

KONBET POZNAŃ SP. Z O. O.
UL. ŚW. WINCENTEGO 11
61-003 POZNAŃ

Wytyczne dla projektantów

Sprężone belki nadprożowe
SBN 120/120; SBN 72/120; SBN 72/180

Poznań 2013



Niniejsze opracowanie jest własnością firmy KONBET POZNAŃ Sp. z o. o. i nie może być udostępniane innym osobą i jednostką ani w całości, ani we fragmentach bez zgody właściciela.

1. Charakterystyka opracowania

Rozwiązanie konstrukcyjno-technologiczne projektowanych sprężonych belek nadprożowych charakteryzuje się odmiennym podejściem do kształtowania i projektowania nadproży z tych belek. Zaproponowane rozwiązanie opiera się na przyjęciu etapowej budowy nadproży.

2. Zakres stosowania

Sprężone belki nadprożowe SBN 120/120, SBN 72/120 i SBN 72/180 mogą być stosowane we wszystkich typach nadproży w budynkach mieszkalnych oraz w innych typach budownictwa. Wymaga to sprawdzenia nośności belek w konkretnych warunkach funkcjonowania. Nadproża strunobetonowe są elementami konstrukcyjnymi zamykającymi otwory okienne i drzwiowe.

3. Podstawowe dane techniczne

Poniższe rysunki zawierają przekroje poprzeczne wszystkich typów sprężonych belek nadprożowych.

Nadproża pracują jak belki wolnopodparte

4. Zestawienie wyników obliczeń

W załączonych zestawieniach i tabelach zestawiono dopuszczalne momenty zginające i siły tnące, obciążenia równomiernie rozłożone na mb nadproża oraz zależności na dopuszczalne wysokości ścian wykonanych z elementów drobnowymiarowych stosowanych do budowy ścian.

Nadproży o wymiarach 115x120 mm, 115x72 mm i 175x72 mm zbrojone są splotami ϕ 6,85. Sploty wykonane są ze stali o charakterystycznej wytrzymałości na rozciąganie równej 2060 MPa

Podane w tabelach dopuszczalne obciążenia równomiernie rozłożone stanowią całkowite równomiernie rozłożone obciążenia dopuszczalne wraz z ciężarem nadproża.

Dla stanu graniczny nośności, dopuszczalne obciążenie oznaczono w tabelach, jako q_d a jego wartość określono zgodnie z wymaganiami dla konstrukcji sprężonych z uwzględnieniem wszystkich strat sprężania i warunku niezarysowanej strefy rozciąganej dla nadproży nieobciążonych.

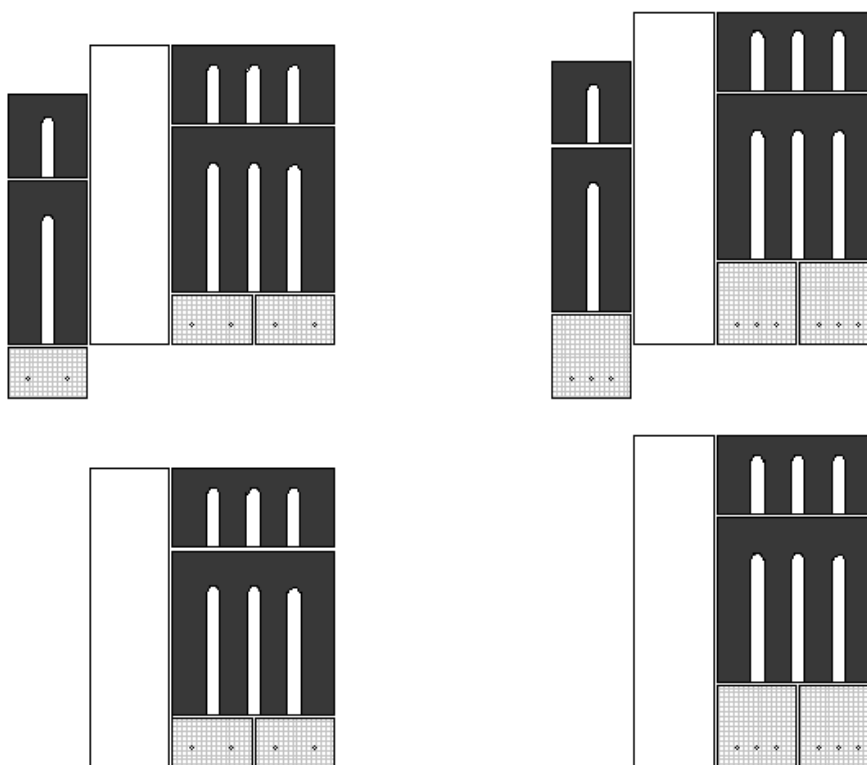
Dla stanu granicznego użytkowania określono obciążenie charakterystyczne oznaczone w tabelach, jako q_{k1} i q_{k2} . Ich wartości określono dla dwóch przypadków:

- Dla elementów kategorii rysoodporności 1b - q_{k1} , czyli dla przypadku, gdy stan zarysowania jest stanem granicznym użytkowania i rozszczelnienie nie jest pożądane, co obowiązuje dla środowiska klasy XC i XD. Rozwartość rys jest wówczas ograniczona do $w=0$. Ostatecznie wartość obciążenie charakterystyczne w tym stanie określa się z warunku rysoodporności i ugięcia $a < l/200$.
- Dla elementów kategorii rysoodporności 2b - q_{k2} , czyli dla przypadku, gdy stan zarysowania nie jest stanem granicznym i nie wymaga sprawdzenia, co obowiązuje dla środowiska klasy XO i XC1 i stali mało wrażliwej na korozję. Rozwartość rys jest wówczas ograniczona do $w \leq 0,2$. Ostatecznie wartość obciążenie charakterystyczne w tym stanie określa się z warunku ugięcia $a < l/200$.

Podane w tabelach dopuszczalne obciążenia równomiernie rozłożone stanowią całkowite równomiernie rozłożone obciążenia dopuszczalne wraz z ciężarem nadproża.

W przypadku konstrukcji murowych można przyjąć trójkątny rozkład obciążeń. Dla takich przypadków podano wzory na podstawie, których w zależności od nośności pojedynczego nadproża lub nośności łącznej wszystkich nadproży można wyznaczyć dopuszczalną wysokość ściany. Przy wyznaczaniu dopuszczanych wysokości ścian przyjęto obowiązujący dla elementów murowych trójkątny rozkład obciążeń ($\alpha=60^\circ$). Zatem jeśli stropy są ułożone na ścianach na wysokości przekraczającej $0,866 l_0$, można uznać, że nie ingerują one w obciążenie nadproża (gdzie l_0 długość obliczeniowa nadproża). Przyjęto, że ściany są wykonane z elementów murowych (cegła bloczki, pustaki).

Dopuszczalną wysokość ściany określa się łącznie z wysokością nadproża. Zaleca się wykonanie podparcia nadproża w środku rozpiętości szczególnie w sytuacjach, gdy dopuszczalna wysokość ściany ustawianej na nadprożu musi być ograniczona ze względu na nośność nadproża.



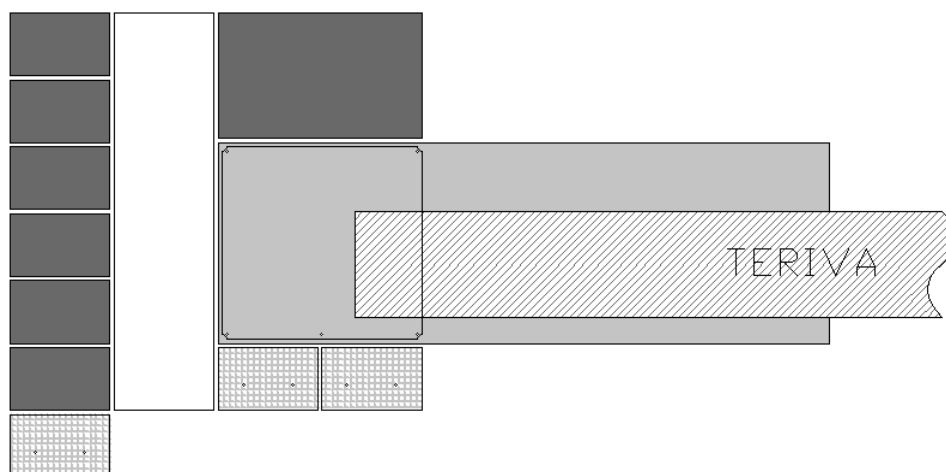
Rys.1 Nadproża obciążone tylko ścianami

5. Oparcie stropów

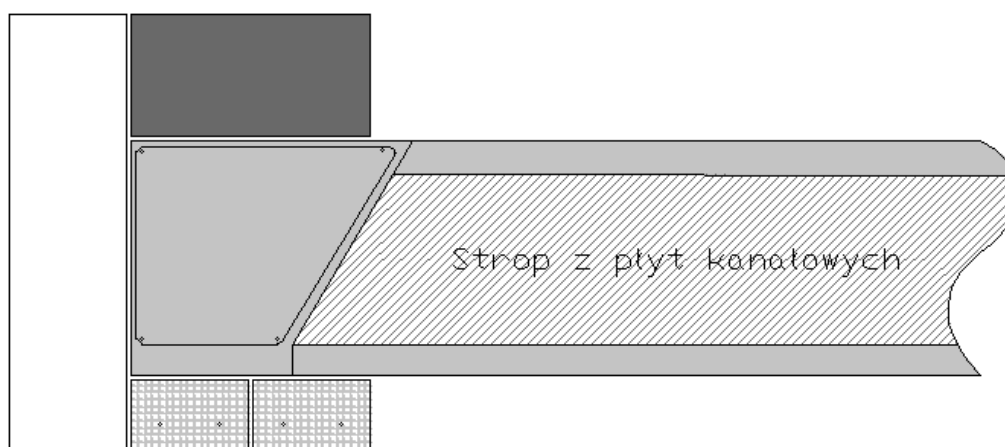
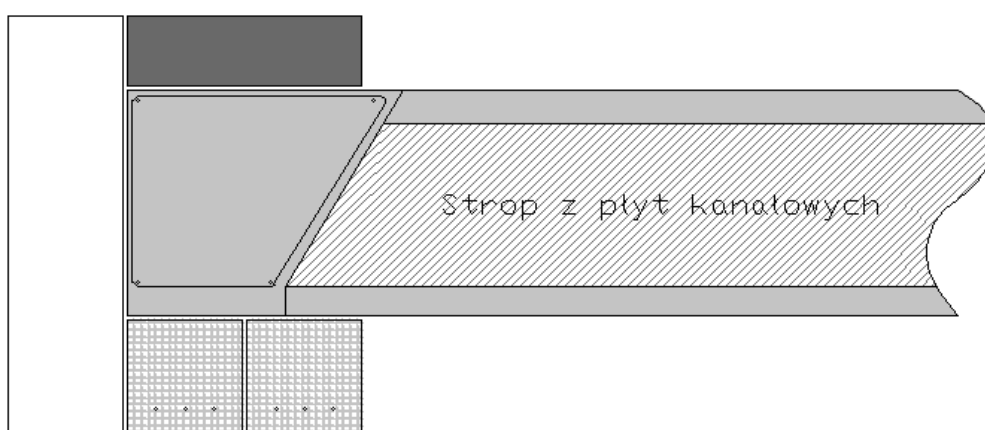
Oparcie stropów powinno zapewnić spełnienie warunków przyjętych w obliczeniach stropów z możliwością wykonania prawidłowego wieńca. Na rysunkach przedstawiono zalecane sposoby oparcia stropów na ścianach nośnych. Podstawowe sposoby oparcia stropów przedstawiono na rys. 2.1, 2.2, 2.3, takie oparcie stropów zapewnia wykonanie wieńca o odpowiedniej sztywności i gwarantuje dobrą pracę przestrzenną konstrukcji. W takich przypadkach, prefabrykowanych belek lub płyt nie należy opierać bezpośrednio na nadprożu. Elementy stropowe powinny być oparte na stemplach. Stropy z dźwigarami lub płytami zespolonymi należy dodatkowo podpierać w środku rozpiętości.

Nadproża obciążone stropami, do czasu osiągnięcia przez beton odpowiedniej wytrzymałości powinny być podstemplowane.

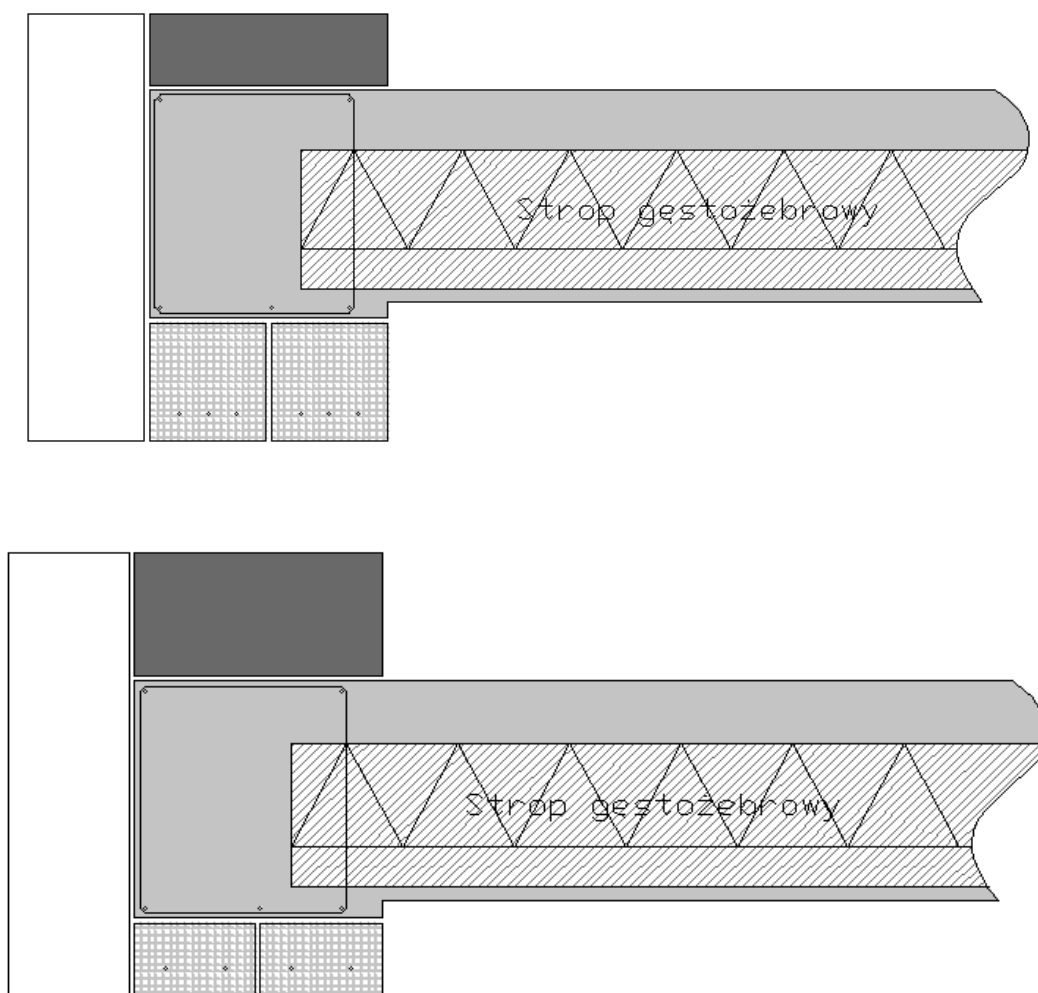
Przy ustalaniu bezpośrednich obciążeń stropami nadproży podstropowych należy zapewnić ich zespolenie z wieńcem. W takich przypadkach znaczną część obciążeń przejmuje sztywniejszy wieniec. Obciążenia można tu rozdzielić proporcjonalnie na wieniec i nadproże odpowiednio do ich sztywności.



Rys.2.1 Nadproża obciążone ścianami i stropem



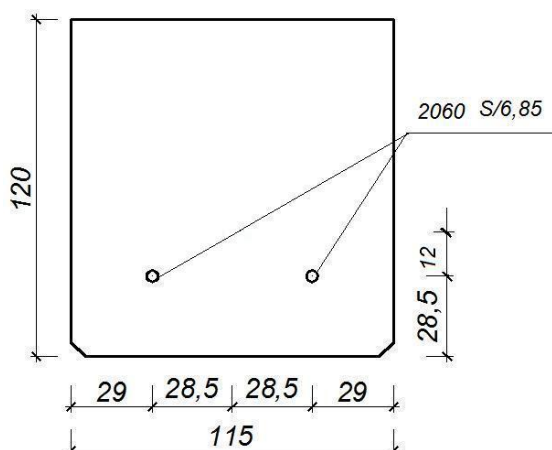
Rys.2.2 Nadproża obciążone ścianami i stropem



Rys.2.3 Nadproża obciążone ścianami i stropem

ZESTAWIENIE I TABELE NOŚNOŚCI NADPROŻY SBN

1. Naproże 11,5x12 cm TYP A (sploty 2φ 6,85/ 2060 MPa)



$$A = 0,58 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$f_{pk} = 2060 \text{ [MPa]}$$

$$M_{rd} = 6,7 \text{ [kNm]}$$

$$M_{cr} = 4,3 \text{ [kNm]}$$

$$V = 20,2 \text{ [kN]}$$

C40/50

R30

Pole przekroju stali

Wytrzymałość charakterystyczna stali

Moment niszczący

Moment charakterystyczny ze wzg. na stan zarysowania

Nośność na ścinanie

Klasa betonu

Odporność ogniowa

Długość nadproża	Szerokość otworu	Moment charakterystyczny przy dopuszczalnym ugięciu $1,05l_n/200$	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (jako minimum z warunku zarysowania dla kat. 1b i ugięcia)	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (dla kat. 2b) z warunku ugięcia $a \leq 1,05l_n/200$	Dopuszczalne obciążenie równomiernie rozłożone obliczeniowe z warunku nośności	Ugięcie od obciążenia charakterystycznego q_{k1}	Masa nadproża
l	l_n	M_{ka}	q_{k1}	q_{k2}	q_d	a_k	Q
[cm]	[cm]	[kNm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kg]
100	80	16,49	48,71	187,01	75,58	0,03	34,50
120	100	13,85	31,18	100,50	48,37	0,05	41,40
150	120	12,09	21,66	60,91	33,59	0,07	51,75
180	150	10,33	13,87	33,30	21,50	0,11	62,10
210	180	9,15	9,64	20,50	14,93	0,17	72,45
Dla szerokości otworu powyżej 180 cm stosować nadproże 11,5x12 cm TYP B							

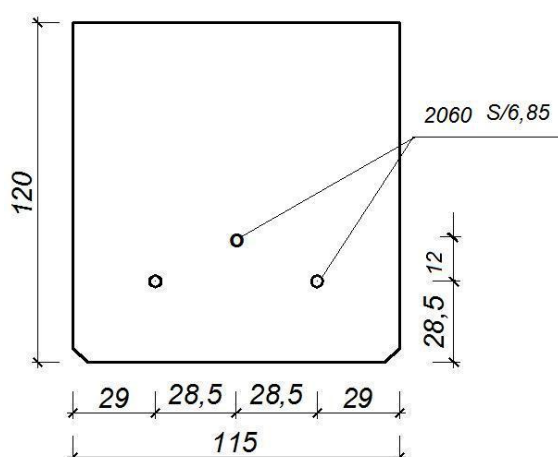
$M_{sd} = 0,07217 \cdot (1,05 \cdot l_n)^3 \cdot \gamma_f \cdot \gamma \cdot g$ - moment zginający wywołany rozłożonym trójkątnie obciążeniem obliczeniowym

$M_{sk} = 0,07217 \cdot (1,05 \cdot l_n)^3 \cdot \gamma \cdot g$ - moment zginający wywołany rozłożonym trójkątnie obciążeniem charakterystycznym

$\Sigma M_{rd}, \Sigma M_{cr}, \Sigma M_{ka}$ – suma nośności belek nadprożowych

Dopuszczalna wysokość ściany przy uwzględnieniu trójkątnego rozkładu obciążeń w konstrukcjach murowych γ_f - współczynnik obciążenia γ - średni ciężar objętościowy ściany g - grubość ściany
Jeżeli $\Sigma M_{rd} > M_{sd}$ i $\Sigma M_{cr} > M_{sk}$ i $1,04 \Sigma M_{ka} > M_{sk}$ to nie ma ograniczeń w wysokość ściany Jeżeli $\Sigma M_{rd} < M_{sd}$ lub (i) $\Sigma M_{cr} < M_{sk}$ lub (i) $1,04 \Sigma M_{ka} < M_{sk}$ to H_d i H_k wyznaczamy z zależności $M_{sd} - \Sigma M_{rd} =$ $(0,4886 l_n - 0,5373 H_d)^2 (0,35 \cdot l_n - 0,1925 H_d) \cdot \gamma_f \cdot \gamma \cdot g$ $M_{sk} - \Sigma \min(M_{cr}, 1,04 M_{ka}) =$ $(0,4886 l_n - 0,5373 H_k)^2 (0,35 \cdot l_n - 0,1925 H_k) \cdot \gamma \cdot g$ Ostateczna dopuszczalna wysokość ściany wynosi $H = \min(H_k, H_d)$ Jeżeli $\Sigma M_{rd} > M_{sd}$ i $\Sigma M_{cr} > M_{sk}$ i $1,04 \Sigma M_{ka} > M_{sk}$

2. Naproże 11,5x12 cm TYP B (sploty 3φ 6,85/2060 MPa)



$A = 0,87 \text{ [cm}^2\text{]}$

$f_{pk} = 2060 \text{ [MPa]}$

$M_{rd} = 7,9 \text{ [kNm]}$

$M_{cr} = 5,7 \text{ [kNm]}$

$V = 21,8 \text{ [kN]}$

$287,5 \text{ [kg/m}^2\text{]}$

C40/50

R30

Pole przekroju stali

Wytrzymałość charakterystyczna stali

Moment niszczący

Moment charakterystyczny ze względu na stan zarysowania

Nośność na ścinanie

Masa na jednostkę przekroju poprzecznego

Klasa betonu

Odporność ogniowa

Długość nadproża	Szerokość otworu	Moment charakterystyczny przy dopuszczalnym ugięciu $1,05l_n/200$	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (jako minimum z warunku zarysowania dla kat. 1b i ugięcia)	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (dla kat. 2b) z warunku ugięcia $a \leq 1,05l_n/200$	Dopuszczalne obciążenie równomiernie rozłożone obliczeniowe z warunku nośności	Ugięcie od obciążenia charakterystycznego q_{k1}	Masa nadproża
l	l_n	M_{ka}	q_{k1}	q_{k2}	q_d	a_k	Q
[cm]	[cm]	[kNm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kg]
Dla szerokości otworu poniżej 210 cm stosować nadproże 11,5x12 cm TYP A							
240	210	9,42	9,41	15,50	13,06	0,29	77,80
270	240	8,79	7,21	11,08	10,00	0,38	87,60
300	270	8,31	5,70	8,27	7,90	0,49	97,30
330	300	7,92	4,62	6,39	6,40	0,60	107,00
360	330	7,60	3,83	5,07	5,29	0,73	116,70
390	360	7,34	3,22	4,11	4,44	0,87	126,50
420	390	7,12	2,75	3,40	3,79	1,02	136,20

$M_{sd} = 0,07217 \cdot (1,05 \cdot l_n)^3 \cdot \gamma_f \cdot \gamma \cdot g$ - moment zginający wywołany rozłożonym trójkątnie obciążeniem obliczeniowym

$M_{sk} = 0,07217 \cdot (1,05 \cdot l_n)^3 \cdot \gamma \cdot g$ - moment zginający wywołany rozłożonym trójkątnie obciążeniem charakterystycznym

$\Sigma M_{rd}, \Sigma M_{cr}, \Sigma M_{ka}$ – suma nośności belek nadprożowych

Dopuszczalna wysokość ściany przy uwzględnieniu trójkątnego rozkładu obciążeń w konstrukcjach murowych

γ_f - współczynnik obciążenia
 γ - średni ciężar objętościowy ściany
 g - grubość ściany

Jeżeli $\Sigma M_{rd} > M_{sd}$ i $\Sigma M_{cr} > M_{sk}$ i $1,04 \Sigma M_{ka} > M_{sk}$

to nie ma ograniczeń w wysokość ściany

Jeżeli $\Sigma M_{rd} < M_{sd}$ lub (i) $\Sigma M_{cr} < M_{sk}$ lub (i) $1,04 \Sigma M_{ka} < M_{sk}$

to H_d i H_k wyznaczamy z zależności

$$M_{sd} - \Sigma M_{rd} =$$

$$(0,4886 l_n - 0,5373 H_d)^2 (0,35 \cdot l_n - 0,1925 H_d) \cdot \gamma_f \cdot \gamma \cdot g$$

$$M_{sk} - \Sigma \min(M_{cr}, 1,04 M_{ka}) =$$

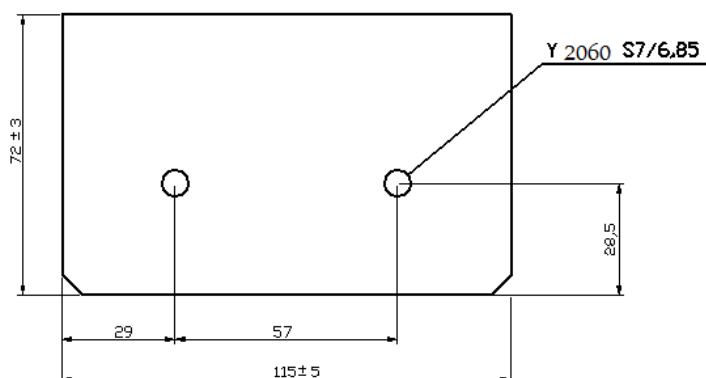
$$(0,4886 l_n - 0,5373 H_k)^2 (0,35 \cdot l_n - 0,1925 H_k) \cdot \gamma \cdot g$$

Ostateczna dopuszczalna wysokość ściany wynosi

$$H = \min(H_k, H_d)$$

Jeżeli $\Sigma M_{rd} > M_{sd}$ i $\Sigma M_{cr} > M_{sk}$ i $1,04 \Sigma M_{ka} > M_{sk}$

3. Naproże 11,5x7,2 cm sploty 2φ 6,85/2060 MPa



$A = 0,58 \text{ [cm}^2\text{]}$
 $f_{pk} = 2060 \text{ [MPa]}$
 $M_{rd} = 1,96 \text{ [kNm]}$
 $M_{cr} = 1,62 \text{ [kNm]}$
 $V = 11,3 \text{ [kN]}$
 C40/50
 R30

Pole przekroju stali
 Wytrzymałość charakterystyczna stali
 Moment niszczący
 Moment charakterystyczny ze wzg. na stan zarysowania
 Nośność na ścinanie
 Klasa betonu
 Odporność ogniowa

Długość nadproża	Szerokość otworu	Moment charakterystyczny przy dopuszczalnym ugięciu $1,05l_n/200$	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (jako minimum z warunku zarysowania dla kat. 1b i ugięcia)	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (dla kat. 2b) z warunku ugięcia $a \leq 1,05l_n/200$	Dopuszczalne obciążenie równomiernie rozłożone obliczeniowe z warunku nośności	Ugięcie od obciążenia charakterystycznego q_{k1}	Masa nadproża
l	l_n	M_{ka}	q_{k1}	q_{k2}	q_d	a_k	Q
[cm]	[cm]	[kNm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kg]
100	80	3,57	18,38	40,42	22,24	0,13	19,40
120	100	3,01	11,77	21,85	14,23	0,20	23,30
150	120	2,64	8,17	13,31	9,88	0,28	29,20
180	150	2,27	5,23	7,33	6,32	0,44	35,00
210	180	2,03	3,64	4,54	4,39	0,63	40,90
240	210	1,85	2,67	3,05	3,23	0,86	46,70
270	240	1,72	2,05	2,17	2,47	1,13	52,50
300	270	1,62	1,61	1,61	1,95	1,42	58,40
330	300	1,54	1,24	1,24	1,58	1,58	64,20

$M_{sd} = 0,07217 \cdot (1,05 \cdot l_n)^3 \cdot \gamma_f \cdot \gamma \cdot g$ - moment zginający wywołany rozłożonym trójkątnie obciążeniem obliczeniowym

$M_{sk} = 0,07217 \cdot (1,05 \cdot l_n)^3 \cdot \gamma \cdot g$ - moment zginający wywołany rozłożonym trójkątnie obciążeniem charakterystycznym

$\Sigma M_{rd}, \Sigma M_{cr}, \Sigma M_{ka}$ – suma nośności belek nadprożowych

Dopuszczalna wysokość ściany przy uwzględnieniu trójkątnego rozkładu obciążeń w konstrukcjach murowych

γ_f - współczynnik obciążenia
 γ - średni ciężar objętościowy ściany
 g - grubość ściany

Jeżeli $\Sigma M_{rd} > M_{sd}$ i $\Sigma M_{cr} > M_{sk}$ i $1,04 \Sigma M_{ka} > M_{sk}$

to nie ma ograniczeń w wysokość ściany

Jeżeli $\Sigma M_{rd} < M_{sd}$ lub (i) $\Sigma M_{cr} < M_{sk}$ lub (i) $1,04 \Sigma M_{ka} < M_{sk}$

to H_d i H_k wyznaczamy z zależności

$$M_{sd} - \Sigma M_{rd} =$$

$$(0,4886 l_n - 0,5373 H_d)^2 (0,35 \cdot l_n - 0,1925 H_d) \cdot \gamma_f \cdot \gamma \cdot g$$

$$M_{sk} - \Sigma \min(M_{cr}, 1,04 M_{ka}) =$$

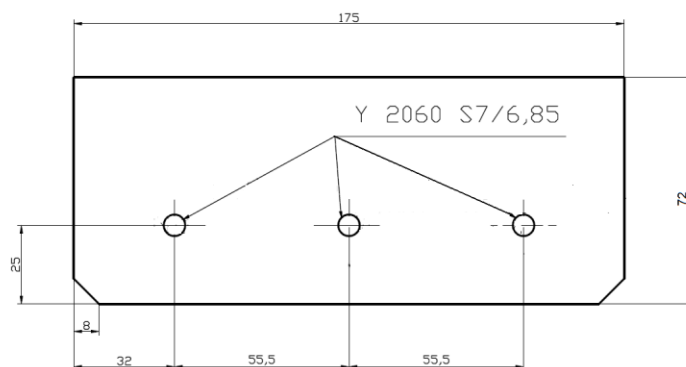
$$(0,4886 l_n - 0,5373 H_k)^2 (0,35 \cdot l_n - 0,1925 H_k) \cdot \gamma \cdot g$$

Ostateczna dopuszczalna wysokość ściany wynosi

$$H = \min(H_k, H_d)$$

Jeżeli $\Sigma M_{rd} > M_{sd}$ i $\Sigma M_{cr} > M_{sk}$ i $1,04 \Sigma M_{ka} > M_{sk}$

4. Nadproże 17,5 x 72 cm/ 3ø6,85 mm



$A = 0,87 \text{ [cm}^2\text{]}$
 $f_{pk} = 2060 \text{ [MPa]}$
 $M_{rd} = 3,5 \text{ [kNm]}$
 $M_{cr} = 2,8 \text{ [kNm]}$
 $V = 6,6 \text{ [kN]}$
 C40/50
 R30

Pole przekroju stali
 Wytrzymałość charakterystyczna stali
 Moment niszczący
 Moment charakterystyczny ze względu na stan zarysowania
 Nośność na ścinanie
 Klasa betonu
 Odporność ogniowa

Długość nadproża	Szerokość otworu	Moment charakterystyczny przy ugięciu $1,05l_n/200$	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (jako minimum z warunku zarysowania dla kat. 1b i ugięcia)	Obciążenie równomiernie rozłożone charakterystyczne (dla kat. 2b z warunku ugięcia $a \leq 1,05l_n/200$)	Dopuszczalne obciążenie równomiernie rozłożone obliczenie z warunku nośności	Ugięcie od obciążenia charakterystycznego q_{k2}	Masa nadproża
l	l_n	M_{ka}	q_{k1}	q_{k2}	q_d	a	Q
[cm]	[cm]	[kNm]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kg]
100	80	6,15	31,01	69,32	15,24	0,42	31,50
120	100	5,23	19,69	37,51	12,11	0,53	37,80
150	120	4,60	13,55	22,76	10,02	0,63	47,25
180	150	3,95	8,52	12,32	7,93	0,79	56,70
210	180	3,50	5,79	7,40	6,54	0,95	66,15
240	210	3,14	4,15	4,75	5,30	1,10	75,60
270	240	2,85	3,08	3,17	3,96	1,26	85,05
300	270	2,60	2,16	2,16	3,04	1,42	94,50
330	300	2,37	1,48	1,48	2,38	1,58	103,95