

# Skutki zjawisk fizycznych na dachach płaskich.

## Część I – Nieprawidłowości, analiza stanu

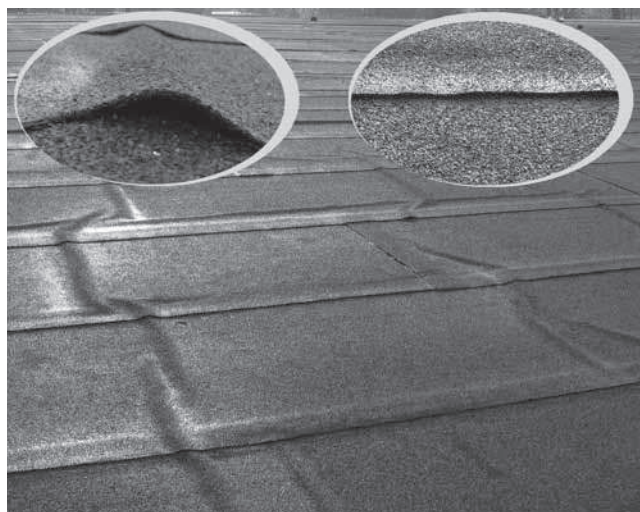
Mgr inż. Tomasz Szkuta, PZITB w Toruniu, dr hab. inż. Maria Wesołowska, prof. UT-P, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

### 1. Wprowadzenie

Dach płaski pod względem konstrukcyjnym i funkcjonalnym jest przegrodą, która przenosi obciążenia, zabezpiecza obiekt przed warunkami atmosferycznymi [5]. Prawdłowo zaprojektowany, wykonany i eksploatowany powinien spełniać wymagania zdefiniowane w załączniku nr 1 do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 [7]. Dach płaski, najprostszy i stosunkowo tani w realizacji ma wady, które najczęściej ujawniają się dopiero w trakcie eksploatacji. Analiza przyczyn uszkodzeń jest przedmiotem wielu publikacji [2, 3, 5], jako główne przyczyny degradacji wskazują błędy w projektowaniu i wykonawstwie. Zalecenia technologiczne dotyczące podłoży pod pokrycia i samych pokryć papowych omówione zostały m.in. w pracach [1, 4, 6]. Wieloletnie doświadczenia praktyczne autorów wskazują, że zagrożenie trwałości dachów płaskich jest efektem nałożenia się jeszcze wielu innych, nie definiowanych w literaturze tematu, czynników. Niniejsza praca jest wprowadzeniem do cyklu artykułów systematyzujących ludzkie błędy i fizyczne przyczyny, a także skutki błędów produkcyjnych, projektowych, wykonawczych, normowych i innych. Tam, gdzie uznano za niezbędne dla zrozumienia procesu fizycznego, uzupełniono opis o uproszczone wyjaśnienie oddziaływań i procesów chemicznych lub biologicznych. Podkreślono również wagę umiejętności definiowania i ustalania warunków, w jakich pracują dachy płaskie oraz przedstawiono propozycje likwidacji większości zauważonych problemów.

### 2. Metoda i materiały

Za podstawę rozważań cyklu artykułów przyjęto własne, wieloletnie badania dachów płaskich z pokryciami papowymi w ramach opracowanych projektów, opinii, ekspertyz i konsultacji. Dla zrozumienia i podsumowania niezbędna była też analiza istniejących na rynku rozwiązań, systemów i materiałów stosowanych w wykonawstwie robót dachowych. Niezwykle interesująca i wnosząca ciekawe informacje do analizy była literatura tematu poszerzona o doświadczenia drogownictwa, gdzie wiedza na temat mieszanek asfaltowych, w tym powszechnie stosowanych elastomeroasfaltów reprezentowanych przez kopolimer SBS (styren-butadien-styren), jest szersza.



*Dach po 4 latach od remontu i po gwarancji*

W tej części artykułu podjęto próbę usystematyzowania występujących zjawisk fizycznych i stwierdzanych w trakcie wizji lokalnych innych źródeł nieprawidłowości na dachach płaskich. Szczegółowa analiza tych zjawisk będzie omawiana osobno.

### 3. Określenie i nazwanie zjawisk fizycznych

Pokrycia dachowe wykonywane są jako zabezpieczenie przed warunkami atmosferycznymi panującymi w miejscu ich budowania. Muszą zabezpieczać, chronić, wytrzymywać, być trwałe, nie ingerować w środowisko i nie szkodzić użytkownikom, ale również zdobić. Dodatkowo nie bez znaczenia jest łatwość aplikacji i odporność na błędy wykonawcze. Dla uporządkowania w odniesieniu do dachów płaskich zjawiska fizyczne podzielone zostały na poniższe grupy.

- Warunki atmosferyczne:
  - opady atmosferyczne,
  - wilgotność,
  - wiatry,
  - nasłonecznienie (insolacja),
  - zmiany temperatury.

Dodatkowo proponuje się uzupełnienie tej grupy o depozycję mokrą i suchą, przez zjawiska atmosferyczne, związków i substancji: chemicznych, organicznych i nieorganicznych.

• Wynikające z własności fizycznych materiałów używanych w konstrukcji dachu, do wykonania pokrycia, opadów i depozytów oraz ich interakcji:

- rozszerzalność liniowa (rozszerzalność liniowa nieciągła),
- adhezja i kohezja,
- wilgotność,
- rozpuszczalność,
- higroskopijność,
- zmiany stanu skupienia,
- gęstość,
- temperatura topienia i mięknięcia,
- temperatura rozprzęgania kopolimeru,
- lepkość,
- sztywność,
- ciągliwość,
- elastyczność,
- przewodnictwo cieplne,
- kruchość,
- odbijanie, absorpcja promieniowania.

• Wynikające z rodzaju chronionego obiektu i zastosowanych rozwiązań materiałowych:

- obiekty nieogrzewane – bez wymagań cieplnych,
- obiekty ogrzewane – z wymaganiami cieplnymi,
- obiekty z podłożem pod pokrycie betonowym, drewnianym, z blach trapezowych,
- obiekty z podłożem pod pokrycie niepodatnym, podatnym (w tym izolowanym cieplnie, elastycznym) oraz o wymaganiach specjalnych.

• Wynikające z istniejących na dachu podłoży pod pokrycie:

- stare podłoża betonowe, drewniane, z blach trapezowych,
- stare pokrycia papowe (w przypadku pozostawienia starej papy),
- stare pokrycia z membran z tworzyw sztucznych,
- stare podłoża zajęte przez organizmy żywe (korozja biologiczna),
- stare podłoża zanieczyszczone chemicznie (korozja chemiczna),
- stare pokrycia papowe na warstwie izolacji cieplnej ze styropianu,
- stare pokrycia papowe na warstwie izolacji cieplnej z wełny mineralnej,
- podłoża zdylatowane pierwotnie (zaprojektowane) i wtórnie (wytworzone samoistnie np. w procesie osiadania obiektu),
- podłoża o ugięciach istotnych dla spadków dachu.

#### 4. Określenie źródeł nieprawidłowości

Dachy płaskie są identyfikowane jako stosunkowo proste w swojej budowie i nie wymagające szczególnej wiedzy w zakresie doboru materiałów. Skutkiem tego, już w fazie projektu, występują błędy, które rzutują na jakość i trwałość

pokrycia. W kolejnych etapach życia dachu wady projektowe się pogłębiają. Często też na poziomie wprowadzanych materiałów, samego wykonawstwa czy też eksploatacji generowane są nowe. W celu uporządkowania tego zagadnienia poniżej wskazano grupy nieprawidłowości.

• Nieprawidłowości wynikające z błędów projektowych:

- brak szczegółowej i prawidłowej analizy warunków występujących na i w otoczeniu projektowanego dachu,
- traktowanie pokrycia dachu jako nieistotnej części projektu i niepodawanie wcale rozwiązań, poza nazwą,
- nieprzemysłane kopiowanie typowych rozwiązań nie nadających się do zastosowania na projektowanym dachu,
- niepełna wiedza o właściwościach, ograniczeniach, zastosowaniach proponowanych materiałów oraz sposobie współpracy tych materiałów ze sobą,
- brak koordynacji międzybranżowej uniemożliwiającej precyzyjne określenie warunków, w jakich będzie pracowało pokrycie (np. ugięć, temperatur) i częsty brak informacji o sterczynach i ich właściwościach.

• Nieprawidłowości będące skutkiem działań inwestora:

- dążenie do jak najniższej ceny za wykonanie prac pokrywczych,
- ograniczona analiza długoterminowa przyjmowanych rozwiązań,
- oszczędzanie przez niewykonywanie projektów pokryć,
- brak nadzoru nad wykonywanymi pracami,
- brak konserwacji dachu,
- brak przeglądów okresowych,
- samowolne, nieprzemysłane lub niekonsultowane ze specjalistą zmiany w pokryciu i naprawy.

• Nieprawidłowości będące skutkiem działań wykonawców [9, 10]:

- dążenie do jak najniższych kosztów wykonania prac pokrywczych przez stosowanie najtańszych materiałów, najtańszych technik i najszybszych metod wykonania,
- podejmowanie się robót pokrywczych bez projektu,
- niepełna wiedza i umiejętności,
- stosowanie materiałów zastępczych,
- stosowanie materiałów po długich okresach składowania,
- wykonywanie prac pokrywczych w niesprzyjających warunkach.

• Nieprawidłowości wynikające z dystrybucji materiałów:

- niepełna oferta materiałów lub nadmiar (zjawisko Forrestera [11]) w punktach dystrybucji w pobliżu miejsc montażu i proponowanie materiałów zastępczych, nierzadko nie spełniających wymagań szczegółowych dla zastosowań,
- brak możliwości precyzyjnego ustalenia daty produkcji dla części materiałów,
- nieprawidłowy sposób magazynowania,
- nieprawidłowy sposób transportu,

## KONSTRUKCJE – ELEMENTY – MATERIAŁY

– niepełna wiedza techniczna o dystrybuowanych materiałach, w szczególności o współpracy różnych materiałów i możliwości połączeń.

- Nieprawidłowości wynikające z technologii produkcji i rozwiązań technicznych:
  - niepełna i za mało szczegółowa analiza rzeczywistych warunków występujących na dachach i w ich otoczeniu,
  - niepełna analiza własności stosowanych w konstrukcji pokrycia i dachu materiałów, ich wzajemnych oddziaływań ze szczególnym uwzględnieniem osi czasu, reologii i oddziaływań chemicznych (w tym uwalnianych w czasie eksploatacji z pap),
  - dążenie do intensyfikacji produkcji z pominięciem skutków zmian wywoływanych przez konieczne dla niej zaniechania,
  - dążenie do obniżenia kosztów produkcji ze szkodą dla wyrobów,
  - brak szerszego spojrzenia na stosowane technologie przez skupienie się na rozwijaniu szczegółów technicznych w oderwaniu od całości zagadnienia,
  - produkowanie „na magazyn” materiałów sezonowych o niepewnej trwałości (nieprzebadanych),
  - powszechna tajemnica technologii, składu ilościowego i jakościowego (rozumiała), pozwalająca jednak na znaczne modyfikacje, czasami bez wiedzy na temat zmian właściwości wyrobów.

- Nieprawidłowości wynikające z nieuwzględnienia zachodzących zmian i specyfiki lokalnego klimatu:
  - zmiany ilości nasłonecznienia (insolacji),
  - zmiany ilości opadów,
  - zmiany ilości i siły wiatrów,
  - niebranie pod uwagę lokalnej zawartości związków chemicznych zawartych w depozycji mokrej i suchej opadów oraz ich interakcji z materiałami pokrywczymi (w tym efektami tych oddziaływań na środowisko).

- Nieprawidłowości wynikające z obowiązujących uregulowań normowych [8]:
  - badania częściowo nieodpowiadające rzeczywistym warunkom pracy na dachu, mogące stanowić podstawę porównania przy wyborze wyrobu, ale nie dające prawdziwego obrazu potrzebnych właściwości materiałów pokrywczych,
  - niepełne badania utrudniające stwierdzenie, w pełnym zakresie, wrażliwości na odkształcenie temperaturowe zastosowanych mas polimerowo-asfaltowych,
  - niepełne badania wytrzymałościowe pap w zakresach granicznych zmian temperatury.

Brakuje też badań, które pozwolą stwierdzić: deklarowaną zawartość polimeru w masie polimerowo-asfaltowej, zawartość wypełniaczy, czy też pełnych właściwości zastosowanych włókien poliestrowych. Nie ma również wystarczających badań co do oceny adhezji połączeń zgrzewanych

z obróbkami blacharskimi oraz adhezji najczęściej wykonywanych połączeń podłoża z warstwą izolacji cieplnej i pokryciem dachowym jako całości lub poszczególnych połączeń.

## 5. Podsumowanie

W części pierwszej zgodnie z podtytułem określeniu i nazwaniu podlegały zjawiska fizyczne oraz źródła nieprawidłowości występujących na dachach płaskich. W procesie poznawczym jest to istotny element badawczy, bo pozwala przewidywać możliwe zachowania się wyrobu, nie tylko w czysto laboratoryjnej rzeczywistości, ale również tam, gdzie będzie stosowany. Lista jest długa i jeszcze nie skończona, ale już pokazuje skalę problemu. Jest też podstawą do dalszych rozważań zgodnie z zasadą inżynierską: „jeśli chcesz rozwiązać problem, to najpierw się cofnij i popatrz z dalszej perspektywy, wtedy zobaczysz, dlaczego”. Autorzy wiedzą, że większość uczestników procesów i czynności przedstawionych w analizie działa w dobrej wierze i z odpowiednią starannością. Dyskusja o problemie może pomóc w jeszcze lepszym zrozumieniu i zapobieganiu niektórym nieprawidłowościom. Dodatkowym zagadnieniem w dyskusji może być też łatwość aplikacji wyrobów i odporność na błędy wykonawcze, zwłaszcza przez niedoświadczonych wykonawców.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] ABC pap bitumicznych. Poradnik dekarcki, Zjednoczenie Przemysłu Bitumicznych Pap Dachowych i Uszczelniających, 1996
- [2] Bajno D., Dachy: zasady kształtowania i utrzymywania, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016
- [3] Byrdy Cz., Ciepłochronne stropodachy budynków: analiza wad i usterek, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2000
- [4] Francke B., Izolacje przeciwwilgociowe i wodochronne części nadziemnych budynków, [w]: Budownictwo Ogólne tom 2. Fizyka budowli, red. Klemm P., Arkady, 2005
- [5] Sokołowska B., Krajczyński M., Stropodachy: projektowanie i wykonawstwo, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, 2004
- [6] Jurczak R., Ocena techniczna pap zgrzewalnych, Izolacje 1/2015
- [7] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz.Urz. UE L 88 z 04.04.2011, str. 5, z późn. zm.)
- [8] PN-EN 13707:2013-12: Flexible sheets for waterproofing – Reinforced bitumen sheets for roof waterproofing – Definitions and characteristics
- [9] Wytyczne do projektowania i wykonywania dachów z izolacją wodochronną, DAFA Stowarzyszenie wykonawców dachów płaskich i fasad. DP 2.01/2010 opracowanie polskie R. Klatt, 2011
- [10] Code of practice for torch-on membrane systems for roofs and decks Membrane Group New Zealand 2008, 2nd Edition 2015, www.membrane.org.nz
- [11] Domański R., Hadaś Ł., Cyplik P., Fertsch M., Analysis of the Forrester effect (bullwhip effect) in the distribution network – conclusions from the “beer game” simulation Logforum V.5.2, 2009