

E-book techniczny



Paroizolacja aktywna w domu szkieletowym

Praktyczny poradnik wykonawczy,
materiałowy i projektowy



WYDANIE ROZSZERZONE



Opracował:

Jarosław Grabowski



Domy szkieletowe - porady i dyskusje



Paroizolacja aktywna w domu szkieletowym

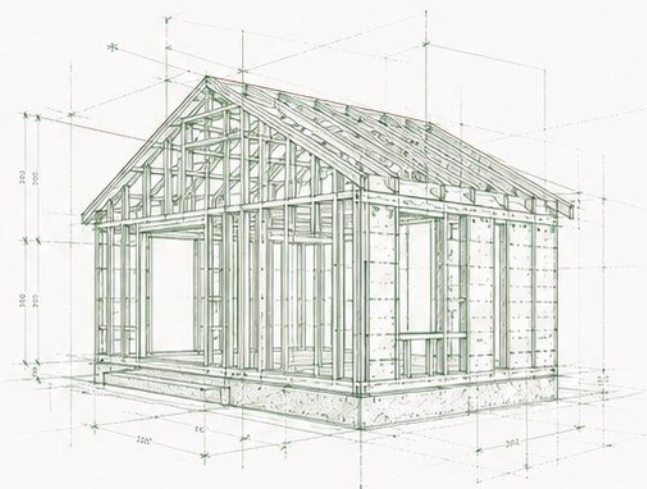
Praktyczny poradnik wykonawczy, materiałowy i projektowy



O publikacji

Ten e-book jest rozszerzonym opracowaniem cyklu materiałów technicznych o paroizolacji aktywnej, przygotowanego dla społeczności Domy szkieletowe - porady i dyskusje.

Celem publikacji jest pokazanie nie tylko teorii, ale przede wszystkim praktycznych rozwiązań wykonawczych, błędów, detali połączeń oraz zasad prawidłowego montażu warstwy szczelnej w domu szkieletowym.



Opracowanie

Opracował: **Jarosław Grabowski**

Grupa: **Domy szkieletowe - porady i dyskusje**

E-mail: **domyszkietoweporady@gmail.com**

Tel.: **+47 47 74 80 19**

Wydanie: **czerwiec 2026**



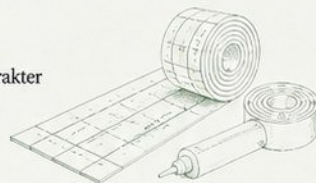
Dla kogo jest ten e-book?

- ✓ dla inwestorów budujących dom szkieletowy
- ✓ dla wykonawców i ekip montażowych
- ✓ dla osób chcących zrozumieć fizykę budowlę w praktyce
- ✓ dla tych, którzy chcą uniknąć kosztownych błędów wykonawczych



Ważna uwaga

Ceny materiałów i przykłady produktów odnoszą się do rynku polskiego i mają charakter orientacyjny. Przed zakupem należy zawsze sprawdzić aktualne karty techniczne, dostępność i ceny.





Zakres e-booka

Publikacja została podzielona na główne moduły techniczne oraz część materiałowo-praktyczną. Docelowo materiał tworzy rozbudowany poradnik o objętości około 90-100 stron.

1		Wprowadzenie - dlaczego ten e-book powstał	4
2		Podstawy fizyki budowli: dyfuzja, konwekcja i punkt rosy	8
3		Dlaczego membrana aktywna, czyli inteligentna, a nie zwykła folia	14
4		Moduł 1 - Paroizolacja aktywna na parterze	20
5		Moduł 2 - Połączenie paroizolacji z hydroizolacją w łazience	28
6		Moduł 3 - Strop, ociep i przejście na poddasze	36
7		Moduł 4 - Ścianka kolankowa, skosy i zasada czerwonego ołówka	46
8		Moduł 5 - Folia PE, folia AL i membrana aktywna - porównanie	56
9		Materiałoznawstwo - membrany, folie i parametry techniczne	66
10		Taśmy, kleje, manszety i akcesoria systemowe	76
11		Zasady montażu - zakłady, klejenie, przejścia i najczęstsze błędy	84
12		Część praktyczna - checklists, dobór materiałów i ceny z rynku polskiego	92
13		Podsumowanie i wnioski końcowe	98



Co znajdziesz w środku?



autorskie schematy i rysunki



praktyczne detale wykonawcze



porównania materiałów



listy kontrolne i najczęstsze błędy



orientacyjne ceny z polskiego rynku



Dlaczego ten e-book powstał

Wokół paroizolacji w domach szkieletowych narosło wiele uproszczeń, błędnych przyzwyczajęń i przypadkowych porad. Ten e-book porządkuje temat i pokazuje go w praktyce — od fizyki budowlanej po detale montażowe.



Wokół paroizolacji panuje chaos.

W internecie krąży wiele sprzecznych opinii, a złe nawyki z tradycyjnego budownictwa wciąż są bezkrytycznie przenoszone do domów szkieletowych. Skutkiem są zawilgocenia, pleśń, niepotrzebne koszty i reklamacje.



Zwykła folia to nie to samo co inteligentna membrana.

Membrany o zmiennym oporze dyfuzyjnym współpracują z przegrodą, pozwalając jej oddychać wtedy, gdy tego potrzebuje. Złe dobranie folii lub jej błędny montaż potrafią poważnie zaburzyć bilans wilgotności.



Inwestorzy i wykonawcy potrzebują rzetelnego przewodnika.

Ten e-book powstał, aby dostarczyć jasnych, sprawdzonych i praktycznych informacji — opartych na fizyce budowlanej, normach i doświadczeniu z setek realizacji.



→ ciągłość warstwy szczelnej
— prowadź bez przerw i mostków



Mniej chaosu

Porządkujemy wiedzę i obalamy najczęstsze mity dotyczące paroizolacji.



Więcej praktyki

Skupiamy się na rozwiązaniach działających w realnych warunkach budowy.



Detale wykonawcze

Pokazujemy, jak prawidłowo łączyć, uszczelniać i kończyć niewralgiczne miejsca.

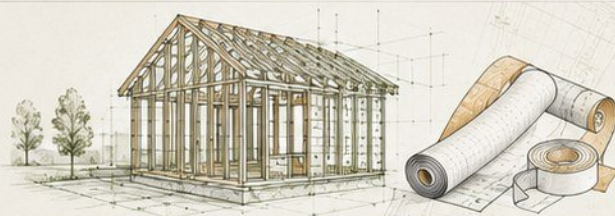


Materiały i ceny

Porównujemy materiały, podpowiadamy, jak dobrać je świadomie i efektywnie kosztowo.

“

Warstwa szczelna musi być ciągła, przemyślana i połączona z innymi elementami budynku.



Skąd bierze się problem?

Błędy związane z paroizolacją rzadko wynikają ze złej woli. Najczęściej biorą się z uproszczeń, braku projektu detalu i przenoszenia przyzwyczajeń z innego rodzaju budownictwa.



Inwestor często słyszy tylko „daj folię”.

Brak wiedzy i jasnych odpowiedzi sprawia, że trudno mu ocenić, czego naprawdę wymagać i na co zwrócić uwagę.



Wykonawca pracuje według przyzwyczajeń.

Jeśli nie ma jasnego projektu detalu i wskazań, wykonuje tak, jak robił to wcześniej – niekoniecznie z uwzględnieniem fizyki budowli.



Brak ciągłości warstwy szczelnej wychodzi dopiero po czasie.

Skutki błędów pojawiają się po miesiącach lub latach – w postaci wilgoci w przegrodach, grzybów, uszkodzeń wykończeń i kosztownych napraw.



projekt



dobór materiału



wykonanie



szczelność



trwałość przegrody

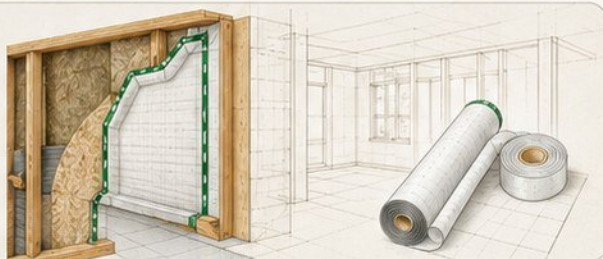


Najczęstsze źródła błędów

- 1 Brak określenia Sd warstwy szczelnej.
- 2 Przypadkowa folia z marketu zamiast produktu dopasowanego do przegrody.
- 3 Złe zakłady i klejenie – taśma zbyt wąska, zły docisk, pośpiech.
- 4 Przerwania przy stropie, w narożach i w łazience.
- 5 Nieszczelne przejścia instalacyjne – brak manszet, taśm uszczelniających i staranności.

“

Sama obecność folii nie oznacza jeszcze poprawnego rozwiązania.



Dlaczego ten e-book jest większy niż cykl PDF?



Darmowe materiały porządkowały temat krok po kroku. Ten e-book idzie dalej — łączy teorię, praktykę wykonawczą, materiałoznawstwo i konkretne narzędzia do pracy na budowie.

Darmowe PDF-y

Podstawowe wyjaśnienia i wprowadzenie do tematu

Pojedyncze detale i przykłady rozwiązań

Ogólne wskazówki i dobre praktyki

Pojedyncze przykłady materiałów

Brak informacji o cenach



Zakres



Rozwiązania



Wskazówki



Materiałoznawstwo



Ceny

E-book rozszerzony

Pełne rozwinięcia, praktyka wykonawcza i narzędzia

Kompleksowe połączenia węzłów i przejść

Listy kontrolne, najczęstsze błędy i jak ich unikać

Rozbudowane porównania, parametry i zastosowania

Orientacyjne ceny z polskiego rynku



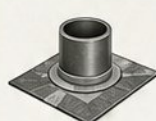
schematy autorskie



detale połączeń



taśmy i kleje



manszety i przejścia



karty techniczne



ceny i checklisty



„Celem nie jest powtórzenie PDF-ów, ale stworzenie praktycznego przewodnika, do którego można wracać podczas projektu i budowy.



Jak korzystać z tego e-booka



Ta publikacja ma pomagać nie tylko w czytaniu, ale przede wszystkim w podejmowaniu lepszych decyzji na etapie projektu, doboru materiałów i wykonania warstwy szczelnej.



Dla inwestora

Czego wymagać i o co pytać

- ✓ Wymagaj warstwy szczelnej ciągłej i potwierdzonej detalami.
- ✓ Pytaj o współczynnik Sd i zgodność materiałów z projektem.
- ✓ Proś o plan montażu i kontrolę ciągłości na budowie.
- ✓ Weryfikuj faktury i karty techniczne materiałów.



Dla wykonawcy

Jak pilnować jakości na budowie

- ✓ Zapewnij ciągłość warstwy szczelnej bez przerw i mostków.
- ✓ Stosuj systemowe taśmy, kleje i manszety zgodnie z detalami.
- ✓ Kontroluj łączenia, naroża, przejścia i połączenia z przegrodami.
- ✓ Dokumentuj wykonanie i poprawki na bieżąco.



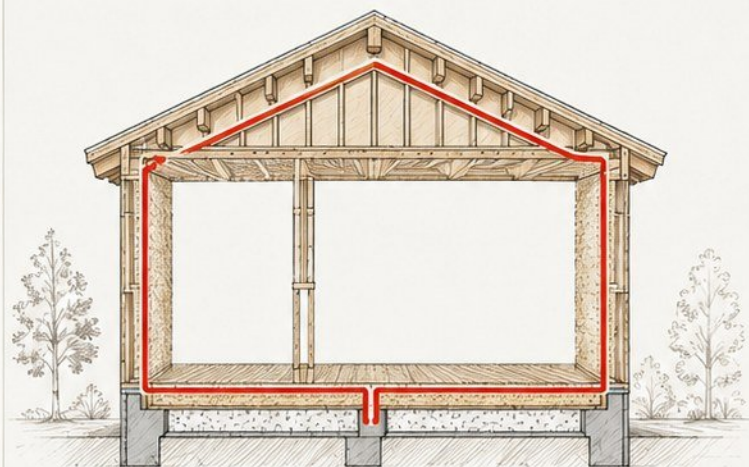
Dla projektanta

Projektuj jasno i systemowo

- ✓ Zakres Sd i układ warstw powinny wynikać z projektu.
- ✓ Detale muszą zapewniać ciągłość warstwy szczelnej.
- ✓ Uwzględnij punkty niewralgiczne i przepusty instalacyjne.
- ✓ Przekaż wykonawcy czytelny projekt i opis technologii.

Zasada czerwonego ołówka

Jedna, nieprzerwana warstwa szczelna – bez przerw i mostków.



Czytaj ten e-book w tej kolejności

-  **Zrozum podstawy**
Poznaj zasady fizyki budowlanej i rolę warstwy szczelnej.
-  **Poznaj detale**
Zobacz rozwiązania i typowe niewralgiczne miejsca.
-  **Dobierz materiały**
Wybierz system i materiały dopasowane do projektu.
-  **Sprawdź montaż**
Stosuj systemowe połączenia i kontroluj jakość.
-  **Zweryfikuj błędy**
Ucz się na typowych błędach i ich skutkach.

“

Najpierw zrozumienie,
potem materiał, na końcu montaż.



Dyfuzja, konwekcja i punkt rosy



Trzy zjawiska, bez których nie da się zrozumieć paroizolacji aktywnej w domu szkieletowym.

Wilgoć w ścianie szkieletowej zachowuje się zgodnie z prawami fizyki. Para wodna przemieszcza się przez materiały (dyfuzja), wilgoć może być przenoszona przez ruch powietrza (konwekcja), a gdy powietrze ochładza się do pewnej temperatury – osiąga punkt rosy i para zaczyna się skraplać. Zrozumienie tych trzech zjawisk to podstawa projektowania i bezpiecznego wykonania warstw ściany.



1. Dyfuzja

Powolne przenikanie pary wodnej przez materiały w wyniku różnicy ciśnień cząstkowych pary p_v po obu stronach przegrody. Zależy od współczynnika oporu dyfuzyjnego S_d oraz układu warstw.



2. Konwekcja

Transport wilgoci razem z poruszającym się powietrzem przez nieszczelności, szczeliny i przeloty instalacyjne. Nawet niewielkie nieszczelności mogą przenieść wielokrotnie więcej wilgoci niż dyfuzja. Zwykle jest groźniejsza niż dyfuzja.



3. Punkt rosy

Temperatura, w której powietrze o określonej zawartości pary wodnej osiąga 100% wilgotności względnej ($RH = 100\%$) i para wodna zaczyna się skraplać w postaci wody. Kondensacja w przegrodzie to ryzyko zawilgocenia.

STRONA CIEPŁA (WNĘTRZE)



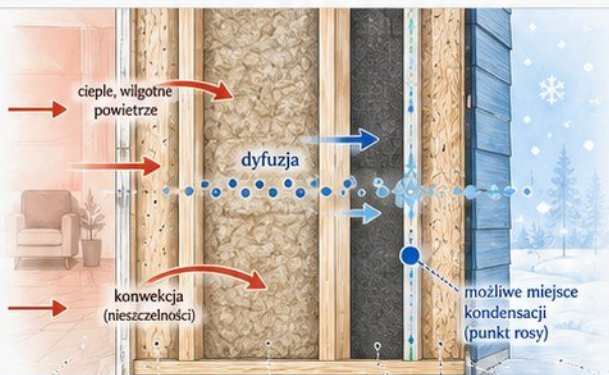
Wyższa temperatura i większa zawartość pary wodnej w powietrzu.



Para wodna migruje przez przegrody (dyfuzja).



Nieszczelności przenoszą ciepłe, wilgotne powietrze na zewnątrz (konwekcja).



STRONA ZIMNA (ZEWNĄTRZ)



Niższa temperatura i niższa zawartość pary wodnej w powietrzu.



W miejscu osiągnięcia punktu rosy para wodna ulega skropleniu.



Skroplona woda może gromadzić się w izolacji i elementach konstrukcji.

Dlaczego to jest ważne?



Ryzyko zawilgocenia

Nieprawidłowy przepływ wilgoci może prowadzić do akumulacji wody w przegrodzie.



Pleśń i grzyby

Wilgotne materiały organiczne to idealne środowisko dla rozwoju pleśni i grzybów.



Utrata skuteczności izolacji

Mokra izolacja traci swoje właściwości cieplne, co zwiększa koszty ogrzewania.



Kosztowne naprawy

Usunięcie zawilgoconych warstw, osuszenie i naprawa konstrukcji to wysokie koszty i czas.

Główne codzienne źródła pary wodnej w domu



Mieszkańcy
2-4 l/dzień
na osobę



Prysznic / kąpiel
1-2 l
na kąpiel



Gotowanie
0,5-1,5 l/dzień



Pranie / suszenie
1-3 l
na cykl prania

“

Najpierw trzeba zrozumieć fizykę wilgoci, dopiero potem wybierać folię i sposób montażu.



Dyfuzja pary wodnej przez przegrodę



Ruch wilgoci przez materiały jest powolny, ale ciągły — i zależy od różnicy p_v oraz oporu dyfuzyjnego warstw.

Dyfuzja to migracja pary wodnej przez przegrodę z miejsca o wyższym ciśnieniu cząstkowym pary wodnej p_v do miejsca o niższym p_v .

To proces fizyczny, naturalny i nieunikniony. Nie oznacza nieszczelności ani przeciągów — to nie jest konwekcja.

Każda warstwa stawia pewien opór dyfuzyjny. Im większy ten opór, tym wolniej para przechodzi dalej.

WZÓR NA OPÓR DYFUZYJNY

$$S_d = \mu \times d$$

S_d — równoważna grubość warstwy powietrza dyfuzyjnego [m]
 μ — współczynnik oporu dyfuzyjnego [-]
 d — grubość warstwy [m]

INTERPRETACJA



Im większe S_d [m], tym większy opór dyfuzyjny warstwy.

JAK PARY WODNA DYFUNDUJE PRZESZCZĄDZĄ PRZEGRODĘ

Kolejne warstwy stawiają różny opór — para przechodzi powoli dalej.



JAK CZYTAĆ OPÓR DYFUZYJNY?

Orientacyjne przykłady dla często stosowanych materiałów.

materiał	grubość d	μ	S_d [m]
płyta g-k	12,5 mm	≈ 10	$\approx 0,13$
drewno lite (sosna)	24 mm	≈ 40	$\approx 0,96$
OSB/3	15 mm	$\approx 100-200$	$\approx 1,5-3,0$
membrana wysokoparoprzepuszczalna (np. wiatroizolacyjna)		$\approx 40-200$	$\approx 0,02-0,10$

Uwaga: wartości są orientacyjne i zależą od producenta, gęstości, wilgotności i temperatury.

DYFUZJA TO NIE TO SAMO CO KONWEKCJA



Dyfuzja — przepływ przez materiał z powodu różnicy ciśnień parcyjnych p_v . Jest powolna, równomierna i zależna od S_d warstw.



Konwekcja — przenoszenie wilgoci przez ruch powietrza (przeciągi, nieszczelności). Może przenieść setki a nawet tysiące razy więcej wilgoci niż dyfuzja!



CO Z TEGO WYNIKA DLA PROJEKTU?

1



Układ warstw ma znaczenie. Odpowiednie rozmieszczenie warstw o różnym S_d zapewnia bezpieczny kierunek wysychania.

2



Nie każda folia jest taka sama. Folia PE ma bardzo duże S_d , a membrany wiatroizolacyjne — bardzo małe.

3



Trzeba patrzeć na S_d całej przegrody. Decyduje suma oporów i ich kolejność, nie pojedyncza warstwa.

4



Sama taśma nie zastąpi poprawnego projektu. Uszczelnienia są ważne, ale nie zmieniają fizyki materiałów.

DOBRE PRAKTYKI

✓

Stosuj warstwy o odpowiednim S_d i w właściwej kolejności.

✓

Zapewnij możliwość wysychania w kierunku na zewnątrz.

✓

Unikaj materiałów o bardzo dużym S_d po stronie zimnej przegrody.

✓

Sprawdź karty techniczne — wartości S_d mogą się różnić nawet kilkukrotnie między produktami.

✓

Projektuj, jakby wilgoć kiedyś i tak się pojawiła.

⚠

Błąd w układzie warstw = ryzyko kondensacji i zawilgocenia.

66

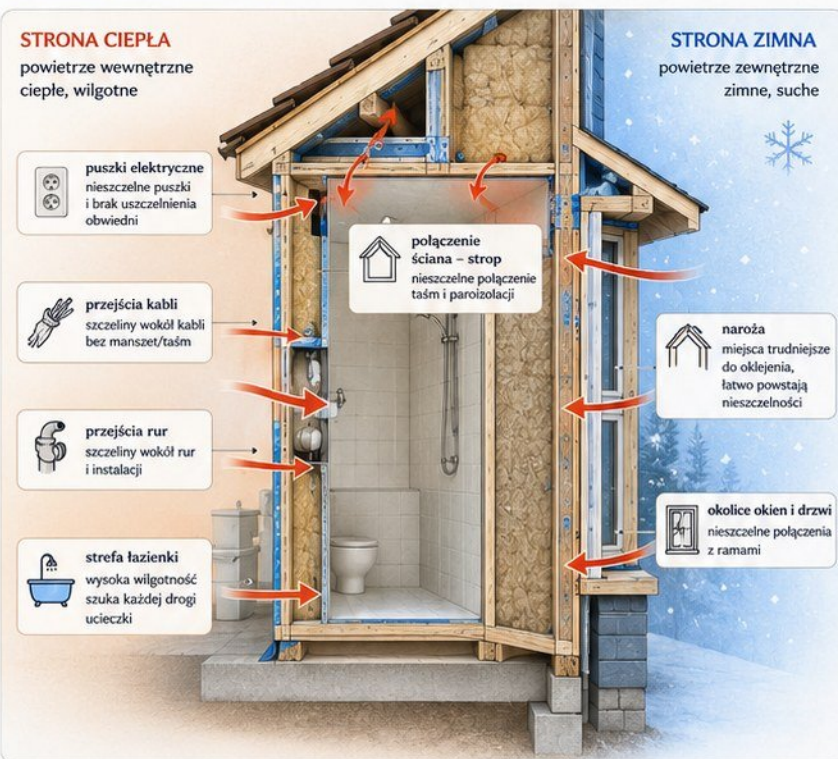
Dyfuzji nie da się „wyłączyć” — można ją jedynie świadomie kontrolować przez dobór warstw.



Konwekcja i szczelność

To właśnie ruch powietrza przez szczeliny potrafi przenieść do przegrody najwięcej wilgoci.

Konwekcja to transport ciepła i wilgoci razem z poruszającym się powietrzem. Nawet bardzo mała nieszczelność może zachowywać się jak rurka – stale wciągać ciepłe, wilgotne powietrze z wnętrza i wtłaczać je w przegrodę. Skutkiem jest szybkie zawilgocenie izolacji, drewna i okładzin, często bez widocznych śladów wewnątrz. Dlatego szczelność powietrzna jest jednym z najważniejszych elementów bezpiecznego domu szkieletowego.



STRONA CIEPŁA

powietrze wewnętrzne
ciepłe, wilgotne

STRONA ZIMNA

powietrze zewnętrzne
zimne, suche

puszki elektryczne
nieszczelne puszki
i brak uszczelnienia
obwiedni

przejścia kabli
szczeliny wokół kabli
bez manszet/taśm

przejścia rur
szczeliny wokół rur
i instalacji

strefa łazienki
wysoka wilgotność
szuka każdej drogi
ucieczki

połączenie
ściana – strop
nieszczelne połączenie
taśm i paroizolacji

naroża
miejsc trudniejsze
do oklejenia,
łatwo powstają
nieszczelności

okolice okien i drzwi
nieszczelne połączenia
z ramami

Najczęstsze miejsca nieszczelności



Przejścia kabli

wokół pojedynczych kabli
i wiązek – bez manszet
i taśm uszczelniających.



Przejścia rur

instalacje wodne, CO,
kanalizacja, wentylacja –
każde przejście przez folię.



Puszki elektryczne

nieszczelne puszki,
uszczelnienia za puszką.
brak obwiedni.



Połączenie ściana-strop

szczelina między ścianą
a stropem, źle docięnięte
lub nieciągnięte taśmy.



Naroża

wewnętrzne i zewnętrzne –
trudne detale, łatwo o mostek
i nieszczelność.



Okna i drzwi

nieszczelności między ościeżnicą
a konstrukcją, brak taśm
wewnętrznych.



Połączenie z hydroizolacją łazienki

przejście z paroizolacji do folii
w strefie mokrej musi być
szczelne i ciągłe.

Dlaczego konwekcja jest groźniejsza od dyfuzji?



Szybki transport wilgoci

Ruch powietrza przenosi wilgoć setki razy szybciej niż
dyfuzja pary – w krótkim czasie dostarcza jej duże ilości.



Lokalne zawilgocenie

Wilgoć koncentruje się w miejscach nieszczelności,
powodując gwałtowne wzrosty wilgotności
i kondensacji.



Ukryte szkody

Wilgoć trafia do wnętrza przegrody i pozostaje
niewidoczna, prowadząc do degradacji drewna,
izolacji i okładzin.



Trudna diagnostyka

Nieszczelności są często niewidoczne gołym okiem
– wymagają testów, dymu lub termowizji.

Jak temu zapobiegać?



1

Ciągła warstwa szczelna
Projektuj i wykonuj obwiednię powietrzną
jako nieprzerwaną warstwę.



2

Systemowe taśmy i kleje
Używaj sprawdzonych systemów producenta –
taśmy, kleje i grunty do danej folii.



3

Manszety do przejść
Stosuj manszety i kołnierze do kabli, rur
i przewodów wentylacyjnych.



4

Kontrola zakładów i docisku
Zachowaj wymagane zakłady i dokładnie
dociśnij taśmy – rolką, listwą dociskową.



5

Napraw każdą perforację
Każda dziura, nacięcie czy pęknięcie folii
to potencjalna nieszczelność.



6

Dokumentacja i test szczelności
Wykonaj test szczelności (Blower Door) –
zwyfikuj efekt i zapisz wynik.

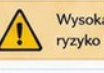
Co pokazuje test Blower Door?



Test Blower Door mierzy
szczelność budynku
i pokazuje, ile powietrza
ucieka przy różnicy ciśnień
50 Pa. Wynik podawany
jest jako **n50 [1/h]** –
liczba wymian powietrza
na godzinę.



Im niższy n50, tym szczelniejszy budynek.
Dla domów szkieletowych typowe wartości
to 0,6–1,5 1/h dla nowych budynków
i < 1,0 1/h jako cel dobrej praktyki.



Wysoka wartość n50 = duże straty ciepła,
ryzyko kondensacji i zawilgocenia przegród.

“

*Nie wystarczy mieć folię – trzeba jeszcze dopilnować,
żeby powietrze nie omijało jej bokiem.*



Wilgotność względna i punkt rosy



Skraplanie zaczyna się wtedy, gdy powietrze nie może już utrzymać tej samej ilości pary wodnej.

Wilgotność względna ϕ [%] mówi, jak blisko powietrze jest nasycenia parą wodną w danej temperaturze.

Wilgotność bezwzględna (zawartość pary) [g/m³] to rzeczywista ilość pary wodnej w 1 m³ powietrza.

Punkt rosy to temperatura, do której trzeba ochłodzić powietrze (przy stałej zawartości pary), aby osiągnęło stan nasycenia ($\phi = 100\%$) i zaczęło się **skraplanie**.

Jak zmienia się maksymalna zdolność powietrza do utrzymania pary wodnej (przy 100% wilgotności względnej)

Temperatura powietrza	Maksymalna zawartość pary przy 100% RH	Porównanie do 20°C / 100% RH
20°C	17,3 g/m ³	100%
20°C (50% RH)	8,7 g/m ³	50%
10°C	9,4 g/m ³	54%
5°C	6,8 g/m ³	39%
-5°C	3,4 g/m ³	20%

Wartości w przybliżeniu. Rzeczywiste zależą od ciśnienia atmosferycznego.



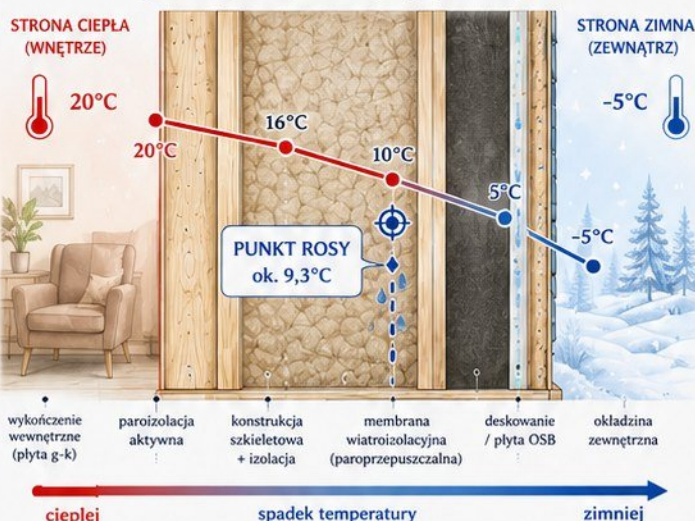
Przykład

- 1 Powietrze w pomieszczeniu ma 20°C i $\phi = 50\%$. Zawiera ok. 8,7 g/m³ pary wodnej.
- 2 Punkt rosy (temperatura, przy której $\phi = 100\%$) to ok. 9,3°C.
- 3 Po ochłodzeniu powietrza do 5°C może ono utrzymać tylko ok. 6,8 g/m³ pary wodnej.
- 4 Różnica (ok. 1,9 g/m³) to nadmiar, który – przy braku możliwości odparowania – może się wykroplić.

To uproszczony model edukacyjny. W praktyce decydują również przepływ pary wodnej, warstwy materiałów i ich opory dyfuzyjne (Sd).

Gdzie może wystąpić punkt rosy w przegrodzie?

Spadek temperatury od strony ciepłej do zimnej.



Czego ten przykład NIE oznacza?

- Nie całe powietrze z pomieszczenia przedostaje się do przegrody.
- Rzeczywisty przepływ pary wodnej jest ograniczony oporem dyfuzyjnym warstw (Sd) i szczelnością powietrzną.
- Punkt rosy może wystąpić w różnych miejscach w zależności od warstw, temperatury i wilgotności.
- To uproszczony model pomocny w nauce, a nie dokładna symulacja.



Najczęstszy błąd interpretacyjny

Porównujemy tylko wilgotność względną (ϕ), a nie uwzględniamy temperatury.

W rzeczywistości liczy się temperatura i punkt rosy (absolutna ilość pary).

× BŁĘDNE
Wnętrze 50% RH → „ok”



✓ POPRAWNIE
20°C / 50% RH → PR ok. 9,3°C
a w przegrodzie może być 5°C



“

Punkt rosy nie jest magią — to skutek spadku temperatury i ograniczonej zdolności powietrza do utrzymania pary wodnej.



Zima i lato — kierunek wysychania przegrody



Przepływ wilgoci nie zawsze odbywa się w tym samym kierunku, dlatego przegroda musi mieć możliwość kontrolowanego wysychania.

W okresie zimowym różnica temperatur sprawia, że ciśnienie pary wodnej jest wyższe wewnątrz niż na zewnątrz. Wilgoć przemieszcza się z cieplejszego wnętrza w stronę zimniejszych warstw, a jeśli napotka zbyt zimną strefę, może się tam skroplić. Latem, przy wysokiej temperaturze zewnętrznej i nasłonecznieniu lub po krótkotrwałym zawilgoceniu (np. deszczem), kierunek wysychania może się częściowo odwrócić — para może dążyć do wnętrza. Ściana musi więc mieć możliwość wysychania co najmniej w jedną stronę, a najlepiej w obie — w sposób kontrolowany.



ZIMA

typowy kierunek pary wodnej: od wewnątrz na zewnątrz

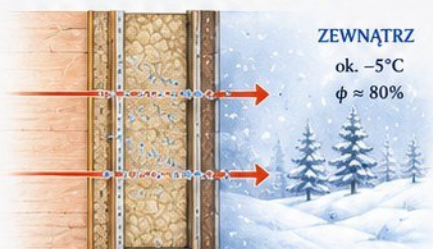
WNĘTRZE

ok. 20°C

$\phi \approx 50\%$



ciepło + wilgoć =
wysokie ciśnienie pary



ZEWNĄTRZ

ok. -5°C

$\phi \approx 80\%$



zimno = niskie
ciśnienie pary

para wodna
dyfuzja



RYZIKO

Jeśli para wodna skropli się w zimnych warstwach przegrody, może dojść do zawilgocenia izolacji, spadku jej skuteczności i uszkodzeń.

możliwość
wysychania
na zewnątrz →



LATO

możliwy odwrócony lub zmienny kierunek pary wodnej

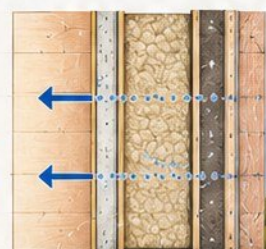
WNĘTRZE

ok. 22°C

$\phi \approx 50\%$



chłodniej = niższe
ciśnienie pary



ZEWNĄTRZ

ok. 30°C

$\phi \approx 70-90\%$



gorąco + wilgoć =
wysokie ciśnienie pary
(Działanie słońca
↑ ciśnienie pary)

para wodna
dyfuzja



RYZIKO

Po nasłonecznieniu lub deszczu para może być wpychana do środka. Jeśli brakuje możliwości wysychania, wilgoć zostaje uwięziona.

← możliwość
wysychania
do wnętrza



Nie mów: „ściana oddycha”

Ściana nie „oddycha”. Para wodna nie przechodzi przez warstwy jak powietrze — jej ruch jest wynikiem różnic ciśnień pary oraz oporów dyfuzyjnych materiałów.



Mów: „przegroda musi mieć możliwość kontrolowanego wysychania”

Zadaniem przegrody jest ochrona przed nadmiarem wilgoci oraz zapewnienie bezpiecznego odprowadzenia wilgoci w odpowiednich warunkach.

Dlaczego to ważne dla doboru warstwy szczelnej?



Zimą: trzeba ograniczyć napływ wilgoci od środka, aby nie doszło do kondensacji w przegrodzie.



Latem: przegroda musi mieć możliwość wysychania w kierunku, który aktualnie „pracuje”.



Układ warstw musi działać spójnie — każda warstwa wpływa na kierunek i tempo przepływu pary.

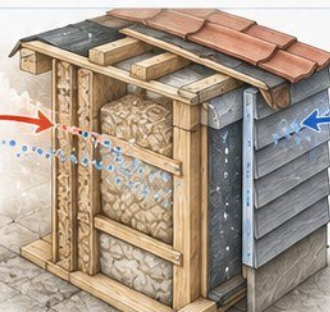


Dobór zakresu S_d nie może być przypadkowy — musi być dostosowany do klimatu, konstrukcji i sposobu użytkowania.



ZIMA

ruch pary
od środka
na zewnątrz



LATO

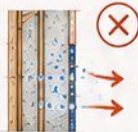
ruch pary
od zewnątrz
do środka

możliwość
wysychania
(w co najmniej
jednym kierunku,
najlepiej w obu)

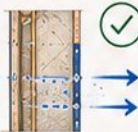


BŁĄD

Zamknięcie przegrody zbyt szczelnie po „złej” stronie może uwięzić wilgoć w jej wnętrzu.



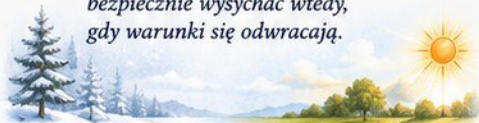
wilgoć uwięziona
— brak drogi
wysychania



wilgoć może
się wydostać
w bezpieczny
sposób



Dobra przegroda nie tylko chroni przed wilgocią zimą, ale potrafi też bezpiecznie wysychać wtedy, gdy warunki się odwracają.



Co trzeba zapamiętać?

Najważniejsze wnioski z podstaw fizyki budowlanej przed przejściem do rozdziału o membranach aktywnych.



★ 6 kluczowych wniosków

-  Para wodna przemieszcza się przez materiały – to dyfuzja.
To proces powolny i przewidywalny, zależny od grubości, temperatury i oporu dyfuzyjnego (S_d).
-  Nieszczelności przenoszą wilgoć szybciej niż dyfuzja – to konwekcja.
Nawet niewielkie nieszczelności mogą dostarczyć wielokrotnie więcej wilgoci niż dyfuzja przez przegrodę.
-  Punkt rosy zależy od temperatury i zawartości pary, nie tylko od RH.
Niższa temperatura obniża punkt rosy – para wykrapla się tam, gdzie temperatura spada poniżej tej wartości.
-  Układ warstw musi umożliwiać kontrolowane wysychanie.
Zarówno do wnętrza, jak i na zewnątrz przegrody należy zapewnić warunki do bezpiecznego odprowadzania wilgoci.
-  Dobór warstwy szczelnej powinien wynikać z projektu i wymaganych wartości S_d .
Zbyt niskie S_d może nie spełnić wymagań, zbyt wysokie utrudni wysychanie. Liczą się liczby i bilans wilgoci.
-  Szczelność wykonania jest tak samo ważna jak sam materiał.
Najlepsza folia nie zadziała, jeśli detale, przejścia i połączenia nie zostaną wykonane z należytą starannością.

🗑️ 3 mity do wyrzucenia

-  „Każda folia jest taka sama”.
FAŁSZ.
Folie różnią się oporem dyfuzyjnym (S_d), trwałością, zakresem temperatur i odpornością mechaniczną. To przekłada się na ich działanie w przegrodzie.
-  „Im szczelniej zamkniesz ścianę, tym lepiej”.
FAŁSZ.
Zbyt szczelna ściana bez możliwości wysychania do którejkolwiek strony może prowadzić do zawilgocenia konstrukcji.
-  „Taśma naprawi zły detal”.
FAŁSZ.
Taśma służy do uszczelniania poprawnie zaprojektowanych i wykonanych połączeń, a nie do korygowania błędnych rozwiązań konstrukcyjnych.

📋 Pytania przed wyborem rozwiązania

-  Jaki jest układ warstw w przegrodzie?
Od wnętrza do zewnątrz – materiały i ich funkcje.
-  Gdzie przebiega warstwa szczelna i jak jest połączona?
Czy jest ciągła, czy połączona ze wszystkimi elementami?
-  Jaki zakres S_d jest potrzebny?
Odpowiedni do klimatu, przegrody i wymagań projektowych.
-  Jak rozwiązano przejścia i naroża?
Czy detale są zaprojektowane i opisane?
-  Czy przegroda ma możliwość wysychania?
Jeśli tak – w jakim kierunku i z jaką rezerwą bezpieczeństwa?

➔ Co dalej?

W kolejnym rozdziale dowiesz się, dlaczego membrana aktywna o zmiennym S_d to coś zupełnie innego niż zwykła folia PE.



Zaczynamy na stronie 14 ➔

“

Najpierw fizyka budowlanej, potem dobór materiału – odwrotna kolejność zwykle kończy się błędem.

