



BESKIDY



BIELSKO-BIAŁA

XXXIV OGÓLNOPOLSKIE
WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI
SZCZYRK, 5 - 8 marca 2019 roku



Jerzy ŻURAWSKI*

OPTIMALIZACJA ENERGETYCZNA BUDYNKÓW. TECHNOLOGIE POPRAWY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ ISTNIEJĄCYCH BUDYNKÓW.

W większości polskich miast w okresie grzewczym występuje zanieczyszczenie powietrza przekraczające kilkakrotnie dopuszczalne normy. Smog oznacza nadmierne zanieczyszczenie powietrza pyłami PM 10 oraz PM 2,5. Oszacowano, że w Polsce z tego powodu przedwcześnie umiera ok. 45 tysięcy obywateli rocznie. W pierwszej pięćdziesiątce najbardziej zanieczyszczony smogiem miast, ponad 30 zlokalizowanych jest w Polsce. Aby temu przeciwdziałać uruchamiane są różnego rodzaju programy wsparcia (np. Stopsmog), finansujące: wymianę źródeł ciepła. Działania te wiążą się najczęściej z bardzo wysokimi kosztami inwestycyjnymi oraz często wzrostem kosztów za ciepło. Ze względu na chyba często występujące w naszym społeczeństwie ubóstwo energetyczne, trudno jest utrzymać efekty projektu w dłuższym przedziale czasowym. Ratunkiem może być kompleksowa termomodernizacja, od niedawna znana również jako „głęboka” termomodernizacja budynków.

1. Wymagania prawne a głęboka termomodernizacja

Zgodnie z Dyrektywą UE 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. państwa członkowskie powinny wspierać te modernizacje poprawiające charakterystykę energetyczną istniejących budynków, które przyczyniają się do tworzenia zdrowego środowiska również w pomieszczeniach. W długoterminowych strategiach renowacji każde państwo członkowskie ustali plan działania długoterminowego zakładającego do 2050 r. zredukowanie emisji

gazów cieplarnianych w Unii o 80 –95 % w porównaniu z 1990 r., przez zapewnienie wysokiej efektywności energetycznej i dekarbonizacji krajowych zasobów budowlanych oraz przekształcenia istniejących budynków w budynki o niemal zerowym zużyciu energii.

1.1. Ocena energetyczna budynków

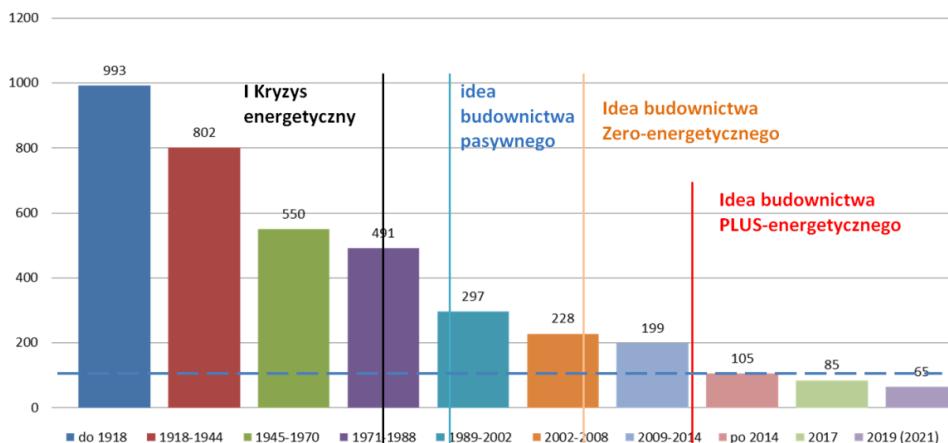
Pierwsza dyrektywa dotycząca poprawy efektywności energetycznej i etykietowania energetycznego została opublikowana 16 grudnia 2002 roku (dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie charakterystyki energetycznej budynków). Ze względu na konieczność dalszych zmian merytorycznych oraz dla zachowania przejrzystości została zmieniona na Dyrektywę 2010/30/UE Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD). W maju 2018 roku wprowadzono kolejną nowelizację dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej o symbolu 2018/844 zmieniającą dyrektywę 2010/30/UE. Dyrektywa EPBD odnosi się do efektywności energetycznej budynków. Promuje poprawę charakterystyki energetycznej budynków (o ile jest to uzasadnione ekonomicznie) do poziomu niemal zeroenergetycznego. Ustanawia konieczność określenia minimalnych wymagań charakterystyki energetycznej wobec nowych budynków oraz budynków istniejących, podlegających ważniejszej renowacji. Celem jest osiągnięcie poziomów efektywności energetycznej, które byłyby opłacalne ekonomicznie lub optymalne pod względem kosztów.

Zgodnie z dyrektywą UE 2018/844 z maja 2018 (EPDB2018), każde państwo członkowskie ustanawia długoterminową strategię renowacji służącą wspieraniu renowacji krajowych zasobów budynków mieszkaniowych i niemieszkaniowych, zarówno publicznych, jak i prywatnych, aby zapewnić do 2050 r. wysoką efektywność energetyczną i dekarbonizację zasobów budowlanych, umożliwiając opłacalne przekształcenie istniejących budynków w budynki o niemal zerowym zużyciu energii.

1.2. Aktualne wymagania prawne

Wdrożenie dyrektywy EPBD odbyło się poprzez Ustawę o charakterystyce energetycznej [N3] zmianę Rozporządzeń: w sprawie Warunków technicznych [N6] oraz w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku [N3]. Stopniowo od stycznia 2014, 2017 i 2019 (2021) r. wartości dopuszczalnych wskaźników nieodnawialnej energii pierwotnej - EP [kWh/m²rok] dla nowobudowanych budynków oraz niektórych współczynników U dla przegród zewnętrznych budynków ulegają zmianie. Nowelizacja przepisów rozporządzenia WT2014 [3] wprowadziła stopniowe ograniczanie zużycia energii przez budynki aż do roku 2021. Minimalne wymagania to zapewnienie wartości wskaźnika EP [kWh/(m²rok)], określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych - również do oświetlenia wbudowanego. Konieczne jest aby przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadały przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia [N3].

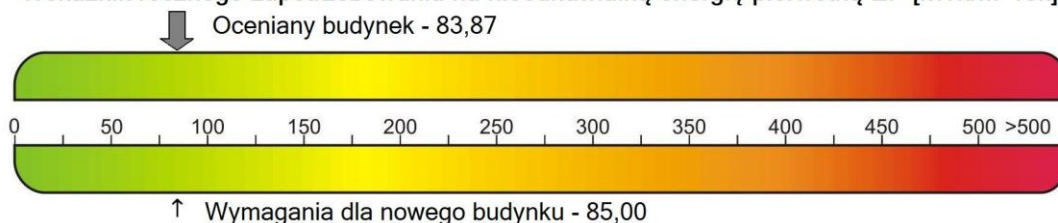
Energia nieodnawialna pierwotna - EP w budynkach budowanych w latach



Wykres 1. Historia zmian charakterystyki energetycznej budynków w odniesieniu do nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/m²·rok]

W skład dokumentacji projektowej budynku wchodzi projektowana charakterystyka energetyczna budynku, która zawiera zestawienie projektowanych rozwiązań z wymaganiami minimalnymi, jakie musi spełnić dany budynek, określonymi w przepisach techniczno-budowlanych. Dotyczy to zarówno izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, jak również wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną.

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/m²·rok]



Wykres 2. Wykres efektywności energetycznej wg rozporządzenia [N9]2

Wymagania stawiane budynkom nowoprojektowanym zgodnie z [N6] dla budynków ogrzewanych zamieszczono w tabeli poniżej.

Tabela 1. Wymagania dla nowoprojektowanych budynków wg [N6]

Wymagania obowiązujące w roku	2017	2021
Przeznaczenie budynku	EP _{H+W} [W/m²K]	EP _{H+W} [W/m²K]
Mieszkalny jednorodzinny	95	70
Mieszkalny wielorodzinny	85	65

Zamieszkania zbiorowego		85	75
Użyteczności publicznej	Opieki zdrowotnej	290	190
	Pozostałe	60	45
Budynki gospodarcze produkcyjne, magazynowe		90	70

1.3. Przebudowa i remonty w istniejących budynkach.

Budynki istniejące mogą być poddane zgodnie z [N3] remontom, przebudowie lub rozbudowie. Istotne zatem aby zdefiniować poszczególne działania. Budynki podlegające nadzorowi konserwatorskiemu stanowią około 30% wszystkich budynków i ich liczba stale rośnie.



+

Zdjęcie 1, 2, 3: Budynki z lat 70-tych, które objęte zostały nadzorem konserwatorskim: Wydział Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, Dworzec Centralny w Warszawie, Osiedle na pl. Grunwaldzkim we Wrocławiu, „Spodek” w Katowicach.

Zdarza się, że budynki z lat 70-tych XX w posiadają wartość historyczną i podlegają ochronie konserwatorskiej, co jest dla tych budynków być może wyrokiem skazującym na „śmierć”.

Który budynek, obiekt jest zabytkiem? Zabytek to nieruchomość lub rzecz ruchoma, ich części lub zespoły, będące dziełem człowieka lub związane z jego działalnością i stanowiące świadectwo minionej epoki bądź zdarzenia, których zachowanie leży w interesie społecznym ze względu na posiadaną wartość historyczną, artystyczną lub naukową ([N1] art. 3 ust. 1 ustawy z dnia 23 lipca 2003 r.). Budynki te mogą podlegać rewitalizacji. Co zatem należy rozumieć przez rewitalizację.

Rewitalizacja to zespół działań urbanistycznych i planistycznych, których celem jest społeczne, architektoniczne, planistyczne i ekonomiczne korzystne przekształcenie wyodrębnionego obszaru gminy, będącego w stanie kryzysu wynikającego z czynników ekonomicznych i społecznych. Ustawa o rewitalizacji z dn. 9 października 2015 stanowi, że działaniom rewitalizacyjnym może zostać poddany obszar gminy znajdujący się w stanie kryzysowym z powodu koncentracji negatywnych zjawisk społecznych, w szczególności bezrobocia, ubóstwa, przestępczości, niskiego poziomu edukacji lub kapitału społecznego, a także niewystarczającego poziomu uczestnictwa w życiu publicznym i kulturalnym w przypadku występowania na nim ponadto negatywnych zjawisk w sferze gospodarczej, środowiskowej, przestrzenno-funkcjonalnej lub technicznej.

Najczęściej poprawa efektywności energetycznej budynku wiąże się wprost z jego przebudową. Przez przebudowę należy rozumieć wykonywanie robót budowlanych, w wyniku których następuje zmiana parametrów użytkowych lub technicznych istniejącego obiektu budowlanego, z wyjątkiem charakterystycznych parametrów, jak: kubatura, powierzchnia zabudowy, wysokość, długość, szerokość bądź liczba kondygnacji. Zgodnie z [N10] zabiegi mające na celu poprawę efektywności energetycznej nazwane zostały termomodernizacją budynków. Kompleksowa przebudowa do standardu budynku nZEB (niemal zero energetycznego) nazwana została głęboką termomodernizacją. Zgodnie z obowiązującym prawem nZEB należy rozumieć budynek, który spełnia wymagania w zakresie izolacji termicznej. Nie ujęto wymagań dla istniejących budynków podlegających przebudowie w zakresie instalacji grzewczych. Jedynie pośrednio przez etykietowanie energetyczne urządzeń grzewczych i wprowadzone tam ograniczenia. Od 26 września 2015 roku sprzedawcy i instalatorzy muszą informować swoich klientów o efektywności energetycznej, poprzez etykietowanie oferowanych urządzeń. W Polsce, zwłaszcza w budynkach wykonanych przed 1970 rokiem spora część instalacji grzewczych wyposażona jest w stare i mało sprawne i emisyjne kotły grzewcze. Głównym celem etykietowania energetycznego urządzeń grzewczych jest osiągnięcie wysokiego poziomu efektywności energetycznej a przez to i ochrony środowiska. Nieefektywne energetycznie kotły takie jak np. kotły gazowe standardowe do mocy 400 kW zostały wyeliminowane z rynku. Jednak w Prawie budowlanym nie ma wskazań co do stosowania rozwiązań o określonej efektywności energetycznej. Oznacza to, że budynki poddane termomodernizacji w zakresie izolacji termicznej i wentylacji mogą ze względu na nieefektywne źródło energii charakteryzować się wysoką wartością wskaźnika energii końcowej EK i energii pierwotnej EP. Zdarza się wcale nie rzadko, że sprawność systemu c.o. wynosi około 50%, sprawność c.w.u. 30%. Dla budynku np. pasywnego, w którym $EU = 15 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$, energia końcowa wyniesie odpowiednio: $EK_{H+W} > 100 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$, $EP > 120 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$. Trudno uznać takie rozwiązania za efektywne energetycznie.

1.4. CO ZATEM OZNACZA, ŻE BUDYNEK JEST nZEB?

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków wyznacza, że *Państwa członkowskie zapewnią*, aby od dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o

niemal zerowym zużyciu energii. Definicja budynku niemal netto zero energetycznego zgodnie normą EN 15603:2008 oznacza energię netto będącej różnicą energii dostarczonej do budynku i wyeksportowanej, odniesioną do danego nośnika energii. Budynek nZEB to budynek w którym:

- Zużycie energii pierwotnej budynku wynosi 0 kWh/(m²rok);
- Budynek o bardzo wysokiej efektywności energetycznej podłączony do systemu elektroenergetycznego;
- Roczny bilans energii pierwotnej na poziomie 0 kWh/(m²rok) prowadzi do sytuacji, w której znaczna część energii wyprodukowanej na miejscu będzie dostarczana do zewnętrznej sieci elektroenergetycznej.
- Granica bilansowa budynku stanowi przyłączenie budynku do sieci energetycznych. Energia dostarczona netto stanowi różnicę między energią dostarczaną do budynku $E_{del,i}$ a energią wyeksportowaną do systemu $E_{exp,i}$, przy czym uwzględniany jest każdy nośnik energii.

$$E = \sum_i (E_{del,i} - E_{exp,i}) f_i$$

Gdzie:

$E_{del,i}$ energia dostarczana do budynku

$E_{exp,i}$, energią wyeksportowaną do systemu

Polska definicja nZEB określona została w Krajowym Planie mającym na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii . Przez „budynek o niskim zużyciu energii” należy rozumieć budynek, spełniający wymogi związane z oszczędnością energii i izolacyjnością cieplną zawarte w przepisach techniczno-budowlanych, Warunki Techniczne.

1.5. Zasoby budynków i ich efektywność energetyczna i emisyjność

Jeżeli chodzi o istniejące budynki to charakteryzują się niezadowalającą efektywnością energetyczną, nawet ponad dziesięć razy większą od aktualnych minimalnych wymagań prawnych. Dotyczy to szczególnie budynków zabytkowych lub podlegających ochronie konserwatorskiej. Ograniczenia konserwatorskie uniemożliwiają osiągnięcie oczekiwanych poziomów energochłonności. Mamy więc duży problem: czy bezwzględnie stosować Prawo ochrony zabytków za cenę ich nieużytkowania i stopniowej, nieuchronnej degradacji? Czy szukać kompromisów?

Nigdy w historii ludzkości zmiany nie postępowały tak szybko, nigdy więc nie mieliśmy takich dylematów. Użytkownicy takich budynków narażeni są na wysokie nawet kilkukrotnie wyższe koszty eksploatacyjne i inwestycyjne. Koszty remontów lub przebudowy są o 30-70% wyższe niż budynków nie podlegających ochronie konserwatorskiej. Trudno też nie wspomnieć aspektów związanych z czystością powietrza w obszarach zurbanizowanych, którego jakość jest najgorsza w obszarach podlegających ochronie konserwatorskiej. Dzieje się tak z wielu powodów, do których należą ekonomika eksploatacji, ograniczenia prawne oraz zjawiska demograficzne. Obserwujemy coraz więcej pustostanów w budynkach zabytkowych, ludzie wolą kupić nowy budynek, mieszkanie niż walczyć z ograniczeniami i wysokimi kosztami związanymi z remontem lub przebudową oraz wysokimi kosztami eksploatacyjnymi . Życie kulturalno-towarzyskie zwłaszcza w

średnich miastach przenosi się w nowe miejsca głównie handlowe, centra miast średnich pustoszeją. Jaki będzie efekt zmian zwyczajów i zachowań?

Energochłonność budynków w zakresie energii końcowej EK można opisać w zależności od roku i wznoszenia (wykres 3). Wartości te są orientacyjne i nie obejmują prowadzonych sukcesywnie działań mających na celu bezpośrednio lub pośrednio poprawę efektywności energetycznej np. wymianę okien.

1.6. Struktura wiekowa budynków

Według Narodowego Spisu Powszechnego Ludności i Mieszkań w 2011 r. w Polsce istniało 5.54 mln budynków [N3]. Strukturę wiekową budynków zamieszczono w tabeli 1.

Budynki wybudowane w latach 1918 - 1945 stanowią ok. 22% całkowitej liczby budynków. Można szacunkowo przyjąć, że łączna liczba budynków podlegających ograniczeniom konserwatora zabytków wynosi ponad 30%. Część budynków wybudowanych w latach 1945-1970 może również podlegać takim ograniczeniom. Oszacowano, że ściany zewnętrzne w ok. 20-25% budynków można będzie ocieplić jedynie od środka lub za pomocą tynków ciepłochronnych od zewnątrz, a jeżeli będzie to możliwe równocześnie we od zewnątrz oraz od wewnątrz.

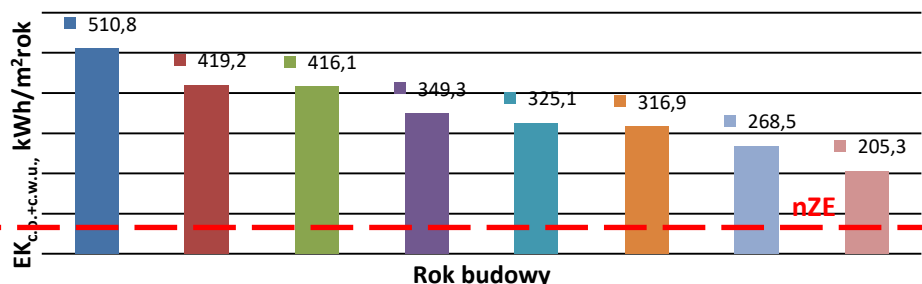
Tabela 2. Struktura wiekowa zasobów mieszkaniowych w Polsce i zużycie energii wg.[N3]

L.p.	Okres wzniesienia budynku	Budynki		Mieszkania		EP	EK
	lata	tys.	%	mln	%	kWh/(m ² rok)	kWh/(m ² rok)
1	przed 1918	404,7	7,3	1,18	9,1	> 350	> 300
2	1918 – 1944	803,9	14,5	1,45	11,2	300 – 350	260 – 300
3	1945 – 1970	1363,9	24,6	3,11	24,0	250 – 300	220 – 260
4	1971 – 1978	659,8	11,9	2,07	16,0	210 – 250	190 – 220
5	1979 – 1988	754,0	13,6	2,15	16,6	160 – 210	140 – 190
6	1989 – 2002	670,9	12,1	1,52	11,7	140 – 180	125 – 160
7	2003 – 2007	321,6	5,8	0,60	4,6	100 – 150	90 – 120
8	2008-2011	205,1	3,7	0,41	3,2	-----	-----
9	w budowie	27,7	0,5	0,04	0,3	-----	-----
10	nieustalone	332,7	6,0	0,43	3,3	-----	-----
	razem	5544,3	100,0	12,96	100,0	-----	-----

Uwaga: EP - wskaźnik określający roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza wyrażony w kWh/(m²rok); EK – wskaźnik określający roczne zapotrzebowanie na energię końcową na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza wyrażony w kWh/(m²rok).

Wykres 3. Energochłonność budynków w zależności od roku znoszenia.

Obliczeniowe zużycie energii końcowa na c.o. i c.w.u.



Jest to duże uproszczenie i uśrednienie, ale pozwala porównać efektywność energetyczną budynków budowanych w różnych okresach. Zestawienie nie uwzględnia zrealizowanych w międzyczasie prac remontowych i termomodernizacyjnych. W Polsce poddano częściowej termomodernizacji około 60-70% zasobów. Działania te prowadzone były sukcesywnie od 1994 roku i trwają do dnia dzisiejszego. Obejmowały głównie:

- ocieplenia ścian gr materiału termoizolacyjnego 5, 8, 10, 12 cm przy $\lambda = 0,044 - 0,04$ W/mK, gdy dziś standardem jest grubość izolacji w zależności od rodzaju materiału 15 – 20 cm przy $\lambda = 0,038 - 0,31$ W/mK. Z tego powodu przewiduje się rozwój technologii „ocieplenia na ocieplenia”,
- ocieplenia dachów 10-15 cm przy $\lambda = 0,044 - 0,038$ W/mK, gdy dziś standardem jest grubość izolacji w zależności od rodzaju materiału 20 – 25 cm przy $\lambda = 0,042 - 0,32$ W/mK,
- wymiany stolarki na nową o $U_w = 2,2; 1,9; 1,7; 1,5$ W/m²K, gdy dziś standardem jest $U_w = 1,1$ W/m²K, a coraz częściej projektowana jest stolarka o $U < 0,9$ W/m²K,
- wymianę źródła ciepła na urządzenia o sprawności średniorocznej 80-85%, gdy dziś standardem jest $> 92\%$, przy stosowaniu pomp ciepła efektywność wytwarzania energii sięga SCOP 4,5-5,0

Coraz częściej mówi się o konieczności ponownej termomodernizacji budynków termomodernizowanych w latach 90-tych, które dziś i tak wymagają już co najmniej remontów elewacji, pokryć dachowych czy źródeł energii i instalacji grzewczych. Gdzie są jeszcze rezerwy i co możemy zrobić. Możliwości ulepszeń termomodernizacyjnych wynikają z potrzeb oraz dostępnych nowych technologii, do najważniejszych należą:

1. Grupa docieplenia obejmuje:
 - ocieplenie ścian budynków zabytkowych tynkami ciepłochronnymi
 - ocieplenie ścian od wewnątrz,
 - ocieplenie na istniejące, nieefektywne energetycznie ocieplenie ścian,
 - ocieplenie dachów, stropodachów, stropów strychów, tarasów
 - ocieplenie stropów piwnic oraz ścian piwnic
 - minimalizację wpływu mostków cieplnych
2. Osuszenie ścian budynku
3. Naprawa balkonów i zmniejszenie wpływu mostków termicznych.

4. Wymiana lub termorenowacja okien i drzwi, wprowadzenie okiennic, osłon termicznych (rolet) osłon przeciwsłonecznych
5. Wentylacja hybrydowa, działająca okresowo, z odzyskiem ciepła i wymiennikiem gruntowym GWC, sterowana w parciu o czujniki obecności, CO₂
6. Poprawa szczelności powietrznej budynku
7. Oświetlenie z zastosowaniem czujników obecności, natężenia
8. Modernizacja instalacji c.o.
9. Modernizacja źródła ciepła
10. Zastosowanie energooszczędnych urządzeń pomocniczych, pomp, energooszczędnych instalacji c.o., c.w.u.
11. Sterowania i optymalizacji zużyciem mediów za pomocą automatyki i efektywnego energetycznie zarządzania
12. Stosowanie OZE (pomp ciepła, kolektory słoneczne cieplne i elektryczne),
13. Wykorzystanie zieleni na budynku i wokół budynku

Możliwości stosowania konkretnych technologii zależna jest od wielu czynników. W związku z tym budynki podzielono na następujące grupy:

Budynki zabytkowe wpisane do rejestru
 Budynki z XIX i początku XX wieku
 Budynki z kresu międzywojennego,
 Budynki wybudowane w okresie powojennym w latach 1945-1956,
 Budynki z tzw. okresu modernistycznego wybudowanej w latach 1957-1969 ,
 Budownictwo wielkopłytowe,
 Budynki wybudowane w latach 1994-2002
 Budynki wybudowane po 2002 roku

Budynki zabytkowe wpisane do rejestru zabytków stanowią zespoły zabudowy historycznej objęte ochroną służb konserwatorskich co ma dobre i złe strony. Dobre strony to opieka merytoryczna i czasami (rzadko) pomoc finansowa. Złe strony to potencjalny paraliż inwestycyjny wynikając z ograniczeń konserwatorskich, co może stanowić o wyroku destrukcyjnym obiektu. W grupie tej priorytetem jest zachowanie tradycyjnych technik budowy i remontu. Nie wyklucza się stosowania współczesnych rozwiązań ale nie mogą mieć charakteru dominującego, a współczesne elementy powinny się odróżniać od autentycznych zabytkowych form zabudowy, elementów wykończeniowych i technologicznych. Budynki w tej grupie charakteryzują się dużym zapotrzebowaniem na energię na ogrzewanie i często bardzo niską sprawnością systemu grzewczego. Wskaźnik EP jest w przedziale 900 – 550 kWh/m²rok. Koszty ogrzewania w zależności od źródła ciepła mogą wynosić od 4,5 -6,5 zł/m²/m-c. Możliwości poprawy efektywności energetycznej są ograniczone. Zazwyczaj można wykonać ocieplenie stropu strychu i stropu nad piwnicą, osuszenie i ocieplenie ścian piwnic oraz zastosowanie efektywnego energetycznie systemu grzewczego, wykonanie ekranów w postaci ułożonych tynków ciepłochronnych we wnękach zagrzejnikowych, o ile istnieją. Często nie można zastosować nowoczesnej energooszczędnej stolarki budowlanej, dlatego stosuje się wymianę szyb pojedynczych na pakiety szybowe 3/3/3, renowację okien wraz z uszczelnieniem. Na razie raczej nie ma możliwości zastosowania kolektorów słonecznych, choć widać pierwsze zmiany w tym zakresie u konserwatorów zabytków. Możliwe obniżenie energochłonności budynku jest możliwe w przedziale 15%-40%

Budynki z XIX i początku XX wieku wpisane do ewidencji gminnej zabytków. Grupę tą obejmują budynki z okresu dynamicznego rozwoju przemysłowego miast (głównie

mieszkalne), stanowią podstawą tkanę obszarów śródmiejskich. Są to budynki o cechach: neoklasycznych, neogotyckich i neobarokowych. Jakość zabudowy jest różna, najczęściej nie reprezentuje wysokiego poziomu technicznego. Charakterystyka energetyczna tej grupy budynków waha się $EP=650 - 450 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$. Koszty ogrzewania w zależności od źródła ciepła mogą wynosić od $3,5 - 5,5 \text{ zł/m}^2\text{m-c}$. W grupie tej dopuszcza się dokonanie zmian adaptacyjnych, wymianę elementów konstrukcyjnych, zmiany w zakresie formy i użytkowania obiektu. W przypadku poprawy charakterystyki energetycznej można stosować materiały na ocieplenia od wewnątrz, czasami też od zewnątrz, głównie tynkami ciepłochronnymi, rzadko styropianem z zachowaniem zewnętrznego lica elewacji. W przypadku wymiany lub remontu stolarki istotne niezbędne jest zachowanie jednolitej formy i struktury podziałów w całym obiekcie. Można wykonać ocieplenie stropu strychu i stropu nad piwnicą, osuszenie i ocieplenie ścian piwnic oraz zastosowanie efektywnego energetycznie systemu grzewczego, wykonanie ekranów we wnękach zagrzejnikowych. Na razie nie ma możliwości zastosowania kolektorów słonecznych, choć zdanie konserwatorów ulega zmianie. Możliwe obniżenie energochłonności budynku jest możliwe w przedziale 20%-50%. Przy zastosowaniu pomp ciepła i kompleksowej termomodernizacji oszczędności energii sięgnąć mogą 45-60%.

Budynki z kresu międzywojennego, z okresu wczesnego modernizmu, często o stosunkowo dobrej jakości technicznej. O ile nie są objęte ścisłą ochroną konserwatorską dopuszcza się przekształcenia adaptacyjne, trzeba jednak mieć na uwadze, że konstrukcja budynków modernistycznych ma specyficzny charakter wąskoprofilowych elementach elewacji, cienkich stropów płyt balkonowych. Wpływ mostków cieplnych jest stosunkowo duży a zapewnienie poprawności rozwiązań cieplno-wilgotnościowych nie jest zadaniem prostym, podobnie jak zaprojektowanie i wykonanie izolacji termicznej ścian. Charakterystyka energetyczna tej grupy budynków waha się $EP=550 - 400 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$. Koszty ogrzewania w zależności od źródła ciepła mogą wynosić od $3,5 - 5,0 \text{ zł/m}^2\text{m-c}$. W przypadku poprawy charakterystyki energetycznej można stosować materiały na ocieplenia od wewnątrz, czasami też od zewnątrz na tynki ciepłochronne lub za pomocą nowoczesnych technologii, przy zachowaniu oryginalnych proporcji. W przypadku wymiany stolarki istotne jest zachowanie jednolitej formy i struktury podziałów w całym obiekcie. Można wykonać ocieplenie stropu strychu i stropu nad piwnicą, osuszenie i ocieplenie ścian piwnic oraz zastosowanie efektywnego energetycznie systemu grzewczego, wykonanie ekranów we wnękach zagrzejnikowych.. Obniżenie energochłonności budynku jest możliwe w przedziale 30%-55%. Przy zastosowaniu pomp ciepła i kompleksowej termomodernizacji oszczędności energii sięgnąć mogą 40-60%.

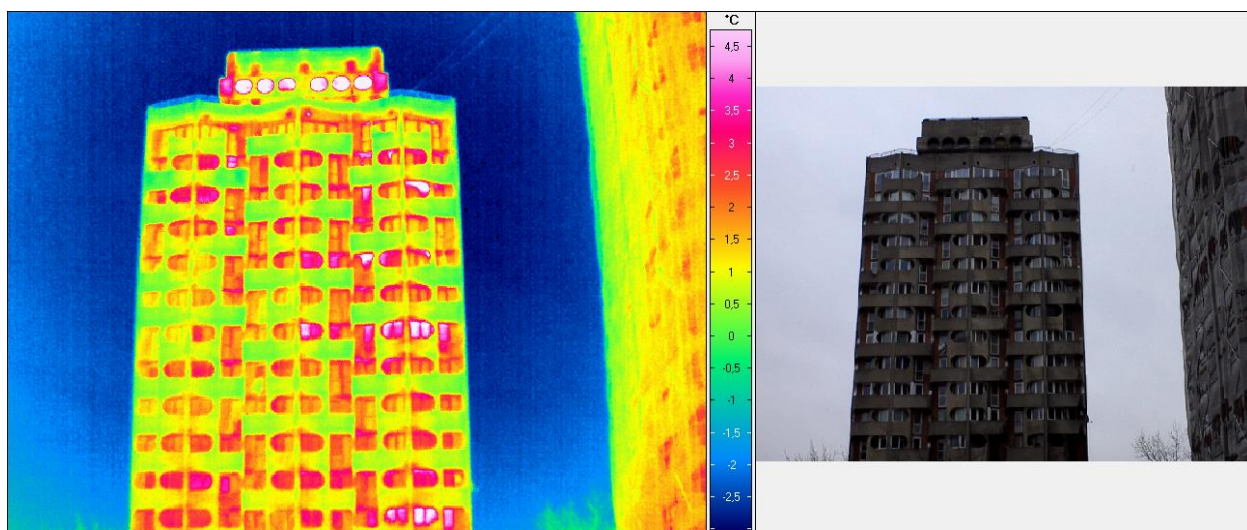
Budynki wybudowane w okresie powojennym w latach 1945-1956, to obiekty poddane odbudowie, rekonstrukcji w stylu historycznym lub w duchu realizmu socjalistycznego zazwyczaj o stosunkowo dobrej jakości technicznej. Charakterystyka energetyczna budynków z tego okresu jest niezadowalająca i waha się $EP=650 - 450 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$. Koszty ogrzewania w zależności od źródła ciepła mogą wynosić od $3,5 - 5,0 \text{ zł/m}^2\text{m-c}$. W grupie tej dopuszcza się dokonanie zmian adaptacyjnych, wymianę elementów konstrukcyjnych, zmiany w zakresie formy i użytkowania obiektu. W przypadku poprawy charakterystyki energetycznej można stosować materiały na ocieplenia od wewnątrz, czasami też od zewnątrz na tynki ciepłochronne z zachowaniem zewnętrznego lica elewacji. Można wykonać ocieplenie stropu strychu i stropu nad piwnicą, osuszenie i ocieplenie ścian piwnic oraz zastosowanie efektywnego energetycznie systemu grzewczego, wykonanie ekranów we wnękach zagrzejnikowych. Nie ma też możliwości zastosowania kolektorów słonecznych. Możliwe obniżenie energochłonności budynku jest możliwe w

przedziale 35%-55%. Przy zastosowaniu pomp ciepła i kompleksowej termomodernizacji oszczędności energii sięgnąć mogą 50-65%

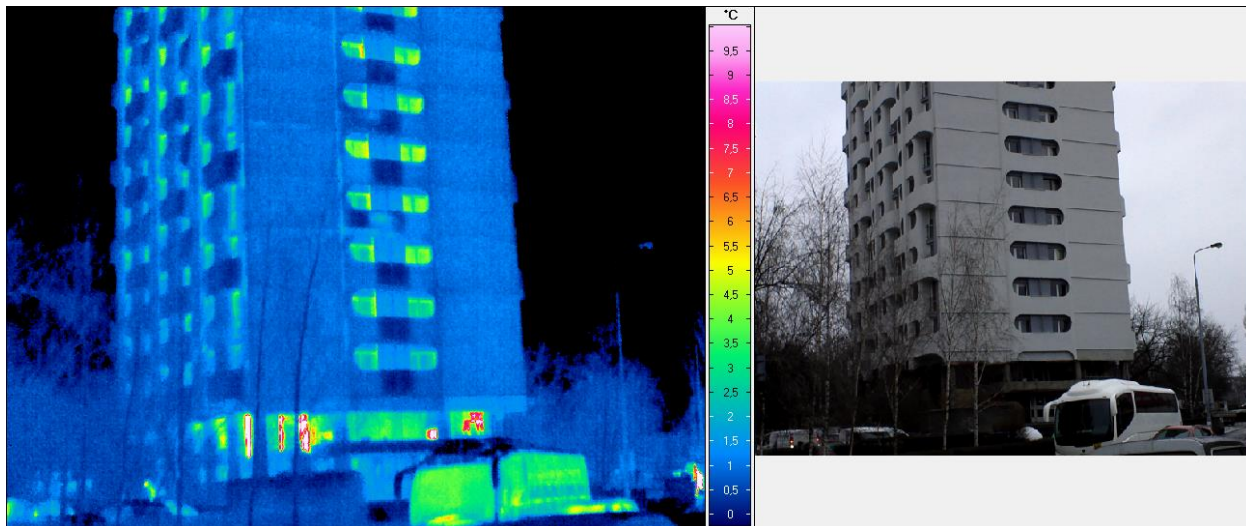
Budynki z tzw. okresu modernistycznego, wybudowane w latach 1957-1969, w większości wznoszone metodą tradycyjną o niezadowalającej jakości i zaawansowaniu technicznym. W okresie tym pojawiła się też technologia wielkoblokowa. Stosowane były też konstrukcje monolityczne (w takiej właśnie technologii zbudowano nie cieszące się dobrą opinią. W 1966 roku wprowadzone zostało Prawo budowlane oraz rok później pierwsze normy w których określono podstawowe wymagania w zakresie izolacji termicznej przegród budowlanych. Ostatecznie budowane budynki cechowały się charakterystyką energetyczną budynków w przedziale $EP=550 - 350 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$. Koszty ogrzewania w zależności od źródła ciepła mogą wynosić od 3,5 -5,0 zł/m²/m-c. W grupie tej dopuszcza się dokonanie zmian adaptacyjnych, wymianę elementów konstrukcyjnych, zmiany w zakresie formy i użytkowania obiektu. W przypadku poprawy charakterystyki energetycznej można stosować wszystkie możliwe ulepszenia. Możliwe obniżenie energochłonności budynku jest możliwe w przedziale 35%-65%. Przy zastosowaniu pomp ciepła i kompleksowej termomodernizacji oszczędności energii sięgnąć mogą 70-85%.

Budownictwo wielkopłytowe, stosunkowo mocno uprzemysłowione z lat 70 i 80 i początek lat 90-tych XX wieku o niezadowalającej jakości technicznej. Budowano głównie budynki z wielkiej płyty oraz w technologii tradycyjnej z wykorzystaniem prostych dostępnych na rynku technologii i materiałów budowlanych. Remonty i modernizacje to poważne wyzwanie techniczne i technologiczne, wymagana jest termomodernizacja oraz najczęściej działalność polegająca na wzmacnianiu konstrukcji i połączeń ścinanych. W latach 1974, 1982, 1991 nowelizowano normy dotyczące fizyki budowlanej, opisujące w których określono podstawowe wymagania w zakresie izolacji termicznej przegród budowlanych. Ostatecznie budowane budynki cechowały się charakterystyką energetyczną budynków w przedziale $EP=450 - 300 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$. Koszty ogrzewania w zależności od źródła ciepła mogą wynosić od 3,5 -4,5 zł/m²/m-c. W grupie tej dopuszcza się dokonanie zmian adaptacyjnych, wymianę elementów konstrukcyjnych, zmiany w zakresie formy i użytkowania obiektu. W przypadku poprawy charakterystyki energetycznej można stosować wszystkie możliwe ulepszenia. Możliwe obniżenie energochłonności budynku jest możliwe w przedziale 30%-55%. Przy zastosowaniu pomp ciepła i kompleksowej termomodernizacji oszczędności energii sięgnąć mogą 60-70%.

Zdjęcie 4. Budynek z WP pod nadzorem konserwatorskim przed termomodernizacją



Zdjęcie 5. Budynek z WP pod nadzorem konserwatorskim po termomodernizacji



Budynki wybudowane w latach 1994-2002 - budowano głównie budynki mieszkaniowe z wielkiej płyty oraz w technologii tradycyjnej. W roku 1994 wprowadzono nowe Prawo budowlane a w 1997 roku Przepisy techniczno-budowlane w których zaostrzono wymagania w zakresie izolacyjności termicznej przegród. Wprowadzono jednak dla ścian jednorodnych wymagania łagodniejsze, co skutkowało najczęściej budową budynków o gorszej charakterystyce energetycznej. Ostatecznie budowane budynki cechowały się charakterystyką energetyczną budynków w przedziale $EP=300 - 220$ kWh/m²rok. Koszty ogrzewania w zależności od źródła ciepła mogą wynosić od 2,0 -2,5 zł/m²/m-c. W grupie tej dopuszcza się dokonanie zmian adaptacyjnych, wymianę elementów konstrukcyjnych, zmiany w zakresie formy i użytkowania obiektu. W przypadku poprawy charakterystyki energetycznej można stosować wszystkie możliwe ulepszenia. Możliwe obniżenie energochłonności budynku jest możliwe w przedziale 30%-55%. Przy zastosowaniu pomp ciepła i kompleksowej termomodernizacji oszczędności energii sięgnąć mogą 60-70%

Budynki wybudowane po 2002 roku. W roku 2002 wprowadzono przepisy techniczno-budowlane zwane Warunkami technicznymi, których utrzymano wymagania w zakresie izolacyjności termicznej przegród. Wprowadzono jednak dla budynków mieszkalnych konieczność spełnienia wymagań dotyczących wskaźnika EA opisującego dopuszczalne zapotrzebowania na ciepło (energię użytkową). Ostatecznie budowane budynki cechowały się charakterystyką energetyczną budynków w przedziale $EP=260 - 200$ kWh/m²rok. Koszty ogrzewania w zależności od źródła ciepła mogą wynosić od 1,7-2,0 zł/m²/m-c. W grupie tej dopuszcza się dokonanie zmian adaptacyjnych, wymianę elementów konstrukcyjnych, zmiany w zakresie formy i użytkowania obiektu. W przypadku poprawy charakterystyki energetycznej można stosować wszystkie możliwe ulepszenia. Możliwe obniżenie energochłonności budynku jest możliwe w przedziale 20%-45%. Przy zastosowaniu pomp ciepła i kompleksowej termomodernizacji oszczędności energii sięgnąć mogą 50-55%.

Tabela 3. Zmiany wymagań w zakresie współczynnika przenikania ciepła $U[W/M^2K]$ dla budynków wielorodzinnych – ogrzewanych do temperatury większej niż $16^{\circ}C$ [N4]

Polska norma lub przepisy	Ściana zewnętrzna	Stropodach	Strop nad nieogrzewaną piwnicą	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	Okna i drzwi balkonowe
PN-57/B-024051 ^{a)}	$1,16 \div 1,42$	0,87	1,16	$1,04 \div 1,163$	-
PN-64/B-034041 ^{a)}	1,16	0,87	1,16	$1,04 \div 1,163$	-
PN-74/B-034042 ^{b)}	1,16	0,70	1,16	0,93	-
PN-82/B-020202 ^{b)}	0,75	0,45	1,16	0,40	$2,0 \div 2,6$
PN-91/B-020202 ^{b)}	$0,55 \div 0,70$ ^{d)}	0,30	0,60	0,30	$2,0 \div 2,6$
Przepisy techniczno-budowlane (rok 1997) ^{b)}	$0,30 \div 0,65$ ^{c)}	0,30	0,60	0,30	$2,0 \div 2,6$
Przepisy techniczno-budowlane (rok 2002) ^{b)}	$0,30 \div 0,65$ ^{d)}	0,30	0,60	0,30	$2,0 \div 2,6$
Przepisy techniczno-budowlane (rok 2009) ^{b)}	0,30	0,25	0,45	0,25	$1,7 \div 1,8$
Przepisy techniczno-budowlane (rok 2014) ^{b)}	0,25	0,20	0,25	0,20	$1,3 \div 1,5$
Objaśnienia: ^{a)} $\theta_i = 18^{\circ}C$, ^{b)} $\theta_i = 20^{\circ}C$, ^{c)} w zależności od rodzaju ściany (z otworami lub bez), ^{d)} w zależności od rodzaju i konstrukcji ściany.					

1.7. Definicja „głębokiej” termomodernizacji

Efektywne przeprowadzenie procesu termomodernizacji budynków wymaga wiedzy audytorskiej, architektonicznej i inżynierskiej w zakresie: fizyki budowli, konstrukcji, instalacji grzewczych, kosztorysowania. Konieczne jest też zdefiniowanie samego pojęcia termomodernizacja budynku. Termomodernizacja oznacza szereg działań mających ograniczyć zużycie energii cieplnej w budynkach. Audyt energetyczny jest analizą techniczno-ekonomiczną mającą za zadanie wskazanie optymalnego zbioru ulepszeń pozwalających zmniejszyć zużycie energii w budynku, przy czym zaproponowane rozwiązania muszą spełnić obowiązujące wymagania Warunków technicznych [N3].

Zdaniem części ekspertów głęboka termomodernizacja to zestaw działań remontowych i modernizacyjnych, prowadzących do zmniejszenia zużycia energii w budynkach. Jednak definicja remontu obejmuje działania odtworzeniowe, zatem powinno się mówić zgodnie z Prawem budowlanym o przebudowie, którego zakres działań ramach głębokiej termomodernizacji obejmuje optymalne z punktu widzenia ekonomicznego i technicznego wyznaczone z wykorzystaniem się metodę kosztu optymalnego [2] w cyklu życia, przy spełnieniu Warunków technicznych.

Pojęcie „głębokiej”, tzw. ambitniejszej, termomodernizacji nie jest opisane i zdefiniowane prawnie. Zgodnie z ogólnymi zasadami wynikającymi z dyrektyw europejskich, definicja ma zostać określona przez poszczególne kraje członkowskie z uwzględnieniem uwarunkowań lokalnych. Komisja Europejska na własny użytek podjęła próbę definicji [2], zgodnie z którą głęboka modernizacja budynku ma miejsce wtedy, gdy:

- a) koszty prac termomodernizacyjnych są wyższe niż 25% wartości budynku (z wyłączeniem wartości działki). Oznacza to, że średnio na rynku wtórnym koszt nieruchomości do kompleksowej termomodernizacji lub remontu wynosi 3500-6000 zł/m², głęboka termomodernizacja (GT) powinna przekroczyć 850 – 1200 zł/m²
- b) modernizacji podlega więcej niż 25% powierzchni przegród zewnętrznych
- c) spełnione zostaną wymagania Warunków technicznych obowiązujące od 2021 roku w zakresie co najmniej izolacyjności termicznej przegród

W programach wsparcia działań termomodernizacyjnych w ramach RPO pojawiły się jeszcze inne wymagania i uzupełniające wskaźniki, które można by uznać za parametry „głębokiej” termomodernizacji:

- a) zmniejszenie zużycia energii w budynkach poddanych termomodernizacji o 60%
- b) poprawa efektywności energetycznej samego źródła o minimum 30%

Działania termomodernizacyjne powinny obejmować jednocześnie wszystkie możliwe ulepszenia. Koszty i korzyści termomodernizacji samego źródła ciepła dla budynków mogą być niezadowalające ze względu na efekty ekonomiczne. Cena ciepła w budynku, w którym zmodernizowano źródło może być wyższa po modernizacji. Najlepiej zobrazuje przykład wymiany źródła ciepła wielorodzinnego o EU = 196 kWh/m²rok i obciążeniu cieplnym 220 kW bez termomodernizacji i z kompleksową termomodernizacją wyznaczoną w oparciu o optymalizację techniczno-ekonomiczną (NPV).

Tabela 4. Analiza efektów w budynku w którym wymieniono źródło ciepła.

EU	Instalacja		Moc	EP	Koszty ciepła	Nakłady	Nakłady	Oszczędności energii
kWh/m ² rok	c.o.	c.w.u.	kW	kWh/m ² rok	zł/m ² m-c	zł	zł/m ²	%
196	Kocioł na węgiel	Energia elektryczna	220	517	5,81	stan początkowy		
	Kocioł na gaz	Kocioł na gaz	220	362,5	5,74	671600	324	29,90%
	Kocioł na gaz	kolektory słoneczne	220	349,9	5,55	734850	354,5	32,30%
	Pompa ciepła powietrzna	Pompa ciepła powietrzna	220	313	4,61	1282963	618,9	39,50%
	Pompa ciepła gruntowa	Pompa ciepła gruntowa	220	285	4,21	1380000	665,7	44,90%

Korzyści z „głębokiej” termomodernizacji źródła ciepła dla budynku wielorodzinnego o EU = 196 kWh/m²rok i obciążeniu cieplnym 220 kW przez ocieplenie przegród wyznaczone z wykorzystaniem się metodę kosztu optymalnego w cyklu życia przy założeniu kosztów ciepła odpowiadające wymianie źródła ciepła, wymianę źródła ciepła, instalacji c.o., c.w.u. zamieszczono w tabelach poniżej.

Tabela 5. Analiza efektów w budynku w którym wymieniono źródło ciepła i poddano termomodernizacji przegrody budowlane.

EU	Instalacja		Moc	EP	Koszty ciepła	Nakłady	Nakłady	Oszczędność energii
kWh/m ² rok	c.o.	c.w.u.	kW	kWh/m ² rok	zł/m ² m-c	zł	zł/m ²	%
196	Kocioł na węgiel	energia elektryczna	220	517	5,81	stan początkowy		
33	Kocioł na gaz	Kocioł na gaz	89	173	2,71	1242834	599,5	66,50%
33	Kocioł na gaz	kolektory słoneczne	89	158,9	2,49	1306084	630	69,30%
35,1	Pompa ciepła powietrzna	Pompa ciepła powietrzna	90	178,4	2,92	1491556	719,5	65,50%
35,7	Pompa ciepła gruntowa	Pompa ciepła gruntowa	92	159,2	2,38	1530679	738,4	69,20%

2. Ocieplenia na ocieplenia

Głównym celem docieplania ścian jest: zmniejszenie zużycia energii, zmniejszenie kosztów eksploatacji, podwyższenie temperatury na wewnętrznej powierzchni przegród budynku, wyeliminowanie ryzyka wystąpienia kondensacji pary wodnej w przegrodzie, wyeliminowanie rozwoju grzybów pleśniowych na przegrodach, polepszenie komfortu cieplnego pomieszczeń, podwyższenie wartości budynku, mieszkania.

Ocieplenie ścian od wewnątrz może być realizowane na wiele sposobów. Najczęściej wykorzystuje się technologie bezpośrednio adaptowane z zewnętrznych systemów dociepleń, wykonywanych metodą lekką mokrą, aktualnie nazywane ETICS. W Polsce od początku lat 90. systematycznie docieplane są **ściany zewnętrzne** większości budynków istniejących oraz ocieplane nowo wybudowanych. Najpopularniejszą metodą wykonywania izolacji termicznej ścian stała się metoda lekka-mokra (według instrukcji ITB 334/96 [N1]), która ewoluowała w bezspoinowy system ocieplania, zwany w skrócie BSO (według instrukcji ITB 334/2002 [2]), a od 2009 r. w Polsce określana jest (według instrukcji ITB 447/2009 [N3]) jako ETICS (External Thermal Insulation Composite System).

Metody ociepleń **ETICS**, choć na pozór nieskomplikowane, stwarzały na początku pewne trudności w realizacji, ponieważ wiedza dotycząca zasad stosowania ociepleń była relatywnie niska i brakowało doświadczeń wykonawczych. Z wielu powodów nie uniknięto błędów związanych z aplikacją ocieplenia zarówno na nowych jak i na istniejących budynkach. W konsekwencji powstałe usterki dzisiaj wymagają naprawy i zabezpieczenia, a więc renowacji lub tzw. remontów kapitalnych. Można wyróżnić kilka poziomów lub zakresów napraw ociepleń: od kosmetycznych, takich jak mycie elewacji, powierzchniowe wzmacnianie struktur tynkarskich i malowanie zabezpieczające, przez usuwanie uszkodzonych warstw i ponowne wykonanie lub wymianę warstw zewnętrznych, aż do wykonania dodatkowego ocieplenia na już istniejącym. Ostatnia forma renowacji, polegająca na zwiększeniu izolacyjności termicznej ścian, jest obiektem zainteresowania zarządców budynków, którzy zakończyli już proces termomodernizacji w latach 90-tych. W ostatnich latach powstało kilka aprobat technicznych wydanych przez ITB dla systemów uwzględniających możliwość mocowania do ścian ocieplonych nowego ocieplenia. Obecne rozwiązania dotyczą jedynie systemów z zastosowaniem styropianu.

Ocieplone elewacje zakwalifikowane do renowacji mogą być technicznie w różnym stanie. Do najczęstszych usterek należą uszkodzenia warstw zewnętrznych (tynków i warstw zbrojonych siatką) polegające na łuszczeniu czy spękanii. Zdarzają się również odspojenia ocieplenia od podłoża. Czasami na elewacjach brakuje termoizolacji w obszarze ościeży okiennych i drzwiowych, logii, płyt balkonowych itp. elementów elewacji. Z izolacyjnego punktu widzenia mamy do czynienia z mostkami termicznymi. Inny rodzaj mostków linowych termicznych widocznych na elewacjach po okresie grzewczym w formie linii rysującej położenie płyt izolacyjnych, spowodowany jest niedokładnym dopasowaniem płyt styropianowych i powstaniem szczelin. Dodatek na tego typu mostki cieplne wynosi od 0,005 do 0,015 W/m²K. Często można zaobserwować uwidaczniające się miejsce osadzenia łączników mechanicznych mocujących ocieplenie – to tzw. punktowe mostki termiczne na łącznikach mechanicznych. Dodatek na tego typu mostki cieplne wynosi od 0,001 do 0,04 W/m²K.

Przy każdej renowacji czy każdym remoncie konieczne jest wcześniejsze wykonanie indywidualnej oceny stanu istniejącego ocieplenia. Dotyczy to w szczególności problemu ocieplenia na istniejącym systemie. Ważne jest, żeby na podstawie wykonanej oceny, stworzyć projekt ponownego ocieplenia. Do najważniejszych kwestii dotyczących ocieplenia istniejącego należy ustalenie:

- klasyfikacji ogniowej,
- techniki wykonywania ścian nośnych z uwzględnieniem ich ewentualnego wzmocnienia (dotyczy to szczególnie trójwarstwowych ścian prefabrykowanych, tzw. wielkiej płyty),
- rodzaju warstw nienośnych, które znajdują się na powierzchni ścian (tynków, farb),
- sposobu zamocowania ocieplenia do podłoża (efektywnej powierzchni sklejania, rozmieszczenia kleju, liczby i rodzaju łączników mechanicznych oraz skuteczności mocowania klejowego i mechanicznego),
- stanu warstw zewnętrznych ocieplenia (rozpatrzenie ich odpowiedniego przygotowania lub usunięcia),
- ewentualnej obecności substancji antyadhezyjnych, zabrudzeń lub skażenia mikrobiologicznego (konieczne usunięcie),
- stanu przyczepności międzywarstwowej ocieplenia (przyczepność poszczególnych warstw do siebie),
- grubości oraz rodzaju warstw podłoża i ocieplenia,
- powierzchni nieocieplonych pod kątem możliwości ich docieplenia,
- rodzaju i stanu termoizolacji (styropianu),
- występowania mostków termicznych oraz nieciągłości termoizolacji.

W większości wypadków, jeśli istniejące **ocieplenie** jest w dobrym stanie technicznym i prawidłowo wykonane, ale nie zapewnia wystarczającej izolacyjności termicznej ścian zewnętrznych lub jest nieciągłe, a wymaga mycia i malowania, optymalną ekonomicznie formą naprawy może być **wykonanie ponownego ocieplenia** na istniejącym. Większość prac i materiałów renowacyjnych można zamienić na prace i materiały ociepleniowe. Pozwala to uniknąć demontażu i utylizacji lub składowania starego ocieplenia. Takie rozwiązanie ma sens wyłącznie wtedy, gdy istniejące ocieplenie nie wymaga kosztownego wzmocnienia i przygotowania. Wykonanie ponownego ocieplenia nie jest natomiast możliwe, gdy stare ocieplenie jest w złym stanie, zwłaszcza jeżeli doszło do samoczynnego odspojenia ocieplenia od ściany, objawiającego się najczęściej charakterystycznym

wybrzuszeniem powierzchni lub pęknięciami warstw systemu, oraz kiedy istnieje zagrożenie przemieszczenia ocieplenia względem ściany. Przymocowanie odspojonego ocieplenia łącznikami mechanicznymi oraz punktowe uzupełnienie brakującej ilości substancji klejącej w celu równomiernego podparcia płyt jest kosztowne. Mocowanie mechaniczne nowego ocieplenia, a więc kolejne wiercenie może spowodować uszkodzenie wcześniej osadzonych łączników (nie widać ich po przyklejeniu termoizolacji) lub podłoża w obszarze ich bezpośredniego oddziaływania.

Demontaż istniejącego ocieplenia może być również uzasadniony, gdy nie ma możliwości zwiększania grubości izolacji termicznej, np. w ościeżach okiennych, loggiach itp. Wówczas nowe ocieplenie można instalować przy użyciu materiału termoizolacyjnego o niższej od standardowego styropianu wartości współczynnika przewodzenia ciepła λ . Ponadto dodatkowa warstwa termoizolacji poszerza ościeże okienne, co w wypadku małych otworów może skutkować ograniczeniem dostępu światła do pomieszczeń. Zawsze więc, oprócz oceny technicznej, konieczne jest również wykonanie analizy ekonomicznej przyjętych rozwiązań w celu uzasadnienia ich wyboru.

Wspólną cechą wszystkich systemów do ponownego ocieplenia jest to, że mocowanie mechaniczne jest kluczowe dla trwałości układów. W większości rozwiązań tradycyjnych (w technologii ETICS) łączniki przechodzą przez wszystkie warstwy ocieplenia (starego i nowego) aż do podłoża nośnego, w którym mają być skutecznie zakotwione. Liczba, długość, rodzaj i rozmieszczenie łączników mechanicznych powinny być określone w projekcie.

2.1. Zasady ocieplenia przegród od wewnątrz

Docieplenia od wewnątrz powinny być wykonywane przy zachowaniu uniwersalnych zasad konstruowania przegród warstwowych. Z upływem lat, wraz z pojawianiem się na rynku budowlanym nowych technologii i doskonalszych narzędzi do analiz teoretycznych, opinie na ten temat ulegają jednak daleko idącym zmianom i modyfikacji. Przede wszystkim do niedawna przyjmowano, że opór cieplny przegrody można zwiększać warstwami dociepleniowymi układanymi od wewnątrz do poziomu niezagrażającego wystąpieniem wewnętrznej kondensacji pary wodnej. Jest to jedna z najstarszych koncepcji docieplania od wewnątrz, dająca dobre wyniki w przypadku przegród o pierwotnie stosunkowo wysokim oporze cieplnym, których docieplenie od wewnątrz nie powoduje wewnętrznej kondensacji pary wodnej. Zasada ta pierwotnie była stosowana w odniesieniu do ścian pokrywanych warstwami pełniącymi funkcje dekoracyjne (np. boazerie, ekrany osłonowe) oraz przez izolacje akustyczne. Współczesne techniki obliczeniowe pozwalają dokładniej przeanalizować występujące w przegrodzie zjawiska, dając możliwość złagodzenia wymagań.

Obecnie dopuszcza się zwiększanie oporu cieplnego przegrody warstwami układanymi na jej wewnętrznej powierzchni, powodującymi kondensację wewnętrzną pary wodnej, jednak skondensowana w okresie zimowym wilgoć powinna wyschnąć w okresie letnim, czyli w przegrodzie musi być zapewniony ujemny roczny bilans wilgoci. Przy realizacji tego postulatu występują ograniczenia polegające na określeniu krytycznej wartości oporu cieplnego i dyfuzyjnego warstwy dociepleniowej, której nie można przekroczyć, gdyż skutkowałoby to corocznym przyrostem wilgoci akumulowanej we wnętrzu przegrody.

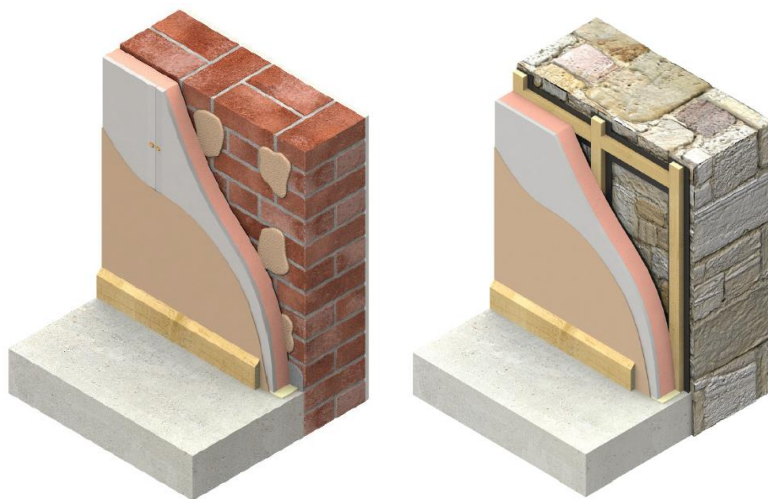
W praktyce kondensacja pary wodnej występuje głównie w miejscach najbardziej wychłodzonych, jak narożniki ścian czy nadproża. Aby wartość krytyczna temperatury lokalnie nie została przekroczona, skondensowana para powinna się kapilarnie przemieszczać do suchszych stref warstwy dociepleniowej. Tak właśnie się dzieje w starych tynkach wapiennych, pokrywających stosunkowo cienkie mury, na których bardzo rzadko rozwijają się grzyby pleśniowe. Współcześnie takie możliwości dają materiały, które w nieco mniejszym stopniu zaspokajają potrzeby termoizolacyjne, jednak bardzo dobrze akumulują i transportują kapilarnie wilgoć. Zwiększenie oporu cieplnego warstwą izolacyjną wykonaną z tzw. płyt klimatycznych, doskonale akumulujących wodę dzięki wysokiej wilgociochłonności właściwej (nawet 200%), można dopisać do listy dociepleń od wewnątrz. Należy jednak pamiętać o wymaganiach wilgotnościowych stawianych docieplanej przegrodzie, o otwartości dyfuzyjnej powłok malarskich i oczywiście ekonomicznej efektywności całego przedsięwzięcia, gdyż nie są to tanie materiały.

2.2. Ocieplenie płytą z pianki rezolowej

Nowoczesną metodą ocieplenia od wewnątrz jest system oparty o wielowarstwowe specjalnie skonstruowane płyty wykonane z pianki rezolowej zespolonych z płytą gipsowo-kartonową o bardzo dobrych parametrach izolacyjnych oraz, co jest bardzo istotne, o dużym oporze dyfuzyjnym. Budowę płyty przedstawiono na rysunku 2.

2.3. Budowa i Podstawowe właściwości techniczne płyt

Okładzinę zewnętrzną płyt K17 stanowi płyta gipsowo-kartonowa, która z łatwością poddaje się obróbce metodami suchej zabudowy. Rdzeń płyty stanowi najwyższej jakości izolacja ze sztywnej pianki rezolowej o $\lambda_D = 0,02$ do $0,021$ W/mK. Do procesu produkcji wykorzystuje się środki spieniające o zerowym potencjale niszczenia warstwy ozonowej (ODP) i niskim wskaźniku tworzenia efektu cieplarnianego (GWP). Dolna warstwa płyty K17 pokryta jest powłoką z włókna szklanego, zespolonego z rdzeniem płyty.



Rysunek 1. Schemat ściany ocieplonej od wewnątrz płytą K-17 na łączniku klejowym oraz na ruszcie drewnianym.

2.4. Zagadnienia ciepłno-wilgotnościowe

Wybierając docieplenie budynku od strony wewnętrznej musimy zdawać sobie sprawę z pewnych ograniczeń wynikających ze stosowania tej metody oraz problemów, którym musimy zaradzić. Główną przeszkodą przed stosowaniem tego sposobu jest zjawisko dyfuzji pary wodnej oraz możliwość wykraplanie się pary wodnej w przegrodzie i na wewnętrznej powierzchni. Docieplenie ścian od wewnątrz, jest bardziej kłopotliwe i wymaga większej staranności na etapie projektowania oraz wykonawstwa.

2.5. Wymagania eksploatacyjne pomieszczeń

Podstawowym zadaniem projektowym jest zapewnienie odpowiednich parametrów powietrza wewnętrznego zgodnie z przeznaczeniem pomieszczenia. Budynki użyteczności publicznej, mieszkalne i zamieszkania zbiorowego powinny spełniać co najmniej minimalne wymagania w zakresie: wewnętrznej temperatury, wymiany powietrza-wentylacji oraz wilgotności powietrza.

W istniejących budynkach, wyposażonych w wentylację naturalną trudno jest zapewnić niezbędną, określoną prawnie, wymianę powietrza a co za tym idzie i właściwą wilgotność. W budynkach mieszkalnych wielorodzinnych niezbędne jest zapewnienie minimalnej wymiany powietrza na poziomie:

- mieszkanie z kuchnią elektryczną i łazienką - 100 m³/h (średni 86 m³/h)
- mieszkanie z kuchnią elektryczną, w-c oraz łazienką do 130 m³/h (średnio 115 m³/h)
- mieszkanie z kuchnią gazową i łazienką - 120 m³/h (średni 100 m³/h)
- mieszkanie z kuchnią gazową, w-c oraz łazienką do 150 m³/h (średnio 130 m³/h)

Wilgotność względna powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych powinna wahać się w przedziale od 40 do 60%. Niestety z powodu nadmiernego ograniczania zużycia energii rzeczywista wymiana powietrza jest znacznie mniejsza zwłaszcza w pomieszczeniach, w których wymienione zostały okna bez zastosowania urządzeń nawiewnych i wynosi od 20 do 30 m³/h. Jest to przyczyną wzrostu wilgotności powietrza do 60%, a nawet w skrajnych przypadkach zdecydowanie ponad 60%. Stan taki jest niezgodny z wymaganiami prawnymi. Pomieszczenia użytkowane są w sposób nieprawidłowy. Ma to szczególne znaczenie przy próbie poprawy izolacyjności termicznej ścian zewnętrznych od wewnątrz.

Tabela 6. Wartości obliczeniowe liczbowych parametrów powietrza wewnętrznego w okresie letnim i zimowym.

Aktywność fizyczna	Okres zimowy				Okres letni					
	Temperatura	Wilgotność względna		Prędkość powietrza maksymalna	Wartości optymalne		Wartości dopuszczalne			Prędkość powietrza maksymalna
		optymalna	dopuszczalna minimalna		Temperatura	Wilgotność względna	Temperatura przy zyskach ciepła jawnego odniesionych do 1 m ² powierzchni podłogi pomieszczenia lub strefy roboczej		Wilgotność względna maksymalna	
							do 50 [W/m ²]	ponad 50 [W/m ²]		
[°C]	[%]		[m/s]	[°C]	[%]	[°C]		[%]	[m/s]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Miała	20–22	40–60	30	0,2	23–26	40–55	$t_z + 3$	$t_z + 5$	70	0,3
Średnia	18–22			0,2	20–23	40–60				0,4
Duża	15–18			0,2	18–21	40–60				0,6

Wiele pomieszczeń, zwłaszcza w budynkach użyteczności publicznej, powinno charakteryzować się znacznie większymi strumieniami powietrza wentylacyjnego. Przykładowe wymagania w zakresie wymiany powietrza i wilgotności przedstawiają się następująco:

- średnia wymiana powietrza w szkołach wynosi 0,5-1,5wym/h przy wilgotności do 45-60%, w klasach 500 m³/h co stanowi nawet 2,5 wym./h,
- dla pomieszczeń biurowych: 20 m³/osobę, co przy typowym obciążeniu użytkownikami stanowi najczęściej ok. 1 wym./h i wilgotność do 40-55%, rzeczywista wymiana powietrza przy wentylacji naturalnej waha się od 0,3-0,5 wym/h.

Jeżeli wentylacja naturalna jest skuteczna, to wilgotność powietrza w pomieszczeniach ogrzewanych zimą jest niższa i waha się w przedziale od 30% do 40%. Ma to istotny wpływ na pracę przegrody. Dlatego przy projektowaniu ocieplenia od wewnątrz należy zwrócić szczególną uwagę, aby pomieszczenia spełniały wymagania higieniczne w zakresie wentylacji oraz wilgotności powietrza. Przy nieskutecznej wentylacji może występować zwiększona wilgotność powietrza i w konsekwencji wykraplanie się wody w najzimniejszych miejscach przegród zewnętrznych, czyli np. na połączeniu stropów ze ścianą zewnętrzną.

Należy pamiętać, że izolacja od wewnątrz powoduje przesunięcie strefy przemarzania ściany, a co za tym idzie strefy wykraplania się pary wodnej od wewnątrz, co może grozić narastającym zawilgoceniem przegrody, korozję biologiczną oraz przyspieszonej destrukcji. Poprawne rozwiązanie ocieplenia od wewnątrz jest możliwe przy

zastosowaniu odpowiednich rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych oraz przy wyborze właściwej technologii.

Wyróżnić można trzy podstawowe metody docieplenia ścian od strony wewnętrznej:

1. Z barierą paroszczelną: metoda może być stosowana w dowolnych obiektach w tym w obiektach o wysokiej wilgotności powietrza, wysokiej temperaturze np. pływanie, oraz w lokalach użytkowanych okresowo np. salach konferencyjnych czy kościołach, gdzie występują duże wahania wilgotności,
2. Ze swobodnym przepływem strumienia pary wodnej przez przegrodę, metoda stosowana dla budynków mieszkalnych o stosunkowo niewielkim obciążeniu wilgotnością, wykorzystująca naturalną regulację wilgotności wewnętrznej, wynikającą ze swobodnego przepływu pary przez warstwę ocieplenia;
3. Układy mieszane przeznaczone do pomieszczeń w których może występować okresowe zwiększone zawilgocenie.

Punktowi rosy powietrza odpowiada wartość temperatury, w której powietrze zawierające określoną ilość pary wodnej osiąga stan nasycenia (wilgotność względna powietrza jest równa 100 %) i poniżej której następuje skraplanie wody zawartej w powietrzu. W warstwie powietrza, przy powierzchni przegrody budynku, zachodzi wyrównanie temperatury powietrza wewnętrznego i powierzchni przegrody. Jeżeli minimalna temperatura zimnej powierzchni obudowy w zasięgu oddziaływania mostka cieplnego jest niższa od punktu rosy powietrza, występuje powierzchniowa kondensacja pary wodnej. Punkt rosy zależy od temperatury i wilgotności powietrza. Większym wartościom wilgotności i temperatury powietrza odpowiadają większe wartości punktu rosy. Przy większej wilgotności powietrza kondensacja pary wodnej może występować na większej powierzchni przegród w pomieszczeniu. Przewiduje się w wymienionych węzłach występowanie temperatur poniżej wartości krytycznej, stwarzające ryzyko rozwoju pleśni. W Warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie określono, że minimalna wartość współczynnika temperaturowego wynosi $f_{rsi,min} = 0,72$ i dla każdej przegrody wartość f_{rsi} powinna spełniać równanie:

$$f_{rsi} > f_{rsi,min} = 0,72$$

przy czym:

$$f_{rsi} = \frac{T_{w,p} - T_z}{T_w - T_z}$$

$T_{w,p}$ – temperatura na powierzchni przegrody w analizowanym punkcie;

T_z – temperatura zewnętrzna, dla której wyznaczona została $T_{w,p}$;

T_w – temperatura wewnętrzna, dla której wyznaczona została $T_{w,p}$;

Im większa jest wartość współczynnika temperaturowego f_{rsi} , tym wyższa jest wartość temperatury $T_{w,p}$ a ryzyko kondensacji powierzchniowej mniejsze. Wymaganie dotyczące zabezpieczenia przed kondensacją powierzchniową jest spełnione jeśli wartość współczynnika f_{rsi} jest większa od jego minimalnej wartości $f_{rsi,min}$ podanej w przepisach budowlanych lub normie narodowej. Należy zaznaczyć, że wartości $f_{rsi,min}$ zależą od rodzaju budynku lub pomieszczenia albo od klasy wilgotnościowej budynku mierzonej

ilością wilgoci emitowanej do środowiska wewnętrznego, nie zależą natomiast od strefy klimatycznej w jakiej usytuowany jest budynek.

Tabela 7. Kryterialne wartości współczynnika temperaturowego $f_{rsi,min}$ W RÓŻNYCH KRAJACH EUROPY

Kraj	Rodzaj budynku lub pomieszczenia	$f_{Rst min}$	R_{st}
			m ² K/W
Zjednoczone Królestwo	Mieszkalne, szkolne*	0,75	0,13
	Budynki z pomieszczeniami o wysokiej wilgotności wewnętrznej, jak kryte baseny pływackie, pralnie* **	0,90	
	Magazyny**	0,30	
	Biura**	0,50	
	Kuchnie, hale sportowe, budynki z grzejnikami gazowymi bez odprowadzenia spalin do komina**	0,80	
Holandia	Nowe budynki mieszkalne i hotele	0,65	0,25
	Nowe budynki niemieszkalne	0,50	
Belgia		0,70	0,20
Francja	Emisja wilgoci $W/n \leq 2,5 \text{ g/m}^3$	0,25	b.d.
	$2,5 < W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$	0,52	
	$5 < W/n \leq 7,5 \text{ g/m}^3$	0,73	
Szwajcaria		0,570 ÷ 0,761	0,167
RFN		0,70	b.d.
Austria		0,69	b.d.

*) Wymagania ze względu na rozwój grzybów pleśniowych.

**) Wymagania ze względu na kondensację powierzchniową.

W tabeli 7 zamieszczono obowiązujące w różnych krajach UE, dopuszczalne wartości $f_{rsi,min}$. Wartości graniczne są różne w różnych krajach UE, co może świadczyć o zbyt rygorystycznym potraktowaniu zagadnienia przez polskiego ustawodawcę. Minimalna wartość współczynnika temperaturowego powinna być zależna m.in. od obciążenia wilgocią pomieszczeń. W dalszej części wyznaczone zostaną krytyczne wartości f_{rsi} oraz współczynniki linowej przewodności cieplnej dla poszczególnych węzłów - ψ .

W budynkach z wentylacją naturalną ciśnienie pary jest obliczane jako funkcja zewnętrznego ciśnienia pary i klasy obciążenia wilgotnością wewnętrzną budynku. Klasy te przedstawiono w tabeli poniżej w zależności zmian wilgotności wewnętrznej klasy od temperatury zewnętrznej.

Tabela 8. Klasy obciążenia wilgotnością wewnętrzną

Klasy obciążenia wilgotnością wewnętrzną

Klasa wilgotności	Typ budynku
1	Magazyny
2	Biura, sklepy
3	Mieszkania z małą liczbą mieszkańców
4	Mieszkania z dużą liczbą mieszkańców, sale sportowe, kuchnie, stołówki, budynki ogrzewane piecykami gazowymi bez przewodów spalinowych
5	Budynki specjalne, np.: pralnie, baseny kąpielowe

2.6. Opis szczegółowy analizowanych przegród w połączeniu ściany zewnętrznej ze ścianą wewnętrzną

Do celów niniejszego opracowania przyjęto trzy rodzaje najczęściej występujących ścian zewnętrznych z cegły pełnej obustronnie otynkowanych o grubości:

- 25 cm + 3,5 cm, w połączeniu ze ścianami wewnętrznymi z cegły pełnej o grubości 6, 12, 25 cm,
- 38 cm + 3,5 cm, w połączeniu ze ścianami wewnętrznymi z cegły pełnej o grubości 6, 12, 25 cm,
- 51 cm + 3,5 cm, w połączeniu ze ścianami wewnętrznymi z cegły pełnej o grubości 6, 12, 25 cm,

oraz w połączeniu ze stropami:

- Kleina
- żelbetowym
- WPS,
- Odcinkowym

Ze względu na ograniczone możliwości prezentacji wyników obliczeń zaprezentowane zostaną wyniki dla ściany i stropu WPS.

2.7. Izolacyjność typowych ścian z cegły pełnej

Współczynnik przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych przed wykonaniem ocieplenia płytą K17 od wewnątrz oraz po wykonaniu izolacji od środka zamieszczono w tabeli poniżej. Ściany nieocieplone charakteryzują się małym oporem cieplnym - niską wartością współczynnika przenikania ciepła U. Szczegóły zamieszczono w tabeli poniżej.

Tabela 9. Izolacyjność termiczna ścian z cegły pełnej o grubości 25, 38 oraz 51 cm bez izolacji oraz z Izolacją z płyty K17.

LP	Typ przegrody	U bez izolacji	U z izolacją pł. K17 gr. 6 cm	U z izolacją pł. K17 gr. 7 cm	U z izolacją pł. K17 gr. 8 cm
		[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]
1	mur z cegły pełnej gr. 25 cm otynkowany obustronnie	1,861	0,278	0,246	0,220

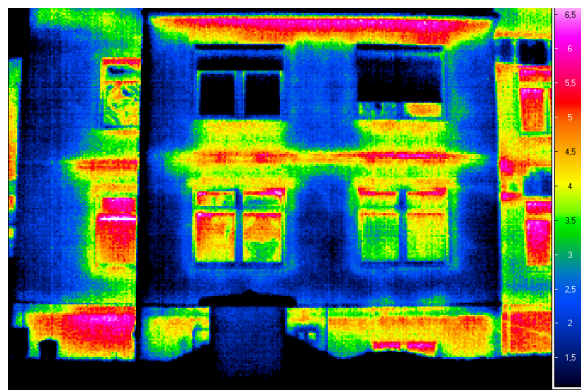
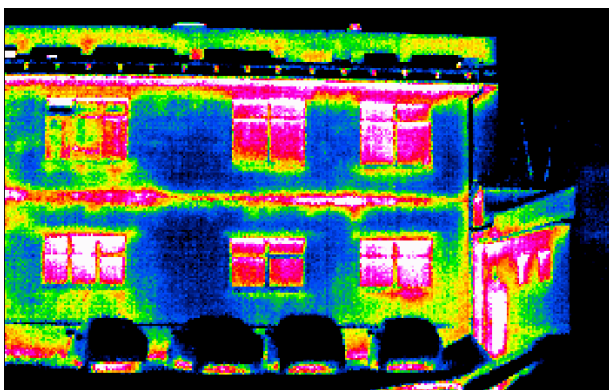
2	mur z cegły pełnej gr. 38 cm otynkowany obustronnie	1,416	0,266	0,236	0,212
3	mur z cegły pełnej gr. 51 cm otynkowany obustronnie	1,143	0,254	0,227	0,205

Zastosowanie ocieplenia ścian od wewnątrz za pomocą płyty K17 pozwala uzyskać bardzo dobre parametry izolacyjne. Istotne jest, aby w ramach ocieplenia zminimalizować również wpływ mostków cieplnych oraz wyeliminować ryzyko kondensacji pary wodnej i rozwój grzybów pleśniowych.

2.8. Mostki termiczne

Wykonanie izolacji od wewnątrz generuje mostki cieplne na połączeniu ze stropami międzykondygnacyjnymi, wewnętrznymi ścianami nośnymi, działowymi oraz w miejscach występowania stolarki budowlanej. Pominięcie w analizach projektowych powyższych zagadnień może doprowadzić do trudności eksploatacyjnych w zakresie kwestii ciepło-wilgotnościowych oraz na istotnym niedoszacowaniu mocy grzewczej budynku i w poszczególnych pomieszczeniach. Na termogramach 1 i 2 przedstawiono obrazy termiczne ścian zewnętrznych ocieplonych od wewnątrz, na których widoczne są osłabienia termiczne tzw. liniowe mostki cieplne. Po uwzględnieniu wpływu mostków cieplnych izolacyjność termiczna przegród różniła się w istotny sposób od wartości przyjętych w dokumentacji projektowej.

Wartości średnie U przegród uzyskane na podstawie pomiarów termowizyjnych uwzględniają wpływ liniowych mostków cieplnych. Oczywiście są to wartości szacunkowe, jednak odbiegają znacząco od założeń projektowych (tabela 5). Powodem jest pominięcie w obliczeniach projektowych wpływu mostków cieplnych.



Termogram 1 i Termogram 2 Zobrazowanie termiczne budynków ocieplonych od wewnątrz.

Tabela 10. Szacunkowa Analiza obliczeniowych wartości U ścian budynku ocieplonego od wewnątrz oraz porównanie z wartościami oszacowanymi na podstawie pomiarów termowizyjnych.

Budynek	I	A1	A	B	C	D	E	J
---------	---	----	---	---	---	---	---	---

U ścian projektowane bez wpływu mostków cieplnych [W/m ² K]	0,45	0,419	0,35	0,379	0,437	0,4	0,418	0,39
Średnia szacowana wartość U ściany z cegły pełnej gr. 38 cm ocieplonej od wewnątrz uzyskane na podstawie pomiarów termowizyjnych [W/m ² K]	1,07	0,85	0,79	0,585	1,070	0,977	0,763	0,4

Wartość U_c przegrody należy obliczać wg wzoru:

$$U_c = U + \Delta U$$

$$U_c = U + \frac{\sum \psi_i \cdot l_i}{A} + \frac{\sum X_j}{A}$$

gdzie:

U - współczynnik przenikania ciepła [W/m²K]

ΔU – dodatek na mostki ciepłe [W/m²K]

ψ_i – i-ty liniowy współczynnik przewodzenia ciepła [W/mK]

l_i – długość i-tego mostka cieplnego [m]

A – pole powierzchni przegrody

X_j – j-ty punktowy mostek ciepła.

Dla potrzeb opracowania obliczono wartość U_c z uwzględnieniem wpływu mostków cieplnych na połączeniu ścian zewnętrznej ze stropami oraz ścianami wewnętrznymi. Wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli 6.

Tabela 11. Obliczenie wartości U_c z uwzględnieniem wpływu mostków cieplnych

Mur	U_s ścian	U ściany ocieplonej bez wpływu mostków cieplnych	Powierzchnia ściany A	liniowy współczynnik przewodzenia ciepła ψ	długość mostka liniowego l	ΔU	$U_c = U_s + \Delta U$ dla ścian z udziałem mostków cieplnych
m	W/m ² K	W/m ² K	m ²	W/mK	M	W/m ² K	W/m ² K
0,25	1,861	0,278	16,2	0,55	12	0,407	0,685
0,38	1,416	0,266	16,2	0,55	12	0,407	0,673
0,51	1,143	0,254	16,2	0,55	12	0,407	0,661

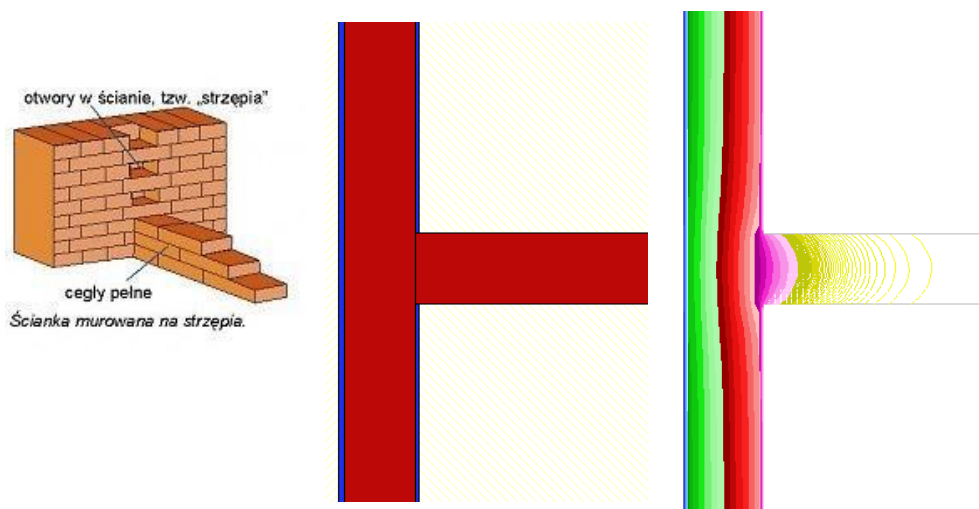
Uwzględnienie wpływ mostków cieplnych do ścian wewnętrznych i stropów międzykondygnacyjnych pogarsza izolacyjność termiczną ścian o około 50-60%. Pominiecie wpływu mostków termicznych jest istotny błędem projektowym o trudnych do przewidzenia konsekwencjach.

Do projektowania niezbędne jest określenie wartości liniowego współczynnika przewodzenia ciepła ψ dla różnych kombinacji rozwiązań konstrukcyjnych węzłów.

2.9. Mostki cieplne na połączeniu ściany zewnętrznej i wewnętrznej

Projektowanie termomodernizacji z izolacją cieplną wymaga uwzględnienia mostków cieplnych występujących na połączeniu ściany zewnętrznej z wewnętrznymi ścianami nośnymi oraz działowymi. W początkowej analizie przyjęto mur nośny 25 cm, do którego dochodzą wewnętrzne ściany gr. 25, 12 oraz 6 cm.

Rysunek 2. Schemat węzła ściany zewnętrznej grubości 25 cm ze ścianą zewnętrzną oraz rozkład temperatur w węźle.

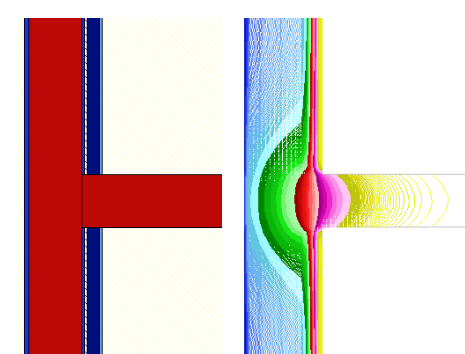


Obliczeniowy rozkład temperatur wskazuje na niewielkie zaburzenia w okolicach wewnętrznej ściany nośnej lub działowej. Obliczeniowy mostek cieplny dla takiego węzła wynosi $\psi = 0,02 \text{ W/mK}$. Najniższa temperatura od wewnętrznej strony przegrody wynosi $T_{w,p} = 15,06 \text{ °C}$. Wartość f_{rsi} dla punktu krytycznego wynosi $f_{rsi} = 0,8 > f_{rsi,min} = 0,72$. Przegroda spełnia wymagania prawne w tym zakresie. Wykroplenie może wystąpić przy wilgotności względna powietrza $w=72\%$ i przy temperaturze wewnętrznej pomieszczenia $T_w = 20 \text{ °C}$ i jest większa od maksymalnej wilgotności eksploatacyjnej wynoszącej 60%. Zagrożenia może występować w narożach ścian i stropów.

Analizie obliczeniowej poddano ściany zewnętrzne o grubości 25 oraz 38 cm, izolowane płytą K-17 gr. 6, 7 i 8 cm. Rozkład temperatur w węźle przedstawia rysunek 3.

Najniższa temperatura od wewnętrznej strony przegrody $14,94 \text{ °C}$. Wartość f_{rsi} dla punktu krytycznego wynosi $f_{rsi} = 0,8 > f_{rsi,min} = 0,72$. Przegroda spełnia wymagania prawne w tym zakresie.

Rysunek 3. Schemat węzła ocieplonej od wewnątrz ściany grubości 25 cm materiałem K-17 gr. 6 cm oraz rozkład temperatur w tak ocieplonej przegrodzie.



wewnętrznych.

Wykroplenie występuje przy wilgotności względnej powietrza $w=72\%$ i przy $\Delta t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ i jest większa od maksymalnej wilgotności eksploatacyjnej 60% . Węzły o budowie: ściana wewnętrzna 25, 38 oraz 51 cm w połączeniu ze ścianą działową gr. 25, 12, 6 cm spełnia wymagania prawne w zakresie współczynnika temperaturowego f_{tsi} . Należy jednak pamiętać, że wykonanie ocieplenia płytą K-17 może w niekorzystnych warunkach eksploatacyjnych stwarzać problemy projektowe, zwłaszcza w miejscach stykania się stropów i ścian

2.10. Mostki cieplne na połączeniu ściany zewnętrznej ocieplonej i wewnętrznej nieocieplonej.

Opis konstrukcji węzła: ściana zewnętrzna 25 cm oraz ściana wewnętrzna 25, 12, 6 cm.

Obliczenie mostków cieplnych wykonano przy następujących założeniach: ściana zewnętrzna obustronnie otynkowana ocieplona od wewnątrz płytą K-17 klejoną do ściany zewnętrznej w połączeniu ze ścianą wewnętrzną gr. 25, 12 oraz 6 cm. Schemat konstrukcji przegrody oraz obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ściany zewnętrznej z wewnętrzną zamieszczono poniżej.

Tabela 12. Obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ściany zewnętrznej 25 cm izolowanej płytą K-17 gr 6,7,8 cm ze ścianą wewnętrzną.

Ściana zewnętrzna gr. $2+25+1,5 = 28,5\text{ cm}$	ściana wewnętrzna	liniowy mostek cieplny ψ
[cm]	[cm]	W/mK
28,5	25	0,130
	12	0,088
	6	0,057

Opis konstrukcji węzła: ściana nośna 38 cm oraz ściana wewnętrzna 25, 12 oraz 6 cm.

Obliczenie mostków cieplnych wykonano przy następujących założeniach: ściana zewnętrzna obustronnie otynkowana ocieplona od wewnątrz płytą K-17 klejoną do ściany zewnętrznej, w połączeniu ze ścianą wewnętrzną gr. 25, 12 oraz 6 cm. Obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ściany zewnętrznej z wewnętrzną zamieszczono poniżej.

Tabela 13. Obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ścian zewnętrznej 38 cm izolowanej płytą K- gr 6,7,8 cm ze ścianą wewnętrzną.

Ściana zewnętrzna gr. 2+38+1,5 = 41,5 cm	ściana wewnętrzna	liniowy mostek cieplny
[cm]	[cm]	W/mK
41,5	25	0,120
	12	0,082
	6	0,055

Tabela 14. Obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ściany zewnętrznej 51 cm izolowanej płytą K-17 gr 6,7,8 cm ze ścianą wewnętrzną.

Ściana zewnętrzna 2 + 51 + 1,5 = 54,5	ściana wewnętrzna	liniowy mostek cieplny
[cm]	[cm]	W/mK
54,5	25	0,118
	12	0,081
	6	0,05

Podsumowanie:

Wykonanie izolacji ścian zewnętrznych od wewnątrz w sposób pokazany na rys. 4 generować będzie stosunkowo duże wartości mostków liniowych, mających wpływ na izolacyjność cieplną całej ściany. Średnia długość ścian wewnętrznych na 1 m² ściany zewnętrznej wynosi 0,35 do 0,45 1/m. Wpływ mostków cieplnych na połączeniu ocieplonej od wewnątrz ściany zewnętrznej i ścian wewnętrznych można oszacować jako $\Delta U=0,03$ do $0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$, co stanowi ok. 10% strat przez ocieploną ścianę. Jest to wartość stosunkowo duża, w wielu wypadkach nie będzie jednak możliwości wykonania innych rozwiązań, minimalizujących wpływ tego typu mostków cieplnych. Należy wówczas przewidzieć wykonanie ocieplenia ściany wewnętrznej grubszą płytą K17. Jeżeli jednak jest to możliwe należy rozważyć również inne rozwiązania minimalizujące wpływ mostków cieplnych w tego typu węzłach. Propozycje tego typu rozwiązań zamieszczono poniżej.

2.11. Mostki cieplne na połączeniu ściany zewnętrznej ocieplonej i wewnętrznej częściowo ocieplonej.

Zmniejszenie liniowego mostka cieplnego możliwe jest przez zmianę konstrukcji ocieplenia węzła. Dobrze jest rozważyć wykonanie izolacji zachodzącej na ścianę wewnętrzną, zgodnie ze schematem zamieszczonym na rysunku 3.

Opis konstrukcji węzła: ściana zewnętrzna 25 cm oraz ściana wewnętrzna 25, 12, 6 cm ocieplona na głębokość 50 cm. Obliczenie mostków cieplnych wykonano przy następujących założeniach: ściana zewnętrzna obustronnie otynkowana ocieplona od wewnątrz płytą K-17 klejoną w połączeniu ze ścianą wewnętrzną gr. 25,12 oraz 6 cm ocieploną na głębokość 50 cm płytą K-17 odpowiednio grubości 6, 7 oraz 8 cm. Schemat konstrukcji przegrody oraz obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ściany zewnętrznej z wewnętrzną zamieszczono na rysunku 5.

Dla tak skonstruowanego węzła wykonano obliczenia mostków cieplnych. Wyniki obliczeń zamieszczono w tabelach poniżej.

Rysunek 4. Schemat węzła ściany zewnętrznej ocieplonej płytą k-17 gr 6 cm oraz obliczeniowy rozkład temperatury w węźle.

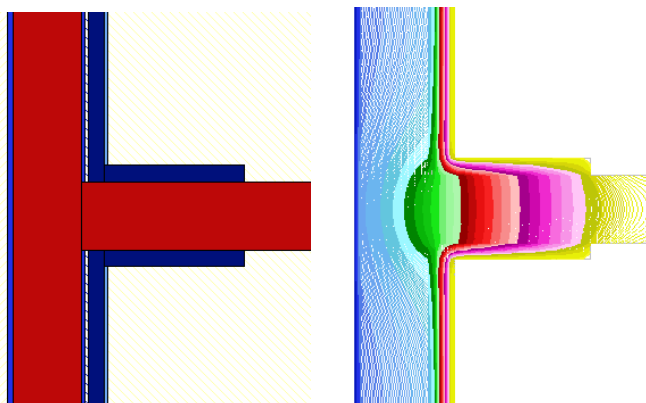


Tabela 15. Obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ścian zewnętrznej 25 cm izolowanej płytą K-17 gr: 6,7,8 cm z ścianą wewnętrzną izolowaną na głębokość 50 cm

Ściana zewnętrzna gr. $2+25+1,5 = 28,5$ cm	ściana wewnętrzna	liniowy mostek cieplny ψ przy ociepleniu K17: 6cm;7cm;8cm
[cm]	[cm]	W/mK
28,5 cm	25	0,058; 0,066; 0,065
	12	0,037; 0,034; 0,041
	6	0,025; 0,026; 0,027

Tabela 16. Obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ścian zewnętrznej 38 cm izolowanej płytą K-17 gr: 6, 7, 8 cm ze ścianą wewnętrzną izolowaną na głębokość 50 cm.

Ściana zewnętrzna gr. $2+38+1,5 = 41,5$ cm	ściana wewnętrzna	liniowy mostek cieplny ψ przy ociepleniu gr:
---	----------------------	---

		6 cm;7cm;8cm
[cm]	[cm]	W/mK
41,5	25	0,059; 0,057; 0,06
	12	0,040; 0,037; 0,035
	6	0,027; 0,026; 0,025

Tabela 17. Obliczeniowe wartości mostków cieplnych na połączeniu ściany zewnętrznej 50 cm izolowanej płytą K-17 gr: 6, 7, 8 cm ze ścianą wewnętrzną izolowaną na głębokość 50 cm

Ściana zewnętrzna 2 + 51 + 1,5 = 54,5	ściana wewnętrzna	liniowy mostek cieplny ψ przy izolacji gr.: 6 cm;7 cm; 8 cm
[cm]	[cm]	W/mK
54,5	25	0,052; 0,049; 0,052
	12	0,035; 0,034; 0,032
	6	0,024; 0,023; 0,02

Najniższa temperatura od wewnętrznej strony przegrody 18,24 °C . Wartość f_{rsi} dla punktu krytycznego wynosi $f_{rsi} = 0,93 > f_{rsi,min} = 0,72$. Przegroda spełnia wymagania prawne w tym zakresie. Wykroplenie występuje przy wilgotności względnej powietrza $w = 89\%$.

Podsumowanie:

Wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych z płytą K17 od wewnątrz w taki sposób, że płyty K17 ułożone są na ścianach wewnętrznych do głębokości 50 cm, eliminuje w zadowalający sposób niekorzystny wpływ mostków cieplnych na połączeniu ściany zewnętrznej z wewnętrzną. Wartości ψ wachają się w przedziale od 0,06 do 0,02 W/mK. Dodatek ΔU na mostki ciepłe jest niewielki i może wynosić od 0,015 do 0,01 W/m²K, co stanowi około 2-3% strat przez ocieploną ścianę.

2.12. Mostki cieplne na połączeniu ściany zewnętrznej ze stropami

Oprócz mostków cieplnych na połączeniu ściany zewnętrznej i wewnętrznych ścian działowych oraz nośnych występują również mostki cieplne na połączeniu ścian zewnętrznych ze stropami nad piwnicą, oraz stropami międzykondygnacyjnymi. W niniejszym opracowaniu przeanalizowano przypadki najczęściej spotykanych stropów międzykondygnacyjnych: WPS, Kleina, drewniany, odcinkowy oraz żelbetowy. Mostki cieplne obliczono dla węzłów o konstrukcji: ściana z cegły pełnej obustronnie otynkowanej ocieplonej od wewnątrz płytą K17 gr. 6, 7, 8 cm oraz stropów o konstrukcji:

Strop WPS

Stropy WPS o budowie: płyt żelbetowe WPS oparte na belkach stalowych obetonowanych. Przestrzeń między belkami wypełniona żużlem, wyrównana warstwą betonu. Podłoga wykończona wykładziną PCV. Strop wykończony tynkiem cementowo-wapiennym.

2.13. Określenie mostków cieplnych dla stropu WPS

Opis przyjętych założeń.

Do obliczeń metodą elementów skończonych przyjęto następujące założenia. Ściany zewnętrznych gr. 25, 38 oraz 51 cm ocieplone od wewnątrz płytami K17 gr. 6, 7, 8 cm z rdzeniem ze sztywnej pianki rezolowej zespolonej z płytą kartonowo – gipsową, w połączeniu ze stropem WPS. Rozważono następujące przypadki:

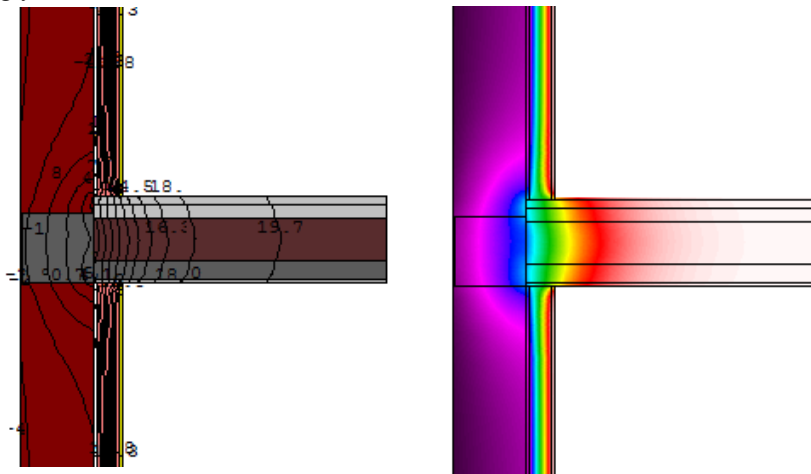
- izolacja termiczna płyty K17 dochodzi tylko do stropu,
- izolacja termiczna płyty K17 dochodzi do stropu oraz jest ułożona na stropie na głębokość 50 cm od dołu i od góry.

1. Izolacja termiczna płyty K17 dochodzi tylko do stropu

Obliczenia wykonano dla Strop z płyt WPS, na belkach stalowych obetonowane z warstwą wyrównawczą z żużla paleniskowego, wyrównawcza warstwa betonowa. Strop osadzony w wieńcu żelbetowym 24x24 cm.

Schemat węzła dla wariantu 1.

Rysunek 5. Schemat węzła oraz rozkład temperatur dla stropu WPS - Ściana z cegły.



Wyniki obliczeń metodą elementów skończonych dla stropu WPS zamieszczono w poniżej:

1. Węzeł strop WPS, ściana 51 + 6,7,8 cm izolacji z płyty K17, bez ocieplenia stropu, wartość mostka liniowego wynosi odpowiednio 0,442; 0,465; 0,468 W/mK
2. Węzeł Strop WPS - ściana 38 cm, izolacja 6,7,8 cm z płyty K17, bez ocieplenia stropu, wartość mostka liniowego wynosi odpowiednio: 0,511; 0,525; 0,522 W/mK
3. Węzeł Strop WPS - ściana 25 cm, izolacja 6,7,8 cm z płyty K17, bez ocieplenia stropu, wartość mostka liniowego wynosi odpowiednio: 0,611; 0,622; 0,618 W/mK

Podsumowanie:

Wykonanie ocieplenia płytą K17 do stropu WPS charakteryzuje się:

- znacznie niższą wartością liniowego współczynnika przewodzenia ciepła - ψ (liniowego mostka cieplnego) na połączeniu stropu ze ścianą ocieploną od wewnątrz płytą K17. Wartość ψ waha się w przedziale od 0,511 do 0,611 W/mK,
- w węźle występują stosunkowo niskie temperatury i istnieje zagrożenie wykraplania pary wodnej. Wartość współczynnika temperaturowego f_{rsi} . W krytycznym węźle o budowie: ściana z cegły pełnej 25 cm ocieplona płytą K17 i stropem WPS wartość f_{rsi} jest mniejsze od wartości granicznej $f_{rsi, min}=0,72$. Należy liczyć się z tym, że zagrożenie rozwoju pleśni będzie występować w narożach ścian zewnętrznej i stropu oraz ściany zewnętrznej, wewnętrznej oraz stropu. W takich przypadkach należy indywidualnie zaprojektować konstrukcję węzła eliminującą zagrożenie rozwoju pleśni.
- dla ścian gr. 51 cm oraz 38 cm wartości f_{rsi} są na granicy minimalnej wartości $f_{rsi, min}=0,72$

Uwaga: Stosowanie ocieplenia ścian zewnętrznych z cegły pełnej materiałem izolacyjnym od wewnątrz przy połączeniu ze stropem WPS wymaga ingerencji w konstrukcję stropu.

2. Izolacja termiczna ścian z płyty K17 do stropu WPS z izolacją 5 cm stropu

Przypadek 2- izolacja termiczna płyty K17 dochodzi do stropu oraz jest ułożona na stropie na głębokość 50 cm od dołu i od góry.

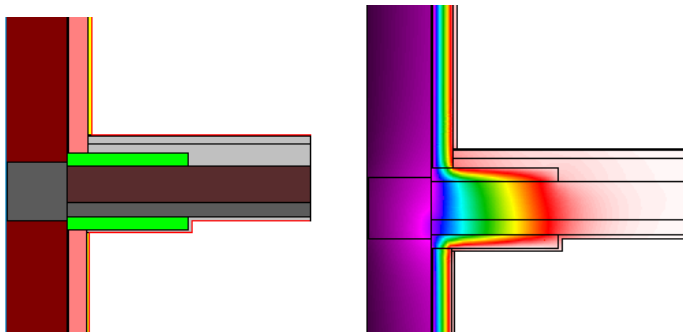
Opis przyjętych założeń.

Do obliczeń metodą elementów skończonych przyjęto następujące założenia:

- ściana zewnętrzna gr. 25, 38 oraz 51 cm ocieplona od wewnątrz płytami K17 gr. 6, 7, 8 cm.
- strop z płyt WPS, na belkach stalowych obetonowane z warstwą wyrównawczą z żużla paleniskowego, wyrównawcza warstwa betonowa,
- strop osadzony w wieńcu żelbetowym 24x24 cm,
- pozioma izolacja termiczna o $\lambda \leq 0,036$ W/m·K ułożona na głębokość 50 cm od

Schemat 2 węzła:

Rysunek 6. Schemat węzła oraz rozkład temperatur dla stropu WPS - Ściana zewnętrzna z cegły z izolacją 5 cm.



Wyniki obliczeń metodą elementów skończonych dla stropu WPS zamieszczono w tabelach poniżej.

1. Węzeł: strop WPS - ściana 51cm, izolowany płytą k17 grubości 6 cm, z ociepleniem stropu gr 5 cm na głębokość 50 cm do lica ściany. Wartość mostka liniowego wynosi odpowiednio: 0,166; 0,172; 0,176 W/mK
2. Węzeł: strop WPS - ściana 38cm, izolowany płytą k17 grubości 6,7,8 cm, z ociepleniem stropu gr 5 cm na głębokość 50 cm do lica ściany. Wartość mostka liniowego wynosi odpowiednio: 0,182; 0,188; 0,196 W/mK
3. Węzeł: strop WPS - ściana 25cm, izolowany płytą k17 grubości: 6,7, 8 cm, z ociepleniem stropu gr 5 cm na głębokość 50 cm do lica ściany. Wartość mostka liniowego wynosi odpowiednio: 0,203; 0,204; 0,240W/mK.

Podsumowanie.

Wykonanie ocieplenia ściany zewnętrznej płytą K17 gr 6,7,8 cm oraz stropu WPS z izolacją poziomą na głębokość 50 cm charakteryzuje się:

- znacznie niższą wartością liniowego współczynnika przewodzenia ciepła ψ (liniowego mostka cieplnego) na połączeniu stropu ze ścianą ocieploną od wewnątrz płytą K17. Wartość ψ waha się w przedziale od 0,166 do 0,24 W/mK,
- w punkcie krytycznym połączenia ściany ze stropem minimalna temperatura obliczeniowa wynosi 18,3 °C,
- Wartość współczynnika temperaturowego f_{rsi} w krytycznym węźle o budowie: ściana z cegły pełnej 25 cm ocieplona płytą K17 gr. 8 cm i stropem WPS wartość f_{rsi} wynosi 0,93 jest większe od $f_{rsi, min}=0,72$.

$$f_{rsi} = 0,93 > f_{rsi, min} = 0,72$$

Podsumowanie.

Aby zapewnić spełnienie wymagań prawnych oraz technologicznych związanych z wykonaniem izolacji ciełnej ścian zewnętrznych od wewnątrz za pomocą płyt K17 wymaga wykonania następujących czynności dla następujących przypadków:

1. Przy wykonaniu ocieplenia ściany zewnętrznej od wewnątrz bez dodatkowej izolacji na ścianach i stropach należy:
 - określić przewidywaną – projektowaną wilgotność w pomieszczeniu,
 - zapewnić skuteczną wentylację pomieszczeń gwarantującą utrzymanie wilgotności w pomieszczeniach poniżej założonego poziomu,
 - dla projektowanej wilgotności powietrza przeanalizować ryzyko występowania temperatury krytycznej, przy której może nastąpić wykroplenie pary wodnej zwłaszcza w miejscach na styku ścian zewnętrznej oraz stropu i ściany wewnętrznej i zapewnić spełnienie warunku w zakresie $f_{rsi} > f_{rsi, min} = 0,72$
 - istnieje możliwość obniżenia wartości $f_{rsi, min}$ nawet do 0,5, jednak wymaga to bardziej szczegółowej analizy zjawisk cieplno-wilgotnościowych przegród oraz skuteczności wentylacji,
 - przy opracowaniu charakterystyki energetycznej należy uwzględnić wpływ mostków cieplnych występujących na połączeniach ściany zewnętrznej, stropu oraz ścian wewnętrznych.

- zapewnić odpowiednią jakość wykonawstwa szczególnie w miejscach połączeń, mające zapewnić szczelność połączenia i duży opór dyfuzyjny.
 - zapewnić właściwe uszczelnienia paroizolacyjne wszystkich przebiegów izolacji termicznej np. przez instalację elektryczną c.o. lub c.w.u.
2. Przy wykonaniu ocieplenia ściany zewnętrznej od wewnątrz z dodatkową izolacją na ścianach i stropach na głębokość min. 50 cm materiałem izolacyjnym o $\lambda \leq 0,036$ W/mK oraz oporze dyfuzyjnym $\mu \geq 50$, grubość izolacji 5 cm należy:
- przy opracowaniu charakterystyki energetycznej należy uwzględnić wpływ mostków cieplnych na łączniach ściany zewnętrznej, stropu oraz ścian wewnętrznych.
 - przy opracowaniu charakterystyki energetycznej należy uwzględnić wpływ mostków cieplnych występujących na łączniach ściany zewnętrznej, stropu oraz ścian wewnętrznych.
 - zapewnić odpowiednią jakość wykonawstwa szczególnie w miejscach połączeń, mające zapewnić szczelność połączenia i duży opór dyfuzyjny.
 - zapewnić właściwe uszczelnienia paroizolacyjne wszystkich przebiegów izolacji termicznej np. przez instalację elektryczną c.o. lub c.w.u.

2.14. Efektywne tynki ciepłochronne od zewnątrz i od wewnątrz

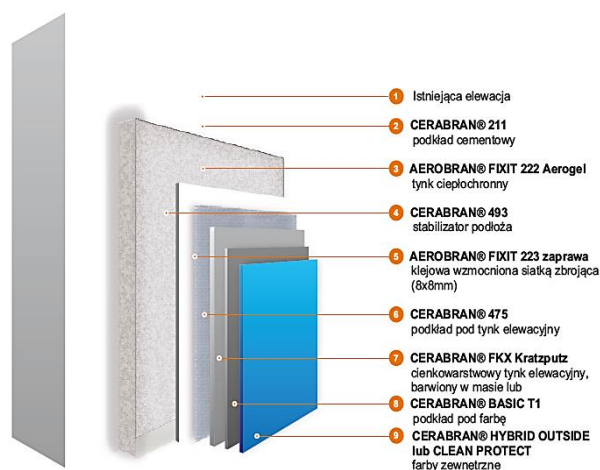
Tynki ciepłochronne znane są projektantom od ponad 25 lat. Stosowane są głównie na elewacjach budynków zabytkowych. Ze względu na parametry techniczne oraz ceny nie cieszyły się dużym zainteresowaniem inwestorów oraz projektantów. Największą wadą była niewielka wytrzymałość mechaniczna tynku. Początkowo współczynnik przewodzenia ciepła tynków wahał się od $\lambda = 0,1$ do $0,08$ W/mK, pod koniec pierwszego dziesięciolecia opracowano tynki ciepłochronne na bazie perlitu o $\lambda = 0,065$ do $0,055$ W/mK. W ostatnich latach opracowano tynki ciepłochronne na bazie aerożelu $\lambda = 0,028$ do $0,026$ W/mK. W efekcie powstał ekologiczny wysokowydajny tynk ociepleniowy przeznaczony dla wszelkiego rodzaju budownictwa, w szczególności dla budownictwa mieszkaniowego, użyteczności publicznej, do cieplnej izolacji ścian w nowych budynkach oraz do termomodernizacji budynków istniejących, zarówno od wewnątrz jak i od zewnętrznej strony. Tynk szczególnie dedykowany do budynków podlegających nadzorowi konserwatorskiemu. Może być nakładany podłoża wykonane z cegły ceramicznej, piaskowca wapiennego, kamienia naturalnego, muru z gruzu oraz na wytrzymałe stare tynki i powierzchnie betonowe, mury z cegły silikatowej. Skład mieszanki tynkarskiej:

- spoiwo: wapno hydrauliczne NHL 5, wodorotlenek wapnia, biały cement
- wypełniacze: granulaty aerożelu, mineralne dodatki lekkie
- dodatki: środki zatrzymujące wodę, środki wytwarzające pustki powietrzne, środki hydrofobizujące

Parametry techniczne:

- wysoka izolacyjność cieplna, $\lambda = 0,026 - 0,028$ W/mK
- warstwa izolacji cieplnej w postaci tynku, bez fug, bez mostków termicznych
- bardzo dobrze przepuszcza parę wodną, $\mu \leq 5$
- całkowicie mineralny (całkowicie mineralna struktura systemowa)
- odporny na glony, grzyby i insekty
- niepalny, klasa pożarowa A2

- wysoka wydajność i wysoka efektywność energetyczna
- prosta obróbka (maszynowa lub ręczna)
- bez fungicydów i algicydów
- dobra izolacyjność akustyczna



Typowa ściana budynku zabytkowego	U ściany przed ociepleniem	U ściany po ociepleniu min. 2 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu 4 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu 6 cm aerobranem	U ściany po ociepleniu max. 20 cm aerobranem
	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
z cegły 25 cm + tynk	1,882	0,812	0,514	0,376	0,131
z cegły 38 cm + tynk	1,428	0,714	0,473	0,353	0,128
z cegły 51 cm + tynk	1,151	0,637	0,438	0,334	0,125

Minimalna grubość tynku to 2 cm, maksymalna aż 20 cm. Tynk należy aplikować w temperaturach poniżej +5° do +30° (temperatura powietrza i podłoża). Nakładanie wysokowydajnego tynku ocieplającego następuje za pomocą maszyny do tynkowania. Jednorazowo można wykonać warstwy grubości od 2 cm do 8 cm. Następną warstwę tynku należy nakładać po związaniu (utwardzeniu) wcześniejszej, jednak nie wcześniej jak po 24 godzinach. Przez pierwszy tydzień wiązania tynku należy zapewnić wysoka wilgotność powietrza lub zraszać tynk wodą. Zabieg ten ma zapobiec pojawianiu się rys i pęknięć na tynku. W przypadku aplikacji od wewnątrz w pomieszczeniu należy zapewnić wystarczający dopływ świeżego powietrza.

3. Podsumowanie

Głęboka termomodernizacja pozwala zmniejszyć zużycie energii o co najmniej 60% i ograniczyć smog o niemal 99%. Koszty są jednak wysokie i wynoszą dziś około 800 – 1000 zł/m²pu. W wyniku kompleksowych działań budynki po termomodernizacji

charakteryzować się będą energią użytkową pięciokrotnie mniejszą: EU=30–40 kWh/m²rok. Koszty eksploatacyjne będzie można obniżyć o ok. 50-60%.

Większość budynków zabytkowych zlokalizowana jest w atrakcyjnych częściach miasta. Przeprowadzenie rewitalizacji połączonej z głęboką termomodernizacją jest działaniem atrakcyjnym i ekonomicznie uzasadnionym. Celem dla developerów i nowych właścicieli są modne dziś lofty, czyli mieszkania o wysokim standardzie również energetycznym, zlokalizowane w atrakcyjnych częściach miast. Niezadowalające właściwości cieplenne obiektów zabytkowych dalekie są od współczesnych wymagań prawnych i standardów.

Podsumowanie

Problematyka renowacji i remontów ociepleń będzie w najbliższym czasie tematem priorytetowym na rynku ociepleń. Wykonywanie nowego ocieplenia na już istniejącym daje duże możliwości zwiększenia izolacyjności termicznej ścian. Pozwala zlikwidować występujące na ociepleniu mostki termiczne. W pewnych sytuacjach jest też bardziej ekonomiczne niż wymiana dotychczasowego ocieplenia.

Możliwości techniczne pozwalają radykalnie ograniczyć zużycie energii w istniejących budynkach, niezależnie od okresu w którym były wznoszone. Różne będą koszty poprawy efektywności energetycznej. Wprowadzenie możliwej prawnie „głębokiej” termomodernizacji istniejących budynków umożliwi zmniejszenie zużycia energii o około 45-65% (wykres 4). Wymaga to działań kompleksowych ingerujących znacznie „głębiej” niż typowa termomodernizacja. Może właśnie dlatego potocznie mówi się o „głębokiej” termomodernizacji, w ramach której ujęte będą niezbędne działania zdefiniowane jako przebudowa. Stajemy przed poważnym dylematem czy dostosowywać istniejące budynki do standardu nZEB, ratować przedwojenne centra średnich i małych miast przed wyludnieniem ponosząc wysokie koszty?

Bibliografia

- [1] Renowacje ocieplonych ścian. mgr inż. Paweł Gaciek. Izolacje październik 2012

Normy, instrukcje i wytyczne

(1 wolny wiersz Times New Roman 10 pkt, pojedyncza interlinia)

- [N1] USTAWA z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami Dz.U. z 2014r. poz.1446 Ustawa określa przedmiot, zakres i formy ochrony zabytków oraz opieki nad nimi oraz finansowania prac konserwatorskich, restauratorskich i robót budowlanych przy zabytkach.
- [N2] USTAWA z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane Dz.U. z 2013 r. poz.1409 z późn. zm. : Akt obowiązujący od 7 stycznia 2016 r.
- [N3] USTAWA z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków Dz.U. z 2014 r. poz. 1200.
- [N4] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego. Poz. 462

- [N5] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA KULTURY I DZIEDZICTWA NARODOWEGO z dnia 14 października 2015 r. w sprawie prowadzenia prac konserwatorskich, prac restauratorskich, robót budowlanych, badań konserwatorskich, badań architektonicznych i innych działań przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków oraz badań archeologicznych i poszukiwań zabytków.
- [N6] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA KULTURY z dnia 6 czerwca 2005 r. w sprawie udzielania dotacji celowej na prace konserwatorskie, restauratorskie i roboty budowlane przy zabytku wpisanym do rejestru zabytków, Dz.U. z 2014 poz.399
- [N7] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Tekst jednolity Dz. U. z 2015 Poz. 1422.
- [N8] USTAWA o rewitalizacji z dn. 9 października 2015 Dz. U. z 2015 r. poz. 1777, Dz. U. z 2016 r. poz. 1020, 1250.
- [N9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej Dz. U. z 2015 r. Poz. 376
- [N10] USTAWA z dnia 5 marca 2010 r. o zmianie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów Dziennik Ustaw Nr 76 Poz. 493
- [N11] Instrukcja ITB 334/96, „Ocieplenie ścian zewnętrznych budynków metodą lekką-mokrą”.
- [N12] Instrukcja ITB 334/2002, „Bezspoinowy system ocieplenia ścian zewnętrznych budynków”.
- [N13] Instrukcja ITB 447/2009, „Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków. ETICS. Zasady projektowania i wykonywania”.

Strony internetowe

- [W1] „Ocieplenia na ocieplenia”, Stowarzyszenie na rzecz Systemów Ociepleń, wyd. I, Warszawa 2012, www.systemyocieplen.pl.