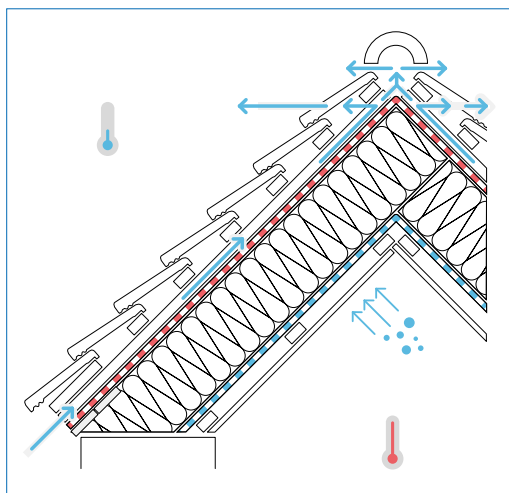


Oddziaływania podwyższonych temperatur na membrany wstępnego krycia pod pokryciami dachowymi z metalu.

- Funkcja membrany wstępnego krycia przy metalowych pokryciach dachowych.
- Skutki uszkodzonej membrany wstępnego krycia.
- Zrozumienie mechanizmów powstawania szkód i ograniczenie ich skutków.
- Różne czynniki powodujące szkodę pod pokryciami dachówką i pokryciami metalowymi.
- Dlaczego pod wentylowanymi pokryciami metalowymi szczególnie ważna jest membrana wstępnego krycia zachowująca stabilność temperaturową?
- Różnice w starzeniu się dla standardowych membran wstępnego krycia i membran wstępnego krycia zachowujących stabilność temperaturową.
- Sztuczne metody postarzenia jako podstawa do prognoz żywotności.
- Podsumowanie.

Funkcja membrany wstępnego krycia przy metalowych pokryciach dachowych



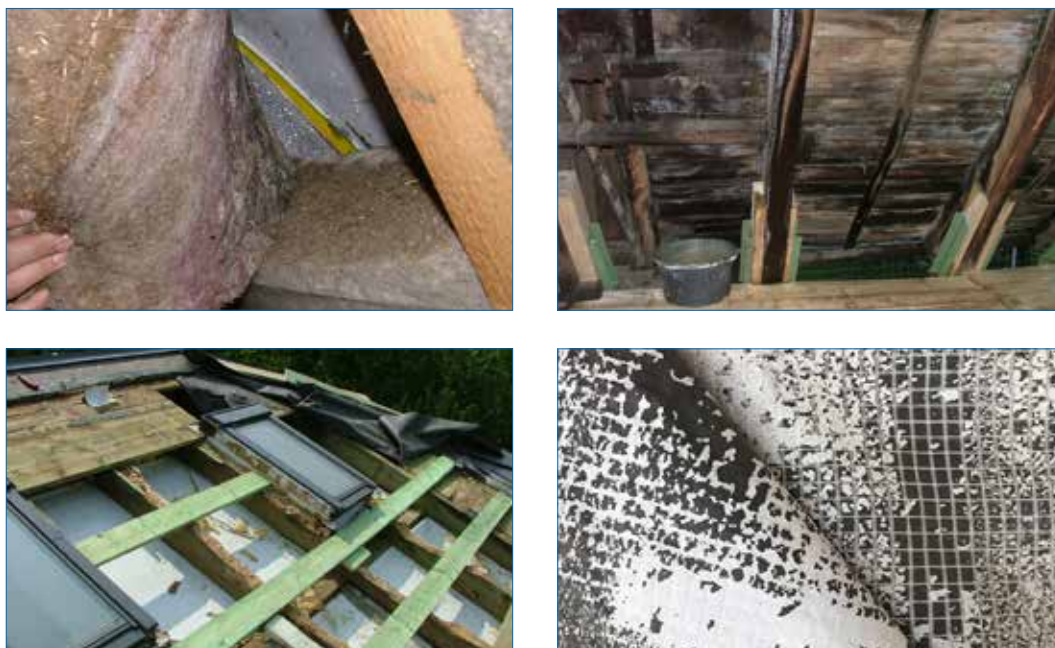
Rys. 1: Niewentylowana konstrukcja dachu z całkowicie izolowanymi krokiewiami

Dachy to niemal zawsze elementy konstrukcji bryły budynku narażone na najsilniejszy wpływ warunków atmosferycznych. W regionach o przynajmniej czasowo wysokich poziomach opadów przez stulecia sprawdzał się dach skośny, który także dzisiaj zapewnia największe bezpieczeństwo. Zazwyczaj mineralne lub metalowe pokrycie dachowe bez problemu będzie przez wiele dekad opierać się nawet wysokim temperaturom będącym rezultatem promieniowania słonecznego. Ponieważ dzisiejsze przestrzenie dachowe są wykorzystywane dodatkowo do celów mieszkalnych i/lub roboczych, a jednocześnie oczekiwania użytkowników wobec komfortu wzrosły, konieczny stał się montaż powłok izolacyjnych. Te ze względu na obciążenie wodą po stronie zewnętrznej, w wyniku montażu membran wstępnego krycia, jak też z powodu obciążenia parą wodną od wewnątrz wskutek montażu wiatro- i paroizolacji, wymagają szczególnej ochrony.

Przy metalowych pokryciach dachowych o dużej powierzchni membrany wstępnego krycia są narażone na większe wahania temperatury niż przy pokryciach mineralnych o małej powierzchni, których masa magazynowa jest znacznie większa, a możliwości wentylacyjne są lepsze. W rezultacie membrany wstępnego krycia pod pokryciami metalowymi, które nie mogą utracić swojej trwałej funkcjonalności, są stale narażone na wysokie temperatury. Właśnie pod pokryciami metalowymi nocą i we wczesnych godzinach porannych mogą gromadzić się duże ilości wody kondensacyjnej, która nie może wnikać w leżące głębiej warstwy elementu konstrukcyjnego.

Dlatego idealna membrana wstępnego krycia pod pokryciem metalowym jest otwarta dyfuzyjnie, aby umożliwić wysychanie pary wodnej wytrącającej się w konstrukcji i jednocześnie jest zaporą przed wnikaniem wody, aby położone głębiej warstwy chronić przez zawilgoceniem przez skraplającą się lub spływającą wodę kondensacyjną. Aby membrany mogły długotrwale pełnić tę ważną funkcję ochronną, muszą wykazywać bardzo dobrą stabilność na starzenie się przy wyższych temperaturach (stabilność temperaturowa).

Skutki uszkodzonej membrany wstępnego krycia



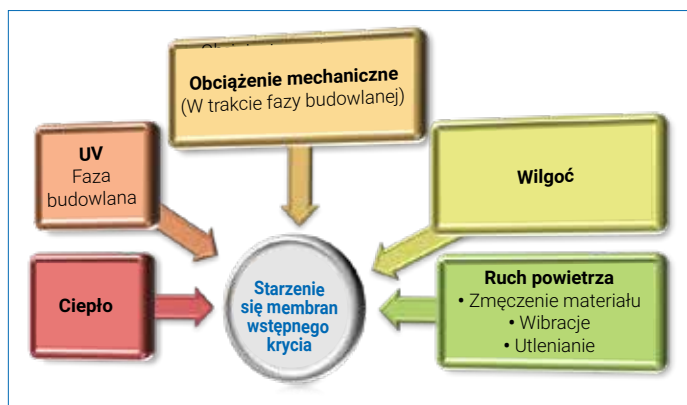
Rys. 2: Przykłady szkód powstałych na skutek wyboru membrany wstępnego krycia (od góry po lewej stronie w dół po prawej stronie: wilgoć i w rezultacie niewydajna termoizolacja po wniknięciu wody z zewnątrz, powstawanie pleśni, mocno zredukowany przekrój drewna po zawilgoceniu, membrana wstępnego krycia uszkodzona na skutek starzenia się)

Chociaż membrana wstępnego krycia – niezależnie od tego, czy jest tania, czy droga – w bardzo niewielkim stopniu wpływa na całkowite koszty konstrukcji dachu, jej zawodność może mieć nieprzyjemne skutki dla projektantów, wykonawców i inwestorów.

- ➔ Obniżenie zdolności izolacyjnych izolacji wbudowanej między krokwiami i w konsekwencji zwiększenie zużycia energii,
- ➔ Pleśnienie izolacji z negatywnymi oddziaływaniami na komfort pomieszczeń wewnętrznych i ewentualne skutki dla zdrowia mieszkańców oraz
- ➔ Zagrzybienie drewna konstrukcji dachu grzybami niszczącymi drewno i możliwe obniżenie stabilności więźby dachowej.

Takie szkody występują z reguły dopiero w ciągu kilku lat po wykonaniu usług przez projektantów i wykonawców. Usunięcie opisanych powyżej szkód jest zawsze związane ze znacznymi nieprzyjemnościami dla inwestora i często z wysokimi kosztami. Poza tym, kwestie związane z ustaleniem odpowiedzialności za szkodę i pokrycia kosztów prowadzą często do sporów prawnych. Niezależnie od ich rozwiązania i rzeczywistej odpowiedzialności często pozostaje skaza na reputacji projektantów i wykonawców, nawet jeśli dotyczy ona „tylko” wyboru lub polecenia produktu, który patrząc z perspektywy czasu okazał się nieodpowiedni.

Zrozumienie mechanizmów powstawania szkody i usuwanie skutków



Rys. 3: Czynniki mające wpływ na starzenie się membran wstępnego krycia

Niezależnie od rodzaju pokrycia, membrana wstępnego krycia przy odpowiedniej obróbce - aż do czasu ostatecznego pokrycia dachu - powinna chronić przed deszczem konstrukcję lub powierzchnię elementu konstrukcyjnego, aby w ten sposób umożliwić np. dalsze roboty wewnątrz budynku. Podczas narażenia na oddziaływanie warunków atmosferycznych promieniowanie UV stanowi główny szkodliwy czynnik dla membrany wstępnego krycia.

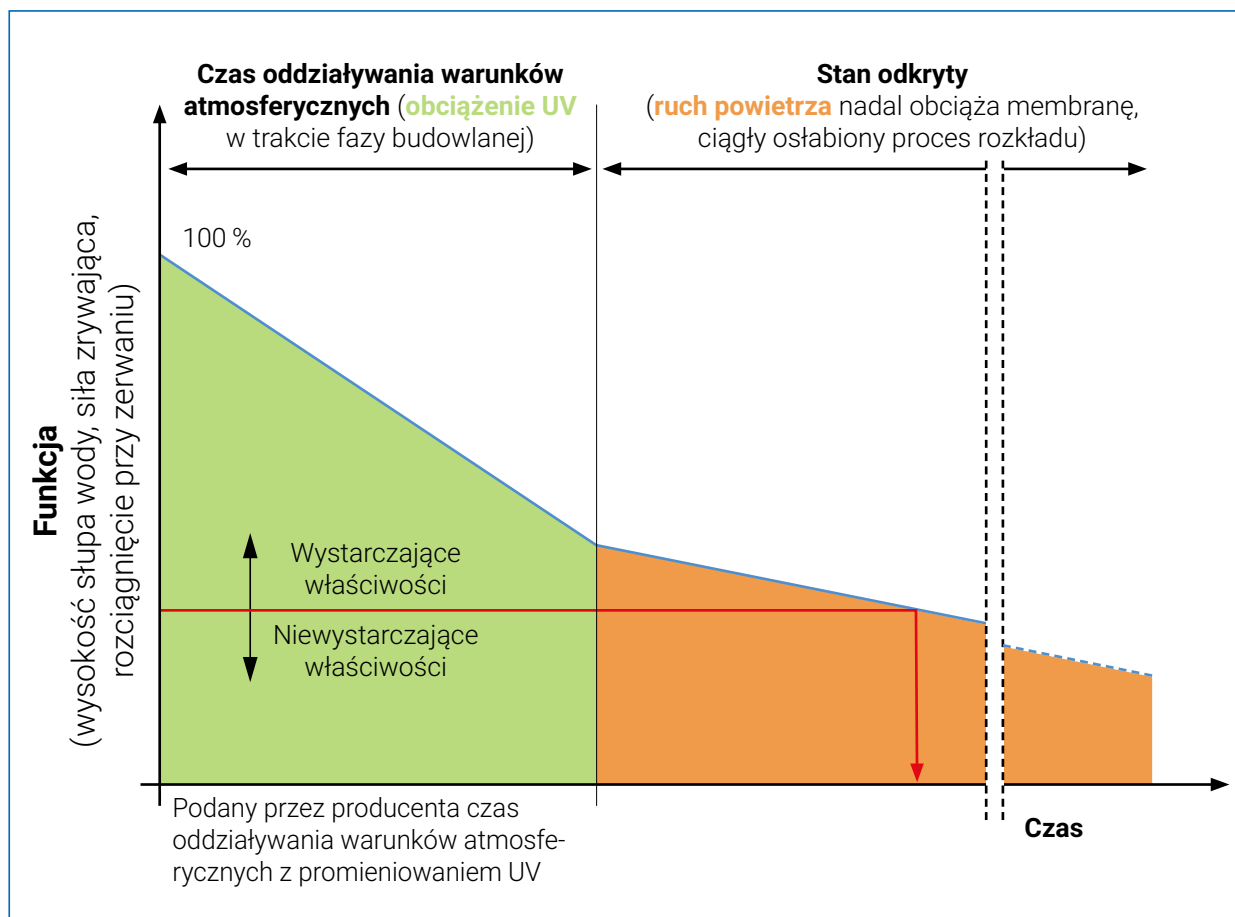
Po pokryciu dachu poszczególne szkodliwe czynniki tracą na znaczeniu na rzecz starzenia się membran wstępnego krycia. W ten sposób pokrycie zapobiega dalszemu negatywnemu wpływowi promieniowania UV. Także oddziaływanie pozostałych szkodliwych czynników z zasady ulega osłabieniu. Ponieważ faza, w której dach jest pokryty, jest wielokrotnie dłuższa niż czas ekspozycji na warunki atmosferyczne, na znaczeniu zyskują przede wszystkim ciepło i ruch powietrza wzgl. dopływ tlenu ponad wentylowaną płaszczyznę. Wyższe temperatury pojawiają się regu-

larne w ciągu dnia lub zależnie od pory roku w wyniku oddziaływania promieniowania słonecznego. To samo dotyczy ruchu powietrza między membraną a pokryciem, który jest inicjowany zarówno promieniowaniem słonecznym i powstającym ciepłem jak też owiewaniem powierzchni dachu oraz wyrzutni i czerpni przy oddziaływaniu wiatru.

Uszkodzenie tworzywa sztucznego na skutek starzenia oksydacyjnego

Żywotność tworzyw polimerowych, które są wykorzystywane do produkcji wyrobów budowlanych, jak membrany wstępnego krycia, może wynosić kilka lat, ale również wiele dziesięcioleci. Chociaż w trakcie obróbki i późniejszego użytkowania zmieniają się właściwości fizyczne wielu polimerów, możliwe jest ograniczenie zmian wzgl. starzenia się tworzywa sztucznego poprzez odpowiednie modyfikacje (np. zastosowanie dodatków jak stabilizatory, absorbery, pigmenty, barwniki) lub jeszcze lepiej poprzez zastosowanie usieciowionych tworzyw sztucznych (np. akrylany) wzgl. wydłużenie żywotności.

Zrozumienie mechanizmów powstawania szkody i usuwanie skutków



Rys. 4: Istotne szkodliwe czynniki w okresie ekspozycji na oddziaływanie warunków atmosferycznych i dla pokrytego dachu oraz ich oddziaływania na funkcję membrany wstępnego krycia.

Wymienione powyżej główne czynniki szkodliwe w połączeniu z tlenem powodują autooksydację polimerów:

- W fazie budowlanej starzenie fotooksydacyjne spowodowane promieniowaniem UV stanowi główną przyczynę zmiany właściwości tworzywa
- a dla dachu pokrytego starzenie termooksydacyjne stanowi główną przyczynę zmian właściwości tworzywa.

Zrozumienie mechanizmów powstawania szkody i usuwanie skutków

Starzenie fotooksydacyjne w czasie oddziaływania warunków atmosferycznych

Ponieważ starzenie fotooksydacyjne jest wywoływane promieniowaniem UV, z reguły występuje ono tylko podczas narażenia membrany na oddziaływanie warunków atmosferycznych. Niemniej jednak, już krótkie okresy ekspozycji przy wysokiej intensywności promieniowania mogą prowadzić do znacznego wstępnego uszkodzenia polimerów. Dlatego czas oddziaływania warunków atmosferycznych na membranę wstępnego krycia powinien być co do zasady jak najkrótszy.

Ze względu na wpływ promieniowania UV na starzenie się membran, w metodzie sztucznego starzenia często wykorzystuje się obciążenie promieniowaniem UV.

Szczegółowe informacje dotyczące zagadnienia starzenia fotooksydacyjnego zawarte są w broszurze

„Oddziaływania promieniowania UV na membrany wstępnego krycia”.



Rys. 5: Różne membrany wstępnego krycia podczas oddziaływania warunków atmosferycznych.

Zrozumienie mechanizmów powstawania szkody i usuwanie skutków



Rys. 6: Przy dachu pokrytym membrana wstępnego krycia jest chroniona przed promieniowaniem UV, ale nie przed ciepłem i ruchami powietrza w przestrzeni między pokryciem a membraną.

Starzenie termooksydacyjne przy dachu pokrytym

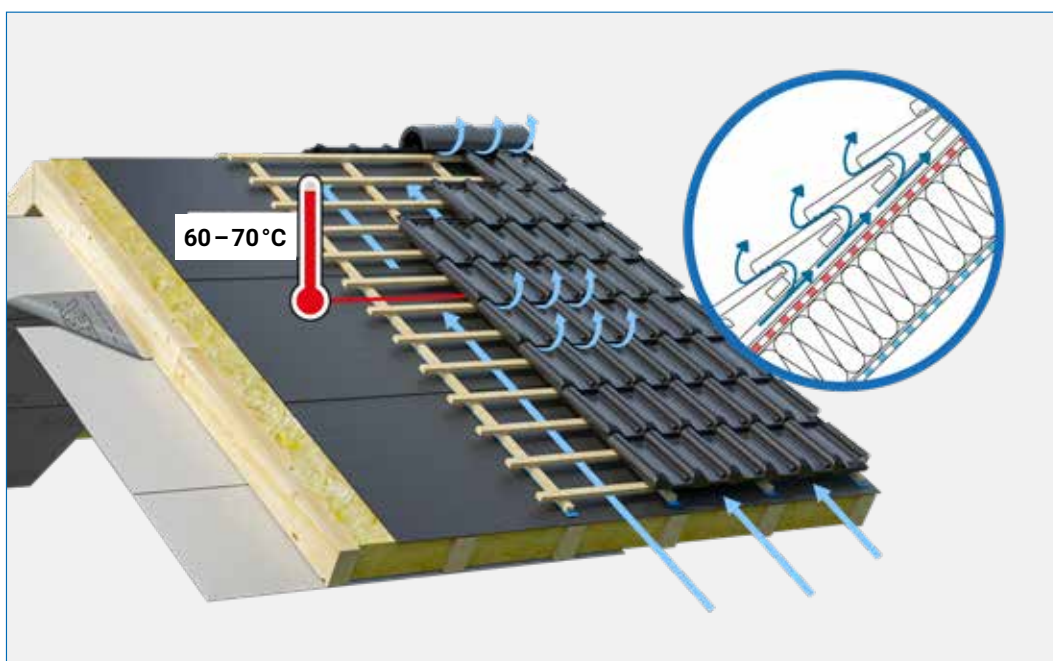
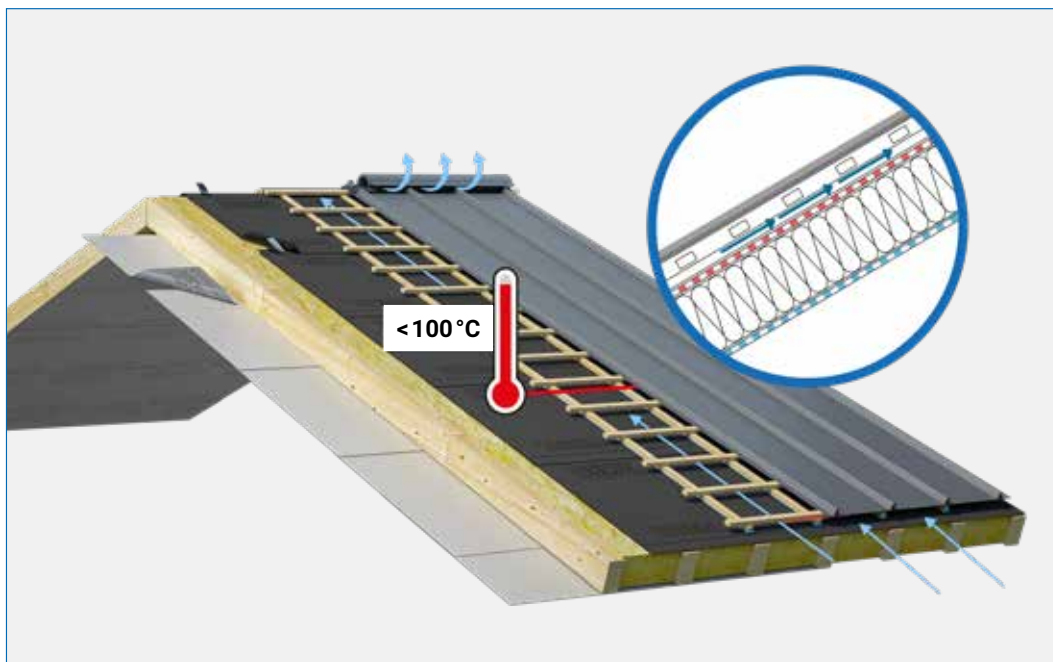
Starzenie termooksydacyjne membran wstępnego krycia rozpoczyna się w trakcie oddziaływania warunków atmosferycznych i trwa, gdy dach jest już pokryty, wypierając promieniowanie UV jako główny szkodliwy czynnik w fazie oddziaływania warunków atmosferycznych. Podczas starzenia termooksydacyjnego energia cieplna przy równoczesnej obecności tlenu oddziałuje negatywnie na membrany wstępnego krycia (standardowe membrany wstępnego krycia z PP). Do symulacji procesu termooksydacyjnego stosowane są metody badawcze, które pozwalają uzyskać przyspieszone starzenie się przy wyższych temperaturach poniżej temperatury mięknięcia wzgl. topnienia.

Podczas dopływu energii cieplnej w obszarze otoczki tworzywa obserwowane są następujące procesy:

- Przyspieszenie wszystkich chemicznych procesów starzenia (także oksydacji) i
- Przyspieszenie migracji np. stabilizatorów UV i oksydacji. (Na skutek podwyższonej temperatury łańcuchy cząsteczek rozciągają się, a odległości między łańcuchami cząsteczek stają się większe. W rezultacie może zwiększyć się migracja wzgl. strata stabilizatorów w otoczce tworzywa.)

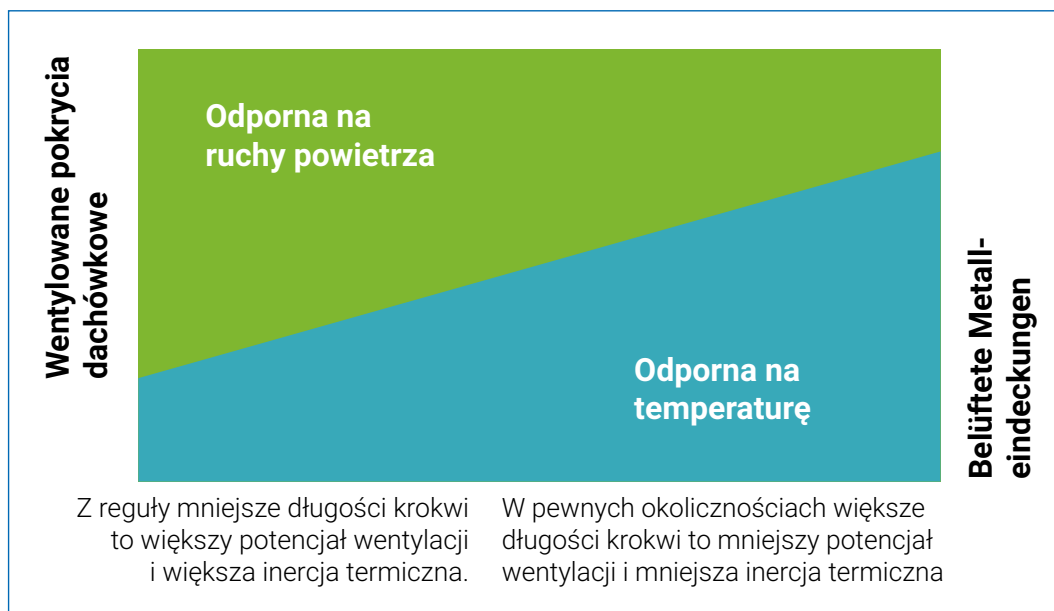
Problem migracji stabilizatorów nie jest istotnym problemem dla membran wstępnego krycia, których warstwy funkcyjne są wykonane z usieciowionych tworzyw sztucznych - jak np. akrylany. Te warstwy funkcyjne w przeciwieństwie do tych z polipropylenu lub polietylenu nie wymagają dodatkowej stabilizacji.

Różne czynniki powodujące szkodę pod pokryciami dachówką i pokryciami metalowymi



Rys. 7: W zależności od materiału pokrycia, długości krokwi i możliwości dopływu i odpływu powietrza w obszarze okapu i kalenicy w przestrzeni powietrznej między membraną wstępnego krycia a pokryciem panują różne warunki klimatyczne.

Różne czynniki powodujące szkodę pod pokryciami dachówką i pokryciami metalowymi



Rys. 8: Różna ocena szkodliwych czynników, czyli ruchów powietrza i ciepła przy pokryciach dachówkowych i metalowych

Podczas gdy przy pokryciach dachówkowych na skutek większego udziału spoiny - przy odpowiednich warunkach atmosferycznych - istnieje ryzyko, że nawiewany śnieg lub woda deszczowa przeniknie przez pokrycie, przy pokryciach metalowych o dużej powierzchni istnieje ryzyko powstawania wody kondensacyjnej poniżej pokrycia.

Przy obydwu materiałach pokrycia folia wstępnego krycia musi więc przez cały okres użytkowania dachu chronić przed zawilgoceniem warstwy leżące

poniżej, aby niezawodnie zapobiegać ewentualnym szkodom, od obniżenia skuteczności izolacyjnej po uszczerbek na zdrowiu mieszkańców budynku.

Dwa główne czynniki szkodliwe wykazują różną szkodliwość dla membran wstępnego krycia w zależności od danego materiału pokrycia. Dla materiałów mineralnych o małych powierzchniach głównym szkodliwym czynnikiem jest ruch powietrza, podczas gdy dla pokrycia metalowego jest to ciepło.

Różne czynniki powodujące szkodę pod pokryciami dachówką i pokryciami metalowymi

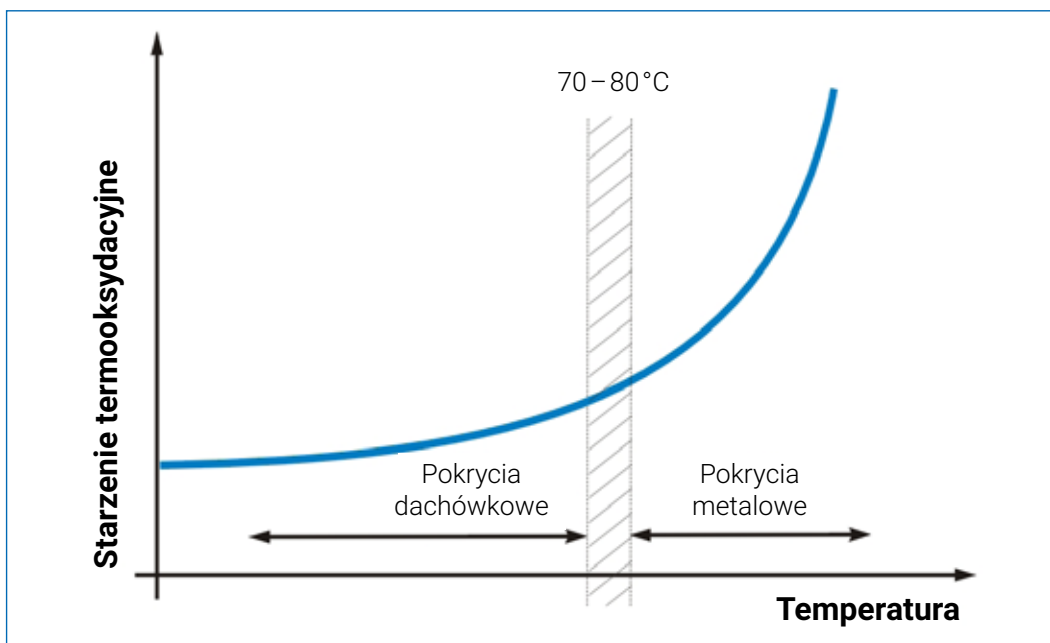
Ciepło jako istotny czynnik szkodliwy przy pokryciach metalowych.

W zależności od wykończenia powierzchni metalu absorpcja promieniowania słonecznego jest bardzo duża. Do tego pokrycia metalowe wykazują względem powierzchni znacznie bardziej obniżoną masę niż mineralne materiały do krycia o małej powierzchni, co prowadzi do mniejszej inercji termicznej. Materiały do krycia o małej powierzchni dzięki zawijanemu połączeniu i zakładom umożliwiają efektywne napowietrzanie i odpowietrzanie przestrzeni powietrznej poniżej pokrycia, podczas gdy przy pokryciach metalowych o dużej powierzchni takie napowietrzanie i odpowietrzanie poprzez powierzchnię dachu jest znacznie osłabione. Jeśli wysokość płaszczyzny wentylacyjnej przy dużych długościach krokwi nie zostanie powiększona, dodatkowo dochodzi do osłabienia wymiany powietrza na metr kwadratowy powierzchni dachu przez otwory w okapie i kalenicy. Połączenie dużej absorpcji promieniowania, mniejszej inercji termicznej oraz zredukowanego napowietrzania i odpowietrzania prowadzi przy pokryciach metalowych do większego obciążenia termicznego membrany. Nie pojawiają się jednak temperatury powyżej 100 °C.

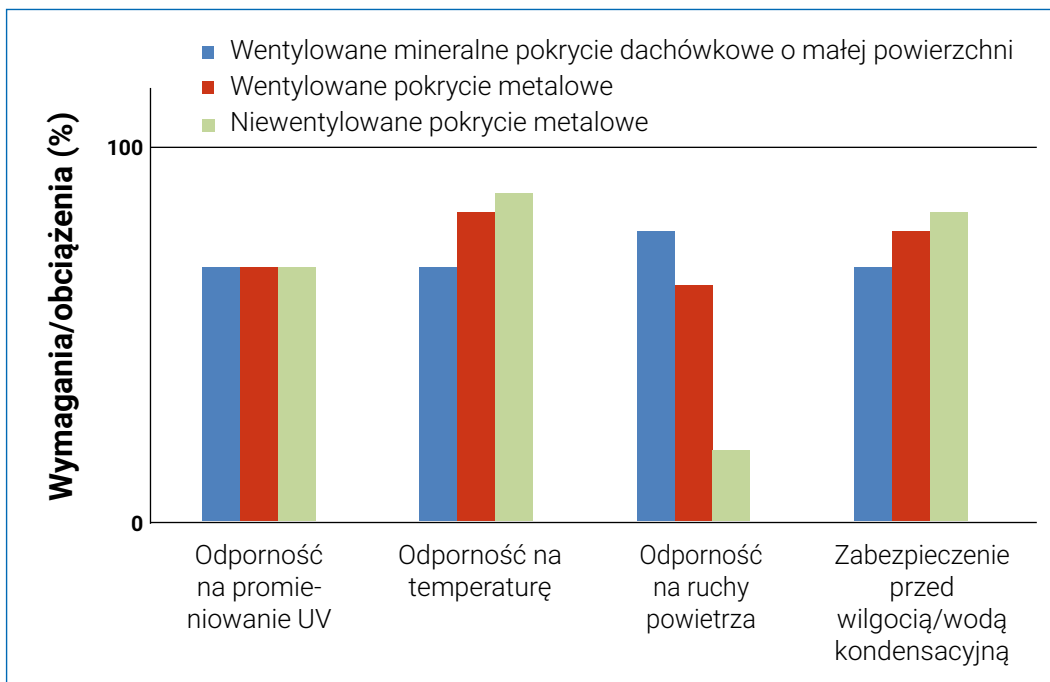
Temperatura rzeczywista kontra temperatura przy starzeniu sztucznym.

Maksymalne temperatury pod standardowymi pokryciami dachówkowymi nie przekraczają 60 do 70 °C. W tym zakresie temperatur przy podniesieniu temperatury o 10 K następuje tylko nieznaczne przyspieszenie procesu starzenia się membrany. Temperatury od 70 do 80 °C w trakcie sztucznego starzenia są wystarczające dla takich zastosowań i zapewniają odpowiednio duży margines bezpieczeństwa do temperatury topnienia, czyli ok. 110 °C przy membranach na bazie PE. Przy wentylowanych pokryciach metalowych osiągane są znacznie wyższe temperatury, które jednak same nie spadają poniżej niekorzystnych warunków 100 °C. W tym zakresie temperatur podwyższenie temperatury o 10 K przy równoczesnym dopływie tlenu przez płaszczyznę wentylacji prowadzi do bardzo szybkiego przyspieszenia termooksydacyjnego starzenia się membran. Z tego powodu w procesie sztucznego starzenia się wymagane są znacznie wyższe temperatury (patrz też „Sztuczne metody postarzania jako podstawa do prognoz żywotności”).

Różne czynniki powodujące szkodę pod pokryciami dachówką i pokryciami metalowymi



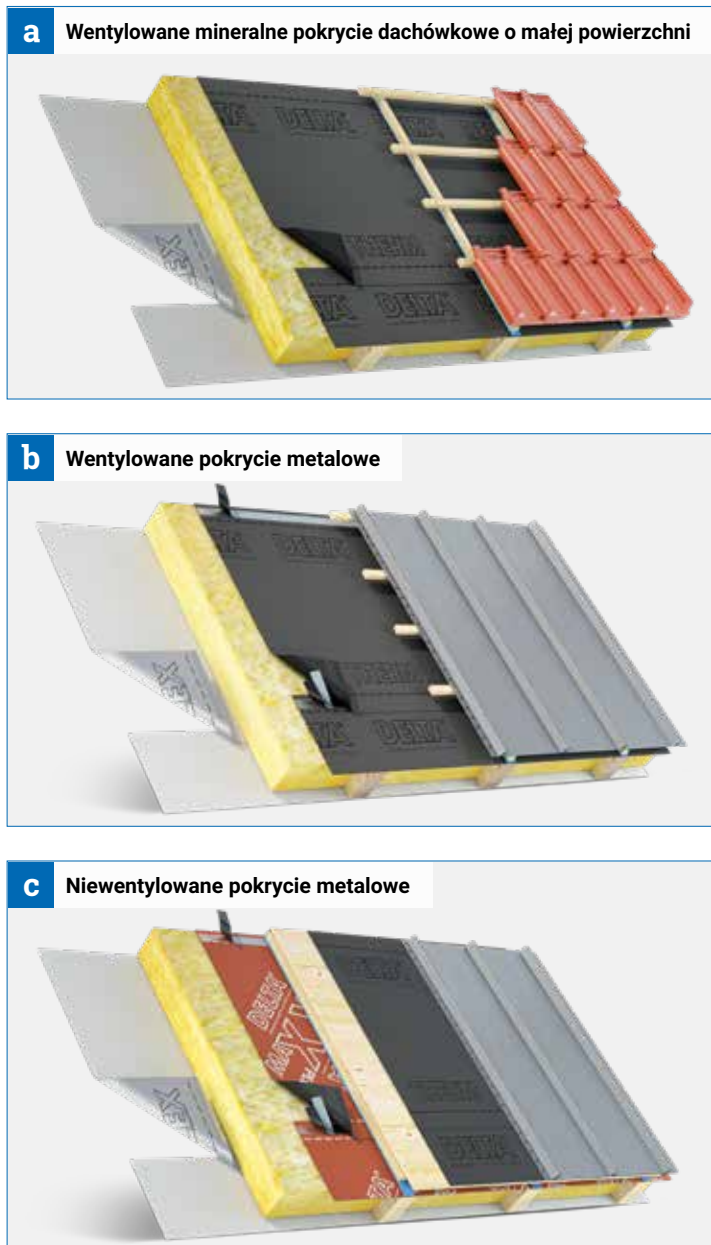
Rys. 9: Zależność temperaturowa starzenia termooksydacyjnego: Wraz ze wzrastającą temperaturą wykładniczo intensywniejsze staje się starzenie termooksydacyjne.



Rys. 10: Wymagana odporność membran wstępnego krycia na istotne czynniki szkodliwe pod różnymi rodzajami pokryć.

Różne czynniki powodujące szkodę pod pokryciami dachówką i pokryciami metalowymi

Rys. 11: Konstrukcje dachów skośnych z różnymi rodzajami pokryć



Wniosek pośredni:

→ Membrana wstępnego krycia pod pokryciem metalowym (wzgl. pod panelami solarnymi lub fotowoltaicznymi) jest silniej obciążona termicznie niż pod dachówkami. Bezpośrednim skutkiem tych wysokich temperatur będzie przyspieszenie procesu starzenia się membran z tworzywa sztucznego na skutek oksydacji, co może prowadzić do zmniejszenia lub nawet do całkowitej utraty ich funkcjonalności.

Dlaczego pod wentylowanymi pokryciami metalowymi szczególnie ważna jest membrana wstępnego krycia zachowująca stabilność temperaturową?

Generalnie pokrycia metalowe uznaje się za znacznie odporniejsze na oddziaływanie deszczu w porównaniu do materiałów do krycia dachów o małej powierzchni. W związku z tym często pojawia się pytanie o sens drugiej warstwy wodonośnej poniżej pokrycia. Pomija się jednak fakt, że zachowanie powierzchni metalowej pod wpływem promieniowania UV i niska inercja termiczna pokrycia dachu powodują nie tylko wyższe temperatury w warunkach promieniowania słonecznego, ale także – szczególnie w jasne zimne noce – znacznie niższe temperatury na skutek odpływu ciepła. W rezultacie, na dolnej stronie pokrycia metalowego mogą tworzyć się duże ilości wody kondensacyjnej, która wcześniej lub później będzie ulegała skraplaniu na membranę.

Jeśli ilości wody kondensacyjnej są niewielkie oraz zagwarantowane są odprowadzenie wilgoci przez wystarczająco duże czerpnie i wyrzutnie oraz wystarczająca wysokość płaszczyzny wentylacyjnej, membrana wstępnego krycia musi mimo to chronić pozostałe warstwy konstrukcyjne przed w pewnych warunkach zmiennym obciążeniem wilgocią. Trwała ochrona elementu konstrukcyjnego – dachu – jest możliwa tylko wtedy, jeśli zastosowana membrana wstępnego krycia gwarantuje wystarczająco wysoki opór przed wnikaniem wody także przez cały okres żywotności pozostałych warstw elementów konstrukcyjnych.

Rys. 12: Na dolnej stronie pokrycia metalowego mogą powstawać duże ilości wody kondensacyjnej. Zadaniem membrany wstępnego krycia jest trwała ochrona pozostałej konstrukcji dachu przed spływającą wodą kondensacyjną.

Następujące warunki mogą zwiększać ilość wody kondensacyjnej:

- Duże długości krokwi
- Małe możliwości napowietrzania i odpowietrzania na powierzchni dachu ze względu na rozmiar elementu i tworzenie się zakładów wzgl. falowanie
- Nieznaczną wysokość powierzchni wentylacyjnej lub przerwy spowodowane konstrukcjami na dachu (np. okna dachowe pomieszczeń mieszkalnych lub kominy)
- Niewystarczające możliwości napowietrzania i odpowietrzania w obszarze okapu i kalenicy oraz
- Niewielkie spadki dachu

Jeśli występuje jeden lub nawet więcej z wymienionych czynników, istnieje zagrożenie, że większe ilości wody kondensacyjnej spłyną po membranie wstępnego krycia. Powierzchnia membrany, szczególnie przy niskich spadkach dachu, powinna sprzyjać odpływowi wody. Membrany o podkładzie z włókny nie wykazują takiej właściwości. Powierzchnię DELTA®-THERM tworzy gładka akrylowa warstwa funkcyjna, która dodatkowo jest hydrofobowa. Uzyskany w taki sposób na powierzchni membrany efekt perlenia lub kwiatu lotosu gwarantuje niezawodne odprowadzenie nawet większych ilości wody kondensacyjnej.



Różnice w starzeniu się dla standardowych membran wstępnego krycia i membran wstępnego krycia zachowujących stabilność temperaturową

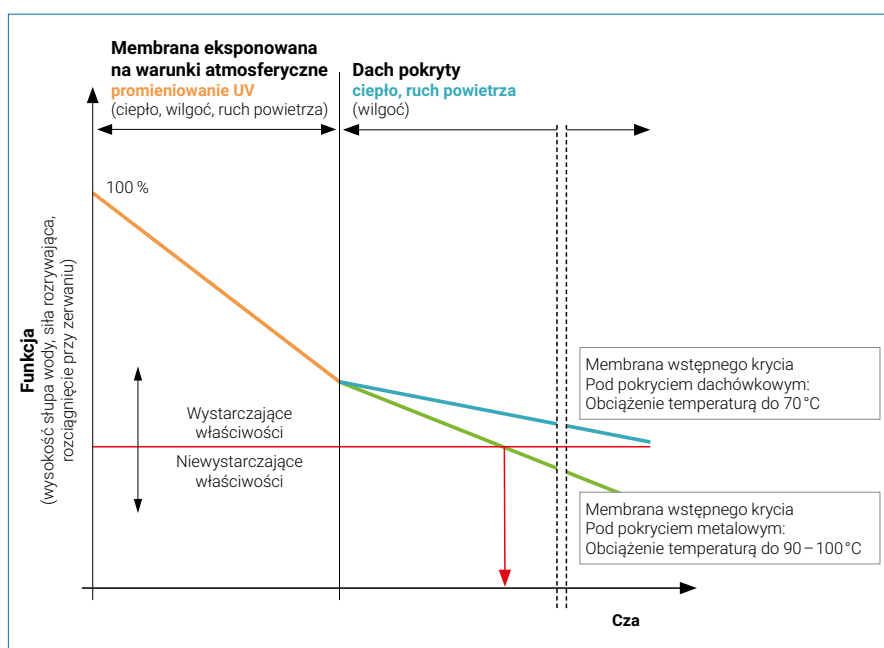
Membrany wstępnego krycia w konstrukcjach dachów skośnych przejmują na stałe – oprócz funkcji właściwego krycia – ważne funkcje ochronne dla izolacji i/lub drewnianej konstrukcji. Z tego powodu ważny jest wybór odpowiedniego produktu dla danego zastosowania wzgl. rodzaju pokrycia. Dla membrany wstępnego krycia, która jest stosowana pod pokryciem metalowym, należy koniecznie zwrócić uwagę na możliwie najwyższą odporność temperaturową. Wiele miękkich membran wstępnego krycia nie zapewnia ani wystarczającej stabilności na promieniowanie UV ani wystarczającej odporności na wysokie temperatury.

Membrany wstępnego krycia w zależności od odporności na wymienione szkodliwe czynniki można przyporządkować różnym kategoriom: Typ 1: Membrany wstępnego krycia o niskiej odporności na promieniowanie UV i wyższe

temperatury: Takie membrany wymagają jak najszybszego pokrycia i z reguły wykazują niską żywotność (np.: miękkie membrany wstępnego krycia na bazie PE lub PP bez lub z niewystarczająco ustabilizowanym mikroporowym filmem funkcyjnym).

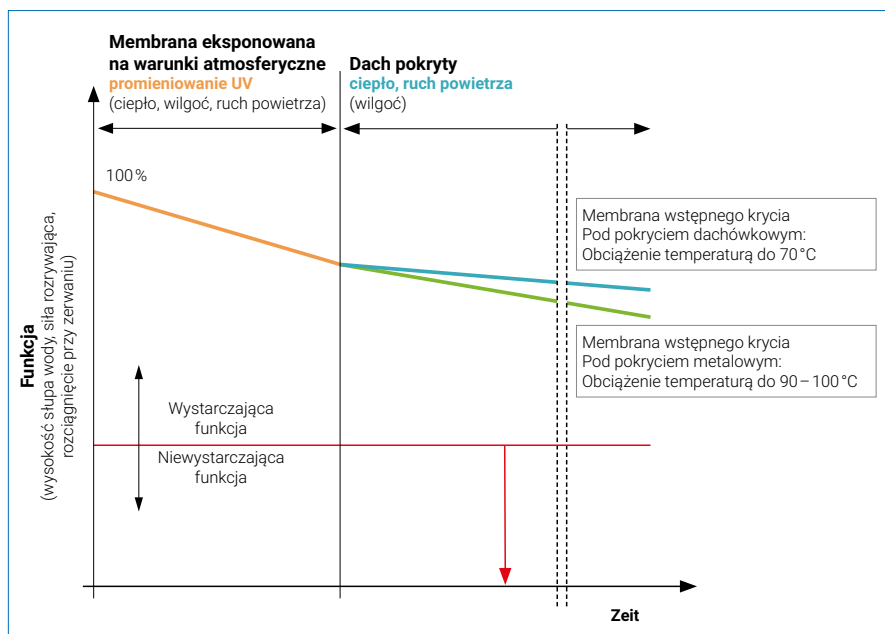
Typ 2: Membrana wstępnego krycia stabilna w warunkach promieniowania UV o normalnej odporności na wysokie temperatury: pomimo dłuższego czasu ekspozycji na warunki atmosferyczne takie membrany, dzięki zastosowaniu wyjątkowo stabilnych warstw funkcyjnych, wykazują pod pokryciami dachówkowymi wysoką odporność na starzenie się (np. DELTA®-PENTAXX, DELTA®-MAXX PLUS).

Typ 3: Membrany wstępnego krycia o wysokiej odporności na promieniowanie UV i wyższe temperatury: takie membrany oferują dłuższe okresy ekspozycji na warunki atmosferyczne i w szczególności nadają się do zastosowania pod pokryciami metalowymi (np. DELTA®-THERM, DELTA®-FOXX PLUS).



Rys. 13: Funkcjonalność miękkiej membrany wstępnego krycia (typ 1) pod pokryciami dachówkowymi wzgl. metalowymi

Różnice w starzeniu się dla standardowych membran wstępnego krycia i membran wstępnego krycia zachowujących stabilność temperaturową



Rys. 14: Funkcjonalność odpornej na oddziaływanie temperatury membrany wstępnego krycia (typ 3) pod pokryciami dachówkowymi wzgl. metalowymi.

Po procesie sztucznego starzenia się, podczas którego membrana wstępnego krycia była przechowywana przez okres 90 dni w temperaturze 150 °C, siły zrywające i wysokość słupa wody dla nowej membrany wstępnego krycia DELTA®-THERM, która została zaprojektowana specjalnie do zastosowań pod pokryciami metalowymi, nie zmieniły się.

Proces starzenia się dla membran wstępnego krycia	Czas trwania QUV	Czas składowania w ciepłych warunkach
Standardowe starzenie się zgodnie z EN 13859-1	336 h QUV w +50 °C	90 dni w +70 °C
Zależne od zastosowania starzenie się pod pokryciem metalowym (starzenie się Dörken w oparciu o EN 13859-1)	1.000 h QUV w +50 °C	90 dni w +150 °C

Rys. 15: Różne metody starzenia się zgodnie wzgl. W oparciu o EN 13859-1

Wniosek pośredni:

→ Dla membran wstępnego krycia wykazujących stabilność temperaturową proces starzenia termooksydacyjnego przebiega znacznie mniej gwałtownie niż przy standardowych membranach wstępnego krycia (np. Membrany PE i PP).

Sztuczne metody postarzania jako podstawa do prognoz żywotności

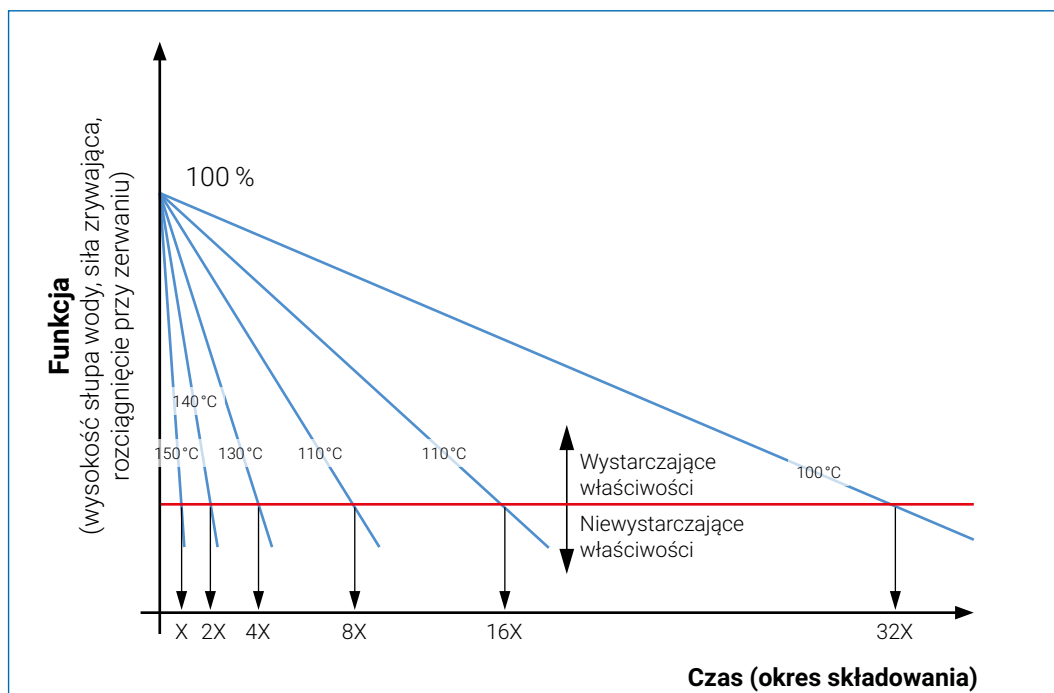
Aby umożliwić określenie minimalnego okresu użytkowania membran wstępnego krycia, już w normie EN 13859-1 opisano metodę sztucznego starzenia. Zgodnie z nią próbki danej membrany należy najpierw przez 336 godzin eksponować na dokładnie zdefiniowane promieniowanie UV w temperaturze od 50 do 53 °C i następnie przez 90 dni wzgl. 2.160 godziny przechowywać w temperaturze 70 °C (±2 °C). Po takim procesie sztucznego starzenia oprócz właściwości mechanicznych badany jest także opór na przenikanie wody (w postaci słupa wody przystawianego do próbki), który powinien odpowiadać tej samej klasie, którą stwierdzono przed procesem starzenia. Okres promieniowania UV jest przy tym zgodny z okresem ekspozycji na warunki atmosferyczne, czyli ok. 4 tygodnie w czasie miesięcy letnich na południu Europy. Ponieważ do obciążenia membrany wstępnego krycia promieniowaniem UV dochodzi tylko w czasie ekspozycji na warunki atmosferyczne,

ten etap składowania pokrywa się tylko z tą fazą życia membrany. Nierówne fazy żywotności membrany wstępnego krycia na pokrytym dachu są odzwierciedlone w czasie składowania w warunkach ciepłych. Tutaj w metodzie sztucznego starzenia przyjmuje się, że podwyższenie temperatury o 10 K prowadzi do podwojenia prędkości reakcji chemicznej wzgl. starzenia (patrz też reguła van 't Hoffa lub teoria Arrheniusa). Zakładając najgorszy scenariusz, w którym w ciągu czterech miesięcy temperatura pod pokryciem dachówkowym będzie przez osiem godzin dziennie wynosić 70 °C, okres obciążenia będzie wynosił 960 godzin (4 miesiące letnie × 30 dni × 8 godzin). W porównaniu do okresu składowania trwającego 2.160 godzin w czasie sztucznego starzenia, przewidywany okres żywotności wynosiłby zaledwie dwa lata. Przy założeniach realistycznych należy przyjąć czas żywotności trwający od 5 do 10 lat, który jest „symulowany” przy takim składowaniu.

Użytkowanie	Rzeczywiste starzenie się		Sztuczne starzenie się	
	Główny szkodliwy czynnik podczas ekspozycji na warunki atmosferyczne	Główny szkodliwy czynnik po pokryciu dachu	Przyspieszony test starzenia się membran wstępnego krycia – norma EN 13859-1	Przyspieszony test cyklu życia, żeby odwzorować co najmniej 25-letni okres użytkowania
Wentylowane pokrycie dachówkowe	UV	Silne ruchy powietrza przy maks. 70 °C	QUV + następnie składowanie w ciepłej temperaturze (70 °C) bez ruchu powietrza	Test 1: QUV + następnie składowanie w ciepłej temperaturze (70 °C) bez ruchu powietrza Test 2: Składowanie w ciepłej temperaturze (70 °C) przy silnym ruchu powietrza
Wentylowane pokrycie metalowe	UV	Słabe ruchy powietrza przy maks. 100 °C		Test 1: QUV + następnie składowanie w ciepłej temperaturze (70 °C) bez ruchu powietrza Test 2: składowanie w ciepłej temperaturze (150 °C) bez ruchu powietrza

Rys. 16 Jakościowe występowanie istotnych czynników szkodliwych w rzeczywistości i w trakcie różnych metod sztucznego starzenia się

Sztuczne metody postarzania jako podstawa do prognoz żywotności

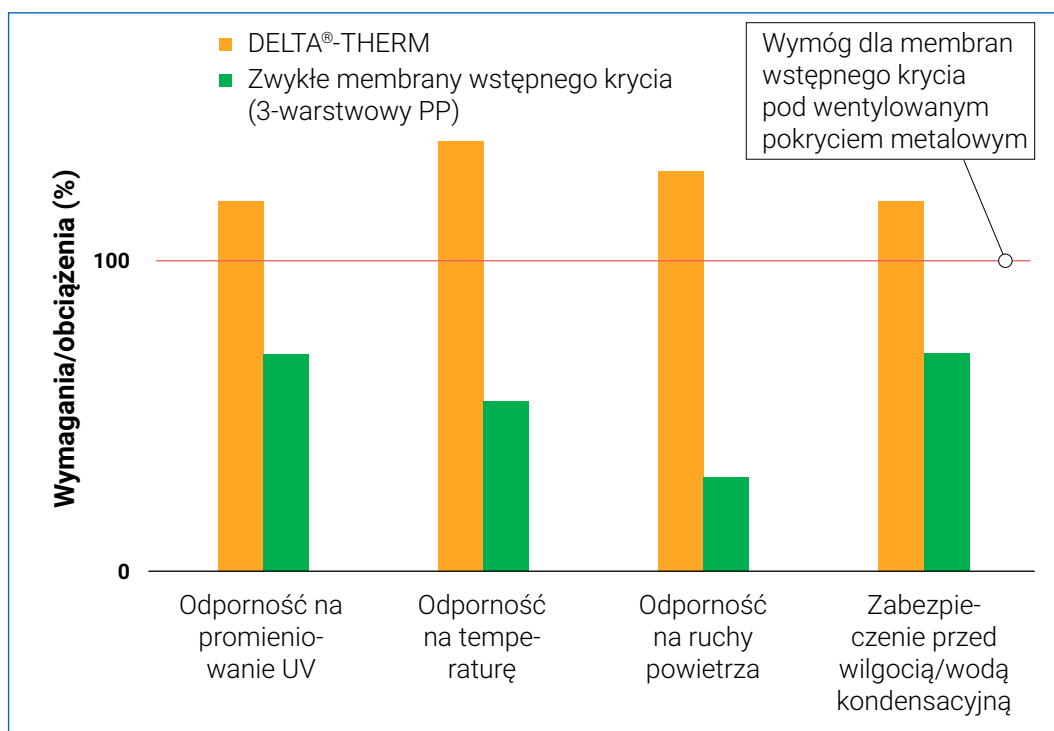


Rys. 17: Wpływ okresu składowania w różnych temperaturach na osłabienie funkcji

Jeśli membrana wstępnego krycia pod wentylowanym pokryciem metalowym ma wykazywać minimalny 25-letni przewidywany czas użytkowania, konieczne byłoby wydłużeniu okresu składowania i/lub podwyższenie temperatury.

Przy założeniu przedstawionego powyżej najgorszego scenariusza okres obciążenia podwyższoną temperaturą dla takiego pożądanego okresu użytkowania wynosiłby 24.000 godzin (25 lat \times 4 miesiące letnie \times 30 dni \times 8 godzin).

Sztuczne metody postarzania jako podstawa do prognoz żywotności



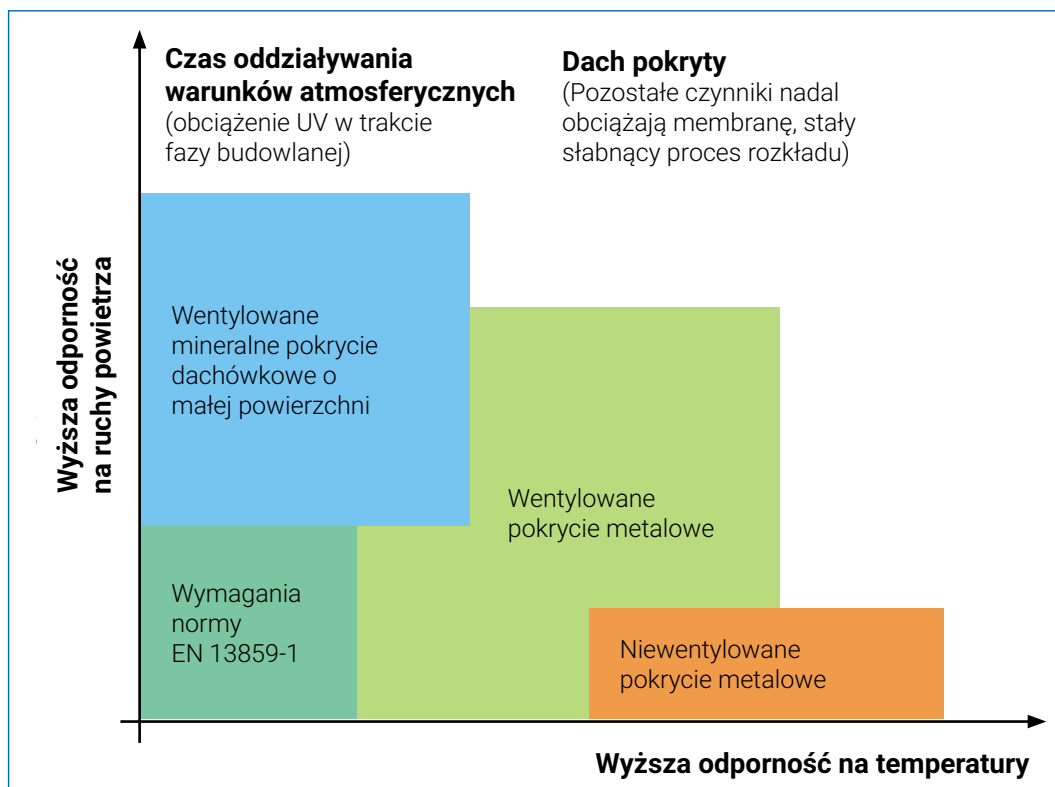
Rys. 18: Odporność nowej membrany wstępnego krycia na dachy metalowe DELTA®-THERM w porównaniu do standardowych membran wstępnego krycia w odniesieniu do istotnych czynników szkodliwych.

W metodzie sztucznego starzenia, stosowanej do projektowania nowej DELTA®-THERM, okres składowania w warunkach promieniowania UV najpierw wydłużono do 1000 godzin, a podczas późniejszego 90-dniowego składowania w ciepłych warunkach temperaturę podwyższono do 150°C. Przy uwzględnieniu reguły van 't Hoffadla składowania w ciepłych warunkach uzyskano następujące okresy obciążenia:

- 90 dni w +150°C
- 180 dni w +140°C
- 360 dni w +130°C
- 720 dni w +120°C
- 1.440 dni w +110°C
- 2.880 dni (69.120 godzin) w +100°C

Ponieważ w trakcie przewidywanego 25-letniego okresu użytkowania – nawet w niekorzystnych warunkach – należy przyjąć ekspozycję membrany na podwyższoną temperaturę przez tylko 24.000 godzin, przyjęty w tej metodzie sztucznego starzenia okres ekspozycji trwający przez 69.120 godzin daje więcej niż pewność.

Podsumowanie



Rys. 19: Wymagania wobec membran wstępnego krycia przy różnych rodzajach pokryć

Ze względu na mniejszy ciężar powierzchniowy i częściowo niekorzystne właściwości emisyjne dla promieniowania ciepłego pokrycia metalowe mogą fazowo ulegać silniejszemu schłodzeniu niż mineralne materiały krycia. W rezultacie na dolnej stronie pokrycia metalowego mogą powstawać większe ilości wody kondensacyjnej. A ponieważ równocześnie odsychanie wilgoci przez powierzchnię

dachu w porównaniu do materiałów krycia o małej powierzchni jest znacznie lub całkiem zredukowane, woda kondensacyjna będzie w sposób nieunikniony skraplać się na membranę wstępnego krycia. I wtedy – nawet przy niewielkich spadkach i większych ilościach wody kondensacyjnej – będzie musiała być niezawodnie odprowadzana z membrany.

Podsumowanie

W zależności od wykończenia powierzchni, pokrycia metalowe – równoległe do niekorzystnych właściwości emisyjnych – wykazują często także wysoką absorpcję promieniowania. Przy wysokim promieniowaniu słonecznym pokrycie metalowe nagrzewa się mocno, co skutkuje wyższymi temperaturami membrany wstępnego krycia. I tak jak przy emisji ten efekt wspierają osłabione napowietrzanie i odpowietrzanie oraz niska masa termiczna. Silniejsza ekspozycja nieodpowiedniej membrany wstępnego krycia na temperaturę powoduje silne starzenie oksydacyjne, które może skutkować utratą wystarczającego oporu na przenikanie wody.

Aby w całym okresie życia dachu z pokryciem metalowym uniknąć wnikania skraplającej się lub spływającej wody kondensacyjnej w głębiej leżące warstwy z izolacją termiczną lub drewnem, należy stosować takie membrany wstępnego krycia, które okażą się niezawodne w szczególnych warunkach panujących pod metalowym pokryciem.

Hydrofobowane membrany wstępnego krycia z możliwie najbardziej gładkimi powierzchniami akrylowymi wykazują znacznie większe zalety w porównaniu do standardowych membran wstępnego krycia na bazie PP z włókninowymi powierzchniami zarówno pod względem możliwości odprowadzania wody jak też wymaganej stabilności temperaturowej.