

# Pożegnanie grawitacji

Obecne wymagania dotyczące energochłonności budynków mieszkalnych są bardzo wyśrubowane i być może poszłyby dalej, ale na przeszkodzie stoi człowiek, który, jak na złość, oddycha i wydziela wilgoć.

Po raz pierwszy wymagania dotyczące izolacyjności przegród pojawiły się w Polsce w 1964 r. Nikt wtedy nie myślał o oszczędzaniu energii. Graniczna wartość współczynnika przenikania ciepła zapewniała brak wykraplania wilgoci na wewnętrznej powierzchni ściany zewnętrznej. Dopiero w latach 80. kryzys energetyczny zmusił do szukania oszczędności w eksploatacji budynków. Od tamtego czasu następuje systematyczne, skokowe zmniejszanie granicznych wartości współczynników przenikania ciepła, co ilustruje tabela i wykres. Oczywiście, przy współczesnych wartościach współczynnika nie jest możliwe uzyskiwanie takiej jego sukcesywnej redukcji, jak na początku tego procesu. Obecnie znaczny przyrost grubości warstwy izolacyjnej powoduje relatywnie niewielki przyrost izolacyjności. Na początku lat 70. zjawisko przebiegałoby wprost odwrotnie. Przebiegałoby, ale, niestety, nie było materiałów izolacyjnych. Według norm z lat 60. i 70. wymaganą izolacyjność zapewniała ściana z cegły pełnej o grubości 50 cm. W tabeli i na wykresie „Zmiany grubości izolacji” przedstawiam, jak zmieniałoby się ocieplenie tej ściany wraz z kolejnymi regulacjami. Myślę, że osiągnęliśmy kres w tym wyścigu. Oszczędności trzeba już

szukać w innym miejscu – w wentylacji, a jest to znacznie trudniejsze.

Wszyscy adepci kierunku Inżynierii Środowiska wiedzą, że straty ciepła przez przenikanie są tylko częścią strat, które pokrywa instalacja grzewcza budynku. Wiedzą o tym również mieszkańcy i w okresie grzewczym zalepiają wszelkie otwory służące do wentylacji mieszkania. Powietrze wentylacyjne jest też solą w oku u wszystkich fachowców mających na celu zmniejszenie konsumpcji energii przez budynki. Wartości strumieni powietrza wentylującego mieszkania budynków wielorodzinnych po raz pierwszy zostały określone w normie PN-64/B-03430 i w kolejnych jej edycjach z 1974 i 1983 r. praktycznie nie uległy zmianie. Ta ostatnia, z 1983 r., jest wycofana (cokolwiek to znaczy) i jednocześnie przywołana w ostatniej nowelizacji „Warunków technicznych...”. Aktualne normy z zakresu wentylacji (wersja angielska) sugerują stosowanie intensywniejszej wentylacji pomieszczeń. Chcąc powiększyć chaos dodam, że ilości powietrza wentylacyjnego według normy do obliczeń zapotrzebowania ciepła do celów grzewczych (a o tym rozmawiamy w przypadku pomieszczeń mieszkalnych) są niezgodne z wynikającymi z normy wentylacyjnej. Problem ten występował we wszystkich edycjach

koegzystujących ze sobą norm „na straty ciepła” i wentylację, więc zdążyliśmy do tego przywyknąć. Jak widać, łatwiej jest oblepić budynek styropianem niż uporządkować sprawy wentylacji.

Wracając do wentylacji, normy „na straty ciepła” zawsze wiązały wprost ilość powietrza wentylacyjnego z kubaturą pomieszczeń. Wynika z tego prosta i oczywista zależność: większe mieszkanie to większa „wentylacyjna strata ciepła”, mniejsze mieszkanie to strata wentylacyjna proporcjonalnie mniejsza. Straty przez przenikanie również są proporcjonalne do jego wielkości. Obie składowe straty zmieniają się w tę samą stronę zależnie od wielkości mieszkania – prosty i intuicyjny mechanizm. Ilustrują to tabele nr 1 i 2 – obliczenia pochodzą z realnego budynku wielorodzinnego. Zwracam uwagę na porównanie dla różnych wielkością mieszkań parametrów zamieszczonych w tabeli:

- | wentylacja (ilość powietrza świeżego) – proporcjonalna do wielkości mieszkania i (jak zobaczymy później) relatywnie niewielka,
- | współczynnik wentylacji – identyczny w obu wypadkach, więc niezależny od wielkości mieszkania,
- | strata ciepła – proporcjonalna do wielkości mieszkania,
- | współczynnik strat – słabo zależny od wielkości mieszkania i relatywnie niski.

Takie podejście do określania ilości powietrza wentylacyjnego sprawdzało się przez wiele lat stosowania wentylacji grawitacyjnej w budynkach wielorodzinnych, szczególnie dobrze od momentu montowania szczelnej stolarki okiennej, świetnie współpracującej z zalepianymi kratkami grawitacyjnymi.

Nie zalecam tej metody obliczeniowej przy stosowaniu wentylacji wywiewnej, wymuszonej, uzupełnionej

Tabela 1. Mieszkanie średnie – wentylacja grawitacyjna

Pomieszczenie [m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia m <sup>2</sup>	Wentylacja [m <sup>3</sup> /h]	Współczynnik went. m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> )	Strata ciepła			Współczynnik strat [W/m <sup>2</sup> ]	Długość okna [mm]	Grzejnik
				Przenikanie [W]	Wentylacja [W]	Razem [W]			
1. korytarz	9,33	13,11	1,41	228,00	187,00	415,00	44,48	—	—
2. pokój z aneksem	23,50	29,64	1,26	1095,00	423,00	1518,00	64,60	1500	11/600/1400
								1200	11/600/1000
3. pokój	7,66	12,33	1,61	264,00	176,00	440,00	57,44	1200	11/600/600
4. pokój	11,63	11,27	0,97	388,00	161,00	549,00	47,21	1500	11/600/900
5. łazienka	4,34	4,94	1,14	381,00	77,00	458,00	105,53	—	600/1040
łącznie	56,46	71,29	1,26	2356,00	1024,00	3380,00	59,87		

o nawietrzaki okienne, czyli obecnie jedynego słusznego rodzaju wentylacji w mieszkaniach budynków wielorodzinnych. Ilość powietrza uwzględniona w obliczeniach strat powietrza powinna wynikać z projektu wen-

tylacji, a ta wynika wprost z normy wentylacyjnej.

Tabele nr 3 i 4 przedstawiają, jak w tym wypadku wyglądają straty ciepła. Analiza komplikuje się, bo poza różnicą w stosunku do wentylacji grawitacyjnej widać nieprzyjemną cechę zależności strat

ciepła od wielkości mieszkania, której nie było przy wentylacji grawitacyjnej, ale po kolei:

wentylacja (ilość powietrza świeżego) – niezależna do wielkości mieszkania, a od ilości pomieszczeń brudnych (!) i znacznie większa niż poprzednio,

Tabela 2. Mieszkanie małe – wentylacja grawitacyjna

Pomieszczenie [m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia m <sup>2</sup>	Wentylacja [m <sup>3</sup> /h]	Współczynnik went. m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> )	Strata ciepła			Współczynnik strat [W/m <sup>2</sup> ]	Długość okna [mm]	Grzejnik
				Przenikanie [W]	Wentylacja [W]	Razem [W]			
1. pokój z aneksem + korytarz	24,10	30,14	1,25	980,00	430,00	1410,00	58,51	1800	21S/600/1400
2. pokój	8,35	10,53	1,26	328,00	150,00	478,00	57,25	1200	11/600/700
3. łazienka	3,98	5,32	1,34	380,00	83,00	463,00	116,33	—	500/1200
łącznie	36,43	45,99	1,26	1688,00	663,00	2351,00	64,53		

Tabela 3. Mieszkanie średnie – wentylacja mechaniczna i właściwa infiltracja

Pomieszczenie [m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia m <sup>2</sup>	Wentylacja [m <sup>3</sup> /h]	Współczynnik went. m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> )	Strata ciepła			Współczynnik strat [W/m <sup>2</sup> ]	Długość okna [mm]	Grzejnik
				Przenikanie [W]	Wentylacja [W]	Razem [W]			
1. korytarz	9,33	12,01	1,29	228,00	171,00	399,00	42,77	—	—
2. pokój z aneksem	23,50	90,52	3,85	1095,00	1293,00	2388,00	101,62	1500	22/600/1200
								1200	21/600/1200
3. pokój	7,66	25,99	3,39	264,00	371,00	635,00	82,90	1200	11/600/900
4. pokój	11,63	39,45	3,39	388,00	563,00	951,00	81,77	1500	11/600/1400
5. łazienka	4,34	5,78	1,33	381,00	90,00	471,00	108,53	—	500/1200
łącznie	56,46	173,75	3,08	2356,00	2488,00	4844,00	85,80		

Tabela 4. Mieszkanie małe – wentylacja mechaniczna i właściwa infiltracja

Pomieszczenie [m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia m <sup>2</sup>	Wentylacja [m <sup>3</sup> /h]	Współczynnik went. m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> )	Strata ciepła			Współczynnik strat [W/m <sup>2</sup> ]	Długość okna [mm]	Grzejnik
				Przenikanie [W]	Wentylacja [W]	Razem [W]			
1. pokój z aneksem + korytarz	24,10	113,03	4,69	987,00	1614,00	2601,00	107,93	1800	33/600/1600
2. pokój	8,35	36,14	4,33	331,00	516,00	847,00	101,44	1200	11/600/1100
3. łazienka	3,98	5,32	1,34	381,00	83,00	464,00	116,58	—	500/1200
łącznie	36,43	154,49	4,24	1699,00	2213,00	3912,00	107,38		

Tabela 5. Mieszkanie średnie – wentylacja mechaniczna i minimalna infiltracja

Pomieszczenie [m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia m <sup>2</sup>	Wentylacja [m <sup>3</sup> /h]	Współczynnik went. m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> )	Strata ciepła			Współczynnik strat [W/m <sup>2</sup> ]	Długość okna [mm]	Grzejnik
				Przenikanie [W]	Wentylacja [W]	Razem [W]			
1. korytarz	9,33	12,01	1,29	226,00	171,00	397,00	42,55	—	—
2. pokój z aneksem	23,50	82,65	3,52	1088,00	1180,00	2268,00	96,51	1500	21/600/1400
								1200	21/600/1100
3. pokój	7,66	19,53	2,55	262,00	279,00	541,00	70,63	1200	11/600/800
4. pokój	11,63	24,62	2,12	387,00	352,00	739,00	63,54	1500	11/600/1100
5. łazienka	4,34	5,78	1,33	381,00	90,00	471,00	108,53	—	500/1200
łącznie	56,46	144,59	2,56	2344,00	2072,00	4416,00	78,21		

Tabela 6. Mieszkanie małe – wentylacja mechaniczna i minimalna infiltracja

Pomieszczenie [m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia m <sup>2</sup>	Wentylacja [m <sup>3</sup> /h]	Współczynnik went. m <sup>3</sup> /(h*m <sup>2</sup> )	Strata ciepła			Współczynnik strat [W/m <sup>2</sup> ]	Długość okna [mm]	Grzejnik
				Przenikanie [W]	Wentylacja [W]	Razem [W]			
1. pokój z aneksem + korytarz	24,10	91,95	3,82	980,00	1313,00	2293,00	95,15	1800	22/600/1800
2. pokój	8,35	33,72	4,04	328,00	482,00	810,00	97,01	1200	11/600/1000
3. łazienka	3,98	5,32	1,34	380,00	83,00	463,00	116,33	—	500/1040
łącznie	36,43	130,99	3,60	1688,00	1878,00	3566,00	97,89		

Współczynnik wentylacji – widać wyraźnie, że zależy od wielkości mieszkania i – niestety – większy w mieszkaniu mniejszym,

strata ciepła – mniej zależna od wielkości mieszkania i większa niż przy wentylacji grawitacyjnej,

Współczynnik strat – silnie zależny od wielkości mieszkania i znacznie większy niż przy wentylacji grawitacyjnej.

Jeśli uprościmy porównanie do głównych wniosków, to będą one następujące:

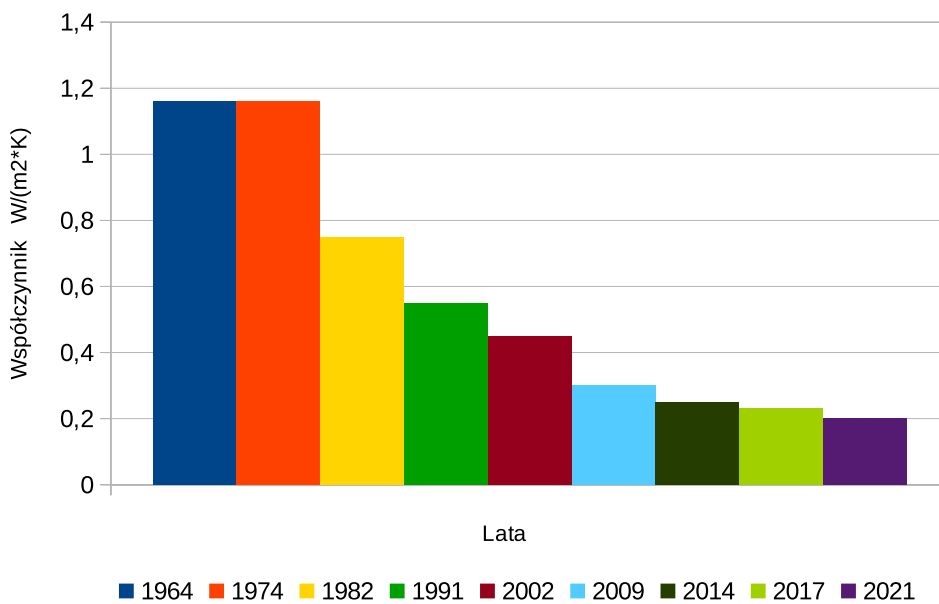
1. Stosowanie wentylacji mechanicznej wywiewnej, współpracującej z nawietrzakami, zwiększa obliczeniowe straty ciepła w budynku wielorodzinnym. Jest to spowodowane większym, kontrolowanym i stabilnym strumieniem powietrza świeżego niż miało to miejsce w przypadku wentylacji grawitacyjnej i szczelnej stolarki okiennej.

2. Małe mieszkania są intensywniej wentylowane w odniesieniu do swojej wielkości, więc charakteryzują się większymi jednostkowymi stratami ciepła (i większymi grzejnikami przy takich samych oknach niż w mieszkaniu większym!), a wynika to z faktu, że strata wentylacyjna wynika z ilości takich pomieszczeń w mieszkaniu jak kuchnia, łazienka, WC, garderoba, a nie z metrażu mieszkania.

Na zakończenie konsekwencje. Są one bolesne dla dewelopera. Poza dodatkowym kosztem instalacji wentylacyjnej większy jest koszt instalacji grzewczej. Można zastosować rozwiązanie obliczeniowe, które złagodzi trochę marsowe oblicze naszego zleceniodawcy. Jednak proponuję stosować je jedynie za obopólną zgodą (wyrażoną na piśmie). Składnikiem „strumienia objętości powietrza wentylacyjnego” jest „infiltracja przez obudowę budynku”, a ta z kolei jest zależna od „ostoięcia budynku” i jego „szczelności”. Można ustawić oba te parametry tak, by zminimalizować „projektowe obciążenie cieplne budynku”. Efekt takiej symulacji przedstawiam w tabelach nr 5 i 6. Czy jest to dużo czy mało? Może efekt wyrażony liczbami nie jest porażający, ale uzyskany w postaci eliminacji niekochanych grzejników (typ 33) jest już dostrzegalny, co ilustruje w tym porównaniu ostatnia tabela nr 10.

JACEK SZUMSKI  
WWW.ISANITARNE.PL

### Ewolucja współczynnika przenikania ciepła



### Zmiany grubości izolacji

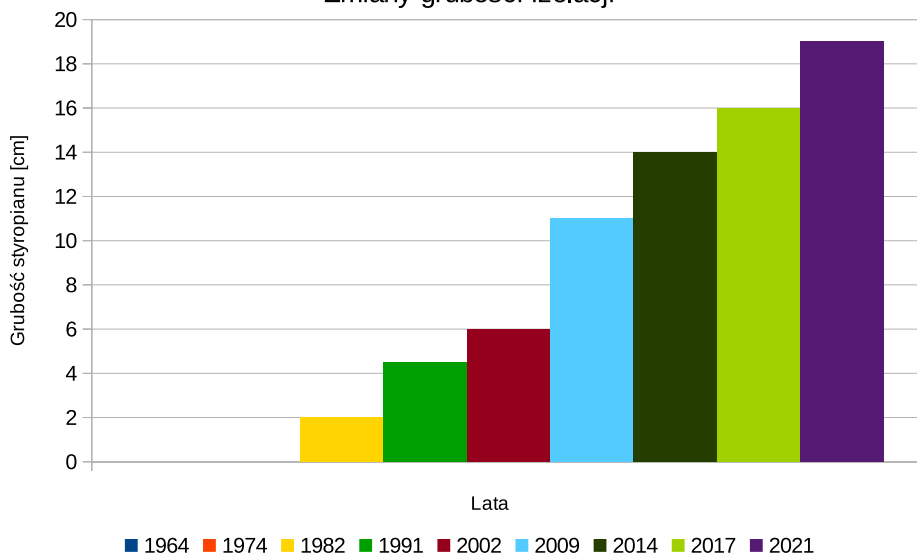


Tabela 7. Podsumowanie

	strata ciepła [W]	współczynnik [W/m <sup>2</sup> ]	grzejniki typ 33 [szt]
wentylacja grawitacyjna	306311	37,9	0
wentylacja mechaniczna i właściwa infiltracja	456521	56,5	102
wentylacja mechaniczna i minimalna infiltracja	423207	52,4	42