

**PRZEDSIĘBIORSTWO
PROJEKTOWO-PRODUKCYJNO-USŁUGOWE**

INWENTA Spółka z o.o.

00-714 Warszawa, ul. Czerniakowska 28^B / 38

e-mail: inwenta@o2.pl

STROPY TERIVA
PROJEKTOWANIE i WYKONYWANIE

Warszawa 2004 r.

Autorzy:

dr inż. Roman Jarmontowicz

mgr inż. Jan Sieczkowski

Opiniodawca:

mgr inż. Jacek Bielawski

ISBN: 83-915822-2-1

SPIS TREŚCI

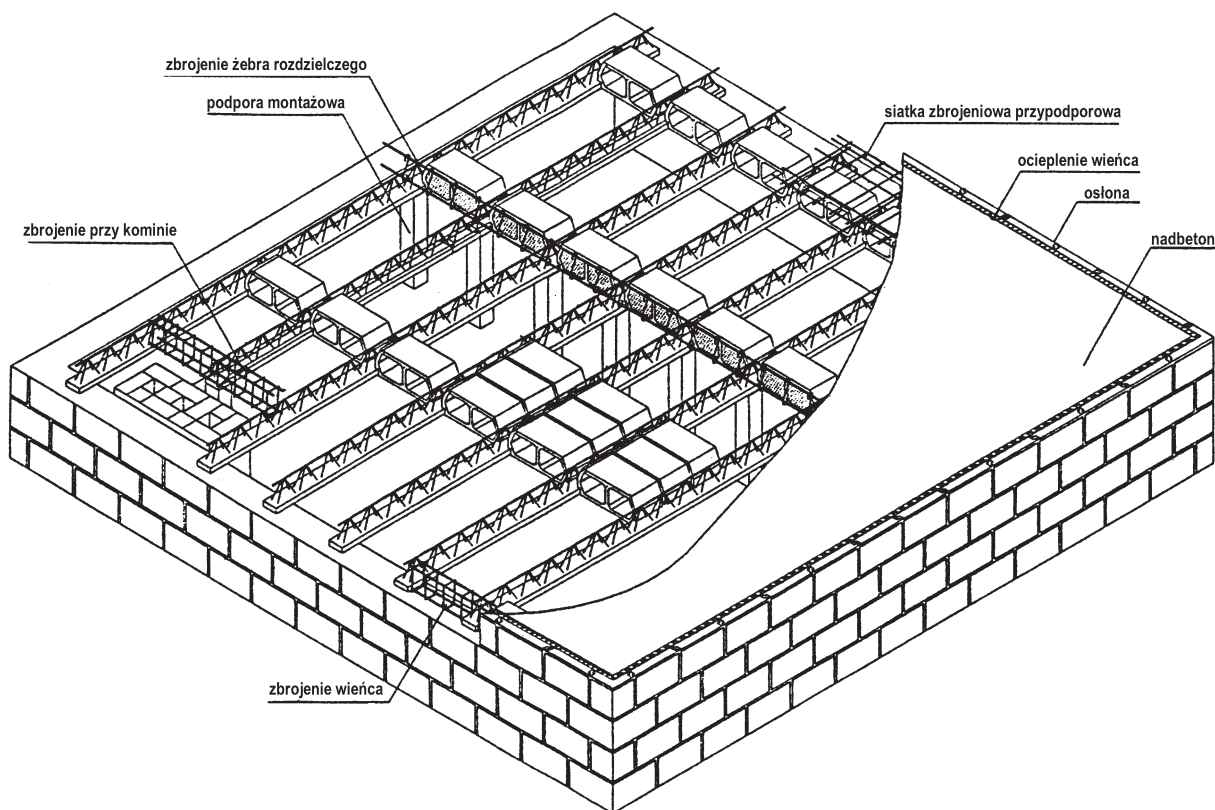
1. INFORMACJE OGÓLNE	4
2. PUSTAKI STROPOWE.....	7
3. BELKI STROPOWE	9
4. ZASADY PROJEKTOWANIA I WYKONYWANIA STROPÓW	10
4.1. Uwagi ogólne	10
4.2. Największe obciążenie stropu.....	11
4.3. Momenty zginające i siły poprzeczne przenoszone przez żebro stropu	12
4.4. Przebieg obliczeń	16
4.5. Zbrojenie podporowe	17
4.6. Zalecenia konstrukcyjne.....	25
5. INFORMACJE DODATKOWE	27
5.1. Składowanie i transport pustaków	27
5.2. Belki kratownicowe	28
5.3. Wykaz norm i aprobat technicznych	28

1. INFORMACJE OGÓLNE

Stropy TERIVA są monolityczno-prefabrykowanymi stropami gęstożebrowymi, belkowo-pustakowymi. Stropy te składają się z kratownicowych belek stropowych, pustaków betonowych (niekiedy elementów wypełniających z betonu komórkowego) oraz betonu układanego na budowie.

Stropy TERIVA przeznaczone są zarówno dla budownictwa mieszkaniowego jak i budownictwa użyteczności publicznej. Wyróżnikiem stropów jest obciążenie charakterystyczne równomiernie rozłożone ponad ciężar własny konstrukcji, które przyjęto równe 4,0; 6,0 i 8,0 kN/m².

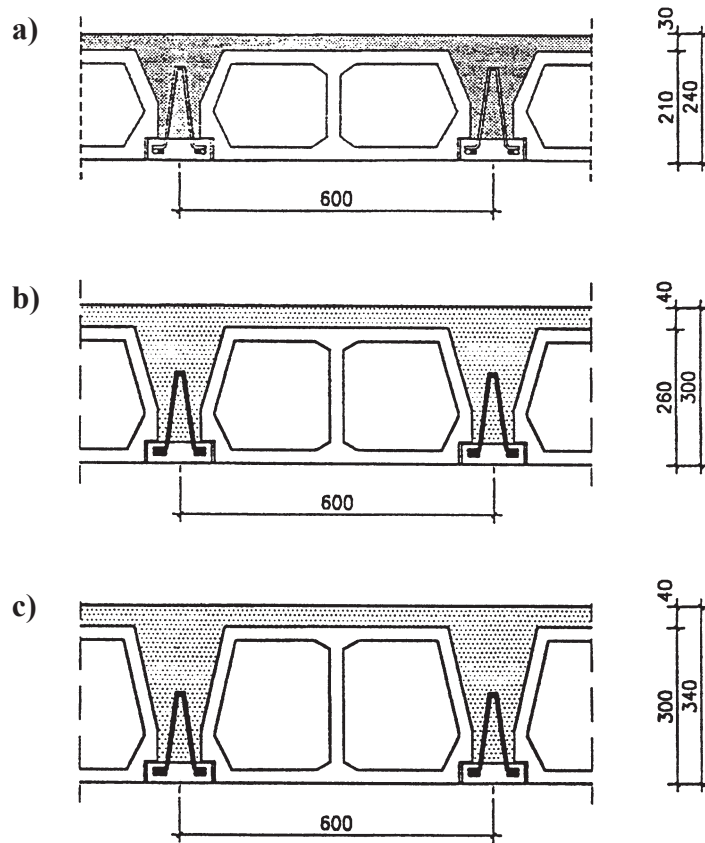
Schemat ogólny stropu TERIVA pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Widok ogólny stropu TERIVA.

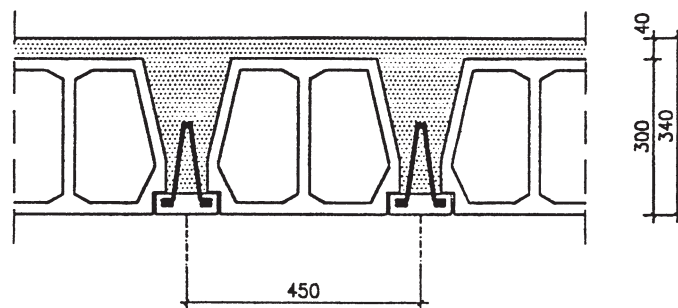
Rozróżnia się stropy:

- dla budownictwa mieszkaniowego - TERIVA 4,0 (rysunek 2), które w zależności od wysokości konstrukcyjnej stropu dzieli się na:
TERIVA 4,0/1 - o wysokości konstrukcyjnej stropu 0,24 m,
TERIVA 4,0/2 - o wysokości konstrukcyjnej stropu 0,30 m,
TERIVA 4,0/3 - o wysokości konstrukcyjnej stropu 0,34 m.



Rys. 2. Przekroje poprzeczne stropów
a) strop TERIVA 4,0/1; b) strop TERIVA 4,0/2; c) strop TERIVA 4,0/3

- dla budownictwa użyteczności publicznej - TERIVA 6,0 i TERIVA 8,0 (rysunek 3).



Rys. 3. Przekrój poprzeczny stropów TERIVA 6,0 i TERIVA 8,0.

Parametry techniczne stropów TERIVA podano w tablicy 1.

Tablica 1

Parametry techniczne stropów TERIVA

Przeznaczenie stropu	Rodzaj stropu	Rozpiętość stropu [m]	Osiowy rozstaw belek [m]	Wysokość konstrukcyjna stropu [m]	Grubość nadbetonu [mm]	Ciężar konstrukcji stropu [kN/m ²]
Budownictwo mieszkaniowe	TERIVA 4,0/1	2,4 ÷ 7,2*)	0,60	0,24	30	2,68
	TERIVA 4,0/2	2,4 ÷ 8,0	0,60	0,30	40	3,15
	TERIVA 4,0/3	2,4 ÷ 8,6	0,60	0,34	40	3,40
Budownictwo użyteczn. publ.	TERIVA 6,0	2,4 ÷ 7,8	0,45	0,34	40	4,00
	TERIVA 8,0	2,4 ÷ 7,2	0,45	0,34	40	4,00

*) dla rozpiętości powyżej 6,0 m strop projektowany jako ciągły (minimum dwuprzęsłowy)

Ilość belek, pustaków i betonu układanego na budowie, niezbędnych do wykonania jednego m² stropu podano w tablicy 2.

Tablica 2

Ilość belek, pustaków i betonu układanego na budowie niezbędna do wykonania 1 m² stropu

Rodzaj stropu	Belki [m]	Pustaki [szt.]	Beton monolityczny*) [m ³]
TERIVA 4,0/1	1,67	6,7	0,047
TERIVA 4,0/2	1,67	6,7	0,075
TERIVA 4,0/3	1,67	6,7	0,080
TERIVA 6,0	2,22	9,2	0,097
TERIVA 8,0	2,22	9,2	0,097

*) bez betonu w żebrach rozdzielczych, wieńcach i innych elementach stropu wykonanych z betonu monolitycznego

Odporność ogniowa stropów TERIVA (niezależnie od rodzaju stropu), przy wykończeniu dolnej powierzchni tynkiem cementowo-wapiennym o grubości nie mniejszej niż 10 mm wynosi REI 60. Podwyższenie odporności ogniowej stropów TERIVA może nastąpić przez zastosowanie innego wykończenia dolnej powierzchni stropu, np. płytami gipsowo-kartonowymi GKF, płytami wiórowo-cementowymi lub zastosowaniu odpowiednich sufitów podwieszonych.

Izolacyjność akustyczna stropu TERIVA, w zależności od jego zastosowania, powinna spełniać wymagania określone w normie PN-B-02151-03:1999. W celu spełniania tych wymagań w budownictwie mieszkaniowym i ogólnym należy przyjmować odpowiednie rozwiązania podłóg według „Katalogu rozwiązań podłóg dla budownictwa mieszkaniowego i ogólnego” jak dla stropów gęstożebrowych o zbliżonej masie 1 m² stropu.

Izolacyjność cieplna stropów TERIVA, bez warstw wykończeniowych (od góry i od dołu), określona oporem cieplnym wynosi:

- stropu TERIVA 4,0 - 0,37 m² K/W,
- stropu TERIVA 6,0 i TERIVA 8,0 - 0,39 m² K/W.

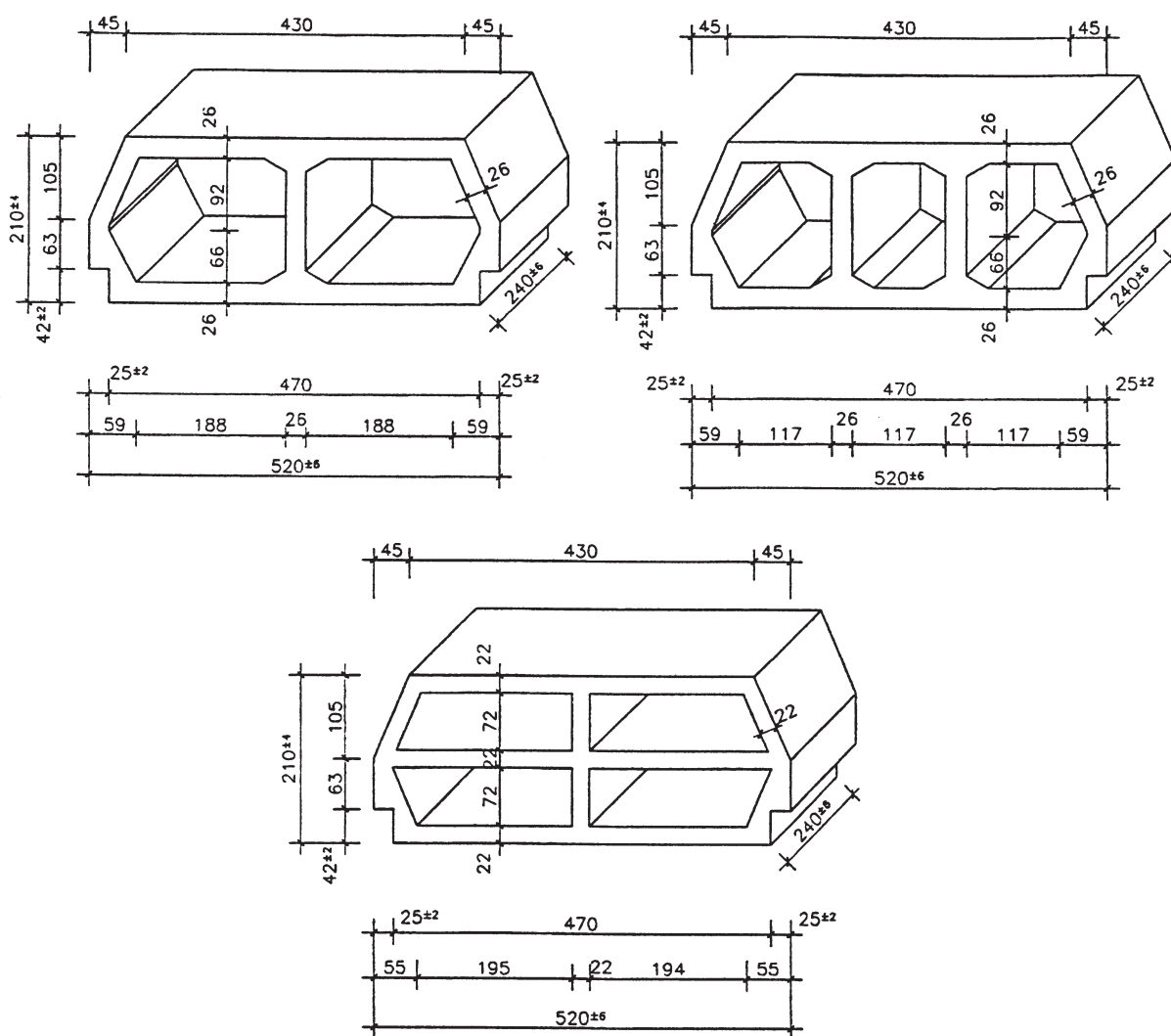
Szczegółowe wymagania i zasady kontroli jakości elementów stropowych (belek i pustaków) znajdują się w „Dokumentacji techniczno-robotycznej elementów stropowych TERIVA” opracowanej przez P.P-P-U INWENTA Sp. z o.o. i przeznaczonej głównie dla producentów tych elementów.

2. PUSTAKI STROPOWE

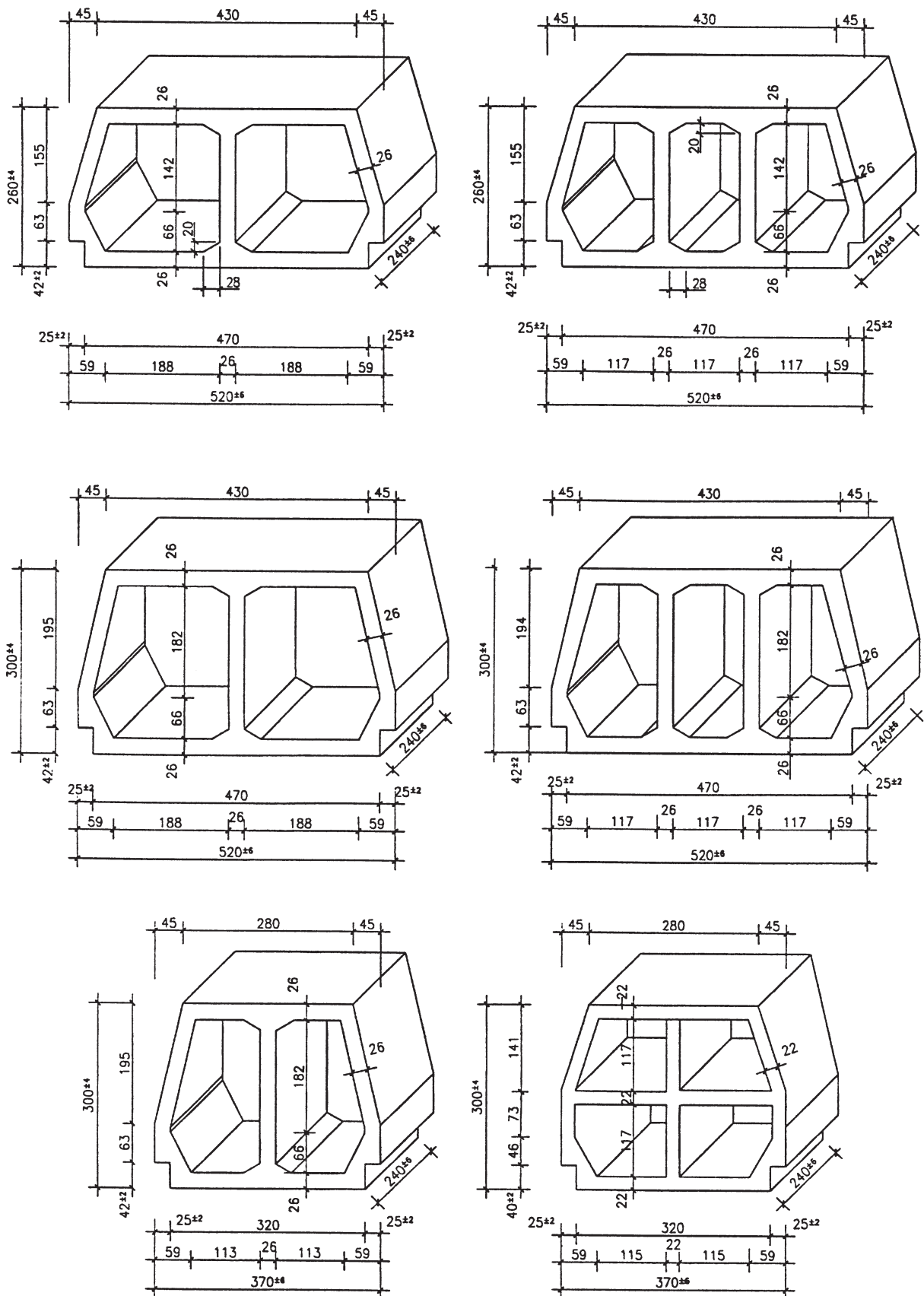
Kształt i wymiary pustaków do stropów TERIVA przedstawiono na rysunku 4. Masa pustaków nie powinna być większa niż:

- 16,5 kg - pustak do stropu TERIVA 4,0/1,
- 18,6 kg - pustak do stropu TERIVA 4,0/2,
- 20,2 kg - pustak do stropu TERIVA 4,0/3,
- 17,7 kg - pustak do stropu TERIVA 6,0,
- 17,7 kg - pustak do stropu TERIVA 8,0.

Pustaki mogą być wytwarzane z betonu zwykłego, z betonu na lekkich kruszywach porowatych lub nawet z betonów, których głównym składnikiem są odpady z przeróbki drewna. Ścianki pustaków mogą być pogrubione do środka, jednak pod warunkiem zachowania masy pustaka. Także zewnętrzne wymiary pustaków nie mogą być zmienione.



Rys. 4. (1) Pustaki stropowe TERIVA.



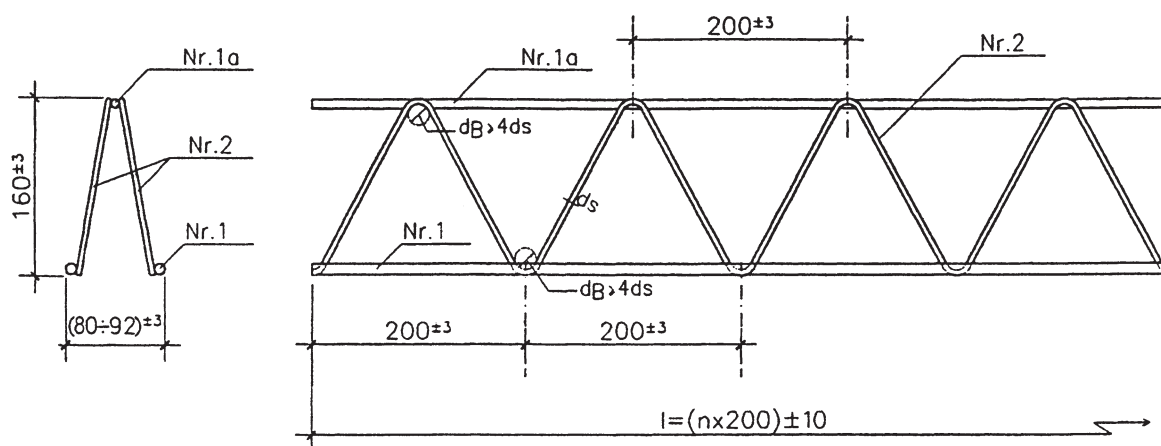
Rys. 4. (2) Pustaki stropowe TERIVA.

Wytrzymałość wszystkich pustaków i bloczków z betonu komórkowego na obciążenie statyczne nie może być mniejsza niż 2,0 kN.

3. BELKI STROPOWE

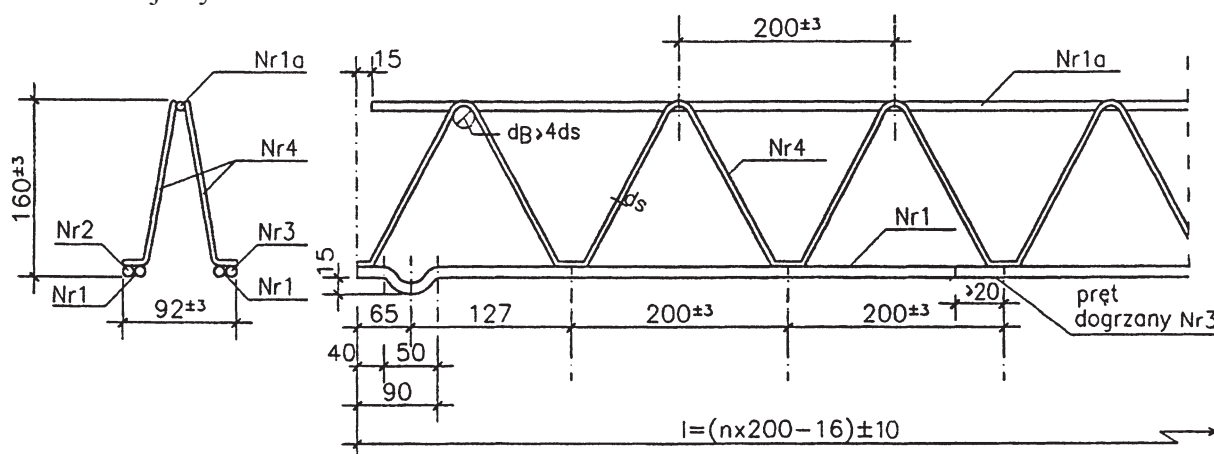
Belki do wykonywania stropów składają się z betonowej stopki o przekroju 40×120 mm (beton klasy nie niższej niż B20) i zatopionego w niej dolnego pasa przestrzennej kratownicy stalowej. W belkach mogą być stosowane dwa typy kratownic:

- typ K - z prętem górnym $\varnothing 8$ mm i dwoma dolnymi prętami o równej średnicy $\varnothing 6 \div \varnothing 12$ mm - rysunek 5.



Rys. 5. Kratownice do belek stropowych typu K.

- typ KJ* - z prętem górnym $\varnothing 8$ mm i dwoma dolnymi prętami o równej średnicy i długości równej długości kratownicy oraz dodatkowymi (jednym lub dwoma) prętami dogrzanymi w części środkowej - rysunek 6.



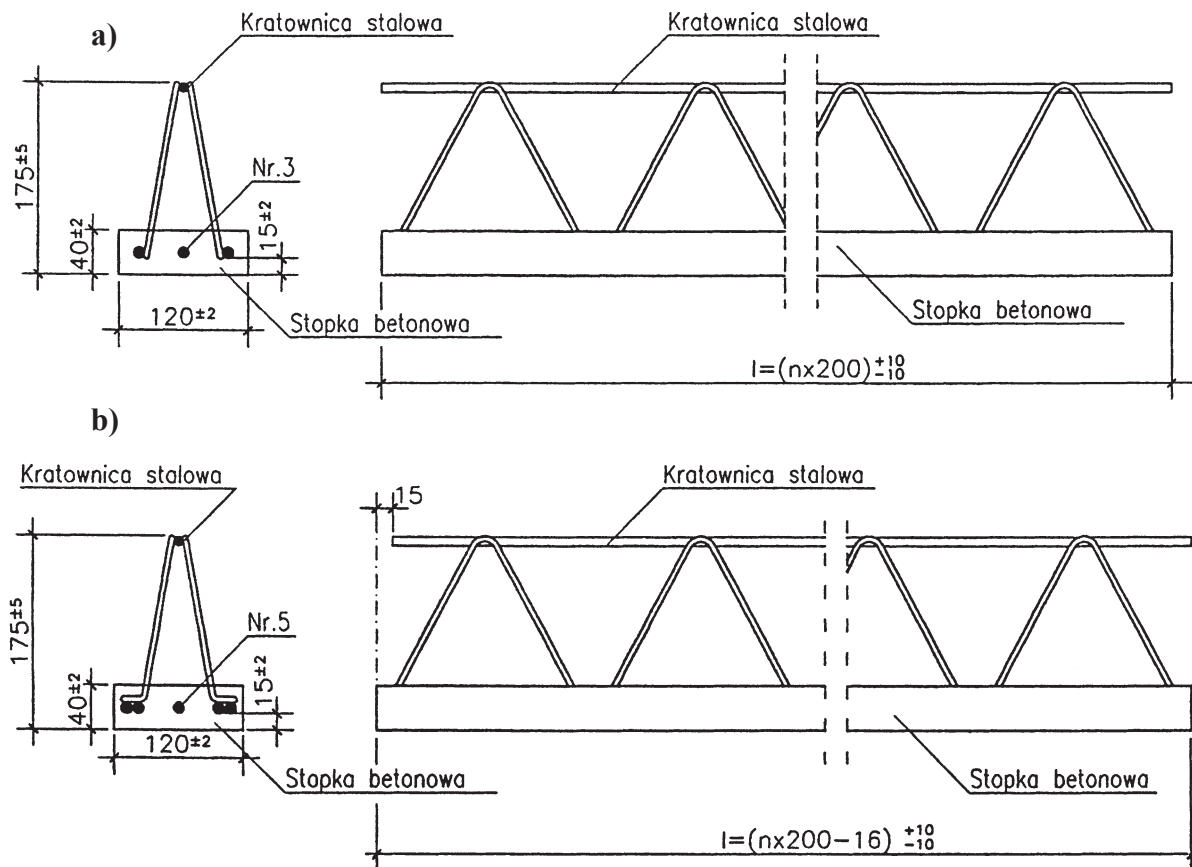
Rys. 6. Kratownice do belek stropowych typu KJ.

Długość kratownicy typu K jest równa długości modularnej $n \cdot 200$ mm, a długość kratownicy typu KJ jest mniejsza od długości modularnej o 16 mm, czyli wynosi $n \cdot 200 - 16$ mm.

* Kratownica KJ jest zastrzeżona w Urzędzie Patentowym - świadectwo ochronne na wzór użytkowy nr 54485, może być produkowana wyłącznie na automatach zgrzewalniczych.

Na indywidualne zamówienie mogą być stosowane kratownice o długości modularnej $n \cdot 100$ mm.

W stopce belek, jeżeli jest to potrzebne, między prętami pasa dolnego kratownicy umieszcza się jeden lub dwa pręty dodatkowe (rysunek 7).



Rys. 7. Belki stropowe TERIVA.
a) z kratownicą K; **b)** z kratownicą KJ

Masa belek jest nie większa niż 17 kg/m.

Długość nominalna belek jest równa długości kratownicy.

Szczegółowe wymiary kratownic (w tym średnice i długości prętów), a także gatunki stali jakie mogą być stosowane do wykonywania kratownic podane są w dokumentacji techniczno-roboczej elementów stropowych dla odpowiedniego rodzaju stropu (TERIVA 4,0/1; TERIVA 4,0/2, TERIVA 4,0/3, TERIVA 6,0, TERIVA 8,0) opracowanej przez firmę INWENTA Spółka z o.o.

4. ZASADY PROJEKTOWANIA I WYKONYWANIA STROPÓW

4.1. Uwagi ogólne

Zbrojenie stropu - zbrojenie belek kratownicowych oraz zbrojenie na ścinanie - wyznaczono według PN-B-03264:2002 przy założeniu schematu belki wolnopodpartej, z wyjątkiem stropu TERIVA 4,0/1 o długości większej niż 6,0 m, w którym przyjęto schemat belki częściowo zamocowanej.

Strop TERIVA 4,0/1 o długości większej niż 6,0 m powinien być - z uwagi na konieczność zapewnienia właściwych warunków zamocowania - projektowany jako minimum dwuprzęsłowy

o stosunku rozpiętości przęseł sąsiednich nie mniejszym niż 0,7, przy czym nad podporą środkową należy stosować dodatkowe zbrojenie według p. 4.5.

Zgodnie z normą PN-B-03264:2002 nad podporami stałymi należy stosować konstrukcyjne zbrojenie podporowe jak podano w p. 4.5.

Stropy o rozpiętości większej niż podane w tablicy 3 wymagają wykonania strzałki odwrotnej ugięcia (wygięcie w górę w stosunku do podpór stałych stropu) o wartości 15 mm.

Długość oparcia belek na podporze stałej (ścianie, podciągu) nie może być mniejsza niż 80 mm.

Tablica 3

Długość belek, dla których wymagane jest stosowanie strzałki odwrotnej

Typ stropu	Długość modularna belki stropowej l_M , [m]
TERIVA 4,0/1	$\geq 6,4$
TERIVA 4,0/2	$\geq 7,2$
TERIVA 4,0/3	$\geq 7,8$
TERIVA 6,0	$\geq 7,2$
TERIVA 8,0	$\geq 6,4$

W przypadku stropów dla budownictwa mieszkaniowego zaleca się przyjmowanie rozwiązania stropu bardziej sztywnego, nie wymagającego stosowania strzałki odwrotnej. Przy takich stropach występowanie uszkodzeń ścianek działowych i wypraw zewnętrznych będzie mniejsze niż przy stropach wiotkich (niższych).

Zwraca się uwagę, że przyjęcie modelu ciągłego do obliczania ścian murowanych (PN-B-03002:1999 wraz ze zmianą Az1 z 2001 r. i Az2 z 2002 r.) powoduje konieczność uwzględnienia przy sprawdzaniu nośności stropów momentu zamocowania.

4.2. Największe obciążenie stropu

Stropy TERIVA mogą przenosić obciążenie równomiernie rozłożone lub obciążenie zastępcze równomiernie rozłożone przypadające na 1 m² stropu nie większe niż podano w tablicy 4.

Tablica 4

Największe obciążenia stropu TERIVA, w kN/m²

Rodzaj stropu	Charakterystyczne		Obliczeniowe ponad ciężar własny konstrukcji
	ponad ciężar własny konstrukcji	całkowite	
TERIVA 4,0/1	4,0	6,70	4,90
TERIVA 4,0/2	4,0	7,15	4,90
TERIVA 4,0/3	4,0	7,40	4,90
TERIVA 6,0	6,0	9,55	11,92
TERIVA 8,0	8,0	11,55	14,72

4.3. Momenty zginające i siły poprzeczne przenoszone przez żebro stropu

Największe momenty zginające (pręsłowe) i siły poprzeczne przenoszone przez pojedyncze żebro stropu TERIVA podano w tablicach 5 ÷ 9.

Tablica 5

Największe wartości momentów zginających i sił poprzecznych przenoszonych przez pojedyncze żebro stropu TERIVA 4,0/1

Rozpiętość stropu [m]		Moment pręślowy [kNm] od obciążenia		Moment podporowy [kNm] od obciążenia		Siła poprzeczna [kN] od obciążenia
modularna	efektywna	obliczeniowego	charakteryst.	obliczeniowego	charakteryst.	
2,40	2,30	3,29	-	-	-	14,21
2,60	2,50	3,99	-	-	-	14,21
2,80	2,70	4,52	-	-	-	14,21
3,00	2,90	5,21	-	-	-	14,21
3,20	3,10	5,95	-	-	-	14,21
3,40	3,30	6,73	-	-	-	14,21
3,60	3,50	7,57	-	-	-	14,21
3,80	3,70	8,45	-	-	-	14,21
4,00	3,90	9,39	-	-	-	14,21
4,20	4,10	10,37	-	-	-	15,09
4,40	4,30	11,40	-	-	-	15,09
4,60	4,50	12,48	-	-	-	15,09
4,80	4,70	13,61	-	-	-	15,09
5,00	4,90	14,79	-	-	-	15,09
5,20	5,10	16,01	13,50	-	-	15,09
5,40	5,30	17,29	14,50	-	-	16,21
5,60	5,50	18,61	15,62	-	-	16,21
5,80	5,70	19,99	16,77	-	-	16,21
6,00	5,90	21,41	17,96	-	-	16,21
6,20	6,10	17,29	14,45	-11,95	-9,99	16,91
6,40	6,30	18,79	15,71	-11,95	-9,99	17,33
6,60	6,50	20,33	17,00	-11,95	-9,99	17,76
6,80	6,70	21,92	18,33	-11,95	-9,99	18,20
7,00	6,90	23,55	19,69	-11,95	-9,99	18,64
7,20	7,10	25,25	21,11	-11,95	-9,99	19,08

Uwaga: - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 5,20$ m zbrojenie w belkach przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
 - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M > 6,00$ m strop jest projektowany jako częściowo zamocowany, co najmniej dwupręsłowy,
 - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 6,40$ m należy stosować strzałkę odwrotną o wartości 15 mm

Tablica 6

Największe wartości momentów zginających i sił poprzecznych przenoszonych przez pojedyncze żebro stropu TERIVA 4,0/2

Rozpiętość stropu [m]		Moment przęsłowy [kNm] od obciążenia		Siła poprzeczna [kN] od obciążenia
modularna	efektywna	obliczeniowego	charakterystycznego	
2,40	2,30	3,62	-	14,69
2,60	2,50	4,27	-	14,69
2,80	2,70	4,98	-	14,69
3,00	2,90	5,75	-	17,79
3,20	3,10	6,57	-	17,79
3,40	3,30	7,44	-	17,79
3,60	3,50	8,37	-	17,79
3,80	3,70	9,36	-	17,79
4,00	3,90	10,39	-	17,79
4,20	4,10	11,49	-	17,79
4,40	4,30	12,64	-	17,79
4,60	4,50	13,84	-	17,79
4,80	4,70	15,10	-	17,79
5,00	4,90	16,41	-	17,79
5,20	5,10	17,77	-	18,67
5,40	5,30	19,20	-	18,67
5,60	5,50	20,67	-	18,67
5,80	5,70	22,20	-	18,67
6,00	5,90	23,79	-	18,67
6,20	6,10	25,43	-	18,67
6,40	6,30	27,12	-	18,67
6,60	6,50	28,87	17,16	18,67
6,80	6,70	30,68	18,24	19,79
7,00	6,90	32,54	19,34	19,79
7,20	7,10	34,45	20,48	19,79
7,40	7,30	35,10	21,83	19,79
7,60	7,50	35,75	23,04	19,79
7,80	7,70	37,67	24,28	19,79
8,00	7,90	39,65	25,55	20,03

Uwaga: - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 6,60$ m zbrojenie w belkach przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
 - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 7,20$ m należy stosować strzałkę odwrotną o wartości 15 mm

Tablica 7

Największe wartości momentów zginających i sił poprzecznych przenoszonych przez pojedyncze żebro stropu TERIVA 4,0/3

Rozpiętość stropu [m]		Moment przęsłowy [kNm] od obciążenia		Siła poprzeczna [kN] od obciążenia
modularna	efektywna	obliczeniowego	charakteryst.	
2,40	2,30	3,64	-	20,18
2,60	2,50	4,30	-	20,18
2,80	2,70	5,02	-	20,18
3,00	2,90	5,79	-	20,18
3,20	3,10	6,62	-	20,18
3,40	3,30	7,50	-	20,18
3,60	3,50	8,44	-	20,18
3,80	3,70	9,43	-	20,18
4,00	3,90	10,47	-	20,18
4,20	4,10	11,58	-	20,18
4,40	4,30	12,73	-	20,18
4,60	4,50	13,94	-	20,18
4,80	4,70	15,21	-	20,18
5,00	4,90	16,53	-	20,18
5,20	5,10	17,91	-	20,18
5,40	5,30	19,34	-	20,18
5,60	5,50	20,83	-	21,06
5,80	5,70	22,37	-	21,06
6,00	5,90	23,97	-	21,06
6,20	6,10	25,62	-	21,06
6,40	6,30	27,33	-	21,06
6,60	6,50	29,09	-	21,06
6,80	6,70	30,91	-	21,06
7,00	6,90	32,79	-	21,06
7,20	7,10	34,71	-	21,06
7,40	7,30	36,70	-	21,06
7,60	7,50	38,74	31,50	21,06
7,80	7,70	40,83	33,20	21,18
8,00	7,90	41,74	34,52	21,18
8,20	8,10	43,88	36,29	21,18
8,40	8,30	46,07	38,10	22,20
8,60	8,50	48,32	39,96	22,74

Uwaga: - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 7,60$ m zbrojenie w belkach przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
- przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 7,80$ m należy stosować strzałkę odwrotną o wartości 15 mm

Tablica 8

Największe wartości momentów zginających i sił poprzecznych przenoszonych przez pojedyncze żebro stropu TERIVA 6,0

Rozpiętość stropu [m]		Moment przęsłowy [kNm] od obciążenia		Siła poprzeczna [kN] od obciążenia
modularna	efektywna	obliczeniowego	charakteryst.	
2,40	2,30	3,55	-	20,18
2,60	2,50	4,19	-	20,18
2,80	2,70	4,89	-	20,18
3,00	2,90	5,64	-	20,18
3,20	3,10	6,44	-	20,18
3,40	3,30	7,30	-	20,18
3,60	3,50	8,22	-	20,18
3,80	3,70	9,18	-	20,18
4,00	3,90	10,20	-	20,18
4,20	4,10	11,27	-	20,18
4,40	4,30	12,40	-	20,18
4,60	4,50	13,58	-	20,18
4,80	4,70	14,81	-	21,06
5,00	4,90	16,10	-	21,06
5,20	5,10	17,44	-	21,06
5,40	5,30	18,84	-	21,06
5,60	5,50	20,29	-	21,06
5,80	5,70	21,79	-	21,06
6,00	5,90	23,34	-	21,06
6,20	6,10	24,95	-	22,18
6,40	6,30	26,62	-	22,18
6,60	6,50	28,33	-	22,18
6,80	6,70	30,10	24,48	22,18
7,00	6,90	31,93	25,97	22,18
7,20	7,10	33,81	27,50	22,18
7,40	7,30	35,74	29,07	22,18
7,60	7,50	37,72	30,68	22,18
7,80	7,70	39,76	32,34	22,18

Uwaga: - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 6,80$ m zbrojenie w belkach przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
 - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 7,20$ m należy stosować strzałkę odwrotną o wartości 15 mm

Tablica 9

Największe wartości momentów zginających i sił poprzecznych przenoszonych przez pojedyncze żebro stropu TERIVA 8,0

Rozpiętość stropu [m]		Moment przęsłowy [kNm] od obciążenia		Siła poprzeczna [kN] od obciążenia
modularna	efektywna	obliczeniowego	charakteryst.	
2,40	2,30	4,38	-	20,18
2,60	2,50	5,18	-	20,18
2,80	2,70	6,04	-	20,18
3,00	2,90	6,96	-	20,18
3,20	3,10	7,96	-	20,18
3,40	3,30	9,02	-	20,18
3,60	3,50	10,14	-	20,18
3,80	3,70	11,34	-	20,18
4,00	3,90	12,60	-	20,18
4,20	4,10	13,92	-	20,18
4,40	4,30	15,31	-	21,06
4,60	4,50	16,77	-	21,06
4,80	4,70	18,29	-	21,06
5,00	4,90	19,88	-	21,06
5,20	5,10	21,54	-	21,06
5,40	5,30	23,26	-	21,06
5,60	5,50	25,05	-	22,18
5,80	5,70	26,91	-	22,18
6,00	5,90	28,83	-	22,18
6,20	6,10	30,81	-	22,18
6,40	6,30	32,87	-	22,18
6,60	6,50	34,99	-	22,18
6,80	6,70	37,17	-	22,19
7,00	6,90	39,43	31,33	22,86
7,20	7,10	41,75	33,17	23,52

Uwaga: - przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 7,00$ m zbrojenie w belkach przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
- przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \geq 6,40$ m należy stosować strzałkę odwrotną o wartości 15 m

4.4. Przebieg obliczeń

Efektywną rozpiętość stropu wyznacza się ze wzoru:

$$l_{\text{eff}} = l_n + 2 \cdot a / 2$$

gdzie: l_n - rozpiętość stropu w świetle podpór,
a - długość oparcia belek stropowych na podporze stałej (nie mniej niż 80 mm).

Stropy TERIVA obciążone równomiernie sprawdza się przez porównanie obciążeń działających na strop z podanymi w tabelicy 4.

Jeżeli na strop działa inny układ obciążeń lub jeżeli strop pracuje w innym układzie statycznym niż belka wolno podparta, to dodatnie wartości momentów zginających i sił poprzecznych nie mogą przekraczać wartości podanych w tabelicy 5 ÷ 9. Podane w tych tablicach wartości momentów od obciążenia obliczeniowego określają nośność stropu na zginanie w przekroju środkowym, wartości momentów od obciążenia charakterystycznego wynikają z ograniczenia ugięcia stropu, a siły poprzeczne od obciążenia obliczeniowego określają nośność stropu na ścinanie w strefie przypodporowej. Zbrojenie nad podporami z uwagi na moment ujemny należy wyznaczyć według PN-B-03264:2002. Przekrój tego zbrojenia nie może być jednak mniejszy niż przekrój zbrojenia podporowego według p. 4.5. W przypadku stropów TERIVA z belkami zbrojonymi kratownicami KJ, na który oprócz obciążenia równomiernie rozłożonego działa siła skupiona, dodatkowo należy sprawdzić czy moment zginający pod tą siłą jest nie większy niż moment zginający w tym przekroju wyznaczony jak dla belki swobodnie podpartej obciążonej równomiernie obciążeniem według tabelicy 4.

Ścianki działowe uwzględnia się w obliczeniach stropu zgodnie z PN-82/B-02003. W przypadku ścianek działowych o ciężarze (łącznie z wyprawą) nie większym niż 2,5 kN/m² do obliczeń przyjmuje się obciążenia zastępcze równomiernie rozłożone. Natomiast gdy ciężar ścianki działowej przekracza 2,5 kN/m², a ścianka usytuowana jest:

- prostopadle do żeber - uwzględnia się ją przez obciążenie żeber siłami skupionymi w miejscu położenia ścianek,
- równolegle do żeber - pod ścianką zwykle projektuje się zebra wzmocnione przyjmując, że na zebro bezpośrednio obciążone przypada 50% ciężaru ścianki, a na zebra sąsiednie - po 25%.

Wymiarowanie dodatkowych elementów stropu tzn. żeber, podciągów, wymianów, itp. przeprowadza się zgodnie z PN-B-03264:2002.

4.5. Zbrojenie podporowe

Zgodnie z normą PN-B-03264:2002, p. 9.2. każdy strop gęstożebrowy na podporze powinien mieć zbrojenie górne o polu przekroju nie mniejszym niż 0,2 pola przekroju zbrojenia dolnego w przęśle, zdolne do przeniesienia siły rozciągającej nie mniejszej niż 40 kN/m szerokości stropu.

Zaleca się stosowanie zbrojenia podporowego w postaci siatek płaskich według rysunków 8 i 9 oraz siatek zaginanych według rysunków 10 i 11.

Rozpiętość stropów, przy których należy stosować siatki płaskie lub zaginane podano w tabelicy 10.

Tablica 10

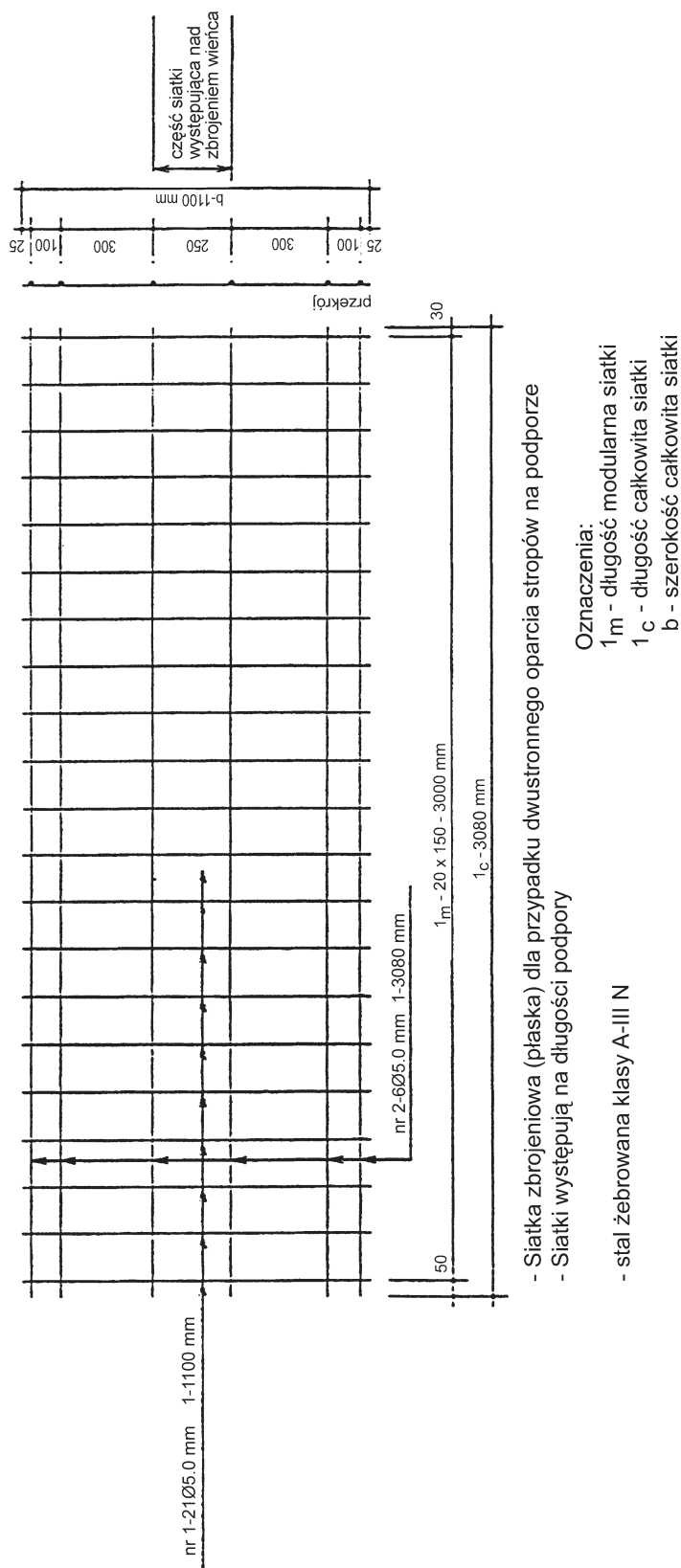
Zakresy stosowania siatek płaskich i zaginanych

Rodzaj stropu	Rozpiętość stropu [m], przy której są stosowane	
	siatki płaskie	siatki zaginane
TERIVA 4,0/1	≤ 6,0	> 6,0
TERIVA 4,0/2	≤ 7,2	> 7,2
TERIVA 4,0/3	≤ 7,8	> 7,8
TERIVA 6,0	≤ 7,6	> 7,6
TERIVA 8,0	≤ 6,6	> 6,6

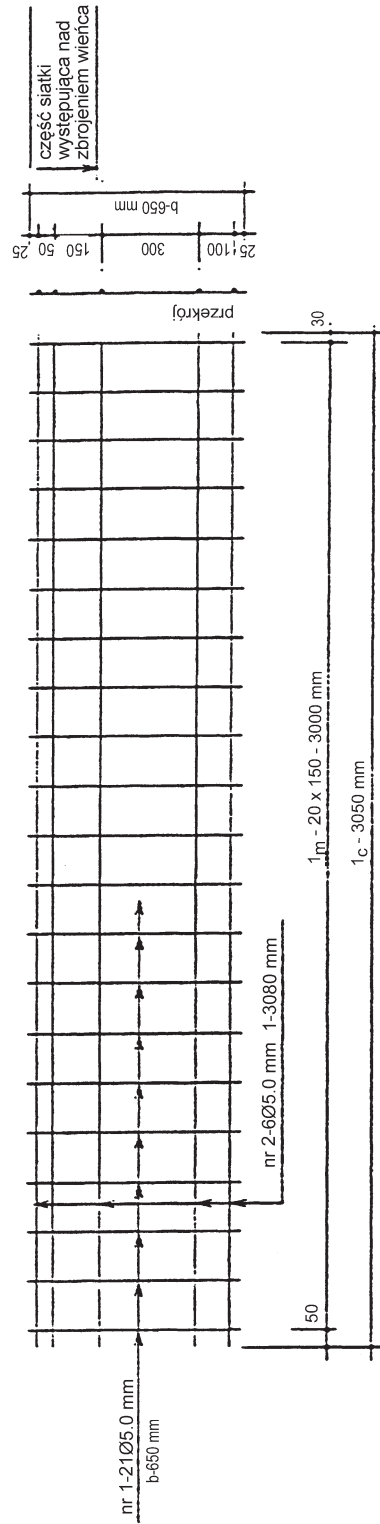
Siatki płaskie układane są wzdłuż wszystkich stałych podpór stropu, na których opierają się belki. Na podporach środkowych układane są siatki P-1, a na podporach skrajnych - siatki P-2.

Siatki zaginane układane są we wszystkich żebrach stropowych. Na podporach środkowych układane są siatki zaginane Z-1, a na podporach skrajnych - siatki zaginane Z-2.

Przykłady układania siatek płaskich podano na rysunku 12, a siatek zaginanych - na rysunku 13 i 14.



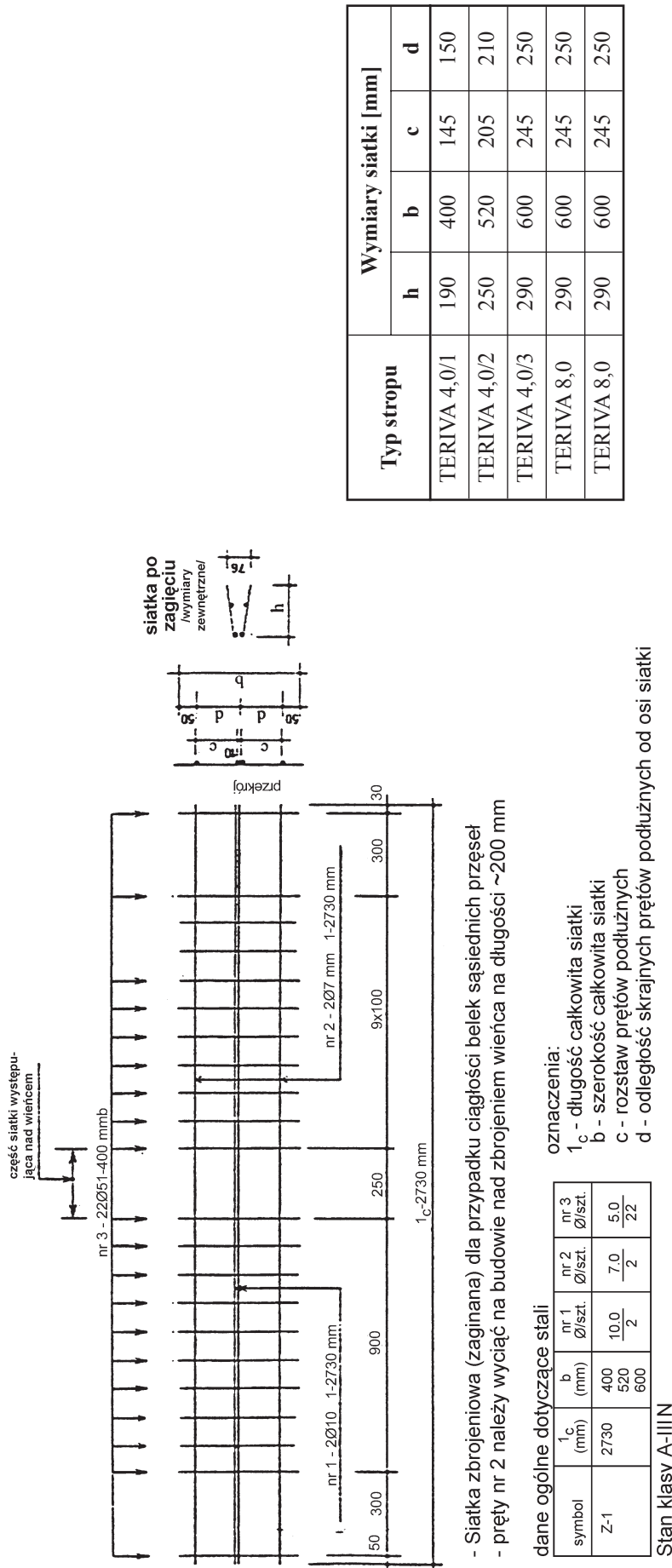
Rys. 8. Siatka zbrojenia podporowego P-1.



- Siatka zbrojeniowa (płaska) dla przypadku ściany zewnętrznej lub przy dylatacji.
- Siatki występują na długości podpory.
- stal żebrowana klasy A-III N

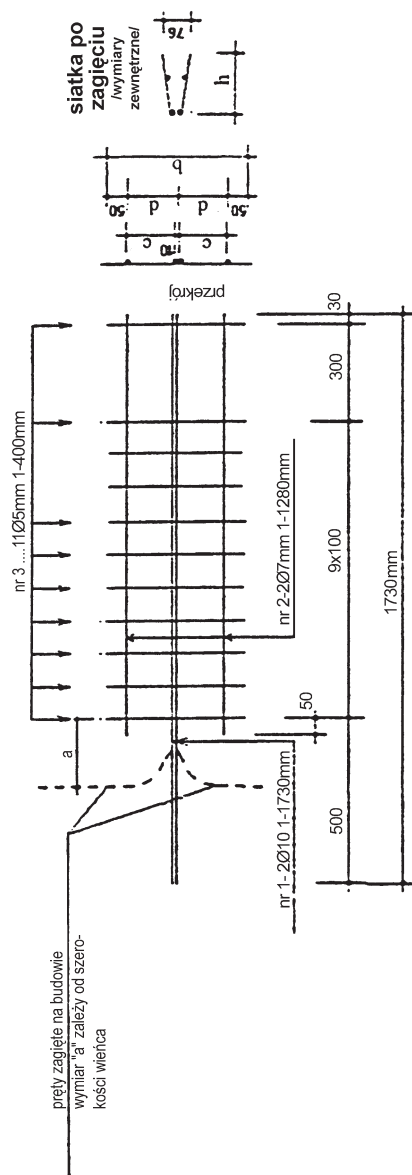
Oznaczenia:
 1m - długość modułarna siatki
 1c - długość całkowita siatki
 b - szerokość całkowita siatki

Rys. 9. Siatka zbrojenia podporowego P-2.



- Siatka zbrojeniowa (zaginana) dla przypadku ciągłości belek sąsiednich przęseł
 - pręty nr 2 należy wyciąć na budowie nad zbrojeniem wienca na długości ~200 mm

Rys. 10. Siatka zbrojenia podporowego Z-1 (zaginana).



- Siatka zbrojeniowa (zaginana) dla przypadku przesunięcia belek sąsiednich przęseł

dane ogólne dotyczące stali

symbol	¹ c (mm)	b (mm)	nr 1 Ø/szt.	nr 2 Ø/szt.	nr 3 Ø/szt.
Z-2	1730	400	10,0 2	7,0 2	5,0 11

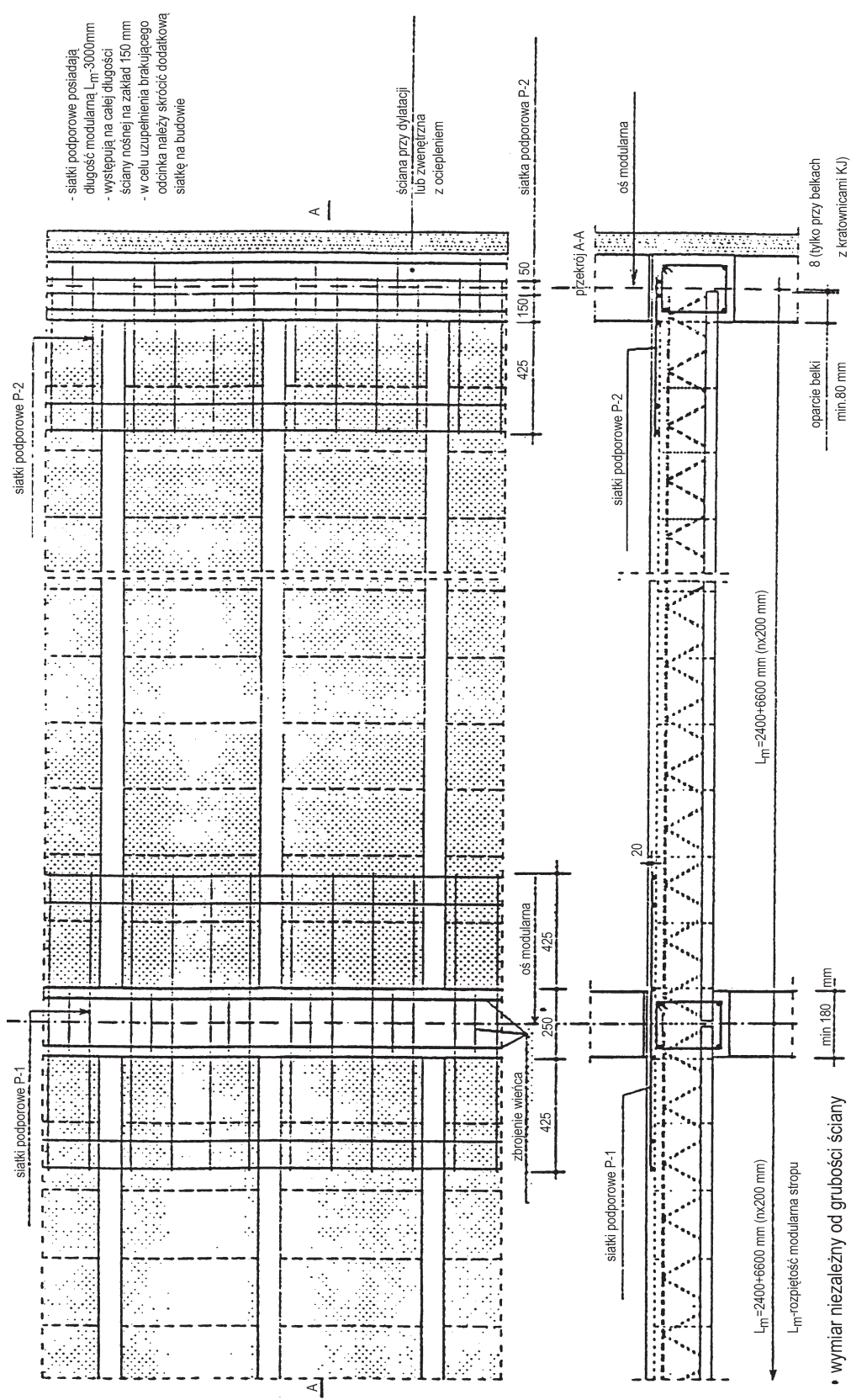
Stan klasy A-III N

oznaczenia:

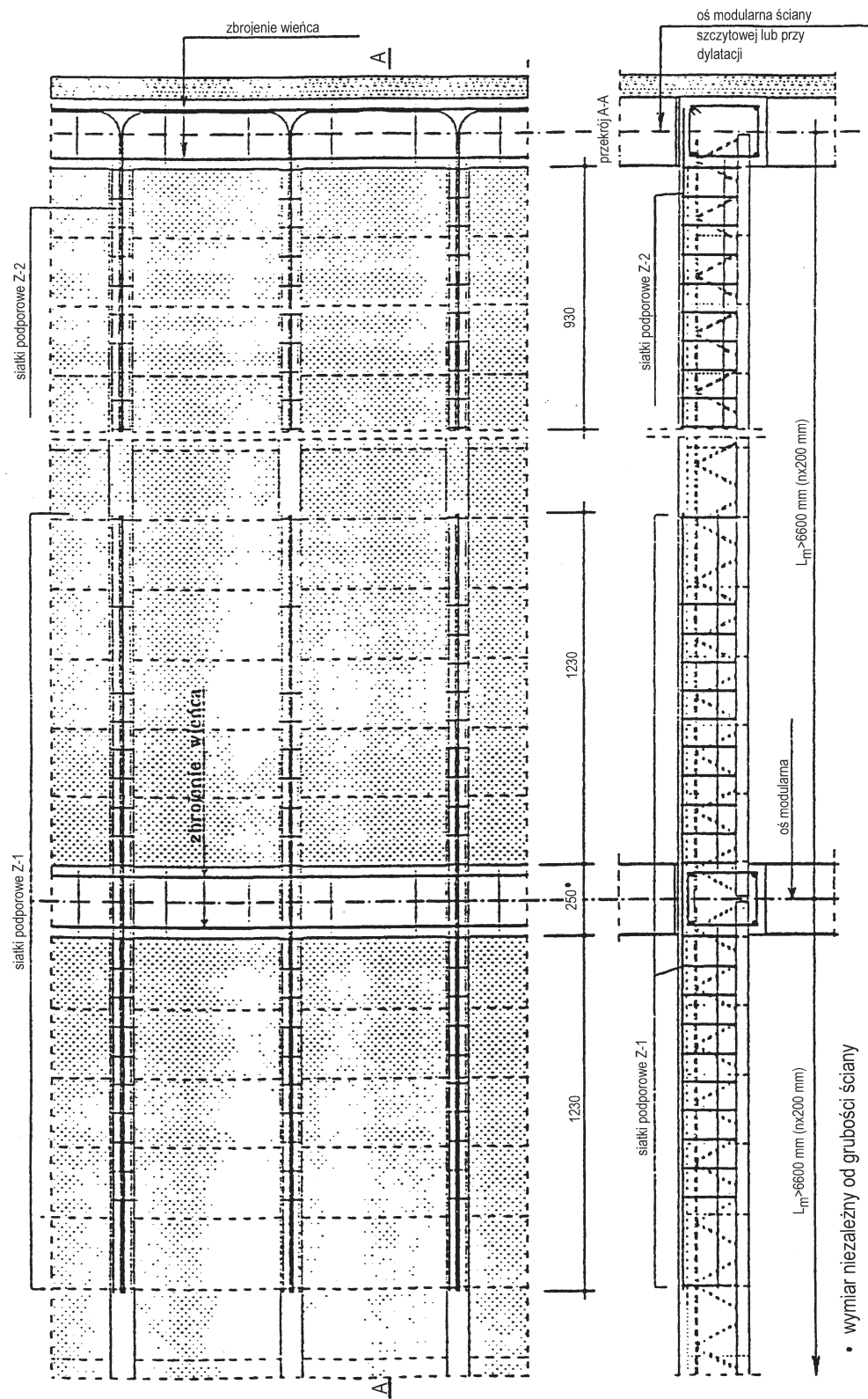
- ¹c - długość całkowita siatki
- b - szerokość całkowita siatki
- c - rozstaw prętów podłużnych
- d - odległość skrajnych prętów podłużnych od osi siatki

Typ stropu	Wymiary siatki [mm]			
	h	b	c	d
TERIVA 4,0/1	190	400	145	150
TERIVA 4,0/2	250	520	205	210
TERIVA 4,0/3	290	600	245	250
TERIVA 8,0	290	600	245	250
TERIVA 8,0	290	600	245	250

Rys. 11. Siatka zbrojenia podporowego Z-2 (zaginana).

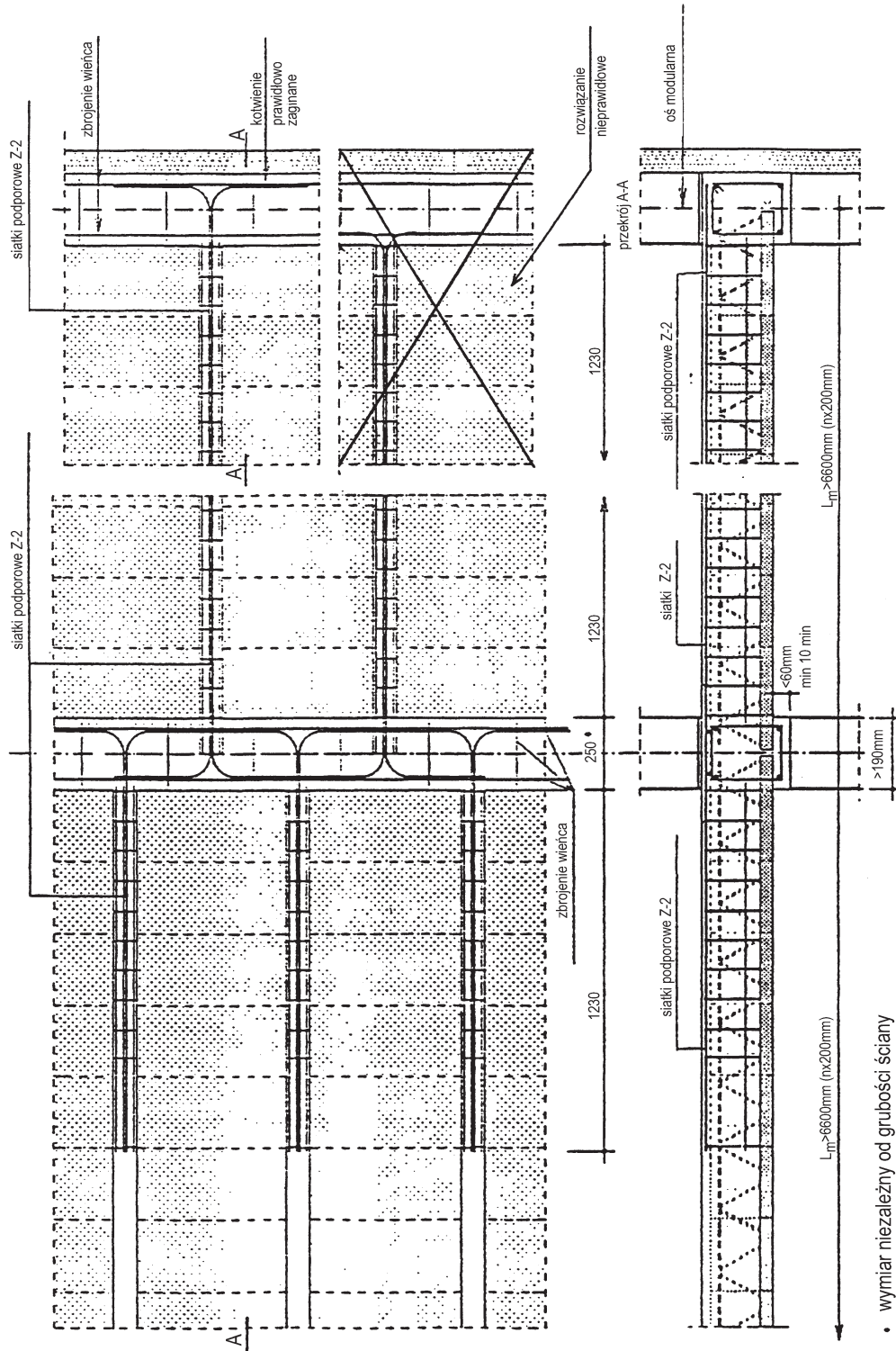


Rys. 12. Przykłady układania siatek podporowych płaskich.



• wymiar niezależny od grubości ściany

Rys. 13. Przykłady układania siatek podporowych zaginanych.



- wymiar niezależny od grubości ściany

Rys. 14. Przykłady układania siatek podporowych zagiętych.

4.6. Zalecenia konstrukcyjne

4.6.1. Podpory montażowe

Przy układaniu belek stropowych należy stosować podpory montażowe rozmieszczone w rozstawie nie większym niż 2,0 m, tzn.:

- przy rozpiętości modularnej stropu $l_M \leq 4,0$ m - 1 podpora,
- przy rozpiętości modularnej stropu $4,0 \text{ m} < l_M \leq 6,0$ m - 2 podpory,
- przy rozpiętości modularnej stropu $6,0 \text{ m} < l_M \leq 8,0$ m - 3 podpory,
- przy rozpiętości modularnej stropu $l_M > 8,0$ m - 4 podpory.

Przy rozpiętościach stropów wymienionych w tabelicy 3 przy układaniu belek podpory montażowe należy ustawić w sposób umożliwiający uzyskanie strzałki odwrotnej o wartości 15 mm.

4.6.2. Wieńce

Na obrzeżach stropów, na ścianach konstrukcyjnych i ścianach równoległych do belek należy wykonać w poziomie stropu wieńce żelbetowe o wysokości nie mniejszej niż wysokość konstrukcyjna stropu i szerokości co najmniej 100 mm. Zbrojenie wieńców powinno składać się co najmniej z trzech prętów o średnicy nie mniejszej niż 10 mm. Zaleca się stosowanie czterech prętów o średnicy 10 mm. Strzemiona o średnicy 4,5 mm powinny być rozmieszczone co 250 mm.

Zbrojenie wieńców zaleca się projektować tak, aby górne podłużne pręty wieńca znajdowały się około 30 mm poniżej górnej powierzchni stropu. Umożliwi to ułożenie zbrojenia podporowego i właściwe jego otulenie betonem.

Na ścianach wykonanych z materiałów o małej wytrzymałości (np. beton komórkowy, cegła dziurawka) zaleca się wykonywanie wieńców opuszczonych. Dolna powierzchnia wieńca opuszczonego powinna znajdować się $40 \div 60$ mm poniżej dolnej powierzchni stropu.

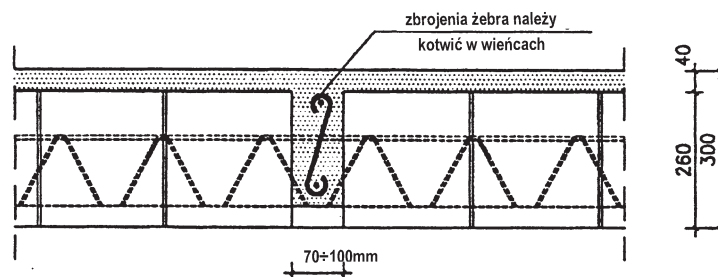
Wieńce należy betonować równocześnie z betonowaniem stropu. W czasie betonowania wieńców szczególną uwagę należy zwracać na staranne wypełnienie mieszanką betonową wszystkich przestrzeni, w tym miejsca pod belkami w wieńcach opuszczonych.

4.6.3. Żebra rozdzielcze

W stropach o rozpiętości od 4,0 m do 6,0 m należy zastosować co najmniej jedno żebro rozdzielcze, a przy rozpiętości stropu większej od 6,0 m - co najmniej dwa żebra rozdzielcze. W przypadku jednego żebra rozdzielczego należy je projektować w środku rozpiętości stropu. Przy dwóch żebraw rozdzielczych odległość między podporami stałymi i żebrawami oraz między żebrawami powinna wynosić około 1/3 rozpiętości stropu.

Szerokość żebra rozdzielczego powinna wynosić $70 \div 100$ mm, a wysokość powinna być równa wysokości stropu.

Zbrojenie żebra rozdzielczego powinny stanowić dwa pręty (jeden góra, jeden dół) o średnicy nie mniejszej niż $\varnothing 12$, połączone strzemionami $\varnothing 4,5$, rozstawionymi co 0,6 m. Pręty zbrojenia żebrow rozdzielczych powinny być zakotwione w prostokątach do tych żebrow wieńcach lub podciągach, na długości minimum 0,5 m. Przekrój przez żebro rozdzielcze podano na rysunku 15.

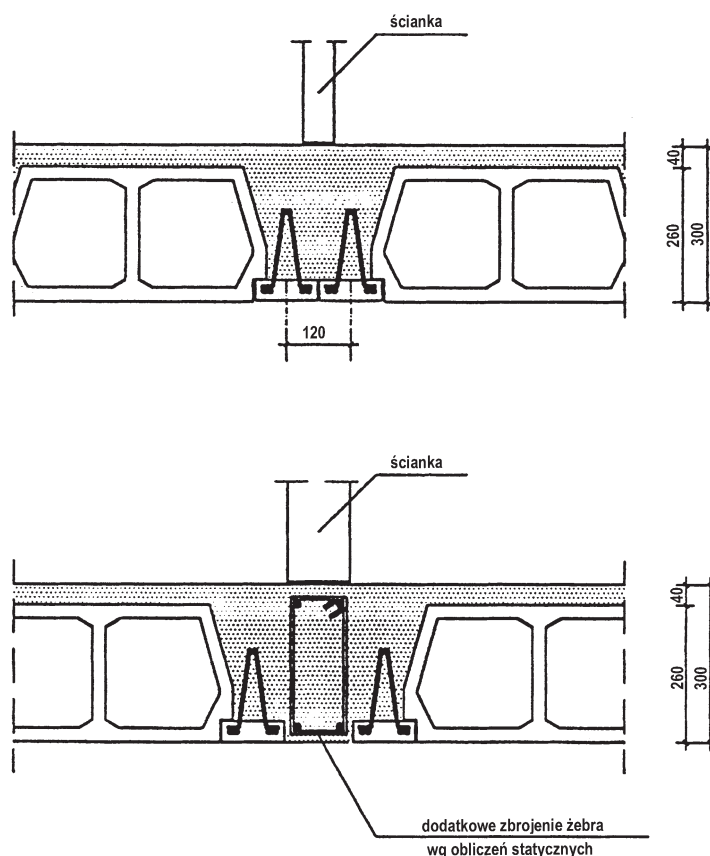


Rys. 15. Przykład przekroju przez żebro rozdzielcze.

4.6.4. Żebra pod ściankami działowymi, równoległe do belek

Pod ściankami działowymi, usytuowanymi równoległe do belek stropowych, należy wykonać wzmocnione żebra stropowe. Wzmocnione żebra stropowe mogą być wykonane przez ułożenie dwóch belek kratownicowych obok siebie lub - jeżeli zachodzi taka potrzeba - przez wykonanie w stropie belki żelbetowej.

Przykładowe rozwiązanie żeber pod ścianki działowe równoległe do belek pokazano na rysunku 16.



Rys. 16. Przykłady rozwiązania żeber pod ścianki działowe równoległe do belek.

4.6.5. Betonowanie stropu

Żebra pomiędzy pustakami oraz płytę nad pustakami grubości 30 mm w stropach TERIVA 4,0/1 lub 40 mm w pozostałych rodzajach stropów należy wykonać z betonu klasy nie

mniejszej niż B20, odpowiadającemu wymaganiom PN-88/B-060250. Uziarnienie kruszywa powinno być nie większe niż 10 mm.

Do betonowania stropu można przystąpić po ułożeniu belek (na podporach stałych i montażowych) oraz pustaków, a także po zmontowaniu zbrojenia wieńców, żeber i ułożeniu zbrojenia podporowego oraz sprawdzeniu poprawności wykonania wszystkich czynności.

Bezpośrednio przed betonowaniem ze stropu należy usunąć wszelkie zanieczyszczenia, a wszystkie elementy (pustaki i belki) polać obficie wodą.

Betonowanie należy wykonywać posuwając się stopniowo w kierunku prostopadłym do belek.

Jeżeli beton podawany jest przy pomocy pompy, to należy go rozprowadzać równomiernie po powierzchni stropu, nie dopuszczając do jego miejscowego gromadzenia.

Jeżeli beton jest podawany na strop w sposób obciążający konstrukcję, to poziomy transport betonu po stropie może odbywać się taczkami o pojemności najwyżej 0,075 m³ systemem wahadłowym, po sztywnych pomostach ułożonych prostopadle do belek stropowych. Pomosty powinny być wykonane z desek grubości co najmniej 38 mm i szerokości minimum 200 mm. Pomosty na krawędziach bocznych powinny być obite listwami zabezpieczającymi przed stoczeniem się taczek z pomostu.

W czasie betonowania należy zwracać szczególną uwagę na dokładne wypełnienie mieszanką betonową wszystkich przestrzeni pomiędzy pustakami, czołami belek ułożonych w jednej linii, w wieńcach i żebrach rozdzielczych, prawidłowe zagęszczenie betonu i należytą jego pielęgnację, zwłaszcza w okresie podwyższonej lub obniżonej temperatury powietrza.

W trakcie betonowania należy pobierać próbki betonu i kontrolować jego jakość zgodnie z PN-88/B-06250.

5. INFORMACJE DODATKOWE

5.1. Składowanie i transport pustaków

5.1.1. Składowanie

Podłoże, na którym są składowane pustaki powinno być równe i suche. Pustaki należy składować w stosach o nie więcej niż sześciu warstwach, układając je otworami skierowanymi pionowo. Sposób układania powinien zapewniać przewiązywanie pustaków w sąsiednich warstwach.

W okresie możliwego występowania ujemnych temperatur, pustaki należy zabezpieczyć przed opadami atmosferycznymi.

5.1.2. Transport

Transport pustaków z miejsca dojrzewania na składowisko gotowych wyrobów może odbywać się dopiero po osiągnięciu przez beton co najmniej 80% wytrzymałości docelowej, a transport pustaków poza zakład produkcyjny - po osiągnięciu pełnej wytrzymałości docelowej.

Na środkach transportowych pustaki należy układać otworami pionowo, dłuższym wymiarem w kierunku jazdy. Poszczególne warstwy pustaków powinny być przełożone materiałem wyściółkowym o grubości co najmniej 20 mm.

Pustaki nie powinny wystawać więcej niż 100 mm ponad górne krawędzie ścian środka transportowego. Całość ładunku powinna być zabezpieczona przed zmianą położenia w czasie jazdy. Wszelkie uderzenia i rzucanie pustaków przy załadunku i wyładunku są niedopuszczalne.

5.2. Belki kratownicowe

5.2.1. Stal stosowana do zbrojenia belek

Do wykonywania kratownic stosuje się:

- na pręty podłużne - stal klasy A-III N, odpowiadająca wymaganiom Polskich Norm lub aprobat technicznych, wymienionych w 5.3.,
- na krzyżulce - stal klasy A-0 lub A-III N, odpowiadająca wymaganiom Polskich Norm lub aprobat technicznych, wymienionych w 5.3.

Łączenie podłużnych prętów kratownicy z krzyżulcem może odbywać się wyłącznie przez zgrzewanie. Spawanie prętów jest niedopuszczalne.

Zaleca się, aby kratownice były produkowane na agregatach zgrzewalniczych, specjalnie przeznaczonych do tego celu.

5.2.2. Składowanie i transport belek

Belki należy składować na równym i suchym podłożu, na dwóch podkładach o grubości 80 cm, szerokości 100 mm, ułożonych poziomo w odległości około 1/5 długości od jej końców. Następną warstwę belek należy układać na dwóch podkładach drewnianych o grubości min. 30 mm i szerokości 80 ÷ 100 mm. Podkładki powinny być ułożone nad podkładkami dolnymi, na węzłach pasa górnego dolnej belki. Liczba warstw belek w jednym stosie nie powinna być większa niż pięć.

W jednym (stosie) mogą być składowane belki tego samego typu i długości.

W czasie składowania belki stropowe zaleca się zabezpieczać przed opadami atmosferycznymi.

Belki stropowe mogą być transportowane dowolnymi środkami, przy czym sposób ich układania na środkach transportowych powinien być analogiczny jak przy składowaniu. Belki powinny wypełniać całą przestrzeń ładunkową środka transportowego i być zabezpieczone przed zmianą położenia w czasie transportu.

Do podnoszenia i przenoszenia belek należy stosować specjalne uchwyty lub zawiesia umożliwiające chwytanie belek w węzłach pasa górnego, w odległości około 1/5 długości belki od jej końców. Nie dopuszcza się przenoszenia belek za pręt górny między węzłami.

W czasie załadunku i rozładunku nie dopuszcza się rzucania belek ani uderzania nimi o inne przedmioty lub przedmiotami o belki.

5.3. Wykaz norm i aprobat technicznych

PN-B-03264:2002 *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone (obliczenia statyczne i projektowanie)*

PN-82/H-93215 *Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu*

PN-ISO 6935-2:1998 *Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane*

PN-ISO 6935-2/Ak-2:1998 *Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju*

AT-15-6050/2003 *Stalowe druty i pręty do zbrojenia betonu ZEK St35-b-500 i St3SY-b-500*