

## OBLICZENIA STATYCZNE

**Tablica 1. Zebranie obciążeń na 1m<sup>2</sup> połaci dachu (kN/m<sup>2</sup>)**

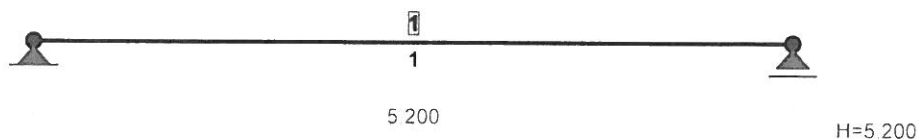
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Blachodachówka	0,10	1,20	0,12
2.	Łaty kontrłaty	0,09	1,20	0,11
3.	Izolacja	0,10	1,20	0,12
4.	Wełna	0,30	1,20	0,36
5.	Płyta g-k	0,30	1,20	0,36
<b>Σ:</b>		<b>0,89</b>	<b>1,20</b>	<b>1,07</b>
6.	Obciążenie śniegiem	1,28	1,50	1,92
7.	Obciążenie wiatrem -parcie	0,17	1,50	0,26

**Tablica 2. Zebranie obciążeń na 1m<sup>2</sup> stropu.**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Wylewka betonowa	0,80	1,30	1,04
2.	Styropian grub. 16 cm	0,07	1,30	0,09
3.	Strop TERIVA	2,68	1,20	3,22
4.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm	0,29	1,30	0,38
5.	Obciążenie użytkowe	1,20	1,40	1,68
<b>Σ:</b>		<b>5,04</b>	<b>1,27</b>	<b>6,40</b>

### 1. Podciąg P-1 (2 x dwuteownik 200)

PRZEKROJE PRĘTÓW:



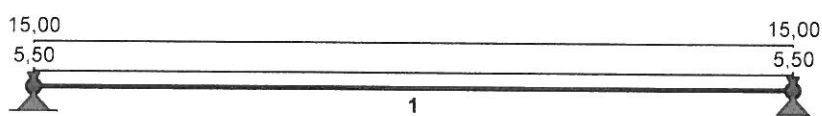
PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	5,200	0,000	5,200	1,000	1 2 I 200

**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	67,0	4280	1591	428	428	20,0	2 Stal St3

**OBCIĄŻENIA:****OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "Obciążenia ze sropu"			Stałe	$\gamma_f = 1,27$	
1	Liniowe	0,0	15,00	15,00	0,00	5,20
Grupa:	B "Obciążenie ściana"			Stałe	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	5,50	5,50	0,00	5,20

=====

**W Y N I K I**  
Teoria I-go rzędu  
Kombinatoryka obciążeń

=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - "Obciążenia ze sropu"	Stałe		1,27
B - "Obciążenie ściana"	Stałe		1,30

**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE

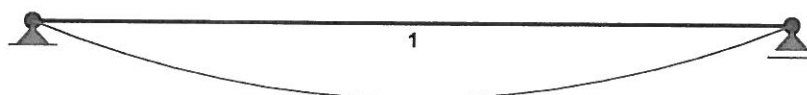
A - "Obciążenia ze sropu" ZAWSZE  
 B - "Obciążenie ściana" ZAWSZE

# KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

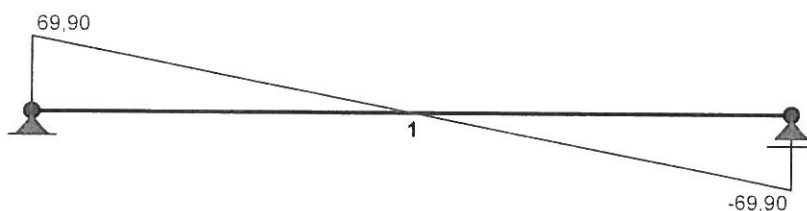
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE : A+B  
 EWENTUALNIE:

# MOMENTY-OBWIEDNIE:



# SIŁY PRZESKONNIE:



# NORMALNE-OBWIEDNIE:



**SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,600	90,87*	0,00	0,00	AB
	0,000	-0,00*	69,90	0,00	AB
	0,000	-0,00	69,90*	0,00	AB
	0,000	-0,00	69,90	0,00*	AB
	2,600	90,87	0,00	0,00*	AB
	0,000	-0,00	69,90	0,00*	AB
	2,600	90,87	0,00	0,00*	AB

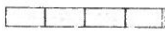
\* = Max/Min

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00*	69,90	69,90		AB
	0,00	69,90*	69,90		AB
	0,00	69,90	69,90*		AB
2	0,00*	69,90	69,90		AB
	0,00	69,90*	69,90		AB
	0,00	69,90	69,90*		AB

\* = Max/Min

**NOŚNOŚĆ PRĘTÓW:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekój:	Pręt:	Warunek:	Wykorzystanie:	Kombinacja obc.
1	1	Zgin.(54)	98,4% 	AB

### Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości  $b = 100,0$  mm i grubości  $g = 10,0$  mm w odstępach  $l_1 = 800,0$  mm, wykonanymi ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 800,0 / 18,7 = 42,78$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

### Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi  $\varphi_p = 1,000$ . Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 42,78 / 84,00 = 0,509 \Rightarrow \varphi_1 = 0,934.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

$$\text{- dla zginana względem osi X: } \psi_x = 1,000$$

### Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi Y

$$\lambda = l_{wy} / i_y = 5200,0 / 48,7 = 106,72$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \cdot m / 2 = \sqrt{106,72^2 + 42,78^2} = 114,97$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_0} = \frac{114,97}{84,00} \times \sqrt{0,934} = 1,323$$

**Nośność przekroju na zginanie:**

$x_a = 2,600$ ;  $x_b = 2,600$ .

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 428,0 \times 215 \times 10^{-3} = 92,02 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,000$  wynosi  $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{R_x}} = \frac{1,96}{1,000 \times 92,02} = 0,021 < 1$$

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$x_a = 2,600$ ;  $x_b = 2,600$

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,00 < 112,23 = V_0$

$$M_{R_{x,y}} = M_R = 92,02 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_{x,y}}} = \frac{1,96}{92,02} = 0,021 < 1$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,6 \text{ mm}$$

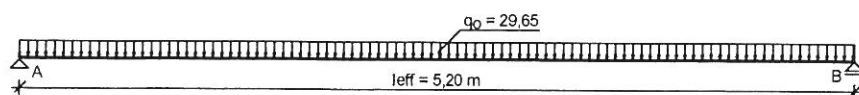
$$a_{\text{gr}} = l / 200 = 5200 / 200 = 26,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,6 < 26,0 = a_{\text{gr}}$$

**2. Podciąg P-2 (25x35cm zbrojony: 3Ø16 górą i 5Ø16 dołem)**Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obciążenia przekazywane przez strop	16,60	1,27	21,08	cała belka
2.	Obciążenia z dachu	4,50	1,39	6,25	cała belka
3.	Ciężar własny belki	2,10	1,10	2,31	cała belka
$\Sigma$ :		23,20	1,28	29,65	

Schemat statyczny belki



Rozpiętość obliczeniowa belki  $l_{\text{eff}} = 5,20 \text{ m}$

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 100,21 \text{ kNm}$   
 Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 78,42 \text{ kNm}$   
 Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 78,42 \text{ kNm}$   
 Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A} = R_{Sd,B} = 77,08 \text{ kN}$

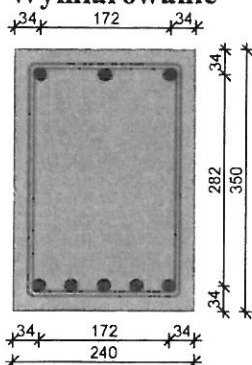
#### Dane materiałowe :

Klasa betonu: **B25**  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$   
 Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$   
 Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$   
 Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$   
 Wiek betonu w chwili obciążenia 14 dni  
 Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,94$   
 Stal zbrojeniowa A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$   
 Stal zbrojeniowa strzemion A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$   
 Stal zbrojeniowa montażowa A-IIIN (**RB500**)  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

#### Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała  
 Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$   
 Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$   
 Graniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/200$  - jak dla belek (tablica 8)

#### Wymiarowanie



#### Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 35,0 \text{ cm}$   
 otulina zbrojenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

#### Zginanie (metoda uproszczona):

Przekrój podwójnie zbrojony

Przyjęto górą **3 $\phi$ 16** o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Przyjęto dołem **5 $\phi$ 16** o  $A_{s1} = 10,05 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,33\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 100,21 \text{ kNm} < M_{Rd} = 105,57 \text{ kNm}$

#### Ścinanie:

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  **$\phi$ 8 co max. 140 mm** na odcinku 70,0 cm przy podporach oraz co max. 220 mm w środku rozpiętości belki

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 73,38 \text{ kN} < V_{Rd3} = 96,49 \text{ kN}$

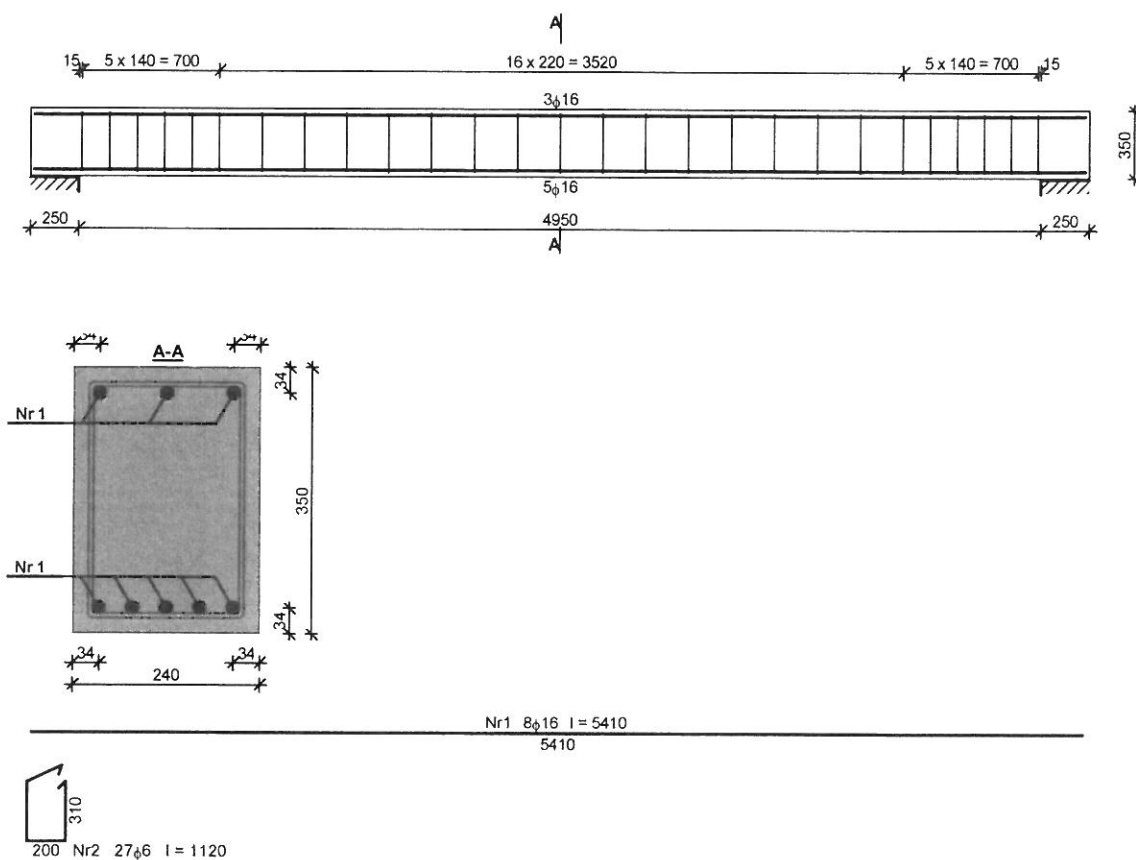
#### SGU:

Szerokość rys prostokątnych:  $w_k = 0,214 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,283 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 24,94 \text{ mm} < a_{lim} = 26,00 \text{ mm}$

### Szkic zbrojenia:



### Zestawienie stali zbrojeniowej

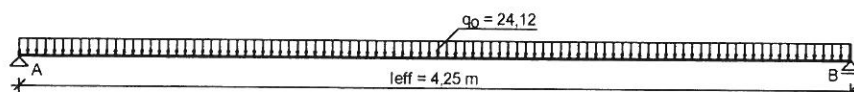
Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	RB500	
				φ6	φ16
1.	16	541	8		43,28
2.	8	112	27	30,24	
Długość wg średnic [m]				30,3	43,3
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	1,578
Masa wg średnic [kg]				6,7	68,3
Masa wg gatunku stali [kg]				75,0	
Razem [kg]				75	

### 3. Podciąg P-3 (25x35cm zbrojony: 2Ø12 górą i 4Ø12 dołem)

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc char	$\gamma_f$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obciążenia przekazywane przez strop	17,10	1,27	21,72	cała belka
2.	Ciężar własny belki	2,19	1,10	2,41	cała belka
$\Sigma$ :		19,29	1,25	24,12	

Schemat statyczny belki



Rozpiętość obliczeniowa belki  $l_{eff} = 4,25$  m

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 54,47$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 43,55$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 43,55$  kNm

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A} = R_{Sd,B} = 51,26$  kN

Dane materiałowe :

Klasa betonu: **B25**  $\rightarrow f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8$  mm

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 14 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,93$

Stal zbrojeniowa A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Stal zbrojeniowa montażowa A-IIIN (**RB500**)  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Założenia obliczeniowe :

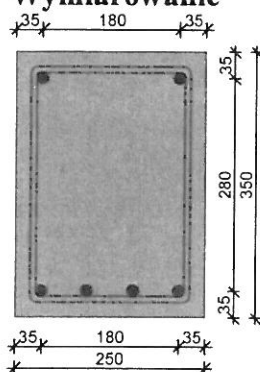
Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm

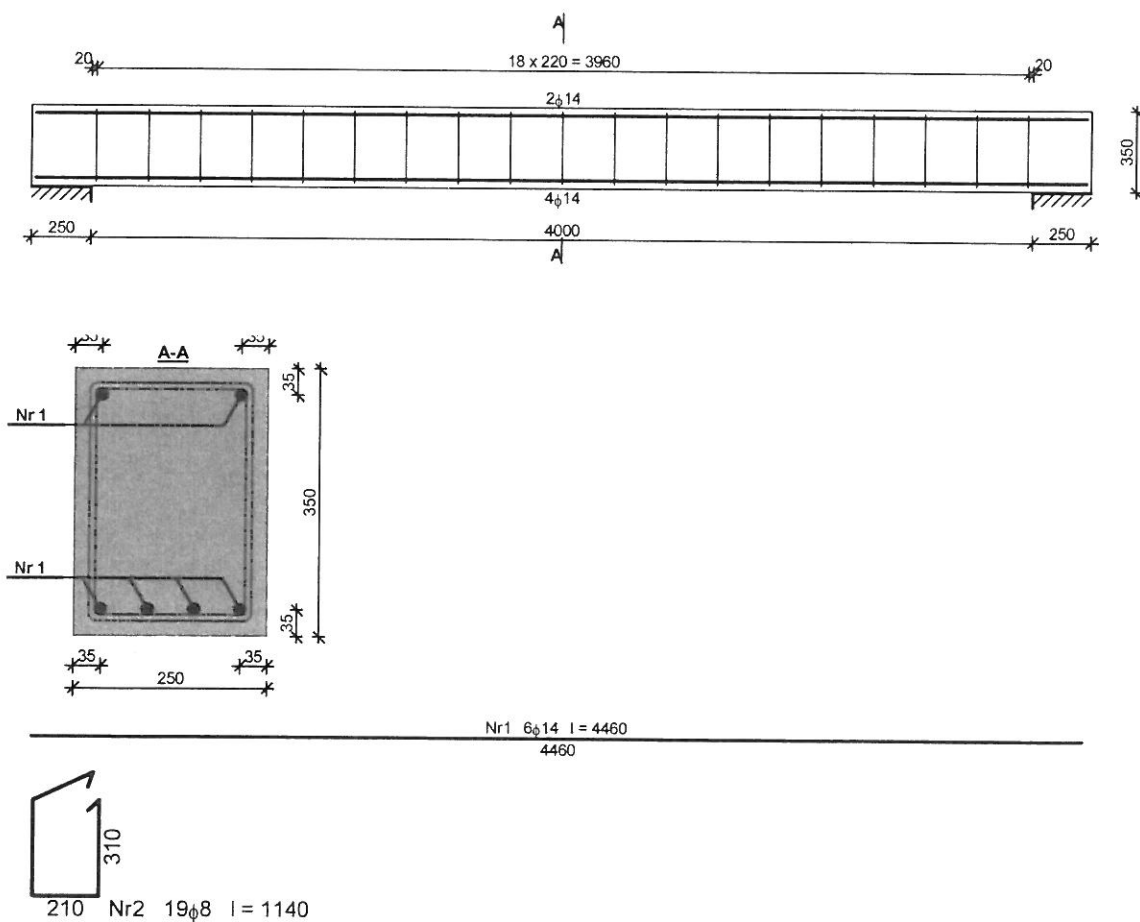
Graniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/200$  - jak dla belek (tablica 8)

**Wymiarowanie**



Przyjęte wymiary przekroju: $b_w = 25,0 \text{ cm}, h = 35,0 \text{ cm}$ otulina zbrojenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$ Zginanie (metoda uproszczona):

Przekrój podwójnie zbrojony

Przyjęto górą  $2\phi 14$  o  $A_{s2} = 3,08 \text{ cm}^2$ Przyjęto dołem  $4\phi 14$  o  $A_{s1} = 6,16 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,78\%$ )Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 54,47 \text{ kNm} < M_{Rd} = 71,43 \text{ kNm}$ Ścinanie:Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co max. 230 mm na całej długości belkiWarunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 48,25 \text{ kN} < V_{Rd3} = 108,82 \text{ kN}$ SGU:Szerokość rys prostych:  $w_k = 0,221 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 13,86 \text{ mm} < a_{lim} = 21,25 \text{ mm}$ **Szkic zbrojenia:**

## Zestawienie stali zbrojeniowej

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	RB500	
				φ8	φ14
1.	14	446	6		26,76
2.	8	114	19	21,66	
Długość wg średnic [m]				21,7	26,8
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,395	1,208
Masa wg średnic [kg]				8,6	32,4
Masa wg gatunku stali [kg]				41,0	
Razem [kg]				41	

## 4. Podciąg P-4 (24x25cm zbrojony: 2Ø12 górą i 3Ø12 dołem)

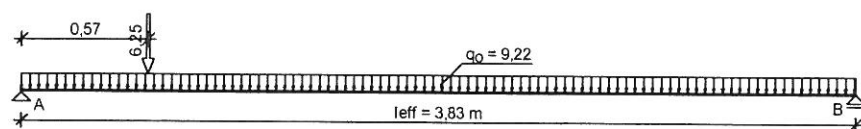
## Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Wpływ obciążenia ze stropu	2,50	1,27	3,18	cała belka
2.	Obciążenie z dachu	3,16	1,39	4,39	cała belka
3.	Ciężar własny belki	1,50	1,10	1,65	cała belka
$\Sigma$ :		7,16	1,29	9,22	

## Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	$P_k$	x [m]	$\gamma_f$	$P_o$
1.	Reakcja z krawężnicy	4,50	0,45	1,39	6,25

Schemat statyczny belki

Rozpiętość obliczeniowa belki  $l_{eff} = 3,83$  mMoment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 18,75$  kNmMoment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 14,45$  kNmMoment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 14,45$  kNmReakcja obliczeniowa lewa  $R_{Sd,A} = 22,97$  kNReakcja obliczeniowa prawa  $R_{Sd,B} = 18,59$  kN

## Dane materiałowe :

Klasa betonu: **B25** →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPaCiężar objętościowy betonu  $\rho = 25$  kN/m<sup>3</sup>Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8$  mmWilgotność środowiska  $RH = 50\%$ 

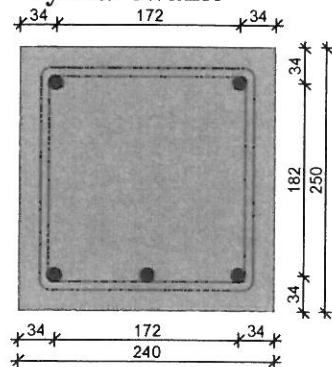
Wiek betonu w chwili obciążenia 14 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 4,04$ Stal zbrojeniowa A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPaStal zbrojeniowa strzemion A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

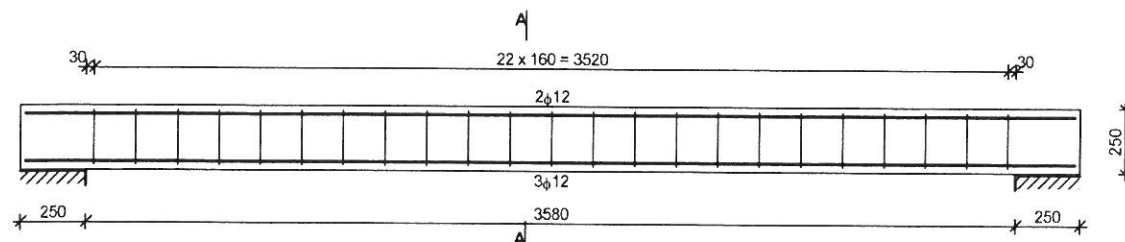
MPa

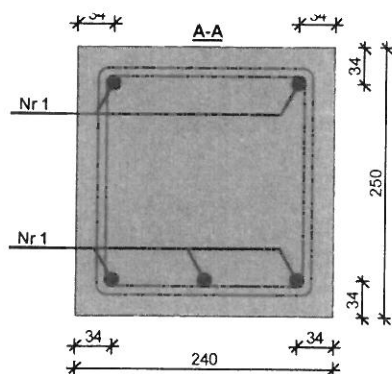
Stal zbrojeniowa montażowa A-IIIN (**RB500**  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa)Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$ Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mmGraniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/200$  - jak dla belek (tablica 8)**Wymiarowanie**Przyjęte wymiary przekroju: $b_w = 24,0$  cm,  $h = 25,0$  cmotulina zbrojenia  $c_{nom} = 20$  mmZginanie (metoda uproszczona):

Przekrój podwójnie zbrojony

Przyjęto górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26$  cm<sup>2</sup>Przyjęto dołem  $3\phi 12$  o  $A_{s1} = 3,39$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,65\%$ )Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 18,75$  kNm  $<$   $M_{Rd} = 27,61$  kNmŚcinanie:Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co max. 160 mm na całej długości belkiWarunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 21,82$  kN  $<$   $V_{Rd3} = 102,60$  kNSGU:Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,226$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mmSzerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,000$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mmMaksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 13,83$  mm  $<$   $a_{lim} = 19,15$  mm**Szkic zbrojenia:**



Nr1 5 $\phi$ 12 l=4040  
4040



200 Nr2 23 $\phi$ 8 l=920

### Zestawienie stali zbrojeniowej

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	RB500	
				$\phi 8$	$\phi 12$
1.	12	404	5		20,20
2.	8	92	23	21,16	
Długość wg średnic [m]				21,2	20,2
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,395	0,888
Masa wg średnic [kg]				8,4	17,9
Masa wg gatunku stali [kg]				27,0	
Razem [kg]				27	

mgr inż. HENRYK KRÓL  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
kierowania i nadzoru nad w specyficznych  
konstrukcyjnych, bez ograniczeń  
oraz do projektowania w specyficznych  
architektonicznych w ograniczonym zakresie  
nr ewid. 204/89, St-205/89

mgr inż. Henryka Romanowska  
Upr. nr BUA-III-8386/113/89  
MAZ/0017/POOK/09  
Grójec, ul. Mogielnicka 1 m.10