


Przebudowa kawiarni na parterze w budynku Krajowej Szkoły Sądownictwa i Prokuratury ul. Przy Rondzie 5, 31-547 Kraków,
na bibliotekę i czytelnie.

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

		<p>EL-TER Jacek Balana</p> <p>Pracownia projektowo-wdrożeniowa systemów bezpieczeństwa, automatyki i instalacji elektroenergetycznych.</p> <p>Siedziba: 32-095 Narama 214</p> <p>Biuro: Kraków, ul. Lublańska 34/327, 328</p>
---	--	---

PROJEKT WYKONAWCZY

INWESTOR:	Krajowa Szkoła Sądownictwa i Prokuratury Przy Rondzie 2, 31-547 Kraków
TEMAT:	Przebudowa kawiarni na parterze w budynku Krajowej Szkoły Sądownictwa i Prokuratury ul. Przy Rondzie 5, 31-547 Kraków, na bibliotekę i czytelnie.
FAZA:	PROJEKT WYKONAWCZY
KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO:	IX – BUDYNEK SZKOLNY
ADRES	Przy Rondzie 5, 31-547 Kraków
BRANŻA:	KONSTRUKCJA
KONSTRUKCJA	Projektant: Magdalena Adamczyk MAP/0287/PWOK/09
DATA OPRACOWANIA	CZERWIEC 2017

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	3
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
3.	PRZEZNACZENIE POMIESZCZENIA OBJĘTEGO EKSPERTYZĄ.....	3
4.	STAN ISTNIEJĄCE POMIESZCZENIA KAWIARNI	3
5.	ZAKRES PROJEKTOWANYCH ZMIAN	4
6.	KONSTRUKCJA OBIEKTU	5
7.	ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ	7
8.	OBLICZENIA KONSTRUKCYJNE.....	8

ANALIZA PŁYTY ŻELBETOWEJ NAD KONDYGNACJĄ -1 W OSIACH H14 – H16 / HK-HM W REJONIE POMIESZCZENIA PROJEKTOWANEJ BIBLIOTEKI ZNAJDUJĄCEJ SIĘ W BUDYNKU „H” KRAKOWSKIEJ SZKOŁY SĄDOWNICTWA I PROKURATURY.

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest analiza płyty nad kondygnacją-1 w rejonie osi H14- H16 / Hk – HM. Analiza ma na celu wykazanie iż płyta przy zwiększonym obciążeniu stałym spowodowanym zmianą sposobu użytkowania, przy założeniach z zawartych w projekcie wykonawczym. Na dzień opracowanie nie wskazano, żadnych dokumentów świadczących o zaistniałych zmianach dotyczących założeń dotyczących zbrojenia , stali i wytrzymałości betonu.

2. Podstawa opracowania

- Wizja w terenie
- Inwentaryzacja Architektoniczna.
- Obowiązujące Polskie Normy, przepisy techniczno- budowlane
- Projekt wykonawczy sporządzony przez pracownię projektową LGL sp. Z o.o. z Warszawy

3. Przeznaczenie pomieszczenia objętego ekspertyzą

Pomieszczenie, którego dotyczy ekspertyza jest kawiarnią z zapleczem skład którego wchodzi pomieszczenia: Bar z salą konsumpcyjną, przez którą przebiega komunikacja pomiędzy budynkiem szkoleniowym a garażem podziemnym i częścią hotelową . Zaplecze kawiarni składa się z pomieszczeń przygotowalni, zmywalni i magazynu, WC dla gości damskiego i męskiego oraz WC z szatnią dla personelu i obsługi. Całość przeznaczona była do wydawania napojów ciepłych i zimnych oraz drobnych przekąsek stąd nierozbudowane zaplecze kuchenne.

4. Zakres projektowanych zmian

Zmiana funkcji obejmuje pomieszczenie kawiarni zawarte między osiami H13-H16 oraz HM – HM na parterze budynku Zaplecza Szkoleniowego Krakowskiej Szkoły Sądownictwa i Prokuratury.

Obecnie do pomieszczenia kawiarni można wejść bezpośrednio z korytarza i holu Budynku Szkoły jak również od strony komunikacji i Halu Budynku Zaplecza dodatkowo przez klatkę schodową prowadzącą z garażu podziemnego do pomieszczeń hotelowych. Pomieszczenie kawiarni jest również komunikacją między stołówką a garażem podziemnym oraz Budynkiem

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Szkoły a garażem podziemnym i pomieszczeniami hotelowymi. Ten ciąg stanowi również drogę ewakuacyjną ze strefy pożarowej oznaczonej STP-H-1 obejmującej recepcję i stołówkę strefy STP-S-1 czyli parter krakowskiej Szkoły Sądownictwa i Prokuratury poprzez strefę, po.poż obejmującą pomieszczeni kawiarni STP-H-1 do klatki schodowej K5.

Zmiany dotyczą funkcji pomieszczenia kawiarni na bibliotekę i czytelnie wydzielone z istniejącej sali konsumpcyjnej. Zostaną wyburzone ściany działowe między salą konsumpcyjną a pomieszczeniami zmywali, przygotowalni oraz przedsionka przed magazynem, całość powierzchni włączona zostanie do części czytelnia i planowanej recepcji. Zdemontowany zostanie bar z całą infrastrukturą i instalacjami, które zostaną wykute z istniejącej wylewki zarówno z przestrzeni baru jak i likwidowanych pomieszczeń. Instalacje nie będą usuwane z przestrzeni konstrukcji stropu nad kondygnacją -1 i 1.

Pomieszczenia WC dla gości oraz magazynu i WC dla personelu pozostają bez zmian.

Projektowane zmiany, w żaden sposób nie ingerują konstrukcją budynku. Do uzupełnienia pozostanie wylewka i sufit podwieszony w przestrzeni zaplecza kawiarni.

Projektowane zmiany w żaden sposób nie ingerują i nie zmieniają podziału na strefy p.poż budynków i pomieszczenia kawiarni. Nie ulegają zmianie zabezpieczenia p.poż ani żadne inne elementy konstrukcji i wyposażenia wnętrz, które posiadają wymaganą odporność ogniową i są wydzieleniem stref pożarowych lub zabezpieczeniem po.poż.

5. Konstrukcja obiektu

Konstrukcję nośną części naziemnej kompleksu wykonano jako szkieletową w układzie monolitycznych słupów o rozstawi osi ok. 5,4 m 8,8 m w zależności od miejsca. Słupy w rejonie fasady są cofnięte w celu umożliwienia monterzy konstrukcji fasady. Płyty stropowe żelbetowe, wylewane na mokro, krzyżowo zbrojone. Sztywność przestrzenną zapewniają są żelbetowe ściany pionów komunikacyjnych i szachów instalacyjnych jak również poprzeczne i podłużne ramy żelbetowe.

Według udostępnionych materiałów zastosowano beton konstrukcyjny B30- B 45 wodoszczelny w zakresie konstrukcji garażu podziemnego.

• Fundamenty

Budynek posadowiono na nie dylatowanej płycie fundamentowej z betonu B 37 zbrojonej stalą AIIIN grubości 60 cm. Podbudowa pod płytą beton gr. 10 cm.

• Stropy

Stropy w budynkach zaprojektowano jako żelbetowe, grubość stropu nad garażem między osiami H14.. a H16 wynosi $h = 28$ z lokalnymi głowicami słupów 120 cm x 120 cm i grubości 50 cm. Zbrojony krzyżowo Stalą A – IIIN i baton B 37.

• Belki i nadproża

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Elementy pionowe konstrukcji nośnej ukształtowane zostały w sposób aby nie stanowiły zasadniczych podziałów w powierzchni budynku.

- **Ściany belki i nadproża**

Ścinany, filary ścianę wylewane na mokro o gr od 15 – 40 cm z betonu B 37 stalą A-III N

Słupy żelbetowe prostokątne i okrągłe o wymiarach boku od 35 do 80 cm

Belki żelbetowe monolityczne o szerokości 30 cm i wysokości 50 – 75-201 cm

- **Stropodach**

Projektowane zmiany nie ingerują konstrukcję stropodachu.
POZA ZAKRESEM OPRACOWANIA.

6. Zestawienia obciążeń

ZESTAWIANIE OBCIĄŻEŃ – ISTNIEJĄCY STROP NAD KONDYGACJĄ-1

Obciążenie	charakterystyczne		obliczeniowe
Linoleum	0,05 kN/m ²	1,2	0,06 kN/m ²
Wylewka 6 cm 24kN/m ³ x 0,04	0,96 kN/m ²	1,3	1,25 kN/m ²
Wełna min 4 cm 2,0kN/m ³ x 0,04	0,06 kN/m ²	1,2	0,07 kN/m ²
Płyta żelbetowa 28 cm 25kN/m ³ x 0,28	7,0 kN/m ²	1,1	7,7 kN/m ²
Wełna mineralna 10 cm 2,0kN/m ³ x 0,1	0,2 kN/m ²	1,2	0,24 kN/m ²
Suma obciążeń	q_{k1} = 8,27 kN/m²		q_{o1} = 9,32 kN/m²
Obciążenie stałe kawiarnia	3,0 kN/m ²	1,3	3,9 kN/m ²
Suma obciążeń	q_k = 11,27 kN/m²		q_o = 13,22 kN/m²

ZESTAWIANIE OBCIĄŻEŃ - – ISTNIEJĄCY STROP NAD KONDYGACJĄ-1 , CZĘŚĆ CZYTELNI

Obciążenie	charakterystyczne		obliczeniowe
Linoleum	0,05 kN/m ²	1,2	0,06 kN/m ²
Wylewka 6 cm 24kN/m ³ x 0,04	0,96 kN/m ²	1,3	1,25 kN/m ²
Wełna min 4 cm 2,0kN/m ³ x 0,04	0,06 kN/m ²	1,2	0,07 kN/m ²
Płyta żelbetowa 28 cm 25kN/m ³ x 0,28	7,0 kN/m ²	1,1	7,7 kN/m ²

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Wełna mineralna 10 cm 2,0kN/m ³ x 0,1	0,2 kN/m ²	1,2	0,24 kN/m ²
Suma obciążeń	q_{k1} = 8,27 kN/m²		q_{o1} = 9,32 kN/m²
Obciążenie stałe czytelnia	3,0 kN/m ²	1,3	3,9 kN/m ²
Suma obciążeń	q_k = 11,27 kN/m²		q_o = 13,22 kN/m²

**ZESTAWIANIE OBCIĄŻEŃ - – ISTNIEJĄCY STROP NAD KONDYGNACJĄ-1 , CZĘŚĆ
BIBLIOTEKI**

Obciążenie	charakterystyczne		obliczeniowe
Linoleum	0,05 kN/m ²	1,2	0,06 kN/m ²
Wylewka 6 cm 24kN/m ³ x 0,04	0,96 kN/m ²	1,3	1,25 kN/m ²
Wełna min 4 cm 2,0kN/m ³ x 0,04	0,06 kN/m ²	1,2	0,07 kN/m ²
Płyta żelbetowa 28 cm 25kN/m ³ x 0,28	7,0 kN/m ²	1,1	7,7 kN/m ²
Wełna mineralna 10 cm 2,0kN/m ³ x 0,1	0,2 kN/m ²	1,2	0,24 kN/m ²
Suma obciążeń	q_{k1} = 8,27 kN/m²		q_{o1} = 9,32 kN/m²
Obciążenie stałe kawiarnia	5,0 kN/m ²	1,2	6,0 kN/m ²
Suma obciążeń	q_k = 13,27 kN/m²		q_o = 15,32 kN/m²

Wzrost obciążenia

Charakterystyczne

Zwiększenie o 17 %

Obliczeniowe

Zwiększenie o 15,88 %

**7. Analiza istniejącej płyty żelbetowej nad kondygnacją-1
w osiach H14- H16 / HK - HL**

Analizę wykonano w oparciu o projekt wykonawczy.

Projekt został sporządzony przez pracownię LGL sp. z o. o. z Warszawy z siedzibą przy ul. Stęplińskiej 9., 00- 739 Warszawa.

Zgodnie z informacją uzyskaną od inwestora nie dokonywano, żadnych zmian i nie ma dokumentacji rysunkowej z rewizjami dotyczącymi tego fragmentu budynku, toteż przyjmuje się strop nad kondygnacją- 1 wykonany zgodnie z dokumentacją projektową .

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Strop nad kondygnacją -1 jak wszystkie w budynku Zaplecza Szkoleniowego wg projektu wykonawczego, gdzie dokumenty udostępnione nie wskazywały zmian w stosunku do projektu wykonawczego.

Płyty wykonano jako krzyżowo zbrojone gr 28 cm.

Do obliczeń wzięto płytę w osiach H14-H16 i HM - HL gdzie część pomieszczenia nad garażem zostanie zaadaptowana na Bibliotekę i dodatkowo obciążona regałami, w tym miejscu następuje zmiana obciążenia użytkowego stałego w stosunku do założonego w projekcie wyjściowym, zmiana z kawiarni na bibliotekę.

Płyta zbrojna

Zbrojenie dolne kierunek HM-HL

środek płyty \varnothing 12 co 20 cm (środek w rozpiętości między osią Hm –HL) dodatkowo zbrojenie sięgające od podpory ściany w osi HM za oś HM tj. \varnothing 12 co 20,cm całość zbrojenia wynosi \varnothing 12 co 10 cm.

Zbrojenie podpora oś HM

\varnothing 12 co 20 cm

Zbrojenie podpora oś H14

\varnothing 12 co 20 cm

Zbrojenie podpora oś H16

\varnothing 12 co 20 cm

Zbrojenie dolne kierunek H14-H16

środek płyty \varnothing 12 co 20 cm (środek w rozpiętości między osią H15 –H16) dodatkowo zbrojenie sięgające od podpory ściany w osi H15 za oś H15 tj. \varnothing 12 co 20,cm całość zbrojenia wynosi \varnothing 12 co 10 cm.

środek płyty \varnothing 12 co 20 cm (środek w rozpiętości między osią H14 –H15)

Konstrukcję wykonano z betonu B37 sta A- IIN

W projekcie konstrukcji należy sprawdzić, czy nośność istniejącej płyty jest wystarczająca .

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

8. Obliczenia konstrukcyjne

Poz.P_1-

Zestawienia obciążeń:

Obciążenie stałe charakterystyczne $q_0 := 13.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Obciążenie stałe obliczeniowe $p_0 := 15.32 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Rozpiętość płyty

$$l_{px} := 7.97 \text{ m}$$

$$l_{py} := 12 \text{ m}$$

$$l_{pxo} := l_{px} \cdot 1.05$$

$$l_{pyo} := l_{py} \cdot 1.05$$

$$l_{pxo} = 8.369 \text{ m}$$

$$l_{pyo} = 12.6 \text{ m}$$

Grubość płyty

Dla swobodnego podparcia

$$h_{p1} := \frac{1}{75} \cdot (l_{pxo} + l_{pyo}) \quad h_{p1} = 0.28 \text{ m}$$

$$h_{p2} := \frac{1}{90} \cdot (l_{pxo} + l_{pyo}) \quad h_{p2} = 0.233 \text{ m}$$

Dla utwierdzenia

$$h_{p3} := \frac{1}{105} \cdot (l_{pxo} + l_{pyo}) \quad h_{p3} = 0.2 \text{ m}$$

Schemat statyczny płyty :

$$h_{p4} := \frac{1}{120} \cdot (l_{pxo} + l_{pyo}) \quad h_{p4} = 0.175 \text{ m}$$

Przyjęto płytę dwukierunkowo zbrojoną SCHEMAT 1 (Kobiak)

Maksymalne momenty przęsłowe :

$$\frac{l_{pyo}}{l_{pxo}} = 1.506$$

$$\phi_x := 0.0721$$

$$\phi_y := 0.0142$$

$$x_2 := 0.835$$

$$M_{x_{\max}} := \phi_x \cdot p_0 \cdot l_{pxo}^2$$

$$M_{y_{\max}} := \phi_y \cdot p_0 \cdot l_{pyo}^2$$

$$M_{x_{\max}} = 77.355 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{y_{\max}} = 34.537 \cdot \text{kNm}$$

Maksymalne momenty podporowe,

$$M_x := \frac{x_2}{8} \cdot p_0 \cdot l_{pxo}^2$$

$$M_y := \frac{x_2}{8} \cdot p_0 \cdot l_{pyo}^2$$

$$M_x = 111.983 \cdot \text{kNm}$$

$$M_y = 253.861 \cdot \text{kNm}$$

Obliczanie zbrojenia:

beton B37, $f_{cd} := 20 \text{ MPa}$ $f_{ck} := 30 \text{ MPa}$ $f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$

stal klasy A III N $f_{yd} := 420 \text{ MPa}$ $f_{yk} := 490 \text{ MPa}$ $E_s := 200 \cdot 10^3 \text{ MPa}$ $\phi := 12 \text{ mm}$

klasa środowiska 2

$$c := 0.025 \text{ m}$$

$$\Delta h := 0.005 \text{ m}$$

9. .

1.2.1. OBLICZANIE ZBROJENIA DOLNEGO W KIERUNKU X I Y

rozpiętość efektywna płyty	$l_{effpts} := l_{pxo}$	$l_{effpts} = 8.369 \text{ m}$
grubość płyty	$h_{pt} := 0.28 \text{ m}$	
szerokość oparcia płyty na podporze skrajnej.	$t_{pts} := 0.15 \text{ m}$	
szerokość oparcia płyty na podporze skrajnej.	Określenie wartości $a_{1min} \leq a_1 \leq a_{1max}$	a_1 i a_2
$a_{1min} := \frac{1}{3} \cdot t_{pts}$	$a_{1min} = 0.05 \text{ m}$	$a_{1max} := \frac{1}{2} \cdot t_{pts}$ $a_{1max} = 0.075 \text{ m}$
szerokość oparcia płyty na podporze śródkowej.	Przyjęto : $a_1 := 0.1 \text{ m}$ $t_{ptsr} := 0.3 \text{ m}$ (szerokość ściany) $a_2 := \frac{1}{2} \cdot t_{ptsr}$ $a_2 = 0.15 \text{ m}$	
rozpiętość płyty w świetle podpór.	$l_{nsx} := l_{effpts} - a_1 - a_2$	$l_{nsx} = 8.119 \text{ m}$
<u>Sprawdzenie minimalnego pola przekroju zbrojenia podłużnego :</u>		
wysokość płyty	$h_{pt} := 0.28 \text{ m}$	
szerokość płyty :	$b_{pt} := 1.0 \text{ m}$	
otulina zbrojenia :	$a_{pt} := 0.020 \text{ m}$	
średnica zbrojenia płyty.	$\phi_{pt} := 12 \text{ mm}$	
$\delta h := 0.005 \text{ m}$		
wysokość użyteczna płyty.	$d_{pt} := h_{pt} - a_{pt} - \frac{\phi_{pt}}{2} - \delta h + 0.005 \text{ m}$	$d_{pt} = 0.254 \text{ m}$
$A_{smin1} := \frac{0.6 \text{ MPa} \cdot b_{pt} \cdot d_{pt}}{f_{yk}}$	$A_{smin1} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$	
$A_{smin2} := 0.0015 \cdot b_{pt} \cdot d_{pt}$	$A_{smin2} = 3.81 \cdot \text{cm}^2$	
Rozstaw zbrojenia płyty .		
a). Maksymalny rozstaw zbrojenia :		
250mm lub $1.2 \cdot h_{pt} = 0.336 \text{ m}$	dla $h_{pt} > 100 \text{ mm} = 1$	$h_{pt} = 0.28 \text{ m}$
b). Minimalny rozstaw zbrojenia :		
5cm do 5.5cm		
współczynnik uwzględniający rozkład naprężeń w przekroju w chwili poprzedzającej zarysowanie.	$k_c := 0.4$ przy zginaniu	

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

współczynnik uwzględniający wpływ nierównomiernych naprężeń samorównoważących się w ustroju.	$k := 1.0$	dla naprężenia wywołanego przyczynami zewnętrznymi.
pole przekroju strefy rozciąganej prostokątnego elementu.	$A_{ct} := 0.5 \cdot b_{pt} \cdot d_{pt}$	$A_{ct} = 0.127 \text{ m}^2$ przy zginaniu
średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie.	$f_{ctm} := 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}$	$f_{ck} = 30 \cdot \text{MPa}$
	$f_{ctm} := \left(0.30 \cdot 16^{\frac{2}{3}}\right) \text{MPa}$	$f_{ctm} = 1.905 \cdot \text{MPa}$
średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie w chwili spodziewanego zarysowania.	$f_{ct,eff} := f_{ctm}$	$f_{ct,eff} = 1.905 \cdot \text{MPa}$
naprężenie w zbrojeniu rozciągany natychmiast po zarysowaniu.	$\sigma_s := f_{yk}$	$\sigma_s = 490 \cdot \text{MPa}$
minimalne pole przekroju zbrojenia rozciąganego, wymagane z uwagi na ograniczenie szerokości rys spowodowanych naprężeniami wywołanymi przez odkształcenia wymuszone przyczynami wewnętrznymi (skurcz) lub zewnętrznymi (osiadanie podpór).	$A_{smin3} := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{\sigma_s}$	
minimalne pole przekroju podłużnego zbrojenia jest wartością max. z wyliczonych powierzchni.	$A_{smin3} = 1.975 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	$A_{smin3} = 1.975 \cdot \text{cm}^2$
	$A_{ptmin} := A_{smin1}$	
	$A_{ptmin} = 3.11 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	$A_{ptmin} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$
Maksymalny moment przęsłowy X.		
współczynnik redukujący wytrzymałość obliczeniową betonu na ściskanie.	$\alpha := 0.85$	
$s_b := \frac{M_{Xmax}}{b_{pt} \cdot d_{pt}^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}}$	$s_b = 0.071$	$\zeta := \frac{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_b}}{0.8}$
		$\zeta = 0.092$
graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej.	$\zeta_{eff,lim} := 0.53$	dla stali A-III (tablica 11 [1]).
obliczona wartość :	$\epsilon_{cu} := 0.0035$	$\epsilon_s := \frac{f_{yd}}{E_s}$
		$\epsilon_s = 2.1 \times 10^{-3}$
$\zeta_{eff,lim} := 0.8 \cdot \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_s}\right)$	$\zeta_{eff,lim} = 0.5$	$\zeta < \zeta_{eff,lim} = 1$
wysokość ściskanej strefy przekroju.	$x := \zeta \cdot d_{pt}$	$x = 0.023 \text{ m}$
pole powierzchni zbrojenia poprzecznego płyty.	$A_{sXmax} := \frac{0.8 \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b_{pt} \cdot x}{f_{yd}}$	

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

$$A_{sXmax} = 7.527 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{sXmax} = 7.527 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{ptmin} = 3.11 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{ptmin} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{sXmax} > A_{ptmin} = 1 \quad A_{sXmax} := A_{ptmin}$$

$$A_{sXmax} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

Maksymalny moment przęsłowy Y.

$$s_b := \frac{M_{Ymax}}{b_{pt} \cdot d_{pt}^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}} \quad s_b = 0.031 \quad \zeta := \frac{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_b}}{0.8} \quad \zeta = 0.04$$

graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej. $\zeta_{eff,lim} := 0.53$ dla stali A-III (tablica11 [1]).

$$\text{obliczona wartość : } \epsilon_{cu} := 0.0035 \quad \epsilon_s := \frac{f_{yd}}{E_s} \quad \epsilon_s = 2.1 \times 10^{-3}$$

$$\zeta_{eff,lim} := 0.8 \cdot \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_s} \right) \quad \zeta_{eff,lim} = 0.5 \quad \zeta < \zeta_{eff,lim} = 1$$

$$\text{wysokość ściskanej strefy przekroju. } x := \zeta \cdot d_{pt} \quad x = 0.01 \text{ m}$$

$$\text{pole powierzchni zbrojenia poprzecznego płyty. } A_{sYmax} := \frac{0.8 \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b_{pt} \cdot x}{f_{yd}}$$

$$A_{sYmax} = 3.29 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{sYmax} = 3.29 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{ptmin} = 3.11 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{ptmin} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{sYmax} > A_{ptmin} = 1 \quad A_{sYmax} := A_{ptmin}$$

$$A_{sYmax} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

W jednoprzęsłowych płytach podpartych na czterech krawędziach, zbrojenie każdego z dwóch kierunków wyznaczone dla środkowej części płyty powinno być układane w paśmie środkowym o szerokości równej 3/5 szerokości płyty. W pasmach skrajnych obejmujących po 1/5 szerokości płyty, przekrój zbrojenia może być zmniejszony do połowy.

1.2.2. OBLICZANIE ZBROJENIA GÓRNEGO W NAROŻACH

Zbrojenie górne naroży dwóch krawędzi swobodnie podpartych:

W narożach wolnopodpartych należy umieszczać dwukierunkowe zbrojenie górne, równoległe do krawędzi.

Szerokość na której należy rozmieścić zbrojenie:

$$l_{zg} := 0.3 \cdot l_{py} \quad l_{zg} = 3.6 \text{ m}$$

Przekrój tego zbrojenia powinien wynosić w każdym kierunku co najmniej połowę przekroju większego zbrojenia znajdującego się w środku płyty.

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Przekrój zbrojenia

$$A_{sgxy1} := 0.5 \cdot A_{sxmax} \quad A_{sgxy1} = 1.555 \cdot \text{cm}^2$$

W narożach wolnopodpartych należy również umieszczać dodatkowe zbrojenie dolne, układane prostopadłe do dwusiecznej.

Szerokość na której należy rozmieścić zbrojenie:

$$l_{zd} := 0.2 \cdot l_{py} \quad l_{zd} = 2.4 \text{ m}$$

Przekrój zbrojenia

$$A_{sgxy2} := A_{sxmax} \quad A_{sgxy2} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

Zbrojenie górne naroży dwóch krawędzi swobodnie podpartej i zamocowanej:

W narożach, w których zbiega się krawędź swobodnie podparta z krawędzią zamocowaną, wykonujemy tylko zbrojenie równoległe do krawędzi zamocowanej.

Szerokość na której należy rozmieścić zbrojenie:

$$l_{zg} := 0.3 \cdot l_{py} \quad l_{zg} = 3.6 \text{ m}$$

Przekrój zbrojenia

$$A_{sgxy3} := 0.5 \cdot A_{sxmax} \quad A_{sgxy3} = 1.555 \cdot \text{cm}^2$$

	OBLICZENIOWE :	PRZYJĘTE :		
M_{xmax}	$A_{sxmax} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sxmax} := 11.31 \text{ cm}^2$	φ	12 co 10 cm
M_{ymax}	$A_{syymax} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$	$A_{syymax} := 5.65 \text{ cm}^2$	φ	12 co 20 cm
Narożne	$A_{sgxy1} = 1.555 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sgxy1} := 5.65 \text{ cm}^2$	φ	12 co 20m
Narożne	$A_{sgxy2} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sgxy2} := 5.65 \text{ cm}^2$	φ	12 co 20 cm
Narożne	$A_{sgxy3} = 1.555 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sgxy3} := 5.65 \text{ cm}^2$	φ	12 co 20 cm

Stan użytkowania.

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys w kierunku X:

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys prostopadłych metodą uproszczoną (norma [1] , str.176 , załącznik D) :

Metodę uproszczoną można stosować dla elementów zginanych o przekroju prostokątnym, zbrojonych stalą żebrowaną , przy wartości stosunku :

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \quad \text{zawartym w przedziale } (0.85 - 0.95) \quad \frac{d_{pt}}{h_{pt}} = 0.907$$

$$d_{pt} = 0.254 \text{ m} \quad h_{pt} = 0.28 \text{ m}$$

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \geq 0.85 = 1 \quad \frac{d_{pt}}{h_{pt}} \leq 0.95 = 1 \quad \text{Warunki nie sa sprawdzone , uproszczonej metody nie można stosowac.}$$



KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys prostopadłych do osi elementu.

Obliczenie średniego odkształcenia zbrojenia rozciąganego ϵ_{sm}

współczynnik zależny od przyczepności prętów : $\beta_1 := 1.0$ dla prętów gładkich.

współczynnik zależny od czasu działania i powtarzalności obciążenia : $\beta_2 := 0.5$ dla obciążeń długotrwałych lub wielokrotnie powtarzalnych.

uśredniony współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_{sr} := \frac{\gamma_{fg1} + \gamma_{fg2} + \gamma_{fg3}}{3}$ $\gamma_{sr} = 1.2$

moment zginający wywołany obciążeniem charakterystycznym $M_{Sk} := \frac{M_{Xmax}}{\gamma_{sr}}$ $M_{Sk} = 64.463 \cdot \text{kNm}$

moment rysujący wywołany przez ciężar własny $M_{cr} := f_{ctm} \cdot \frac{b_{pt} \cdot h_{pt}^2}{6}$
 $p_1 := \frac{A_{sXmax}}{b_{pt} \cdot d_{pt}}$ $p_1 = 4.45\%$ $\zeta = 0.85$
 $p_1 \leq 0.005 = \dots$ wtedy :

napężenie w zbrojeniu rozciągany , obliczone dla przekroju przez rysę $\sigma_s := \frac{M_{Sk}}{d_{pt} \cdot A_{sXmax}}$ $\sigma_s = 263.993 \cdot \text{MPa}$

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M_{Sk}} \right)^2 \right] \cdot 1 \quad \epsilon_{sm} = 1.222 \times 10^{-3}$$

Obliczenie średniego , końcowego rozstawu rys $s_{rm} := \frac{d_{pt}}{\zeta}$

średnica pręta w mm. $\phi := 12$
 współczynnik zależny od przyczepności prętów $k_1 := 0.6$ dla prętów żebrowanych
 współczynnik zależny od rozkładu odkształceń rozciągających przy zginaniu $k_2 := 0.5$
 efektywny stopień zbrojenia p_r

wysokość strefy sciskanej przekroju niezarysowanego. $s_b := \frac{M_{Sk}}{b_{pt} \cdot d_{pt}^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}}$

$$\zeta := \frac{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_b}}{0.8} \quad \zeta = 0.076 \quad \zeta_{eff.lim} = 0.5$$

$$(2) \quad \frac{(h_{pt} - x_l)}{3} = 0.087 \text{ m}$$

$$A_{ct.eff} := 0.037 \text{ m} \cdot b_{pt} \quad A_{ct.eff} = 0.037 \text{ m}^2 \quad A_{sXmax} = 1.131 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$p_r := \frac{A_{sXmax}}{A_{ct.eff}} \quad p_r = 0.031$$

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

$$s_{rm} := 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} \quad s_{rm} = 89.257$$

współczynnik wyrażający stosunek
obliczeniowej szerokości rys do
szerokości średniej. $\beta := 1.3$

Obliczenie szerokości rys prostopadłych do osi elementu :

$$w_k := \beta \cdot s_{rm} \cdot mm \cdot \epsilon_{sm} \quad w_k = 0.142 \cdot mm$$

$$w_{limpt} := 0.3mm \quad \text{wartość graniczna dla 2 klasy środowiska}$$

$$w_k \leq w_{limpt} = 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys w kierunku Y:

Metodę uproszczoną można stosować dla elementów zginanych o przekroju
prostokątnym, zbrojonych stalą żebrowaną, przy wartości stosunku :

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \quad \text{zawartym w przedziale } (0.85 - 0.95)$$

$$d_{pt} = 0.254m \quad h_{pt} = 0.28m \quad \frac{d_{pt}}{h_{pt}} = 0.907$$

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \geq 0.85 = 1 \quad \frac{d_{pt}}{h_{pt}} \leq 0.95 = 1 \quad \text{Warunki nie są sprawdzone, uproszczonej metody nie można stosować.}$$

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys prostopadłych do osi elementu.

Obliczenie średniego odkształcenia zbrojenienia rozciąganego ϵ_{sm}

współczynnik zależny od
przyczepności prętów : $\beta_1 := 1.0$ dla prętów
gładkich.

współczynnik zależny od czasu
działania i powtarzalności obciążenia : $\beta_2 := 0.5$ dla obciążeń długotrwałych
lub wielokrotnie
powtarzalnych.

$$\text{uśredniony współczynnik bezpieczeństwa} \quad \gamma_{sk} := \frac{\gamma_{fg1} + \gamma_{fg2} + \gamma_{fg3}}{3} \quad \gamma_{sr} = 1.2$$

$$\text{moment zginający wywołany} \quad M_{Sk} := \frac{M_{Ymax}}{\gamma_{sr}} \quad M_{Sk} = 28.781 \cdot kNm$$

$$\text{moment rysujący} \quad M_{cr} := f_{ctm} \cdot \frac{b_{pt} \cdot h_{pt}^2}{6} \quad M_{cr} = 24.89 \cdot kNm$$

$$\rho_1 := \frac{A_s Y_{max}}{b_{pt} \cdot d_{pt}} \quad \rho_1 = 2.224 \times 10^{-3}$$

$$\rho_1 \leq 0.005 = 1 \quad \text{wtedy :} \quad \zeta := 0.85$$

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

napężenie w zbrojeniu rozciągającym , obliczone dla przekroju przez rysę. $\sigma_s := \frac{M_{Sk}}{\zeta \cdot d_{pt} \cdot A_{sYmax}} \quad \sigma_s = 235.942 \cdot \text{MPa}$

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M_{Sk}} \right)^2 \right] \quad \epsilon_{sm} = 7.386 \times 10^{-4}$$

Obliczenie średniego , końcowego rozstawu rys

średnica pręta w mm. $\phi := 12$

współczynnik zależny od przyczepności prętów

$$k_1 := 0.8$$

dla prętów
żebrowanych
przy
zginaniu

współczynnik zależny od rozkładu
odkształceń rozciągających
efektywny stopień zbrojenia

$$k_2 := 0.5$$

wysokość strefy sciskanej
przekroju niezarysowanego.

$$s_b := \frac{M_{Sk}}{b_{pt} \cdot d_{pt}^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}}$$

$$\zeta := \frac{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_b}}{0.8} \quad \zeta = 0.033 \quad \zeta_{eff.lim} = 0.5$$

$$(?) \frac{(h_{pt} - x_l)}{3} = 0.091 \text{ m}$$

$$A_{ct,eff} := 0.037 \text{ m} \cdot b_{pt} \quad A_{ct,eff} = 0.037 \text{ m}^2 \quad A_{sYmax} = 5.65 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho_r := \frac{A_{sYmax}}{A_{ct,eff}} \quad \rho_r = 0.015$$

$$s_{rm} := 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} \quad s_{rm} = 128.584$$

współczynnik wyrażający stosunek
obliczeniowej szerokości rys do
szerokości średniej.

$$\beta := 1.3$$

Obliczenie szerokości rys prostopadłych do osi elementu :

$$w_k := \beta \cdot s_{rm} \cdot \text{mm} \cdot \epsilon_{sm} \quad w_k = 0.123 \cdot \text{mm}$$

$$w_{limpt} := 0.3 \text{ mm}$$

wartość graniczna dla 2 klasy środowiska

$$w_k \leq w_{limpt} = 1$$

warunek spełniony

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Sprawdzenie ugięć:

W kierunku X:

Sprawdzenie ugięć (str.85 , tab. 15 str. 86) .

$$\frac{A_s X_{\max}}{b_{pt} \cdot d_{pt}} \cdot 100 = 0.445$$

obliczenie maksymalnego stosunku rozpiętości l_{eff} do wysokości

użytecznej d , przy której można nie sprawdzać ugięć :

$$\frac{l_{effpts}}{d_{pt}} = 32.947 \quad \sigma_s = 235.942 \cdot \text{MPa} \quad \frac{250\text{MPa}}{\sigma_s} \cdot 27.5 = 29.138$$

$$\frac{l_{effpts}}{d_{pt}} \leq 27 \cdot \frac{250\text{MPa}}{\sigma_s} = 0 \quad \text{warunek spełniony}$$

efektywny moment bezwładności :

$$I_{eff} := \frac{b_{pt} \cdot h_{pt}^3}{12} \quad I_{eff} = 1.829 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

obliczenie sztywności elementu :

$$B := E_{cm} \cdot I_{eff} \quad B = 5.031 \times 10^4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

obliczenie ugięcia płyty skrajnej :

$$M_{X_{\max}} = 77.355 \cdot \text{kNm}$$

$$0.0781 \cdot q_0 \cdot l_{px}^2 = 65.832 \cdot \text{kNm}$$

$$0.100 p_0 \cdot l_{px}^2 = 97.314 \cdot \text{kNm}$$

$$\frac{20.862\text{kNm}}{1.2} = 17.385 \cdot \text{kNm}$$

$$\frac{32.688\text{kNm}}{1.2} = 27.24 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Sk} := 17.385\text{kNm} + 27.24\text{kNm}$$

$$M_{Sk} = 44.625 \cdot \text{kNm}$$

$$a_{pts} := \frac{5}{384} \cdot \frac{M_{Sk} \cdot l_{effpts}^2}{B}$$

$$a_{pts} = 0.081 \cdot \text{cm}$$

$$a_{pts} = 0.809 \cdot \text{mm}$$

wartosc graniczna ugięcia :

$$a_{lim} := \frac{l_{effpts}}{200}$$

$$a_{lim} = 4.184 \cdot \text{cm}$$

$$a_{lim} = 41.843 \cdot \text{mm}$$

$$a_{pts} \leq a_{lim} = 1$$

warunek spełniony .

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

W kierunku Y:

Sprawdzenie ugięć (str.85 , tab. 15 str. 86) .

$$\frac{A_s Y_{\max}}{b_{pt} \cdot d_{pt}} \cdot 100 = 0.222$$

obliczenie maksymalnego stosunku rozpiętości l_{eff} do wysokości

użytecznej d , przy której można nie sprawdzać ugięć :

$$\frac{l_{effpts}}{d_{pt}} = 32.947 \quad \sigma_s = 235.942 \cdot \text{MPa} \quad \frac{250\text{MPa}}{\sigma_s} \cdot 27.5 = 29.138$$

$$\frac{l_{effpts}}{d_{pt}} \leq 27 \cdot \frac{250\text{MPa}}{\sigma_s} = 0 \quad \text{warunek spełniony}$$

efektywny moment bezwładności :

$$I_{eff} := \frac{b_{pt} \cdot h_{pt}^3}{12} \quad I_{eff} = 1.829 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

obliczenie sztywności elementu :

$$B := E_{cm} \cdot I_{eff} \quad B = 5.031 \times 10^4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

obliczenie ugięcia płyty skrajnej :

$$M_{Y_{\max}} = 34.537 \cdot \text{kNm}$$

$$0.0781 \cdot q_0 \cdot l_{py}^2 = 149.24 \cdot \text{kNm}$$

$$0.100 p_0 \cdot l_{py}^2 = 220.608 \cdot \text{kNm}$$

$$\frac{20.516\text{kNm}}{1.2} = 17.097 \cdot \text{kNm}$$

$$\frac{32.145\text{kNm}}{1.2} = 26.788 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Sk} := 17.097\text{kNm} + 26.788\text{kNm}$$

$$M_{Sk} = 43.885 \cdot \text{kNm}$$

$$a_{pts} := \frac{5}{384} \cdot \frac{M_{Sk} \cdot l_{effpts}^2}{B} \quad a_{pts} = 0.08 \cdot \text{cm} \quad a_{pts} = 0.795 \cdot \text{mm}$$

wartość graniczna ugięcia :

$$a_{lim} := \frac{l_{effpts}}{200} \quad a_{lim} = 4.184 \cdot \text{cm} \quad a_{lim} = 41.843 \cdot \text{mm}$$

$$a_{pts} \leq a_{lim} = 1 \quad \text{warunek spełniony .}$$

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Poz.P_2-

Zestawienia obciążeń:

Obciążenie stałe charakterystyczne $q_0 := 13.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Obciążenie stałe obliczeniowe $p_0 := 15.32 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Rozpiętość płyty

$$\begin{aligned} l_{px} &:= 12\text{m} & l_{py} &:= 13.85\text{m} \\ l_{pxo} &:= l_{px} \cdot 1.05 & l_{pyo} &:= l_{py} \cdot 1.05 \\ l_{pxo} &= 12.6\text{m} & l_{pyo} &= 14.543\text{m} \end{aligned}$$

Grubość płyty

Dla swobodnego podparcia

$$h_{p1} := \frac{1}{75} \cdot (l_{pxo} + l_{pyo}) \quad h_{p1} = 0.362\text{m}$$

$$h_{p2} := \frac{1}{90} \cdot (l_{pxo} + l_{pyo}) \quad h_{p2} = 0.302\text{m}$$

Dla utwierdzenia

$$h_{p3} := \frac{1}{105} \cdot (l_{pxo} + l_{pyo}) \quad h_{p3} = 0.259\text{m}$$

Schemat statyczny płyty :

$$h_{p4} := \frac{1}{120} \cdot (l_{pxo} + l_{pyo}) \quad h_{p4} = 0.226\text{m}$$

Przyjęto płytę dwukierunkowo zbrojoną SCHEMAT 1 (Kobiak)

Maksymalne momenty przęsłowe :

$$\frac{l_{pyo}}{l_{pxo}} = 1.154 \quad \phi_x := 0.0476 \quad \phi_y := 0.0274 \quad x_2 := 0.636$$

$$M_{X\max} := \phi_x \cdot p_0 \cdot l_{pxo}^2 \quad M_{Y\max} := \phi_y \cdot p_0 \cdot l_{pyo}^2$$

$$M_{X\max} = 115.773 \cdot \text{kNm} \quad M_{Y\max} = 88.774 \cdot \text{kNm}$$

Maksymalne momenty podporowe,

$$M_X := \frac{x_2^2}{8} \cdot p_0 \cdot l_{pxo}^2 \quad M_Y := \frac{x_2^2}{8} \cdot p_0 \cdot l_{pyo}^2$$

$$M_X = 193.36 \cdot \text{kNm} \quad M_Y = 257.575 \cdot \text{kNm}$$

Obliczanie zbrojenia:

beton B37, $f_{cd} := 20\text{MPa}$ $f_{ck} := 30\text{MPa}$ $f_{ctm} := 2.9\text{MPa}$

stal klasy A III N $f_{yd} := 420\text{MPa}$ $f_{yk} := 490\text{MPa}$ $E_s := 200 \cdot 10^3\text{MPa}$ $\phi := 12\text{mm}$

klasa środowiska 2 $c_{\min} := 0.025\text{m}$ $\Delta h := 0.005\text{m}$

1.2.1. OBLICZANIE ZBROJENIA DOLNEGO W KIERUNKU X I Y

rozpiętość efektywna płyty	$l_{\text{effpts}} := l_{\text{pxo}}$	$l_{\text{effpts}} = 12.6 \text{ m}$
grubość płyty	$h_{\text{pt}} := 0.28 \text{ m}$	
szerokość oparcia płyty na podporze skrajnej.	$t_{\text{pts}} := 0.15 \text{ m}$	
szerokość oparcia płyty na podporze skrajnej.	Określenie wartości $a_{1\text{min}} \leq a_1 \leq a_{1\text{max}}$	a_1 i a_2
$a_{1\text{min}} := \frac{1}{3} \cdot t_{\text{pts}}$	$a_{1\text{min}} = 0.05 \text{ m}$	$a_{1\text{max}} := \frac{1}{2} \cdot t_{\text{pts}}$ $a_{1\text{max}} = 0.075 \text{ m}$
	Przyjęto : $a_1 := 0.1 \text{ m}$	
szerokość oparcia płyty na podporze środkowej.	$t_{\text{ptsr}} := 0.3 \text{ m}$ (szerokość ściany) $a_2 := \frac{1}{2} \cdot t_{\text{ptsr}}$	$a_2 = 0.15 \text{ m}$
rozpiętość płyty w świecie podpór.	$l_{\text{nsx}} := l_{\text{effpts}} - a_1 - a_2$	$l_{\text{nsx}} = 12.35 \text{ m}$
<u>Sprawdzenie minimalnego pola przekroju zbrojenia podłużnego :</u>		
wysokość płyty	$h_{\text{pt}} := 0.28 \text{ m}$	
szerokość płyty :	$b_{\text{pt}} := 1.0 \text{ m}$	
otulina zbrojenia :	$a_{\text{pt}} := 0.020 \text{ m}$	
średnica zbrojenia płyty.	$\phi_{\text{pt}} := 12 \text{ mm}$	
$\delta h := 0.005 \text{ m}$		
wysokość użyteczna płyty.	$d_{\text{pt}} := h_{\text{pt}} - a_{\text{pt}} - \frac{\phi_{\text{pt}}}{2} - \delta h + 0.005 \text{ m}$	$d_{\text{pt}} = 0.254 \text{ m}$
$A_{\text{smin1}} := \frac{0.6 \text{ MPa} \cdot b_{\text{pt}} \cdot d_{\text{pt}}}{f_{\text{yk}}}$	$A_{\text{smin1}} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$	
$A_{\text{smin2}} := 0.0015 \cdot b_{\text{pt}} \cdot d_{\text{pt}}$	$A_{\text{smin2}} = 3.81 \cdot \text{cm}^2$	
Rozstaw zbrojenia płyty .		
a). Maksymalny rozstaw zbrojenia :		
250mm lub $1.2 \cdot h_{\text{pt}} = 0.336 \text{ m}$	dla $h_{\text{pt}} > 100 \text{ mm} = 1$	$h_{\text{pt}} = 0.28 \text{ m}$
b). Minimalny rozstaw zbrojenia :		
5cm do 5.5cm		
współczynnik uwzględniający rozkład naprężeń w przekroju w chwili poprzedzającej zarysowanie.	$k_c := 0.4$	przy zginaniu
współczynnik uwzględniający wpływ nierównomiernych naprężeń	$k := 1.0$	dla naprężenia wywołanego przyczynami zewnętrznymi.

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

pole przekroju strefy rozciąganej prostokątnego elementu. $A_{ct} := 0.5 \cdot b_{pt} \cdot d_{pt}$ $A_{ct} = 0.127 \text{ m}^2$ przy zginaniu

średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie. $f_{ctm} := 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}$ $f_{ck} = 30 \cdot \text{MPa}$

$$f_{ctm} := \left(0.30 \cdot 16^{\frac{2}{3}} \right) \text{MPa} \quad f_{ctm} = 1.905 \cdot \text{MPa}$$

średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie w chwili spodziewanego zarysowania.

$$f_{ct,eff} := f_{ctm} \quad f_{ct,eff} = 1.905 \cdot \text{MPa}$$

napężenie w zbrojeniu rozciągającym natychmiast po zarysowaniu.

$$\sigma_s := f_{yk} \quad \sigma_s = 490 \cdot \text{MPa}$$

minimalne pole przekroju zbrojenia rozciąganego, wymagane z uwagi na ograniczenie szerokości rys spowodowanych naprężeniami wywołanymi przez odkształcenia wymuszone przyczynami wewnętrznymi (skurcz) lub zewnętrznymi (osiadanie podpór).
minimalne pole przekroju podłużnego zbrojenia jest wartością max. z wyliczonych powierzchni.

$$A_{smin3} := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{\sigma_s}$$

$$A_{smin3} = 1.975 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{smin3} = 1.975 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{ptmin} := A_{smin1}$$

$$A_{ptmin} = 3.11 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{ptmin} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

Maksymalny moment przęsłowy X.

współczynnik redukujący wytrzymałość obliczeniową betonu na ściskanie.

$$\alpha := 0.85$$

$$s_b := \frac{M_{Xmax}}{b_{pt} \cdot d_{pt}^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}} \quad s_b = 0.106$$

$$\zeta := \frac{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_b}}{0.8} \quad \zeta = 0.14$$

graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej.

$$\zeta_{eff,lim} := 0.53 \quad \text{dla stali A-III (tablica11 [1]).}$$

$$\text{obliczona wartość : } \epsilon_{cu} := 0.0035 \quad \epsilon_s := \frac{f_{yd}}{E_s} \quad \epsilon_s = 2.1 \times 10^{-3}$$

$$\zeta_{eff,lim} := 0.8 \cdot \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_s} \right) \quad \zeta_{eff,lim} = 0.5 \quad \zeta < \zeta_{eff,lim} = 1$$

$$\text{wysokość ściskanej strefy przekroju.} \quad x := \zeta \cdot d_{pt} \quad x = 0.035 \text{ m}$$

pole powierzchni zbrojenia poprzecznego płyty.

$$A_{sXmax} := \frac{0.8 \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b_{pt} \cdot x}{f_{yd}}$$

$$A_{sXmax} = 1.149 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \quad A_{sXmax} = 11.495 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{ptmin} = 3.11 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{ptmin} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{sXmax} > A_{ptmin} = 1 \quad A_{sXmax} := A_{ptmin}$$

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

$$A_{sXmax} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

Maksymalny moment przęsłowy Y.

$$s_b := \frac{M_{Ymax}}{b_{pt} \cdot d_{pt}^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}} \quad s_b = 0.081 \quad \zeta := \frac{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_b}}{0.8} \quad \zeta = 0.106$$

graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej. $\zeta_{eff.lim} := 0.53$ dla stali A-III (tablica11 [1]).

obliczona wartość : $\epsilon_{cu} := 0.0035$ $\epsilon_s := \frac{f_{yd}}{E_s}$ $\epsilon_s = 2.1 \times 10^{-3}$

$$\zeta_{eff.lim} := 0.8 \cdot \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_s} \right) \quad \zeta_{eff.lim} = 0.5 \quad \zeta < \zeta_{eff.lim} = 1$$

wysokość ściskanej strefy przekroju. $x := \zeta \cdot d_{pt}$ $x = 0.027 \text{ m}$

pole powierzchni zbrojenia poprzecznego płyty.

$$A_{sYmax} := \frac{0.8 \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b_{pt} \cdot x}{f_{yd}}$$

$$A_{sYmax} = 8.689 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{sYmax} = 8.689 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{ptmin} = 3.11 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{ptmin} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{sYmax} > A_{ptmin} = 1 \quad A_{sYmax} := A_{ptmin}$$

$$A_{sYmax} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

W jednoprzęsłowych płytach podpartych na czterech krawędziach, zbrojenie każdego z dwóch kierunków wyznaczone dla środkowej części płyty powinno być układane w paśmie środkowym o szerokości równej 3/5 szerokości płyty. W pasmach skrajnych obejmujących po 1/5 szerokości płyty, przekrój zbrojenia może być zmniejszony do połowy.

1.2.2. OBLICZANIE ZBROJENIA GÓRNEGO W NAROŻACH

Zbrojenie górne naroży dwóch krawędzi swobodnie podpartych:

W narożach wolnopodpartych należy umieszczać dwukierunkowe zbrojenie górne, równoległe do krawędzi.

Szerokość na której należy rozmieścić zbrojenie:

$$l_{zg} := 0.3 \cdot l_{py} \quad l_{zg} = 4.155 \text{ m}$$

Przekrój tego zbrojenia powinien wynosić w każdym kierunku co najmniej połowę przekroju większego zbrojenia znajdującego się w środku płyty.

Przekrój zbrojenia

$$A_{sgxy1} := 0.5 \cdot A_{sXmax} \quad A_{sgxy1} = 1.555 \cdot \text{cm}^2$$

W narożach wolnopodpartych należy również umieszczać dodatkowe zbrojenie dolne, układane prostopadłe do dwusiecznej.

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Szerokość na której należy rozmieścić zbrojenie:

$$l_{zd} := 0.2 \cdot l_{py}$$

$$l_{zd} = 2.77 \text{ m}$$

Przekrój zbrojenia

$$A_{sgxy2} := A_{sXmax}$$

$$A_{sgxy2} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$$

Zbrojenie górne naroży dwóch krawędzi swobodnie podpartej i zamocowanej:

W narożach, w których zbiega się krawędź swobodnie podparta z krawędzią zamocowaną, wykonujemy tylko zbrojenie równoległe do krawędzi zamocowanej.

Szerokość na której należy rozmieścić zbrojenie:

$$l_{zg} := 0.3 \cdot l_{py}$$

$$l_{zg} = 4.155 \text{ m}$$

Przekrój zbrojenia

$$A_{sgxy3} := 0.5 \cdot A_{sXmax}$$

$$A_{sgxy3} = 1.555 \cdot \text{cm}^2$$

OBLICZENIOWE :

PRZYJĘTE :

M_{Xmax}	$A_{sXmax} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sXmax} := 11.32 \text{cm}^2$	ϕ	12 co 10 cm
M_{Ymax}	$A_{sYmax} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sYmax} := 5.65 \text{cm}^2$	ϕ	12 co 20 cm
Narożne	$A_{sgxy1} = 1.555 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sgxy1} := 5.65 \text{cm}^2$	ϕ	12 co 20 cm
Narożne	$A_{sgxy2} = 3.11 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sgxy2} := 5.65 \text{cm}^2$	ϕ	12 co 20 cm
Narożne	$A_{sgxy3} = 1.555 \cdot \text{cm}^2$	$A_{sgxy3} := 5.65 \text{cm}^2$	ϕ	12 co 20 cm

Stan użytkowania.

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys w kierunku X:

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys prostopadłych metodą uproszczoną (norma [1] , str.176 , załącznik D) :

Metodę uproszczoną można stosować dla elementów zginanych o przekroju prostokątnym, zbrojonych stalą żebrowaną , przy wartości stosunku :

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \text{ zawartym w przedziale } (0.85 - 0.95) \quad \frac{d_{pt}}{h_{pt}} = 0.907$$

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \geq 0.85 = 1 \quad \frac{d_{pt}}{h_{pt}} \leq 0.95 = 1 \quad \text{Warunki nie sa sprawdzone , uproszczonej metody nie można stosowac.}$$

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys prostopadłych do osi elementu.

Obliczenie średniego odkształcenia zbrojenienia rozciąganego ϵ_{sm}

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

współczynnik zależny od
pryczepności prętów :

$$\beta_1 := 1.0$$

dla prętów
gładkich.

współczynnik zależny od czasu
działania i powtarzalności obciążenia :

$$\beta_2 := 0.5$$

dla obciążeń długotrwałych
lub wielokrotnie
powtarzalnych.

uśredniony współczynnik bezpieczeństwa

$$\gamma_{sr} := \frac{\gamma_{fg1} + \gamma_{fg2} + \gamma_{fg3}}{3} \quad \gamma_{sr} = 1.2$$

moment zginający wywołany
obciążeniem charakterystycznym.

$$M_{Sk} := \frac{M_{Xmax}}{\gamma_{sr}}$$

$$M_{Sk} = 96.477 \cdot \text{kNm}$$

moment rysujący

$$\rho_1 := \frac{A_{sXmax}}{b_{pt} \cdot d_{pt}}$$

$$\rho_1 = 4.457 \times 10^{-3}$$

$$M_{cr} := f_{ctm} \cdot \frac{b_{pt} \cdot h_{pt}^2}{6}$$

$$M_{cr} = 24.89 \cdot \text{kNm}$$

$$\rho_1 \leq 0.005 = 1$$

wtedy :

$$\xi := 0.85$$

napężenie w zbrojeniu rozciągającym
, obliczone dla przekroju przez ryse.

$$\sigma_s := \frac{M_{Sk}}{\xi \cdot d_{pt} \cdot A_{sXmax}}$$

$$\sigma_s = 394.754 \cdot \text{MPa}$$

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M_{Sk}} \right)^2 \right]$$

$$\epsilon_{sm} = 1.908 \times 10^{-3}$$

Obliczenie średniego , końcowego rozstawu rys

$$s_{rm}$$

średnica pręta w mm.

$$\phi := 12$$

współczynnik zależny od przyczepności prętów

$$k_1 := 0.8$$

dla prętów
żebrowanych
przy
zginaniu

współczynnik zależny od rozkładu
odkształceń rozciągających
efektywny stopień zbrojenia

$$k_2 := 0.5$$

$$\rho_r$$

wysokość strefy sciskanej
przekroju niezarysowanego.

$$s_b := \frac{M_{Sk}}{b_{pt} \cdot d_{pt}^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}}$$

$$\xi := \frac{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_b}}{0.8}$$

$$\xi = 0.115$$

$$\xi_{eff,lim} = 0.5$$

$$(2) \quad \frac{(h_{pt} - x_l)}{3} = 0.084 \text{ m}$$

$$A_{ct,eff} := 0.037 \text{ m} \cdot b_{pt}$$

$$A_{ct,eff} = 0.037 \text{ m}^2$$

$$A_{sXmax} = 1.132 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\rho_r := \frac{A_{sXmax}}{A_{ct,eff}}$$

$$\rho_r = 0.031$$

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

$$s_{rm} := 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} \quad s_{rm} = 89.223$$

współczynnik wyrażający stosunek
obliczeniowej szerokości rys do
szerokość średniej. $\beta := 1.3$

Obliczenie szerokości rys prostopadłych do osi elementu :

$$w_k := \beta \cdot s_{rm} \cdot mm \cdot \epsilon_{sm} \quad w_k = 0.221 \cdot mm$$

$$w_{limpt} := 0.3mm \quad \text{wartość graniczna dla 2 klasy środowiska}$$

$$w_k \leq w_{limpt} = 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys w kierunku Y:

Metodę uproszczoną można stosować dla elementów zginanych o przekroju
prostokątnym, zbrojonych stalą zbrojową, przy wartości stosunku :

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \quad \text{zawartym w przedziale } (0.85 - 0.95)$$

$$d_{pt} = 0.254 \text{ m}$$

$$h_{pt} = 0.28 \text{ m}$$

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} = 0.907$$

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \geq 0.85 = 1$$

$$\frac{d_{pt}}{h_{pt}} \leq 0.95 = 1$$

Warunki nie są sprawdzone, uproszczonej metody
nie można stosować.

Sprawdzenie szerokości rozwarcia rys prostopadłych do osi elementu.

Obliczenie średniego odkształcenia zbrojenia rozciąganego ϵ_{sm}

współczynnik zależny od
przyczepności prętów : $\beta_1 := 1.0$ dla prętów
gładkich.

współczynnik zależny od czasu
działania i powtarzalności obciążenia : $\beta_2 := 0.5$ dla obciążeń długotrwałych
lub wielokrotnie
powtarzalnych.

$$\text{uśredniony współczynnik bezpieczeństwa} \quad \gamma_{sk} := \frac{\gamma_{fg1} + \gamma_{fg2} + \gamma_{fg3}}{3} \quad \gamma_{sr} = 1.2$$

$$\text{moment zginający wywołany} \quad M_{Sk} := \frac{M_{Ymax}}{\gamma_{sr}} \quad M_{Sk} = 73.979 \cdot kNm$$

$$\text{moment rysujący} \quad M_{cr} := f_{ctm} \cdot \frac{b_{pt} \cdot h_{pt}^2}{6}$$

$$\rho_1 := \frac{A_{sYmax}}{b_{pt} \cdot d_{pt}}$$

$$\rho_1 = 2.224 \times 10^{-3} \quad M_{cr} = 24.89 \cdot kNm$$

$$\rho_1 \leq 0.005 = 1$$

wtedy :

$$\zeta_s := 0.85$$

$$\text{naprężenie w zbrojeniu rozciągany} \quad \sigma_s := \frac{M_{Sk}}{\zeta_s \cdot d_{pt} \cdot A_{sYmax}} \quad \sigma_s = 606.464 \cdot MPa$$

, obliczone dla przekroju przez rysę.

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M_{Sk}} \right)^2 \right] \quad \epsilon_{sm} = 2.861 \times 10^{-3}$$

Obliczenie średniego , końcowego rozstawu rys

s_{rm}

średnica pręta w mm. $\phi := 12$

współczynnik zależny od przyczepności prętów

$$k_1 := 0.8$$

dla prętów
żebrowanych
przy
zginaniu

współczynnik zależny od rozkładu
odkształceń rozciągających
efektywny stopień zbrojenia

$$k_2 := 0.5$$

ρ_r

wysokość strefy sciskanej
przekroju niezarysowanego.

$$s_b := \frac{M_{Sk}}{b_{pt} \cdot d_{pt}^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}}$$

$$\zeta := \frac{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_b}}{0.8} \quad \zeta = 0.087$$

$$\zeta_{eff,lim} = 0.5$$

$$(?) \frac{(h_{pt} - x_l)}{3} = 0.086 \text{ m}$$

$$A_{ct,eff} := 0.037 \text{ m} \cdot b_{pt} \quad A_{ct,eff} = 0.037 \text{ m}^2 \quad A_{sYmax} = 5.65 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho_r := \frac{A_{sYmax}}{A_{ct,eff}}$$

$$\rho_r = 0.015$$

$$s_{rm} := 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} \quad s_{rm} = 128.584$$

współczynnik wyrażający stosunek
obliczeniowej szerokości rys do
szerokości średniej.

$$\beta := 1.3$$

Obliczenie szerokości rys prostopadłych do osi elementu :

$$w_k := \beta \cdot s_{rm} \cdot \text{mm} \cdot \epsilon_{sm}$$

$$w_k = 0.478 \cdot \text{mm}$$

$$w_{limpt} := 0.3 \text{ mm}$$

wartość graniczna dla 2 klasy środowiska

$$w_k \leq w_{limpt} = 0$$

warunek spełniony

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

Sprawdzenie ugięć:

W kierunku X:

Sprawdzenie ugięć (str.85 , tab. 15 str. 86) .

$$\frac{A_{sxmax}}{b_{pt} \cdot d_{pt}} \cdot 100 = 0.446$$

obliczenie maksymalnego stosunku rozpiętości l_{eff} do wysokości

użytecznej d , przy której można nie sprawdzać ugięć :

$$\frac{l_{effpts}}{d_{pt}} = 49.606 \quad \sigma_s = 606.464 \cdot \text{MPa} \quad \frac{250\text{MPa}}{\sigma_s} \cdot 27.5 = 11.336$$

$$\frac{l_{effpts}}{d_{pt}} \leq 27 \cdot \frac{250\text{MPa}}{\sigma_s} = 0 \quad \text{warunek spełniony}$$

efektywny moment bezwładności :

$$I_{eff} := \frac{b_{pt} \cdot h_{pt}^3}{12} \quad I_{eff} = 1.829 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

obliczenie sztywności elementu :

$$B := E_{cm} \cdot I_{eff}$$

$$B = 5.031 \times 10^4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

obliczenie ugięcia płyty skrajnej :

$$M_{xmax} = 115.773 \cdot \text{kNm}$$

$$0.0781 \cdot q_0 \cdot l_{px}^2 = 149.24 \cdot \text{kNm}$$

$$0.100 q_0 \cdot l_{px}^2 = 220.608 \cdot \text{kNm}$$

$$\frac{20.862\text{kNm}}{1.2} = 17.385 \cdot \text{kNm}$$

$$\frac{32.688\text{kNm}}{1.2} = 27.24 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Sk} := 17.385\text{kNm} + 27.24\text{kNm}$$

$$M_{Sk} = 44.625 \cdot \text{kNm}$$

$$a_{pts} := \frac{5}{384} \cdot \frac{M_{Sk} \cdot l_{effpts}^2}{B}$$

$$a_{pts} = 0.183 \cdot \text{cm}$$

$$a_{pts} = 1.834 \cdot \text{mm}$$

wartosc graniczna ugięcia :

$$a_{lim} := \frac{l_{effpts}}{200}$$

$$a_{lim} = 6.3 \cdot \text{cm}$$

$$a_{lim} = 63 \cdot \text{mm}$$

$$a_{pts} \leq a_{lim} = 1$$

warunek spełniony .

KONSTRUKCJA PROJEKT WYKONAWCZY

W kierunku Y:

Sprawdzenie ugięć (str.85 , tab. 15 str. 86) .

$$\frac{A_s \gamma_{max}}{b_{pt} \cdot d_{pt}} \cdot 100 = 0.222$$

obliczenie maksymalnego stosunku rozpiętości l_{eff} do wysokości
użytecznej d , przy której można nie sprawdzać ugięć :

$$\frac{l_{effpts}}{d_{pt}} = 49.606 \quad \sigma_s = 606.464 \cdot \text{MPa} \quad \frac{250\text{MPa}}{\sigma_s} \cdot 27.5 = 11.336$$

$$\frac{l_{effpts}}{d_{pt}} \leq 27 \cdot \frac{250\text{MPa}}{\sigma_s} = 0 \quad \text{warunek spełniony}$$

efektywny moment bezwładności : $I_{eff} = \frac{b_{pt} \cdot h_{pt}^3}{12} \quad I_{eff} = 1.829 \times 10^{-3} \text{ m}^4$

obliczenie sztywności elementu : $B := E_{cm} \cdot I_{eff} \quad B = 5.031 \times 10^4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$

obliczenie ugięcia płyty skrajnej :

$$M_{Ymax} = 88.774 \cdot \text{kNm}$$

$$0.0781 \cdot q_0 \cdot l_{py}^2 = 198.802 \cdot \text{kNm} \quad 0.100 p_0 \cdot l_{py}^2 = 293.872 \cdot \text{kNm}$$

$$\frac{20.516\text{kNm}}{1.2} = 17.097 \cdot \text{kNm} \quad \frac{32.145\text{kNm}}{1.2} = 26.788 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Sk} = 17.097\text{kNm} + 26.788\text{kNm} \quad M_{Sk} = 43.885 \cdot \text{kNm}$$

$$a_{pts} = \frac{5}{384} \cdot \frac{M_{Sk} \cdot l_{effpts}^2}{B} \quad a_{pts} = 0.18 \cdot \text{cm} \quad a_{pts} = 1.803 \cdot \text{mm}$$

wartosc graniczna ugięcia : $a_{lim} = \frac{l_{effpts}}{200} \quad a_{lim} = 6.3 \cdot \text{cm} \quad a_{lim} = 63 \cdot \text{mm}$

$$a_{pts} \leq a_{lim} = 1 \quad \text{warunek spełniony .}$$

Wniosek

Z powyższych obliczeń wynika iż projektowane ziemny i wzrost obciążenia stałego nie wpłyną negatywnie na istniejącą konstrukcję płyty stropowej nad kondygnacją -1 oraz nie ma konieczności wykonywacie wzmocnień stropu w rejonie części biblioteki.

Czerwiec 2017

mgr inż. Magdalena Adamczyk
MAP / 2087 /PWOK/09