

5. Opis konstrukcji stropu

Analizowany strop jest trójprzęsłową konstrukcją gęstożebrową typu Ackermana o długości przęseł 4,40 m. Układ nośny jest podłużny i stanowią go dwie ściany zewnętrzne oraz dwie ramy sześcioprzęsłowe zrealizowane w monolitycznym żelbecie. Długość przęseł ram wynosi 6,40 m. Ściany zewnętrzne podłużne są także szkieletowe z wypełnieniem murowanym z cegły dziurawki o grubości 38 cm.

Na podstawie wykonanych odkrywek i analizy dostępnych materiałów ustalono co następuje :

- strop Ackermana wykonany jest z pustaków o wysokości 22 cm, a całkowita jego wysokość wynosi 25 cm,
- w skrajnych przęsłach (odkrywki wykonano pod pomieszczeniem tomografu) w żeberkach stropu odkryto pręty żebrowane (z brodawkami) o średnicy 11,7 na przemian z 13,3 mm,
- odległość środka prętów od spodu pustaka ustalono na wartość około 5 cm,
- na podstawie dokumentu 4.3. przyjęto, że co drugi pręt przęsła skrajnych stropu jest odgięty nad podpory wewnętrzne,
- rygle ram podłużnych wewnętrznych mają przekrój prostokątny o wymiarach 65 x 40 cm,
- w przęsle skrajnym podciagu ramy wewnętrznej stwierdzono występowanie 6 # 20 (żebrowane - z brodawkami), w projekcie przewidywano w tym miejscu 5 prętów gładkich o średnicy 22 mm.

6. Analiza statyczno-wytrzymałościowa

Szczegółowe obliczenia statyczno-wytrzymałościowe zawarto w Załączniku nr 2. Dokonano analizy dwóch elementów konstrukcji fragmentu stropu nad parterem w pomieszczeniu Oddziału I.O.M.:

- ⇒ belek stropu,
- ⇒ skrajnego przęsła podciagu.

6.1. Belki stropu

Obliczenia sprawdzające nośność belek stropu przeprowadzono przy następujących założeniach :

- ⇒ warstwy na stropie przyjęto na podstawie pomiaru dokonanego w pomieszczeniu w którym zlokalizowany jest tomograf,

⇒ ciężar tomografu i wielkość podstawy przyjęto na podstawie
dostarczonych przez Zamawiającego danych technicznych,

⇒ ustawienie tomografu na stropie przyjęto na podstawie
dostarczonego przez Zamawiającego schematu.

Obliczenia przeprowadzono dla dwóch typów tomografów

Założono schemat statyczny belki częściowo zamocowanej
(dok. nr 4.1). Analizę nośności belek przeprowadzono przyjmując
uśredniony przekrój zbrojenia oraz dwie możliwe do przyjęcia klasy betonu
B15 i B20.

Stosunek momentu zginającego do nośności belki stropu zestawiono w
tablicy 5.1

tablica 5.1

Belka	B15		B20		B15		B20	
	przęsło	podpora	przęsło	podpora	przęsło	podpora	przęsło	podpora
I	0.95	0.91	0.94	0.88	0.84	0.82	0.83	0.79
II	1.03	0.96	1.02	0.93	1.04	0.97	1.03	0.94
III	0.99	0.94	0.98	0.90	1.01	0.95	1.00	0.92
IV	0.91	0.90	0.90	0.87	0.92	0.90	0.91	0.87
V	0.85	0.87	0.85	0.84	0.76	0.77	0.75	0.74
VI	0.75	0.77	0.74	0.75	0.72	0.75	0.71	0.72
VII	0.72	0.77	0.71	0.74	0.71	0.76	0.70	0.73
VIII	0.65	0.69	0.64	0.66	0.67	0.73	0.67	0.70

Analizę ugięć przeprowadzono dla najbardziej obciążonej belki stropu
- belka nr II Obliczone ugięcie maksymalne
analizowanej belki wynosi $f=1,68$ cm przy dopuszczalnym ugięciu $f_{dop}=2,12$
cm. Przyrost ugięcia spowodowany ciężarem tomografu wynosi $\Delta f=0,52$ cm.

6.2. Skrajne przęsło podciagu

Schemat statyczny podciagu przyjęto jako belkę siedmioprzęsłową na
podstawie dok.4.1. Podciąg obciążono reakcjami od częściowo
zamocowanych belek stropowych. Analizę nośności przekrojów
przęsłowego i podporowego przeprowadzono przyjmując przekrój zbrojenia

na podstawie odkrywki (prześło) i dok.4.1 (prześło i podpora) oraz klasę betonu B15.

Stosunek momentu zginającego do nośności przekroju zestawiono w tablicy 6.2

tablica 6.2

Przekrój		
Prześło (odkrywka)	0.68	0.67
Prześło (dokumentacja)	0.94	0.93
Podpora (dokumentacja)	1.01	1.01

Nośność przekrojów podporowych na ścinanie sprawdzono przyjmując rozstaw strzemion i ilość prętów odgiętych na podstawie dok.4.1. Zarówno dla podpory skrajnej i wewnętrznej występuje nadwyżka nośności odpowiednio 17% i 25%.

7. Wnioski i zalecenia

W wyniku przeprowadzonych badań konstrukcji oraz analizy udostępnionej dokumentacji można stwierdzić, że - strop parteru pod pomieszczeniem pracowni tomografowej (z uwzględnieniem obciążeń od tomografów typu usytuowanych zgodnie ze schematami w Załączniku nr 2) spełnia wymagania nośności na zginanie zarówno w odniesieniu co do stropu Ackermana, jak również rygla ramy w osi „b”.

Brak jest jednak szczegółowych informacji na temat wykonstruowania zbrojenia poprzecznego w strefach przypodporowych w ryglu ramy wewnętrznej w osi „b”. Ilość zbrojenia poprzecznego podana w obliczeniach statycznych (dok.4.1.) zabezpiecza strefy przypodporowe z pewnym zapasem, co jednak nie wyklucza wystąpienia stref niedozbrojonych na ścinanie.

Dociążenie stropu tomografem spowoduje przyrost strzałki ugięcia o około 5 mm. Może to być powodem niezachowania warunków określonych przez dostawcę urządzenia odnośnie zachowania poziomu podłogi w zakresie 1/1000. Idealnie wypoziomowana podłoga przed ustawieniem tomografu zostanie zdeformowana z chwilą wprowadzenia urządzenia na strop.

Biorąc powyższe fakty pod uwagę zaleca się co następuje :

- 9
- V
- w przypadku braku dokumentacji rysunkowej rygla ramy w osi „b”, kierując się ostrożnością, należy wzmocnić strefę przypodporową dodatkowym zbrojeniem poprzecznym;
 - wziąć pod uwagę kłopoty związane z zachowaniem poziomu podłogi w zakresie wymaganym przez dostawcę tomografu (może wymóg poziomowości podłogi nie jest tak istotny przy urządzeniach innych firm, lub też mają możliwość rektyfikacji po ustawieniu na stropie).

RZECZOSZNAWCA BUDOWLANY


dr inż. Tadeusz Urban

mgr inż. Marek SITNICKI
uprawnienia budowlane
projektowo-wykonawcze
nr 392/89/WŁ

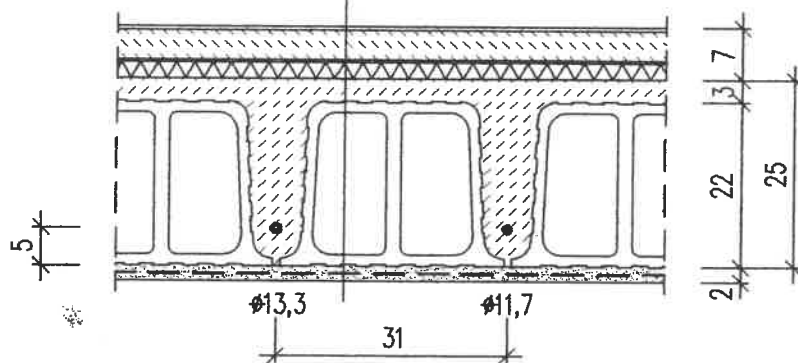
ZAŁĄCZNIK NR 1
RYSUNKI

Architectural floor plan of a room with the following dimensions and details:

- Overall Dimensions:** 640 (width) x 440 (depth).
- Room Dimensions:** 598 (width) x 352 (depth).
- Room Label:** pomieszczenie Oddziału I.O.M. (Room of the I.O.M. Department).
- Room Number:** Hp = 313.
- Structural Details:**
 - 40x40 (top-left corner)
 - 32x40 (bottom-left corner)
 - 40x32 (bottom-right corner)
 - 38x32 (top-right corner)
- Other Labels:**
 - odkrywka podcięgu (cutout cover)
 - odkrywka stropu (ceiling cover)
- Dimensions and Spacing:**
 - 18, 69, 48, 46 (left side offsets)
 - 177 (left side offset from wall)
 - 58, 100, 58, 100, 58, 100 (top side offsets)
 - 95, 206(84) (top side offsets)

Strop nad parterem w pomieszczeniu Oddziału I.O.M. 1:10

terrakota	1.0
wylewka	4.0
papa	
plyta pilśniowa	2.5
strop Akermana'a	25.0
tynek cementowo-wapienny na siatce	2.0



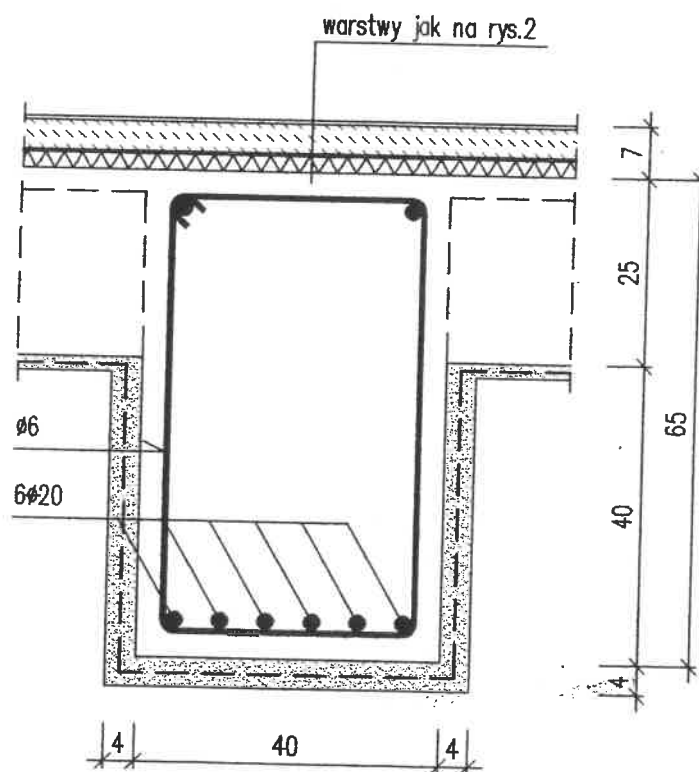
Stal $\varnothing$ 18G2

Nr rys.

2

✓

Podciąg w stropie nad parterem
w pomieszczeniu Oddziału I.O.M. 1:10



Stal Ø 18G2
Ø St0S

Nr rys.

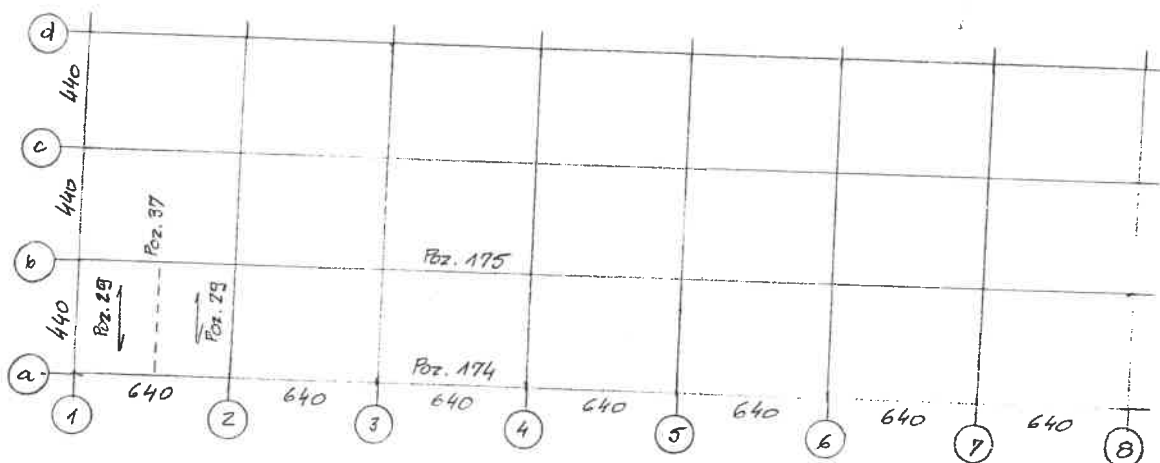
3

ZAŁĄCZNIK NR 2
OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

1

OBLICZENIA STATYCZNE
STROPU NA PARTEREM W.S.Z. PIOTRKOW
SEGMENT A

* SCHEMAT STROPU



1. STROP GĘSTOZEBROWY AKERMAN (pusztak 22 cm, płyta 3 cm)

* OBLIĄZENIA

a) stałe

- terrakota [0,01 · 21,0]	$0,21 \times 1,2 = 0,25 \text{ kN/m}^2$
- gładź [0,04 · 21,0]	$0,84 \times 1,3 = 1,09 \text{ --}$
- papa	$0,05 \times 1,2 = 0,06 \text{ --}$
- p. pilśni. por [0,025 · 5,5]	$0,14 \times 1,2 = 0,17 \text{ --}$
- strop AKERMANA	$3,15 \times 1,1 = 3,47 \text{ --}$
- tynk na siatce [0,02 · 22,0]	$0,44 \times 1,3 = 0,57 \text{ --}$

4,83 5,61

b) zmienne

- obc. użytkowe (1,00)	$2,00 \times 1,4 = 2,80 \text{ kN/m}^2$
------------------------	---

c) aparatura

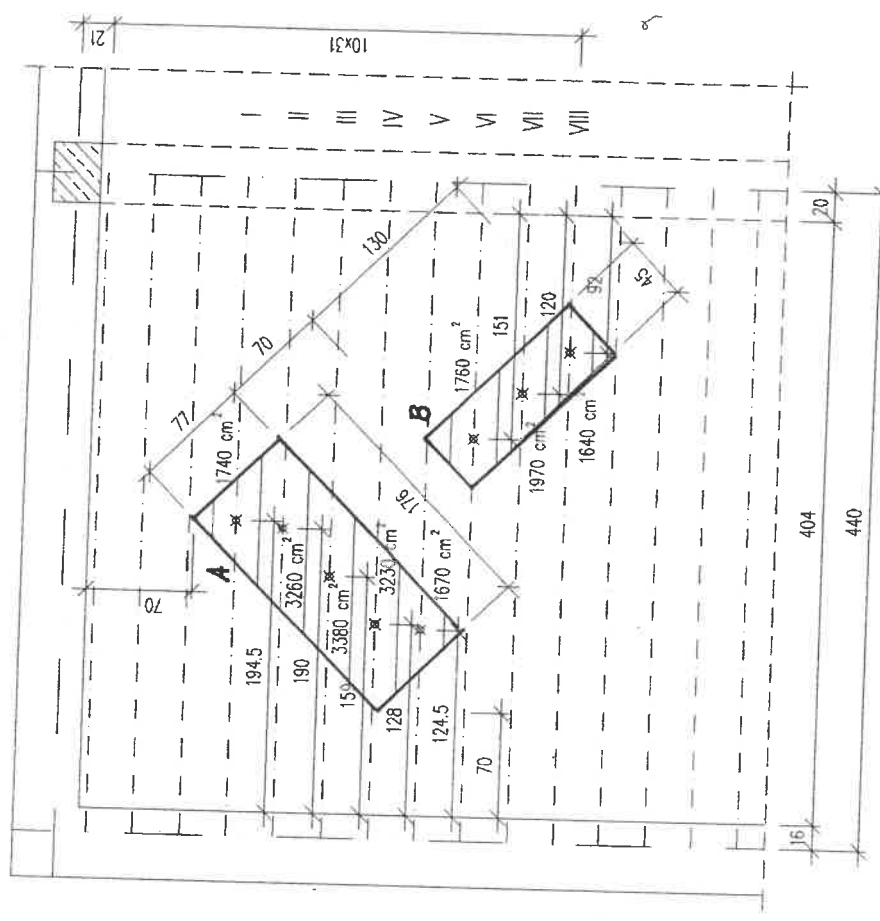
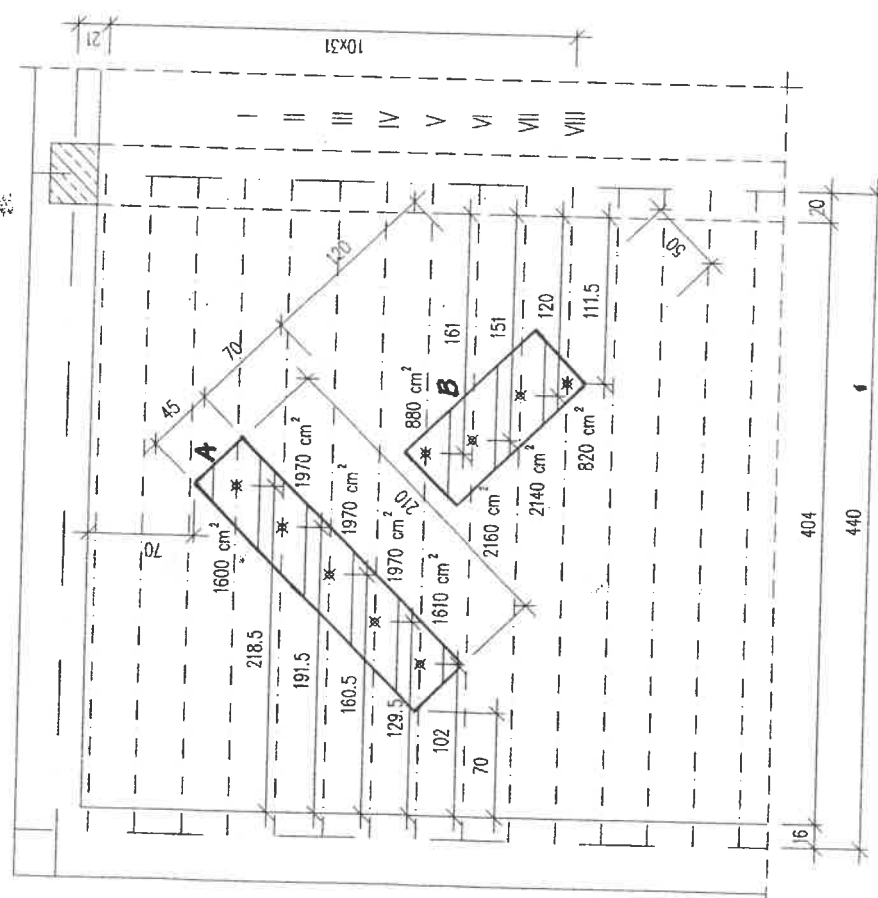
tomograf

- część A $\left[\frac{14,70}{2,10 \cdot 0,45} \right]$	$15,56 \times 1,2 = 18,67 \text{ kN/m}^2$
- część B $\left[\frac{3,40}{1,20 \cdot 0,50} \right]$	$5,67 \times 1,2 = 6,80 \text{ --}$

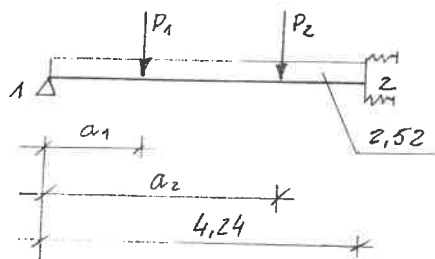
tomograf

- część A $\left[\frac{13,00}{1,76 \cdot 0,77} \right]$	$9,59 \times 1,2 = 11,51 \text{ kN/m}^2$
- część B $\left[\frac{3,30}{1,30 \cdot 0,45} \right]$	$5,64 \times 1,2 = 6,77 \text{ --}$

* SCHEMATY USTAWIENIA TOMOGRAFÓW



* SCHEMAT STATYCZNY I SIŁY WEWNĘTRZNE



$$l_0 = 1,05 : 4,04 = 4,24$$

$$q = (5,61 + 0,9 \cdot 2,80) \cdot 0,31 = 2,52 \text{ kN/m}$$

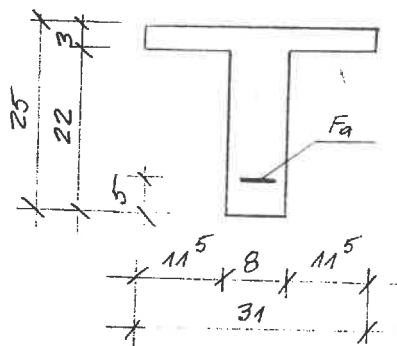
TABL. 1.1

Belka	a1	a2	P1	P2	M12(w)	0.80 M12(w)	M2(z)	0.75 M2(z)	R1(cz)	R2(cz)	R2(cz, st)	R2(cz, skup)
	[m]		[kN]		[kNm]		[kNm]					
I	2.195	-	2.99	-	8.82	7.06	- 8.07	- 6.05	5.36	8.32	6.01	2.31
II	2.015	-	3.68	-	9.54	7.63	- 8.53	- 6.40	5.76	8.60	6.01	2.59
III	1.705	-	3.68	-	9.20	7.36	- 8.29	- 6.22	6.08	8.29	6.01	2.28
IV	1.395	-	3.68	-	8.45	6.76	- 7.95	- 5.96	6.41	7.95	6.01	1.94
V	1.120	2.530	3.01	0.60	7.92	6.34	- 7.72	- 5.79	6.43	7.86	6.01	1.85
VI	-	2.630	-	1.47	6.91	5.53	- 6.85	- 5.14	4.69	7.47	6.01	1.46
VII	-	2.940	-	1.46	6.65	5.32	- 6.78	- 5.09	4.59	7.56	6.01	1.55
VIII	-	3.025	-	0.56	6.00	4.80	- 6.08	- 4.56	4.43	6.82	6.01	0.81

TABL. 1.2

Belka	a1	a2	P1	P2	M12(w)	0.80 M12(w)	M2(z)	0.75 M2(z)	R1(cz)	R2(cz)	R2(cz, st)	R2(cz, skup)
	[m]		[kN]		[kNm]		[kNm]					
I	2.045	-	2.00	-	7.77	6.22	- 7.23	- 5.42	5.10	7.59	6.01	1.58
II	2.000	-	3.75	-	9.61	7.69	- 8.58	- 6.44	5.80	8.63	6.01	2.62
III	1.690	-	3.89	-	9.38	7.50	- 8.43	- 6.32	6.19	8.38	6.01	2.37
IV	1.380	-	3.72	-	8.52	6.82	- 7.96	- 5.97	6.44	7.96	6.01	1.95
V	1.345	-	1.92	-	7.03	5.62	- 6.82	- 5.12	5.45	7.16	6.01	1.15
VI	-	2.630	-	1.19	6.66	5.33	- 6.63	- 4.97	4.62	7.25	6.01	1.24
VII	-	2.940	-	1.33	6.55	5.24	- 6.68	- 5.01	4.57	7.45	6.01	1.44
VIII	-	3.220	-	1.11	6.24	4.99	- 6.42	- 4.82	4.47	7.32	6.01	1.31

* NOŚNOŚĆ POJEDYŃCZEGO ZEBRA STROPU - ZGINANIE



$$h_0 = 20 \text{ cm}$$

$$\phi_1 = 11,7 \text{ mm}$$

$$\phi_2 = 13,3 \text{ mm}$$

$$F_{a, r} = 1,24 \text{ cm}^2$$

a) beton B15, stal 1862 (przęsło)

$$R_b = 8,7 \text{ MPa}, R_a = 310 \text{ MPa}$$

$$x = \frac{310 \cdot 1,24}{8,7 \cdot 31} = 1,4 \text{ cm}$$

$$M_N = 310 \cdot 1,24 \left(0,20 - \frac{0,014}{2} \right) \cdot 10^{-1} = \underline{\underline{7,42 \text{ kNm}}}$$

b) beton B20, stal 1862 (przęsło)

$$R_b = 11,5 \text{ MPa}, R_a = 310 \text{ MPa}$$

$$x = \frac{310 \cdot 1,24}{11,5 \cdot 31} = 1,1 \text{ cm}$$

$$M_N = 310 \cdot 1,24 \left(0,20 - \frac{0,011}{2} \right) \cdot 10^{-1} = \underline{\underline{7,48 \text{ kNm}}}$$

c) beton B15, stal 1862 (podpora)

$$R_b = 8,7 \text{ MPa}, R_a = 310 \text{ MPa}$$

$$x = \frac{310 \cdot 1,24}{8,7 \cdot 8} = 5,5 \text{ cm}$$

$$M_N = 310 \cdot 1,24 \left(0,20 - \frac{0,055}{2} \right) \cdot 10^{-1} = \underline{\underline{6,63 \text{ kNm}}}$$

d) beton B20, stal 1862 (podpora)

$$R_b = 11,5 \text{ MPa}, R_a = 310 \text{ MPa}$$

$$x = \frac{310 \cdot 1,24}{11,5 \cdot 8} = 4,2 \text{ cm}$$

$$M_N = 310 \cdot 1,24 \left(0,20 - \frac{0,042}{2} \right) \cdot 10^{-1} = \underline{\underline{6,88 \text{ kNm}}}$$

STOSUNEK SIŁY WEWNĘTRZNEJ DO NOŚNOŚCI BELKI $\frac{M}{M_N}$

TABL. 1.3

Belka	B15		B20		B15		B20	
	przęsło	podpora	przęsło	podpora	przęsło	podpora	przęsło	podpora
I	0.95	0.91	0.94	0.88	0.84	0.82	0.83	0.79
II	1.03	0.96	1.02	0.93	1.04	0.97	1.03	0.94
III	0.99	0.94	0.98	0.90	1.01	0.95	1.00	0.92
IV	0.91	0.90	0.90	0.87	0.92	0.90	0.91	0.87
V	0.85	0.87	0.85	0.84	0.76	0.77	0.75	0.74
VI	0.75	0.77	0.74	0.75	0.72	0.75	0.71	0.72
VII	0.72	0.77	0.71	0.74	0.71	0.76	0.70	0.73
VIII	0.65	0.69	0.64	0.66	0.67	0.73	0.67	0.70

* NOŚNOŚĆ POJEDYŃCZEGO ŻEBRA STROPU - ŚCINANIE

a) beton B15 $R_{bz} = 0,75 \text{ MPa}$

$$Q_{\min} = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 10^3 \cdot 0,08 \cdot 0,20 = \underline{9,00 \text{ kN}}$$

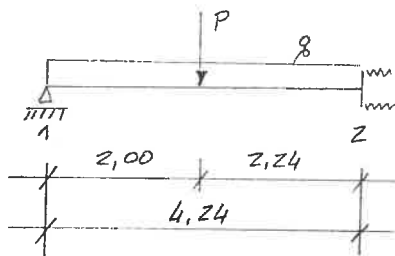
b) beton B20 $R_{bz} = 0,90 \text{ MPa}$

$$Q_{\min} = 0,75 \cdot 0,90 \cdot 10^3 \cdot 0,08 \cdot 0,20 = \underline{10,80 \text{ kN}}$$

Nośność belki jest większa od maksymalnej realizacji z tabl. 1.1 i 1.2

* UGIĘCIA POJEDYŃCZEGO ŻEBRA STROPU

Do analizy wybrano najbardziej obciążone zebro stropu - belka nr II z tabl. 1.2



$$q = (5,61 + 0,9 \cdot 2,80) \cdot 0,31 = 2,52 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_k = (4,83 + 2,00) \cdot 0,31 = 2,12 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kd} = (4,83 + 1,00) \cdot 0,31 = 1,81 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P = 3,75 \text{ kN}$$

$$P_k = 3,13 \text{ kN}$$

-) belka wolnooparcia

$$M_{12} = 9,607 \text{ kNm}$$

$$M_{12k} = 8,056 \text{ kNm}$$

$$M_{12kd} = 7,362 \text{ kNm}$$

-) belka jednostronnie zamocowana

$$M_2 = -8,579 \text{ kNm}$$

$$M_{2k} = -7,198 \text{ kNm}$$

$$M_{2kd} = -6,501 \text{ kNm}$$

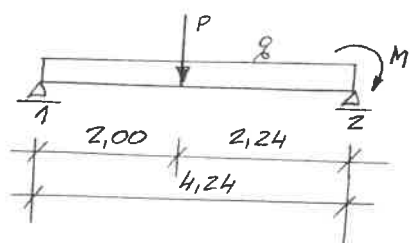
-) moment przęsłowy przy częściowym zamocowaniu

$$M_{12}^{(cz)} = 0,80 \cdot 9,607 = 7,686 \text{ kNm}$$

$$M_{12k}^{(cz)} = 0,80 \cdot 8,056 = 6,445 \text{ kNm}$$

$$M_{12kd}^{(cz)} = 0,80 \cdot 7,362 = 5,890 \text{ kNm}$$

- określenie współczynnika α_k
zastępczy schemat statyczny (obc. charakterystyczne)



$$P = 3,13 \text{ kN}$$

$$q = 2,12 \text{ kN/m}$$

$$M_2 = 0,75 \cdot 7,198 = 5,399 \text{ kNm}$$

$$E = 23,1 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{\max} = 5,509 \text{ kNm}$$

$$J_x = 16676 \text{ cm}^4$$

$$f_{\max} = 2,053 \text{ mm} - \text{wgicie sprężyste}$$

$$f = \frac{5}{48} \alpha_k \frac{M_{\max} \cdot l_0^2}{EJ} \rightarrow \alpha_k = \frac{48 EJ \cdot f}{5 \cdot M_{\max} \cdot l_0^2}$$

$$\alpha_k = \frac{48 \cdot 23,1 \cdot 10^6 \cdot 16676 \cdot 10^{-8} \cdot 2,053 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 5,509 \cdot 4,24^2} = 0,767$$

- obliczenie wgięć belki (beton B15)

$$\delta_1 = \frac{(0,31 - 0,08) \cdot 0,03}{0,08 \cdot 0,25} = 0,345 ; \delta_2 = 0$$

$$n = \frac{210\,000}{23\,100} = 9,09$$

$$\text{pręt } 18G2 \quad F_{a, sr} = 1,24 \text{ cm}^2$$

$$W_{fp} = \left[0,292 + \frac{1,5 \cdot 9,09 \cdot 1,24 \cdot 10^{-4}}{0,08 \cdot 0,25} + 0,15 \cdot 0,345 \right] \cdot 0,08 \cdot 0,25^2$$

$$W_{fp} = 0,002141 \text{ m}^3$$

$$\alpha = 1 + \frac{0,001 \cdot 8 \cdot 20}{1,24} = 1,129$$

$$M_{fp} = 1,13 \cdot 10^3 \cdot 0,002141 = 2,419 \text{ kNm}$$

$$\alpha M_{fp} = 1,129 \cdot 2,419 = 2,731 \text{ kNm} < M_{12k}^{(c2)} = 6,445 \text{ kNm}$$

↓
faza II

$$L = \frac{6,445}{11,3 \cdot 10^3 \cdot 0,08 \cdot 0,20^2} = 0,178$$

$$L_d = \frac{5,890}{11,3 \cdot 10^3 \cdot 0,08 \cdot 0,20^2} = 0,163$$

$$\gamma_b' = \frac{(0,31 - 0,08) \cdot 0,03}{0,08 \cdot 0,20} = 0,431$$

$$\mu_g = \frac{1,24}{8 \cdot 20} = 0,0078$$

$$G = 0,431 \left(1 - \frac{0,03}{2 \cdot 0,20} \right) = 0,399$$

$$\gamma_t = \frac{10 \cdot 0,0078 \cdot 9,09}{1 + 18 \cdot 0,0078 \cdot 9,09 + 5(0,178 + 0,399)} = 0,137$$

$$\gamma_{td} = \frac{10 \cdot 0,0078 \cdot 9,09}{1 + 18 \cdot 0,0078 \cdot 9,09 + 5(0,163 + 0,399)} = 0,139$$

$$z = 0,20 - \frac{0,431 \cdot 0,03 + 0,137^2 \cdot 0,20}{2 \cdot (0,431 + 0,137)} = 0,185 \text{ m}$$

$$z_d = 0,20 - \frac{0,431 \cdot 0,03 + 0,139^2 \cdot 0,20}{2 \cdot (0,431 + 0,139)} = 0,185 \text{ m}$$

$$F_{bc} = 0,08 \cdot 0,20 (0,431 + 0,137) = 0,009088 = 90,88 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$F_{bcd} = 0,08 \cdot 0,20 (0,431 + 0,139) = 0,009120 = 91,20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\psi_{dd} = 1,3 - 0,8 \frac{2,419}{5,890} = 0,971$$

$$\psi_{ck} = 1,3 - 1,1 \frac{2,419}{6,445} = 0,887$$

$$\psi_{dk} = 1,3 - 1,1 \frac{2,419}{5,890} = 0,848$$

$$B_{ck} = \frac{0,185 \cdot 0,20}{\frac{0,887}{210 \cdot 10^6 \cdot 1,24 \cdot 10^{-4}} + \frac{1,80}{23,1 \cdot 10^6 \cdot 90,88 \cdot 10^{-4}}} = 867,788 \text{ kNm}^2$$

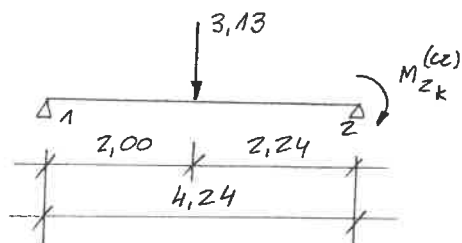
$$B_{dk} = \frac{0,185 \cdot 0,20}{\frac{0,848}{210 \cdot 10^6 \cdot 1,24 \cdot 10^{-4}} + \frac{1,80}{23,1 \cdot 10^6 \cdot 91,20 \cdot 10^{-4}}} = 900,038 \text{ kNm}^2$$

$$B_{dd} = \frac{0,185 \cdot 0,20}{\frac{0,971}{210 \cdot 10^6 \cdot 1,24 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,90}{0,14 \cdot 23,1 \cdot 10^6 \cdot 91,20 \cdot 10^{-4}}} = 545,695 \text{ kNm}^2$$

$$f = \frac{5 \cdot 0,767 \cdot 4,24^2}{48} \left(\frac{6,445}{867,788} - \frac{5,890}{900,038} + \frac{5,890}{545,695} \right) \cdot 100$$

$$f = 1,68 \text{ cm} < f_{dgo} = \frac{424}{200} = 2,12 \text{ cm}$$

-) przyrost ugięcia w fazie II (zarysowany przekrój)
od nitu skrajonej (od tomografu)



$$M_{\max} = 2,152 \text{ kNm}$$

$$E = 23,1 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$$

$$J_x = 16676 \text{ cm}^4$$

$$k = kd$$

$$M_{12k}^{(cz)} = 0,80 \cdot 3,297 = 2,638 \text{ kNm}$$

$$M_{2k}^{(cz)} = 0,75 \cdot 2,426 = 1,820 \text{ kNm}$$

$$\rightarrow f = 0,591 \text{ mm (ugięcie przysięte)}$$

$$\alpha_k = \frac{48 \cdot 23,1 \cdot 10^6 \cdot 16676 \cdot 10^{-8} \cdot 0,591 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 2,152 \cdot 4,24^2} = 0,565$$

$$\Delta f = \frac{5 \cdot 0,565 \cdot 4,24^2}{48} \left(\frac{2,638}{867,788} - \frac{2,638}{900,038} + \frac{2,638}{545,695} \right) \cdot 100$$

$$\Delta f = 0,52 \text{ cm}$$

2. PODCIĄG (Roz. 175 - dokumentacja)

* OBCIĄŻENIA

a) stałe

- jak w pkt. 1

$$4,83 \times \bar{y}_L = 5,61 \text{ kN/m}^2$$

- c.w. podciagu [0,40 · 0,65 · 25,0]

$$6,50 \times 1,1 = 7,15 \text{ kN/m}$$

- tynk [3 · 0,40 · 0,04 · 19,0]

$$0,91 \times 1,3 = 1,19 \text{ --}$$

$$7,41$$

$$8,34$$

b) zmienne

- obc. użytkowe sole

$$2,00 \times 1,4 = 2,80 \text{ kN/m}$$

- obc. użytkowe krytarz

$$2,00 \times 1,4 = 2,80 \text{ kN/m}$$

- ścianka [0,12 · 3,20 · 14,0]

$$5,38 \times 1,1 = 5,91 \text{ kN/m}$$

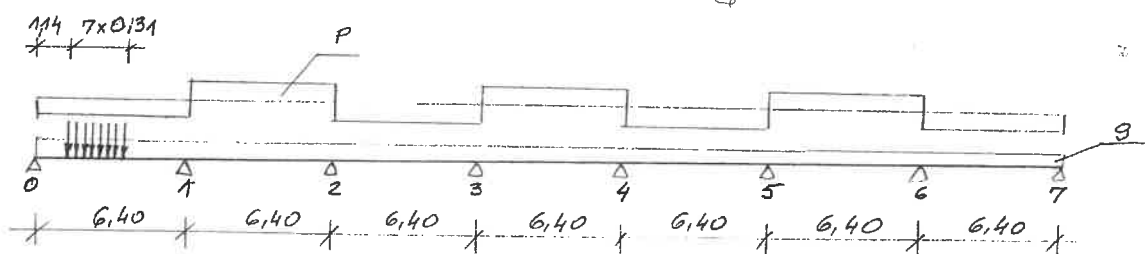
- tynk [0,03 · 3,20 · 19,0]

$$1,82 \times 1,3 = 2,37 \text{ --}$$

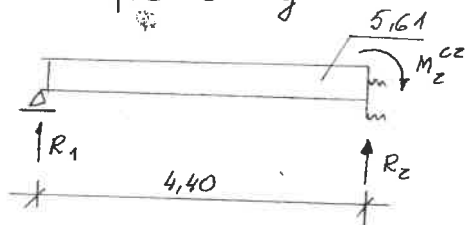
$$7,20$$

$$8,28$$

* SCHEMAT STATYCZNY I SIŁY WEWNĘTRZNE



-) obciążenie g



$$M_z^{(cz)} = \frac{-1}{16} \cdot 5,61 \cdot 4,40^2 = -6,79 \text{ kNm/m}$$

$$R_2 = \frac{1}{4,40} \left(0,5 \cdot 4,40^2 \cdot 5,61 + 6,79 \right) = 13,89 \text{ k}$$

$$g = 13,89 + 0,5 \cdot 4,40 \cdot 5,61 + 8,34 + 8,28 = 42,85 \text{ kN/m}$$

-) obciążenie p (schemat j.w.)

$$M_z^{(cz)} = \frac{-1}{16} \cdot 2,80 \cdot 4,40^2 = -3,39 \text{ kNm/m}$$

$$R_2 = \frac{1}{4,40} \left(0,5 \cdot 4,40^2 \cdot 2,80 + 3,39 \right) = 6,93 \text{ kN/m}$$

$$p = 6,93 + 0,5 \cdot 4,40 \cdot 2,80 = 13,09 \text{ kN/m}$$

-) siły skupione od tomografu
wg tabl. 1.1 i 1.2 - R_z (cz. skup)

- Obciążenie

Reakcje podporowe [kN]	Siła poprzeczna [kN]	Siła poprzeczna [kN]	Momenty podporowe kNm
$R[0] = 154.614$	$Q1[1] = -223.804$	$Qp[0] = 154.614$	$M[1] = -256.613$
$R[1] = 420.215$	$Q1[2] = -176.239$	$Qp[1] = 196.411$	$M[2] = -193.354$
$R[2] = 360.277$	$Q1[3] = -189.260$	$Qp[2] = 184.038$	$M[3] = -210.156$
$R[3] = 376.030$	$Q1[4] = -186.571$	$Qp[3] = 186.770$	$M[4] = -209.521$
$R[4] = 375.434$	$Q1[5] = -184.435$	$Qp[4] = 188.863$	$M[5] = -195.259$
$R[5] = 362.063$	$Q1[6] = -195.022$	$Qp[5] = 177.629$	$M[6] = -249.628$
$R[6] = 413.034$	$Q1[7] = -145.616$	$Qp[6] = 218.012$	
$R[7] = 145.616$			

Momenty przesłowe maksymalne [kNm]

max $M[0-1] = 203.247$	$x = 2.567$ m
max $M[1-2] = 99.581$	$x = 9.787$ m
max $M[2-3] = 123.305$	$x = 15.956$ m
max $M[3-4] = 115.253$	$x = 22.401$ m
max $M[4-5] = 122.653$	$x = 28.843$ m
max $M[5-6] = 101.883$	$x = 35.040$ m
max $M[6-7] = 189.524$	$x = 42.202$ m

Momenty przesłowe minimalne [kNm]

min $M[0-1] = 139.641$	$x = 2.379$ m
min $M[1-2] = 32.849$	$x = 9.844$ m
min $M[2-3] = 56.285$	$x = 15.910$ m
min $M[3-4] = 48.232$	$x = 22.408$ m
min $M[4-5] = 55.645$	$x = 28.854$ m
min $M[5-6] = 35.078$	$x = 34.992$ m
min $M[6-7] = 125.547$	$x = 42.386$ m

- Obciążenie

Reakcje podporowe [kN]	Siła poprzeczna [kN]	Siła poprzeczna [kN]	Momenty podporowe kNm
$R[0] = 153.791$	$Q1[1] = -223.497$	$Qp[0] = 153.791$	$M[1] = -256.193$
$R[1] = 419.825$	$Q1[2] = -176.323$	$Qp[1] = 196.328$	$M[2] = -193.466$
$R[2] = 360.383$	$Q1[3] = -189.238$	$Qp[2] = 184.060$	$M[3] = -210.126$
$R[3] = 376.001$	$Q1[4] = -186.577$	$Qp[3] = 186.764$	$M[4] = -209.529$
$R[4] = 375.442$	$Q1[5] = -184.433$	$Qp[4] = 188.865$	$M[5] = -195.257$
$R[5] = 362.061$	$Q1[6] = -195.022$	$Qp[5] = 177.628$	$M[6] = -249.628$
$R[6] = 413.034$	$Q1[7] = -145.616$	$Qp[6] = 218.012$	
$R[7] = 145.616$			

Momenty przesłowe maksymalne [kNm]

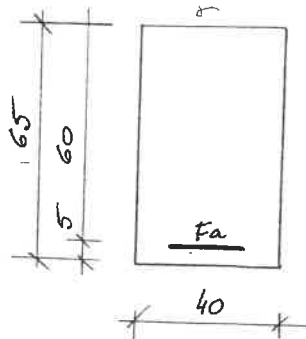
max $M[0-1] = 202.198$	$x = 2.580$ m
max $M[1-2] = 99.719$	$x = 9.787$ m
max $M[2-3] = 123.263$	$x = 15.954$ m
max $M[3-4] = 115.264$	$x = 22.401$ m
max $M[4-5] = 122.650$	$x = 28.843$ m
max $M[5-6] = 101.884$	$x = 35.040$ m
max $M[6-7] = 189.523$	$x = 42.202$ m

Momenty przesłowe minimalne [kNm]

min $M[0-1] = 138.500$	$x = 2.390$ m
min $M[1-2] = 32.983$	$x = 9.844$ m
min $M[2-3] = 56.260$	$x = 15.945$ m
min $M[3-4] = 48.244$	$x = 22.408$ m
min $M[4-5] = 55.642$	$x = 28.854$ m
min $M[5-6] = 35.079$	$x = 34.992$ m
min $M[6-7] = 125.547$	$x = 42.386$ m

* NOŚNOŚĆ PODCIĄGU - ZGINANIE

a) przęśło 0÷1 (odkrytyka 6 Φ 20 1B62) beton B15
 $F_a = 18,8 \text{ cm}^2$



$$x = \frac{310 \cdot 18,8}{8,7 \cdot 40} = 16,7 \text{ cm}$$

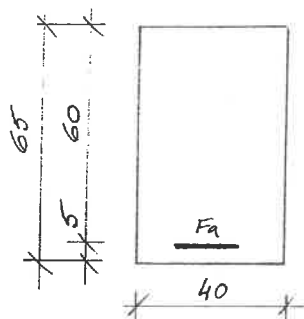
$$M_N = 310 \cdot 18,8 \left(0,60 - \frac{0,167}{2} \right) \cdot 10^{-1} = \underline{\underline{301,0 \text{ kN}}}$$

b) przęsło 0÷1 (projekt $5\phi 22$, A-I) beton B15

$$F_a = 19,0 \text{ cm}^2$$

$$x = \frac{210 \cdot 19,0}{8,7 \cdot 40} = 11,5 \text{ cm}$$

$$M_N = 210 \cdot 19,0 \left(0,60 - \frac{0,115}{2} \right) \cdot 10^{-1} = \underline{\underline{216,4 \text{ kNm}}}$$

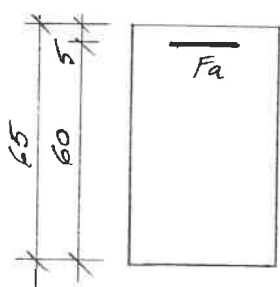


c) podpora 1 (projekt $3\phi 18 + 4\phi 22$, A-I) beton B15

$$F_a = 22,83 \text{ cm}^2$$

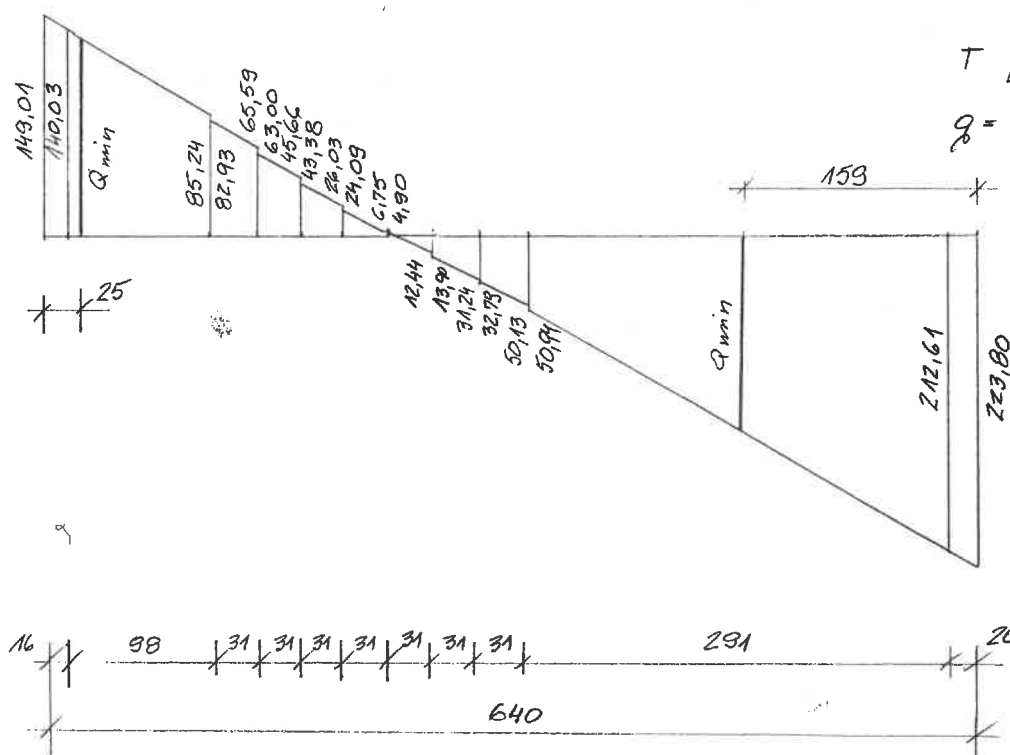
$$x = \frac{210 \cdot 22,83}{8,7 \cdot 40} = 13,8 \text{ cm}$$

$$M_N = 210 \cdot 22,83 \left(0,60 - \frac{0,138}{2} \right) \cdot 10^{-1} = \underline{\underline{254,6 \text{ kNm}}}$$



* NOŚNOŚĆ PODCIĄGU - ŚCINANIE

-) siła tnąca w przęśle 0÷1 (



beton B15

$$Q_{min} = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 0,60 \cdot 0,40 \cdot 10^3 = 135,0 \text{ kN}$$

-) podpora lewa

stizemiona $2\phi 6$ co 20 cm (wg dokumentacji)

$$F_{as} = 0,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$R_{as} = 190 \text{ MPa}$$

$$q_s = \frac{190 \cdot 10^3 \cdot 0,57 \cdot 10^{-4}}{0,20} = 54,2 \text{ kN/m}$$

$$Q_{sb} = 2 \cdot \sqrt{0,12 \cdot 8,7 \cdot 10^3 \cdot 0,40 \cdot 0,60^2 \cdot 54,2} - 190 \cdot 10^3 \cdot 0,57 \cdot 10^{-4}$$

$$\underline{Q_{sb} = 169,7 \text{ kN} > Q_p = 140,0 \text{ kN}}$$

-) podpora prawa

stizemiona $2\phi 6$ co 20 cm + $2\phi 22$ (wg dokumentacji)

$$F_{a0} = 7,60 \text{ cm}^2 \quad \alpha_0 = 45^\circ$$

$$R_{a0} = 210 \text{ MPa}$$

$$Q_{sb} + \Sigma R_{a0} \cdot F_{a0} \cdot \sin \alpha = 169,7 + 210 \cdot 10^3 \cdot 7,60 \cdot 10^{-4} \cdot \sin 45 =$$

$$\underline{= 282,6 \text{ kN} > Q_p = 212,6 \text{ kN}}$$