



*Pracownia Projektowa*

**ZAKŁAD BUDOWLANY CZADRÓW – CIEJAK**  
CZADRÓW 121, 58 – 405 KRZESZÓW, Tel. 602 599 982, e-mail: [mciejak@op.pl](mailto:mciejak@op.pl), [ciejak.pl](http://ciejak.pl)  
PROJEKTOWANIE – WYKONAWSTWO – NADZÓR – AUDYTY I CERTYFIKATY ENERGETYCZNE

## DOKUMENTACJA TECHNICZNA

**Dotycząca sposobu remontu pokrycia dachu budynku głównego  
i budynku sali sportowej - obiektów Szkoły Podstawowej nr 1  
w Kamiennej Górze**

Nazwa obiektu:

**KAMIENNA GÓRA DZ. NR 311/3 obr. 6 PL. KOŚCIELNY 1**

Adres obiektu:

**GMINA MIEJSKA KAMIENNA GÓRA  
pl. GRUNWALDZKI 1  
58 – 400 KAMIENNA GÓRA**

Dane Inwestora:

Oświadczenie

Niniejsza dokumentacja została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej i jest kompletne pod względem celu, jakiemu ma służyć.

Projektanci:

Pieczętka i podpis:

Projektant główny -architektura i konstrukcja  
mgr inż. arch. JANUSZ KOWALCZYK  
ul. Topolowa 17, 58 – 306 Wałbrzych

Data opracowania:

**CZADRÓW, luty 2018**

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1. Dane ogólne
  - 1.1.Podstawa formalna
  - 1.2.Podstawa materialno-prawna
  - 1.3.Przedmiot i zakres opracowania
2. Opis stanu technicznego budynku i dachu
  - 2.1.Opis konstrukcji budynku i dachu
  - 2.2.Stan techniczny pokrycia dachu i elementów dachu
3. Cel i zakres opracowania
4. Opis rozwiązań technicznych naprawy pokrycia
  - 4.1.Wariant 1 - Renowacja pokrycia poprzez wykonanie zbrojonej powłoki elastycznej z pozostawieniem istniejącej warstwy izolacji cieplnej
  - 4.2.Wariant 2 - Renowacja pokrycia poprzez ułożenie papy termozgrzewalnej na wzmocnionym i wyrównanym podłożu z płyty budowlanej OSB 3 z pozostawieniem istniejącej warstwy izolacji cieplnej
  - 4.3.Wariant 3 - Wymiana pokrycia i ułożenie warstw izolacji cieplnej ze styropapy i papy termozgrzewalnej
  - 4.4.Wariant 3a - Wymiana pokrycia i ułożenie warstw izolacji cieplnej z płyt dachowych z wełny skalnej i papy termozgrzewalnej
  - 4.5.Pozostałe prace naprawcze
  - 4.6.Uwagi końcowe dotyczące wykonawstwa
5. Analiza wariantów naprawy dachu
  - 5.1.Założenia wielokryterialnej oceny przedsięwzięcia
  - 5.2.Analiza wielokryterialna wariantów – algorytm metody i wyniki
  - 5.3.Wyniki oceny
  - 5.4.Wnioski
6. Załączniki

## 1. DANE OGÓLNE

### 1.1. Podstawa formalna.

Podstawę formalną opracowania stanowi Umowa zawarta pomiędzy Gminą Miejską Kamienna Góra z siedzibą przy pl. Grunwaldzkim 1 58-400 Kamienna Góra a Zakładem Budowlanym Czadrów – Ciejak, z/s w Czadrowie nr 121 (58 – 405 Krzeszów).

### 1.2. Podstawa materialno – prawna:

- oględziny obiektu
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r, - Prawo Budowlane (Dz. U. 1994 nr 89, poz. 414 z późn. zm. - tekst jednolity: Dz. U. 2016, poz.290)
- Obwieszczenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 10 maja 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. 2013 r, poz. 1129);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002" Nr 75, poz. 690 z późn. zm — tekst jednolity Dz. U 2015 r. nr 0, poz. 1422);
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004r. nr 92 poz.881 - tekst jednolity: Dz. U. 2016 r., poz. 1570)
- pozostałe obowiązujące normy i przepisy.

### 1.3. Przedmiot i zakres opracowania:

Przedmiotem opracowania jest wykonanie dokumentacji technicznej, dotyczącej sposobu remontu pokrycia dachu budynku głównego i budynku sali sportowej - obiektów Szkoły Podstawowej nr 1 w Kamiennej Górze.

## 2. OPIS STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU I DACHU

### 2.1. Opis konstrukcji budynku i dachu

Budynek szkoły i sali wykonany na rzucie dwóch prostokątów 15x84 m (budynek szkoły) i 24,7x12,3 m (sala sportowa) połączonych ze sobą. Budynek szkoły wykonany w technologii tradycyjnej z podłużnym i poprzecznym układem ścian nośnych. Budynek sali wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany nośne wykonane z cegły pełnej. Fundamenty sali w postaci ław i stóp żelbetowych, ściany fundamentowe z bloczków betonowych M6. Dach wykonany z płyt żelbetowych z nadbetonem, prefabrykowanych, żebrowanych opartych na ścianach nośnych i dźwigarach dachowych. Dźwigary dachowe sali sportowej strunobetonowe SB-I-80/12, w układzie jednoprzęsłowym, oparte na ścianie nośnej podłużnej i filarach ceglanych międzyokiennych.

Stropodachy budynków jedno- i dwuspadkowe o niewielkim nachyleniu ( $3,5^{\circ}$  i  $5^{\circ}$ ), z pokryciem w systemie DACH-GAM tj. membrana dachowa z tworzywa sztucznego zbrojona siatką poliestrową z izolacją termiczną ze styropianu FS20 ( $\lambda = 0,04$  w/mK) grubości 15cm.

Istniejące kominy (z przewodami spalinowymi i wentylacyjnymi) wykonane z cegły. Obróbki kominów oraz miejsca styku połączeń dachu ze ściankami pionowymi (murki ogniowe, attyki), wykonane z folii dachowej z mocowaniem dociskowymi listwami metalowymi.

Pasy nadrynnowe i podrynnowe z blachy stalowej ocynkowanej, rynny i rury spustowe z blachy stalowej ocynkowanej gr. 0,55mm. Nakrywy murków ogniowych wykonane z blachy stalowej ocynkowanej, mocowane kołkami stalowymi.

Na dachu zamontowana jest instalacja odgromowa w postaci zwodów poziomych, zwodów pionowych i przewodów odprowadzających z pręta stalowego ocynkowanego.

## 2.2. Stan techniczny pokrycia dachu i elementów dachu

Obecne pokrycie dachu budynku szkoły i sali sportowej, wykonane zostało w latach 2005-2006 w ramach zadania dotyczącego termomodernizacji obiektów. Pokrycia dachu stanowi folia (membrana) dachowa pcv z izolacją termiczną. Mimo danych producenta tej technologii pokryw określających ich trwałość na 25 lat i dużą odporność na atmosferyczne czynniki zewnętrzne, pokrycie uległo uszkodzeniu i zniszczeniu znacznie wcześniej. Pierwszymi wadami pokrycia, wskutek których powstały uszkodzenia okazały się:

- niewystarczająca odporność na wahania temperatury zewnętrznej i różne czynniki atmosferyczne (kurczenie i rozciąganie się membrany spowodowało jej odkształcenia, pofalowania, przesunięcia, odkrycie niezaizolowanej konstrukcji i w konsekwencji przeciekanie);
- niska wytrzymałość membrany na uderzenia, rozciąganie powodowała w okresie użytkowania uszkodzenia powstałe w wyniku uderzenia np. gałęzi, gradobicie;
- niska odporność na czynniki mechaniczne np. podczas odśnieżania dachu (pokrycie nieodpowiednie do stosowania na terenach podgórskich);
- wady wykonawcze:
  - nieodpowiednie sklejenie membrany do warstw izolacji termicznej (styropianu) spowodowało odspojenie się warstw i powstanie pustki powietrznej, w wyniku czego podczas naprężenia membrany stała się ona bardziej podatna na uszkodzenia mechaniczne
  - zastosowanie do izolacji termicznej styropianu o nieodpowiedniej, zbyt niskiej twardości (gęstości) spowodowało większą podatność membrany na uszkodzenia mechaniczne np. przy obciążeniu człowiekiem z narzędziami;

Niewielkie uszkodzenia powłoki, spowodowane powyższymi wadami i przyczynami były systematycznie, w ramach bieżącego utrzymania, naprawiane.

W roku 2016 wymieniono rynny i rury spustowe wraz z obróbkami przyrynnowymi.

W lipcu 2017 roku, silne gradobicie, połączone z dużymi spadkami temperatury podczas opadów i wysoką temperaturą w ciągu słonecznego dnia, spowodowało całkowite zniszczenie pokrycia dachu. Na membranie powstały tysiące pęknięć od uderzeń kawałkami lodu. Każde pęknięcie stało się miejscem nieszczelności, które podczas następnych opadów deszczu stały się przyczyną zalania pomieszczeń (ścian i sufitów) wewnątrz budynku.

Ponieważ pęknięcia są liczne i obejmują całą powierzchnię dachu, jedynym możliwym sposobem usunięcia awarii jest kompleksowy remont lub wymiana pokrycia.

Powierzchnia dachu budynku głównego	– 846,0 m <sup>2</sup>
Powierzchnia dachu budynku sali sportowej	– 288,0 m <sup>2</sup>
Łączna powierzchnia dachów	– 1 134,0 m <sup>2</sup>

Poniżej załączono dokumentację fotograficzną przedstawiającą stan uszkodzeń pokrycia po gradobiciu oraz stan techniczny innych elementów pokrycia dachu i uszczelnień:



Fot. Widok uszkodzeń membrany dachowej



Fot. Widok nakryw murków obróbek kominów i uszczelnień styków połączeń z pionowymi murkami



Fot. Widok stanu instalacji odgromowej i innych elementów dachu

### 3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem opracowania jest wskazanie sposobów i technologii naprawy pokrycia dachowego z założeniem zachowaniem obecnej izolacyjności cieplnej przegrody.

Zaproponowano trzy, niżej wymienione, sposoby i rozwiązania techniczne remontu pokrycia dachów budynku szkoły i sali sportowej (wariant 3a jest podobny do wariantu 3 a różni się jedynie zastosowanym rodzajem materiału izolacji cieplnej):

- |                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Wariant 1</b>  | Renowacja pokrycia poprzez wykonanie zbrojonej powłoki elastycznej z pozostawieniem istniejącej warstwy izolacji cieplnej   |
| <b>Wariant 2</b>  | Renowacja pokrycia poprzez ułożenie papy termozgrzewalnej na wzmocnionym i wyrównanym podłożu z płyty budowlanej OSB 3 z pozostawieniem istniejącej warstwy izolacji cieplnej |
| <b>Wariant 3</b>  | Wymiana pokrycia i ułożenie warstw izolacji cieplnej ze styropapy i papy termozgrzewalnej   |
| <b>Wariant 3a</b> | Wymiana pokrycia i ułożenie warstw izolacji cieplnej z płyt dachowych z wełny skalnej i papy termozgrzewalnej   |

Oprócz zaproponowanego wariantu remontu pokrycia dachu, pozostają do wykonania naprawy, które dotyczą wymiany lub odnowienia innych elementów dachu (zakres ten zawiera się w każdym z wariantów) tj.:

- wymiana uszkodzonych i nieszczelnych obróbek (nakryw) murków ogniowych z blachy
- naprawa i odnowienie tynków kominów
- remont instalacji odgromowej
- wymiana stalowych drabinek wyłazowych

## 4. OPIS ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH NAPRAWY POKRYCIA

### 4.1. Wariant 1 - Renowacja pokrycia poprzez wykonanie zbrojonej powłoki elastycznej z pozostawieniem istniejącej warstwy izolacji cieplnej

Poliuretanowa membrana to hydroizolacyjna powłoka na dachy kryte papą lub folią dachową stosowana, gdy wymagana jest wysoka wytrzymałość mechaniczna i dobre właściwości wodoszczelne. Tworzy membranę nieprzepuszczalną dla wilgoci, odporną na działanie UV oraz obciążenia mechaniczne. Nie ma konieczności ściągania starej papy lub folii – wystarczy nałożyć na nią elastyczną membranę, która tworzy jednorodną powłokę bez żadnych łączeń.

#### *Przygotowanie podłoża pod powłoki hydroizolacyjne*

Podłoże powinno być czyste, suche i wolne od kurzu, pyłu, olejów, smarów oraz wszelkich, źle przylegających starych powłok. Podłoże należy zagruntować, w celu zamknięcia porów, poprawienia właściwości podłoża, lepszej przyczepności oraz wyższej wydajności.

W przypadku kiedy na powierzchni występują spękania większe niż 1,5 mm albo jeśli chcemy wydłużyć trwałość naszej powłoki to można ją wzmocnić siatką (bezwłóknowa siatka poliestrowa o gęstości 60 gr/m<sup>2</sup> do stosowania jako wzmocnienie pod wodoszczelną powłokę dachową). Ubytki i pęknięcia folii dachowej wypełnić elastyczną masą elastomerową (masa oparta na żywicach akrylowych, do wypełniania łączeń i szczelin w różnorodnych podłożach).

Szczególnie należy zwrócić uwagę na naprawę i uszczelnienie podłoża w strefach wywiniecia folii dachowej na ścianki pionowe. W tych miejscach istniejąca membrana pcv jest pofałdowana i odspojona od podłoża. Należy ją ponacinać, umocować klejem i naprawić poprzez uszczelnienie masą elastomerową (jak w przypadku pęknięć – patrz wyżej).

#### *Układanie powłok hydroizolacji*

Przed przystąpieniem do nakładania warstw, należy dokładnie wymieszać produkt w pojemniku. Po aplikacji, nałożyć co najmniej dwie warstwy, używając pędzla, wałka lub natrysku bezpowietrznego, nakładając kolejne warstwy w przeciwnych kierunkach. Pierwszą warstwę rozcieńczyć 5% wodą. Nakładać drugą warstwę po 24h, bez rozcieńczania. Następnie, gdy membrana nie jest jeszcze związana (nieukończony proces polimeryzacji), należy rozłożyć włókninę wzmacniającą. Po związaniu warstw z siatką, aplikuje się dwie warstwy wierzchnie membrany bez rozcieńczania, również w odstępach 24h.

Łącznie należy ułożyć 4 warstwy

#### *Zalety powłok poliuretanowych*

- wysoka wytrzymałość mechaniczna,
- odporność na zastoiny wody,
- oszczędność pieniędzy i czasu – brak konieczności rozbioru starego pokrycia,
- otrzymana powłoka nie posiada żadnych łączeń,
- odporność na promieniowanie ultrafioletowe i niesprzyjające warunki atmosferyczne,
- można aplikować przy pochmurnej pogodzie (utwardza się poprzez ewaporację, nie wymaga w tym celu promieniowania uv),
- zachowuje elastyczność w szerokim zakresie temperatur od -40°C do +80°C,
- minimalna temperatura otoczenia podczas aplikacji 5°C,
- przyjazna dla środowiska i użytkownika (produkt jednoskładnikowy na bazie wody),
- łatwa aplikacja (do nakładania wałkiem).

Przykładowe produkty:

Revinex – środek gruntujący

masą akrylową Jointex – preparat do napraw pęknięć i ubytków

Neoproof PU W-40 – podstawowa płynna membrana poliuretanowa

siatką Neotextille – siatka wzmacniająca

- 4.2. Wariant 2 - Renowacja pokrycia poprzez ułożenie papy termozgrzewalnej na wzmocnionym i wyrównanym podłożu z płyty budowlanej OSB 3 z pozostawieniem istniejącej warstwy izolacji cieplnej

#### *Przygotowanie podłoża*

Podłoże powinno być czyste, suche i wolne od kurzu, pyłu, olejów, smarów oraz wszelkich, źle przylegających starych powłok. Podłoże należy zagruntować, w celu zamknięcia porów, poprawienia właściwości podłoża, lepszej przyczepności oraz wyższej wydajności.

Należy zwrócić uwagę na naprawę i uszczelnienie podłoża w strefach wywinięcia folii dachowej na ścianki pionowe. W tych miejscach istniejąca membrana pcv jest pofałdowana i odspojona od podłoża. Należy ją ponacinać, umocować klejem i naprawić poprzez uszczelnienie masą elastomerową (akrylową).

#### *Układanie, mocowanie płyt budowlanych OSB3*

Dla wzmocnienia podłoża i umożliwienia zgrzania pokrycia z papy termozgrzewalnej (istniejące pokrycie z folii dachowej pcv nie jest odporne na temperaturę wytwarzaną przez palniki przy układaniu papy termozgrzewalnej), zakłada się montaż płyt budowlanych OSB gr. 22mm.

Należy zastosować płyty typu OSB3 frezowane, przenoszące obciążenia i do stosowania w środowisku o umiarkowanej wilgotności na zewnątrz i wewnątrz.

Płyty należy ułożyć na istniejącym pokryciu i mocować do betonu - warstwy konstrukcyjnej stropodachu, za pomocą izolacyjnych łączników teleskopowych z kołkiem rozporowym. Efektywna głębokość zakotwienia kołka w betonie powinna wynosić min. 5cm.

#### *Krycie papą termozgrzewalną*

Po zamocowaniu płyt OSB można przystępować do układania ostatecznego (wierzchniego) pokrycia dachu. W układzie jednowarstwowym będzie nim papa nawierzchniowa. Zaś w dwuwarstwowym – papa podkładowa. Papę podkładową mocuje się mechanicznie. Zaleca się zastosowanie pap o zwiększonej wytrzymałości na rozrywanie i przedziurawienie tj. pap na wkładce z tkaniny szklanej lub włókniny poliestrowej modyfikowanej elastomerami SBS. Wierzchnie pokrycie układa się poprzez zgrzewanie. Wykonanie wierzchniego pokrycia papowego powinno odbywać się zgodnie z zasadami sztuki dekarzkiej (stosowanie odpowiedniej szerokości zakładów, niewywijanie papy bezpośrednio pod kątem 90 stopni itp.). Uszczelnienia styków pokrycia ze ściankami pionowymi (kominy, attyki, murki ogniowe) należy wykonać z papy termozgrzewalnej poprzez wywiniecie z zastosowaniem izoklinów styropianowych laminowanych papą i metalowej listwy dekarzkiej.

Metalowe (aluminium, cynk) listwy dociskowe uszczelniają newralgiczne miejsca wokół komina i styku z murem oraz stanowią estetyczne wykończenie prac dekarzskich (stosować wg wytycznych producenta).

#### *Zalety pokrycia na płycie OSB*

- odporność na działanie czynników zewnętrznych;
- niezbyt szybkie uleganie degradacji;

- utrzymywanie w strukturze dachu prawidłowych warunków cieplnych i wilgotnościowych;
- niewielkie obciążenie konstrukcji stropodachowych;
- ekologiczność (materiał jest w pełni bezpieczny dla ludzi i dla środowiska naturalnego);
- możliwość skrócenia czasu trwania prac związanych z naprawą pokrycia dachu (brak rozbiórek starego pokrycia i izolacji).

Przykładowe produkty:

SWISS KRONO OSB/3 - płyta przenosząca obciążenia do stosowania w środowisku o umiarkowanej wilgotności na zewnątrz i wewnątrz.

Icopal POLBIT WF Szybki Profil SBS – papa termozgrzewalna wierzchniego krycia o parametrach:

- włóknina poliestrowa - gramatura 250 g/m<sup>2</sup>
- technologia kalandrowana
- średnia grubość asfaltowej powłoki wodoodpornej - 2,6mm
- całkowita grubość papy - 5,6mm
- giętkość na wałku Ø 30 mm / -25
- spływność - +100 °C

Icopal POLBIT PF PYE Szybki Profil SBS – papa termozgrzewalna podkładowa o parametrach:

- włóknina poliestrowa
- całkowita grubość papy - 4,6 mm
- giętkość na wałku Ø 30 mm - 25
- spływność - +100 °C

#### 4.3. Wariant 3 - Wymiana pokrycia i ułożenie warstw izolacji cieplnej ze styropapy z pokryciem papą termozgrzewalną

##### *Przygotowanie podłoża pod styropapę*

Wariant ten wymaga usunięcia (rozbiórki) istniejących warstw pokrycia i izolacji stropodachu. Podłoże należy oczyścić z pozostałości po demontażu izolacji. Przed przystąpieniem do układania styropapy należy odpowiednio przygotować podłoże. Powinno być ono czyste, suche oraz zagruntowane emulsyjną masą asfaltową.

##### *Warstwa paroizolacyjna*

W przypadku dachów mocno zniszczonych i o bardzo zawilgoconej strukturze najlepszym rozwiązaniem jest system paroizolacyjny opisany powyżej (papa perforowana + kominki wentylacyjne). Kominki rozmieszcza się w ilości 1 sztuka na 40 - 60 m<sup>2</sup> połaci dachowej.

Wcześniej konieczne jest osuszenie dachu. Wykonuje się to poprzez rozszczelnienie jego struktur (np. przez zrobienie nawierceń lub nacięć). Stworzony system izolacyjny odprowadzi na bieżąco parę wodną z pomieszczeń, a przy okazji dokończy osuszanie starych struktur dachu.

W sytuacjach, kiedy dach nie jest zawilgocony i podłoże pod styropian nie uległo znacznej degradacji – gruntuje się je i rozkłada paroizolację z membran bitumicznych bądź folii polietylenowej.

##### *Układanie płyt warstwowych ze styropapy*

Termoizolacyjne płyty styropapy mają około 5 cm zakłady papy, wystające po jednej długości i po jednej szerokości. Standardowe płyty laminowane dwustronnie, od spodu zakładów takich nie posiadają. Zatem strona bez zakładów to strona, którą przykładamy materiał do podłoża. Materiał układa się w ten sposób, by poszczególne jego elementy dobrze do siebie przylegały (płyty należy solidnie dociskać do siebie). Wystający zakład papy wywijamy na kolejną płytę, co zapewnia szczelność izolacji.

Na podłożach żelbetowych do klejenia styropapy dwustronnie laminowanej używa się najczęściej lepiku na gorąco, jednak przed bezpośrednim jego zastosowaniem należy go lekko przestudzić (do temperatury około 80 stopni Celsjusza). W strefach narożnej i krawędziowej mocowanie należy wspomóc łącznikami mechanicznymi. Strefą tą jest obszar zewnętrzny o szerokości 1/8 krótszego boku dachu, nie węższy jednak niż 1 m i nie szerszy niż 4 m. Przyjęto szerokość strefy krawędziowej 1,5m od okapu, gdzie należy zastosować 6 sztuk łączników na 1m<sup>2</sup>.

Do termoizolacji stropodachu należy zastosować płyty gr. 15cm o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,04$  w/mK

#### *Krycie papą termozgrzewalną*

Po zamocowaniu płyt styropapy – można przystępować do układania ostatecznego (wierzchniego) pokrycia dachu. W układzie jednowarstwowym będzie nim papa nawierzchniowa. Zaś w dwuwarstwowym – papa podkładowa. Wierzchnie pokrycie układa się poprzez zgrzewanie. Wykonując tę czynność należy zwracać uwagę, by ogniem z palnika nie uszkodzić materiału termoizolacyjnego. Wykonanie wierzchniego pokrycia papowego powinno odbywać się zgodnie z zasadami sztuki dekarzkiej (stosowanie odpowiedniej szerokości zakładów, niewywijanie papy bezpośrednio pod kątem 90 stopni itp.).

Uszczelnienia styków pokrycia ze ściankami pionowymi (kominy, attyki, murki ogniowe) należy wykonać z papy termozgrzewalnej poprzez wywiniecie z zastosowaniem izoklinów styropianowych laminowanych papą i metalowej listwy dekarzkiej.

Metalowe (aluminium, cynk) listwy dociskowe uszczelniają newralgiczne miejsca wokół komina i styku z murem oraz stanowią estetyczne wykończenie prac dekarzskich (stosować wg wytycznych producenta).

#### *Zalety termoizolacji ze styropapy*

Styropapa jest w pełni skutecznym i trwałym materiałem ociepleniowym. Najlepsze rezultaty przynosi stosowanie płyt o jak najniższym współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda$  (lambda). Wówczas uzyskuje się termoizolację, która gwarantuje najniższe straty ciepła przez dach.

Oprócz bardzo dobrej izolacyjności termicznej, styropapę charakteryzuje również:

- odporność na działanie czynników zewnętrznych;
- niezbyt szybkie uleganie degradacji;
- niewielkie obciążenie konstrukcji stropodachowych;
- ekologiczność (materiał jest w pełni bezpieczny dla ludzi i dla środowiska naturalnego);
- możliwość skrócenia czasu trwania prac związanych z termoizolacją dachu (łatwy szybki montaż płyt warstwowych ze styropapy).

Przykładowe produkty:

STYROPAPA MEGASTYRO – płyty styropianowe EPS 100-038 lub EPS 70-040 jednostronnie lub dwustronnie oklejone papą podkładową typu PV 60

Icopal POLBIT WF Szybki Profil SBS – papa termozgrzewalna wierzchniego krycia o parametrach:

- włóknina poliestrowa - gramatura 250 g/m<sup>2</sup>
- technologia kalandrowana
- średnia grubość asfaltowej powłoki wodoodpornej - 2,6mm
- całkowita grubość papy - 5,6mm
- giętkość na wałku Ø 30 mm / -25
- spływność - +100 °C

Icopal POLBIT PF PYE Szybki Profil SBS – papa termozgrzewalna podkładowa o parametrach:

- włóknina poliestrowa

- całkowita grubość papy - 4,6 mm
- giętkość na wałku Ø 30 mm - 25
- spływność - +100 °C

#### 4.4. Wariant 3a - Wymiana pokrycia i ułożenie warstw izolacji cieplnej z płyt dachowych z wełny skalnej z pokryciem papą termozgrzewalną

##### *Przygotowanie podłoża pod płyty dachowe z wełny*

Wariant ten wymaga usunięcia (rozbiórki) istniejących warstw pokrycia i izolacji stropodachu. Podłoże należy oczyścić z pozostałości po demontażu izolacji. Przed przystąpieniem do układania płyty dachowych z wełny skalnej należy odpowiednio przygotować podłoże. Powinno być ono czyste, suche oraz zagruntowane emulsyjną masą asfaltową. Na tak przygotowane podłoże mocowana jest paroizolacja w postaci papy podkładowej – klejenie lub wyrób samoprzylepny. Montaż kominków wentylacyjnych jak w wariantcie 3.

##### *Układanie płyt dachowych z wełny skalnej*

Do izolacji można stosować:

- układ dwuwarstwowy: dolna warstwa płyt izolacyjnych przeznaczona do dachów obciążanych typowych i zapewniająca wymagane właściwości cieplne, górna warstwa o ma przede wszystkim takie właściwości mechaniczne, które zapewnią przeniesienie obciążeń bez wywoływania odkształceń dachu i uszkodzeń pokrycia hydroizolacyjnego oraz nie osłabiają połączeń mechanicznych, mocujących izolację do konstrukcji dachu (siła ściskająca pod obciążeniem punktowym dającym odkształcenie 5 mm  $\geq$  800 N)
- układ jednowarstwowy: dwugęstościowa płyta ze skalnej wełny do izolacji termicznej ze wzmocnioną warstwą wierzchnią (siła ściskająca pod obciążeniem punktowym dającym odkształcenie 5 mm  $\geq$  800 N, naprężenie ściskające przy 10% odkształceniu względnym dla warstwy wierzchniej płyty  $\geq$  90 kPa)

Oba rozwiązania dostosowane są w przypadkach gdzie jest wymagany dostęp na dach z uwagi na potrzebę napraw pokrycia lub przeglądów systemów odwodnienia oraz gdzie dopuszcza się okresowy ruch pieszy w czasie eksploatacji, np. codzienna konserwacja sprzętu klimatyzacyjnego lub filtrów.

Płyty izolacyjne układane są luzem na paroizolacji samoprzylepnej. Wszystkie płyty należy starannie dosunąć jedną do drugiej. Poszczególne rzędy układa się mijankowo względem warstwy spodniej.

Na stykach ze ściankami pionowymi (przy kominach, murkach ogniowych, attykach) należy zamocować kliny dachowe z wełny.

Na płytach układa się luzem papę podkładową a następnie mocuje się jednocześnie papę z płytami izolacyjnymi za pomocą łączników. Łączniki umieszcza się w miejscu zakładki papy w rozstawie uzależnionym od strefy dachu (wg wskazań producenta).

Do termoizolacji stropodachu należy zastosować płyty z wełny gr. 15cm o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,04$  w/mK.

##### *Krycie papą termozgrzewalną*

Na tak przygotowane warstwy układa się wierzchnie pokrycie z papy poprzez zgrzewanie. Wykonanie wierzchniego pokrycia papowego powinno odbywać się zgodnie z zasadami sztuki dekarskiej (stosowanie odpowiedniej szerokości zakładów, niewywijanie papy bezpośrednio pod kątem 90 stopni itp.).

Uszczelnienia styków pokrycia ze ściankami pionowymi (kominy, attyki, murki ogniowe) należy wykonać z papy termozgrzewalnej poprzez wywiniecie z zastosowaniem klinów systemowych i metalowej listwy dekarskiej.

#### *Zalety termoizolacji z wełny skalnej*

- odpowiednia izolacja dachów płaskich wpływa na efektywność energetyczną obiektu
- wysokie bezpieczeństwo pożarowe
- doskonałe wyciszenie i komfort akustyczny
- zapewnienie wysokiej klasy izolacji termicznej,
- spełnia wysokie wymagania stawiane produktom do izolacji magazynów i hal, czy budynków użyteczności publicznej.
- strukturalna integralność systemu
- wyrób nie wskazuje na utratę właściwości z powodu starzenia.

Przykładowe produkty:

Folia paroizolacyjna ROCKFOL SK 18234 II - samoprzylepna paroizolacja do dachów płaskich

Płyty izolacyjne MONROCK MAX E grub. 10 cm (warstwa dolna),  $\lambda=0,038$  W/mK

Płyty izolacyjne HARDROCK MAX grub. 5 cm (warstwa górna),  $\lambda=0,040$  W/mK

Icopal POLBIT WF Szybki Profil SBS – papa termozgrzewalna wierzchniego krycia o parametrach:

- włóknina poliestrowa - gramatura 250 g/m<sup>2</sup>
- technologia kalandrowana
- średnia grubość asfaltowej powłoki wodoodpornej - 2,6mm
- całkowita grubość papy - 5,6mm
- giętkość na wałku Ø 30 mm / -25
- spływność - +100 °C

Icopal POLBIT PF PYE Szybki Profil SBS – papa termozgrzewalna podkładowa o parametrach:

- włóknina poliestrowa
- całkowita grubość papy - 4,6 mm
- giętkość na wałku Ø 30 mm - 25
- spływność - +100 °C

#### 4.5. Pozostałe prace naprawcze

Zaleca się, by przy wykonywaniu remontu pokrycia dachu, uwzględnić przeprowadzenie innych następujących prac naprawczych, które są niezmiennie przy każdym z wariantów:

- wymiana uszkodzonych i nieuszczelnionych obróbek (nakryw) murków ogniowych z blachy cynkowo-tytanowej z ułożeniem izolacji z papy na czapkach betonowych;
- naprawa i odnowienie tynków kominów, uzupełnienia, malowanie;
- remont instalacji odgromowej obejmujący wymianę skorodowanych zwodów poziomych, wymianę połączeń, naprężenie prętów, wykonanie pomiarów uziemienia;
- wymiana stalowych drabinek wylazowych lub wykonanie remontu, powodującego odpowiednie odsunięcie ich od ściany.

#### 4.6. Uwagi końcowe dotyczące wykonawstwa

Wszelkie prace należy wykonywać pod nadzorem osoby uprawnionej, posiadającej doświadczenie w prowadzeniu prac o podobnej specyfice.

W przypadku wystąpienia sytuacji nieprzewidzianych w niniejszym opracowaniu należy wezwać projektanta i uzgodnić sposób dalszego prowadzenia prac. Wszystkie materiały należy stosować zgodnie z instrukcją podaną przez producenta. Materiały powinny posiadać stosowne oznaczenia świadczące o dopuszczeniu ich do stosowania w budownictwie.

Prace należy wykonać zgodnie ze sztuką i wiedzą budowlaną z zachowaniem przepisów bhp i ppoż.

Uwaga: Użyte znaki towarowe należy traktować jako określenie żądanych parametrów i standardów. Dopuszcza się stosowanie rozwiązań równoważnych o parametrach nie gorszych niż posiadają w/w materiały.

## 5. ANALIZA WARIANTÓW NAPRAWY POKRYCIA

### 5.1. Założenia wielokryterialnej oceny przedsięwzięcia

Analiza wielokryterialna umożliwia uszeregowanie wariantów inwestycji według sumy liczby punktów z poszczególnych kryteriów. Celem analiz wielokryterialnych jest wybór rozwiązania optymalnego z wariantowych rozwiązań wg różnych kryteriów trudno porównywalnych ze sobą, a mających znaczący wpływ na realizację i funkcjonowanie danego rozwiązania.

Etapy przeprowadzenia analizy wielokryterialnej:

1. dokonanie wyboru cech - kryteriów, które będą decydowały o wyborze rozwiązania;
2. ustalenie wagi poszczególnych kryteriów;
3. określenie miar liczbowych wariantów rozwiązań wg przyjętego zbioru kryteriów.  
W przypadku cech niemierzalnych wprowadza się skalę ocen i na jej podstawie ocenia się warianty;
4. kodowanie liczbowych miar wariantów wg poszczególnych kryteriów częściowych;  
(przez kodowanie należy tu rozumieć zastąpienie pierwotnej wartości miary (mianowanej) wartością liczbową (niemianowaną) z określonego przedziału);
5. dokonanie oceny wariantowych rozwiązań poprzez obliczenie syntetycznych wskaźników.

### 5.2. Analiza wielokryterialna wariantów – algorytm metody i wyniki

Celem analizy wielokryterialnej jest znalezienie takiego wariantu rozwiązań technicznych, który jest najkorzystniejszy, w świetle przyjętych kryteriów i zbioru miar częściowych. Miary te są zazwyczaj wielkościami mianowanymi, dlatego nie jest możliwe prowadzenie jakichkolwiek działań arytmetycznych do wyznaczenia syntetycznej miary bez wcześniejszego kodowania wartości z macierzy danych.

Przez kodowanie należy tu rozumieć zastąpienie pierwotnej wartości miary częściowej (mianowanej) wartością liczbową (niemianowaną) z określonego przedziału  $<0, 1>$ .

Ustalenie i wyznaczenie wag kryteriów

	kryterium	waga kryterium
kryterium 1	trwałość (gwarancja)	0,15
kryterium 2	całkowity koszt inwestycji	0,45
kryterium 3	czas realizacji	0,10
kryterium 4	dostępność produktów	0,10
kryterium 5	trudność wykonania	0,05
kryterium 6	koszt napraw i konserwacji	0,15
	razem	1,00

## Ustalenie miar kryteriów dla każdego z wariantów i kodowanie

**kryterium 1 - trwałość (gwarancja)**

variant	miara kryterium określony przez producenta okres znikomej zmiany właściwości produktu [lata]	kodowanie
variant 1	5,00	0,333
variant 2	15,00	1,000
variant 3	15,00	1,000
variant 3a	15,00	1,000

Wariant najkorzystniejszy posiada najwyższy wskaźnik miary

**kryterium 2 - całkowity koszt inwestycji**

variant	miara kryterium całkowity koszt inwestycji brutto [zł]	kodowanie
variant 1	180 864,94	1,000
variant 2	224 619,63	0,805
variant 3	249 439,71	0,725
variant 3a	304 744,10	0,593

Wariant najkorzystniejszy posiada najniższy wskaźnik miary

**kryterium 3 - czas realizacji**

variant	miara kryterium ilość r-g wg kosztorysu inwestorskiego	kodowanie
variant 1	965,28	1,000
variant 2	2 155,40	0,448
variant 3	2 133,82	0,452
variant 3a	2 355,16	0,410

Wariant najkorzystniejszy posiada najniższy wskaźnik miary

**kryterium 4 - dostępność produktów**

variant	miara kryterium ocena wg przyjętej skali	kodowanie
variant 1	6	0,167
variant 2	1	1,000
variant 3	3	0,333
variant 3a	3	0,333

W celu ustalenia miary kryterium wprowadzono 6 - stopniową skalę oceny: 1 - dostępność "od ręki", 2 - 5 wartości pośrednie, 6 - trudnodostępny, wymagane zamówienie i oczekiwanie ponad 14 dni

Wariant najkorzystniejszy posiada najniższy wskaźnik miary

**kryterium 5 - trudność wykonania**

wariant	miara kryterium ocena wg przyjętej skali	kodowanie
wariant 1	3	0,667
wariant 2	2	1,000
wariant 3	2	1,000
wariant 3a	4	0,500

W celu ustalenia miary kryterium wprowadzono 6 - stopniową skalę oceny: 1 - nie wymaga wyspecjalizowanych pracowników i sprzętu, 2 - 5 wartości pośrednie, 6 - wymaga wyspecjalizowanych pracowników i sprzętu

Wariant najkorzystniejszy posiada najniższy wskaźnik miary

**kryterium 6 - koszt napraw i konserwacji**

wariant	miara kryterium jednostkowa cena naprawy pokrycia [zł/m <sup>2</sup> ]	kodowanie
wariant 1	81,84	0,747
wariant 2	61,16	1,000
wariant 3	61,16	1,000
wariant 3a	61,16	1,000

Wariant najkorzystniejszy posiada najniższy wskaźnik miary

**Globalna ocena rozwiązań wariantowych**

Syntetyczne zestawienie wyników przeprowadzonej analizy porównawczej wariantów

Kryterium	Łączna ocena po kodowaniu				Waga	Wskaźnik oceny globalnej			
	W1	W2	W3	W3a		W1	W2	W3	W3a
kryterium 1 - trwałość (gwarancja)	0,333	1,000	1,000	1,000	0,15	0,05	0,15	0,15	0,15
kryterium 2 - całkowity koszt inwestycji	1,000	0,805	0,725	0,593	0,45	0,45	0,36	0,33	0,27
kryterium 3 - czas realizacji	1,000	0,448	0,452	0,410	0,10	0,10	0,04	0,05	0,04
kryterium 4 - dostępność produktów	0,167	1,000	0,333	0,333	0,10	0,02	0,10	0,03	0,03
kryterium 5 - trudność wykonania	0,667	1,000	1,000	0,500	0,05	0,03	0,05	0,05	0,03
kryterium 6 - koszt napraw i konserwacji	0,747	1,000	1,000	1,000	0,15	0,11	0,15	0,15	0,15
<b>Ocena globalna</b>						<b>0,76</b>	<b>0,86</b>	<b>0,75</b>	<b>0,67</b>

**5.3. Wyniki oceny wariantów****Ocena wariantu 1**

- uzyskał najwyższą ocenę w kryterium całkowitego kosztu inwestycji i czasu realizacji,
- uzyskał najniższą ocenę w kryterium trwałości produktu, kosztu napraw i konserwacji oraz w kwestii dostępności materiałów.

**Ocena wariantu 2**

- uzyskał najwyższą ocenę w kryterium trwałości produktu, dostępności materiałów, trudności wykonania i kosztów napraw i konserwacji,
- uzyskał wysoką ocenę w kryterium całkowitego kosztu inwestycji.

#### Ocena wariantu 3

- uzyskał najwyższą ocenę w kryterium trwałości produktu, trudności wykonania i kosztów napraw i konserwacji,
- uzyskał średnią ocenę w kryterium czasu realizacji, dostępności materiałów i całkowitego kosztu inwestycji.

#### Ocena wariantu 3a

- uzyskał najwyższą ocenę w kryterium trwałości produktu oraz kosztów napraw i konserwacji,
- uzyskał najniższą ocenę w kryterium całkowitego kosztu inwestycji i czasu realizacji,
- uzyskał średnią ocenę w kryterium dostępności materiałów i trudności wykonania.

#### 5.4. Wnioski – Ocena końcowa analizowanych wariantów

Technologie naprawy pokrycia we wszystkich wariantach zakładają nie pogorszenie warunków izolacyjności cieplnej przegrody. Warianty 2, 3 i 3a poprawiają znacząco stan użytkowy dachu dotyczący zwiększenia wytrzymałości płyt izolacji na rozciąganie – przy obciążeniu punktowym siłą ściskającą o wartości 800N, odkształcenie nie przekroczy 5 mm.

Po przeprowadzeniu wielokryterialnej analizy porównawczej wszystkich trzech wariantów wynika, że najkorzystniejszym wariantem, mimo tego że charakteryzuje się wyższą ceną, jest wariant 2. Uzyskał on najwyższą notę wg kryterium trwałości, dostępności produktów, trudności wykonania i kosztu napraw i konserwacji.

**Wariantem rekomendowanym do wykonywania remontu dachu  
Szkoły Podstawowej nr 1 w Kamiennej Górze jest WARIANT 2:**

**RENOWACJA POKRYCIA POPRZECZ UŁOŻENIE PAPY TERMOZGRZEWALNEJ NA  
WZMOCNIONYM I WYRÓWNANYM PODŁOŻU Z PŁYTY BUDOWLANEJ OSB 3 Z  
POZOSTAWIENIEM ISTNIEJĄCEJ WARSTWY IZOLACJI CIEPLNEJ**

## 6. ZAŁĄCZNIKI

Do dokumentacji dołączono kosztorysy inwestorskie, określające szacunkowe koszty remontu pokrycia dachu wg technologii wynikającej z każdego z wariantów oraz wycenę kosztów napraw powstałego pokrycia w okresie eksploatacji. Dane z tych kosztorysów wykorzystano przy analizie wariantów.

**Projektant: Janusz Kowalczyk**