



Zadanie: **PROJEKT TECHNICZNY**

Temat: **PROJEKT WZMOCNIENIA ŚCIAN WARSTWOWYCH
BUDYNKU MIESZKALNO-USŁUGOWEGO
PRZY UL. M. SKŁODOWSKIEJ-CURIE 121 W PIEKARACH
ŚLĄSKICH**

Inwestor: **Spółdzielnia Mieszkaniowa w Piekarach Śląskich
ul. Leśna 22
41-940 Piekary Śląskie**

Obiekty: **Budynek mieszkalno-usługowy
ul. M. Skłodowskiej-Curie 121
41-949 Piekary Śląskie
Działka ew. nr 4737/172
obręb ew. Brzozowice Kamień
Jedn. ew. 247101_1
Kategoria obiektu XIII, XVII**

Konstrukcja: **inż. Zdzisław Kogut
nr upr. SLK/BD/3790/01**

Opracowała: **mgr inż. Natalia Kajtoch**

Koordynował: **dr inż. Tomasz Muzyczuk**

WYKAZ ZAWARTOŚCI

1. Podstawa opracowania	3
2. Przedmiot opracowania	3
3. Opis stanu istniejącego	3
4. Wzmocnienie konstrukcji ścian	4
4.1. Opis konstrukcji ścian budynku	4
4.2. Analiza stanu konstrukcji ściany	5
4.3. Wnioski i zalecenia wzmocnienia łączy ścian warstwowych.....	6
4.4. Obliczenia statyczne – wytrzymałościowe kotew.....	7
4.5. Technologia osadzania kotew wzmacniających	8

ZAŁĄCZNIKI

Rys.1	Rozmieszczenie płyt do wzmocnienia – elewacja południowa
Rys.2	Rozmieszczenie płyt do wzmocnienia – elewacja wschodnia i zachodnia
Rys.3	Zestawienie płyt do wzmocnienia
Rys.4	Zestawienie łączników

1. Podstawa opracowania

- Umowa zawarta pomiędzy Projektantem a Inwestorem
- „Projekt docieplenia budynku mieszkalno-usługowego przy ul. M. Skłodowskiej-Curie 121 w Piekarach Śląskich wraz z pracami towarzyszącymi z września 2022 r.
- Ustawa z dnia 07.07.1994 Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z późniejszymi zmianami),
- Instrukcja ITB 360/99: Badania i ocena betonowych płyt warstwowych w budynkach mieszkalnych,
- Instrukcja ITB 374/2002: Metodyka oceny stanu technicznego wielkopłytowych warstwowych ścian zewnętrznych. Dodatkowe połączenia warstwy fakturowej z warstwą konstrukcyjną wielkopłytowych ścian zewnętrznych,
- Aprobata techniczna ITB AT-15-8510/2016 „Łączniki wklejane Ceresit do wzmacniania betonowych ścian warstwowych”
- Zbigniew Dzierżewicz, Włodzimierz Starosolski „Systemy budownictwa wielkopłytowego w Polsce w Latach 1970-1985”
- Polskie normy budowlane a w szczególności:
 - *PN-EN 1991-1-1: Oddziaływania na konstrukcję. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenie użytkowe w budynkach.*
 - *PN-EN 1991-1-4: Oddziaływania na konstrukcję. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.*
 - *PN-B-03264:2002/Ap1:2004 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - Obliczenia statyczne i projektowanie*
- Obowiązujące polskie normy oraz przepisy budowlane.

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wzmocnienia ścian warstwowych budynku przy ul. M. Skłodowskiej-Curie 121 w Piekarach Śląskich.

3. Opis stanu istniejącego

Przedmiotowy obiekt to budynek mieszkalno-usługowy wykonany w systemie budownictwa wielkopłytowego prefabrykowanego FABUD-T. Obiekt posiada IV kondygnację nadziemną oraz przyziemie. Całość składa się z dwóch segmentów oddzielonych dylatacją na całej wysokości, posadowiony na ławach fundamentowych. Ściany zewnętrzne nośne trójwarstwowe grubości 25 cm (6+4+15) – ściany szczytowe oraz podłużne – grubości 22 cm (6+4+12). Elewacja południowa wykończona warstwą osłonową z płyt azbestowo-cementowych ACEKOL montowanych na ruszcie drewnianym 38x63 mm, co 80 cm z wypełnieniem z wełny mineralnej. Elewacje szczytowe pokryte okładziną z blachy. Stropodach o konstrukcji żelbetowej z płyt panwiowych grubości 24 cm.

Do wewnątrz każdego segmentu prowadzi jedna klatka schodowa, usytuowana na elewacji północnej. Ściana frontowa budynku ocieplona styropianem gr. 12 cm. Balkony żelbetowe o rozpiętości 600 i 360 cm.

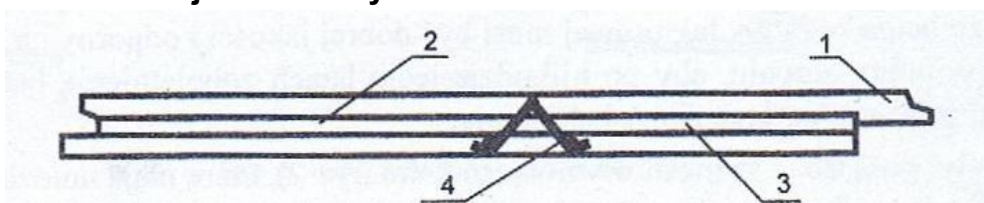
4. Wzmocnienie konstrukcji ścian

Ze względu na planową termomodernizację budynku warstwę fakturową ścian zewnętrznych należy wzmocnić.

Brak odpowiedniej otuliny betonowej powoduje zmniejszenie nośności wieszaków stalowych, a postępująca korozja wżerowa zmniejsza przekrój czynny zbrojenia. W wyniku czego wieszaki stalowe stają się nie nośne. Brak odpowiedniego mocowania warstwy fakturowej do ścian nośnych może spowodować oderwanie się tej warstwy od powierzchni budynku. Zaleca się wykonanie dodatkowego kotwienia ścian fakturowych.

Przed przystąpieniem do ocieplenia i kotwienia ścian należały uzupełnić brakujące uszczelnienia płyt kitami trwale plastycznymi. Należy uzupełnić uszczelnienia płyt w celu uniemożliwienia penetracji wód opadowych wewnątrz płyt warstwowych.

4.1. Opis konstrukcji ścian budynku



Rys. 1. Typowa płyta warstwowa
1 – warstwa fakturowa, 2 – warstwa ocieplająca, 3 – warstwa nośna, 4 – wieszak

Warstwa betonowa wewnętrzna jest wykonana z betonu C12/15 (B15) (Rw 200 lub 250) – na obwodzie płyty i przy otworach okiennych zbrojona w postaci drabinek z 2Ø8 mm, stanowiąca podstawowy element nośny ściany, zamocowana jest w konstrukcji nośnej budynku przez stalowe obetonowane złącza. Z punktu widzenia trwałości, warunki pracy tej warstwy można określić jako dobre. Nie podlega ona bezpośrednio oddziaływaniu czynników atmosferycznych. Od strony wewnętrznej warunki eksploatacji są stałe przy niskim zawilgoceniu, od strony zewnętrznej płyta styka się z materiałem ocieplenia – wełną mineralną. Warstwa ta znajdująca się po zewnętrznej stronie warstwy nośnej jest wykonana z wełny mineralnej, która jest materiałem porowatym wymagającym osłonięcia przed uszkodzeniami mechanicznymi i zawilgoceniem. Warstwa ocieplająca początkowo zapewniała podstawową izolacyjność cieplną ściany jednakże w wyniku zawilgocenia i zamakania wodą opadową uległa znacznej degradacji. Ocieplenie osłania zewnętrzną fakturą płytą betonową. Kolejnym zadaniem płyty fakturowej jest ochrona przed korozją stalowych łączników – wieszaków – łączących warstwy płyty, prawidłowa otulina wieszaków wynosi około 15 mm, a szpilek około 20 mm.

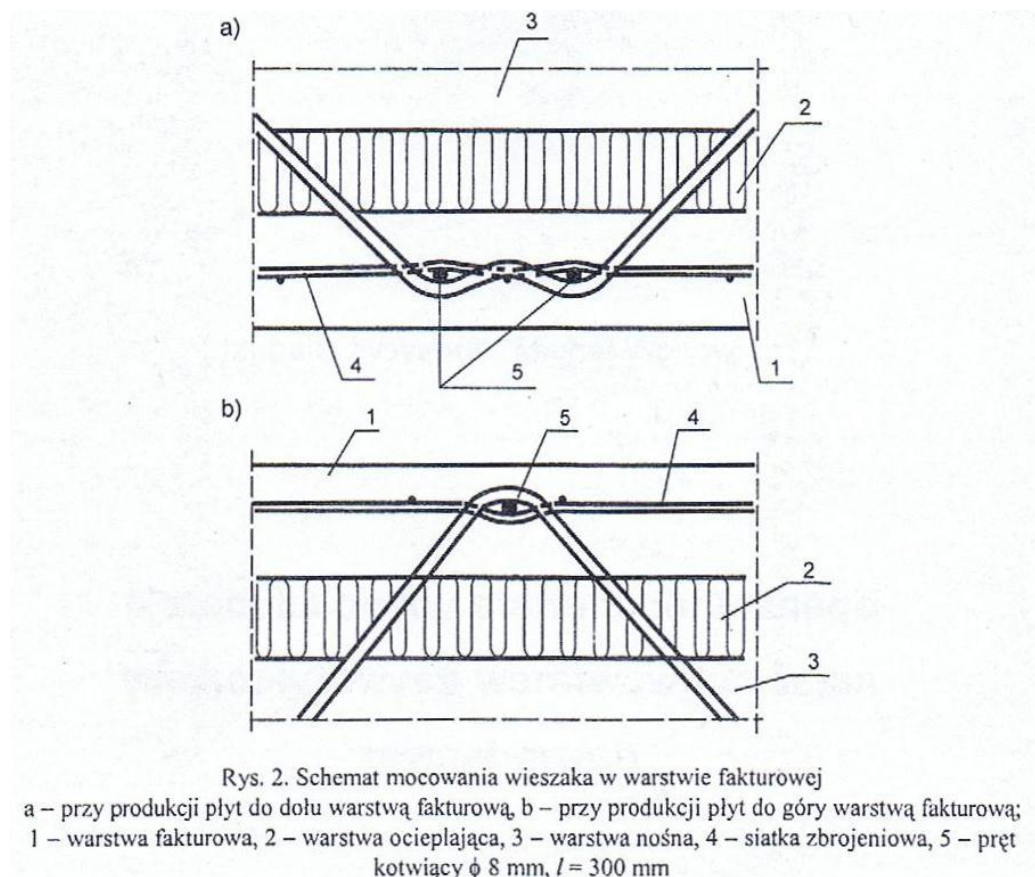
Warstwy płyt połączone są metalowymi łącznikami przedstawionymi na rysunku, które mają umożliwić w miarę swobodne odkształcanie pod wpływem temperatury i przenosić obciążenie od warstwy zewnętrznej – fakturowej.

Jako łączniki stosowane są:

- wieszaki metalowe w kształcie pętli zbliżonej do trójkąta, wykonane z prętów stalowych i przechodzące przez wszystkie warstwy płyty. Współpracują ze zbrojeniem płyt przez zakotwienie za pomocą prętów poprzecznych. Połączenie zagwarantowane jest przez odpowiednie ukształtowanie wieszaków.

- szpilki z drutu stalowego o średnicy 3,5 do 4,5 mm, mające kształt wydłużonego „U”. Są usytuowane obwodowo w płycie i wokół otworów okiennych w liczbie kilkunastu do kilkudziesięciu sztuk, spełniają funkcję stabilizującą warstwę zewnętrzną płyty oraz przenoszą obciążenia od ssania wiatru.

Najbardziej narażone na degradację są łączniki warstw i to one decydują o trwałości całej ściany. Te elementy są praktycznie niewymienialne a jedynym sposobem poprawy ich nośności jest dodatkowe kotwienie łącznikami systemowymi.



4.2. Analiza stanu konstrukcji ściany

Trwałość wieszaków ze stali zwykłych i stali zwykłych ocynkowanych – stwierdzonych w badanych ścianach – szacowano przy projektowaniu na 20-40 lat. Ocena ta opierała się na założeniu, że materiał izolacyjny w płytach będzie silnie zawilgocony w wyniku przedostawania się wód opadowych przez złącza. Zawilgocenie powoduje dodatkowo para przenikająca z mieszkań przez ściany. Średnia szybkość korozji stali w zawilgoconej wełnie mineralnej wynosi 0,039 mm/a. Na tej podstawie szacunkowy bezpieczny czas użytkowania wieszaków $\Phi 8$ ze stali zwykłej wynosi maksymalnie 50 lat. Na podstawie obserwacji podobnych budynków stwierdzono, że korozja stali wieszaków ma charakter nalotowy lub wżerowy lokalnie na głębokość 0,5 mm - wskazuje jednoznacznie na postępujący proces korozji zbrojenia łączników.

Biorąc pod uwagę stopień korozji wieszaków, a także na to iż budynek jest zaliczany do kategorii budynków wysokich, w najbliższych latach może wystąpić zagrożenie bezpiecznej eksploatacji budynku w postaci pęknięcia płyt, a w skrajnych przypadkach przesunięć, przemieszczeń, wychyleń z lica ściany lub nawet odpadnięcia płyt fakturowych.

Grubość płyt fakturowych w przedmiotowym budynku wynosi około 6 cm.

Na podstawie kompleksowych badań przeprowadzonych w całej Polsce przez Instytut Techniki budowlanej na ponad 800 płytach ściennych można badania uzupełnić o następujące dane statystyczne:

- w 17% płyt stwierdzono brak prętów kotwiących,
- w 37% płyt zamiast zalecanych prętów Ø8 stosowano pręty o zaniżonej lub zawyżonej średnicy,
- w 26% płyt stwierdzono brak bezpośredniego krzyżowania prętów i wieszaków,
- w 20% płyt stwierdzono ukośne ułożenie prętów kotwiących, które powinny być ułożone prostopadle w stosunku do płaszczyzny wieszaka.

4.3. Wnioski i zalecenia wzmocnienia łączeń ścian warstwowych

Po przeprowadzonej analizie stanu konstrukcji ścian stwierdzono jednoznacznie, iż mocowanie warstwy fakturowej w ścianach warstwowych wymaga wzmocnienia.

Zużycie techniczne łączników mocujących warstwy fakturowe w ścianach warstwowych w budynku użytkowanym przez trzy dekady jest wedle szacunków projektowych na poziomie min. 75%. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na zużycie techniczne jest niedostateczne uszczelnienie łączeń płyt, powodujące zamakanie ścian i potęgujące korozję.

Płyty w procesie termomodernizacji zostaną obciążone materiałem termoizolacyjnym, klejem oraz wyprawą tynkarską powodującymi zwiększenie naprężeń w wieszakach.

Zakładając, że budynek ma zostać poddany kompleksowej termomodernizacji i użytkowany przez min. kilkadziesiąt lat zużycie techniczne łączników przekroczyłoby 100% i zagroziło bezpieczeństwu konstrukcji.

W związku z powyższym niezbędnym jest wzmocnienie łączników mocujących warstwy fakturowe w ścianach warstwowych w stopniu umożliwiającym bezpieczne użytkowanie budynku przez min. pół wieku. Wzmocnienie łączeń jest dodatkowo warunkowane wynikami przeprowadzonych badań, z których wynika, że korozji ulega zarówno beton jak i zbrojenie płyt.

W celu wzmocnienia i naprawy prefabrykowanych płyt ściennych w systemach wielkiej płyty, aby zwiększyć ich żywotność i zabezpieczyć nowe powłoki izolacyjne i elewacyjne przed pękaniem, należy dokonać wzmocnień połączenia istniejących płyt elewacyjnych z warstwą nośną. Zalecanym rozwiązaniem jest system firmy Ceresit. Zaletą tego systemu jest prosta technologia montażu, nie wymagająca od wykonawcy stosowania specjalistycznych urządzeń ani wymyślnych technik monterskich. Liczba łączników została tak dobrana aby zapewnić przeniesienie pełnego ciężaru istniejącej płyty fakturowej i starej izolacji płyty, oraz projektowanego docieplenia płyty.

Opis systemu wzmocnień kotwami CERESIT

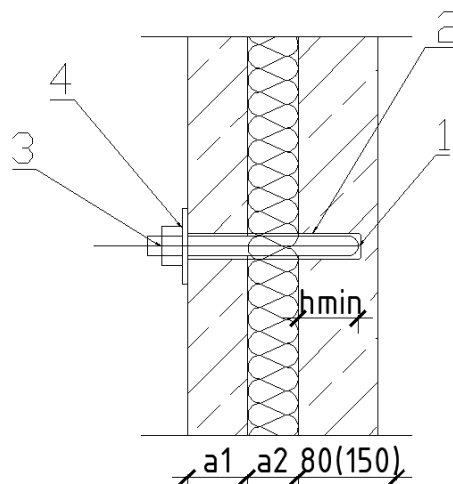
Poniższy rysunek przedstawia schemat proponowanego wzmocnienia warstwy fakturowej w ścianie warstwowej wg systemu Ceresit

Legenda:

- h_{ef} – minimalna głębokość zakotwienia – 60 mm
- a_1 – grubość warstwy fakturowej ściany warstwowej – 60 mm
- a_2 - grubość izolacyjnej ściany warstwowej – 40 mm

1. Żywica Patex CF900
2. Tuleja siatkowa
3. Nagwintowany pręt stalowy M20 A4
4. Nakrętka i podkładka

$h_{min} = 60 \text{ mm}$



4.4. Obliczenia statyczno – wytrzymałościowe kotew

Obliczenia kotew projektowanych

Założenia do obliczeń:

Nośność łączników w systemie Ceresit przyjęto zgodnie z danymi zawartymi w aprobach technicznej ITB AT-15-8510/2016 „Łączniki wklejane Ceresit do wzmacniania betonowych ścian warstwowych” oraz danymi producenta.

Obciążenia ciężarem własnym elewacji przyjęto na podstawie badań oraz instrukcji Instytutu Techniki Budowlanej w następujących wartościach:

- grubość starej izolacji płyty: 40 mm (wełna mineralna)
- grubość warstwy elewacyjnej: 60 mm
- grubość nowej warstwy izolacji: 120 mm (styropian)
- grubość nowej warstwy tynku: 15 mm

Obliczeń dokonano zgodnie z:

PN-EN 1991-1-1: Oddziaływania na konstrukcję. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenie użytkowe w budynkach.

Zestawienie zewnętrznych obciążeń						
ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ STAŁYCH DZIAŁAJĄCYCH NA PŁYTY						
ŚCIANA SZCZYTOWA I PODŁUŻNA						
Lp.	Wyszczególnienie	Grubość warstwy [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obciążenie charakt. [kN/m ²]	Współ. obciążenia	Obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7
Obciążenia stałe						
1	Tynk wraz z warstwą klejową	0,015	19,0	0,29	1,35	0,38
2	Styropian gr.12cm	0,120	0,45	0,05	1,35	0,07
3	Płyta fakturowa	0,060	21,0	1,26	1,35	1,70
4	Warstwa starej izolacji w płycie	0,040	0,8	0,03	1,35	0,04
Razem g1, kN/m²				1,63	-	2,20

**PROJEKT WZMOCNIENIA ŚCIAN WARSTWOWYCH BUDYNKU MIESZKALNO-USŁUGOWEGO PRZY UL.
M. SKŁODOWSKIEJ-CURIE 121 W PIEKARACH ŚLĄSKICH**

Ciężar poszczególnych płyt											
BUDYNEK: UL. M. SKŁODOWSKIEJ-CURIE 121, PIEKARY ŚLĄSKIE											
Lp.	Oznaczenie płyt	Wymiary płyty [m]		Wymiary otworu okiennego [m]		Pow. otworów okiennych [m ²]	Powierzchnia płyty [m ²]		Obciążenie charak. [kN]	Współczynnik obciążenia	Obciążenie Obliczeniowe [kN]
		szer.	wys.	wys.	szer.		brutto	netto			
1	Płyta 1	4,80	2,80	0,00	0,00	0,00	13,44	13,44	21,92	1,35	29,59
2	Płyta 2	6,00	2,80	0,00	0,00	0,00	16,80	16,80	27,40	1,35	36,99
3	Płyta 3	6,00	2,80	1,40	1,60	4,48	16,80	12,32	20,09	1,35	27,13
				1,40	1,60						

Obliczenie ilości potrzebnych łączników firmy CERESIT						
BUDYNEK: UL. M. SKŁODOWSKIEJ-CURIE 121, PIEKARY ŚLĄSKIE						
CERESIT CF900 x M20						
Lp.	Oznaczenie płyt	Powierzchnia netto (po odjęciu otworów okiennych [m ²])	Obciążenie Obliczeniowe [kN]	Wytrzymałość obliczeniowa kotwy ø20	Obliczeniowa ilość kotew	Przyjęta ilość kotew
1	Płyta 1	13,44	29,59	7,00	4,23	5
2	Płyta 2	16,80	36,99	7,00	5,28	6
3	Płyta 3	12,32	27,13	7,00	3,88	4

Do obliczeń przyjęto kotwy Ceresit CF900xM20 mocowane na żywicy, o dopuszczalnym ugięciu kotwy do 5mm, mocowane w ścianie nośnej na długości min 60mm.

Całkowita ilość kotew potrzebna do wzmocnienia budynku przy ul. M. Skłodowskiej-Curie 121 w Piekarach Śląskich wynosi 120 szt. (w obliczeniach pominięto płyty elewacji frontowej - północnej, która jest poza zakresem opracowania).

4.5. Technologia osadzania kotew wzmacniających

Do obliczeń przyjęto kotwy Ceresit CF900xM20 mocowane na żywicy, przy ograniczeniu przemieszczenia do 5mm, mocowane w ścianie nośnej na długości min 60mm.

Przyjęto procedurę technologiczną zgodną z zasadami systemu. Kotwa Ceresit z aprobatą ITB AT-15-8510/2016. Kotwy CERESIT o średnicy Φ20 i długości min 160 mm należy osadzać metodą wklejania za pomocą żywicy. Miejsca kotwienia określono zgodnie z zaleceniami producenta i oznaczono na rysunkach.

Zaleca się aby przed dokonaniem zamówienia wykonawca wykonał próbę i dokładnie określił poprzez wykonanie odwiertów próbnych i pomiarów grubości wszystkich warstw ściany.

Warunki wykonania robót

- Roboty wzmocnieniowe muszą być wykonywane pod nadzorem osoby posiadającej uprawnienia budowlane minimum wykonawcze w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń.

- Prace wzmocnieniowe należy zlecać specjalistycznej firmie posiadającej referencje przy wykonywaniu podobnych robót, odpowiedni, atestowany sprzęt oraz przeszkolonych pracowników.
- Materiały użyte w połączeniach powinny być dopuszczone do stosowania wymaganymi świadectwami zgodności, atestami oraz certyfikatami.
- Prace wzmocnieniowe zewnętrznych ścian osłonowych zaleca się prowadzić w temperaturze warstwy fakturowej ściany:
 - maksymalna + 25[°C]
 - minimalna +5[°C]
- Przed rozpoczęciem odwiertów na kolejnych elewacjach za każdym razem należy dokonać pomiaru rzeczywistej grubości losowo wybranych płyt warstwowych. W przypadku wystąpienia odchyłek łącznej grubości płyty należy dokonać konsultacji z inspektorem nadzoru lub projektantem.

Wiercenie otworów na kotwy

- Oznaczenie miejsc wiercenia - według wytycznych projektowych min. 10cm od istniejących wieszaków,
- Nawierty technologiczne i kontrola geometrii otworów: Wykonać odwierty o średnicy Ø 26 klasyczną techniką udarową lub techniką diamentową z końcówkami diamentowymi chłodzonymi wodą (wiercenie „na mokro”), przy czym w warstwie izolacji termicznej ściany warstwowej odwierty należy wykonywać „na sucho” (okresowy brak chłodzenia wiertła w celu zminimalizowania zawilgocenia wewnętrznego ocieplenia w płycie warstwowej). Podczas wiercenia „na mokro” stosować odsysanie wody chłodzącej wiertło z zapewnieniem jej odpływu poza elewację.
- Po wykonaniu odwiertów sprawdzić ich średnicę i głębokość w warstwie fakturowej i nośnej.
- W związku z tym, iż grubość płyt jest zmienna każdorazowo przy wykonywaniu odwiertów zaleca się sprawdzać łączną grubość warstwy fakturowej i ocieplającej ściany warstwowej, aby uzyskać wymaganą długość zakotwienia i nie przewiercić się do pomieszczeń w budynku.
- W przypadku ewentualnego nawiercenia niewłaściwego otworu należy wykonać nowy otwór, w odległości odpowiadającej co najmniej dwukrotnej głębokości otworu wadliwego. Źle wykonane otwory w warstwie nośnej wymagają wypełnienia ich zaprawą żywiczną.

Osadzanie kotew

- Dokładnie oczyścić otwór przy pomocy szczotki stalowej TCB – czynność tą należy powtórzyć trzykrotnie.
- Dokładnie oczyścić otwór przy pomocy pompki ręcznej TBP lub sprężarki – czynność tę należy powtórzyć trzykrotnie.
- Wprowadzić do prawidłowo oczyszczonego otworu tuleje z siatki polipropylenowej o średnicy 26 mm oraz odpowiednią ilość żywicy PATTEX 900

- Wprowadzić pręt do otworu ruchem obrotowym – przestrzegać odpowiedniej temperatury i czasów wiązania żywicy.
- Po związaniu żywicy dokręcić nakrętkę – przestrzegać odpowiedniej temperatury i czasów wiązania żywicy.

Konstrukcję i grubości warstw betonu oraz ilość i wymiary płyt warstwowych należy potwierdzić przed dokonaniem zamówienia łączników wklejanych. Jeśli konstrukcja płyt okaże się inna niż założona w dokumentacji należy skontaktować się z projektantem.