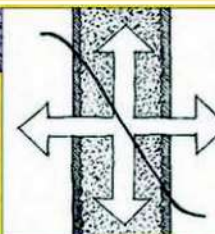




U6 FIZYKA BUDOWLI
I ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ




Kurs Budowania ze Słomy dla Europejskich Specjalistów



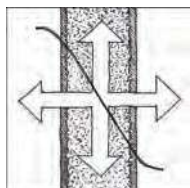
Energieeffizienz

Passivhäuser
Niedrigst-
energiehäuser
Niedrig-
energiehäuser
alte,
unsanierte
Gebäude





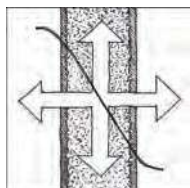
OCHRONA PRZED **CIEPŁEM**
OCHRONA PRZED **WILGOCIĄ**
OCHRONA **AKUSTYCZNA**
OCHRONA **PRZECIWPOŻAROWA**
MIKROKLIMAT WE WNĘTRZU
FIZYKA BUDOWLI
ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ
OCHRONA KLIMATU



	CZAS	STRONA
U6 Efekty nauki		5
U6 Sesja 1: Wprowadzenie	3 h	7
Info 1: Fizyka budowli i zapobieganie błędom		8
U6 Sesja 2: Przewodnictwo ciepłe	6 h	11
Info/Wskazówki 2: Izolacja termiczna		12
01-12 Warunki wymiany ciepła, 02-14 Podstawy fizyki budowli, 03-15 Minimalna wymagana izolacyjności, 04-16 Zapobieganie mostkom cieplnym, 05-16 Akumulacja ciepła, 06-18 Zmniejszanie amplitudy temperatur, 07-18 Szczelność powietrzna i wiatrowa		
U6 Sesja 3: Przepuszczalność wilgoci	3 h	21
Info/Wskazówki 3: Ochrona przed wilgocią		22
08-22 Pojęcia, 09-24 Zanieczyszczenie wilgocią, 10-24 Ochrona drewna konstrukcyjnego, 11-25 Ochrona konstrukcji przed wilgocią, 12-26 Właściwości fizyczne budynku, 13-26 Kondensacja, 14-27 Konstrukcja otwarta dyfuzyjnie, 15-28 Kondensacja wtórna, 16-28 Kondensacja na oknie, 17-30 Transport wilgoci przez przepływ powietrza		
U6 Sesja 4: Izolacja akustyczna	4 h	33
Info/Wskazówki 4: Ochrona przed hałasem		34
18-34 Terminy dotyczące izolacji akustycznej, 19-36 Akustyka budowlana, 20-38 Minimalne wymagania dla izolacyjności akustycznej, 21-40 Ściany, 22-41 Izolacja od dźwięków uderzeniowych (sufity)		
U6 Sesja 5: Palność i ognioodporność	3 h	43
Info/Wskazówki 5: Ochrona przeciwpożarowa		44
23-44 Klasy budynków		
U6 Sesja 6: Zdrowie, komfort i mikroklimat we wnętrzu	3 h	47
Info/Wskazówki 6: Mostki cieplne i klimat w pomieszczeniu		48
24-49 Zdrowie, komfort i klimat w pomieszczeniu		
U6 Sesja 7: Wydajność energetyczna	3 h	51
Info/Wskazówki 7: Standardy budowlane i zużycie energii		52
25-52 Przepustowość energetyczna i efektywność energetyczna		
U6 Sesja 8: Zrównoważony rozwój środowiskowy	1 h	54
Info 8: GWP, LCA i ochrona klimatu		55
U6 Sesja 9: Zrównoważony rozwój ekonomiczny i społeczny	4 h	58
Info i dyskusja: Zrównoważony rozwój		59
Współpraca		60



FIZYKA BUDOWLI



Poziom 3 (punkty ECVET: 15) / Poziom 4 (10)

Wiedza

Kursanci znają:

- Charakterystykę różnych materiałów (λ ; ρ , μ , przechowywanie CO_2).
- Formy wymiany ciepła (przewodzenie, promieniowanie, konwekcja).
- Znaczenie i zasady ochrony przed zimnem i gorącem zimą i latem.
- Zdolności słomy do magazynowania ciepła i wilgoci (komfort życia).
- Zasady powstawania mostków termicznych i sposoby ich minimalizacji.
- Znaczenie szczelności i wiatroszczelności.
- Zasady transportu wilgoci (para, podciąganie kapilarne, kondensacja) i zasady ochrony przed wilgocią.
- Znaczenie ochrony przed deszczem.
- Warunki rozwoju pleśni (temperatura, wilgotność, czas ekspozycji).
- Wartości s_d różnych materiałów użytych do budowy ściany zewnętrznej.
- Właściwości akustyczne konstrukcji słomianych.
- Zasady ochrony przeciwpożarowej.

Umiejętności

Kursanci potrafią:

- Budować szczelne detale, wykrywać nieszczelności i je naprawiać.
- Obliczyć opór cieplny (wartość R) elementów konstrukcyjnych za pomocą narzędzi online.

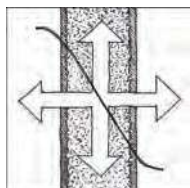
Kompetencje

Kursanci mogą:

- Zwiększać świadomość na temat szczelności i mostków termicznych, a także problemów związanych z wilgocią.
- Wymieniać informacje z innymi wykonawcami na temat wymagań ognioodporności.
- Wykrywać usterki w częściach budynku i identyfikować odpowiedzialnego za nie wykonawcę.

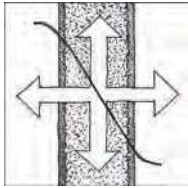
WSTĘP





U6-S1: Wprowadzenie

Cele: Wprowadzenie. Poznanie znaczenia i rozwoju wiedzy o fizyce budowli w dziedzinie budownictwa ze słomy.		Prowadzący:
Metody: Wykłady Warsztaty		Miejsce: Warsztaty w klasie Czas trwania: 1 godzina Sprzęt: Laptop Projektor Tablica Przygotowane przykłady
Teoria:	Wykłady, wykresy, prezentacje.	Dokumenty: Arkusze informacyjne: I1 Wprowadzenie I2 Ochrona przed wysoką temperaturą I3 Ochrona przeciwpożarowa I4 Ochrona przed hałasem I5 Ochrona przed wilgocią I6 Zdrowie, komfort i mikroklimat klimat w pomieszczeniu I7 Karty energetyczne Powerpoint: Wprowadzenie do fizyki budowli
Praktyka:	Poszukiwanie informacji na różne tematy online Dzielenie się i rozpowszechnianie wiedzy.	
Organizacja: Przygotuj przestrzeń roboczą dla uczestników z wystarczającą liczbą miejsc i WiFi. Przygotuj przykładową listę informacji odnośnie budownictwa ze słomy, które można odszukać w internecie.		



U6-S1: Wprowadzenie

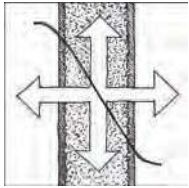


baubiologie.at
asbn - austrian strawbale network
Österreichisches Netzwerk für Strohballanbau

Haus der Zukunft PLUS

		Symbol	[Dim.]	Building material	Building element	Building
1. Fire	class of fire protection	A, B, ...	-			
	fire resistance	-	min			
2. Sound	sound insulation	R_w	dB			
3. Transport, interaction		-	-			
4. Humidity	μ -value	μ	-			
	s_D -value	s_D	m			
	Tau / condenser water					
	water absorpition coefficient	w	kg/m ² h ^{0,5}			
5. Heat	thermal conductivity	λ	W/mK			
	U-value	U	W/mK			
6. Wellness		-	-			
7. Balancing	energy characteristic factor	Q	Kwh/m ² a			
	thermal bridge	ϕ	W/mK			

Logos: bm, asbn, aqr, HAUS der Zukunft

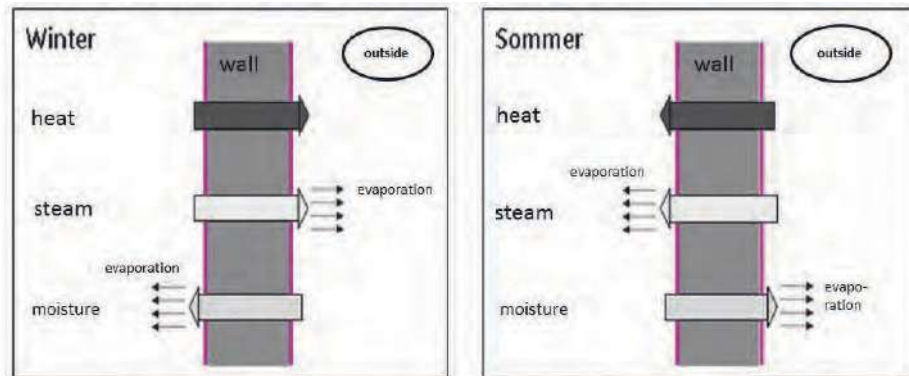


U6-S1: Wprowadzenie

Przepływ ciepła w ścianie

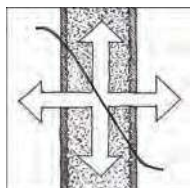
	heat conduction	Heat radiation	steam	moisture
transport route	from warmer to cooler	from the warmer surface to the cooler	the increase of moisture at the lower	from the humid to the dry
proof	ENEC (energy saving order) U-value energy identification number		condensate calculation	

...w porach roku



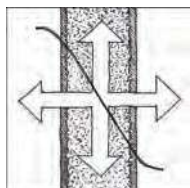


CIEPŁO



U6-S2: Przewodnictwo ciepłe

Cele: Przenikanie ciepła i jego konsekwencje dla elementów budowlanych i domów. Formy wymiany ciepła (przewodzenie, promieniowanie, konwekcja). Właściwości fizyczne różnych materiałów (Lambda, Rho). Mostki termiczne i sposoby ich unikania. Wpływ wiatru i nieszczelności powietrznej na wymianę ciepła. Metody: Wykłady Ćwiczenia Warsztaty		Prowadzący: Miejsce: Sala zajęć Warsztat Czas trwania: 4 godziny Sprzęt: Laptop Projektor Tablica Przygotowane przykłady
Teoria:	Wykłady, wykresy, prezentacje.	Dokumenty: Arkusze informacyjne: I1 Warunki wymiany ciepła I2 Wymiana ciepła I3 Właściwości materiałów I4 Mostki cieplne I5 Szczelność powietrzna Powerpoint: Fizyka: Ochrona przed ciepłem Wideo / Zdjęcia: Zdjęcia w podczerwieni Test szczelności metodą Blower Door
Praktyka:	Robocze grupy 3-4 kursantów pracują nad przykładami mostków termicznych i nieszczelności. Obliczanie wartości U za pomocą programów (www.u-wert.com). Wyjaśnienie zasad szczelności powietrznej na przykładach detali. Pomiar temperatury powierzchni różnych materiałów.	
Organizacja: Przygotuj przestrzeń roboczą dla uczestników z wystarczającą liczbą miejsc i WiFi. Przygotuj kopie arkuszy tekstowych do testów wielokrotnego wyboru lub udostępnij je online (e-learning). Przygotuj przykłady detali do pracy w grupach i dyskusji. Przygotuj przykłady wymiany ciepła oraz użycia narzędzi pomiarowych.		



U6-S2: Przenoszenie ciepła



01 Ochrona termiczna: Pojęcia

Izolacja: Zastosowanie środków zmniejszających straty ciepła komponentów lub budynków, np. pokrycie materiałami izolacyjnymi.

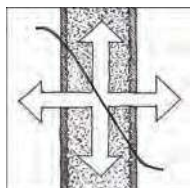
Współczynnik przenikania ciepła U ($U = Q / A\Delta T$ [W/m^2K]): Wskazuje ilość traconego przez element ciepła na metr kwadratowy, gdy różnica temperatur między wnętrzem a zewnątrz wynosi 1° Celsjusza ($= 1$ Kelvin).

Przepływ ciepła (Q [W]): Przepływ ciepła (Q) jest jednostką fizyczną służącą do ilościowego opisu procesów wymiany ciepła. Jest on definiowany jako energia cieplna ΔQ przenoszona w czasie Δt . Nie można go zmierzyć bezpośrednio, ale zawsze opiera się na pomiarze różnicy temperatur. Ponadto jest on proporcjonalny do przewodności cieplnej zależnej od materiału. Energia cieplna zawsze samoistnie przepływa z obszaru o wyższej temperaturze do obszaru o niższej temperaturze.

Różnica temperatur (ΔT [K])

Przewodność cieplna λ (λ [W/mK]): wskazuje, jaka ilość ciepła przepływa przez określony obszar w danej jednostce czasu i przy określonej różnicy temperatur.

Mostki termiczne: obszary w komponentach, które mają słabszą izolację termiczną niż pozostałe powłoki budynku i dlatego powodują straty ciepła.

**U6-S2: Przenoszenie ciepła**

Masa termiczna: Konstrukcje z ciężkich materiałów, np. betonu, kamienia lub gliny/ziemi, mają dużą masę akumulacyjną. Zapewnia ona stabilną temperaturę wewnątrz przez cały dzień, a czasem nawet przez kilka dni. Decydujące znaczenie dla kompensacji wahań temperatury w ciągu dnia mają powierzchnie we wnętrzu, ponieważ akumulują one ciepło w ciągu dnia i oddają je w nocy, równocześnie ze spadkiem temperatury zewnętrznej.

Zmniejszanie amplitudy temperatur ($TAV=A_e/A_i$ [-]): od zewnętrznej (A_e) do wewnętrznej powierzchni elementu (A_i). Jest to wielkość stosowana w przemyśle budowlanym, związana z ochroną przed letnimi upałami. Wskazuje, w jaki sposób wahania temperatury powietrza zewnętrznego są tłumione przez dany komponent. Idealnym rozwiązaniem są najniższe możliwe wahania temperatury we wnętrzu, tak aby ciepło w letnie południe do niego nie przenikało.

Przesunięcie fazowe (ϕ [h]): wskazuje, ile czasu potrzeba, aby zmiana temperatury powierzchni zewnętrznej stała się zauważalna. Jest to szczególnie interesujące w związku z ochroną przed letnim upałem: jeśli wartość wynosi od 10 do 14 godzin, ciepło może zostać odprowadzone w nocy.

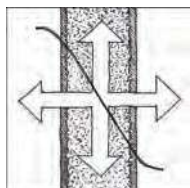
Gęstość nasypowa ($[kg/m^3]$): materiałów drewnianych wynosi od 250 do 1000 kg/m^3 (drewno iglaste ~ 450 , materiały izolacyjne $\sim 15-300$, stal ~ 8000) w zależności od gęstości układu włókien i proporcji kleju. Wraz z wartościami dotyczącymi wytrzymałości, uzasadnia użycie drewna w konstrukcjach.

Zdolność magazynowania ciepła właściwego (c_p [kJ/kgK]): wskazuje ilość ciepła [kJ] wymaganą do ogrzania substancji (masa [kg]) (materiały mineralne ~ 1 , materiały drewnopochodne $\sim 1,6-2,5$, stal $\sim 0,5$, woda $\sim 4,1$). Do ogrzania tej samej masy drewna potrzeba około dwa razy więcej ciepła niż w przypadku betonu, cztery razy więcej niż w przypadku stali i około połowę mniej niż w przypadku wody. Wynika z tego, że elementy drewniane są cieplejsze, niż substancje mineralne.

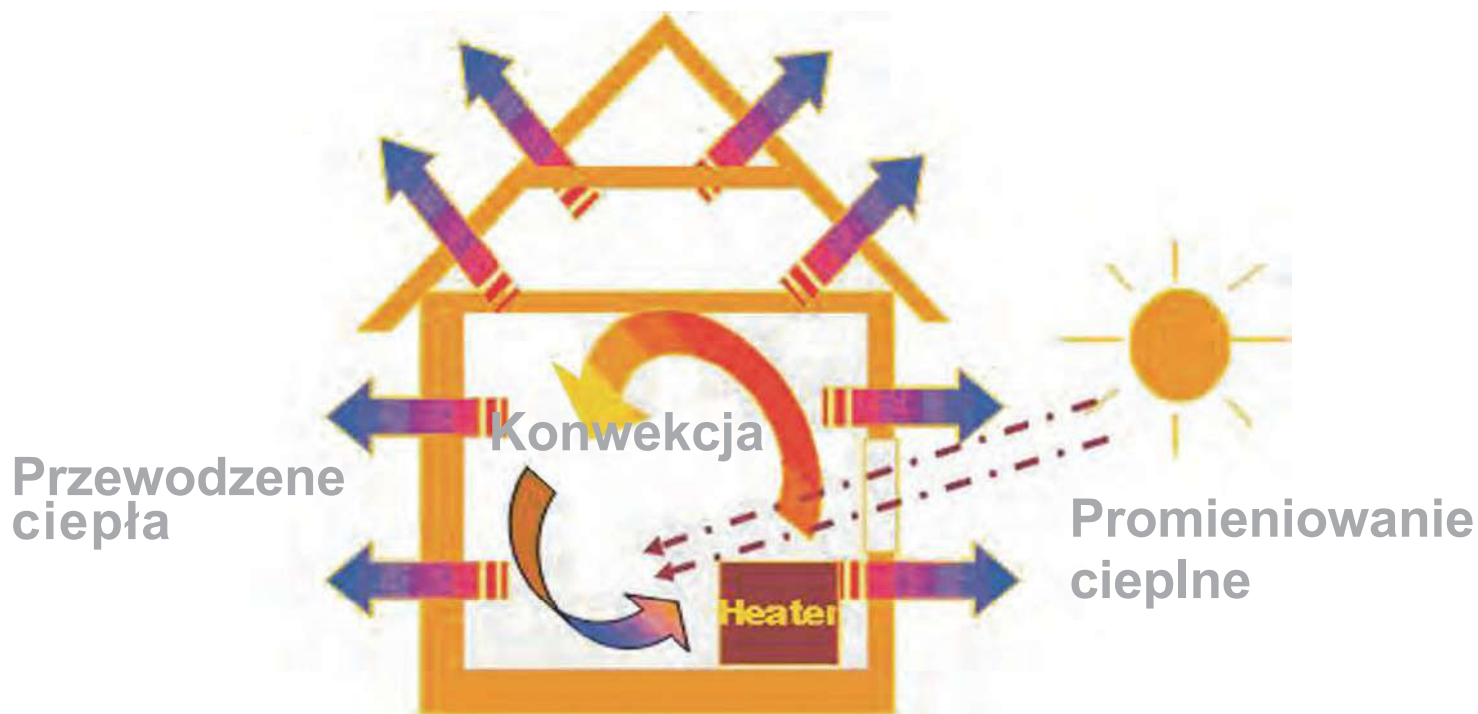
Współczynnik akumulacji ciepła (s [kJ/m^3K]): określa ilość ciepła wymaganą do ogrzania danej objętości. Jest ona proporcjonalna do gęstości nasypowej i pojemności cieplnej właściwej. Im wyższa przewodność cieplna i niższa gęstość nasypowa i pojemność cieplna właściwa, tym szybciej zmiany temperatury rozprzestrzeniają się w substancji. To połączenie tworzy przewodność temperaturową.

Przewodność temperaturowa (a [m^2/h]) (lite drewno $\sim 0,00035$, beton $\sim 0,0035$, stal $0,057$), jest np. podstawą do obliczenia przesunięcia fazowego. Tak więc zmiany temperatury zachodzą w betonie ~ 10 razy, a w stali ~ 160 razy szybciej, niż w litym drewnie. Drewno reaguje powoli na ogrzewanie i chłodzenie, więc tworzy wolno reagującą masę akumulacyjną dla ciepła.

Współczynnik penetracji ciepła (b [$kJ/m^2 h^{0,5} K$] [$Ws_{0,5}/m_{0,5} K$]): wskazuje, jak szybko dana substancja magazynuje ciepło lub usuwa je z ludzkiego ciała (materiały drewniane $\sim 10-35$, żelbet ~ 150 , stal ~ 900 , aluminium ~ 1300). Materiały o współczynniku penetracji ciepła poniżej 20 nagrzewają się powierzchniowo bardzo szybko, ponieważ ciepło jest powoli kierowane do wnętrza, przy 20-50 przyjemna (ciepła) powierzchnia powoduje, że przepływ ciepła do ciała jest odczuwany jako nieprzyjemny. W związku z tym, materiały drewniane są dobre do pokrycia podłóg i ścian, jak również miejsc do siedzenia. Metalowe pokrycia podłogowe powinny być oddzielone od rozpraszających ciepło podłogi materiałami drewnianymi lub izolacją termiczną.



U6-S2: Przenoszenie ciepła



02 Izolacja termiczna: Podstawy fizyki budowlanej

Ciepło jest wielkością fizyczną zmienną. Może być przenoszone przez:

- promieniowanie cieplne
- przepływ ciepła (konwekcja)
- przewodzenie ciepła

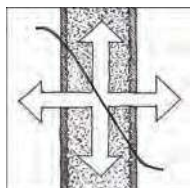
Energia cieplna jest przekazywana z systemu o wyższej temperaturze do systemu o temperaturze niższej. W przypadku budynku oznacza to, że istnieją tylko mostki termiczne (cieplne), przez które przepływa ciepło, ale nigdy mostki zimne, przez które przenika zimno.

Miarą przewodzenia ciepła w danej substancji jest współczynnik przewodności cieplnej λ [W / (mK)]. Odwrotnością bezwzględnej przewodności cieplnej jest opór cieplny R z jednostką [K/W]:

$$R_{\lambda} = \frac{1}{\lambda}$$

Współczynnik przenikania ciepła (wartość U) jest miarą przepływu ciepła przez pojedynczą lub wielowarstwową strukturę materiału, jeśli po obu stronach występują różne temperatury. Wskazuje on ilość energii przepływającej przez powierzchnię 1 m² w ciągu jednej sekundy, gdy temperatury powietrza po obu stronach różnią się o 1 stopień C.

Budynki i ich użytkownicy mają być chronieni przed utratą ciepła zimą i przegrzaniem latem.



U6-S2: Przenoszenie ciepła

03 Minimalna wymagana ochrona termiczna (np. Wiedeń):

Zasadniczo w fizyce budowli rozróżnia się:

- techniczną ochronę cieplną (zapobieganie kondensacji)
- komfortową ochronę cieplną (rozsądne warunki w pomieszczeniu)
- ekonomiczną ochronę cieplną (ogrzewanie lub chłodzenie)

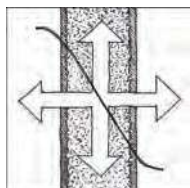
Minimalna wymagana izolacja termiczna jest określona w przepisach budowlanych poszczególnych krajów (przykład: Wiedeń).

- (1) Nowe budynki z mieszkaniami lub innymi pomieszczeniami wspólnymi muszą posiadać ochronę cieplną, która odpowiada określonemu maksymalnemu dopuszczalnemu wskaźnikowi energetycznemu "specyficzne straty ciepła transmisyjnego"; w przypadku dobudowy, przebudowy i zmian konstrukcyjnych wystarczy zgodność z par. 6.
- (2) Specyficzna transmisyjna strata ciepła $W / (m^3K)$ jest obliczonym zapotrzebowaniem na moc cieplną wyrażonym w watach na metr sześcienny ogrzewanej objętości i na Kelvin różnicy temperatur między temperaturą zewnętrzną a temperaturą w pomieszczeniu.

Room	Heat Transfer Coefficient
Exterior walls, fire walls and earth-contacting walls	$U \leq 0,5 \text{ W}/(m^2K);$
Windows, dormers, Au Bentüren and the like	$U \leq 1,9 \text{ W}/(m^2K);$
Partitions	$U \leq 0,9 \text{ W}/(m^2K);$
Partitions between apartments, Lounges, bathrooms and abortions in attics on the one hand and the rest Attic on the other	$U \leq 0,5 \text{ W}/(m^2K);$
Ceilings against basements, Business premises, sales rooms and rooms with similar functions, Warehouses, garages and like and earth touching Floors	$U \leq 0,45 \text{ W}/(m^2K);$
Ceilings against outside air, inlet and outlet Exits or Transits and ceilings of the top floor	$U \leq 0,25 \text{ W}/(m^2K);$
Other storey ceilings, except within those Apartments or business units	$U \leq 0,9 \text{ W}/(m^2K);$
Closures of ceiling openings in the top ceiling, like Skylights and the like	$U \leq 2,5 \text{ W}/(m^2K).$

(3) Klasy wymagań uwzględniają różne ograniczenia wymagań dotyczących kubatury ogrzewanej. Objętość ogrzewana VB w m^3 jest sumą objętości brutto wszystkich ogrzewanych pomieszczeń w budynku. Sale sprzedaży, restauracje i pomieszczenia o podobnych funkcjach nie muszą być uwzględniane w sumie kubatur brutto wszystkich ogrzewanych pomieszczeń w budynku.

Współczynniki wymagane przez polskie prawo określone są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Mogą one różnić się od tych wymaganych przez przepisy w innych krajach [przyp. tłumacza].



U6-S2: Przenoszenie ciepła

04 Unikanie mostków termicznych:

Izolacyjność termiczna nie powinna być znacząco osłabiana przez występujące w strukturze budynku mostki termiczne. Mostki termiczne prowadzą do pogorszenia współczynnika przenikania ciepła U całej konstrukcji ze względu na zwiększony transfer ciepła. Zwiększają też ryzyko kondensacji wilgoci z powodu obniżenia temperatury powierzchni we wnętrzu pomieszczenia.

Geometryczne mostki termiczne: Wewnętrzna powierzchnia pochłaniająca ciepło jest mniejsza, niż zewnętrzna powierzchnia emitująca ciepło. Na przykład: wewnętrzne narożniki ścian zewnętrznych, itp.

Konstrukcyjne mostki termiczne: Obecność komponentów o wyższej przewodności cieplnej w komponentach o niskiej przewodności cieplnej. Na przykład: podkonstrukcja i izolacja, połączenie balkonu ze ścianą.

Konwekcyjne mostki termiczne: Na przykład: nieizolowane miejsca tworzące się nad otworami w ścianach, warstwy izolacji ze szczelinami i ubytkami, brak oddzielenia termicznego instalacji.

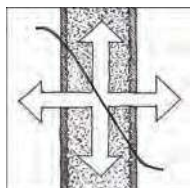
05 Unikanie letnich upałów: magazynowanie masy termicznej

Zastosowanie następujących środków i metod chroni pomieszczenia przed letnim przegrzaniem przez światło słoneczne:

- zasłony przeciwsłoneczne
- wentylacja pomieszczenia, zwłaszcza nocna
- efektywna masa termiczna powierzchni i komponentów
- lokalizacja powierzchni przepuszczających promieniowanie (na przykład okien)

Oszczędność energii grzewczej: Zimą, zwiększenie ilości masy termicznej w pomieszczeniach nie ogrzewanych w sposób ciągły pomaga zaoszczędzić energię potrzebną do ogrzewania oraz skrócić czas grzania.

Zwiększenie zapotrzebowania na energię słoneczną do ogrzewania: Zwiększenie ilości masy termicznej oraz powierzchni przepuszczalnej dla energii słonecznej w regularnie ogrzewanych budynkach o korzystnej lokalizacji i orientacji słonecznej, prowadzi do znacznego zwiększenia udziału energii słonecznej do ogrzewania, a tym samym do zmniejszenia zapotrzebowania na energię grzewczą (pochodzącą często z paliw kopalnych). Latem nie powinny być przekraczane poniższe graniczne temperatury pomieszczeń: $+27^{\circ}\text{C}$ w ciągu dnia oraz $+25^{\circ}\text{C}$ w ciągu nocy.

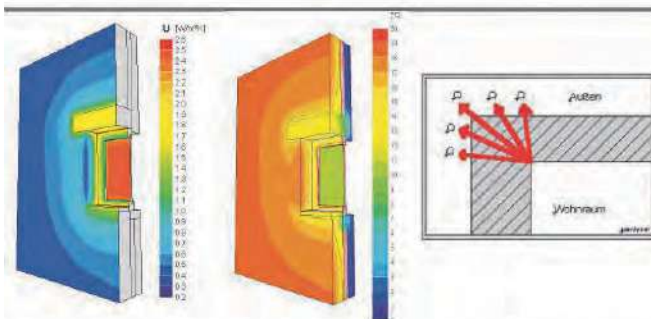


U6-S2: Przenoszenie ciepła

Geometryczne mostki termiczne: Wewnętrzna powierzchnia pochłaniająca ciepło jest mniejsza niż zewnętrzna powierzchnia emitująca ciepło.
Na przykład: wewnętrzne narożniki ścian zewnętrznych, połączenia otwieranych okien i drzwi, itp.

Geometrische Wärmebrücken

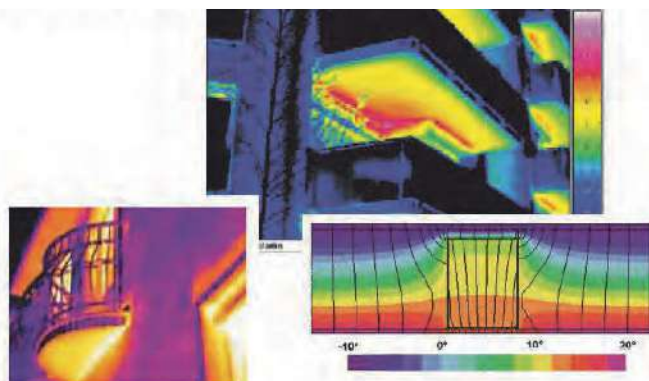
[HFA]



Konstrukcyjne mostki termiczne: Obecność elementów o wyższej przewodności cieplnej w elementach o niższej przewodności cieplnej. Na przykład: podkonstrukcja w izolacji, montaż balkonów.

Konstruktive Wärmebrücken

[HFA]

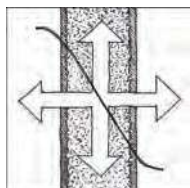


Konwekcyjne mostki termiczne: Przykłady: nieizolowana przestrzeń nad otworami ściennymi. Warstwy izolacyjne ze szczelinami i ubytkami, brak izolacji termicznej instalacji.

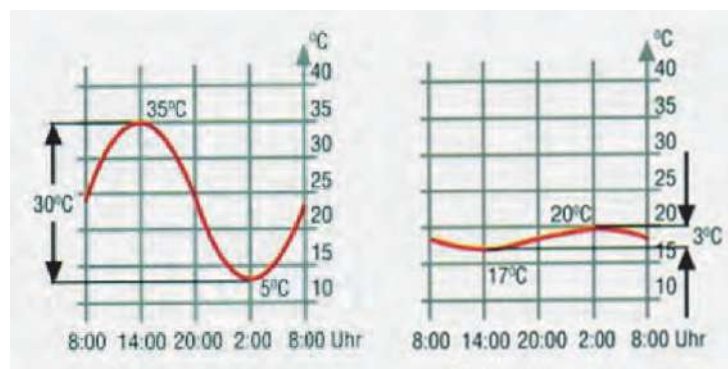
Konvektive Wärmebrücken

[HFA]





U6-S2: Przenoszenie ciepła



Wahania temperatury zewnętrznej i wewnętrznej

06 Tłumienie amplitudy i przesunięcie fazowe

Tłumienie amplitudy to stosunek wahań temperatury zewnętrznej do wahań temperatury wewnętrznej. Na przykład, jeśli wahania temperatury zewnętrznej wynoszą 30°C, a wahania temperatury wewnętrznej wynoszą 3°C, wartość tłumienia amplitudy wynosi 10 (30°C / 3°C).

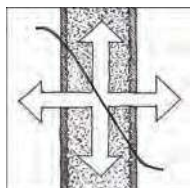
Przesunięcie fazowe to czas między wystąpieniem najwyższej temperatury zewnętrznej a wystąpieniem najwyższej temperatury wewnętrznej - 12 godzin w powyższym przykładzie.

Celem ochrony przed letnimi upałami jest opóźnienie przenikania ciepła przez dach lub ścianę, tak aby najwyższa temperatura w ciągu dnia dotarła do pomieszczenia, gdy na zewnątrz jest już tak chłodno, że można przeciwdziałać nagrzewaniu się pomieszczenia. Celem jest przesunięcie fazowe o 10 - 12 godzin. Część ciepła zmagazynowanego w komponencie jest następnie odprowadzana z powrotem na zewnątrz. Dlatego temperatura w pomieszczeniu nie jest taka sama jak na zewnątrz. W zależności od projektu, zastosowania i ekspozycji, pożądane jest minimalne tłumienie amplitudy od 10 do 15. Jeśli tłumienie amplitudy i przesunięcie fazowe są niskie przy niskiej efektywności magazynowania ciepła, powstaje tzw. mikroklimat stodoły.

07 Ochrona termiczna dzięki szczelności powietrznej i wiatroszczelności

Aby zapewnić dobre parametry fizyczne budynku drewnianego, konieczne jest utrzymanie przepuszczalności powietrza przegród zewnętrznych na jak najniższym poziomie. W ten sposób można zmniejszyć straty ciepła, uniknąć uszkodzeń konstrukcji i zwiększyć komfort mieszkańców.

Szczelną konstrukcję uzyskuje się poprzez umieszczenie powietrznouszczelnej warstwy po wewnętrznej (ciepłej) i wiatroszczelnej warstwy po zewnętrznej (zimnej) stronie konstrukcji. Zazwyczaj warstwa powietrznouszczelna jest również używana jako bariera paroszczelna lub kontrolująca dyfuzję pary przez daną przegrodę.

**U6-S2: Przenoszenie ciepła**

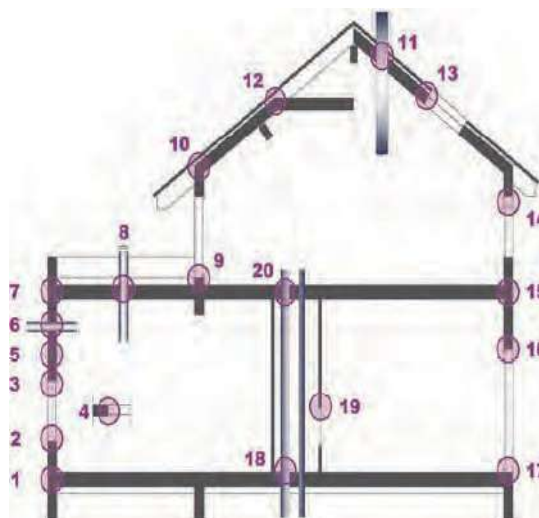
W czasach przedindustrialnych ciepło było zwykle wytwarzane za pomocą spalanego drewna (przykład: piec kaflowy). We wnętrzu domu występował zatem gradient temperatury od źródła ciepła do ściany zewnętrznej. Budynek starano się uszczelnić w jak największym stopniu (mech w szczelinach konstrukcji, później gazety jako wiatroszczelna warstwa pod gontami), jednak nie można było uzyskać całkowicie szczelnych powłok.

Nieszczelności występują zazwyczaj w następujących miejscach budynku:

- Połączenia między ścianami lub ścianą a stropem
- Połączenia między ramami okiennymi i ścianami
- Urządzenia elektryczne w ścianach
- Drzwi wejściowe i inne przejścia przez ściany

Typowe miejsca nieszczelności są pokazane na rysunku i wyjaśnione poniżej:

- 1 Połączenie posadzka / ściana
- 2 Połączenie parapet okienny / ściana
- 3 Połączenie nadproże okienne / ściana
- 4 Ościeże okna / ściana (widok poziomy)
- 5 Ściana (przekrój poprzeczny)
- 6 Przebiecie przez ścianę
- 7 Połączenie strop / ściana
- 8 Przejście przez strop
- 9 Połączenie okno wysokie / ściana
- 10 Połączenie dach skośny / ściana
- 11 Przejście przez dach
- 12 Połączenie dach skośny / kalenica
- 13 Połączenie dach skośny / okno
- 14 Roleta zwijana / ściana
- 15 Połączenie strop / ściana
- 16 Połączenie nadproże drzwi zewnętrznych / ściana
- 17 Próg drzwi zewnętrznych
- 18 Przejście przez posadzkę na gruncie
- 19 Połączenie szachtu instalacyjnego / drzwi
- 20 Połączenie ściana wewnętrzna / strop



Warstwy stanowiące powłokę budynku muszą być bezszwowe (!). Połączenia muszą być zatem zaprojektowane tak, aby pozostawały trwale szczelne.

Utrata ciepła przez spoinę: szczelina o szerokości 1mm i długości 1m prowadzi do 4,8-krotnego spadku wartości izolacji. Przez taką szczelinę dziennie do konstrukcji może przedostać się 800 g wilgoci na metr kwadratowy. Przy skutecznej barierze paroszczelnej tylko 0,5 g przeniknie do konstrukcji.

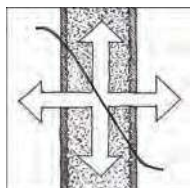
Warunki ogólne: temperatura wewnętrzna: +20°C, temperatura zewnętrzna: -10°C
Różnica ciśnień: 20 Pa = siła wiatru 2-3

Zmierzone wartości: bez spoiny - współczynnik $U=0,3\text{W/m}^2\text{K}$, ze spoiną 1mm - współczynnik $U=1,44\text{W/m}^2\text{K}$

Szczelność budynku można sprawdzić za pomocą testu Blower Door oraz termografii.



WILGOTNOŚĆ

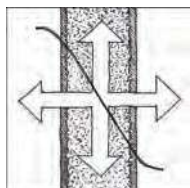


U6-S3: Przenoszenie wilgoci

Cele: Przenoszenie wilgoci (kapilarne, konwekcyjne, w formie cieczy) i metody zapobiegania problemom powodowanym przez jej nadmiar. Wpływ wiatroszczelności i hermetyczności na przenoszenie wilgoci. Wpływ właściwości fizycznych materiałów. Warunki rozwoju pleśni (temperatura, wilgotność, czas ekspozycji). Wilgotność przedostająca się na skutek zacinającego deszczu lub śniegu. Zalanie z przyczyn wewnętrznych (przecieki) lub zewnętrznych (woda powierzchniowa na zboczach przy nadmiernych opadach deszczu lub wylewanie rzek i jezior). Wprowadzanie wilgoci przez materiały budowlane takie jak świeże drewno, posadzki, wilgotne tynki. Ilość wilgoci w tynku lub posadzce i ścianach na m ² , która musi zostać osuszona podczas procesu budowlanego. Zawilgocenie słomy przez złe warunki przechowywania.		Prowadzący:	
Metody: Wykłady Ćwiczenia Warsztat Praca grupowa		Miejsce: Warsztaty w sali zajęć Czas trwania: 3-4 godziny Sprzęt: Laptop Projektor Tablica Przygotowane przykłady	
Teoria:	Wykłady, wykresy, prezentacje.	Dokumenty: Arkusze informacyjne: I1 Pojęcia związane z wilgocią I2 Ochrona konstrukcji przed wilgocią I3 Kondensat I4 Budynek otwarty dyfuzyjnie Powerpoint: Ochrona przed wilgocią	
Praktyka:	Objaśnić sposoby ochrony placu budowy od składowania słomy do wznoszenia ścian, aż po prace wykończeniowe i schnięcie tynku. Pomiar wilgotności kostek słomy za pomocą różnych narzędzi. Wiedza na temat czasu schnięcia różnych tynków stosowanych na słomę w przeliczeniu na 1cm warstwy, latem, w klimacie umiarkowanym.		

Organizacja:

- Przygotuj przestrzeń roboczą dla kursantów z wystarczającą liczbą miejsc i dostępem do WiFi.
- Przygotuj kopie arkuszy tekstowych do testów wielokrotnego wyboru lub udostępnij je online.
- Przygotuj przykłady detali do pracy w grupach i dyskusji.



U6-S3: Przenoszenie wilgoci



08 Ochrona przed wilgocią: Pojęcia

Wilgotność bezwzględna $\Phi = m/V$ [kg/m³] φ

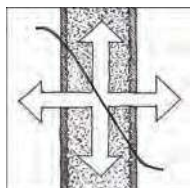
Powietrze atmosferyczne zawsze zawiera pewną ilość pary wodnej. Jest ona definiowana jako ilość wody w kg na 1 m³ powietrza. Maksymalna możliwa masa wody zawartej w powietrzu zależy od jego temperatury. Stan z maksymalną zawartością wody nazywany jest stanem nasycenia.

Wilgotność względna φ [%]

Wilgotność bezwzględna nie informuje nas o tym, jak daleko jest do stanu nasycenia. Dlatego używamy wskaźnika m_{\max} , który jest maksymalną możliwą masą wody w powietrzu dla danej temperatury w porównaniu do rzeczywistej ilości wody w powietrzu w danej temperaturze. Wartość procentowa reprezentuje stopień nasycenia.

Wilgotność właściwa / Zawartość pary wodnej (g/kg, kg/kg) (Symbol: s , q lub x) wskazuje masę wody, która znajduje się w określonej masie wilgotnego powietrza. Zakres wartości liczbowych wynosi $0 \leq s \leq 1$, gdzie $s = 0$ dla suchego powietrza i $s = 1$ dla wolnej od powietrza pary wodnej lub ciekłej wody.

Kondensacja to przejście substancji ze stanu gazowego do stanu ciekłego. Produkt kondensacji nazywany jest **kondensatem**. Wartości ciśnienia i temperatury panujące podczas kondensacji definiują punkt kondensacji (punkt rosy). Podczas kondensacji energia cieplna jest uwalniana z kondensatu do otoczenia. Temperatura kondensacji ma taką samą wartość jak temperatura parowania.

**U6-S3: Przenoszenie wilgoci****Temperatura punktu rosy**

Zwykła temperatura powietrza jest zbyt wysoka, aby umożliwić kondensację pary wodnej. Aby doszło do kondensacji, temperatura musi spaść do wartości krytycznej. Temperatury punktu rosy przy danej temperaturze i wilgotności względnej przedstawiono w tabelach.

Diagram Glasera

Proces w fizyce budowli, za pomocą którego określa się, czy i gdzie w konstrukcji budynku gromadzi się kondensat. Diagram Glasera został nazwany na cześć jego wynalazcy Helmuta Glasera. Został on opracowany w czasach, gdy analiza wspomagana komputerowo nie była możliwa w takim stopniu, jak ma to miejsce obecnie. Dlatego zaprojektowano go jako metodę tabelaryczno-graficzną, która dostarcza wyników za pomocą prostych operacji arytmetycznych.

Opór dyfuzyjny

Wartość μ jest miarą odporności materiału lub przegrody na przenikanie pary wodnej. Jest tym większy, im grubszy jest materiał lub poszczególne warstwy przegrody, a tym mniejszy, im materiał jest bardziej paroprzepuszczalny. Wartość μ dla warstwy powietrza wynosi 1.

Równowagowy współczynnik dyfuzji (sd, wartość Sd)

Miara oporu dyfuzyjnego danego komponentu, definiująca jego właściwości jako bariery paroszczelnej. W przeciwieństwie do oporu dyfuzyjnego, uwzględnia również grubość elementu. ($Sd = \mu \times \text{grubość w m}$)

Współczynnik absorpcji wody (w)

Wskazuje, ile wody wchłania dana substancja w określonym czasie. Tkanina o podstawie A jest zanurzana w wodzie. Substancja jest ważona w określonych odstępach czasu, a każda masa wchłoniętej wody m jest funkcją czasu t .

Cięśnienie (prężność) pary nasyconej (Pa, hPa, kPa, bar)

Cięśnienie, przy którym gaz jest w stanie równowagi z cieczą lub stanem stałym materii. Ciężnienie pary nasyconej zależy od temperatury.

Krzywa ciśnienia pary nasyconej

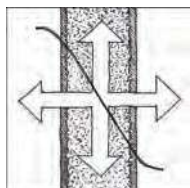
Opisuje ciśnienie pary nasyconej w funkcji temperatury. Odpowiada ona linii granicznej fazy gazowej na wykresie fazowym.

Osuszanie

Osuszacze są często używane do usuwania wilgoci budowlanej w nowych budynkach oraz do osuszania pomieszczeń, w których generowany jest wysoki poziom pary wodnej (np. baseny). Para wodna jest przez nie zasysana z pomieszczenia, a następnie skraplana. Pozbawione jej powietrze opuszcza urządzenie i może ponownie wchłonąć wilgoć z pomieszczenia.

Kapinosy

Wyżłobienia na spodniej stronie wystających elementów - na przykład parapetów, balkonów lub blatów - które poprawiają możliwość odprowadzenia wody deszczowej, a tym samym zapobiegają penetracji wilgoci pod spód elementów i zabrudzeniom na elewacji, powodowanym przez spływającą wodę.



U6-S3: Przenoszenie wilgoci



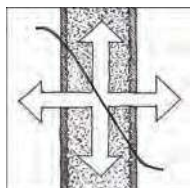
09 Należy zapewnić ochronę przed następującymi obciążeniami wilgocią

- > Kondensacja
- > Rosnąca wilgotność
- > Wilgoć wbudowana
- > Wpływy niszczące materiał drzewny (na przykład zmiany klimatyczne)
- > Opady
- > Rozpryskiwanie wody
- > Podciąganie kapilarne

10 Strukturalna ochrona drewna

Drewno i materiały drewnopochodne, a także naturalne materiały izolacyjne, takie jak kostki słomy używane w budownictwie, muszą być chronione przed długotrwałym działaniem wilgoci. Utrzymująca się wilgotność względna powyżej 20% w połączeniu z wysoką temperaturą może prowadzić do inwazji grzybów, a także deformacji materiału w wyniku pęcznienia, a co za tym idzie, do znacznych uszkodzeń budynku.

Jako ochronę przed utrzymującą się wilgocią stosuje się strukturalną (fizyczną) i chemiczną ochronę drewna. Obie metody działają prewencyjnie. Chemiczna ochrona drewna nigdy nie zastąpi konstrukcyjnej ochrony drewna, co najwyżej ją uzupełni.



U6-S3: Przenoszenie wilgoci

11 Ochrona drewna przed wilgocią

Strukturalna ochrona drewna przed wilgocią obejmuje wszystkie środki, które służą do ochrony materiału przed nadmiernym wchłanianiem wilgoci, a także zbyt długim jej utrzymywaniem. Zapobiegają one inwazji lub rozprzestrzenianiu się szkodliwych dla drewna grzybów i owadów. Już na etapie projektu ważne jest zaplanowanie konstrukcji w taki sposób, aby uniknąć wnikania wody do spoin konstrukcyjnych lub jej pozostawiania na powierzchni drewna. Można to osiągnąć np. poprzez zastosowanie zadaszeń, osłon i przekładek. Należy unikać kontaktu drewna z gruntem, stosując na przykład przekładki przeciwwilgociowe z papy bitumicznej.

Należy unikać kondensacji w konstrukcji ścian i sufitów. Zalecana jest również wentylacja okładziny zewnętrznej. W przypadku środków ochrony przed wilgocią ważne jest, aby kontrolować zawartość wilgoci w materiale w momencie montażu i przestrzegać odpowiednich wytycznych dotyczących warunków montażu i schnięcia.

Klimat otoczenia również odgrywa rolę, ponieważ w drewnie / słomie tak zwana wilgoć kompensacyjna gromadzi się w miarę upływu czasu zgodnie z panującą dookoła wilgotnością.

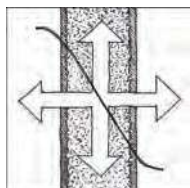
Celem ochrony konstrukcji drewnianej przed wilgocią jest w dużej mierze uniknięcie pęknięć i szczelin, które mogą być spowodowane kurczeniem się drewna w przypadku nadmiernego odwodnienia. Pęknięcia i szczeliny tworzą miejsca penetracji dla wody i owadów, dla których są idealnymi miejscami do składania jaj. Pęknięć skurczowych nie da się uniknąć przy większych przekrojach elementów konstrukcyjnych. Nie stanowią one jednak żadnego uszczerbku dla jakości drewna.

W przypadku dobrze zabezpieczonych elementów konstrukcyjnych, warto rozważyć całkowitą rezygnację z chemicznych środków ochronnych. Ewentualna utylizacja drewna, która może nastąpić za kilkadziesiąt lat, będzie bezproblemowa, o ile nie zaimpregnujemy go środkami chemicznymi. Szczególnie w przypadku łatwo wymienialnych elementów, takich jak okładziny, jest to rozwiązanie ekologiczne i ekonomiczne.

Zwłaszcza drewno montowane w pionie może bardzo długo służyć bez dodatkowej obróbki, jeśli weźmiemy pod uwagę następujące kwestie:

- znajdzie się ono całkowicie poza obszarem fundamentów/piwnicy, a także powyżej obszaru rozpryskiwania wody z powierzchni poziomych, takich jak parapety okienne, zadaszenia lub balkony
- miejsca narażone na działanie wody nie są zacienione ani pokryte roślinnością lub innymi elementami, dzięki czemu mogą zostać szybko osuszone przez słońce i wiatr.

W szczególności należy unikać styku drewna z miejscami, w których woda jest podciągana i zatrzymywana przez siły kapilarne.



U6-S3: Przenoszenie wilgoci

12 Właściwości fizyczne różnych materiałów

Building materials in WUFI- database (' by FASBA)	Gross density ρ [kg/m ³]	Porosity Ψ [m ³ /m ³]	Thermal capacity c_p [J/(kg·K)]	Thermal conductivity λ [W/(m·K)]	Resistance to vapour diffusion μ [-]	water-absorption-coefficient w-Value [kg/m ² √h]
Straw ¹	100	0,9	2000	0,045	1,3	-
Clay plaster ¹	1514	0,4	850	0,700	11,3	2,8 ^(ZUB) / 4,6 ¹ /2,8
Lime plaster	1600	0,3	850	0,700	7,0	2,8/ 5 ¹
Lime- cement plaster	1900	0,24	850	0,700	19,0	1,8
Sand-lime brick (masonry)	1900	0,29	850	1,000	28,0	2,7
Soft-fibre board	300	0,8	1500	0,050	12,5	0,4
OSB board	595	0,9	1500	0,130	165,0	0,06
Gypsum plasterboard	850	0,65	850	0,200	8,3	-
Wood construction slab	455	0,73	1500	0,090	130,0	-
Spruce	427	0,66	2500	0,12	188,0	-
PE sheeting	130	0,001	2300	2,3	$s_d=2m$	-
Under-roof membrane	130	0,001	2300	2,3	$s_d=0,2m$	-
Roofing membrane V13	2400	0,001	1000	0,5	$s_d=100m$	-

13 Ochrona przed wilgocią: Kondensacja

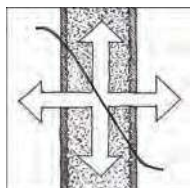
Para wodna skrapla się, gdy wilgotność względna przekracza 100%. Może się to zdarzyć na powierzchni lub w środku elementów budynku.

Elementy zewnętrzne są najbardziej narażone ze względu na różnicę warunków panujących wewnątrz i na zewnątrz budynku. Zimą ciepłe powietrze w pomieszczeniach zawiera więcej wilgoci, niż zimne powietrze na zewnątrz. Dlatego para wodna stale przepływa z wnętrza przez konstrukcję na zewnątrz. Tam schładza się i skrapla.

Kondensacji można zapobiec lub ją ograniczyć, gdy warstwa elementu izolująca od pary (np. płyta OSB) zostanie umieszczona po cieplej stronie konstrukcji. Zmniejsza to ilość pary wodnej przedostającej się do konstrukcji. Te paroizolacje jednocześnie przejmują zadanie uszczelnienia powietrznego. Tynk gliniany z hermetycznym połączeniem ma podobny efekt ze względu na swoje właściwości higroskopijne (pochłaniające wodę).

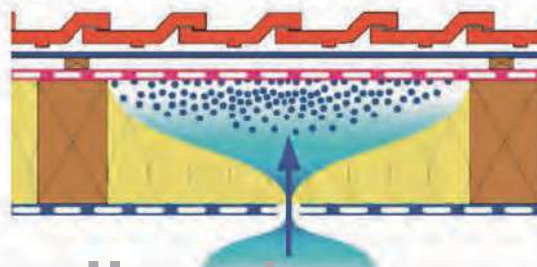
Niewielka ilość kondensatu jest często nieunikniona i tylko w określonych warunkach prowadzi do uszkodzeń strukturalnych. Kondensacja jest szkodliwa dla konstrukcji, jeśli:

- > nagromadzona woda nie może być przechowywana
- > woda wsiąka w warstwę komponentu tak, że jego opór cieplny znacząco spada o ponad 10%.
- > materiały budowlane zostaną uszkodzone przez kondensat, np. w wyniku działania grzybów, korozji, mrozu lub podobnych czynników
- > występująca woda kondensacyjna nie może wyschnąć w następnym okresie suszenia, a tym samym bilans wilgoci w konstrukcji stale wzrasta.

**U6-S3: Przenoszenie wilgoci**

Austriacka norma ÖNORM B 8110-2 definiuje ochronę przed kondensacją w następujący sposób: Pod pojęciem ochrony przed kondensacją w budownictwie należy rozumieć wszystkie środki budowlane, które zabezpieczają temperaturę na wewnętrznej powierzchni elementów zewnętrznych, tak aby a) nie dochodziło do kondensacji pary wodnej oraz b) utrudnione było powstawanie pleśni poprzez zapobieganie szkodliwej kondensacji pary wodnej wewnątrz elementów zewnętrznych.

Przypomnienie: Przez spoinę o szerokości 1 mm i długości 1 m do konstrukcji może dostać się do 800 g wilgoci dziennie (patrz str. 19).



14 Ochrona przed wilgocią: **Budynek otwarty dyfuzyjnie**

Oznacza to, że opór poszczególnych warstw przegrody stawiany przepływowi pary wodnej powinien zmniejszać się od ciepłego wnętrza w kierunku zimnego zewnątrz.

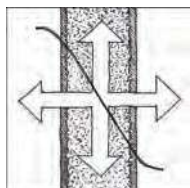
W rezultacie uzyskuje się wysoką zdolność przegrody do schnięcia. Niezbędna różnica odporności na ciśnienie pary wodnej między warstwą wewnętrzną a zewnętrzną zależy między innymi od poziomu wilgotności względnej we wnętrzu, zastosowania wentylacji w przestrzeni mieszkalnej oraz zdolności pochłaniania wilgoci przez zastosowane materiały izolacyjne.

W przypadku stosowania materiałów opóźniających parowanie zalecany jest stosunek najbardziej wewnętrznej do najbardziej zewnętrznej warstwy składowej wynoszący od około 1:5 do 1:10. W przypadku materiałów otwartych dyfuzyjnie, szczególnie w przypadku stosowania gliny wewnątrz pomieszczeń, możliwe jest również obliczenie współczynnika dyfuzji zbliżonego do 1:1.

Latem, ze względu na zmienione warunki klimatyczne, powstaje gradient ciśnienia pary wodnej z zewnątrz do wewnątrz (ale zwykle nie dochodzi do kondensacji). Para wodna przepływa przez przegrody do wnętrza budynku. Zastosowanie od wewnątrz paroizolacji o wysokiej wartości s_d spowoduje zatrzymanie wilgoci w przegrodzie. W rezultacie nawet zimą kondensat nie może prawidłowo przepłynąć na zewnątrz. Z tego powodu biolodzy budowlani zalecają niestosowanie paroizolacji (z wyjątkiem przypadków, gdy jest to wymagane przez prawo: na przykład jako uszczelnienie fundamentu).

Dyfuzja jest bardzo powolnym procesem i obejmuje tylko około 4% wilgoci powietrza w pomieszczeniu. Pozostała część jest zwykle, gromadzona w materiałach (np. powierzchniach gipsowych, meblach, tekstyliach).

Dyfuzji nie należy jednak mylić z przeciekaniem! Jeśli dom jest nieszczelny, do konstrukcji dostaje się dużo wilgoci z pomieszczenia. Może prowadzić do problemów, takich jak tworzenie się pleśni. Ponadto nieszczelne domy zawsze charakteryzują się wyższym zużyciem energii, ponieważ izolacja jest skuteczna tylko wtedy, gdy znajduje się w niej powietrze. Z tych powodów ważne jest, aby ściany były szczelne na wszystkich połączeniach (klejenie, tynkowanie bez pęknięć, deskowanie), a także aby nie uszkodzić ich później (na przykład podczas instalowania gniazdek).



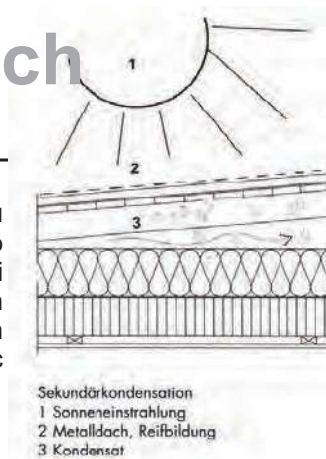
U6-S3: Przenoszenie wilgoci



Kondensacja w dachach wentylowanych

15

W tym przypadku para wodna obecna w powietrzu zewnętrznym jest odbijana we wnętrzu konstrukcji jako kondensat powierzchniowy. Nie zależy to od właściwości dyfuzyjnych konstrukcji, raczej od procesów termicznych w wentylowanych konstrukcjach i temperatur na stykach przestrzeni wentylacyjnej. Zaleca się, aby nie pozostawiać słomy odsłoniętej pod nieizolowanymi dachami metalowymi.

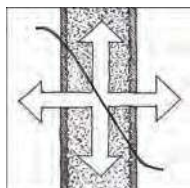


16

Ochrona przed wilgocią Kondensat na oknach

Kondensat jest generowany przez mikroklimat panujący w pomieszczeniu, a ten uległ znacznej zmianie wraz z zastosowaniem środków (w tym konstrukcji okien) mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło.

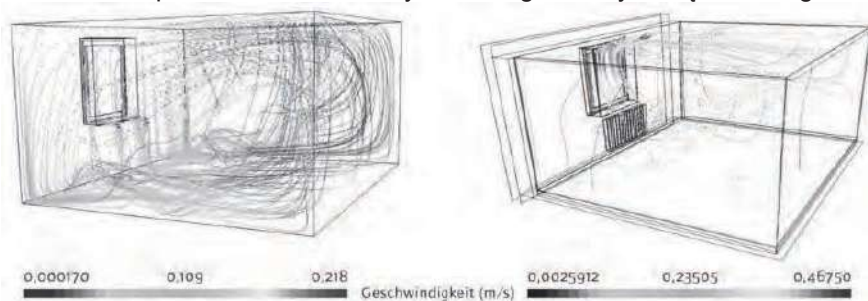
Dwa czynniki mają decydujący wpływ na kondensację: wilgotność powietrza w pomieszczeniu i temperatura powierzchni. Wilgoć dostaje się do budynku podczas jego budowy i później podczas użytkowania. Wilgoć przenika również, gdy powietrze na zewnątrz jest bardziej wilgotne niż wewnątrz, co może mieć miejsce szczególnie w cieplejszej porze roku. Cała wilgoć dostająca się do konstrukcji musi zostać odprowadzona. Zapobieganie niepotrzebnej wilgoci przyczynia się zatem do zmniejszenia ryzyka kondensacji. Jeśli do budynku zostanie wprowadzona zbyt duża ilość wilgoci, a nie będzie on dostatecznie wentylowany, wilgoć ta zostanie

**U6-S3: Przenoszenie wilgoci**

zmagazynowana przez meble i tekstylia. Poskutkuje to wysokim poziomem wilgoci w pomieszczeniu i zwiększonym ryzykiem kondensacji. Oprócz poziomu wilgotności, ważna jest również temperatura faktycznie występująca na powierzchni. Ta z kolei zależy od tego, ile ciepła dociera do okna i w jakim stopniu konstrukcja okna i połączenia okienne przenoszą ciepło. Koncentracja kondensacji na oknach niegdyś występowała tylko w dolnej części szyb, obecnie przeniosła się na całość ich konstrukcji.

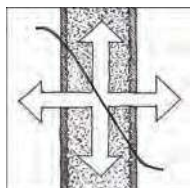
Jak to się dzieje?

Obecnie w domach mamy zwiększoną izolacyjność termiczną, zmniejszoną przepuszczalność powietrza i związaną z tym redukcję energii potrzebnej do ogrzewania. Zmienione też są warunki, w których domy powstają (wilotne obszary w dolinach, tereny zacienione, tereny na wietrznych stokach). Te uwarunkowania wpływają niekorzystnie na warunki brzegowe kondensacji w przegrodach zewnętrznych budynków. Zwiększona izolacja cieplna skutkuje niższymi temperaturami naszych grzejników. Zamiast temperatury zasilania na poziomie 60-70°C, temperatury powierzchni grzewczych często wynoszą tylko około 30°C. Ciepło, które wcześniej było transportowane do pomieszczeń przez silną konwekcję, jest zatem uwalniane w znacznie mniejszym stopniu, przede wszystkim w postaci promieniowania. Obszary, które nie są bezpośrednio wystawione na wymianę promieniowania z systemem grzewczym, są słabo ogrzewane.



Konsekwencją jest drastyczna zmiana zjawiska konwekcji w pomieszczeniu. Przy zastosowaniu niewielkiej ilości izolacji termicznej, fala ciepła wznosząca się od źródła ogrzewania przemieszczała się po ścianie zewnętrznej w górę, ogrzewała sufit i docierała do posadzki po tylnej ścianie pomieszczenia.

Proces ten zmienia się całkowicie, gdy fasady są dobrze izolowane, a powierzchnie grzewcze są chłodniejsze. Powierzchnia szkła w oknie działa jak wymiennik ciepła, powietrze ochładza się na niej i jako cięższe opada na posadzkę. Obniża to temperaturę, szczególnie w dolnej części pomieszczenia. Jeśli tam usiądziesz, może pojawić się uczucie przeciągu, szczególnie w przypadku wysokich okien. Im większa powierzchnia przeszklenia, tym bardziej wyraźny jest ten efekt, ale przy wyższych wartościach współczynnika przenikania ciepła U , efekt ten ponownie maleje. Wraz ze wzrostem izolacji cieplnej ściany zewnętrznej i spadkiem wydajności grzewczej, przy oknie tworzy się oddzielna strefa mikroklimatu. Ponadto, wysokie, otwarte przestrzenie prowadzą do zwiększonej wyporności termicznej i do zwiększenia ciśnień wewnętrznych. Wraz z wiatrem następuje ciągły transport wilgotnego, cieplejszego powietrza przez połączenia okienne, szczególnie na wyższych piętrach i po stronie nawietrznej. Konsekwencją tego jest kondensacja pary wodnej na oknach - tworzenie się lodu może wystąpić nawet przy dobrej pogodzie ze względu na fakt, że zoptymalizowane termicznie profile okienne są chłodniejsze w obszarach zewnętrznych.



U6-S3: Przenoszenie wilgoci



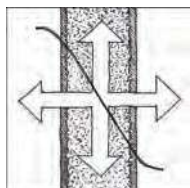
17 Przenoszenie wilgoci przez strumień powietrza

Szczególnie wysokie ryzyko zawilgocenia spowodowane jest przepływem powietrza przez nieszczelności w przegrodach zewnętrznych budynku. Już w 1989 r. badania laboratoryjne przeprowadzone przez Fraunhofer Institute for Building Physics w Stuttgarcie wykazały, że połączenia w izolacjach przeciwwilgociowych po stronie pomieszczenia powodują znacznie większe ryzyko zawilgocenia, niż zwykła dyfuzja. Ponieważ te małe nieszczelności są nieuniknione, konstrukcja musi być odporna na powstające w ich konsekwencji uszkodzenia.

Siły napędowe i kierunek przepływu

Diagnoza uszkodzeń spowodowanych wilgocią w wyniku przecieków powietrza w przegrodach zewnętrznych budynku wymaga szczegółowej wiedzy na temat sił napędowych i wzorców przepływu. Nie każdy otwór w przegrodzie zewnętrznej budynku niesie ze sobą takie samo ryzyko. Szczególnie, gdy przepływ powietrza jest kierowany z pomieszczenia na zewnątrz w zimie, istnieje możliwość kondensacji pary wodnej w konstrukcji. Podnoszenie termiczne jest najbardziej krytycznym napędem przepływu. Im większa różnica temperatur między wnętrzem a zewnątrz, tym silniejszy przepływ powietrza i większe ryzyko kondensacji.

Dlatego w górnej części budynku, zazwyczaj na poddaszu, ryzyko zawilgocenia jest największe. Nieszczelności w obszarze największego podciśnienia (np. w przypadku progów drzwi wejściowych i tarasowych lub cokołu) są zwykle odpowiedzialne za nieprzyjemne przepływy powietrza i tworzenie się "strefy zimnego powietrza" w obszarze podłogi parteru. Jednak w kwestii potencjalnego zawilgocenia należy to zjawisko ocenić jako niegroźne, ponieważ przenikające powietrze zewnętrzne zawsze ogrzewa się w drodze do wnętrza pomieszczenia, a tym samym przyjmuje niższą wilgotność względną. Ponieważ zawartość wilgoci wszystkich materiałów higroskopijnych podąża za względną wilgotnością powietrza w pomieszczeniu, nie ma zagrożenia powstania niedopuszczalnie wysokiej wilgotności tych materiałów.

**U6-S3: Przenoszenie wilgoci**

Szczególnie w przypadku budynków z drewnianymi stropami belkowymi, w obszarze wnek stropowych często występują duże nieszczelności.

To, czy te nieszczelności stanowią ryzyko zawilgocenia, zależy również od ich lokalizacji i rozkładu. W zależności od położenia danego stropu i od rozmieszczenia szczelności przegród zewnętrznych budynku, może wystąpić przepływ z wewnątrz na zewnątrz lub odwrotnie.

Wniosek: konwekcja pary wodnej = ryzyko

- Konwekcja zwykle powoduje znacznie większy transport wilgoci niż dyfuzja.
- Dyfuzja jest równomiernie rozłożona. Konwekcja tworzy lokalnie skoncentrowane gniazda wilgoci.
- Dyfuzji można całkowicie zapobiec lub ograniczyć ją do nieszkodliwego stopnia. Nie ma natomiast "bariery dyfuzyjnej" dla konwekcji. Gdy tylko temperatura powietrza spadnie poniżej (zależnej także od temperatury powietrza w pomieszczeniu!) temperatury punktu rosy, następuje kondensacja.
- W okresie parowania dla każdego ładunku wilgoci występuje przeciwproces osuszania spowodowany dyfuzją w okresie występowania punktu rosy. Natomiast kondensacja konwekcyjna w zimie nie ma odpowiadającego jej osuszającego "przepływu wstecznego" w półroczu letnim. Osuszanie jest możliwe tylko poprzez dyfuzję i parowanie.

Jakiej tolerancji wymaga konstrukcja odporna na błędy?

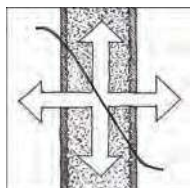
Ryzyka związanego z wilgocią konwekcyjną najlepiej uniknąć poprzez staranne zaprojektowanie i wykonanie uszczelnień. W ciągu ostatnich dwudziestu lat stworzono dobre warunki do standaryzacji poprzez publikacje i rozwój innowacyjnych produktów od producentów powłok i klejów. Zawsze pozostaje jednak niewielkie ryzyko. Błędy się zdarzają, ale jeśli mieszczą się w dopuszczalnym zakresie, dobrze zaprojektowana budowa sobie z nimi poradzi.

© 2017, proHolz Austria, Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft,
Tekst: Robert Borsch-Laaks

Uwaga: Im większa grubość ściany i zdolność absorpcji wody przez poszczególne materiały, w tym większym stopniu konwekcyjna i dyfuzyjna wilgoć jest rozprowadzana w komponentach. Ponadto, szczególnie w konstrukcji z kostek słomy zawierającej materiały przepuszczające wilgoć (takie jak glina, słoma i wapno) oraz dzięki higroskopijnym właściwościom glinianych tynków stosowanych po wewnętrznej stronie ściany (działających jak bariera paroszczelna), wilgoć może być stosunkowo szybko odprowadzana i osuszana. Pomiary GrAT za pomocą "mobilnego laboratorium testowego" bezpośrednio po tynkowaniu (80-90% wilgotności względnej w ścianie) i po 1 tygodniu (wilgotność równowagowa 13-14%) również to potwierdziły. Niemniej jednak, o ile to możliwe, należy unikać nieszczelności i przeciekania powietrza do pomieszczenia!

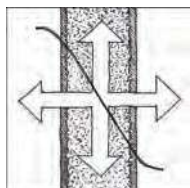


DŹWIĘK



U6-S4: Akustyka

<p>Cele:</p> <p>Zjawiska akustyczne i zasady przenoszenia dźwięku przez powietrze, ciecze i ciała stałe.</p> <p>Różnica między różnymi zjawiskami (hałas powietrzny i uderzeniowy).</p> <p>Ochrona przed hałasem powietrznym i uderzeniowym.</p> <p>Wpływ masy i oddzielenia warstw w przegrodach budynku na redukcję hałasu.</p> <p>Przykłady elementów budynku i ich zdolności do redukcji hałasu.</p> <p>Metody:</p> <p>Wykłady</p> <p>Ćwiczenia</p> <p>Warsztat</p>		<p>Prowadzący:</p>
		<p>Miejsce:</p> <p>Warsztaty w sali zajęć</p> <p>Czas trwania:</p> <p>2-3 godziny</p> <p>Sprzęt:</p> <p>Laptop</p> <p>Projektor</p> <p>Tablica</p> <p>Przygotowane przykłady</p>
Teoria:	<p>Wykłady, wykresy, prezentacje.</p>	<p>Dokumenty:</p> <p>Arkusze informacyjne:</p> <p>I1 Ochrona akustyczna - podstawowy</p> <p>Arkusze tekstowe:</p> <p>X1 Prawo budowlane w Wiedniu i przepisy krajowe UE</p> <p>X2 Testy izolacyjności akustycznej</p> <p>Powerpoint:</p> <p>Ochrona przed dźwiękiem</p>
Praktyka:	<p>Grupy robocze z 3-4 uczestnikami pracujące nad szczegółowymi przykładami.</p> <p>Znalezienie możliwości redukcji przenikania dźwięku dla różnych części budynku.</p> <p>Sprawdzenie przepisów budowlanych pod kątem środków ochrony przed hałasem.</p> <p>Porównanie pomiarów przeprowadzonych na budynku ze słomy z przepisami obowiązującymi w Twoim kraju.</p> <p>Obliczanie ciężaru właściwego części budynku (ściany, dachu) na m² w celu określenia dobrych lub złych parametrów akustycznych.</p> <p>Obliczanie gęstości kostek słomy.</p>	
<p>Organizacja:</p> <p>Przygotuj przestrzeń roboczą dla uczestników z wystarczającą liczbą miejsc i WiFi.</p> <p>Przygotuj kopie arkuszy tekstowych do testów wielokrotnego wyboru lub udostępnij je online (e-learning).</p> <p>Przygotuj przykłady detali do pracy w grupach i dyskusji.</p>		



U6-S4: Akustyka



18 Ochrona przed hałasem: Terminy i pojęcia

Dźwięk: jest powodowany przez drgania mechaniczne w ciałach stałych, ciekłych lub gazowych. Rozchodzi się od źródła dźwięku sferycznie, powodując wibracje otaczającego powietrza lub innego medium. Fale dźwiękowe rozchodzą się w linii prostej, ale po napotkaniu przeszkody ulegają odbiciu, absorpcji, dyfrakcji lub załamaniu.

Dźwięk powietrzny: Dźwięk rozprzestrzeniający się w powietrzu.

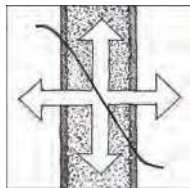
Dźwięk strukturalny, dźwięk materiałowy: Dźwięk, który jest spowodowany falą sprężystą rozchodzącą się w ciele stałym, jest częściowo wypromieniowywany jako dźwięk powietrzny.

Dźwięk uderzeniowy: Hałas generowany przez dźwięki przenoszone przez konstrukcję w sąsiednim pomieszczeniu, generowane pobudzaniem stropów, np. przez podskakiwanie. Do jego pomiaru używane są specjalne, znormalizowane urządzenia (miernik hałasu, gumowa kula).

Częstotliwość f (Hz): Liczba wystąpień pełnej oscylacji na sekundę. Wibracje mogą być odbierane przez zdrowe ludzkie ucho jako dźwięk, gdy mają częstotliwość od około 20 do około 20000 Hz i znajdują się powyżej progu słyszalności.

Decybel (dB): Decybel jest skalą logarytmiczną. Natężenie dźwięku jest rejestrowane od wartości względnej 1 (próg słyszenia) do wartości 10 bilionów (próg bólu) w liczbach od 0 do 130 dB (A). 10 dB odpowiada podwojeniu hałasu; uszkodzenie słuchu może wystąpić od 85 dB (A). W połączeniu z innymi czynnikami stresogennymi, uszczerbek na zdrowiu jest możliwy przy znacznie niższych poziomach hałasu.

Krzywa korekcyjna A: Ludzkie ucho odbiera głębokie i bardzo wysokie tony jako mniej głośne niż tony o średnim zakresie. Jest to brane pod uwagę, o ile podczas pomiaru częstotliwości zawarte w dźwięku są różnie ważone zgodnie z krzywą



U6-S4: Akustyka

korekcyjną A. Jeśli używany jest wskaźnik A, pomiary są podawane w dB (A). Krzywą A stosujemy w zakresie niższych poziomów ciśnienia akustycznego (ok. 40 dB), które są istotne dla naszego codziennego słuchania. Dla wyższych poziomów ciśnienia akustycznego stosuje się krzywe oceny B (ok. 70dB) i C (ok. 100dB).

Rezonans to współdrżanie wibrującego materiału przy występowaniu fal dźwiękowych. Ciała rezonujące (pudła rezonansowe) mogą być wykorzystywane np. do pochłaniania dźwięków powietrznych (np. rezonator płytowy w akustyce) lub wzmacniania dźwięku (np. wibrująca struna).

Zjawisko rezonansu: W fizyce rezonans odnosi się do zgodności częstotliwości wzbudzenia z naturalną częstotliwością systemu. W systemach dźwiękoszczelnych prowadzi to do znacznego zmniejszenia izolacyjności akustycznej. Dlatego też element dźwiękoizolacyjny powinien być wymiarowany tak, aby częstotliwości rezonansowe znajdowały się jak najdalej poza zakresem częstotliwości akustycznych budynku.

Wskaźnik redukcji dźwięku, wskaźnik izolacyjności akustycznej R_w (dB): Zależy od częstotliwości i jest oceniany w konstrukcji budynku dla zakresu częstotliwości od 100 do 3150 Hz i mierzony w rozszerzonym zakresie częstotliwości od 50 do 5000 Hz (częstotliwości środkowe pasma trzeciej oktawy). Jako pojedyncza wartość, wskaźnik redukcji dźwięku jest obliczany poprzez porównanie zmierzonej krzywej komponentu z krzywą odniesienia. Wartość krzywej odniesienia, która sięga dopuszczalnej wartości izolacyjności 32 dB przy 500 Hz, jest wartością znamionowego wskaźnika redukcji dźwięku.

Ciśnienie akustyczne p (Pa): Wahania ciśnienia wytwarzane przez wibracje, przez które błona bębniowa jest pobudzana do rezonansu.

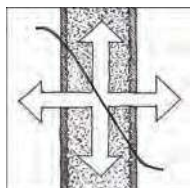
Poziom dźwięku (ciśnienia) ważony krzywą A: Poziom dźwięku, który, biorąc pod uwagę krzywą korekcyjną A, uwzględnia zależną od częstotliwości czułość ludzkiego ucha. Zakres od progu słyszenia do progu bólu wynosi od 1 do około 120 dB.

Znamionowa standardowa różnica poziomów dźwięku DnT_w (dB) zależy od częstotliwości i jest mierzona dla ich zakresu od 100 do 3150 Hz lub od 50 do 5000 Hz. Znamionowa standardowa różnica poziomów dźwięku jest obliczana jako wartość pojedyncza przez porównanie zmierzonej krzywej elementu z krzywą odniesienia. Wartość krzywej odniesienia, która jest przesunięta względem zmierzonej krzywej do dopuszczalnej wartości średniej 2 dB przy 500 Hz, wskazuje znamionową standardową różnicę poziomu dźwięku.

Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych opisuje stosunek wzbudzenia do emisji dźwięku przez np. chodzenie po stropie. Do pomiaru wykorzystywany jest standardowy system uderzeniowy w przestrzeni nadajnika i określany jest poziom dźwięku powietrza w obszarze odbioru.

Znamionowy standardowy poziom dźwięku uderzeniowego $L_{nT,w}$ (dB) to pojedyncza wartość służąca do oceny ochrony przed dźwiękiem uderzeniowym w budynku. Podobnie jak w przypadku znamionowego poziomu izolacji akustycznej i znamionowego poziomu dźwięku, zależna od częstotliwości czułość procesu słyszenia jest powiązana za pomocą krzywej odniesienia.

Redukcja dźwięku uderzeniowego ΔL (dB) podłogi lub sufitu podwieszanego to różnica między standardowym poziomem dźwięku uderzeniowego niewykończonej podłogi a poziomem dźwięku uderzeniowego po dodaniu warstw posadzkowych lub sufitu podwieszanego.



U6-S4: Akustyka



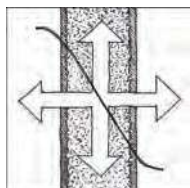
19 Ochrona przed hałasem: Akustyka budynku

Materiały używane w konstrukcji drewnianej / słomianej są lżejsze, niż materiały w konstrukcji masywnej. Wysoka izolacyjność akustyczna nie może być uzyskana przy użyciu jednowarstwowych, płytowych elementów konstrukcji drewnianej (konstrukcji ze słomy) o akceptowalnej grubości elementu, ze względu na zbyt małą masę. Rozwiązaniem jest zastosowanie konstrukcji dwu- lub wielowarstwowych z miękkimi powłokami. Niezależnie od tego, czasami sensowne jest zastosowanie ciężkiej masy uzupełniającej. Jeśli chodzi o akustykę budynku, warto wziąć pod uwagę przepisy i ogólne wymagania dotyczące izolacji akustycznej.

W przypadku izolacji od dźwięków powietrznych i uderzeniowych, standardowe hałasy generowane zwyczajowo stanowią podstawę dla ustanowienia wymaganych minimalnych parametrów izolacji akustycznej, które muszą być spełnione w sąsiednich jednostkach funkcjonalnych lub pomieszczeniach. Ponadto istnieje standard "podwyższonej izolacji akustycznej". Nawet w obrębie jednostki funkcjonalnej można zdefiniować pomieszczenia, które mają być dodatkowo izolowane, aby spełnić podwyższone wymagania. Typowym pomieszczeniem jest np. sypialnia w domu jednorodzinnym.

Odpowiedni zakres częstotliwości

Zakres częstotliwości istotnych akustycznie dla budynku jest obecnie decydujący dla standardowej oceny izolacyjności akustycznej. Zakres ten wynosi od 100 Hz do 3150 Hz i, wraz z parametrami dostępnej izolacji akustycznej, stanowi kompromis między rozsądną subiektywną dokuczliwością dźwięków, a możliwościami wykonawczymi, zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym.

**U6-S4: Akustyka****Podstawowe zasady akustyki**

Dzięki znajomości poniższych podstawowych zasad akustyki można lepiej zrozumieć zasady jej działania w konstrukcji budynków, a także uniknąć niepotrzebnych błędów.

Prawo masy Bergera dla izolacji akustycznej

Jest ono istotne w przypadku ciężkich ścian i masywnych stropów o masie powierzchniowej m wynoszącej około 100 kg/m^2 . Zgodnie z tym prawem, izolacyjność powietrzno-dźwiękowa wzrasta wraz ze wzrostem masy powierzchniowej, tj. grubości elementów. Skutkuje to ustalonymi standardowymi grubościami przegród spełniających wymagania, np. wymagana powierzchnia $m' = 400 \text{ kg/m}^2$ (ok. 20 cm grubości ściany betonowej) dla ścian między mieszkaniami.

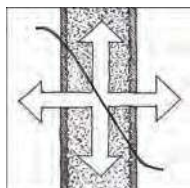
Niższa gęstość drewnianych materiałów konstrukcyjnych sprawiłaby, że wymagana grubość ścian byłaby około 2 do 3 razy większa. W związku z tym w konstrukcjach drewnianych wymagane grubości spełniające zadania akustyczne muszą być w dużej mierze definiowane przy użyciu innego prawa akustycznego, a mianowicie zjawiska rezonansu.

Zjawisko rezonansu i efekt koincydencji

Opiera się ono na fakcie, że każda masa sprężona obciążeniem wytwarza rezonans o określonej częstotliwości drgań. Znanymi przykładami takich układów oscylacyjnych są np. maszyny dźwigowe, spoczywające na elastycznych elementach gumowych. Takie układy zachowują się jak obciążnik przymocowany do sprężyny. Jeśli pozwolimy ciężarowi wibrować pionowo, robi to z typową częstotliwością drgań własnych, częstotliwością rezonansową na sekundę w hercach. Przy tej naturalnej częstotliwości i w jej pobliżu, powstają duże szerokości oscylacji przy niewielkim impulsie. Dochodzi do "rezonansowego wzmocnienia" drgań. Jeśli jednak liczba drgań siły wzbudzającej, np. prędkość obrotowa silnika na sekundę, jest znacznie wyższa od częstotliwości drgań własnych, wówczas kołysanie jest tłumione, a drgania są przenoszone na powierzchnię nośną w znacznie mniejszym stopniu. Tłumienie drgań jest już bardzo wyraźne, gdy częstotliwość wzbudzenia jest trzy razy większa niż częstotliwość drgań własnych.

Szczególnie problematyczna jest energia dźwiękowa przenoszona przez konstrukcję, która po wnikięciu w strukturę drewna może ulec znacznemu wzmocnieniu w wyniku rezonansu różnych elementów konstrukcyjnych. Należy temu zapobiegać już u źródła drgań. Elementy oddzielające, takie jak płyty, są również wzbudzane do drgań przez wpływ dźwięku powietrznego. Są one rozprzestrzniane w elemencie jako fale powierzchniowe i prowadzą do promieniowania dźwięku po drugiej stronie elementu.

Jeśli fala dźwiękowa unosząca się w powietrzu i wywołana przez nią fala zginająca biegną równolegle po ścianie z tą samą prędkością, to koincydencja pojawia się przy pewnej częstotliwości, którą jest częstotliwość graniczna koincydencji f_G . Powyżej potrójnej częstotliwości f_G ponownie decydujące znaczenie ma prawo masy Bergera. Ważne jest, aby utrzymać tę silną redukcję izolacji akustycznej poza zakresem częstotliwości istotnym z punktu widzenia akustyki budynku. Oznacza to, że częstotliwość graniczna koincydencji f_G powinna wynosić 3150 Hz lub więcej lub mniej niż 100 Hz .



U6-S4: Akustyka

Gebäudeart	Bauteile von zu schützenden Räumen (Aufenthaltsräumen)	Mindestschallschutz ($R'_{res,w}$ bzw. R'_w) (in dB) bei einem maßgeblichen ¹⁾ äquivalenten Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ (in dB) außerhalb des Gebäudes von						Zeile
		Tag ≤ 50	51 bis 55	56 bis 60	61 bis 65	66 bis 70	71 bis 75	
		Nacht ≤ 40	41 bis 45	46 bis 50	51 bis 55	56 bis 60	61 bis 65	
Krankenhäuser u. Kurgebäude u.ägl.	Außenbauteile ²⁾ , ausgenommen Feuermauern $R'_{res,w}$	33	38	43	48	52	57	1
	Feuermauern ³⁾ (je Wand) R'_w	52	52	52	52	52	57	2
	Decken und Wände gegen Dachböden R'_w	47	47	47	52	52	57	3
Wohngebäude, -heime, Hotels, Schulen, Kindergärten u.ägl.	Außenbauteile ²⁾ , ausgenommen Feuermauern $R'_{res,w}$	33	38	38	43	43	48	4
	Feuermauern ³⁾ (je Wand) R'_w	52	52	52	52	52	52	5
	Decken und Wände gegen Dachböden R'_w	42	42	42	47	47	47	6
Verwaltungs- und Bürogebäude	Außenbauteile ²⁾ , ausgenommen Feuermauern $R'_{res,w}$	33	33	33	33	38	43	7
	Feuermauern ³⁾ (je Wand) R'_w	52	52	52	52	62	62	8
	Decken und Wände gegen Dachböden R'_w	42	42	42	42	42	42	9

¹⁾ Der maßgebliche äquivalente Dauerschallpegel außerhalb des Gebäudes ist für jeden Außenbauteil gemäß 4.2 und 5.1.1 zu ermitteln. Anpassungswerte gemäß ÖNORM S 5004 oder ÖNORM S 5011 sind erforderlichenfalls zu berücksichtigen.

²⁾ Ohne Berücksichtigung von Fenstern und Außentüren ist im Hinblick auf Außenbauteile und Dachflächen eine Mindestschalldämmung nach den Erfordernissen für die Schalllängsleitungs-Dämmung zu beachten.

³⁾ Das sind Außenwände, die an vorhandene Gebäude angebaut werden oder an welche andere Gebäude angebaut werden können (unabhängig von Grundgrenzen oder anderen rechtlichen Belangen).

⁴⁾ als Standplatz nicht geeignet

20 Minimalne wymagania dotyczące izolacji akustycznej ścian

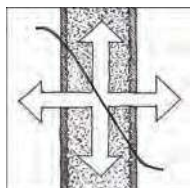
§ Ściany zewnętrzne (Kodeks budowlany Wiedeń)

(3) Ściany zewnętrzne mieszkań muszą mieć znamionowy wskaźnik tłumienia dźwięku R_w wynoszący co najmniej 47dB dla części nieprzezroczystych i co najmniej 38 dB dla części przezroczystych. W każdym przypadku ściany zewnętrzne mieszkań w każdym pomieszczeniu muszą mieć wynikowy ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej R_{wv} wynoszący co najmniej 43dB.

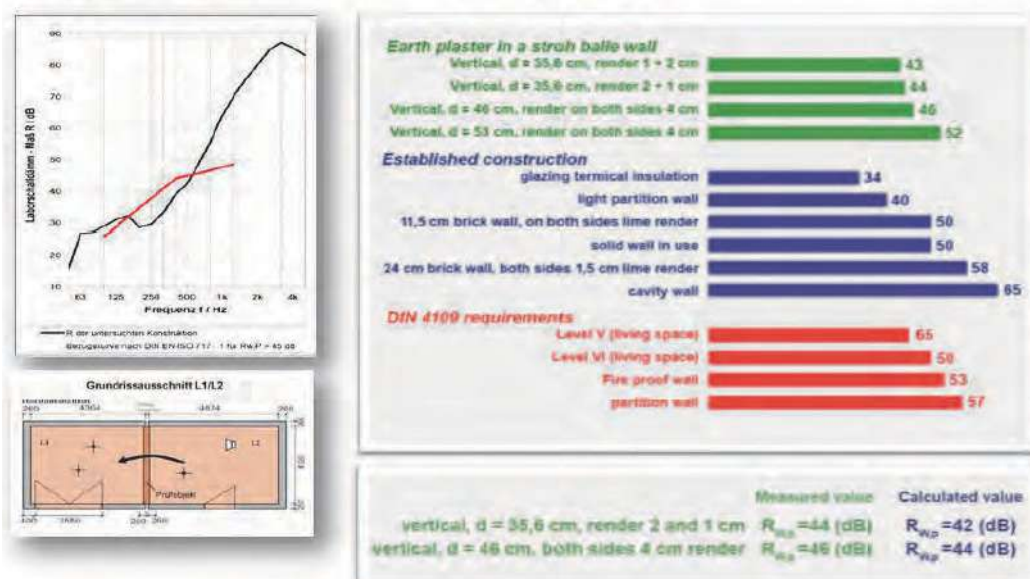
§ 100. Ściany wewnętrzne (Kodeks budowlany Wiedeń)

Wszystkie przegrody muszą mieć wystarczającą izolacyjność akustyczną. W przypadku przegród między mieszkaniami i przestrzeniami wspólnymi izolację akustyczną uznaje się za zapewnioną, jeśli ważony poziom tłumienia dźwięku R_w wynosi co najmniej 65, a w przypadku innych przegród, jeśli ważony poziom tłumienia dźwięku R_w wynosi co najmniej 58dB. Drzwi wejściowe do mieszkań muszą mieć znamionowy wskaźnik tłumienia dźwięku R_w wynoszący co najmniej 33dB.

Należy pamiętać że przepisy akustyczne w każdym kraju mogą się znacznie od siebie różnić [przyp. tłumacza].



U6-S4: Akustyka



Testy izolacyjności akustycznej (np. przeprowadzone przez FASBA, patrz wyżej) przeprowadzone dla otynkowanych ścian z kostek słomy wykazały ich izolacyjność akustyczną między 42 a 44 dB.

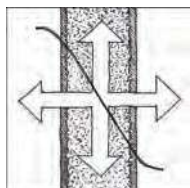
Country	Descriptor ¹	Multi-storey housing Req. (dB)	Row housing Req. (dB)
Austria AUT	$D_{nT,w}$	≥ 55	≥ 60
Belgium BEL	$D_{nT,w}$	≥ 54	≥ 58
Czech Republic CZE	$R'w$	≥ 52	≥ 57
Denmark DNK	$R'w$	≥ 55	≥ 55
England and Wales	$D_{nT,w} + C_{tr}$	≥ 45	≥ 45
Estonia EST	$R'w$	≥ 55	≥ 55
Finland FIN	$R'w$	≥ 55	≥ 55
France FRA	$D_{nT,w} + C$	≥ 53	≥ 53
Germany ⁷ DEU	$R'w$	$\geq 53^5$	≥ 57
Hungary HUN	$R'w + C$	≥ 51	≥ 56
Iceland ISL	$R'w^3$	$\geq 52^6$	≥ 55
Ireland IRL	$D_{nT,w}$	$\geq 53^5$	≥ 53
Italy ITA	$R'w$	≥ 50	≥ 50
Latvia LVA	$R'w$	≥ 54	≥ 54
Lithuania LTU	$D_{nT,w}$ or $R'w$	≥ 55	≥ 55
Netherlands NLD	$I_{lu,k}^2$	≥ 0	≥ 0
Northern Ireland	$D_{nT,w}$	≥ 53	≥ 53
Norway NOR	$R'w^4$	$\geq 55^4$	$\geq 55^4$
Poland POL	$R'w + C$	$\geq 50^5$	$\geq 52^6$
Portugal ⁷ PRT	$D_{n,w}$	≥ 50	≥ 50
Scotland	$D_{nT,w}$	≥ 56	≥ 56
Slovakia SVK	$R'w$	≥ 52	≥ 52
Slovenia SVN	$R'w$	≥ 52	≥ 52
Spain ESP	$D_{nT,w} + C_{100-5000}$	≥ 50	≥ 50
Sweden SWE	$R'w + C_{50-3150}$	≥ 53	≥ 53
Switzerland CHE	$D_{nT,w} + C$	$\geq 52^8$	≥ 55

Pomiary wykonane na Uniwersytecie Technicznym w Ostrawie (CZ) dały $R_w = 54$ dB dla ściany słomianej z obustronnym tynkiem 25mm oraz $R_w = 28$ dB dla ściany niewykończonej. Wynika z tego, że osiągnięcie izolacyjności akustycznej dla budynków z kostek słomy jest możliwe przez zastosowanie (ciężkich) powierzchni tynku.

Minimalne wymagania akustyczne określone przez państwowe przepisy budowlane mogą być spełnione tylko w domach jednorodzinnych. W przypadku domów wielorodzinnych lub szeregowych (patrz po lewej), ściany z kostek słomy otynkowane z obu stron nie posiadają wystarczającej izolacyjności akustycznej muszą być wykończone dodatkową warstwą akustyczną.

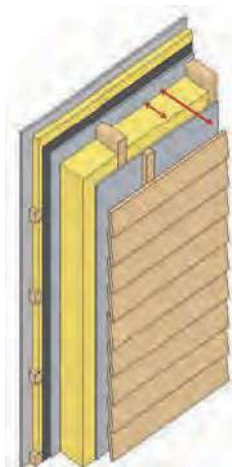
W TU Ostrava przetestowano dwa przykłady ścian wielowarstwowych.

- ściana z kostek słomy otynkowana z jednej strony 25 mm gliny, z drugiej strony wykończona 15 mm panelem dźwiękochłonnym na 4 cm pustce powietrznej
- ściana z 58 mm Ekopaneli (słoma): W obu przypadkach uzyskano wskaźnik $R_w = 57$ dB



U6-S4: Akustyka

21 Ochrona akustyczna: Ściany zewnętrzne jedno- i wielopowłokowe



- Aufbau ohne Installationsebene
 $R_w = 47 \text{ dB}$
- Aufbau mit Installationsebene ohne Hohlraumdämmung
 $R_w = 48 \text{ dB} - 49 \text{ dB}$
- Aufbau mit Installationsebene mit Hohlraumdämmung
 $R_w = 49 \text{ dB}$ bzw. 51 dB
- Auswirkung der Konstruktionsdicke 120 mm bis 240 mm
 $\Delta R_w = 3 \text{ dB}$

Holzforschung Austria (HFA) przetestował ściany jedno- i dwuwarstwowe (przekroje ścian są dostępne w katalogu online na stronie dataholz.com).

Testowanie ścian jednopowłokowych:

- Wpływ grubości drewna konstrukcyjnego na izolacyjność od dźwięków powietrznych jest niewielki. Na przykład, w przypadku wentylowanej ściany zewnętrznej, struktury z drewnem konstrukcyjnym o grubości 120 mm i 240 mm różniły się tylko o wartość $DR_w = 3 \text{ dB}$ w znamionowym wskaźniku tłumienia dźwięku.

- W odniesieniu do rozmieszczenia listew podkonstrukcji można wyciągnąć następujące wnioski dla fasad drewnianych:

- Jeśli łąta są przykręcane lub przybijane bezpośrednio do drewna konstrukcyjnego, jak to zwykle ma miejsce ze względów konstrukcyjnych, jest to bardzo niekorzystne pod względem izolacji akustycznej. Przesunięcie listew o 10 cm, tak aby przykręcone były tylko do płyty drewnopochodnej powoduje, że ważony wskaźnik redukcji dźwięku R_w wzrasta o 4 do 5 dB.

- Jeśli łąta jest prostopadła do drewna konstrukcyjnego, ważony wskaźnik redukcji dźwięku R_w poprawia się o 2 do 3 dB.

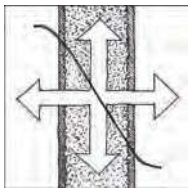
- Jeśli łąta jest oddzielona od drewna konstrukcyjnego paskiem pianki lub taśmą neoprenową, spowoduje to poprawę znamionowego wskaźnika tłumienia dźwięku R_w tylko o 1 dB.

Testowanie ścian z podwójną powłoką:

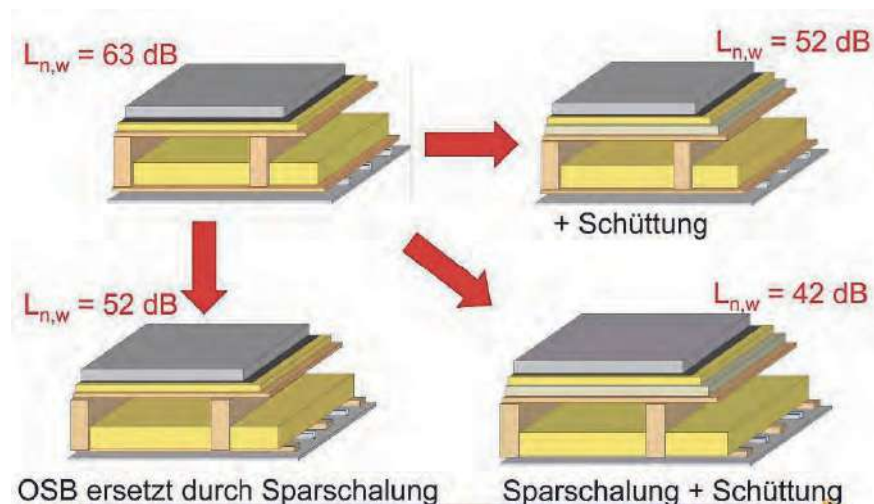
Holzforschung Austria zbadał cztery różne systemy zewnętrznej izolacji termicznej (ETICS), w których jako materiał bazowy zastosowano styropian fasadowy (EPS-F), elastyczny polistyren (EPS-FS), lekkie płyty z wełny drzewnej (WW-PT) i miękkie płyty z włókien drzewnych (WF-PPT_H) mocowane na drewnianych elementach szkieletowych. Wyniki można podsumować w następujący sposób:

- Miękkie włókna drzewne i lekkie panele z wełny drzewnej zapewniają znacznie lepszą wartość izolacyjności akustycznej R_w (w oparciu o jednocyfrowe wskazanie odnotowano poprawę o 6 do 8 dB), niż panele styropianowe.

- W przypadku paneli z EPS-F występują bardzo różne wyniki pomiarów przy tych samych ustawieniach konstrukcyjnych. Powodem jest to, że kluczowe właściwości izolacji akustycznej, takie jak sztywność, nie są kryterium jakości w produkcji paneli elewacyjnych. Pomiary dawały do 10 dB różnicy.



U6-S4: Akustyka



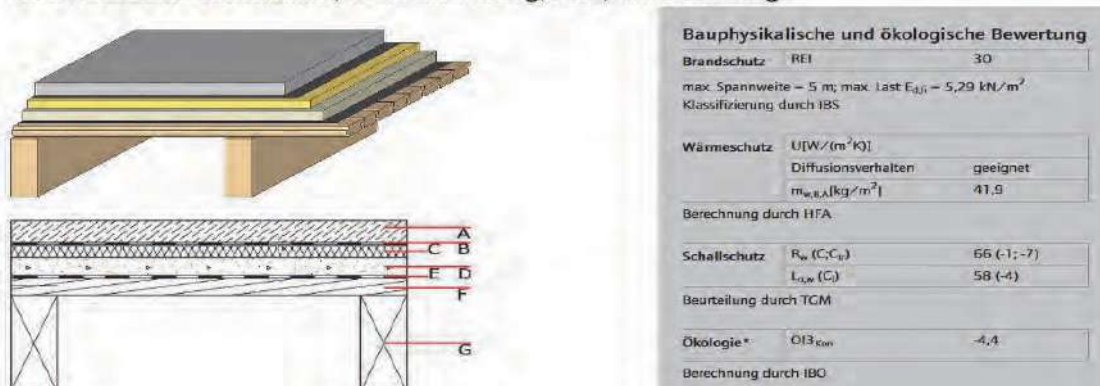
22 Ochrona przed dźwiękiem uderzeniowym: Konstrukcje stropów

W przypadku izolacji od dźwięków uderzeniowych $L_{n,w}$ konstrukcja drewniana znajduje się w niekorzystnej sytuacji ze względu na niską masę w porównaniu z konstrukcjami mineralnymi. Można to skompensować następującymi środkami:

- > Jastrych pływający o dużej masie powierzchniowej
- > Obciążenie konstrukcji za pomocą piasku/żwiru lub ciężkich desek
- > Mocowanie sufitów podwieszanych
- > Izolacja wnek stropów belkowych materiałami izolacyjnymi o otwartych porach

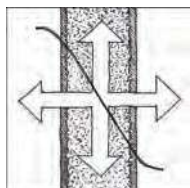
Wnioski z testów przeprowadzonych przez Holzforschung Austria: zabudowy z "zamkniętą skorupą" bez wkładu izolacyjnego mają zasadniczo zmniejszoną izolacyjność od dźwięków powietrznych oraz uderzeniowych. Najlepszą wartość z izolacją wneki osiągnięto w przypadku podsufitki z desek OSB (rys. 1 powyżej). Podobną lub lepszą izolacyjność akustyczną można uzyskać nawet bez sufitu podwieszanego i izolacji wneki (58 dB, patrz ilustracja poniżej) Zobacz: dataholz.com

Geschossdecke - Sichtbalken, ohne Bekleidung, nass, mit Schüttung



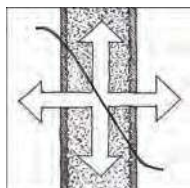
A large bonfire is burning brightly at night. A massive plume of orange and yellow sparks rises vertically from the fire, filling the left side of the frame. The background is a dark, deep blue night sky with the silhouettes of trees visible on the right. The overall scene is dramatic and high-contrast.

OGIEN



U6-S3: Palność i odporność ogniowa

Cele: Palność słomy. Odporność ogniowa elementów budynku. Testy ogniowe, przykłady międzynarodowe i krajowe.		Prowadzący:	
Metody: Wykłady Ćwiczenia Warsztaty		Miejsce: Warsztaty w sali zajęć	
		Czas trwania: 2 godziny	
		Sprzęt: Laptop Projektor Tablica Przygotowane przykłady	
Teoria:	Wykłady, wykresy, prezentacje.	Dokumenty: Arkusze informacyjne: I1 Odporność ogniowa I2 Klasy budynków AT i EU (bezpieczeństwo pożarowe) Arkusze tekstowe: X1 Testy ogniowe X2 Dopuszczenie do użytku X3 Prawo budowlane Powerpoint: Odporność ogniowa - przepisy krajowe i międzynarodowe Wideo: Test ogniowy	
Praktyka:	Spalenie słomy na otwartej przestrzeni i porównanie z formą prasowaną. Poznanie wartości odporności ogniowej dla różnych konstrukcji, które można znaleźć w Internecie, deklaracjach produktów itp. Porównanie różnych przepisów budowlanych dotyczących aspektów odporności ogniowej. Zbadanie przepisów budowlanych dotyczących słomy (niemieckie Strohballenbauregel, francuskie) pod kątem odporności ogniowej i kwestii bezpieczeństwa. Znalezienie przepisów obowiązujących w Twoim kraju dotyczących materiałów stosowanych na budowach.		
Organizacja: Przygotuj przestrzeń roboczą dla uczestników z wystarczającą liczbą miejsc i WiFi. Przygotuj kopie arkuszy tekstowych do testów wielokrotnego wyboru lub udostępnij je online (e-learning). Przygotuj przykłady detali do pracy w grupach i dyskusji.			



U6-S5: Palność i odporność ogniowa

23 Przepisy przeciwpożarowe: w zależności od **klasy budynku**

Klasa odporności ogniowej jest podawana zgodnie z europejskimi klasami REI normy ÖNORM EN 1 3501-2 do obliczania odporności ogniowej komponentów: REI 30, REI 60 i REI 90, każda liczba wskazuje odporność danego elementu na działanie ognia w minutach. "R" jest kryterium nośności ogniowej, "E" szczelności ogniowej, a "I" izolacyjności, a więc przenikania ciepła przez element w przypadku pożaru. W przypadku ścian z kostek słomy REI 30-90 można osiągnąć wyłącznie za pomocą grubości tynku (F 30-B: tynk 8mm po obu stronach, F 90-B, tynk 30mm po obu stronach).

Klasa pożarowa: kostki słomy odpowiadają klasie pożarowej B2 (normalnie palne) lub klasie materiałów budowlanych E, zgodnie z normą DIN EN ISO 11925-2) przy minimalnej gęstości 85 kg/m³.

Przepisy przeciwpożarowe dla budynków klasy 1 (GK1)

Poziom podłogi max. 7m; max. 3 kondygnacje nadziemne; max. 400m² powierzchni całkowitej; 1 mieszkanie lub 1 jednostka; wolnostojące.

W przypadku obiektów GK1 o przeznaczeniu mieszkalnym lub biurowym, całkowicie usunięto klasę odporności ogniowej elementów (z wyjątkiem piwnic, pomieszczeń grzewczych itp.). Wynika to z faktu, że zgodnie z danymi statystycznymi bezpieczeństwo użytkowników takich obiektów nie zależy od odporności ogniowej zastosowanych komponentów, ale od faktu, że są oni na czas ostrzegani. Okoliczność ta została uwzględniona w obowiązkowym wyposażeniu w czujniki dymu (domowe czujniki dymu, alarmy przeciwpożarowe). Będzie to szczególnie przydatne dla konstrukcji drewnianych zgodnie z GK1, a także dla domów szeregowych, które należą do GK2, dla ognioodpornych ścian na terenie lub na granicy placu budowy (ściany przeciwpożarowe) wystarczający jest czas odporności ogniowej 60 min.

GK2: Poziom podłogi max. 7m; maks. 3 kondygnacje nadziemne; max. 400m² powierzchni całkowitej; max. 5 mieszkań lub jednostek; domy szeregowe.

GK3: Poziom podłogi max. 7m; maks. 3 kondygnacje nadziemne; max. 400 m² powierzchni całkowitej; budynki, które nie są GK1 -2.

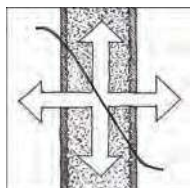
GK4: Poziom podłogi max. 11m; maks. 4 kondygnacje nadziemne; 1 jednostka lub, w przypadku kilku mieszkań lub jednostek, każda max. 400m² powierzchni całkowitej.

Ogólnie rzecz biorąc, należy zauważyć, że odporność ogniowa 60 minut została uznana za wystarczającą dla obiektów GK2 i GK4, czyli do poziomu ewakuacji 11 metrów (oznacza to do czterech kondygnacji naziemnych). W niektórych krajach, gdzie dyrektywy OIB nie zostały jeszcze wdrożone, podano limit trzech kondygnacji naziemnych.

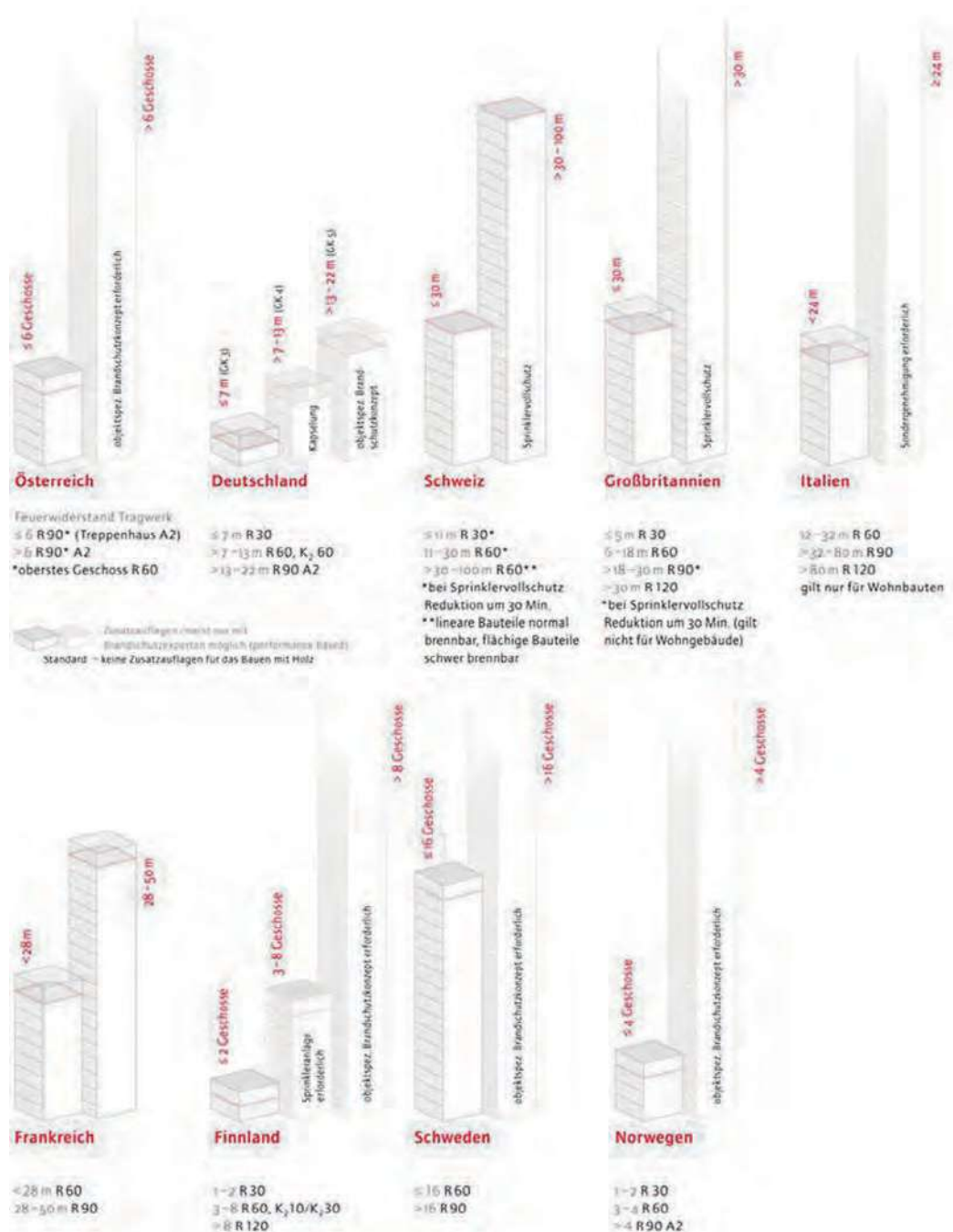
GK5: Poziom podłogi max. 22m; budynki, które nie są GK1 -4; budynki podziemne. Dla obiektów GK5, tj. do granicy wieżowca, najwyższe piętro może być wykonane z odpornością ogniową 60 min. W przypadku projektów budynków o maksymalnie sześciu kondygnacjach nadziemnych, dwie najwyższe kondygnacje mogą być wykonane w klasie F 60, choć wymagana jest klasa 90 min. Należy zauważyć, że klasa odporności ogniowej 90 min może być wymagana dla schodów, dróg ewakuacyjnych, wind, szybów instalacyjnych i podobnych części budynku. Należy to uwzględnić na etapie projektowania.

Tylko w przypadku budynków klasy 5 z więcej niż sześcioma kondygnacjami nadziemnymi, elementy muszą mieć odporność ogniową 90 minut, z wyjątkiem najwyższej kondygnacji, podstawowe elementy nośne muszą być klasy A2 (niepalne, niedymiące, niekapiące). Konstrukcje drewniane w budynkach o więcej niż sześciu kondygnacjach są zatem możliwe tylko przy zastosowaniu dodatkowych środków kompensacyjnych; możliwe jest zastosowanie środków technicznych lub konstrukcyjnych, takich jak automatyczny system gaśniczy (na przykład zraszacz) lub hermetyzacja elementów drewnianych.

Polskie prawo przewiduje inny podział budynków na klasy odporności pożarowej, patrz: Rozporządzenie Ministra w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. [przyp. tłumacza]



U6-S5: Palność i odporność ogniowa

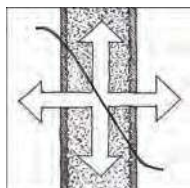


Materialprüfungsanstalt Braunschweig wydał ogólne świadectwo badań inspektoratu budowlanego dla nierozprzestrzeniających ognia i ognioodpornych, izolowanych ścian zewnętrznych. Warstwy tynku glinianego lub wapiennego o grubości 8 mm są wystarczające do uzyskania klasy odporności ogniowej F30-B zgodnie z normą DIN 4102. Przy 10 mm tynku wapiennego po obu stronach można osiągnąć nawet klasę odporności ogniowej F90-B zgodnie z normą DIN 4102. Nawet trzypiętrowe domy wielorodzinne lub budynki biurowe z izolowanymi ścianami z kostek słomy można teraz łatwo zatwierdzić na podstawie tego certyfikatu ogólnego inspektoratu nadzoru budowlanego.

Przepisy obowiązujące w Polsce mogą znacząco różnić się od opisanych [przyp. tłumacza].



MIKROKLIMAT W POMIESZCZENIU

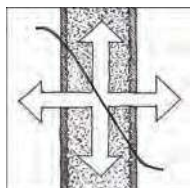


U6-S6: Zdrowie i komfort we wnętrzach

Cele: Komfort termiczny (promieniowanie, temperatura, ruch powietrza). Stan osobistego komfortu termicznego spowodowany aktywnością i ubiorem. Strefa komfortu wilgotności względnej (zima, lato). Znaczenie i zasady ochrony przed zimnem i gorącem zimą i latem. Zdolność śłomy do magazynowania ciepła i wilgoci (cecha poprawiająca komfort życia). Granice dopuszczalnej ilości przeciągu w zależności od temperatury. Lotne związki organiczne w materiałach (VOC, MVOC). Limity wilgotności względnej w pomieszczeniach mające na celu uniknięcie pleśnienia materii organicznej.		Prowadzący: Miejsce: Warsztaty w sali zajęć Czas trwania: 4 godziny Sprzęt: Laptop Projektor Tablica Przygotowane przykłady
Metody: Wykłady Ćwiczenia Warsztat		Dokumenty: Arkusze informacyjne: I1 Zdrowie i komfortowy klimat w pomieszczeniu Powerpoint: Zdrowy tryb życia i klimat w pomieszczeniu
Teoria:	Wykłady, wykresy, prezentacje.	
Praktyka:	Grupy robocze z 3-4 uczestnikami pracujące nad szczegółowymi przykładami. Wyjaśnij środki zapewniające szczelność wybranych detali. Pomiar temperatury powierzchni na różnych powierzchniach. Pomiar wilgotności. Wykrywanie nieszczelności w elementach budynku za pomocą prostych metod. Sprawdzanie jakości szkła w oknach poprzez lustrzane odbicie płomienia.	

Organizacja:

Przygotuj przestrzeń roboczą dla uczestników z wystarczającą liczbą miejsc i WiFi.
Przygotuj kopie arkuszy tekstowych do testów wielokrotnego wyboru lub udostępnij je online (e-learning).
Przygotuj przykłady detali do pracy w grupach i dyskusji.
Znajdź próbki materiałów do rozpoznawania przez kontakt fizyczny (tj. dotykanie materiału o różnej wartości współczynnika λ w tej samej temperaturze (stal, izolacja, drewno, szkło itp.) Przykłady intensywności promieniowania.



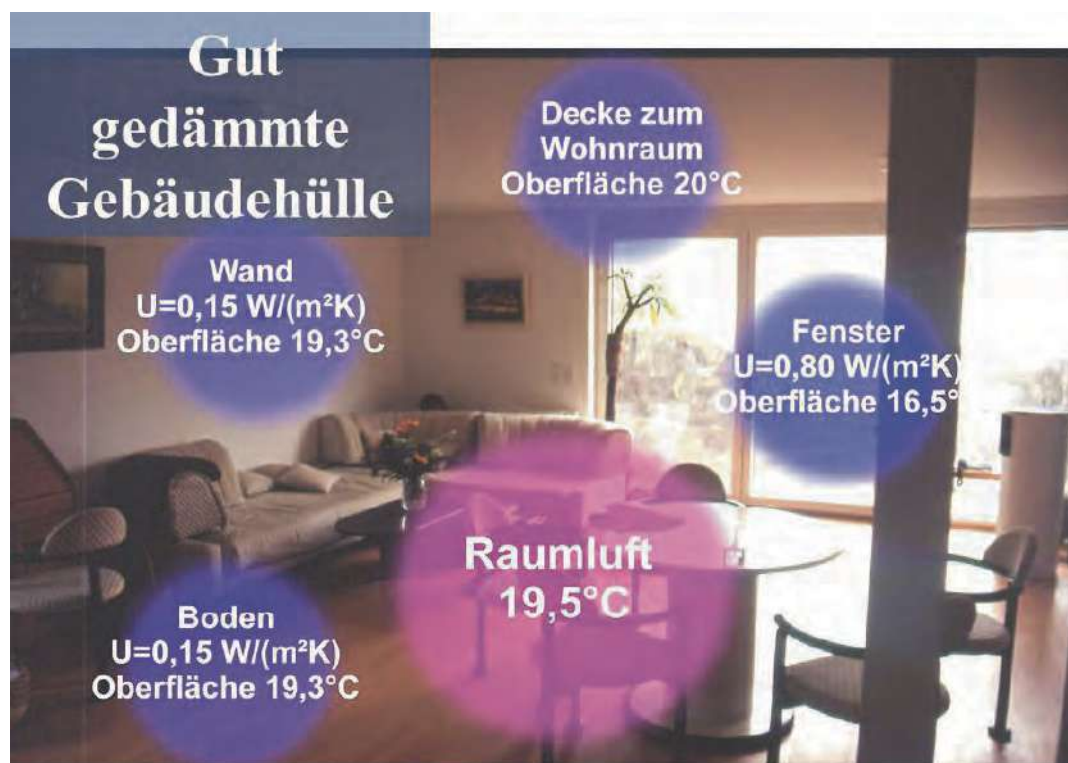
U6-S6: Zdrowie i komfort we wnętrzach

Źle izolowana
powłoka
budynku
Decke zum
Wohnraum =
Dach
pomieszczeń
mieszkalnych
Wand =
Ściana
Oberfläche =
Powierzchnia
Fenster =
Okno
Boden =
Posadzka
Raumluft =
Powietrze w
pomieszczeniu

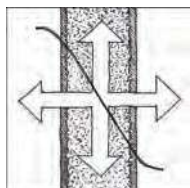


Quelle a.o.Prof. Helmut Krapmeier Energieinstitut Vorarlberg

Dobrze
izolowana
powłoka
budynku



Quelle a.o.Prof. Helmut Krapmeier Energieinstitut Vorarlberg



U6-S6: Zdrowie i komfort we wnętrzach



24 Zdrowy tryb życia i klimat w pomieszczeniu

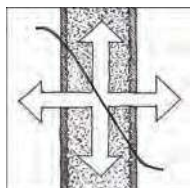
Głównym czynnikiem zapewniającym zdrowy klimat w domach z kostek słomy jest obecność tynku glinianego. Reguluje on zawartość wilgoci w powietrzu, magazynuje ciepło (brak dużych wahań w dzień i w nocy), chłodzi latem poprzez parowanie i jest wolny od szkodliwych gazów, a nawet wiąże zapachy.

Za nasze dobre samopoczucie odpowiada również komfortowa temperatura w pomieszczeniach (dobra izolacja, brak mostków termicznych, dobrze izolowane okna, a także szczelność powłok budynku i jak największe ogrzewanie radiacyjne (niskotemperaturowe), a tym samym zmniejszona konwekcja w pomieszczeniu. Ponadto, dzięki dobremu projektowi (architektura wykorzystująca światło słoneczne), przyczynia się do tego również promieniowanie słoneczne wpadające przez okna (latem należy również zapewnić zacienienie zewnętrzne).

Naturalne materiały budowlane i wykończenia pozwalają uniknąć (toksycznego lub szkodliwego) odgazowywania i ładunków elektrostatycznych (takich jak powierzchnie plastikowe, winyl, laminat, PCV), a paroprzepuszczalne materiały budowlane gwarantują konstrukcje wolne od grzybów i pleśni.

WYDAJNOŚĆ ENERGETYCZNA



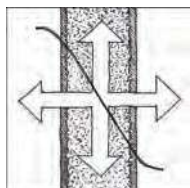


U6-S7: Wydajność energetyczna

Cele: Deklaracja charakterystyki energetycznej i programy do obliczeń. Rozróżnienie między deklaracją energetyczną, zużyciem energii końcowej, zużyciem energii pierwotnej. Korzystanie z alternatywnych programów, takich jak PHPP (program do projektowania budynków pasywnych), w celu dokładniejszego obliczania zużycia energii i projektowania w standardzie domu pasywnego lub o niemal zerowym zużyciu energii oraz projektowania domów o lepszym mikroklimacie wewnętrznym.		Prowadzący:
Metody: Wykłady Ćwiczenia Warsztaty		Miejsce: Warsztaty w sali zajęć Czas trwania: 3 godziny Sprzęt: Laptop Projektor Tablica Przygotowane przykłady
Teoria:	Wykłady, przykłady, wykresy, prezentacje.	Dokumenty: Arkusze informacyjne: I1 Przepustowość energetyczna i programy do obliczeń Arkusze tekstowe: X1 Europejski kodeks energetyczny X2 EED X3 ENEC X4 PHPP X5 klima:aktiv Haus X6 Minergy (CH) Powerpoint: Przepustowość energetyczna i efektywność energetyczna
Praktyka:	Grupy robocze z 3-4 uczestnikami pracujące nad szczegółowymi przykładami. Obliczanie wartości U i sporządzanie wykresu Glasera za pomocą programów komputerowych (www.u-wert.net). Sprawdzanie i rozumienie deklaracji charakterystyki energetycznej. Analiza przykładów obliczeń PHPP (program do projektowania budynków pasywnych), najlepiej w porównaniu ze świadectwem charakterystyki energetycznej tego samego budynku. Znajdowanie darmowego oprogramowania dla EBPD (Dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków). Znajdowanie przepisów krajowych i porównanie ich z celami UE 2020 w zakresie charakterystyki energetycznej budynków. Czego wciąż brakuje w tych celach?	

Organizacja:

- Przygotuj przestrzeń roboczą dla uczestników z wystarczającą liczbą miejsc i WiFi.
- Przygotuj kopie arkuszy tekstowych do testów wielokrotnego wyboru lub udostępni je online (e-learning).
- Przygotuj przykłady detali do pracy w grupach i dyskusji.



U6-S7: Wydajność energetyczna



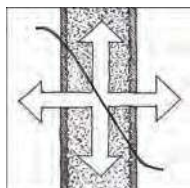
25 Przepustowość energetyczna i efektywność energetyczna

Etykieta efektywności energetycznej określa przypisanie budynku do klasy energetycznej (od A ++ do G). Klasy definiuje się w zależności od całkowitego zapotrzebowania budynku na energię.

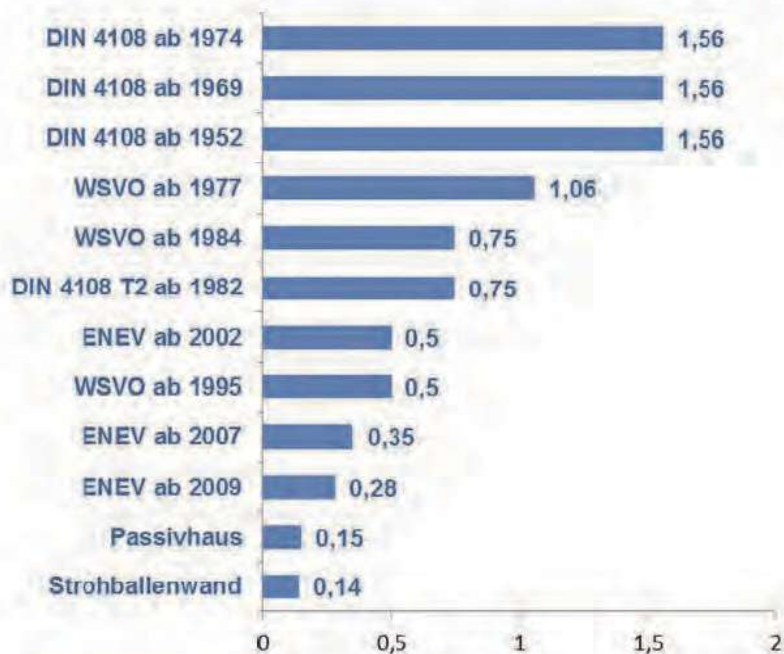
Uwzględniane jest na przykład zapotrzebowanie na energię elektryczną (światło, działanie pomp) oraz gaz, drewno i węgiel, w zależności od systemu ogrzewania.

Podczas tworzenia świadectwa energetycznego brane są pod uwagę następujące elementy: dokładny układ wszystkich komponentów otaczających ogrzewane pomieszczenie (podłoga, sufit, ściany, okna, drzwi), opisywany współczynnikiem przenikania ciepła. Jednocześnie, wszystkim elementom budynku przypisywane są standardowe wartości współczynnika przenikania ciepła U , dzięki czemu uzyskuje się wartości rzeczywiste i referencyjne przegród zewnętrznych. Są one porównywane i prowadzą do przypisania obiektu do klasy energetycznej. Straty ciepła przez te komponenty są podawane w kWh/a. Ta miara oparta na powierzchni użytkowej plus powierzchnia podstawy ściany z wyłączeniem warstwy izolacyjnej, co daje zużycie energii (zapotrzebowanie na ogrzewanie) w kWh/m²a.

Etykieta efektywności energetycznej dostarcza również informacji o najważniejszych parametrach, takich jak zapotrzebowanie na energię pierwotną, emisja CO₂ i całkowity współczynnik efektywności energetycznej budynku (dom jednorodzinny, dom wielorodzinny, szkoła, biurowiec itp.) lub części budynku (mieszkanie, lokal użytkowy).



U6-S7: Wydajność energetyczna



Porównanie kosztów energii

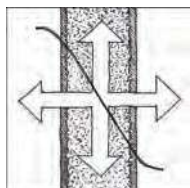
Dom z kostek słomy i masywny budynek według ENEV

	Strohballenhaus mit Grundofen	EnEV-Haus mit Grundofen	Strohballenhaus mit Gasheizung	EnEV-Haus mit Gasheizung
Gebäudewärmebedarf [kW]	6,23	8,00	6,23	8,00
Benötigte Heizenergie [kWh/a]	19592	27399	11611	16283
Primärenergieeinsatz [kWh/a]	6669	8231	20114	25253
Zulässiger Primärenergieeinsatz [kWh/a]	20905	20905	20905	20905
Jährl. Heizkosten [€/a] bei Weichholz 40,- €/rm und Gas 6,5 ct/kWh	906,-	1120,-	1599,-	1990,-
CO ₂ -Emission [kg/a]	832	995	4641	5828

Źródło: lehmfinger.lima-city.de

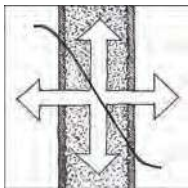


ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ ŚRODOWISKO

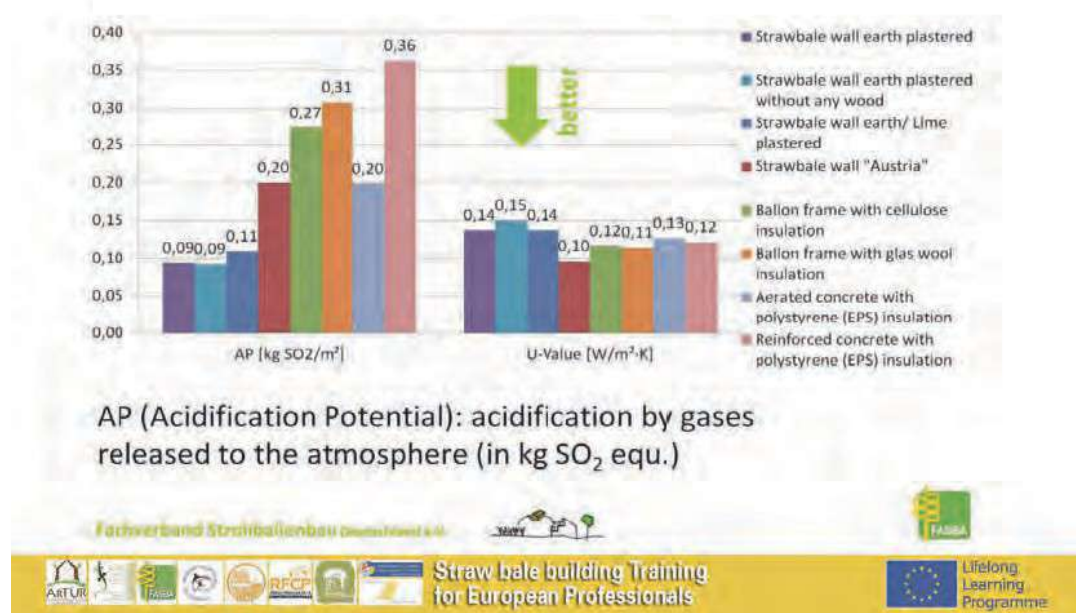
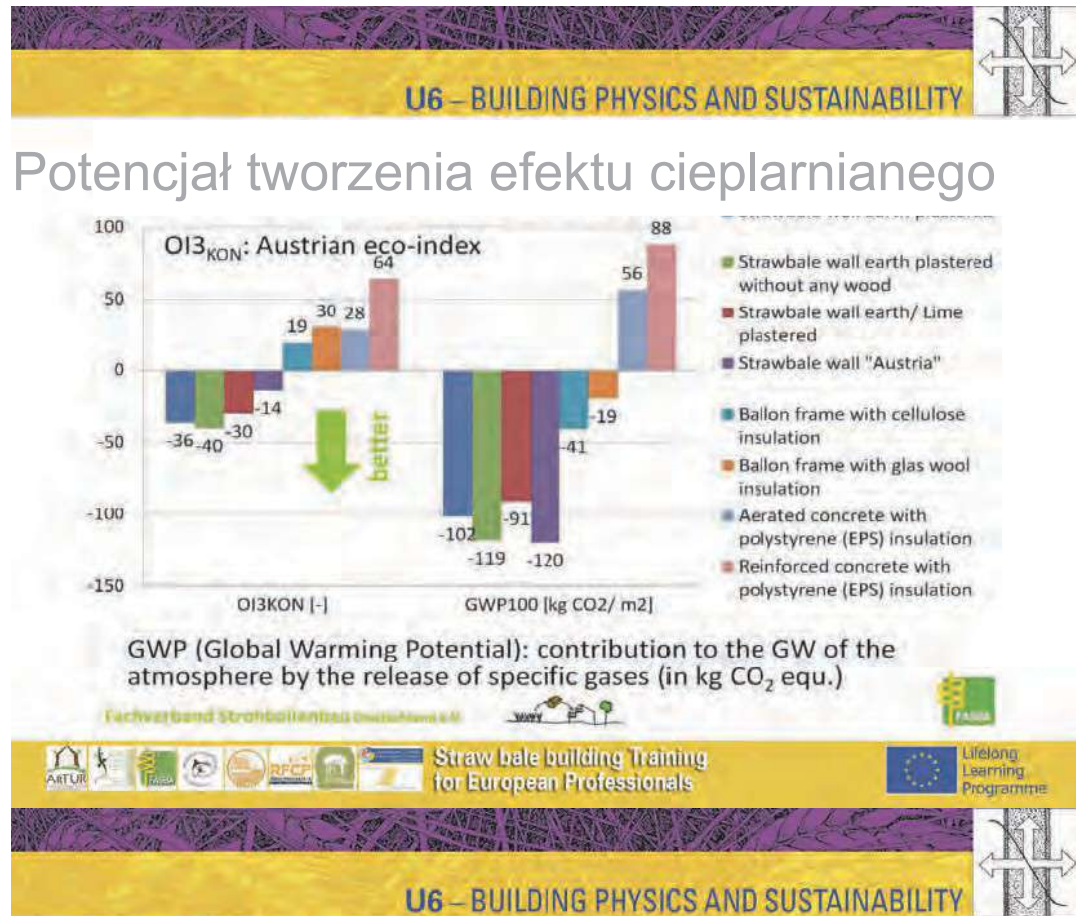


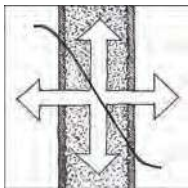
U6-S8: Zrównoważony rozwój środowiskowy

Cele: <p>Zawartość energii wbudowanej i zdolność magazynowania CO₂ słomy w porównaniu z innymi materiałami budowlanymi.</p> <p>Różne sposoby użytkowania gruntów spowodowane różnymi rozwiązaniami w zakresie ruchu drogowego i zużycia energii.</p> <p>Ślad ekologiczny budynków mieszkalnych i ruchu drogowego.</p> <p>Znaczenie wydajności ekologicznej w zglobalizowanym świecie oraz dla klimatu.</p> <p>Porównanie śladu ekologicznego budynku ze słomy z konwencjonalnymi technikami budowlanymi.</p> <p>Zużycie energii i materiałów w procesie budowy.</p> <p>Narzędzia do analizy cyklu życia (np. eco2 soft).</p> Metody: <p>Wykłady</p> <p>Ćwiczenia</p> <p>Warsztat</p>		Prowadzący:
		Miejsce: <p>Warsztaty w sali zajęć</p> Czas trwania: <p>8 godzin</p> Sprzęt: <p>Laptop</p> <p>Projektor</p> <p>Tablica</p> <p>Literatura</p> <p>Przygotowane przykłady</p>
Teoria:	Wykłady, wykresy.	Dokumenty: <p>Arkusze informacyjne:</p> <p>I1 Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego słomy budowlanej/m³</p> <p>I2 www.baubook.info</p> <p>I4 eco2soft LCA , analiza cyklu życia</p> <p>Powerpoint:</p> <p>GWP, UBP i zrównoważony rozwój środowiskowy</p>
Praktyka:	<p>Badania internetowe.</p> <p>Porównanie i ocena PEI różnych metod budowlanych.</p> <p>Obliczenia CO₂ dla różnych substancji.</p> <p>Wybór i ocena materiałów pod kątem ich ekologiczności.</p>	
Organizacja: <p>Przygotuj przestrzeń roboczą dla uczestników z wystarczającą liczbą miejsc i WiFi.</p> <p>Przygotuj kopie arkuszy tekstowych do testów wielokrotnego wyboru lub udostępnij je online (e-learning).</p> <p>Przygotuj przykłady detali do pracy w grupach i dyskusji.</p>		



U6-S8: Zrównoważony rozwój środowiskowy



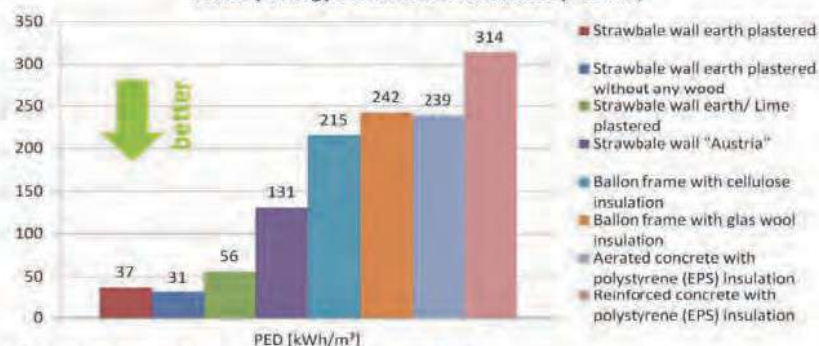


U6-S8: Zrównoważony rozwój środowiskowy

U6 – BUILDING PHYSICS AND SUSTAINABILITY

Zapotrzebowanie na energię pierwotną

Primary Energy Demand non renewable (PED n.r.)



PED (Primary Energy Demand): total amount of non renewable primary energy extracted from the earth (in kWh/m²)

Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V.



Straw bale building Training for European Professionals

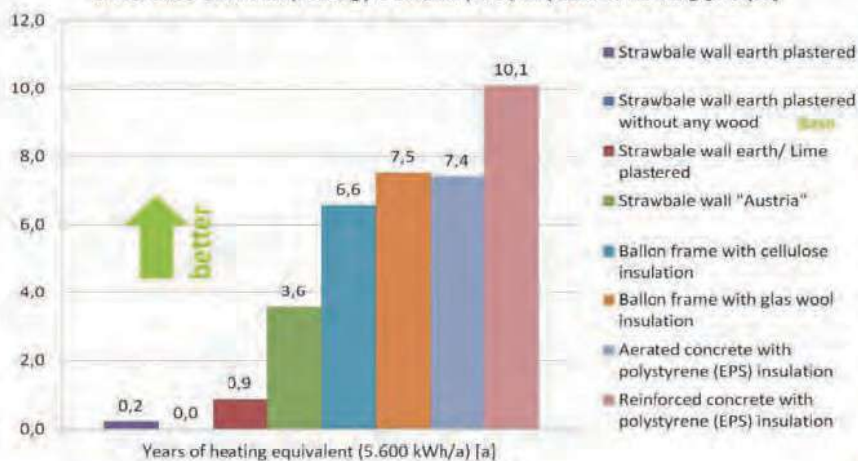


Lifelong Learning Programme

U6 – BUILDING PHYSICS AND SUSTAINABILITY

Różnica EP w latach grzewczych

Difference of Primary Energy Demand (PED) in years of heating [a equ.]



Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V.



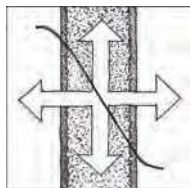
Straw bale building Training for European Professionals



Lifelong Learning Programme

need-based
bedarfsgerecht
in-fill development
Baulückenschließung
congestion
Nachverdichtung
compact
kompakt
healthy & durable
gesund & langlebig
re-use concepts
Wiederverwertungskonzepte
urban
städtisch
renovation
Revitalisierung
passive
passiv
ecological materials
ökologische Materialien
what else?
was noch?

ZRÓWNOWAŻONY
ROZWÓJ
EKONOMIA
I SPOŁECZEŃSTWO

**U6-S9: Zrównoważony rozwój ekonomiczny i społeczny**

Cele: Typy budynków i ich wpływ na różne sposoby użytkowania gruntów. Zapotrzebowania energetyczne budynków oraz systemy ich ogrzewania/chłodzenia generujące różne koszty. Zrównoważona gospodarka i jak wpisują się w nią budynki z kostek słomy. Regionalne, lokalne, społeczne i finansowe aspekty budownictwa z kostek słomy. Koszt społeczny społeczeństw o strukturze liniowej (zabezpieczenie każdej sprawy społecznej przez instytucje lub w systemie komercyjnym zamiast rozwiązań społecznościowych). Czasochłonność utrzymywania domu w stanie nadającym się do użytku. Metody: Wykłady Ćwiczenia Warsztat		Prowadzący: Miejsce: Warsztaty w sali zajęć Czas trwania: 8 godzin Sprzęt: Laptop Projektor Tablica Literatura Przygotowane przykłady
Teoria:	Wykłady, badania.	Dokumenty: Arkusze tekstowe: X1 Pomocna książka: Günther Moewes, "Weder Hütten noch Paläste" Powerpoint: Zrównoważony rozwój
Praktyka:	Poszukiwania informacji w internecie. Warsztat.	
Organizacja: Przygotuj przestrzeń roboczą dla uczestników z wystarczającą liczbą miejsc i WiFi. Przygotuj kopie arkuszy tekstowych do testów wielokrotnego wyboru lub udostępnij je online (e-learning). Przygotuj przykłady detali do pracy w grupach i dyskusji.		

TWOJE LOGO

STEP - Straw-Bale Training for European Professionals
UNIT 6 – Fizyka budowli i zrównoważony rozwój (2017)
Edytor/Teksty/Wskazówki: Herbert Gruber (ASBN)
Współpraca: Helmuth Santler, Viktor Gach BuildStrawPro-Team
(Projekt Erasmus+), z tekstami od: TU Wiedeń, Institut für
Architekturwissenschaften, ProHolz i FASBA (Dirk Scharmer, Burkhard
Rüger).
Projekt i zdjęcia: Herbert Gruber; więcej zdjęć: Pexels,
Ilustracje: Michael Howlett (SBUK)

Niniejszy podręcznik opiera się na
Podręczniku Leonardo - Team
STEP (2015)

