

# Zagadnienia wymiany powietrza w energooszczędnych budynkach mieszkalnych

Wiele nawarstwiających się latami uwarunkowań zaistniałej sytuacji energetycznej sprawiło, że ogromne znaczenie przypisuje się obecnie potrzebie radykalnego ograniczenia strat ciepła w budynkach. Na podstawie znowelizowanych, zastrzonych przepisów i normatywów zaczyna się budować obiekty już z założenia energooszczędne, a jednocześnie na różną skalę podejmuje się akcję termorenowacji budynków istniejących w celu dostosowania ich do nowych wymagań. Taką tendencję obserwuje się w większości krajów, które racjonalizację gospodarki energią ciepłą słuźnie uznały za pilną konieczność. Dotyczy to również Polski.

W przypadku budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i wielu obiektów użyteczności publicznej, w strukturze zapotrzebowania na energię do ogrzewania dominuje ciepło niezbędne do pokrycia strat przez przenikanie. Dąży się więc przede wszystkim do zwiększania izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych oraz szczelności całej obudowy. Jak wynika ze schematu przedstawionego na rys. 1, takie postępowanie daje wiele różnych korzyści powodujących w efekcie ograniczenie całkowitych strat ciepła przy zachowaniu warunków komfortu w pomieszczeniach.

Zachodzą jednak uzasadnione obawy, iż w poszukiwaniu oszczędności energii za wszelką cenę mogą ujawnić się jednostronne i zbyt uproszczone tendencje do ograniczania strat ciepła z budynków kosztem pogarszania warunków higieniczno-zdrowotnych. Istnieje więc potrzeba zwrócenia uwagi na zagadnienia wymiany powietrza w energooszczędnych budynkach mieszkalnych. Ponieważ budynki te są wentylowane na ogół w sposób naturalny, to zwiększenie szczelności niektórych elementów obudowy, w związku z ich rolą w systemie wentylacji, nie może pociągać za sobą ujemnych skutków zdrowotnych. Trzeba również pamiętać o tym, że skład chemiczny zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego jest obecnie zupełnie inny niż dawniej i daleko odbiega na niekorzyść przyjmowanego niegdyś za podstawę do określania minimalnych ilości świeżego powietrza jako asymilatora zanieczyszczeń związanych z przebywaniem i typowymi czynnościami użytkowników mieszkań. Pojawiło się wiele „nowych” zanieczyszczeń emitowanych przez materiały z tworzyw sztucznych, w tym również przez materiały termoizolacyjne, wykończeniowe oraz meble. Wymaga to weryfikacji niektórych normatywnych ilości powietrza wentylacyjnego. Stale dyskutowana jest kwestia właściwej organizacji wymiany powietrza w obrębie mieszkania, a szczególnie — nawiewu powietrza zewnętrznego przy wentylacji grawitacyjnej.

## Wymiana powietrza i wentylacyjne straty ciepła w budynkach mieszkalnych

Z porównania zestawionych w tabeli 1 wskaźników charakteryzujących budynki mieszkalne (głównie jednorodzinne), wzniesione w różnych krajach, można wysunąć ogólny wniosek, iż obniżeniu strat ciepła towarzyszy z reguły

zmniejszenie krotności wymiany powietrza. Natomiast w bilansie całkowitych strat ciepła maleje udział strat przez przenikanie, a tym samym rośnie udział tzw. strat wentylacyjnych, związanych z zużyciem energii cieplnej na podgrzewanie świeżego powietrza do wymaganej temperatury wewnętrznej. Można oszacować, że w wymienionych krajach zachodnich w efekcie zastrżenia w 1980 roku przepisów o ochronie cieplnej budynków mieszkalnych, zmniejszono straty ciepła średnio o ok. 30%, zaś krotność wymiany powietrza o ok. 20% w stosunku do stanu charakteryzującego budynki wznieszone w 1970 roku. Udział strat wentylacyjnych wzrósł natomiast średnio o prawie 20%.

Na podstawie analizy danych przedstawionych w pracy [2], uzupełnionej odpowiednimi obliczeniami własnymi, stwierdzono, że w wyniku wprowadzenia normy PN-82/B-02020 zmniejszenie obliczeniowych strat ciepła w krajowych budynkach mieszkalnych, w stosunku do stanu z lat siedemdziesiątych, wynosi co najmniej 20% dla budynków wielorodzinnych, zaś co najmniej 7% dla typowych budynków jednorodzinnych. Normatywna krotność wymiany powietrza pozostała w zasadzie bez zmiany. Natomiast udział wentylacyjnych strat ciepła wzrósł w wymienionych budynkach odpowiednio o ok. 5 i 1%.

Przytoczone dane dotyczą obiektów nowych. Można się spodziewać, że podobne wskaźniki charakteryzują efekty rutynowych zabiegów termorenowacyjnych, sprawozdanych na ogół u nas do docieplania ścian zewnętrznych.

W celu porównania, w tabeli 2 przedstawiono wskaźniki strat ciepła i wymiany powietrza dla eksperymentalnego budynku jednorodzinnego wzniesionego i zbadanego w Instytucie Techniki Budowlanej [3]. Jak widać, są one zbliżone do wartości charakteryzujących nowe budynki jednorodzinne w innych krajach. Ponadto okazało się, że eksploatacyjne straty ciepła są w rzeczywistości o ok. 35% mniejsze niż obliczeniowe.

Dużą trudność w obiektywnym określeniu rzeczywistych wentylacyjnych strat ciepła sprawia na ogół to, że wentylacja grawitacyjna funkcjonuje w sposób ściśle uzależniony od zmiennych warunków meteorologicznych, charakterystyki aerodynamicznej budynku i wielu czynników związanych z użytkowaniem mieszkań. Nie ustalony przypadkowy charakter procesu wymiany powietrza niezwykle utrudnia matematyczny opis zjawisk, a tym samym — budowę analitycznego modelu. Tym chyba, między innymi, należy tłumaczyć fakt, iż wiadomości na temat wskaźników wymiany powietrza w omawianych budynkach są w dostępnej, szczególnie krajowej, literaturze nader skąpe. Ponadto w większości przypadków są odnoszone do z góry zakładanych warunków obliczeniowych, co nie wystarcza do sporządzenia bilansu cieplnego odzwierciedlającego stan faktyczny. Cenne wydają się więc ciągle publikacje omawiające wyniki badań eksploatacyjnych.

W opracowaniu [4] podano wzory empiryczne opisujące krotność wymiany powietrza w funkcji różnicy temperatury i prędkości wiatru, dotyczące 11-kondygnacyjnych budynków o charakterystyce dość typowej dla krajowego budownictwa mieszkalnego. Autorzy pracy [5] podają wzór dla budynków 4-kondygnacyjnych, umożliwiający ustalenie krotności wymiany powietrza infiltrującego do pomieszczeń przez nieszczelności stolarki budowlanej (autorzy zakładają, że budynki są wyposażone w system wentylacji mechanicznej nie podatny na zakłócenia zewnętrzne oraz, że w okresie zimowym okna są dodatkowo uszczelnione). Z kolei, na podstawie wyników pomiarów wykonanych w doświadczalnym budynku jednorodzinnym o znacznej izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych i szczelnych oknach trzyszybowych, uzyskano również wzór empiryczny dotyczący dość charakterystycznej bryły niskiego budynku [3]. Porównanie krotności wymiany powietrza, obliczonej według wspomnianych wzorów w funkcji różnicy temperatury i prędkości wiatru, przedstawiono na rys. 2. Jak widać, różnicowanie ilości powietrza, zależnie od wysokości budynku i warunków meteorologicznych, jest wyraźne. Jednocześnie zaznaczył się wpływ szczelności obudowy na o-



Rys. 1. Schemat powiązań między różnymi czynnikami poprawy ochrony cieplnej budynków mieszkalnych

TABELA 1

Wskaźniki strat ciepła i wymiany powietrza w budynkach mieszkalnych wzniesionych w ubiegłym dziesięcioleciu w różnych krajach [1]

Kraj	Rok budowy	Wskaźnik całkowitych strat ciepła $kW \cdot h / (m^2 \cdot a)$	Wskaźnik krotności wymiany powietrza $h^{-1}$	Udział strat ciepła, %		Względne zmniejszenie, %	
				przez przenikanie	wentylacyjnych	całkowitych strat ciepła	krotności wymiany powietrza
Holandia	1970	291	1,3	68	32	21	15
	1980	222	1,1	71	29		
Kanada	1970	191	0,4	83	17	40	25
	1980	114	0,3	80	20		
Norwegia	1970	180	0,6	72	28	28	17
	1980	130	0,5	69	31		
Szwajcaria	1970	142	1,0	75	25	32	25
	1980	96	0,75	72	28		
Szwecja	1970	209	0,7	63	37	33	29
	1980	139	0,5	72	28		
USA	1970	179	0,8	73	27	25	25
	1980	135	0,6	73	27		
Wielka Brytania	1970	230	1,0	80	20	33	0
	1980	155	1,0	66	34		

graniczenie naturalnej wymiany powietrza w przypadku budynku energooszczędnego. Na podobną tendencję zwracają uwagę także inni autorzy omawiający wyniki własnych badań wykonanych w obiektach o zwiększonej ochronie cieplnej [6, 7].

Przytoczone na rys. 2 dane dotyczą budynków nowych i nie zamieszkałych. W warunkach normalnej eksploatacji mieszkań przebieg pokazanych zależności może być inny na skutek zakłóceń wprowadzanych przez lokatorów (np. otwieranie lub uszczelnianie okien, stosowanie indywidualnych wentylatorów wyciągowych, zróżnicowanie temperatury w kuchniach itp.).

W raporcie opracowanym przez Międzynarodową Agencję Energetyczną stwierdzono, że udział wentylacyjnych strat ciepła w całkowitym zużyciu energii potrzebnej do ogrzewania eksploatowanych budynków mieszkalnych lub użyteczności publicznej zawarty jest w przedziale 20–50% [8]. Z krajowych doświadczeń wiadomo, że rzeczywiste zużycie ciepła w tych budynkach, szczególnie przy niezbyt dużej szczelności obudowy zewnętrznej, może przekraczać zapotrzebowanie przewidziane w projekcie urządzenia ogrzewczego. Z punktu widzenia ukierunkowanego na oszczędność energii można by sądzić, że sugestia zmniejszenia wymiany powietrza w omawianych obiektach jest oczywista.

Ograniczenie jednak wymiany powietrza przez zwiększanie szczelności stolarki w budynkach z wentylacją grawitacyjną, przy nagminnym u nas braku specjalnych otworów nawiewnych, może pogorszyć warunki higieniczno-zdrowotne w mieszkaniach, z czego nie wszyscy chcą sobie zdawać sprawę. W rzeczywistości problem sprowadza się więc do zagadnienia optymalizacyjnego. Należy dążyć do uzyskania maksymalnie efektywnej organizacji wymiany powietrza w mieszkaniach, usprawnienia sposobów podgrzewania powietrza zewnętrznego oraz eliminowania niekontrolowanych przepływów zakłócających warunki komfortu cieplnego i zmuszających lokatorów do indywidualnego poszukiwania doraźnych, najczęściej energochłonnych, sposobów zaradczych. Ważnym narzędziem powinien tu być niewątpliwie rachunek ekonomiczny.

#### Wymiana powietrza i warunki higieniczno-zdrowotne nowoczesnych mieszkań

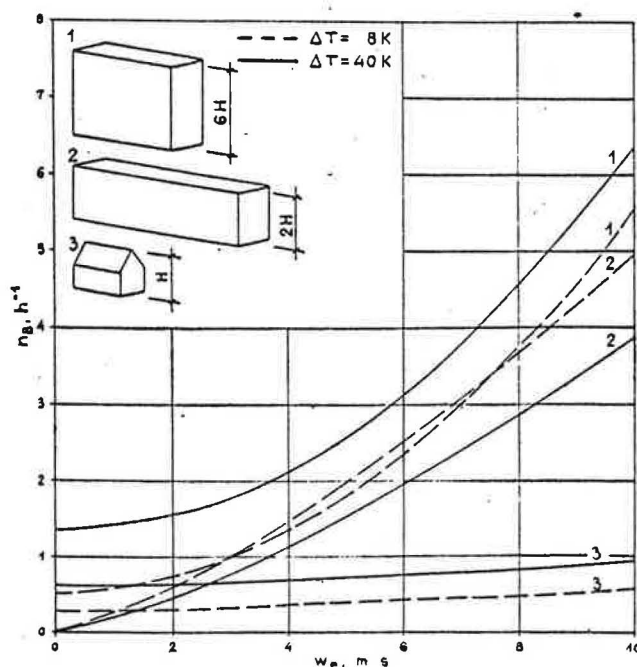
Postęp techniczny, powszechna industrializacja budownictwa, towarzyszące jej czasem zbyt pochopne wdrażanie nowych technologii i osiągnięć inżynierii materiałowej, zagęszczenie skupisk ludzkich, pewnie nie przemysłowe „oszczędności” oraz towarzyszące tym zjawiskom zmiany stylu życia dość szybko wykazały wiele ujemnych następstw. Między innymi sprawiły, że coraz częściej istnieje potencjalne niebezpieczeństwo kontaktu człowieka z substancjami toksycznymi, kancerogennymi, alergicznymi, bądź co najmniej uciążliwymi, emitowanymi z różnych źródeł i rozprzestrzeniającymi się w powietrzu. Problemem w niezbyt przestronnych mieszkaniach stają się produkty spalania gazu w kuchniach, zapachy z przyrządzanych potraw, biocydy stosowane do zwalczania owadów i gryzoni, dym tytoniowy, kosmetyki i chemiczne środki czyszczące.

TABELA 2

Wskaźniki strat ciepła i wymiany powietrza określone dla eksperymentalnego budynku jednorodzinnego badanego w Instytucie Techniki Budowlanej

Sposób określenia wskaźników	Wskaźnik całkowitych strat ciepła $kW \cdot h / (m^2 \cdot a)$	Wskaźnik krotności wymiany powietrza $h^{-1}$	Udział strat ciepła, %	
			przez przenikanie	wentylacyjnych
Obliczone według obowiązujących norm	164	0,6	65	35
Obliczone na podstawie wyników pomiarów	108	0,4	64	36

W miarę coraz powszechniejszego stosowania sztucznych tworzyw, syntetycznych lakierów, klejów i środków impregacyjnych, w budynkach mieszkalnych pojawiły się zanieczyszczenia chemiczne o składzie i stężeniach spotykanych uprzednio tylko w obiektach przemysłowych. Do



Rys. 2. Zależność wskaźnika krotności wymiany powietrza od różnicy temperatury i prędkości wiatru dla różnych budynków mieszkalnych

TABELA 3

Stężenie formaldehydu w budynkach mieszkalnych

Kraj i źródło danych	Charakterystyka budynków oraz przegród budowlanych	Liczba badanych obiektów	Przeciętne stężenie formaldehydu mg/m <sup>3</sup>
Dania [9]	budynki jednorodzinne o ścianach działowych z płyt wiórowych	23	0,080—2,240
Norwegia [11]	budynki energooszczędne z materiałów drewnopochodnych nasączonych olejem terpentynowym lub malowanych farbą lateksową	14	0,100
Polska [14]	różne budynki mieszkalne nowe lub zamieszkałe od kilku lat	314	0,001—0,180 średnio 0,053
USA [9]	budynki z materiałów drewnopochodnych,	431	0,474
	budynki o ścianach izolowanych pianką mocznikowo-formaldehydową,	631	0,150
	budynki z tradycyjnych materiałów,	41	0,037
	powietrze zewnętrzne	156 pomiarów	0,012
USA [12]	budynki wzniesione w 1979 r.: — nie zamieszkałe, bez mebli — nie zamieszkałe, umeblowane — zamieszkałe powietrze zewnętrzne		0,086
			0,238
			0,278
			0,013
USA [13]	różne budynki wznieszone w latach 1978—1981		0,101—0,212

reprezentatywnych zanieczyszczeń gazowych, emitowanych z wyżej wymienionych źródeł, należą: formaldehyd, fenol i chlorofenole, styren, izocyjan, pary węglowodorów nasyconych, estrów, alkoholi oraz monomerów winylowych [9, 10]. Sprawa ta jest nader istotna w budynkach energooszczędnych, gdyż wiele bardzo efektywnych materiałów termoizolacyjnych lub uszczelniających to tworzywa syntetyczne.

W tabeli 3 zestawiono wyniki pomiarów stężenia formaldehydu w budynkach mieszkalnych wzniesionych niedawno w różnych krajach. Poziom koncentracji formaldehydu w powietrzu wewnętrznym wskazuje na wpływ zastosowanych materiałów budowlanych, termoizolacyjnych, wykończeniowych oraz mebli.

Innym poważnym zagrożeniem, na które w budownictwie zwraca się baczna uwaga jest promieniowanie jonizujące, emanowane z naturalnych radionuklidów oraz produktów ich rozpadu zawartych w niektórych surowcach i materiałach pochodzenia mineralnego. Szczególnie niebezpieczne pod tym względem bywają odpady z przemysłu energetycznego, hutniczego i chemicznego, stosowane jako surowce budowlane. Z dostępnej literatury [12, 15, 16] zebrano dane o średnim stężeniu aktywnego radu <sup>226</sup>Ra w materiałach budowlanych pochodzących z różnych krajów. Dane te przedstawiono w tabeli 4.

Od zawartości radu w materiałach zależy w głównej mierze stężenie promieniotwórczego radonu <sup>222</sup>Rn w pomiesz-

TABELA 4

Stężenie radu <sup>226</sup>Ra w materiałach budowlanych stosowanych w niektórych krajach

Rodzaj materiału	Średnie stężenie aktywnego radu <sup>226</sup> Ra, pCi/g					
	Polska	RFN	Szwecja	USA	Wielka Brytania	ZSRR
Beton	0,33—0,51	1,8	1,3—1,5		2,0	0,9—2,0
Cegła ceramiczna	0,10—1,40	2,6—7,6	2,6			1,5
Cement	0,75—0,88		1,5		1,2	1,2
Gazobeton	0,27—1,09					
Gips	0,30—0,40	1,5—16,0		10,0	21,0	
Granit	0,77—0,92	2,6			2,4	3,0
Keramzyt	0,95					
Kruszywo kam.			1,3		1,4	
Żwir + piasek	0,42—0,48	0—0,4				
Popioły lotne	2,02					
Wetna mineralna			0,4			

zeniach. Atomy tego gazu, będącego jednym z produktów rozpadu <sup>226</sup>Ra, przedostają się do powietrza, zaś kolejne pochodne radonu, już w fazie stałej, zachowują się tak, jak pyły i aerozole. Wchłaniane do dróg oddechowych ludzi osiadają na nabłonku oskrzeli. Otrzymywane w ten sposób dawki promieniowania mogą powodować odległe w czasie i trudne do jednoznacznego przewidzenia ujemne skutki genetyczne i somatyczne.

Jak kształtuje się stężenie radonu w budynkach mieszkalnych, pokazano na przykładzie wyników pomiarów wykonanych na terenie trzech osiedli w Warszawie (tab. 5) [17].

Oczywiście, surowce i materiały budowlane nie są jedynym źródłem promieniowania jonizującego w środowisku życia ludzi. Radon i jego pochodne emanują również z podłoża geologicznego. Mogą więc być zawarte w wodzie, gazie opalowym (ziemnym) i w powietrzu atmosferycznym. Napromieniowanie jest więc wypadkową ekspozycji na poszczególne źródła. Jednak w budynkach murowanych i prefabrykowanych użyte materiały są dominującym źródłem promieniowania jonizującego. Potwierdzają to wyniki pomiarów zaczerpnięte z pracy [15] i przytoczone w tabeli 6.

Nie należy też zapominać, że jednocześnie nadal w budynkach mieszkalnych występują zanieczyszczenia tradycyjnie związane ze sposobem użytkowania tego rodzaju pomieszczeń. Do nich należy chociażby para wodna wydzielająca się przy gotowaniu potraw, czynnościach higienii-

TABELA 5

Stężenie radonu <sup>222</sup>Rn w powietrzu wewnętrznym budynków mieszkalnych zlokalizowanych na terenie trzech różnych osiedli w Warszawie

Miejsce pomiarów	Wartości	Stężenie radonu <sup>222</sup> Rn, Bq/m <sup>3</sup>		
		osiedle Bródno	osiedle Stegny	osiedle Stulewice
Pokoje	średnie	61,05	50,69	74,74
	przedział	12,21—191,66	7,03—148,00	38,48—163,54
Przedpokoje	średnie	59,57		
	przedział	32,56—107,67		
Łazienki	średnie	49,95	39,59	54,39
	przedział	17,76—98,79	12,58—90,65	22,57—71,78
Powietrze atmosferyczne	średnia roczna	3,70		
Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS)		37,00		

TABELA 6

Wyniki pomiarów stężenia radonu <sup>222</sup>Ra w różnych budynkach mieszkalnych w Polsce

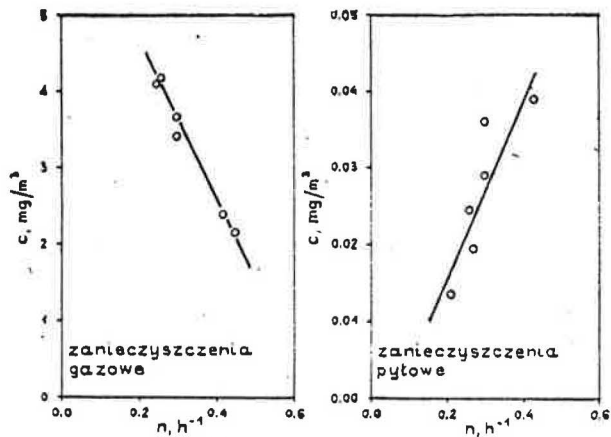
Dominujący materiał budowlany	Liczba badanych mieszkań	Stężenie radonu <sup>222</sup> Ra w powietrzu wewnętrznym pCi/m <sup>3</sup>	
		przedział	średnie
Drewno	12	60—1600	160
Mur z cegły ceramicznej	36	30—5340	240
Beton i prefabrykaty betonowe	153	20—2140	300
Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS)		1000	

cznych, praniu, myciu naczyń, a także oddychaniu ludzi, roślin itp. Ocenia się, iż w przeciętnych mieszkaniach w miesiąc strumień wydzielanej pary wodnej wynosi 10 ÷ 14 dm<sup>3</sup> na dobę [10].

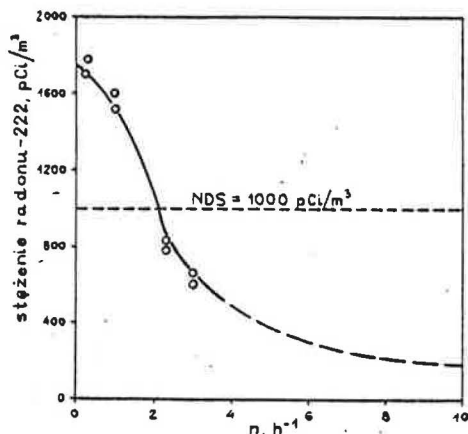
W bliskiej przyszłości z wielu względów nie da się w budownictwie powszechnym uniknąć większości opisanych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza. Bez względu więc należy przestrzegać zasady, iż żadne racje techniczne lub oszczędnościowe nie mogą zdominować wymagań dotyczących właściwego mikroklimatu pomieszczeń, w których współczesny człowiek spędza większość swego czasu.

Wobec powyższego, nieco inaczej trzeba spojrzeć na problem wentylacji omawianych budynków. Wprawdzie jej rola w utrzymaniu stężenia zanieczyszczeń na poziomie nie przekraczającym odpowiednich wartości NDS jest oczywista, jednak — wobec różnorodności tych zanieczyszczeń — kwestia ustalenia optymalnej krotności wymiany powie-

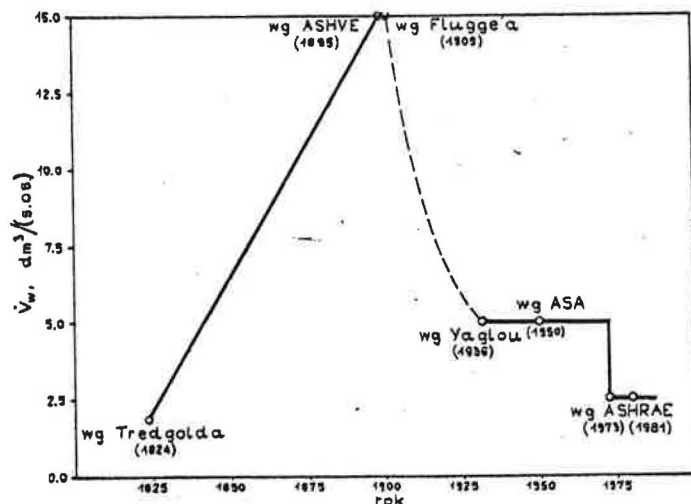




Rys. 3. Przykładowa zależność stężenia zanieczyszczeń gazowych i pyłowych od krotności wymiany powietrza w energooszczędnym budynku



Rys. 4. Zależność stężenia radonu od krotności wymiany powietrza w pomieszczeniu o kubaturze 45 m<sup>3</sup>, w budynku mieszkalnym z prefabrykatów betonowych



Rys. 5. Historyczny rozwój zmian w zaleceniach dotyczących ilości powietrza wentylacyjnego dla pomieszczeń przeznaczonych do stałego pobytu ludzi

trza oraz sposobu i intensywności jego przepływu przez pomieszczenia nie jest jednoznaczna.

Jako przykład można tu podać wyniki badań opublikowane w pracy [11], dotyczące zależności stężenia zanieczyszczeń gazowych i pyłowych od krotności wymiany powietrza w jednym z energooszczędnych budynków mieszkalnych (rys. 3). Wraz ze zwiększeniem ilości wymienianego powietrza poprawia się jego skład chemiczny, jednak równocześnie — na skutek wzrostu burzliwości przepływu — unosi ono i rozprzestrzenia w pomieszczeniu coraz więcej pyłu.

Intensywność wentylacji wyraźnie wpływa na stężenie radionuklidów w powietrzu, co między innymi wykazano w opracowaniu [18], w którym na rysunku 4 przedstawiono zależność między stężeniem radonu <sup>222</sup>Rn w pomieszczeniu a wskaźnikiem krotności wymiany powietrza. W badanym przypadku przepływ powietrza odpowiadający dwukrotnej wymianie w ciągu godziny utrzymywał stężenie radonu na poziomie NDS. Wymienieni autorzy stwierdzają, że najbardziej efektywnym czynnikiem obniżającym poziom koncentracji radonu w pomieszczeniach mieszkalnych jest ich wentylacja. Podobną opinię sformułowano w pracach [10, 16].

Z dotychczasowych rozważań wynika, że proponując właściwy sposób wentylacji energooszczędnych budynków mieszkalnych trzeba jednocześnie dążyć do spełnienia trudnych do pogodzenia ze sobą wymagań. Utrzymanie warunków komfortu cieplnego musi iść w parze z zapewnieniem korzystnych warunków higieniczno-zdrowotnych. Minimalizacja potrzeb cieplnych, związanych z ogrzewaniem świeżego powietrza, doprowadzanego i rozprowadzanego w wystarczającej ilości i w nieuciążliwy dla ludzi sposób, musi uwzględniać techniczne możliwości oraz opłacalność stosowania przyjętego systemu wentylacji mieszkań w odniesieniu do budownictwa powszechnego.

### Zalecane ilości powietrza wentylacyjnego

Wymagania określające właściwe ilości powietrza wentylacyjnego dla pomieszczeń przeznaczonych do stałego pobytu ludzi zmieniają się okresowo i zawsze budzą kontrowersje. Z biegiem czasu ulegają zmianie zasadnicze kryteria, głównie z przyczyn sygnalizowanych w poprzednim punkcie. Rośnie też zasób naszej wiedzy, ale również w tych zmianach można się dopatrywać odzwierciedlenia bieżącej sytuacji ekonomicznej, a nawet pewnych aspektów komercyjnych. Ciekawą ilustracją jest tu rysunek 5, na którym, według [19, 20] pokazano przebieg zmian zaleceń dotyczących ilości powietrza wentylacyjnego formułowanych w latach 1824—1981. Dane te dotyczą przede wszystkim USA.

Bardzo znamienny jest fakt, iż zalecenia ustalone w latach 1973—1981 powróciły do poziomu wyjściowego, datowanego aż na lata dwudzieste ubiegłego wieku. Z dużym prawdopodobieństwem można przypuszczać, że ten radykalny zwrot był jednym z ogniw kompleksowego programu oszczędności energii. Podobne drastyczne ograniczenia wymiany powietrza wprowadzono w energooszczędnych i superizolowanych budynkach mieszkalnych w Szwecji. Tutaj, zaledwie po kilku latach eksploatacji, zaczęły ujawniać się sygnalizowane już niekiedy ujemne skutki tego posunięcia. Dotyczą one przede wszystkim trudności w usuwaniu wilgoci, która w zbyt oszczędnie wentylowanych mieszkaniach sprzyja rozwojowi mikroorganizmów, grzybów i pleśni. Pogarszają się warunki higieniczno-zdrowotne oraz następuje szybkie niszczenie materiałów budowlanych.

Na tę sprawę zwrócono uwagę również w RFN. W rządowym opracowaniu [10] podkreślono, iż nie należy ludzię się, jakoby minimalizowanie wymiany powietrza niesło ogromny potencjał oszczędności energii. W kwestii usuwania zysków wilgoci z pomieszczeń mieszkalnych wyrażono pogląd, że przy obecnie stosowanych rozwiązaniach konstrukcyjnych przegród budowlanych nie można zakładać, iż wystarczy wykorzystanie zjawiska dyfuzji pary wodnej, błędnie i niesłusznie określanego niekiedy mianem „oddychania ścian”. Stwierdzono, że 5-minutowe intensywne wietrzenie mieszkania usuwa ilość pary wodnej ok. 1000 razy większą niż ciągnący się tygodniami proces dyfuzji przez przegrody. Autorzy tegoż opracowania sugerują, aby w budynkach energooszczędnych, oprócz ciągłej wentylacji

TABELA 7

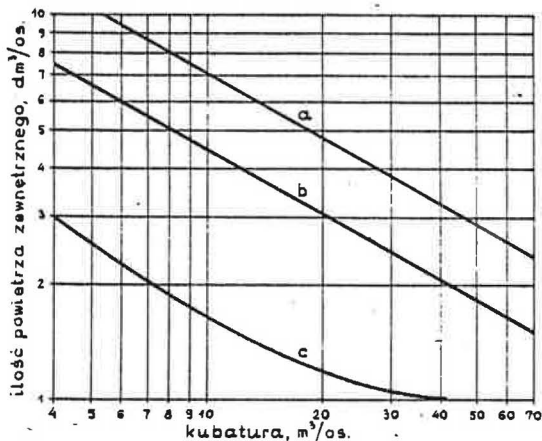
Akceptowany ze względów higieniczno-zdrowotnych skład zanieczyszczeń powietrza wentylacyjnego, według normy ASHRAE 62-1981

Rodzaj zanieczyszczenia	Koncentracja w powietrzu wentylacyjnym, mg/m <sup>3</sup>		Przedział czasu
	średnia w ciągu roku	w krótkim przedziale czasu	
Dwutlenek azotu	100	—	24 godz.
Dwutlenek siarki	80	365	
Ozon i związki utleniające	—	235	1 godz.
Pyły	75	260	24 godz.
Tlenek węgla	—	40000	1 godz.
Związki ołowiu	1,5	—	do 3 mies.

TABELA 8

Wymagane minimalne ilości powietrza wentylacyjnego w mieszkaniach, według przepisów obowiązujących w różnych państwach

Kraj	Całe mieszkanie	Kuchnia	Łazienka i WC	Pokój dzienny	Sypialnia
Finlandia	0,5 l <sup>-1</sup>	21—28 dm <sup>3</sup> /s	14 dm <sup>3</sup> /s	21—42 dm <sup>3</sup> /s	1 dm <sup>3</sup> / (s · m <sup>2</sup> )
Holandia					
Kanada					
Kraje skandynawskie (projekt ujednoliconej normy)	0,5 h <sup>-1</sup>	10 dm <sup>3</sup> /s	10 dm <sup>3</sup> /s	4 dm <sup>3</sup> / (s · os)	4 dm <sup>3</sup> / (s · os)
Norwegia	0,35 dm <sup>3</sup> / (s · os)	z możliwością okresowego zwiększenia do 30 dm <sup>3</sup> /s	z możliwością okresowego zwiększenia do 30 dm <sup>3</sup> /s		
Polska		22 dm <sup>3</sup> /s	16 dm <sup>3</sup> /s	1 h <sup>-1</sup>	1 h <sup>-1</sup>
Szwajcaria		70 dm <sup>3</sup> /h	50 m <sup>3</sup> /h		
Szwecja		22—33 dm <sup>3</sup> /s	17 dm <sup>3</sup> /s		
USA (norma ASHRAE)		10 dm <sup>3</sup> /s	10 dm <sup>3</sup> /s		
Wielka Brytania		50 dm <sup>3</sup> /s	25 dm <sup>3</sup> /h	5 dm <sup>3</sup> /s	5 dm <sup>3</sup> /s
		1 dm <sup>3</sup> / (s · m <sup>2</sup> )	plus 1 dm <sup>3</sup> /s na każdy 1 m <sup>2</sup> powierzchni powyżej 5 m <sup>2</sup>	6 dm <sup>3</sup> / (s · os)	6 dm <sup>3</sup> / (s · os)



Rys. 6. Wymagania higieniczne dotyczące ilości powietrza zewnętrznego doprowadzanego do pomieszczeń przeznaczonych do stałego pobytu ludzi: a) pomieszczenia z dozwoleonym paleniem tytoniu, b) pomieszczenia z zakazem palenia tytoniu, c) dodatkowa ilość powietrza w przypadku braku okien

wynikającej ze standardowego użytkowania mieszkań, stosować okresowo działającą tzw. wentylację udarową. Z innych źródeł literaturowych wynika jednak, iż takie rozwiązanie również jest kontrowersyjne.

Wobec złożoności problemu trudno jest zaproponować w tym miejscu jednoznaczne zalecenia dotyczące ilości powietrza wentylacyjnego dla energooszczędnych budynków mieszkalnych. Wydaje się, że w tej sprawie najpierw powinni wypowiedzieć się higieniści. Pewnym ułatwieniem przy ustalaniu normatywnych wskaźników wymiany powietrza będą, być może, zebrane informacje porównawcze z innych krajów. W tabeli 7 przedstawiono akceptowany ze względów higienicznych skład zanieczyszczeń powietrza wentylacyjnego, podany w amerykańskiej normie [21]. Na rysunku 6 pokazano, jak kształtują się wymagania higieniczne dotyczące ilości powietrza zewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego pobytu ludzi [22]. Natomiast w tabeli 8 zestawiono wymagania dotyczące mini-

malnych ilości powietrza wentylacyjnego dla mieszkań, według dostępnych autorowi przepisów obowiązujących lub proponowanych w różnych państwach [1, 23, 24].

### Organizacja wymiany powietrza w mieszkaniach

Można przypuszczać, że w naszych warunkach system wentylacji grawitacyjnej będzie nadal dominował w budynkach mieszkalnych mimo wyrażonych niekiedy poglądów, iż raczej przemawiające za oszczędnością energii cieplnej wymuszają w krótkim czasie powszechne stosowanie wentylacji mechanicznej. O efektywności systemu wentylacji w dużej mierze decyduje właściwa organizacja wymiany powietrza. W budynkach wielorodzinnych zakłada się, że globalny przepływ powietrza w obrębie mieszkania następuje od strony pokoiów ku łazience, WC i ewentualnemu bezokiennemu pomieszczeniu pomocniczemu. Kuchnia ma być z założenia wentylowana niezależnie od reszty pomieszczeń (autor pomija tu przypadek mieszkań z kuchnią bez okien, jako powszechnie i słusznie krytykowany).

W Normie PN-83/B-03430 sprecyzowano sposób i miejsce zarówno nawiewu, jak i usuwania powietrza wentylacyjnego. Zwrócono również uwagę na wymaganą powierzchnię otworów lub szczelin umożliwiających założoną wymianę powietrza w pomieszczeniach. Jak kształtują się analogiczne wymagania w innych krajach pokazano w tabeli 9 [1].

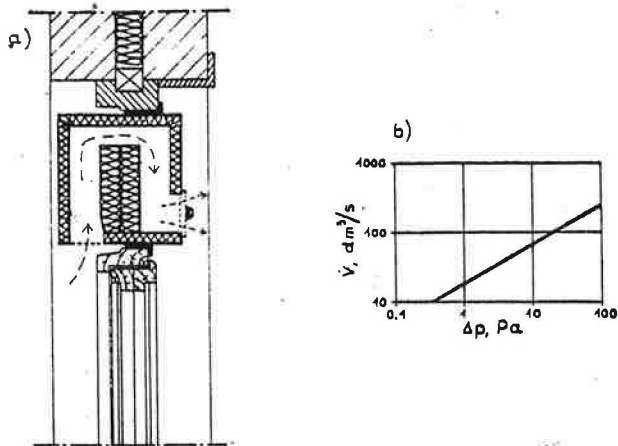
Poważnym mankamentem wentylacji grawitacyjnej (naturalnej), komplikującym działania zmierzające do ograniczenia strat ciepła, jest ściśle uzależnienie jej wydajności od warunków meteorologicznych. W budynkach energooszczędnych powinna więc być zagwarantowana możliwość regulacji ilości powietrza zewnętrznego. Wiąże się z tym konieczność instalowania w przegrodach zewnętrznych specjalnie uzbrojonych elementów nawiewnych, które powinny spełniać następujące wymagania:

- korzystna charakterystyka aerodynamiczna gwarantująca stabilny nawiew określonego strumienia powietrza i kompensująca zakłócenia powodowane zmianami warunków zewnętrznych,
- niski poziom hałasu spowodowanego przepływem powietrza oraz właściwościami tłumienia hałasu ze źródeł poza budynkiem,
- możliwość regulacji (najlepiej samoczynnej) ilości powietrza, a szczególnie ograniczenia do minimum strumie-

TABELA 9

Wymagana powierzchnia otworów umożliwiających wymianę powietrza w pomieszczeniach przy naturalnej wentylacji mieszkań

Kraj	Całe mieszkanie	Kuchnia	Łazienka i WC	Pokój dzienny	Sypialnia
Holandia		0,02—0,03 m <sup>2</sup>	0,01 m <sup>2</sup>	0,02—0,04 m <sup>2</sup>	0,02—0,04 m <sup>2</sup>
Kanada		0,28 m <sup>2</sup>	0,09 m <sup>2</sup>	0,28 m <sup>2</sup>	0,28 m <sup>2</sup>
Norwegia		0,02 m <sup>2</sup>	0,015 m <sup>2</sup>		
Polska		0,02 m <sup>2</sup>	0,02 m <sup>2</sup>	0,008 m <sup>2</sup>	0,008 m <sup>2</sup>
Szwecja		0,02 m <sup>2</sup>	0,015 m <sup>2</sup>		
USA					
Wielka Brytania	4—5% powierzchni podłogi	5% powierzchni podłogi	5% powierzchni podłogi 0,18 m <sup>2</sup> powierzchni otwiera- jących okien	5% powierzchni podłogi	5% powierzchni podłogi



Rys. 7. Nadoklelna szczelina wentylacyjna z tłumikiem akustycznym: a) przekrój poprzeczny przez szczelinę, b) charakterystyka aerodynamiczna

nia powietrza zewnętrznego w czasie silnego wiatru lub dużego spadku temperatury zewnętrznej,

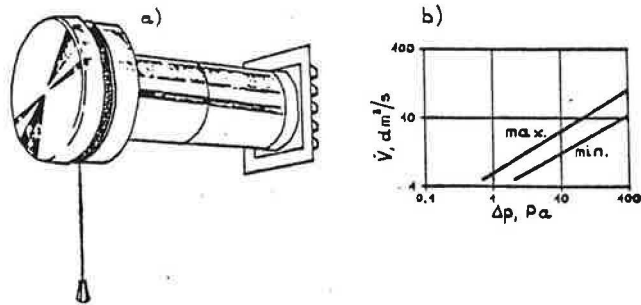
- właściwe zabezpieczenie przed napływem wody deszczowej i pyłu oraz przed przedostawaniem się insektów,
- możliwość takiego usytuowania w przegrodzie, aby napływające powietrze zewnętrzne ogrzało się do wymaganej temperatury zanim dotrze do strefy przebywania ludzi,
- prosta, tania, łatwa w montażu i niezawodna konstrukcja przeznaczona do szerokiego wdrożenia.

Jak wiadomo, wymaganie stosowania specjalnych otworów lub szczelin wentylacyjnych zawarte jest we wspomnianej normie. Jednak w praktyce problem ten nie doczekał się u nas jeszcze satysfakcjonującego rozwiązania, co zaczyna być zastanawiające. Po wyeliminowaniu klasycznych, dość prymitywnych nawietrzników podokiennej kolejnej propozycji są krytykowane albo przez akustyków, albo przez konstruktorów stolarki budowlanej, albo z kolei przez specjalistów w zakresie ochrony cieplnej, ogrzewnictwa lub wentylacji. Z reguły zależy to od tego, kto dany projekt zgłasza. Propozycje te są na ogół znane zainteresowanym, toteż nie będą w tym miejscu omawiane. Poniżej zostaną natomiast scharakteryzowane niektóre konstrukcje opracowane w ostatnich latach za granicą.

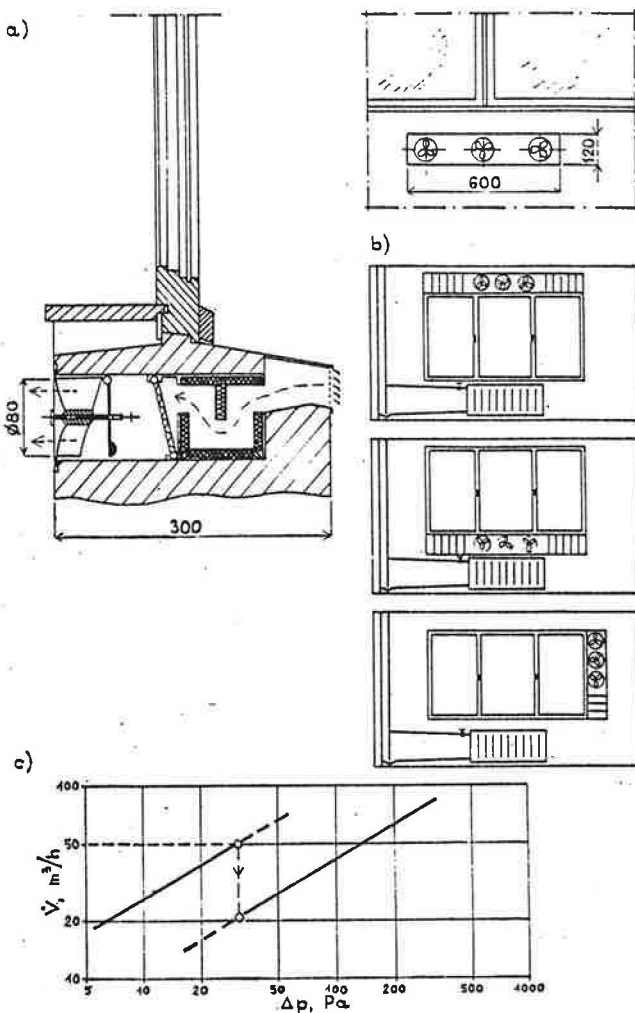
Na rysunku 7 pokazano rozwiązanie nadokiennej szczeliny nawiewnej pochodzące z Holandii. Konstrukcja szczeliny jest pomyślana tak, aby zapewnić tłumienie hałasu własnego i zewnętrznego oraz zabezpieczyć przed przedostawaniem się zanieczyszczeń mechanicznych. Możliwości regulacyjne są natomiast niewielkie, gdyż szczelinę można jedynie otworzyć, albo zamknąć. Lepsze pod tym względem jest rozwiązanie szwedzkie, uwidocznione na rysunku 8. Zastosowano w nim prosty mechanizm umożliwiający ręczną regulację dwupołożeniową przeswitu otworu nawiewnego. Wewnątrz elementu umieszczono wymienny filtr włókninowy oraz tłumik akustyczny [1].

Nader ciekawą propozycję opracowano i zbadano na Węgrzech (rys. 9). W otworze nawiewnym umieszczono wirnik łopatkowy, który — zależnie od prędkości wiatru — ustawia w określonym położeniu przepustnicę dławiącą przepływ strumienia powietrza. Sprężenie ruchu wirnika i przepustnicy wykonano tak, aby w miarę wzrostu różnicy ciśnienia wzrastał również opór przepływu powietrza przez otwór. Gdy ciśnienie wiatru wynosi ok. 30 Pa przepustnica całkowicie przysłania otwór, zaś opór osiąga wartość umożliwiającą przepływ założonego minimalnego strumienia powietrza zewnętrznego. Gdy prędkość wiatru maleje, różnica ciśnienia zmniejsza się i przepustnica samoczynnie wraca do pierwotnego położenia. Dodatkową rolę wirnika jest zwiększenie burzliwości początkowej nawiewanego strumienia powietrza, które dzięki temu szybciej miesza się z powietrzem wewnętrznym. Sprzyja to wyrównywaniu temperatury. Oprócz elementu regulacyjnego w opatentowanym rozwiązaniu przewidziano wymienny filtr oraz tłumik akustyczny. Maksymalny przepływ w badanej kombinacji trzech otworów nawiewnych wynosi  $45 \pm 50 \text{ m}^3/\text{h}$  [25].

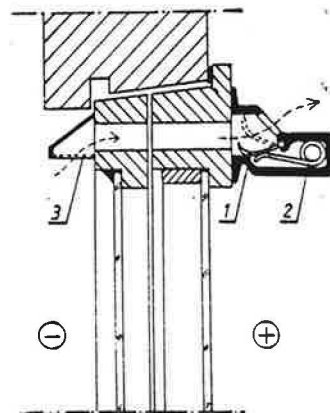
Autorzy szwedzcy z kolei zaproponowali uzbrojenie szczeliny nadokiennej, które samoczynnie reguluje przepływ powietrza w zależności od różnicy temperatury (rys. 10). Odpowiednio wyprofilowana listwa przepustnicy ustawia się w położeniu zależnym od napięcia sprężyny wykonanej z właściwie dobranej stopu bimetalicznej. Im niższa temperatura powietrza zewnętrznego, tym większe napięcie



Rys. 8. Scienny element wentylacyjny umożliwiający ręczną regulację strumienia powietrza zewnętrznego: a) konstrukcja elementu, b) charakterystyka aerodynamiczna



Rys. 9. Scienny element wentylacyjny umożliwiający samoczynną regulację strumienia powietrza zewnętrznego w zależności od dynamicznego ciśnienia wiatru: a) przekrój poprzeczny, b) możliwe warianty rozmieszczenia przy oknie, c) charakterystyka aerodynamiczna



Rys. 10. Nadoklelna szczelina wentylacyjna z przepustnicą wyposażoną w bimetaliczną sprężynę sterującą: 1 — przepustnica, 2 — bimetaliczna sprężyna, 3 — osłona



spężyny, a tym samym — większy stopień dławienia. Mechanizm można ustawić tak, aby poniżej założonej temperatury zewnętrznej do pomieszczenia napływał tylko minimalny strumień powietrza zewnętrznego, np. niezbędny ze względów higienicznych [26].

Siłą rzeczy nasuwa się sugestia opracowania takiej konstrukcji otworu nawiewnego, która łączyłaby w sobie możliwości obu opisanych wyżej rozwiązań. Zapewniłoby to regulację strumienia zarówno w zależności od różnicy temperatury, jak i od różnicy ciśnienia spowodowanej oddziaływaniem wiatru. Wydaje się, iż z punktu widzenia racjonalnej gospodarki energią ciepłą w budynkach wentylowanych w sposób naturalny, sugestię tę warto wziąć pod uwagę.

#### Podsumowanie

W jednym artykule nie sposób wyczerpująco omówić wszystkich problemów związanych z pogodzeniem wymagań higieniczno-zdrowotnych, stawianych pomieszczeniom mieszkalnym, z ogromną potrzebą ograniczenia zużycia energii, determinującą coraz wyraźniej dalszy rozwój budownictwa.

Nieraz odnosi się wrażenie, iż wielu z poruszanych tu zagadnień nie docenia się właściwie w analizach optymalizacyjnych lub przy projektowaniu. Czasem wynika to z braku właściwej informacji, a czasem z niedostatecznej wiedzy. Autor ma nadzieję, że zebrane i usystematyzowane w niniejszym artykule wiadomości, choć w ogólnym zarysie, pomogą w rozwiązywaniu ciągle u nas aktualnych spraw dotyczących sposobów i kosztów kształtowania mikroklimatu mieszkań. Być może przekonają, że wysuwane obecnie na czoło hasło oszczędności energii w budynkach mieszkalnych powinno być realizowane przede wszystkim przez konsekwentne dążenie do racjonalizacji jej użytkowania. To zaś należy rozumieć jako likwidowanie marnotrawstwa oraz niedopuszczania do wdrażania wadliwych technologii. W żadnym przypadku nie mogą to być oszczędności osiągnięte kosztem pogorszenia warunków higieniczno-zdrowotnych. Społeczne koszty takiego postępowania, w większości niewymierne i odległe w czasie będą na pewno większe niż doraźne oszczędności energetyczne.

#### P I Ś M I E N N I C T W O

- [1] Elmroth A., Lewin P.: *Air Infiltration Control in Housing*. SCBR Document D2: 1983
- [2] Gadomski J.: *Analiza wpływu rozwiązań architektonicznych na wielkość strat ciepła w budynkach i opracowanie zaleceń w tym zakresie*. Praca naukowo-badawcza NF-53. ITB, Warszawa 1979
- [3] Laskowski L.: *Badania zużycia ciepła i efektywności biernego wykorzystania energii słonecznej do ogrzewania eksperymentalnego budynku jednorodzinnego*. Praca naukowo-badawcza NF-71. ITB, Warszawa 1985
- [4] Nantka M.: *Zużycie a straty ciepła w budownictwie wielokopłowym i możliwości ich zmniejszenia*. GPIE 6 i 7/1984
- [5] Caemmerer W., Neumann R.: *Wärmeschutz im Hochbau*. Beuth, Berlin 1983
- [6] Johnsson B.: *The solar energy building in Veltanda — a passive system*. Proc. of The 2th International CIB Symposium, Copenhagen 1979
- [7] Niren L., Nagda P. D., Michael D.: *Infiltration and air quality in well-insulated homes*. Proc. of The 3rd Inter-

- national Conference on Indoor Air Quality and Climate. Stockholm 1984
- [8] Trepte L.: *Minimum ventilation rates as a basic requirement for energy conservation — Results from an international co-operation*. Proc. of The 3rd International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Stockholm 1984
- [9] Niesłochowski A.: *Zanieczyszczenie chemiczne wnętrz mieszkalnych — przepisy i działania różnych krajów*. Ochrona Powietrza 6/1984
- [10] *Gesundes Bauen und Wohnen — Antworten auf aktuelle Fragen*. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn 1986
- [11] Syversen T. L. M.: *Chemical air quality in energy-efficient houses*. Proc. of The 3rd International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Stockholm 1984
- [12] Wadden R. A., Schaff P. A.: *Indoor Air Pollution. Characterization, Prediction and Control*. Wiley Inc., New York 1983
- [13] Wagner-Shohl B., Phillips T. J.: *Indoor air quality-air infiltration in selected low-energy houses*. Proc. of The 3rd International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Stockholm 1984
- [14] Pucek J., Borucińska E., Anusik E., Romik Z.: *Badania zanieczyszczeń powietrza związkami toksycznymi w mieszkaniach i obiektach użyteczności publicznej na terenie Trójmiasta*. Materiały z sympozjum „Wpływ rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych w budownictwie na zdrowie człowieka”. ITB Warszawa 1980
- [15] Gwiazdowski B.: *Wyniki badań radioaktywności materiałów budowlanych i pomiarów dawek wewnątrz budynków mieszkalnych*. Materiały z sympozjum „Wpływ rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych w budownictwie na zdrowie człowieka”, ITB, Warszawa 1980
- [16] Ericson S. O., Lindvall T., Mansson L. G.: *Indoor Ionizing Radiation*. SCBR Document D7: 1986
- [17] Różycki Z.: *Ocena narażenia na promieniowanie alfa radonu-222 i jego pochodnych w nowych budynkach mieszkalnych na przykładzie kilku osiedli w Warszawie*. Materiały z sympozjum „Wpływ rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych w budownictwie na zdrowie człowieka”, ITB, Warszawa 1980
- [18] Peńsko J., Geisler J.: *Analiza potencjalnego narażenia ludności w Polsce na promieniowanie jonizujące w budynkach mieszkalnych*. Komitet Fizyki Medycznej PAN, Warszawa 1978
- [19] Klauss A. K., Tull R. H., Roots L. M.: *History of the changing concepts in ventilation requirements*. ASHRAE J. 1/1970
- [20] Maldonado E. A. B., Woods J. E.: *A Method to Select Locations for Indoor Air Quality Sampling*. Build. Environm. 4/1983
- [21] Janssen J. E.: *The ASHRAE ventilation standard 62-1981 — A status report*. Proc. of The 3rd International Conference on Indoor Air Conference and Climate, Stockholm 1984
- [22] Södergren D., Puntilla A.: *A CO<sub>2</sub>-controlled ventilation system*. SCBR Document D7: 1983
- [23] Niemelä R., Toppila E.: *Formaldehyde concentration in modern houses*. Batim. Intern. 5/1985
- [24] Fanger P. O.: *Proposed nordic standard for ventilation and thermal comfort*. Report from Technical University of Denmark
- [25] Penzes G., Szalay Z.: *Complementary venting structure for airtight windows*. Proc. of The International Conference „Windows in Building Design and Maintenance”, Göteborg 1984
- [26] Eriksson L., Masimov T., Westblom S.: *Block of Flats with Controlled Natural Ventilation and Recovery of Heat*. SCBR Document D19: 1986

## Dni techniki austriackiej w Polsce

W dniach 2—6 listopada 1987 roku odbyły się w Warszawie i Katowicach Dni techniki austriackiej. Impreza zorganizowana była przez Federalną Izbę Gospodarczą Austrii oraz Naczelną Organizację Techniczną i Urząd Postępu Technicznego i Wdrożeń. Przedstawiciele 33 firm w 44 referatach przedstawili najnowsze rozwiązania techniczne i technologiczne.

Tematyka dotyczyła: racjonalizacji zużycia energii, ochrony środowiska, automatyzacji procesów produkcyjnych oraz systemów i urządzeń do kontroli jakości.

Wybor tematów był wynikiem rozeznania zapotrzebowania polskiego przemysłu, skonfrontowanego z możliwościami

ofertowymi austriackich producentów. Uzależnienie austriackiej energetyki od kosztownego importu paliw było zasadniczym bodźcem do rozwijania technik energooszczędnych. Również konieczność zachowania walorów turystycznych kraju zmusiła do poszukiwania technologii chroniących środowisko naturalne.

Organizację Dni techniki austriackiej w Polsce uważać należy jako przyjęcie zaproszenia strony austriackiej do współudziału w modernizacji różnych gałęzi polskiego przemysłu oraz rozbudowie bazy turystycznej.

R. P.

## CONTENTS

SMIGIELSKI J.

Counter of costs of the utilization of hot and cold water and of energy in hot water. COW, No 10/87, pp. 215

A new principle of determination of the total costs of water and thermal energy utilization is presented. The measuring system consists of flow meter with movable screen and induction transformer, electrolytic integrator and thermistor as a sensor of temperature. It replaces two separate counters for cold and hot water.

HERMAN W., POPIOLKIEWICZ R.

Location way of the heating system breakdowns at unstable state of its work. COW, No. 10/87, pp. 217

The long-term experiments and their practical results proved a quick and efficient location way of the heating system breakdowns after its cutting off the heat source.

NIECKULA P.

Application of hydrated salts in heat accumulators of solar heating systems. COW, No 10/87, pp. 218

The paper worked out on the basis of the work by Simon Furbo from the Institute of Thermal Insulation, Copenhagen Technical University.

BUCZYŃSKA-TYTZ E.

Requirements concerning ventilation of the collective nutrition kitchens in the light of standards and rules valid in Poland and in the world. COW, No. 10/87, pp. 221

Requirements concerning ventilation of the collective nutrition kitchens valid in Poland and in the world are discussed in the paper.

LASKOWSKI L.

Problems of air exchange in energy saving apartment building. COW No. 10/87, pp. 224

The share of ventilator warmth losses in buildings of a high insulating power of partitions is estimated as well as the composition and average concentration of inner air contaminants is characterized. The requirements concerning the ventilator air amount and some solutions of supply ventilation elements designed for work in the gravitational ventilation systems are presented.

ŚLIWOWSKI L., ŚLIWIŃSKA E.

Thermal comfort of people in flats and at work places. COW, No 10/87, pp. 231

The results of investigations on comfort under actual conditions in various objects (cool, nearing comfort and hot) are presented.

LUKASIEWICZ A.

Designing of assemblies of cooling water feeding the sprinkling chambers in the aspect of their operation. COW, No. 10/87, pp. 233

Proposals of assemblies of cooling water and feeding with water the sprinkling chambers are presented.

## KURZFASSUNGEN

SMIGIELSKI J.

Der Zähler der Kosten des Verbrauchens warmen und kalten Wassers und der Energie im Warmwasser. COW, Nr. 10/87, S. 215

Es wurde das neue Prinzip der Bestimmung summarischen Kostens des Verbrauches von Wasser und Wärmeenergie dargestellt. Das Bemessungssystem besteht aus dem Durchflußmesser mit beweglichen Diaphragma, dem Induktionswandler, elektrolytischen Integrierapparat und dem Thermistor in der Funktion des Temperaturfühlers. Er ersetzt zwei einzelne Zähler warmen und kalten Wassers.

HERMAN W., POPIOLKIEWICZ R.

Bestimmung der Ausfälle des Wärmenetzes. COW, Nr. 10/87, S. 217

Aufgrund langjähriger Erfahrung und gewonnener positiver Ergebnisse in der Praxis wurde die rasche und wirksame Bestimmung der Ausfälle des Wärmenetzes nach Abschneiden der Wärmequelle erörtert.

NIECKULA P.

Einsatz des Salzhydrates bei den Wärmebehältern der Sonnenheizungsanlagen. COW, Nr 10/87, S. 218

Bearbeitet aufgrund der Veröffentlichung von Simon Furbo aus dem Institut für Wärmedämmung Technischer Hochschule in Kopenhagen.

BUCZYŃSKA-TYTZ E.

Die Anforderungen an die Lüftung der Gemeinschaftsverpflegungsküche angesichts der in Polen und im Ausland geltenden Standarde und Vorschriften. COW, Nr 10/87, S. 221

Der Artikel erörtert die Anforderungen an Lüftung der Gemeinschaftsverpflegungsküche, die in Polen und im Ausland gelten.

LASKOWSKI L.

Probleme des Luftaustausches bei den energiesparenden Wohngebäuden. COW, Nr. 10/87, S. 224

Es wurden die Bedeutung der Lüftungswärmeverluste bei den Vorschlägen von hoher Wärmedämmung bewertet und die Zusammensetzung und durchschnittliche Konzentration von verschiedener Verunreinigungen innerer Luft charakterisiert. Die Anforderungen betr. Lüftungsluftmenge wurden geschildert und einige Lösungen der Zuluftlösungen zur Arbeit in den Gravitationslüftungssystemen bestimmt dargestellt.

ŚLIWOWSKI L., ŚLIWIŃSKA E.

Die Wärmebehaglichkeit der Menschen in den Wohnungen und den Arbeitsstellen. COW, Nr 10/87, S. 231

Es wurden die Untersuchungsergebnisse der Wärmebehaglichkeit unter tatsächlichen Umständen für verschiedene (kalte, nahe der Wärmebehaglichkeit und heiße) Bauten geschildert.

LUKASIEWICZ A.

Das Entwerfen der Kühlwassersysteme für die Berieselungskammer speisende Wasser und ihre Arbeit. COW, Nr. 10/87, S. 233

Es wurden Vorschläge für Kühlungs- und Wasserspeisesysteme der Berieselungskammer angegeben.