

INWENTA Spółka z o.o.
00-714 Warszawa, ul. Czerniakowska 28^B/38

STROPY TERIVA
PROJEKTOWANIE i WYKONYWANIE

Wydanie IV

Warszawa, 2010 r.

A u t o r z y :

dr inż. Roman Jarmontowicz
mgr inż. Jan Sieczkowski

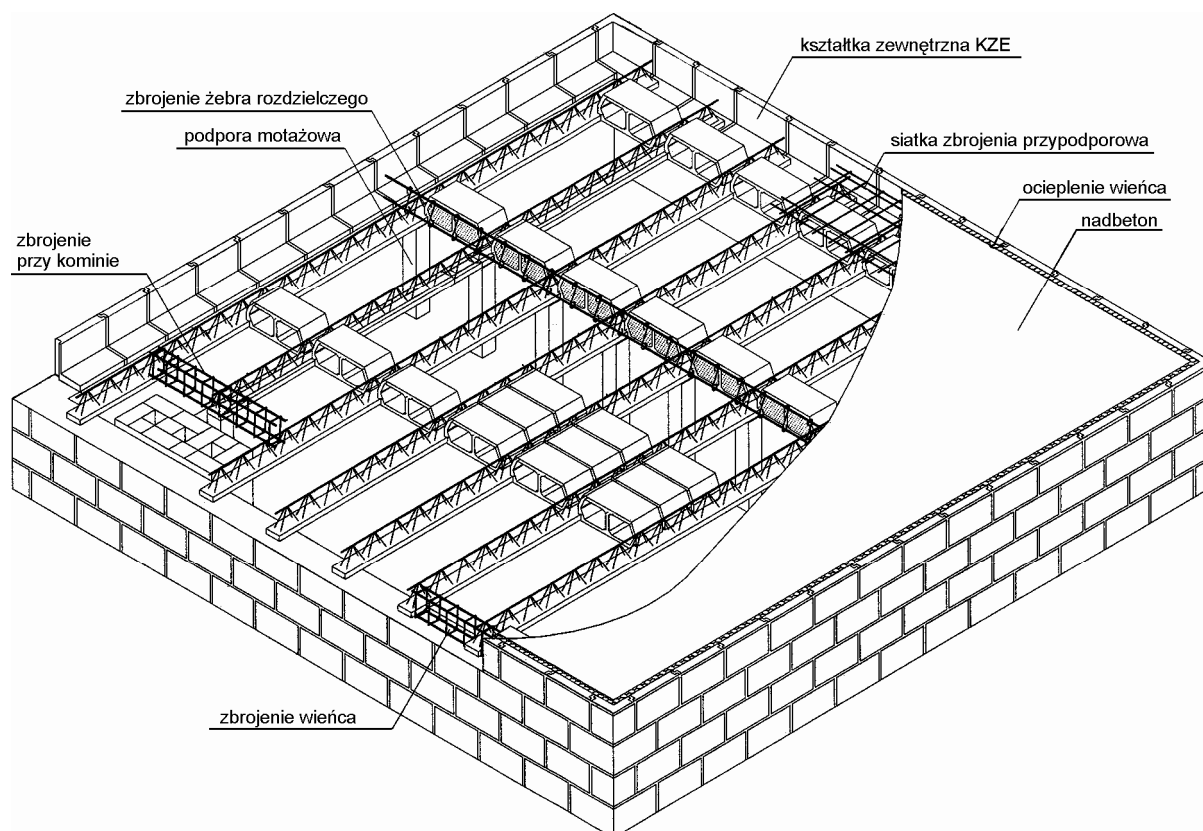
Druk: compus@e.pl

SPIS TREŚCI

1. INFORMACJE OGÓLNE.....	4
2. PUSTAKI STROPOWE.....	7
3. BELKI STROPOWE.....	9
4. ZASADY PROJEKTOWANIA I WYKONYWANIA STROPÓW TERIVA	12
4.1. Uwagi ogólne	12
4.2. Obciążenia stropu.....	13
4.3. Momenty zginające i siły poprzeczne przenoszone przez strop	13
4.4. Przebieg obliczeń	19
4.5. Zbrojenie podporowe	20
4.6. Zalecenia konstrukcyjne	26
5. SKŁADOWANIE I TRANSPORT PUSTAKÓW I BELEK STROPOWYCH	30
5.1. Składowanie i transport pustaków	30
5.2. Składowanie i transport belek stropowych	31
6. NORMY POWOŁANE.....	31
ZAŁĄCZNIK.....	33

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 — patrz Załącznik) oraz betonu układanego na budowie. Schemat ogólny stropu TERIVA pokazano na rysunku 1.



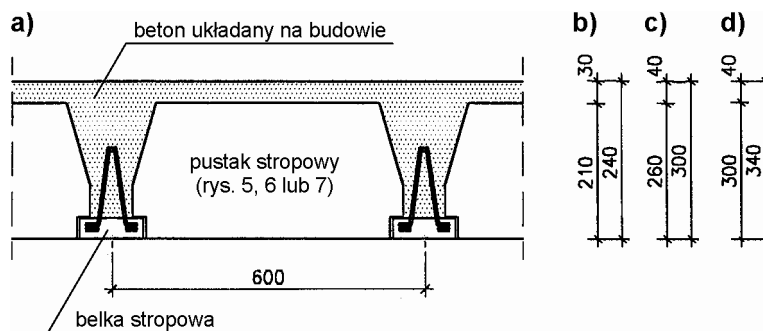
Rys. 1. Widok ogólny stropu TERIVA (przykład)

Stropy TERIVA przeznaczone są zarówno dla budownictwa mieszkaniowego jak i budownictwa użyteczności publicznej. Wyróżnikiem stropów jest łączne obciążenie charakterystyczne równomiernie rozłożone ponad ciężar własny konstrukcji (obciążenie technologiczne równomiernie rozłożone, obciążenie od ścianek działowych, warstw podłogowych i wykończeniowych), które przyjęto o wartości 4,0; 6,0 i 8,0 kN/m².

* Uwagi i zapytania dotyczące niniejszego opracowania prosimy kierować do wydawcy na adres elektroniczny e-mail: warszawa@zek.net.pl lub listownie do autorów na adres firmy INWENTA

Rozróżnia się stropy:

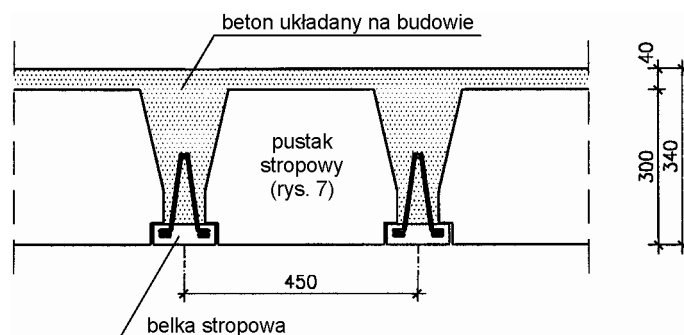
- dla budownictwa mieszkaniowego — TERIVA 4,0 (rysunek 2), które w zależności od wysokości konstrukcyjnej stropu dzieli się na:
 TERIVA 4,0/1 — o wysokości konstrukcyjnej stropu 0,24 m,
 TERIVA 4,0/2 — o wysokości konstrukcyjnej stropu 0,30 m,
 TERIVA 4,0/3 — o wysokości konstrukcyjnej stropu 0,34 m.



Rys. 2. Strop TERIVA 4,0

a) przekrój poprzeczny; b) wymiary stropu TERIVA 4,0/1;
 c) wymiary stropu TERIVA 4,0/2; d) wymiary stropu 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

Rodzaj stropu	Obciążenie technologiczne wg PN-82/B-02003 [kN/m ²]	Rozpiętość stropu [m]	Osiowy rozstaw belek [m]	Wysokość konstrukcyjna stropu [m]	Grubość nadbetonu [mm]	Ciężar konstrukcji stropu [kN/m ²]
TERIVA 4,0/1	1,5	2,4 ÷ 7,2 ^{*)}	0,60	0,24	30	2,68
TERIVA 4,0/2	1,5	2,4 ÷ 8,0	0,60	0,30	40	3,15
TERIVA 4,0/3	1,5	2,4 ÷ 8,6	0,60	0,34	40	3,40
TERIVA 6,0	3,0	2,4 ÷ 7,8	0,45	0,34	40	4,00
TERIVA 8,0	5,0	2,4 ÷ 7,2	0,45	0,34	40	4,00

^{*)} dla rozpiętości powyżej 6,0 m strop projektowany jako ciągły (minimum dwuprzęsłowy lub częściowo zamocowany)

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

Tablica 2. Liczba belek i pustaków oraz ilość betonu układanego na budowie niezbędnych 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 uzupełniających 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. Wyższą odporność ogniową stropów TERIVA można uzyskać stosując — zgodnie z Instrukcją ITB Nr 409/2005 *Projektowanie elementów żelbetowych i murtowych z uwagi na odporność ogniową* — inne wykończenie dolnej powierzchni stropu, np. płytami gipsowo-kartonowymi GKF, płytami wiórowo-cementowymi lub odpowiednimi sufitami podwieszonymi.

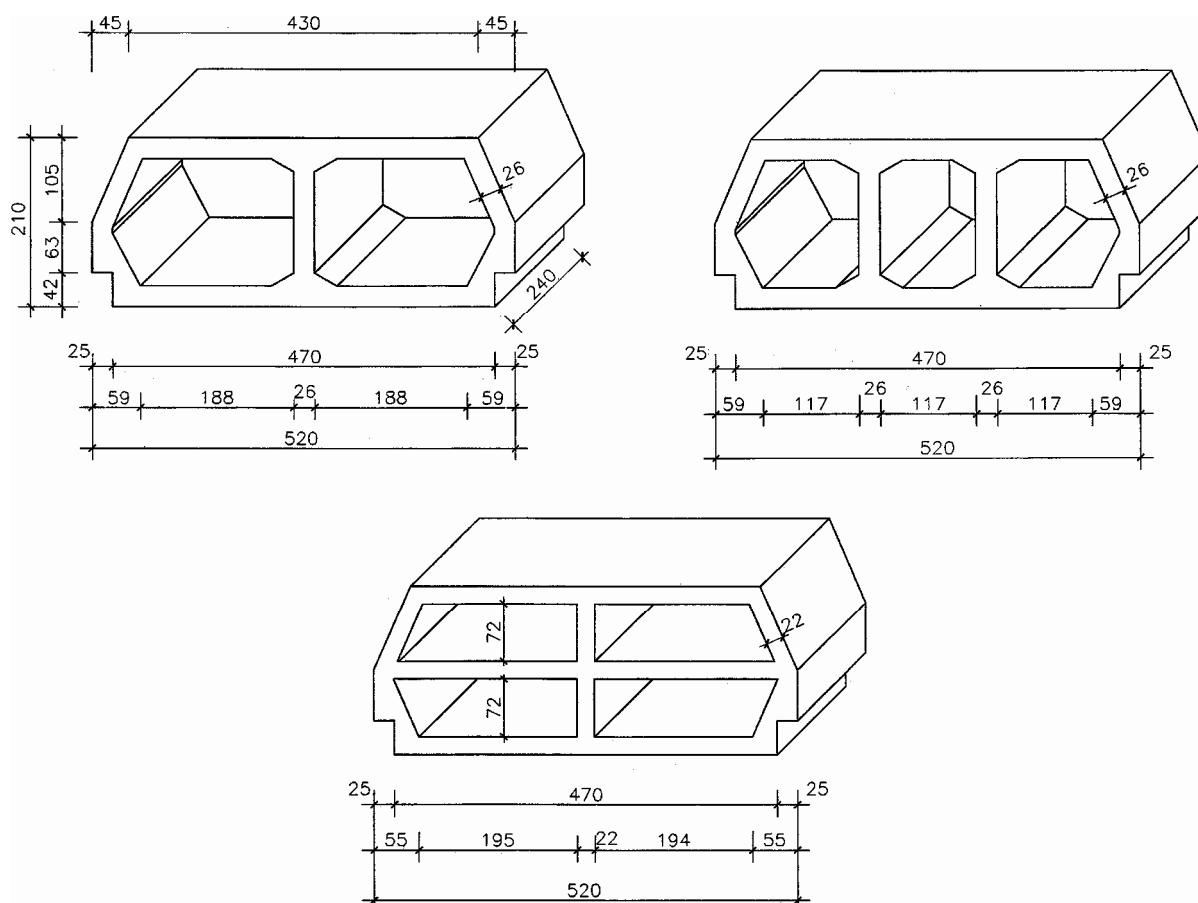
Izolacyjność akustyczna stropu TERIVA, w zależności od jego zastosowania, powinna spełniać wymagania określone w normie PN-B-02151-03:1999. W celu spełniania tych wymagań w budownictwie mieszkaniowym i ogólnym należy przyjmować odpowiednie rozwiązania podłóg jak dla stropów gęstożebrowych o zbliżonej masie 1 m^2 stropu według Instrukcji ITB Nr 394/2004 *Zasady doboru podłóg z uwagi na izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropów masywnych*.

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

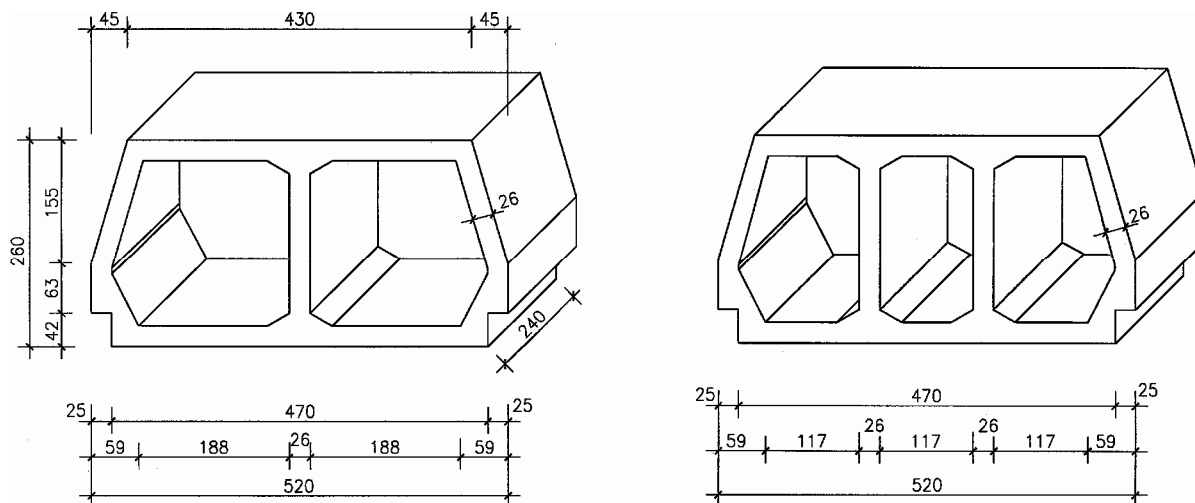
- stropu TERIVA 4,0 – $0,37 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- stropu TERIVA 6,0 i TERIVA 8,0 – $0,39 \text{ m}^2\text{K/W}$.

2. PUSTAKI STROPOWE

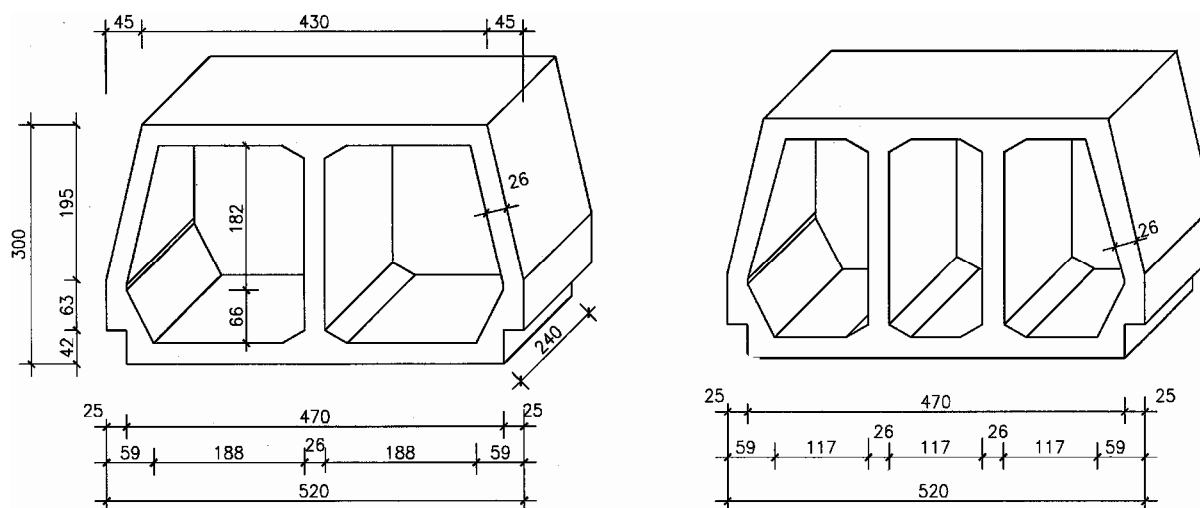
Kształt i wymiary pustaków stropowych TERIVA przedstawiono na rysunkach 4 ÷ 7.



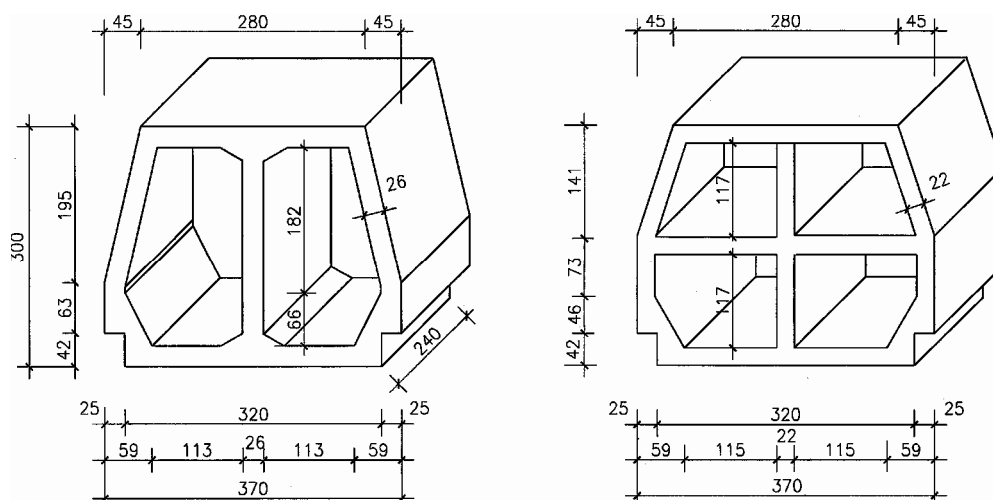
Rys. 4. Pustaki stropowe TERIVA 4,0/1



Rys. 5. Pustaki stropowe TERIVA 4,0/2



Rys. 6. Pustaki stropowe TERIVA 4,0/3



Rys. 7. Pustaki stropowe TERIVA 6,0 i 8,0

Masa pustaków nie powinna być większa niż:

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

Pustaki mogą być wytwarzane z betonu zwykłego, z betonów lekkich (na lekkich kruszywach naturalnych lub sztucznych, w tym odpadowych z przeróbki drewna), a niekiedy także z betonu komórkowego (Załącznik). Ścianki pustaków mogą być pogrubione do wewnątrz, jednak pod warunkiem zachowania masy pustaka.

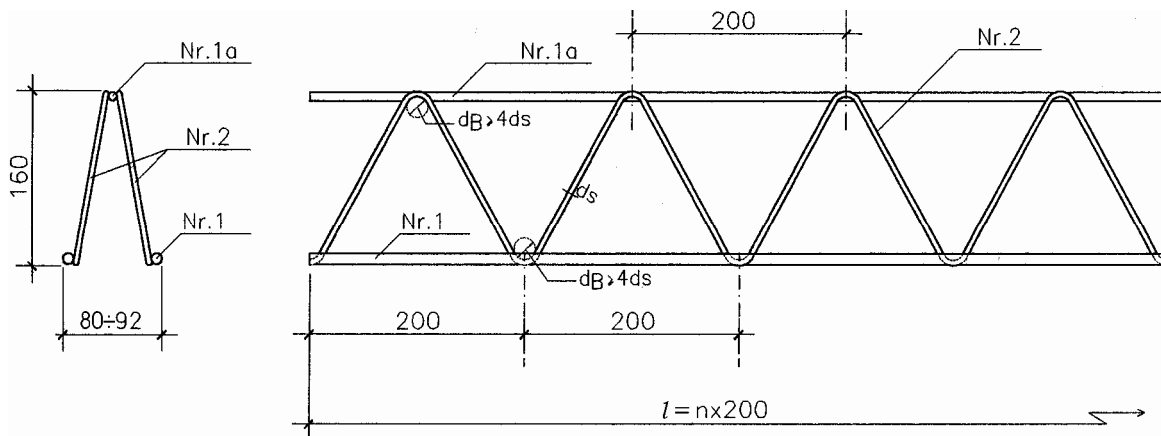
Wytrzymałość pustaków na obciążenie statyczne nie może być mniejsza niż 2,0 kN.

3. BELKI STROPOWE

Belki do wykonywania stropów TERIVA składają się z betonowej stopki o przekroju 40×120 mm (z betonu klasy nie niższej niż C20/25 — według PN-EN 206-1:2003) i zatopionego w niej pasa dolnego przestrzennej kratownicy stalowej.

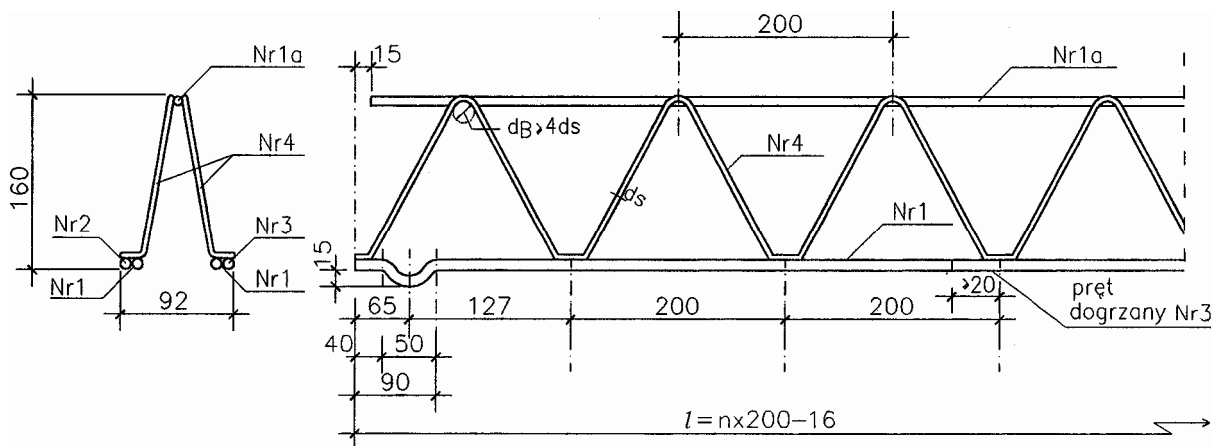
W belkach mogą być stosowane dwa typy kratownic:

- typ K — z prętem górnym ϕ 8 mm i dwoma dolnymi prętami o równej średnicy od ϕ 6 do ϕ 12 mm — rysunek 8 (w przypadku prętów dolnych ϕ 8 kratownica oznaczona jest jako typ KS);



Rys. 8. Kratownice do belek stropowych typu K

- typ KJ* — z prętem górnym $\phi 8$ mm i dwoma dolnymi prętami o równej średnicy i długości równej długości kratownicy oraz dodatkowymi (jednym lub dwoma) prętami dogrzanymi w części środkowej — rysunek 9.



Rys. 9. Kratownice do belek stropowych typu KJ

W stopce belek, jeżeli jest to potrzebne, między prętami pasa dolnego kratownicy umieszcza się jeden lub dwa pręty dodatkowe (rysunek 10).

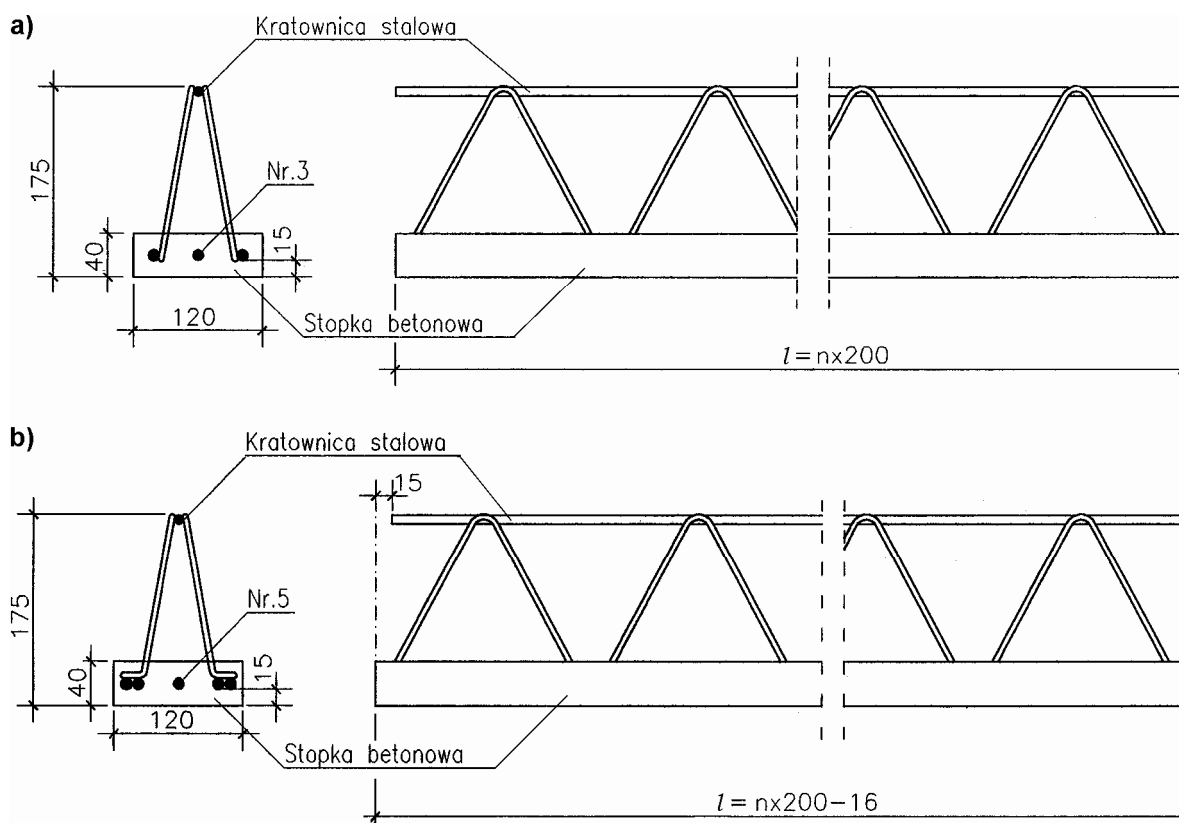
* Kratownica KJ jest zastrzeżona w Urzędzie Patentowym - świadectwo ochronne na wzór użytkowy nr 54485

Kratownice wykonuje się ze stali klasy:

- pręty podłużne — A-III N,
- krzyżulce — A-0 lub A-III N

natomiast jako pręty dodatkowe stosuje się pręty ze stali klasy A-III N.

Stal klasy A-0 i A-III N powinna odpowiadać wymaganiom aktualnych Polskich Norm lub Aprobat Technicznych ITB.



Rys. 10. 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) podane są w dokumentacji techniczno-roboczej elementów stropowych, przeznaczonej dla producentów belek, opracowanej przez firmę INWENTA.

4. ZASADY PROJEKTOWANIA I WYKONYWANIA STROPÓW TERIVA

4.1. Uwagi ogólne

Zbrojenie stropów TERIVA tj. zbrojenie belek kratownicowych oraz dodatkowe zbrojenie na ścinanie układane na budowie wyznaczono według PN-B-03264:2002, przy założeniu schematu belki wolnopodpartej. Wyjątkiem jest strop TERIVA 4,0/1 o długości większej niż 6,0 m, w którym przyjęto schemat belki dwuprzęsłowej (o stosunku rozpiętości przęseł sąsiednich nie mniejszym niż 0,7) lub częściowo zamocowanej.

Zgodnie z normą PN-B-03264:2002 we wszystkich rodzajach stropów gęstożebrowych (do których zalicza się stropy TERIVA) należy stosować konstrukcyjne zbrojenie podporowe jak podano w p. 4.5.

Stropy o rozpiętości podanej 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. Długości belek, dla których wymagana jest strzałka odwrotna

Typ stropu	Długość belki stropowej, [m]
TERIVA 4,0/1	≥ 6,4
TERIVA 4,0/2	≥ 7,2
TERIVA 4,0/3	≥ 7,8
TERIVA 6,0	≥ 7,2
TERIVA 8,0	≥ 6,4

W przypadku stropów dla budownictwa mieszkaniowego zaleca się stosowanie stropów o większej wysokości, bardziej sztywnych, szczególnie gdy nie będą wymagały wykonywania strzałki odwrotnej, gdyż przy takich stropach ewentualne występowanie uszkodzeń ścianek działowych i wypraw będzie mniejsze niż przy stropach wiotkich (niższych).

Zwraca się uwagę, że przyjęcie modelu ciągłego do obliczania ścian murowanych powoduje konieczność uwzględnienia przy sprawdzaniu nośności stropów momentu węzłowego.

4.2. Obciążenia 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	Obciążenie charakterystyczne		Obciążenie 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	10,00	7,50
TERIVA 8,0	8,0	12,00	10,20

4.3. Momenty zginające i siły poprzeczne przenoszone przez strop

Największe momenty zginające i siły poprzeczne przenoszone przez pojedyncze żebro stropu TERIVA podano w tablicach 5 ÷ 9. W tablicach tych rozpiętość modułarna stropu l równa jest długości belki stropowej i jest wielokrotnością $n \times 200$ mm (pomija się tutaj skrócenie długości belki z kratownicą KJ o 16 mm — rys. 10b), a rozpiętość efektywna l_{eff} jest rozpiętością według p. 4.4 i przyjmowaną w obliczeniach statycznych.

Tablica 5. Największe wartości momentów zginających i sił poprzecznych przenoszonych przez pojedyncze żebro stropu TERIVA 4,0/1

Rozpiętość stropu [m]		Moment przęsłowy [kNm] od obciążenia		Moment podporowy [kNm] od obciążenia		Siła poprzeczna [kN] od obciążenia obliczeniowego
modularna, l	efektywna, l_{eff}	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 $l \geq 5,20$ m zbrojenie belek przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
– przy rozpiętości modularnej stropu $l > 6,00$ m strop jest projektowany jako częściowo zamocowany lub ciągły, co najmniej dwuprzęsłowy,
– przy rozpiętości modularnej stropu $l \geq 6,40$ 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 obliczeniowego
modularna, l	efektywna, l_{eff}	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 $l \geq 6,60$ m zbrojenie belek przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
– przy rozpiętości modularnej stropu $l \geq 7,20$ 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 obliczeniowego
modularna, l	efektywna, l_{eff}	obliczeniowego	charakterystycznego	
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 $l \geq 7,60$ m zbrojenie belek przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
– przy rozpiętości modularnej stropu $l \geq 7,80$ 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 obliczeniowego
modularna, l	efektywna, l_{eff}	obliczeniowego	charakterystycznego	
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 $l \geq 6,80$ m zbrojenie belek przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
– przy rozpiętości modularnej stropu $l \geq 7,20$ 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 obliczeniowego
modularna, l	efektywna, l_{eff}	obliczeniowego	charakterystycznego	
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 $l \geq 7,00$ m zbrojenie belek przyjęto ze względu na ograniczenie ugięcia,
– przy rozpiętości modularnej stropu $l \geq 6,40$ m należy stosować strzałkę odwrotną o wartości 15 mm

4.4. Przebieg obliczeń

Efektywną rozpiętość stropu przyjmuje się z tablicy 5 do 9 lub wyznacza się ze wzoru:

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

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 tablicy 4.

Jeżeli na strop działa inny układ obciążeń lub jeżeli strop pracuje w innym układzie statycznym niż belka wolno podparta (z wyjątkiem stropu TERIVA 4,0/1, przy $l > 6,0$ m, gdy strop ten rozpatrywany jest jako częściowo zamocowany lub ciągły), to dodatnie wartości momentów zginających i sił poprzecznych nie mogą przekraczać wartości podanych w tablicach 5 ÷ 9. Podane tam 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 tablicy 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 $2,5 \text{ kN/m}^2$ do obliczeń przyjmuje się obciążenia zastępcze równomiernie rozłożone. Natomiast gdy ciężar ścianki działowej przekracza $2,5 \text{ kN/m}^2$, a ścianka usytuowana jest:

- prostopadle do żeber — uwzględnia się ją przez obciążenie żeber siłami skupionymi w miejscu położenia ścianek,

- równoległe do żeber — pod ścianką zwykle projektuje się żebra wzmocnione przyjmując, że na żebro bezpośrednio obciążone przypada 50% ciężaru ścianki, a na żebra 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 powinien mieć na podporze 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.

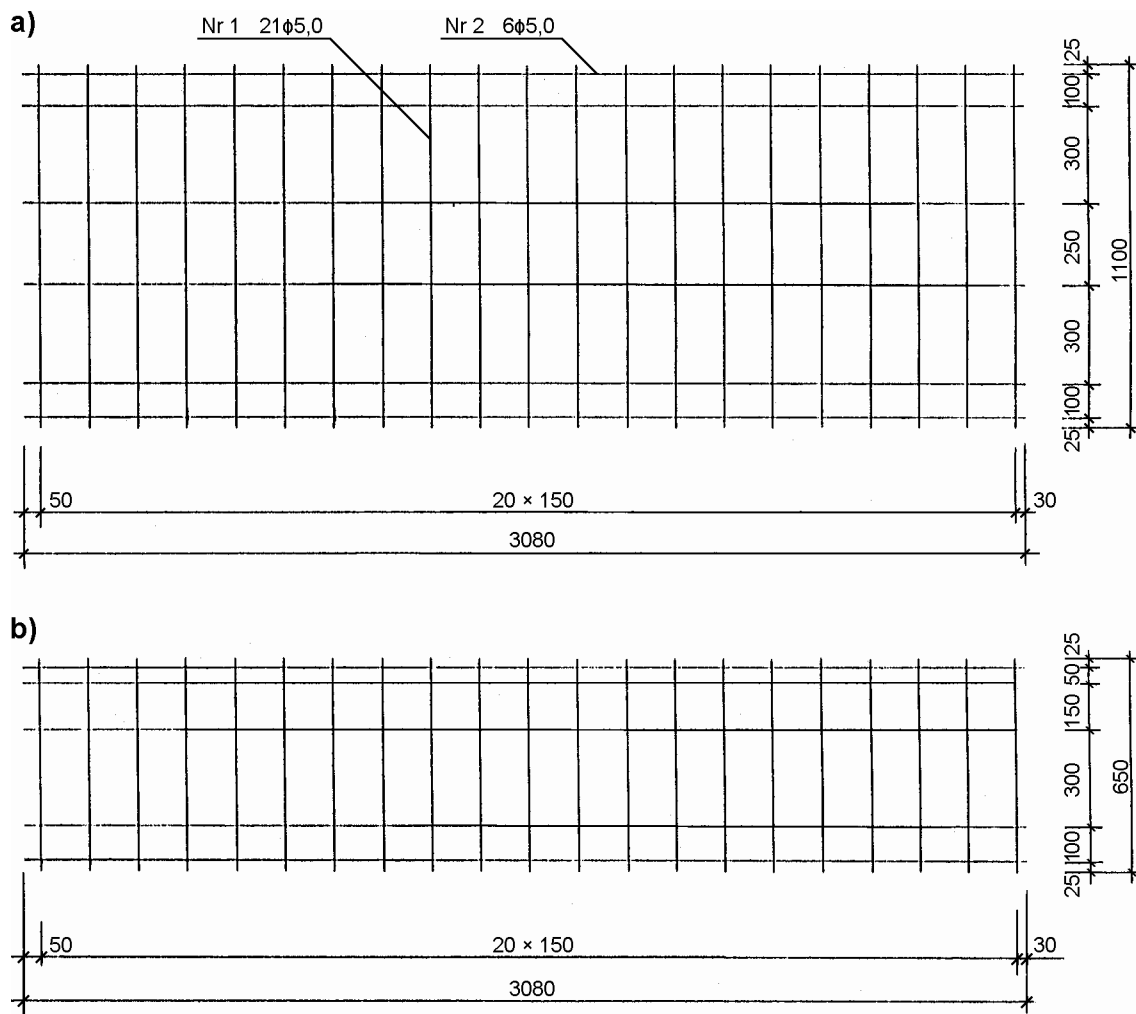
Zaleca się stosowanie zbrojenia podporowego z prętów ze stali klasy A-III N w postaci siatek zgrzewanych płaskich według rysunku 11 lub siatek zaginanych według rysunku 12. Rozpiętości stropów, przy których należy stosować odpowiedni rodzaj siatki podano w tablicy 10.

Tablica 10. Zakresy stosowania siatek płaskich i zaginanych

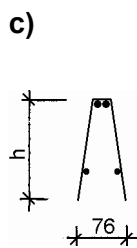
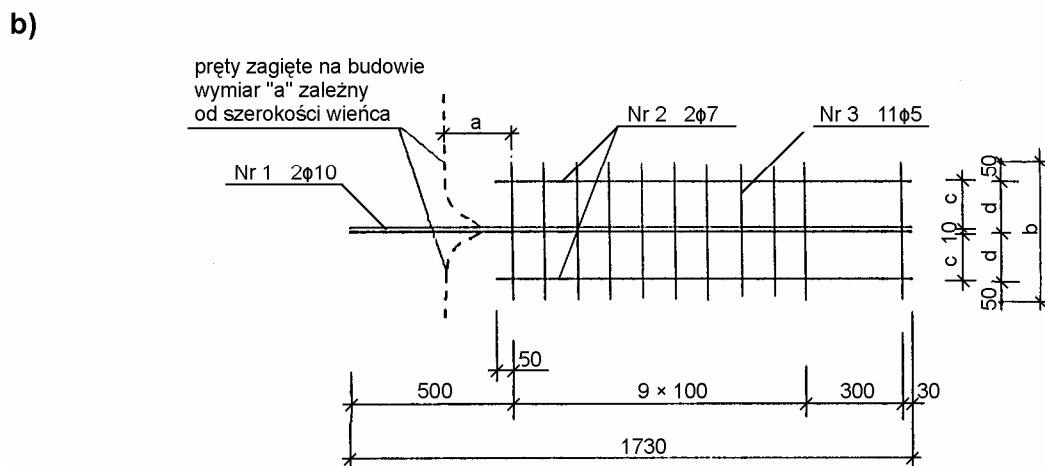
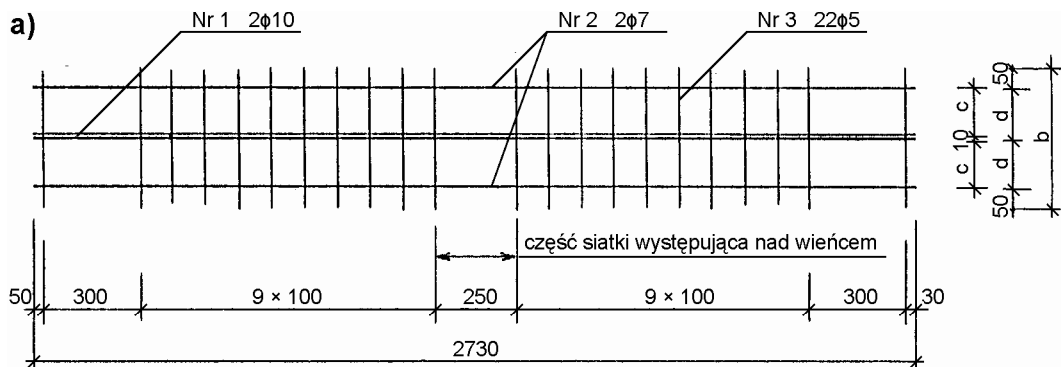
Rodzaj stropu	Rozpiętość stropu l , [m], przy której są stosowane	
	siatki płaskie	siatki zaginane
TERIVA 4,0/1	$\leq 6,0$	$> 6,0$
TERIVA 4,0/2	$\leq 7,2$	$> 7,2$
TERIVA 4,0/3	$\leq 7,8$	$> 7,8$
TERIVA 6,0	$\leq 7,6$	$> 7,6$
TERIVA 8,0	$\leq 6,6$	$> 6,6$

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

Siatki zaginane układa się we wszystkich żebrach stropowych; na podporach środkowych — siatki zaginane Z-1, a na podporach skrajnych — siatki zaginane Z-2.



Rys. 11. Zbrojenie podporowe – siatki płaskie:
a) siatka P-1, b) siatka P-2

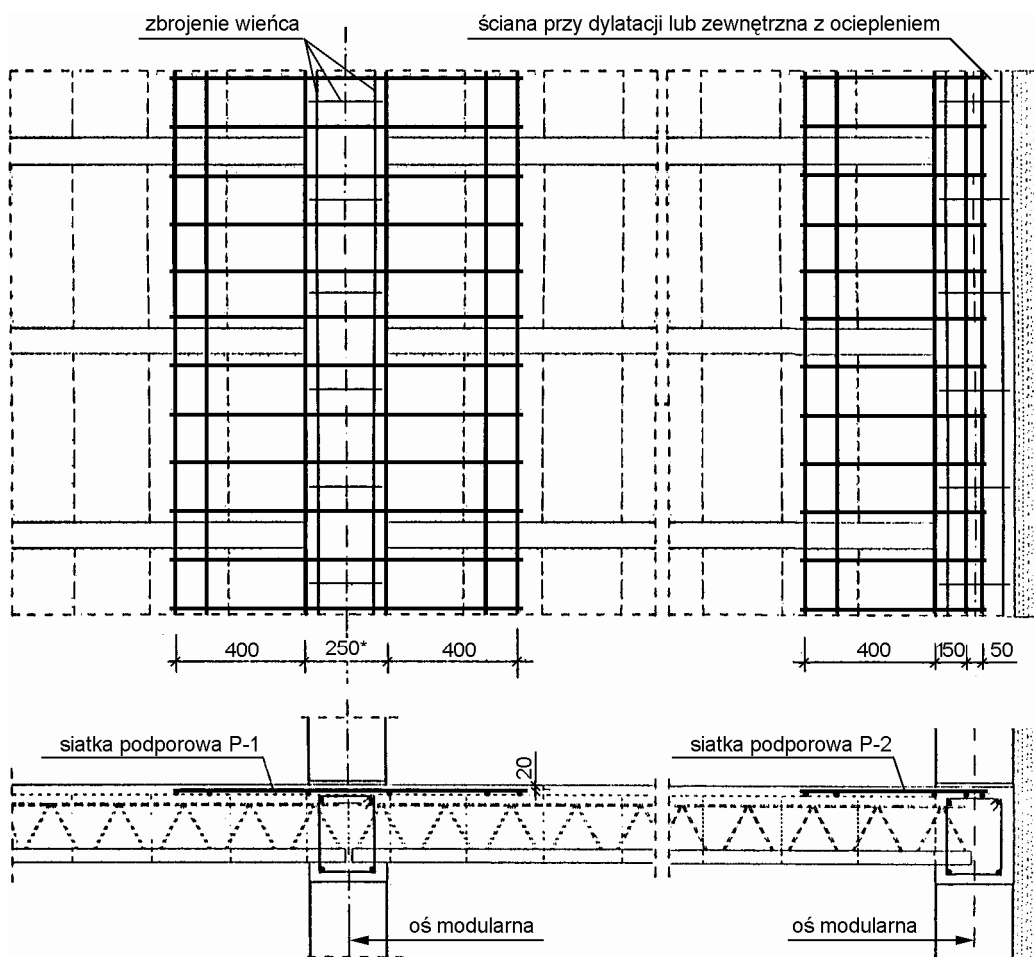


Rodzaj stropu	Wymiary siatki [mm]			
	h	b	c	d
TERIVA 4,0/1	190	400	145	150
TERIVA 4,0/2	250	520	205	210
TERIVA 4,0/3	290	600	245	250
TERIVA 6,0	290	600	245	250
TERIVA 8,0	290	600	245	250

Rys. 12. Zbrojenie podporowe – siatki zginane:

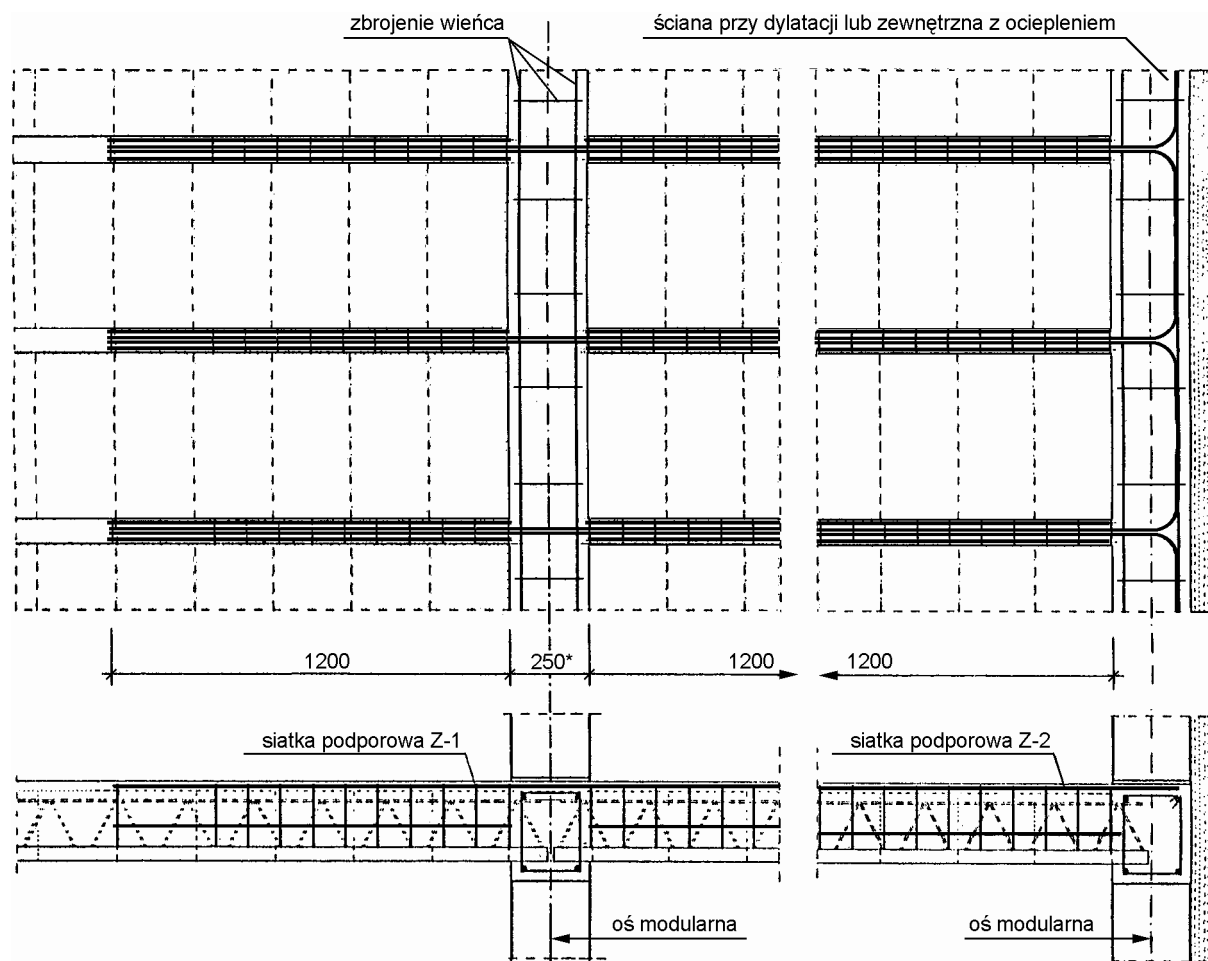
a) siatka Z-1 (dla przypadku gdy osie belek sąsiednich przeseł pokrywają się — pręty Nr 2 należy wyciąć na budowie na długości około 200 mm nad zbrojeniem wieńca), **b)** siatka Z-2 (dla przypadku przesunięcia belek sąsiednich przeseł), **c)** siatka po zagięciu

Przykłady układania siatek płaskich podano na rysunku 13, a siatek zginanych — na rysunkach 14 i 15.



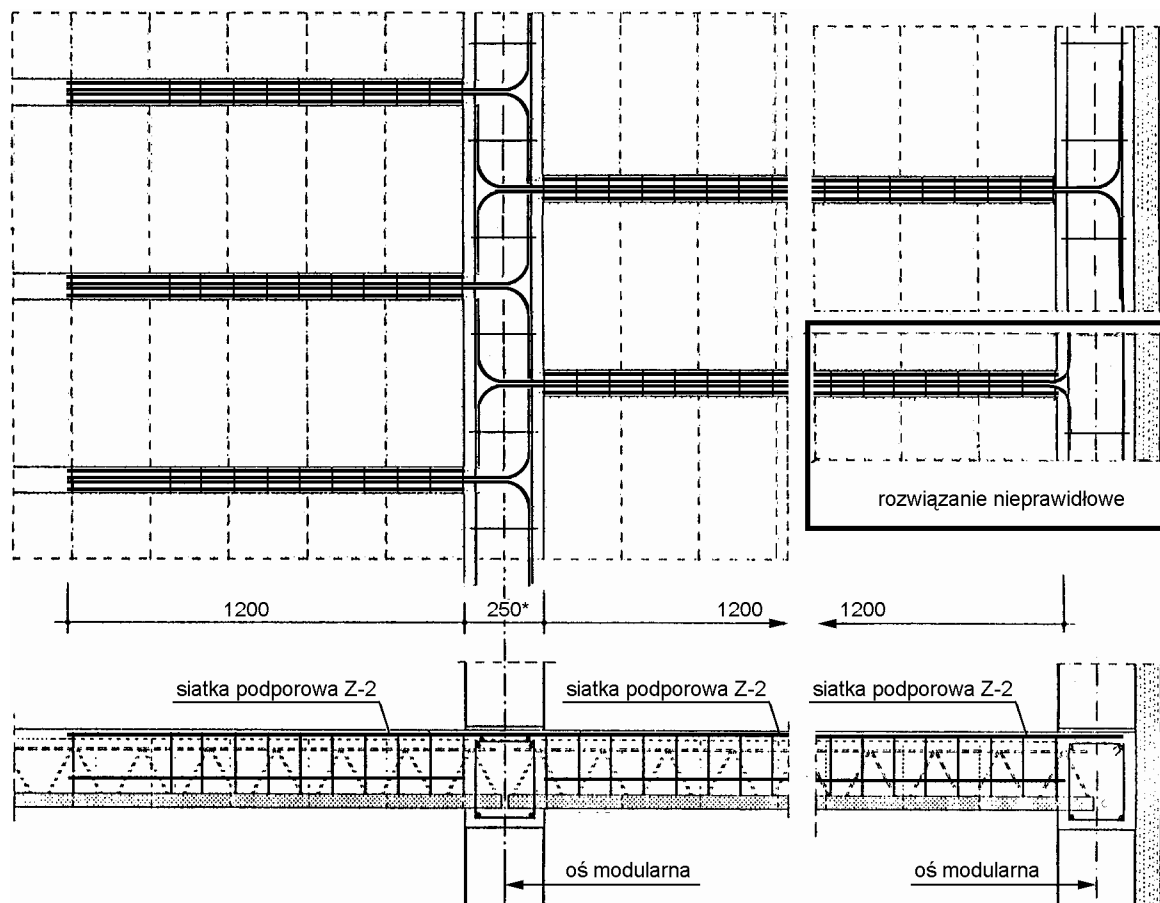
* wymiar niezależny od grubości ściany

Rys. 13. Przykłady zastosowania siatek podporowych płaskich (siatki układa się na całej długości ściany nośnej; połączenie siatek na zakład o długości 150 mm)



* wymiar niezależny od grubości ściany

Rys. 14. Przykłady zastosowania siatek podporowych zaginanych



* wymiar niezależny od grubości ściany

Rys. 15. Przykłady zastosowania siatek podporowych zaginanych

4.6. Zalecenia konstrukcyjne

4.6.1. Podpory montażowe

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

- przy rozpiętości modularnej stropu $l \leq 4,0$ m – 1 podpora,
- przy rozpiętości modularnej stropu $4,0$ m $< l \leq 6,0$ m – 2 podpory,
- przy rozpiętości modularnej stropu $6,0$ m $< l \leq 8,0$ m – 3 podpory,
- przy rozpiętości modularnej stropu $l > 8,0$ m – 4 podpory.

Przy rozpiętościach stropów wymienionych w tablicy 3, podczas układania 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, zaleca się stosowanie czterech prętów o średnicy 10 mm ze stali klasy A-III. Strzemiona o średnicy 4,5 mm powinny być rozmieszczone co 250 mm.

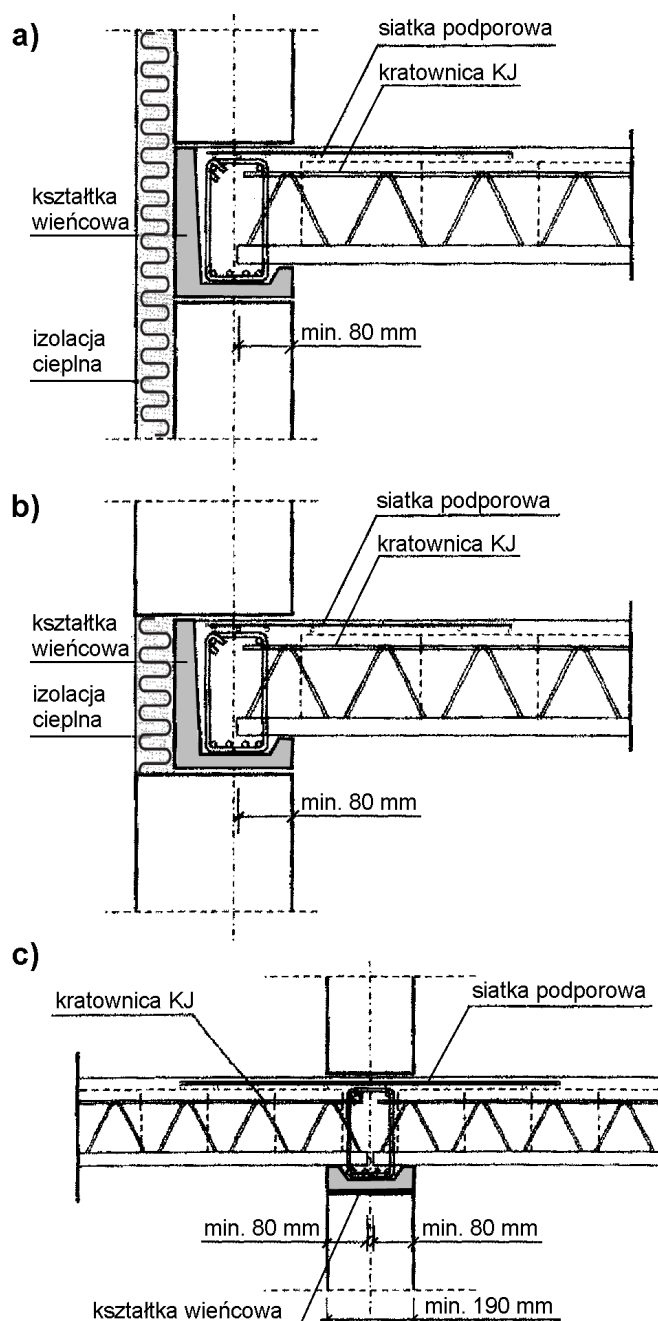
Zbrojenie wieńców zaleca się projektować tak, aby górne podłużne pręty wieńca znajdowały się około 30 mm poniżej górnej powierzchni stropu. Umożliwi to ułożenie zbrojenia podporowego i właściwe jego otulenie betonem.

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 ÷ 60 mm poniżej dolnej powierzchni stropu.

Korzystne jest również opieranie belek stropowych na ścianach nośnych za pośrednictwem żelbetowych elementów prefabrykowanych tzw. kształtek wieńcowych* (rysunek 16),

* Żelbetowe prefabrykowane kształtki wieńcowe są zastrzeżone w Urzędzie Patentowym RP — zgłoszenia nr W.113293 i W.113294 oraz wzór przemysłowy WP-7547; producentem tych elementów jest P.P.H.U. ERGOBUD Sp. z o.o., 02-626 Warszawa, Al. Niepodległości 54 lok. 43.

które na ścianach skrajnych stanowią jednocześnie deskowanie tracone wieńców stropowych. Zasady stosowania kształtek wieńcowych podane są w Rekomendacji Technicznej ITB nr RT ITB – 1058/2006 „Wieńce stropowe KZE i KWE”.



Rys. 16. Oparcie stropów na ścianach nośnych z wykorzystaniem kształtek wieńcowych
 a) i b) na ścianie zewnętrznej, c) na ścianie wewnętrznej

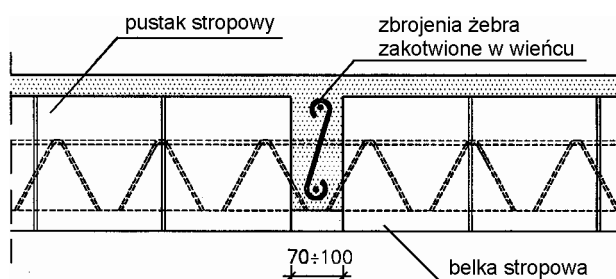
Wieńce należy betonować równocześnie z betonowaniem stropu, zwracając szczególną uwagę na staranne wypełnienie mieszanką betonową wszystkich przestrzeni, w tym – w przypadku wieńców opuszczonych – przestrzeni pod belkami stropowymi opuszczonych.

4.6.3. Żebra rozdzielcze

W stropach o rozpiętości powyżej 4,0 m należy stosować żebra rozdzielcze. Jeżeli rozpiętość stropu jest mniejsza niż 6,0 m stosuje się co najmniej jedno żebro rozdzielcze, zaprojektowane w pobliżu środka rozpiętości stropu. Przy rozpiętości stropu większej niż 6,0 m stosuje się co najmniej dwa żebra rozdzielcze, przy czym odległość między podporami stałymi i żebrami oraz między żebrami powinna wynosić około $1/3$ rozpiętości stropu.

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

Żebro rozdzielcze powinno być zbrojone dwoma prętami (jeden góra, jeden dołem) o średnicy nie mniejszej niż $\phi 12$, połączonymi strzemionami $\phi 4,5$, rozstawionymi co 0,6 m. Pręty zbrojenia żeber rozdzielczych powinny być zakotwione w wieńcach lub podciągach prostopadłych do tych żeber, na długości minimum 0,5 m. Przekrój przez żebro rozdzielcze pokazano na rysunku 17.

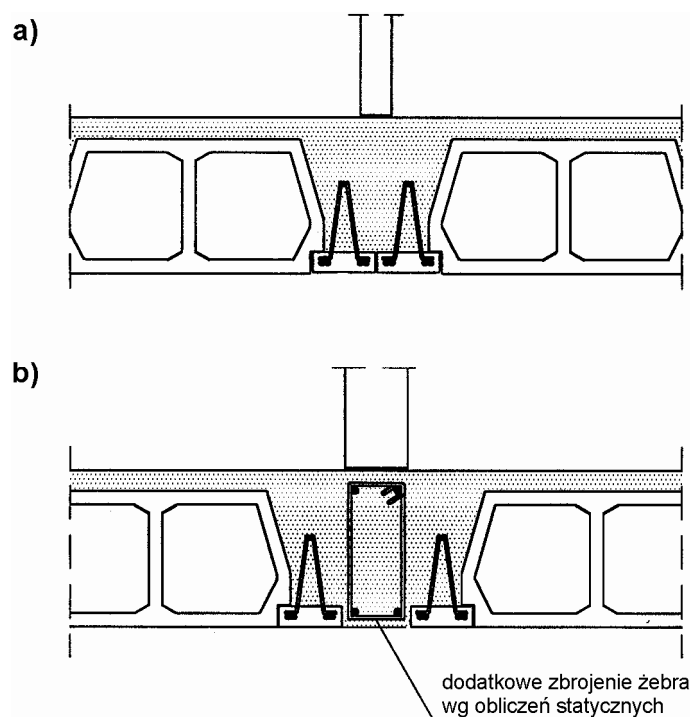


Rys. 17. Przykład przekroju przez żebro rozdzielcze

4.6.4. Żebra pod ściankami działowymi, równoległymi do belek

Po ściankami działowymi, usytuowanymi równoległe do belek stropowych, należy wykonać wzmocnione żebra stropowe. Wzmocnione żebra stropowe mogą być wykonane przez ułożenie obok siebie dwóch belek kratownicowych lub — jeżeli zachodzi taka potrzeba — przez wykonanie w stropie belki żelbetowej, ze zbrojeniem według obliczeń statycznych.

Przykładowe rozwiązanie żeber pod ścianki działowe usytuowane równoległe do belek pokazano na rysunku 18.



Rys. 18. Przykładowe rozwiązania żeber pod ścianą działową usytuowaną równoległą do belek stropowych

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 niższej niż C16/20, odpowiadającego wymaganiom PN-EN 206-1:2003. 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) poleać wodą.

Betonowanie stropu należy wykonywać posuwając się stopniowo w kierunku prostopadłym do belek. Jeżeli beton podawany jest przy pomocy pompy, to należy rozprowadzać go równomiernie po powierzchni stropu, nie dopuszczając do jego miejscowego gromadzenia.

Jeżeli beton podawany jest 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 należyta jego pielęgnację, zwłaszcza w okresie podwyższonej lub obniżonej temperatury powietrza.

W trakcie betonowania należy pobierać próbki betonu i kontrolować jego jakość zgodnie z PN-EN 206-1:2003.

5. SKŁADOWANIE I TRANSPORT PUSTAKÓW I BELEK STROPOWYCH

5.1. Składowanie i transport pustaków

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.

Transport pustaków może odbywać się dopiero po osiągnięciu przez beton 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. Składowanie i transport belek stropowych

Belki należy składować na równym i suchym podłożu, na dwóch podkładach o grubości 80 mm, 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.

6. NORMY POWOŁANE

PN-82/B-02003 *Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe*

PN-B-02151-3:1999 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania*

PN-B-03264:2002 *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie* (wraz z poprawką Ap1:2004)

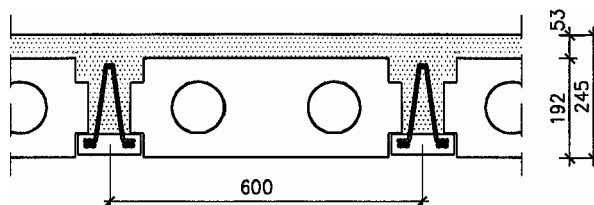
PN-EN 206-1:2003 *Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność* wraz z poprawką Ap1:2004 oraz zmianami A1:2005 i A2:2006

ZAŁĄCZNIK

Stropy TERIVA 4,0/1 z wypełnieniem elementami z betonu komórkowego SKB*

W stropach TERIVA 4,0/1 jako wypełnienie między belkami, zamiast pustaków z betonu, mogą być stosowane elementy SKB z betonu komórkowego.

Przekrój poprzeczny stropu TERIVA 4,0/1 z wypełnieniem elementami SKB przedstawiono na rys. Z-1.



Rys. Z-1. Przekrój poprzeczny stropu TERIVA 4,0/1 z wypełnieniem elementami SKB

Z-1. Parametry techniczne stropu z elementami SKB

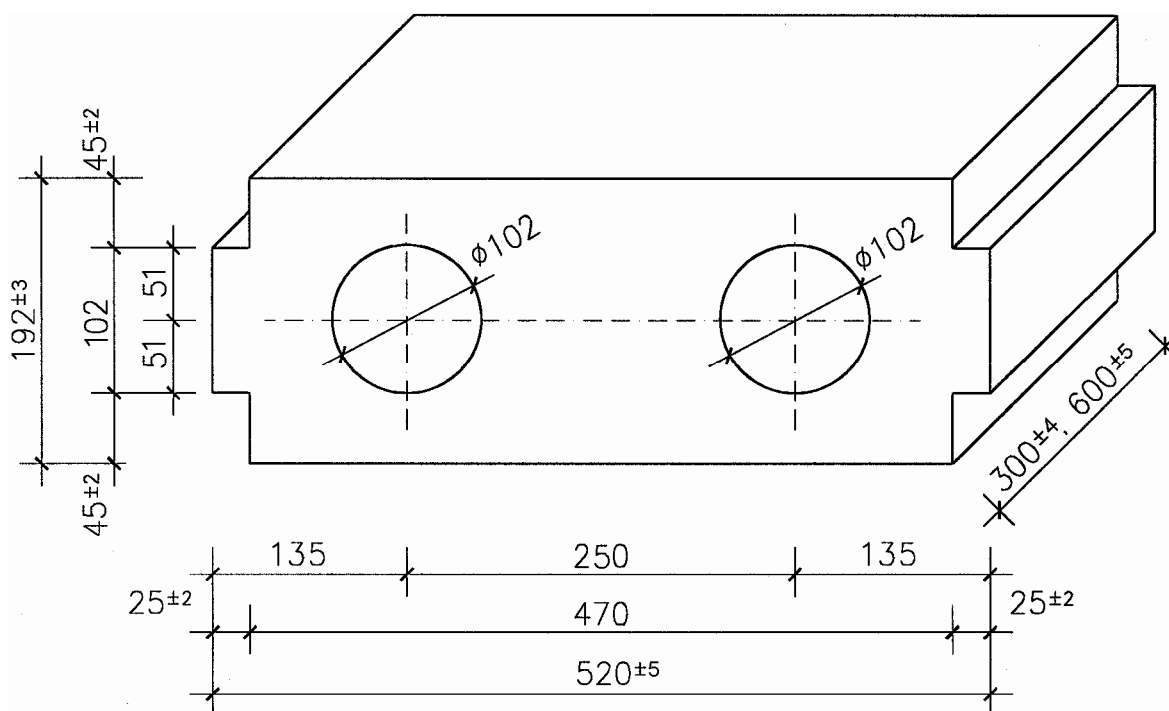
- Rozpiętość modułarna stropu, rozstaw osiowy belek, wysokość konstrukcyjna — jak stropu z pustakami (p. 1).
- Wysokość całkowita stropu — 245 mm.
- Grubość nadbetonu — 53 mm.
- Izolacyjność cieplna stropu bez warstw wykończeniowych (od góry i od dołu) — 0,95 m²K/W.

* Elementy SKB produkowane są przez Przedsiębiorstwo Produkcji Betonów „PREFBET” Sp. z o.o., ul. Kolejowa 17, 18-411 ŚNIADOWO, na podstawie zastrzeżonego w Urzędzie Patentowym RP wzoru użytkowego nr 179825.

Z.2. Elementy SKB

Z.2.1. Materiał

Kształt i wymiary drobnowymiarowych elementów wypełniających SKB z betonu komórkowego powinny być zgodne z rys. 2. Powierzchnie powinny być równe, bez krzywizn i zwichrowań, a krawędzie — proste.



Rys. Z-2. Element SKB

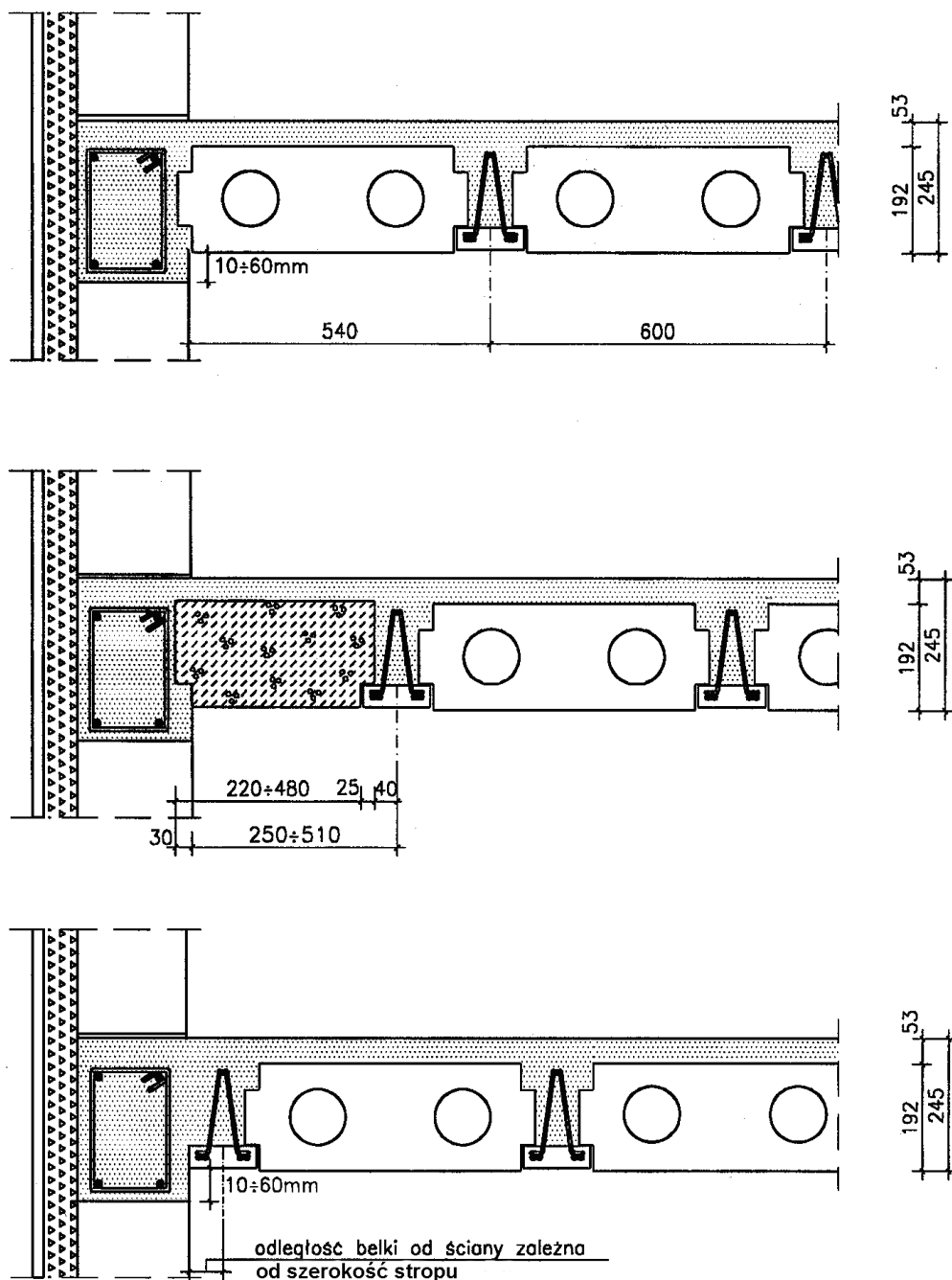
Z.2.3. Masa elementu SKB

Masa elementu wypełniającego z betonu komórkowego o długości 600 mm w stanie powietrzno-suchym (o wilgotności $\leq 8\%$ masy) nie może być większa niż 35 kg, a elementu o długości 300 mm — 17,5 kg.

Z.3. Zasady projektowania i wykonywania stropów z elementami SKB

Stropy TERIVA 4,0/1 projektuje się i wykonuje jak stropy z pustakami betonowymi z tym, że:

- elementy SKB nie powinny opierać się na podporach stałych, na których ułożone są belki stropowe,
- sposób układania elementów SKB przy ścianach równoległych do belek pokazano na rys. Z-3.



Rys. Z-3. Sposób układania elementów SKB przy ścianach równoległych do belek
