

Dr inż. Krzysztof Kamiński

Ekspertyzy techniczne dotyczące łącznika i
budynku „Małej Szkoły” Podstawowej nr 22 w
Płocku z dodatkowymi badaniami geotechnicznymi
podłoża gruntowego wokół obiektu.

Zleceniodawca: Gmina-Miasto Płock, Stary Rynek 1

Spis treści

1. CZĘŚĆ WSTĘPNA.....	2
1.1. Podstawy formalne opracowania	2
1.2. Przedmiot opracowania	2
1.3. Cel i zakres opracowania.....	2
1.4. Podstawy merytoryczne opracowania	2
2. OGÓLNY OPIS BUDYNKU	3
3. OPIS KONSTRUKCJI BUDYNKU	3
4. OPIS ISTNIEJĄCYCH USZKODZEŃ	3
Piwnica.....	4
Parter	4
5. Badania geotechniczne podłoża gruntowego.....	21
5.1. Opis badań	21
5.2. Wnioski	21
5.3. Podstawy merytoryczne opracowania	21
6. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE	23
6.1. Zebranie obciążeń	23
6.2. Strop międzykondygnacyjny nad partrem.....	23
6.3. Nośność elementów stropowych	27
6. ANALIZA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI BUDYNKU Z OKREŚLENIEM PRZYCZYN USZKODZEŃ	33
7. WNIOSKI I ZALECENIA.....	37

1. CZĘŚĆ WSTĘPNA

1.1. Podstawy formalne opracowania

Podstawą formalną niniejszego opracowania jest umowa nr 21/WIR/Z/2071/2019 z dnia 21 października 2019 roku oraz aneksem z 19.11. 2019 roku, zawarta pomiędzy Gminą-Miasto Płock, Płock, Stary Rynek 1 i dr inż. Krzysztofem Kamińskim, wykonawcą pracy.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest konstrukcja łącznika i budynku „Małej Szkoły” Podstawowej nr 22 w Płocku w zakresie określenia przyczyn występowania zarysowań i stanu bezpieczeństwa konstrukcji oraz dodatkowe badania gruntowe.

1.3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest określenie przyczyn powstania rys w ścianach i stropach między kondygnacyjnych budynku „Małej Szkoły” i łącznika wraz z określeniem stanu bezpieczeństwa konstrukcji.

Zakres opracowania obejmuje:

- wykonanie inwentaryzacji konstrukcyjno-budowlanej budynku w zakresie niezbędnym dla potrzeb niniejszego opracowania,
- inwentaryzację i opis istniejących uszkodzeń budynku oraz wykonanie dokumentacji fotograficznej,
- wykonanie dodatkowych badań geotechnicznych podłoża gruntowego wokół obiektu
- ocenę stanu technicznego konstrukcji budynku,
- określenie przyczyn występujących uszkodzeń,
- wnioski i zalecenia dotyczące dalszej eksploatacji budynku.

1.4. Podstawy merytoryczne opracowania

1.4.1. Fragmentaryczna dokumentacja konstrukcyjno – budowlana udostępniona przez administrację Szkoły Podstawowej nr 22 w Płocku.

1.4.2. Instrukcja projektowania i wykonywania stropów Teriva II

1.4.3. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych.

1.4.4. Literatura naukowo-techniczna, obowiązujące aktualnie przepisy normowe z zakresu projektowania konstrukcji budowlanych.

1.4.5. Badania geotechniczne i hydrotechniczne wykonane w listopadzie 2019 roku przez mgr inż. Wojciecha Świerada

2. OGÓLNY OPIS BUDYNKU

Budynek Szkoły Podstawowej nr 22, którego elementem jest wewnętrzna sala gimnastyczna, został zrealizowany w połowie lat 90-siątych XX wieku.

Wymiary obiektu w planie wynoszą: 43,59x39,09m. W piwnicach obiektu zlokalizowano węzeł cieplny, wentylatornię, świetlicę, sanitariaty i pomieszczenia nauczycieli. Na parterze obiektu znajduje się szatnia, 8 sal lekcyjnych, sanitariaty i sala rekreacyjna o wymiarach 12x18m. Na I piętrze obiektu zlokalizowano 8 sal lekcyjnych, sanitariaty i pokój nauczycielski. Korytarz na I piętrze jest połączony specjalnym łącznikiem z dużą szkołą. Budynek posiada 2 klatki schodowe – jedną w pobliżu narożnika południowo – zachodniego, drugą w pobliżu środkowej części ściany północnej.

3. OPIS KONSTRUKCJI BUDYNKU

Ściany piwnic i ściany fundamentowe wykonano jako monolityczne wylewane z betonu klasy B25. Ściany nadziemne wykonano jako murowane warstwowe: część konstrukcyjna z cegły ceramicznej kratówki K2 o grubości 25cm, izolacja termiczna 10cm styropianu oraz otynkowana oblicówka.

W budynku zastosowano stropy gęstożebrowe prefabrykowane typu Teriva II o wysokości 44cm i rozstawie żeberek nośnych wynoszącym 45cm. Zgodnie z opisem technicznym projektu strop ten przystosowany jest do przenoszenia obciążeń 5,175 kN/m na 1 żebro. Najprawdopodobniej przy betonowaniu stropów zastosowano zgodnie ze świadectwem ITB ujemne strzałki ugięcia. W stropie wykonano 2 żebra rozdzielcze o szerokości 10cm, zbrojone dwoma prętami o średnicy 12mm. Żebra te usytuowano w 1/3 rozpiętości stropu. Wszystkie elementy wylewane stropu wykonano z betonu klasy B25. Zbrojenie główne belek wykonane ze stali żebrowanej klasy AIII. Nadproża okienne w ścianach zewnętrznych wykonano jako wylewane z betonu klasy B25, zbrojone 5 prętami o średnicy 16mm ze stali gatunku 34GS. Strzemiona z prętów gładkich o średnicy 6mm, dwuramienne w rozstawie co 8,5cm na odcinkach przypodporowych. Stropodach wentylowany nad salami lekcyjnymi wykonano z płytek korytkowych otwartych opartych na ażurowych ścianach wykonanych z cegły dziurawki. Izolacja przeciwwodna w postaci 3 warstw papy termozgrzewalnej. Izolacja termiczna z wełny mineralnej położonej na stropie Teriva II.

Dach nad salą rekreacyjną oparty na dźwigarach z drewna klasy K33 klejonego warstwowo o przekroju prostokątnym 16x75cm. Dźwigary mają kształt łukowy. Na dźwigarach oparto płatwie z drewna klejonego warstwowo o przekroju 12x340cm. Rozstaw płatwi wynosi 2,1m, rozstaw dźwigarów 4,5m. Pokrycie dachu z blach trapezowych, na których ułożono 15cm wełny mineralnej twardej. Warstwy wierzchnie stanowi papa termozgrzewalna.

4. OPIS ISTNIEJĄCYCH USZKODZEŃ

Oznaczenia pomieszczeń według rys.1 i 2.

Piwnica



Rysunek 1. Oznaczenia pomieszczeń na kondygnacji piwnicy.

Parter



Rysunek 2. Oznaczenia pomieszczeń na kondygnacji parteru.

Piwnica

Pomieszczenie 00: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 01: zarysowania na ścianie zachodniej, od sufitu do posadzki pomieszczenia, szerokości 0,25-0,40mm. Na suficie rysy w odległości 3,2m, 8,7m i 18,7m od ściany południowej o szerokości 0,45-1,10mm, na całą szerokość korytarza.



Fot.1 Pionowa rysa w ścianie korytarza 01 w piwnicy nad drzwiami do pracowni jęz. Angielskiego

Pomieszczenie 02: rysa pionowa na ścianie południowej, szerokości 0,23mm przy przejściu kanału wentylacyjnego.

Pomieszczenie 02A: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 02B: rysa pozioma na ścianie południowej przy suficie szerokości 0,80mm oraz dochodząca do niej rysa pionowa szerokości 0,30mm.

Pomieszczenie 02C/03C: brak śladów wcześniejszych zacieków na ścianie zachodniej w dolnych partiach ściany przy podłodze (fot.1)

Pomieszczenie 03: brak widocznych uszkodzeń

Pomieszczenie 03A: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 03B: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 04: dwie rysy na suficie równoległe do osi wchód-zachód w jednej i dwóch trzecich rozpiętości pomieszczenia o szerokości 0,10 mm.

Pomieszczenie 04A: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 05: trzy rysy równoległe do osi wschód-zachód na całej długości pomieszczenia o szerokości około 0,20 mm

Pomieszczenie 06: łuszczenie tynku i farby w dolnej części ściany zachodniej i południowej, ślady zawilgocenia ściany do wysokości 50-60 cm na podłoga brak widocznych uszkodzeń.

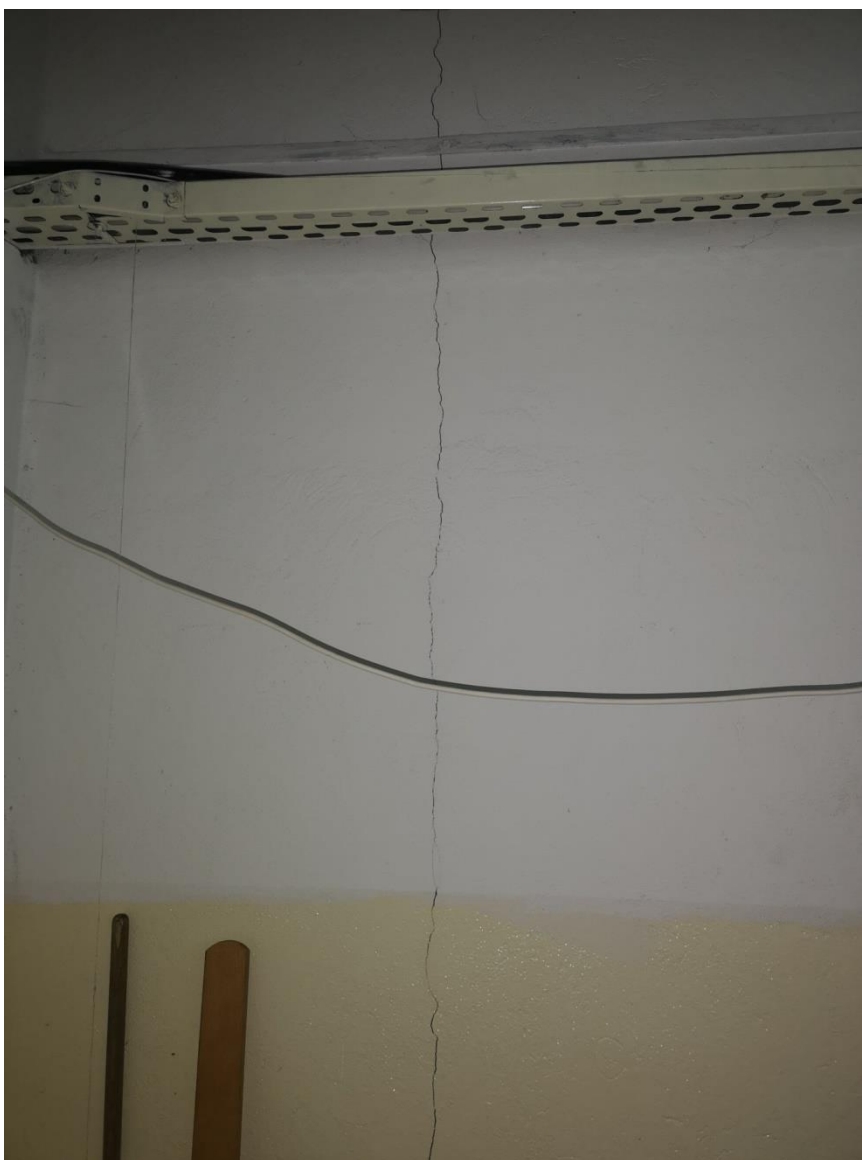


Fot.2 Odpadanie tynku i wykwyty solne w dolnej partii ściany zachodniej w pomieszczeniu nr 06



Fot.3 Linia zawilgocenia w dolnej partii ścian pomieszczenia 06 przy narożniku południowo-zachodnim

Pomieszczenie 07: rysa na środku ściany wschodniej o szerokości 0,75mm.



Fot.4 Pomieszczenie 07; rysa na środku ściany wschodniej o szerokości 0,75mm

Pomieszczenie 08: brak widocznych uszkodzeń

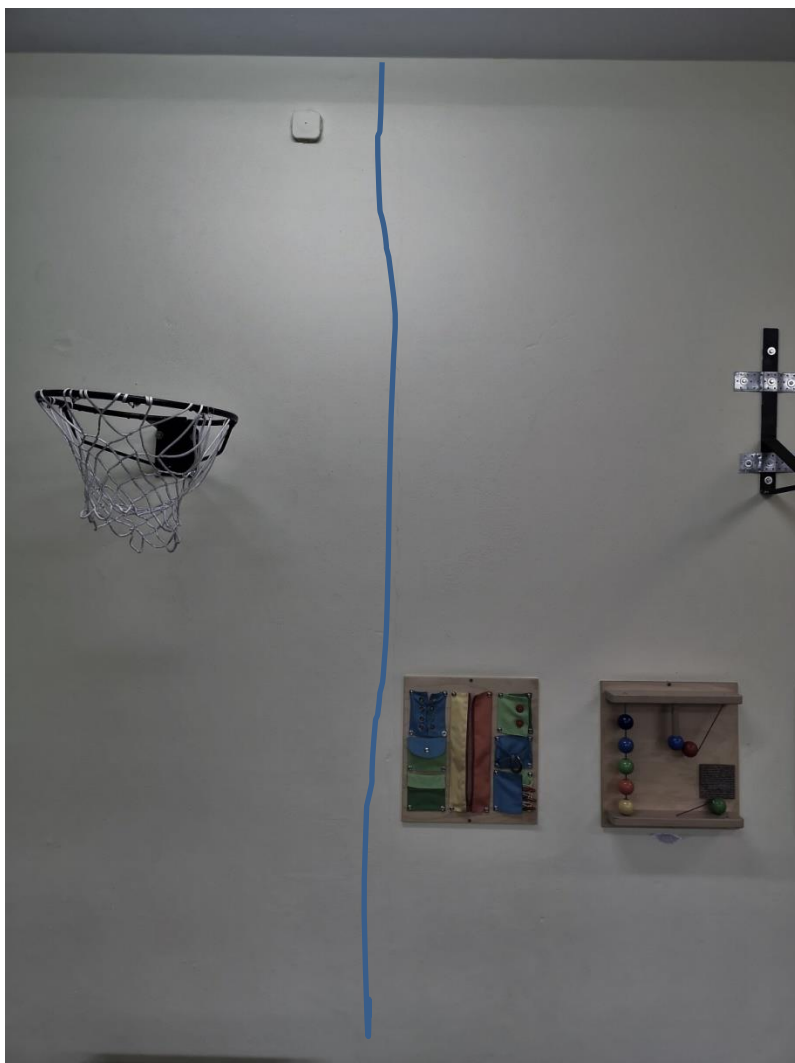
Pomieszczenie 010: rysy na suficie, równoległe do osi północ-południe w rozstawie 0,9-1,2m, otwarte w środku pomieszczenia, szerokości 0,30-0,55mm. Na ścianie zachodniej (zewnętrznej) rysa pozioma na całej długości ściany, 2,15m od podłogi (fot.5). Na ścianie północnej rysa 4,5m od ściany wschodniej, na całej wysokości pomieszczenia, z kontynuacją na suficie.



Fot.5 Pozioma rysa w ścianie zachodniej pomieszczenia 10



Fot.6 Pionowa rysa w ścianie północnej pomieszczenia 010



Fot.7 Pionowa rysa w ścianie północnej pomieszczeni 010



Fot. 8 Rysa w ścianie i suficie w pomieszczeniu 011



Fot.9 Rysa na styku ściany i sufitu w pomieszczeniu 012B

Pomieszczenie 012: rysa na suficie w narożu ścian: południowej i zachodniej.
Pomieszczenie 012A: rysa na suficie na środku pomieszczenia, szerokości 0,40mm. Rysa pionowa na ścianie wschodniej na całej wysokości pomieszczenia.

Pomieszczenie 012B: liczne pionowe zarysowania nad drzwiami do pomieszczenia 012D.

Pomieszczenie 012C: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 012D: rysy wokół kratki wentylacyjnej w suficie

Pomieszczenie 013: zarysowania pionowe na ścianie południowej w odległościach 3,6m, 5,6m, 8,1m i 12,0m od ściany zachodniej, szerokości 0,85-1,0mm.

Pomieszczenie 015/016: liczne zarysowania na podłodze pomiędzy miejscami montażu wentylatorów. Podciąg oddzielony od stropu po obu stronach (fot.4).

Pomieszczenie 017: rysa przy przepuszczeniu kanalizacji na ścianie północnej



Fot.10 Rysy w posadzce pomieszczeniu 018

Posadzka 018 węzeł

Pomieszczenie 018: popękana posadzka w okolicy studzienki kanalizacyjnej (fot.10). Uszkodzona ściana przy drzwiach wejściowych - rysa pionowa 0,90mm.

Pomieszczenie 019: rysa w poprzek drzwi wejściowych na posadzce. Na ścianie północnej dwie rysy pionowe: 0,5m i 5,2m od ściany zachodniej o szerokości 1,00mm. Na ścianie wschodniej, rysa pionowa na całej wysokości pomieszczenia, przy ścianie północnej o szerokości 0,35mm. Na ścianie południowej rysa pionowa 1,0m od ściany zachodniej o szerokości 1,30mm (przy przepuszczeniu rur fot. 11).



Fot.11 Pomieszczenie 019 rysy przy przepuszczeniu rur

Parter

Pomieszczenie 0: rysy na suficie, równoległe do osi północ-południe, biegnące przez całą rozpiętość stropu, otwarte w środku rozpiętości, szerokości do 0,25 mm. Przyczyna klawiszowanie stropu.

Pomieszczenie 1: rysy na suficie, równoległe do osi północ-południe, przez całą rozpiętość stropu, otwarte w środku, o szerokości do 0,10mm. Na ścianie zachodniej pionowa rysa w narożniku ściany północnej, przechodząca w kilka rysy ukośnych w pobliżu kratki wentylacyjnych.

Pomieszczenie 1A: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 2: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 2A: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 2B: rysy na suficie, równoległe do osi północ-południe, przez całą rozpiętość stropu, otwarte w środku, o szerokości do 0,10mm. Na ścianie wschodniej rysy pionowe i ukośne 1,8m od narożnika ściany północnej. Na ścianie zachodniej, w narożniku ściany północnej, od podłogi rysa pionowa, przechodząca w rysę ukośną długości 3,35m.



Fot.12 Ukośna rysa w ścianie zachodniej pomieszczenia lekcyjnego 2B o szerokości rozwarcia od 0,35 mm

Pomieszczenie 2C: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 3: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 3A: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 3B: rysy na suficie, równoległe do osi północ-południe, przez całą rozpiętość stropu, w rozstawie co 0,6-1,5m, otwarte w środku, zanikające w jednej i dwóch trzecich rozpiętości, o szerokości do 0,25mm. Na ścianie wschodniej rysa ukośna, z uskokami, przez całą ścianę zaczynająca się przy podłodze w narożniku ściany wschodniej.



Fot.13 Ukośna rysa na ścianie wschodniej w pomieszczeniu 3B

Pomieszczenie 3C: w narożniku ścian wschodniej i południowej rysy poziome co 20-50cm na całej wysokości kondygnacji.

Pomieszczenie 4: brak widocznych uszkodzeń.

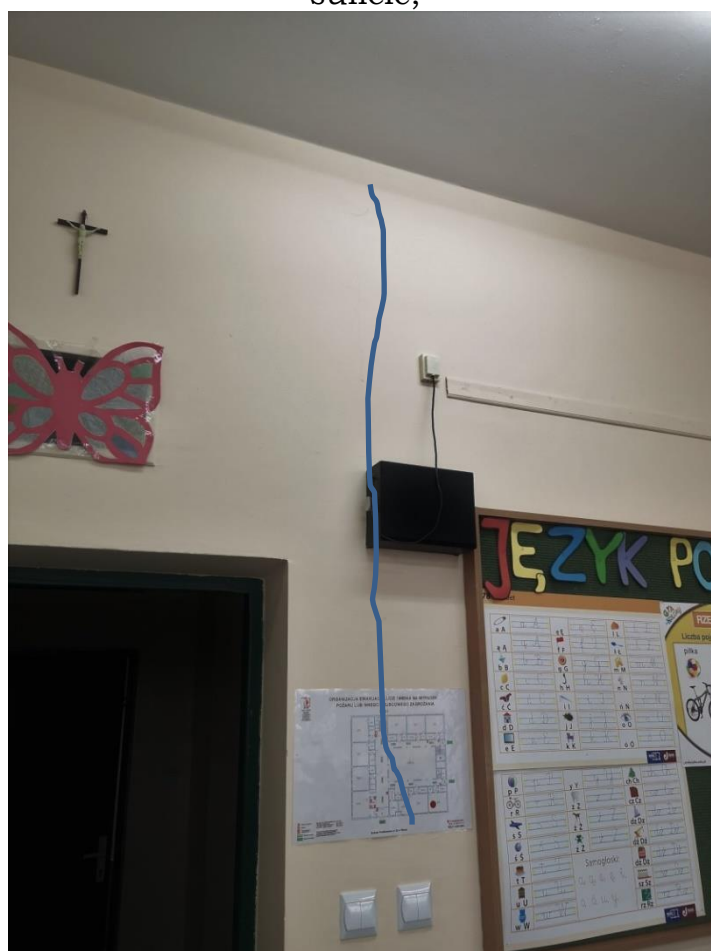
Pomieszczenie 4A: rysy na suficie, równoległe do osi północ-południe, przez całą rozpiętość stropu, w rozstawie co 0,9-1,2m, otwarte w środku stropu, o szerokości do 0,35 mm. Na ścianie zachodniej rysa pozioma przy suficie, długości 1,4m. Pionowe pęknięcia ściany północnej

Pomieszczenie 4B: brak widocznych uszkodzeń.





Fot.14 i 15 Na ścianie zachodniej pomieszczenia 04A rysa pozioma przy suficie,



Fot.16 Pionowe pęknięcie ściany północnej w Sali 04A

Pomieszczenie 4C: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 5: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 5A: brak widocznych uszkodzeń.

Pomieszczenie 5B: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 5C: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 6: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 6A: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 6B: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 6C: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 7: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 7A: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 7B: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 7C: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 8: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 9: rysa pionowa na ścianie północnej w narożu przy ścianie wschodniej. Zarysowania belki w narożu ścian wschodniej i północnej
Pomieszczenie 10: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 10A: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 10B: brak widocznych uszkodzeń
Pomieszczenie 10C: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 11: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 11A: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 11B: brak widocznych uszkodzeń
Pomieszczenie 11C: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 12: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 12A: rysa 0,36m od ściany północnej przez całą długość pomieszczenia, równoległa do osi wschód-zachód oraz druga na środku pomieszczenia.
Pomieszczenie 13: rysy 0,30-0,50mm przez całą rozpiętość pomieszczenia o szerokości 0,30-0,50mm.
Pomieszczenie 14: brak widocznych uszkodzeń.
Pomieszczenie 14A: rysa podłużna w północno wschodnim narożu, o szerokości 0,35mm.



Fot.17 Śmietnik wewnętrzny - pomieszczenie 017; korozja tynku spowodowana zasoleniem ściany na skutek składowania piasku z solą do posypywania chodników w zimie

Ściana działowa korytarza naprzeciwko łącznika na I piętrze



Fot. 18 Poziome pęknięcie filarka między drzwiowego w ścianie działowej na I piętrze



Fot. 19 Pozioma rysa o rozwartości 0,32 mm, która została zaobserwowana po raz pierwszy wiosną 2018 roku; plomba gipsowa dwukrotnie pękła

Na fot.18 i 19 przedstawiono poziome pęknięcie filarka między drzwiowego w ścianie poprzecznej korytarza na I piętrze. Zarysowanie zostało po raz pierwszy zauważone w trakcie przeglądu technicznego w maju 2018 roku. Szerokość rozwarcia rysy ulegała wyraźnemu zwiększeniu w ciągu ostatnich 18 miesięcy. Założone na rysy plomby gipsowe uległy uszkodzeniu

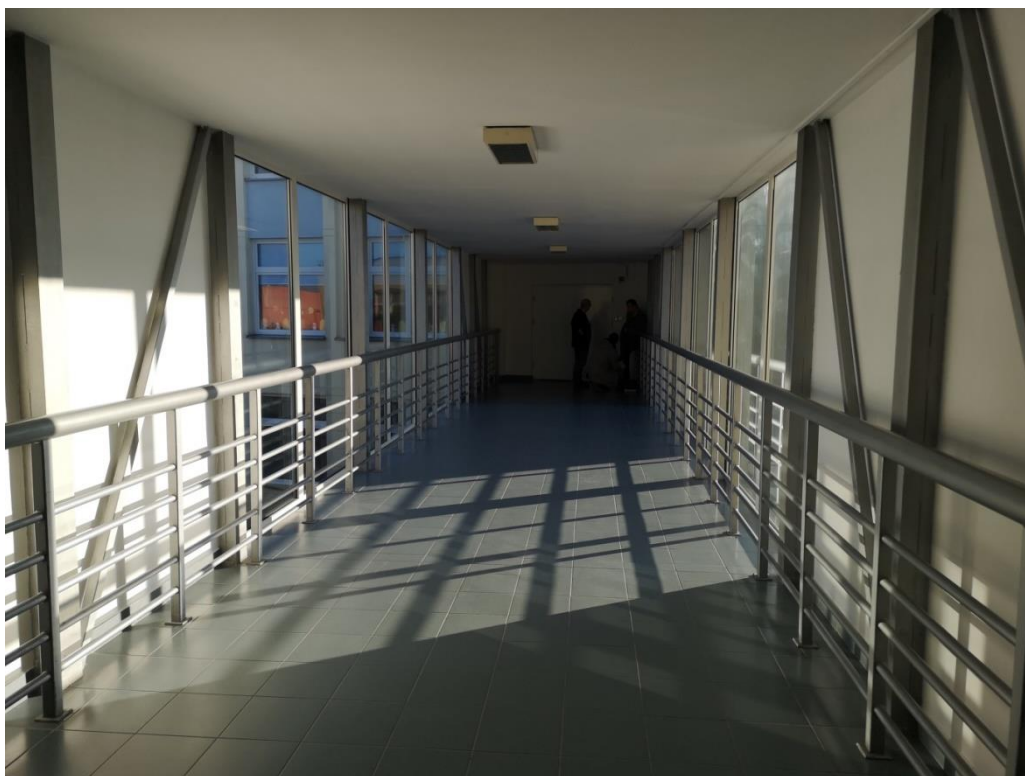
(pęknięciu) już po 5 miesiącach. Pomierzone ugięcie podłogi wzdłuż ściany na I piętrze wynosi 1 mm, zaś ugięcie dolnej powierzchni stropu 2 mm. Strop w korytarzu w odległości 4-5 m od ściany wykazuje ujemną strzałkę ugięcia wynoszącą 2 mm. W chwili obecnej deformacje ościeżnic drzwiowych nie są zauważalne.

I piętro- łącznik



Fot. 20 Różnica poziomów 3- 4,5 cm pomiędzy łącznikiem a stropem nad I piętrzem powiększająca się od 6-7 lat.

Pomiary poziomu górnej powierzchni podłogi łącznika szkoły wykazały trwałe obniżenie części zachodniej o 3,0-4,5 cm w porównaniu do części wschodniej łącznika oraz poziomu posadzki w małej szkole. Ścinanie i odspajanie tynku, które występuje na styku ścian łącznika i małej szkoły jest na bieżąco naprawiane i zabezpieczone przed nagłym odpadnięciem. Różnica poziomów posadzki na styku łącznika i małej szkoły jest zabezpieczona dla użytkowników przy pomocy listwy maskującej. Widok aktualnego stanu przedstawiono na fot. 20 i 21. Na fot.22 zaznaczono strzałką obszar silnego osiadania powierzchni z kostki polbrukowej ułożonej przy budynku.



Fot. 21 Widok łącznika od strony Małej Szkoły



Fot. 22 Widok łącznika i miejsca silnego osiadania gruntu od strony wschodniej Małej Szkoły (strzałka)

5. Badania geotechniczne podłoża gruntowego

5.1. Opis badań

W dniach 19-26.11.2019 wykonano badania rodzaju gruntów występujących w poziomie posadowienia fundamentów i stanu zagęszczenia zasypu fundamentów „Szkoły Małej” - główka fundamentowa jest na poziomie -4,00m. poziom posadowienia -4,60m Zasypka ta stanowi podłoże nośne fundamentów konstrukcji nośnej łącznika między małą i dużą szkołą. Stopy fundamentowe o wymiarach 2mx2m posadowione są na głębokości -1,80mppt.

Badania prowadzono metodą sondowań dynamicznych przy użyciu sondy stożkowej typu SD-10 (DPL).

Badania stanu zagęszczenia przeprowadzono łącznie w 5 punktach sondując do głębokości 6,00m poniżej aktualnej niwelety. Piaskowe podłoże spełnia wymagania projektowe gdy $I_D > 0,50$

5.2. Wnioski

Jak wynika z przeprowadzonych badań stan zagęszczenia piaskowego zasypu wykopów fundamentowych jest luźny ($I_D < 0,33$). W przeprowadzonych sondowaniach stwierdzono I_D w przedziale 0,20 do 0,30. jedynie w punktach 1 i 4 przedziale od 0,00 do 2,50m. Niżej stan zagęszczenia spełnia wymagania normowe $I_D > 0,50$. w poziomie posadowienia stopień zagęszczenia I_D jest w przedziale 0,60-0,70. Rodzaj gruntu oceniono makroskopowo przy pomocy wierceń świdrem okienkowym. Piasek średni naturalny rodzimy o charakterystyczne barwie jasno szarej i białej pochodzenia rzeczno lodowcowego występuje od poziomu ok. 3,5-4,0mppt.

Parametry geotechniczne (wartości charakterystyczne i obliczeniowe)

poziom posadowienia [m]	rodzaj gruntu	kąt tarcia wewnętrznegο φu	spójność cu	ciężar objętościowy γ _D	ciężar objętościowy γ _B	N _C	N _D	N _B
około 4,60m poniżej terenu D _{min} =4,60m	Ps I_D=0,70	34,30° 30,90°	0,0kPa 0,0kPa	18,0 kN/m ³ 16,2 kN/m³	18,0 kN/m ³ 16,2 kN/m³	0,0 0,0	30,60 20,40	15,16 8,72

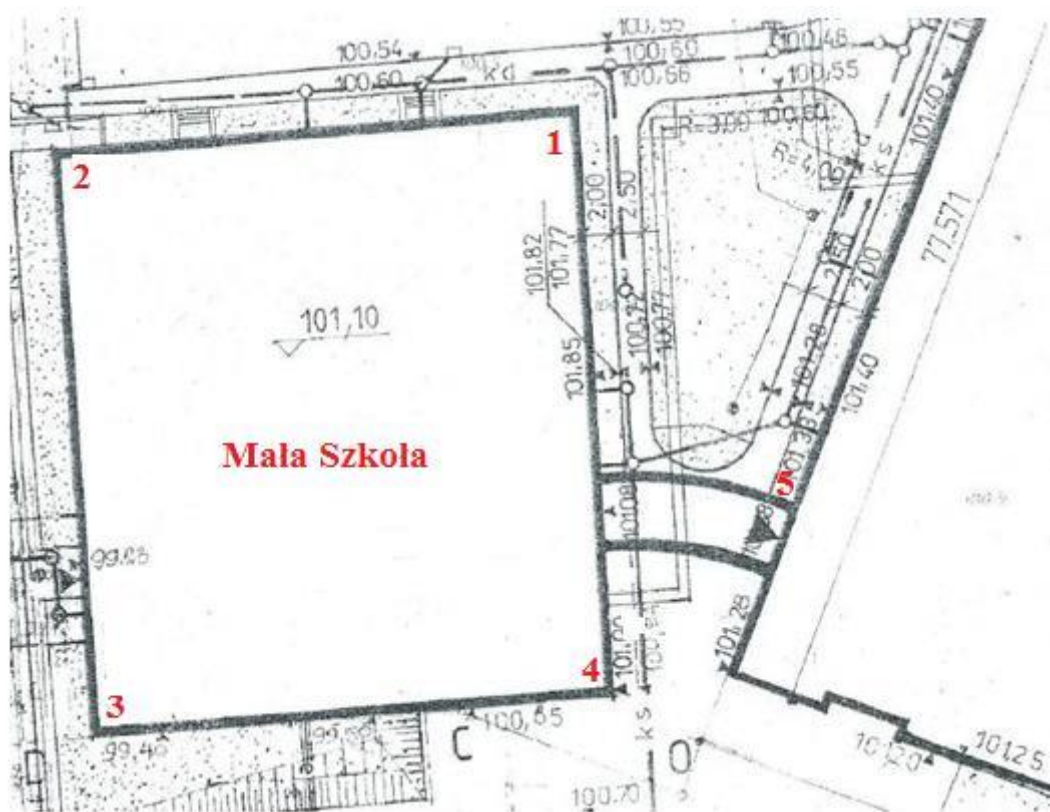
Dla P_s o I_D=0,70 moduły odkształcalności podłoża E_o=110 000kPa, Mo=130 000kPa,
wskaźnik skonsolidowania β=E_o/E=Mo/M = 0,90 współczynnik Poissona ν=0,25
δ=E_o/Mo = E/M= 0,83

5.3. Podstawy merytoryczne opracowania

Badania wykonywano zgodnie z obowiązującymi normami :

- 1)PN-86/B-02480 - "Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów"
- 2)PN-88/B-04481 - "Grunty budowlane. Badania próbek gruntu"
- 3)PN-74/B-04452 - "Grunty budowlane. Badania polowe"
- 4) BN-77/8931-12 „Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu”

- 5) PN-S-02205 - "Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania"
6) PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli
Obliczenia statyczne i projektowanie



Rys. 5.1 Mapa otworów geotechnicznych

6. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

6.1. Zebranie obciążeń

Tablica 1. Obciążenie stropu na 1 m² w salach lekcyjnych

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płytki pcv	0,07	1,30	--	0,09
2.	Szlichta betonowa 5,5cm	1,32	1,30	--	1,72
3.	Styropian 3cm	0,02	1,20	--	0,03
4.	Strop Teriva II	4,00	1,10	--	4,40
5.	Tynk cementowo-wapienny 1,5cm	0,29	1,30	--	0,38
6.	Obciążenie zmienne (sale lekcyjne szkolne, szatnie.) [2,0kN/m ²]	2,00	1,40	--	2,80
	Σ :	7,70	1,33	--	9,42

Tablica 2. Obciążenie stropu na 1 m² w korytarzach

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płytki pcv	0,07	1,30	--	0,09
2.	Szlichta betonowa 5,5cm	1,32	1,30	--	1,72
3.	Styropian 3cm	0,02	1,20	--	0,03
4.	Strop Teriva II	4,00	1,10	--	4,40
5.	Tynk cementowo-wapienny 1,5cm	0,29	1,30	--	0,38
6.	Obciążenie zmienne korytarz [3,0kN/m ²]	3,00	1,30	--	3,90
	Σ :	8,70	1,33	--	10,52

Obciążenie belki ciężarem własnym belki żelbetowej oraz ściany pomiędzy pomieszczeniami 2B i 3B na parterze

$$G = 1,1 \times 0,25 \times 0,59 \times 25 + 1,2 \times 0,28 \times 3,30 \times 18 = 24,01 \text{ kN/mb}$$

Obciążenie belki ciężarem własnym ściany w korytarzu na I piętrze

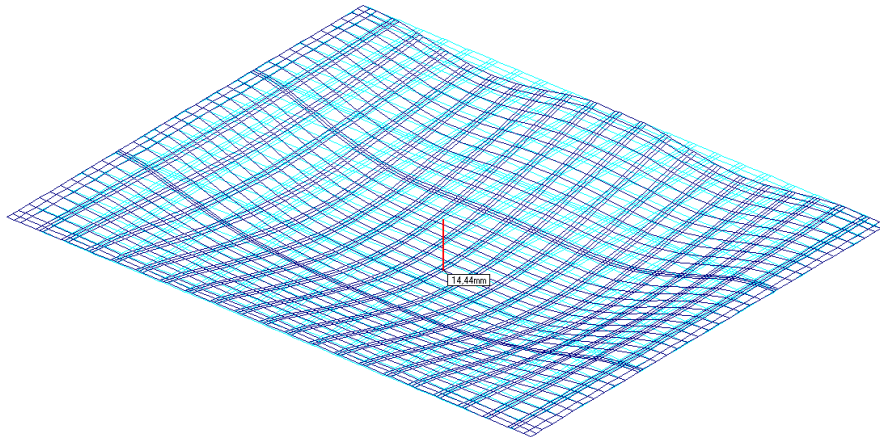
$$G = 1,2 \times 0,16 \times 3,30 \times 18 = 11,4 \text{ kN/mb}$$

6.2. Strop międzykondygnacyjny nad partrem

Obliczenia sił wewnętrznych i stanów granicznych wykonano licencjonowanym programem ABCPłyta. Wyniki obliczeń przedstawiono na kolejnych rysunkach.

Przemieszczenia Z - Skala 56x - Błąd 1.07%

Wariant: 1 (Styliniowe)



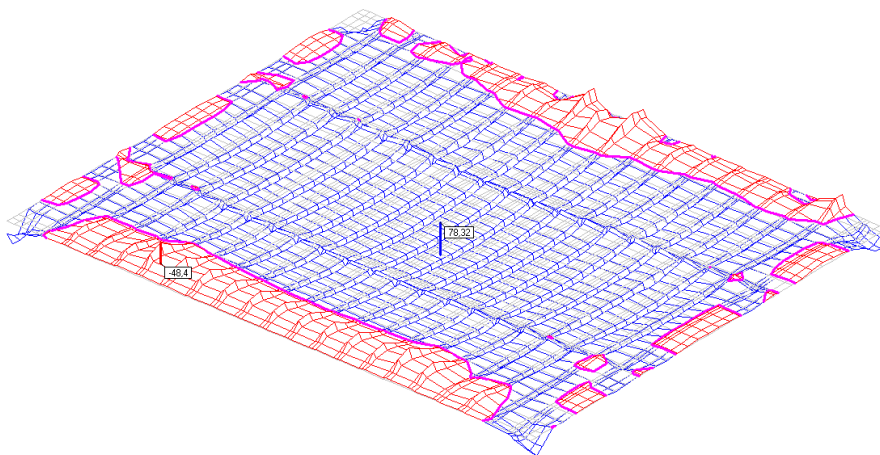
(2012-09-08) Zadanie: strop22u1

Rys. 1. Płyta (wgjęcia płyty zarysowanie)

Firma: dr inż. Krzysztof KAMIŃSKI (ABC Płyta)

Momenty m'y [kNm/m]

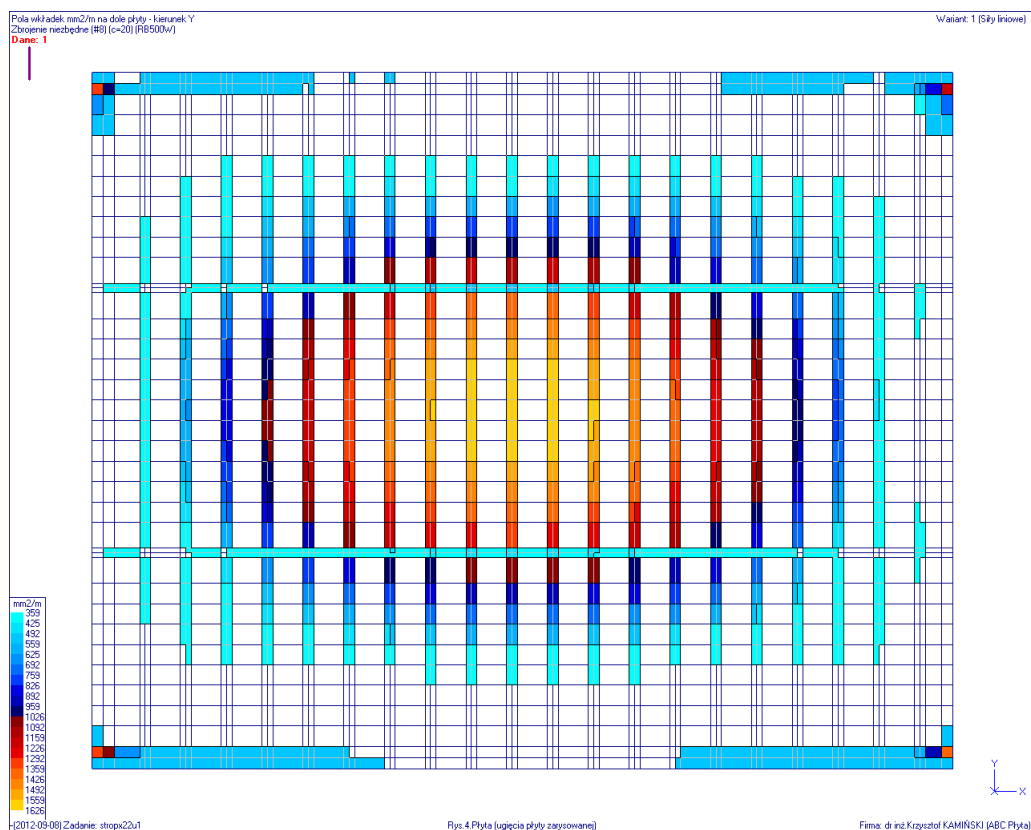
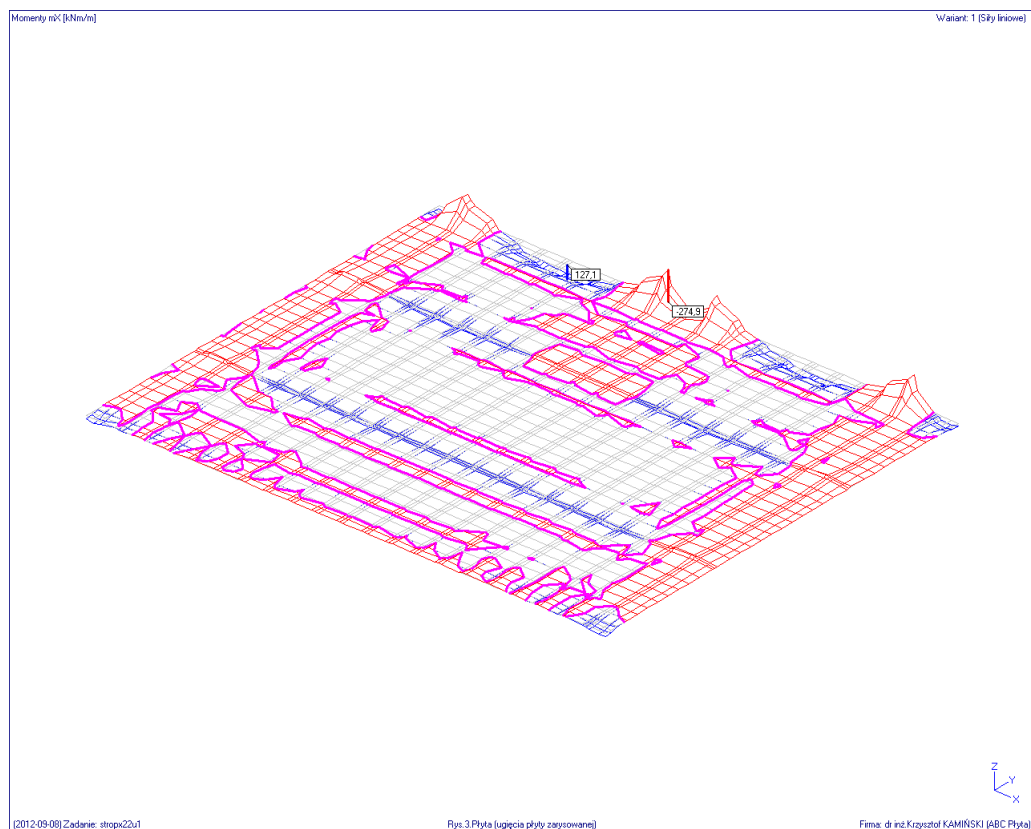
Wariant: 1 (Styliniowe)

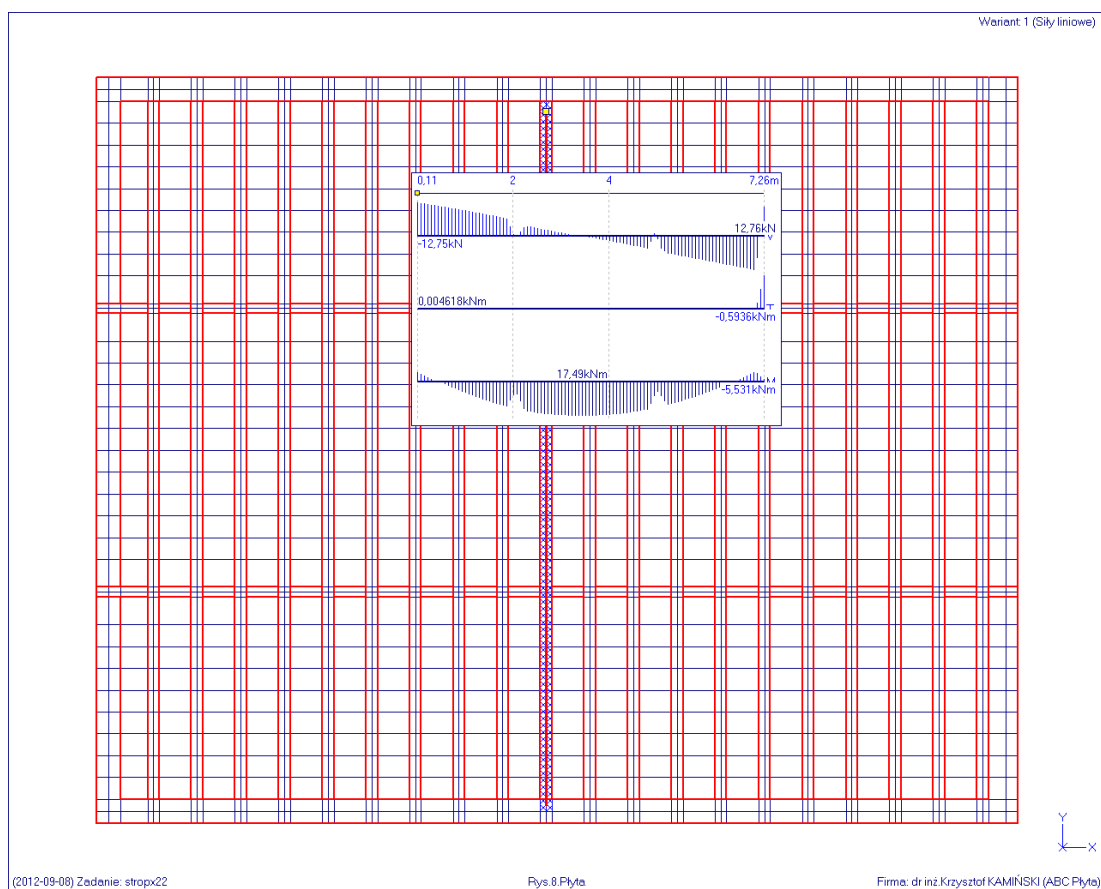


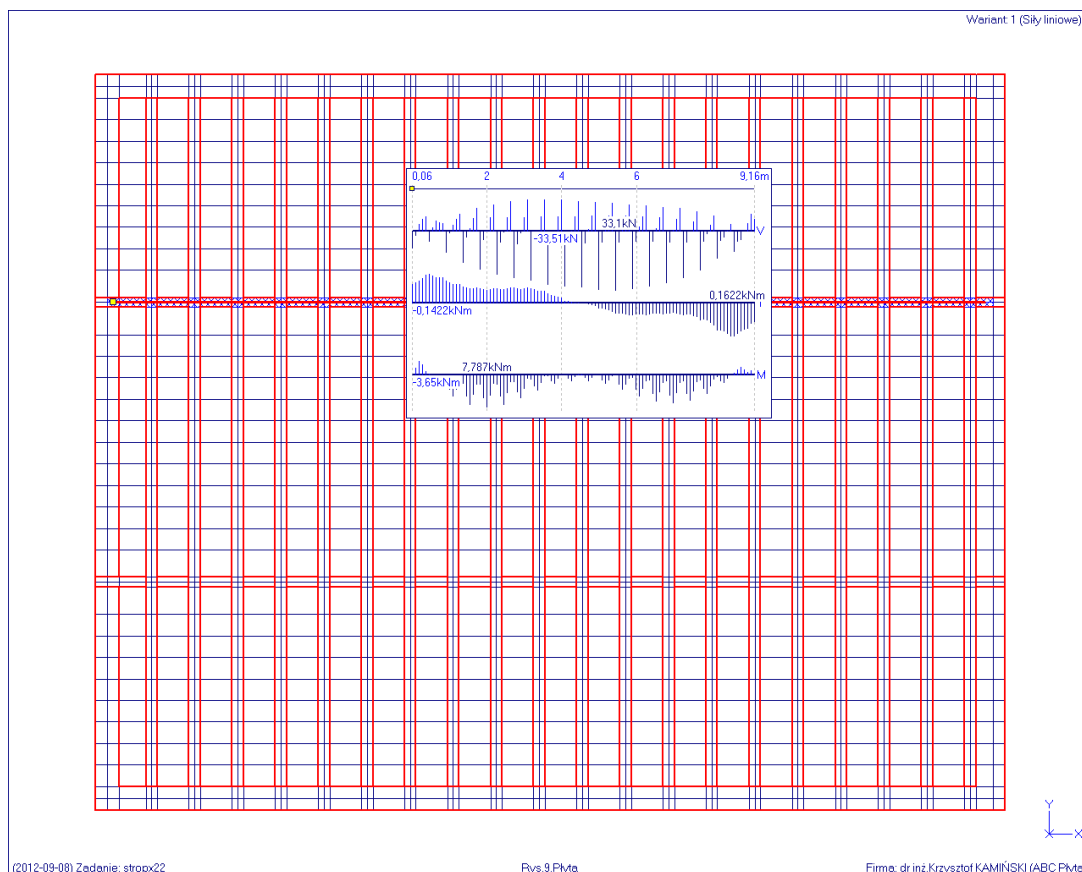
(2012-09-08) Zadanie: strop22u1

Rys. 2. Płyta (wgjęcia płyty zarysowanie)

Firma: dr inż. Krzysztof KAMIŃSKI (ABC Płyta)





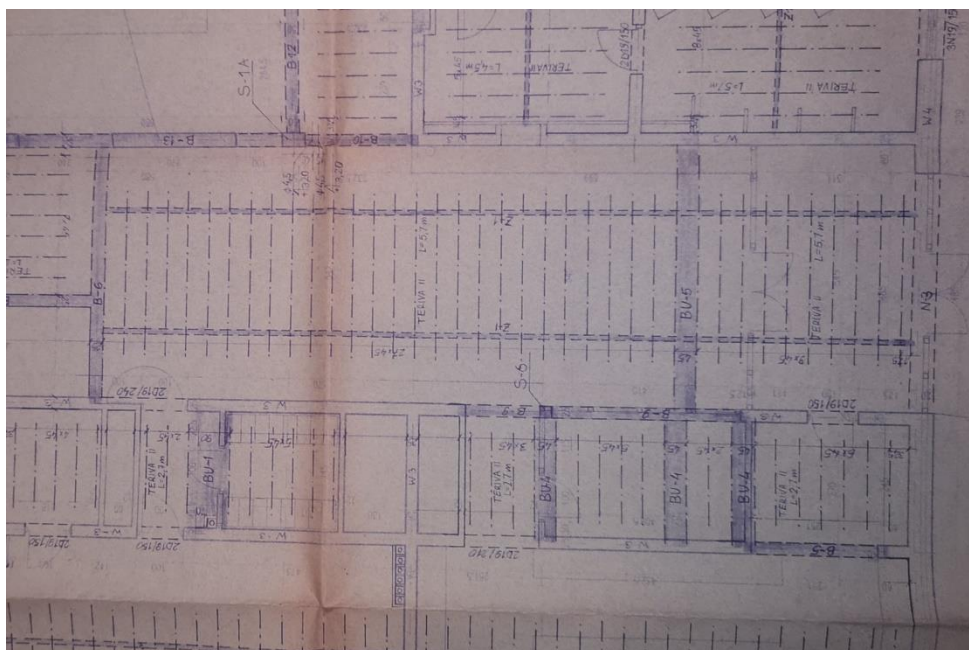


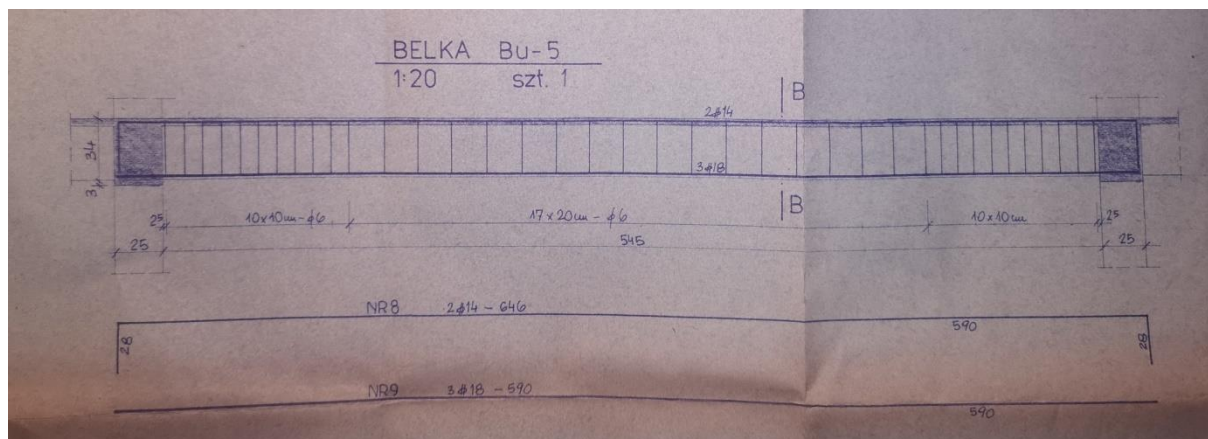
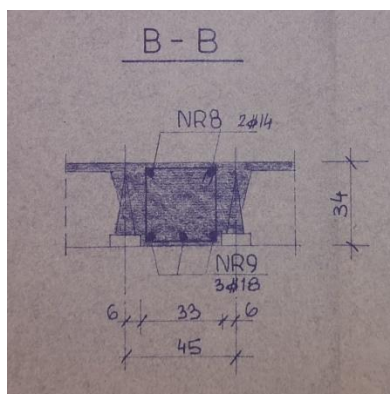
6.3. Nośność elementów stropowych

-belka stropu Teriva II nad parterem pod zarysowaną ścianą na korytarzu I piętra w pobliżu łącznika

Największy obliczeniowy moment w belce stropu Teriva II pod ścianą przy założeniu pracy jednej belki

$$M_{Ed} = 0,125 (10,52 * 0,3 + 11,4) (5,7 + 2 * 0,1)^2 = 63,4 \text{ kNm}$$





Rys. 6.1. i 6.2. 6.3 Projektowany układ i przekrój poprzeczny i podłużny belki Bu-5 w stropie pod ścianą poprzeczną korytarza na I piętrze

W rzeczywistości w obiekcie pod ścianą występuje jedna belka stropu o danych:

$$b_{\text{eff}} = 45 \text{ cm}$$

$$h = 34 \text{ cm}$$

$$d = 31,2 \text{ cm}$$

$$f_{\text{cd}} = 13.3 \text{ MPa beton B25}$$

$$f_{\text{yd}} = 350 \text{ MPa stal 34GS}$$

Na podstawie wykonanej odkrywki zbrojenie belki stropu Teriva II pod ścianą stanowią dwa pręty o średnicy 8 mm i jeden o średnicy 14 mm ze stali 34GS



Fot. 23 Odkrywka prętów zbrojeniowych w belce stropu nad parterem pod zarysowaną ścianą działową: 2 Ø8 mm + 1 Ø14 mm

$$A_{s1} = 2 \times 0,5 + 1,54 = 2,54 \text{ cm}^2$$

$$X_{\text{eff}} = 2,54 \times 35 / (45 \times 1,33) = 1,48 \text{ cm} < 3 \text{ cm}$$

$$M_{Rd} = 2,54 \times 35 \times (0,312 - 0,0148 / 2) = 26,4 \text{ kNm} \ll M_{Ed} = 63,4 \text{ kNm}$$

Nośność belki jest niewystarczająca przy pracy jednej belki pod ścianą.

-belka główna stropu Teriva II nad parterem pod zarysowaną ścianą na korytarzu I piętra w pobliżu łącznika

Największy obliczeniowy moment w belce stropu Teriva II pod ścianą przy założeniu współpracy trzech belek:

$$M_{Ed} = 0,125 [10,52 \times (0,3 + 2 \times 0,45) + 11,4] (5,7 + 2 \times 0,1)^2 = 104,53 \text{ kNm}$$

$$b_{\text{eff}} = 135 \text{ cm}$$

$$h = 34 \text{ cm}$$

$$d = 31,2 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa beton B25}$$

$$f_{yd} = 350 \text{ MPa stal 34GS}$$

Na podstawie wykonanej odkrywki zbrojenie trzech belek stropu Teriva II pod ścianą stanowi 6 prętów o średnicy 8 mm i trzy o średnicy 14 mm ze stali 34GS

$$A_{s1} = 6 \times 0,5 + 3 \times 1,54 = 7,62 \text{ cm}^2$$

$$X_{\text{eff}} = 3 \times 2,54 \times 35 / (3 \times 45 \times 1,33) = 1,48 \text{ cm} < 4 \text{ cm}$$

$$M_{\text{Rd}} = 7,62 \times 35 \times (0,312 - 0,0148/2) = 79,2 \text{ kNm} < M_{\text{Ed}} = 104,53 \text{ kNm}$$

Nośność belki jest niewystarczająca przy pracy trzech belek belki pod ścianą.

-belka rozdzielcza stropu Teriva II

$$b_{\text{eff}} = 24 + 24 + 10 = 58 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$d = 29 \text{ cm}$$

$$f_{\text{cd}} = 13.3 \text{ MPa beton B25}$$

$$f_{\text{yd}} = 350 \text{ MPa stal 34GS}$$

$$A_{\text{s1}} = 1,13 \text{ cm}^2$$

$$x = 0,51 \text{ cm}$$

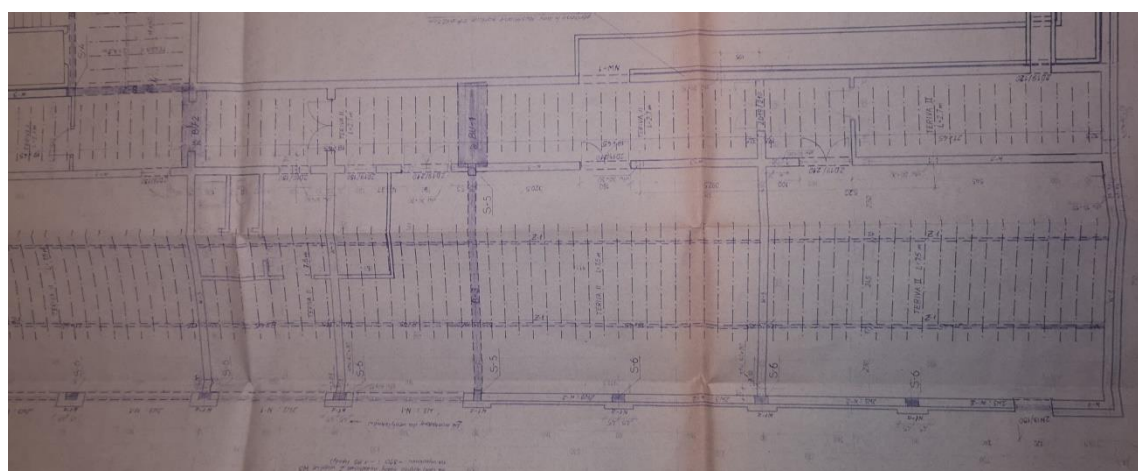
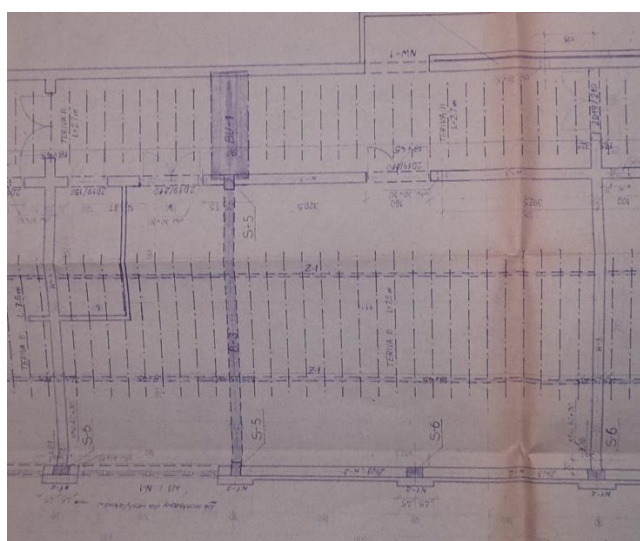
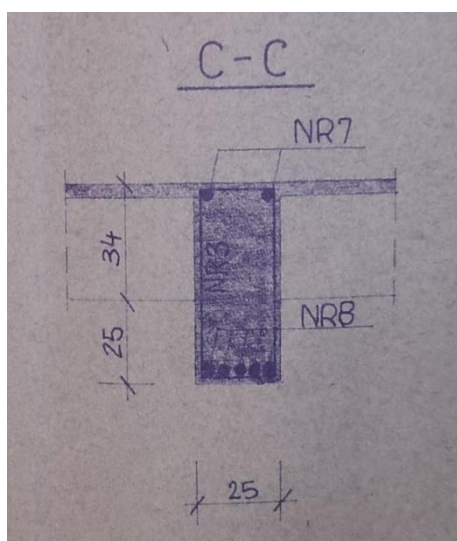
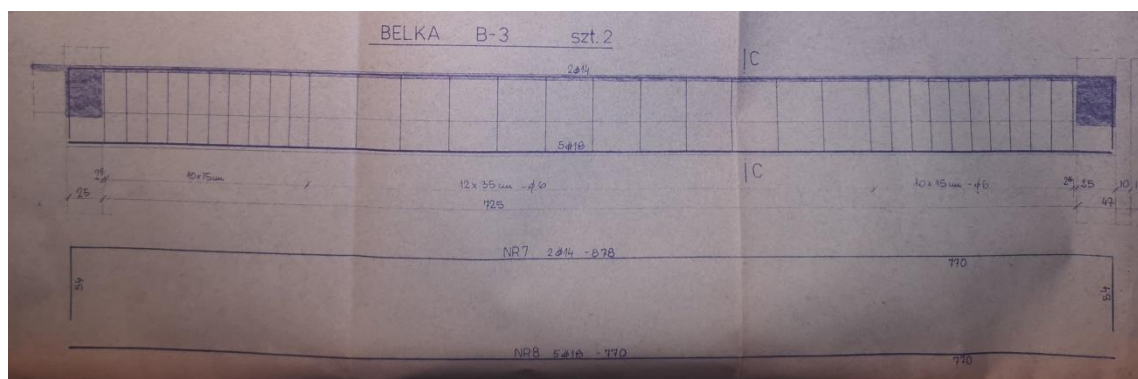
$$M_{\text{Rd}} = 1,13 \times 35 \times (0,29 - 0,0051/2) = 11,5 \text{ kNm} > M_{\text{Ed}} = 7,79 \text{ kNm}$$

Nośność belki rozdzielczej na zginanie jest wystarczająca.

$$V_{\text{Rd1}} = 0,35 \times (1,6 - 0,29) \times 0,1 \times (1,2 + 40 \times 0,0039) \times 10 \times 29 = 17,97 \text{ kN} > V_{\text{Ed}} = 33.5 \text{ kN}$$

Rozstaw strzemion jednoramiennych z pręta 4,5mm wynosi 60cm. Oznacza to że co drugie żebro stropu nie występuje żadne zbrojenia na ścinanie, a na odcinkach gdzie występuje strzemie stopień zbrojenia jest mniejszy od minimalnego. Na odcinkach gdzie brak zbrojenia poprzecznego siła poprzeczna dwukrotnie przekroczyła obliczeniową nośność co oznacza ścinanie żebra rozdzielczego. Jest to przyczyna powstania późnych zarysowań w ścianie działowej w korytarzu na I piętrze.

- belka nośna stropu nad piwnicą utrzymująca ścianę pomiędzy pomieszczeniami 2B i 3B na parterze



Rys. 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 Belka B-3 w stropie nad piwnicą podpierająca ścianę poprzeczną usztywniającą na parterze i I piętrze. Zbrojenie dolne belki 5 Ø18 mm

Przy założeniu warunków pracy belki z obciążeniem belkami rozdzielczymi (rys. 9 p. 6.2) tylko ze stropu nad piwnicą, gdyż w stropie nad parterem również występuje belek B-3, największy moment przęsłowy wyniesie

$$M_{Ed} = 0,125 \times 24,01 \times (7,25 + 2 \times 0,125)^2 + (9 + 12) \times 2,5 = 168,8 + 52,5 = 221,3 \text{ kNm}$$

$$b_{eff} = 45 \text{ cm}, b = 25 \text{ cm}$$

$$h = 59 \text{ cm}$$

$$d = 55 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa beton B25}$$

$$f_{yd} = 350 \text{ MPa stal 34GS}$$

$$A_{s1} = 12,72 \text{ cm}^2 \text{ (5 prętów 18mm)}$$

$$x_{eff} = 12,72 \times 35 / (25 \times 1,33) = 13,4 \text{ cm}$$

$$M_{Rd} = 12,72 \times 35 \times (0,55 - 0,134/2) = 215,0 \text{ kNm} > M_{Ed} = 221,3 \text{ kNm}$$

Nośność belki na zginanie jest niewystarczająca.

Ścinanie

Zbrojenie belki na ścinanie wykonano ze strzemion dwuramiennych Ø6 mm w rozstawie co 15 cm na odcinku 152 cm od lica i dalej co 35 cm.

Siła poprzeczna przy licu podpory wynosi:

$$V_{Ed} = 0,5 \times 24,01 \times 7,25 + (9 + 12) = 108 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = 0,35 (1,6 - 0,55) 0,1 (1,2 + 40 \times 0,0092) 25 \times 55 = 79,23 \text{ kN} > V_{Ed} = 108 \text{ kN}$$

Nośność zbrojenia na pierwszym pododcinku drugiego rodzaju wynosi:

$$V_{Rd3} = 0,56 \times 21 \times 0,9 \times 55 \times 1 / 15 = 77,6 \text{ kN} < 108 \text{ kN}$$

Nośność na ścinanie belki jest niewystarczająca.

6. ANALIZA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI BUDYNKU Z OKREŚLENIEM PRZYCZYN USZKODZEŃ

Pęknięcia ścian w części budynku będącej przedmiotem opracowania – tj. piwnicy i na parterze, zostały opisane w pkt 4 niniejszego opracowania. Większość zarysowań ścian w piwnicy jest zlokalizowana na ścianach podłużnych korytarza zachodniego nr 01 oraz korytarza równoległego do ściany południowej, obejmującego pomieszczenia 011, 013, 017 i 019. Rysy mają podobny przebieg, na ogół pionowy i występują w miejscach usytuowania roboczych przerw technologicznych wykonywanych w trakcie wylewania ścian konstrukcyjnych piwnic. Przy szerokości rozwarcia pionowej rysy w ścianie przekraczającej 0,2 mm rysy zwykle przechodzą w strop nad piwnicą. Analiza morfologii przebiegu rys w piwnicach połączona z wykonanymi badaniami stanu podłoża gruntowego wokół budynku eliminuje nadmierne, lub nierównomierne osiadanie ław fundamentowych, jako przyczynę powstania zarysowań – zarówno ścian piwnic jak i parteru. Żadna z rys występujących w elementach konstrukcyjnych w piwnicy obiektu nie zagraża jego bezpiecznej eksploatacji.

Większość pomieszczeń na parterze została odnowiona przez malowanie ścian i sufitów 2 – 3 lata temu. Rysy na sufitach związane z dwukierunkową pracą stropów Teriva są widoczne jedynie w kilku pomieszczeniach, które nie zostały odnowione. Rysy o rozwartości większej niż 0,3 mm występują równolegle do dolnej półki belek stropowych i są one związane z przeciążeniem żeber rozdzielczych spowodowanych ugięciem nadproży okiennych. Nie stwierdzono występowania rys o rozwartości większej niż 0,2 mm w dolnej półce belek stropu Teriva. Większość rys występujących w ścianach budynku Szkoły na parterze ma charakter ustabilizowany, nie zagraża bezpiecznej eksploatacji i nie wymaga specjalnych napraw. Wyjątkiem jest ściana poprzeczna pomiędzy pomieszczeniami 2B i 3B na parterze. Ściana ta wyjątkowo nie została podparta sztywną ścianą konstrukcyjną w piwnicy. Zgodnie z przeprowadzonymi oględzinami i analizą dokumentacji projektowej ściana ta została posadowiona na żelbetowym

podciagu o wymiarach przekroju poprzecznego 25 x 59 cm. Zbrojenie dolne przęsla podciagu stanowi 5 prętów o średnicy 18 mm, zaś zbrojenie poprzeczne na odcinkach przypodporowych o długości 152 cm strzemiona dwuramiennie z prętów o średnicy 6 mm w rozstawie 15 cm. Na podstawie przeprowadzonej analizy statyczno – wytrzymałościowej stwierdzono, że moment w belce podpierającej ścianę poprzeczną obliczony z uwzględnieniem obciążenia żeber rozdzielczych przypadającego na ścianę poprzeczną, przekracza obliczeniową nośność na zginanie. Również stan graniczny nośności na ścinanie w przekrojach poprzecznych jest niespełniony. Oględziny bocznych powierzchni i spodu belki od strony południowej są bardzo utrudnione ze względu na lokalizację w tym rejonie kolektorów wentylacyjnych. Początkowe przypuszczenia, że przyczyną ukośnego zarysowania ściany na parterze jest osiadanie środkowej części zewnętrznej ściany południowej nośnej, nie potwierdziły się. Stan podłoża gruntowego jest ustabilizowany, zagęszczenie prawidłowe. Nie stwierdzono występowania rys ukośnych w pomieszczeniu 015/016 w piwnicy, które świadczyłyby o nierównomiernym osiadaniu ściany południowej. Ze względu na przekroczenie stanów granicznych nośności belka podpierająca ścianę pomiędzy pomieszczeniami 2B i 3B na parterze powinna być tymczasowo podstemplowana.

W pozostałej części pomieszczeń na parterze nie występują zarysowania zagrażające bezpiecznej eksploatacji.

Przedmiotem opracowania została objęta jedna ze ścian na I-szym piętrze, która uległa zarysowaniu wiosną 2018 roku. Ściana ta znajduje się w części korytarzowej na przeciwko łącznika pomiędzy Małą i Dużą Szkołą. Zgodnie z dokumentacją projektową ściana ta powinna być posadowiona na belce stropowej oznaczonej w symbole Bu-5. Belka powinna być wylana pomiędzy systemowymi belkami Teriva i zazbrojona w przęśle 3 prętami o średnicy 18 mm. Na podstawie wykonanej odkrywki stwierdzono, że obiekt został w tej części zrealizowany niezgodnie z projektem: belka Bu-5 nie została wykonana. Ściana poprzeczna I-go piętra została oparta na jednej belce stropu Teriva zbrojonej 2 prętami o średnicy 8 mm i jednym o średnicy 18 mm. Z przeprowadzonej analizy statyczno – wytrzymałościowej wynika, że

nośność na zginanie belki podtrzymującej ścianę jest znacznie przekroczona. Przeprowadzona dodatkowa analiza przy założeniu włączenia do pracy dwóch sąsiednich belek stropowych z uwagi na sztywność żeber rozdzielczych nie dała pozytywnego wyniku, nawet przy założeniu, że ciężar ściany mógłby być przeniesiony przez większą liczbę belek stropowych ich nośność na zginanie jest nadal przekroczona. Biorąc pod uwagę fakt, że zarysowana ściana I-go piętra w części korytarzowej Małej Szkoły będzie objęta zakresem opracowywanej aktualnie dokumentacji projektowej przebudowy łącznika można w chwili obecnej odstąpić od wykonywania prac zabezpieczających strop pomimo przekroczenia stanu granicznego nośności. Biorąc pod uwagę dynamikę przyrostu szerokości rozwarcia poziomej rysy w ścianie, do czasu rozpoczęcia robót remontowych ścianę należy poddać obserwacji i w wypadku poszerzenia się rysy powyżej 1 mm należy podjąć decyzję o tymczasowej rozbiórce ściany lub podparciu stropu nad paterem. W nowoopracowanej dokumentacji projektowej należy uwzględnić wykonanie wzmocnienia stropu w miejscu przeciążonym, zarówno w wypadku pozostawienia istniejącej ściany, jak i wykonania nowej.

Na podstawie analizy udostępnionej dokumentacji projektowej stwierdzono, że podłoże gruntowe po zewnętrznej stronie ściany wschodniej budynku Małej Szkoły, w tym w miejscu lokalizacji 4 zachodnich stóp fundamentowych podpierających stalowe słupy konstrukcji łącznika stanowi grunt nasypowy (piasek średni) do głębokości ok. 4 m p.p.t w paśmie o szerokości 4-6 m od lica ściany wschodniej Małej Szkoły. Z uwagi na fakt, że fundamenty Małej Szkoły realizowano w 1995 roku, a budynek Dużej Szkoły i łącznik około 5 lat później, na etapie realizacji nie wykonano wymogu dokumentacji projektowej dotyczącego wypełnienia wykopu przy ścianie wschodniej w rejonie posadowienia stóp fundamentowych łącznika betonem podkładowym klasy minimum B7,5. Zachodnie stopy fundamentowe łącznika posadowiono na głębokości 1,8 m p.p.t., co oznacza, że pod nimi znajduje się około 2 m niezagęszczonego gruntu nasypowego. Cztery stopy fundamentowe łącznika od strony wschodniej zostały posadowione na gruncie o prawidłowej nośności. Po około 15 latach eksploatacji podłoga łącznika w części zachodniej zaczęła wykazywać wyraźne obniżenie w

stosunku do poziomu podłogi w budynku Małej Szkoły. Nadmierne osiadanie całej konstrukcji łącznika od strony zachodniej spowodowało również pękanie i odpadanie tynku na styku ścian łącznika z konstrukcjami budynków Szkoły Małej i Dużej. W chwili obecnej obniżenie podłogi w zachodniej części łącznika wynosi 3,5 – 4 cm. W związku z planowaną w najbliższym czasie przebudową łącznika Szkoły, podejmowanie działań naprawczych nie jest konieczne.

Złe zagęszczenie gruntu w pobliżu narożnika południowo – wschodniego budynku Małej Szkoły powoduje zapadanie się nawierzchni utwardzonej kostką z polbruku. Gromadzenie się wody w zadoleniach będzie prowadziło do dalszego obniżania się powierzchni gruntu przy budynku. Zalecane jest uwzględnienie w opracowywanym projekcie przeprowadzenie wymiany gruntu nasypowego i ponowne wykonanie utwardzenia powierzchni.

Po przeszło 20 latach eksploatacji stwierdzono występowanie bardzo licznych zarysowań występujących na dolnej powierzchni stropu na wszystkich kondygnacjach. W stropie nad piwnicą i parterem rysy mają na ogół przebieg równoległy do osi głównych żeberek stropowych.

Jak wykazała przeprowadzona w p.6 analiza obliczeniowa, główną przyczyną zarysowania stropów jest niefortunnie przyjęty przez projektanta rodzaj konstrukcji stropu gęstożebrowego typu Teriva II. Strop ten z założenia jest przystosowany do przenoszenia równomiernego, jednokierunkowego zginania. W przedmiotowym obiekcie stropy pracują jako dwukierunkowo zginane, a rolę elementów belkowych „pracujących” prostopadle do żeberek przejęły żebra rozdzielcze o szerokości 10cm i wysokości użytecznej około 29cm.

Na podstawie wykonanych odkrywek zbrojenia stwierdzono, że nośność głównych żeberek stropowych jest wystarczająca z dużym zapasem pod obciążeniem ciągłym użytkowym. Nośność żeberek rozdzielczych na zginanie jest również wystarczająca, natomiast ich nośność na ścinanie jest przekroczona dwukrotnie przy pełnym obciążeniu użytkowym stropu.

Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że stan graniczny ugięć analizowanych stropów jest spełniony, ze względu na fakt, że żebrom stropu i belkom nadano ujemną strzałkę w trakcie betonowania.

7.WNIOSKI I ZALECENIA

7.1. Zarysowania występujące w ścianach nośnych i stropach piwnic budynku Małej Szkoły są spowodowane skurczem betonu, jako zjawiskiem reologicznym, związanym z realizacją ścian konstrukcyjnych w technologii betonu monolitycznego. Zarysowania występują głównie w miejscach wykonywania przerw roboczych i nie wpływają one na bezpieczną eksploatację budynku. Większość rys występująca w pomieszczeniach piwnicy budynku jest spowodowana rodzajem technologii zastosowanej do wzniesienia konstrukcji obiektu- beton zbrojony monolityczny. Ściany wykonywane z betonu monolitycznego podlegają zjawiskom reologicznym: skurczowi i pęcznieniu. Powodują one powstanie naprężeń rozciągających, które po pewnym czasie powodują powstanie pionowych pęknięć w przerwach technologicznych realizacji ścian. Rysy w ścianach zwykle przenoszą się na prefabrykowane stropy, co stwierdzono również w badanym obiekcie. Zarysowania ścian i stropów w piwnicy i większości na parterze nie stwarzają zagrożenia bezpiecznej eksploatacji budynku.

7.2. Zastosowane przez projektanta rozwiązanie konstrukcji nośnej jest nieprawidłowe w przedmiotowym obiekcie, chociaż zgodne z aprobatą techniczną stropu Teriva II obowiązująca w okresie wykonywania projektu w roku 1995. Stropy Teriva o rozpiętości powyżej 7m w rzeczywistości pracują jako płyta dwukierunkowo zbrojona z belkami rozdzielczymi pracującymi jako prostopadłe do głównych żeber elementy nośne. Żelbetowe nadproża okienne o rozpiętości w świetle 3,6m znacznie zmieniają warunki podparcia brzegowego wpływając na niekorzystną redystrybucję sił wewnętrznych w stropach i dociążenie ścian poprzecznych. Główną przyczyną bardzo licznych zarysowań występujących na spodzie stropów jest znaczne przekroczenie nośności na ścinanie w żebrach rozdzielczych powodujące tzw. klawiszowanie stropu.

7.3. Z uwagi na nieuwzględnienie przez projektanta dwukierunkowej pracy belek stropu Teriva II doszło do przeciążenia belki podpierającej ścianę poprzeczną pomiędzy pomieszczeniami 2B i 3B na parterze. Ściana ta uległa ukośnemu pęknięciu o rozwartości przekraczającej 0,3 mm. Przeprowadzona analiza wykazała, że stan graniczny nośności belki podpierającej ww. ścianę został przekroczony, zarówno na zginanie, jak i na ścinanie. Konieczne jest wykonanie tymczasowego podstemplowania belki w piwnicy do czasu wykonania jej wzmocnienia na podstawie odrębnie opracowanej dokumentacji.

7.4. Przyczyną zarysowania ściany działowej na I piętrze w pobliżu łącznika jest wykonanie konstrukcji stropu nad parterem niezgodnie z projektem. Pod ścianą powinna być wykonana belka żelbetowa Bu-5. Belki takiej nie stwierdzono w odkrywcze wykonanej stropie. W uwagi na fakt oparcia ściany na pojedynczej belce stropu Teriva II nośność belki stropowej jest znacznie przekroczona. Pojawienie się zarysowań ściany dopiero po ponad 20 latach eksploatacji należy tłumaczyć wykonaniem stropu z ujemną strzałką ugięcia, co powodowało łukowy charakter jej pracy. Aktualnie belka wyprostowała się i jej ugięcie wynosi około 1-2 mm. Zmiana charakteru pracy przeciążonej belki powoduje szybkie przyrosty zarysowania poziomego powstałego ścianie. Konieczne jest opracowanie dokumentacji technicznej naprawy przeciążonego fragmentu stropu nad parterem. Ściana i wzmocnienie stropu powinny być objęte zakresem opracowania nowoprojektowanego łącznika Szkoły. Do czasu rozpoczęcia robót remontowych można pozostawić strop parteru pod zarysowaną ścianą bez tymczasowego podparcia pod warunkiem, że szerokość rysy w ścianie nie przekroczy 1 mm. W takiej sytuacji należy wykonać tymczasowe podparcie bądź rozebrać ścianę jeszcze przed rozpoczęciem remontu łącznika.

7.4. Zachodnia część łącznika Szkoły posadowiona na 4 stopach fundamentowych uległa nadmiernemu osiadaniu w związku z poważnym błędem popełnionym na etapie realizacji. Cztery stropy fundamentowe usytuowane przy ścianie wschodniej Małej Szkoły zostały posadowione na

około 2 m warstwie gruntu nasypowego. W związku z zamiarem przebudowy istniejącego łącznika obiekt może być użytkowany bez podejmowania specjalnych działań.

7.6. Jak wykazały wykonane badania geotechniczne nośność gruntu na poziomie posadowienia budynku Małej Szkoły jest wystarczająca do przeniesienia istniejących obciążeń.

7.7. Niniejsza ekspertyza jest ważna do 30 listopada 2021 roku.

Płock, listopad 2019 r.