MIESIĘCZNIK
TECHNICZNO-EKONOMICZNY

MATERIAŁY BUDOWLANE

technologie • rynek • wykonawstwo

6 / 2009
cena 18,50 zł
(w tym VAT 0%)
ISSN 0137-2971
06>
9 770137 297901
WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 60 LAT
ISSN 0137-2971

Szczegóły na str. 12-19

remmers

Systemy produktów na obiekty i hale sportowe

izolacje, posadzki, farby, impregnaty, środki ochrony betonu

REMMERS POLSKA

Euro 2012... Z nami zdążysz na pewno!

62-080 Tarnowo Podgórne • ul. Sowia 8
Tel.: 061/816 81 00 • Fax: 061/816 81 34
www.remmers.pl

CZASOPISMO STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW PRZEMYSŁU MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

W NUMERZE

MATERIAŁY BUDOWLANE

ISSN 0137-2971 Cena 18,50 zł
Nakład do 14 500 egz. (w tym VAT 0%)

Adres redakcji
00-950 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14 A
skr. poczt. 1004
tel./fax (022) 827-52-55, 826-20-27
e-mail: materbud@sigma-not.pl
www.materialybudowlane.info.pl

Ogłoszenia przyjmuje redakcja
tel./fax (022) 826-20-27, 827-52-55
oraz Dział Reklamy i Marketingu
ul. Mazowiecka 12, 00-950 Warszawa, skr. 1004
tel./fax (022) 827-43-66, 826-80-16

Redaguje zespół:

Redaktor Naczelny
mgr inż. Krystyna Wiśniewska

Z-ca Redaktora Naczelnego
mgr Danuta Kostrzewska-Matynia

Sekretarz redakcji
mgr inż. Ewelina Kowałko

Kierownicy Działów:
prof. dr hab. inż. Lech Czarnecki
mgr inż. Lech Misiewicz

Rada Programowa
mgr Zbigniew Bachman, mgr inż. Andrzej Dobrucki (przewodniczący Rady), mgr Robert Dziwiński, prof. dr hab. inż. Zbigniew Giergiczny, dr inż. Mariusz Jackiewicz, mgr inż. Marek Kaproń, inż. Józef Kostrzewski, mgr Piotr Kurach, prof. dr hab. inż. Adam Zbigniew Pawłowski, prof. dr hab. inż. Leszek Rafalski, mgr Wojciech Rzepka, mgr inż. Jerzy Ślusarski, doc. dr inż. Genowefa Zapotoczna-Sytek, mgr Józef Zubelewicz

Redakcja nie zwraca materiałów niezamówionych, a także zastrzega sobie prawo redagowania i skracania tekstów oraz dokonywania streszczeń.
Redakcja nie odpowiada za treść reklam i artykułów sponsorowanych.

Wszystkie zamieszczone materiały są objęte prawem autorskim, a ich przedruk w jakiejkolwiek formie i jakimkolwiek języku jest zabroniony.

Skład i łamanie: FOTOSKŁAD
Pracownia Poligraficzna www.ksiega.com.pl

Przygotowanie w technologii CTP,
druk i oprawa LOTOS Poligrafia Sp. z o.o.
www.drukarnia-lotos.pl

SIGMA-NOT Sp. z o.o.
Wydawnictwo Czasopism
i Książek Technicznych

00-950 Warszawa, ul. Ratuszowa 11
skr. poczt. 1004, tel.: (022) 818-09-18
Internet: http://www.sigma-not.pl
Prenumerata: e-mail: kolportaz@sigma-not.pl

TEMAT WYDANIA – Dachy

B. Francke, J. Sowińska – Problemy związane z interpretacją norm europejskich dotyczących wyrobów do pokryć dachowych i izolacji części podziemnych budynków 2
R. Klatt, D. Rak – Kondensacja pary wodnej i jej skutki 4
M. Podeszwa – Inwestor na błędach się uczy ... czyli jak nie należy wykonywać dachów 7
Dachy płaskie ROCKWOOL – profesjonalne rozwiązania izolacyjne 10
G. Gładkiewicz – Papy WENTYLOWANE SZYBKI SYNTAN® SBS i papy TERMIK SZYBKI SYNTAN® SBS – papy nowej generacji do renowacji dachów płaskich 12
Kluczem do sukcesu jest doskonała kadra – wywiad z Miguelem Kohlmannem – Generalnym Dyrektorem Zarządzającym Grupy Icopal A/S 16
Icopal znów zaskoczy nowością – wywiad z Przemysławem Raszem – Prezesem Zarządu firmy Icopal S.A. 18
M. Rokiel – Zasady wykonywania dachów zielonych 20
Termoizolacja dachów płaskich 24
Kolektory słoneczne – czysta energia 26
Membrana dachowa DachGam – niezawodny materiał do ostatecznego krycia dachów płaskich . . . 27
Izolacja dachów płaskich wełną mineralną PAROC 28
VELUX całkowicie w poziomie – nowe okno do dachu płaskiego 31
System InterCenBud 32
Bezpieczny dach 34
K. Patoka – Czy kleić zakłady membran wstępnego krycia? 38
K. Zieliński – Badanie starzenia pap a trwałość pokryć 40
M. Rolbiecka – Odporność korozyjna powłok organicznych na blachach stalowych ocynkowanych . . 43
K. Wiśniewska – Gamrat wchodzi na rynek globalny 46

TEMAT WYDANIA – Budownictwo sportowe

I. Cała – Przekrycia cięgnowo-prętowe w obiektach sportowych 47
Realizacja I etapu budowy Stadionu Narodowego w Warszawie 52
J. Boruc, M. Dymek, K. Smolak – Zapewnienie wodoszczelności w żelbetowych konstrukcjach niecek basenowych 54
I. Gmaj – Powłoki na bazie żywic epoksydowych w obiektach sportowych 57
A. Policińska-Serwa, P. Sulik – Wymagania na wewnętrzne nawierzchnie sportowe 58
M. Głowacki – Najnowsze tendencje w projektowaniu i wykonawstwie basenów kąpielowych . . 60
Mierny stan przygotowań do Euro 2012 – wywiad ze Zbigniewem Bachmanem, Wiceprzewodniczącym Komitetu Budownictwa przy Krajowej Izbie Gospodarczej 63
T. Kania – Zastosowanie bloków MultiGips w budownictwie sportowym 64
Nowelizacja przepisów uprości realizację inwestycji na Euro 2012 – wypowiedź Andrzeja Arendarskiego, Prezesa Krajowej Izby Gospodarczej 66
M. Rokiel – Hydroizolacje i okładziny ceramiczne niecek basenowych 68

MURY

Ł. Drobiec, R. Jasiński, A. Piekarczyk – Mury poddane zginaniu w ujęciu PN-EN 1996-1-1:2006. Ściany zginane w płaszczyźnie 70

PODRĘCZNIK FIZYKI BUDOWLI

M. Mirowska – Klasyfikacja i przegląd wyrobów dźwiękochłonnych 73

PRAKTYKA BUDOWLANA

K. Wiśniewska – VIII Zjazd Sprawozdawczy Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa . . . 76
Naszym priorytetem jest doskonalenie zawodowe członków – wywiad ze Stefanem Czarnieckim – Przewodniczącym Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 78
M. Boryczko – XXIV Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji 80

INFORMATOR GŁÓWNEGO URZĘDU NADZORU BUDOWLANEGO

Departament Prawno-Organizacyjny GUNB informuje 82
M. Mazur – Wojewódzki Inspektorat Nadzoru Budowlanego w Katowicach 84

RYNEK BUDOWLANY

M. Kowalska – Produkcja materiałów budowlanych w kwietniu 2009 roku 87
J. Kobylarz – Sprzedaż produkcji budowlano-montażowej i produkcja sprzedana budownictwa w okresie styczeń – kwiecień 2009 roku 90
E. Kowałko – Zakończono modernizację Kieleckich Kopalni Kwarcytu 92

KONFERENCJE, SEMINARIA

M. Robakiewicz – Forum Termomodernizacja 2009 93
V Sesja Wydziału Nauk Technicznych PAN odbyła się w ITB 94

PRAWO W BUDOWNICTWIE

M. Dutkiewicz – Rękojmia i gwarancja w umowie o roboty budowlane 98

*dr inż. Barbara Francke**
*mgr inż. Jolanta Sowińska**

Problemy związane z interpretacją norm europejskich dotyczących wyrobów do pokryć dachowych i izolacji części podziemnych budynków

W okresie ostatnich lat Komitet Techniczny CEN/TC 254 opracował dużą grupę norm europejskich dotyczących wyrobów do izolacji wodochronnych i przeciwwilgociowych. Na dzień dzisiejszy w dziedzinie tej zostały wydane następujące normy wyrobu zawierające załączniki harmonizacyjne:

- **PN-EN 13707:2006+A1:2007** *Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby asfaltowe na osnowie do pokryć dachowych – Definicje i właściwości*;
- **PN-EN 13859-1+A1:2008** *Elastyczne wyroby wodochronne – Definicje i właściwości wyrobów podkładowych – Część 1: Wyroby podkładowe pod nieciągłe pokrycia dachowe*;
- **PN-EN 13956:2006** *Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby z tworzyw sztucznych i kauczuku do pokryć dachowych – Definicje i właściwości*;
- **PN-EN 13967:2006+A1:2007** *Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby z tworzyw sztucznych i kauczuku do izolacji przeciwwilgociowej łącznie z wyrobami z tworzyw sztucznych i kauczuku do izolacji przeciwwodnej części podziemnych – Definicje i właściwości*;
- **PN-EN 13969:2006+A1:2007** *Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby asfaltowe do izolacji przeciwwilgociowej łącznie z wyrobami asfaltowymi do izolacji przeciwwodnej części podziemnych – Definicje i właściwości*;
- **PN-EN 13970:2006+A1:2007** *Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby asfaltowe do regulacji przenikania pary wodnej – Definicje i właściwości*;
- **PN-EN 13984:2006+A1:2007** *Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby z tworzyw sztucznych i kauczuku do regulacji przenikania pary wodnej – Definicje i właściwości*;
- **PN-EN 14909:2007** *Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby z tworzyw sztucznych i kauczuku do poziomej izolacji przeciwwilgociowej – Definicje i właściwości*;
- **PN-EN 14967:2007** *Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby asfaltowe do poziomej izolacji przeciwwilgociowej – Definicje i właściwości*.

Jedyne wymagania ustalone przez wymienione normy to:

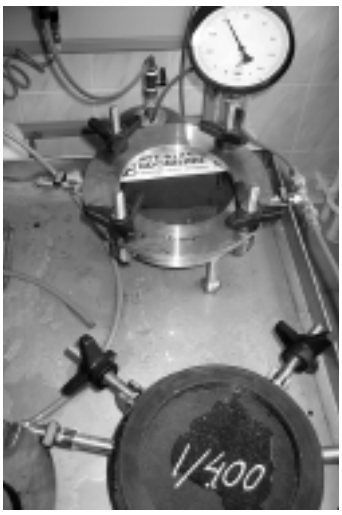
– właściwość wodoszczelności przy zadanej wartości ciśnienia wody, przyjętej na bardzo niskim poziomie;
– wady widoczne;
– odchyłka od prostoliniowości i płaskości;
– odporność na działanie ognia zewnętrznego;
– reakcja na ogień.

Pozostałe właściwości świadczące o jakości wyrobu spełniającego wymagania norm zależą jedynie od deklaracji producenta określanej w normach jako MLV lub MDV. MLV (manufacturer's limiting value) jest wartością graniczną określoną przez producenta, która powinna być osiągana w badaniach (maksymalna lub minimalna w zależności od rodzaju badania), zaś MDV (manufacturer's declared value), to wartość deklarowana przez producenta z deklarowaną tolerancją. Normy pozostawiają więc dowolność, jeśli chodzi o poziom wymagań podawany przez producenta w deklaracji zgodności wyrobów. Jest to podejście inne niż w dotychczasowych normach krajowych, w których dla każdej grupy wyrobów były ustalone wartości wymagań i producent musiał je spełnić, by uzyskać pozytywną ocenę swego produktu do stosowania w budownictwie. Chcąc zobrazować liberalne podejście wymienionych wcześniej norm do wymagania dotyczącego wodoszczelności, w tabeli 1 zebrano wartości wymagań w tym zakresie podane w poszczególnych normach. Jak **liberalne są te wartości wymagań,**

Tabela 1. Wymaganie dotyczące wodoszczelności wyrobów objętych normami europejskimi

Numer normy europejskiej	Wymagana wartość wodoszczelności dla wyrobów objętych normą
PN-EN 13707:2006+A1:2007	brak przecieku przy ciśnieniu min. 10 kPa
PN-EN 13956:2006	brak przecieku przy ciśnieniu min. 10 kPa
PN-EN 13859-1+A1:2008	trzy klasy odporności na przesiąkanie wody: **W 1** – brak przecieku przy wysokości słupa wody 200 mm, **W 2** – w badaniu zgodnie z EN 13111 średnia objętość przesiąkającej wody jest mniejsza niż 100 ml, **W 3** – w badaniu zgodnie z EN 13111 średnia objętość przesiąkającej wody przekracza 100 ml,
PN-EN 13984:2006+A1:2007	dla wyrobów typu A i V – brak przecieku przy ciśnieniu min. 2 kPa
PN-EN 13970:2006+A1:2007	brak przecieku przy ciśnieniu min. 2 kPa
PN-EN 13967:2006+A1:2007	dla wyrobów typu A i V – brak przecieku przy ciśnieniu min. 2 kPa, dla wyrobów typu T – brak przecieku przy ciśnieniu min. 60 kPa,
PN-EN 14909:2007	brak przecieku przy ciśnieniu min. 2 kPa
PN-EN 13969:2006+A1:2007	dla wyrobów typu A – brak przecieku przy ciśnieniu min. 2 kPa, dla wyrobów typu T – brak przecieku przy ciśnieniu min. 60 kPa,
PN-EN 14967:2007	brak przecieku przy ciśnieniu min. 2 kPa

* Instytut Techniki Budowlanej



Fot. 1. Stanowisko do badania wodoszczelności z próbkami z okładki „Materiałów Budowlanych" i papy izolacyjnej na tekturze I/400

Fot. J. Sowińska

świadczy doświadczenie wykonane w Instytucie Techniki Budowlanej. **Jednocześnie badaniu wodoszczelności poddano próbkę papieru wyciętą z okładki miesięcznika „Materiały Budowlane" i z papy izolacyjnej na tekturze.** Papa izolacyjna na tekturze nie wykazała przecieku przy ciśnieniu 2 kPa, przesiąkając już przy ciśnieniu 60 kPa, podczas gdy próbka wycięta z czasopisma nie przesiąkła nawet przy ciśnieniu 0,2 MPa. Fakt ten wskazuje, jak niskie wymagania stawiane są przez normy europejskie wyrobom hydroizolacyjnym. Na fotografii 1 przedstawiono stanowisko do badania wodoszczelności z próbkami z okładki „Materiałów Budowlanych" i papy izolacyjnej na tekturze I/400.

Dodatkowym problemem w zapisach norm europejskich jest **brak precyzyjnego określenia zakresu ich stosowania**. W niektórych normach wręcz powtarzany jest zakres stosowania podany już w innych normach (tabela 2).

Tabela 2. Porównanie zakresu stosowania wyrobów objętych normami europejskimi

Numer normy europejskiej	Zakres stosowania normy zgodnie z zapisami pkt 1 „Zakres normy" (tłumaczenie polskie)
PN-EN 13707:2006+A1:2007	warstwy asfaltowe wierzchnie i podkładowe pokryć dachowych
PN-EN 13956:2006	pokrycia dachowe z tworzyw sztucznych i kauczuku
PN-EN 13859-1+A1:2008	warstwy asfaltowe oraz z tworzyw sztucznych i kauczuku leżące poniżej nieciągłego pokrycia dachowego
PN-EN 13984:2006+A1:2007	warstwy z tworzyw sztucznych i kauczuku do regulacji przenikania pary wodnej w budownictwie
PN-EN 13970:2006+A1:2007	warstwy asfaltowe na osnowie do regulacji przenikania pary wodnej w budynkach
PN-EN 13967:2006+A1:2007	izolacje tworzyw sztucznych i kauczuku przeciwwilgociowe i przeciwwodne części podziemnych budynków
PN-EN 14909:2007	warstwy z tworzyw sztucznych i kauczuku do poziomej izolacji przeciwwilgociowej
PN-EN 13969:2006+A1:2007	izolacje asfaltowe przeciwwilgociowe i przeciwwodne części podziemnych budynków
PN-EN 14967:2007	poziome przeciwwilgociowe izolacje asfaltowe

Z zestawienia zawartego w tabeli 2 widać, że w niektórych normach powtarzany jest zakres stosowania wyrobów z innych norm, np.:

1) PN-EN 14967:2007 i PN-EN 13969:2006+A1:2007;
2) PN-EN 13967:2006+A1:2007 i PN-EN 14909:2007;
3) PN-EN 13859-1:2006 + A1:2007 i PN-EN 13984:2006+A1:2007,
4) PN-EN 13859-1:2006 i PN-EN 13970:2006+A1:2007.

Izolacje przeciwwilgociowe mogą być klasyfikowane zgodnie z dwiema normami, co wydaje się niepotrzebne i tworzy chaos. Podobnie sytuacja wygląda w przypadku wyrobów do regulacji przepływu pary wodnej. Zgodnie z podstawowymi zasadami fizyki budowli, wyroby stosowane jako spodnie warstwy pokryć dachowych są również warstwami regulującymi przepływ pary wodnej. Pytanie o przyczynę stworzenia takich dublujących się grup norm zadano ich autorom, opracowującym te dokumenty w grupach roboczych CEN. Odpowiedź była bardzo prozaiczna. Normy są odpowiedzią na zapotrzebowanie na takie dokumenty ze strony producentów wyrobów, które nie mieszczą się w grupie o wyższych wymaganiach użytkowych. W przypadku normy PN-EN 14967:2007 uzyskano również wyjaśnienie, że dotyczy ona nie tylko izolacji poziomych, lecz również pionowych. Omówiony stan rzeczy stwarza duże problemy przy ustaleniu właściwego dokumentu odniesienia przy wydawaniu certyfikatu zgodności z normą lub deklaracji zgodności.

Liberalizacja wymagań w normach europejskich umożliwia wydanie deklaracji zgodności dla wyrobów, które nie powinny być stosowane zgodnie z zakresem działania normy. Typowym tego przykładem jest papa izolacyjna na tekturze budowlanej, którą producenci próbują klasyfikować zgodnie z normą PN-EN 13969, czyli rekomendują ten wyrób do stosowania jako izolacje części podziemnych budynków. Zgodnie z zapisem w wycofanej normie krajowej PN-89/B-27617 niedozwolone jest stosowanie papy izolacyjnej w zewnętrznych warstwach układów izolacyjnych, narażonych na działanie wody i wilgoci. Zastosowanie tektury zaimpregnowanej miękkim asfaltem w warstwach gruntowych, przy jednoczesnym działaniu wilgoci grozi jej rozpadem w wyniku procesów gnilnych. Znane są również przypadki, gdy na obwolucie fabrycznej widnieje napis „papa asfaltowa wierzchniego krycia I/400". W takim przypadku mamy do czynienia z karygodnym wprowadzaniem w błąd odbiorcy wyrobu (fotografia 2). Symbol I/400 oznacza papę izolacyjną na tekturze, która nie powinna być w żadnym przypadku stosowana w pokryciach dachowych, a tym bardziej jako warstwa wierzchnia. Producentowi wyrobu obojętne jest również, jaką normę powołuje do tej tzw. papy dachowej, gdyż dokumentem odniesienia jest często norma dotycząca wyrobów przeznaczonych do wykonywania izolacji części podziemnych (PN-EN 13969).

Fot. 2. Przykład błędnego znakowania papy izolacyjnej na tekturze I/400

Innym przykładem lapsusu językowego (a może zamierzonego działania?) jest opis na jednej z kart technicznych papy izolacyjnej na tekturze: *Papa przeznaczona jest do wykonywania zabezpieczeń przed działaniem wody i wilgoci... papa **nie może być stosowana** do wykonywania wielowarstwowych poziomych izolacji przeciwwilgociowych elementów podziemnych **nienarażonych** na działanie wody pod ciśnieniem.*

(dokończenie na str. 19)

*mgr inż. Ryszard Klatt**
*mgr inż. Dominika Rak**

Kondensacja pary wodnej i jej skutki

Zgodnie z EN ISO 13788:2001 *„Transport wilgoci jest procesem bardzo złożonym, a znajomość mechanizmów transportu wilgoci, właściwości materiałów, warunków początkowych i brzegowych jest zwykle niewystarczająca, nieodpowiednia i podlegająca stale rozwojowi”*. Zobrazujemy to na przykładzie.

Opis przypadku/problemu

Na posadzce eksploatowanej hali magazynowej zaobserwowano wilgotne plamy. Woda skapywała z dachu, z okolic świetlików dachowych. Z relacji pracowników wynikało, że do przecieków dochodziło zazwyczaj po opadach deszczu lub śniegu, a także w czasie bezdeszczowym, gdy po kilku dniach z przymrozkami przychodziło ocieplenie. Ilość wody skapującej z dachu nie była duża, ale zagrażała materiałom składowanym w magazynie. Dlatego więc podjęto decyzję o jak najszybszym rozwiązaniu problemu i odpowiedzi na pytanie – skąd cieknie woda?

Po analizie dokumentacji projektowej stwierdzono, że dach hali wykonany był ze stalowych dźwigarów kratowych, na których ułożono kolejno następujące warstwy pokrycia:

- blachę trapezową;
- paroizolację;
- izolację termiczną wykonaną z dwóch warstw wełny mineralnej 10 + 5 cm;
- izolację przeciwwodną wykonaną z podwójnej warstwy papy zgrzewalnej.

Przy takim układzie warstw pokrycia dachowego przeprowadzone obliczenia cieplne dowodziły, że **przegroda została zaprojektowana w sposób prawidłowy**. Współczynnik przenikania ciepła U = 0,28 W/m^{2}K był mniejszy od wartości zalecanej w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r., która wynosi 0,3 W/m^{2}K. W przypadku takiej budowy przegrody wykluczono również możliwość powstawania kondensacji oraz rozwoju pleśni i grzybów.

W celu poprawy warunków oświetleniowych wewnątrz hali, w pokryciu zainstalowane zostały świetliki dachowe. Konstrukcja świetlika wykonana została z obwodowej wewnętrznej blachy ocynkowanej, którą obłożono izolacją termiczną grubości 4 cm i przykryto izolacją wodochronną, zakończoną na poziomie górnej powierzchni blachy, do której mocowano ościeżnicę świetlika. Ponadto na powierzchni dachu występowały wentylatory, kominki wentylacyjne i przebicia wyprowadzające na powierzchnię dachu kable elektryczne.

Po zapoznaniu się z dokumentacją oraz przeprowadzeniu wizji lokalnej obiektu przystąpiono do tropienia przyczyn przecieków. W pierwszym kroku zaplanowano sprawdzenie szczelności pokrycia dachowego. W tym celu wykonano bezdestrukcyjne badanie wykrywania przecieków.

Bezdestrukcyjny system wykrywania przecieków

Badanie szczelności polega na ułożeniu bezpośrednio na warstwie nieprzewodzącej izolacji przeciwwodnej (papy bitumiczne, folie dachowe PVC, również membrany dachowe EPDM nowej generacji) specjalnego nieizolowanego przewodu, który w czasie pomiarów emituje pole elektryczne na powierzchnię izolacji przeciwwodnej. Technik, poruszający się po badanej powierzchni pokrycia dachowego, określa kierunek przepływu pola elektrycznego po powierzchni izolacji za pomocą połączonego z prętami pomiarowymi przenośnego miernika prądu. Właściwa interpretacja wskazań miernika pozwala zlokalizować nawet najmniejsze nieszczelności.

Podczas przeprowadzania badań szczelności metodą elektryczną potencjału pola nie znaleziono nieszczelności w izolacji wodochronnej dachu hali magazynowej. Hydroizolacja na poziomej połaci została ułożona poprawnie, wytopy bitumu ze spodniej warstwy arkuszy papy były prawidłowe, a także wywinięcia na attyki wykonano właściwie. Niewielkie usterki przy izolowaniu naroży świetlików zostały usunięte już w czasie trwania badania.

Połać dachowa została prawidłowo zabezpieczona przed przedostawaniem się wód opadowych w głąb poszycia. Wykluczono w ten sposób przecieki wód opadowych. Gdzie więc należy szukać przyczyn przecieków?

Próby wodne

W drugim kroku pod lupę wzięto świetliki, gdyż to w ich sąsiedztwie najczęściej dochodziło do wycieków. **Przeprowadzono próbę wodną** polegającą na polewaniu badanego świetlika strumieniem wody pod różnym kątem (symulacja nawalnych deszczów) i obserwowaniu, czy nie następuje wyciek do wnętrza. Pozytywny wynik takiej próby świadczyłby o nieszczelności w obrębie świetlika i pozwoliłby wskazać miejsce wciekania wody do budynku. Badanie jednak miało wynik negatywny! Pytanie, skąd cieknie woda, pozostało więc nadal bez odpowiedzi.

Próby dymowe

W trzecim etapie uwaga została skupiona na obróbkach i wykończeniach. Zbadanie takich połączeń bywa trudne, ponieważ ocena wizualna nie daje pewności, że nie pominęliśmy jakiegoś istotnego niewidocznego szczegółu. W takich wypadkach nieocenione okazuje się badanie dymowe, która polega na wtłoczeniu lekkiego zabarwionego gazu (gaz teatralny) pod warstwę izolacji wodochronnej. Wydobywający się kolorowy dym pozwala zlokalizować miejsca nieszczel-

* Roof Consulting

ności bądź uszkodzenia izolacji wodochronnej.

Po przeprowadzeniu badania dymowego przy wybranym cieknącym świetliku stwierdzono, że świetlik i izolacja wodochronna wokół niego były szczelne.

Bezdestrukcyjne pomiary wilgotności przegród budowlanych

W tej sytuacji zadecydowano się wykonać serię pomiarów wilgotności całej połaci dachowej. Pomiar wilgotności jest całkowicie bezdestrukcyjny (polega jedynie na przyłożeniu do badanej przegrody specjalnej głowicy pomiarowej), a zatem nie wymaga wykonania uciążliwych, niekiedy trudnych odkrywek materiałowych. Wynikiem przeprowadzonych pomiarów jest mapa zawilgocenia przegrody, na podstawie której można ocenić przestrzenny rozkład zawilgocenia w połaci.

Pomiary wilgotności połaci dachu badanej hali magazynowej zostały przeprowadzone w pięciu różnych terminach od 20.05.2008 r. do 23.07.2008 r. każdorazowo w godzinach porannych i popołudniowych. **Najbardziej interesujące są wyniki wgłębnego pomiaru wilgotności**, które pozwalają na wykrycie wilgoci na całej grubości pokrycia dachowego. Po przeanalizowaniu wszystkich pomiarów stwierdzono, że:

- największe zawilgocenie podczas wszystkich pomiarów występowało w części wschodniej i północnej dachu; szczególnie wzdłuż kalenicy oraz attyki;
- część zachodnia oraz południowa pozostawała w okresie badań sucha lub wykazywała tendencje do wysychania.

Podczas badań główną uwagę skupiono na lokalizacji wilgotności w okolicy świetlików oraz attyk (w celu łatwiejszej interpretacji świetliki ponumerowano). W wyniku analizy wytypowano 7 świetlików zlokalizowanych w miejscach największego zbadanego zawilgocenia (wyraźne zagęszczenie izolinii wilgotności). Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że przecieki, które wystąpiły w obiekcie na początku grudnia 2008 r., ujawniły się w okolicy 3 spośród 7 wytypowanych świetlików, co potwierdziło wiarygodność badań. Wytypowano także 2 świetliki „idealne", czyli niewykazujące żadnego zawilgocenia podczas badań. Pozwalało to postawić hipotezę, że istniała jakaś różnica w sposobie montażu poszczególnych świetlików, która ma wpływ na powstawanie wycieków wilgoci. Należało więc wykonać kolejny krok, którym jest wykonanie odkrywek.

Odkrywki w wytypowanych miejscach

Dokonano dwóch odkrywek na połaci dachu. Pierwszą w miejscu uważanym przez nas za najgorsze pod względem wilgotnościowym, a drugą w miejscu o najlepszych warunkach wilgotnościowych (jeden ze świetlików „idealnych"). Odkrywki te jednoznacznie wykazały, że zgodnie z badaniami wilgotności okolice pierwszego świetlika były wilgotne. Widać było także destrukcyjną działalność wilgoci w postaci rdzy, która powstała na szczycie pionowej półki kątownika (fotografie 1 i 2). Świetlik „idealny" po odsłonięciu izolacji wodochronnej był zupełnie suchy, a jego metalowe części nie wykazywały żadnych śladów korozji (fotografie 3, 4, 5).

Fot. 1. Odkrywka przy podejrzanym świetliku. Po zdjęciu izolacji przeciwwodnej i termicznej widoczna krawędź (1) metalowego elementu obudowy ze śladami rdzy

Fot. 2. Odkrywka przy podejrzanym świetliku. Po zdjęciu izolacji przeciwwodnej widoczna krawędź (1) metalowego elementu obudowy z wieloma śladami rdzy

Fot. 3. Odkrywka przy świetliku „idealnym". Po zdjęciu izolacji przeciwwodnej bez widocznej krawędzi metalowego elementu obudowy

Fot. 4. Odkrywka przy świetliku „idealnym". Po zdjęciu izolacji przeciwwodnej i wycięciu fragmentu izolacji termicznej widoczna krawędź (1) metalowego elementu obudowy

Fot. 5. Odkrywka przy świetliku „idealnym". Po zdjęciu izolacji przeciwwodnej i wycięciu izolacji termicznej widoczny metalowy element obudowy (1) bez znaków wilgoci i rdzy

Podczas dokonywania odkrywki zauważono przy pierwszym świetliku, że wierzchnia warstwa izolacji termicznej (wełny mineralnej) grubości 5 cm była nieciągła. Nad metalowym elementem obudowy świetlika pozostawiono szczelinę, która powodowała, że między otoczeniem zewnętrznym a blachą trapezową nie było żadnej bariery termicznej! Świetlik „idealny" był zdecydowanie lepiej zaizolowany, ponieważ nad metalowym elementem występowała ciągła warstwa 4 cm wełny mineralnej.

Przyczyny przecieków

Przyczyną kondensacji wewnątrz przegrody i na wewnętrznej powierzchni stropu z blachy trapezowej **było nieodpowiednie zaizolowanie fragmentów metalowej obudowy świetlików dachowych**. Spowodowało ono powstanie mostka termicznego, a w konsekwencji wzrost zawilgocenia wewnątrz przegrody, wykraplanie pary wodnej na powierzchni wewnętrznej stropu oraz wyciekanie wilgoci z wnętrza.

Przeprowadzając obliczenia cieplno-wilgotnościowe w osi mostka termicznego, uzyskano wartość współczynnika przenikania ciepła U = 4,945 W/m^{2}K (wartość ta wg normy nie powinna przekraczać 0,3 W/m^{2}K). Wynik taki świadczy, że **przegroda w miejscu występowania mostka cieplnego została zaprojektowana i wykonana w sposób nieprawidłowy**, niezgodny z wiedzą techniczną i nie spełnia wymagań technicznych, zawartych w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r., dotyczących punktu rosy. Temperatura na wewnętrznej powierzchni przegrody jest niższa od temperatury punktu rosy powiększonej o 1 °C dla stycznia, lutego i grudnia (tabela).

Przekroczenie punktu rosy powoduje wykraplanie pary wodnej w miejscach występowania mostków termicznych, tworzących się w wyniku nieprawidłowego montażu izolacji podstaw świetlików.

Temperatura punktu rosy w kolejnych miesiącach

Miesiąc	Temperatura na wewnętrznej powierzchni przegrody T_i [°C]	Temperatura punktu rosy T_s (wg wzoru Glasera $T_s = (R_i/100)^{0,1247}(109,8+T)^{-109,8}$) [°C]
Styczeń	0,675	1,596
Luty	1,335	1,650
Marzec	4,639	2,793
Kwiecień	9,677	3,852
Maj	14,136	7,953
Czerwiec	17,522	10,864
Lipiec	18,431	12,809
Sierpień	17,853	11,166
Wrzesień	14,384	8,154
Październik	10,420	6,912
Listopad	6,208	4,868
Grudzień	2,822	3,413

Prawidłowe rozwiązanie powinno uwzględniać, oprócz wymagań cieplno-wilgotnościowych, trzy podstawowe aplikacje:

a) podstawa świetlika na blasze trapezowej powinna być zbudowana z drewna;

b) paroizolację o odpowiednio dobranych parametrach (S_d = min 100 m) należy układać szczelnie;

c) w izolacji termicznej należy wykluczyć wszelkie przerwy i nieciągłości.

W tym konkretnym przypadku wszystkie świetliki zostały zbudowane z błędami – nie uwzględniono wymienionych wyżej zaleceń punktu *a* i *b*, ale tylko błąd wynikający z niewykluczenia wszelkich przerw i nieciągłości (punkt *c*), wywołuje kondensację ujawniającą się wykraplaniem.

Rozwiązania i wnioski

Wycieki wilgoci nie zawsze świadczą o nieszczelności pokrycia. Należy więc do każdego przypadku przecieków podchodzić w sposób indywidualny. Przeprowadzając kolejne, coraz bardziej wnikliwe, badania można metodą eliminacji odkryć prawdziwą przyczynę problemu.

Likwidacja błędów wykonawczych polega przede wszystkim na eliminacji mostków cieplnych. Błędy te powstały w wyniku niestarannego wykonania pokrycia w niektórych miejscach. Nie ma więc konieczności rozbierania i naprawiania całego dachu. Naprawy wystarczy ograniczyć do miejsc charakteryzujących się największą wilgotnością. Po wykonaniu tych prac zalecane było dalsze obserwowanie dachu i wykonanie kolejnych napraw w razie ujawnienia się wycieków w innych miejscach. Rozwiązanie takie pozwala na oszczędność nie tylko czasu, ale i środków.

Po wykonaniu napraw dachu przyszedł czas na osuszenie przegrody metodą konwekcji. Przez konwekcję rozumiemy transport pary wodnej podczas przepływu wilgotnego powietrza wskutek różnicy ciśnienia. Ciepłe, wilgotne powietrze o niewielkiej gęstości tworzy wznoszące prądy w stosunku do chłodniejszego, suchszego powietrza. Następnie w efekcie podciśnienia/nadciśnienia wywołanego przez wiatr opływający budynek powietrze to wypływa z przegrody przez jej warstwy i nieszczelne spoiny. Powoduje to obniżenie wilgotności wewnątrz przegrody, a w konsekwencji jej wysychanie w dłuższym czasie.

Szczeliny występują albo w świadomie zaplanowanych warstwach wentylacyjnych, albo jako nieszczelności przegrody budowlanej między wnętrzem a otoczeniem. Podstawowe przykłady takich szczelin to obudowy świetlików, wpusty, połączenia izolacji wodochronnej z attykami pod obróbkami blacharskimi itd.

Na badanym dachu przeprowadzono kontrolę wilgotności w okresie wiosenno-letnim przez wykonywanie pomiarów poziomu wilgotności zarówno na powierzchni przegrody (na głębokości maks. 3 cm), jak również wewnątrz niej (na głębokości ok. 30 cm). Wyniki tych badań wykazały, że przegroda wysycha. Zjawisko wysychania przebiega w różnym tempie w różnych budynkach, w zależności od zastosowanego pokrycia dachowego. W przypadku dachów krytych papą o dosyć dużym oporze dyfuzyjnym (S_d = ok. 80 m) czas ten będzie zdecydowanie dłuższy niż pokryć z nowoczesnych folii o S_d < 2 m.

Po przeprowadzeniu tak długiego „śledztwa" w zupełnie inny sposób patrzy się na potrzebę wykonywania badań cieplno-wilgotnościowych budynków. Co więcej, zaczyna się doceniać dodatkowe wymagania i zalecenia dotyczące poprawek do obliczonych wartości, czyli mostków cieplnych, zacinających deszczy itp. Określenie kondensacji w przegrodzie na etapie projektowania pozwala na dobranie optymalnych rozwiązań i jeśli to konieczne na zmianę założeń projektowych.

Dokładność jest ważna w każdym fachu i jak pokazuje przedstawiony przypadek, niewielkie niedociągnięcia ze strony osób montujących świetlik spowodowały powstanie poważnego problemu narażającego na straty i niepotrzebne nerwy nie tylko użytkownika hali, ale również projektanta i wykonawcę obiektu.

Wszystkie fotografie archiwum firmy Roof Consulting

*inż. Marek Podeszwa**

Inwestor na błędach się uczy ... czyli jak nie należy wykonywać dachów

Budowa czy remont dachu to inwestycja na wiele lat. Wybór pokrycia i dodatkowych elementów do właściwego wykończenia dachu powinien więc uwzględniać wysokie kryteria oceny produktów, bo to one stanowią o szczelności i jakości całego dachu. Wśród inwestorów i wykonawców pokutuje przekonanie, że najważniejsza jest dachówka, a całą resztę, tzn. folię, kosze, obróbkę kominów i uszczelnienie, można zastąpić tańszymi odpowiednikami oryginalnych akcesoriów. Niestety, niska cena oznacza zazwyczaj niską jakość. Jeśli do tego dołożymy brak kwalifikacji ekipy montującej pokrycie, bagatelizującej zalecenia producenta oraz obowiązujące przepisy i normy, to mamy …. kłopoty z dachem. Błędy popełnione podczas jego budowy wpływają na krótki okres eksploatacji i są powodem późniejszego często bardzo kosztownego remontu.

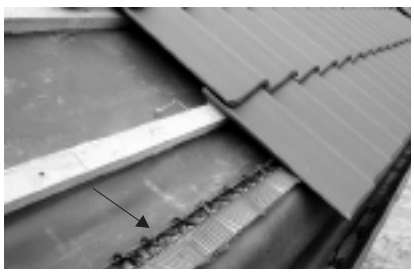
Na etapie wyboru pokrycia dachowego bardzo ważna jest dogłębna analiza oferty produktów i warunków gwarancji. Drugim krokiem jest wybór profesjonalnej ekipy dekarskiej polecanej przez producenta pokrycia dachowego lub oddziały Polskiego Stowarzyszenia Dekarzy. Błędy wykonawcze mogą powstać praktycznie w każdym miejscu na dachu podczas montażu pokrycia i wykonywania obróbek dekarskich. Najczęściej popełniane i mające największy wpływ na późniejszą bezawaryjną eksploatację dachu występują podczas montażu okapu, kalenicy i naroża, kosza oraz obróbki komina. Problemy w tych newralgicznych dla dachu miejscach mogą pojawić się już po pierwszych opadach deszczu czy śniegu w postaci zawilgoceń czy miejscowych przecieków pod połacią dachową. W artykule omówione zostaną błędy popełnione w tych właśnie newralgicznych miejscach i konsekwencje tych błędów.

Błędy w okapie i kalenicy

Każdy dach, w szczególności dach z ociepleniem, powinien być zabezpieczony przed kondensacją pary wodnej oraz wodą i śniegiem, które mogą przedostać się pod połać. Folie i membrany dachowe chronią konstrukcję dachu i termoizolację przed zawilgoceniem, np. w sytuacji uszkodzenia pokrycia. Jednocześnie zabezpieczają przed gromadzeniem się wilgoci pochodzącej ze skraplania się pary wodnej. W związku z tym zadaniem dobrze skonstruowanego dachu jest odprowadzenie powstającego kondensatu i ewentualnych przecieków do rynny za pomocą kanału wentylacyjnego, który ma swój początek w okapie i koniec w kalenicy lub narożu. Należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe wykonanie tych elementów dachu, jak również na rodzaj akcesoriów dachowych niezbędnych do ich wykonania. Istotny jest parametr nazywany przekrojem wentylacyjnym – pamiętajmy o zachowaniu jego minimalnej wielkości. W przypadku okapu wielkość ta musi stanowić co najmniej 0,2% powierzchni dachu nad okapem, jednak nie mniej niż 200 cm^2 na metr okapu. Przekroje otworów wentylacyjnych na kalenicy (również na narożu) dachu muszą stanowić co najmniej 0,05% powierzchni rozpatrywanej połaci dachu. Kolejny warunek mówi, że we wszystkich miejscach połaci dachowej wolna przestrzeń wentylacyjna musi mieć co najmniej 200 cm^2 na metr okapu.

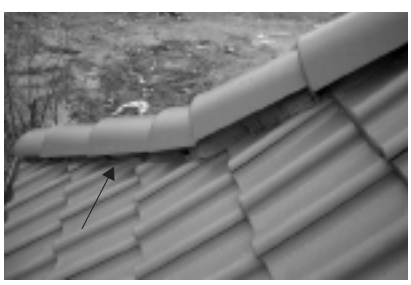
Odpowiedni wlot powietrza w okapie można uzyskać, stosując akcesoria dachowe, takie jak grzebień okapu z kratką wentylacyjną lub taśma wentylacyjna okapu, zapewniające niezbędne przekroje wentylacyjne. Niestety, z punktu widzenia klienta (i często wykonawcy) te niezbędne elementy są lekceważone, a skutkiem jest brak wlotu powietrza do kanału wentylacyjnego. Dodam jeszcze, że prawidłowo wykonana wentylacja przestrzeni pod pokryciem dachowym wpływa na trwałość pokrycia oraz elementów konstrukcji dachu.

Na fotografii 1 przedstawiono nieprawidłowo wykonany okap. W tym przypadku bezpośrednio na folii zamontowano łaty, zapominając o kontrłatach, a grzebień okapu z kratką wentylacyjną został założony za pierwszą łatę. Wentylacja podpołaciowa nie będzie w tym okapie funkcjonowała, ponieważ nie ma wlotu do kanału wentylacyjnego i kontrłat, a dodatkowo folia została wyłożona bezpośrednio do rynny, co grozi jej uszkodzeniem przez UV.



Fot. 1. Nieprawidłowo wykonany okap

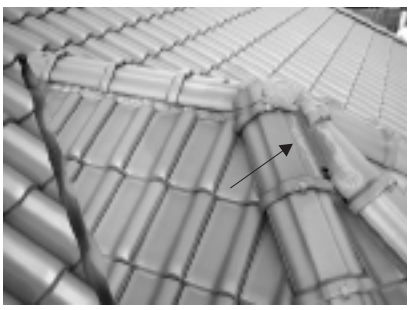
Aby powietrze mogło właściwie przemieszczać się pod połacią dachu, nie wystarczy zapewnienie odpowiedniego wlotu powietrza w części okapowej. Należy pamiętać również o odpowiedniej wentylacji kalenic i naroży. Do tego celu służą taśmy uszczelniająco-wentylacyjne na kalenice i naroża lub uszczelki wentylacyjne kalenicy, które oprócz doskonałych właściwości wentylacyjnych zabezpieczają kalenice i naroża przed przedostawaniem się pyłu śnieżnego i wody pod pokrycie. Duży przekrój wentylacyjny taśm (przeważnie 130 – 150 cm^2/m) zapewni skuteczną wentylację połaci, nawet przy krokwiach długości 13 – 15 m. Nieco innym zabezpieczeniem kalenic dachów spadzistych może być zastosowanie uszczelki wentylacyjnej kalenicy, którą jak sama nazwa wskazuje, stosuje się tylko na kalenice. Nie dla wszystkich fachowców jest to jednak zrozumiałe, a efekt końcowy prezentuje fotografia 2, na której wyraźnie widać łatę pod gąsiorem nieosłoniętą przez uszczelkę wentylacyjną kalenicy. Konsekwencją niestosowania się do zaleceń producenta będzie podciekanie wody opadowej i nawiewanie śniegu. Tak więc aura zweryfikuje szybko poprawność takiego rozwiązania, oczywiście



Fot. 2. Błędne zastosowanie uszczelki wentylacyjnej kalenicy (łata pod gąsiorem nie została osłonięta przez uszczelkę)

* Monier Sp. z o.o., producent dachówki Braas i RuppCeramika

na niekorzyść inwestora. Innym przykładem ciekawego rozwiązania zastosowanego przez wykonawcę jest sposób obróbki naroży w połączeniu z kalenicą (fotografia 3). W tym przypadku nadmienić należy, że również dobry fachowiec miałby kłopot z właściwym połączeniem pięciu naroży i jednej kalenicy za pomocą taśmy i silikonu. Prezentowane rozwiązanie to efekt wizji projektanta budynku, które nie zawsze uda się właściwie wykonać za pomocą dostępnych akcesoriów systemowych danego producenta.



Fot. 3. Nieprawidłowa obróbka naroży i kalenicy

Błędy w koszu

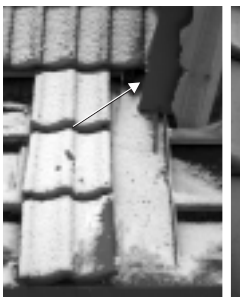
Kolejnym bardzo ważnym elementem podczas budowy dachu jest kosz, czyli miejsce, w którym dwie połacie przecinają się pod kątem wklęsłym. Prawidłowo wykonany kosz pełni rolę „rynny" odprowadzającej wodę opadową spływającą z połaci do narożnika systemu rynnowego. Kosze wykonane są najczęściej z blachy płaskiej stalowej lub aluminiowej tłoczonej podłużnie lub poprzecznie. Ważny podczas montażu blach jest sposób ich przymocowania do podkładu, wykonanego z łat drewnianych często zagęszczonych lub desek, za pomocą specjalnych klamer do mocowania koszy. Unikniemy w ten sposób błędu, który popełniają wykonawcy, mocując blachy do podkładu za pomocą gwoździ lub wkrętów w obszarze, po którym spływa woda. Dodatkowo przestrzeń pomiędzy koszem a dachówką warto zabezpieczyć impregnowaną uszczelką z gąbki. Nie bez znaczenia jest również szczelina, którą tworzą dachówki docinane wzdłuż krawędzi kosza. Dążenie wykonawców do zminimalizowania tej szczeliny jest ryzykowne, gdyż zimą może doprowadzić to do zatamowania spływu wody przez nagromadzony w koszu śnieg i lód. Wtedy podczas najbliższej odwilży woda przedostanie się pod dachówkę mimo stosowania zabezpieczeń w postaci uszczelki z gąbki. Ciekawym tego przykładem są kosze na fotografiach 4, 5 i 6 (dotyczą tego samego budynku). Prezentują one inwencję twórczą „fachowca" próbującego zastąpić firmowe kosze zwykłą blachą aluminiową i to o szerokości ok. 30 cm (kosze dostępne od producentów mają szerokość najczęściej 50 cm). Fotografie 4 i 5 pokazują nowatorski sposób montażu blachy koszowej, ułożonej z niewielkim zakładem od komina do okapu. Niby nic niezwykłego, ot kosz jakich wiele? Kłopot w tym, że blacha koszowa

Fot. 4. Niewłaściwie wykonane kosze dachowe

kończyła się na blasze okapu, przechodząc pod trzema ostatnimi rzędami dachówek. Dodatkowo nasz ekspert dachowy podocinał dachówki na styk, co prezentuje fotografia 6. Efektem takiego działania były przecieki po pierwszych opadach śniegu i odwilży. Woda spływająca z połaci do blachy koszowej przedostawała się w miejscu połączenia z blachą (tą pod dachówkami) bezpośrednio pod połać dachową i spływała po membranie do wnętrza budynku.

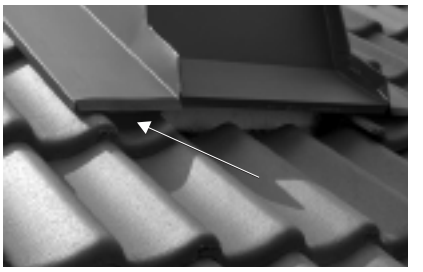
Błędy w obróbce komina

Jednym z trudniejszych elementów podczas budowy dachu jest **prawidłowa obróbka miejsc, w których elementy konstrukcji budynku przecinają jego połać**. Najczęściej są to miejsca, w których dachówka styka się ze ścianą komina czy lukarny. Są one szczególnie narażone na powstawanie nieszczelności, przez które deszcz czy śnieg może przedostać się pod połać dachu. Ich niewłaściwa obróbka oraz zastosowanie materiału wątpliwej jakości mogą być powodem wielu późniejszych zmartwień użytkowników. Skutkiem takiej niedbałości jest często śnieg czy woda opadowa wepchnięte przez wiatr pod niefachowo wykonaną obróbkę, które z kolei powodują zawilgocenie termoizolacji i konstrukcji dachowej. Przykład prezentujący niewłaściwy sposób obróbki komina pokazuje fotografia 7. Zastosowana przez wykonawcę obróbka z blachy nie zabezpiecza połączenia połaci z kominem przed opadami atmosferycznymi. Pomiędzy dachówką a obróbką jest duża szczelina, przez którą będzie się przedostawała woda lub śnieg, szczególnie podczas silnego wiatru. Jeśli dodatkowo folia lub membrana nie będzie oklejona wokół komina, to mamy pewny przeciek na poddasze. W takich rozwiązaniach warto zastosować klejone taśmy uszczelniające wraz z listwą aluminiową dodatkowo dociskającą taśmę do komina. Alternatywą jest obróbka z blachy, ale dociętej dokładnie tak jak profil dachówki i folią lub membraną oklejoną wokół komina. Pamiętajmy również o tym, że komina nie zaleca się murować z cegły dziurawki, szczególnie jeśli nie będzie on zakończony właściwie wykonaną czapą kominową. Konsekwencje są łatwe do przewidzenia. Woda przedostaje się przez otwory do wnętrza komina, a niekiedy i do pomieszczeń przez fugi. W mroźne dni woda zamarza w otworach i może dojść do rozsadzenia cegły.



Fot. 5. Kosz z blachy aluminiowej – inwencja „twórcza" fachowca

Fot. 6. Błędne docinanie dachówek na styk



Fot. 7. Niewłaściwy sposób obróbki komina

Prawidłowo działająca wentylacja, właściwie wykonany kosz i obróbka komina zapewnią bezproblemową eksploatację i mają za zadanie stworzenie bezpiecznego i trwałego dachu. Istotna jest również wiedza i profesjonalne podejście do zasad prawidłowego montażu poszczególnych elementów dachu. Zapewnia to bardzo dobrą jakość wykonania prac dekarskich, a inwestorom pewny dach nad głową.

Fot. archiwum autora