



Przyszłość zaczyna się już dziś

rozmowa z doktorem inżynierem Jerzym Sową, pracownikiem naukowym Politechniki Warszawskiej

Nowe trendy wyznaczają kierunki rozwoju, dlatego warto je bacznie obserwować. Rozwiązania postrzegane dziś jako eksperymentalne, jutro mogą stać się obowiązującą normą. Rękę na pulsie powinni trzymać również inżynierowie projektujący systemy wentylacji i klimatyzacji w budynkach użyteczności publicznej. Choć ostatnie lata przyniosły wiele zmian, najbliższa przyszłość na pewno jeszcze niejednego zaskoczy.

Początek zmian

W Polsce w latach 90. pojawiło się nowe zjawisko – olbrzymi popyt na powierzchnie biurowe. Na początku chętnych było tak wielu, że wystarczyło w ogłoszeniu prasowym napisać, biura klimatyzowane, aby ustawiła się kolejka najemców. W pogoni za zyskiem instalacje wentylacyjne wykonywano jak najszybciej i jak najmniejszym kosztem. Z tego powodu część budynków biurowych została wyposażona w skrajnie proste systemy. Pierwszy kryzys ekonomiczny, który dotarł do Polski pod koniec lat 90. zmienił to podejście. Wymagania najemców rosły i już nie zadawały im najprostsze rozwiązania.

Polscy projektanci musieli bardzo szybko uzupełnić swoją wiedzę w zakresie projektowania nowoczesnych systemów wentylacyjno-klimatyzacyjnych. Ktoś kto kończył studia w latach 70. znał przede wszystkim systemy klimatyzacji powietrznej, które instalowano wszędzie tam, gdzie był potrzebny duży strumień powietrza, np. w kinach, teatrach lub salach operacyjnych. Natomiast budynki biurowe, w których są duże zyski ciepła, ale jestem pewien wcale nie takie duże wymagania dotyczące wentylacji, musiały być wyposażone w systemy powietrzno-wodne lub ewentualnie w systemy powietrzne i systemy z bezpośrednim odparowaniem czynnika.

Zmiana charakteru pracy biurowej

Kolejnym czynnikiem, który miał wpływ na zmianę podejścia projektantów, była ogromna zmiana charakteru pracy biurowej. W latach 60. czy 70. zyski ciepła związane z technologią pracy były minimalne. Pojawienie się nowoczesnych urządzeń biurowych diametralnie zmieniło sytuację. Dla wielu osób zaskoczeniem są wyniki obliczeń mocy przypadających na jednego pracownika. Okazało się, że jest to rząd kilkuset watów (nawet do 400 W). Dawniej było to co najwyżej 100 W na pracownika i ewentualnie zyski ciepła generowane przez lampkę, stojącą na biurku. Teraz jest to 100 W na pracownika i około 300 W wytwarzanych przez urządzenia technologiczne, do tego trzeba doliczyć zyski od oświetlenia.

W rezultacie praktycznie wszystkie budynki biurowe w godzinach pracy trzeba chłodzić przez cały rok. Było to wielkim zaskoczeniem.

Przeszkłone fasady

Następny problem przed jakim stanęli projektanci systemów wentylacyjno-klimatyzacyjnych to ogromna fascynacja architektów przeszklonymi fasadami, które powodują olbrzymie zyski ciepła od promieniowania słonecznego. W wielu krajach Europy Zachodniej, jeśli budynek ma szklaną fasadę jest ona wyposażona w sterowane automatycznie, zaawansowane urządzenia przeciwsłoneczne. Umieszczone na zewnątrz żaluzje lub zasłony chronią przed nadmiernymi zyskami ciepła.

W Polsce jest to wciąż rzadkie rozwiązanie. U nas, gdy zyski słoneczne są bardzo duże, stosuje się zasłony wewnętrzne, które są znacznie mniej efektywne.

Nowe trendy wyznaczają kierunki

Zrównoważony rozwój

Idea rozwoju zrównoważonego polega na odejściu od budowania jak największej powierzchni biurowej po jak najmniejszych kosztach. Wznoszone budynki muszą mieć przede wszystkim bardzo dobre charakterystyki, opisujące wpływ obiektu na środowisko. Pojawiła się dbałość o dobór materiałów budowlanych, minimalizowanie zużycia energii, oraz preferowanie jej źródeł odnawialnych. Wpłynęło to na bryłę budynku i sposób zagospodarowania najbliższego otoczenia. Zmiany dotyczą również instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnych. Pojawiło się pytanie czy obowiązujący model komfortu cieplnego, zbudowany na teorii Ole Fanger'a z lat 70. wykorzystującej dwa wskaźniki PMV i PPD, jest rzeczywiście tym jedynym, według którego należy projektować budynki. Sprawdzono jak żyją ludzie w budynkach pozbawionych klimatyzacji. Okazało się, że dość dobrze sobie radzą, dostosowując własne zachowania do warunków panujących w pomieszczeniach. Jeśli nie ma klimatyzacji, ludzie zaczynają się inaczej ubierać, intensyfikują ruch powietrza, otwierając okna lub wykorzystując różnego rodzaju wentylatory. **Zaskakujące było to, że poziom niezadowolenia nie był tak duży, jakby to wynikało z metody oceny według teorii Fanger'a.** Na podstawie tych obserwacji zostały uruchomione projekty badawcze. Przebadano wiele budynków i stwierdzono, że istnieje inne podejście tzw. adaptacyjny model komfortu cieplnego. O ile w pierwszej teorii fangerowskiej zakładamy jaką aktywność fizyczną będzie miał człowiek, w co będzie ubrany i dostosowujemy parametry środowiska, tak by był zadowolony, w modelu komfortu adaptacyjnego szacujemy jakie są parametry środowiskowe i zastanawiamy się jak człowiek może dostosować swoją aktywność i izolacyjność odzieży, aby osiągnąć pożądany komfort cieplny.

Jaki system wentylacji powinno się zaprojektować w budynku wpisującym się w trend rozwoju zrównoważonego? Odpowiedzią na to pytanie są systemy wentylacji hybrydowej, wykorzystujące częściowo energię gruntu, częściowo energię słoneczną lub efekt wyporu cieplnego.

Budynki zeroenergetyczne

Drugi trend to projektowanie budynków zeroenergetycznych, czyli takich, w których zużycie energii ogra-

Konsekwencją zmiany technologii pracy biurowej i dużych przeszkleń w budynkach biurowych jest wzrost charakterystyki typowych zysków na m² powierzchni. Kiedyś było to kilkadziesiąt watów na 1 m² teraz ponad 100 W/m². Utrudnia to prawidłowy rozdział powietrza i takie zaprojektowanie instalacji, aby uniknąć przeciągów i przegrzewania. Przy zyskach rzędu 50-60 W/m² zapewnienie komfortu jest znacznie łatwiejsze niż przy zyskach 100-120 W/m². Po przekroczeniu pewnych wartości w praktyce staje się to niemożliwe.

Ważna jest również konstrukcja budynku. Jeśli jest ciężka, ma zdolność akumulacji i może przejmować szczytowe obciążenia związane z zyskami ciepła.

Najlepszy sposób na dobrą klimatyzację, to takie zaprojektowanie budynku, żeby instalacja została maksymalnie odciążona. Nie jest sztuką wygenerowanie olbrzymich zysków ciepła, które później zużywając energię trzeba odprowadzić. Sztuką polega na tym, żeby we wczesnej fazie projektowania rozumieć zjawiska związane z zyskami ciepła i ograniczyć ich występowanie. Zmniejszając obciążenia chłodnicze możliwe jest wykonanie nowoczesnego, efektywnego, cichego, skutecznego i energooszczędnego systemu klimatyzacji. Jeśli te wstępne założenia nie zostaną spełnione, zaprojektowanie takiego systemu się nie po prostu nie uda.

nicza się do minimum. Projektanci biurowców, które można by zaliczyć do tej grupy, nie zajmują się wszystkimi aspektami wpływu na środowisko takimi jak np. segregacja odpadów, czy korzystanie z szarej wody, ale koncentrują się na zużyciu energii. Stosowane są np. urządzenia o maksymalnie wysokich sprawnościach, np. wentylatory o nowoczesnej konstrukcji i sprawności dużo wyższej niż spotykane do tej pory.

Takie podejście na pierwszy rzut oka pozostaje w konflikcie z dbałością o jakość powietrza we wnętrzu.



Stanowisko pracy z wentylacją personalną.

phot. Exhausto

Wdrażając idee rozwoju zrównoważonego, projektanci na Zachodzie zadali sobie pytanie czy możliwe jest zbudowanie nowoczesnego budynku biurowego, który nie byłby klimatyzowany. Okazało się, że jest to możliwe. Takie budynki już powstały. Ich bryła została zaprojektowana w taki sposób, aby zyski słoneczne były relatywnie małe. Dzięki masywnej konstrukcji są one w stanie akumulować znaczną część zysków ciepła generowanych w okresie pracy. Zastosowane systemy wentylacji hybrydowej umożliwiają intensyfikację wentylacji w okresie nocnym i odebranie zakumulowanych w konstrukcji zysków ciepła. Do chłodzenia wykorzystuje się zatem chłodniejsze w porze nocnej powietrze zewnętrzne. Jeżeli zrezygnuje się ze sztywnego kodu ubraniowego w takim budynku, możliwe jest spełnienie wymagań komfortu adaptacyjnego.

trzech, ponieważ jednym z prostszych sposobów zmniejszania zużycia energii jest zmniejszanie strumienia powietrza wentylacyjnego. Na szczęście konflikt jest pozorny. Są już technologie, które zapewniają dobrą jakość powietrza i jednocześnie małe zużycie energii. Dodatkowo warto analizować problemy kompleksowo – nawet wybór materiałów budowlanych, które nie emitują substancji lotnych ma wpływ na systemy wentylacji, ponieważ strumień powietrza wentylacyjnego może być mniejszy. Podobnie zakaz palenia, dzięki któremu pomieszczenia nie muszą być tak intensywnie wentylowane jak przedtem.

Komfort jest najważniejszy

Coraz większe uznanie zyskuje pogląd, że stworzenie komfortowego środowiska pracy, nawet jeśli zużyjemy na to nieco więcej energii i pieniędzy, zawsze się zwróci. Badania nad wpływem klimatu wewnętrznego na produktywność można już nazwać nowym bardzo silnym trendem. W kosztach firmy nieprodukcyjnej około 80% to koszty pracy. Koszty energii stanowią niewielki procent, np. wentylacja i ogrzewanie to 3% może 5%. W tym momencie warto zadać sobie pytanie czy naprawdę warto koncentrować się na zmniejszeniu tych 5% jeśli oszczędzając w tym obszarze niekorzystnie wpływa się na wydajność pracy. Zaskakujące dane jakie uzyskano zostały częściowo zaakceptowane przez biznes w krajach Europy Zachodniej. W Polsce na razie próbujemy przekonywać, że to się opłaca. Jednak nieufność wciąż jest bardzo duża. Okazuje się, że zwiększając zużycie energii jesteśmy w stanie zwiększyć produktywność o 2-3%. Wydaje się, że to niewiele, zwłaszcza jeśli wzrost zużycia energii będzie wynosił np. 20%, ale na skutek wspo-

mnianej dysproporcji między kosztami energii i kosztami pracy taka inwestycja się zwraca. Ludzie efektywniej pracują i biorą mniej zwolnień lekarskich. Dbałość o jakość powietrza sprawia, że projektanci wybierają bardzo dobre, nieemitujące związków lotnych materiały budowlane, zapewniają zwiększone strumienie powietrza wentylacyjnego, przewidują dodatkową filtrację w celu wyeliminowania zanieczyszczeń pyłowych i zagrożeń mikrobiologicznych. W pomieszczeniach obowiązują bardzo wysokie wymagania dotyczące czystości (zarówno co do kurzu osadzającego się na powierzchniach, jak i czyszczenia przewodów wentylacyjnych).

Nowym i ciekawym trendem jest indywidualizacja parametrów pracy. Jeśli kilkadziesiąt osób pracuje w biurze typu open space, wiele z nich, a być może nawet większość, nie będzie zadowolona z klimatu panującego we wnętrzu. Obniży to wydajność pracy. Jeśli system byłby na tyle zindywidualizowany, aby poszczególne osoby mogłyby wpływać na mikroklimat w ich bezpośrednim otoczeniu, np. dzięki indywidualnym grzejnikom lub zmianie temperatury, kierunku i strumienia nawiewanego powietrza okazuje się, że wydajność pracy rośnie nawet o kilka procent. **Tak zrodziła się koncepcja wentylacji personalnej – instalacja nie jest związana z pomieszczeniem, ale z miejscem pracy.**

Takie rozwiązania pojawiły się po raz pierwszy na początku lat 90. w Skandynawii, ale były to instalacje eksperymentalne. Później jedna z amerykańskich firm wykupiła ten patent i zaczęła budować rozwiązanie czysto komercyjne znane pod potoczną nazwą klimatyzowanego biurka. Obecnie są już w Europie biura, np. w Danii, wyposażone w takie systemy. Wentylacja personalna jest również przedmiotem intensywnych badań w wielu uczelniach.

Ten trend zwraca uwagę na dostosowania parametrów technicznych do indywidualnych wymagań poszczególnych osób i jest bardzo silnie związany z subiektywnym odbiorem przestrzeni. Ludzie pracujący w dużych budynkach, w których ktoś za nich decyduje np. czy wolno im otworzyć okno i ustala temperaturę w pomieszczeniach na ogół swoją silną frustrację przerzucają na systemy wentylacji i klimatyzacji. W rozwiązaniach personalnych, nawet jeśli możliwość regulacji jest niewielka, nikt nie skarży się na komfort w pomieszczeniu, ponieważ sam wpływa na swoje otoczenie.

Projektanci, którzy będą starali się wprowadzać takie rozwiązania, muszą się jednak liczyć z oporem inwestorów, ponieważ wentylacja personalna jest wciąż bardzo kosztowna. ■

opracowała Elżbieta Socha