

ZESPÓŁ USŁUG TECHNICZNYCH NOT SPÓŁKA z o.o.

20 – 026 Lublin, ul. Chopina 8/18
tel./fax /0-81/ , 532-85-09, 532-90-00, 532-27-51
e-mail zutlublin@poczta.onet.pl

Bank Przemysłowo – Handlowy II/O Lublin
Nr 10601480 – 320000185306

NIP 712-015-83-45

REGON 430296625



Nr rej. 32 / 05

Zamawiający – Urząd Miejski w Lublinie Wydział Gospodarki
Komunalnej

Tytuł opracowania – dokumentacja techniczna w stadium projektu
wykonawczego na remont mostu drogowego
przez rz. Bystrycę (od strony górnej wody) w
ciągu ul. Krochmalnej w Lublinie

Branża – mostowa

OBLICZENIA STATYCZNE

Lublin, lipiec 2005r.

Funkcja	Imię i nazwisko	Podpis
Projektant:	mgr inż. Andrzej Łukasiewicz upr. bud. 698 / Lb / 88	
Sprawdzający:	mgr inż. Grzegorz Rakowski upr. bud.ONB- 907/23/72	
Dyrektor ZUT:	mgr inż. Zbigniew Mitura	DYREKTOR mgr inż. Zbigniew Mitura

**Z U T
świadczy usługi w
zakresie:**

- ◆ Kosztorysowania
- ◆ Opracowywania opinii, ekspertyz i orzeczeń technicznych
- ◆ Tłumaczeń tekstów technicznych
- ◆ Projektów modernizacyjnych
- ◆ Założeń techniczno – ekonomicznych
- ◆ Projektów budowlanych i wykonawczych
- ◆ Pomiarów elektrycznych
- ◆ Usług geodezyjnych
- ◆ Projektowania organizacji
- ◆ Opracowywania koreferatów
- ◆ Opiniowania projektów wynalazczych, ich ekonomiki i wynagrodzenia twórców
- ◆ Wdrożeń
- ◆ Nadzorów
- ◆ Wyceny nieruchomości

Przebudowa mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

SPIS ZAWARTOŚCI OBLICZEŃ

A.	ANALIZA NOŚNOŚCI USTROJU NOŚNEGO - STAN ISTNIEJĄCY.....	4
1.	OBLICZENIE SIŁ WEWNĘTRZNYCH W BELKACH GŁÓWNYCH USTROJU NOŚNEGO.....	4
1.1.	Ciążar stały.....	4
1.2.	Obciążenie ruchome klasy C + tłum na chodniku.....	5
1.3.	Charakterystyka geometryczna przęsła.....	5
1.4.	Analiza sił wewnętrznych.....	6
2.	WYMIAROWANIE DŹWIGARA ISTNIEJĄCEGO – SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ.....	7
B.	OBLICZENIE USTROJU NOŚNEGO - STAN PO MODERNIZACJI PRZĘSŁA.....	9
1.	OBLICZENIE SIŁ WEWNĘTRZNYCH W BELKACH GŁÓWNYCH USTROJU NOŚNEGO.....	9
1.1.	Ciążar stały – faza 0 - sama belka prefabrykowana przed zespoleniem.....	9
1.2.	Ciążar stały – faza 1 przed 1 zespoleniem (belki z zamkami).....	9
1.3.	Ciążar stały – faza 2 przed 2 zespoleniem z nadbetonem.....	9
1.4.	Ciążar stały – faza 3 po zespoleniu z nadbetonem w układ ciągły.....	10
1.5.	Różnica skurczu i pęczania w betonie pomiędzy nadbetonem a belkami prefabrykowanymi z zamkami.....	10
1.6.	Obciążenie ruchome klasy B + tłum na chodniku.....	12
2.	OBLICZENIE WSPÓLCZYNNIKÓW SZTYWNOŚCI NA ZGINANIE I SKRĘCANIE RUSZTU ZASTĘPCZEGO PRZĘSŁA.....	12
3.	ZESTAWIENIE ZBIORCZE MOMENTÓW ZGINAJĄCYCH I SIŁ POPRZECZNYCH W DŹWIGARZE NR 1 USTROJU NOŚNEGO – OBC. CHARAKTERYSTYCZNE I OBLICZENIOWE.....	15
4.	WYMIAROWANIE DŹWIGARA ISTN. PO MODERNIZACJI – SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ.....	19
4.1.	Zbiorcze zestawienie naprężeń w wybranych przekrojach belek głównych wiaduktu.....	19
4.2.	Nośność graniczna strefy rozciąganej belki w przęśle skrajnym.....	20
4.2.1.	Środek rozpiętości przęsła skrajnego - węzeł nr 4.....	20
4.3.	Obliczenie belki na ścinanie.....	22
4.3.1.	Sprawdzenie środnika belki i zbrojenia poprzecznego.....	22
4.3.2.	Sprawdzenie zespolenia z nadbetonem.....	23
5.	OBLICZENIE PRZĘSŁA W KIERUNKU POPRZECZNYM.....	24
5.1.	Linie wpływu momentów zginających w kierunku poprzecznym do osi mostu.....	24
5.2.	Współczynniki $\eta(0)$ i $\eta(1)$ rozwinięcia obc. ruchomego w szereg Fouriera.....	26
5.3.	Wyznaczenie rzędnych linii wpływu momentów zginających m_y od obciążeń ruchomych.....	27
5.4.	Linie wpływu momentów m_y dla obciążenia $K = 600$ kN.....	31
5.5.	Linie wpływu momentów m_y dla obciążenia $q = 3.00$ kN / m ²	32
5.6.	Linie wpływu momentów m_y dla obciążenia $t = 2.50$ kN / m ²	33
5.7.	Sumaryczne momenty w poprzek mostu od obciążenia obliczeniowego klasy B i tłumy.....	34
5.8.	Wymiarowanie płyty pomostu w kierunku poprzecznym.....	34
6.	OBLICZENIE UCIĄGLENIA PRZĘSŁA NAD FILARAMI.....	35
7.	OBLICZENIE POPRZECZNIK PODPOROWYCH.....	35
7.1.	Obciążenia zewnętrzne poprzecznic.....	35
7.2.	Zestawienie sił wewnętrznych w poprzecznicach podporowych.....	38
7.3.	Wymiarowanie poprzecznic.....	41
8.	DOBIERANIE ŁOŻYSK ELASTOMEROWYCH NA PODPORACH.....	42
C.	OBLICZENIE FILARA PO PRZEBUDOWIE.....	44
1.	SCHEMAT OBLICZENIOWY FILARA W KIER. PODŁUŻNYM DO JEGO OSI.....	44
2.	OBCIĄŻENIE ZEWNĘTRZNE FILARA - PIONOWE I POZIOME.....	44
3.	ANALIZA STATYCZNA FILARA.....	46
4.	ZESTAWIENIE OBLICZENIOWYCH SIŁ W FILARZE.....	47
5.	WYMIAROWANIE ELEMENTÓW FILARA.....	48
5.1.	Rygiel górny.....	48
5.2.	Słupy filara.....	49

5.3. Posadowienie filara.....	49
5.3.1. Obciążenia w poziomie spodu fundamentu filara	49
5.3.2. Analiza statyczna pali fundamentowych	50
5.3.3. Sprawdzenie udźwigu pala fundamentowego.....	51
D. OBLICZENIE PRZYCZÓŁKA PO PRZEBUDOWIE.....	52
1. SCHEMAT OBLICZENIOWY PRZYCZÓŁKA.....	52
2. OBCIĄŻENIE ZEWNĘTRZNE PRZYCZÓŁKA - PIONOWE I POZIOME.....	52
3. ANALIZA STATYCZNA PALI FUNDAMENTOWYCH PRZYCZÓŁKA	54
5.3.4. Sprawdzenie udźwigu pala fundamentowego.....	55

II. ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE

1. Przekroje obliczeniowe belki Płońsk BP-16.50 w stanie istniejącym
2. Przekrój normalny przęsła w stanie istniejącym i schemat rusztu zastępczego
3. Syntetyczne zestawienie charakterystyk i naprężeń w dźwigarach głównych - stan istniejący
 - przekrój $x = 8.00$ m w środku przęsła
4. Przekrój normalny przęsła w stanie po modernizacji i schemat rusztu zastępczego
5. Przekroje obliczeniowe belki Płońsk BP-16.50 w stanie po modernizacji
6. Schemat obliczeniowy ustroju nośnego po modernizacji
7. Syntetyczne zestawienie charakterystyk i naprężeń w dźwigarach głównych - stan po modernizacji (wybrane schematy obliczeniowe)
 - węzeł nr 1'
 - węzeł nr 4
 - węzeł nr 6'
 - węzeł nr 7'
 - węzeł nr 9
 - węzeł nr 10 – środek przęsła pośredniego

III. WYDRUKI KOMPUTEROWE ANALIZ STATYCZNYCH

1. Obliczenia współczynników rozdziału poprzecznego obciążeń, i sił wewnętrznych w dźwigarach głównych ustroju nośnego w stanie istniejącym
2. Wymiarowanie dźwigara sprężonego zespolonego z płytą pomostu w stanie istniejącym
 - 2.1. przekrój $x = 8.00$ m od podpory
3. Obliczenia współczynników rozdziału poprzecznego obciążeń, i sił wewnętrznych w dźwigarach głównych ustroju nośnego w stanie po modernizacji
4. Wymiarowanie dźwigara sprężonego zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem w stanie po modernizacji
 - węzeł nr 1
 - węzeł nr 1'
 - węzeł nr 4 – środek przęsła skrajnego
 - węzeł nr 6'
 - węzeł nr 7'
 - węzeł nr 8
 - węzeł nr 9
 - węzeł nr 10 – środek przęsła pośredniego
5. Uciąglenie przęsła nad podporą
6. Obliczenie poprzecznic podporowych – schematy obliczeniowe
7. Wymiarowanie poprzecznic podporowych
8. Analiza statyczna filara w kier. podłużnym do jego osi
9. Wymiarowanie rygla poziomego filara
10. Wymiarowanie słupów filara
11. Analiza pali fundamentowych filara
12. Wymiarowanie pala fundamentowego filara
13. Analiza pali fundamentowych przyczółka
14. Wymiarowanie pala fundamentowego przyczółka

A. ANALIZA NOŚNOŚCI USTROJU NOŚNEGO - STAN ISTNIEJĄCY.

1. Obliczenie sił wewnętrznych w belkach głównych ustroju nośnego.

1.1. Ciężar stały

zał. - rys. nr 1

a) W fazie początkowej belka prefabrykowana Płońsk LC = 16.50 m:

belka prefabrykowana Płońsk LC = 16.50 m:

$A_b = 0.376 \text{ m}^2$ – pole przekroju poprzecznego belki

LC = 16.50 m

Lt = 16.00 m

$g_0 = 3.76 \cdot 27.00 = 10.15 \text{ kN/m/1 belkę}$

$\gamma = 1.20$ - współczynnik obciążenia

siły wewnętrzne w belce:

$$R_{g_0} = 0.5 \cdot g_0 \cdot L_l = 0.5 \cdot 10.15 \cdot 16.00 = 81.20 \text{ kN}$$

$$M_x = R_{g_0} x - 0.5 g_0 x^2 = 81.20 x - 0.5 \cdot 10.15 x^2 = 81.20 \cdot x - 5.075 x^2$$

$$Q_x = R_{g_0} - g_0 x = 81.20 - 10.15 x$$

$$\gamma = 1.20$$

a) Ciężar stały w fazie użytkowej przed zespoleniem belek z zamkami płyty pomostu

zamki $g_1 = (1.50 - 1.38) \cdot 0.12 \cdot 26,00 = 0.3744 \text{ kN/m/ 1 belkę}$

poprzecznice: $9 \cdot 1.63 \cdot 3/16,00 = 2.75 \text{ kN/m/ 1 belkę}$

razem $g_1 = 3.12 \text{ kN/m/ 1 belkę}$

siły wewnętrzne w belce:

$$R_{g_1} = 0.5 g_1 x L_l = 0.5 \cdot 3.12 \cdot 16,00 = 25,0 \text{ kN}$$

$$M_{g_1} = R_{g_1} x - 0.5 g_1 x^2 = 25,00 x - 0.5 \cdot 3,12 x^2 = 25,00 \cdot x - 1,56 x^2$$

$$Q_{g_1} = R_{g_1} - g_1 x = 25,00 - 3,12 x$$

$$\gamma = 1.20$$

b) Ciężar stały w fazie użytkowej po zespoleniu belek z płytą pomostu – nawierzchnia + wyposażenie

W strefie chodnika lewostronnego:

- gzyms $0,24 \cdot 0,51 \cdot 26,00 = 3.18 \text{ kN/m}^2$

$0.16 \cdot 0.40 \cdot 26.00 = 1.66$

$0.20 \cdot 0.30 \cdot 26.00 = 1.56$

- bariera ochronna $= 0,50$

- podstawa betonowa bariery $0,80 \cdot 0,60 \cdot 0,10 \cdot 26,00 / 1,00 = 1,25$

- nawierzchnia chodnika $0,15 \cdot 23,00 \cdot 1,00 = 4,83$

- beton wyrównawczy $0,10 \cdot 26,00 \cdot 1,00 = 2,60$

- razem: $g_L = 15,58 \text{ kN/m}$

$g_L = 15,58 / 1,40 = 11,13 \text{ kN/m}^2$

$\gamma = 1.50$ - współczynnik obciążenia

- współrzędne działania obciążenia względem osi przęsła (wg schematu rusztu zastępczego):

$$X^L = -7.85 \text{ m}$$

$$X^P = -6.45 \text{ m}$$

W strefie jezdni:

- warstwa betonu wyrównawczego gr. średnio 10 cm $0.10 \cdot 26.0 = 2,60 \text{ kN/m}^2$

- izolacja + nawierzchnia gr. ok. 15 cm $0.15 \cdot 23.00 = 3,45 \text{ kN/m}^2$

razem $g_j = 6.05 \text{ kN/m}^2$

$\gamma = 1.50$ - współczynnik obciążenia

- współrzędne działania obciążenia względem osi przęsła:

$$X^L = -6.45 \text{ m}$$

$$X^P = 3,55 \text{ m}$$

W strefie chodnika prawostronnego:

- nawierzchnia chodnika $0,03 * 23,00$ = 0,69 kN / m²
 - beton w chodniku $0,25 * 24,00$ = 6,00
 - beton wyrównawczy + gzyms $0,10 * 26,00 * 1,00$ = 2,60
 - balustrada $0,46 / 4,20$ = 0,11
 - razem: g_p = 9,40 kN / m
- $\gamma = 1.50$ - współczynnik obciążenia
- współrzędne działania obciążenia względem osi przęsła (wg schematu rusztu zastępczego):
- $$X^L = 3,55 \text{ m}$$
- $$X^P = 7,75 \text{ m}$$

1.2. Obciążenie ruchome klasy C + tłum na chodniku

zał. - rys. nr 2

obciążenie podstawowe klasy „C”-PN-85/S-10030:

$$q = 2,00 \text{ kN / m}^2$$

$$K = 400 \text{ kN}$$

$\gamma = 1.50$ – wsp. obciążenia

$\phi = 1.35 - 0.005 * L = 1.35 - 0.005 * 16.00 = 1.270$ – wsp. dynamiczny

- współrzędne działania obciążenia względem osi przęsła

$$X^L = -6.45 \text{ m}$$

$$X^P = 3,55 \text{ m}$$

obciążenie chodnika prawostronnego:

$t = 2.5 \text{ kN/m}^2$ - na szerokości 4.00 m

$\gamma = 1.30$ - wsp. obciążenia

- współrzędne działania obciążenia względem osi przęsła

$$X^L = 3,55 \text{ m}$$

$$X^P = 7,55 \text{ m}$$

1.3. Charakterystyka geometryczna przęsła

zał. - rys. nr 1

a) belka prefabrykowana ze stykami:

$$E_{bi} = 37800 \text{ MPa} \quad - \text{ beton B45}$$

$$A_{bi} = 0.3830 \text{ m}^2 / 1 \text{ szt.}$$

$$y_{ci} = 0,549 \text{ m}$$

$$J_{bi} = 0.04072 \text{ m}^4 / 1 \text{ szt.}$$

$$J'_x = J_{bi} / b = 0,04072 / 1,50 = 0,0272 \text{ m}^4/\text{m}$$

b) moment bezwładności na skręcanie dla 1 m szerokości przekroju obliczeniowego:

$$J_X^s = \sum \gamma_s h b^3 = 1/3 * (1,50 * 0,12^3 + 0,49 * 0,14^3 + 0,48 * 0,12^3 + 0,48 * 0,11^3) = 0,00180 \text{ m}^4$$

- na 1 m szerokości obliczeniowej przypada:

$$J_{xs}' = 0,0018 / 1,50 = 0,0012 \text{ m}^4/\text{m}$$

- c) kierunek poprzeczny do osi mostu – płyta pomostu z poprzecznicami kratowymi (uwzględnia się zamek górny i pas dolny poprzecznic)

rozstaw poprzecznic $b = 6,90 \text{ m}$

$$A_b = 6,90 * 0,12 + 0,15 * 0,15 * 2 = 0,828 + 0,045 = 0,873 \text{ m}^2$$

$$S_x = 0,828 * 0,64 + 0,045 * 0,29 = 0,54297 \text{ m}^3$$

$$y_d = 0,54297 / 0,873 = 0,622 \text{ m}$$

$$J_{y0} = 6,90 * 0,12^3 / 12 + 0,828 * (0,64 - 0,622)^2 + 2 * 0,15^3 / 12 + 0,045 * (0,29 - 0,622) = 0,006306 \text{ m}^4$$

$$J_y' = 0,006306 / 6,90 = 0,000914 \text{ m}^4/\text{m}$$

- d) moment bezwładności na skręcanie dla 1 m szerokości płyty pomostu (bez poprzecznic):

$$\frac{h}{b} = \frac{1,00}{0,87 - 0,11} = 1,32 \Rightarrow \gamma_s = 0,178$$

$$J_{ys}' = \gamma_s h b^3 = 0,178 * 1,00 * (0,87 - 0,11)^3 = 0,0788 \text{ m}^4/\text{m}$$

$$h/b = 1,00 / 0,12 = 8,3 \Rightarrow \gamma_s = 0,31$$

$$J_{ys}' = \gamma_s h b^3 = 0,31 * 1,00 * 0,12^3 = 0,000536 \text{ m}^4/\text{m}$$

- e) sztywności przęsła obliczeniowego, na zginanie i skręcanie:

$$b = \frac{B}{2} = 15,60 / 2 = 7,80 \text{ m} \quad - \text{połowa szerokości obliczeniowej przęsła}$$

$$\nu = \frac{1}{6} \quad - \text{wsp. Poisson'a dla betonu}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} \quad - \text{moduł odkształcenia postaciowego}$$

$$\alpha = \frac{G}{2E} * \frac{J_x^s + J_y^s}{\sqrt{J_x J_y}}$$

$$\theta = \frac{b}{L} * \sqrt{\frac{J_x}{J_y}}$$

$\alpha = 0,075$ $\theta = 1,140$ $L_t = 16,00 \text{ m}$ $B = 15,60 \text{ m}$

1.4. Analiza sił wewnętrznych

zał. - rys. nr 1

Analizy statyczne linii wpływu rozkładu i współczynników rozdziału poprzecznego obciążeń oraz sił wewnętrznych w poszczególnych dźwigarach ustroju nośnego mostu, wykonano w technice komputerowej dla zadeklarowanych przekrojów:

$x = 0,00 \text{ m}$ – podporowy

$x = 8,00 \text{ m}$ – środek przęsła

W załącznikach przedstawiono syntetyczne wyniki sił wewnętrznych (momentów zginających i sił poprzecznych) dla miarodajnego (najniekorzystniej obciążonego) dźwigara Nr 2 (od strony pasa rozdziału).

Zestawienie sił wewnętrznych w dźwigarze Nr 1 ustroju nośnego - stan istniejący przed modernizacją przęsła

a) obciążenie charakterystyczne	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]
Przekrój	Podporowy		Środek przęsła	
odległość x [m] od osi podpory	0.00		8.00	
obciążenie stałe g0 - ciężar własny belki	81.20	0.00	0.00	-324.80
obciążenie stałe g1 - przed zespoleniem	25.00	0.00	0.00	100.16
obciążenie stałe g2 - po zespoleniu	109.61	0.00	0.00	438.40
obc. ruchome tłumem na prawym chodniku	0.08	0.00	0.00	0.41
obc. ruchome klasy C - równomierne "q"	15.21	0.00	0.00	60.85
obc. ruchome klasy C - skupione - "K"	102.96	0.00	-6.94	394.43
Razem obc. ruchome	118.25	0.00	-6.94	455.69

b) obciążenie obliczeniowe	T [kN]	M [kNm]	T [kN]	M [kNm]
Przekrój	Podporowy		Środek przęsła	
odległość x [m] od osi podpory	0.00		8.00	
obciążenie stałe g0 - ciężar własny belki	97.44	0.00	0.00	389.76
obciążenie stałe g1 - przed zespoleniem	30.00	0.00	0.00	120.19
obciążenie stałe g2 - po zespoleniu	131.53	0.00	0.00	526.08
obc. ruchome tłumem	0.10	0.00	0.00	0.53
obc. ruchome klasy C - równomierne "q"	22.82	0.00	0.00	91.28
obc. ruchome klasy C - skupione - "K"	154.44	0.00	-10.41	591.65
Razem obc. ruchome	177.36	0.00	-10.41	683.45

2. WYMIAROWANIE DŹWIGARA ISTNIEJĄCEGO – SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ

Analizę naprężeń od zginania i ścinania w strunobetonowym dźwigarze zespolonym wykonano w technice komputerowej.

W załącznikach podano zbiorcze wyniki naprężeń normalnych, ścinających i głównych rozciągających w środku rozpiętości przęsła. Ponadto podano charakterystykę i straty siły sprężającej.

Analizy w przekroju podporowym przęsła – w materiałach archiwalnych jednostki projektującej.

Założenia projektowe

a) stal sprężająca:

64 liny 7 ϕ 2,5 odmiany I o nośności charakterystycznej 1 liny $P_{pk} = 67$ kN

- przekrój jednej liny $A_{7\phi 2,5} = 35.61$ mm²

- siła sprężająca w jednym ciągu:

- początkowa $0.650 P_{pk} = 43,6$ kN

- w normalnej pracy $0.55 P_{pk} = 36.85$ kN

- moduł sprężystości $E_s = 180\,000$ MPa

- b) beton w prefabrykacie:
 - w chwili sprężenia B35; $E_b = 34600$ MPa
 - w normalnej pracy B45; $E_b = 37800$ MPa
- c) beton w zamkach płyty pomostu:
 - klasa betonu B25; $E_b = 30000$ MPa
- d) straty siły sprężającej:
 - od odkształcenia sprężystego betonu w chwili kotwienia - przy założeniu, że beton osiąga w tym momencie wytrzymałość klasy B35, $E_b = 34600$ MPa
 - od relaksacji stali sprężającej
 - od różnicy temperatury ciągnięć i urządzeń oporowych - dla $\Delta t = 60$ °C
 - straty reologiczne - skurcz betonu w belce i zamkach przy następujących wartościach:
 $\varepsilon_{sk}^b = 0.00032$ - w belce po 7 dniach (sprężenie)
 $\varepsilon_{sk}^b = 0.00016$ - w belce w chwili betonowania zamków
 $\varepsilon_{sk}^n = 0.00032$ - w zamkach płyty
 $\Delta\varepsilon_{sk} = \varepsilon_{sk}^n - 0.5 * \varepsilon_{sk}^b = 0.00016$ - pomiędzy zamkami a belką
 $\varphi_p^b = 2,1$ - w belce po 90 dniach
 $\varphi_p^p = 2,1$ - w zamkach po 90 dniach
- e) zmniejszenie siły sprężającej w strefie kotwienia, w zależności od odległości przekroju analizowanego od czoła belki, uwzględniono w analizach automatycznie, w trybie bezpośrednich obliczeń komputerowych.

Warunki obliczeniowe naprężeń:

- 1) Sprężenia ograniczone - odpowiadające niedopuszczeniu naprężeń rozciągających większych od $R_{btk0.05}$
- | | |
|--|----------------------------|
| $ \sigma_{btk} \leq R_{btk0.05} = 1.90$ MPa | - B35 - w chwili sprężenia |
| $ \sigma_{btk} \leq R_{btk0.05} = 2.30$ MPa | - B45 - w normalnej pracy |
- 2) Sprawdzenie na pojawienie się rys ukośnych wg warunku:
 $\sigma_1 \leq R_{btk0.05} = 2.30$ MPa - naprężenia główne rozciągające w belce od obciążeń charakterystycznych dla betonu B45
- 3) Naprężenia w betonie strefy ściskanej od obciążeń obliczeniowych:
- | | |
|-------------------------------------|---|
| $\sigma_b^p \leq R_{b1} = 14.4$ MPa | - w zamkach płyty istn. B25 |
| $\sigma_b^b \leq R_{b1} = 20.2$ MPa | - w prefabrykacie w fazie początkowej dla B35 |
| $\sigma_b^b \leq R_{b1} = 26.0$ MPa | - w prefabrykacie w fazie użytkowej dla B45 |
- 4) Współczynnik odporności belki na zarysowanie $n \geq 1.20$ obliczony dla obciążeń charakterystycznych.
- analizę statyczną naprężeń w belkach w charakterystycznych przekrojach wykonano na komputerze - wydruki analiz w załączeniu
 - syntetyczne wyniki naprężeń w charakterystycznych przekrojach belki pokazano na odrębnych arkuszach w załączeniu.

zał. rys. nr 3

B. OBLICZENIE USTROJU NOŚNEGO - STAN PO MODERNIZACJI PRZESŁA.

1. OBLICZENIE SIŁ WEWNĘTRZNYCH W BELKACH GŁÓWNYCH USTROJU NOŚNEGO.

1.1. Ciężar stały – faza 0 - sama belka prefabrykowana przed zespoleniem

zał. - rys. nr 1, nr 4

belka prefabrykowana Płońsk LC = 16.50 m:

$A_b = 0.376 \text{ m}^2$ – pole przekroju poprzecznego belki

LC = 16.50 m

Lt = 16.00 m

$g_0 = 3.76 * 27.00 = 10.15 \text{ kN/m/1 belkę}$

$\gamma = 1.20$ - współczynnik obciążenia

siły wewnętrzne w belce:

$$R_{g_0} = 0.5 g_0 L_t = 0.5 * 10.15 * 16.00 = 81.20 \text{ kN}$$

$$M_x = R_{g_0} x - 0.5 g_0 x^2 = 81.20 x - 0.5 * 10.15 x^2 = 81,20 * x - 5,075 x^2$$

$$Q_x = R_{g_0} - g_0 x = 81,20 - 10,15 x$$

$$\gamma = 1.20$$

1.2. Ciężar stały – faza 1 przed 1 zespoleniem (belki z zamkami)

zał. - rys. nr 1, nr 4

Ciężar stały w fazie użytkowej przed zespoleniem belek z zamkami płyty pomostu - jest to stan wyjściowy przesła przed jego modernizacją

zamki $g_z = (1.50 - 1.38) * 0.12 * 26,00 = 0.3744 \text{ kN/m/ 1 belkę}$

poprzecznic: $1.63 * 3/16,00 = 0.306 \text{ kN/m/ 1 belkę}$

razem $g_1 = 0.680 \text{ kN/m/ 1 belkę}$

siły wewnętrzne w belce:

$$R_{g_1} = 0.5 g_1 x L_t = 0.5 * 0,6804 * 16,000 = 5,44 \text{ kN}$$

$$M_{g_1} = R_{g_1} x - 0.5 g_1 x^2 = 5,44 x - 0.5 * 0,6804 x^2 = 5,44 * x - 0,3402 x^2$$

$$Q_{g_1} = R_{g_1} - g_1 x = 5,44 - 0,6804 x$$

$$\gamma = 1.20$$

1.3. Ciężar stały – faza 2 przed 2 zespoleniem z nadbetonem

1.3.1. Ustawienie przeseł na podporach technologicznych

zał. - rys. nr 1, nr 4

Lt = 16.00 m

L₁ = 13,50 m – rozstaw teoretyczny podpór tymczasowych

$$R = R_{g_1} = (g_0 + g_1) * 0,50 L_t = (10,15 + 0,6804) * 0,50 * 16,00 = 86,64 \text{ kN}$$

odc. x = 0.00 – 1.25 m

$$M_x = -86,64 x$$

$$Q_x = -86,64 \text{ kN}$$

odc. x = 1.25 - 14.75 m

$$M_x = -86,64 x 1.25 = -108,30 \text{ kNm}$$

$$Q_x = 0,00 \text{ kN}$$

$$\gamma = 1.20$$

1.3.2. Ciężar własny nadbetonu + demontaż poprzecznic

$$\begin{aligned}
 - \text{nadbeton średnia gr. 13.5 cm: } & 0,135 * 1,50 * 27,00 = & = 5,47 \text{ kN / m} \\
 - \text{demontaż poprzecznic} & & = -0,306 \\
 \text{razem } g_2 & = & = 5,164 \text{ kN / m}
 \end{aligned}$$

siły wewnętrzne w belce:

odc. x = 0.00 – 1.25 m

$$M_x = -0,50 g_2 * X^2 = -2,582 X^2$$

$$Q_x = -g_2 X = -5,164 X$$

odc. x = 1.25 - 14.75 m

$$Rg_2 = 0,50 g_2 L_t = 0,50 * 5,164 * 16,00 = 41,312 \text{ kN}$$

$$M_x = -41,312 x (X-1,25) - 0,50 g_2 * X^2 = -2,582 X^2 + 41,312 X - 51,64 \text{ kNm}$$

$$Q_x = Rg_2 - g_2 X = 41,31 - 5,164 X$$

$$\gamma = 1,20$$

1.4. Ciężar stały – faza 3 po zespoleniu z nadbetonem w układ ciągły**1.4.1. Zmiana schematu statycznego – sch. oblicz. 3 a**

zał. nr 4

$$\begin{aligned}
 Rg_0 + Rg_1 & = 86,64 \text{ kN} - \text{od c. wł. belki + zamka} \\
 Rg_2 & = 41,31 \text{ kN} - \text{od c. własnego nadbetonu} \\
 \text{razem } Rg_3 & = 127,95 \text{ kN} \\
 \gamma & = 1,20
 \end{aligned}$$

1.4.2. Ciężar nawierzchni i wyposażenia

$$\begin{aligned}
 - \text{izolacja + nawierzchnia} & 0,10 * 23,00 * 10,50 = & = 24,15 \text{ kN/m} \\
 - \text{gzymsy} & 2 * 0,30 * 0,65 * 26,00 = & = 10,14 \\
 - \text{krawężniki + beton w chodnikach} & (0,50 + 3,90) * (0,14 + 0,10) * 26,00 = & = 27,46 \\
 - \text{bariery ochronne + balustrada} & = & = 2,00 \\
 - & & \\
 - \text{razem: } g_3 & = & = 63,75 \text{ kN / m}
 \end{aligned}$$

zakładając równomierny rozkład obciążenia g_3 na wszystkie belki, na 1 belkę przypadnie:

$$g_3 = 63,75 / 10 = 6,375 \text{ kN / m / 1 belke}$$

$$\gamma = 1,50 - \text{współczynnik obciążenia}$$

1.5. Różnica skurczu i pęcznienia w betonie pomiędzy nadbetonem a belkami prefabrykowanymi z zamkami

$$\epsilon_{sk}^n = 0,00021 \quad - \text{ w nadbetonie}$$

$$\epsilon_{sk}^b = 0,00032 \quad - \text{ w belkach}$$

$$\varphi_p^b = 2,1 \quad - \text{ w belce}$$

$$\varphi_p^n = 2,5 \quad - \text{ w nadbetonie}$$

zakłada się, że w chwili betonowania nadbetonu przeszła w belkach dokonał się już skurcz betonu w wysokości 75 % sumarycznej wartości, zatem różnica skurczu wyniesie:

$$\Delta \epsilon_{sk} = \epsilon_{sk}^n - 0,25 * \epsilon_{sk}^b = 0,00021 - 0,25 * 0,00032 = 0,00013$$

- wsp. obciążenia dla skurczu betonu $\gamma = 1.20$

- charakterystyka nadbetonu:

$$E_n = 34600 \text{ MPa} \quad - \text{ beton B35}$$

$$E_1 = E_n / (1 + \varphi_p) = 34600 / (1 + 2,50) = 9886 \text{ MPa}$$

$$A_n = A_1 = 0,135 * 1,50 = 0.2025 \text{ m}^2 \text{ - pole przekroju poprzecznego nadbetonu}$$

$$J_n = J_1 = 0,1,50 * 0.135^3 / 12 = 0,0003075 \text{ m}^4 \text{ - moment bezwładności nadbetonu}$$

$$E_1 J_1 = 9886 * 0.0,0003075 = 30,399 \text{ MNm}^2$$

$$E_1 A_1 = 9886 * 0,2025 = 2001,85 \text{ MN}$$

- charakterystyka belki:

$$E_b = 37800 \text{ MPa} \quad - \text{ beton B45}$$

$$A_b = A_2 = 0.41034 \text{ m}^2 \text{ - pole przekroju poprzecznego belki wg wydruków komp.}$$

$$J_b = J_2 = 0.0457339 \text{ m}^4 \text{ - moment bezwładności belki}$$

$$y_c^b = 0,520 \text{ m} \text{ - położenie środka ciężkości belki}$$

$$E_2 = E_b / (1 + \varphi_p) = 37800 / (1 + 2.1) = 12194 \text{ MPa}$$

odległość środków ciężkości nadbetonu i belki:

$$E_2 J_2 = 12194 * 0,0457339 = 558,0 \text{ MNm}^2$$

$$E_2 A_2 = 12194 * 0,41034 = 5004 \text{ MN}$$

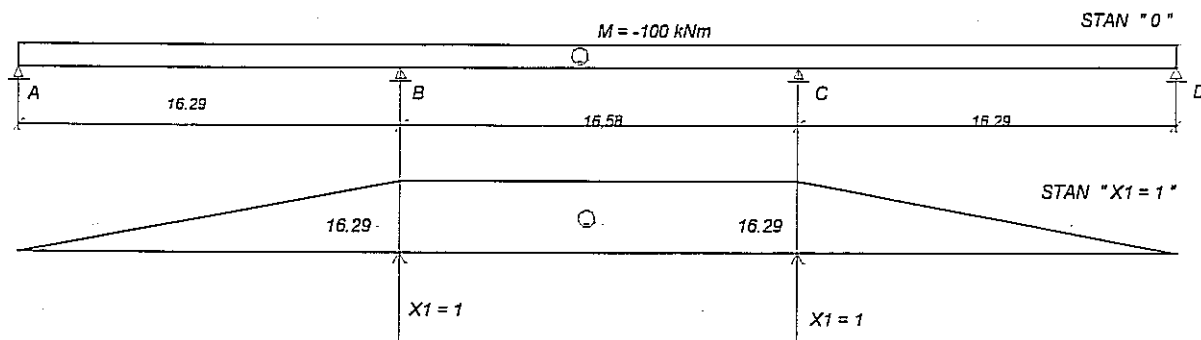
$$E_2 J_2 / E_1 J_1 = 18,36$$

$$a = y_c^n - y_c^b = 0.900 + 0.5 * 0.135 - 0.520 = 0.4475 \text{ m}$$

- przyrost momentu w przęśle od różnicy skurczu betonu:

$$\begin{aligned} \Delta M &= (\Delta \varepsilon_{sk} (1 + E_2 J_2 / E_1 J_1)) a / (a^2 / E_1 J_1 + (1 + E_2 J_2 / E_1 J_1) (1 / E_1 A_1 + 1 / E_2 A_2)) = \\ &= 0.00013 (1 + 18,36) * 0.4475 / (0.4475^2 / 30,399 + (1 + 18,36) (1 / 2002 + 1 / 5004)) = \\ &= 0.099 \text{ MNm} = 100 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- schemat obc. przęsła do określenia momentów wzbudzonych i sił poprzecznych od skurczu betonu:



$$R_A = -7,353 \text{ kN}$$

$$R_B = +7,353 \text{ kN}$$

$$M_x^{A-B} = R_A x = -7,353 x$$

$$M_x^{B-C} = R_A * L_{A-B} = -7,353 * 16,29 = -119,8 \text{ kNm}$$

$$Q_x^{A-B} = R_A = -7,353 \text{ kN}$$

$$Q_x^{B-C} = 0.00 \text{ kN}$$

Uwaga: moment $\Delta M = 100,0 \text{ kNm}$ – zostaje uwzględniony automatycznie w toku analiz komputerowych naprężeń w belkach zespolonych.

1.6. Obciążenie ruchome klasy B + tłum na chodniku

zał. - rys. nr 4

obciążenie podstawowe klasy „B”-PN-85/S-10030:

$$q = 3,00 \text{ kN / m}^2$$

$$K = 600 \text{ kN}$$

$$K' = 600 / 8 = 75,0 \text{ kN/ 1 koło pojazdu K}$$

$$\gamma = 1.50 - \text{wsp. obciążenia}$$

$$L_{sr} = 1/3 (16,29 + 16,58 + 16,29) = 16,39 \text{ m}$$

$$\phi = 1.35 - 0.005 * L_{sr} = 1.35 - 0.005 * 16.39 = 1.268 - \text{wsp. dynamiczny}$$

$$K' * \phi = 75,0 * 1.268 = 95.1 \text{ kN}$$

- współrzędne działania obciążenia q względem osi przęsła:

$$X^L = -6.95 \text{ m}$$

$$X^P = 3,55 \text{ m}$$

- współrzędne działania obciążenia K względem osi przęsła:

$$X^L = -6.30 \text{ m}$$

$$X^P = 2,90 \text{ m}$$

obciążenie chodnika prawostronnego:

$$t = 2.5 \text{ kN/m}^2 - \text{na szerokości } 3,14 \text{ m}$$

$$\gamma = 1.30 - \text{wsp. obciążenia}$$

- współrzędne działania obciążenia względem osi przęsła

$$X^L = 4,41 \text{ m}$$

$$X^P = 7,55 \text{ m}$$

2. OBLICZENIE WSPÓŁCZYNNIKÓW SZTYWNOŚCI NA ZGINANIE I SKRECANIE RUSZTU ZASTĘPCZEGO PRZESŁA

zał. - rys. nr 5

a) belka prefabrykowana ze stykami:

$$E_{bi} = 37800 \text{ MPa} - \text{beton B45}$$

$$A_{bi} = 0.3830 \text{ m}^2 / 1 \text{ szt.}$$

$$y_{ci} = 0,549 \text{ m}$$

$$J_{bi} = 0.04072 \text{ m}^4 / 1 \text{ szt.}$$

b) nadbeton B35 grubości średnio 13.5 cm

$$A_n = 1,50 * 0,135 = 0,2025 \text{ m}^2$$

$$y_n = 0,90 + 0,50 * 0,135 = 0,968 \text{ m}$$

$$E_{B35} = 34600 \text{ MPa}$$

$$n = 34600 / 37800 = 0,915$$

c) przekrój zespolony z nadbetonem

$$S_{x0} = 0,3830 * 0,549 + 0,2025 * 0,915 = 0,3896 \text{ m}^3$$

$$y_0 = 0,3896 / 0,5683 = 0,686 \text{ m}$$

$$J_{bi} = 0,04072 + 0,3830 (0,549 - 0,686)^2 + 0,2025 * 0,915 (0,968 - 0,686)^2 + 0,915 * 1,50 * 0,135^3 / 12 = 0,06292 \text{ m}^4$$

$$J'_{x0} = 0,06292 / 1,50 = 0,0419 \text{ m}^4 / 1 \text{ m}$$

d) moment bezwładności na skręcanie dla 1 m szerokości przekroju obliczeniowego:

$$J_X^s = \sum \gamma_s h b^3 = 1/3 * (1,50 * (0,12 + 0,135)^3 + 0,49 * 0,14^3 + 0,48 * 0,12^3 + 0,48 * 0,11^3) = 0,00923 \text{ m}^4$$

- na 1 m szerokości obliczeniowej przypada:

$$J_{XS} = 0,00923 / 1,50 = 0,00615 \text{ m}^4/\text{m}$$

e) kierunek poprzeczny do osi mostu – płyta pomostu z nadbetonem
rozstaw poprzecznic $b = 6,90 \text{ m}$

$$J_{y0} = 1,00 * (0,12 + 0,135)^3 / 12 = 0,001382 \text{ m}^4 / 1 \text{ mb}$$

f) moment bezwładności na skręcanie dla 1 m szerokości płyty pomostu z nadbetonem

$$h / b = 1,00 / (0,12 + 0,135) = 3,92 \quad \Rightarrow \gamma_s = 0,280$$

$$J'_{ys} = \gamma_s h b^3 = 0,280 * 1,00 * (0,12 + 0,135)^3 = 0,00464 \text{ m}^4/\text{m}$$

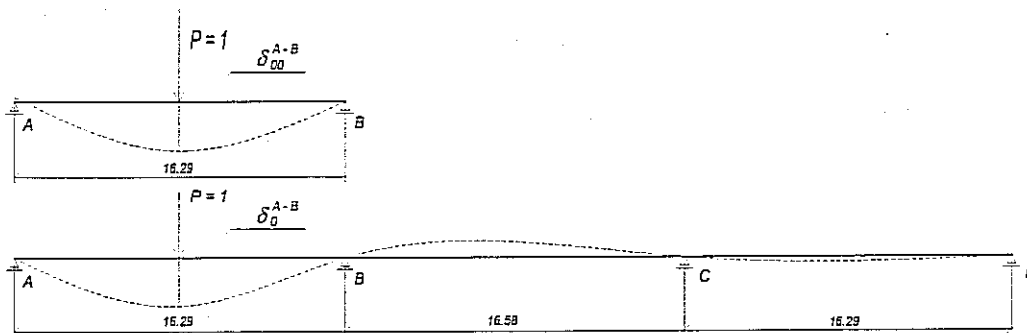
g) współczynnik ψ uwzględniający zmianę sztywności belek podłużnych spowodowaną ich uciążeniem

$$\psi = \delta_{00} / \delta_0$$

$\delta_{00} = P * l^3 / (48 EJ)$ – ugięcie belki swobodnie podpartej od siły jednostkowej $P = 1$

δ_0 – ugięcie belki ciągłej od siły jednostkowej

1) – przęsło skrajne $l = 16,29 \text{ m}$



$$\delta_0 = \delta_{00} = 16,29^3 / (48 EJ) = 90,06 * 1 / EJ \text{ – od siły jednostkowej } P = 1$$

$$\delta_{00}'' = -M * l^2 / (16 * EJ) = - \text{ od momentu } M_B$$

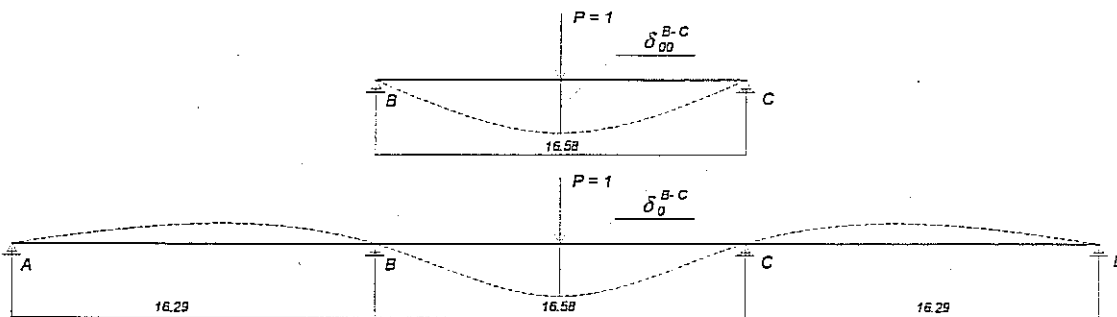
$$M_B = -0,100 P l_1 = -0,100 * 1 * 16,29 = -1,629$$

$$\delta_{00}'' = -1,629 * 16,29^2 / (16 * EJ) = -27,017 * 1 / EJ$$

$$\delta_{00} = \delta_{00}' - \delta_{00}'' = 90,06 - 27,017 = 63,043 * 1 / EJ$$

$$\psi_{A-B} = \delta_0 / \delta_{00} = 90,06 / 63,04 = 1,429$$

2) –przęsło środkowe $L_t = 16,58 \text{ m}$



$$\delta_0 = \delta_{00}' = 16,58^3 / (48 EJ) = 94,95 * 1 / EJ - \text{od siły jednostkowej } P = 1$$

$$\delta_{00} = \delta_{00}' + \delta_{00}''$$

$$\delta_{00}' = P * l^3 / (48 EJ) = 94,95 * 1 / EJ$$

$$\delta_{00}'' = (M_B + M_C) / (16 * EJ)$$

$$M_B = M_C = -0,075 * P * l_1 = -0,075 * 1 * 16,29 = -1,222$$

$$\delta_{00}'' = -2 * 16,58^2 / (16 * EJ) * 1,222 = -41,99 * 1 / EJ$$

$$\delta_{00} = 94,95 - 41,99 = 52,96 * 1 / EJ$$

$$\psi_{B-C} = \delta_0 / \delta_{00} = 94,95 / 52,96 = 1,793$$

do dalszych obliczeń przyjmuje się wartość średnią wsp. ψ :

$$\psi_{sr} = (1,4239 + 1,793) / 2 = 1,611$$

- jednostkowa sztywność na zginanie belek podłużnych z uwzględnieniem wsp. poprawkowego:

$$J_X'' = J_X' * \psi$$

$$J_X'' = 0,0419 * 1,611 = 0,0675 \text{ m}^4 / \text{m}$$

h) sztywności przęsła obliczeniowego, na zginanie i skręcanie:

$$b = \frac{B}{2} = 15,50 / 2 = 7,75 \text{ m} \quad - \text{połowa szerokości obliczeniowej przęsła}$$

$$\nu = \frac{1}{6} \quad - \text{wsp. Poisson'a dla betonu}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} \quad - \text{moduł odkształcenia postaciowego}$$

$$\alpha = \frac{G}{2E} * \frac{J_x^s + J_y^s}{\sqrt{J_x J_y}}$$

$$\theta = \frac{b}{L} * \sqrt[4]{\frac{J_x}{J_y}}$$

$$L_{sr} = 1/3 (16,29 + 16,58 + 16,29) = 16,39 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{1}{4(1 + \frac{1}{6})} * \frac{0,00615 + 0,00464}{\sqrt{0,0675 * 0,001382}} = 0,239$$

$$\theta = \frac{7,75}{16,39} * \sqrt[4]{\frac{0,0675}{0,001382}} = 1,25$$

ostatecznie przyjęto:

$\alpha = 0.239$ $\theta = 1.25$ $L_{sr} = 15.39 \text{ m}$ $B = 15.50 \text{ m}$
--

i) sumaryczna sztywności podłużna przęsła obliczeniowego na zginanie:

$$E_{bi} = 37800 \text{ MPa} - \text{beton B45}$$

$$A_{bi} = 0.3830 \text{ m}^2 / 1 \text{ szt.}$$

$$J_{bi} = 0,06292 \text{ m}^4 / 1 \text{ belkę}$$

dla całego przekroju złożonego z 10 belek:

$$\Sigma J = 10 \times 0,06292 = 0,6292 \text{ m}^4$$

$$\Sigma EJ = 10 \times 37800 \times 0,06292 = 23784 \text{ MNm}^2$$

3. ZESTAWIENIE ZBIORCZE MOMENTÓW ZGINAJACYCH I SIŁ POPRZECZNYCH W DŹWIGARZE NR 1 USTROJU NOŚNEGO – OBC. CHARAKTERYSTYCZNE I OBLICZENIOWE

zał. - rys. nr 4

Analizę statyczną wykonano w technice komputerowej:

- w stanie przed zespoleniem belek w układ ciągły, siły wewnętrzne w belkach dla schematu belki wolnopodpartej obliczono w arkuszu Excell
- w stanie po zespoleniu, dla obc. stałego i ruchomego siły wewnętrzne obliczono wg schematów obliczeniowych (Sch. 3a – 3 j) dla jednostkowych obciążeń podanych w zał. graficznym nr 4 (mnożniki do rzeczywistych wartości obciążeń oraz współczynniki przeciążenia dla obc. ruchomego K, q i t w belce Nr 1 jako najbardziej przeciążonej uwzględniono w tablicach)
- współczynniki przeciążenia dla obciążeń ruchomych obliczono programem RUSZT – wydruki obliczeń w załączeniu
- wydruki analiz komputerowych w poszczególnych schematach obliczeniowych belki ciągłej w załączeniu
- zestawienia sił wewnętrznych od obciążeń charakterystycznych i obliczeniowych podają tabele Nr 1 – 5
- numeracja węzłów belki Nr 1 ustroju nośnego jest zgodna ze schematem obliczeniowym przedstawionym na załączniku graficznym nr 4

4. WYMIAROWANIE DŹWIGARA ISTN. PO MODERNIZACJI – SPRAWDZENIE NAPREŻEŃ

zał. rys. nr 5

4.1. Zbiorcze zestawienie napreżeń w wybranych przekrojach belek głównych wiaduktu

- zestawienie graficzne napreżeń w wybranych przekrojach obliczeniowych belek głównych przedstawiono w załącznikach graficznych nr 7 a – 7 f – (6 wybranych schematów-obliczeniowych)

zał. rys. nr 7a – 7f

Analizę wykonano w technice komputerowej.

W załącznikach podano zbiorcze wyniki napreżeń normalnych, ścinających i głównych rozciągających w środku rozpiętości przęsła i w strefach podporowych. Ponadto podano charakterystykę i straty siły sprężającej oraz wsp. odporności belki na zarysowanie.

Założenia projektowe

a) stal sprężająca:

64 liny 7 ϕ 2,5 odmiany I o nośności charakterystycznej 1 liny $P_{pk} = 67$ kN

- przekrój jednej liny $A_{7\phi 2,5} = 35.61$ mm²

- siła sprężająca w jednym ciągu:

- początkowa $0.650 P_{pk} = 43,6$ kN

- w normalnej pracy $0.55 P_{pk} = 36.85$ kN

- moduł sprężystości $E_s = 180\,000$ MPa

b) beton w prefabrykacie:

- w chwili sprężenia B35; $E_b = 34600$ MPa

- w normalnej pracy B45; $E_b = 37800$ MPa

c) beton w zamkach płyty pomostu:

- klasa betonu B25; $E_b = 30000$ MPa

-

d) beton w nadbetonie płyty pomostu:

- klasa betonu B35; $E_b = 34600$ MPa

e) straty siły sprężającej:

- od odkształcenia sprężystego betonu w chwili kotwienia - przy założeniu, że beton osiąga w tym momencie wytrzymałość klasy B35, $E_b = 34600$ MPa

- od relaksacji stali sprężającej

- od różnicy temperatury ciągnięć i urządzeń oporowych - dla $\Delta t = 60$ °C

- straty reologiczne - skurcz betonu w belce, zamkach i nadbetonie przy następujących wartościach:

$\epsilon_{sk}^b = 0.00032$ - w belce po 7 dniach (sprężenie)

$\epsilon_{sk}^b = 0.00016$ - w belce w chwili betonowania zamków

$\epsilon_{sk}^n = 0.00032$ - w zamkach płyty

$\epsilon_{sk}^n = 0.00021$ - w nadbetonie

$\Delta\epsilon_{sk} = \epsilon_{sk}^p - 0.5 * \epsilon_{sk}^b = 0.00016$ – pomiędzy zamkami a belką

zakłada się, że w chwili betonowania nadbetonu przęśla w belkach dokonał się już skurcz betonu

w wysokości 75 % sumarycznej wartości, zatem różnica skurczu wyniesie:

$$\Delta \varepsilon_{sk} = \varepsilon_{sk}^n - 0,25 * \varepsilon_{sk}^b = 0.00021 - 0,25 * 0.00032 = 0.00013$$

$$\varphi_p^b = 2,1 \quad - \text{ w belce po 90 dniach}$$

$$\varphi_p^p = 2.1 \quad - \text{ w zamkach po 90 dniach}$$

$$\varphi_p^p = 2.5 \quad - \text{ w nadbetonie po 28 dniach}$$

- f) zmniejszenie siły sprężającej w strefie kotwienia, w zależności od odległości przekroju analizowanego od czoła belki, uwzględniono w analizach automatycznie, w trybie bezpośrednich obliczeń komputerowych.

Warunki obliczeniowe naprężeń:

- 1) Sprężenia ograniczone - odpowiadające niedopuszczeniu naprężeń rozciągających większych od $R_{btk0.05}$

$$|\sigma_{btk}| \leq R_{btk0.05} = 1.90 \text{ MPa} - \text{ B35} - \text{ w chwili sprężenia}$$

$$|\sigma_{btk}| \leq R_{btk0.05} = 2.30 \text{ MPa} - \text{ B45} - \text{ w normalnej pracy}$$

- 2) Sprawdzenie na pojawienie się rys ukośnych wg warunku:

$$\sigma_1 \leq R_{btk0.05} = 2.30 \text{ MPa} \quad - \text{ naprężenia główne rozciągające w belce od obciążeń charakterystycznych dla betonu B45}$$

- 3) Naprężenia w betonie strefy ściskanej od obciążeń obliczeniowych:

$$\sigma_b^n \leq R_{b1} = 20.2 \text{ MPa} \quad - \text{ w nadbetonie B35}$$

$$\sigma_b^p \leq R_{b1} = 14.4 \text{ MPa} \quad - \text{ w zamkach płyty istn. B25}$$

$$\sigma_b^b \leq R_{b1} = 20.2 \text{ MPa} \quad - \text{ w prefabrykacie w fazie początkowej dla B35}$$

$$\sigma_b^b \leq R_{b1} = 26.0 \text{ MPa} \quad - \text{ w prefabrykacie w fazie użytkowej dla B45}$$

- 4) Współczynnik odporności belki na zarysowanie $n \geq 1.20$ obliczony dla obciążeń charakterystycznych.

- analizę statyczną naprężeń w belkach w charakterystycznych przekrojach wykonano na komputerze – wydruki analiz w załączeniu
- syntetyczne wyniki naprężeń w charakterystycznych przekrojach belki pokazano na odrębnych arkuszach w załączeniu.

4.2 Nośność graniczna strefy rozciąganej belki w prześle skrajnym.

4.2.1. Środek rozpiętości przęsła skrajnego - węzeł nr 4

- warunek nośności określony jest wzorem: $M_{ns} \geq s_2 M_k$ wg PN - 91/S-10042

- oznaczenia:

M_k - moment charakterystyczny

$$s_2 = 2.00$$

$$M_{ns} = cR_{pk} S_p + R_{ak} S_a + R_{ak} S_{ac}$$

$$A_{bc} = \frac{1}{R_{pk}} (cR_{pk} A_p + R_{ak} A_a + R_{ak} A_a' - \sigma_{pc} A_{pc}) - \text{ pole strefy ściskanej}$$

$c = 1.00$ – przy pełnej przyczepności cięgien do betonu

$$R_{pk} A_p = n * P_k = 64 * 67 = 4288 \text{ kN} - \text{ sumaryczna nośność charakterystyczna lin}$$

$R_{ak} = 200 \text{ MPa}$ – zbrojenie miękkie

$A_a = 0 \text{ cm}^2$ – przekrój zbrojenia strefy rozciąganej

$A_a' = 0 \text{ cm}^2$ – przekrój zbrojenia strefy ściskanej

$$\sigma_{pc} = P_{pc} / A_p - 400$$

P_{pc} – charakterystyczna siła wciągach z uwzględnieniem strat doraźnych i reologicznych wg załącznika dla belki zespolonej w węźle nr 3

$A_{pc} = 0.00$ – brak cięgien w strefie ściskanej

$R_{bk} = 26,2 \text{ MPa}$ – wytrzymałość charakterystyczna betonu B35 (nadbeton)

- wysokość strefy ściskanej określa się z warunku równowagi sił $\Sigma X = 0$,

$$c * R_{pk} * A_p + R_{ak} * A_a + R_{ak} * A_a - \sigma_{pc} * A_{pc} = \Sigma A_b * R_{bk}$$

- zakładając, że cała stal sprężająca znajduje się w strefie rozciąganej oraz że strefa ściskana obejmuje nadbeton, otrzymuje się:

$$c * R_{pk} * A_p + R_{ak} * A_a + R_{ak} * A_a - \sigma_{pc} * A_{pc} = 1.00 * 4,288 + 200 (0.0000) - 0 = 4,288 \text{ MN}$$

$$\Sigma A_b * R_{bk} = 1,50 * X * 26,2 = 4,288 \Rightarrow x = 0.12 \text{ m} - \text{poniżej górnej krawędzi środka belki}$$

- położenie środka ciężkości bryły naprężeń strefy ściskanej licząc od dolnej krawędzi belki:

$$y_c = 0,90 + 0,125 - 0,5 * 0,109 = 0,970 \text{ m}$$

z = - ramię sił wewnętrznych

$$M_{ns} = c R_{pk} * S_p + R_{ak} * S_a = c n P_k z + R_{ak} S_a - \text{moment niszczący}$$

S_p - moment statyczny pola przekroju stali sprężającej strefy rozciąganej, względem środka ciężkości pola strefy ściskanej betonu

- położenie środka ciężkości stali sprężającej strefy rozciąganej:

$$y_{pr} = (32 * 0,06 + 4 * 0,11 + 28 * 0,21) / 64 = 0,12875 \text{ m}$$

$$S_p = n * z = 64 * (0,97 - 0,12875) = 53,84 \text{ m}$$

$$M_{ns} = 1.00 * 0,067 * 53,84 = 3,607 \text{ MNm}$$

Sumaryczny moment w belce od obciążeń charakterystycznych sprowadzony do przekroju zespolonego:

a) belka przed zespoleniem:

$$J_b = 0,039448 \text{ m}^4 \quad y_d = 0,541 \text{ m}$$

$$W_d = 0,039448 / 0,541 = 0,0729 \text{ m}^3$$

b) belka po 1 zespoleniu dla obc. krótkotrwałych:

$$J_{bi} = 0,04045 \text{ m}^4 \quad y_d = 0,555 \text{ m}$$

$$W_{di} = 0,04045 / 0,555 = 0,0729 \text{ m}^3$$

c) belka po 1 zespoleniu dla obc. długotrwałych:

$$J_{bi} = 0,04513 \text{ m}^4 \quad y_d = 0,522 \text{ m}$$

$$W_{di} = 0,04513 / 0,522 = 0,08968 \text{ m}^3$$

d) belka po 2 zespoleniu dla obc. krótkotrwałych:

$$J_{bi} = 0,06080 \text{ m}^4 \quad y_d = 0,678 \text{ m}$$

$$W_{di} = 0,06080 / 0,678 = 0,08968 \text{ m}^3$$

e) belka po 2 zespoleniu dla obc. długotrwałych:

$$J_{bi} = 0,06682 \text{ m}^4 \quad y_d = 0,641 \text{ m}$$

$$W_{di} = 0,06682 / 0,641 = 0,1042 \text{ m}^3$$

momenty charakterystyczne:

$$M_{g0} = 324,7 \text{ kNm} - \text{ciężar własny belki}$$

$$M_{g1} = 21,7 \text{ kNm} - \text{ciężar własny przed 1 zespoleniem}$$

$$M_{g2} = 5,2 \text{ kNm} - \text{ciężar własny przed 2 zespoleniem}$$

$$M_{g3} = 140,5 \text{ kNm} - \text{ciężar po 2 zespoleniu}$$

$$M_p = 635,9 \text{ kNm} - \text{obc. ruchome klasy B}$$

$$\Sigma M_{spr.} = (324,7 + 21,7) * 0,1042 / 0,0856 + 5,2 * 0,1042 / 0,08646 + 140,5 + 635,9 = 1204,4 \text{ kNm}$$

$$s_2 = \frac{M_{ns}}{\Sigma M_{spr.}} = 3,607 / 1,2044 = 2,99 > s_2 = 2,00 - \text{warunek nośności strefy rozciąganej jest spełniony}$$

- w środku rozpiętości przęsa pośredniego (węzeł Nr 10), nośności nie sprawdzano ze względu na korzystniejszy rozkład naprężeń w belce
- nośności granicznej strefy ściskanej nie sprawdza się ze względu na duże zapasy naprężeń w nadbetonie.

4.3. Obliczenie belki na ścinanie

4.3.1. Sprawdzenie średnika belki i zbrojenia poprzecznego

- przekrój wymaganego zbrojenia sprawdza się na podstawie maksymalnych naprężeń ścinających obliczonych uprzednio - wg wydruków komputerowych

węzeł Nr 1 - strona prawa

$b = 0.14 \text{ m}$ - grubość średnika belki

$\tau_R = 0.38 \text{ MPa}$ - B45

$R_{aw} = 200 \text{ MPa}$ - St3SX

$A_a = 14 \phi 6 + 14 \phi 12 = 3.96 + 15.84 = 19.80 \text{ cm}^2$

$A_b = 0.3579$ - przekrój poprzeczny belki

$\mu = 19.80 / 3579 = 0.00553$

$1 + 50 * \mu = 1 + 50 * 0.00553 = 1.276$

$\tau_{b \max} = \tau_R * (1 + 50\mu) = 0.485 \text{ MPa}$

- nośność betonu B45 średnika belki na ścinanie:

$1 / z * \Delta V_b = 0.485 * 0.14 = 0.679 \text{ MN / m}$

- nośność strzemion istn. $4 \phi 12$ co $8,5 \text{ cm}$:

$1 / z * \Delta V_{aw} = A_{aw} / s * R_{aw} = 0.000452 / 0.085 * 200 = 1.0635 \text{ MN / m}$

- nośność 28 lin ($7 \phi 2.5$) nachylonych pod kątem $\phi = 3.75^\circ$ do poziomu:

$\sin \phi = 0.0654$

$P_{obl.} = 43.6 \text{ kN}$ - dla 1 liny

$\Delta V_p = 28 * 0.0436 * 0.0654 = 0.0798 \text{ MN}$

- maks. obliczeniowa siła poprzeczna w przekroju podporowym belki:

$\Delta V_{max}^r = 97,4 + 6,5 - 104,0 + 193,5 + 153,3 = 349,7 \text{ kN}$

- siła ta wywołuje w środku naprężenia tnące $\tau_{max} = 4.914 \text{ MPa}$

$\tau_{max} = V / (b * z) = 4.914 \Rightarrow z = 0.3497 / 4.914 / 0.14 = 0.508 \text{ m}$

sumaryczna nośność przekroju na ścinanie:

$V_{max}^r = \Delta V_b + \Delta V_{aw} + \Delta V_p = (0.679 + 1,0635) * 0.508 + 0.0798 = 0.965 \text{ MN} > \Delta V_{max}^r = 349.7 \text{ kN}$

węzeł Nr 7' - strona prawa

$\tau_{b \max} = \tau_R * (1 + 50\mu) = 0.485 \text{ MPa}$

- nośność betonu B45 średnika belki na ścinanie:

$1 / z * \Delta V_b = 0.485 * 0.14 = 0.679 \text{ MN / m}$

- nośność strzemion istn. $4 \phi 12$ co $8,5 \text{ cm}$:

$1 / z * \Delta V_{aw} = A_{aw} / s * R_{aw} = 0.000452 / 0.085 * 200 = 1.0635 \text{ MN / m}$

- nośność 28 lin ($7 \phi 2.5$) nachylonych pod kątem $\phi = 3.75^\circ$ do poziomu:

$\sin \phi = 0.0654$

$P_{obl.} = 43.6 \text{ kN}$ - dla 1 liny

$\Delta V_p = 28 * 0.0436 * 0.0654 = 0.0798 \text{ MN}$

- maks. obliczeniowa siła poprzeczna w przekroju podporowym belki:

$\Delta V_{max}^r = 82,2 + 5,5 + 41,8 + 66,9 + 283,7 = 480.1 \text{ kN}$

- siła ta wywołuje w środku naprężenia tnące $\tau_{max} = 4.714 \text{ MPa}$

$\tau_{max} = V / (b * z) = 4.714 \Rightarrow z = 0.4801 / 4.714 / 0.14 = 0.727 \text{ m}$

sumaryczna nośność przekroju na ścinanie:

$$V_{\max}^r = \Delta V_b + \Delta V_{aw} + \Delta V_p = (0.679 + 1,0635) * 0.727 + 0.0798 = 1,346 \text{ MN} > \Delta V_{\max}^r = 0.4801 \text{ kN}$$

4.3.2. Sprawdzenie zespolenia z nadbetonem

zespolenie projektowanego nadbetonu z istn. belką poprzez kotwy osadzone w górnej powierzchni belki.

węzeł Nr 1 – strona prawa

wymagany przekrój kotew:

$$\frac{A_{aw}}{S_f} = \frac{T'}{R_a} \quad \text{gdzie: } T' - \text{siła rozwarstwiająca:}$$

$$T' = \tau_{\max} * b$$

$$R_a = 295 \text{ MPa} \quad - 18 \text{ G2-b}$$

$\tau_{\max} = 0.189 \text{ MPa}$ - (wg wydruków komputerowych)

$$\frac{A_{aw}}{S_f} = 0.189 * 1,50 / 295 = 0.000961 \text{ m}^2 = 9.61 \text{ cm}^2 / 1 \text{ m}$$

$$\text{przyjęto w zespoleniu } 3 \Phi 14 \text{ co } 40 \text{ cm } \frac{A_{aw}}{S_f} = 11.50 \text{ cm}^2 / 1 \text{ m}$$

węzeł Nr 4 - środek przęsła skrajnego

$\tau_{\max} = 0.041 \text{ MPa}$ - (wg wydruków komputerowych)

$$\frac{A_{aw}}{S_f} = 0.041 * 1,50 / 295 = 0.0002084 \text{ m}^2 = 2,08 \text{ cm}^2 / 1 \text{ m}$$

$$\text{przyjęto w zespoleniu } 3 \Phi 14 \text{ co } 90 \text{ cm } \frac{A_{aw}}{S_f} = 5,13 \text{ cm}^2 / 1 \text{ m}$$

węzeł Nr 7- strona prawa

$\tau_{\max} = 0.345 \text{ MPa}$ - (wg wydruków komputerowych)

$$\frac{A_{aw}}{S_f} = 0.345 * 1,50 / 295 = 0.001754 \text{ m}^2 = 17,54 \text{ cm}^2 / 1 \text{ m}$$

$$\text{przyjęto w zespoleniu } 3 \Phi 14 \text{ co } 25 \text{ cm } \frac{A_{aw}}{S_f} = 11.50 \text{ cm}^2 / 1 \text{ m}$$

w pozostałych przekrojach pośrednich zbrojenie zostanie rozmieszczone proporcjonalnie do odległości od podpory zgodnie z obwiednią sił poprzecznych

5. OBLICZENIE PRZESŁA W KIERUNKU POPRZECZNYM

5.1. Linie wpływu momentów zginających w kierunku poprzecznym do osi mostu

Obliczenia wykonane będą metodą Guyonn'a i Massonet'a przy wykorzystaniu współczynników bezwymiarowych μ_0 i μ_1 , zależnych od θ i α obliczonych uprzednio.

$$\theta = 1.25$$

$$\alpha = 0.239$$

$$b = \frac{B}{2} = 15,50 / 2 = 7.75 \text{ m}$$

$$L_{\text{śr}} = 16,39 \text{ m}$$

$$\phi = 1,268$$

momenty jednostkowe w kierunku poprzecznym ustalone będą wg wzoru:

$$m_y = b \sum_{n=1}^{\infty} (\mu_0(n, \nu) * \eta_{0(n)} + \mu_1(n, \nu) * \eta_{1(n)})$$

gdzie:

$$\eta_{0(n)} = K_{(n)} * (1 - \alpha^n)$$

$$\eta_{1(n)} = K_{(n)} * \alpha^n$$

$$K_{(n)} = r_{(n)} \sin n\beta$$

$r_{(n)}$ - współczynnik zależny od rodzaju obciążenia i jego rozkładu wzdłuż osi mostu

$$\beta = \frac{\pi x}{l} = 0.5 \pi \quad \text{- dla środka przęsła}$$

a) rozwinięcie w szereg Fouriera obciążenia „K” klasy B

$$K = 600 \text{ kN}$$

$$\phi = 1.68$$

$$\gamma = 1.50$$

$$a \times b = 4.80 * 4.00 \text{ - pole rozkładu obc. } K = 600 \text{ kN}$$

$$K_1 = 0.5 K \phi \gamma = 0.5 * 600 * 1.268 * 1.50 = 570,6 \text{ kN}$$

obciążenie p' dla połowy obciążenia K:

$$p' = \frac{K_1}{4.80} = 570,6 / 4,80 = 118,9 \text{ kN/m}$$

$$r_{(n)} = \frac{c_p}{n} \sin n\gamma * \sin n\delta$$

$$K_{(n)} = r_{(n)} * \sin n\beta$$

$$c_p = \frac{4p'}{\pi} = \frac{4 * 118,9}{\pi} = 151,4 \text{ kN/m}$$

$$\gamma = \frac{\pi x}{l} = 0.5 \pi$$

$$\beta = \frac{\pi x}{l} = 0.5 \pi$$

$$\delta = \frac{\pi d}{l} = \frac{\pi * 2.40}{16,39} = 0.146 \pi$$

$$r_{(n)} = \frac{c_p}{n} \sin n\gamma * \sin n\delta = 151,4 / n * \sin n\gamma * \sin n\delta$$

wartości $\eta_{0(n)}$ i $\eta_{1(n)}$ obliczono w tabelach poniżej, przy czym:

$$\eta_{0(n)} = K_{(n)} * (1 - \alpha^n) = K_{(n)} (1 - \sqrt{0.420}) = 0.511 * K_{(n)}$$

$$\eta_{l(n)} = \kappa_{(n)} * \alpha^\omega = \kappa_{(n)} \sqrt{0.420} = 0.489 * \kappa_{(n)}$$

b) rozwinięcie w szereg Fouriera obciążenia równ. rozłożonego:

- $q = 3.00 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 1.50$ – obc. klasy „B” w obrębie jezdni

- $t = 2.5 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 1.30$ - obciążenia tłumem na chodniku z prawej strony przęsła

$$c_p^q = \frac{4q\gamma}{\pi} = \frac{4 * 3.00 * 1.50}{\pi} = 5.73 \text{ kN/m}^2$$

$$c_p^t = \frac{4 * t * \gamma}{\pi} = \frac{4 * 2.5 * 1.30}{\pi} = 4.14 \text{ kN/m}^2$$

$$r_{(n)} = \frac{c_p}{n} \sin^2 n \frac{\pi}{2}$$

$$\kappa_{(n)} = r_{(n)} \sin n\beta$$

$$\beta = \frac{\pi x}{l} = 0.5 \pi$$

$$\eta_{0(n)} = \kappa_{(n)} * (1 - \alpha^\omega) = \kappa_{(n)} (1 - \sqrt{0.420}) = 0.511 * \kappa_{(n)}$$

$$\eta_{l(n)} = \kappa_{(n)} * \alpha^\omega = \kappa_{(n)} \sqrt{0.420} = 0.648 * \kappa_{(n)}$$

5.2. Współczynniki $\eta(0)$ i $\eta(1)$ rozwinięcia obc. ruchomego w szereg Fouriera

współczynniki $\eta(0)$ i $\eta(1)$ dla obc. $K = 600 \text{ kN}$ klasy "B"

n	$n \beta$	$n \gamma$	$n \delta$	$\sin(n \beta)$	$\sin(n \gamma)$	$\sin(n \delta)$	$r(n)$	$k(n)$	$\eta_0(n)$	$\eta_1(n)$
1	1.57079633	1.571	0.45867253	1.0000	1.0000	0.4428	67.0336	67.0336	34.2542	32.7794
2	3.14159265	3.142	0.91734505	0.0000	0.0000	0.7940	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	4.71238898	4.712	1.37601758	-1.0000	-1.0000	0.9811	-49.5124	49.5124	25.3008	24.2115
4	6.2831853	6.283	1.83469011	0.0000	0.0000	0.9654	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	7.85398163	7.854	2.29336263	1.0000	1.0000	0.7501	22.7134	22.7134	11.6065	11.1068

współczynniki $\eta(0)$ i $\eta(1)$ dla obc. $q = 3.00 \text{ kN/m}^2$ klasy "B"

n	$n \beta$	$n(\pi/2)$	$\sin(n \beta)$	$\sin^2(n \pi/2)$	$r(n)$	$k(n)$	$\eta_0(n)$	$\eta_1(n)$
1	1.57079633	1.5708	1.0000	1.0000	5.7300	5.7300	2.9280	2.8020
2	3.14159265	3.1416	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	4.71238898	4.7124	-1.0000	1.0000	1.9100	-1.9100	-0.9760	-0.9340
4	6.2831853	6.2832	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	7.85398163	7.8540	1.0000	1.0000	1.1460	1.1460	0.5856	0.5604

współczynniki $\eta(0)$ i $\eta(1)$ dla obc. $t = 2.50 \text{ kN/m}^2$

n	$n \beta$	$n(\pi/2)$	$\sin(n \beta)$	$\sin^2(n \pi/2)$	$r(n)$	$k(n)$	$\eta_0(n)$	$\eta_1(n)$
1	1.57079633	1.5708	1.0000	1.0000	4.1400	4.1400	2.1155	2.0245
2	3.14159265	3.1416	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	4.71238898	4.7124	-1.0000	1.0000	1.3800	-1.3800	-0.7052	-0.6748
4	6.2831853	6.2832	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	7.85398163	7.8540	1.0000	1.0000	0.8280	0.8280	0.4231	0.4049

5.3. Wyznaczenie rzędnych linii wpływu momentów zginających m_y od obciążeń ruchomych przy rozwinięciu obc. rzeczywistego w szereg Fouriera (obc. ruchome taborem samochodowym klasy B ($K + q$) i tłumu

współczynniki $\mu = 10^{-4}$ dla $f = 0$											
		$\nu = 1,25$ $\alpha = 0,239$									
n	$n\nu$	$*\eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu)$			-119.89	-189.82	-190.43	80.52	940.01	80.52	-190.43	-189.82	-119.89
			xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
$\mu_1(n, \nu)$			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			-77.00	-93.94	-101.57	7.65	657.52	7.65	-101.57	-93.94	-77.01
			xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Obciążenie skupione $K = 600$ kN											
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$			-4 106.7	-6 502.1	-6 523.0	2 758.1	32 199.3	2 758.1	-6 523.0	-6 502.1	-4 106.7
			0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$			-2 524.0	-3 079.3	-3 329.4	250.8	21 553.1	250.8	-3 329.4	-3 079.3	-2 524.3
			0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$m_y/b \times 10^{-4}$			-6 630.7	-9 579.4	-9 848.4	3 014.9	53 760.4	3 018.9	-9 840.4	-9 567.4	-6 615.1

Obciążenie równomiernie rozłożone $q = 3.00$ kN/m ²											
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$			-351.0	-555.8	-557.6	235.8	2 752.3	235.8	-557.6	-555.8	-351.0
			0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$			-215.8	-263.2	-284.6	21.4	1 842.4	21.4	-284.6	-263.2	-215.8
			0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$m_y/b \times 10^{-4}$			-566.8	-817.0	-838.2	263.2	4 602.7	267.2	-830.2	-805.0	-560.8

Obciążenie równomiernie rozłożone $t = 2.50$ kN/m ²											
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$			-253.6	-401.6	-402.9	170.3	1 988.6	170.3	-402.9	-401.6	-253.6
			0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$			-155.9	-190.2	-205.6	15.5	1 331.1	15.5	-205.6	-190.2	-155.9
			0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$m_y/b \times 10^{-4}$			-409.5	-589.7	-604.5	191.8	3 327.7	195.8	-596.6	-577.7	-393.5

współczynniki $\mu * 10^4$ dla $f = b / 4$

		$\alpha = 0,239$										
		$\nu = 1,25$										
	n	ν	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu)$	1	1.25	34.2542	21.28	-80.72	-172.41	-179.66	96.73	960.60	78.61	-280.24	-461.36
	2	2.5	0.0000	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
	3	3.75	25.3008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\mu_1(n, \nu)$	1	1.25	32.7794	-37.7	-53.49	-78.68	-94.33	8.61	652.14	-6.97	-131.72	-148
	2	2.5	0.0000	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
	3	3.75	24.2115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

		Obciążenie skupione K= 600 kN										
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(m)$	1	1.25	34.2542	728.9	-2 765.0	-5 905.8	-6 154.1	3 313.4	32 904.6	2 692.7	-9 599.4	-15 803.5
	2	2.5	0.0000	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	3	3.75	25.3008	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(m)$	1	1.25	32.7794	-1 235.8	-1 753.4	-2 579.1	-3 092.1	282.2	21 376.8	-228.5	-4 317.7	-4 851.4
	2	2.5	0.0000	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	3	3.75	24.2115	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		my/b x 10⁴		-506.9	-4 516.4	-8 480.8	-9 240.2	3 603.6	54 291.3	2 476.3	-13 903.1	-20 638.9

		Obciążenie równomiernie rozłożone q = 3.00 kN/m²										
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(m)$	1	1.25	2.9280	62.3	-236.3	-504.8	-526.0	283.2	2 812.6	230.2	-820.5	-1 350.9
	2	2.5	0.0000	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	3	3.75	-0.9760	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(m)$	1	1.25	2.8020	-105.6	-149.9	-220.5	-264.3	24.1	1 827.3	-19.5	-369.1	-414.7
	2	2.5	0.0000	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	3	3.75	-0.9340	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		my/b x 10⁴		-43.3	-384.2	-721.3	-784.4	315.4	4 649.9	222.6	-1 175.6	-1 749.6

		Obciążenie równomiernie rozłożone t = 2.50 kN/m²										
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(m)$	1	1.25	2.1155	45.0	-170.8	-364.7	-380.1	204.6	2 032.1	166.3	-592.8	-976.0
	2	2.5	0.0000	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	3	3.75	-0.7052	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(m)$	1	1.25	2.0245	-76.3	-108.3	-159.3	-191.0	17.4	1 320.3	-14.1	-266.7	-299.6
	2	2.5	0.0000	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	3	3.75	-0.6748	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		my/b x 10⁴		-31.3	-277.1	-520.0	-565.0	230.1	3 362.4	164.2	-845.5	-1 259.6

współczynniki $\mu * 10^4$ dla $f = b / l$

		$\alpha = 0,239$									
		$\nu = 1,25$					0				
n	$n \nu$	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu)$		1	40.82	-18.87	-85.65	-148.11	-127.72	160.11	965.72	-138.63	-960.81
		2	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\mu_1(n, \nu)$		1	-17.77	-27.62	-46.34	-75.76	-95.86	0.50	630.70	-58.59	-253.10
		2	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Obciążenie skupione $K = 600$ kN

		$K = 600$ kN									
		$\nu = 1,25$					0				
n	$n \nu$	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$		1	1 398.3	-646.4	-2 933.9	-5 073.4	-4 374.9	5 484.4	33 080.0	-4 748.7	-32 911.8
		2	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$		1	-582.5	-905.4	-1 519.0	-2 483.4	-3 142.2	16.4	20 674.0	-1 920.5	-8 296.5
		2	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$my/b \times 10^4$			815.8	-1 549.7	-4 448.9	-7 550.8	-7 509.2	5 510.8	53 765.9	-6 655.2	-41 192.2

Obciążenie równomiernie rozłożone $q = 3.00$ kN/m²

		$q = 3.00$ kN/m ²									
		$\nu = 1,25$					0				
n	$n \nu$	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$		1	119.5	-55.3	-250.8	-433.7	-374.0	468.8	2 827.6	-405.9	-2 813.3
		2	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$		1	-49.8	-77.4	-129.8	-212.3	-268.6	1.4	1 767.2	-164.2	-709.2
		2	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$my/b \times 10^4$			69.7	-130.6	-376.6	-639.9	-634.6	480.2	4 606.8	-556.1	-3 506.4

Obciążenie równomiernie rozłożone $t = 2.50$ kN/m²

		$t = 2.50$ kN/m ²									
		$\nu = 1,25$					0				
n	$n \nu$	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$		1	86.4	-39.9	-181.2	-313.3	-270.2	338.7	2 043.0	-293.3	-2 032.6
		2	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$		1	-36.0	-55.9	-93.8	-153.4	-194.1	1.0	1 276.9	-118.6	-512.4
		2	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$my/b \times 10^4$			50.4	-93.8	-271.0	-460.7	-456.3	349.7	3 331.8	-397.9	-2 529.0

współczynniki $\mu * 10^4$ dla $f = 3/4 * b$

		$\alpha = 0,239$										
		$\nu = 1,25$										
n	ν	$n\nu$	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu)$		1	1.25	16.61	-0.18	-21.32	-49.41	-69.23	-27.67	175.03	639.28	-1 190.69
		2	2.5	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
		3	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\mu_1(n, \nu)$		1	1.25	-7.62	-12.56	-22.67	-41.99	-71.5	-93.28	-9.28	545.45	-324.74
		2	2.5	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
		3	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Obciążenie skupione $K=600$ kN

n	ν	$n\nu$	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$		1	1.25	569.0	-6.2	-730.3	-1 692.5	-2 371.4	-947.8	5 995.5	21 898.0	-40 786.1
		2	2.5	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	3.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$		1	1.25	-249.8	-411.7	-743.1	-1 376.4	-2 343.7	-3 057.7	-304.2	17 879.5	-10 644.8
		2	2.5	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	3.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		$my/b * 10^4$		319.2	-415.9	-1 469.4	-3 062.9	-4 707.1	-3 995.5	5 703.3	39 791.5	-51 414.3

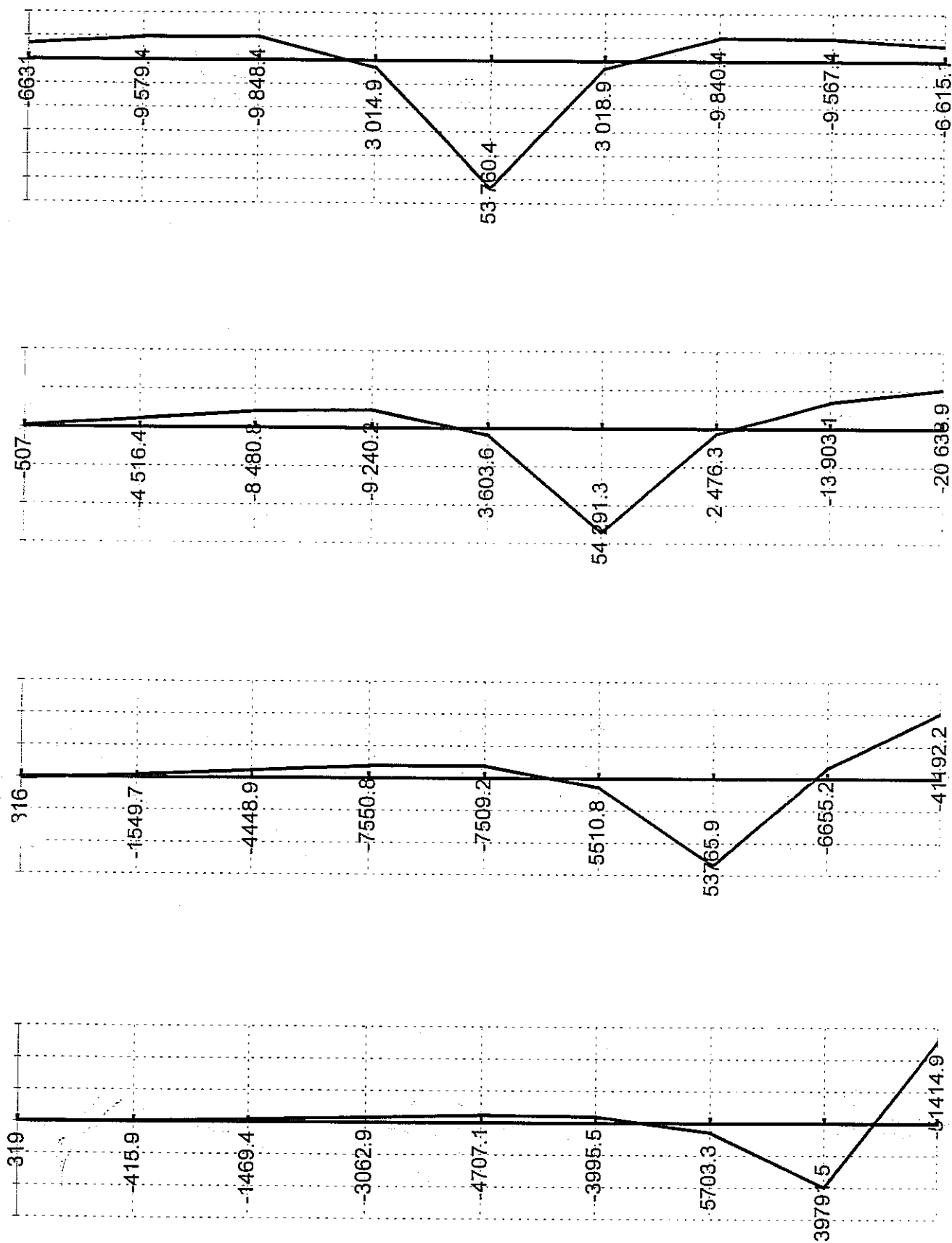
Obciążenie równomiernie rozłożone $q = 3.00$ kN/m²

n	ν	$n\nu$	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$		1	1.25	48.6	-0.5	-62.4	-144.7	-202.7	-81.0	512.5	1 871.8	-3 486.3
		2	2.5	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	3.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$		1	1.25	-21.4	-35.2	-63.5	-117.7	-200.3	-261.4	-26.0	1 528.4	-909.9
		2	2.5	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	3.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		$my/b * 10^4$		27.3	-33.7	-121.9	-256.3	-395.0	-332.4	498.5	3 414.2	-4 380.3

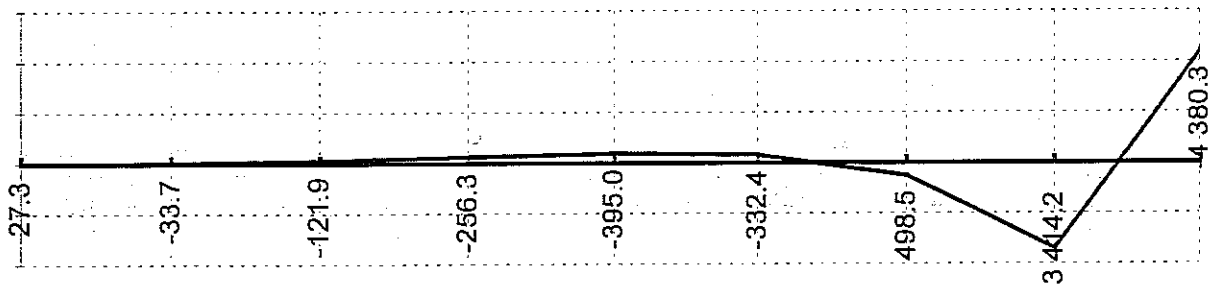
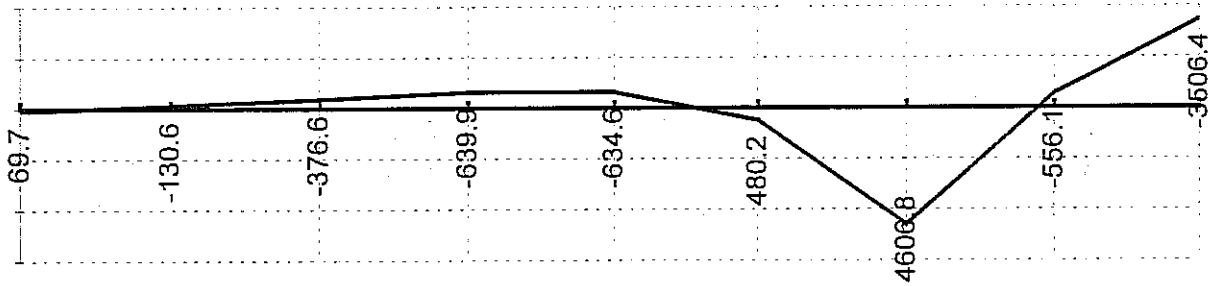
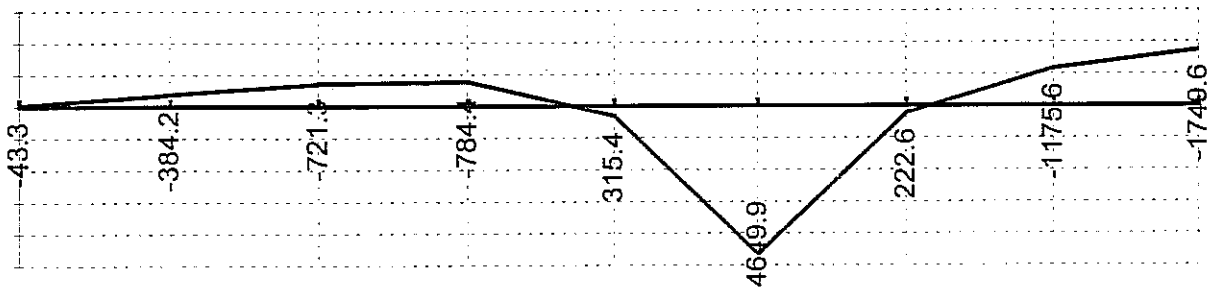
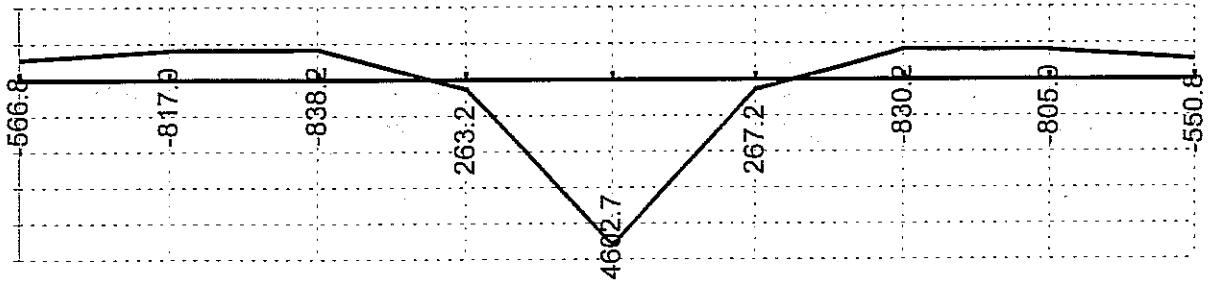
Obciążenie równomiernie rozłożone $t = 2.50$ kN/m²

n	ν	$n\nu$	$* \eta$	$-b$	$-3/4 b$	$-b/2$	$-b/4$	0	$b/4$	$b/2$	$3/4 b$	b
$\mu_0(n, \nu) * \eta_0(n)$		1	1.25	35.1	-0.4	-45.1	-104.5	-146.5	-58.5	370.3	1 352.4	-2 518.9
		2	2.5	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	3.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\mu_1(n, \nu) * \eta_1(n)$		1	1.25	-15.4	-25.4	-45.9	-85.0	-144.8	-188.8	-18.8	1 104.3	-657.4
		2	2.5	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
		3	3.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		$my/b * 10^4$		19.7	-23.8	-87.0	-183.5	-283.2	-237.4	363.5	2 470.7	-3 160.3

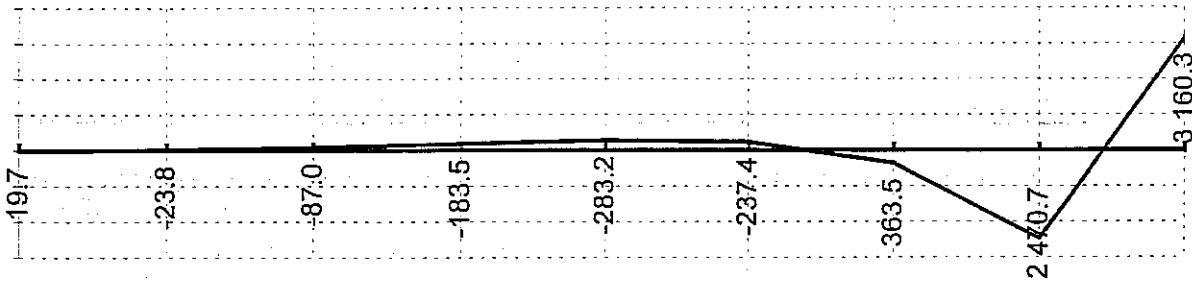
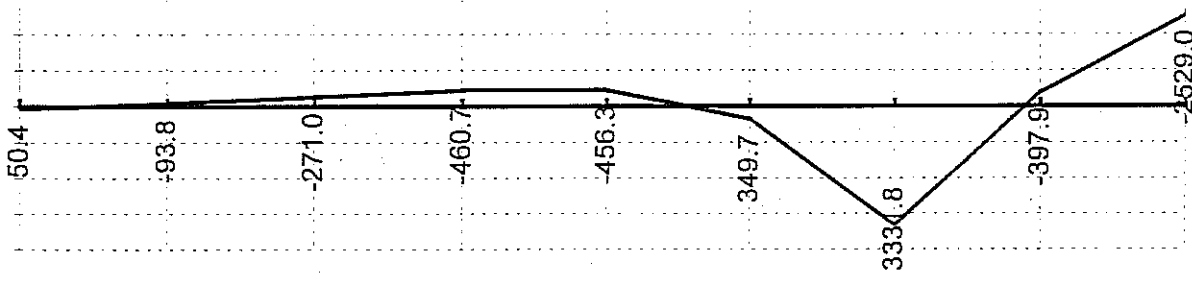
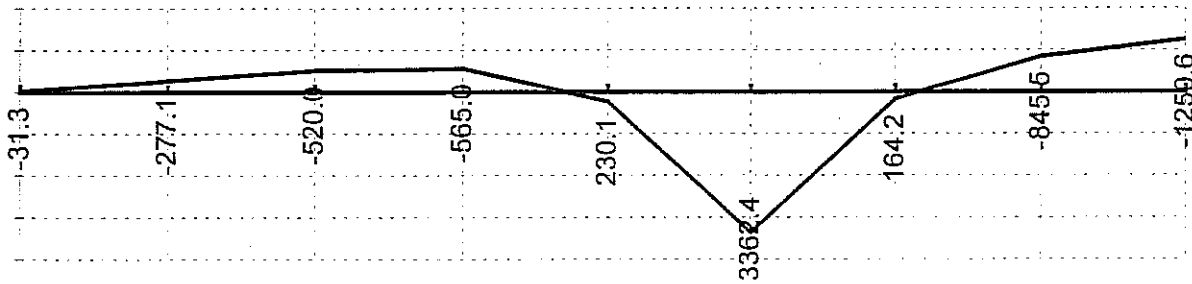
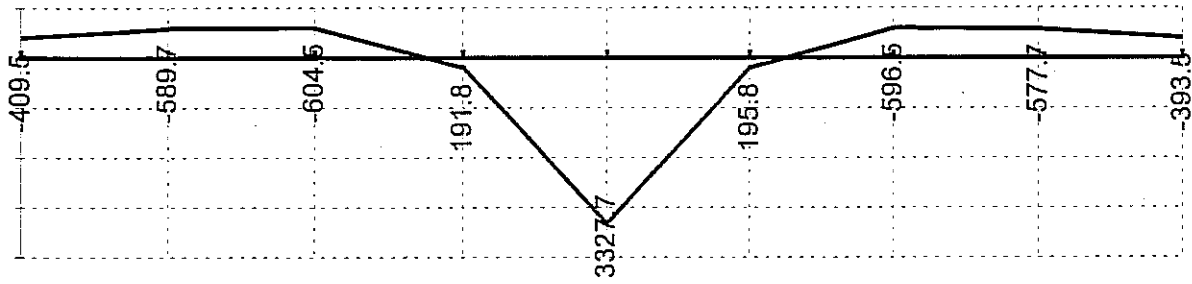
5.4. Linie wpływu momentów m_y dla obciążenia $K = 600 \text{ kN}$



5.5. Linie wpływu momentów m_y dla obciążenia $q = 3.00 \text{ kN/m}^2$



5.6. Linie wpływu momentów m_y dla obciążenia $t = 2.50 \text{ kN/m}^2$



5.7. Sumaryczne momenty w poprzek mostu od obciążenia obliczeniowego klasy B i tłumu.

$$m_y = \frac{b}{10^4} * (\sum \eta_i^K + \sum \omega^q + \sum \omega^t)$$

gdzie:

$$b = \frac{B}{2} = 15,50 / 2 = 7,75 \text{ m} - \text{połowa szerokości oblicz.}$$

$$\sum \eta_i^K - \text{suma rzędnych linii wpływu } m_y \text{ od } K = 600 \text{ kN}$$

$$\sum \omega^q - \text{suma pola linii wpływu } m_y \text{ od } q = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum \omega^t - \text{suma pola linii wpływu } m_y \text{ od } t = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$f = 0$$

$$m_y^{\max} = 7,75 / 10^4 * (53760 + 10955 + 0) = 50,15 \text{ kNm}$$

$$m_y^{\min} = -7,75 / 10^4 * (16967 + 2949 + 2077) = -17,04 \text{ kNm}$$

$$f = b/4$$

$$m_y^{\max} = 7,75 / 10^4 * (54291 + 9602 + 231) = 47,40 \text{ kNm}$$

$$m_y^{\min} = -7,75 / 10^4 * (16264 + 3330 + 2478) = -17,11 \text{ kNm}$$

$$f = b/2$$

$$m_y^{\max} = 7,75 / 10^4 * (29465 + 4691 + 3496) = 29,18 \text{ kNm}$$

$$m_y^{\min} = -7,75 / 10^4 * (14022 + 3447 + 1507) = -14,71 \text{ kNm}$$

$$f = \frac{3}{4} b$$

$$m_y^{\max} = 7,75 / 10^4 * (751 + 140 + 3842) = 15,37 \text{ kNm}$$

$$m_y^{\min} = -7,75 / 10^4 * (7221 + 2554 + 353) = -7,85 \text{ kNm}$$

5.8. Wymiarowanie płyt pomostu w kierunku poprzecznym.a) na moment dodatni $m_{\max} = 50,15 \text{ kNm/m}$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$h = 0,12 + 0,12 \text{ m} = 0,24 \text{ m} - \text{wraz z nadbetonem}$$

$$h_1 = 0,24 - 0,03 = 0,21 \text{ m}$$

$$R_a = 295 \text{ MPa} - 18G2 - b$$

$$n = \frac{E_s}{E_b} = 7$$

$$\omega_s = \frac{7 * 0,05015}{1,00 * 0,21^2 * 295} = 0,0270$$

$$n \mu = 0,029$$

$$A_a = \frac{0,029}{7} * 100 * 21 = 8,70 \text{ cm}^2/\text{m}, \sigma_a = 286 \text{ MPa}$$

istniejące zbrojenie $\phi 12$ co 12,5 cm tj. 9,05 cm²/m jest wystarczająceb) na moment ujemny $m_{\min} = -17,11 \text{ kNm/m}$ w nadbetonie

$$h = 0,12 + 0,12 \text{ m} = 0,24 \text{ m} - \text{wraz z nadbetonem}$$

$$h_1 = 0,24 - 0,06 = 0,18 \text{ m}$$

$$R_a = 295 \text{ MPa} - 18G2 - b$$

$$n = \frac{E_s}{E_b} = 7$$

$$\omega_s = \frac{7 * 0.01711}{1.00 * 0.18^2 * 295} = 0.0185$$

$$n \mu = 0.020$$

$$A_a = \frac{0.020}{7} * 100 * 18 = 5,14 \text{ cm}^2/\text{1m}$$

przyjęto $\Phi 10$ co 15 cm - $A_a = 5.24 \text{ cm}^2/\text{1m}$ - 18G2 - b

c) dotatkowe napr. w zbrojeniu dolnym płyty pomostu od ciężaru własnego i nadbetonu

$$g = (0.12 + 0.12) * 26,00 * 1,20 = 3,74 \text{ kN/m}^2$$

$$M = g * 1 * 1 / 12 = 0.00374 * 1.50 * 1.50 / 12 = 0.000701 \text{ MNm}$$

$$h_1 = 0.12 - 0.03 = 0.09 \text{ cm}$$

$$n = 7$$

$$n \mu = 7 * 9,05 / 100 / (12 - 3) = 0.07038$$

$$\omega_s = 0.0628$$

$$\Delta \sigma_a = 7 * 0.000701 / 1.00 / 0.09 / 0.09 / 0.0628 = 9.6 \text{ MPa}$$

$$\Sigma \sigma_a = 286 + 10 = 296 \text{ MPa} < R_a * 1.05 = 295 * 1,05$$

6. OBLICZENIE UCIĄGLENIA PRZESŁA NAD FILARAMI

Sumaryczny moment zginający obliczeniowy nad filarem – węzeł nr 7:

$$M = 649,5 + 652,6 = 1302,1 \text{ kNm}$$

wymiary obliczeniowe oczepu uciągającego (bez uwzględnienia podbetonowania belek):

$$B = 1.50 \text{ m (rozstaw belek w przekroju)}$$

$$H = 0.90 + 0.15 = 1.05 \text{ m}$$

$$h_1 = 1.05 - 0.05 = 1.00 \text{ m}$$

przyjęto $\Phi 20$ co 10 cm (18G2-b) tj. $A_g = 47.10 \text{ cm}^2 / 1 \text{ belkę}$

wyniki obliczeń wg wydruków komputerowych (załącznik):

Wysokość strefy ściskanej $x = 0.22 \text{ m}$

Oblicz. naprężenia ściskające w betonie $\sigma_b = 8.48 \text{ MPa} < R_{b1} = 20.2 \text{ MPa} - \text{B35}$

Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. $\sigma_r = 298.66 \text{ MPa} < R_a = 295 * 1,05 \text{ MPa} - 18\text{G2-b}$

7. OBLICZENIE POPRZECZNIC PODPOROWYCH

7.1. Obciążenia zewnętrzne poprzecznic

FAZA 1 – bezpośrednio po opuszczeniu przęsła na łożyskach

belka prefabrykowana Płońsk LC = 16.50 m:

$$A_b = 0.376 \text{ m}^2 - \text{pole przekroju poprzecznego belki}$$

$$LC = 16.50 \text{ m}$$

$$L_t = 16.00 \text{ m}$$

	$g = 0,376 * 27,00$	= 10.15 kN/m/1 belkę
zamki pomiędzy półkami belek	$g = (1.50 - 1.38) * 0.12 * 26,00$	= 0.37 kN/m/ 1 belkę

$$\text{nadbeton średnia gr. 13.5 cm: } 0,135 * 1,50 * 27,00 = 5,47 \text{ kN / m / 1 belkę}$$

$$\text{razem } g_1 = 16,00 \text{ kN / m / 1 belkę}$$

Reakcja podpory montażowej:

$$R_{g1} = 0,50 * 16,50 * 16,00 = 132,0 \text{ kN / 1 belkę}$$

$$\gamma = 1,20 - \text{współczynnik obciążenia}$$

na podstawie sch. oblicz. nr 3a otrzymuje się reakcję 1 belki na oczep podporowy po opuszczeniu przęsła na łożyskach:

$$V1(g1) = 132,0 / 127,95 * 117,508 = 121,2 \text{ kN} - \text{na przyczółku}$$

$$V7(g1) = 132,0 / 127,95 * 266,344 = 274,8 \text{ kN} - \text{na filarze}$$

FAZA 2 – po uciągnięciu przęsła

a) obc. stałe – ciężar nawierzchni i wyposażenia – sch. 1 obliczeniowy poprzecznic

$$g_2 = 6,375 \text{ kN / m / 1 belkę}$$

$$\gamma = 1,50 - \text{współczynnik obciążenia}$$

na podstawie sch. oblicz. nr 3b otrzymuje się reakcję 1 belki na oczep podporowy:

$$V1(g_2) = 6,375 / 10,00 * 64,894 = 41,4 \text{ kN} - \text{na przyczółku}$$

$$V7(g_2) = 6,375 / 10,00 * 180,905 = 115,3 \text{ kN} - \text{na filarze}$$

b) obc. stałe – ciężar własny poprzecznic – sch. 2 obliczeniowy poprzecznic

$$A_{b1} = 0,90 * 1,25 = 1,125 \text{ m}^2 - \text{na przyczółku}$$

$$A_{b7} = 1,20 * 1,25 = 1,50 \text{ m}^2 - \text{na filarze}$$

$$g_{1(g3)} = 1,25 * 26,00 = 29,3 \text{ kN / m}$$

$$g_{7(g3)} = 1,50 * 26,00 = 39,0 \text{ kN / m}$$

$$\gamma = 1,20 - \text{współczynnik obciążenia}$$

c) obc. ruchome $q = 3,00 \text{ kN / m}^2$ – klasy B – sch. 3 obliczeniowy poprzecznic

- wg schematu przekroju poprzecznego przęsła oraz sch. oblicz. nr 3c + 3d + 3e, otrzymuje się maks. reakcję 1 belki na poprzecznicę:

- na przyczółku:

$$V1^1(q) = 3,00 * 0,95 / 10 * (70,37 + 2,718) = 20,92 \text{ kN}$$

$$V1^{2-7}(q) = 3,00 * 1,50 / 10 * (70,37 + 2,718) = 33,02 \text{ kN}$$

$$V1^8(q) = 3,00 * 0,55 / 10 * (70,37 + 2,718) = 12,11 \text{ kN}$$

$$V1^{9-10}(q) = 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{przyjęto na korzyść bezpieczeństwa } V1^{1-8}(q) = 33,02 \text{ kN}$$

- na filarze

$$V7^1(q) = 3,00 * 0,95 / 10 * (105,486 + 91,396) = 56,10 \text{ kN}$$

$$V7^{2-7}(q) = 3,00 * 1,50 / 10 * (105,486 + 91,396) = 88,60 \text{ kN}$$

$$V7^8(q) = 3,00 * 0,55 / 10 * (105,486 + 91,396) = 32,50 \text{ kN}$$

$$V7^{9-10}(q) = 0,00 \text{ kN}$$

$$\text{przyjęto na korzyść bezpieczeństwa } V7^{1-8}(q) = 88,60 \text{ kN}$$

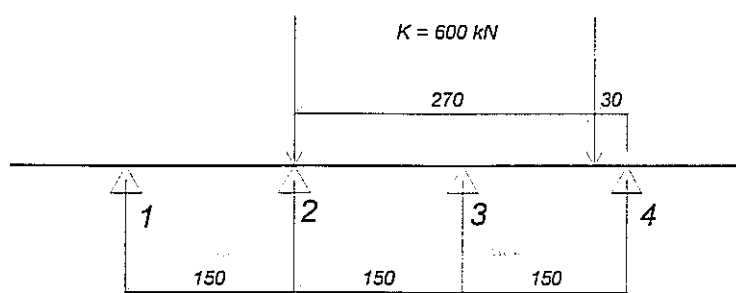
$$\gamma = 1,50 - \text{współczynnik obciążenia}$$

d) obc. ruchome $K = 600 \text{ kN}$ – klasy B

$$K' = 600 / 8 = 75,0 \text{ kN / 1 koło pojazdu K}$$

$$\phi = 1,268$$

- przypadek 1 – ustawienie pojazdu K z lewej strony przęsła wg kryterium $R2_{max}$ – sch. 4 obliczeniowy poprzeczniczy:



- na przyczółku wg sch. oblicz. nr 3h:

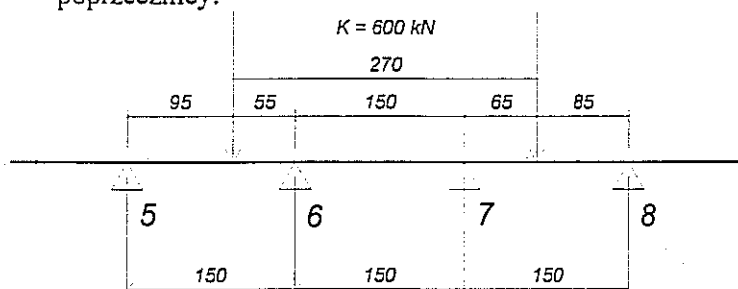
$$\begin{aligned} V1^1(K) &= & &= 0.00 \text{ kN} \\ V1^2(K) &= 75,00 * 1,268 / 100 * 344.481 & &= 327,6 \text{ kN} \\ V1^3(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,30 / 1,50 / 100 * 344.481 & &= 65,5 \text{ kN} \\ V1^4(K) &= 75,00 * 1,268 * 1,20 / 1,50 / 100 * 344.481 & &= 262,1 \text{ kN} \\ V1^{5-10}(K) & & &= 0.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

- na filarze wg sch. oblicz. nr 3i lub 3j:

$$\begin{aligned} V7^1(K) &= & &= 0.00 \text{ kN} \\ V7^2(K) &= 75,00 * 1,268 / 100 * 400.0 & &= 380,4 \text{ kN} \\ V7^3(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,30 / 1,50 / 100 * 400.0 & &= 76,1 \text{ kN} \\ V7^4(K) &= 75,00 * 1,268 * 1,20 / 1,50 / 100 * 40.0 & &= 304,3 \text{ kN} \\ V7^{5-10}(K) & & &= 0.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

$\gamma = 1.50$ - współczynnik obciążenia

- przypadek 2 – ustawienie pojazdu K z lewej strony przęsła wg kryterium $R8_{max}$ – sch. 5 obliczeniowy poprzeczniczy:



- na przyczółku wg sch. oblicz. nr 3h:

$$\begin{aligned} V1^{1-4}(K) &= & &= 0.00 \text{ kN} \\ V1^5(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,55 / 1,50 / 100 * 344.481 & &= 120,1 \text{ kN} \\ V1^6(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,95 / 1,50 / 100 * 344.481 & &= 207,5 \text{ kN} \\ V1^7(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,85 / 1,50 / 100 * 344.481 & &= 185,6 \text{ kN} \\ V1^8(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,65 / 1,50 / 100 * 344.481 & &= 142,0 \text{ kN} \\ V1^{9-10}(K) & & &= 0.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

- na filarze wg sch. oblicz. nr 3i lub 3j:

$$\begin{aligned} V7^{1-4}(K) &= & &= 0.00 \text{ kN} \\ V7^5(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,55 / 1,50 / 100 * 400,0 & &= 139,5 \text{ kN} \\ V7^6(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,95 / 1,50 / 100 * 400,0 & &= 240,9 \text{ kN} \\ V7^7(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,85 / 1,50 / 100 * 400,0 & &= 215,5 \text{ kN} \\ V7^8(K) &= 75,00 * 1,268 * 0,65 / 1,50 / 100 * 400,0 & &= 164,9 \text{ kN} \\ V7^{9-10}(K) & & &= 0.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

$\gamma = 1.50$ - współczynnik obciążenia

e) obc. tłumem $t = 2.50 \text{ kN/m}^2$ – sch. 6 obliczeniowy poprzecznic

- na przyczółku wg sch. oblicz. nr 3c + 3e:

$$V1^{1-7}(t) = 0.00 \text{ kN}$$

$$V1^{8-10}(t) = 2,50 * 1,50 / 10 * (70,67 + 2,718) = 27,5 \text{ kN}$$

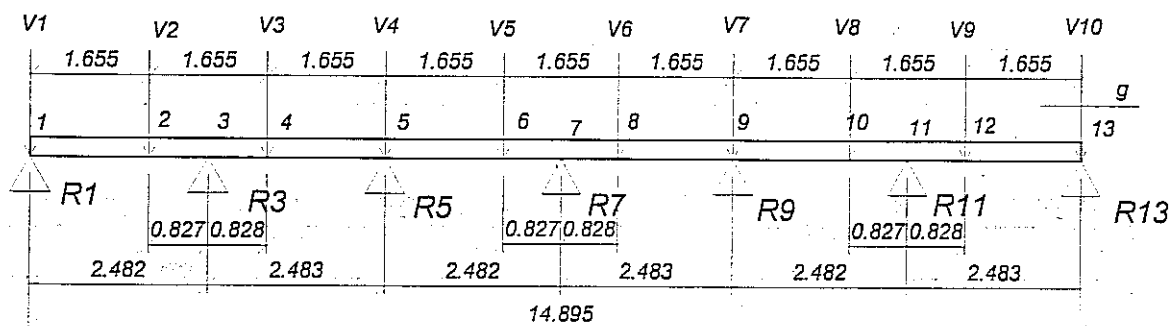
- na filarze wg sch. oblicz. nr 3c + 3d

$$V7^{1-7}(t) = 0.00 \text{ kN}$$

$$V7^{8-10}(t) = 2,50 * 1,50 / 10 * (105,486 + 91,396) = 73,8 \text{ kN}$$

$\gamma = 1.30$ - współczynnik obciążenia

schemat obliczeniowy poprzecznic



7.2. Zestawienie sił wewnętrznych w poprzecznicach podporowych

Siły wewnętrzne w poszczególnych schematach obliczeniowych obliczono w technice komputerowej (wyniki w załączeniu)

Zestawienie zbiorcze opracowano w arkuszu kalkulacyjnym Excell

7.3. Wymiarowanie poprzecznic

7.3.1. Nad filarem

Wymiary przekroju obliczeniowego:

$$b = 1.20 \text{ m}$$

$$h = 1.25 \text{ m}$$

$$a_g = 0.09 \text{ m} - \text{otulina zbr. górnego}$$

$$a_d = 0.05 \text{ m} - \text{otulina zbr. dolnego}$$

$$R_a = 200 \text{ MPa}$$

$$R_{b1} = 20.2 \text{ MPa} - \text{beton B35}$$

$$\text{przyjęto zbrojenie: } A_g = A_d = 10 \phi 20 = 31.42 \text{ cm}^2$$

$$M \text{ max} = 373 \text{ kNm} - \text{węzeł nr 2 poprzecznic}$$

$$M \text{ min} = -487 \text{ kNm} - \text{węzeł nr 3 poprzecznic}$$

$$Q \text{ max} = 1018 \text{ kN} - \text{pręt nr 2 i nr 3}$$

$$R \text{ max char.} = 1491 \text{ kN} - \text{węzeł nr 3}$$

$$R \text{ max oblicz.} = 2078 \text{ kN} - \text{węzeł nr 3}$$

wyniki obliczeń wg wydruków komputerowych dla $M \text{ min}$ (załącznik):

$$\text{Wysokość strefy ściskanej } x = 0.20 \text{ m}$$

$$\text{Oblicz. naprężenia ściskające w betonie } \sigma_b = 3.03 \text{ MPa} < R_{b1} = 20.2 \text{ MPa} - \text{B35}$$

$$\text{Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. } \sigma_a = 141.6 \text{ MPa} < R_a = 200 \text{ MPa} - \text{St3S-b}$$

Ścinanie:

pomija się udział betonu w przenoszeniu ścinania ze względu na brak ciągłości przekroju na styku poprzecznic z belką:

$$z = h_1 - x / 3 = 1.25 - 0.09 - 0.20 / 3 = 1.09 \text{ m}$$

$$\text{przyjęto } A_{aw} / s = 6 \phi 12 \text{ co } 20 \text{ cm tj. } 33.93 \text{ cm}^2 / 1\text{m}$$

$$\Delta V_w = A_{aw} / s * z * R_{aw} = 0.003393 * 1.09 * 200 = 0.7397 \text{ MN}$$

na pręty odgięte $\Phi 20$ przypada pozostała część siły poprzecznej:

$$\Delta V_a = Q \text{ max} - \Delta V_w = 1.018 - 0.7397 = 0.2783 \text{ MN}$$

$$A_a = \Delta V_a / R_a / \sin a = 0.2783 / 295 / \sin 60 = 10.89 \text{ cm}^2 = 4 \phi 20 = 12.57 \text{ cm}^2 \text{ (18 G2-b)}$$

7.3.2. Nad przyczółkiem

Wymiary przekroju obliczeniowego:

$$b = 0.75 \text{ m}$$

$$h = 1.25 \text{ m}$$

$$a_g = 0.09 \text{ m} - \text{otulina zbr. górnego}$$

$$a_d = 0.05 \text{ m} - \text{otulina zbr. dolnego}$$

$$R_a = 200 \text{ MPa}$$

$$R_{b1} = 20.2 \text{ MPa} - \text{beton B35}$$

$$\text{przyjęto zbrojenie: } A_g = A_d = 8 \phi 20 = 22.10 \text{ cm}^2$$

$$M \text{ max} = 230.0 \text{ kNm} - \text{węzeł nr 2 poprzecznic}$$

$$M \text{ min} = -313.0 \text{ kNm} - \text{węzeł nr 3 poprzecznic}$$

$$Q \text{ max} = 640.0 \text{ kN} - \text{pręt nr 2 i nr 3}$$

$$R \text{ max char.} = 940 \text{ kN} - \text{węzeł nr 3}$$

$$R \text{ max oblicz.} = 1333 \text{ kN} - \text{węzeł nr 3}$$

wyniki obliczeń wg wydruków komputerowych dla $M \text{ min}$ (załącznik):

$$\text{Wysokość strefy ściskanej } x = 0.23 \text{ m}$$

$$\text{Oblicz. naprężenia ściskające w betonie } \sigma_b = 2.76 \text{ MPa} < R_{b1} = 20.2 \text{ MPa} - \text{B35}$$

$$\text{Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. } \sigma_r = 114.5 \text{ MPa} < R_a = 200 \text{ MPa} - \text{St3S-b}$$

Ścinanie:

pomija się udział betonu w przenoszeniu ścinania ze względu na brak ciągłości przekroju na styku poprzecznic z belką:

$$z = h_1 - x / 3 = 1.25 - 0.09 - 0.23 / 3 = 1.08 \text{ m}$$

$$\text{przyjęto } A_{aw} / s = 4 \phi 12 \text{ co } 20 \text{ cm tj. } 22.62 \text{ cm}^2 / 1\text{m}$$

$$\Delta V_w = A_{aw} / s * z * R_{aw} = 0.002262 * 1,08 * 200 = 0,4885 \text{ MN}$$

na pręty odgięte $\Phi 20$ przypada pozostała część siły poprzecznej:

$$\Delta V_a = Q_{\max} - \Delta V_w = 0,640 - 0,4885 = 0,1515 \text{ MN}$$

$$A_a = \Delta V_a / R_a / \sin a = 0,1515 / 295 / \sin 60 = 5,93 \text{ cm}^2 = 3 \Phi 20 = 9,42 \text{ cm}^2 (18 \text{ G2-b})$$

8. DOBIERANIE ŁOŻYSK ELASTOMEROWYCH NA PODPORACH

Max. reakcje podporowe (charakterystyczne):

$R_{\max} = R_3 = 940 \text{ kN}$ – na przyczółku

$R_{\max} = R_3 = 1491 \text{ kN}$ – na filarze

Max. przemieszczenia węzłów łożyskowych:

a) faza 1 – opuszczenie przęsła na łożyskach

$R_{g3} = 127.95 \text{ kN} / 1 \text{ belkę-sch. 3a}$

$$\phi_1 = 0,000311 \text{ rad}$$

$$\phi_7 = -0,000097 \text{ rad}$$

b) faza 2 – c. własny nawierzchni i wyposażenia

$g_3 = 6,375 \text{ kN} / \text{m} / 1 \text{ belkę}$

$$\phi_1 = 6,375 / 10,00 * 0,000449 = 0,000286 \text{ rad}$$

$$\phi_7 = 6,375 / 10,00 * (-0,000142) = -0,0000905 \text{ rad}$$

c) obc. użytkowe $q = 3.00 \text{ kN} / \text{m}^2$ – klasy B – sch. 3c – 3e

$k_q = 1,1684$ – wsp. rozkładu obc. q dla belki nr 1

$$\phi_1 = 3,00 * 1,1684 / 10,00 * (0,000557 + 0,000051) = 0,000213 \text{ rad}$$

$$\phi_7 = 3,00 * 1,1684 / 10,00 * (-0,000356 - 0,000101) = -0,00016 \text{ rad}$$

d) obc. użytkowe $K' = 600.0 / 8 = 75,0 \text{ kN} / 1 \text{ koło}$ – klasy B – sch. 3f – 3g

$k_K = 0,5335$ – wsp. rozkładu obc. K dla belki nr 1

$$\phi_1 = 75,0 / 100 * 0,5335 * 0,001905 = 0,000762 \text{ rad}$$

$$\phi_7 = -75,0 / 100 * 0,5335 * 0,00130 = 0,000762 = -0,00052 \text{ rad}$$

e) przemieszczenia poziome od różnicy temperatury

$t_0 = 10^0 \text{ C}$ – temp. montażu

$$t_{\max} = +30^0 \text{ C}$$

$$t_{\min} = -15^0 \text{ C}$$

$$\Delta t_{\max} = -25^0 \text{ C}$$

$L_1 = 0,5 * 16,58 + 16,29 = 24,58 \text{ m}$ – dla przyczółka

$L_7 = 0,5 * 16,58 = 8,29 \text{ m}$ – dla filara

$$X_1 = \alpha_t * \Delta t_{\max} * L_1 = 0,00001 * 25 * 2458 = 0,61 \text{ cm}$$

$$X_7 = \alpha_t * \Delta t_{\max} * L_7 = 0,00001 * 25 * 829 = 0,21 \text{ cm}$$

Sumaryczne przemieszczenia łożysk:

- na przyczółku:

$$R_{1\max} = 940 \text{ kN}, R_{1\min} = 325 \text{ kN}, R_{13\min} = 212 \text{ kN}$$

$$\Sigma X_1 = 0,61 \text{ cm}$$

$$\Sigma \phi_1 = 0,000311 + 0,000286 + 0,000213 + 0,000762 = 0,00157 \text{ rad}$$

- przyjęto łożysko elastomerowe o nośności $V = 1200 \text{ kN}$ i wymiarach:

-
- przyjęto łożysko elastomerowe o nośności $V = 1200$ kN i wymiarach:
 - $D 400$ ($A = 0.1257$ m²)
 - $h = 72$ mm
 - o dopuszczalnych przemieszczeniach $X_{dop} = 33$ mm i $\Phi_{dop} = 0,012$ rad

$\sigma_{min} = 0.212 / 0.1257 = 1.69$ MPa < 5.0 MPa – łożysko wymaga zakotwienia

- na filarze:

$R7_{max} = 1491$ kN, $R7_{min} = 696$ kN, $R13_{min} = 488$ kN

$\Sigma X7 = 2,10$ mm

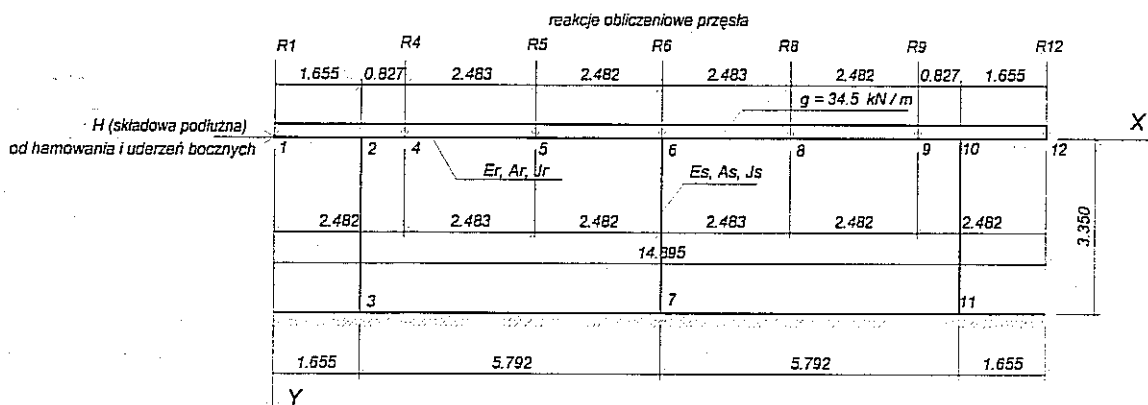
$\Sigma \phi_7 = 0,000097 + 0,0000905 + 0,00016 + 0,00052 = 0,00087$ rad

- przyjęto łożysko elastomerowe o nośności $V = 1600$ kN i wymiarach:
 - $D 450$ ($A = 0.1590$ m²)
 - $h = 110$ mm
 - o dopuszczalnych przemieszczeniach $X_{dop} = 41$ mm i $\Phi_{dop} = 0,015$ rad

$\sigma_{min} = 0.488 / 0.159 = 3,07$ MPa < 5.0 MPa – łożysko wymaga zakotwienia

C. OBLICZENIE FILARA PO PRZEBUDOWIE

1. SCHEMAT OBLICZENIOWY FILARA W KIER. PODŁUŻNYM DO JEGO OSI



$$A_r = 0,50 * 1,20 + 0,80 * 0,50 + 2 * 0,5 * 0,5 * 0,2 = 0,60 + 0,40 + 0,10 = 1,10 \text{ m}^2$$

$$S_{x0} = 0,60 * 0,75 + 0,40 * 0,25 + 0,10 * 2/3 * 0,50 = 0,5833 \text{ m}^3$$

$$y_0 = 0,53 \text{ m}$$

$$J_r = 1,20 * 0,50^3 / 12 + 0,60 (0,75 - 0,53)^2 + 0,80 * 0,50^3 / 12 + 0,40 (0,25 - 0,53)^2 + 2 * 0,20 * 0,50^3 / 36 + 0,10 (0,333 - 0,53)^2 = 0,08649 \text{ m}^4$$

$$E_r * J_r = 34600 * 0,08649 = 2993 \text{ MPa}$$

$$E_s = 34600 \text{ MPa}$$

$$A_s = 0,75 * 1,30 = 0,975 \text{ m}^2$$

$$J_s = 0,75 * 1,30^3 / 12 = 0,1373 \text{ m}^4$$

$$E_s * J_s = 34600 * 0,1373 = 4751 \text{ MPa}$$

$$H_s = 2,80 + y_0 = 2,82 + 0,53 = 3,35 \text{ m}$$

2. OBCIĄŻENIE ZEWNĘTRZNE FILARA - PIONOWE I POZIOME

- a) obciążenie pionowe obliczeniowe (od c. własnego przęsa i obc. użytkowego) wg. kryterium max. reakcji łożysk

$$R1 = 900 \text{ kN}$$

$$R4 = 2078 \text{ kN}$$

$$R5 = 1194 \text{ kN}$$

$$R6 = 1453 \text{ kN}$$

$$R8 = 1676 \text{ kN}$$

$$R9 = 1313 \text{ kN}$$

$$R12 = 758 \text{ kN}$$

$$\text{razem } \Sigma R = 9372 \text{ kN}$$

moment tego obciążenia względem osi podpory:

$$M_0 = (900 - 758) * 7,4475 + (2078 - 1313) * 4,965 + (1194 - 1676) * 2,4825 = 3659,2 \text{ kNm}$$

- b) obciążenie pionowe obliczeniowe ciężarem własnym filara
obc. rygla:

$$\gamma = 1,20 - \text{współczynnik obciążenia}$$

$$g_r = (0,50 * 1,20 + (1,20 + 0,80) / 2 * 0,50) * 26,00 * 1,20 = 34,5 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma g_r = 34,5 * 16,55 = 568,0 \text{ kN}$$

$$\text{ciężar własny słupów: } A_s = 0,75 * 1,30 = 0,975 \text{ m}^2$$

$$G_s = 0,975 * 2,82 * 26,00 * 1,20 = 85,8 \text{ kN / 1 słup}$$

$$\Sigma G_s = 0,975 * 2,82 * 3 * 26,00 * 1,20 = 257,4 \text{ kN}$$

ziemia na odsadźce fundamentu + fundament:

$$G_f = 1,95 * 15,50 * 1,50 * 18,50 * 1,20 + 1,95 * 15,50 * 1,00 * 26,00 * 1,20 = 1006,5 + 943,0 = 1949,5 \text{ kN}$$

$$\text{razem } \Sigma G = 568,0 + 257,4 + 1949,5 = 2774,9 \text{ kN}$$

c) hamowanie taboru na prześle (obc. klasy B)

$$LC = 2 * 16,29 + 16,58 + 2 * 0,25 = 49,7 \text{ m}$$

$b_j = 10,50 \text{ m}$ – szer. jezdni

$$H = 0,10 * 3,00 * 10,50 * 49,70 + 0,20 * 600 = 156,6 + 120,0 = 277 \text{ kN} \text{ – na całym prześle}$$

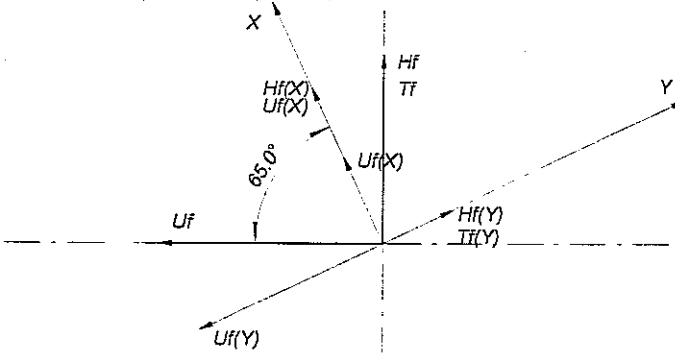
$\gamma = 1,30$ - współczynnik obciążenia

zakłada się że hamowanie od obc. q rozkłada się równomiernie na wszystkie podpory, natomiast od obc. K przypada w całości na 1 filar, zatem:

$$H_f = 156,6 / 4 * 1,30 + 120 * 1,30 = 50,9 + 156,0 = 206,9 \text{ kN}$$

składowe siły hamowania dla kąta skosu podpory $\alpha = 65^\circ$:

$$\sin 65 = 0,9064, \cos 65 = 0,4226$$



$$H_f(X) = H_f * \sin \alpha = 206,9 * 0,9064 = 187,5 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = H_f * \cos \alpha = 206,9 * 0,4226 = 87,4 \text{ kN}$$

d) uderzenia boczne taboru na prześle (obc. klasy B)

$$U = 0,05 * 600 = 30,0 \text{ kN} \text{ (wyłącznie od obc. K)}$$

$\gamma = 1,30$ - współczynnik obciążenia

$$U_f = 30,0 * 1,30 = 39,0 \text{ kN}$$

składowe siły od uderzeń bocznych dla kąta skosu podpory $\alpha = 65^\circ$:

$$U_f(X) = H_f * \cos \alpha = 39,0 * 0,4226 = 16,5 \text{ kN}$$

$$U_f(Y) = H_f * \sin \alpha = 39,0 * 0,9064 = 35,3 \text{ kN}$$

razem poziome obciążenia obliczeniowe podpory od hamowania i uderzeń bocznych:

przypadek 1 – przy zgodnym kierunku składowych X:

$$H_f(X) = 187,5 - 16,5 = 171,0 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = 87,4 + 35,3 = 122,7 \text{ kN}$$

przypadek 2 – przy zgodnym kierunku składowych Y:

$$H_f(X) = 187,5 + 16,5 = 204,0 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = 87,4 - 35,3 = 52,1 \text{ kN}$$

$h_1 = 1,00 \text{ m}$ – ramię sił poziomych względem spodu oczepu (głowice słupów filara)

$h_2 = 1,00 + 2,82 = 3,82 \text{ m}$ – ramię sił poziomych względem wierzchu fundamentu (podstawa słupów filara)

$h_3 = 1,00 + 2,82 + 1,00 = 4,82 \text{ m}$ - ramię sił poziomych względem spodu fundamentu

e) opory łożysk elastomerowych

$$X_7 = \Delta L = \alpha_t * \Delta t_{\max} * \Delta L = 0,00001 * 25 * 829 = 0,21 \text{ cm} = 0,0021$$

$$T = \Delta L * G * A / h$$

$$G = 1500 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$A = 7 * 3,14 * 0,45^2 / 4 = 1,1133 \text{ m}^2 \text{ – sumaryczna powierzchnia łożysk}$$

$$h = 0,11 \text{ m}$$

$\gamma = 1.50$ - współczynnik obciążenia

$$T_f = 0.0021 * 1500 * 1,1133 / 0,11 * 1,50 = 47.8 \text{ kN}$$

składowe siły oporu łożysk dla kąta skosu podpory $\alpha = 65^\circ$:

$$T_f(X) = H_f * \sin a = 47.8 * 0,9064 = 43,3 \text{ kN}$$

$$T_f(Y) = H_f * \cos a = 47.8 * 0,4226 = 20,2 \text{ kN}$$

Ogółem poziome obciążenia obliczeniowe podpory:

przypadek 1 – przy zgodnym kierunku składowych X:

$$H_f(X) = 187.5 - 16,5 + 43,3 = 214,3 \text{ kN} \text{ – w poprzek podpory}$$

$$H_f(Y) = 87.4 + 35,3 + 20,2 = 142,9 \text{ kN} \text{ – wzdłuż podpory}$$

przypadek 2 – przy zgodnym kierunku składowych Y:

$$H_f(X) = 187.5 + 16,5 + 43,3 = 247,3 \text{ kN} \text{ – w poprzek podpory}$$

$$H_f(Y) = 87.4 - 35,3 + 20,2 = 72,3 \text{ kN} \text{ – wzdłuż podpory}$$

Momenty w poprzek podpory od sił poziomych:

przypadek 1 – przy zgodnym kierunku składowych X:

$$M1 = 214,3 * 1,0 / 3 = 71,4 \text{ kNm} \text{ – dla 1 słupa w głowicy}$$

$$M2 = 214,3 * 3,82 / 3 = 278,9 \text{ kNm} \text{ – dla 1 słupa u podstawy}$$

$$\Sigma M3 = 214,3 * 4,82 = 1032,9 \text{ kNm} \text{ – dla całej podpory na spodzie fundamentu}$$

przypadek 2 – przy zgodnym kierunku składowych Y:

$$M1 = 247,3 * 1,0 / 3 = 82,4 \text{ kNm} \text{ – dla 1 słupa w głowicy}$$

$$M2 = 247,3 * 3,82 / 3 = 314,9 \text{ kNm} \text{ – dla 1 słupa u podstawy}$$

$$\Sigma M3 = 247,3 * 4,82 = 1192,0 \text{ kNm} \text{ – dla całej podpory na spodzie fundamentu}$$

3. ANALIZA STATYCZNA FILARA

Analizę statyczną w kierunku podłużnym do osi filara wykonano w technice komputerowej programem RAMA – wyniki w załączeniu.

Sumaryczne wartości sił wewnętrznych w poszczególnych elementach podpory obliczono w arkuszu kalkulacyjnym Excell – wyniki poniżej.

ZESTAWIENIA EKSTREMALNYCH SIŁ WEWNĘTRZNYCH W RYGLU GÓRNYM PODPORY POŚREDNIEJ

a) obc. obliczeniowe

	Obciążenie pionowe stałe i ruchome			Obc. poziome przyp. 1 (+/-)			Obc. poziome przyp. 2 (+/-)			Razem - obc. stałe + ruchome - przyp. 1			Razem - obc. stałe + ruchome - przyp. 2		
	M	T		M	T		M	T		M	T		M	T	
	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN
węzeł nr 2 - str. lewa	-1536.8	-957.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-1536.8	-957.1	-1536.8	-957.1	-1536.8	-957.1	-1536.8	-957.1	-1536.8
węzeł nr 2 - str. prawa	-1900.9	2478.4	45.8	-15.1	23.2	-7.7	-1946.7	2493.5	-1924.1	2486.0					
węzeł nr 4	137.0	371.9	33.3	-15.1	16.9	-7.7	170.3	387.0	153.8	379.5					
węzeł nr 5	953.9	-907.8	-4.3	-15.1	-2.2	-7.7	958.2	-923.0	956.1	-915.5					
węzeł nr 6 - strona lewa	-1405.6	-993.4	-41.8	-15.1	-21.2	-7.7	-1447.4	-1008.6	-1426.7	-1001.1					
węzeł nr 6 - strona prawa	-1535.8	1146.9	41.8	15.1	21.2	7.7	-1577.7	1161.0	-1557.0	1153.6					
węzeł nr 8	1294.0	-542.5	4.3	-15.1	2.2	-7.7	1298.3	-557.7	1296.2	-550.2					
węzeł nr 9	-158.8	-1941.2	-33.3	-15.1	-16.9	-7.7	-192.1	-1956.3	-175.6	-1948.8					
węzeł nr 10 - strona lewa	-1775.9	-1969.7	-45.8	-15.1	-23.2	-7.7	-1821.7	-1984.8	-1799.1	-1977.3					
węzeł nr 10 - strona prawa	-1301.7	815.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-1301.7	815.1	-1301.7	815.1					

ZESTAWIENIA EKSTREMALNYCH SIŁ W SŁUPACH FILARA

a) obc. obliczeniowe

	Obciążenie pionowe stałe i ruchome						Obc. poziome - przyp. 1 (+/-)						Obc. poziome - przyp. 2 (+/-)						Razem - obc. stałe + ruchome - przyp. 1						Razem - obc. stałe + ruchome - przyp. 2					
	Obciążenie pionowe stałe			Obc. poziome - przyp. 1 (+/-)			Obc. poziome - przyp. 1 (+/-)			Obc. poziome - przyp. 2 (+/-)			Razem - obc. stałe + ruchome - przyp. 1			Razem - obc. stałe + ruchome - przyp. 2			Obc. poziome - przyp. 1 (+/-)			Obc. poziome - przyp. 2 (+/-)			Razem - obc. stałe + ruchome - przyp. 1			Razem - obc. stałe + ruchome - przyp. 2		
	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)	V	M(x)	M(y)
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kNm
węzeł nr 2	3435.5	364.1	0.0	-15.1	-45.8	71.4	-7.7	-23.2	82.4	3450.6	410.0	71.4	3443.2	387.3	82.4															
węzeł nr 3	3521.3	-139.4	0.0	-15.1	92.2	278.9	-7.7	46.6	314.9	3536.4	-231.6	278.9	3529.0	-186.0	314.9															
węzeł nr 6	3592.34	130.3	0.0	0.0	-83.7	71.4	0.0	-42.3	82.4	3592.3	214.0	71.4	3592.3	172.6	82.4															
węzeł nr 7	3678.14	-51.5	0.0	0.0	119.0	278.9	0.0	60.2	314.9	3678.1	-170.6	278.9	3678.1	-111.8	314.9															
węzeł nr 10	2784.8	-474.2	0.0	15.1	-45.8	71.4	7.7	-23.2	82.4	2799.9	-520.0	71.4	2792.5	-497.4	82.4															
węzeł nr 11	2870.6	211.2	0.0	15.1	92.2	278.9	7.7	46.6	314.9	2885.7	303.3	278.9	2878.3	257.8	314.9															

5. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW FILARA

5.1. Rygiel górny

Wymiary przekroju obliczeniowego:

$b = 1.20$ m u góry przekroju (dla momentów dodatnich)

$b = 0.75$ m u dołu przekroju (dla momentów ujemnych)

$a_g = 0.06$ m – otulina zbr. górnego

$a_d = 0.06$ m – otulina zbr. dolnego

$R_a = 295$ MPa

$R_{b1} = 17,3$ MPa – beton B30

$M_{max} = 1298$ kNm – węzeł nr 8 rygla

$M_{min} = -1947$ kNm – węzeł nr 2 rygla

Q_{1-2} max = 957.1 kN – pręt nr 1

Q_{2-4} max = 2494 kN – pręt nr 2 - nie jest miarodajna – strefa słupa podpory

Q_{6-8} max = 1161 kN – pręt nr 5

wyniki obliczeń wg wydruków komputerowych dla M_{min} (załącznik):

- wysokość strefy ściskanej $x = 0.34$ m
- wymagany przekrój zbrojenia górnego: $A_g = 79.38$ cm² - przyjęto 14 ϕ 28 = 86.21 cm² (18G2-b)
- oblicz. naprężenia ściskające w betonie $\sigma_b = 16,74$ MPa < $R_{b1} = 17.3$ MPa – B30

wyniki obliczeń wg wydruków komputerowych dla M_{max} (załącznik):

- wysokość strefy ściskanej $x = 0.23$ m
- wymagany przekrój zbrojenia górnego: $A_g = 50.83$ cm² - przyjęto 10 ϕ 28 = 61.58 cm² (18G2-b)
- oblicz. naprężenia ściskające w betonie $\sigma_b = 9.61$ MPa < $R_{b1} = 17.3$ MPa – B30

Ścinanie:

$b = 0.75$ m - grubość min. rygla

$\tau_R = 0.28$ MPa – B30

$R_{aw} = 200$ MPa – St3SX

$R_a = 295$ MPa - 18G2-b

$A_a = 14 \Phi 28 + 10 \Phi 28 = 86,21 + 61,58 = 147.79$ cm²

$A_b = 1,10$ m – przekrój poprzeczny rygla

$\mu = 147.79 / 11000 = 0.0134$

$1 + 50 * \mu = 1 + 50 * 0.0134 = 1.671$

$\tau_{b\ max} = \tau_R * (1 + 50\mu) = 0,28 * 1,671 = 0.468$ MPa

- nośność betonu B30 rygla na ścinanie:

$z = h_1 - x / 3 = 1.00 - 0.06 - 0.34 / 3 = 0.827$ m

$\Delta V_b = \tau_R * (1 + 50\mu) * z * b = 0.468 * 0.827 * 0,75 = 0.290$ MN

- nośność strzemion 4 ϕ 12 co 20 cm ($A_{aw} = 4.524$ cm²) na ścinanie:

$\Delta V_w = A_{aw} / s * z * R_{aw} = 0.0004524 / 0.20 * 0.827 * 200 = 0.374$ MN

- na pręty odgięte Φ 28 przypada pozostała część siły poprzecznej:

$\Delta V_a^{1-2} = Q_{max} - \Delta V_b - \Delta V_w = 0.9571 - 0,290 - 0,374 = 0.293$ MN

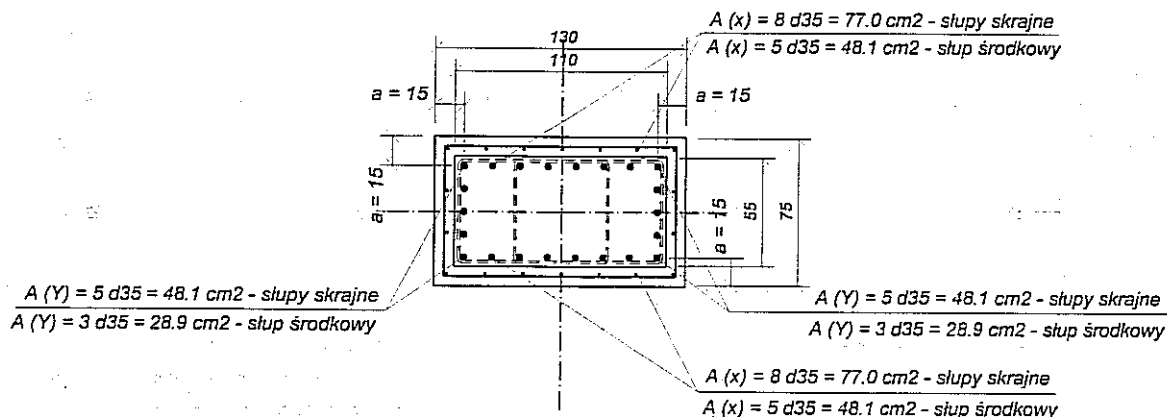
$\Delta V_a^{6-8} = Q_{max} - \Delta V_b - \Delta V_w = 1.161 - 0,290 - 0,374 = 0.497$ MN

$A_a^{1-2} = \Delta V_a / R_a / \sin a = 0,293 / 295 / \sin 45 = 14.05$ cm² = tj. min. 3 Φ 28 = (18 G2-b)

$A_a^{6-8} = \Delta V_a / R_a / \sin a = 0,497 / 295 / \sin 45 = 23,83$ cm² = tj. min. 4 Φ 28 = (18 G2-b)

5.2. Słupy filara

przekrój obliczeniowy słupa – zbrojenie istn. wg dokumentacji archiwalnej:



sprawdzenie naprężeń w słupach wykonano programem MIMOS –P – wydruki obliczeń w załączeniu.

- przyjęta charakterystyka materiałów:

$$R_a = 200 \text{ MPa} - \text{St3S-b -zbr. istn.}$$

$$R_{b1} = 17,3 \text{ MPa} - \text{beton B30 - w pancerniu wzmacniającym}$$

$$R_{bt0,05} = 1,15 \text{ MPa} - \text{beton B30}$$

$$R_{b1} = 11,5 \text{ MPa} - \text{beton B20 - w przekroju istn. słupa}$$

5.3. Posadowienie filara

5.3.1. Obciążenia w poziomie spodu fundamentu filara

- a) obciążenie pionowe obliczeniowe (od c. własnego prześła i obc. użytkowego) wg. kryterium max. reakcji łożysk:

$$\text{razem } \Sigma R = 9372 \text{ kN}$$

moment tego obciążenia względem osi podpory:

$$M(Y) = M_0 = (900 - 758) * 7,4475 + (2078 - 1313) * 4,965 + (1194 - 1676) * 2,4825 = 3659,2 \text{ kNm}$$

- b) obciążenie pionowe obliczeniowe ciężarem własnym filara

$$G = 568,0 + 257,4 + 1949,5 = 2774,9 \text{ kN}$$

Ogółem obc. pionowe na poziomie spodu fundamentu:

$$\Sigma V = 9372 + 2774,9 = 12146,9 \text{ kN}$$

$$M_0 = 3659,2 \text{ kNm}$$

- c) hamowanie taboru na prześle (obc. klasy B)

$$H = 0,10 * 3,00 * 10,50 * 49,70 + 0,20 * 600 = 156,6 + 120,0 = 277 \text{ kN} - \text{na całym prześle}$$

$$\gamma = 1,30 - \text{współczynnik obciążenia}$$

$$H_f = 156,6 / 4 * 1,30 + 120 * 1,30 = 50,9 + 156,0 = 206,9 \text{ kN}$$

$$H_f(X) = H_f * \sin a = 206,9 * 0,9064 = 187,5 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = H_f * \cos a = 206,9 * 0,4226 = 87,4 \text{ kN}$$

- d) uderzenia boczne taboru na prześle (obc. klasy B)

$$U = 0,05 * 600 = 30,0 \text{ kN (wyłącznie od obc. K)}$$

$$\gamma = 1,30 - \text{współczynnik obciążenia}$$

$$U_f = 30,0 * 1,30 = 39,0 \text{ kN}$$

składowe siły hamowania dla kąta skosu podpory $\alpha = 65^\circ$:

$$U_f(X) = hF \cdot \cos a = 39,0 \cdot 0,4226 = 16,5 \text{ kN}$$

$$U_f(Y) = H_f \cdot \sin a = 39,0 \cdot 0,9064 = 35,3 \text{ kN}$$

razem poziome obciążenia obliczeniowe podpory od hamowania i uderzeń bocznych:

przypadek 1 – przy zgodnym kierunku składowych X:

$$H_f(X) = 187,5 - 16,5 = 171,0 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = 87,4 + 35,3 = 122,7 \text{ kN}$$

przypadek 2 – przy zgodnym kierunku składowych Y:

$$H_f(X) = 187,5 + 16,5 = 204,0 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = 87,4 - 35,3 = 52,1 \text{ kN}$$

$h_3 = 1,00 + 2,82 + 1,00 = 4,82 \text{ m}$ - ramię sił poziomych względem spodu fundamentu

e) opory łożysk elastomerowych

$$X_7 = \Delta L = \alpha_t \cdot \Delta t_{\max} \cdot \Delta L = 0,00001 \cdot 25 \cdot 829 = 0,21 \text{ cm} = 0,0021$$

$$T = \Delta L \cdot G \cdot A / h$$

$$G = 1500 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$A = 7 \cdot 3,14 \cdot 0,45^2 / 4 = 1,1133 \text{ m}^2 \text{ – sumaryczna powierzchnia łożysk}$$

$$h = 0,11 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,50 \text{ - współczynnik obciążenia}$$

$$T_f = 0,0021 \cdot 1500 \cdot 1,1133 / 0,11 \cdot 1,50 = 47,8 \text{ kN}$$

składowe siły oporu łożysk dla kąta skosu podpory $\alpha = 65^\circ$:

$$T_f(X) = H_f \cdot \sin a = 47,8 \cdot 0,9064 = 43,3 \text{ kN}$$

$$T_f(Y) = H_f \cdot \cos a = 47,8 \cdot 0,4226 = 20,2 \text{ kN}$$

Ogółem poziome obciążenia obliczeniowe podpory:

przypadek 1 – przy zgodnym kierunku składowych Y:

$$H_f(X) = 187,5 - 16,5 + 43,3 = \underline{214,3 \text{ kN}} \text{ – w poprzek podpory}$$

$$H_f(Y) = 87,4 + 35,3 + 20,2 = \underline{142,9 \text{ kN}} \text{ – wzdłuż podpory}$$

przypadek 2 – przy zgodnym kierunku składowych X:

$$H_f(X) = 187,5 + 16,5 + 43,3 = \underline{247,3 \text{ kN}} \text{ – w poprzek podpory}$$

$$H_f(Y) = 87,4 - 35,3 + 20,2 = \underline{72,3 \text{ kN}} \text{ – wzdłuż podpory}$$

Zbiorecze obc. filara sprowadzone do poziomu spodu fundamentu:

przypadek 1 – przy zgodnym kierunku składowych X:

$$\Sigma V = 9372 + 568,0 + 257,4 + 1949,5 = \underline{12146,9 \text{ kN}}$$

$$H_f(X) = 187,5 - 16,5 + 43,3 = \underline{214,3 \text{ kN}} \text{ – w poprzek podpory}$$

$$\Sigma M(X) = 214,3 \cdot 4,82 = \underline{1032,9 \text{ kNm}} \text{ – w poprzek podpory}$$

$$H_f(Y) = 87,4 + 35,3 + 20,2 = \underline{142,9 \text{ kN}} \text{ – wzdłuż podpory}$$

$$\Sigma M(Y) = 3659,2 + 142,9 \cdot 4,82 = \underline{4348,0 \text{ kNm}} \text{ – wzdłuż podpory}$$

przypadek 2 – przy zgodnym kierunku składowych Y:

$$\Sigma V = 9372 + 568,0 + 257,4 + 1949,5 = \underline{12146,9 \text{ kN}}$$

$$H_f(X) = 187,5 + 16,5 + 43,3 = \underline{247,3 \text{ kN}} \text{ – w poprzek podpory}$$

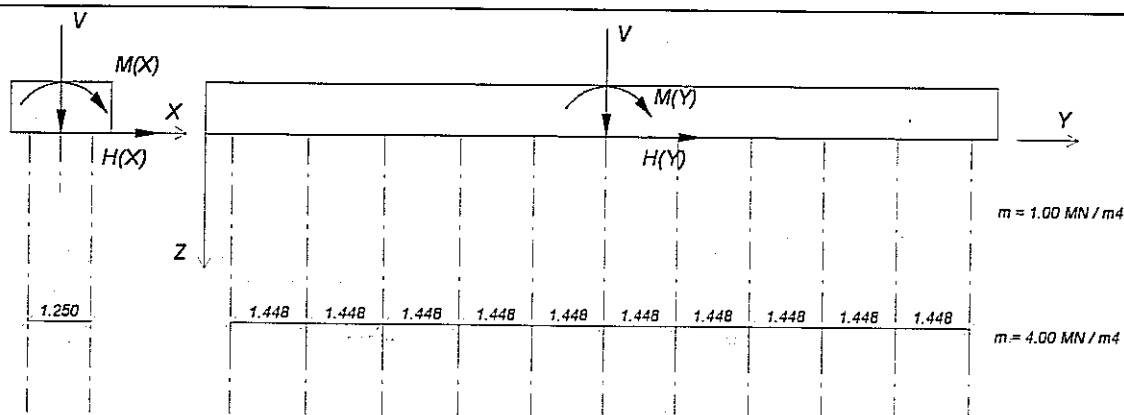
$$\Sigma M(X) = 247,3 \cdot 4,82 = \underline{1192,0 \text{ kNm}} \text{ – w poprzek podpory}$$

$$H_f(Y) = 87,4 - 35,3 + 20,2 = \underline{72,3 \text{ kN}} \text{ – wzdłuż podpory}$$

$$\Sigma M(Y) = 3659,2 + 72,3 \cdot 4,82 = \underline{4007,7 \text{ kNm}} \text{ – wzdłuż podpory}$$

5.3.2. Analiza statyczna pali fundamentowych

schemat obliczeniowy rusztu palowego:



Analizę statyczną pali fundamentowych przyczółka wykonano w technice komputerowej programem PAL – wyniki obliczeń w załączeniu.

Wymiarowanie pali fundamentowych w poszczególnych przypadkach obliczeniowych wykonano programem MIMOS-P – wyniki obliczeń w załączeniu.

- przyjęta charakterystyka materiałów w palu:
 $R_a = 200 \text{ MPa}$ – St3S-b –zbr. istn. (8 ϕ 20)
 $R_{b1} = 11,5 \text{ MPa}$ – beton B20 – w przekroju istn. pala fund.

5.3.3. Sprawdzenie udźwigu pala fundamentowego

Udźwig dopuszczalny pala 30 x 30 cm, $L = 6.50 \text{ m}$ wg dokumentacji archiwalnej: $N_{\text{dop}} = 35.8 \text{ ton}$
 Max. obc. obliczeniowe wypadkowe w głowicy pala w stanie po modernizacji: $V_{\text{max}} = 686.5 \text{ kN}$

- uogólniony wsp. obciążeń:
 $\gamma = 1.30$
- wsp. zwiększenia nośności pala ze względu na zastosowanie przekroju 35 x 35 cm:
 $\beta = 0.35 * 0.35 / (0.30 * 0.30) = 1.361$
- wsp. zwiększenia nośności pala ze względu na przeciążenie pala skrajnego:
 $\beta = 1.10$

Udźwig dopuszczalny pala sprowadzony do poziomu obliczeniowego:

$$V_{\text{spr.}} = 358 * 1.30 * 1.361 * 1.10 = \underline{697 \text{ kN}} > V_{\text{max}} = 686.5 \text{ kN}$$

Nośność pala wg aktualnie obowiązującej PN-83/B-02482:

parametry geotechniczne dla Ps (piasek średni) lub Po (pospółka) $I_D = 0.67$:

$$q = 3600 - 5100 \text{ MPa}, t = 74 - 110 \text{ MPa}$$

$$\gamma_m = 0.90$$

$$A_p = 0.35 * 0.35 = 0.1225 \text{ m}^2$$

$$S_p = 1.10, S_s = 1.10$$

$$\min q^r = 0.90 * 3600 = 3240 \text{ MPa}$$

$$\min t^r = 0.90 * 74 = 66.6 \text{ MPa}$$

$$q_{(i)}^r = q^r \sqrt{\frac{D_0}{D_i}} = 3240 \sqrt{\frac{0.40}{0.35}} = 3464 \text{ MPa}$$

zakłada się wprowadzenie pala na gł. ok. 4.00 m w strefę nośną, przy czym stopa pala znajduje się na gł. $6.50 + 1.0 \text{ m} = 7.50 \text{ m}$ poniżej terenu:

$$q_{(i)h=7.50}^r = 7.50 / 10.0 * q_{(i)}^r = 0.75 * 3464 = 2598 \text{ MPa}$$

nośność podstawy pala:

$$N_p = 0.1225 * 2598 * 1.10 = 350 \text{ kN}$$

nośność poboczniczy:

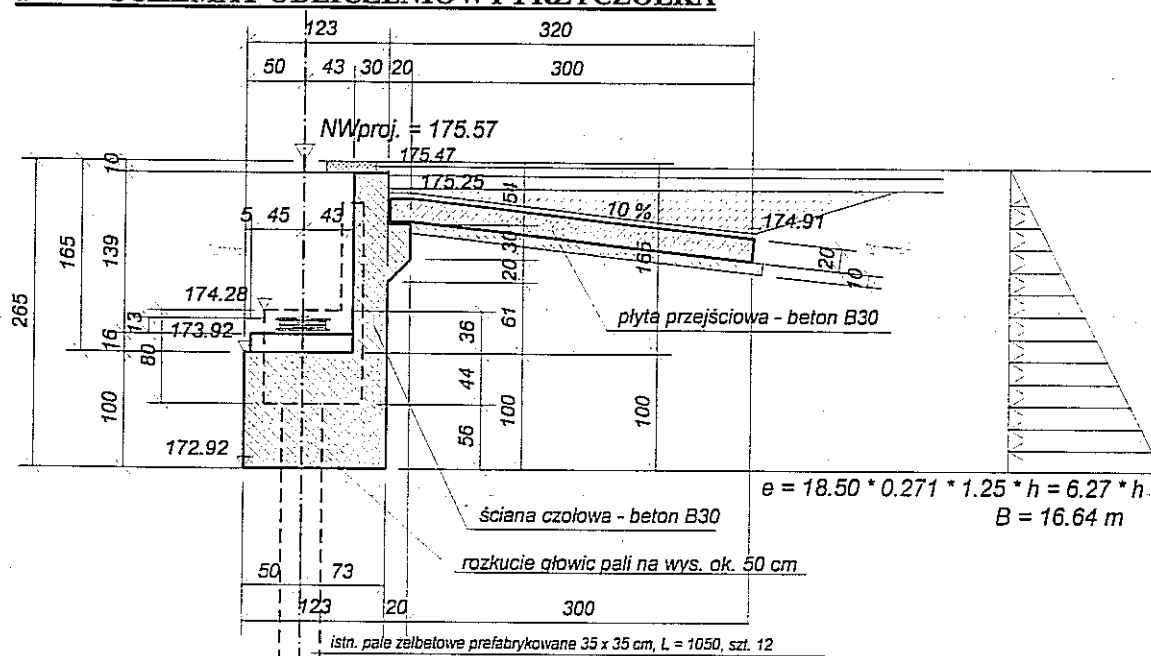
$$N_s = 1.1 * 4 * 0.35 * 4.00 * 66.6 = 410 \text{ kN}$$

$$m = 0.90$$

$$\text{razem udźwig pala: } \Sigma N = m * (N_p + N_s) = 0.90 (350 + 410) = \underline{684 \text{ kN}} = V_{\text{max}} = 687 \text{ kN}$$

D. OBLICZENIE PRZYCZÓŁKA PO PRZEBUDOWIE

1. SCHEMAT OBLICZENIOWY PRZYCZÓŁKA



2. OBCIĄŻENIE ZEWNĘTRZNE PRZYCZÓŁKA - PIONOWE I POZIOME

- a) obciążenie pionowe obliczeniowe (od c. własnego przęsła i obc. użytkowego) wg. kryterium max. reakcji łożysk (str. 39)

R1	= 427 kN
R3	= 1333 kN
R5	= 565 kN
R7	= 829 kN
R9	= 960 kN
R11	= 654 kN
R12	= 327 kN
razem ΣR	= 5095 kN

moment tego obciążenia względem osi podpory:

$$M(X) = M_0 = (427 - 327) * 7,4475 + (1333 - 654) * 4,965 + (565 - 960) * 2,4825 = \underline{3135 \text{ kNm}}$$

- b) obciążenie pionowe obliczeniowe ciężarem własnym przyczółka

$\gamma = 1.20$ - współczynnik obciążenia

oczep:	$1,00 * 1,23 * 17,08 * 26,00 * 1,20$	= 655 kN
cioty podłożyskowe:	$7 * 0,80 * 0,88 * 0,16 * 26,00 * 1,20$	= 25 kN
ściana czołowa:	$0,30 * 1,65 * 16,64 * 26,00 * 1,20$	= 257 kN
	$0,20 * 0,40 * 16,64 * 26,00 * 1,20$	= 42 kN
skrzydełka i gzymsy:	$2 * 0,5 * 0,30 * 2,30 * 2,16 * 26,00 * 1,20$	= 47 kN
	$2 * 0,70 * 0,60 * 3,00 * 26,00 * 1,20$	= 79 kN
bariera + balustrada na gzymsach	$(1,00 + 0,50) * 3,00 * 1,20$	= 5 kN
reakcja płyty przejściowej i podbudowy na przyczółek:	$0,50 * (0,20 * 26,00 + 0,50 * 18,50) * 3,20 * 16,00 * 1,20$	= 444 kN
razem ΣG		= 1554 kN

moment tego obciążenia względem osi pali:

$$M(Y) = 257 * (0,73 - 0,15) + 42 * (0,73 + 0,10) + 47 * (0,73 + 1/3 * 2,30) + (79 + 5) * (0,73 + 1,50) + 444 * (0,73 + 0,10) = - 810 \text{ kNm} - \text{ w kierunku nasypu}$$

Przebudowa mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

- c) hamowanie taboru na prześle (obc. klasy B) – w kierunku prześła (hamowanie w kierunku nasypu wywołuje odpór gruntu i jest niemiernodajne)

$$LC = 2 * 16.29 + 16.58 + 2 * 0.25 = 49.7 \text{ m}$$

$$b_j = 10.50 \text{ m} - \text{szer. jezdni}$$

$$H = 0.10 * 3.00 * 10.50 * 49.70 + 0.20 * 600 = 156.6 + 120.0 = 277 \text{ kN} - \text{na całym prześle}$$

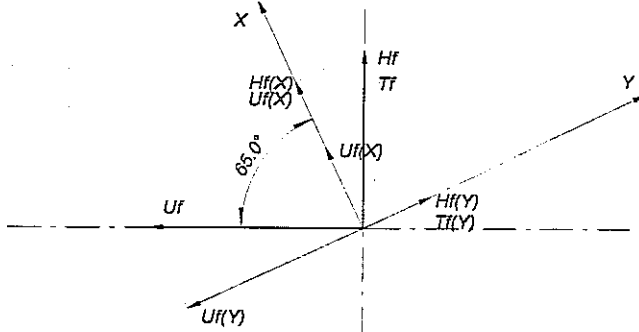
$$\gamma = 1.30 - \text{współczynnik obciążenia}$$

zakłada się że hamowanie od obc. q rozkłada się równomiernie na wszystkie podpory, natomiast od obc. K przypada w całości na 1 przyczółek zatem:

$$H_f = 156.6 / 4 * 1.30 + 120 * 1.30 = 50.9 + 156.0 = 206.9 \text{ kN}$$

składowe siły hamowania dla kąta skosu przyczółka $\alpha = 65^\circ$:

$$\sin 65 = 0.9064, \cos 65 = 0.4226$$



$$H_f(X) = H_f * \sin \alpha = 206.9 * 0.9064 = 187.5 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = H_f * \cos \alpha = 206.9 * 0.4226 = 87.4 \text{ kN}$$

- d) uderzenia boczne taboru na prześle (obc. klasy B)

$$U = 0.05 * 600 = 30.0 \text{ kN} \text{ (wyłącznie od obc. K)}$$

$$\gamma = 1.30 - \text{współczynnik obciążenia}$$

$$U_f = 30.0 * 1.30 = 39.0 \text{ kN}$$

składowe siły od uderzeń bocznych dla kąta skosu podpory $\alpha = 65^\circ$:

$$U_f(X) = H_f * \cos \alpha = 39.0 * 0.4226 = 16.5 \text{ kN}$$

$$U_f(Y) = H_f * \sin \alpha = 39.0 * 0.9064 = 35.3 \text{ kN}$$

razem poziome obciążenia obliczeniowe podpory od hamowania i uderzeń bocznych:

przypadek 1 – przy zgodnym kierunku składowych X:

$$H_f(X) = 187.5 - 16.5 = 171.0 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = 87.4 + 35.3 = 122.7 \text{ kN}$$

przypadek 2 – przy zgodnym kierunku składowych Y:

$$H_f(X) = 187.5 + 16.5 = 204.0 \text{ kN}$$

$$H_f(Y) = 87.4 - 35.3 = 52.1 \text{ kN}$$

- e) opory łożysk elastomerowych – siły poziome związane z oporami łożysk posiadają odwrotny zwrot w stosunku do obciążeń zewnętrznych tj. hamowania i uderzeń bocznych. Jak wynika bowiem z analiz statycznych w poszczególnych przypadkach obciążeń, obciążenia zewnętrzne wywołują większe przemieszczenia podpory niż wynoszą przemieszczenia łożysk od zmian termicznych, wobec czego siły oporu łożysk mają charakter utrzymujący.

$$L1 = 0.5 * 16.58 + 16.29 = 24.58 \text{ m}$$

$$X1 = \Delta L = \alpha_t * \Delta t_{\max} * \Delta L = 0.00001 * 25 * 2458 = 0.62 \text{ cm} = 0.0062 \text{ m}$$

$$T = \Delta L * G * A / h$$

$$G = 1500 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$A = 7 * 3.14 * 0.40^2 / 4 = 0.8796 \text{ m}^2 - \text{sumaryczna powierzchnia łożysk}$$

$$h = 0.072 \text{ m}$$

$$\gamma = 1.50 - \text{współczynnik obciążenia}$$

$$T_f = 0.0062 * 1500 * 0.8796 / 0.072 * 1.50 = 170.4 \text{ kN}$$

Analizę statyczną pali fundamentowych przyczółka wykonano w technice komputerowej programem PAL – wyniki obliczeń w załączeniu.

Wymiarowanie pali fundamentowych w poszczególnych przypadkach obliczeniowych wykonano programem MIMOS-P – wyniki obliczeń w załączeniu.

- przyjęta charakterystyka materiałów w palu:
 $R_a = 200 \text{ MPa}$ – St3S-b – zbr. istn. ($8 \phi 20$)
 $R_{b1} = 11,5 \text{ MPa}$ – beton B20 – w przekroju istn. pala fund.

4. SPRAWDZENIE UDŹWIGU PALA FUNDAMENTOWEGO

Udźwig dopuszczalny pala 30 x 30 cm, L = 11.50 m wg dokumentacji archiwalnej: $N_{dop} = 36.20 \text{ ton}$

Max. obc. obliczeniowe wypadkowe w głowicy pala w stanie po modernizacji: $V_{max} = 762 \text{ kN}$

- uogólniony wsp. obciążeń:

$$\gamma = 1.30$$

- wsp. zwiększenia nośności pala ze względu na zastosowanie w rzeczywistości przekroju pala 35 x 35 cm:

$$\beta = 0.35 * 0.35 / (0.30 * 0.30) = 1.361$$

- wsp. zwiększenia nośności pala ze względu na przeciążenie pala skrajnego:

$$\beta = 1.10$$

Udźwig dopuszczalny pala sprowadzony do poziomu obliczeniowego:

$$V_{spr.} = 362 * 1.30 * 1.361 * 1.10 = 705 \text{ kN} < V_{max} = 762 \text{ kN}$$

Nośność pala wg aktualnie obowiązującej PN-83/B-02482:

parametry geotechniczne dla Ps (piasek średni) lub Po (pospółka) $I_D = 0.67$:

$$q = 3600 - 5100 \text{ MPa}, t = 74 - 110 \text{ MPa}$$

$$\gamma_m = 0.90$$

$$A_p = 0.35 * 0.35 = 0.1225 \text{ m}^2$$

$$S_p = 1.10, S_s = 1.10$$

$$\min q^r = 0.90 * 3600 = 3240 \text{ MPa}$$

$$\min t^r = 0.90 * 74 = 66.6 \text{ MPa}$$

$$q_{(i)}^r = q^r \sqrt{\frac{D_0}{D_i}} = 3240 \sqrt{\frac{0.40}{0.35}} = 3464 \text{ MPa}$$

zakłada się wprowadzenie pala na gł. ok. 4.00 m w strefę nośną, przy czym stopa pala znajduje się na gł. 11.50 + 1.0 m = 12.50 m poniżej terenu:

$$q_{(i)h=12,50}^r = q_{(i)}^r = 3464 \text{ MPa}$$

nośność podstawy pala:

$$N_p = 0.1225 * 3464 * 1.10 = 467 \text{ kN}$$

nośność poboczniczy:

$$N_s = 1.1 * 4 * 0.35 * 4.00 * 66,6 = 410 \text{ kN}$$

$$m = 0.90$$

$$\text{razem udźwig pala: } \Sigma N = m * (N_p + N_s) = 0.90 (467 + 410) = 789 \text{ kN} = V_{max} = 762 \text{ kN}$$

składowe siły oporu łożysk dla kąta skosu podpory $\alpha = 65^\circ$:

$$T_f(X) = H_f \cdot \sin \alpha = 170,4 \cdot 0,9064 = 154,5 \text{ kN} - \text{w poprzek podpory}$$

$$T_f(Y) = H_f \cdot \cos \alpha = 140,4 \cdot 0,4226 = 72,0 \text{ kN} - \text{wzdłuż podpory}$$

składowe przemieszczeń poziomych dla kąta skosu podpory $\alpha = 65^\circ$ ze wsp. obciążenia $\gamma = 1.50$:

$$X = \gamma \cdot X1 \cdot \cos \alpha = 1,50 \cdot 0,62 \cdot 0,4226 = 0,393 \text{ cm} - \text{wzdłuż podpory}$$

$$Y = \gamma \cdot X1 \cdot \sin \alpha = 1,50 \cdot 0,62 \cdot 0,9064 = 0,843 \text{ cm} - \text{w poprzek podpory}$$

f) parcie gruntu za przyczółkiem

- uwaga: parcie gruntu za przyczółkiem jest zredukowane przez płytę przejściową i ma przeciwny zwrot w stosunku do momentów obliczonych w b), zatem nie zostaje uwzględnione w dalszych obliczeniach

Zbiorcze obc. przyczółka sprowadzone do poziomu spodu fundamentu:

przypadek 1 – przy zgodnym kierunku składowych X (z uwzgl. oporów łożysk jako obc. odwrotnego znaku):

$$\begin{aligned} \Sigma V &= 5095 + 1554 &&= 8230 \text{ kN} \\ H_f(X) &= 171,0 - 154,5 &&= 16,5 \text{ kN} - \text{w poprzek podpory} \\ \Sigma M(X) &= -810 + 16,5 \cdot 1,30 &&= 787 \text{ kNm} - \text{w poprzek podpory} \\ H_f(Y) &= 122,7 - 72,0 &&= 50,7 \text{ kN} - \text{wzdłuż podpory} \\ \Sigma M(Y) &= 3135 + 50,7 \cdot 1,30 &&= 3201 \text{ kNm} - \text{wzdłuż podpory} \end{aligned}$$

przypadek 2 – przy zgodnym kierunku składowych Y (z uwzgl. oporów łożysk jako obc. odwrotnego znaku):

$$\begin{aligned} \Sigma V &= 5095 + 1554 &&= 8230 \text{ kN} \\ H_f(X) &= 204,0 - 154,5 &&= 49,5 \text{ kN} - \text{w poprzek podpory} \\ \Sigma M(X) &= -810 + 49,5 \cdot 1,30 &&= 746 \text{ kNm} - \text{w poprzek podpory} \\ H_f(Y) &= 52,1 - 72,0 &&= -19,9 \text{ kN} - \text{wzdłuż podpory} \\ \Sigma M(Y) &= 3135 - 19,9 \cdot 1,30 &&= 3109 \text{ kNm} - \text{wzdłuż podpory} \end{aligned}$$

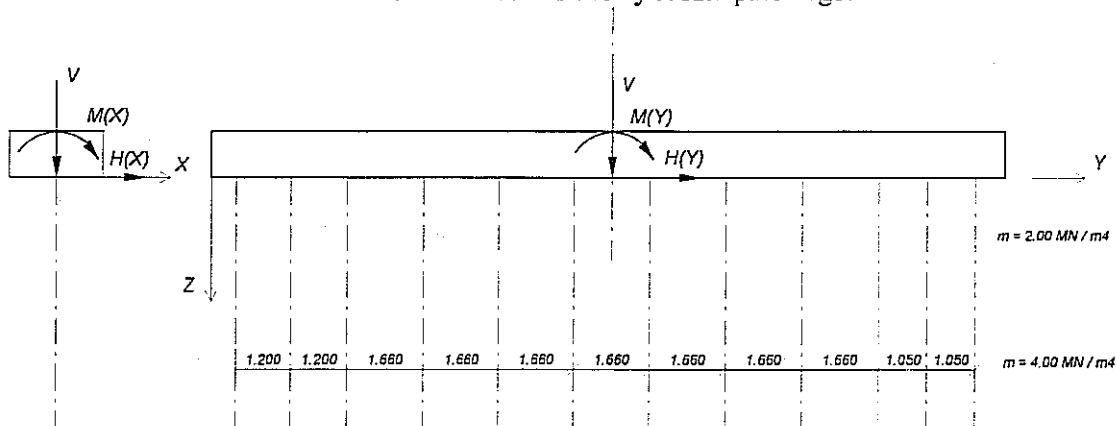
przypadek 3 - wyłącznie opory łożysk wywołane przemieszczeniami przęsła:

$$T_f(X) = H_f \cdot \sin a = 170,4 \cdot 0,9064 = 154,5 \text{ kN} - \text{w poprzek podpory}$$

$$T_f(Y) = H_f \cdot \cos a = 140,4 \cdot 0,4226 = 72,0 \text{ kN} - \text{wzdłuż podpory}$$

3. ANALIZA STATYCZNA PALI FUNDAMENTOWYCH PRZYCZÓŁKA

schemat obliczeniowy rusztu palowego:

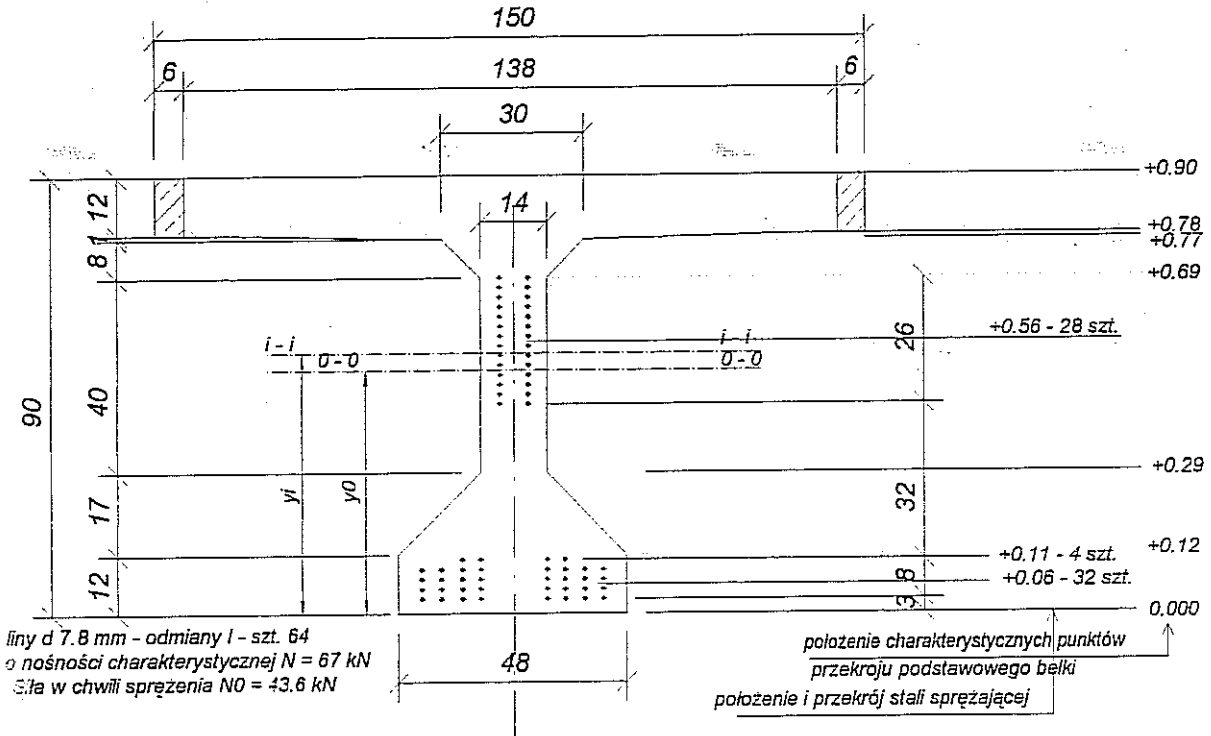


Przebudowa mostu przez rz. Bystrycę (od strony
górnej wody) w ciągu jezdni południowej
ul. Krochmalnej w Lublinie

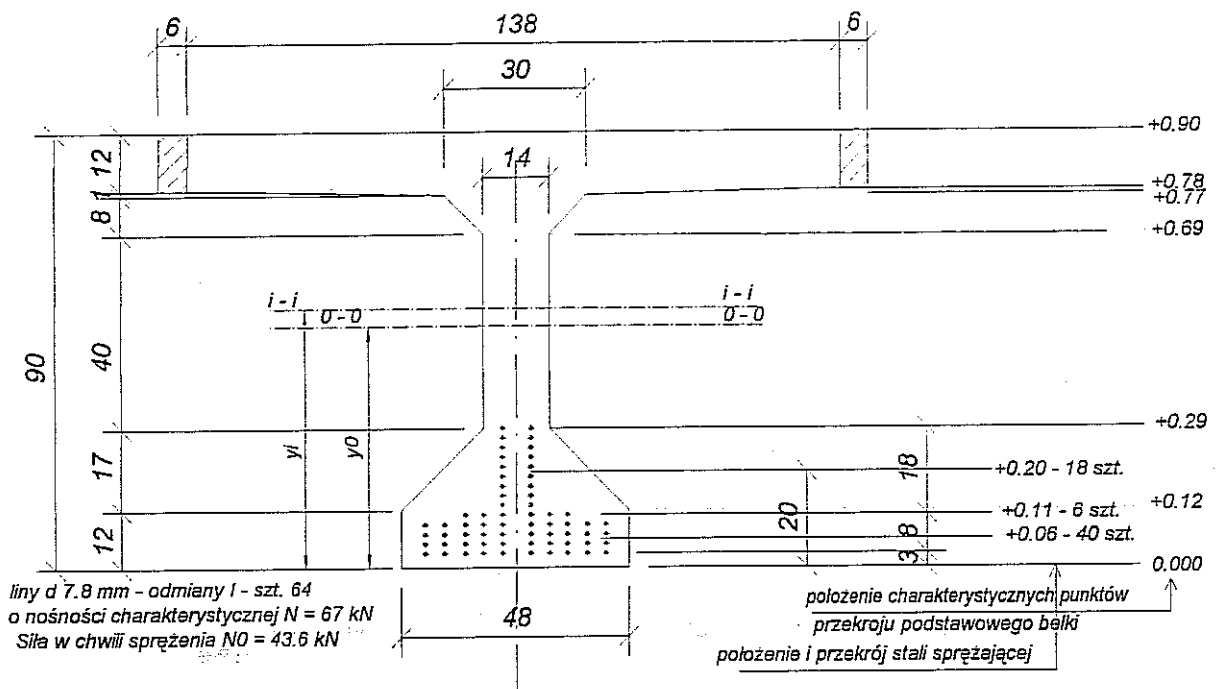
**II. ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE
DO OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

**PRZEKROJE OBLICZENIOWE BELKI PŁOŃSK BP16.50
W STANIE PRZED MODERNIZACJĄ**

PRZEKRÓJ PODPOROWY - $x = 0.00$ m



PRZEKRÓJ W ŚRODKU ROZPIĘTOŚCI



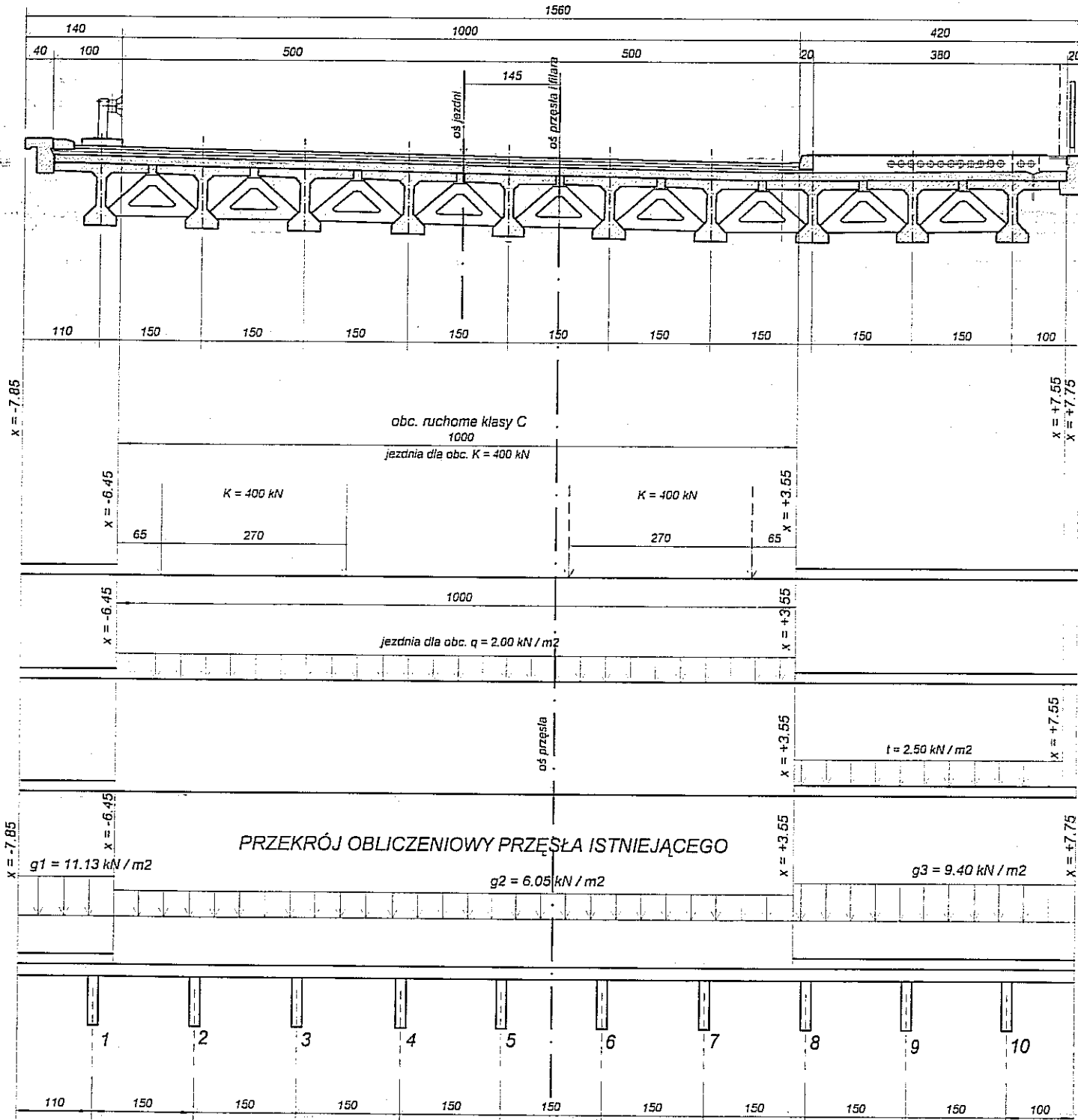
FAZA 0

Beton w belce B45 - $E_b = 37800$ MPa
 Beton w belce B35 - $E_b = 34600$ MPa (podczas sprężenia)
 Stal sprężająca - liny odm. I - $E_v = 180000$ MPa
 Stal zbrojeniowa St3SX - $E_s = 210000$ MPa
 odksz. skurczowe betonu belki $es = 0.00032$ - obciążenie po 7 dniach
 wsp. pełzania betonu w belce $fp = 3.2$ - obciążenie po 7 dniach

FAZA I

Beton w zamkach B25 - $E_b = 30000$ MPa
 Stal zbrojeniowa St3SX - $E_s = 210000$ MPa
 odksz. skurczowe w zamkach $es = 0.00032$
 odkształcenia skurczowe belki $es = 0.00016$ - w chwili betonowania zamków
 różnica skurczu zamków i belki D(es) = 0.00016
 wsp. pełzania w zamkach $fp = 2.10$ - po 90 dniach
 wsp. pełzania w belce $fp = 2.10$ - po 90 dniach

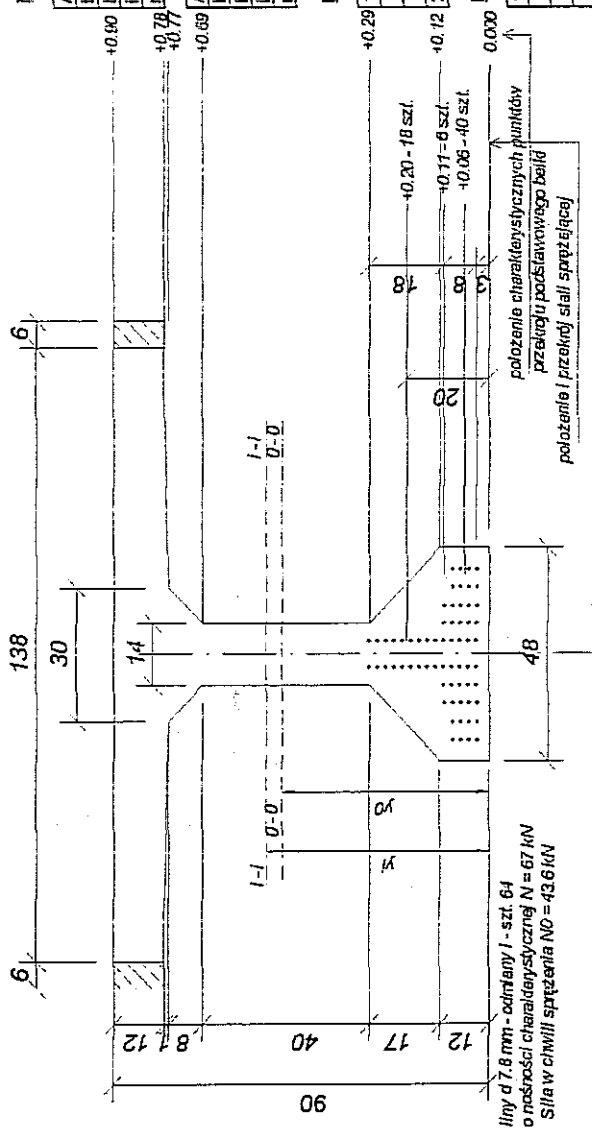
PRZEKRÓJ NORMALNY PRZĘŚLA ISTNIEJĄCEGO



PRZEKRÓJ OBLICZENIOWY PRZĘŚLA ISTNIEJĄCEGO

$\alpha = 0.075$
 $\nu = 1.14$
 $L_t = 16.00 \text{ m}$
 $B = 15.60 \text{ m}$

Przekrój x = 8.00 m od podpory (środek przęsła) - stan istniejący



FAZA 0

Beton w belce B45 - $E_b = 37800 \text{ MPa}$
 Beton w belce B35 - $E_b = 34600 \text{ MPa}$ (podczas sprężenia)
 Stal sprężająca - liny odmi. II - $E_v = 180000 \text{ MPa}$
 Stal zbrojeniowa S13SX - $E_s = 210000 \text{ MPa}$
 odczst. skurczowa betonu belki $\epsilon_s = 0.00026$
 wsp. poźnienia betonu w belce $\mu_p = 3.2$
 - obciążenie po 7 dniach
 - obciążenie po 7 dniach

AZA I

Beton w zamkach B25 - $E_b = 30000 \text{ MPa}$
 Stal zbrojeniowa S13SX - $E_s = 210000 \text{ MPa}$
 odczst. skurczowa w zamkach $\epsilon_s = 0.00010$
 odczst. skurczowa sturczowa belki $\epsilon_s = 0.00013$ - w chwili betonowania zamków
 różnica skurczu zamków i belki D(ϵ_s) = 0.00016
 wsp. poźnienia w zamkach $\mu_p = 2.10$ - po 90 dniach
 wsp. poźnienia w belce $\mu_p = 3.20$ - po 90 dniach

I. Charakterystyka przekroju przedstawionego

A. Dla obliczeń krótkowalowych			
belka prefabrykowana bez płyty	A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
	0.371574	0.541	0.039715
belka z zamkami płyty pomostu	0.38300	0.549	0.040723
ilość ciężkich sprężających	n =	64	
mierność siły sprężającej	e =	0.4365	

A. Dla obliczeń długowalowych			
belka prefabrykowana bez płyty	A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
	0.398923	0.511	0.04467
belka z zamkami płyty pomostu	0.410351	0.520	0.04599
ilość ciężkich sprężających	n =	64	
mierność siły sprężającej	e =	0.4066	

II. Naprężenia od obc. charakterystycznego

1. Min. charakt. npr. normalne w belce:		M max	
- stan początkowy - łraweż górna	$\sigma_{bg} =$	0.20 MPa	$\leq R_{k0.05} = 1.90 \text{ MPa}$
- stan użytkowy - łraweż dolna	$\sigma_{bd} =$	-0.50 MPa	$\leq R_{k0.05} = 2.15 \text{ MPa}$
2. Max. charakt. npr. główne rozciągające w belce	$\tau_b =$	0.00 MPa	$\leq R_{k0.05} = 2.15 \text{ MPa}$

III. Naprężenia od obc. obliczeniowego

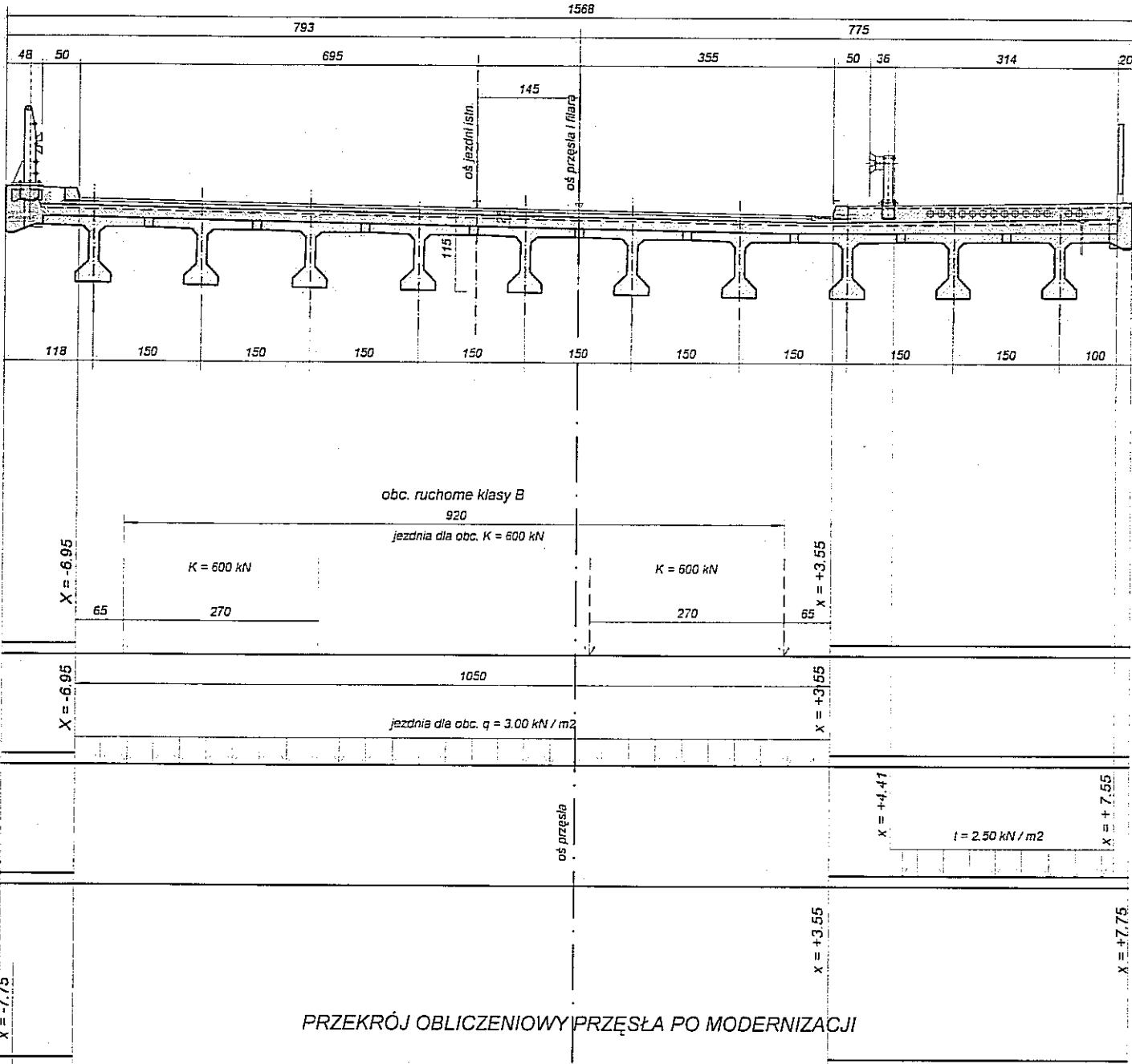
1. Max. oblicz. naprężenia ściskające		B35	
a) w belce - stan początkowy - ściskanie	$\sigma_{bd} =$	-16.33 MPa	$\leq R_{k0.05} = 20.2 \text{ MPa}$
b) w belce - stan użytkowy - ściskanie	$\sigma_{bd} =$	-13.47 MPa	$\leq R_{k0.05} = 26 \text{ MPa}$
c) w belce - stan użytkowy - rozciąganie	$\sigma_{bd} =$	6.03 MPa	nie określa się
d) w zamkach płyty pomostu - stan użytk. - ściskanie	$\sigma_{bg} =$	-7.09 MPa	$\leq R_{k0.05} = 14.4 \text{ MPa}$
2. Max. oblicz. naprężenia ściskające w belce	$\tau_b =$	0.00 MPa	$\leq \tau_{Rk} = 0.38 \text{ MPa}$
3. Max. oblicz. npr. ściskające w połączeniu płyty i belki	$\tau_{sp} =$	0.00 MPa	$\leq \tau_{Rk} = 0.26 \text{ MPa}$
4. Wsp. odporności belki na zarysowanie	n =	1.340	> 1.20

IV. Siła sprężająca

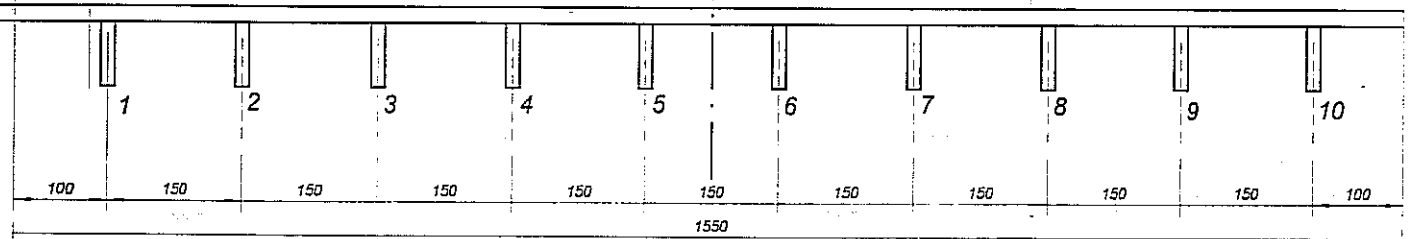
1. Nośność charakterystyczna		Pvk =	4.2880 MN
2. Siła sprężająca przed zaciwieniem		S0 =	2.7872 MN
3. Siła sprężająca po zaciwieniu		S01 =	2.4072 MN
4. Siła sprężająca po wystąpieniu wszystkich stral		Svk =	1.8008 MN
- sumaryczne straty siły sprężającej		ΔS =	35.39 % Pvk
- sumaryczny naciek łrawej spłotów		δ =	42.00 % Pvk

5. Siła sprężająca po 7 dniach		S0 =	2.7872 MN
6. Siła sprężająca po 90 dniach		S01 =	2.4072 MN
7. Siła sprężająca po 180 dniach		Svk =	1.8008 MN
8. Siła sprężająca po 360 dniach		ΔS =	35.39 % Pvk
9. Siła sprężająca po 720 dniach		δ =	42.00 % Pvk

PRZEKRÓJ NORMALNY PRZĘSŁA PO MODERNIZACJI



PRZEKRÓJ OBLICZENIOWY PRZĘSŁA PO MODERNIZACJI

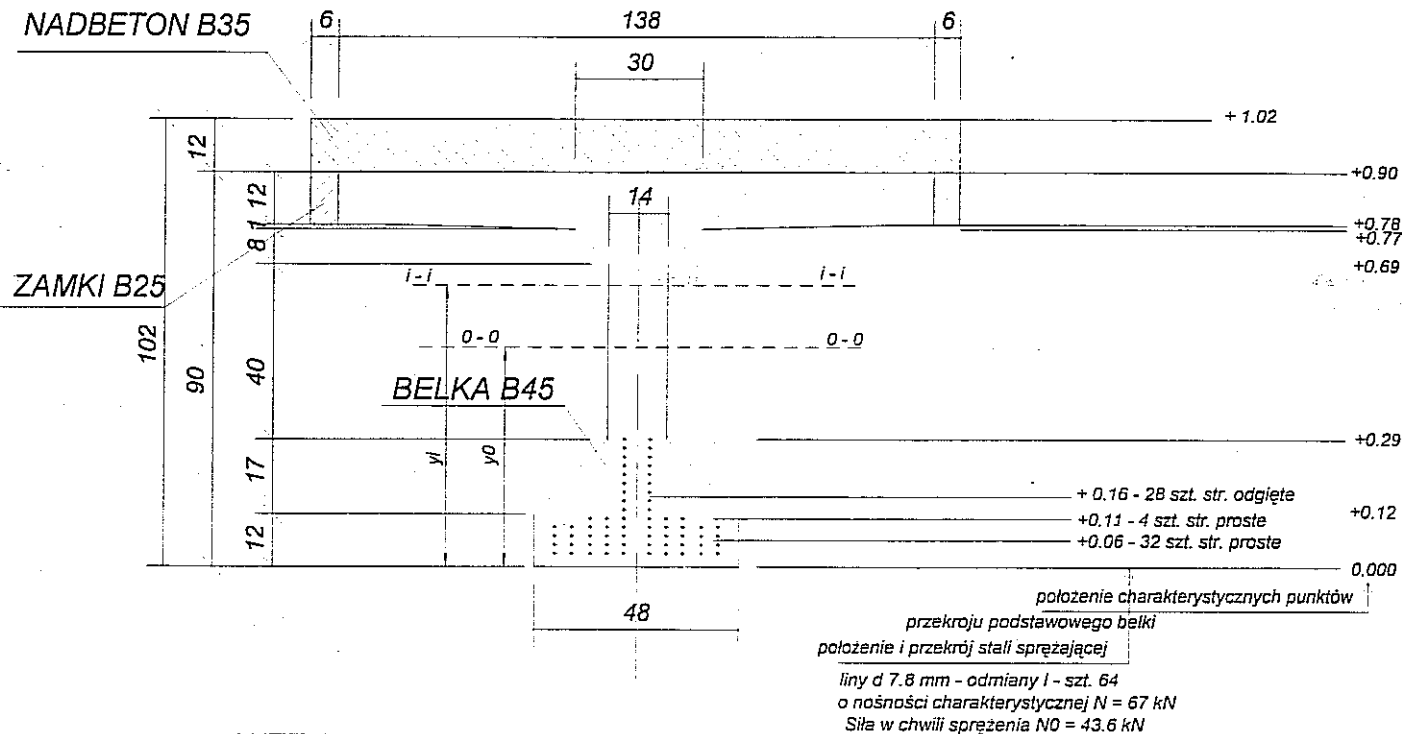


$\alpha = 0.239$
 $\nu = 1.25$
 $B = 15.50 \text{ m}$

PRZEKROJE OBLICZENIOWE BELKI PŁOŃSK BP16.50
W STANIE PO MODERNIZACJI

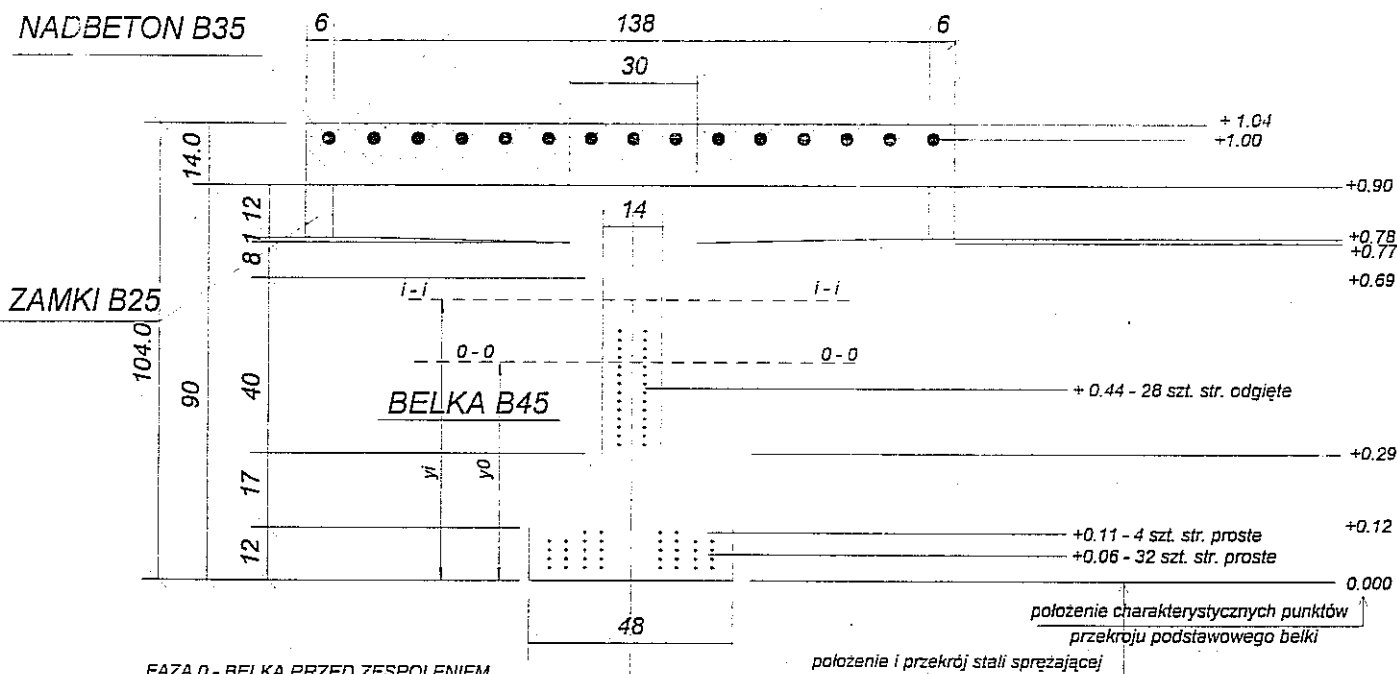
14/1.5

WĘZEL NR 4



WĘZEL NR 6'

15 d 20 mm = 47.10 cm²



FAZA 0 - BELKA PRZED ZESPOLENIEM

Beton w belce B45 - $E_b = 37800$ MPa
Beton w belce B35 - $E_b = 34600$ MPa (podczas sprężenia)
Stal sprężająca - liny odm. I - $E_v = 180000$ MPa
Stal zbrojeniowa St3SX - $E_s = 210000$ MPa
odksz. skurczowe betonu belki $es = 0.00032$ - obciążenie po 7 dniach
wsp. pęczania betonu w belce $fp = 3.2$ - obciążenie po 7 dniach

liny d 7.8 mm - odmiany I - szt. 64
o nośności charakterystycznej $N = 67$ kN
Siła w chwili sprężenia $N_0 = 43.6$ kN

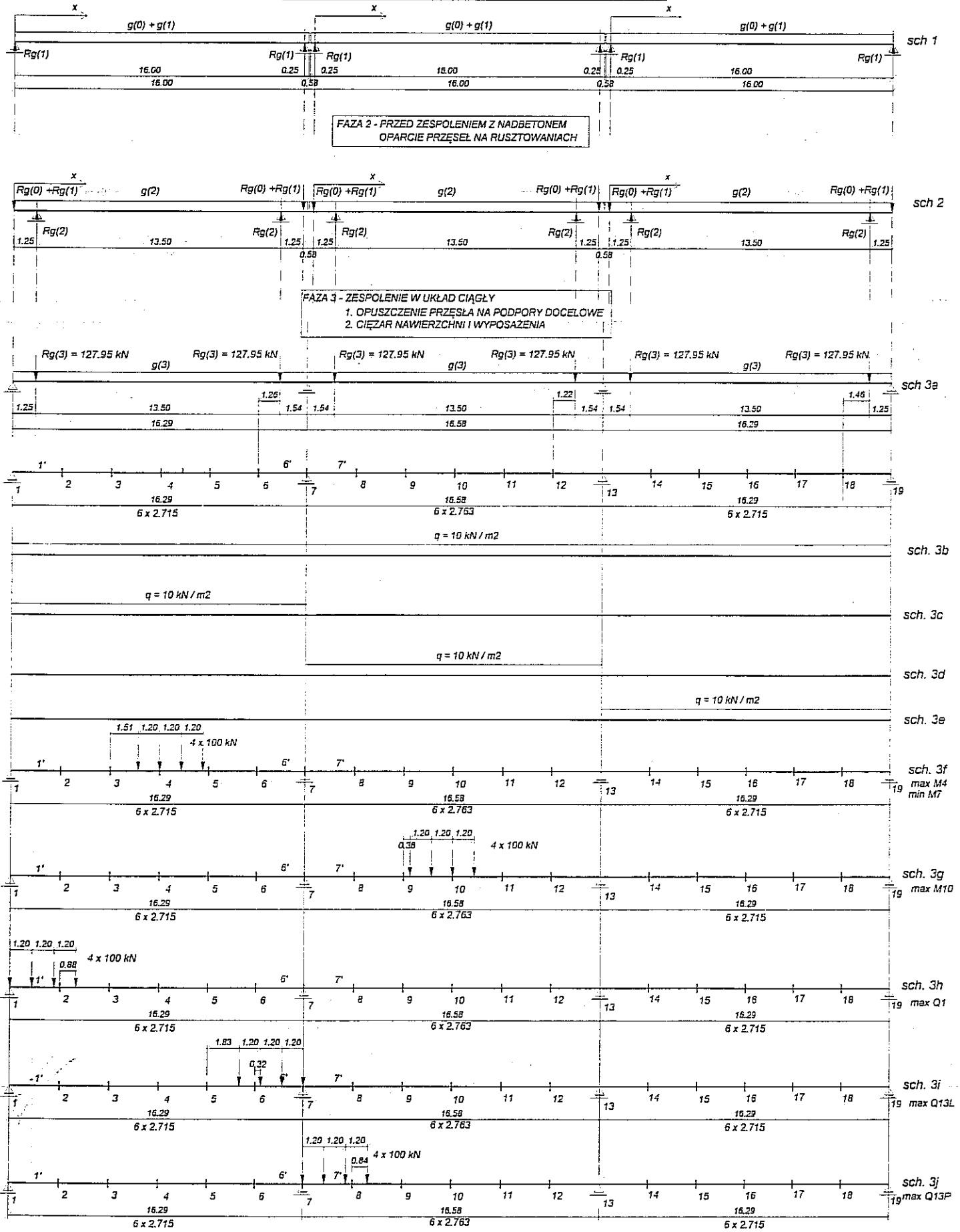
FAZA I - BELKA PO ZESPOLENIU Z ZAMKAMI

Beton w zamkach B25 - $E_b = 30000$ MPa
Stal zbrojeniowa St3SX - $E_s = 210000$ MPa
odksz. skurczowe w zamkach $es = 0.00032$
odkształcenia skurczowe belki $es = 0.00016$ - w chwili betonowania zamków
różnica skurczu zamków i belki $D(es) = 0.00016$
wsp. pęczania w zamkach $fp = 2.10$ - po 90 dniach
wsp. pęczania w belce $fp = 2.10$ - po 90 dniach

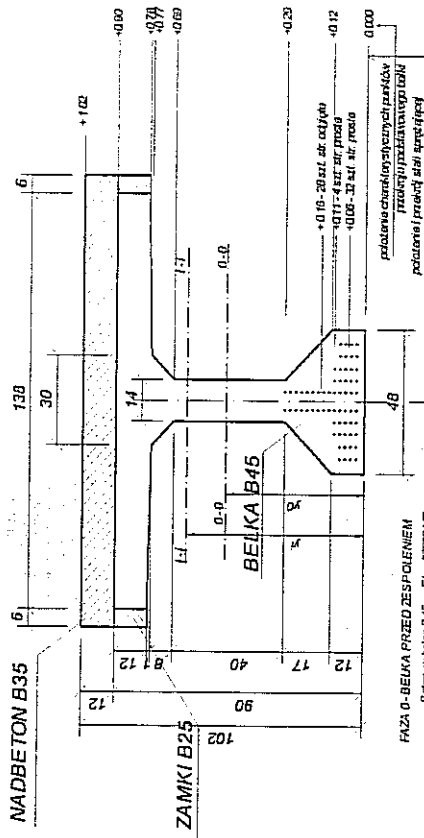
FAZA II - BELKA PO ZESPOLENIU Z NADBETONEM

Beton w nadbetonie B35 - $E_b = 34600$ MPa
odkształcenia skurczowe belki $es = 0.000$ - w chwili betonowania nadbetonu
odksz. skurczowe w nadbetonie $es = 0.00023$
różnica skurczu nadbetonu i belki $D(es) = 0.00013$
wsp. pęczania w nadbetonie $fp = 2.50$ - po 28 dniach
wsp. pęczania w belce $fp = 2.10$ - po 90 dniach

FAZA 0 - STAN WYKONAWSTWA BELEK PREFABRYKOWANYCH I MONTAŻU PRZED ZESPOLENIEM ZAMKÓW
 FAZA 1 - STAN ISTN. PO ROZBÍORCE NAWIERZCHNI I PO ZESPOLENIU BELEK Z ZAMKAMI



Węzeł nr 4



FAZA 0 - REKWA PRZED ZESPŁNIENIEM
 Beton w belce B45 - E_b = 31000 MPa
 Siła ściskowa w żeriach, a_s = 0.0012
 Siła ściskowa w żeriach (bez D₁₀) = 0.0013
 Siła ściskowa w żeriach (bez D₁₀) = 0.0013
 odz. składowe L₁ i L₂ a_s = 0.0012 - odz. składowe od 7 dżach
 wsp. przetrzywania w belce φ = 12 - odz. składowe po 7 dżach

FAZA I - BELKA PO ZESPŁNIENIU Z ZAMKAMI
 Beton wzarieniu 0.25 - E_b = 31000 MPa
 Siła ściskowa w żeriach - E_s = 21000 MPa
 odz. składowe w żeriach, a_s = 0.0012
 odz. składowe w żeriach (bez D₁₀) = 0.0013
 odz. składowe w żeriach (bez D₁₀) = 0.0013
 wsp. przetrzywania w belce φ = 2.10 - po 20 dżach
 wsp. przetrzywania w belce φ = 2.10 - po 20 dżach

FAZA II - BELKA PO ZESPŁNIENIU Z NADBETONEM
 Beton nadbetonu 0.35 - E_b = 31000 MPa
 Siła ściskowa w żeriach, a_s = 0.0012
 odz. składowe w żeriach (bez D₁₀) = 0.0013
 odz. składowe w żeriach (bez D₁₀) = 0.0013
 wsp. przetrzywania w belce φ = 2.50 - po 20 dżach
 wsp. przetrzywania w belce φ = 2.50 - po 20 dżach

I. Charakterystyka przelotni podstawowego

A. Dla obciążeń krótkotrwałych	A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
belka prefabrykowana bez płyty	0.36467	0.536	0.039260
belka z zamkami płyty pomostu (lub zbrojeniem dla M min)	0.370385	0.541	0.039727
belka z zamkami i nadbetonem (lub zbrojeniem dla M min)	0.53515	0.670	0.089984
liczba cięgien sprężających	n =	64	
mierność siły sprężającej	σ =	0.4293	

A. Dla obciążeń długotrwałych	A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
belka prefabrykowana bez płyty	0.392011	0.508	0.04402
belka z zamkami płyty pomostu (lub zbrojeniem dla M min)	0.397726	0.511	0.04450
belka z zamkami i nadbetonem (lub zbrojeniem dla M min)	0.54366	0.631	0.0663
liczba cięgien sprężających	n =	64	
mierność siły sprężającej	σ =	0.3894	

II. Naprężenia od obs. charakterystycznego

1. Min. charakt. napr. normalne w belce:	σ _{btj} =	σ _{btb} =	τ _{bt} =	M max	M min
- stan początkowy - rozciąganie	MPa	< R _{bt,0.05} = 1.80	MPa	0.07	B35
- stan użytkowy - rozciąganie	MPa	< R _{bt,0.05} = 2.15	MPa	0.07	B45
2. Max. charakt. napr. główne rozciągające w belce	MPa	< R _{bt,0.05} = 2.15	MPa	0.07	B45

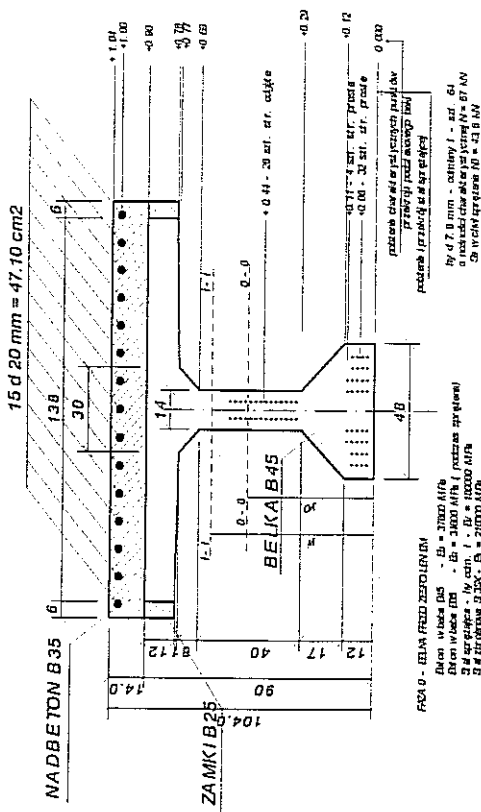
III. Naprężenia od obs. obliczeniowego

1. Max. oblicz. naprężenia ściskające	σ _{btj} =	σ _{btb} =	τ _{bt} =
a) w belce - stan początkowy - ściskanie	MPa	< R _{bt} = 20.2	MPa
b) w belce - stan użytkowy - ściskanie	MPa	< R _{bt} = 26.0	MPa
c) w belce - stan użytkowy - rozciąganie	MPa	nie określa się	MPa
d) w zamkach płyty pomostu - stan użytk. - ściskanie	MPa	< R _{bt} = 14.4	MPa
e) w nadbetonie płyty pomostu - stan użytk. - ściskanie	MPa	< R _{bt} = 20.2	MPa
f) w słab zbrojonej nadbetonu - stan użytk.	MPa	< R _{bt} = 295	MPa
2. Max. oblicz. naprężenia ścinające w środku belki	τ _{bt} =	τ _{bt} =	τ _{bt} =
3. Max. oblicz. napr. ścinające w połączeniu belki i nadbetonu	τ _{bt} =	τ _{bt} =	τ _{bt} =
4. Wsp. odporności belki na zarysowanie	n =	n =	n =
			> 1.2

IV. Siła sprężająca

1. Nośność charakterystyczna	P _{yk} =	MN
2. Siła sprężająca przed zakotwieniem	S ₀ =	2.7872 MN
3. Siła sprężająca po zakotwieniu	S ₀₁ =	2.4089 MN
4. Siła sprężająca po wystąpieniu wszystkich ślad	S _{uk} =	1.60 MN
- sumaryczne straty siły sprężającej	Δ S =	39.82 % P _{yk}
- sumaryczny udział straty spłobów	S =	39.12 % P _{yk}

Węzeł nr 6' - strona prawa



FAZA 0 - BEJKA PRZED ZEROWIENIEM

Beton w wałku B35 - B_s = 31000 MPa
 Beton w wałku B25 - B_s = 31000 MPa (podczas sprężenia)
 Stal sprężona - fy celn. I - B_s = 102000 MPa
 Stal sprężona - fy celn. II - B_s = 210000 MPa
 Węz. pasowa przed zerowaniem - z = 0,0032 - odstępów po 7 ośiach
 Węz. pasowa przed zerowaniem - z = 0,0032 - odstępów po 7 ośiach

FAZA 1 - BEJKA PO ZEROWIENIU ZAMKAMI

Beton w wałku B35 - B_s = 31000 MPa
 Beton w wałku B25 - B_s = 31000 MPa
 Stal sprężona - fy celn. I - B_s = 102000 MPa
 Stal sprężona - fy celn. II - B_s = 210000 MPa
 Węz. pasowa przed zerowaniem - z = 0,0032 - odstępów po 7 ośiach
 Węz. pasowa przed zerowaniem - z = 0,0032 - odstępów po 7 ośiach

FAZA 2 - BEJKA PO ZEROWIENIU WYBIEŻENIEM

Beton w wałku B35 - B_s = 31000 MPa
 Beton w wałku B25 - B_s = 31000 MPa
 Stal sprężona - fy celn. I - B_s = 102000 MPa
 Stal sprężona - fy celn. II - B_s = 210000 MPa
 Węz. pasowa przed zerowaniem - z = 0,0032 - odstępów po 7 ośiach
 Węz. pasowa przed zerowaniem - z = 0,0032 - odstępów po 7 ośiach

I. Charakterystyka przekroju podsiławowego

A. Dla obciążeń krótkotrwałych		A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
belka prefabrykowana bez płyty		0,371574	0,545	0,038847
belka z zamkami płyty pomostu (lub zbrojeniem dla M min)		0,371574	0,545	0,038847
belka z zamkami i nadbetonem (lub zbrojeniem dla M min)		0,40454	0,582	0,045133
ilość cięgien sprężających		n =	64	
minimální siły sprężające		σ =	0,3758	

A. Dla obciążeń długotrwałych		A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
belka prefabrykowana bez płyty		0,398911	0,524	0,04233
belka z zamkami płyty pomostu (lub zbrojeniem dla M min)		0,398911	0,524	0,04233
belka z zamkami i nadbetonem (lub zbrojeniem dla M min)		0,48311	0,815	0,05987
ilość cięgien sprężających		n =	64	
minimální siły sprężające		σ =	0,2942	

II. Naprężenia od obs. charakterystycznego

		M min	
1. Min. charakt. napr. normalne w belce:			
- stan początkowy - rozciąganie	σ _{bd} =		
- stan użytkowy - rozciąganie	σ _{bd} =	3,78 MPa	MPa < R _{yk,0,05} = 1,80 MPa
2. Max. Charakt. napr. główna rozciągająca w belce:	τ _{bd} =	3,78 MPa	nile określa się
	τ _{bd} =		nile określa się

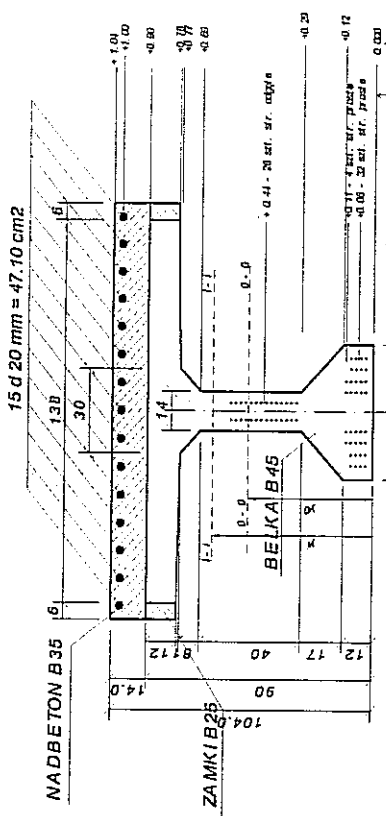
III. Naprężenia od obs. obliczeniowego

1. Max. oblicz. naprężenia ściskające			
a) w belce - stan początkowy - ściskanie	σ _{bd} =	-18,30 MPa	MPa < R _{yk,0,05} = 20,2 MPa
b) w belce - stan użytkowy - ściskanie	σ _{bd} =	-22,89 MPa	MPa < R _{yk,0,05} = 26,0 MPa
c) w belce - stan użytkowy - rozciąganie	σ _{bd} =	4,97 MPa	nile określa się
d) w zamkach płyty pomostu - stan użytk. - ściskanie	σ _{bd} =		MPa < R _{yk,0,05} = 14,4 MPa
e) w nadbetonie płyty pomostu - stan użytk. - ściskanie	σ _{bd} =		MPa < R _{yk,0,05} = 29,5 MPa
f) w siłach zbrojeniowej nadbetonu - stan użytk.	σ _{bd} =	117,64	MPa < R _{yk,0,05} = 39 MPa
2. Max. oblicz. naprężenia ścinające w środku belki	τ _{bd} =		MPa < τ _{R,0,05} = 0,38 MPa
3. Max. oblicz. napr. ścinające w połączeniu belki i nadbetonu	τ _{bd} =	0,14 MPa	MPa < τ _{R,0,05} = 0,38 MPa
4. Wsp. odporności belki na zarysowanie	n =	>> 1,2	> 1,2

IV. Siła sprężająca

1. Nośność charakterystyczna	P _{yk} =	4 2860 MN
2. Siła sprężająca przed zakotwieniem	S ₀ =	2 7872 MN
3. Siła sprężająca po zakotwieniu	S ₀₁ =	2 4838 MN
4. Siła sprężająca po wystąpieniu wszystkich stral	S _{uk} =	1 7540 MN
- sumaryczna siła siły sprężającej	∑ S =	37 071 % P _{yk} > 20 %
- sumaryczny nacisk (wzrost spłotów)	∑ S =	40 800 % P _{yk} < 55%

Wzrost nr 7' - strona prawa



FAS 0 - ŚCIANA WIEDZ DOPROWADZANA
 Beton walec B45 - B4 = 3000 MPA
 Beton walec B35 - B5 = 3000 MPA (zakładane od góry)
 Żelbetonowa sztywna belka B45
 Słupki. Szerokość belki B45 = 40 cm, 15 d 20 mm MPA
 Wp. przekr. belki w wałce $f_{p} = 3.2$ - ociekające po 7 stronach
FAS 11 - BELKA POD ZWIĘZLENIE ZWIĘZLANIA
 Beton walec B45 - B4 = 3000 MPA
 Beton walec B35 - B5 = 21000 MPA
 Słupki. Szerokość walec B45 = 40 cm, 15 d 20 mm MPA
 Słupki. Szerokość walec B35 = 0.0000
 Wp. przekr. belki w wałce $f_{p} = 3.2$ - ociekające po 7 stronach
FAS 12 - BELKA POD ZWIĘZLENIE WZMOCNIONA
 Beton walec B45 - B4 = 3000 MPA
 Beton walec B35 - B5 = 21000 MPA
 Słupki. Szerokość walec B45 = 40 cm, 15 d 20 mm MPA
 Słupki. Szerokość walec B35 = 0.0000
 Wp. przekr. belki w wałce $f_{p} = 3.2$ - ociekające po 7 stronach

I. Charakterystyka przekroju, podstawowego

A. Dla obciążen kłóciwych	A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
belka prefabrykowana bez pływ	0.371574	0.545	0.038847
belka z zamkami pływ pomostu (lub zbrojeniem dla M min)	0.371574	0.545	0.038847
belka z zamkami i nadbetonem (lub zbrojeniem dla M min)	0.404654	0.582	0.045133
ilość cięgien sprężających	II = 64		
minimální siły sprężające	III = 0.3159		

A. Dla obciążen długowalnych	A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
belka prefabrykowana bez pływ	0.360911	0.524	0.04233
belka z zamkami pływ pomostu (lub zbrojeniem dla M min)	0.360911	0.524	0.04233
belka z zamkami i nadbetonem (lub zbrojeniem dla M min)	0.49311	0.615	0.05867
ilość cięgien sprężających	II = 64		
minimální siły sprężające	III = 0.2942		

II. Naprężenia od obs. charakterystycznego

		M max	M min
1. Min. charakter. napr. normalne w belce:	$\sigma_{bd} =$	—	—
— stan początkowy - rozciąganie	$\sigma_{bp} =$	3.67 MPa	MPa < R _{yk} = 1.80
— stan użytkowy - rozciąganie	$\tau_{u} =$	3.67 MPa	MPa dla okręśia sił
2. Max. charakter. napr. główne rozciągające w belce			MPa dla okręśia sił

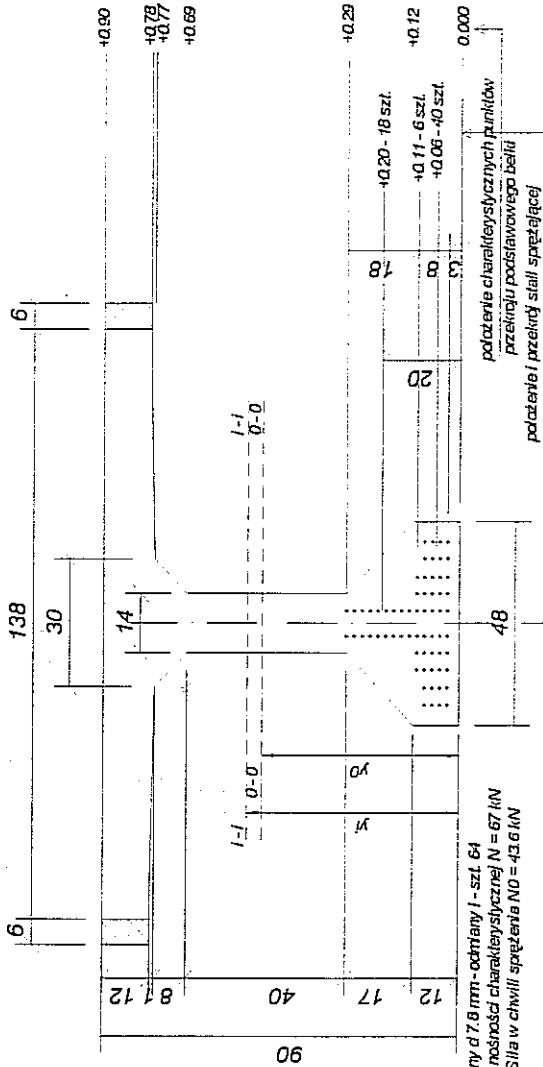
III. Naprężenia od obs. obliczeniowego

		M max	M min
1. Max. oblicz. naprężenia ściskające	$\sigma_{bd} =$	—	—
a) w belce - stan początkowy - ściskanie	$\sigma_{bp} =$	-19.70 MPa	MPa < R _{yk} = 20.2
b) w belce - stan użytkowy - ściskanie	$\sigma_{bu} =$	-25.77 MPa	MPa < R _{yk} = 26.0
c) w belce - stan użytkowy - rozciąganie	$\sigma_{bu} =$	5.17 MPa	MPa dla okręśia sił
d) w zamkach pływ pomostu - stan użytk. - ściskanie	$\sigma_{bd} =$	—	—
e) w nadbetonie pływ pomostu - stan użytk. - ściskanie	$\sigma_{bd} =$	—	—
f) w stali zbrojeniaowej nadbetonu - stan użytk.	$\sigma_{st} =$	127.18	MPa < R _{yk} = 20.2
2. Max. oblicz. naprężenia ściskające w środku belki	$\tau_{ub} =$	4.40 MPa	MPa < R _{yk} = 205
3. Max. oblicz. napr. ściskające w połączeniu belki i nadbetonu	$\tau_{ub} =$	0.14 MPa	MPa < R _{yk} = 0.38
4. Wsp. odporności belki na zerwanie	$\rho =$	>> 1.2	MPa < R _{yk} = 0.26

IV. Siła sprężająca

		Pvk =
1. Nośność charakterystyczna		4.2880 MN
2. Siła sprężająca przed zainstalowaniem		2.7872 MN
3. Siła sprężająca po zakotwieceniu	SO = 65.0 % Pvk	2.8964 MN
4. Siła sprężająca po wywołaniu wszystkich stral	S1K =	1.9332 MN
- sumaryczny stral siły sprężającej	AS =	30.64 % Pvk > 20 %
- sumaryczny nacisk twrdy spoiwo	S =	45.08 % Pvk < 65%

Przekrój x = 8.00 m od podpory (środek przesła) - stan istniejący



liny d 7.8 mm - odcięty I - szt. 64
 o nośności charakterystycznej N = 67 kN
 Siła w chwili sprężenia N0 = 43.6 kN

FAZA 0
 Beton w belce B45 - Eb = 37600 MPa
 Beton w belce B35 - Eb = 31600 MPa (podczas sprężenia)
 Stal sprężająca - liny odn II - Ev = 180000 MPa
 Stal zbrojeniowa S13SX - Es = 210000 MPa
 odksz. siarczkowe betonu belki es = 0.00025 - obciążenie po 7 dniach
 wsp. pełzania betonu w belce fp = 3.2 - obciążenie po 7 dniach

FAZA I
 Beton w zankach B25 - Eb = 30000 MPa
 Stal zbrojeniowa S13SX - Es = 210000 MPa
 odksz. siarczkowe w zankach es = 0.00019
 odkształcenia siarczkowe belki es = 0.00013 - w chwili betonowania zanków
 różnica siarczu zanków I belki D(es) = 0.00016
 wsp. pełzania w zankach fp = 2.10 - po 90 dniach
 wsp. pełzania w belce fp = 3.20 - po 90 dniach

I. Charakterystyka przekroju podstawowego

A. Dł. obciżeń krótkotrwałych	A (m ²)	y (m)	J (m ⁴)
belka prefabrykowana bez pływ	0.371574	0.541	0.03972
belka z zankami pływ pomostu	0.36300	0.549	0.04072
ilość ciężarów sprężających	n =	64	
intensywność siły sprężającej	e =	0.4365	

A. Dł. obciżeń długotrwałych	A (m ²)	y (m)	J (m ⁴)
belka prefabrykowana bez pływ	0.368923	0.511	0.04467
belka z zankami pływ pomostu	0.410351	0.520	0.04569
ilość ciężarów sprężających	n =	64	
intensywność siły sprężającej	e =	0.4086	

II. Naprężenia od obc. charakterystycznego

1. Min. charakt. napr. normalne w belce:				
- stan początkowy - kraweż górna	σ _{bg} =	0.20 MPa	< R _{bt,0.05} =	1.90 MPa B35
- stan użytkowy - kraweż dolna	σ _{bd} =	-0.50 MPa	< R _{bt,0.05} =	2.15 MPa B45
2. Max. charakt. napr. główne rozciągające w belce	τ _{bu} =	0.00 MPa	< R _{bt,0.05} =	2.15 MPa B45

III. Naprężenia od obc. obliczanowego

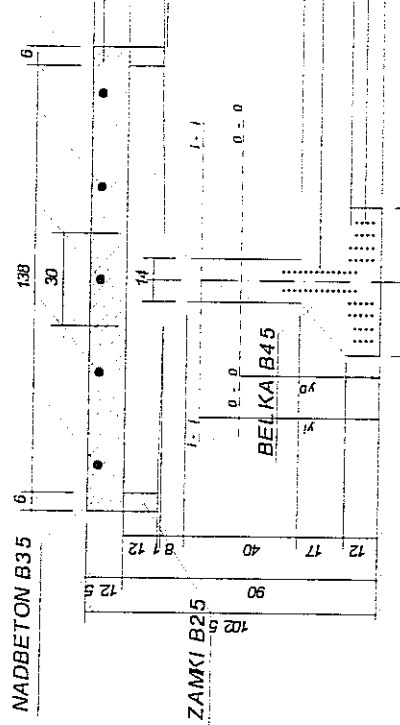
1. Max. oblicz. naprężenia ściskające				
a) w belce - stan początkowy - ściskanie	σ _{bd} =	-16.33 MPa	< R _{bt} =	20.2 MPa B35
b) w belce stan użytkowy - ściskanie	σ _{bg} =	-13.47 MPa	< R _{bt} =	26 MPa B45
c) w belce stan użytkowy - rozciąganie	σ _{bd} =	6.03 MPa	nle określa się	B45
d) w zankach pływ pomostu - stan użytk. - ściskanie	σ _{bg} =	-7.09 MPa	< R _{bt} =	14.4 MPa B25
2. Max. oblicz. naprężenia ściskające w belce	τ _{bu} =	0.00 MPa	< τ _R =	0.38 MPa B45
3. Max. oblicz. napr. ściskające w połączeniu pływ i belki	τ _{bu} =	0.00 MPa	< τ _R =	0.26 MPa B25
4. Wsp. odporności belki na zaprzysowanie	η =	1.340	< 1.2	

IV. Siła sprężająca

1. Nośność charakterystyczna	P _{yk} =	4.2860 MN
2. Siła sprężająca przed zakotwieniem	S ₀ =	2.7872 MN
3. Siła sprężająca po zakotwieniu	S ₀₁ =	2.4072 MN
4. Siła sprężająca po wystąpieniu wszystkich sił	S _{vk} =	1.8008 MN
- sumaryczne siły sprężające	ΔS =	35.39 % P _{yk}
- sumaryczny nacąg trwały spłotów	S =	42.00 % P _{yk}

Wzrost nr 9

5 d 20 mm = 15,71 cm²



I. Charakterystyka przekroju posławowego

A. Dla obciążeń krótkotrwałych	
belka prefabrykowana bez płyty	A (m ²)
belka z zamkami płyty pomostu	Y (m)
belka z zamkami i nadbetonem (lub zbrojeniem dla M min)	J (m ⁴)
ilość cięgien sprężających	n =
temperatura siły sprężającej	θ =
0,4035	
A. Dla obciążeń długotrwałych	
belka prefabrykowana bez płyty	A (m ²)
belka z zamkami płyty pomostu	Y (m)
belka z zamkami i nadbetonem (lub zbrojeniem dla M min)	J (m ⁴)
ilość cięgien sprężających	n =
temperatura siły sprężającej	θ =
0,3035	

II. Naprężenia od obc. charakterystycznego

	M max	M min
1. Min. charakt. napr. normalne w belce:		
- stan początkowy - rozciąganie	σ _{bt} =	-0,04 MPa
- stan użytkowy - rozciąganie	σ _{bt} =	2,08 MPa
2. Max. charakt. napr. główne rozciągające w belce	τ ₁₃ =	2,09 MPa

III. Naprężenia od obc. obciążeniowego

	σ _{bt}	σ _{bt}	σ _{bt}	τ ₁₃	n
1. Max. obciąż. naprężenia ściskające					
a) w belce - stan początkowy - ściskanie			-16,13 MPa		
b) w belce - stan użytkowy - ściskanie			-17,84 MPa		
c) w belce - stan użytkowy - rozciąganie			2,08 MPa		
d) w zamkach płyty pomostu - ściskanie					
e) w nadbetonie płyty pomostu - ściskanie					
f) w stali zbrojeniowej nadbetonu - ściskanie			85,44		
2. Max. obciąż. naprężenia ścinające w środku belki					
3. Max. obciąż. napr. ścinające w połączeniu belki i nadbetonu					
4. Wsp. odporności belki na zarysowanie					>> 1,2

IV. Siła sprężająca

1. Nośność charakterystyczna	P _{yk} =	4,29 MN
2. Siła sprężająca przed zakalkulowaniem	S ₀ =	2,79 MN
3. Siła sprężająca po zakalkulowaniu	S ₀₁ =	2,43 MN
4. Siła sprężająca po wystąpieniu wszystkich śrągł	S ₀₂ =	1,68 MN
- sumaryczna strata siły sprężającej	ΔS =	39,73 % P _{yk}
- sumaryczny nacisk trwały	S =	39,17 % P _{yk}

FAZA 0 - BELKA PRZED ZESPŁEM EN

Beloni w belce B45 - E_h = 37000 MPa
 Beloni w belce B35 - E_h = 34000 MPa (podczas sprężenia)
 Siła sprężająca - f_{sp} w belce B45 - E_s = 21000 MPa
 Siła zbrojenia S 35X - E_s = 21000 MPa
 odksz. skurczona beloni belki B45 - ε_s = 0,0002
 wsp. połamania beloni w belce B45 - f_p = 0,0002
 wsp. połamania beloni w belce B35 - f_p = 0,0002

FAZA I - BELKA PO ZESPŁEM U Z ZAMKAMI

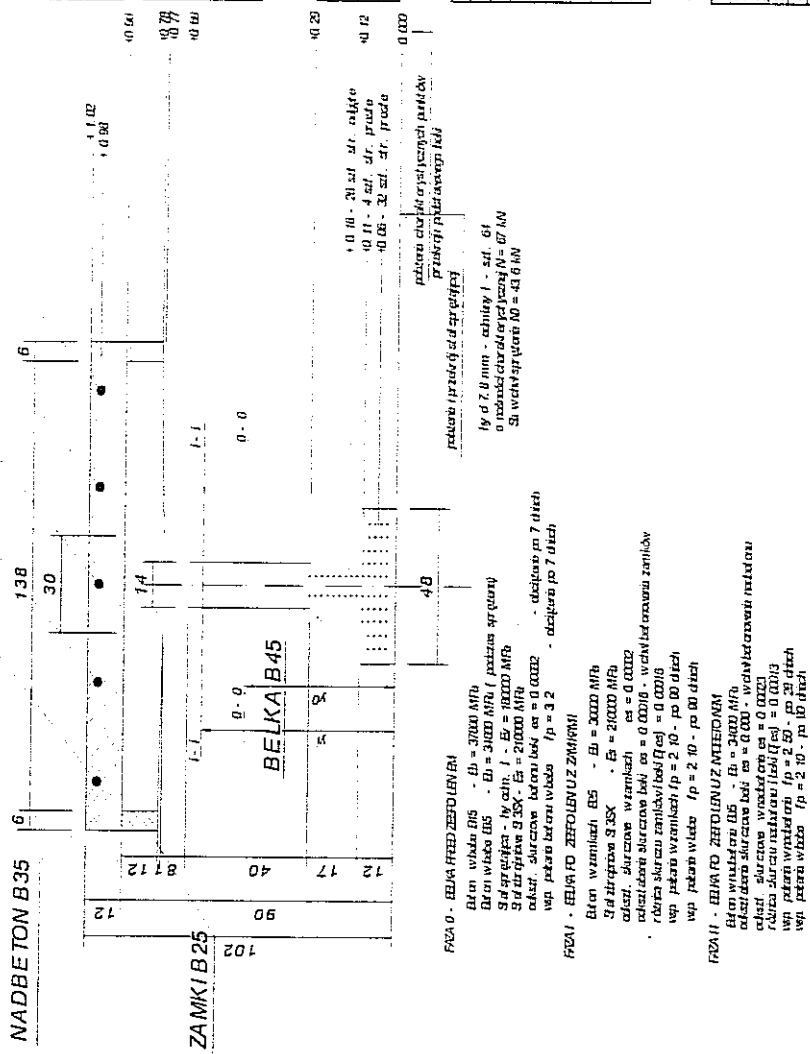
Beloni w zamkach B25 - E_h = 30000 MPa
 Beloni w nadbetonie S 35X - E_h = 21000 MPa
 odksz. skurczona w zamkach B25 - ε_s = 0,00032
 odksz. skurczona w nadbetonie S 35X - ε_s = 0,00013
 różnica skurczu zamków i belki B45 - ε_s = 0,00019
 wsp. połamania w zamkach f_p = 2,10 - po 90 dniach
 wsp. połamania w belce f_p = 2,10 - po 90 dniach

FAZA II - BELKA PO ZESPŁEM U Z NADBETONEM

Beloni w nadbetonie B35 - E_h = 24000 MPa
 Beloni w nadbetonie belki B45 - E_h = 34000 MPa
 odksz. skurczona nadbetonu B35 - ε_s = 0,00013
 odksz. skurczona nadbetonu belki B45 - ε_s = 0,00013
 wsp. połamania w nadbetonie f_p = 2,50 - po 29 dniach
 wsp. połamania w belce f_p = 2,10 - po 90 dniach

Wzrost nr 10

5 d 20 mm = 15.71 cm²



I. Charakterystyka przekroju podstawowego

A	A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
1. Dia obciążen krótkotrwałych			
belka prefabrykowana bez pływ	0.371574	0.541	0.039715
belka z zamkami pływ pomostu	0.38300	0.550	0.040668
belka z zamkami I. nadbetonem	0.55978	0.679	0.061284
ilość ciężarów sprężających	n =	64	
minimalność siły sprężającej	σ =	0.4336	
A	A (m ²)	Y (m)	J (m ⁴)
1. Dia obciążen długotrwałych			
belka prefabrykowana bez pływ	0.399923	0.511	0.04467
belka z zamkami pływ pomostu	0.41034	0.520	0.04573
belka z zamkami I. nadbetonem	0.58769	0.654	0.070269
ilość ciężarów sprężających	n =	64	
minimalność siły sprężającej	σ =	0.4041	

II. Naprężenia od obc. charakterystycznego

	M max	M min	
1. Min. charakt. napr. normalne w belce:			
- stan początkowy - rozciąganie	σ _{bp} =	0.146	B35
- stan użytkowy - rozciąganie	σ _{bd} =	---	B45
2. Max. charakt. napr. płw. rozciągające w belce	τ ₁ =	0.021	B45
			B45

III. Naprężenia od obc. obliczeniowego

I. Max. oblicz. naprężenia ścisłujące			
a) w belce - stan początkowy - ścisłkanie	σ _{bd} =	-16.36	B35
b) w belce - stan użytkowy - ścisłkanie	σ _{bd} =	-1.90	B45
c) w belce - stan użytkowy - rozciąganie	σ _{bd} =	---	B45
d) w zamkach pływ pomostu - stan użytk. - ścisłkanie	σ _{pd} =	-1.12	B25
e) w nadbetonie pływ pomostu - stan użytk. - ścisłkanie	σ _{pd} =	-2.00	B35
f) w siłach zbrojenowej nadbetonu - stan użytk.	σ _{sa} =	---	B45
2. Max. oblicz. naprężenia ścinające w środku belki	τ ₁ =	0.44	B45
3. Max. oblicz. napr. ścinające w połączeniu belki I nadbetonu	τ ₁ =	0.03	B45
4. Wsp. odporności belki na zarysowanie	n =	2.28	B25

IV. Siła sprężająca

1. Nośność charakterystyczna	P _{ok} =	4.29 MN
2. Siła sprężająca przed zakalkulowaniem	S ₀ =	2.79 MN
3. Siła sprężająca po zakalkulowaniu	S ₀₁ =	2.41 MN
4. Siła sprężająca po wystąpieniu wszystkich śrąg	S _{vk} =	1.66 MN
- sumaryczna strata siły sprężającej	ΔS =	-0.46 MN
- sumaryczny nacisk trwały spłatów	S =	39.70 MN

FRA 0 - BELKA PRZED ZESTROJENIEM

Belka wzdłuż B15 - E_h = 30000 N/m²
 Siła zbrojenowa S 35X - E_s = 20000 N/m² (przebieg sprężający)
 Siła zbrojenowa S 35X - E_s = 38000 N/m²
 odksz. śrutowe belki os = 0.0002 - odksz. po 7 dnach
 wpi. pękania belki wzdłuż - f_p = 3.2 - odksz. po 7 dnach

FRA 1 - BELKA PO ZESTROJENIU Z ZAMKAMI

Belka wzdłuż B15 - E_h = 30000 N/m²
 Siła zbrojenowa S 35X - E_s = 20000 N/m²
 odksz. śrutowe wzdłuż os = 0.0002 - w dN belki oszary zamki
 odksz. śrutowe wzdłuż os = 0.0016 - w dN belki oszary zamki
 wpi. pękania wzdłuż - f_p = 2.10 - po 10 dnach
 wpi. pękania wzdłuż - f_p = 2.10 - po 30 dnach

FRA 2 - BELKA PO ZESTROJENIU Z WZROSTAMI

Belka wzdłuż B15 - E_h = 30000 N/m²
 odksz. śrutowe wzdłuż os = 0.0002 - w dN belki oszary zamki
 odksz. śrutowe wzdłuż os = 0.0013 - w dN belki oszary zamki
 wpi. pękania wzdłuż - f_p = 2.50 - po 20 dnach
 wpi. pękania wzdłuż - f_p = 2.10 - po 10 dnach

Przebudowa mostu przez rz. Bystrycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

**III. WYDRUKI OBLICZEŃ KOMPUTEROWYCH
ZAŁĄCZNIK DO OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <RUSZT> - wersja - styczeń 1998r.

 * OBLICZENIE WSPÓŁCZYNNIKÓW ROZDZIAŁU POPRZECZNEGO *
 * OBCIĄŻENIA I SIŁE POPRZECZNYCH W RUSZCZIE MOSTU DROGOWEGO *
 * METODA GUYONA & MASONETA. *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę
 Nazwa elementu: Przęsło Płońsk - stan istniejący
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE

Charakterystyka geometryczna przęsła:

 Rozpiętość teoretyczna przęsła 10 = 16.000 m
 Całk. szerokość obliczeniowa przęsła b0 = 15.600 m
 Współczynnik sztywności rusztu na zginanie (teta) = 1.140
 Współczynnik sztywności rusztu na skręcanie (alfa) = 0.075
 Ilość dźwigarów głównych w przekroju n = 10
 Współrzędne położenia dźwigarów w przekroju poprzecznym:
 - Nr 1 - x(1) = -6.750 m
 - Nr 2 - x(2) = -5.250 m
 - Nr 3 - x(3) = -3.750 m
 - Nr 4 - x(4) = -2.250 m
 - Nr 5 - x(5) = -0.750 m
 - Nr 6 - x(6) = 0.750 m
 - Nr 7 - x(7) = 2.250 m
 - Nr 8 - x(8) = 3.750 m
 - Nr 9 - x(9) = 5.250 m
 - Nr10 - x(10) = 6.750 m

Obciążenie zewnętrzne przęsła:

 Obciążenie stałe g(1):
 wartość charakteryst. obciążenia g(1) = 11.130 kN/m2
 współczynnik obciążenia wg(1) = 1.500
 odl. początku obciążenia od osi przęsła x1 g(1) = -7.850 m
 odl. końca obciążenia od osi przęsła x2 g(1) = -6.450 m
 Obciążenie stałe g(2):
 wartość charakteryst. obciążenia g(2) = 6.050 kN/m2
 współczynnik obciążenia wg(2) = 1.500
 odl. początku obciążenia od osi przęsła x1 g(2) = -6.450 m
 odl. końca obciążenia od osi przęsła x2 g(2) = 3.550 m
 Obciążenie stałe g(3):
 wartość charakteryst. obciążenia g(3) = 9.400 kN/m2
 współczynnik obciążenia wg(3) = 1.500
 odl. początku obciążenia od osi przęsła x1 g(3) = 3.550 m
 odl. końca obciążenia od osi przęsła x2 g(3) = 7.750 m

Chodnik prawostronny:

odl. początku obciążenia od osi przęsła x3 = 3.550 m
 odl. końca obciążenia od osi przęsła x4 = 7.550 m
 Wartość charakteryst. obciążenia tłumem t = 2.500 kN/m2
 współczynnik obciążenia wt = 1.300

Jezdnie:

odl. lewej krawędzi jezdni od osi przęsła x5 = -6.450 m
 odl. prawej krawędzi jezdni od osi przęsła x6 = 3.550 m

Obciążenie ruchome

klasy (C)
 współczynnik dynamiczny fi = 1.270
 współczynnik obciążenia wp = 1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Linie wpływu rozkładu obciążenia dla poszczególnych dźwigarów:

X =	-7.800	-5.850	-3.900	-1.950	-0.000	1.950	3.900	5.850	7.800
Nr 1	0.6109	0.3561	0.1533	0.0376	-0.0070	-0.0074	-0.0090	-0.0012	0.0066
Nr 2	0.3030	0.2858	0.2123	0.1133	0.0419	0.0162	-0.0042	-0.0048	-0.0023
Nr 3	0.0943	0.1873	0.2439	0.1878	0.0988	0.0359	0.0049	-0.0070	-0.0123
Nr 4	0.0035	0.0998	0.1933	0.2342	0.1685	0.0835	0.0268	-0.0042	-0.0246
Nr 5	-0.0291	0.0438	0.1269	0.2059	0.2189	0.1480	0.0685	0.0107	-0.0339
Nr 6	-0.0339	0.0107	0.0685	0.1480	0.2189	0.2059	0.1269	0.0438	-0.0291
Nr 7	-0.0246	-0.0042	0.0268	0.0835	0.1685	0.2342	0.1933	0.0998	0.0035
Nr 8	-0.0123	-0.0070	0.0049	0.0359	0.0988	0.1878	0.2439	0.1873	0.0943
Nr 9	-0.0023	-0.0048	-0.0042	0.0162	0.0419	0.1133	0.2123	0.2858	0.3030
Nr10	0.0066	-0.0012	-0.0090	-0.0074	-0.0070	0.0376	0.1533	0.3561	0.6109

Współczynniki rozdziału obciążenia rzeczywistego:

Obciążenie stałe g(1):

Dźwigar Nr 1 -	0.7363
Dźwigar Nr 2 -	0.4161
Dźwigar Nr 3 -	0.1754
Dźwigar Nr 4 -	0.0499
Dźwigar Nr 5 -	-0.0067
Dźwigar Nr 6 -	-0.0266
Dźwigar Nr 7 -	-0.0249
Dźwigar Nr 8 -	-0.0147
Dźwigar Nr 9 -	-0.0043
Dźwigar Nr 10 -	0.0056

Obciążenie stałe g(2):

Dźwigar Nr 1 -	0.9228
Dźwigar Nr 2 -	1.1966
Dźwigar Nr 3 -	1.3929
Dźwigar Nr 4 -	1.4882
Dźwigar Nr 5 -	1.4671
Dźwigar Nr 6 -	1.3401
Dźwigar Nr 7 -	1.1112
Dźwigar Nr 8 -	0.7810
Dźwigar Nr 9 -	0.4545
Dźwigar Nr 10 -	0.1258

Obciążenie stałe g(3):

Dźwigar Nr 1 -	-0.0082
Dźwigar Nr 2 -	-0.0163
Dźwigar Nr 3 -	-0.0175
Dźwigar Nr 4 -	0.0062
Dźwigar Nr 5 -	0.0828
Dźwigar Nr 6 -	0.2291
Dźwigar Nr 7 -	0.4552
Dźwigar Nr 8 -	0.7737
Dźwigar Nr 9 -	1.1157
Dźwigar Nr 10 -	1.4591

Obciążenie ruchome:

	Obc. tłumem (t)	Obc. ruch (q)	Obc. pojazdem (K)
Dźwigar Nr 1 -	0.0039	0.9508	0.4567
Dźwigar Nr 2 -	0.0000	1.1966	0.4556
Dźwigar Nr 3 -	0.0047	1.3928	0.4099
Dźwigar Nr 4 -	0.0337	1.4882	0.4022
Dźwigar Nr 5 -	0.1062	1.4670	0.3975
Dźwigar Nr 6 -	0.2390	1.3403	0.3975
Dźwigar Nr 7 -	0.4530	1.1162	0.3895
Dźwigar Nr 8 -	0.7534	0.7898	0.3230

Dźwigar Nr 9 -	1.0554	0.4668	0.2108
Dźwigar Nr 10 -	1.3409	0.1671	0.0915

Uwaga !!!:

W przypadku wykorzystywania linii wpływu rozdziału poprzecznego obciążeń i współczynników rozkładu poprzecznego obciążenia do obliczania sił wewnętrznych innymi metodami i w innych schematach niż użyte w dalszej części programu, (np. w układach statycznie niewyznaczalnych), należy kierować się następującymi warunkami korzystania z obliczonych wielkości:

- w kierunku podłużnym do osi mostu obciążenie stałe (g), tłumem (t) i ruchome (q), wprowadzać w kN/m² lub w MN/m², bez mnożenia przez szerokość działania obciążenia (jezdni)
- obciążenie pojazdem (K) podawać odpowiednio w kN lub w MN jako zestaw czterech sił odpowiadających naciskowi jednego koła pojazdu K ($S = K/8$)
- do obciążeń stosować obliczony dla danego dźwigara i rodzaju obciążenia wsp. rozkładu poprzecznego i wsp. dynamiczny (dla K)

Zestawienie sił wewnętrznych w dźwigarach w układzie swobodnie podpartym

Przekrój Nr 0 - x = 0.000 m

Rodzaj obciążenia	Obc. charakterystyczne		Obc. obliczeniowe	
	M < kNm >	T < kN >	M < kNm >	T < kN >
Dźwigar Nr 1				
Obc. stałe g(1)	0.00	65.56	0.00	98.34
Obc. stałe g(2)	0.00	44.66	0.00	66.99
Obc. stałe g(3)	0.00	-0.62	0.00	-0.93
Razem obc. stałe	0.00	109.61	0.00	164.41
Obciążenie tłumem (t)	0.00	0.08	0.00	0.10
Obciążenie równom. (q)	0.00	15.21	0.00	22.82
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	102.96	0.00	154.44
Razem obc. ruchome	0.00	118.25	0.00	177.36
Dźwigar Nr 2				
Obc. stałe g(1)	0.00	37.05	0.00	55.58
Obc. stałe g(2)	0.00	57.92	0.00	86.87
Obc. stałe g(3)	0.00	-1.23	0.00	-1.84
Razem obc. stałe	0.00	93.74	0.00	140.61
Obciążenie tłumem (t)	0.00	0.00	0.00	0.00
Obciążenie równom. (q)	0.00	19.15	0.00	28.72
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	102.70	0.00	154.05
Razem obc. ruchome	0.00	121.84	0.00	182.77
Dźwigar Nr 3				
Obc. stałe g(1)	0.00	15.62	0.00	23.42
Obc. stałe g(2)	0.00	67.42	0.00	101.12
Obc. stałe g(3)	0.00	-1.32	0.00	-1.98
Razem obc. stałe	0.00	81.71	0.00	122.57
Obciążenie tłumem (t)	0.00	0.09	0.00	0.12
Obciążenie równom. (q)	0.00	22.29	0.00	33.43
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	92.40	0.00	138.60
Razem obc. ruchome	0.00	114.78	0.00	172.15
Dźwigar Nr 4				
Obc. stałe g(1)	0.00	4.44	0.00	6.66
Obc. stałe g(2)	0.00	72.03	0.00	108.05
Obc. stałe g(3)	0.00	0.47	0.00	0.70
Razem obc. stałe	0.00	76.93	0.00	115.40

Obciążenie tłumem (t)	0.00	0.67	0.00	0.88
Obciążenie równom. (q)	0.00	23.81	0.00	35.72
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	90.67	0.00	136.00
Razem obc. ruchome	0.00	115.15	0.00	172.59

Dźwigar Nr 5

Obc. stałe g(1)	0.00	-0.60	0.00	-0.90
Obc. stałe g(2)	0.00	71.01	0.00	106.51
Obc. stałe g(3)	0.00	6.22	0.00	9.34
Razem obc. stałe	0.00	76.63	0.00	114.95

Obciążenie tłumem (t)	0.00	2.12	0.00	2.76
Obciążenie równom. (q)	0.00	23.47	0.00	35.21
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	89.61	0.00	134.41
Razem obc. ruchome	0.00	115.21	0.00	172.38

Dźwigar Nr 6

Obc. stałe g(1)	0.00	-2.37	0.00	-3.56
Obc. stałe g(2)	0.00	64.86	0.00	97.29
Obc. stałe g(3)	0.00	17.23	0.00	25.84
Razem obc. stałe	0.00	79.72	0.00	119.58

Obciążenie tłumem (t)	0.00	4.78	0.00	6.22
Obciążenie równom. (q)	0.00	21.44	0.00	32.17
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	89.61	0.00	134.41
Razem obc. ruchome	0.00	115.84	0.00	172.80

Dźwigar Nr 7

Obc. stałe g(1)	0.00	-2.22	0.00	-3.33
Obc. stałe g(2)	0.00	53.78	0.00	80.67
Obc. stałe g(3)	0.00	34.23	0.00	51.34
Razem obc. stałe	0.00	85.79	0.00	128.68

Obciążenie tłumem (t)	0.00	9.06	0.00	11.78
Obciążenie równom. (q)	0.00	17.86	0.00	26.79
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	87.80	0.00	131.69
Razem obc. ruchome	0.00	114.72	0.00	170.26

Dźwigar Nr 8

Obc. stałe g(1)	0.00	-1.31	0.00	-1.97
Obc. stałe g(2)	0.00	37.80	0.00	56.70
Obc. stałe g(3)	0.00	58.18	0.00	87.27
Razem obc. stałe	0.00	94.67	0.00	142.01

Obciążenie tłumem (t)	0.00	15.07	0.00	19.59
Obciążenie równom. (q)	0.00	12.64	0.00	18.95
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	72.82	0.00	109.22
Razem obc. ruchome	0.00	100.52	0.00	147.77

Dźwigar Nr 9

Obc. stałe g(1)	0.00	-0.39	0.00	-0.58
Obc. stałe g(2)	0.00	22.00	0.00	33.00
Obc. stałe g(3)	0.00	83.90	0.00	125.85
Razem obc. stałe	0.00	105.51	0.00	158.27

Obciążenie tłumem (t)	0.00	21.11	0.00	27.44
Obciążenie równom. (q)	0.00	7.47	0.00	11.20
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	47.52	0.00	71.27
Razem obc. ruchome	0.00	76.09	0.00	109.92

Dźwigar Nr 10

Obc. stałe g(1)	0.00	0.50	0.00	0.74
Obc. stałe g(2)	0.00	6.09	0.00	9.14

Obc. stałe g(3)	0.00	109.72	0.00	164.59
Razem obc. stałe	0.00	116.31	0.00	174.46

Obciążenie tłumem (t)	0.00	26.82	0.00	34.86
Obciążenie równom. (q)	0.00	2.67	0.00	4.01
Obc. ruch. pojazdem (K)	0.00	20.63	0.00	30.94
Razem obc. ruchome	0.00	50.12	0.00	69.82

Przekrój Nr 1 - x = 8.000 m

Rodzaj obciążenia	Obc. charakterystyczne		Obc. obliczeniowe	
	M < kNm >	T < kN >	M < kNm >	T < kN >

Dźwigar Nr 1

Obc. stałe g(1)	262.25	0.00	393.38	0.00
Obc. stałe g(2)	178.65	0.00	267.97	0.00
Obc. stałe g(3)	-2.47	0.00	-3.70	0.00
Razem obc. stałe	438.43	0.00	657.64	0.00

Obciążenie tłumem (t)	0.31	0.00	0.40	0.00
Obciążenie równom. (q)	60.85	0.00	91.27	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	394.43	-3.81	591.64	-5.71
Razem obc. ruchome	455.59	-3.81	683.32	-5.71

Dźwigar Nr 2

Obc. stałe g(1)	148.22	0.00	222.32	0.00
Obc. stałe g(2)	231.66	0.00	347.50	0.00
Obc. stałe g(3)	-4.91	0.00	-7.37	0.00
Razem obc. stałe	374.97	0.00	562.45	0.00

Obciążenie tłumem (t)	0.00	0.00	0.00	0.00
Obciążenie równom. (q)	76.58	0.00	114.88	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	393.44	-3.80	590.15	-5.70
Razem obc. ruchome	470.02	-3.80	705.03	-5.70

Dźwigar Nr 3

Obc. stałe g(1)	62.47	0.00	93.70	0.00
Obc. stałe g(2)	269.66	0.00	404.49	0.00
Obc. stałe g(3)	-5.27	0.00	-7.91	0.00
Razem obc. stałe	326.85	0.00	490.28	0.00

Obciążenie tłumem (t)	0.37	0.00	0.49	0.00
Obciążenie równom. (q)	89.14	0.00	133.71	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	353.99	-3.42	530.99	-5.12
Razem obc. ruchome	443.51	-3.42	665.19	-5.12

Dźwigar Nr 4

Obc. stałe g(1)	17.75	0.00	26.63	0.00
Obc. stałe g(2)	288.12	0.00	432.18	0.00
Obc. stałe g(3)	1.86	0.00	2.79	0.00
Razem obc. stałe	307.74	0.00	461.61	0.00

Obciążenie tłumem (t)	2.69	0.00	3.50	0.00
Obciążenie równom. (q)	95.24	0.00	142.87	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	347.34	-3.35	521.01	-5.03
Razem obc. ruchome	445.28	-3.35	667.37	-5.03

Dźwigar Nr 5

Obc. stałe g(1)	-2.40	0.00	-3.59	0.00
Obc. stałe g(2)	284.03	0.00	426.04	0.00
Obc. stałe g(3)	24.90	0.00	37.35	0.00

Razem obc. stałe	306.53	0.00	459.80	0.00

Obciążenie tłumem (t)	8.50	0.00	11.04	0.00
Obciążenie równom. (q)	93.89	0.00	140.84	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	343.29	-3.31	514.94	-4.97
Razem obc. ruchome	445.68	-3.31	666.82	-4.97

Dźwigar Nr 6				
=====				
Obc. stałe g(1)	-9.48	0.00	-14.22	0.00
Obc. stałe g(2)	259.45	0.00	389.18	0.00
Obc. stałe g(3)	68.92	0.00	103.38	0.00
Razem obc. stałe	318.89	0.00	478.33	0.00

Obciążenie tłumem (t)	19.12	0.00	24.86	0.00
Obciążenie równom. (q)	85.78	0.00	128.67	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	343.29	-3.31	514.94	-4.97
Razem obc. ruchome	448.20	-3.31	668.47	-4.97

Dźwigar Nr 7				
=====				
Obc. stałe g(1)	-8.88	0.00	-13.33	0.00
Obc. stałe g(2)	215.13	0.00	322.69	0.00
Obc. stałe g(3)	136.91	0.00	205.37	0.00
Razem obc. stałe	343.15	0.00	514.73	0.00

Obciążenie tłumem (t)	36.24	0.00	47.11	0.00
Obciążenie równom. (q)	71.44	0.00	107.16	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	336.35	-3.25	504.52	-4.87
Razem obc. ruchome	444.02	-3.25	658.78	-4.87

Dźwigar Nr 8				
=====				
Obc. stałe g(1)	-5.25	0.00	-7.87	0.00
Obc. stałe g(2)	151.21	0.00	226.81	0.00
Obc. stałe g(3)	232.73	0.00	349.09	0.00
Razem obc. stałe	378.69	0.00	568.03	0.00

Obciążenie tłumem (t)	60.27	0.00	78.35	0.00
Obciążenie równom. (q)	50.55	0.00	75.82	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	278.96	-2.69	418.44	-4.04
Razem obc. ruchome	389.77	-2.69	572.61	-4.04

Dźwigar Nr 9				
=====				
Obc. stałe g(1)	-1.55	0.00	-2.32	0.00
Obc. stałe g(2)	87.99	0.00	131.99	0.00
Obc. stałe g(3)	335.61	0.00	503.41	0.00
Razem obc. stałe	422.05	0.00	633.08	0.00

Obciążenie tłumem (t)	84.43	0.00	109.76	0.00
Obciążenie równom. (q)	29.87	0.00	44.81	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	182.04	-1.76	273.05	-2.64
Razem obc. ruchome	296.34	-1.76	427.62	-2.64

Dźwigar Nr 10				
=====				
Obc. stałe g(1)	1.98	0.00	2.97	0.00
Obc. stałe g(2)	24.36	0.00	36.54	0.00
Obc. stałe g(3)	438.90	0.00	658.35	0.00
Razem obc. stałe	465.24	0.00	697.86	0.00

Obciążenie tłumem (t)	107.27	0.00	139.45	0.00
Obciążenie równom. (q)	10.69	0.00	16.04	0.00
Obc. ruch. pojazdem (K)	79.03	-0.76	118.55	-1.14
Razem obc. ruchome	196.99	-0.76	274.03	-1.14

K O N I E C O B L I C Z E Ń

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 Program < PRESTRESS > - wersja styczeń 1998r.

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: belka L - 16.5 m - stan istniejący
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

D A N E P O C Z A T K O W E - środek przęsła

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	1.380
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego $E_0 = 37800 \text{ MPa}$
 Jednostkowe odkształcenie skurczowe w belce $\epsilon_s = 0.00032$
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia $\dot{\epsilon}_p = 3.20$
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty $\dot{\epsilon}_p = 2.10$
 Wytrż. charakt. betonu na rozcz. $R(\text{btk}0.05) = 2.100 \text{ MPa}$

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia < m >	liczba cięgien < szt >
3	0.200	18
2	0.110	6
1	0.060	40

Przekrój pojed. cięgna sprężającego $av(1) = 0.356 \text{ cm}^2$
 Moduł sprężystości stali sprężającej $E_s = 180000 \text{ MPa}$
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno $N_v(1) = 0.0670 \text{ MN}$

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	0.900	0.000	0.120
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) $E_b = 30000 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $\dot{\epsilon}_p = 2.10$
 Różnica wsp.skurczu między płytą a belką: $\delta(s) = 0.000160$

O B C I A Ź E N I A

	Moment zginający < MNm >	Siła poprzeczna < MN >	Wsp. obciążenia
- c.własny belki	0.32480	0.00000	1.200
- c.stały przed zespoleniem	0.09980	0.00000	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	0.43840	0.00000	1.500
- obc. ruchome	0.45570	0.00000	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

 Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środką ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	7.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	6.000	0.371574	0.541	0.0397153
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.383003	0.549	0.0407231
Mimośród siły sprężającej	e = 0.4365 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środką ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	20.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	18.000	0.398923	0.511	0.0446730
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.410351	0.520	0.0458919
Mimośród siły sprężającej	e = 0.4066 m			

NAPRĘŻ. CHARAKT. W PRZEKROJU ZESPOŁONYM

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	NAPRĘŻENIA			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	3.031	0.000	0.000	
6	0.780	-0.144	0.000	0.000	
5	0.770	-0.408	0.000	0.000	
4	0.690	-2.525	0.000	0.000	
3	0.290	-13.108	0.000	0.000	
2	0.120	-17.605	0.000	0.000	
1	0.000	-20.780	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-2.831	0.000	0.000	
6	0.780	-1.958	0.000	0.000	
5	0.770	-1.886	0.000	0.000	
4	0.690	-1.304	0.000	0.000	
3	0.290	1.604	0.000	0.000	
2	0.120	2.840	0.000	0.000	
1	0.000	3.713	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.200	0.000	0.200	
6	0.780	-2.102	0.000	0.000	
5	0.770	-2.294	0.000	0.000	
4	0.690	-3.829	0.000	0.000	
3	0.290	-11.503	0.000	0.000	
2	0.120	-14.765	0.000	0.000	
1	0.000	-17.067	0.000	0.000	

< II > - Naprężenia w stanie bezużytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia	NAPRĘŻENIA			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz.	Zastępcze

	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.100	0.000	0.000	
6	0.780	0.005	0.000	0.000	
5	0.770	0.014	0.000	0.000	
4	0.690	0.084	0.000	0.000	
3	0.290	0.434	0.000	0.000	
2	0.120	0.583	0.000	0.000	
1	0.000	0.688	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.870	0.000	0.000	
6	0.780	-0.602	0.000	0.000	
5	0.770	-0.579	0.000	0.000	
4	0.690	-0.401	0.000	0.000	
3	0.290	0.493	0.000	0.000	
2	0.120	0.873	0.000	0.000	
1	0.000	1.141	0.000	0.000	
Naprężenia od skurczu i pełzania betonu w belce - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.524	0.000	0.000	
6	0.780	0.028	0.000	0.000	
5	0.770	0.074	0.000	0.000	
4	0.690	0.442	0.000	0.000	
3	0.290	2.282	0.000	0.000	
2	0.120	3.064	0.000	0.000	
1	0.000	3.615	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-1.293	0.000	0.000	
6	0.780	-2.671	0.000	0.000	
5	0.770	-2.785	0.000	0.000	
4	0.690	-3.704	0.000	0.000	
3	0.290	-8.295	0.000	0.000	
2	0.120	-10.246	0.000	0.000	
1	0.000	-11.623	0.000	0.000	

< III > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	NAPRĘŻENIA			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozciągające < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od skurczu i pełzania płyty zesp. (1) - t = tn					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	1.587	0.000	0.000	
1	0.780	1.600	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.084	0.000	0.000	
6	0.780	-0.071	0.000	0.000	
5	0.770	-0.070	0.000	0.000	
4	0.690	-0.062	0.000	0.000	
3	0.290	-0.019	0.000	0.000	
2	0.120	-0.001	0.000	0.000	
1	0.000	0.012	0.000	0.000	
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-2.882	0.000	0.000	
1	0.780	-1.973	0.000	0.000	

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-3.632	0.000	0.000
6	0.780	-2.486	0.000	0.000
5	0.770	-2.390	0.000	0.000
4	0.690	-1.626	0.000	0.000
3	0.290	2.195	0.000	0.000
2	0.120	3.819	0.000	0.000
1	0.000	4.966	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu				

W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	-1.296	0.000	-0.000
1	0.780	-0.373	0.000	0.000
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-5.009	0.000	-0.000
6	0.780	-5.227	0.000	0.000
5	0.770	-5.246	0.000	0.000
4	0.690	-5.391	0.000	0.000
3	0.290	-6.118	0.000	0.000
2	0.120	-6.427	0.000	0.000
1	0.000	-6.645	0.000	0.000

< IV > - Naprężenia w stanie użytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozciągające < MPa >	Zastępcze < MPa >

Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					

W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-3.113	0.000	0.000	
1	0.780	-2.047	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-3.922	0.000	0.000	
6	0.780	-2.579	0.000	0.000	
5	0.770	-2.467	0.000	0.000	
4	0.690	-1.572	0.000	0.000	
3	0.290	2.904	0.000	0.000	
2	0.120	4.806	0.000	0.000	
1	0.000	6.149	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					

W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-4.409	0.000	0.000	
1	0.780	-2.420	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-8.931	0.000	0.000	
6	0.780	-7.807	0.000	0.000	
5	0.770	-7.713	0.000	0.000	
4	0.690	-6.963	0.000	0.000	
3	0.290	-3.214	0.000	0.000	
2	0.120	-1.621	0.000	0.000	
1	0.000	-0.496	0.000	0.000	

Oznaczenia:

- znak (-) - naprężenia normalne ściskające
znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
t = t0 - obc. krótkotrwałe
t = tn - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J A C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem

przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien
 Pvk = 4.2880 MN - nośność charakterystyczna cięgien
 P0 = 2.7872 MN - siła przed zakotwieniem
 P01 = 2.4072 MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
 P0dop = 2.7872 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym

nv(3) = 0.1231 MN - straty od różn. temp. cięgien i urządzeń oporowych
 nv(4) = 0.2569 MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
 nv(5) = 0.0962 MN - straty od relaksacji stali sprężającej
 nv(6) = 0.5054 MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
 nv(7) = 0.0049 MN - straty od skurczu płyty zesp. (1)

Pv = 1.8008 MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
 Pvdop = 2.3584 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
 Sumaryczne straty siły sprężającej - 35.39% siły początkowej
 Sumaryczny naciąg trwały splotów - 42.00% nośności charakterystycznej
 Dopuszczalny naciąg trwały splotów - 55.00% nośności charakterystycznej

Wsp. odporności belki na rysy $n = 1.34$ - obliczony został dla wytrzymałości betonu na rozcz. $R(\text{btk}0.05) = 2.10$ MPa

Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:

- Straty nv(3):
 - różnica temp. cięgien i urządzeń oporowych $\Delta t = 60$ stopni C
 Straty nv(4):
 - wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia $E_b = 34600$ MPa
 Straty nv(5):
 - w pełnej wysokości wg. 5.6.2 PN-91/S-10042
 Straty nv(6):
 - jedn. odkształcenie skurczowe w belce $\epsilon_s = 0.00032$
 - wsp. pełzania betonu w belce $\epsilon_p = 3.20$

N A P R E Ż . O B L I C Z . W P R Z E K R O J U Z E S P O L O N Y M

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.366	0.000	0.000	
6	0.780	-2.494	0.000	0.000	
5	0.770	-2.671	0.000	0.000	
4	0.690	-4.090	0.000	0.000	
3	0.290	-11.183	0.000	0.000	
2	0.120	-14.197	0.000	-0.000	
1	0.000	-16.325	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-2.033	0.000	0.000	
6	0.780	-3.183	0.000	0.000	
5	0.770	-3.278	0.000	0.000	
4	0.690	-4.045	0.000	0.000	
3	0.290	-7.875	0.000	-0.000	
2	0.120	-9.503	0.000	0.000	
1	0.000	-10.653	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-2.420	0.000	0.000	
1	0.780	-1.039	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-7.582	0.000	0.000	

6	0.780	-6.996	0.000	0.000
5	0.770	-6.948	0.000	0.000
4	0.690	-6.557	0.000	0.000
3	0.290	-4.605	0.000	0.000
2	0.120	-3.775	0.000	0.000
1	0.000	-3.189	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie użytkowym				

W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	-7.089	0.000	0.000
1	0.780	-4.110	0.000	0.000
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-13.465	0.000	0.000
6	0.780	-10.866	0.000	0.000
5	0.770	-10.649	0.000	0.000
4	0.690	-8.916	0.000	0.000
3	0.290	-0.249	0.000	-0.000
2	0.120	3.434	0.000	3.434
1	0.000	6.034	0.000	6.034

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające

znak (+) - naprężenia normalne rozciągające

Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym

t = t0 - obc. krótkotrwałe

t = tn - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <RUSZT> - wersja - styczeń 1998r.

 * OBLICZENIE WSPÓLCZYNNIKÓW ROZDZIAŁU POPRZECZNEGO *
 * OBCIĄŻENIA I SIŁ POPRZECZNYCH W RUSZCZCIE MOSTU DROGOWEGO *
 * METODA GUYONA & MASSONETA *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Ruszt zastępczy ustroju nośnego po modernizacji
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POZĄTKOWE

Charakterystyka geometryczna przęsła:

Całk. szerokość obliczeniowa przęsła $b_0 = 15.500$ m
 Współczynnik sztywności rusztu na zginanie (teta) = 1.250
 Współczynnik sztywności rusztu na skręcanie (alfa) = 0.239
 Ilość dźwigarów głównych w przekroju $n = 10$
 Współrzędne położenia dźwigarów w przekroju poprzecznym:
 - Nr 1 - $x(1) = -6.750$ m
 - Nr 2 - $x(2) = -5.250$ m
 - Nr 3 - $x(3) = -3.750$ m
 - Nr 4 - $x(4) = -2.250$ m
 - Nr 5 - $x(5) = -0.750$ m
 - Nr 6 - $x(6) = 0.750$ m
 - Nr 7 - $x(7) = 2.250$ m
 - Nr 8 - $x(8) = 3.750$ m
 - Nr 9 - $x(9) = 5.250$ m
 - Nr10 - $x(10) = 6.750$ m

Obciążenie zewnętrzne przęsła:

Obciążenie stałe g(1):

wartość charakteryst. obciążenia $g(1) = 10.000$ kN/m²
 współczynnik obciążenia $wg(1) = 1.200$
 odl. początku obciążenia od osi przęsła $x_1 g(1) = -7.750$ m
 odl. końca obciążenia od osi przęsła $x_2 g(1) = 7.750$ m

Chodnik prawostronny:

odl. początku obciążenia od osi przęsła $x_3 = 4.410$ m
 odl. końca obciążenia od osi przęsła $x_4 = 7.550$ m
 Wartość charakteryst. obciążenia tłumem $t = 2.500$ kN/m²
 współczynnik obciążenia $wt = 1.300$

Jezdnia:

odl. lewej krawędzi jezdni od osi przęsła $x_5 = -6.950$ m
 odl. prawej krawędzi jezdni od osi przęsła $x_6 = 3.550$ m

Obciążenie ruchome

współczynnik dynamiczny $f_i = 1.268$
 klasy (B)
 współczynnik obciążenia $wp = 1.500$

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Linie wpływu rozkładu obciążenia dla poszczególnych dźwigarów:

X =	-7.750	-5.813	-3.875	-1.938	0.000	1.938	3.875	5.813	7.750
Nr 1	0.5847	0.3398	0.1470	0.0419	0.0035	-0.0038	-0.0017	0.0016	0.0050
Nr 2	0.2840	0.2837	0.2117	0.1106	0.0416	0.0100	0.0003	-0.0003	0.0017
Nr 3	0.0906	0.1868	0.2500	0.1844	0.0910	0.0318	0.0063	-0.0012	-0.0025
Nr 4	0.0147	0.1002	0.1922	0.2354	0.1614	0.0751	0.0244	0.0019	-0.0091
Nr 5	-0.0115	0.0464	0.1219	0.2031	0.2170	0.1405	0.0631	0.0155	-0.0151

Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <BELKA> - wersja marzec 1998r.

 * ANALIZA STATYCZNA BELKI NA SPRĘŻYSTYCH PODPORACH *
 * Z UWZGLĘDNIENIEM SIŁ POPRZECZNYCH *

Nazwa obiektu: Most przez rzekę Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Most od strony górnej wody - ustrój nośny
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

Liczba węzłów w = 19 szt
 Moduł sprężystości belki E = 37800 MPa

Pręt	długość l (m)	moment bezwł. J (m ⁴)	przekrój A (m ²)
1 - 2	2.715	0.06292000	
2 - 3	2.715	0.06292000	
3 - 4	2.715	0.06292000	
4 - 5	2.715	0.06292000	
5 - 6	2.715	0.06292000	
6 - 7	2.715	0.06292000	
7 - 8	2.763	0.06292000	
8 - 9	2.763	0.06292000	
9 - 10	2.763	0.06292000	
10 - 11	2.763	0.06292000	
11 - 12	2.763	0.06292000	
12 - 13	2.763	0.06292000	
13 - 14	2.715	0.06292000	
14 - 15	2.715	0.06292000	
15 - 16	2.715	0.06292000	
16 - 17	2.715	0.06292000	
17 - 18	2.715	0.06292000	
18 - 19	2.715	0.06292000	

Podpory stałe:

Opis kodów podpór stałych:
 kod 1 - brak obrotu
 kod 2 - brak przemieszczenia pionowego
 kod 3 - podpora utwierdzona całkowicie

Nr węzła	kod podpory
1	2
7	2
13	2
19	2

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3a

Obciążenie siłami skupionymi:

Nr pręta	siła (kN)	odległość (m)
1	127.950	1.250
6	127.950	1.180
7	127.950	1.540
12	127.950	1.220
13	127.950	1.540
18	127.950	1.465

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000311	0.00000
2	0.000186	0.00071
3	0.000052	0.00102
4	-0.000049	0.00102
5	-0.000119	0.00078
6	-0.000156	0.00040
7	-0.000097	0.00000
8	-0.000022	-0.00011
9	-0.000011	-0.00015
10	-0.000000	-0.00017
11	0.000011	-0.00015
12	0.000022	-0.00011
13	0.000097	0.00000
14	0.000156	0.00040
15	0.000119	0.00079
16	0.000049	0.00102
17	-0.000052	0.00102
18	-0.000186	0.00071
19	-0.000311	0.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	131.588	
3	103.239	103.239
4	74.890	74.890
5	46.542	
6	18.193	
7	-206.559	-206.559
8	-9.509	
9	-9.502	
10	-9.495	
11	-9.488	
12	-9.481	-9.481
13	-206.939	-206.939
14	18.409	18.410
15	46.715	46.715
16	75.021	75.021
17	103.326	
18	131.632	131.632
19	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	117.508	10.442
2	-10.442	10.442
3	-10.441	10.441
4	-10.441	10.441
5	-10.441	10.441
6	-10.441	138.391
7	127.952	-0.002
8	0.002	-0.002
9	0.002	-0.002
10	0.002	-0.002
11	0.002	-0.002
12	0.002	127.948
13	138.376	-10.425
14	10.425	-10.425
15	10.426	-10.426
16	10.426	-10.426
17	10.426	-10.426
18	10.426	117.524

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	117.508
7	266.344
13	266.323
19	117.524

Maksymalne momenty w przętach:

Nr przęta	x(l) (m)	max M (kNm)
1	1.290	146.472
2 - 11	nie ma ekstremum	
12	1.174	-9.478
13 - 17	nie ma ekstremum	
18	1.425	146.492

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3b

Obciążenie ciągłe:

Nr przęta	obc. ciągłe q (kN/m)
1	10.000
2	10.000
3	10.000
4	10.000
5	10.000
6	10.000
7	10.000
8	10.000
9	10.000
10	10.000
11	10.000
12	10.000
13	10.000
14	10.000
15	10.000
16	10.000
17	10.000
18	10.000

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000449	0.00000
2	0.000363	0.00114
3	0.000159	0.00186
4	-0.000077	0.00197
5	-0.000262	0.00149
6	-0.000312	0.00067
7	-0.000142	0.00000
8	0.000053	-0.00007
9	0.000071	0.00013
10	-0.000000	0.00024
11	-0.000071	0.00013
12	-0.000053	-0.00007
13	0.000142	0.00000
14	0.000312	0.00067
15	0.000262	0.00149
16	0.000077	0.00197
17	-0.000159	0.00186
18	-0.000363	0.00114
19	-0.000449	0.00000

Momenty węzłowe:

Nr pręta	obc. ciągłe q (kN/m)
1	10.000
2	10.000
3	10.000
4	10.000
5	10.000
6	10.000

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000557	0.00000
2	0.000461	0.00142
3	0.000231	0.00238
4	-0.000050	0.00263
5	-0.000298	0.00214
6	-0.000428	0.00112
7	-0.000356	0.00000
8	-0.000174	-0.00072
9	-0.000034	-0.00100
10	0.000064	-0.00095
11	0.000119	-0.00069
12	0.000131	-0.00033
13	0.000101	-0.00000
14	0.000055	0.00021
15	0.000017	0.00030
16	-0.000013	0.00031
17	-0.000034	0.00024
18	-0.000046	0.00013
19	-0.000051	0.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm)	
	lewy	prawy
1	0.000	
2	155.020	155.021
3	236.329	236.329
4	243.926	243.925
5	177.811	177.810
6	37.984	37.984
7	-175.556	-175.556
8	-138.918	
9	-102.279	
10	-65.641	-65.640
11	-29.002	-29.002
12	7.637	
13	44.276	44.276
14	36.897	36.897
15	29.517	
16	22.138	
17	14.759	
18	7.379	7.379
19	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	70.673	-43.523
2	43.523	-16.373
3	16.373	10.777
4	-10.777	37.927
5	-37.927	65.077

6	-65.077	92.227
7	13.259	-13.259
8	13.259	-13.259
9	13.259	-13.259
10	13.259	-13.259
11	13.259	-13.259
12	13.259	-13.259
13	-2.718	2.718
14	-2.718	2.718
15	-2.718	2.718
16	-2.718	2.718
17	-2.718	2.718
18	-2.718	2.718

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	70.673
7	105.486
13	-15.977
19	2.718

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(1) (m)	max M (kNm)
1 -2	nie ma ekstremum	
3	1.629	249.732
4 -18	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3d

Obciążenie ciągłe:

Nr pręta	obc. ciągłe q (kN/m)
7	10.000
8	10.000
9	10.000
10	10.000
11	10.000
12	10.000

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	-0.000158	-0.00000
2	-0.000145	-0.00042
3	-0.000105	-0.00076
4	-0.000040	-0.00097
5	0.000053	-0.00095
6	0.000171	-0.00066
7	0.000316	0.00000
8	0.000359	0.00098
9	0.000224	0.00182
10	0.000000	0.00214
11	-0.000224	0.00182
12	-0.000359	0.00098
13	-0.000316	0.00000
14	-0.000171	-0.00066
15	-0.000053	-0.00095
16	0.000040	-0.00097
17	0.000105	-0.00076
18	0.000145	-0.00042

19	0.000158	-.00000
----	----------	---------

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm)	
	lewy	prawy
1	0.000	
2	-23.069	
3	-46.137	-46.137
4	-69.206	-69.206
5	-92.275	-92.275
6	-115.344	-115.344
7	-138.413	-138.413
8	52.483	52.483
9	167.021	167.020
10	205.201	205.200
11	167.021	167.021
12	52.483	52.483
13	-138.413	-138.413
14	-115.344	-115.344
15	-92.275	-92.275
16	-69.206	-69.206
17	-46.138	
18	-23.069	-23.069
19	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr przęta	T (kN)	
	(l)	(p)
1	-8.497	8.497
2	-8.497	8.497
3	-8.497	8.497
4	-8.497	8.497
5	-8.497	8.497
6	-8.497	8.497
7	82.899	-55.266
8	55.266	-27.633
9	27.633	-0.000
10	0.000	27.633
11	-27.633	55.266
12	-55.266	82.899
13	8.497	-8.497
14	8.497	-8.497
15	8.497	-8.497
16	8.497	-8.497
17	8.497	-8.497
18	8.497	-8.497

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	-8.497
7	91.396
13	91.396
19	-8.497

Maksymalne momenty w przętach:

Nr przęta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 - 18	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3e

Obciążenie ciągle:

Remont mostu przez rz. Bystrycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdnii południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

Nr pręta	obc. ciągłe q (kN/m)
13	10.000
14	10.000
15	10.000
16	10.000
17	10.000
18	10.000

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000051	0.00000
2	0.000046	0.00013
3	0.000034	0.00024
4	0.000013	0.00031
5	-0.000017	0.00030
6	-0.000055	0.00021
7	-0.000101	-0.00000
8	-0.000131	-0.00033
9	-0.000119	-0.00069
10	-0.000064	-0.00095
11	0.000034	-0.00100
12	0.000174	-0.00072
13	0.000356	0.00000
14	0.000428	0.00112
15	0.000298	0.00214
16	0.000050	0.00263
17	-0.000231	0.00238
18	-0.000461	0.00142
19	-0.000557	0.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	7.379	
3	14.759	
4	22.138	
5	29.517	
6	36.897	
7	44.276	
8	7.637	
9	-29.002	
10	-65.641	-65.640
11	-102.279	-102.279
12	-138.918	-138.918
13	-175.557	-175.556
14	37.983	37.983
15	177.810	177.810
16	243.926	
17	236.330	
18	155.021	
19	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	2.718	-2.718
2	2.718	-2.718
3	2.718	-2.718
4	2.718	-2.718
5	2.718	-2.718

6	2.718	-2.718
7	-13.259	13.259
8	-13.259	13.259
9	-13.259	13.259
10	-13.259	13.259
11	-13.259	13.259
12	-13.259	13.259
13	92.227	-65.077
14	65.077	-37.927
15	37.927	-10.777
16	10.777	16.373
17	-16.373	43.523
18	-43.523	70.673

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	2.718
7	-15.977
13	105.486
19	70.673

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 - 15	nie ma ekstremum	
16	1.086	249.733
17 - 18	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄZENIA NR 3f

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	wielkość obciążenia
4	100.000 kN - siła

Obciążenie siłami skupionymi:

Nr pręta	siła (kN)	odległość (m)
3	100.000	1.510
4	100.000	1.200
4	100.000	2.400

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.001905	0.00000
2	0.001679	0.00497
3	0.001000	0.00871
4	-0.000100	0.01000
5	-0.001186	0.00817
6	-0.001637	0.00416
7	-0.001300	0.00000
8	-0.000634	-0.00264
9	-0.000123	-0.00364
10	0.000233	-0.00346
11	0.000433	-0.00250
12	0.000478	-0.00121
13	0.000369	-0.00000
14	0.000200	0.00076
15	0.000061	0.00111
16	-0.000046	0.00113

17	-.000123	0.00089
18	-.000169	0.00049
19	-.000184	0.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm)	
	lewy	prawy
1	0.000	
2	396.414	396.412
3	792.827	792.827
4	1068.743	1068.742
5	739.163	739.161
6	49.581	49.581
7	-640.001	-640.001
8	-506.433	-506.433
9	-372.865	-372.864
10	-239.297	-239.296
11	-105.728	-105.727
12	27.842	27.842
13	161.412	161.412
14	134.510	
15	107.607	
16	80.705	80.705
17	53.804	53.804
18	26.902	26.902
19	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T (kN)	
	(l)	(p)
1	146.008	-146.008
2	146.009	-146.009
3	146.010	-46.010
4	-53.989	253.989
5	-253.989	253.989
6	-253.990	253.990
7	48.336	-48.336
8	48.337	-48.337
9	48.336	-48.336
10	48.336	-48.336
11	48.337	-48.337
12	48.337	-48.337
13	-9.909	9.909
14	-9.909	9.909
15	-9.909	9.909
16	-9.908	9.908
17	-9.908	9.908
18	-9.909	9.909

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	146.008
7	302.326
13	-58.246
19	9.909

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 - 18	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3g

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	wielkość obciążenia
10	100.000 kN - siła

Obciążenie siłami skupionymi:

Nr pręta	siła (kN)	odległość (m)
9	100.000	0.360
9	100.000	1.560
10	100.000	1.200

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	-0.000575	-0.00000
2	-0.000527	-0.00152
3	-0.000383	-0.00278
4	-0.000144	-0.00351
5	0.000192	-0.00347
6	0.000623	-0.00238
7	0.001150	0.00000
8	0.001387	0.00367
9	0.000929	0.00703
10	-0.000074	0.00827
11	-0.000973	0.00671
12	-0.001313	0.00342
13	-0.001065	0.00000
14	-0.000577	-0.00221
15	-0.000178	-0.00321
16	0.000133	-0.00325
17	0.000355	-0.00257
18	0.000488	-0.00141
19	0.000533	-0.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	-83.949	-83.948
3	-167.897	-167.897
4	-251.847	-251.846
5	-335.797	-335.797
6	-419.748	-419.748
7	-503.698	-503.697
8	95.270	95.269
9	694.236	
10	932.544	932.543
11	546.189	546.187
12	39.833	39.831
13	-466.524	-466.524
14	-388.769	-388.770
15	-311.014	-311.014
16	-233.261	-233.260
17	-155.508	-155.508
18	-77.754	-77.754
19	-0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	-30.920	30.920

2	-30.920	30.920
3	-30.921	30.921
4	-30.921	30.921
5	-30.921	30.921
6	-30.921	30.921
7	216.758	-216.758
8	216.758	-216.758
9	216.758	-16.758
10	-83.242	183.242
11	-183.242	183.242
12	-183.243	183.243
13	28.639	-28.639
14	28.639	-28.639
15	28.639	-28.639
16	28.638	-28.638
17	28.639	-28.639
18	28.639	-28.639

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	-30.920
7	247.678
13	211.882
19	-28.639

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 - 18	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3h

Obciążenie siłami skupionymi:

Nr pręta	siła (kN)	odległość (m)
1	100.000	0.001
1	100.000	1.200
1	100.000	2.400
2	100.000	0.885

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.001036	0.00000
2	0.000708	0.00250
3	0.000160	0.00365
4	-.000231	0.00352
5	-.000451	0.00255
6	-.000499	0.00122
7	-.000374	0.00000
8	-.000183	-.00076
9	-.000035	-.00105
10	0.000067	-.00100
11	0.000125	-.00072
12	0.000138	-.00035
13	0.000106	-.00000
14	0.000057	0.00022
15	0.000018	0.00032
16	-.000013	0.00032
17	-.000035	0.00026

18	-0.000049	0.00014
19	-0.000053	0.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm)	
	lewy	prawy
1	0.000	
2	480.817	
3	418.584	418.584
4	267.853	267.852
5	117.121	117.121
6	-33.610	-33.609
7	-184.341	-184.341
8	-145.869	-145.869
9	-107.397	-107.397
10	-68.925	-68.925
11	-30.453	-30.453
12	8.019	8.020
13	46.492	
14	38.743	
15	30.994	
16	23.246	
17	15.497	15.497
18	7.749	
19	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T (kN)	
	(l)	(p)
1	344.481	-44.481
2	44.481	55.519
3	-55.518	55.518
4	-55.518	55.518
5	-55.518	55.518
6	-55.518	55.518
7	13.922	-13.922
8	13.922	-13.922
9	13.922	-13.922
10	13.922	-13.922
11	13.923	-13.923
12	13.922	-13.922
13	-2.854	2.854
14	-2.854	2.854
15	-2.854	2.854
16	-2.854	2.854
17	-2.854	2.854
18	-2.854	2.854

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	344.481
7	69.440
13	-16.777
19	2.854

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1	nie ma ekstremum	
2	0.882	520.066
3 - 18	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3i

Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

Obciążenie siłami skupionymi:

Nr pręta	siła (kN)	odległość (m)
5	100.000	1.830
6	100.000	0.320
6	100.000	1.520
6	100.000	2.715

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000465	0.00000
2	0.000424	0.00122
3	0.000301	0.00223
4	0.000096	0.00278
5	-0.000190	0.00267
6	-0.000542	0.00168
7	-0.000586	0.00000
8	-0.000286	-0.00119
9	-0.000055	-0.00164
10	0.000105	-0.00156
11	0.000195	-0.00113
12	0.000216	-0.00054
13	0.000166	-0.00000
14	0.000090	0.00034
15	0.000028	0.00050
16	-0.000021	0.00051
17	-0.000055	0.00040
18	-0.000076	0.00022
19	-0.000083	0.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	71.725	71.724
3	143.449	
4	215.174	215.174
5	286.900	286.899
6	270.126	
7	-288.659	-288.659
8	-228.416	-228.416
9	-168.173	
10	-107.930	-107.929
11	-47.686	-47.686
12	12.558	12.558
13	72.801	
14	60.667	60.668
15	48.534	
16	36.401	36.400
17	24.267	24.267
18	12.134	12.134
19	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	26.418	-26.418
2	26.418	-26.418
3	26.418	-26.418
4	26.418	-26.418
5	26.419	73.581

6	-73.582	373.582
7	21.801	-21.801
8	21.801	-21.801
9	21.801	-21.801
10	21.801	-21.801
11	21.801	-21.801
12	21.801	-21.801
13	-4.469	4.469
14	-4.469	4.469
15	-4.469	4.469
16	-4.469	4.469
17	-4.469	4.469
18	-4.469	4.469

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	26.418
7	395.383
13	-26.271
19	4.469

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 - 4	nie ma ekstremum	
5	1.833	335.052
6 - 18	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3j

Obciążenie siłami skupionymi:

Nr pręta	siła (kN)	odległość (m)
7	100.000	0.001
7	100.000	1.200
7	100.000	2.400
8	100.000	0.837

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	-.000284	-.00000
2	-.000260	-.00075
3	-.000189	-.00137
4	-.000071	-.00173
5	0.000095	-.00171
6	0.000307	-.00118
7	0.000567	0.00000
8	0.000485	0.00160
9	0.000121	0.00243
10	-.000144	0.00237
11	-.000295	0.00174
12	-.000334	0.00084
13	-.000259	0.00000
14	-.000140	-.00054
15	-.000043	-.00078
16	0.000032	-.00079
17	0.000086	-.00062
18	0.000119	-.00034
19	0.000129	-.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm)	
	lewy	prawy
1	0.000	
2	-41.394	-41.394
3	-82.788	
4	-124.183	
5	-165.577	
6	-206.973	-206.972
7	-248.367	-248.367
8	290.564	290.563
9	276.734	276.734
10	179.235	179.234
11	81.735	81.734
12	-15.766	-15.766
13	-113.266	-113.266
14	-94.388	-94.388
15	-75.510	
16	-56.633	-56.633
17	-37.755	-37.755
18	-18.878	-18.878
19	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T (kN)	
	T(l)	T(p)
1	-15.246	15.246
2	-15.246	15.246
3	-15.247	15.247
4	-15.247	15.247
5	-15.247	15.247
6	-15.247	15.247
7	354.716	-64.716
8	64.716	35.284
9	-35.284	35.284
10	-35.284	35.284
11	-35.284	35.284
12	-35.284	35.284
13	6.953	-6.953
14	6.953	-6.953
15	6.953	-6.953
16	6.953	-6.953
17	6.953	-6.953
18	6.953	-6.953

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	-15.246
7	379.963
13	42.237
19	-6.953

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 - 7	nie ma ekstremum	
8	0.829	344.213
9 - 18	nie ma ekstremum	

K O N I E C O B L I C Z E Ń

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 Program < PRESTRESS > - wersja styczeń 1998r.

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Belka strunobetonowa zespolona z nadbetonem
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

D A N E P O C Z A T K O W E - węzeł nr 1

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	1.380
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego E0 = 37800 MPa
 Jedn. odkształcenie skurczowe w belce es = 0.00032
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia fp = 3.20
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty fp = 2.10
 Wytrz. charakt. betonu na rozcz. R(btk0.05) = 2.300 MPa

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia < m >	liczba cięgien < szt >
3	0.510	28
2	0.110	4
1	0.060	32

Przekrój pojed. cięgna sprężającego av(1) = 0.356 cm²
 Moduł sprężystości stali sprężającej Es = 180000 MPa
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno Nv(1) = 0.0670 MN

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	0.900	0.000	0.120
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) Eb = 30000 MPa
 Wsp. pełzania betonu fp = 2.10
 Różnica wsp.skurczu między płytą a belką: delta(s) = 0.000160

Charakterystyka nadbetonu zespolonego (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	1.050	0.000	1.500
1	0.900	1.500	0.000

Moduł sprężystości nadbetonu (2) Eb = 34600 MPa
 Wsp. pełzania betonu fp = 2.50
 Różnica wsp.skurczu między nadbetonem a belką: delta(s) = 0.000130

O B C I A Ź E N I A

	Moment zginający < MNm >	Siła poprzeczna < MN >	Wsp. obciążenia
- c.własny belki	0.00000	0.08120	1.200

Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

- c.stały przed zespoleniem	0.00000	0.00544	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	0.00000	-0.08664	1.200
- c.stały po 2 zespoleniu	0.00000	0.15153	1.200
- obc. ruchome	0.00000	0.10213	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środka ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	7.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	6.000	0.371570	0.546	0.0387881
3 - belka z płytą zesp. (1)	0.794	0.382999	0.555	0.0397582
4 - belka z płytą zesp. (1) i (2)	0.915	0.588951	0.702	0.0637621
5 - belka+zbr. (1) - mom. ujemny	7.000	0.000000	0.000	0.0000000
6 - belka+zbr. (1+2) - mom. ujemny	7.000	0.000000	0.000	0.0000000
Mimośród siły sprężającej	e = 0.2863 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środka ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	20.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	18.000	0.398911	0.527	0.0422085
3 - belka z płytą zesp. (1)	0.794	0.410340	0.535	0.0433129
4 - belka z płytą zesp. (1) i (2)	0.811	0.592755	0.671	0.0680569
5 - belka+zbr. (1) - mom. ujemny	20.000	0.000000	0.000	0.0000000
6 - belka+zbr. (1+2) - mom. ujemny	20.000	0.000000	0.000	0.0000000
Mimośród siły sprężającej	e = 0.2667 m			

N A P R E Ż. C H A R A K T. W P R Z E K R O J U Z E S P O L O N Y M

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.184	0.000	0.000	
6	0.780	-2.210	0.000	0.000	
5	0.770	-2.379	0.000	0.000	
4	0.690	-3.730	0.000	0.000	
3	0.290	-10.483	0.000	0.000	
2	0.120	-13.353	0.000	0.000	
1	0.000	-15.379	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.000	0.000	0.000	
6	0.780	0.000	0.072	0.000	
5	0.770	0.000	0.346	0.000	
4	0.690	0.000	0.792	0.000	
3	0.290	0.000	0.760	0.000	
2	0.120	0.000	0.150	0.000	

1	0.000	0.000	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie początkowym				

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.184	0.000	0.000
6	0.780	-2.210	0.072	0.002
5	0.770	-2.379	0.346	0.049
4	0.690	-3.730	0.792	0.161
3	0.290	-10.483	0.760	0.055
2	0.120	-13.353	0.150	0.002
1	0.000	-15.379	0.000	-0.000

< II > - Naprężenia w stanie bezużytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz < MPa >	Zastępcze < MPa >

Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - $t = t_n$					

W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.013	0.000	0.000	
6	0.780	0.080	0.000	0.000	
5	0.770	0.086	0.000	0.000	
4	0.690	0.130	0.000	0.000	
3	0.290	0.354	0.000	0.000	
2	0.120	0.449	0.000	0.000	
1	0.000	0.516	0.000	0.000	

Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - $t = t_n$					

W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.000	0.000	0.000	
6	0.780	0.000	0.005	0.000	
5	0.770	0.000	0.023	0.000	
4	0.690	0.000	0.053	0.000	
3	0.290	0.000	0.051	0.000	
2	0.120	0.000	0.010	0.000	
1	0.000	0.000	0.000	0.000	

Naprężenia od skurczu i pęcznienia betonu w belce - $t = t_n$					

W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.069	0.000	0.000	
6	0.780	0.419	0.000	0.000	
5	0.770	0.449	0.000	0.000	
4	0.690	0.682	0.000	0.000	
3	0.290	1.852	0.000	0.000	
2	0.120	2.349	0.000	0.000	
1	0.000	2.700	0.000	0.000	

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					

W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.103	0.000	0.000	
6	0.780	-1.711	0.077	0.003	
5	0.770	-1.845	0.369	0.071	
4	0.690	-2.917	0.845	0.227	
3	0.290	-8.277	0.811	0.079	
2	0.120	-10.556	0.160	0.002	
1	0.000	-12.164	0.000	0.000	

< III > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz < MPa >	Zastępcze < MPa >

Naprężenia od skurczu i pełzania płyty zesp. (1) - t = tn				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.587	0.000	0.000
1	0.780	1.600	0.000	0.000
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.085	0.000	0.000
6	0.780	-0.071	0.000	0.000
5	0.770	-0.070	0.000	0.000
4	0.690	-0.061	0.000	0.000
3	0.290	-0.016	0.000	0.000
2	0.120	0.004	0.000	0.000
1	0.000	0.017	0.000	0.000
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	0.000	0.000	0.000
1	0.780	0.000	0.000	0.000
W dźwigarze głównym				
7	0.900	0.000	-0.000	0.000
6	0.780	0.000	-0.078	0.000
5	0.770	0.000	-0.373	0.000
4	0.690	0.000	-0.849	0.000
3	0.290	0.000	-0.807	0.000
2	0.120	0.000	-0.159	0.000
1	0.000	0.000	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.587	0.000	1.587
1	0.780	1.600	0.000	1.600
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.187	0.000	0.000
6	0.780	-1.782	-0.001	0.000
5	0.770	-1.915	-0.004	0.000
4	0.690	-2.978	-0.004	0.000
3	0.290	-8.293	0.004	0.000
2	0.120	-10.552	0.001	0.000
1	0.000	-12.146	0.000	0.000

< IV > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu

NAPRĘŻENIA					
Nr poz.	Wysokość położenia	NAPRĘŻENIA			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od skurczu i pełzania nadbetonu (2) - t = tn					
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.050	0.622	0.000	0.000	
1	0.900	0.779	0.000	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.764	0.000	0.000	
1	0.780	-0.613	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.711	0.000	0.000	
6	0.780	-0.570	0.000	0.000	
5	0.770	-0.558	0.000	0.000	
4	0.690	-0.465	0.000	0.000	
3	0.290	0.004	0.000	0.000	
2	0.120	0.204	0.000	0.000	
1	0.000	0.344	0.000	0.000	
Naprężenia od obc. stałego po (2) zespoleniu - t = tn					
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.050	0.000	0.000	0.000	
1	0.900	0.000	0.082	0.000	
W płycie zespolonej (1)					

2	0.900	0.000	0.000	0.000
1	0.780	0.000	0.000	0.000
W dźwigarze głównym				
7	0.900	0.000	0.090	0.000
6	0.780	0.000	0.138	0.000
5	0.770	0.000	0.641	0.000
4	0.690	0.000	1.392	0.000
3	0.290	0.000	1.185	0.000
2	0.120	0.000	0.228	0.000
1	0.000	0.000	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie beзуżytkowym po (2) zespoleniu				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.050	0.622	0.000	0.622
1	0.900	0.779	0.082	0.787
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	0.822	0.000	0.822
1	0.780	0.987	0.000	0.987
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.898	0.090	0.009
6	0.780	-2.352	0.137	0.008
5	0.770	-2.473	0.637	0.155
4	0.690	-3.443	1.387	0.489
3	0.290	-8.289	1.189	0.167
2	0.120	-10.348	0.229	0.005
1	0.000	-11.802	0.000	0.000

< V > - Naprężenia w stanie użytkowym

		N A P R E Ż E N I A			
Nr	Wysokość	Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
poz.	położenia				
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >

Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.050	0.000	-0.000	0.000	
1	0.900	0.000	0.060	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	0.000	0.000	0.000	
1	0.780	0.000	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.000	0.065	0.000	
6	0.780	0.000	0.094	0.000	
5	0.770	0.000	0.434	0.000	
4	0.690	0.000	0.937	0.000	
3	0.290	0.000	0.788	0.000	
2	0.120	0.000	0.140	0.000	
1	0.000	0.000	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.050	0.622	-0.000	0.622	
1	0.900	0.779	0.142	0.804	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	0.822	0.000	0.822	
1	0.780	0.987	0.000	0.987	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.898	0.155	0.026	
6	0.780	-2.352	0.231	0.022	
5	0.770	-2.473	1.071	0.400	
4	0.690	-3.443	2.324	1.171	
3	0.290	-8.289	1.977	0.447	
2	0.120	-10.348	0.369	0.013	
1	0.000	-11.802	0.000	0.000	

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające

znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
 Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
 $t = t_0$ - obc. krótkotrwałe
 $t = t_n$ - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J A C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien

$P_{vk} = 4.2880$ MN - nośność charakterystyczna cięgien
 $P_0 = 2.5618$ MN - siła przed zakotwieniem
 $P_{01} = 2.2873$ MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
 $P_{0dop} = 2.7872$ MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym

$nv(3) = 0.1230$ MN - straty od różn. temp. cięgien i urządzeń oporowych
 $nv(4) = 0.1515$ MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
 $nv(5) = 0.0884$ MN - straty od relaksacji stali sprężającej
 $nv(6) = 0.4627$ MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
 $nv(7) = 0.0069$ MN - straty od skurczu płyty zesp. (1)
 $nv(8) = 0.1374$ MN - straty od skurczu nadbetonu (2)

$P_v = 1.5919$ MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
 $P_{vdop} = 2.3584$ MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
 Sumaryczne straty siły sprężającej - 37.86% siły początkowej
 Sumaryczny naciąg trwały splotów - 40.39% nośności charakterystycznej
 Dopuszczalny naciąg trwały splotów - 55.00% nośności charakterystycznej

Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:

Uwzględniono zmniejszenie siły $nv(0)$ w strefie kotwienia

obliczonej wg PN-84/B-03264 p.8.2.3, gdzie:

- odległość przekroju oblicz. od czoła belki $l_x = 0.250$ m
 - oblicz. długość strefy kotwienia $l_v = 0.440$ m
 - wsp. delta(v) wg. p.8.2.3 PN-84/B-03264 $dv = 35.000$
 - średnica cięgna sprężającego $d = 7.800$ mm
 - wytrzymałość betonu w chwili kotwienia $R_s = 40.000$ MPa

Straty $nv(3)$:

- różnica temp. cięgien i urządzeń oporowych $dt = 60$ stopni C

Straty $nv(4)$:

- wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia $E_b = 34600$ MPa

Straty $nv(5)$:

- w pełnej wysokości wg.5.6.2 PN-91/S-10042

Straty $nv(6)$:

- jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$

- wsp. pełzania betonu w belce $fp = 3.20$

N A P R E Ż . O B L I C Z . W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
		< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.184	0.000	0.000	
6	0.780	-2.210	0.087	0.003	
5	0.770	-2.379	0.415	0.070	
4	0.690	-3.730	0.951	0.228	
3	0.290	-10.483	0.912	0.079	
2	0.120	-13.353	0.180	0.002	
1	0.000	-15.379	0.000	-0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					

7	0.900	-0.103	0.000	0.000
6	0.780	-1.711	0.093	0.005
5	0.770	-1.845	0.443	0.101
4	0.690	-2.917	1.014	0.318
3	0.290	-8.277	0.973	0.113
2	0.120	-10.556	0.193	0.004
1	0.000	-12.164	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu				

W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.904	0.000	1.904
1	0.780	1.920	0.000	1.920
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.204	0.000	0.000
6	0.780	-1.796	-0.001	0.000
5	0.770	-1.929	-0.004	0.000
4	0.690	-2.990	-0.005	0.000
3	0.290	-8.296	0.005	0.000
2	0.120	-10.551	0.001	0.000
1	0.000	-12.143	0.000	-0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.050	0.746	0.000	0.746
1	0.900	0.934	0.099	0.945
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	0.987	0.000	0.987
1	0.780	1.184	0.000	1.184
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-1.058	0.107	0.011
6	0.780	-2.480	0.164	0.011
5	0.770	-2.599	0.765	0.208
4	0.690	-3.548	1.665	0.659
3	0.290	-8.291	1.427	0.239
2	0.120	-10.307	0.275	0.007
1	0.000	-11.730	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie użytkowym				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.050	0.746	-0.000	0.746
1	0.900	0.934	0.189	0.971
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	0.987	0.000	0.987
1	0.780	1.184	0.000	1.184
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-1.058	0.205	0.038
6	0.780	-2.480	0.305	0.037
5	0.770	-2.599	1.416	0.622
4	0.690	-3.548	3.070	1.772
3	0.290	-8.291	2.609	0.752
2	0.120	-10.307	0.484	0.023
1	0.000	-11.730	0.000	0.000

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające
 znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
 Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
 t = t0 - obc. krótkotrwałe
 t = tn - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Belka strunobetonowa zespolona z nadbetonem
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE - SCHEMAT NR węzeł nr 1'

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	1.380
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego $E_0 = 37800 \text{ MPa}$
 Jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia $fp = 3.20$
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty $fp = 2.10$
 Wytrz. charakt. betonu na rozcz. $R(\text{btk}0.05) = 2.300 \text{ MPa}$

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia < m >	liczba cięgien < szt >
3	0.440	28
2	0.110	4
1	0.060	32

Przekrój pojed. cięgna sprężającego $av(1) = 0.356 \text{ cm}^2$
 Moduł sprężystości stali sprężającej $E_s = 180000 \text{ MPa}$
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno $N_v(1) = 0.0670 \text{ MN}$

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	0.900	0.000	0.120
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) $E_b = 30000 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.10$
 Różnica wsp.skurczu między płytą a belką: $\delta(s) = 0.000160$

Charakterystyka nadbetonu zespolonego (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	1.040	0.000	1.500
1	0.900	1.500	0.000

Moduł sprężystości nadbetonu (2) $E_b = 34600 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.50$
 Różnica wsp.skurczu między nadbetonem a belką: $\delta(s) = 0.000130$

O B C I A Ż E N I A

	Moment zginający < MNm >	Siła poprzeczna < MN >	Wsp. obciążenia
- c.własny belki	0.09400	0.06900	1.200
- c.stały przed zespoleniem	0.00650	0.00500	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	-0.11250	-0.09300	1.200
- c.stały po 2 zespoleniu	0.09250	0.14360	1.200
- obc. ruchome	0.11900	0.08860	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środką ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykle	7.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	6.000	0.371570	0.545	0.0388473
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.382999	0.554	0.0398248
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.915	0.575221	0.693	0.0622901
Mimośród siły sprężającej	e = 0.3158 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środką ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykle	20.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	18.000	0.398911	0.524	0.0423344
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.410340	0.532	0.0434608
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.811	0.580594	0.661	0.0667864
Mimośród siły sprężającej	e = 0.2942 m			

N A P R E Ż . C H A R A K T . W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.480	0.000	0.000	
6	0.780	-1.943	0.000	0.000	
5	0.770	-2.145	0.000	0.000	
4	0.690	-3.760	0.000	0.000	
3	0.290	-11.837	0.000	0.000	
2	0.120	-15.270	0.000	0.000	
1	0.000	-17.693	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.836	-0.000	0.000	
6	0.780	-0.569	0.062	0.000	
5	0.770	-0.547	0.296	0.000	
4	0.690	-0.370	0.678	0.000	
3	0.290	0.519	0.639	0.000	
2	0.120	0.896	0.127	0.000	
1	0.000	1.162	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.356	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.513	0.062	0.002	
5	0.770	-2.692	0.296	0.032	
4	0.690	-4.130	0.678	0.108	
3	0.290	-11.319	0.639	0.036	

2	0.120	-14.374	0.127	0.001
1	0.000	-16.530	0.000	-0.000

< II > - Naprężenia w stanie beżużytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.010	0.000	0.000	
6	0.780	0.070	0.000	0.000	
5	0.770	0.076	0.000	0.000	
4	0.690	0.130	0.000	0.000	
3	0.290	0.397	0.000	0.000	
2	0.120	0.511	0.000	0.000	
1	0.000	0.591	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.058	-0.000	0.000	
6	0.780	-0.039	0.004	0.000	
5	0.770	-0.038	0.021	0.000	
4	0.690	-0.026	0.049	0.000	
3	0.290	0.036	0.046	0.000	
2	0.120	0.062	0.009	0.000	
1	0.000	0.080	0.000	0.000	
Naprężenia od skurczu i pełzania betonu w belce - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.054	0.000	0.000	
6	0.780	0.360	0.000	0.000	
5	0.770	0.395	0.000	0.000	
4	0.690	0.671	0.000	0.000	
3	0.290	2.051	0.000	0.000	
2	0.120	2.638	0.000	0.000	
1	0.000	3.052	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie beżużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.479	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.122	0.066	0.002	
5	0.770	-2.259	0.318	0.044	
4	0.690	-3.355	0.727	0.151	
3	0.290	-8.835	0.685	0.053	
2	0.120	-11.163	0.136	0.002	
1	0.000	-12.807	0.000	0.000	

< III > - Naprężenia w stanie beżużytkowym po (1) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od skurczu i pełzania płyty zesp. (1) - t = tn					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	1.587	0.000	0.000	
1	0.780	1.600	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.085	0.000	0.000	
6	0.780	-0.071	0.000	0.000	
5	0.770	-0.070	0.000	0.000	

4	0.690	-0.061	0.000	0.000
3	0.290	-0.016	0.000	0.000
2	0.120	0.003	0.000	0.000
1	0.000	0.017	0.000	0.000
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn				

W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	0.755	0.000	0.000
1	0.780	0.509	0.000	0.000
W dźwigarze głównym				
7	0.900	0.952	-0.000	0.000
6	0.780	0.641	-0.084	0.000
5	0.770	0.615	-0.403	0.000
4	0.690	0.408	-0.918	0.000
3	0.290	-0.627	-0.857	0.000
2	0.120	-1.067	-0.169	0.000
1	0.000	-1.378	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu				

W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	2.342	0.000	2.342
1	0.780	2.109	0.000	2.109
W dźwigarze głównym				
7	0.900	0.388	-0.000	0.388
6	0.780	-1.553	-0.018	0.000
5	0.770	-1.714	-0.085	0.004
4	0.690	-3.008	-0.191	0.012
3	0.290	-9.478	-0.172	0.003
2	0.120	-12.227	-0.034	0.000
1	0.000	-14.168	0.000	0.000

< IV > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu

		N A P R E Ż E N I A			
Nr	Wysokość	Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
poz.	położenia				
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >

Naprężenia od skurczu i pełzania nadbetonu (2) - t = tn					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040	0.657	0.000	0.000	
1	0.900	0.797	0.000	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.742	0.000	0.000	
1	0.780	-0.596	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.690	0.000	0.000	
6	0.780	-0.554	0.000	0.000	
5	0.770	-0.543	0.000	0.000	
4	0.690	-0.453	0.000	0.000	
3	0.290	-0.001	0.000	0.000	
2	0.120	0.191	0.000	0.000	
1	0.000	0.326	0.000	0.000	
Naprężenia od obc. stałego po (2) zespoleniu - t = tn					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040	-0.481	0.000	0.000	
1	0.900	-0.303	0.075	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.263	0.000	0.000	
1	0.780	-0.131	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.331	0.082	0.000	
6	0.780	-0.165	0.132	0.000	
5	0.770	-0.151	0.612	0.000	
4	0.690	-0.041	1.331	0.000	
3	0.290	0.513	1.124	0.000	
2	0.120	0.749	0.216	0.000	

1	0.000	0.915	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu				
W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.040	0.176	0.000	0.176
1	0.900	0.494	0.075	0.505
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.337	0.000	1.337
1	0.780	1.382	0.000	1.382
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.633	0.082	0.010
6	0.780	-2.272	0.113	0.006
5	0.770	-2.409	0.527	0.110
4	0.690	-3.502	1.140	0.339
3	0.290	-8.966	0.952	0.100
2	0.120	-11.288	0.183	0.003
1	0.000	-12.927	0.000	0.000

< V > - Naprężenia w stanie użytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040	-0.607	0.000	0.000	
1	0.900	-0.362	0.050	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.314	0.000	0.000	
1	0.780	-0.132	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.395	0.055	0.000	
6	0.780	-0.166	0.082	0.000	
5	0.770	-0.147	0.379	0.000	
4	0.690	0.006	0.820	0.000	
3	0.290	0.770	0.689	0.000	
2	0.120	1.095	0.122	0.000	
1	0.000	1.324	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040	-0.431	0.000	0.000	
1	0.900	0.132	0.126	0.208	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	1.023	0.000	1.023	
1	0.780	1.250	0.000	1.250	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-1.028	0.137	0.018	
6	0.780	-2.438	0.195	0.016	
5	0.770	-2.556	0.906	0.288	
4	0.690	-3.496	1.960	0.878	
3	0.290	-8.196	1.641	0.316	
2	0.120	-10.193	0.305	0.009	
1	0.000	-11.603	0.000	0.000	

Oznaczenia:

- znak (-) - naprężenia normalne ściskające
- znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
- Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
- t = t0 - obc. krótkotrwałe
- t = tn - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J A C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem

przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien
 Pvk = 4.2880 MN - nośność charakterystyczna cięgien
 P0 = 2.7872 MN - siła przed zakotwieniem
 P01 = 2.4838 MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
 P0dop = 2.7872 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym

nv(3) = 0.1230 MN - straty od różn. temp. cięgien i urządzeń oporowych
 nv(4) = 0.1804 MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
 nv(5) = 0.0962 MN - straty od relaksacji stali sprężającej
 nv(6) = 0.4967 MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
 nv(7) = 0.0067 MN - straty od skurczu płyty zesp. (1)
 nv(8) = 0.1302 MN - straty od skurczu nadbetonu (2)

Pv = 1.7541 MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
 Pvdop = 2.3584 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
 Sumaryczne straty siły sprężającej - 37.07% siły początkowej
 Sumaryczny naciąg trwały splotów - 40.91% nośności charakterystycznej
 Dopuszczalny naciąg trwały splotów - 55.00% nośności charakterystycznej

Wsp. odporności belki na rysy $n = 8.98$ - obliczony został dla wytrzymałości betonu na rozcz. $R(\text{btk}0.05) = 2.30 \text{ MPa}$

Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:

- Straty nv(3):
 - różnica temp. cięgien i urządzeń oporowych $dt = 60$ stopni C
 Straty nv(4):
 - wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia $E_b = 34600 \text{ MPa}$
 Straty nv(5):
 - w pełnej wysokości wg. 5.6.2 PN-91/S-10042
 Straty nv(6):
 - jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 - wsp. pełzania betonu w belce $\epsilon_p = 3.20$

N A P R Ę Ż E N I A W P R Z E K R O J U Z E S P O L O N Y M

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R Ę Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.523	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.627	0.074	0.002	
5	0.770	-2.802	0.355	0.044	
4	0.690	-4.204	0.814	0.152	
3	0.290	-11.215	0.767	0.052	
2	0.120	-14.195	0.152	0.002	
1	0.000	-16.298	0.000	-0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.657	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.244	0.080	0.003	
5	0.770	-2.376	0.381	0.060	
4	0.690	-3.434	0.873	0.209	
3	0.290	-8.724	0.822	0.077	
2	0.120	-10.972	0.163	0.002	
1	0.000	-12.559	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	2.810	0.000	2.810	
1	0.780	2.530	0.000	2.530	
W dźwigarze głównym					

7	0.900	0.383	-0.000	0.383
6	0.780	-1.561	-0.022	0.000
5	0.770	-1.723	-0.102	0.006
4	0.690	-3.018	-0.229	0.017
3	0.290	-9.496	-0.206	0.004
2	0.120	-12.249	-0.040	0.000
1	0.000	-14.192	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.040	0.211	0.000	0.211
1	0.900	0.593	0.091	0.606
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.605	0.000	1.605
1	0.780	1.658	0.000	1.658
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.843	0.098	0.011
6	0.780	-2.424	0.136	0.008
5	0.770	-2.556	0.632	0.148
4	0.690	-3.610	1.368	0.460
3	0.290	-8.881	1.142	0.145
2	0.120	-11.121	0.219	0.004
1	0.000	-12.702	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie użytkowym				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.040	-0.699	0.000	0.000
1	0.900	0.050	0.166	0.193
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.134	0.000	1.134
1	0.780	1.460	0.000	1.460
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-1.436	0.181	0.022
6	0.780	-2.673	0.259	0.025
5	0.770	-2.776	1.201	0.447
4	0.690	-3.601	2.598	1.361
3	0.290	-7.726	2.176	0.571
2	0.120	-9.479	0.403	0.017
1	0.000	-10.716	0.000	-0.000

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające
znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
t = t0 - obc. krótkotrwałe
t = tn - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Belka strunobetonowa zespolona z nadbetonem
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

D A N E P O C Z Ą T K O W E - węzeł nr 4

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia	szer. powyżej	szer. poniżej
	< m >	< m >	< m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	0.000
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego $E_0 = 37800 \text{ MPa}$
 Jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia $f_p = 3.20$
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty $f_p = 2.10$
 Wytrż. charakt. betonu na rozcz. R(bt_k0.05) = 2.300 MPa

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia	liczba cięgien
	< m >	< szt >
3	0.160	28
2	0.110	4
1	0.060	32

Przekrój pojed. cięgna sprężającego $av(1) = 0.356 \text{ cm}^2$
 Moduł sprężystości stali sprężającej $E_s = 180000 \text{ MPa}$
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno $N_v(1) = 0.0670 \text{ MN}$

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia	szer. powyżej	szer. poniżej
	< m >	< m >	< m >
2	0.900	0.120	0.000
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) $E_b = 30000 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $f_p = 2.10$
 Różnica wsp.skurczu między płytą a belką: $\delta(s) = 0.000130$

Charakterystyka nadbetonu zespolonego (2):

Nr poziomu	wys. położenia	szer. powyżej	szer. poniżej
	< m >	< m >	< m >
2	1.020	0.000	1.500
1	0.900	1.500	0.000

Moduł sprężystości nadbetonu (2) $E_b = 34600 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $f_p = 2.50$
 Różnica wsp.skurczu między nadbetonem a belką: $\delta(s) = 0.000130$

O B C I Ą Ż E N I A

	Moment zginający	Siła poprzeczna	Wsp. obciążenia
	< MNm >	< MN >	
- c.własny belki	0.32470	0.00000	1.200
- c.stały przed zespoleniem	0.02174	0.00000	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	0.00530	0.00000	1.200
- c.stały po 2 zespoleniu	0.14100	0.02900	1.200
- obc. ruchome	0.63580	0.03000	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	7.000	0.351000	0.553	0.0366195
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.351000	0.553	0.0366195
2 - belka z ciągnami spręż.	6.000	0.364670	0.536	0.0392694
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.370385	0.541	0.0397271
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.915	0.535147	0.670	0.0599844
Mimośród siły sprężającej	e = 0.4293 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	20.000	0.351000	0.553	0.0366195
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.351000	0.553	0.0366195
2 - belka z ciągnami spręż.	18.000	0.392011	0.506	0.0440213
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.397726	0.511	0.0445803
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.811	0.543657	0.631	0.0663002
Mimośród siły sprężającej	e = 0.3994 m			

N A P R E Ż. C H A R A K T. W P R Z E K R O J U Z E S P O L O N Y M

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	2.975	0.000	0.000	
	powyżej		0.000	0.000	
6	0.780	-0.185			
	poniżej		0.000	0.000	
5	0.770	-0.448	0.000	0.000	
4	0.690	-2.555	0.000	0.000	
3	0.290	-13.090	0.000	0.000	
2	0.120	-17.567	0.000	0.000	
1	0.000	-20.728	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-2.904	0.000	0.000	
	powyżej		0.000	0.000	
6	0.780	-2.019			
	poniżej		0.000	0.000	
5	0.770	-1.945	0.000	0.000	
4	0.690	-1.355	0.000	0.000	
3	0.290	1.595	0.000	0.000	
2	0.120	2.849	0.000	0.000	
1	0.000	3.734	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.071	0.000	0.071	
	powyżej		0.000	0.000	

6	0.780	-----	-2.204	-----	-----
		poniżej		0.000	0.000
5	0.770		-2.394	0.000	0.000
4	0.690		-3.911	0.000	0.000
3	0.290		-11.495	0.000	0.000
2	0.120		-14.718	0.000	0.000
1	0.000		-16.994	0.000	0.000

< II > - Naprężenia w stanie bezużytkowym

Nr- poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >

Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - t = tn

W dźwigarze głównym					
7	0.900		-0.098	0.000	0.000
		powyżej		0.000	0.000
6	0.780	-----	0.006	-----	-----
		poniżej		0.000	0.000
5	0.770		0.015	0.000	0.000
4	0.690		0.085	0.000	0.000
3	0.290		0.434	0.000	0.000
2	0.120		0.582	0.000	0.000
1	0.000		0.687	0.000	0.000

Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - t = tn

W dźwigarze głównym					
7	0.900		-0.194	0.000	0.000
		powyżej		0.000	0.000
6	0.780	-----	-0.125	-----	-----
		poniżej		0.000	0.000
5	0.770		-0.130	0.000	0.000
4	0.690		-0.091	0.000	0.000
3	0.290		0.107	0.000	0.000
2	0.120		0.191	0.000	0.000
1	0.000		0.250	0.000	0.000

Naprężenia od skurczu i pęcznienia betonu w belce - t = tn

W dźwigarze głównym					
7	0.900		-0.540	0.000	0.000
		powyżej		0.000	0.000
6	0.780	-----	0.036	-----	-----
		poniżej		0.000	0.000
5	0.770		0.084	0.000	0.000
4	0.690		0.467	0.000	0.000
3	0.290		2.387	0.000	0.000
2	0.120		3.202	0.000	0.000
1	0.000		3.778	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym

W dźwigarze głównym					
7	0.900		-0.762	0.000	0.000
		powyżej		0.000	0.000
6	0.780	-----	-2.297	-----	-----
		poniżej		0.000	0.000
5	0.770		-2.425	0.000	-0.000
4	0.690		-3.449	0.000	0.000
3	0.290		-8.568	0.000	-0.000
2	0.120		-10.743	0.000	0.000
1	0.000		-12.279	0.000	0.000

< III > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze

	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od skurczu i pełzania płyty zesp. (1) - t = tn					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	1.320	0.000	0.000	
1	0.780	1.326	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.035	0.000	0.000	
	powyżej		0.000	0.000	
6	0.780	-0.030			
	poniżej		0.000	0.000	
5	0.770	-0.029	0.000	0.000	
4	0.690	-0.026	0.000	0.000	
3	0.290	-0.009	0.000	0.000	
2	0.120	-0.001	0.000	0.000	
1	0.000	0.004	0.000	0.000	
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.037	0.000	0.000	
1	0.780	-0.025	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.046	0.000	0.000	
	powyżej		0.000	0.000	
6	0.780	-0.032			
	poniżej		0.000	0.000	
5	0.770	-0.031	0.000	0.000	
4	0.690	-0.021	0.000	0.000	
3	0.290	0.026	0.000	0.000	
2	0.120	0.046	0.000	0.000	
1	0.000	0.061	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	1.284	0.000	1.284	
1	0.780	1.300	0.000	1.300	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.843	0.000	0.000	
	powyżej		0.000	0.000	
6	0.780	-2.359			
	poniżej		0.000	0.000	
5	0.770	-2.485	0.000	-0.000	
4	0.690	-3.496	0.000	0.000	
3	0.290	-8.550	0.000	0.000	
2	0.120	-10.698	0.000	0.000	
1	0.000	-12.214	0.000	-0.000	

< IV > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od skurczu i pełzania nadbetonu (2) - t = tn					
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.020	0.716	0.000	0.000	
1	0.900	0.826	0.000	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.707	0.000	0.000	
1	0.780	-0.575	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.658	0.000	0.000	
	powyżej		0.000	0.000	
6	0.780	-0.534			
	poniżej		0.000	0.000	
5	0.770	-0.524	0.000	0.000	
4	0.690	-0.442	0.000	0.000	

3	0.290	-0.030	0.000	0.000
2	0.120	0.144	0.000	0.000
1	0.000	0.268	0.000	0.000
Naprężenia od obc. stałego po (2) zespoleniu - t = tn				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.020	-0.757	-0.000	0.000
1	0.900	-0.523	0.014	0.000
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	-0.453	0.000	0.000
1	0.780	-0.251	0.000	0.000
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.571	0.015	0.000
		powyżej	0.026	0.000
6	0.780	-0.316	-----	-----
		poniżej	0.000	0.000
5	0.770	-0.295	0.122	0.000
4	0.690	-0.125	0.268	0.000
3	0.290	0.726	0.243	0.000
2	0.120	1.087	0.042	0.000
1	0.000	1.343	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.020	-0.041	0.000	0.000
1	0.900	0.303	0.014	0.303
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	0.123	0.000	0.123
1	0.780	0.475	0.000	0.475
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-2.072	0.015	0.000
		powyżej	0.026	0.000
6	0.780	-3.209	-----	-----
		poniżej	0.000	0.000
5	0.770	-3.304	0.122	0.005
4	0.690	-4.063	0.268	0.018
3	0.290	-7.854	0.243	0.007
2	0.120	-9.466	0.042	0.000
1	0.000	-10.604	0.000	0.000

< V > - Naprężenia w stanie użytkowym

		N A P R E Ż E N I A			
Nr	Wysokość	Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
poz.	położenia				
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >

Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.020	-3.398	0.000	0.000	
1	0.900	-2.234	0.016	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-1.937	0.000	0.000	
1	0.780	-0.928	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-2.441	0.017	0.000	
		powyżej	0.028	0.000	
6	0.780	-1.169	-----	-----	
		poniżej	0.000	0.000	
5	0.770	-1.063	0.128	0.000	
4	0.690	-0.215	0.279	0.000	
3	0.290	4.025	0.243	0.000	
2	0.120	5.827	0.041	0.000	
1	0.000	7.099	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.020	-3.439	0.000	0.000	

1 0.900	-1.931	0.030	0.000	
W płycie zespolonej (1)				
2 0.900	-1.814	0.000	0.000	
1 0.780	-0.453	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym				
7 0.900	-4.513	0.033	0.000	
powyżej		0.054	0.001	
6 0.780	-4.378			
poniżej		0.000	-0.000	
5 0.770	-4.367	0.251	0.014	
4 0.690	-4.278	0.547	0.069	
3 0.290	-3.830	0.486	0.061	
2 0.120	-3.639	0.083	0.002	
1 0.000	-3.505	0.000	0.000	

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające
 znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
 Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
 t = t0 - obc. krótkotrwałe
 t = tn - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J A C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien
 Pvk = 4.2880 MN - nośność charakterystyczna cięgien
 P0 = 2.7872 MN - siła przed zakotwieniem
 P01 = 2.4089 MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
 P0dop = 2.7872 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym
 nv(3) = 0.1230 MN - straty od różn. temp. cięgien i urządzeń oporowych
 nv(4) = 0.2552 MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
 nv(5) = 0.0962 MN - straty od relaksacji stali sprężającej
 nv(6) = 0.5288 MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
 nv(7) = 0.0014 MN - straty od skurczu płyty resp. (1)
 nv(8) = 0.1050 MN - straty od skurczu nadbetonu (2)
 Pv = 1.6775 MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
 Pvdop = 2.3584 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
 Sumaryczne straty siły sprężającej - 39.82% siły początkowej
 Sumaryczny naciąg trwały splotów - 39.12% nośności charakterystycznej
 Dopuszczalny naciąg trwały splotów - 55.00% nośności charakterystycznej
 Wsp. odporności belki na rysy n = 1.70 - obliczony został dla wytrzymałości betonu na rozcz. R(btk0.05) = 2.30 MPa
 Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:
 Straty nv(3):
 - różnica temp. cięgien i urządzeń oporowych dt = 60 stopni C
 Straty nv(4):
 - wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia Eb = 34600 MPa
 Straty nv(5):
 - w pełnej wysokości wg.5.6.2 PN-91/S-10042
 Straty nv(6):
 - jedn. odkształcenie skurczowe w belce es = 0.00032
 - wsp. pełzania betonu w belce fp = 3.20

N A P R E Ż . O B L I C Z . W P R Z E K R O J U Z E S P O L O N Y M .

		N A P R E Ż E N I A			
Nr	Wysokość	Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
poz.	położenia				
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.510	0.000	0.000	
	powyżej		0.000	0.000	
6	0.780	-2.608			
	poniżej		0.000	0.000	

5	0.770		-2.783	0.000	0.000
4	0.690		-4.182	0.000	0.000
3	0.290		-11.176	0.000	0.000
2	0.120		-14.149	0.000	0.000
1	0.000		-16.247	0.000	-0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					

W dźwigarze głównym					
7	0.900		-1.381	0.000	-0.000
		powyżej		0.000	-0.000
6	0.780	-----	-2.728	-----	-----
		poniżej		0.000	-0.000
5	0.770		-2.840	0.000	0.000
4	0.690		-3.738	0.000	0.000
3	0.290		-8.227	0.000	0.000
2	0.120		-10.135	0.000	0.000
1	0.000		-11.482	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					

W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		1.540	0.000	1.540
1	0.780		1.560	0.000	1.560
W dźwigarze głównym					
7	0.900		-1.479	0.000	0.000
		powyżej		0.000	0.000
6	0.780	-----	-2.802	-----	-----
		poniżej		0.000	0.000
5	0.770		-2.912	0.000	0.000
4	0.690		-3.795	0.000	0.000
3	0.290		-8.206	0.000	0.000
2	0.120		-10.081	0.000	-0.000
1	0.000		-11.404	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.020		-0.049	0.000	0.000
1	0.900		0.363	0.017	0.364
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.147	0.000	0.147
1	0.780		0.570	0.000	0.570
W dźwigarze głównym					
7	0.900		-2.954	0.018	0.000
		powyżej		0.032	0.000
6	0.780	-----	-3.823	-----	-----
		poniżej		0.000	-0.000
5	0.770		-3.895	0.147	0.006
4	0.690		-4.474	0.321	0.023
3	0.290		-7.371	0.291	0.011
2	0.120		-8.603	0.050	0.000
1	0.000		-9.472	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie użytkowym					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.020		-5.147	0.000	0.000
1	0.900		-2.988	0.041	0.001
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		-2.758	0.000	-0.000
1	0.780		-0.822	0.000	0.000
W dźwigarze głównym					
7	0.900		-6.615	0.044	0.000
		powyżej		0.074	0.001
6	0.780	-----	-5.576	-----	-----
		poniżej		0.000	0.000
5	0.770		-5.489	0.339	0.021
4	0.690		-4.797	0.740	0.112
3	0.290		-1.334	0.656	0.269
2	0.120		0.137	0.112	0.200

	1		0.000		1.176		0.000		1.176		

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające

znak (+) - naprężenia normalne rozciągające

Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym

t = t0 - obc. krótkotrwałe

t = tn - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Belka strunobetonowa zespolona z nadbetonem
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

D A N E P O C Z Ą T K O W E - węzeł nr 6' - moment ujemny

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	1.380
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego $E_0 = 37800 \text{ MPa}$
 Jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia $fp = 3.20$
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty $fp = 2.10$
 Wytrz. charakt. betonu na rozcz. $R(bt_k0.05) = 2.300 \text{ MPa}$

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia < m >	liczba cięgien < szt >
3	0.440	28
2	0.110	4
1	0.060	32

Przekrój pojed. cięgna sprężającego $av(1) = 0.356 \text{ cm}^2$
 Moduł sprężystości stali sprężającej $E_s = 180000 \text{ MPa}$
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno $Nv(1) = 0.0670 \text{ MN}$

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	0.900	0.000	0.120
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) $E_b = 30000 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.10$
 Różnica wsp. skurczu między płytą a belką: $\delta(s) = 0.000160$

Charakterystyka nadbetonu zespolonego (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	1.040	0.000	1.500
1	0.900	1.500	0.000

Moduł sprężystości nadbetonu (2) $E_b = 34600 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.50$
 Różnica wsp. skurczu między nadbetonem a belką: $\delta(s) = 0.000130$

Położenie stali zbrojeniowej w nadbetonie (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	przekrój stali < cm ² >
2	0.000	0.00
1	1.000	47.10

Moduł sprężystości stali zbrojeniowej $E_z = 210000 \text{ MPa}$

O B C I Ą Ź E N I A

	Moment zginający < MNm >	Siła poprzeczna < MN >	Wsp. obciążenia
- c.własny belki	0.09360	0.06850	1.200
- c.stały przed zespoleniem	0.00650	0.00460	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	-0.11240	0.09310	1.200
- c.stały po 2 zespoleniu	-0.31885	0.19850	1.200
- obc. ruchome	-0.24564	0.13880	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	7.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	6.000	0.371570	0.545	0.0388473
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.382999	0.554	0.0398248
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.915	0.608191	0.710	0.0652291
5 - belka+zbr.(1) - mom.ujemny	7.000	0.371570	0.545	0.0388473
6 - belka+zbr.(1+2)- mom.ujemny	7.000	0.404540	0.582	0.0451333
Mimośród siły sprężającej	e = 0.3158 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	20.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	18.000	0.398911	0.524	0.0423344
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.410340	0.532	0.0434608
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.811	0.674794	0.708	0.0761180
5 - belka+zbr.(1) - mom.ujemny	20.000	0.398911	0.524	0.0423344
6 - belka+zbr.(1+2)- mom.ujemny	20.000	0.493111	0.615	0.0596695
Mimośród siły sprężającej	e = 0.2942 m			

N A P R E Ż. C H A R A K T. W P R Z E K R O J U Z E S P O L O N Y M

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
		< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.480	0.000	0.000	
6	0.780	-1.943	0.000	0.000	
5	0.770	-2.145	0.000	0.000	
4	0.690	-3.760	0.000	0.000	
3	0.290	-11.837	0.000	0.000	
2	0.120	-15.270	0.000	0.000	
1	0.000	-17.693	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = tn					

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.832	-0.000	0.000
6	0.780	-0.567	0.061	0.000
5	0.770	-0.545	0.294	0.000
4	0.690	-0.368	0.673	0.000
3	0.290	0.516	0.634	0.000
2	0.120	0.892	0.126	0.000
1	0.000	1.158	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie początkowym

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.353	-0.000	0.000
6	0.780	-2.510	0.061	0.002
5	0.770	-2.690	0.294	0.032
4	0.690	-4.128	0.673	0.107
3	0.290	-11.321	0.634	0.035
2	0.120	-14.378	0.126	0.001
1	0.000	-16.535	0.000	-0.000

< II > - Naprężenia w stanie bezużytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >

Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - $t = t_n$

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.010	0.000	0.000
6	0.780	0.070	0.000	0.000
5	0.770	0.076	0.000	0.000
4	0.690	0.130	0.000	0.000
3	0.290	0.397	0.000	0.000
2	0.120	0.511	0.000	0.000
1	0.000	0.591	0.000	0.000

Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - $t = t_n$

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.058	-0.000	0.000
6	0.780	-0.039	0.004	0.000
5	0.770	-0.038	0.020	0.000
4	0.690	-0.026	0.045	0.000
3	0.290	0.036	0.043	0.000
2	0.120	0.062	0.008	0.000
1	0.000	0.080	0.000	0.000

Naprężenia od skurczu i pełzania betonu w belce - $t = t_n$

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.054	0.000	0.000
6	0.780	0.360	0.000	0.000
5	0.770	0.395	0.000	0.000
4	0.690	0.671	0.000	0.000
3	0.290	2.052	0.000	0.000
2	0.120	2.638	0.000	0.000
1	0.000	3.053	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-0.475	-0.000	0.000
6	0.780	-2.120	0.066	0.002
5	0.770	-2.257	0.314	0.043
4	0.690	-3.353	0.718	0.147
3	0.290	-8.836	0.677	0.052
2	0.120	-11.167	0.134	0.002
1	0.000	-12.811	0.000	0.000

< III > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn					
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	1.000	-0.000	0.000	
6	0.780	0.681	0.084	0.000	
5	0.770	0.654	0.400	0.000	
4	0.690	0.442	0.915	0.000	
3	0.290	-0.620	0.862	0.000	
2	0.120	-1.071	0.171	0.000	
1	0.000	-1.390	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.525	-0.000	0.525	
6	0.780	-1.439	0.149	0.015	
5	0.770	-1.603	0.714	0.272	
4	0.690	-2.911	1.633	0.732	
3	0.290	-9.456	1.539	0.244	
2	0.120	-12.238	0.305	0.008	
1	0.000	-14.201	0.000	0.000	

< IV > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obc. stałego po (2) zespoleniu - t = tn					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	1.000	41.193			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040		0.000		
1	0.900		0.081		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	1.525	0.088	0.000	
6	0.780	0.884	0.178	0.000	
5	0.770	0.831	0.832	0.000	
4	0.690	0.403	1.832	0.000	
3	0.290	-1.734	1.592	0.000	
2	0.120	-2.643	0.309	0.000	
1	0.000	-3.284	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	1.000	41.193			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040		0.000		

1	0.900		0.081		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	2.050	0.088	2.054	
6	0.780	-0.555	0.327	0.151	
5	0.770	-0.772	1.545	1.207	
4	0.690	-2.508	3.466	2.432	
3	0.290	-11.191	3.131	0.816	
2	0.120	-14.881	0.614	0.025	
1	0.000	-17.485	0.000	-0.000	

< V > - Naprężenia w stanie użytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	1.000	45.473			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040		-0.000		
1	0.900		0.028		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	1.729	0.031	0.000	
6	0.780	1.076	0.126	0.000	
5	0.770	1.022	0.595	0.000	
4	0.690	0.586	1.335	0.000	
3	0.290	-1.591	1.203	0.000	
2	0.120	-2.516	0.218	0.000	
1	0.000	-3.169	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	1.000	86.666			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040		0.000		
1	0.900		0.109		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	3.779	0.118	3.783	
6	0.780	0.521	0.452	0.783	
5	0.770	0.250	2.141	2.269	
4	0.690	-1.922	4.801	3.935	
3	0.290	-12.781	4.334	1.331	
2	0.120	-17.396	0.832	0.040	
1	0.000	-20.654	0.000	0.000	

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające
 znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
 Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
 t = t0 - obc. krótkotrwałe
 t = tn - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J A C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien
 Pvk = 4.2880 MN - nośność charakterystyczna cięgien
 P0 = 2.7872 MN - siła przed zakotwieniem
 P01 = 2.4838 MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
 P0dop = 2.7872 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym

nv(3) = 0.1230 MN - straty od różn. temp. cięgien i urządzeń oporowych
 nv(4) = 0.1804 MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
 nv(5) = 0.0962 MN - straty od relaksacji stali sprężającej
 nv(6) = 0.4968 MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
 nv(7) = 0.0067 MN - straty od skurczu płyty zesp.(1)
 nv(8) = 0.1302 MN - straty od skurczu nadbetonu (2)

Pv = 1.7540 MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
 Pvdop = 2.3584 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
 Sumaryczne straty siły sprężającej - 37.07% siły początkowej
 Sumaryczny naciąg trwały splotów - 40.90% nośności charakterystycznej
 Dopuszczalny naciąg trwały splotów - 55.00% nośności charakterystycznej

Wsp. odporności belki na rysy $n = 1.24$ - obliczony został dla wytrzymałości betonu na rozcz. $R(btk0.05) = 2.30$ MPa

Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:

Straty nv(3):

- różnica temp. cięgien i urządzeń oporowych $dt = 60$ stopni C

Straty nv(4):

- wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia $E_b = 34600$ MPa

Straty nv(5):

- w pełnej wysokości wg. 5.6.2 PN-91/S-10042

Straty nv(6):

- jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 - wsp. pełzania betonu w belce $fp = 3.20$

N A P R E Ż . O B L I C Z . W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.519	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.624	0.074	0.002	
5	0.770	-2.799	0.353	0.044	
4	0.690	-4.202	0.808	0.150	
3	0.290	-11.218	0.761	0.051	
2	0.120	-14.199	0.151	0.002	
1	0.000	-16.304	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.653	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.241	0.079	0.003	
5	0.770	-2.373	0.377	0.058	
4	0.690	-3.432	0.862	0.204	
3	0.290	-8.726	0.812	0.075	
2	0.120	-10.976	0.161	0.002	
1	0.000	-12.564	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					

W stali zbrojeniowej w płycie (1)				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900		0.000	
1	0.780		0.000	
W dźwigarze głównym				
7	0.900	0.546	-0.000	0.546
6	0.780	-1.424	0.179	0.022
5	0.770	-1.588	0.856	0.374
4	0.690	-2.902	1.960	0.988
3	0.290	-9.470	1.846	0.347
2	0.120	-12.261	0.366	0.011
1	0.000	-14.232	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu				
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)				
1	1.000	49.432		
W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.040		0.000	
1	0.900		0.097	
W stali zbrojeniowej w płycie (1)				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900		0.000	
1	0.780		0.000	
W dźwigarze głównym				
7	0.900	2.377	0.105	2.381
6	0.780	-0.363	0.392	0.250
5	0.770	-0.591	1.854	1.582
4	0.690	-2.418	4.159	3.122
3	0.290	-11.551	3.757	1.115
2	0.120	-15.433	0.737	0.035
1	0.000	-18.173	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie użytkowym				
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)				
1	1.000	117.641		
W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.040		0.000	
1	0.900		0.139	
W stali zbrojeniowej w płycie (1)				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900		0.000	
1	0.780		0.000	
W dźwigarze głównym				
7	0.900	4.971	0.151	4.975
6	0.780	1.251	0.581	1.479
5	0.770	0.941	2.747	3.258
4	0.690	-1.538	6.161	5.440
3	0.290	-13.937	5.561	1.947
2	0.120	-19.206	1.064	0.059
1	0.000	-22.926	0.000	-0.000

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające
znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
t = t0 - obc. krótkotrwałe
t = tn - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Belka strunobetonowa zespolona z nadbetonem
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

D A N E P O C Z Ą T K O W E - węzeł nr 7' - mom. ujemny

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	1.380
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego $E_0 = 37800 \text{ MPa}$
 Jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia $fp = 3.20$
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty $\bar{fp} = 2.10$
 Wytrż. charakt. betonu na rozcz. $R(\text{btk}0.05) = 2.300 \text{ MPa}$

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia < m >	liczba cięgien < szt >
3	0.440	28
2	0.110	4
1	0.060	32

Przekrój pojed. cięgna sprężającego $av(1) = 0.356 \text{ cm}^2$
 Moduł sprężystości stali sprężającej $Es = 180000 \text{ MPa}$
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno $Nv(1) = 0.0670 \text{ MN}$

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	0.900	0.000	0.120
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) $E_b = 30000 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.10$
 Różnica wsp.skurczu między płytą a belką: $\text{delta}(s) = 0.000160$

Charakterystyka nadbetonu zespolonego (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	1.040	0.000	1.500
1	0.900	1.500	0.000

Moduł sprężystości nadbetonu (2) $E_b = 34600 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.50$
 Różnica wsp.skurczu między nadbetonem a belką: $\text{delta}(s) = 0.000130$

Położenie stali zbrojeniowej w nadbetonie (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	przekrój stali < cm ² >
2	0.000	0.00
1	1.000	47.10

Moduł sprężystości stali zbrojeniowej $E_z = 210000 \text{ MPa}$

O B C I Ą Ż E N I A

	Moment zginający < MNm >	Siła poprzeczna < MN >	Wsp. obciążenia
- c.własny belki	0.09360	0.06850	1.200
- c.stały przed zespoleniem	0.00630	0.00460	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	-0.11233	-0.09310	1.200
- c.stały po 2 zespoleniu	-0.32065	0.17255	1.200
- obc. ruchome	-0.27900	0.18910	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	7.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z cięgnami spręż.	6.000	0.371570	0.545	0.0388473
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.382999	0.554	0.0398248
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.915	0.608191	0.710	0.0652291
5 - belka+zbr.(1) - mom.ujemny	7.000	0.371570	0.545	0.0388473
6 - belka+zbr.(1+2)- mom.ujemny	7.000	0.404540	0.582	0.0451333
Mimośród siły sprężającej	e = 0.3158 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	20.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z cięgnami spręż.	18.000	0.398911	0.524	0.0423344
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.410340	0.532	0.0434608
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.811	0.674794	0.708	0.0761180
5 - belka+zbr.(1) - mom.ujemny	20.000	0.398911	0.524	0.0423344
6 - belka+zbr.(1+2)- mom.ujemny	20.000	0.493111	0.615	0.0596695
Mimośród siły sprężającej	e = 0.2942 m			

N A P R E Ż . C H A R A K T . W P R Z E K R O J U Z E S P O L O N Y M

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.364	0.000	0.000	
6	0.780	-2.403	0.000	0.000	
5	0.770	-2.634	0.000	0.000	
4	0.690	-4.479	0.000	0.000	
3	0.290	-13.702	0.000	0.000	
2	0.120	-17.621	0.000	0.000	
1	0.000	-20.388	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = tn					

W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.868	-0.000	0.000	
6	0.780	-0.564	0.061	0.000	
5	0.770	-0.539	0.294	0.000	
4	0.690	-0.336	0.673	0.000	
3	0.290	0.677	0.634	0.000	
2	0.120	1.107	0.126	0.000	
1	0.000	1.411	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.504	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.967	0.061	0.001	
5	0.770	-3.173	0.294	0.027	
4	0.690	-4.815	0.673	0.092	
3	0.290	-13.025	0.634	0.031	
2	0.120	-16.514	0.126	0.001	
1	0.000	-18.977	0.000	0.000	

< II > - Naprężenia w stanie bezużytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.010	0.000	0.000	
6	0.780	0.070	0.000	0.000	
5	0.770	0.076	0.000	0.000	
4	0.690	0.130	0.000	0.000	
3	0.290	0.397	0.000	0.000	
2	0.120	0.511	0.000	0.000	
1	0.000	0.591	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.056	-0.000	0.000	
6	0.780	-0.038	0.004	0.000	
5	0.770	-0.037	0.020	0.000	
4	0.690	-0.025	0.045	0.000	
3	0.290	0.035	0.043	0.000	
2	0.120	0.060	0.008	0.000	
1	0.000	0.078	0.000	0.000	
Naprężenia od skurczu i pełzania betonu w belce - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.058	0.000	0.000	
6	0.780	0.386	0.000	0.000	
5	0.770	0.423	0.000	0.000	
4	0.690	0.719	0.000	0.000	
3	0.290	2.198	0.000	0.000	
2	0.120	2.826	0.000	0.000	
1	0.000	3.270	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.629	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.550	0.066	0.002	
5	0.770	-2.710	0.314	0.036	
4	0.690	-3.991	0.718	0.125	
3	0.290	-10.395	0.677	0.044	
2	0.120	-13.117	0.134	0.001	
1	0.000	-15.038	0.000	0.000	

< III > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz.	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn					
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.999	0.000	0.000	
6	0.780	0.681	-0.084	0.000	
5	0.770	0.654	-0.400	0.000	
4	0.690	0.442	-0.915	0.000	
3	0.290	-0.620	-0.862	0.000	
2	0.120	-1.071	-0.171	0.000	
1	0.000	-1.389	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.370	0.000	0.370	
6	0.780	-1.870	-0.018	0.000	
5	0.770	-2.056	-0.086	0.004	
4	0.690	-3.549	-0.197	0.011	
3	0.290	-11.015	-0.185	0.003	
2	0.120	-14.188	-0.037	0.000	
1	0.000	-16.427	0.000	0.000	

< IV > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz.	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obc. stałego po (2) zespoleniu - t = tn					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	1.000	41.426			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040		0.000		
1	0.900		0.070		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	1.534	0.076	0.000	
6	0.780	0.889	0.154	0.000	
5	0.770	0.835	0.723	0.000	
4	0.690	0.405	1.593	0.000	
3	0.290	-1.744	1.384	0.000	
2	0.120	-2.658	0.269	0.000	
1	0.000	-3.302	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	1.000	41.426			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040		0.000		
1	0.900		0.070		

W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	1.904	0.076	1.907	
6	0.780	-0.981	0.136	0.019	
5	0.770	-1.221	0.637	0.272	
4	0.690	-3.144	1.396	0.531	
3	0.290	-12.759	1.199	0.112	
2	0.120	-16.845	0.232	0.003	
1	0.000	-19.730	0.000	0.000	

< V > - Naprężenia w stanie użytkowym

		N A P R E Ż E N I A			
Nr	Wysokość	Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
poz.	położenia				
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	1.000	51.648			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040		-0.000		
1	0.900		0.038		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	1.964	0.042	0.000	
6	0.780	1.222	0.171	0.000	
5	0.770	1.161	0.811	0.000	
4	0.690	0.666	1.819	0.000	
3	0.290	-1.807	1.639	0.000	
2	0.120	-2.857	0.297	0.000	
1	0.000	-3.599	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	1.000	93.074			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.040		-0.000		
1	0.900		0.108		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	3.868	0.118	3.872	
6	0.780	0.242	0.308	0.452	
5	0.770	-0.060	1.448	1.418	
4	0.690	-2.478	3.215	2.207	
3	0.290	-14.566	2.838	0.533	
2	0.120	-19.703	0.529	0.014	
1	0.000	-23.329	0.000	0.000	

Oznaczenia:

- znak (-) - naprężenia normalne ściskające
znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
t = t0 - obc. krótkotrwałe
t = tn - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J Ą C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien
 $P_{vk} = 4.2880$ MN - nośność charakterystyczna cięgien
 $P_0 = 2.7872$ MN - siła przed zakotwieniem
 $P_{01} = 2.6984$ MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
 $P_{0dop} = 2.7872$ MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym

$nv(1) = 0.0000$ MN - straty od tarcia kabli
 $nv(2) = 0.0000$ MN - straty od poślizgu w zakotwieniach
 $nv(4) = 0.0888$ MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
 $nv(5) = 0.0962$ MN - straty od relaksacji stali sprężającej
 $nv(6) = 0.5322$ MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
 $nv(7) = 0.0067$ MN - straty od skurczu płyty zesp. (1)
 $nv(8) = 0.1302$ MN - straty od skurczu nadbetonu (2)

$P_v = 1.9332$ MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
 $P_{vdop} = 2.3584$ MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
 Sumaryczne straty siły sprężającej - 30.64% siły początkowej
 Sumaryczny naciąg trwałe splotów - 45.08% nośności charakterystycznej
 Dopuszczalny naciąg trwałe splotów - 55.00% nośności charakterystycznej

Wsp. odporności belki na rysy $n = 1.20$ - obliczony został dla wytrzymałości betonu na rozcz. $R(btk0.05) = 2.30$ MPa

Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:

Straty $nv(1)$:
 - wsp. oporu kabla $\lambda(v) = 0.000$
 - wsp. tarcia kabla $(R_0 v) = 0.000$
 - średni promień zakrzywienia kabla $kr = 0.000$ rad
 Straty $nv(2)$:
 - poślizg cięgien w zakotwieniu $av = 0.000$ m
 - odległość przekroju oblicz. od czoła belki $lx = 1.500$ m
 Straty $nv(4)$:
 - wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia $E_b = 34600$ MPa
 Straty $nv(5)$:
 - w pełnej wysokości wg. 5.6.2 PN-91/S-10042
 Straty $nv(6)$:
 - jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 - wsp. pełzania betonu w belce $fp = 3.20$

N A P R E Ż . O B L I C Z . W P R Z E K R O J U Z E S P O L O N Y M

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz.	Zastępcze
		< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.678	-0.000	0.000	
6	0.780	-3.080	0.074	0.002	
5	0.770	-3.280	0.353	0.038	
4	0.690	-4.882	0.808	0.130	
3	0.290	-12.889	0.761	0.045	
2	0.120	-16.293	0.151	0.001	
1	0.000	-18.695	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.814	-0.000	0.000	
6	0.780	-2.671	0.079	0.002	
5	0.770	-2.825	0.377	0.049	
4	0.690	-4.063	0.862	0.175	

3	0.290	-10.253	0.812	0.064
2	0.120	-12.884	0.161	0.002
1	0.000	-14.740	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu				

W stali zbrojeniowej w płycie (1)				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900		0.000	
1	0.780		0.000	
W dźwigarze głównym				
7	0.900	0.385	0.000	0.385
6	0.780	-1.854	-0.022	0.000
5	0.770	-2.041	-0.103	0.005
4	0.690	-3.533	-0.236	0.016
3	0.290	-10.997	-0.222	0.004
2	0.120	-14.168	-0.044	0.000
1	0.000	-16.407	0.000	-0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu				

W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)				
1	1.000	49.711		
W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.040		0.000	
1	0.900		0.084	
W stali zbrojeniowej w płycie (1)				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900		0.000	
1	0.780		0.000	
W dźwigarze głównym				
7	0.900	2.226	0.091	2.229
6	0.780	-0.787	0.164	0.033
5	0.770	-1.038	0.764	0.405
4	0.690	-3.047	1.676	0.741
3	0.290	-13.089	1.439	0.156
2	0.120	-17.358	0.278	0.004
1	0.000	-20.370	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie użytkowym				

W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)				
1	1.000	127.183		
W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.040		-0.000	
1	0.900		0.142	
W stali zbrojeniowej w płycie (1)				
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900		0.000	
1	0.780		0.000	
W dźwigarze głównym				
7	0.900	5.172	0.154	5.177
6	0.780	1.046	0.421	1.195
5	0.770	0.703	1.981	2.364
4	0.690	-2.048	4.404	3.497
3	0.290	-15.799	3.897	0.909
2	0.120	-21.644	0.724	0.024
1	0.000	-25.769	0.000	0.000

Oznaczenia:

- znak (-) - naprężenia normalne ściskające
- znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
- Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
- t = t0 - obc. krótkotrwałe
- t = tn - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Belka strunobetonowa zespolona z nadbetonem
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 8 - mom. ujemny

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	1.380
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego $E_0 = 37800$ MPa
 Jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia $fp = 3.20$
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty $fp = 2.10$
 Wytrż. charakt. betonu na rozc. $R(bt_k0.05) = 2.300$ MPa

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia < m >	liczba cięgien < szt >
3	0.370	28
2	0.110	4
1	0.060	32

Przekrój pojed. cięgna sprężającego $av(1) = 0.356$ cm²
 Moduł sprężystości stali sprężającej $E_s = 180000$ MPa
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno $N_v(1) = 0.0670$ MN

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	0.900	0.000	0.120
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) $E_b = 30000$ MPa
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.10$
 Różnica wsp.skurczu między płytą a belką: $\delta(s) = 0.000160$

Charakterystyka nadbetonu zespolonego (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	1.035	0.000	1.500
1	0.900	1.500	0.000

Moduł sprężystości nadbetonu (2) $E_b = 34600$ MPa
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.50$
 Różnica wsp.skurczu między nadbetonem a belką: $\delta(s) = 0.000130$

Położenie stali zbrojeniowej w nadbetonie (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	przekrój stali < cm ² >
2	0.000	0.00
1	0.995	31.41

Moduł sprężystości stali zbrojeniowej $E_z = 210000$ MPa

O B C I A Ź E N I A

	Moment zginający < MNm >	Siła poprzeczna < MN >	Wsp. obciążenia
- c.własny belki	0.17000	0.05600	1.200
- c.stały przed zespoleniem	0.01140	0.00400	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	-0.07500	0.02900	1.200
- c.stały po 2 zespoleniu	-0.10650	0.03650	1.200
- obc. ruchome	-0.30600	0.16020	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	7.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	6.000	0.371570	0.544	0.0389643
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.382999	0.553	0.0399491
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.915	0.590343	0.700	0.0636966
5 - belka+zbr.(1) - mom.ujemny	7.000	0.371570	0.544	0.0389643
6 - belka+zbr.(1+2)- mom.ujemny	7.000	0.393557	0.569	0.0431989
Mimośród siły sprężającej	e = 0.3453 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	20.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	18.000	0.398911	0.520	0.0426282
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.410340	0.529	0.0437769
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.811	0.637333	0.688	0.0731084
5 - belka+zbr.(1) - mom.ujemny	20.000	0.398911	0.520	0.0426282
6 - belka+zbr.(1+2)- mom.ujemny	20.000	0.461731	0.585	0.0548785
Mimośród siły sprężającej	e = 0.3216 m			

N A P R E Ż . C H A R A K T. W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	1.143	0.000	0.000	
6	0.780	-1.481	0.000	0.000	
5	0.770	-1.700	0.000	0.000	
4	0.690	-3.448	0.000	0.000	
3	0.290	-12.193	0.000	0.000	
2	0.120	-15.910	0.000	0.000	
1	0.000	-18.533	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = tn					

W dźwigarze głównym					
7	0.900	-1.514	0.000	0.000	
6	0.780	-1.035	0.050	0.000	
5	0.770	-0.995	0.241	0.000	
4	0.690	-0.676	0.552	0.000	
3	0.290	0.919	0.511	0.000	
2	0.120	1.597	0.101	0.000	
1	0.000	2.075	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.371	0.000	0.000	
6	0.780	-2.516	0.050	0.001	
5	0.770	-2.695	0.241	0.021	
4	0.690	-4.125	0.552	0.073	
3	0.290	-11.274	0.511	0.023	
2	0.120	-14.313	0.101	0.001	
1	0.000	-16.458	0.000	0.000	

< II > - Naprężenia w stanie bezużytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozci < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.034	0.000	0.000	
6	0.780	0.053	0.000	0.000	
5	0.770	0.060	0.000	0.000	
4	0.690	0.118	0.000	0.000	
3	0.290	0.408	0.000	0.000	
2	0.120	0.532	0.000	0.000	
1	0.000	0.619	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.102	0.000	0.000	
6	0.780	-0.069	0.004	0.000	
5	0.770	-0.067	0.017	0.000	
4	0.690	-0.045	0.039	0.000	
3	0.290	0.062	0.036	0.000	
2	0.120	0.107	0.007	0.000	
1	0.000	0.139	0.000	0.000	
Naprężenia od skurczu i pęcznienia betonu w belce - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.179	0.000	0.000	
6	0.780	0.275	0.000	0.000	
5	0.770	0.312	0.000	0.000	
4	0.690	0.615	0.000	0.000	
3	0.290	2.128	0.000	0.000	
2	0.120	2.770	0.000	0.000	
1	0.000	3.224	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.686	0.000	0.000	
6	0.780	-2.258	0.054	0.001	
5	0.770	-2.389	0.258	0.028	
4	0.690	-3.437	0.592	0.099	
3	0.290	-8.677	0.547	0.034	
2	0.120	-10.904	0.109	0.001	
1	0.000	-12.476	0.000	0.000	

< III > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
		< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn					
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.668	0.000	0.000	
6	0.780	0.457	0.026	0.000	
5	0.770	0.439	0.125	0.000	
4	0.690	0.298	0.286	0.000	
3	0.290	-0.405	0.265	0.000	
2	0.120	-0.704	0.052	0.000	
1	0.000	-0.916	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.019	0.000	0.000	
6	0.780	-1.802	0.080	0.004	
5	0.770	-1.950	0.383	0.073	
4	0.690	-3.139	0.878	0.229	
3	0.290	-9.082	0.812	0.072	
2	0.120	-11.508	0.161	0.002	
1	0.000	-13.391	0.000	0.000	

< IV > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
		< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obc. stałego po (2) zespoleniu - t = tn					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.995	15.915			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.035		-0.000		
1	0.900		0.011		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.611	0.012	0.000	
6	0.780	0.379	0.033	0.000	
5	0.770	0.359	0.154	0.000	
4	0.690	0.204	0.343	0.000	
3	0.290	-0.572	0.300	0.000	
2	0.120	-0.902	0.059	0.000	
1	0.000	-1.135	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.995	15.915			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.035		-0.000		

1	0.900		0.011		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.593	0.012	0.593	
6	0.780	-1.423	0.113	0.009	
5	0.770	-1.591	0.538	0.165	
4	0.690	-2.935	1.221	0.441	
3	0.290	-9.655	1.112	0.126	
2	0.120	-12.511	0.219	0.004	
1	0.000	-14.527	0.000	0.000	

< V > - Naprężenia w stanie użytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.995	60.317			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.035		-0.000		
1	0.900		0.023		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	2.343	0.025	0.000	
6	0.780	1.493	0.146	0.000	
5	0.770	1.422	0.691	0.000	
4	0.690	0.855	1.559	0.000	
3	0.290	-1.978	1.410	0.000	
2	0.120	-3.182	0.257	0.000	
1	0.000	-4.032	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.995	76.232			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.035		-0.000		
1	0.900		0.035		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	2.936	0.038	2.936	
6	0.780	0.070	0.258	0.296	
5	0.770	-0.169	1.229	1.147	
4	0.690	-2.080	2.780	1.928	
3	0.290	-11.633	2.521	0.523	
2	0.120	-15.693	0.476	0.014	
1	0.000	-18.559	0.000	0.000	

Oznaczenia:

- znak (-) - naprężenia normalne ściskające
- znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
- Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
- t = t0 - obc. krótkotrwałe
- t = tn - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J A C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien
 Pvk = 4.2880 MN - nośność charakterystyczna cięgien
 P0 = 2.7872 MN - siła przed zakotwieniem
 P01 = 2.4669 MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
 P0dop = 2.7872 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym

nv(3) = 0.1230 MN - straty od różn. temp. cięgien i urządzeń oporowych
 nv(4) = 0.1973 MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
 nv(5) = 0.0962 MN - straty od relaksacji stali sprężającej
 nv(6) = 0.5012 MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
 nv(7) = 0.0054 MN - straty od skurczu płyty zesp.(1)
 nv(8) = 0.1261 MN - straty od skurczu nadbetonu (2)

Pv = 1.7381 MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
 Pvdop = 2.3584 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
 Sumaryczne straty siły sprężającej - 37.64% siły początkowej
 Sumaryczny naciąg trwały splotów - 40.53% nośności charakterystycznej
 Dopuszczalny naciąg trwały splotów - 55.00% nośności charakterystycznej

Wsp. odporności belki na rysy $n = 1.81$ - obliczony został dla wytrzymałości betonu na rozcz. $R(\text{btk}0.05) = 2.30 \text{ MPa}$

Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:

- Straty nv(3):
- różnica temp. cięgien i urządzeń oporowych $dt = 60$ stopni C
- Straty nv(4):
- wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia $E_b = 34600 \text{ MPa}$
- Straty nv(5):
- w pełnej wysokości wg. 5.6.2 PN-91/S-10042
- Straty nv(6):
- jedn. odkształcenie skurczowe w belce $\epsilon_s = 0.00032$
- wsp. pełzania betonu w belce $f_p = 3.20$

N A P R E Ż . O B L I C Z . W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz.	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.674	0.000	0.000	
6	0.780	-2.723	0.060	0.001	
5	0.770	-2.894	0.289	0.029	
4	0.690	-4.260	0.663	0.101	
3	0.290	-11.091	0.613	0.034	
2	0.120	-13.994	0.122	0.001	
1	0.000	-16.043	0.000	-0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-1.009	0.000	0.000	
6	0.780	-2.479	0.065	0.002	
5	0.770	-2.602	0.310	0.036	
4	0.690	-3.582	0.710	0.136	
3	0.290	-8.481	0.657	0.051	
2	0.120	-10.563	0.130	0.002	
1	0.000	-12.033	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					

W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.208	0.000	0.000	
6	0.780	-1.931	0.096	0.005	
5	0.770	-2.075	0.460	0.097	
4	0.690	-3.224	1.053	0.314	
3	0.290	-8.967	0.974	0.105	
2	0.120	-11.408	0.193	0.003	
1	0.000	-13.132	0.000	0.000	

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu					

W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.995	19.098			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.035		-0.000		
1	0.900		0.014		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.526	0.015	0.526	
6	0.780	-1.477	0.135	0.012	
5	0.770	-1.644	0.645	0.223	
4	0.690	-2.979	1.465	0.600	
3	0.290	-9.654	1.334	0.181	
2	0.120	-12.491	0.263	0.006	
1	0.000	-14.494	0.000	0.000	

Razem - naprężenia w stanie użytkowym					

W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.995	109.573			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.035		-0.000		
1	0.900		0.048		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	4.040	0.053	4.041	
6	0.780	0.762	0.354	0.901	
5	0.770	0.489	1.682	1.945	
4	0.690	-1.696	3.803	3.049	
3	0.290	-12.621	3.449	0.881	
2	0.120	-17.265	0.648	0.024	
1	0.000	-20.542	0.000	-0.000	

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające

znak (+) - naprężenia normalne rozciągające

Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym

t = t0 - obc. krótkotrwałe

t = tn - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Belka strunobetonowa zespolona z nadbetonem
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

D A N E P O C Z Ą T K O W E - węzeł nr 9 - moment ujemny

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	1.380
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego $E_0 = 37800 \text{ MPa}$
 Jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia $fp = 3.20$
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty $fp = 2.10$
 Wytrż. charakt. betonu na rozc. $R(\text{btk}0.05) = 2.300 \text{ MPa}$

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia < m >	liczba cięgien < szt >
3	0.220	28
2	0.110	4
1	0.060	32

Przekrój pojed. cięgna sprężającego $av(1) = 0.356 \text{ cm}^2$
 Moduł sprężystości stali sprężającej $E_s = 180000 \text{ MPa}$
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno $N_v(1) = 0.0670 \text{ MN}$

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	0.900	0.000	0.120
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) $E_b = 30000 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.10$
 Różnica wsp.skurczu między płytą a belką: $\delta(s) = 0.000160$

Charakterystyka nadbetonu zespolonego (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	1.025	0.000	1.500
1	0.900	1.500	0.000

Moduł sprężystości nadbetonu (2) $E_b = 34600 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.50$
 Różnica wsp.skurczu między nadbetonem a belką: $\delta(s) = 0.000130$

Położenie stali zbrojeniowej w nadbetonie (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	przekrój stali < cm ² >
2	0.000	0.00
1	0.985	15.71

Moduł sprężystości stali zbrojeniowej $E_z = 210000 \text{ MPa}$

O B C I A Ź E N I A

	Moment zginający < MNm >	Siła poprzeczna < MN >	Wsp. obciążenia
- c.własny belki	0.28610	0.02810	1.200
- c.stały przed zespoleniem	0.02200	0.00200	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	-0.01440	0.01430	1.200
- c.stały po 2 zespoleniu	-0.10650	0.01900	1.200
- obc. ruchome	-0.23534	0.10200	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środka ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykle	7.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	6.000	0.371570	0.542	0.0394089
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.382999	0.551	0.0404097
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.915	0.565623	0.684	0.0617629
5 - belka+zbr.(1) - mom.ujemny	7.000	0.371570	0.342	0.0394089
6 - belka+zbr.(1+2)- mom.ujemny	7.000	0.382567	0.554	0.0415134
Mimośród siły sprężającej	e = 0.4085 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środka ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykle	20.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	18.000	0.398911	0.514	0.0438232
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.410340	0.523	0.0450203
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.811	0.593772	0.660	0.0701792
5 - belka+zbr.(1) - mom.ujemny	20.000	0.398911	0.514	0.0438232
6 - belka+zbr.(1+2)- mom.ujemny	20.000	0.430331	0.548	0.0503054
Mimośród siły sprężającej	e = 0.3805 m			

N A P R E Ż . C H A R A K T . W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	2.484	0.000	0.000	
6	0.780	-0.535	0.000	0.000	
5	0.770	-0.786	0.000	0.000	
4	0.690	-2.799	0.000	0.000	
3	0.290	-12.861	0.000	0.000	
2	0.120	-17.137	0.000	0.000	
1	0.000	-20.155	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = tn					

Remont mostu przez rz. Bystrycę (od strony górnej wody) w ciągu jezni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

W dźwigarze głównym					
7	0.900	-2.522	0.000	0.000	
6	0.780	-1.739	0.025	0.000	
5	0.770	-1.674	0.120	0.000	
4	0.690	-1.151	0.275	0.000	
3	0.290	1.460	0.269	0.000	
2	0.120	2.570	0.049	0.000	
1	0.000	3.353	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.039	0.000	0.000	
6	0.780	-2.274	0.025	0.000	
5	0.770	-2.460	0.120	0.006	
4	0.690	-3.950	0.275	0.019	
3	0.290	-11.400	0.269	0.006	
2	0.120	-14.567	0.049	0.000	
1	0.000	-16.802	0.000	0.000	

< II > - Naprężenia w stanie bezużytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.082	0.000	0.000	
6	0.780	0.019	0.000	0.000	
5	0.770	0.027	0.000	0.000	
4	0.690	0.094	0.000	0.000	
3	0.290	0.428	0.000	0.000	
2	0.120	0.570	0.000	0.000	
1	0.000	0.670	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.194	0.000	0.000	
6	0.780	-0.134	0.002	0.000	
5	0.770	-0.129	0.009	0.000	
4	0.690	-0.089	0.020	0.000	
3	0.290	0.112	0.019	0.000	
2	0.120	0.198	0.003	0.000	
1	0.000	0.258	0.000	0.000	
Naprężenia od skurczu i pełzania betonu w belce - t = t _n					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.440	0.000	0.000	
6	0.780	0.101	0.000	0.000	
5	0.770	0.146	0.000	0.000	
4	0.690	0.506	0.000	0.000	
3	0.290	2.310	0.000	0.000	
2	0.120	3.076	0.000	0.000	
1	0.000	3.617	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.754	0.000	0.000	
6	0.780	-2.288	0.027	0.000	
5	0.770	-2.416	0.129	0.007	
4	0.690	-3.438	0.295	0.025	
3	0.290	-8.551	0.289	0.010	
2	0.120	-10.723	0.052	0.000	
1	0.000	-12.257	0.000	-0.000	

< III > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn					
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.127	0.000	0.000	
6	0.780	0.088	0.013	0.000	
5	0.770	0.084	0.061	0.000	
4	0.690	0.058	0.140	0.000	
3	0.290	-0.073	0.137	0.000	
2	0.120	-0.129	0.025	0.000	
1	0.000	-0.169	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.627	0.000	0.000	
6	0.780	-2.201	0.040	0.001	
5	0.770	-2.332	0.190	0.015	
4	0.690	-3.380	0.435	0.055	
3	0.290	-8.624	0.426	0.021	
2	0.120	-10.853	0.077	0.001	
1	0.000	-12.426	0.000	0.000	

< IV > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
	< m >	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od obc. stałego po (2) zespoleniu - t = tn					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.025		0.000		
1	0.900		0.003		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.745	0.004	0.000	
6	0.780	0.491	0.017	0.000	
5	0.770	0.470	0.081	0.000	
4	0.690	0.301	0.182	0.000	
3	0.290	-0.546	0.173	0.000	
2	0.120	-0.906	0.031	0.000	
1	0.000	-1.160	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.025		0.000		

1	0.900		0.003		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.118	0.004	0.118	
6	0.780	-1.710	0.057	0.002	
5	0.770	-1.862	0.271	0.039	
4	0.690	-3.080	0.617	0.119	
3	0.290	-9.171	0.598	0.039	
2	0.120	-11.759	0.108	0.001	
1	0.000	-13.586	0.000	0.000	

< V > - Naprężenia w stanie użytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.985	48.823			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.025		-0.000		
1	0.900		0.008		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	1.959	0.008	0.000	
6	0.780	1.279	0.093	0.000	
5	0.770	1.222	0.441	0.000	
4	0.690	0.769	1.002	0.000	
3	0.290	-1.499	0.938	0.000	
2	0.120	-2.463	0.165	0.000	
1	0.000	-3.143	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.985	67.324			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.025		-0.000		
1	0.900		0.011		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	2.077	0.012	2.077	
6	0.780	-0.431	0.149	0.047	
5	0.770	-0.639	0.712	0.461	
4	0.690	-2.311	1.618	0.833	
3	0.290	-10.669	1.537	0.217	
2	0.120	-14.222	0.273	0.005	
1	0.000	-16.729	0.000	0.000	

Oznaczenia:

- znak (-) - naprężenia normalne ściskające
- znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
- Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
- t = t0 - obc. krótkotrwałe
- t = tn - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J A C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien
 Pvk = 4.2880 MN - nośność charakterystyczna cięgien
 P0 = 2.7872 MN - siła przed zakotwieniem
 P01 = 2.4266 MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
 P0dop = 2.7872 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym

nv(3) = 0.1230 MN - straty od różn. temp. cięgien i urządzeń oporowych
 nv(4) = 0.2375 MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
 nv(5) = 0.0962 MN - straty od relaksacji stali sprężającej
 nv(6) = 0.5192 MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
 nv(7) = 0.0054 MN - straty od skurczu płyty zesp.(1)
 nv(8) = 0.1261 MN - straty od skurczu nadbetonu (2)

Pv = 1.6798 MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
 Pvdop = 2.3584 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
 Sumaryczne straty siły sprężającej - 39.73% siły początkowej
 Sumaryczny naciąg trwałe splotów - 39.17% nośności charakterystycznej
 Dopuszczalny naciąg trwałe splotów - 55.00% nośności charakterystycznej

Wsp. odporności belki na rysy n = 22.22 - obliczony został dla wytrzymałości betonu na rozcz. R(btk0.05) = 2.30 MPa

Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:

- Straty nv(3):
- różnica temp. cięgien i urządzeń oporowych dt = 60 stopni C
- Straty nv(4):
- wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia Eb = 34600 MPa
- Straty nv(5):
- w pełnej wysokości wg. 5.6.2 PN-91/S-10042
- Straty nv(6):
- jedn. odkształcenie skurczowe w belce es = 0.00032
- wsp. pełzania betonu w belce fp = 3.20

N A P R E Ż . O B L I C Z . W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.543	0.000	0.000	
6	0.780	-2.622	0.030	0.000	
5	0.770	-2.795	0.144	0.007	
4	0.690	-4.180	0.331	0.026	
3	0.290	-11.108	0.323	0.009	
2	0.120	-14.053	0.058	0.000	
1	0.000	-16.131	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-1.298	0.000	0.000	
6	0.780	-2.663	0.032	0.000	
5	0.770	-2.776	0.155	0.009	
4	0.690	-3.686	0.354	0.034	
3	0.290	-8.236	0.346	0.015	
2	0.120	-10.170	0.063	0.000	
1	0.000	-11.535	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					

W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-1.145	0.000	0.000	
6	0.780	-2.558	0.048	0.001	
5	0.770	-2.675	0.228	0.019	
4	0.690	-3.617	0.522	0.074	
3	0.290	-8.324	0.511	0.031	
2	0.120	-10.325	0.092	0.001	
1	0.000	-11.737	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.985	22.201			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.025		0.000		
1	0.900		0.004		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.251	0.005	0.000	
6	0.780	-1.968	0.068	0.002	
5	0.770	-2.111	0.325	0.049	
4	0.690	-3.256	0.740	0.160	
3	0.290	-8.980	0.718	0.057	
2	0.120	-11.413	0.129	0.001	
1	0.000	-13.130	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					
W stali zbrojeniowej w nadbetonie (2)					
1	0.985	95.436			
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.025		-0.000		
1	0.900		0.016		
W stali zbrojeniowej w płycie (1)					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900		0.000		
1	0.780		0.000		
W dźwigarze głównym					
7	0.900	2.688	0.017	2.688	
6	0.780	-0.050	0.207	0.184	
5	0.770	-0.278	0.987	0.858	
4	0.690	-2.103	2.243	1.425	
3	0.290	-11.228	2.126	0.389	
2	0.120	-15.106	0.377	0.009	
1	0.000	-17.844	0.000	0.000	

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające
znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
t = t₀ - obc. krótkotrwałe
t = t_n - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

 * Wymiarowanie dźwigara sprężonego *
 * dwukrotnie zespolonego z płytą pomostu i nadbetonem *
 * metoda obliczeń wg. PN-91/S-10042 *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Belka strunobetonowa zespolona z nadbetonem
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

D A N E P O C Z Ą T K O W E - węzeł nr 10 - mom. dodatni

Charakterystyka przekroju podstawowego dźwigara głównego:

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
7	0.900	0.000	1.380
6	0.780	1.380	1.380
5	0.770	0.300	0.300
4	0.690	0.140	0.140
3	0.290	0.140	0.140
2	0.120	0.480	0.480
1	0.000	0.480	0.000

Moduł sprężystości dźwigara głównego $E_0 = 37800 \text{ MPa}$
 Jedn. odkształcenie skurczowe w belce $es = 0.00032$
 Wsp. pełzania w chwili sprężenia $fp = 3.20$
 Wsp. pełzania w chwili zabet. płyty $fp = 2.10$
 Wyttrz. charakt. betonu na rozc. R(btk0.05) = 2.300 MPa

Położenie cięgien sprężających typu 1 :

Nr poziomu	wys. położenia < m >	liczba cięgien < szt >
3	0.160	28
2	0.110	4
1	0.060	32

Przekrój pojed. cięgna sprężającego $av(1) = 0.356 \text{ cm}^2$
 Moduł sprężystości stali sprężającej $E_s = 180000 \text{ MPa}$
 Charakt. siła zrywająca 1 cięgno $N_v(1) = 0.0670 \text{ MN}$

Charakterystyka płyty zespolonej (1):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	0.900	0.000	0.120
1	0.780	0.120	0.000

Moduł sprężystości płyty (1) $E_b = 30000 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.10$
 Różnica wsp.skurczu między płytą a belką: $\delta(s) = 0.000160$

Charakterystyka nadbetonu zespolonego (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	szer. powyżej < m >	szer. poniżej < m >
2	1.020	0.000	1.500
1	0.900	1.500	0.000

Moduł sprężystości nadbetonu (2) $E_b = 34600 \text{ MPa}$
 Wsp. pełzania betonu $fp = 2.50$
 Różnica wsp.skurczu między nadbetonem a belką: $\delta(s) = 0.000130$

Położenie stali zbrojeniowej w nadbetonie (2):

Nr poziomu	wys. położenia < m >	przekrój stali < cm ² >
2	0.000	0.00
1	0.980	15.71

Moduł sprężystości stali zbrojeniowej $E_z = 210000 \text{ MPa}$

O B C I A Ź E N I A

	Moment zginający < MNm >	Siła poprzeczna < MN >	Wsp. obciążenia
- c.własny belki	0.32480	0.00000	1.200
- c.stały przed zespoleniem	0.02180	0.00000	1.200
- c.stały po 1 zespoleniu	0.00550	0.00000	1.200
- c.stały po 2 zespoleniu	-0.08200	0.00000	1.200
- obc. ruchome	0.54530	0.03150	1.500

W Y N I K I O B L I C Z E Ń

Obliczone charakterystyki przekroju sprężonego zespolonego z płytą:

A. Dla obciążeń krótkotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	7.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	6.000	0.371570	0.541	0.0396610
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.382999	0.550	0.0406681
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.915	0.558758	0.679	0.0612845
Mimośród siły sprężającej	e = 0.4338 m			

B. Dla obciążeń długotrwałych:

	n = Es/Eb	Pole przekroju poprzecz. < m ² >	Położenie środk ciężkości < m >	Moment bezwładn. < m ⁴ >
0 - belka + zbroj. zwykłe	20.000	0.357900	0.557	0.0369583
1 - belka osłabiona kanałami	1.000	0.357900	0.557	0.0369583
2 - belka z ciągnami spręż.	18.000	0.398911	0.511	0.0445172
3 - belka z płytą zesp.(1)	0.794	0.410340	0.520	0.0457339
4 - belka z płytą zesp.(1) i (2)	0.811	0.587692	0.654	0.0702691
Mimośród siły sprężającej	e = 0.4041 m			

N A P R E Ź . C H A R A K T . W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

< I > - Naprężenia w stanie początkowym

		N A P R E Ź E N I A			
Nr poz.	Wysokość położenia < m >	Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od sprężenia po stratach doraźnych - t = 0					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	2.985	0.000	0.000	
6	0.780	-0.177	0.000	0.000	
5	0.770	-0.441	0.000	0.000	
4	0.690	-2.549	0.000	0.000	
3	0.290	-13.089	0.000	0.000	
2	0.120	-17.568	0.000	0.000	
1	0.000	-20.730	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru własnego belki - t = tn					

W dźwigarze głównym					
7	0.900	-2.839	0.000	0.000	
6	0.780	-1.963	0.000	0.000	
5	0.770	-1.890	0.000	0.000	
4	0.690	-1.306	0.000	0.000	
3	0.290	1.612	0.000	0.000	
2	0.120	2.852	0.000	0.000	
1	0.000	3.728	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	0.146	0.000	0.146	
6	0.780	-2.140	0.000	0.000	
5	0.770	-2.331	0.000	0.000	
4	0.690	-3.855	0.000	0.000	
3	0.290	-11.477	0.000	0.000	
2	0.120	-14.716	0.000	0.000	
1	0.000	-17.003	0.000	-0.000	

< II > - Naprężenia w stanie bezużytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	NAPRĘŻENIA			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozcz. < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od strat spowodowanych relaksacją stali - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.099	0.000	0.000	
6	0.780	0.006	0.000	0.000	
5	0.770	0.015	0.000	0.000	
4	0.690	0.085	0.000	0.000	
3	0.290	0.434	0.000	0.000	
2	0.120	0.582	0.000	0.000	
1	0.000	0.687	0.000	0.000	
Naprężenia od ciężaru stałego przed (1) zespoleniem - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.191	0.000	0.000	
6	0.780	-0.132	0.000	0.000	
5	0.770	-0.127	0.000	0.000	
4	0.690	-0.088	0.000	0.000	
3	0.290	0.108	0.000	0.000	
2	0.120	0.191	0.000	0.000	
1	0.000	0.250	0.000	0.000	
Naprężenia od skurczu i pełzania betonu w belce - t = tn					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.542	0.000	0.000	
6	0.780	0.034	0.000	0.000	
5	0.770	0.082	0.000	0.000	
4	0.690	0.466	0.000	0.000	
3	0.290	2.386	0.000	0.000	
2	0.120	3.203	0.000	0.000	
1	0.000	3.779	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.685	0.000	-0.000	
6	0.780	-2.232	0.000	0.000	
5	0.770	-2.361	0.000	0.000	
4	0.690	-3.392	0.000	0.000	
3	0.290	-8.548	0.000	0.000	
2	0.120	-10.740	0.000	0.000	
1	0.000	-12.287	0.000	-0.000	

< III > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu

Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
		< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od skurczu i pełzania płyty zesp. (1) - t = tn					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	1.587	0.000	0.000	
1	0.780	1.600	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.084	0.000	0.000	
6	0.780	-0.071	0.000	0.000	
5	0.770	-0.070	0.000	0.000	
4	0.690	-0.062	0.000	0.000	
3	0.290	-0.019	0.000	0.000	
2	0.120	-0.000	0.000	0.000	
1	0.000	0.012	0.000	0.000	
Naprężenia od obc. stałego po (1) zespoleniu - t = tn					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.036	0.000	0.000	
1	0.780	-0.025	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.046	0.000	0.000	
6	0.780	-0.031	0.000	0.000	
5	0.770	-0.030	0.000	0.000	
4	0.690	-0.020	0.000	0.000	
3	0.290	0.028	0.000	0.000	
2	0.120	0.048	0.000	0.000	
1	0.000	0.063	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu					
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	1.550	0.000	1.550	
1	0.780	1.575	0.000	1.575	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.815	0.000	0.000	
6	0.780	-2.334	0.000	0.000	
5	0.770	-2.461	0.000	-0.000	
4	0.690	-3.474	0.000	0.000	
3	0.290	-8.539	0.000	-0.000	
2	0.120	-10.692	0.000	0.000	
1	0.000	-12.212	0.000	0.000	

< IV > - Naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu

Nr poz.	Wysokość położenia	N A P R E Ż E N I A			
		Normalne	Ścinające	Główne rozcz	Zastępcze
		< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
Naprężenia od skurczu i pełzania nadbetonu (2) - t = tn					
W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.020	0.661	0.000	0.000	
1	0.900	0.781	0.000	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.761	0.000	0.000	
1	0.780	-0.617	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.708	0.000	0.000	
6	0.780	-0.574	0.000	0.000	
5	0.770	-0.562	0.000	0.000	
4	0.690	-0.473	0.000	0.000	
3	0.290	-0.025	0.000	0.000	
2	0.120	0.166	0.000	0.000	

1	0.000	0.300	0.000	0.000
Naprężenia od obc. stałego po (2) zespoleniu - t = tn				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.020	0.391	0.000	0.000
1	0.900	0.263	0.000	0.000
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	0.228	0.000	0.000
1	0.780	0.117	0.000	0.000
W dźwigarze głównym				
7	0.900	0.287	0.000	0.000
6	0.780	0.147	0.000	0.000
5	0.770	0.135	0.000	0.000
4	0.690	0.042	0.000	0.000
3	0.290	-0.425	0.000	0.000
2	0.120	-0.623	0.000	0.000
1	0.000	-0.763	0.000	0.000
Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.020	1.053	0.000	1.053
1	0.900	1.044	0.000	1.044
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.017	0.000	1.017
1	0.780	1.075	0.000	1.075
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-1.236	0.000	-0.000
6	0.780	-2.761	0.000	-0.000
5	0.770	-2.888	0.000	0.000
4	0.690	-3.905	0.000	-0.000
3	0.290	-8.989	0.000	0.000
2	0.120	-11.150	0.000	0.000
1	0.000	-12.675	0.000	0.000

< V > - Naprężenia w stanie użytkowym

Nr poz.	Wysokość położenia < m >	N A P R E Ź E N I A			
		Normalne < MPa >	Ścinające < MPa >	Główne rozci < MPa >	Zastępcze < MPa >
Naprężenia od obciążenia ruchomego - t = t0					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.020	-2.777	-0.000	0.000	
1	0.900	-1.799	0.017	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-1.560	0.000	0.000	
1	0.780	-0.713	0.000	0.000	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-1.966	0.018	0.000	
6	0.780	-0.898	0.029	0.000	
5	0.770	-0.809	0.135	0.000	
4	0.690	-0.097	0.293	0.000	
3	0.290	3.462	0.254	0.000	
2	0.120	4.975	0.043	0.000	
1	0.000	6.042	0.000	0.000	
Razem - naprężenia w stanie użytkowym					

W nadbetonie zespolonym (2)					
2	1.020	-1.724	-0.000	0.000	
1	0.900	-0.755	0.017	0.000	
W płycie zespolonej (1)					
2	0.900	-0.543	0.000	0.000	
1	0.780	0.363	0.000	0.363	
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-3.201	0.018	0.000	
6	0.780	-3.659	0.029	0.000	
5	0.770	-3.697	0.135	0.005	

4	0.690	-4.002	0.293	0.021	
3	0.290	-5.527	0.254	0.012	
2	0.120	-6.175	0.043	0.000	
1	0.000	-6.632	0.000	0.000	

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające
znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
t = t0 - obc. krótkotrwałe
t = tn - obc. długotrwałe

S I Ł A S P R E Ż A J A C A I S T R A T Y

Początkową wartość siły sprężającej przed zakotwieniem przyjęto jako 65.00% nośności charakterystycznej cięgien
Pvk = 4.2880 MN - nośność charakterystyczna cięgien
P0 = 2.7872 MN - siła przed zakotwieniem
P01 = 2.4091 MN - siła po zakotwieniu z uwzgl. strat doraźnych
P0dop = 2.7872 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium początkowym

nv(3) = 0.1230 MN - straty od różn. temp. cięgien i urządzeń oporowych
nv(4) = 0.2550 MN - straty od odkształcenia sprężystego belki
nv(5) = 0.0962 MN - straty od relaksacji stali sprężającej
nv(6) = 0.5289 MN - straty od skurczu i pełzania betonu w belce
nv(7) = 0.0050 MN - straty od skurczu płyty zesp. (1)
nv(8) = 0.1197 MN - straty od skurczu nadbetonu (2)

Pv = 1.6594 MN - siła sprężająca z uwzgl. wszystkich strat
Pvdop = 2.3584 MN - dopuszczalna siła sprężająca w stadium użytkowym
Sumaryczne straty siły sprężającej - 40.46% siły początkowej
Sumaryczny naciąg trwałe splotów - 38.70% nośności charakterystycznej
Dopuszczalny naciąg trwałe splotów - 55.00% nośności charakterystycznej

Wsp. odporności belki na rysy n = 2.28 - obliczony został dla wytrzymałości betonu na rozcz. R(btK0.05) = 2.30 MPa

Straty siły sprężającej obliczono przy następujących założeniach:

Straty nv(3):

- różnica temp. cięgien i urządzeń oporowych dt = 60 stopni C

Straty nv(4):

- wsp. sprężystości belki w chwili kotwienia Eb = 34600 MPa

Straty nv(5):

- w pełnej wysokości wg.5.6.2 PN-91/S-10042

Straty nv(6):

- jedn. odkształcenie skurczowe w belce es = 0.00032

- wsp. pełzania betonu w belce fp = 3.20

N A P R E Ż . O B L I C Z . W P R Z E K R O J U Z E S P O Ł O N Y M

		N A P R E Ż E N I A			
Nr	Wysokość	Normalne	Ścinające	Główne rozcz.	Zastępcze
poz.	- położenia	< MPa >	< MPa >	< MPa >	< MPa >
	< m >				
Razem - naprężenia w stanie początkowym					
W dźwigarze głównym					
7	0.900	-0.422	0.000	0.000	
6	0.780	-2.533	0.000	-0.000	
5	0.770	-2.709	0.000	-0.000	
4	0.690	-4.117	0.000	0.000	
3	0.290	-11.154	0.000	-0.000	
2	0.120	-14.146	0.000	0.000	

1	0.000	-16.257	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym				

W dźwigarze głównym				
7	0.900	-1.291	0.000	0.000
6	0.780	-2.651	0.000	0.000
5	0.770	-2.764	0.000	-0.000
4	0.690	-3.671	0.000	0.000
3	0.290	-8.204	0.000	0.000
2	0.120	-10.131	0.000	-0.000
1	0.000	-11.491	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (1) zespoleniu				

W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.860	0.000	1.860
1	0.780	1.890	0.000	1.890
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-1.447	0.000	0.000
6	0.780	-2.774	0.000	-0.000
5	0.770	-2.884	0.000	0.000
4	0.690	-3.769	0.000	0.000
3	0.290	-8.194	0.000	0.000
2	0.120	-10.074	0.000	-0.000
1	0.000	-11.401	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie bezużytkowym po (2) zespoleniu				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.020	1.263	0.000	1.263
1	0.900	1.253	0.000	1.253
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	1.220	0.000	1.220
1	0.780	1.290	0.000	1.290
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-1.952	0.000	0.000
6	0.780	-3.286	0.000	0.000
5	0.770	-3.397	0.000	0.000
4	0.690	-4.286	0.000	0.000
3	0.290	-8.733	0.000	0.000
2	0.120	-10.623	0.000	-0.000
1	0.000	-11.957	0.000	0.000

Razem - naprężenia w stanie użytkowym				

W nadbetonie zespolonym (2)				
2	1.020	-2.902	-0.000	0.000
1	0.900	-1.446	0.025	0.000
W płycie zespolonej (1)				
2	0.900	-1.120	0.000	0.000
1	0.780	0.221	0.000	0.221
W dźwigarze głównym				
7	0.900	-4.900	0.028	0.000
6	0.780	-4.632	0.044	0.000
5	0.770	-4.610	0.203	0.009
4	0.690	-4.432	0.440	0.043
3	0.290	-3.540	0.382	0.041
2	0.120	-3.161	0.065	0.001
1	0.000	-2.893	0.000	0.000

Oznaczenia:

znak (-) - naprężenia normalne ściskające
znak (+) - naprężenia normalne rozciągające
Naprężenia ścinające obliczone są dla rzeczywistej szerokości przekroju na danym poziomie obliczeniowym
t = t0 - obc. krótkotrwałe
t = tn - obc. długotrwałe

KONIEC OBLICZEŃ

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <MIMOS-P> - wersja marzec 1998r.

 * Wymiarowanie mimośrodowo ściskanego lub zginanego *
 * przekroju prostokątnego lub teowego *
 * metoda NL *

Nazwa obiektu: Most przez rzekę Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: Uciąglenie przęsła nad podporą
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE

Moment zginający M = 1303.00 kNm
 Siła podłużna P = 0.00 kN
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość przekroju b = 1.50 m
 - całkowita wysokość przekroju h = 1.05 m
 - otulina zbrojenia rozc. ar = 0.05 m
 - otulina zbrojenia ścisk. as = 0.05 m
 - przyjęty współczynnik $n = E_s/E_b$ n = 10.00
 Wytrzymałość obl.stali zbrojeniowej Ra = 295.00 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na ściskanie Rbb = 14.00 MPa
 Wytrzymałość obl.żelbetu na ściskanie Rbl = 17.30 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

DOBIERANIE ZERÓJENIA (w zakresie 0.20% do 4.0% F_b)

Wysokość strefy ściskanej x = 0.21 m
 Obliczony przekrój zbrojenia w strefie rozciąganej Fr = 47.32 cm²
 Obliczony przekrój zbrojenia w strefie ściskanej Fs = 31.50 cm²
 Oblicz. naprężenia ściskające w betonie Sb = 7.76 MPa
 Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. Sr = 295.10 MPa

DANE POCZĄTKOWE - SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ

Moment zginający M = 1303.00 kNm
 Siła podłużna P = 0.00 kN
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość przekroju b = 1.50 m
 - całkowita wysokość przekroju h = 1.05 m
 - przekrój stali w strefie rozciąganej Fr = 47.10 cm²
 - przekrój stali w strefie ściskanej Fs = 0.00 cm²
 - otulina zbrojenia rozc. ar = 0.05 m
 - otulina zbrojenia ścisk. as = 0.05 m
 - przyjęty współczynnik $n = E_s/E_b$ n = 10.00
 Wytrzymałość obl.stali zbrojeniowej Ra = 295.00 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na ściskanie Rbb = 14.00 MPa
 Wytrzymałość obl.żelbetu na ściskanie Rbl = 17.30 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Wysokość strefy ściskanej x = 0.22 m
 Oblicz. naprężenia ściskające w betonie Sb = 8.48 MPa
 Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. Sr = 298.66 MPa

KONIEC OBLICZEŃ

Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <BELKA> - wersja marzec 1998r.

 * ANALIZA STATYCZNA BELKI NA SPRĘŻYSTYCH PODPORACH *
 * Z UWZGLĘDNIENIEM SIŁ POPRZECZNYCH *

Nazwa obiektu: Most przez rzekę Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: poprzecznice podporowe - schematy obliczeniowe
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

Liczba węzłów w = 13 szt
 Moduł sprężystości belki E = 34600 MPa

Pręt	długość l (m)	moment bezwł. J (m4)	przekrój A (m2)
1 - 2	1.655	0.194999999	
2 - 3	0.827	0.194999999	
3 - 4	0.827	0.194999999	
4 - 5	1.655	0.194999999	
5 - 6	1.655	0.194999999	
6 - 7	0.827	0.194999999	
7 - 8	0.827	0.194999999	
8 - 9	1.655	0.194999999	
9 - 10	1.655	0.194999999	
10 - 11	0.827	0.194999999	
11 - 12	0.827	0.194999999	
12 - 13	1.655	0.194999999	

Podpory stałe:

Opis kodów podpór stałych:

kod 1 - brak obrotu
 kod 2 - brak przemieszczenia pionowego
 kod 3 - podpora utwierdzona całkowicie

Nr węzła	kod podpory
1	2
3	2
5	2
7	2
9	2
11	2
13	2

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 1

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	wielkość obciążenia
1	100.000 kN - siła
2	100.000 kN - siła
4	100.000 kN - siła
5	100.000 kN - siła
6	100.000 kN - siła
8	100.000 kN - siła
9	100.000 kN - siła
10	100.000 kN - siła
12	100.000 kN - siła
13	100.000 kN - siła

Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000004	0.000000
2	-0.000000	0.000001
3	-0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000001
5	0.000000	0.000000
6	-0.000000	0.000001
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000001
9	-0.000000	0.000000
10	-0.000000	0.000001
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.000001
13	-0.000004	0.000000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	32.368	
3	-34.199	
4	24.726	
5	-22.924	
6	26.140	
7	-32.078	
8	26.140	
9	-22.924	
10	24.726	
11	-34.199	
12	32.368	
13	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	19.558	-19.558
2	-80.442	80.442
3	71.209	-71.209
4	-28.792	28.792
5	29.646	-29.646
6	-70.354	70.354
7	70.354	-70.354
8	-29.646	29.646
9	28.792	-28.792
10	-71.209	71.209
11	80.442	-80.442
12	-19.558	19.558

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	119.558
3	151.651
5	158.437
7	140.708
9	158.437
11	151.651

13 119.558

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 -12	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 2

Obciążenie ciągłe:

Nr pręta	obc. ciągłe q (kN/m)
1	10.000
2	10.000
3	10.000
4	10.000
5	10.000
6	10.000
7	10.000
8	10.000
9	10.000
10	10.000
11	10.000
12	10.000

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000001	0.00000
2	-0.000000	0.00000
3	-0.000000	0.00000
4	0.000000	0.00000
5	0.000000	0.00000
6	-0.000000	0.00000
7	0.000000	0.00000
8	0.000000	0.00000
9	-0.000000	0.00000
10	-0.000000	0.00000
11	0.000000	0.00000
12	0.000000	0.00000
13	-0.000001	0.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	2.502	
3	-6.518	
4	0.922	
5	-4.741	
6	1.712	
7	-5.333	
8	1.712	
9	-4.741	
10	0.922	
11	-6.518	

Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

12	2.502
13	0.000

Siły poprzeczne:

Nr przęta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	9.787	6.763
2	-6.763	15.038
3	13.129	-4.854
4	4.854	11.696
5	12.174	4.376
6	-4.376	12.651
7	12.651	-4.376
8	4.376	12.174
9	11.696	4.854
10	-4.854	13.129
11	15.038	-6.763
12	6.763	9.787

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	9.787
3	28.167
5	23.870
7	25.302
9	23.870
11	28.167
13	9.787

Maksymalne momenty w przętach:

Nr przęta	x(l) (m)	max M (kNm)
1	0.993	4.788
2	nie ma ekstremum	
3	nie ma ekstremum	
4	0.496	2.099
5	1.200	2.668
6	nie ma ekstremum	
7	nie ma ekstremum	
8	0.455	2.668
9	1.158	2.099
10	nie ma ekstremum	
11	nie ma ekstremum	
12	0.662	4.788

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	wielkość obciążenia
1	100.000 kN - siła
2	100.000 kN - siła
4	100.000 kN - siła
5	100.000 kN - siła
6	100.000 kN - siła
8	100.000 kN - siła
9	100.000 kN - siła
10	100.000 kN - siła

WYNIKI OBLICZEŃ

Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000002	0.00000
2	-.000001	0.00000
3	-.000001	0.00000
4	0.000001	0.00000
5	0.000000	0.00000
6	-.000001	0.00000
7	-.000000	0.00000
8	0.000001	0.00000
9	0.000001	0.00000
10	-.000001	0.00000
11	-.000002	0.00000
12	-.000000	-.00000
13	0.000001	-.00000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	27.426	
3	-41.611	
4	21.611	
5	-17.446	
6	25.540	
7	-35.717	
8	23.497	
9	-23.576	
10	35.913	
11	-17.092	
12	-11.395	
13	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	16.572	-16.572
2	-83.428	83.428
3	76.401	-76.401
4	-23.599	23.599
5	25.973	-25.973
6	-74.027	74.027
7	71.558	-71.558
8	-28.442	28.442
9	35.945	-35.945
10	-64.055	64.055
11	6.885	-6.885
12	6.885	-6.885

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	116.572
3	159.829
5	149.573
7	145.584
9	164.387
11	70.940
13	-6.885

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 -12	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 4

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	wielkość obciążenia
2	380.400 kN - siła
3	76.100 kN - siła
4	304.300 kN - siła

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000008	0.000000
2	-0.000005	0.000001
3	-0.000003	0.000000
4	0.000003	0.000000
5	-0.000002	0.000000
6	0.000001	-0.000000
7	0.000001	-0.000000
8	0.000000	0.000000
9	-0.000000	0.000000
10	0.000000	-0.000000
11	0.000000	-0.000000
12	0.000000	0.000000
13	-0.000000	0.000000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	108.110	
3	-152.616	
4	59.768	
5	-19.081	
6	-2.953	
7	5.111	
8	2.953	
9	-1.363	
10	-0.227	
11	0.341	
12	0.227	
13	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	65.323	-65.323
2	-315.077	315.077
3	256.657	-256.657
4	-47.643	47.643

5	9.745	-9.745
6	9.745	-9.745
7	-2.608	2.608
8	-2.608	2.608
9	0.686	-0.686
10	0.686	-0.686
11	-0.137	0.137
12	-0.137	0.137

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	65.323
3	647.833
5	57.388
7	-12.353
9	3.294
11	-0.824
13	0.137

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(1) (m)	max M (kNm)
1 -12	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 5

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	wielkość obciążenia
6	139.500 kN - siła
8	240.900 kN - siła
9	215.500 kN - siła
10	164.900 kN - siła

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000000	0.000000
2	-.000000	0.000000
3	-.000000	-.000000
4	-.000000	-.000000
5	0.000001	0.000000
6	-.000001	0.000000
7	0.000002	0.000000
8	0.000002	0.000000
9	-.000000	0.000000
10	-.000001	0.000000
11	-.000003	0.000000
12	-.000001	-.000000
13	0.000002	-.000000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	1.318	

3	1.977	
4	-1.318	
5	-7.908	
6	25.686	
7	-72.953	
8	67.583	67.583
9	-50.035	
10	57.361	
11	-25.395	
12	-16.930	
13	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	0.796	-0.796
2	0.796	-0.796
3	-3.982	3.982
4	-3.982	3.982
5	20.299	-20.299
6	-119.201	119.201
7	169.832	-169.832
8	-71.068	71.068
9	64.892	-64.892
10	-100.008	100.008
11	10.230	-10.230
12	10.230	-10.230

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	0.796
3	-4.779
5	24.281
7	289.033
9	351.460
11	110.238
13	-10.230

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 - 12	nie ma ekstremum	

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 6

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	wielkość obciążenia
10	100.000 kN - siła
12	100.000 kN - siła
13	100.000 kN - siła

WYNIKI OBLICZEŃ

Przemieszczenia:

Nr węzła	obrót (rad)	ugięcie (m)
1	0.000000	0.000000
2	-.000000	0.000000
3	-.000000	-.000000

4	-0.000000	-0.000000
5	0.000000	0.000000
6	-0.000000	0.000000
7	-0.000000	-0.000000
8	-0.000000	-0.000000
9	0.000001	0.000000
10	-0.000001	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.000001	0.000000
13	-0.000002	0.000000

Momenty węzłowe:

Nr węzła	moment (kNm) lewy	moment (kNm) prawy
1	0.000	
2	0.094	
3	0.141	
4	-0.094	
5	-0.566	
6	1.226	
7	2.122	
8	-1.226	
9	-7.921	
10	23.198	
11	-43.992	
12	25.839	25.839
13	0.000	

Siły poprzeczne:

Nr pręta	T(l) (kN)	T(p) (kN)
1	0.057	-0.057
2	0.057	-0.057
3	-0.285	0.285
4	-0.285	0.285
5	1.083	-1.083
6	1.083	-1.083
7	-4.046	4.046
8	-4.046	4.046
9	18.803	-18.803
10	-81.197	81.197
11	84.387	-84.387
12	-15.613	15.613

Pionowe reakcje podporowe:

Nr węzła	reakcja (kN)
1	0.057
3	-0.342
5	1.368
7	-5.128
9	22.849
11	165.584
13	115.613

Maksymalne momenty w prętach:

Nr pręta	x(l) (m)	max M (kNm)
1 - 12	nie ma ekstremum	

K O N I E C O B L I C Z E Ń

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <MIMOS-P> - wersja marzec 1998r.

 * Wymiarowanie mimośrodowo ściskanego lub zginanego *
 * przekroju prostokątnego lub teowego *
 * metoda NL *

Nazwa obiektu: Most przez rzekę Bystrzycę w Lublinie
 Nazwa elementu: poprzecznicę podporowe - wymiarowanie
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE - poprzecznicę nad filarem - M min

=====
 Moment zginający M = 487.00 kNm
 Siła podłużna P = 0.00 kN
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość przekroju b = 1.20 m
 - całkowita wysokość przekroju h = 1.25 m
 - przekrój stali w strefie rozciąganej Fr = 31.42 cm²
 - przekrój stali w strefie ściskanej Fs = 31.42 cm²
 - otulina zbrojenia rozcz. ar = 0.09 m
 - otulina zbrojenia ścisk. as = 0.05 m
 - przyjęty współczynnik n = Es/Eb n = 10.00
 Wytrzymałość obl.stali zbrojeniowej Ra = 200.00 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na ściskanie Rbb = 15.00 MPa
 Wytrzymałość obl.żelbetu na ściskanie Rb1 = 20.20 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

=====
 Wysokość strefy ściskanej x = 0.20 m
 Oblicz. naprężenia ściskające w betonie Sb = 3.03 MPa
 Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. Sr = 141.59 MPa

DANE POCZĄTKOWE - poprzecznicę nad przyczółkiem - M min

=====
 Moment zginający M = 313.00 kNm
 Siła podłużna P = 0.00 kN
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość przekroju b = 0.75 m
 - całkowita wysokość przekroju h = 1.25 m
 - przekrój stali w strefie rozciąganej Fr = 25.10 cm²
 - przekrój stali w strefie ściskanej Fs = 25.10 cm²
 - otulina zbrojenia rozcz. ar = 0.09 m
 - otulina zbrojenia ścisk. as = 0.05 m
 - przyjęty współczynnik n = Es/Eb n = 10.00
 Wytrzymałość obl.stali zbrojeniowej Ra = 200.00 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na ściskanie Rbb = 15.00 MPa
 Wytrzymałość obl.żelbetu na ściskanie Rb1 = 20.20 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

=====
 Wysokość strefy ściskanej x = 0.23 m
 Oblicz. naprężenia ściskające w betonie Sb = 2.76 MPa
 Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. Sr = 114.45 MPa

KONIEC OBLICZEŃ

Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <RAMA> - wersja marzec 1998r.

 * ANALIZA STATYCZNA RAMY *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w c. ul. Krochmalnej
 Nazwa elementu: Filar
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

CHARAKTERYSTYKA UKŁADU RAMY

Liczba węzłów w = 12 szt
 Liczba prętów p = 11 szt
 Moduł sprężystości E = 34600 MPa

Charakterystyka prętów

Nr pręta	węzły L - P	moment bezwł. J (cm4)	przekrój F (cm2)	długość L (m)	sin	cos	kod podp.
1	1 - 2	8649000	11000.0	1.655	0.00000	1.00000	0
2	2 - 4	8649000	11000.0	0.827	0.00000	1.00000	0
3	4 - 5	8649000	11000.0	2.483	0.00000	1.00000	0
4	5 - 6	8649000	11000.0	2.482	0.00000	1.00000	0
5	6 - 8	8649000	11000.0	2.483	0.00000	1.00000	0
6	8 - 9	8649000	11000.0	2.482	0.00000	1.00000	0
7	9 - 10	8649000	11000.0	0.827	0.00000	1.00000	0
8	10 - 12	8649000	11000.0	1.655	0.00000	1.00000	0
9	2 - 3	13730000	9750.0	3.350	1.00000	0.00000	0
10	6 - 7	13730000	9750.0	3.350	1.00000	0.00000	0
11	10 - 11	13730000	9750.0	3.350	1.00000	0.00000	0

Kod podparcia prętów:
 0 - zamocowanie
 1 - przegub z lewej strony
 2 - przegub z prawej strony
 3 - przegub z obu stron

Opis podpór:

Nr węzła podp.	kod podpory
3	7
7	7
11	7

Oznaczenia kodów podpory:
 1 - brak przesuwu w kierunku X
 2 - brak przesuwu w kierunku Y
 4 - brak możliwości obrotu

Kod podpory = suma wprowadz. ograniczeń

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 1

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	kier. obc.	Wielkość i rodzaj obciążenia
1	2	900.000 kN - siła
4	2	2078.000 kN - siła
5	2	1194.000 kN - siła

6	2	1453.000 kN	- siła
8	2	1676.000 kN	- siła
9	2	1313.000 kN	- siła
12	2	758.000 kN	- siła

Obciążenie przęsłowe równomierne:

Nr pręta	kier. obciąż.	obc. ciągłe q (kN/m)
1	2	34.500
2	2	34.500
3	2	34.500
4	2	34.500
5	2	5.000
6	2	34.500
7	2	34.500
8	2	34.500

WYNIKI OBLICZEŃ DLA SCHEMATU NR 1

Przemieszczenia węzłów:

Nr węzła	przemieszczenia (cm)		obrot węzła (rad*100)
	oś X	oś Y	
1	0.00336	0.06753	-0.034135
2	0.00336	0.03412	0.007923
3	-0.00000	0.00000	-0.000000
4	0.00303	0.05461	0.032242
5	0.00205	0.09068	-0.014484
6	0.00107	0.03567	0.002777
7	-0.00000	0.00000	-0.000000
8	-0.00026	0.10334	0.012595
9	-0.00160	0.04943	-0.035952
10	-0.00204	0.02765	-0.009273
11	0.00000	0.00000	0.000000
12	-0.00204	0.05166	0.026287

Siły i momenty przywęzłowe w prętach:

Nr pręta	Nr-y węzłów	siły normalne (kN)		siły poprzeczne (kN)		momenty zgin. (kNm)	
		lewa	prawa	lewa	prawa	lewy	prawy
1	1 - 2	0.00	0.00	-900.00	-957.10	0.00	-1536.75
2	2 - 4	-150.31	-150.31	2478.38	2449.85	-1900.87	136.95
3	4 - 5	-150.31	-150.31	371.85	286.19	136.95	953.91
4	5 - 6	-150.31	-150.31	-907.81	-993.44	953.91	-1405.55
5	6 - 8	-204.57	-204.57	1145.90	1133.48	-1535.83	1294.02
6	8 - 9	-204.57	-204.57	-542.52	-628.15	1294.02	-158.78
7	9 - 10	-204.57	-204.57	-1941.15	-1969.68	-158.77	-1775.90
8	10 - 12	0.00	0.00	815.10	758.00	-1301.74	-0.00
9	2 - 3	-3435.48	-3435.48	-150.31	-150.31	364.12	-139.40
10	6 - 7	-3592.34	-3592.34	-54.27	-54.27	130.28	-51.53
11	10 - 11	-2784.78	-2784.78	204.57	204.57	-474.17	211.16

Reakcje podporowe:

Nr węzła	kierunek działania	reakcja podporowa
3	1	150.305 kN - siła
3	2	-3435.476 kN - siła
3	3	139.401 kNm - moment
7	1	54.269 kN - siła
7	2	-3592.340 kN - siła
7	3	51.525 kNm - moment
11	1	-204.575 kN - siła

11	2	-2784.776 kN	- siła
11	3	-211.160 kNm	- moment

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 2

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	kier. obc.	Wielkość i rodzaj obciążenia
6	1	142.900 kN - siła

WYNIKI OBLICZEŃ DLA SCHEMATU NR 2

Przemieszczenia węzłów:

Nr węzła	przemieszczenia (cm)		obrót węzła (rad*100)
	oś X	oś Y	
1	0.00545	-0.00285	0.001633
2	0.00545	-0.00015	0.001633
3	0.00000	-0.00000	0.000000
4	0.00554	0.00072	0.000540
5	0.00581	-0.00008	-0.000665
6	0.00608	0.00000	0.001247
7	0.00000	0.00000	0.000000
8	0.00581	0.00008	-0.000666
9	0.00554	-0.00072	0.000540
10	0.00545	0.00015	0.001633
11	0.00000	0.00000	0.000000
12	0.00545	0.00285	0.001633

Siły i momenty przywęzłowe w prętach:

Nr pręta	Nr-y węzłów	siły normalne (kN)		siły poprzeczne (kN)		momenty zgin. (kNm)	
		lewa	prawa	lewa	prawa	lewy	prawy
1	1 - 2	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
2	2 - 4	41.19	41.19	-15.14	-15.14	45.84	33.32
3	4 - 5	41.19	41.19	-15.14	-15.14	33.32	-4.27
4	5 - 6	41.19	41.19	-15.14	-15.14	-4.27	-41.84
5	6 - 8	-41.19	-41.19	-15.14	-15.14	41.84	4.25
6	8 - 9	-41.19	-41.19	-15.14	-15.14	4.25	-33.32
7	9 - 10	-41.19	-41.19	-15.14	-15.14	-33.32	-45.84
8	10 - 12	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
9	2 - 3	15.14	15.14	41.19	41.19	-45.84	92.16
10	6 - 7	-0.00	-0.00	60.52	60.52	-83.68	119.04
11	10 - 11	-15.14	-15.14	41.19	41.19	-45.84	92.16

Reakcje podporowe:

Nr węzła	kierunek działania	reakcja podporowa
3	1	-41.193 kN - siła
3	2	15.138 kN - siła
3	3	-92.160 kNm - moment
7	1	-60.515 kN - siła
7	2	-0.000 kN - siła
7	3	-119.044 kNm - moment
11	1	-41.192 kN - siła
11	2	-15.137 kN - siła
11	3	-92.160 kNm - moment

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 3

Obciążenia węzłowe:

Nr węzła	kier. obc.	Wielkość i rodzaj obciążenia
6	1	72.300 kN - siła

WYNIKI OBLICZEŃ DLA SCHEMATU NR 3

Przemieszczenia węzłów:

Nr węzła	przemieszczenia (cm)		obrot węzła (rad*100)
	oś X	oś Y	
1	0.00276	-0.00144	0.000826
2	0.00276	-0.00008	0.000826
3	0.00000	-0.00000	0.000000
4	0.00280	0.00037	0.000273
5	0.00294	-0.00004	-0.000337
6	0.00308	0.00000	0.000631
7	0.00000	0.00000	0.000000
8	0.00294	0.00004	-0.000337
9	0.00280	-0.00037	0.000273
10	0.00276	0.00008	0.000826
11	0.00000	0.00000	0.000000
12	0.00276	0.00144	0.000826

Siły i momenty przywęzłowe w prętach:

Nr pręta	Nr-y węzłów	siły normalne (kN)		siły poprzeczne (kN)		momenty zgin. (kNm)	
		lewa	prawa	lewa	prawa	lewy	prawy
1	1 - 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2 - 4	20.84	20.84	-7.66	-7.66	23.19	16.86
3	4 - 5	20.84	20.84	-7.66	-7.66	16.86	-2.16
4	5 - 6	20.84	20.84	-7.66	-7.66	-2.16	-21.17
5	6 - 8	-20.84	-20.84	-7.66	-7.66	21.17	2.15
6	8 - 9	-20.84	-20.84	-7.66	-7.66	2.15	-16.86
7	9 - 10	-20.84	-20.84	-7.66	-7.66	-16.86	-23.19
8	10 - 12	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
9	2 - 3	7.66	7.66	20.84	20.84	-23.19	46.63
10	6 - 7	-0.00	-0.00	30.62	30.62	-42.34	60.23
11	10 - 11	-7.66	-7.66	20.84	20.84	-23.19	46.63

Reakcje podporowe:

Nr węzła	kierunek działania	reakcja podporowa
3	1	-20.841 kN - siła
3	2	7.659 kN - siła
3	3	-46.628 kNm - moment
7	1	-30.618 kN - siła
7	2	-0.000 kN - siła
7	3	-60.230 kNm - moment
11	1	-20.841 kN - siła
11	2	-7.659 kN - siła
11	3	-46.628 kNm - moment

K O N I E C O B L I C Z E Ń

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <MIMOS-P> - wersja marzec 1998r.

 * Wymiarowanie mimośrodowo ściskanego lub zginanego *
 * przekroju prostokątnego lub teowego *
 * metoda NL *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w c. ul. Krochmalnej
 Nazwa elementu: Rygiel górny filara
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE - SCHEMAT NR 1 - M min

=====
 Moment zginający M = 1947.00 kNm
 Siła podłużna P = 0.00 kN
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość przekroju b = 0.75 m
 - całkowita wysokość przekroju h = 1.00 m
 - otulina zbrojenia rozcz. ar = 0.06 m
 - otulina zbrojenia ścisk. as = 0.06 m
 - przyjęty współczynnik $n = E_s/E_b$ n = 10.00
 Wytrzymałość obl.stali zbrojeniowej Ra = 295.00 MPa
 Wytrzymałość obl.żelbetu na ściskanie Rbl = 17.30 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

DOBIERANIE ZBROJENIA (w zakresie 0.20% do 4.0% Fb)

=====
 Wysokość strefy ściskanej x = 0.34 m
 Obliczony przekrój zbrojenia w strefie rozciąganej Fr = 79.38 cm²
 Obliczony przekrój zbrojenia w strefie ściskanej Fs = 15.00 cm²
 Oblicz. naprężenia ściskające w betonie Sb = 16.74 MPa
 Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. Sr = 295.05 MPa

DANE POCZĄTKOWE - SCHEMAT NR 2 - M max

=====
 Moment zginający M = 1298.00 kNm
 Siła podłużna P = 0.00 kN
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość przekroju b = 1.20 m
 - całkowita wysokość przekroju h = 1.00 m
 - otulina zbrojenia rozcz. ar = 0.06 m
 - otulina zbrojenia ścisk. as = 0.06 m
 - przyjęty współczynnik $n = E_s/E_b$ n = 10.00
 Wytrzymałość obl.stali zbrojeniowej Ra = 295.00 MPa
 Wytrzymałość obl.żelbetu na ściskanie Rbl = 17.30 MPa
 Wytrzymałość obl.betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

DOBIERANIE ZBROJENIA (w zakresie 0.20% do 4.0% Fb)

=====
 Wysokość strefy ściskanej x = 0.23 m
 Obliczony przekrój zbrojenia w strefie rozciąganej Fr = 50.83 cm²
 Obliczony przekrój zbrojenia w strefie ściskanej Fs = 24.00 cm²
 Oblicz. naprężenia ściskające w betonie Sb = 9.61 MPa
 Oblicz. naprężenia rozciągające w stali zbr. Sr = 295.23 MPa

KONIEC OBLICZEŃ

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <MIMOS-P> - wersja marzec 1998r.

 * Wymiarowanie mimośrodowo ściskanego lub zginanego *
 * przekroju prostokątnego lub teowego *
 * metoda NL *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w c. ul. Krochmalnej
 Nazwa elementu: słupy filara
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 2- przyp. 1

Siła podłużna P = 3451.00 kN
 Długość wybozeniowa lw = 2.80 m
 Moment zginający w kierunku X Mx = 410.00 kNm
 Moment zginający w kierunku Y My = 71.40 kNm
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość słupa w kierunku X bx = 1.300 m
 - szerokość słupa w kierunku Y by = 0.750 m
 - przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X Fx = 77.00 cm²
 - przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y Fy = 48.10 cm²
 - otulina stali a = 0.150 cm
 Przyjęty współczynnik n = Es/Eb n = 10.00
 Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej Ra = 200.00 MPa
 Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie Rbb = 11.50 MPa
 Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie Rb1 = 17.30 MPa
 Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W I FAZIE

Max. naprężenia oblicz. w betonie max b = 5.10 MPa
 Max. naprężenia oblicz. w stali zbr. max Z = 44.83 MPa
 Min. naprężenia oblicz. w betonie min b = 0.54 MPa
 Min. naprężenia oblicz. w stali zbr. min Z = 11.50 MPa
 Wsp. zwiększający przy wybozeniu - kier. X fx = 1.012
 Wsp. zwiększający przy wybozeniu - kier. Y fy = 1.004

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 2 - przyp. 2

Siła podłużna P = 3443.00 kN
 Długość wybozeniowa lw = 2.80 m
 Moment zginający w kierunku X Mx = 387.30 kNm
 Moment zginający w kierunku Y My = 82.40 kNm
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość słupa w kierunku X bx = 1.300 m
 - szerokość słupa w kierunku Y by = 0.750 m
 - przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X Fx = 77.00 cm²
 - przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y Fy = 48.10 cm²
 - otulina stali a = 0.150 cm
 Przyjęty współczynnik n = Es/Eb n = 10.00
 Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej Ra = 200.00 MPa
 Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie Rbb = 11.50 MPa
 Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie Rb1 = 17.30 MPa
 Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W I FAZIE

Max. naprężenia oblicz. w betonie	max b =	5.07 MPa
Max. naprężenia oblicz. w stali zbr.	max Z =	44.49 MPa
Min. naprężenia oblicz. w betonie	min b =	0.55 MPa
Min. naprężenia oblicz. w stali zbr.	min Z =	11.71 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.012
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.004

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 3 - przyp. 1

Sila podłużna	P =	3536.40 kN
Długość wybozeniowa	lw =	2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx =	231.60 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My =	278.90 kNm
Przekrój prostokątny:		
- szerokość słupa w kierunku X	bx =	1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by =	0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx =	77.00 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy =	48.10 cm ²
- otulina stali	a =	0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n =	10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra =	200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rb1 =	17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt =	0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEN W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb =	7.99 MPa
Max. naprężenia rozcz. w stali zbr.	Sr =	4.85 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.003
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.008
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b =	0.638
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x =	0.638

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 3 - przyp. 2

Sila podłużna	P =	3529.00 kN
Długość wybozeniowa	lw =	2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx =	186.00 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My =	315.00 kNm
Przekrój prostokątny:		
- szerokość słupa w kierunku X	bx =	1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by =	0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx =	77.00 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy =	48.10 cm ²
- otulina stali	a =	0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n =	10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra =	200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rb1 =	17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt =	0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEN W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb =	7.75 MPa
Max. naprężenia rozcz. w stali zbr.	Sr =	3.11 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.003
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.008
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b =	0.638
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x =	0.638

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 10 - przyp. 1

Siła podłużna	P = 2800.00 kN
Długość wyboczeniowa	lw = 2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx = 520.00 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My = 71.40 kNm
Przekrój prostokątny:	
- szerokość słupa w kierunku X	bx = 1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by = 0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx = 77.00 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy = 48.10 cm ²
- otulina stali	a = 0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n = 10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra = 200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rb1 = 17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb = 6.00 MPa
Max. naprężenia rozc. w stali zbr.	Sr = 5.73 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx = 1.006
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy = 1.002
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b = 1.105
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x = 1.105

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 10 - przyp. 2

Siła podłużna	P = 2792.50 kN
Długość wyboczeniowa	lw = 2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx = 497.40 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My = 82.40 kNm
Przekrój prostokątny:	
- szerokość słupa w kierunku X	bx = 1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by = 0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx = 77.00 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy = 48.10 cm ²
- otulina stali	a = 0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n = 10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra = 200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rb1 = 17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb = 6.08 MPa
Max. naprężenia rozc. w stali zbr.	Sr = 6.27 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx = 1.006
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy = 1.002
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b = 1.105
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x = 1.105

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 11 - przyp. 1

Siła podłużna	P = 2885.70 kN
Długość wyboczeniowa	lw = 2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx = 303.30 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My = 278.90 kNm
Przekrój prostokątny:	
- szerokość słupa w kierunku X	bx = 1.300 m

- szerokość słupa w kierunku Y	by = 0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx = 77.00 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy = 48.10 cm ²
- otulina stali	a = 0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n = 10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojonej	Ra = 200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl = 17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb = 7.09 MPa
Max. naprężenia rozcz. w stali zbr.	Sr = 8.33 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx = 1.002
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy = 1.007
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b = 0.638
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x = 0.638

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 11 - przyp. 2

Siła podłużna	P = 2878.30 kN
Długość wyboczeniowa	lw = 2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx = 257.80 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My = 314.90 kNm
Przekrój prostokątny:	
- szerokość słupa w kierunku X	bx = 1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by = 0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx = 77.00 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy = 48.10 cm ²
- otulina stali	a = 0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n = 10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojonej	Ra = 200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl = 17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb = 6.85 MPa
Max. naprężenia rozcz. w stali zbr.	Sr = 6.59 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx = 1.002
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy = 1.007
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b = 0.638
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x = 0.638

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 6 - przyp. 1

Siła podłużna	P = 3592.30 kN
Długość wyboczeniowa	lw = 2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx = 214.00 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My = 71.40 kNm
Przekrój prostokątny:	
- szerokość słupa w kierunku X	bx = 1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by = 0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx = 48.10 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy = 28.90 cm ²
- otulina stali	a = 0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n = 10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojonej	Ra = 200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl = 17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPREŻEŃ W I FAZIE

Max. naprężenia oblicz. w betonie	max b =	4.68 MPa
Max. naprężenia oblicz. w stali zbr.	max Z =	42.43 MPa
Min. naprężenia oblicz. w betonie	min b =	1.68 MPa
Min. naprężenia oblicz. w stali zbr.	min Z =	21.20 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.012
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.004

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 6 - przyp. 2

Siła podłużna	P =	3592.30 kN
Długość wybozeniowa	lw =	2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx =	172.60 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My =	82.40 kNm
Przekrój prostokątny:		
- szerokość słupa w kierunku X	bx =	1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by =	0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx =	48.10 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy =	28.90 cm ²
- otulina stali	a =	0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n =	10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra =	200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl =	17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt =	0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPREŻEŃ W I FAZIE

Max. naprężenia oblicz. w betonie	max b =	4.58 MPa
Max. naprężenia oblicz. w stali zbr.	max Z =	41.51 MPa
Min. naprężenia oblicz. w betonie	min b =	1.78 MPa
Min. naprężenia oblicz. w stali zbr.	min Z =	22.13 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.012
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.004

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 7 - przyp. 1

Siła podłużna	P =	3678.10 kN
Długość wybozeniowa	lw =	2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx =	170.60 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My =	278.90 kNm
Przekrój prostokątny:		
- szerokość słupa w kierunku X	bx =	1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by =	0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx =	48.10 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy =	28.90 cm ²
- otulina stali	a =	0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n =	10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra =	200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl =	17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt =	0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPREŻEŃ W I FAZIE

Max. naprężenia oblicz. w betonie	max b =	6.14 MPa
Max. naprężenia oblicz. w stali zbr.	max Z =	51.14 MPa
Min. naprężenia oblicz. w betonie	min b =	0.38 MPa
Min. naprężenia oblicz. w stali zbr.	min Z =	14.02 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.004

Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y $\bar{f}_y = 1.012$

DANE POCZĄTKOWE - węzeł nr 7 - przyp. 2

Siła podłużna	P = 3678.10 kN
Długość wyboczeniowa	lw = 2.80 m
Moment zginający w kierunku X	Mx = 111.80 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My = 315.00 kNm
Przekrój prostokątny:	
- szerokość słupa w kierunku X	bx = 1.300 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by = 0.750 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx = 48.10 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy = 28.90 cm ²
- otulina stali	a = 0.150 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n = 10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra = 200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rb1 = 17.30 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W I FAZIE

Max. naprężenia oblicz. w betonie	max b = 6.15 MPa
Max. naprężenia oblicz. w stali zbr.	max Z = 50.75 MPa
Min. naprężenia oblicz. w betonie	min b = 0.37 MPa
Min. naprężenia oblicz. w stali zbr.	min Z = 14.40 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	$\bar{f}_x = 1.004$
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	$\bar{f}_y = 1.012$

K O N I E C O B L I C Z E Ń

Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746 64 57
 20-843 Lublin
 program <PAL> wersja - styczeń 1998r.

 * Analiza statyczna rusztu palowego *
 * z nieskończone sztywną płytą zwieńczającą *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w c. ul. Krochmalnej
 Nazwa elementu: pale fundamentowe filara.
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE GEOMETRYCZNE PODPORY

wysokość podpory od spodu fundamentu $h_0 = 0.00$ m
 wysokość pala powyżej terenu $l_0 = 0.00$ m
 szerokość pala powyżej terenu $d_0 = 0.35$ m
 moduł sprężystości pala powyżej terenu $e_0 = 32600$ MPa
 długość pala poniżej terenu $h_p = 6.50$ m
 szerokość pala poniżej terenu $d_p = 0.35$ m
 moduł sprężystości pala poniżej terenu $e_p = 32600$ MPa
 dolny koniec pala jest sprężystie zamocowany w gruncie

Charakterystyka gruntu do głębokości $h_m = 2.70$ m
 warstwa grubość wsp. proporcjonalności
 1 2.70 m 1.000 MN/m⁴

Geometria podpory w kierunku X

rzęd	liczba pali	współrzędna X	pochylenie pali
1	11	-0.625 m	0.0000
2	11	0.625 m	0.0000

liczba pali w miarodajnej grupie w kierunku X $n_1 = 2$
 min. rozstaw pali w tej grupie w kier. X $l_p = 1.25$ m
 min. rozstaw pali w kier. prostopadłym do płaszczyzny obciążeń $l_y = 1.45$ m

Geometria podpory w kierunku Y

rzęd	liczba pali	współrzędna Y	pochylenie pali
1	2	-7.250 m	0.0000
2	2	-5.800 m	0.0000
3	2	-4.350 m	0.0000
4	2	-2.900 m	0.0000
5	2	-1.450 m	0.0000
6	2	0.000 m	0.0000
7	2	1.450 m	0.0000
8	2	2.900 m	0.0000
9	2	4.350 m	0.0000
10	2	5.800 m	0.0000
11	2	7.250 m	0.0000

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 1

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku X

Siła pionowa $V_x = 12.150$ MN
 Siła pozioma $H_x = 0.214$ MN
 Moment zginający $M_x = 1.033$ MN

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku Y

Siła pozioma $H_y = 0.143 \text{ MN}$
 Moment zginający $M_y = 4.348 \text{ MN}$

WYNIKI OBLICZEŃ

szerokość obliczeniowa pala $b_0 = 0.7669 \text{ m}$
 wsp. odkształcalności pala $\alpha = 0.4517 \text{ m}^{-1}$

KIERUNEK - X

Przemieszczenia głowicy pala w kier. X

przesunięcie poziome $a_x = 0.00913 \text{ m}$
 przesunięcie pionowe $c_x = 0.01708 \text{ m}$
 kąt obrotu głowicy $b_x = 0.00300 \text{ rad}$

przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. X
 $a_{ax} = 0.00913 \text{ m}$

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. X

	Pal 1 rzędu	Pal 2 rzędu
Siła pionowa	$V_x = 0.49171$	0.61284 MN
Siła pozioma	$H_x = 0.00974$	0.00974 MN
Moment zginający	$M_x = 0.00910$	0.00910 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. X

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00913	0.00300	0.0000	0.00910	0.00974
0.294	0.650	0.00724	0.00280	0.0047	0.01515	0.00847
0.587	1.300	0.00551	0.00252	0.0072	0.01973	0.00542
0.881	1.950	0.00397	0.00219	0.0077	0.02204	0.00164
1.175	2.600	0.00267	0.00183	0.0069	0.02188	-0.00207
1.468	3.250	0.00159	0.00150	0.0052	0.01950	-0.00511
1.762	3.900	0.00071	0.00122	0.0028	0.01546	-0.00710
2.055	4.550	-0.00002	0.00101	-0.0001	0.01055	-0.00779
2.349	5.200	-0.00063	0.00088	-0.0033	0.00566	-0.00697
2.643	5.850	-0.00118	0.00083	-0.0069	0.00185	-0.00446
2.936	6.500	-0.00171	0.00081	-0.0111	0.00028	-0.00000

K I E R U N E K Y

Przemieszczenia głowicy pala w kier. Y

przesunięcie poziome $a_y = 0.00245 \text{ m}$
 przesunięcie pionowe $c_y = -0.00000 \text{ m}$
 kąt obrotu głowicy $b_y = 0.00031 \text{ rad}$
 przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. Y
 $a_{ay} = 0.00245 \text{ m}$

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. Y

	Pal 1 rzędu	Pal 11 rzędu
Siła pionowa	-0.07191	0.07191 MN
Siła pozioma	0.00650	0.00650 MN
Moment zginający	-0.01090	-0.01090 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. Y

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00245	0.00031	0.0000	-0.01090	0.00650
0.294	0.650	0.00220	0.00045	0.0014	-0.00676	0.00612
0.587	1.300	0.00188	0.00052	0.0024	-0.00308	0.00514
0.881	1.950	0.00153	0.00055	0.0030	-0.00017	0.00377

1.175	2.600	0.00117	0.00054	0.0030	0.00179	0.00225
1.468	3.250	0.00084	0.00050	0.0027	0.00277	0.00080
1.762	3.900	0.00053	0.00045	0.0021	0.00289	-0.00040
2.055	4.550	0.00025	0.00041	0.0011	0.00234	-0.00121
2.349	5.200	-0.00001	0.00038	-0.0000	0.00143	-0.00149
2.643	5.850	-0.00025	0.00036	-0.0014	0.00054	-0.00113
2.936	6.500	-0.00048	0.00036	-0.0031	0.00013	0.00000

SILY I PRZEMIESZCZENIA W KIER. WYPADKOWYM

Przemieszczenia wypadkowe w głowicy pala

Przemieszczenie poziome	aw = 0.00945 m
Przemieszczenie pionowe	cw = 0.01708 m
Przemieszczenie katowe głowicy	bw = 0.00301 rad
przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. W	
aaw = 0.00945 m	

Sily wypadkowe w głowicy pojedynczego pala

	Pal 1 rzędu	Pal ostatn. rzędu
Siła pionowa	0.4198	0.6847 MN
Siła pozioma	0.0117	0.0117 MN
Moment zginający	0.0142	0.0142 MNm

Sily i przemieszcz. pala poniżej terenu - w kier. wypadk.

Pal 1 rzędu

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00945	0.00301	0.0000	0.01420	0.01171
0.294	0.650	0.00757	0.00284	0.0049	0.01659	0.01045
0.587	1.300	0.00582	0.00258	0.0076	0.01997	0.00747
0.881	1.950	0.00426	0.00225	0.0083	0.02204	0.00411
1.175	2.600	0.00291	0.00191	0.0076	0.02195	0.00306
1.468	3.250	0.00179	0.00158	0.0058	0.01969	0.00517
1.762	3.900	0.00088	0.00130	0.0034	0.01573	0.00712
2.055	4.550	0.00025	0.00109	0.0011	0.01080	0.00788
2.349	5.200	0.00063	0.00096	0.0033	0.00584	0.00713
2.643	5.850	0.00120	0.00090	0.0070	0.00192	0.00460
2.936	6.500	0.00178	0.00089	0.0115	0.00031	0.00000

Pal ostatniego rzędu

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00945	0.00301	0.0000	0.01420	0.01171
0.294	0.650	0.00757	0.00284	0.0049	0.01659	0.01045
0.587	1.300	0.00582	0.00258	0.0076	0.01997	0.00747
0.881	1.950	0.00426	0.00225	0.0083	0.02204	0.00411
1.175	2.600	0.00291	0.00191	0.0076	0.02195	0.00306
1.468	3.250	0.00179	0.00158	0.0058	0.01969	0.00517
1.762	3.900	0.00088	0.00130	0.0034	0.01573	0.00712
2.055	4.550	0.00025	0.00109	0.0011	0.01080	0.00788
2.349	5.200	0.00063	0.00096	0.0033	0.00584	0.00713
2.643	5.850	0.00120	0.00090	0.0070	0.00192	0.00460
2.936	6.500	0.00178	0.00089	0.0115	0.00031	0.00000

SCHEMAT OBCIĄŻENIA NR 2

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku X

Siła pionowa	Vx = 12.150 MN
Siła pozioma	Hx = 0.247 MN

Moment zginający $M_x = 1.192 \text{ MN}$

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku Y

Siła pozioma $H_y = 0.072 \text{ MN}$
Moment zginający $M_y = 4.008 \text{ MN}$

WYNIKI OBLICZEŃ

szerokość obliczeniowa pala $b_0 = 0.7669 \text{ m}$
wsp. odkształcalności pala $\alpha = 0.4517 \text{ m}^{-1}$

KIERUNEK - X

Przemieszczenia głowicy pala w kier. X

przesunięcie poziome $a_x = 0.01054 \text{ m}$
przesunięcie pionowe $c_x = 0.01708 \text{ m}$
kąt obrotu głowicy $b_x = 0.00346 \text{ rad}$
przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. X
 $a_{ax} = 0.01054 \text{ m}$

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. X

	Pal 1 rzędu	Pal 2 rzędu
Siła pionowa	$V_x = 0.48238$	0.62216 MN
Siła pozioma	$H_x = 0.01124$	0.01124 MN
Moment zginający	$M_x = 0.01050$	0.01050 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. X

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.01054	0.00346	0.0000	0.01050	0.01124
0.294	0.650	0.00836	0.00323	0.0054	0.01748	0.00977
0.587	1.300	0.00635	0.00291	0.0083	0.02276	0.00626
0.881	1.950	0.00459	0.00252	0.0089	0.02543	0.00189
1.175	2.600	0.00308	0.00211	0.0080	0.02525	-0.00238
1.468	3.250	0.00183	0.00173	0.0059	0.02250	-0.00590
1.762	3.900	0.00081	0.00141	0.0032	0.01784	-0.00820
2.055	4.550	-0.00002	0.00117	-0.0001	0.01217	-0.00899
2.349	5.200	-0.00072	0.00102	-0.0038	0.00653	-0.00805
2.643	5.850	-0.00136	0.00095	-0.0080	0.00213	-0.00515
2.936	6.500	-0.00197	0.00094	-0.0128	0.00033	-0.00000

K I E R U N E K Y

Przemieszczenia głowicy pala w kier. Y

przesunięcie poziome $a_y = 0.00149 \text{ m}$
przesunięcie pionowe $c_y = -0.00000 \text{ m}$
kąt obrotu głowicy $b_y = 0.00027 \text{ rad}$
przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. Y
 $a_{ay} = 0.00149 \text{ m}$

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. Y

	Pal 1 rzędu	Pal 11 rzędu
Siła pionowa	-0.06431	0.06431 MN
Siła pozioma	0.00329	0.00329 MN
Moment zginający	-0.00432	-0.00432 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. Y

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >

0.000	0.000	0.00149	0.00027	0.0000	-0.00432	0.00329
0.294	0.650	0.00130	0.00033	0.0008	-0.00224	0.00307
0.587	1.300	0.00108	0.00035	0.0014	-0.00041	0.00249
0.881	1.950	0.00085	0.00034	0.0017	0.00096	0.00172
1.175	2.600	0.00064	0.00032	0.0017	0.00181	0.00088
1.468	3.250	0.00044	0.00029	0.0014	0.00212	0.00011
1.762	3.900	0.00026	0.00025	0.0010	0.00198	-0.00051
2.055	4.550	0.00011	0.00023	0.0005	0.00151	-0.00089
2.349	5.200	-0.00003	0.00021	-0.0002	0.00089	-0.00098
2.643	5.850	-0.00016	0.00020	-0.0010	0.00032	-0.00070
2.936	6.500	-0.00029	0.00019	-0.0019	0.00007	0.00000

SIŁY I PRZEMIESZCZENIA W KIER. WYPADKOWYM

Przemieszczenia wypadkowe w głowicy pala

Przemieszczenie poziome	aw =	0.01064 m
Przemieszczenie pionowe	cw =	0.01708 m
Przemieszczenie katowe głowicy	bw =	0.00347 rad
przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. W	aaw =	0.01064 m

Siły wypadkowe w głowicy pojedynczego pala

	Pal 1 rzędu	Pal ostatn. rzędu
Siła pionowa	0.4181	0.6865 MN
Siła pozioma	0.0117	0.0117 MN
Moment zginający	0.0114	0.0114 MNm

Siły i przemieszcz. pala poniżej terenu - w kier. wypadk.

Pal 1 rzędu

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.01064	0.00347	0.0000	0.01136	0.01171
0.294	0.650	0.00846	0.00325	0.0055	0.01762	0.01024
0.587	1.300	0.00644	0.00293	0.0084	0.02277	0.00674
0.881	1.950	0.00466	0.00255	0.0091	0.02545	0.00256
1.175	2.600	0.00314	0.00214	0.0082	0.02531	0.00254
1.468	3.250	0.00188	0.00175	0.0061	0.02260	0.00590
1.762	3.900	0.00086	0.00143	0.0033	0.01795	0.00821
2.055	4.550	0.00011	0.00119	0.0005	0.01226	0.00903
2.349	5.200	0.00072	0.00104	0.0038	0.00659	0.00811
2.643	5.850	0.00137	0.00097	0.0080	0.00216	0.00520
2.936	6.500	0.00199	0.00096	0.0130	0.00033	0.00000

Pal ostatniego rzędu

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.01064	0.00347	0.0000	0.01136	0.01171
0.294	0.650	0.00846	0.00325	0.0055	0.01762	0.01024
0.587	1.300	0.00644	0.00293	0.0084	0.02277	0.00674
0.881	1.950	0.00466	0.00255	0.0091	0.02545	0.00256
1.175	2.600	0.00314	0.00214	0.0082	0.02531	0.00254
1.468	3.250	0.00188	0.00175	0.0061	0.02260	0.00590
1.762	3.900	0.00086	0.00143	0.0033	0.01795	0.00821
2.055	4.550	0.00011	0.00119	0.0005	0.01226	0.00903
2.349	5.200	0.00072	0.00104	0.0038	0.00659	0.00811
2.643	5.850	0.00137	0.00097	0.0080	0.00216	0.00520
2.936	6.500	0.00199	0.00096	0.0130	0.00033	0.00000

K O N I E C O B L I C Z E Ń

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <MIMOS-P> - wersja marzec 1998r.

 * Wymiarowanie mimośrodowo ściskanego lub zginanego *
 * przekroju prostokątnego lub teowego *
 * metoda NL *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w c. ul. Krochmalnej
 Nazwa elementu: pale fundamentowe filara - sprawdzenie naprężeń
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE - V min - przyp. 1

Siła podłużna P = 419.80 kN
 Długość wybozeniowa lw = 1.00 m
 Moment zginający w kierunku X Mx = 22.04 kNm
 Moment zginający w kierunku Y My = 10.90 knm
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość słupa w kierunku X bx = 0.350 m
 - szerokość słupa w kierunku Y by = 0.350 m
 - przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X Fx = 6.28 cm²
 - przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y Fy = 6.28 cm²
 - otulina stali a = 0.050 cm
 Przyjęty współczynnik n = Es/Eb n = 10.00
 Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej Ra = 200.00 MPa
 Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie Rbb = 11.50 MPa
 Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie Rb1 = 11.50 MPa
 Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W III FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie Sb = 8.32 MPa
 Max. naprężenia rozc. w stali zbr. Sr = 11.95 MPa
 Wsp. zwiększający przy wybozeniu - kier. X fx = 1.007
 Wsp. zwiększający przy wybozeniu - kier. Y fy = 1.007
 Szerokość oblicz. strefy ścisk. b = 0.350
 Wysokość oblicz. strefy ścisk. x = 0.298

DANE POCZĄTKOWE - V max - przyp. 1

Siła podłużna P = 684.70 kN
 Długość wybozeniowa lw = 1.00 m
 Moment zginający w kierunku X Mx = 22.04 kNm
 Moment zginający w kierunku Y My = 10.90 knm
 Przekrój prostokątny:
 - szerokość słupa w kierunku X bx = 0.350 m
 - szerokość słupa w kierunku Y by = 0.350 m
 - przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X Fx = 6.28 cm²
 - przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y Fy = 6.28 cm²
 - otulina stali a = 0.050 cm
 Przyjęty współczynnik n = Es/Eb n = 10.00
 Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej Ra = 200.00 MPa
 Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie Rbb = 11.50 MPa
 Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie Rb1 = 11.50 MPa
 Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W I FAZIE

Max. naprężenia oblicz. w betonie	max b =	8.82 MPa
Max. naprężenia oblicz. w stali zbr.	max Z =	76.29 MPa
Min. naprężenia oblicz. w betonie	min b =	0.45 MPa
Min. naprężenia oblicz. w stali zbr.	min Z =	16.48 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.011
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.011

DANE POCZĄTKOWE - V min - przyp. 2

Siła podłużna	P =	418.10 kN
Długość wyboczeniowa	lw =	1.00 m
Moment zginający w kierunku X	Mx =	25.43 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My =	4.30 kNm
Przekrój prostokątny:		
- szerokość słupa w kierunku X	bx =	0.350 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by =	0.350 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx =	6.28 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy =	6.28 cm ²
- otulina stali	a =	0.050 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n =	10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra =	200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt =	0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb =	7.33 MPa
Max. naprężenia rozcz. w stali zbr.	Sr =	5.06 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.007
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.007
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b =	0.350
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x =	0.298

DANE POCZĄTKOWE - V max - przyp. 2

Siła podłużna	P =	686.50 kN
Długość wyboczeniowa	lw =	1.00 m
Moment zginający w kierunku X	Mx =	25.43 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My =	4.30 kNm
Przekrój prostokątny:		
- szerokość słupa w kierunku X	bx =	0.350 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by =	0.350 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx =	6.28 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy =	6.28 cm ²
- otulina stali	a =	0.050 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n =	10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra =	200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt =	0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W I FAZIE

Max. naprężenia oblicz. w betonie	max b =	8.43 MPa
Max. naprężenia oblicz. w stali zbr.	max Z =	73.50 MPa
Min. naprężenia oblicz. w betonie	min b =	0.87 MPa
Min. naprężenia oblicz. w stali zbr.	min Z =	19.51 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.011
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.011

KONIEC OBLICZEŃ

Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746 64 57
 20-843 Lublin
 program <PAL> wersja - styczeń 1998r.

 * Analiza statyczna rusztu palowego *
 * z nieskończonej sztywnej płytą zwieńczającą *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w c. ul. Krochmalnej
 Nazwa elementu: pale fundamentowe przyczółka - analiza statyczna
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE GEOMETRYCZNE PODPORY

wysokość podpory od spodu fundamentu $h_0 = 1.30$ m
 wysokość pala powyżej terenu $l_0 = 0.00$ m
 szerokość pala powyżej terenu $d_0 = 0.35$ m
 moduł sprężystości pala powyżej terenu $e_0 = 27000$ MPa
 długość pala poniżej terenu $h_p = 11.50$ m
 szerokość pala poniżej terenu $d_p = 0.35$ m
 moduł sprężystości pala poniżej terenu $e_p = 27000$ MPa
 dolny koniec pala jest sprężyste zamocowany w gruncie

Charakterystyka gruntu do głębokości $h_m = 2.70$ m
 warstwa grubość wsp. proporcjonalności
 1 2.70 m 2.000 MN/m⁴

Geometria podpory w kierunku X

rząd	liczba pali	współrzędna X	pochylenie pali
1	12	0.000 m	0.0000

liczba pali w miarodajnej grupie w kierunku X $n_1 = 1$

Geometria podpory w kierunku Y

rząd	liczba pali	współrzędna Y	pochylenie pali
1	1	-8.210 m	0.0000
2	1	-7.010 m	0.0000
3	1	-5.810 m	0.0000
4	1	-4.150 m	0.0000
5	1	-2.490 m	0.0000
6	1	-0.830 m	0.0000
7	1	0.830 m	0.0000
8	1	2.490 m	0.0000
9	1	4.150 m	0.0000
10	1	5.810 m	0.0000
11	1	6.860 m	0.0000
12	1	7.910 m	0.0000

SCHEMAT OBCIĄŻENIA - przyp. 1

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku X

Siła pionowa $V_x = 8.230$ MN
 Siła pozioma $H_x = 0.016$ MN
 Moment zginający $M_x = -0.787$ MN

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku Y

Siła pozioma Hy = 0.051 MN
 Moment zginający My = 3.201 MN

WYNIKI OBLICZEŃ

szerokość obliczeniowa pala b0 = 1.0250 m
 wsp. odkształcalności pala alfa = 0.5710 m⁻¹

KIERUNEK - X

Przemieszczenia głowicy pala w kier. X

przesunięcie poziome ax = -0.00912 m
 przesunięcie pionowe cx = 0.01090 m
 kąt obrotu głowicy bx = -0.00575 rad

przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. X
 aax = -0.01659 m

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. X

Siła pionowa 0.68583 MN
 Siła pozioma 0.00138 MN
 Moment zginający -0.06558 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. X

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	-0.00912	-0.00575	0.0000	-0.06558	0.00138
0.400	0.700	-0.00556	-0.00440	-0.0078	-0.06377	0.00473
0.600	1.401	-0.00293	-0.00313	-0.0082	-0.05834	0.01080
1.200	2.101	-0.00114	-0.00201	-0.0048	-0.04895	0.01561
1.600	2.802	-0.00006	-0.00111	-0.0004	-0.03718	0.01746
2.000	3.502	0.00048	-0.00047	0.0033	-0.02519	0.01631
2.400	4.203	0.00065	-0.00006	0.0055	-0.01483	0.01305
2.800	4.903	0.00060	0.00017	0.0059	-0.00713	0.00888
3.200	5.604	0.00045	0.00026	0.0050	-0.00235	0.00488
3.600	6.304	0.00026	0.00028	0.0032	-0.00008	0.00178
4.000	7.005	0.00006	0.00027	0.0009	0.00037	-0.00041

K I E R U N E K Y

Przemieszczenia głowicy pala w kier. Y

przesunięcie poziome ay = 0.00088 m
 przesunięcie pionowe cy = 0.00001 m
 kąt obrotu głowicy by = 0.00015 rad

przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. Y
 aay = 0.00107 m

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. Y

	Pal 1 rzędu	Pal 12 rzędu
Siła pionowa	-0.07800	0.07585 MN
Siła pozioma	0.00422	0.00422 MN
Moment zginający	-0.00518	-0.00518 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. Y

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00088	0.00015	0.0000	-0.00518	0.00422
0.400	0.700	0.00074	0.00023	0.0010	-0.00231	0.00383
0.800	1.401	0.00057	0.00025	0.0016	0.00005	0.00285
1.200	2.101	0.00040	0.00023	0.0017	0.00163	0.00166
1.600	2.802	0.00025	0.00019	0.0014	0.00240	0.00055
2.000	3.502	0.00013	0.00014	0.0009	0.00247	-0.00029
2.400	4.203	0.00005	0.00009	0.0005	0.00207	-0.00079
2.800	4.903	0.00000	0.00005	0.0000	0.00144	-0.00096
3.200	5.604	-0.00002	0.00003	-0.0003	0.00078	-0.00087
3.600	6.304	-0.00004	0.00002	-0.0005	0.00026	-0.00058
4.000	7.005	-0.00005	0.00002	-0.0008	0.00003	-0.00003

SIŁY I PRZEMIESZCZENIA W KIER. WYPADKOWYM

Przemieszczenia wypadkowe w głowicy pala

Przemieszczenie poziome	aw = 0.00916 m
Przemieszczenie pionowe	cw = 0.01091 m
Przemieszczenie katowe głowicy	bw = 0.00575 rad
przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. W	aaw = 0.01662 m

Siły wypadkowe w głowicy pojedynczego pala

	Pal 1 rzędu	Pal ostatn. rzędu
Siła pionowa	0.6073	0.7617 MN
Siła pozioma	0.0044	0.0044 MN
moment zginający	0.0658	0.0658 MNm

Siły w przemieszcz. pala pod kątem terenu - w kier. wypadk.

Pal 1 rzędu

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00916	0.00575	0.0000	0.06579	0.00444
0.400	0.700	0.00561	0.00441	0.0079	0.06381	0.00608
0.800	1.401	0.00299	0.00314	0.0084	0.05834	0.01117
1.200	2.101	0.00121	0.00202	0.0051	0.04897	0.01570
1.600	2.802	0.00026	0.00113	0.0014	0.03725	0.01747
2.000	3.502	0.00050	0.00049	0.0035	0.02531	0.01631
2.400	4.203	0.00065	0.00011	0.0055	0.01497	0.01307
2.800	4.903	0.00060	0.00017	0.0059	0.00727	0.00893
3.200	5.604	0.00045	0.00026	0.0050	0.00247	0.00496
3.600	6.304	0.00026	0.00028	0.0033	0.00027	0.00187
4.000	7.005	0.00008	0.00027	0.0012	0.00037	0.00041

Pal ostatniego rzędu

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00916	0.00575	0.0000	0.06579	0.00444
0.400	0.700	0.00561	0.00441	0.0079	0.06381	0.00608
0.800	1.401	0.00299	0.00314	0.0084	0.05834	0.01117
1.200	2.101	0.00121	0.00202	0.0051	0.04897	0.01570
1.600	2.802	0.00026	0.00113	0.0014	0.03725	0.01747
2.000	3.502	0.00050	0.00049	0.0035	0.02531	0.01631
2.400	4.203	0.00065	0.00011	0.0055	0.01497	0.01307
2.800	4.903	0.00060	0.00017	0.0059	0.00727	0.00893

3.200	5.604	0.00045	0.00026	0.0050	0.00247	0.00496
3.600	6.304	0.00026	0.00028	0.0033	0.00027	0.00187
4.000	7.005	0.00008	0.00027	0.0012	0.00037	0.00041

SCHEMAT OBCIĄŻENIA - przyp. 2

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku X

Siła pionowa $V_x = 8.230$ MN
 Siła pozioma $H_x = 0.049$ MN
 Moment zginający $M_x = -0.746$ MN

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku Y

Siła pozioma $H_y = -0.020$ MN
 Moment zginający $M_y = 3.109$ MN

WYNIKI OBLICZEŃ

szerokość obliczeniowa pala $b_0 = 1.0250$ m
 wsp. odkształcalności pala $\alpha = 0.5710$ m⁻¹

KIERUNEK - X

Przemieszczenia głowicy pala w kier. X

przesunięcie poziome $a_x = -0.00755$ m
 przesunięcie pionowe $a_y = 0.01090$ m
 kąt obrotu głowicy $\alpha_x = -0.00503$ rad

przemieszczenia poziome wierzchu podpory w kier. X
 $a_{ax} = -0.01409$ m

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. X

Siła pionowa 0.68583 MN
 Siła pozioma 0.00412 MN
 Moment zginający -0.06217 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. X

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< m >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	-0.00755	-0.00503	0.0000	-0.06217	0.00412
0.400	0.700	-0.00447	-0.00378	-0.0063	-0.05858	0.00685
0.800	1.401	-0.00223	-0.00262	-0.0063	-0.05211	0.01161
1.200	2.101	-0.00075	-0.00164	-0.0032	-0.04263	0.01509
1.600	2.802	0.00011	-0.00087	0.0006	-0.03159	0.01598
2.000	3.502	0.00052	-0.00032	0.0036	-0.02083	0.01437
2.400	4.203	0.00062	0.00001	0.0052	-0.01183	0.01112
2.800	4.903	0.00054	0.00018	0.0053	-0.00539	0.00727
3.200	5.604	0.00038	0.00025	0.0043	-0.00156	0.00376
3.600	6.304	0.00020	0.00026	0.0025	0.00011	0.00119
4.000	7.005	0.00002	0.00026	0.0002	0.00035	-0.00039

K I E R U N E K Y

Przemieszczenia głowicy pala w kier. Y

przesunięcie poziome $a_y = -0.00002$ m

przesunięcie pionowe cy = 0.00001 m
 kąt obrotu głowicy by = 0.00014 rad
 przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. Y
 aay = 0.00017 m

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. Y

	Pal 1 rzędu	Pal 12 rzędu
Siła pionowa	-0.07310	0.07108 MN
Siła pozioma	-0.00166	-0.00166 MN
Moment zginający	0.00426	0.00426 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. Y

głębokość sprowadz. < m >	głębokość rzeczywista < m >	przem. poziome < m >	obrót przekroju < rad >	nacisk boczny < MPa >	moment zginający < MNm >	siła poprzeczna < MN >
0.000	0.000	-0.00002	0.00014	0.0000	0.00426	-0.00166
0.400	0.700	-0.00009	0.00007	-0.0001	0.00310	-0.00162
0.800	1.401	-0.00011	0.00001	-0.0003	0.00201	-0.00146
1.200	2.101	-0.00011	-0.00002	-0.0005	0.00108	-0.00118
1.600	2.802	-0.00009	-0.00003	-0.0005	0.00038	-0.00082
2.000	3.502	-0.00007	-0.00004	-0.0005	-0.00006	-0.00046
2.400	4.203	-0.00004	-0.00003	-0.0004	-0.00027	-0.00015
2.800	4.903	-0.00002	-0.00003	-0.0002	-0.00030	0.00006
3.200	5.604	-0.00001	-0.00002	-0.0001	-0.00022	0.00016
3.600	6.304	0.00001	-0.00002	0.0001	-0.00010	0.00016
4.000	7.005	0.00002	-0.00002	0.0003	-0.00002	0.00003

SIŁY I PRZEMIESZCZENIA W KIER. WYPADKOWYM

Przemieszczenia wypadkowe w głowicy pala

Przemieszczenie poziome aw = 0.00755 m
 Przemieszczenie pionowe cw = 0.01091 m
 Przemieszczenie katowe głowicy bw = 0.00504 rad
 przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. W
 aaw = 0.01409 m

Siły wypadkowe w głowicy pojedynczego pala

	Pal 1 rzędu	Pal ostatn. rzędu
Siła pionowa	0.6127	0.7569 MN
Siła pozioma	0.0044	0.0044 MN
Moment zginający	0.0623	0.0623 MNm

Siły i przemieszcz. pala poniżej terenu - w kier. wypadk.

Pal 1 rzędu

głębokość sprowadz. < m >	głębokość rzeczywista < m >	przem. poziome < m >	obrót przekroju < rad >	nacisk boczny < MPa >	moment zginający < MNm >	siła poprzeczna < MN >
0.000	0.000	0.00755	0.00504	0.0000	0.06231	0.00445
0.400	0.700	0.00447	0.00378	0.0063	0.05866	0.00704
0.800	1.401	0.00223	0.00262	0.0063	0.05215	0.01171
1.200	2.101	0.00076	0.00164	0.0032	0.04264	0.01514
1.600	2.802	0.00015	0.00087	0.0008	0.03159	0.01600
2.000	3.502	0.00052	0.00033	0.0037	0.02083	0.01438
2.400	4.203	0.00062	0.00003	0.0052	0.01184	0.01112
2.800	4.903	0.00054	0.00019	0.0053	0.00540	0.00727

3.200	5.604	0.00038	0.00025	0.0043	0.00158	0.00376
3.600	6.304	0.00020	0.00026	0.0025	0.00014	0.00120
4.000	7.005	0.00003	0.00026	0.0004	0.00035	0.00039

Pal ostatniego rzędu

głębokość sprowadz. < >	głębokość rzeczywista < m >	przem. poziome < m >	obrót przekroju < rad >	nacisk boczny < MPa >	moment zginający < MNm >	siła poprzeczna < MN >
0.000	0.000	0.00755	0.00504	0.0000	0.06231	0.00445
0.400	0.700	0.00447	0.00378	0.0063	0.05866	0.00704
0.800	1.401	0.00223	0.00262	0.0063	0.05215	0.01171
1.200	2.101	0.00076	0.00164	0.0032	0.04264	0.01514
1.600	2.802	0.00015	0.00087	0.0008	0.03159	0.01600
2.000	3.502	0.00052	0.00033	0.0037	0.02083	0.01438
2.400	4.203	0.00062	0.00003	0.0052	0.01184	0.01112
2.800	4.903	0.00054	0.00019	0.0053	0.00540	0.00727
3.200	5.604	0.00038	0.00025	0.0043	0.00158	0.00376
3.600	6.304	0.00020	0.00026	0.0025	0.00014	0.00120
4.000	7.005	0.00003	0.00026	0.0004	0.00035	0.00039

SCHEMAT OBCIĄŻENIA - przyp. 3

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku X

Siła pionowa	Vx =	0.000 MN
Siła pozioma	Hx =	0.154 MN
Moment zginający	Mx =	0.000 MN

Obciążenie podpory w poziomie spodu głowicy w kierunku Y

Siła pozioma	Hy =	0.072 MN
Moment zginający	My =	0.000 MN

WYNIKI OBLICZEŃ

szerokość obliczeniowa pala	b0 =	1.0250 m
wsp. odkształcalności pala	alfa =	0.5710 m ⁻¹

KIERUNEK - X

Przemieszczenia głowicy pala w kier. X

przesunięcie poziome	ax =	0.00499 m
przesunięcie pionowe	cx =	0.00000 m
kąt obrotu głowicy	bx =	0.00189 rad

przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. X
aax = 0.00745 m

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. X

Siła pionowa	0.00000 MN
Siła pozioma	0.01288 MN
Moment zginający	-0.00000 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. X

głębokość sprowadz. < >	głębokość rzeczywista < m >	przem. poziome < m >	obrót przekroju < rad >	nacisk boczny < MPa >	moment zginający < MNm >	siła poprzeczna < MN >
----------------------------	--------------------------------	-------------------------	----------------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------------

0.000	0.000	0.00499	0.00189	0.0000	-0.00000	0.01288
0.400	0.700	0.00368	0.00180	0.0052	0.00851	0.01081
0.800	1.401	0.00250	0.00156	0.0070	0.01456	0.00626
1.200	2.101	0.00152	0.00122	0.0064	0.01720	0.00134
1.600	2.802	0.00079	0.00087	0.0044	0.01667	-0.00260
2.000	3.502	0.00030	0.00055	0.0021	0.01393	-0.00494
2.400	4.203	0.00001	0.00030	0.0001	0.01012	-0.00569
2.800	4.903	-0.00013	0.00013	-0.0013	0.00625	-0.00520
3.200	5.604	-0.00019	0.00003	-0.0021	0.00301	-0.00394
3.600	6.304	-0.00019	-0.00001	-0.0024	0.00083	-0.00224
4.000	7.005	-0.00019	-0.00001	-0.0026	-0.00001	-0.00000

K I E R U N E K Y

Przemieszczenia głowicy pala w kier. Y

przesunięcie poziome ay = 0.00090 m
 przesunięcie pionowe cy = 0.00000 m
 kąt obrotu głowicy by = 0.00001 rad
 przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. Y
 aay = 0.00091 m

Siły w głowicy pojedynczego pala w kier. Y

	Pal 1 rzędu	Pal 12 rzędu
Siła pionowa	-0.00277	0.00270 MN
Siła pozioma	0.00600	0.00600 MN
Moment zginający	-0.00967	-0.00967 MNm

Siły i przemieszczenia pala poniżej terenu w kier. Y

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	ciśnienie boczne	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00090	0.00001	0.0000	-0.00967	0.00600
0.400	0.700	0.00084	0.00016	0.0012	-0.00557	0.00556
0.800	1.401	0.00069	0.00024	0.0019	-0.00204	0.00441
1.200	2.101	0.00052	0.00025	0.0022	0.00053	0.00290
1.600	2.802	0.00035	0.00023	0.0019	0.00203	0.00140
2.000	3.502	0.00021	0.00018	0.0014	0.00256	0.00018
2.400	4.203	0.00010	0.00012	0.0008	0.00237	-0.00064
2.800	4.903	0.00003	0.00008	0.0003	0.00176	-0.00103
3.200	5.604	-0.00002	0.00005	-0.0002	0.00101	-0.00105
3.600	6.304	-0.00005	0.00004	-0.0006	0.00036	-0.00075
4.000	7.005	-0.00007	0.00004	-0.0010	0.00005	-0.00006

SIŁY I PRZEMIESZCZENIA W KIER. WYPADKOWYM

Przemieszczenia wypadkowe w głowicy pala

Przemieszczenie poziome aw = 0.00507 m
 Przemieszczenie pionowe cw = 0.00000 m
 Przemieszczenie katowe głowicy bw = 0.00189 rad
 przemieszczenie poziome wierzchu podpory w kier. W
 aaw = 0.00751 m

Siły wypadkowe w głowicy pojedynczego pala

	Pal 1 rzędu	Pal ostatn. rzędu
Siła pionowa	-0.0028	0.0027 MN
Siła pozioma	0.0142	0.0142 MN

Moment zginający 0.0097 0.0097 MNm

Siły i przemieszcz. pala poniżej terenu - w kier. wypadk.

Pal 1 rzędu

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00507	0.00189	0.0000	0.00967	0.01420
0.400	0.700	0.00378	0.00181	0.0053	0.01017	0.01215
0.800	1.401	0.00259	0.00158	0.0073	0.01471	0.00766
1.200	2.101	0.00161	0.00125	0.0068	0.01721	0.00320
1.600	2.802	0.00086	0.00090	0.0048	0.01680	0.00296
2.000	3.502	0.00036	0.00057	0.0025	0.01417	0.00495
2.400	4.203	0.00010	0.00032	0.0008	0.01040	0.00573
2.800	4.903	0.00014	0.00015	0.0013	0.00649	0.00530
3.200	5.604	0.00019	0.00006	0.0021	0.00318	0.00408
3.600	6.304	0.00020	0.00004	0.0025	0.00090	0.00237
4.000	7.005	0.00020	0.00004	0.0028	0.00005	0.00006

Pal ostatniego rzędu

głębokość sprowadz.	głębokość rzeczywista	przem. poziome	obrót przekroju	nacisk boczny	moment zginający	siła poprzeczna
< >	< m >	< m >	< rad >	< MPa >	< MNm >	< MN >
0.000	0.000	0.00507	0.00189	0.0000	0.00967	0.01420
0.400	0.700	0.00378	0.00181	0.0053	0.01017	0.01215
0.800	1.401	0.00259	0.00158	0.0073	0.01471	0.00766
1.200	2.101	0.00161	0.00125	0.0068	0.01721	0.00320
1.600	2.802	0.00086	0.00090	0.0048	0.01680	0.00296
2.000	3.502	0.00036	0.00057	0.0025	0.01417	0.00495
2.400	4.203	0.00010	0.00032	0.0008	0.01040	0.00573
2.800	4.903	0.00014	0.00015	0.0013	0.00649	0.00530
3.200	5.604	0.00019	0.00006	0.0021	0.00318	0.00408
3.600	6.304	0.00020	0.00004	0.0025	0.00090	0.00237
4.000	7.005	0.00020	0.00004	0.0028	0.00005	0.00006

K O N I E C O B L I C Z E Ń

mgr inż. Andrzej Łukasiewicz
 ul. Kwiatów Polnych 7 m. 27 tel. 746-64-57
 20-843 Lublin
 program <MIMOS-P> - wersja marzec 1998r.

 * Wymiarowanie mimośrodowo ściskanego lub zginanego *
 * przekroju prostokątnego lub teowego *
 * metoda NL *

Nazwa obiektu: Most przez rz. Bystrzycę w c. ul. Krochmalnej
 Nazwa elementu: pale fundamentowe przyczółka - sprawdzenie naprężeń
 Dane przygotował: A. Łukasiewicz
 Data obliczeń: 07.2005

DANE POCZĄTKOWE - Vmin - przyp. 1

Siła podłużna	P = 607.80 kN
Długość wyboczeniowa	lw = 1.00 m
Moment zginający w kierunku X	Mx = 65.58 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My = 5.18 kNm
Przekrój prostokątny:	
- szerokość słupa w kierunku X	bx = 0.350 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by = 0.350 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx = 6.28 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy = 6.28 cm ²
- otulina stali	a = 0.050 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n = 10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra = 200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb = 11.75 MPa
Max. naprężenia rozc. w stali zbr.	Sr = 18.92 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx = 1.010
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy = 1.010
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b = 0.350
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x = 0.268

DANE POCZĄTKOWE - V max - przyp. 2

Siła podłużna	P = 761.70 kN
Długość wyboczeniowa	lw = 1.00 m
Moment zginający w kierunku X	Mx = 65.58 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My = 5.18 kNm
Przekrój prostokątny:	
- szerokość słupa w kierunku X	bx = 0.350 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by = 0.350 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx = 6.28 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy = 6.28 cm ²
- otulina stali	a = 0.050 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n = 10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra = 200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl = 11.50 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt = 0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Remont mostu przez rz. Bystrzycę (od strony górnej wody) w ciągu jezdni południowej ul. Krochmalnej w Lublinie

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb =	12.44 MPa
Max. naprężenia rozc. w stali zbr.	Sr =	1.66 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.012
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.012
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b =	0.350
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x =	0.309

DANE POCZĄTKOWE - V min - przyp. 2

Siła podłużna	P =	612.70 kN
Długość wybozeniowa	lw =	1.00 m
Moment zginający w kierunku X	Mx =	62.20 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My =	4.26 kNm
Przekrój prostokątny:		
- szerokość słupa w kierunku X	bx =	0.350 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by =	0.350 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx =	6.28 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy =	6.28 cm ²
- otulina stali	a =	0.050 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n =	10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra =	200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt =	0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb =	11.17 MPa
Max. naprężenia rozc. w stali zbr.	Sr =	12.46 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.010
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.010
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b =	0.350
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x =	0.279

DANE POCZĄTKOWE - V max - przyp. 2

Siła podłużna	P =	756.90 kN
Długość wybozeniowa	lw =	1.00 m
Moment zginający w kierunku X	Mx =	62.20 kNm
Moment zginający w kierunku Y	My =	4.26 kNm
Przekrój prostokątny:		
- szerokość słupa w kierunku X	bx =	0.350 m
- szerokość słupa w kierunku Y	by =	0.350 m
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku X	Fx =	6.28 cm ²
- przekrój stali wzdłuż jednego boku w kierunku Y	Fy =	6.28 cm ²
- otulina stali	a =	0.050 cm
Przyjęty współczynnik n = Es/Eb	n =	10.00
Wytrzymałość obl. stali zbrojeniowej	Ra =	200.00 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na ściskanie	Rbb =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. żelbetu na ściskanie	Rbl =	11.50 MPa
Wytrzymałość obl. betonu na rozciąganie	Rbt =	0.00 MPa

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ W II FAZIE

Max. naprężenia ścisk. w betonie	Sb =	11.90 MPa
Max. naprężenia rozc. w stali zbr.	Sr =	-2.19 MPa
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. X	fx =	1.012
Wsp. zwiększający przy wyboczeniu - kier. Y	fy =	1.012
Szerokość oblicz. strefy ścisk.	b =	0.350
Wysokość oblicz. strefy ścisk.	x =	0.318

KONIEC OBLICZEŃ