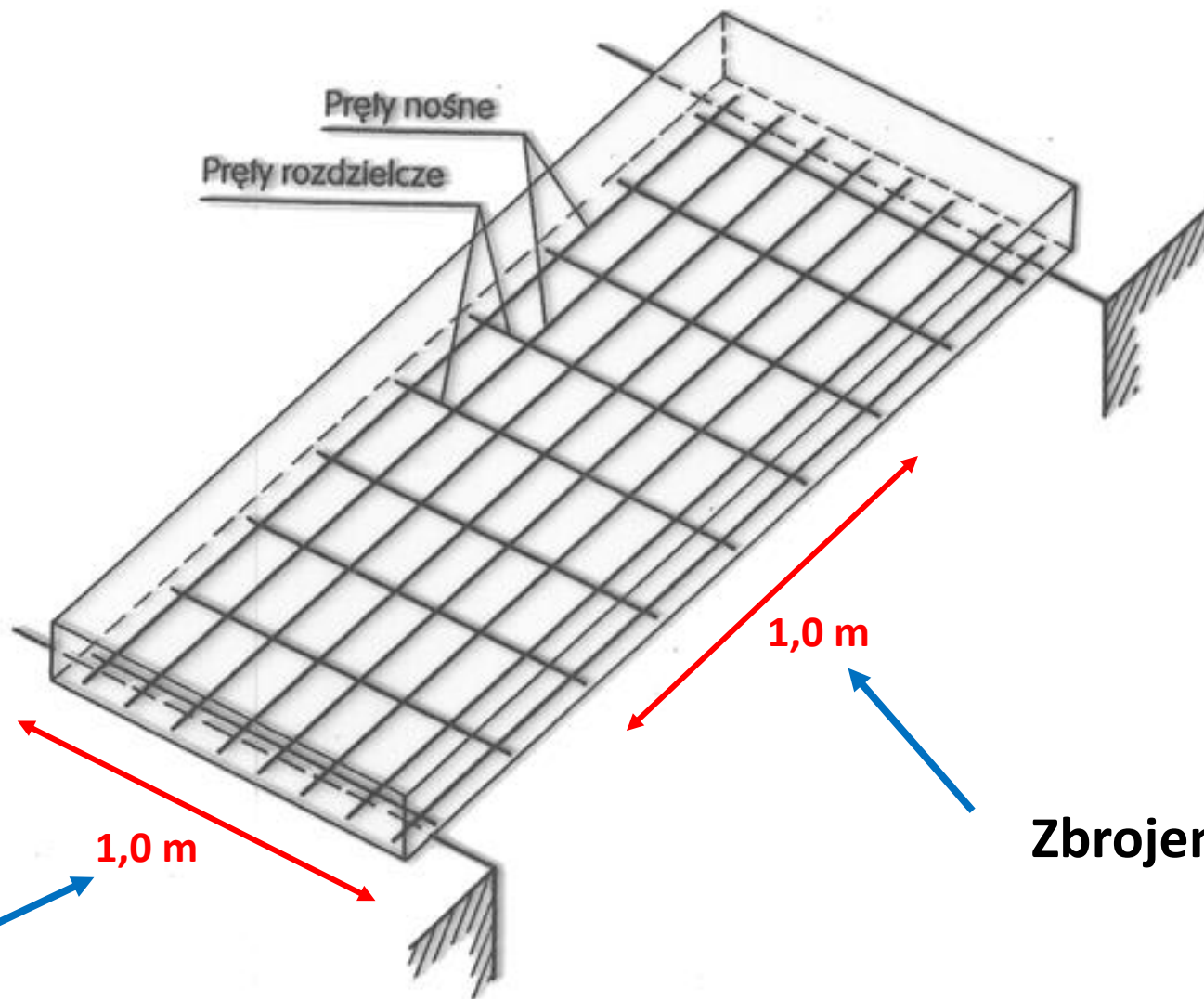


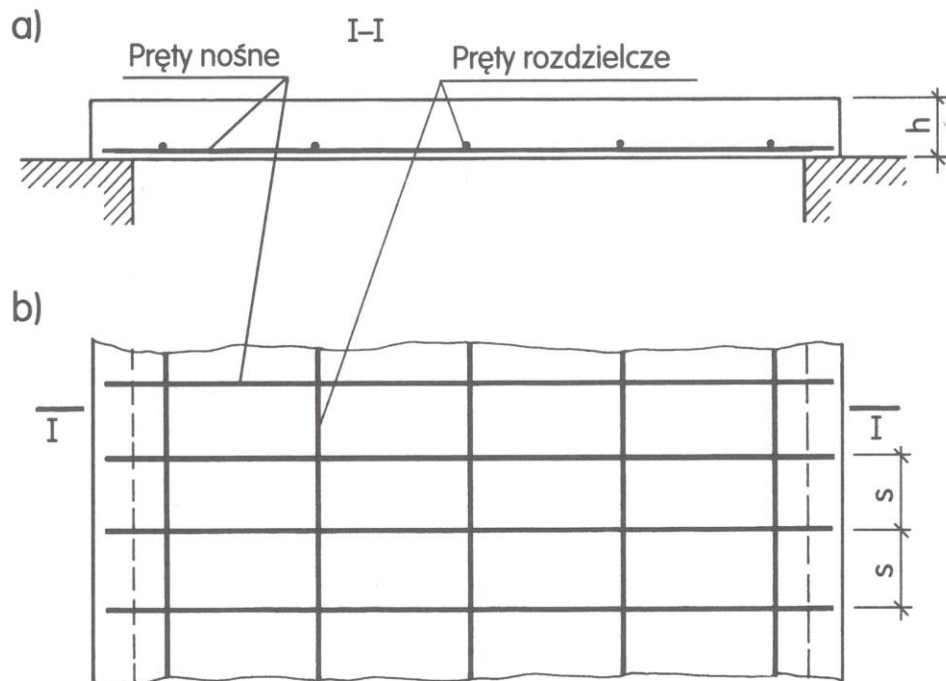
**Zbrojenie nośne**



**1,0 m**

**1,0 m**

**Zbrojenie rozdzielcze**



## EC

Zgodnie z PN-EN 1992-1-1 **maksymalny rozstaw prętów na zginanie w płytach**  $s_{\max,slabs}$  nie powinien przekraczać:

a) w obszarach występowania obciążeń skupionych lub w obszarach maksymalnego momentu:

- zbrojenie główne:  $2h$  i nie więcej niż 250 mm ( $h$  — całkowita grubość płyty),
- zbrojenie drugorzędne (rozdzielcze):  $3h$  i nie więcej niż 400 mm,

b) poza obszarami występowania obciążeń skupionych lub w obszarach maksymalnego momentu:

- zbrojenie główne:  $3h$  i nie więcej niż 400 mm,
- zbrojenie drugorzędne (rozdzielcze):  $3,5h$  i nie więcej niż 450 mm.

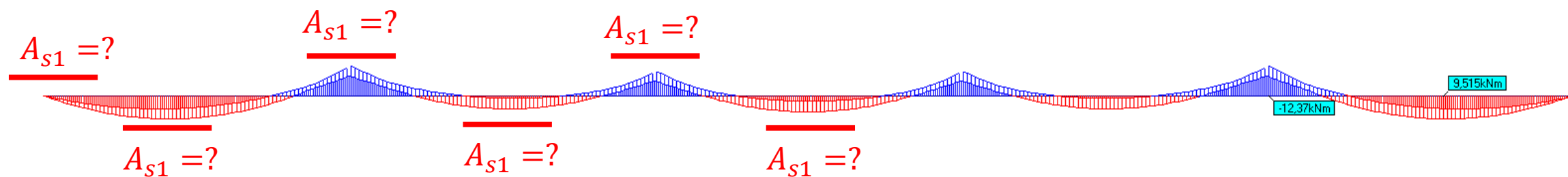
## PN

- $s \leq 120$  mm, jeżeli  $h \leq 100$  mm,
- $s \leq 1,2h$  i  $s \leq 250$  mm, jeżeli  $h > 100$  mm.

**Pola przekroju zbrojenia w cm<sup>2</sup> na 1 m szerokości płyty**

Odstępy osiowe [mm]	Średnica prętów [mm]											
	5,5	6	6/8	8	8/10	10	10/12	12	12/14	14	12/16	16
30	7,92	9,43	13,09	16,76	21,46	26,16	—	—	—	—	—	—
35	6,79	8,08	11,22	14,37	18,39	22,42	27,37	32,31	38,15	43,99	44,85	—
40	5,94	7,07	9,82	12,57	16,10	19,62	23,95	28,27	33,38	38,50	39,25	50,28
45	5,28	6,28	8,73	11,17	14,30	17,44	21,28	25,13	29,67	34,21	34,88	44,68
50	4,76	5,66	7,86	10,06	12,88	15,70	19,16	22,62	26,71	30,80	31,40	40,21
55	4,32	5,14	7,14	9,14	11,71	14,27	17,42	20,56	24,28	27,99	28,54	36,56
60	3,96	4,71	6,55	8,38	10,73	13,08	15,96	18,85	22,26	25,65	26,15	33,51
65	3,65	4,35	6,04	7,74	9,91	12,07	14,74	17,40	20,55	23,68	24,14	30,96
70	3,39	4,04	5,61	7,18	9,20	11,21	13,68	16,15	19,07	21,99	22,41	28,73
75	3,17	3,77	5,24	6,70	8,58	10,46	12,77	15,08	17,81	20,52	20,92	26,81
80	2,97	3,53	4,91	6,28	8,05	9,81	11,97	14,13	16,88	19,25	19,62	25,13
85	2,80	3,33	4,62	5,92	7,57	9,23	11,27	13,30	15,70	18,11	18,46	23,66
90	2,64	3,14	4,36	5,59	7,15	8,72	10,64	12,56	14,83	17,10	17,44	22,34
95	2,50	2,98	4,13	5,29	6,78	8,26	10,08	11,90	14,05	16,20	16,51	21,16
100	2,38	2,83	3,93	5,03	6,44	7,85	9,58	11,31	13,35	15,40	15,70	20,10
110	2,16	2,57	3,57	4,57	5,85	7,13	8,71	10,28	12,14	13,99	14,27	18,28
120	1,98	2,36	3,27	4,19	5,36	6,54	7,98	9,42	11,12	12,82	13,07	16,76
130	1,82	2,17	3,02	3,87	4,95	6,04	7,37	8,70	10,27	11,84	12,07	15,46
140	1,70	2,02	2,80	3,59	4,60	5,60	6,84	8,08	9,54	10,99	11,20	14,36
150	1,58	1,88	2,62	3,35	4,29	5,23	6,38	7,54	8,90	10,25	10,45	13,40
160	1,49	1,77	2,45	3,14	4,02	4,90	5,98	7,07	8,35	9,62	9,81	12,56
170	1,39	1,66	2,31	2,96	3,79	4,62	5,65	6,65	7,85	9,05	9,23	11,82
180	1,32	1,57	2,18	2,79	3,58	4,36	5,32	6,28	7,41	8,54	8,71	11,17
190	1,25	1,49	2,07	2,64	3,39	4,13	5,04	5,95	7,02	8,10	8,25	10,58
200	1,18	1,41	1,96	2,51	3,22	3,92	4,79	5,65	6,67	7,70	7,85	10,05
210	1,13	1,35	1,87	2,39	3,06	3,74	4,56	5,38	6,35	7,33	7,47	9,57
220	1,07	1,28	1,78	2,28	2,92	3,57	4,35	5,14	6,07	6,99	7,12	9,14
230	1,03	1,23	1,71	2,18	2,80	3,41	4,16	4,91	5,80	6,68	6,81	8,74
240	0,99	1,18	1,63	2,09	2,68	3,27	3,99	4,71	5,56	6,40	6,52	8,38
250	0,95	1,13	1,57	2,01	2,57	3,14	3,83	4,52	5,34	6,16	6,28	8,04
300	0,79	0,94	1,31	1,67	2,15	2,62	3,19	3,77	4,45	5,13	5,81	6,48

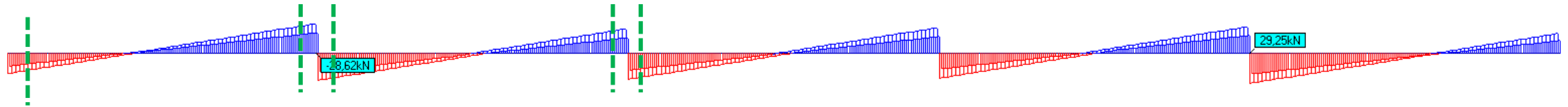
## Obliczanie zbrojenia płyty - zginanie



Obliczenie zbrojenie wykonujemy dla przekroi zgodnie z obwiednią momentów zginających - rozciąganie

## ***Sprawdzenie strefy przypodporowej - ścinanie***

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \qquad V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$



*Sprawdzenie ścinania wykonujemy dla przekroji przypodporowych zgodnie z obwiednią sił tnących i obliczonym zbrojeniem nośnym  $A_{s1}$*

## ***Sprawdzenie strefy przypodporowej - ścinanie***

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d \quad \text{lecz nie mniej niż} \quad V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$
$$v_{\min} = 0,035 k^{\frac{3}{2}} f_{ck}^{\frac{1}{2}}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}, \text{ lecz nie więcej niż } 2,0,$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d}, \text{ lecz nie więcej niż } 0,02,$$

$b_w$  jest najmniejszą szerokością strefy rozciąganej przekroju

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c},$$

**Uwaga:** Wartości  $C_{Rd,c}$ ,  $v_{\min}$  i  $k_1$  do stosowania w kraju mogą być podane w Załączniku krajowym. Wartościami zalecanymi są  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_C$ ,  $k_1 = 0,15$ ,

## ***Sprawdzenie strefy przypodporowej - ścinanie***

*Jeżeli  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  to musi być spełniony warunek :*

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0,5b_w d v f_{cd},$$

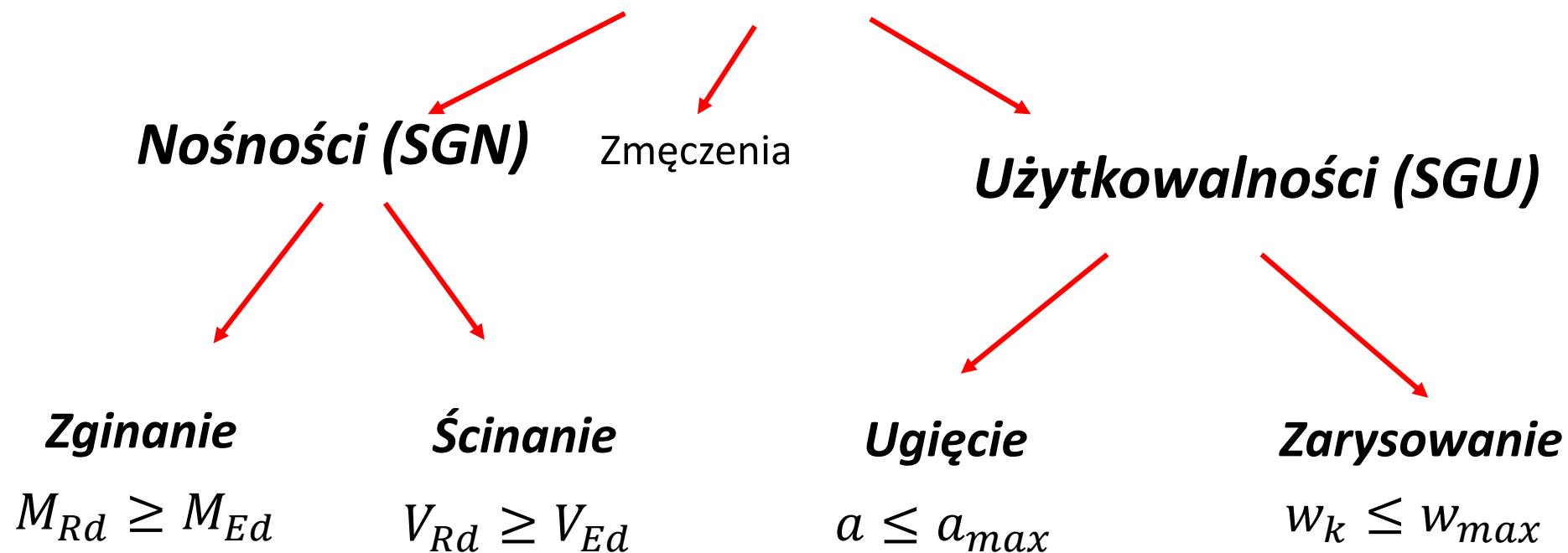
w którym:  $v$  – współczynnik redukcji wytrzymałości betonu zarysowanego przy ścinaniu określony wzorem

$$v = 0,6 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \quad (f_{ck} \text{ w MPa}),$$

$d$  – wysokość użyteczna (mm),

$b_w$  – najmniejsza szerokość strefy rozciąganej przekroju (mm).

# Stan graniczny



**Stany graniczne użytkowości sprawdzamy dla wartości charakterystycznych !!**

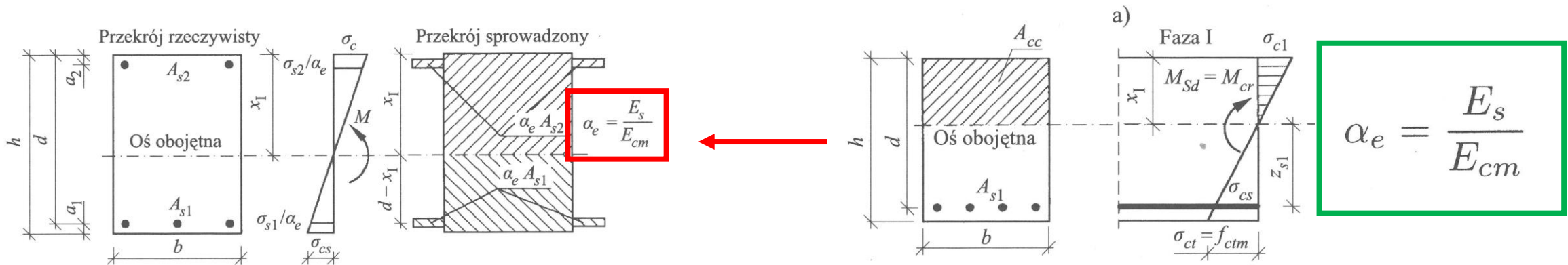


## SGU – Zarysowanie

Powstanie rys w konstrukcjach żelbetowych praktycznie jest nieuniknione, zatem w etapie projektowania konstrukcji należy przeprowadzić kontrolę stanu granicznego zarysowania.

Przy obliczaniu konstrukcji żelbetowych do sprawdzeniu stanu granicznego użytkowalności przyjmuje się wartości współczynników bezpieczeństwa dla obciążeń równą jeden (1,0) (**obciążenia charakterystyczne**) oraz używa się **charakterystycznych** lub średnich **wytrzymałości betonu i stali zbrojeniowej**.

**Obliczeniowe sprawdzanie zarysowania elementów nie jest wymagane dla zginanych płyt żelbetowych o grubości nie większej niż 200 mm, w których nie występują znaczne siły rozciągające.**



$$x_I = \frac{0,5bh^2 + \alpha_e(A_{s1}d + A_{s2}a_2)}{bh + \alpha_e(A_{s1} + A_{s2})}$$

$$J_I = \frac{1}{12}bh^3 + bh \left( x_I - \frac{h}{2} \right)^2 + \alpha_e A_{s2}(x_I - a_2)^2 + \alpha_e A_{s1}(d - x_I)^2$$

$$M_{cr} = f_{ct, eff} \frac{J_I}{h - x}$$

$M_{cr} \geq M_{ed}$  – I faza, przekrój niezarysowany

$M_{cr} < M_{ed}$  – II faza, przekrój zarysowany

**Stany graniczne użytkowości sprawdzamy dla wartości charakterystycznych !!**

**Stany graniczne użytkowalności sprawdzamy dla wartości charakterystycznych !!**

## **SGU – Ugięcie**

$$a \leq a_{max} \longrightarrow a_{max} = \frac{l_{eff}}{250}$$

**Kontrola uproszczona ugięcia elementu polega na wykazaniu, że spełnione jest następujące ograniczenie ilorazu rozpiętości do wysokości przekroju:**

$$\frac{l}{d} \leq \left( \frac{l}{d} \right)_{\lim}$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}}$$

Jeżeli  $\rho \leq \rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}}$  ( $f_{ck}$  w MPa), to korzystamy ze wzoru:

$$\left(\frac{l}{d}\right)_p = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

W przeciwnym przypadku, gdy  $\rho > \rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}}$ , obowiązuje wzór:

$$\left(\frac{l}{d}\right)_p = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho^*} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho^*}{\rho_0}} \right]$$

System konstrukcyjny elementu	Znaczne naprężenia w betonie $\rho = 1,5 \%$	Małe naprężenia w betonie $\rho = 0,5 \%$	K
Belki swobodnie podparte, jedno lub dwukierunkowo zbrojone płyty swobodnie podparte	14	20	1,0
<u>Skrajne przęsła belek ciągłych</u> , jednokierunkowo lub dwukierunkowo zbrojonych płyt ciągłych na dłuższej krawędzi	18	26	1,3
<u>Środkowe przęsła belek ciągłych oraz płyt ciągłych</u> jednokierunkowo lub dwukierunkowo zbrojonych	20	30	1,5
Stropy bezbelkowe oparte na słupach (przy sprawdzaniu ugięć należy przyjmować większą rozpiętość)	17	24	1,2
Wsporniki	6	8	0,4

$$\left(\frac{l}{d}\right)_{\text{lim}} = \delta_1 \delta_2 \delta_3 \left(\frac{l}{d}\right)_p$$

Jeżeli belki lub płaskie płyty dwukierunkowo zbrojone mają rozpiętość  $l > 7,0$  m i podpierają ścianki działowe, podatne na uszkodzenia wskutek zbyt dużych ugięć, to stosuje się korektę za pomocą mnożnika  $\delta_2$  obliczonego następująco:

$$\text{przy } 7,0 \text{ m} \leq l_{\text{eff}} < 8,5 \text{ m}, \text{ to } \delta_2 = \frac{7,0}{l_{\text{eff}}}$$

$$\text{przy } l_{\text{eff}} > 8,5 \text{ m}, \text{ to } \delta_2 = \frac{8,5}{l_{\text{eff}}}$$

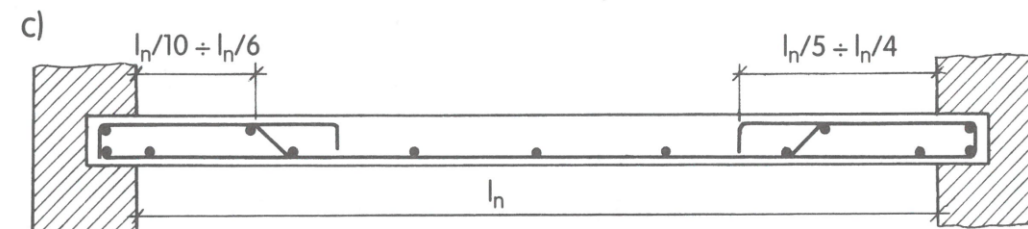
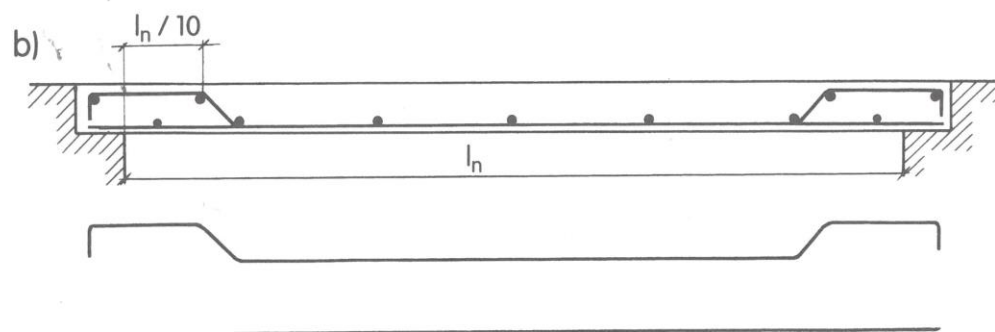
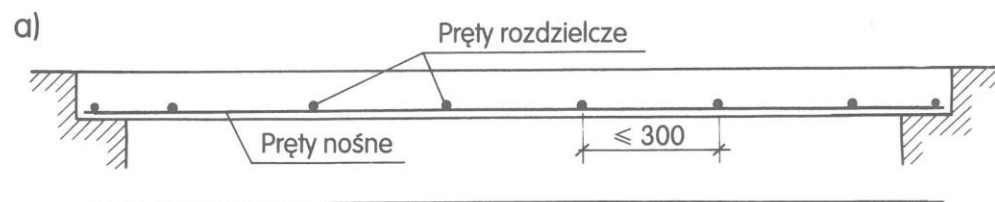
$$\delta_1 = \frac{500}{f_{yk} \frac{A_{s, req}}{A_{s, prov}}}$$

gdzie:  $A_{s, req}$  – pole przekroju zbrojenia wymagane obliczeniowo z uwagi na nośność,

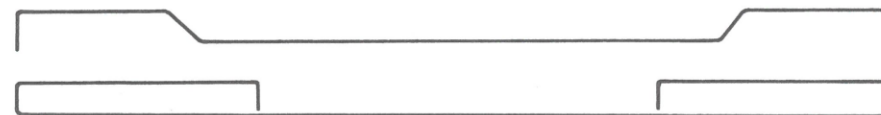
$A_{s, prov}$  – przyjęte pole przekroju zbrojenia.

$$\delta_3 = 1,0$$

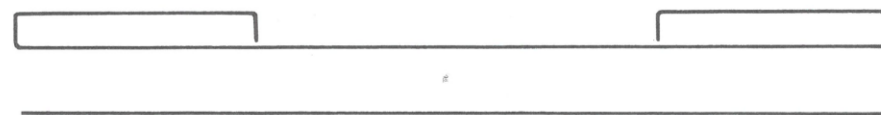




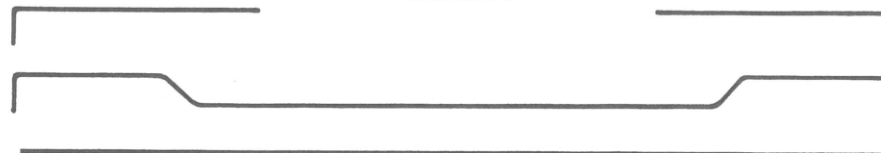
Wariant 1

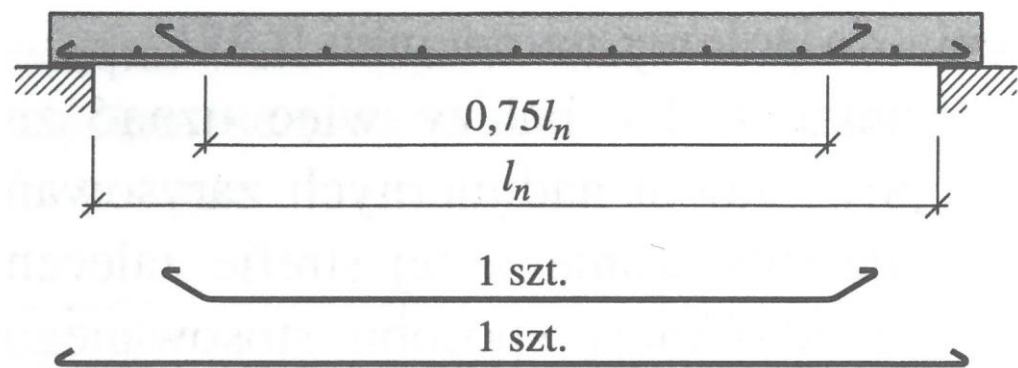


Wariant 2

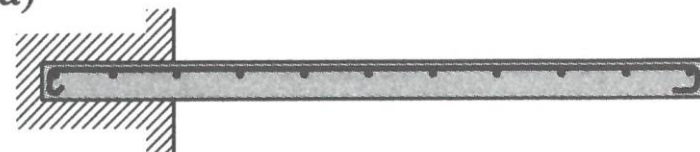


Wariant 3





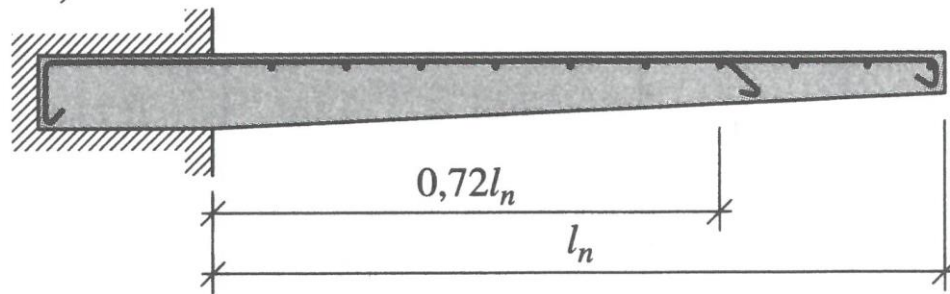
a)

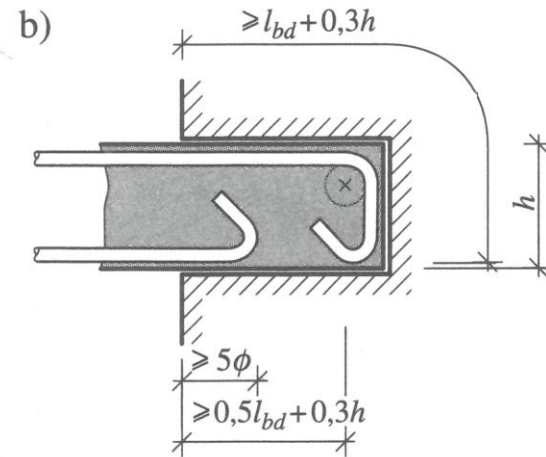
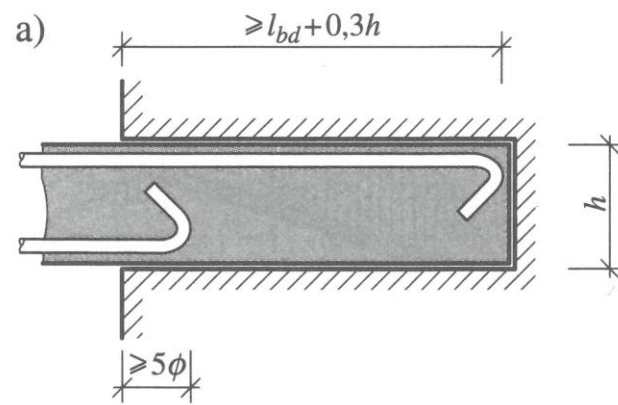
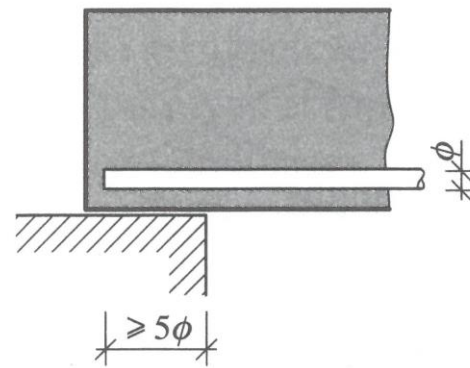
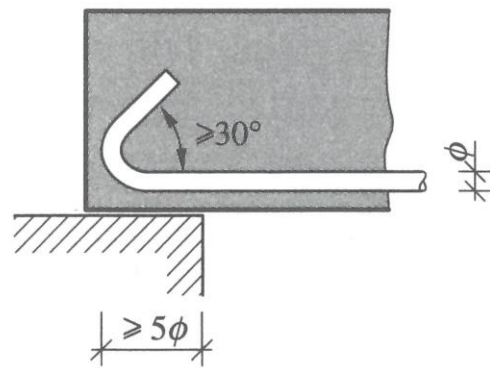


b)

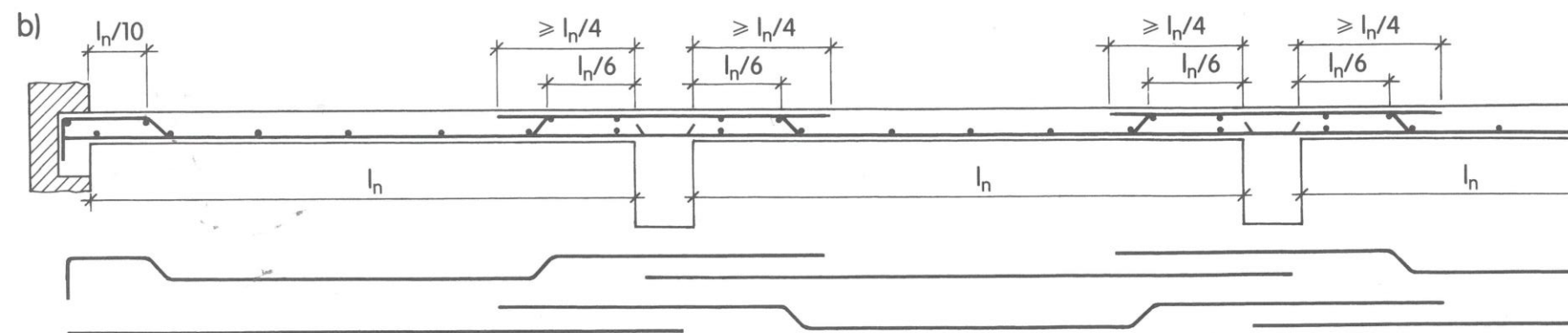
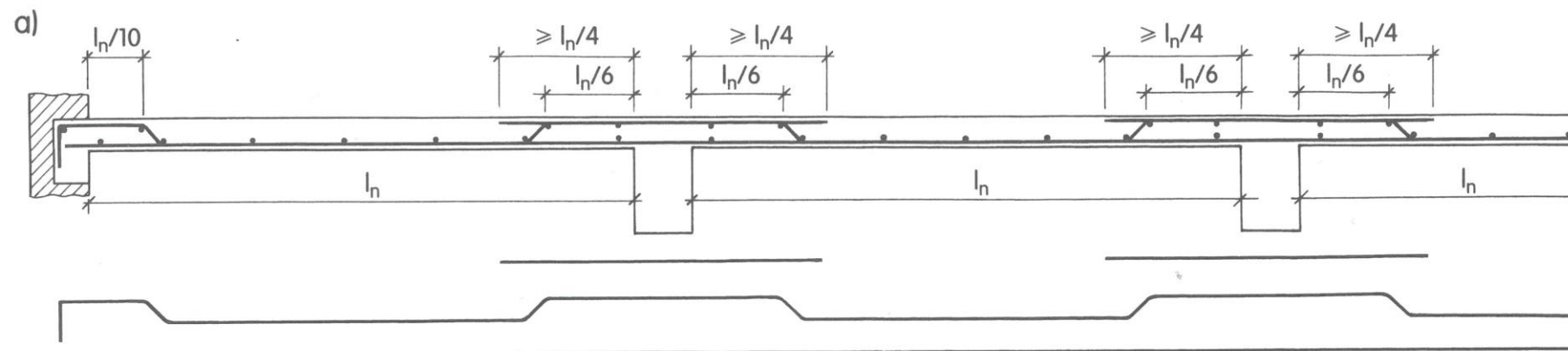


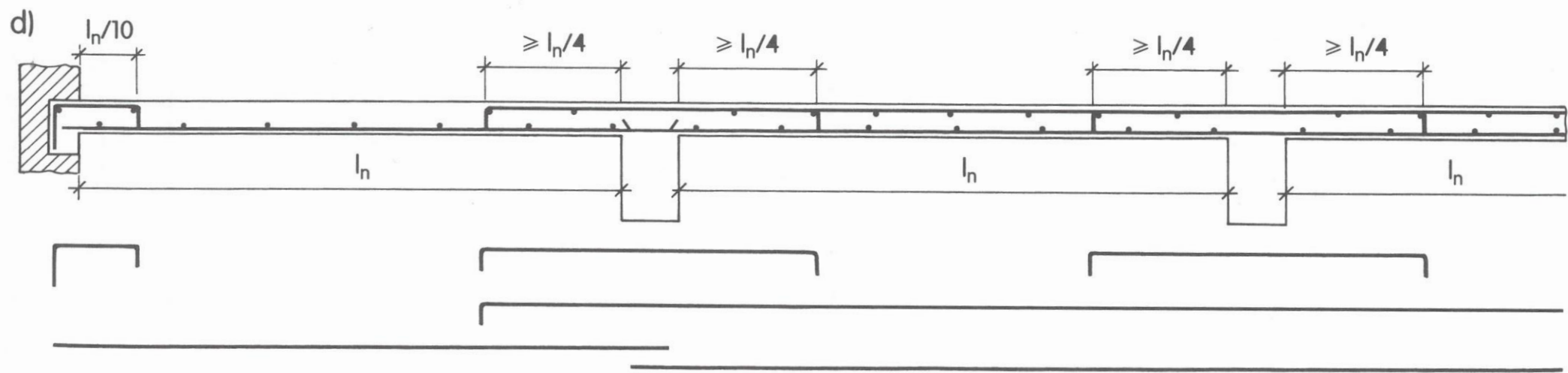
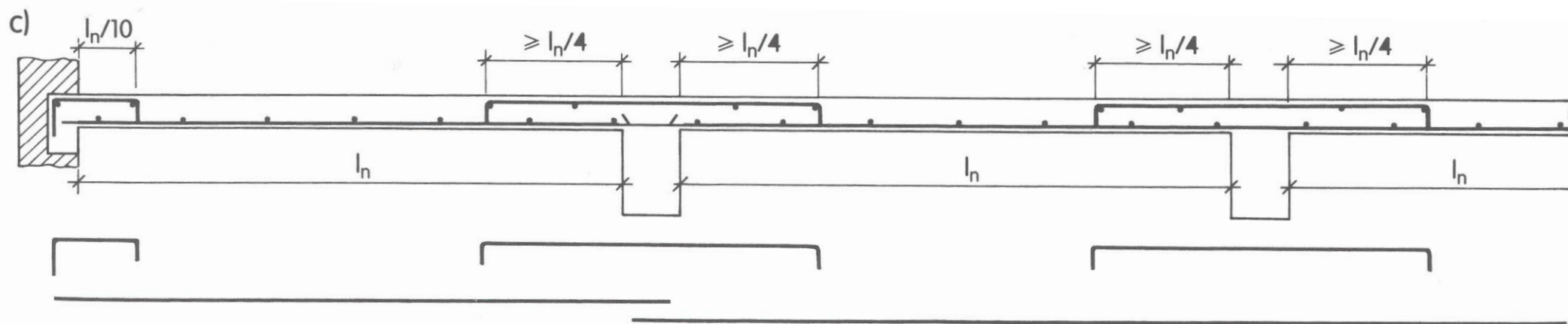
c)



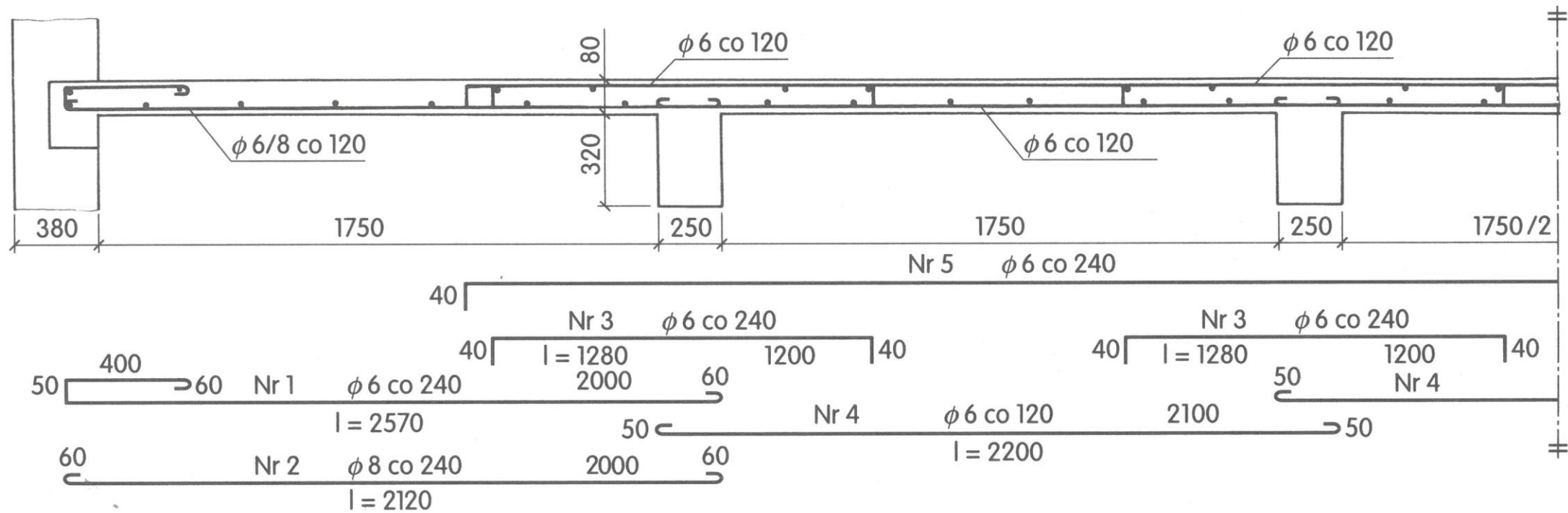


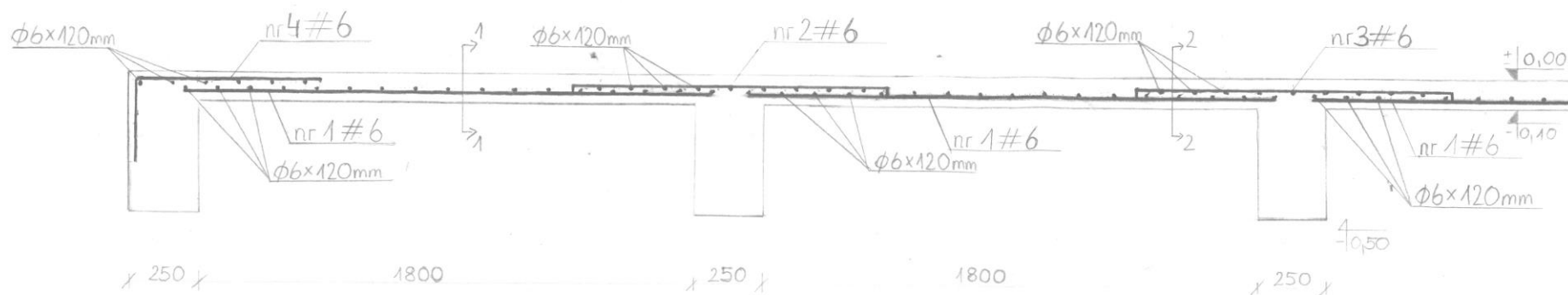












Skala 1:20  
Przekrój podłużny A-A

nr 1#6 × 120 mm L = 1920  
1920

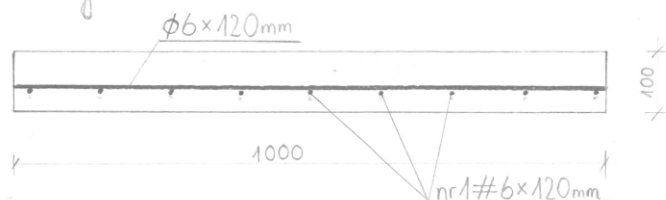
nr 3#6 × 120 mm L = 1220  
1140

nr 4#6 × 120 mm L = 970  
670

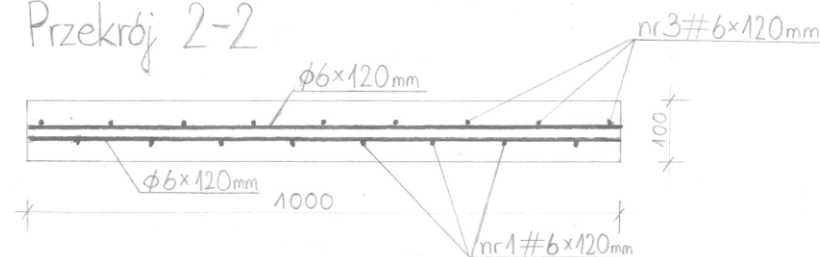
nr 2#6 × 120 mm L = 1220  
1140

Przekroje poprzeczne skala 1:10

Przekrój 1-1



Przekrój 2-2



Beton	C20/25
Stal	34GS
Cuow	3cm
Klasa konstrukcji	S4
Klasa ekspozycji	XC1
Klasa ognioodporności	REI60

