



Bezpieczeństwo użytkowania, szczelność i izolacyjność przegród budynków z zastosowaniem drewna

mgr inż. Marzena Jakimowicz
Instytut Techniki Budowlanej
Zakład Inżynierii Elementów Budowlanych

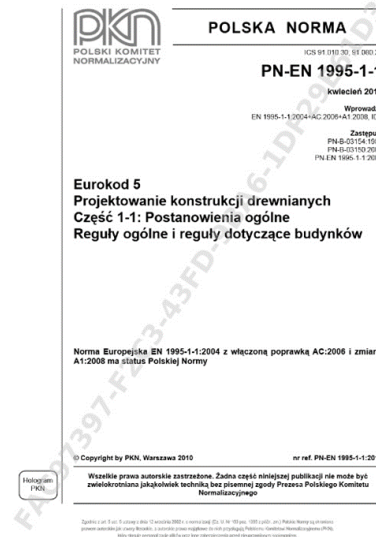
19.05.2025 Seminarium "Drewno - budowlany materiał przyszłości - wyzwania i zagrożenia
Ministerstwo Rozwoju i Technologii

DREWNO – BUDOWLANY MATERIAŁ PRZESZŁOŚCI.....PRZYSZŁOŚCI



Źródło: INTERNET:
https://www.google.com/search?q=przekr%C3%B3j+pnia+drewna&client=firefox-b-e&sca_esv=69251213fe4ae3f6&channel

Przegrody samonośne budynków - elewacje



Źródło: INTERNET: PKN, baza wiedzy ITB

Laboratorium Elementów Budowlanych – m.in. badania
lekkich przegród wewnętrznych i zewnętrznych – szczelność,
wytrzymałość i bezpieczeństwo użytkowania

przegrody@itb.pl

DREWNO – BUDOWLANY MATERIAŁ PRZESZŁOŚCI.....PRZYSZŁOŚCI



Źródło: INTERNET:https://www.google.com/search?client=firefox-b-e&sca_esv=69251213fe4ae3f6&channel=entpr&sxsrf

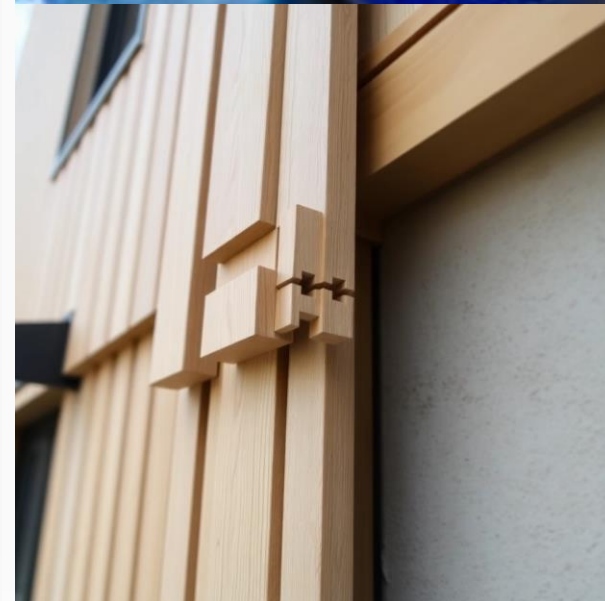
INNOWACJE

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój innowacyjnych zastosowań drewna w przegrodach budowlanych w obszarach:

- ❑ technologii materiałowych,
- ❑ **rozwiązań konstrukcyjnych**

TREND: drewno jako materiał elewacyjny: estetyka, naturalność, odnawialność.

Coraz popularniejsze w nowoczesnej architekturze – budownictwo zrównoważone, pasywne i ekologiczne.



ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE, MATERIAŁOWE

- ❑ Drewno konstrukcyjne lite - technologia tradycyjna (przykład), domy z bali, elementy nośne budynków,
- ❑ Drewno klejone warstwowo (glulam) i CLT (Cross-Laminated Timber),
- ❑ Prefabrykacja i moduły drewniane,
- ❑ Zrównoważone materiały izolacyjne z włókien drzewnych
- ❑ Systemy hybrydowe łączące drewno + inne materiały
- ❑ Zintegrowane technologie – drewno jako nośnik systemów np. instalacji elektrycznych.

INNOWACJE W ZASTOSOWANIU DREWNA W PRZEGRODACH BUDOWLANYCH



DREWNO KLEJONE
WARSTWOWO (GLULAM) I CLT
(Cross-Laminated Timber)



PREFABRYKACJA
I MODUŁY DREWNIANE



ZRÓWNOWAŻONE MATERIAŁY
IZOLACYJNE Z
WŁÓKIEŃ DREWNYCH



SYSTEMY HYBRYDOWE:
DREWNO + INNE MATERIAŁY



ZINTEGROWANE TECHNOLO-
GIE - DREWNO JAKÓŃK
NOSNIK SYSTEMÓW



ESTETYKA I ZDROWIE –
DREWNO JAKO MATERIAŁ
BIOFILICZNY

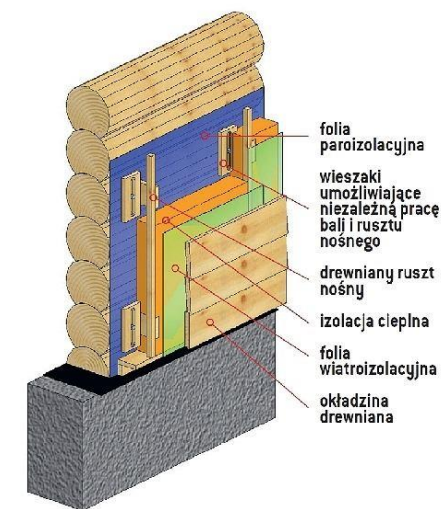
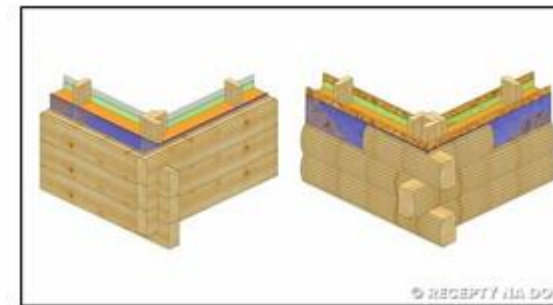
Źródło: Autor+chatGPT

ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE, MATERIAŁOWE - **TRADYCJA**

Domy z bali,

To tradycyjna technologia konstrukcyjna, w której wykorzystywane są różne rodzaje bali:

- pełne okrągłe (bale toczone) – drewno lite strugane cylindrycznie o jednakowej średnicy (konstrukcyjne o wymaganej klasie (C18-C24),
- Prostokątne (bale prostokątne) – drewno lite o przekroju prostokątnym (umożliwia lepsze przyleganie pomiędzy warstwami) o wymaganej klasie j.w.,
- Klejone warstwowo (bale klejone) – sklejone z kilku warstw drewna o przeciwnym układzie słoików.



Przekrój ściany – dom z bali -
przykład

Źródło: INTERNET: Recepty na DOM

https://www.google.com/search?q=przekr%C3%B3j+bala+drewnianego&client=firefox-b-e&sca_esv=69251213fe4ae3f6&channel=entpr&udm=2&biw

ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE, MATERIAŁOWE

Drewno klejone warstwowo (glulam) i CLT (Cross-Laminated Timber),

- Drewno klejone warstwowo to materiał konstrukcyjny powstający przez sklejanie kilku warstw wysuszonego drewna litego, ułożonych równolegle do siebie stosowany jako element nośny: belki, słupy, kratownice i łuki
- CLT to wielowarstwowe płyty z krzyżowo klejonego drewna, stosowane jako ściany, stropy i dachy,

Zalety: duża nośność, , prefabrykacja oraz budowa budynków kilkupiętrowych



DREWNO KLEJONE
WARSTWÓWO (GLULAM) I CLT
(Cross-Laminated Timber)

Źródło: Autor+chatGPT

INNOWACJE-ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE, MATERIAŁOWE



Źródło: Autor+chatGPT

Prefabrykacja i moduły drewniane

- Przegrody wykonywane są jako gotowe elementy w fabryce, tj.: jako ściany z izolacją, stolarką instalacjami, lub z elementów prefabrykowanych składane bezpośrednio na budowie.

Zalety: skrócenie czasu budowy (optymalizacja), przewidywana wyższa jakość wykonania, mniejsze zużycie materiałów i powstawanie mniejszych odpadów.



Źródło: Internet:

<https://www.google.com/https://www.belka-dom.pl/dom-modulowy-a-kontenerowy/>

INNOWACJE – ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE, MATERIAŁOWE

Zrównoważone materiały izolacyjne z włókien drzewnych

- Płyty i maty z włókien drzewnych mają na celu być zamiennikiem tradycyjnej wełny mineralnej.

Zalety: dobra izolacyjność cieplna i akustyczna, paroprzepuszczalność, biodegradowalność.



ZRÓWNOWAŻONE MATERIAŁY
IZOLACYJNE Z
WŁÓKIEN DRZEWNYCH

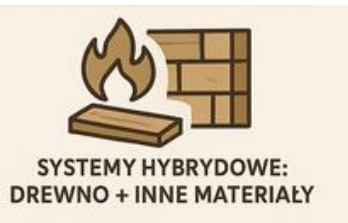
Źródło: Autor+chatGPT



Źródło: Internet:

<https://www.google.com/search?q=materia%C5%82y+izolacyjne+z+w%C5%82%C3%B3kien+drzewnych>

INNOWACJE – ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE, MATERIAŁOWE

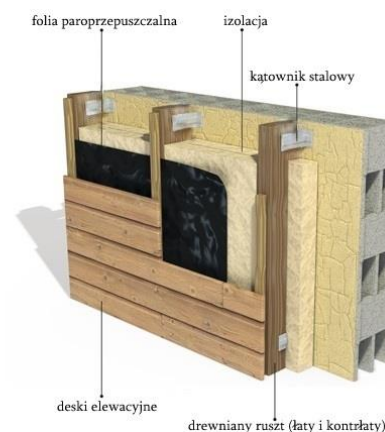


Źródło: Autor+chatGPT

Systemy hybrydowe łączące drewno + inne materiały

- To elementy budowlane (przegrody) łączące drewno z innymi materiałami, np. drewno-beton, drewno-cegła, drewno-stal, drewno-gлина.

Zalety: wykorzystanie zalet obu materiałów, np. bezwładność cieplna betonu + lekkość drewna.



Źródło: Internet:

<https://www.google.com/search?q=Systemy+hybrydowe+%C5%82%C4%85cz%C4%85ce+drewno+%252B+inne+materia%C5%82y%25D%250A&client=firefox>

INNOWACJE – ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE, MATERIAŁOWE

Zintegrowane technologie – drewno jako „nośnik systemów”

- Ściany zintegrowane z instalacjami: HVAC, elektrycznymi oraz z inteligentnymi systemami zarządzania budynkiem (BMS).

Zalety: możliwość prefabrykacji przegród z kanałami instalacyjnymi i sensorami.



Źródło: Autor+chatGPT



Źródło: Internet:

<https://www.google.com/search?q=Zintegrowane+technologie+%E2%80%93+drewno+jako+no%C5%9Bnik+system%C3%B3w+np.+instalacji+elektrycznych&client=firefox>

DREWNO „POWRÓT”JAKO.....

Materiał biofiliczny - ESTETYKA i ZDROWIE w budownictwie

Drewno i materiały drewnopochodne możemy traktować jako materiał biofiliczny, tj.: odpowiada wrodzonej ludzkiej skłonności do kontaktu z NATURĄ

Zalety: wnętrza z odsłoniętym drewnem pozytywnie wpływają na komfort użytkowników pomieszczeń (wilgotność, akustyka, estetyka),

Trend w architekturze: przegrody drewniane i z wykorzystaniem drewna są projektowane w budynkach **edukacyjnych**, biurowych i mieszkalnych jako poprawiające „samopoczucie” i „komfort przebywania”



ESTETYKA I ZDROWIE –
DREWNO JAKO MATERIAŁ
BIOFILICZNY

Źródło: Autor+chatGPT



MATERIAŁY
NATURALNE



FORMY
ORGANICZNE



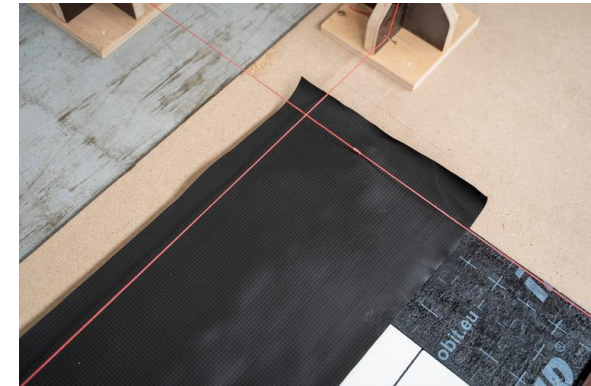
ZRÓŻNICOWANE
FAKTURY I KOLORY

Źródło: Autor+chatGPT

WŁAŚCIWOŚCI EKSPLOATACYJNE PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Elementy budowlane, a w szczególności przegrody zewnętrzne budynków na etapie technologii, projektowania i wykonawstwa muszą charakteryzować się m.in.:

- ☐ **wytrzymałością,**
- ☐ **trwałością,**
- ☐ **szczelnością na powietrze i wodę,**
- ☐ **bezpieczeństwem użytkowania,**
- ☐ **odpowiednią izolacyjnością akustyczną i termiczną,**
- ☐ **bezpieczeństwem ogniowym**



Źródło: Autor+chatGPT

BADANIA LABORATORYJNE W DUŻEJ SKALI SZCZELNOŚCI, WYTRZYMAŁOŚCI I BEZPIECZEŃSTWA UŻYTKOWANIA



**Badania przegród
pochyłych – szczelność
i wytrzymałość**

Źródło: Autor



**Badania przegród
pionowych –
szczelność i
wytrzymałość**

Źródło: Autor



**Badania
bezpieczeństwa
użytkowania
Trwałości użytkowej**

Źródło: Autor

SZCZELNOŚĆ ELEWACJI DREWNIANEJ

TO:

Drewno, które jest wystawione na działanie deszczu, słońca i wiatru, może wymagać dodatkowych zabezpieczeń. Ekstremalne warunki atmosferyczne mogą prowadzić do uszkodzeń, które z czasem wpłyną na szczelność elewacji.

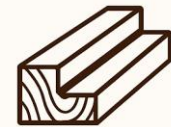
Dzięki odpowiedniemu doborowi drewna, a także starannemu projektowaniu i budowie, można osiągnąć wysoki poziom szczelności elewacji budynków drewnianych, co bezpośrednio wpływa na ich komfort użytkowania oraz efektywność energetyczną. Ocena szczelności budynków, w tym elewacji drewnianych, jest kluczowym elementem w procesie projektowania i utrzymania budynków.

SZCZELNOŚĆ ELEWACJI Z DREWNA

PRZYKŁADOWE UŻYCIE



PRZEKROJE



PROBLEMY



BADANIA



Źródło: Autor+chatGPT

SZCZELNOŚĆ ELEWACJI DREWNIANEJ

TO:

- ❑ zapewnienie trwałości i komfortu użytkowania budynków z zastosowaniem drewna,
- ❑ zapobieganie (ochrona) przed wnikaniem wody opadowej, śniegu, wilgoci i powietrza,
- ❑ ochrona warstw izolacyjnych i konstrukcyjnych przed degradacją biologiczną (grzyby, pleśnie).



Źródło: Autor+chatGPT

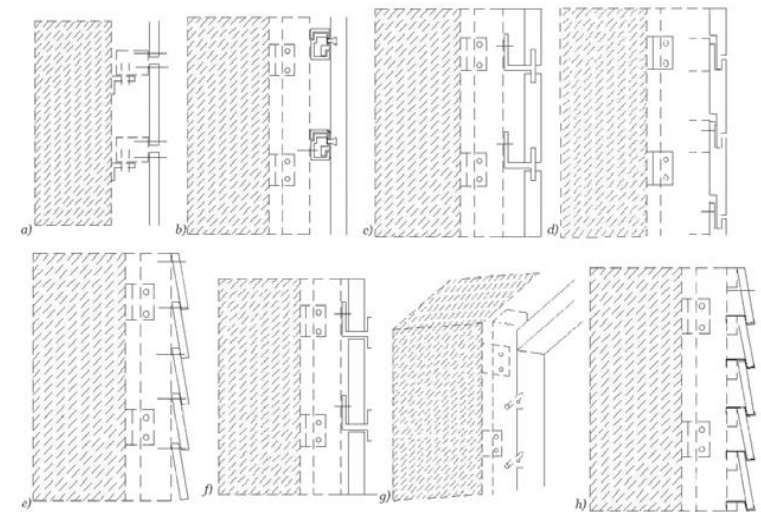
SZCZELNOŚĆ ELEWACJI DREWNIANEJ

ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

Głównie są to systemy elewacyjne wentylowane (elewacje wentylowane), gdzie konieczne jest wykonanie przerwy wentylacyjnej między drewnem a warstwą izolacji cieplnej.

Cyrkulacja powietrza redukuje kondensację pary wodnej.

Szczelność elewacji drewnianych w dużej mierze zależy od jakości i sposobu wykonania połączeń między elementami drewnianymi. Dobrze zaprojektowane i wykonane połączenia mechaniczne (np. na zatrask lub na klin) ograniczają nieszczelności.



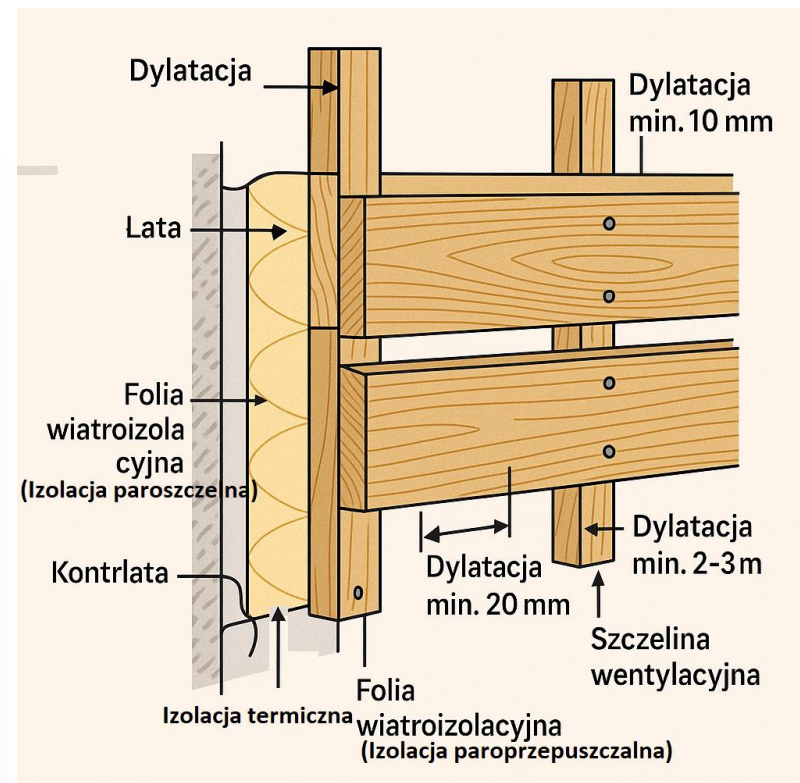
Widok typowej elewacji wentylowanej
- przykłady

SZCZELNOŚĆ ELEWACJI DREWNIANEJ

ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

W projektowaniu i wykonawstwie kluczowym jest:

- dobór odpowiednich podkonstrukcji (listwy startowe, profile dylatacyjne i membran paroprzepuszczalnych,
- zaprojektowanie i zachowanie odpowiednich dylatacji i szczelin wentylacyjnych,
- eliminacja mostków termicznych: używanie taśm rozprężnych, uszczelek, pianek montażowych klasyfikowanych jako „paroszczelne” od wewnątrz i „paroprzepuszczalne” od zewnątrz,
- eliminacja nieszczelności połączeń szczególnie w połączeniach narożnych i wokół okien
- zwiększenie odporności drewna na zacieki i nieszczelności poprzez impregnacje i olejowanie.



Źródło: Autor+chatGPT

Przykład – układ warstw w elewacji z drewna

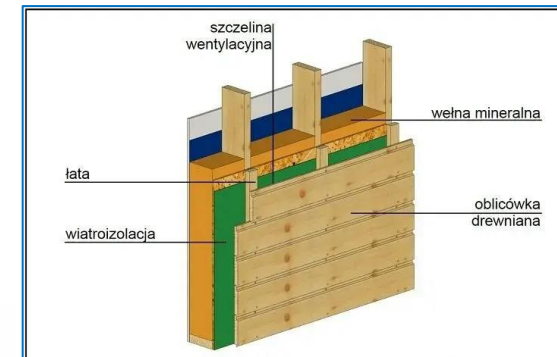
SZCZELNOŚĆ ELEWACJI DREWNIANEJ

ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

- rozwiązania systemowe w postaci elewacji wentylowanej (prefabrykowanej) stanowiącej systemowy zestaw: podkonstrukcja, listwy startowe, izolacja, zewnętrzna okładzina drewniana,
- rozwiązania obiektowe, np.: stosowanie gontów dachowych na elewacje pionowe

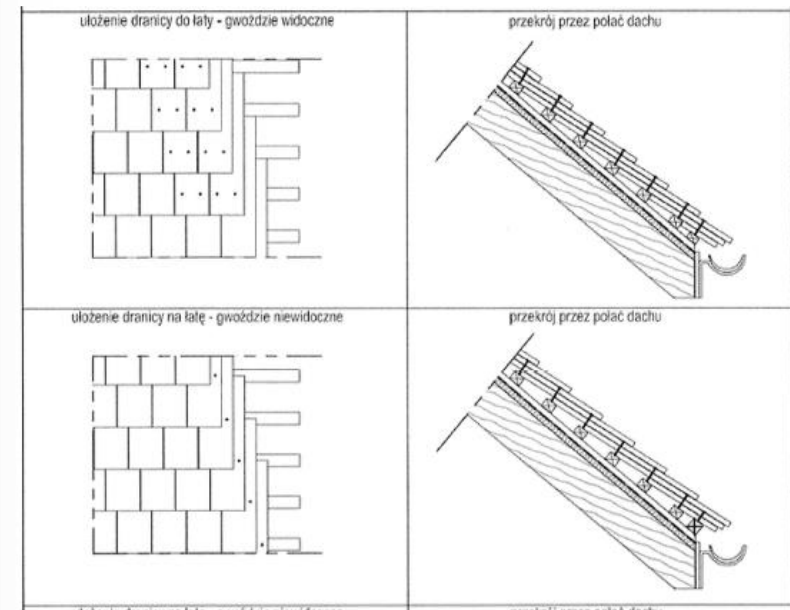


Źródło: A.Policińska-Serwa



Źródło: Autor+chatGPT

Przykład elewacji systemowej



Źródło: Autor+dokumentacja producenta

Przykład gontów

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA POWIETRZE

Metoda badania szczelności na powietrze dla ściany osłonowej (ściany zewnętrznej samonośnej, wypełniającej) – PN-EN 12153:2024 „Ściany osłonowe - Przepuszczalność powietrza - Metoda badania” (wielokrotnie przywołana w EAD –ach).

Jest kluczowym badaniem szczelności na powietrze określającym szczelność całej konstrukcji elewacyjnej. Służy do określenia jaka ilość powietrza przedostaje się ścianę (reprezentatywny fragment), przy różnicy ciśnienia, która symuluje działanie wiatru.

Metoda badania laboratoryjna dedykowana badaniu w laboratorium na modelu badawczym „wielkogabarytowym”



Źródło: Autor+chatGPT



Źródło: Autor

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA POWIETRZE

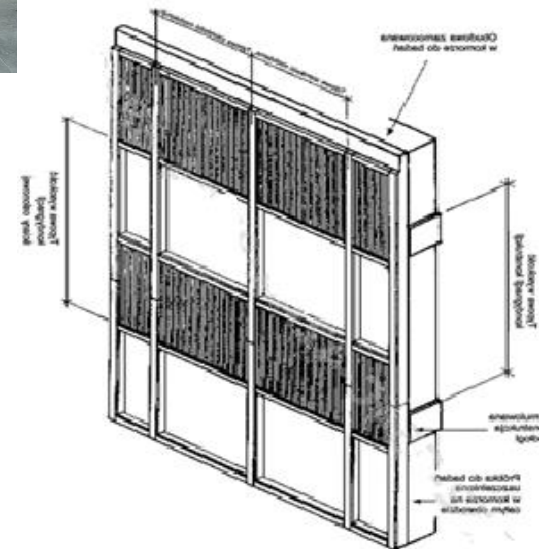
Metoda badania szczelności na powietrze dla ściany osłonowej (ściany zewnętrznej samonośnej, wypełniającej) – PN-EN 12153:2024

Reprezentatywna próbka do badań powinna:

- zawierać co najmniej dwie jednostki typowe,
- zawierać co najmniej jedną typową szczelinę pionową i/lub jeden element ramowy lub zestaw segmentów,
- mieć wysokość równą co najmniej odległości pomiędzy punktami połączenia ściany osłonowej z konstrukcją budowlaną (jeśli dotyczy),
- Wyniki badań podaje się zgodnie z PN-EN 12152:2004
- Wynik badania wyraża klasa (ciśnienie próbne w Pa)



Źródło: Autor



Źródło: Autor+norma PN-EN 12153:2004

Widok typowej elewacji wentylowanej
- przykłady

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA POWIETRZE

Metoda badania szczelności na powietrze dla ściany osłonowej (ściany zewnętrznej samonośnej, wypełniającej) – PN-EN 12153:2024

- Wyniki badań podaje się zgodnie z PN-EN 12152:2024
- Wynik badania wyraża klasa (ciśnienie próbne w Pa)

Klasy przepuszczalności powietrza zgodnie z PN-EN 12152:2024

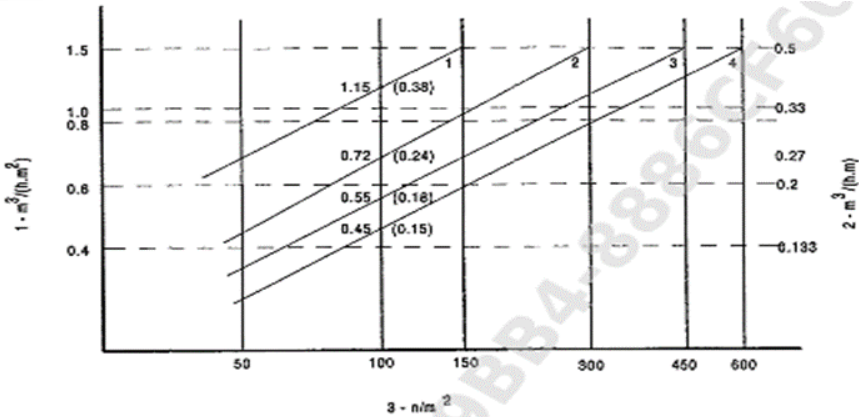
Ciśnienie próbne (Pa)				
A1 (150)	A2 (300)	A3 (450)	A4 (600)	AE (>600)

Tablica 1 – Klasy przepuszczalności powietrza (A) w odniesieniu do powierzchni całkowitej

Ciśnienie maksymalne P_{max} (Pa)	Przepuszczalność powietrza $m^3/m^2 \cdot h$	Klasa
150	1,5	A1
300	1,5	A2
450	1,5	A3
600	1,5	A4
> 600	1,5	AE

Tablica 2 – Klasy przepuszczalności powietrza (A) w odniesieniu do długości szczelin stałych

Ciśnienie maksymalne P_{max} (Pa)	Przepuszczalność powietrza $m^3/m \cdot h$	Klasa
150	0,5	A1
300	0,5	A2
450	0,5	A3
600	0,5	A4
> 600	0,5	AE



Legenda

- 1 Element stały klasyfikowany według powierzchni – $m^3/m^2 \cdot h$
- 2 Element stały klasyfikowany według długości szczeliny – $m^3/m \cdot h$
- 3 Ciśnienie w paskalach (Pa)

Źródło: Autor+norma PN-EN 12152:2004

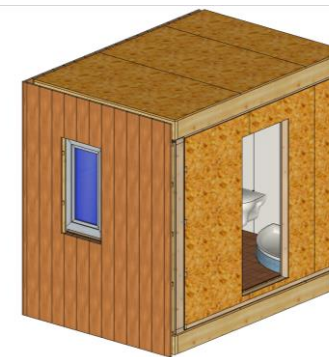
PREFABRYKACJA, BUDYNKI MODUŁOWE

- ❑ Prefabrykacja elementów 2D polega na tym, że elementy domu przygotowywane są w hali produkcyjnej. Po ich wyprodukowaniu są one transportowane do miejsca przeznaczenia.
- ❑ Moduły to fabryczna produkcja elementów przestrzennych 3D (z wykorzystaniem prefabrykowanych elementów 2D), czyli modułów gotowych dostarczanych na budowę.

W obu przypadkach wyroby te są transportowane z fabryki do miejsca przeznaczenia i ich montaż na wcześniej przygotowanych fundamentach.

Rozwój prefabrykacji i budynków modułowych to potrzeba rozwiązań szybkich w realizacji, a jednocześnie elastycznych pod względem formy architektonicznej i funkcjonalnych.

Czy wykonany obiekt ma odpowiednią szczelność na przenikanie powietrza?



Produkcja ściany drewnianego domu

Źródło: INTERNET:

https://www.google.com/search?q=budynki+modu%C5%82owe&client=firefox-b-e&sca_esv=69251213fe4ae3f6&channel

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA POWIETRZE

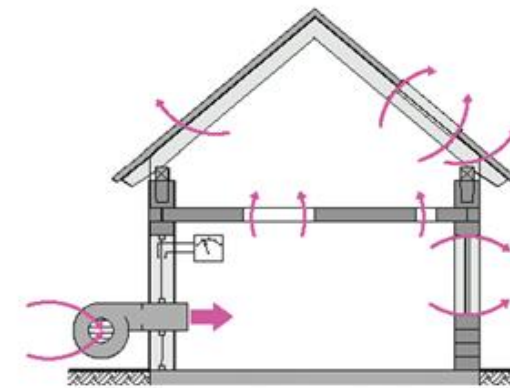
Metoda – Blower Door Test (PN-EN 13829:2002) – (metoda obiektowa):

To test szczelności całego budynku (metoda pomiarowa), która określa, jak dużo powietrza niekontrolowanie ucieka z budynku przez powstałe nieszczelności. Badanie to pozwala na zidentyfikowanie miejsc, w których powietrze przedostaje się do i z budynku, co wpływa na straty ciepła i zwiększone koszty ogrzewania.

Pomiar przepuszczalności powietrza budynku (w tym jego powłoki) określa się, wykorzystując wentylator i pomiar ciśnienia.



Źródło: Autor



Źródło: Autor+google

Przykład badania/nieszczelności
- przykłady

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA POWIETRZE

Metoda – Blower Door Test (PN-EN 13829:2002):

Badanie polega na sztucznym wytworzeniu różnicy ciśnień pomiędzy wnętrzem budynku, a powietrzem zewnętrznym przy pomocy specjalnego wentylatora zamontowanego w drzwiach (stąd nazwa).

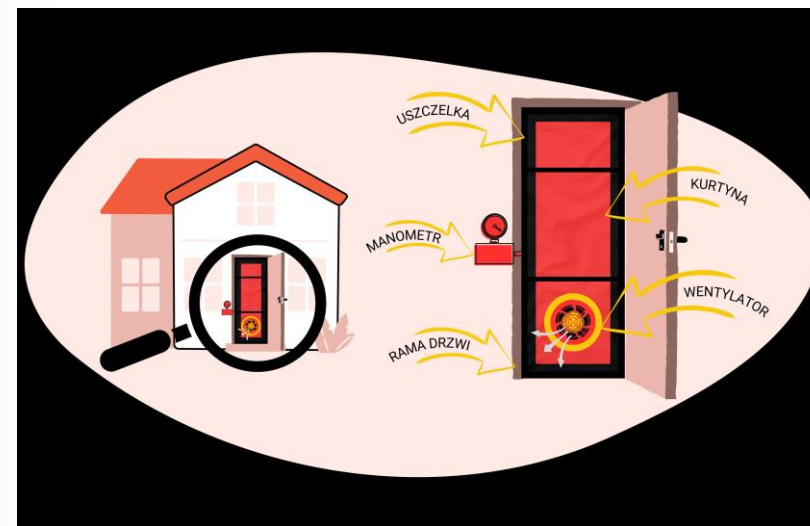
Wentylator obniża (lub podnosi) ciśnienie wewnątrz budynku w stosunku do ciśnienia zewnętrznego.

Następnie mierzy się ilość powietrza, która musi zostać dostarczona lub usunięta z budynku aby utrzymać stałą różnicę ciśnienia 50Pa.

Test Blower Door to kluczowe narzędzie do oceny efektywności energetycznej, komfortu i jakości budynku – zarówno na etapie budowy jaki i po jej zakończeniu.



Źródło: Autor



Źródło: Autor+google

Badanie - przykład

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA WODĘ OPADOWĄ

Metoda – wodoszczelność statyczna wg PN-EN 12155:2004:

Celem badania jest sprawdzenie, czy ściana zewnętrzna/przegroda wytrzymuje działanie wody opadowej, bez jej przecieków do wnętrza pomieszczenia i do wnętrza rozwiązania konstrukcyjnego. Badanie imituje działanie warunków atmosferycznych.

Metoda ta jest przydatna dla przegród prefabrykowanych stanowiących „zestaw wyrobów”.



Źródło: Autor+chatGPT



Źródło: Autor

Badanie - przykład

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA WODĘ OPADOWĄ

Metoda – wodoszczelność statyczna wg PN-EN 12155:

- woda jest natryskiwana równomiernie na zewnętrzną powierzchnię próbki w ilości 2l/m² min,
- do próbki jednocześnie jest przykładane ciśnienie (różnica ciśnień), która symuluje pracę wiatru; przykładane ciśnienia: 0 Pa (czas natrysku 5min),
- Czas natrysku to:



Źródło: Autor+chatGPT

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA WODĘ OPADOWĄ

wodoszczelność statyczna - klasyfikacja

Klasyfikacja przyjmowana jest wg normy PN-EN 12154:2004, jest to określenie maksymalnego ciśnienia powietrza (Pa), przy którym ściana/przegroda pozostaje szczelna – bez przecieków widocznych po wewnętrznej stronie próbki oraz nie przeniknie do rozwiązań konstrukcyjnych (tam gdzie jej nie powinno być).

Klasy oznaczane są RE oraz liczbą oznaczającą maksymalne ciśnienie próbne (Pa).

Klasy przepuszczalności wodoszczelności zgodnie z PN-EN 12154:2004

Ciśnienie próbne (Pa)				
R4 (150Pa)	R5 (300Pa)	R6 (450Pa)	R7 (600Pa)	RExx (x Pa)

x-wartość deklarowana



BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA WODĘ OPADOWĄ

Metoda – wodoszczelność dynamiczna wg PN-EN 13050:2011:

Celem badania jest sprawdzenie, czy ściana zewnętrzna/przegroda wytrzymuje działanie wody opadowej, przy turbulentnym działaniu deszczu.

Na zewnętrzną powierzchnię próbki ściany wypełniającej przykładana się ciągły natrysk wodny i turbulentny przepływ powietrza z ciągłymi impulsami dodatniego ciśnienia powietrza.

Metoda ta jest przydatna dla przegród prefabrykowanych stanowiących „zestaw wyrobów” składanych z segmentów.



Źródło: Autor

Badanie - przykład

BADANIA - SZCZELNOŚĆ NA WODĘ OPADOWĄ

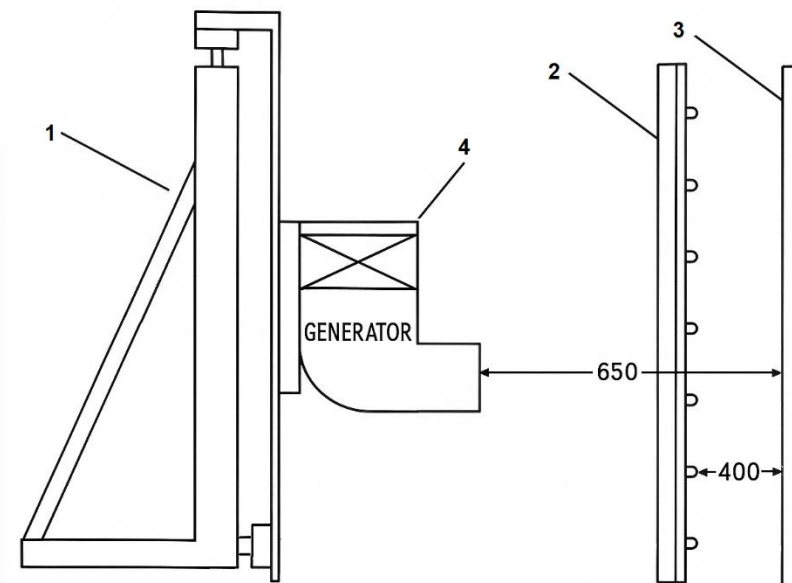
Metoda – wodoszczelność dynamiczna wg PN-EN 13050:2011:

Wynik badania:

- czas od rozpoczęcia natrysku,
- położenie generatora wiatru w momencie zaobserwowania pierwszego przecieku

lub

- brak przecieku dla zadanego poziomu ciśnienia odniesionego do obliczeniowego obc. wiatrem dla wyrobu.



Źródło: Autor

Schemat badania

BADANIA - WYTRZYMAŁOŚCI

Metoda – odporność na obciążenie wiatrem np. wg PN-EN 12179:2004

Celem badania jest sprawdzenie, jak ściana zewnętrzna/przegroda jej konstrukcja i poszczególne elementy wytrzymuje działanie obciążenia wiatrem.

Badanie pozwala określić:

- ☐ ugięcia i przemieszczenia elementów konstrukcyjnych przegrody,
- ☐ nośność czyli odporność na trwałe uszkodzenia,
- ☐ bezpieczeństwo, czyli brak zniszczeń przy dynamicznym uderzeniu wiatrem i podczas powrotu do warunków normalnych.



Źródło: Autor+chatGPT

BADANIA - WYTRZYMAŁOŚCI

**Odporność na obciążenie wiatrem np.
wg PN-EN 12179:2004 – badanie ugięcia czołowego**

Badanie pod charakterystycznym (projektowanym) obciążeniem wiatrem (P1), polega na przyłożeniu kroków ciśnienia – ssania, a następnie parcia o wartości 0,25 wartości deklarowanej i pomiarze przemieszczeń konstrukcji nośnej przegrody.



Źródło: Autor+chatGPT

BADANIA - WYTRZYMAŁOŚCI

Odporność na obciążenie wiatrem np. wg PN-EN 12179:2004 – badanie ugięcia czołowego

- Wynik badania wyraża się w kN/m²
- Maksymalne poziome ugięcie elementów ramy ścian/przegrody nie powinno przekraczać następujących wartości:
- $d \leq \min (L/200; 15 \text{ mm})$, jeśli $L \leq 3000 \text{ mm}$; $d \leq 5 \text{ mm} + L/300$, jeśli $3000 \text{ mm} < L < 7500 \text{ mm}$; $d \leq L/250$, jeśli $L \geq 7500 \text{ mm}$, gdzie: L - odległość mierzona pomiędzy punktami podparcia lub zakotwienia do konstrukcji budynku
- Należy brać również pod uwagę dopuszczalne ugięcia elementów wypełniających



Źródło: Autor+chatGPT

BADANIA - WYTRZYMAŁOŚCI

Odporność na obciążenie wiatrem np. wg PN-EN 12179:2004 – badanie ugięcia czołowego

- Ugięcie czołowe powinno być odkształceniem tylko chwilowym i powinno ustąpić co najmniej w 95% po około 1 h od odjęcia obciążenia
- Przesunięcie czołowe zamocowań elementów konstrukcyjnych ściany wypełniającej do struktury budynku lub innych elementów konstrukcyjnych powinno być ograniczone do mniej niż 1 mm i powinno być dopuszczone jako odkształcenie szczątkowe
- Zaleca się, aby różnica dodatnia pomiędzy przepuszczalnością powietrza mierzoną pod ciśnieniem maksymalnym w pierwszym i drugim badaniu była nie większa niż 0,3 m³/hm² (0,1 m³/hm długości szczeliny) – jeśli dotyczy



Źródło: Autor+chatGPT

BADANIA - WYTRZYMAŁOŚCI

Odporność na obciążenie wiatrem np. wg PN-EN 12179:2004 – badanie bezpieczeństwa

Badanie pod zwiększonym (obliczeniowym) obciążeniem wiatrem (1,5P1):

Zarówno pod zwiększonym obciążeniem dodatnim, jak i ujemnym nie powinno mieć miejsca trwałe uszkodzenie elementów ramowych, elementów wypełniających, elementów otwieranych, okuć ani kotew,

Wypełnienia, listwy przyszybowe, listwy startowe i dekoracyjne oraz elementy śrubowe powinny pozostać dobrze zamocowane a uszczelki nie powinny ulec przemieszczeniu.



Źródło: Autor+chatGPT

BADANIA – BEZPIECZEŃSTWA UŻYTKOWANIA, TRWAŁOŚCI UŻYTKOWEJ

Odporność na uderzenia (EAD, PN-EN 14019:2016)

Badanie odporności na uderzenia ma na celu ocenę, jak dana elewacja/przegroda radzi sobie z mechanicznymi uszkodzeniami spowodowanymi uderzeniami – zarówno przypadkowymi jak i celowymi (nie mówimy tu o aktach wandalizmu).

Badanie ma na celu sprawdzenie do jakich warunków użytkowania dedykowane jest dane rozwiązanie (kategoria użytkowania) oraz czy po uderzeniu zachowuje swoje właściwości użytkowe, estetyczne oraz czy nie stwarza zagrożenia dla użytkowników np. poprzez odpadnięcie elementu.



Źródło: Autor+chatGPT



Źródło: Autor

BADANIA – BEZPIECZEŃSTWA UŻYTKOWANIA, TRWAŁOŚCI UŻYTKOWEJ

Odporność na uderzenia - przykład PN-EN 14019:2016

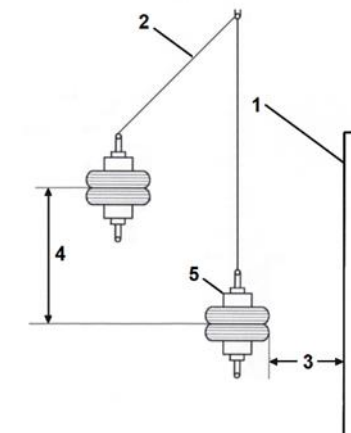
Kryteria oceny klasy uderzenia ściany/przegrody:

- a) elementy składowe nie powinny zostać oderwane i odpaść,
- b) brak otworów,
- c) nie powinny wystąpić pęknięcia,
- d) wszystkie elementy wypełniające powinny pozostać na miejscu i nie opuścić miejsca usytuowania aż do momentu demontażu,
- e) brak odkształceń trwałych.



Źródło: Autor+chatGPT

Źródło: Autor



- 1 - Badany element
- 2 - Zawiesie
- 3 - Odległość pomiędzy ciałem uderzającym a badanym elementem (na podstawie PN EN 12600:2002)
- 4 - Wysokość spadku
- 5 - Ciało uderzające

Źródło: Autor

Badanie odporności na uderzenie - przykład

BADANIA – BEZPIECZEŃSTWA UŻYTKOWANIA, TRWAŁOŚCI UŻYTKOWEJ

Odporność uderzenia – (przykład) wg PN-EN 14019:2016 - klasyfikacja

Wyniki badań podaje się jako klasa w odniesieniu do wysokości spadku ciała uderzającego:

Klasy uderzenia zgodnie z PN-EN 14019:2016-07

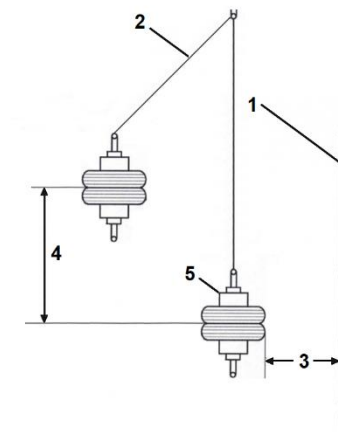
Strona wewnętrzna Wysokość spadania, mm	I0	I1 (200)	I2 (300)	I3 (450)	I4 (700)	I5 (950)
Strona zewnętrzna Wysokość spadania, mm	E0	E1 (200)	E2 (300)	E3 (450)	E4 (700)	E5 (950)



Źródło: Autor



Źródło: Autor+chatGPT



- 1 - Badany element
- 2 - Zawiesie
- 3 - Odległość pomiędzy ciałem uderzającym a badanym elementem (na podstawie PN EN 12600:2002)
- 4 - Wysokość spadku
- 5 - Ciało uderzające

Źródło: Autor

Badanie odporności na uderzenie - przykład

BADANIA – BEZPIECZEŃSTWA UŻYTKOWANIA, TRWAŁOŚCI UŻYTKOWEJ

Odporność uderzenia – klasyfikacja wg EAD (elewacje wentylowane) przykład

Odporność na uderzenie, J	Miejsca zastosowania okładzin			
	Części elewacji znacznie oddalone od poziomu gruntu	Części elewacji niedostępne dla ludzi, rzucanych obiektów	Ograniczony dostęp ludzi, minimalna możliwość uderzeń	Dolne części elewacji, duży ruch ludzi
1 J (ciało twarde)	Brak uszkodzeń	-	-	-
10 J (ciało twarde)	-	Brak uszkodzeń	Brak uszkodzeń	Brak uszkodzeń
10 J (ciało miękkie)	-	-	Brak uszkodzeń	Brak uszkodzeń
60 J (ciało miękkie)	Brak uszkodzeń	Brak uszkodzeń	-	-
300 J (ciało miękkie)	-	-	Brak uszkodzeń	-
400 J (ciało miękkie)	-	-	-	Brak uszkodzeń



Źródło: Autor+chatGPT



Źródło: Autor+INTERNET

https://www.google.com/search?q=elewacje+wentylowane+z+ok%C5%82adzin%C4%85+drewniana&client=firefox-b-e&sca_esv=

przykład – elewacja wentylowana z okładziną z drewna

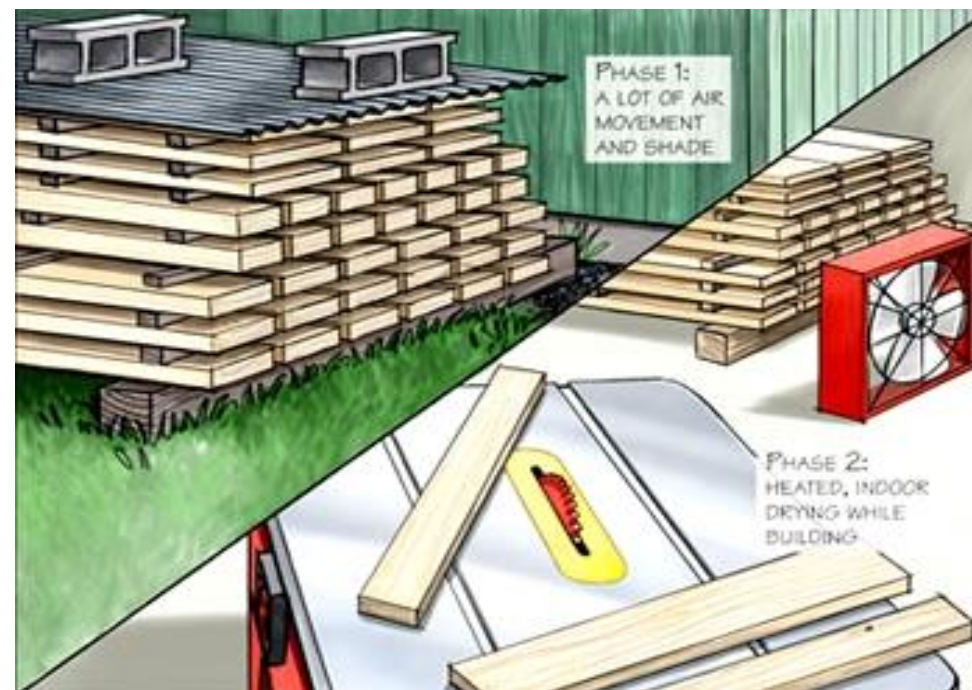
WNIOSKI

- ☐ Drewno jako materiał elewacyjny łączy funkcjonalność i estetykę.
- ☐ Wymaga jednak odpowiedniego projektu, zabezpieczenia i konserwacji.
- ☐ Kluczowe są: jakość materiału, odpowiedni projekt, profesjonalny montaż i zgodność z normami budowlanymi.

oraz

WNIOSKI

❑ Składowanie i przechowywanie



Źródło: Autor+INTERNET

https://www.google.com/search?q=elewacje+wentylowane+z+ok%C5%82adzin%C4%85+drewniana&client=firefox-b-e&sca_esv=

ELEWACJE Z DREWNA – WYOBRAŹNIA WYKONAWCY



Źródło: Autor+INTERNET https://www.google.com/search?q=elewacje+z+drewna+z+ok%C5%82adzin%C4%85+drewniana&client=firefox-b-e&sca_bsg=



Źródło: Autor+INTERNET https://www.google.com/search?q=elewacje+z+drewna+z+ok%C5%82adzin%C4%85+drewniana&client=firefox-b-e&sca_bsg=



Dziękuję za uwagę.



m.jakimowicz@itb.pl
przegrody@itb.pl