczenia pionowych dróg ewakuacyjnych firmy FläktWoods – wentylatory pracujące na potrzeby wentylacji bytowej i oddymiającej garażu podziemnego



Centrale wentylacyjne firmy Swegon

fot. Górnośląski Park Przemysłowy

HEA7

Równomiernie rozmieszczone na fasadzie otwierane okna o podwójnej regulacji (rozwierno-uchylne) zapewniają możliwość wentylacji naturalnej sterowanej przez użytkownika. Dodatkowo kąt otwarcia oraz ilość okien została dobrana tak, aby zapewnić odpowiednią powierzchnię napływu powietrza, określoną przez BREEAM jako min. 5% powierzchni podłogi. Jednocześnie w celu oszczędności energii zastosowane zostały czujniki otwarcia (kontraktry), które poprzez system BMS odłączają wentylację, ogrzewanie i chłodzenie w strefach, gdzie stwierdzono otwarcie okien.

HEA8

Zapewniono odpowiednią ilość powietrza zewnętrznego przypadającego na osobę (45 m³/h) zgodnie z wymaganiami BREEAM i kategorii WEW-2 opisanej w tabeli A.11 w normie PN-EN 13779:2007. W pomieszczeniach konferencyjnych zlokalizowanych na parterze budynku, zastosowano system wentylacji o zmiennym przepływie sterowany czujnikami CO₂. Spełnia to wymagania stawiane przez BREEAM dotyczące konieczności zapewnienia wentylacji sterowanej w zależności od potrzeb w pomieszczeniach o zmiennej i nieprzewidywalnej ilości użytkowników. Dodatkowo zainstalowano czujniki CO₂ w kanałach wywiewnych z przestrzeni biurowych w celu monitoringu jakości powietrza wewnętrznego.

HEA9

Jakość powietrza wewnętrznego została również poprawiona przez stosowanie farb i materiałów o niskiej emisji lotnych związków organicznych (LZO) co zostało potwierdzone przez certyfikaty i deklaracje odpowiednich producentów. Testy oraz poziomy emisji spełniają specyficzne normy europejskie, np. dla materiałów wykończeniowych jest to klasa formaldehydu E1.

HEA10

W wybranych pomieszczeniach referencyjnych została przeprowadzona komputerowa analiza komfortu cieplnego z określeniem wskaźników PMV i PPD. Na tej podstawie zweryfikowane zostały przyjęte założenia do projektu wentylacji, ogrzewania i chłodzenia. Zgodnie z wynikami analizy, budynek będący przedmiotem symulacji spełnia kryteria najwyższej jakości parametrów komfortu cieplnego, zarówno w rozumieniu normy PN-EN ISO 7730 (kategoria A) jak i normy PN-EN 15251 (kategoria I). Dodatkowo w celu weryfikacji uzyskanych wyników obliczeń i założeń projektowych oraz doregulowania systemu automatyki, przewidziano przeprowadzenie ankiet wśród użytkowników budynku. Pytania dotyczą głównie subiektywnych odczuć termicznych i są wymagane przez inne kryterium BREEAM MAN01.

HEA11

Zaawansowany system sterowania umożliwia indywidualne sterowanie temperaturą, automatycznymi żaluzjami oraz oświetleniem we wszystkich pomieszczeniach. Dodatkowo w przypadku dużych sal konferencyjnych zlokalizowanych na parterze budynku, zostały wydzielone dwie niezależne strefy sterowania z dedykowanymi układami ogrzewania, chłodzenia i wentylacji VAV.

HEA12

Obecna wersja instrukcji BREEAM International 2009 dopuszcza jedynie nawilżacze parowe jako bezpieczne pod względem rozwoju bakterii legionella. Mimo to, ze względu na dostępność odpadowej energii cieplnej z silnika gazowego CHP do zasilania nagrzewnic wtórnych, zdecydowano się na system wysokociśnieniowego nawilżania wodnego. Podwyższone koszty inwestycyjne zostaną zrekomensowane przez znaczne oszczędności eksploatacyjne. Jednocześnie w celu ochrony wrażliwych elementów nawilżaczy oraz zdrowia użytkowników budynku, zastosowano kilkustopniowy system filtracji w tym odwróconą osmozę jako końcowy etap.

W budynku w kolejnych latach zostaną przetestowane nowoczesne technologie. Uzyskane w ten sposób doświadczenia w udoskonalonej wersji będą mogły być wykorzystane w kolejnych budynkach, jakie powstaną na terenie Górnośląskiego Parku Przemysłowego. Wiedza, zdobyta w ten sposób, posłuży wszystkim, którzy są zainteresowani zrównoważonym i energooszczędnym budownictwem.

Wojciech Machowski, Swegon
Łukasz Rybacki, MBC Automatyka i Wentylacja
Włodzimierz Łącki, Rafał Jankowski, FläktWoods
Artur Karaś, Buro Happold