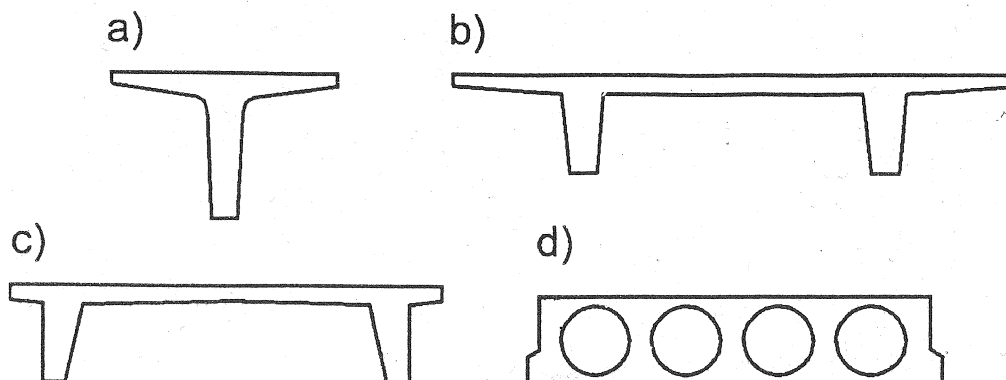
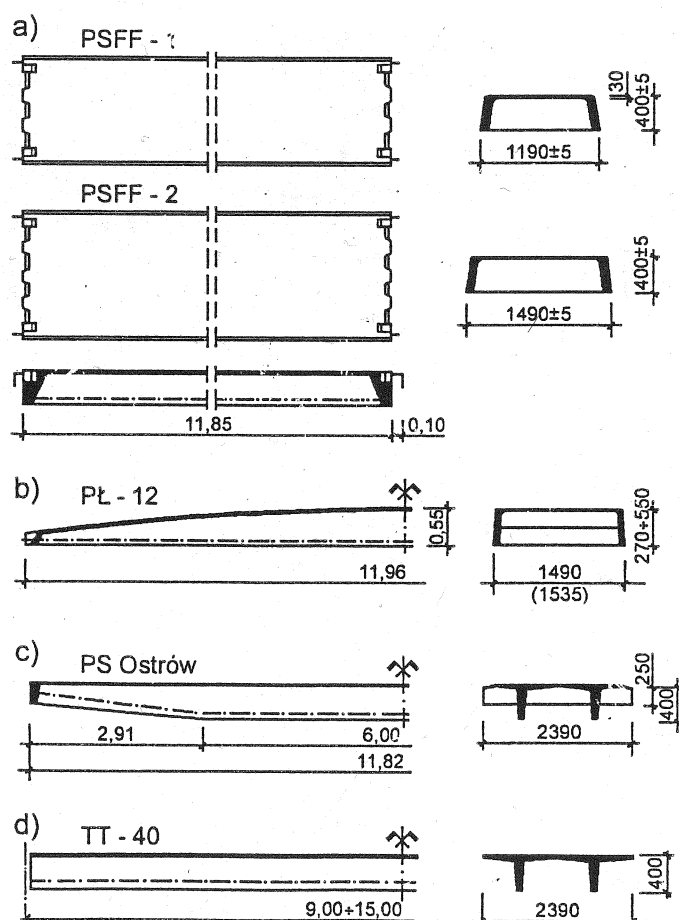


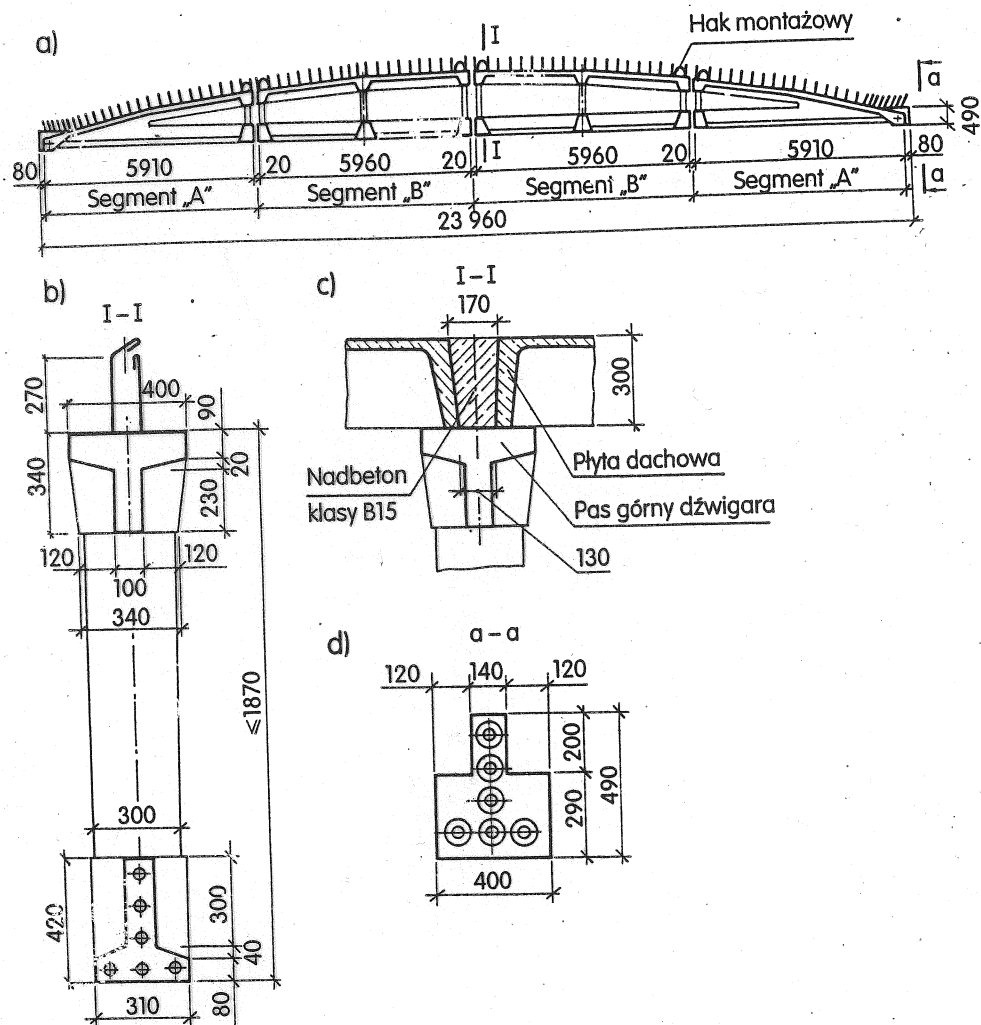
Konstrukcje sprężone



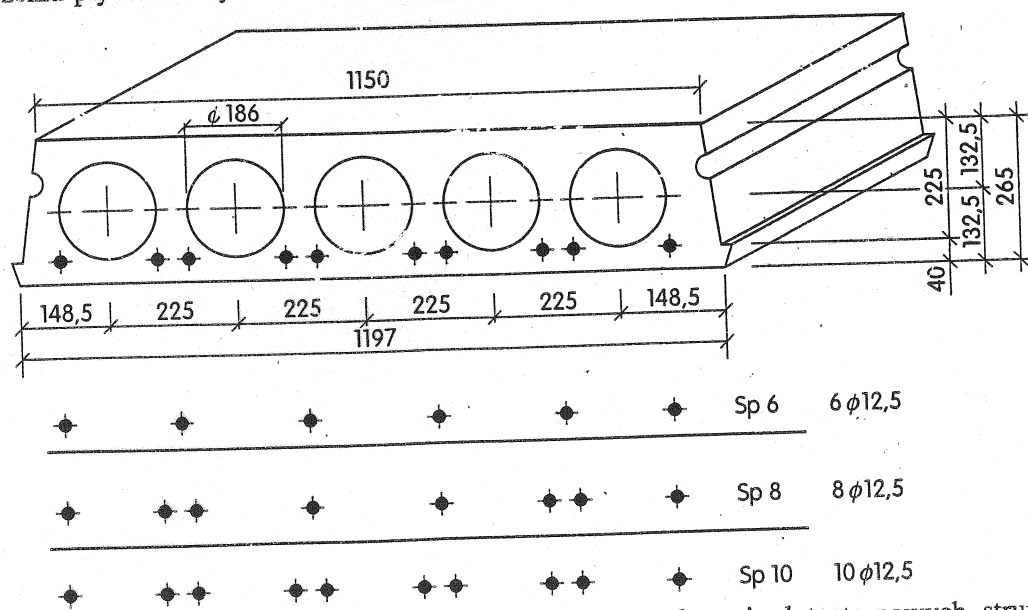
Przekroje sprężonych elementów przekryć dachowych: a) jednożebrowe typu T, b) dwużebrowe typu TT, c) dwużebrowe typu Π, d) kanałowe



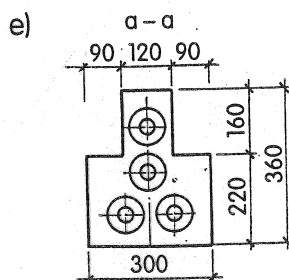
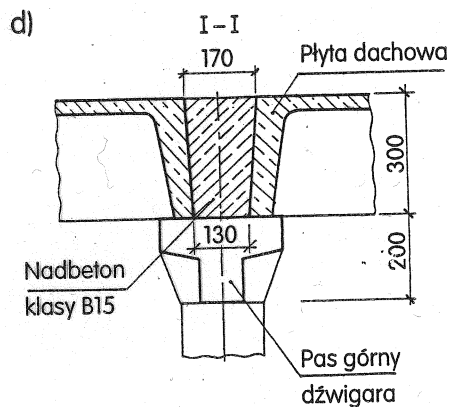
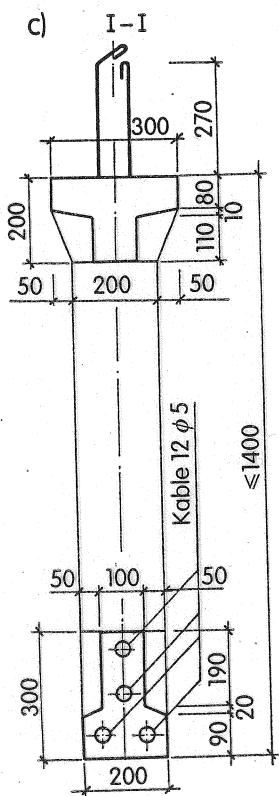
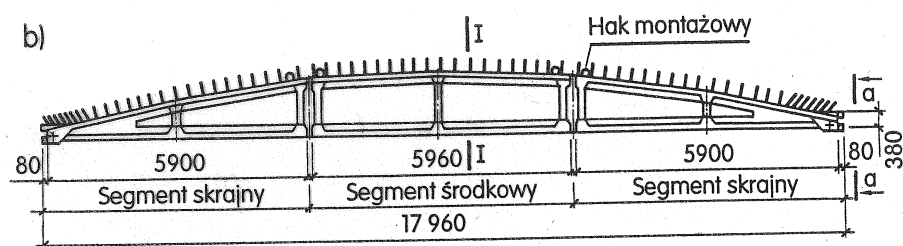
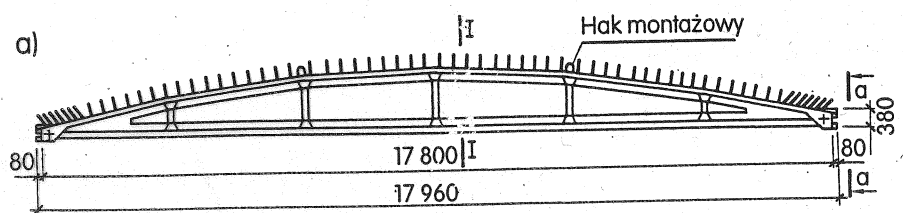
Sprężone płyty żebrowe stosowane w krajowych przekryciach dachowych: a) płyty PSFF, b) łupiny PŁ-12, c) PS-Ostrów, d) TT-40



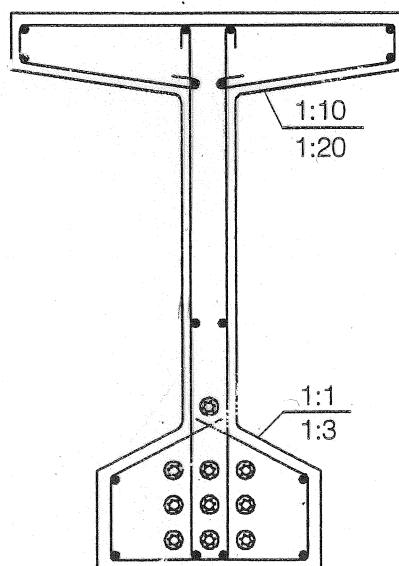
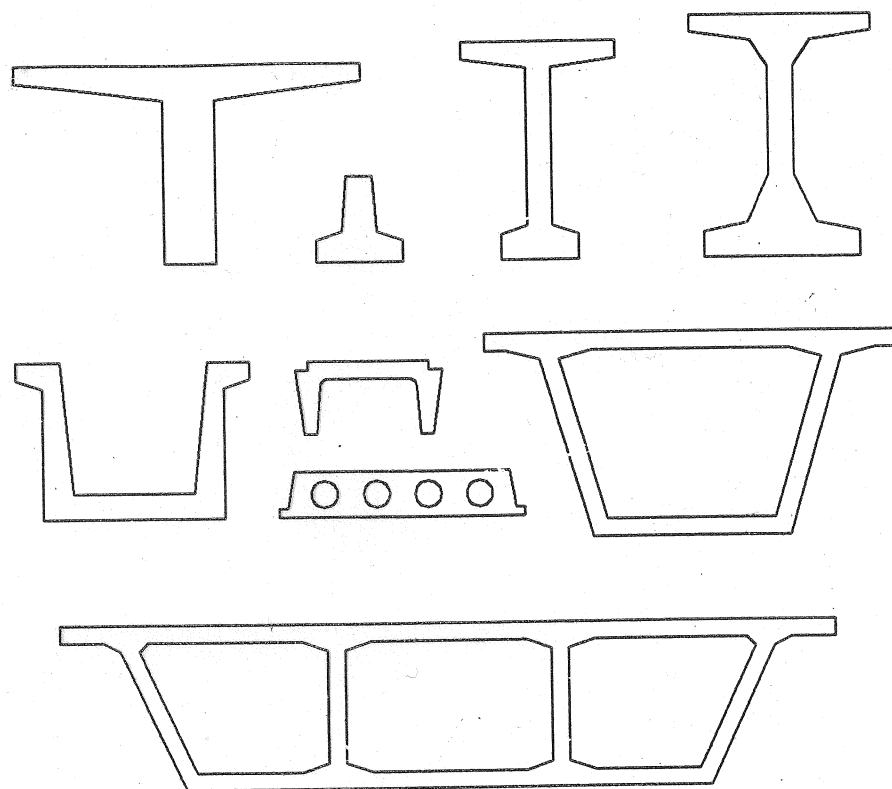
Dźwigar kablobetonowy składany KBOS-24/66 rozpiętości 24 m: a) widok z boku, b) przekrój poprzeczny przed ułożeniem płyt dachowych, c) przekrój poprzeczny po ułożeniu płyt dachowych, d) widok od czoła

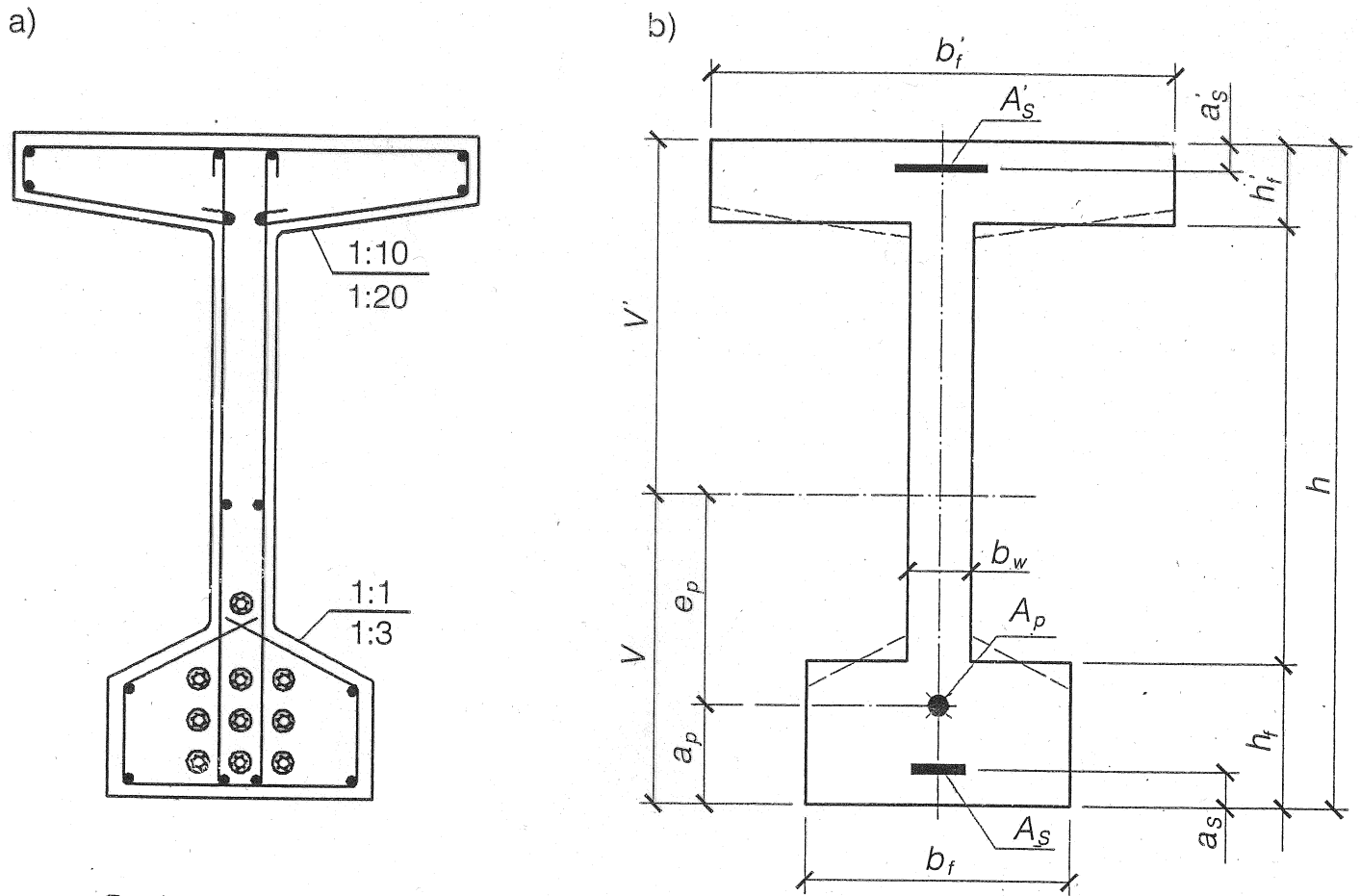


Przekrój poprzeczny i warianty zbrojenia splotami płyt stropowych struno-betonowych wysokości 265 mm

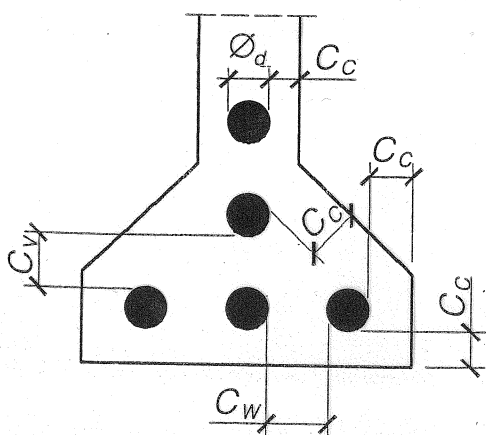


Dźwigary kablobetonowe rozpiętości 18 m: a) jednolity KBO-18/66, b) składany KBOS-18/66, c) przekrój poprzeczny przed ułożeniem płyt dachowych, d) przekrój poprzeczny po ułożeniu płyt dachowych, e) widok od czoła





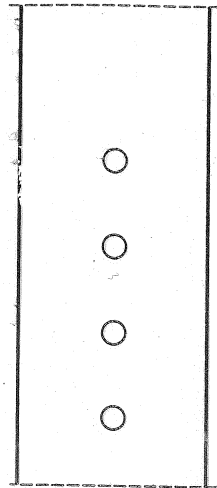
Przekrój: a) rzeczywisty, b) obliczeniowy



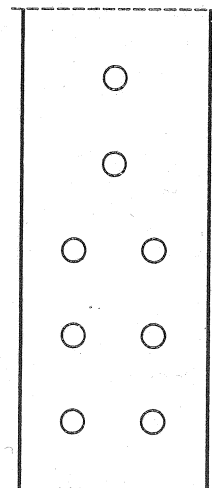
$$c_c \geq \begin{cases} \varnothing_d \\ d_g + 5 \text{ mm} \\ c_{\min} \text{ (Tabl. 6-1)} \end{cases} \quad c_w \geq \begin{cases} \varnothing_d \\ d_g + 5 \text{ mm} \\ 50 \text{ mm} \end{cases} \quad c_v \geq \begin{cases} \varnothing_d \\ 40 \text{ mm} \end{cases}$$

Rozmieszczenie cięgien w przekroju kablobetonowym: \varnothing_d – średnica kanału; d_g – największy wymiar kruszywa; c_{\min} – minimalna grubość otuliny według tablicy 6-1;

a)

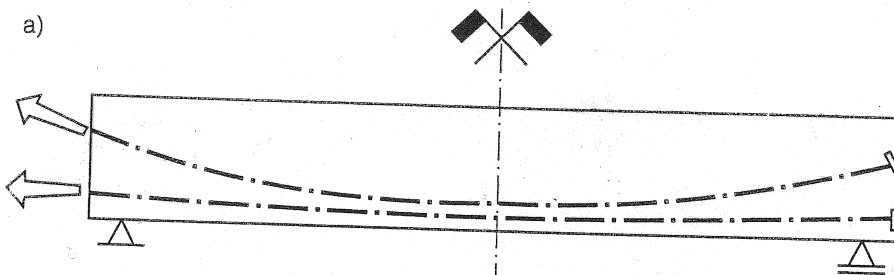


b)

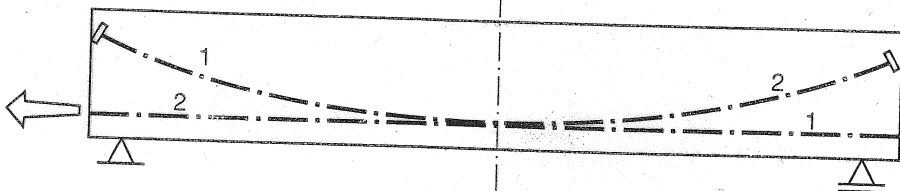


Przykładowe rozmieszczenie kanałów kablowych w ścianie przekroju

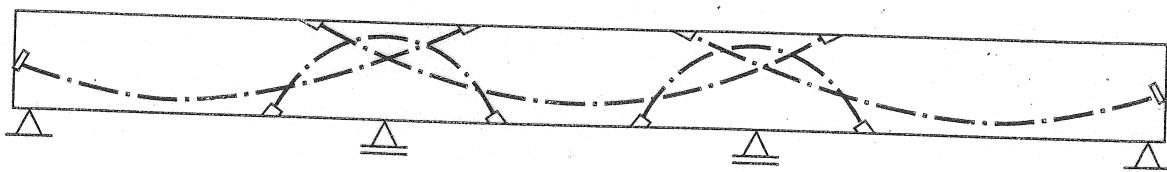
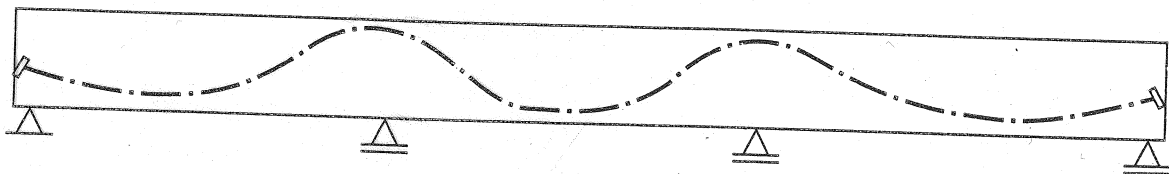
a)



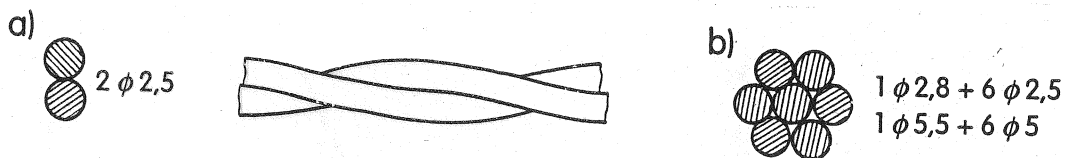
b)



Wpływ sposobu na-
ciągu jednostronnego na straty
od tarcia: a) układ niekorzystny,
b) układ korzystny



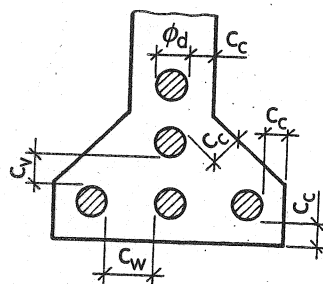
Przykład zastąpienia ciągłej trasy kabla kablami odcinkowymi



Sploty: a) dwudrutowe, b) siedmiodrutowe

Rozmieszczenie cięgien w przekroju poprzecznym elementu kablobetonowego (wg PN-B-03264:1999)

d_g — największa średnica ziaren kruszywa,
 ϕ_d — średnica kanału w elemencie kablobetonowym

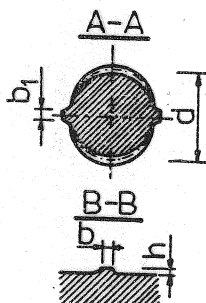
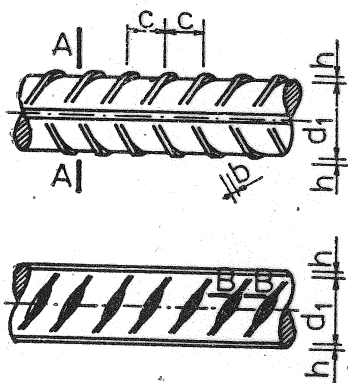


$$c_c \geq \begin{cases} \phi_d \\ d_g + 5n \\ \text{wg tab.} \end{cases}$$

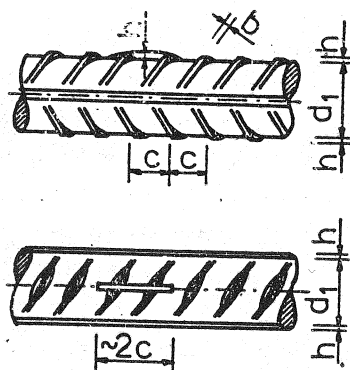
$$c_w \geq \begin{cases} \phi_d \\ d_g + 5n \\ 40 \text{ mm} \end{cases}$$

$$c_v \geq \begin{cases} \phi_d \\ 50 \text{ mm} \end{cases}$$

60GS i 80S



20HG2V (20HG2Zr)



Pręty ze stali stopowych klasy A—IV

Kategorie rysoodporności konstrukcji sprężonych

Umowna intensywność sprężenia	Kategoria rysoodporności	Wymagana przy sprawdzeniu kombinacja obciążeń	Dopuszczenie naprężeń rozciągających w betonie σ_{ct}	Dopuszczalna rozwarłość rysy w_{lim} [mm]	Kryterium kategoryzacji
Super-pełne	1a	K_{u1}	0	0	gdy rozszczelnienie jest niebezpieczne lub zarysowanie grozi rezonansem
Pełne	1b	K_{s2}	f_{ctm}	0	gdy rozszczelnienie jest niepożądane; środowisko klas XD i XS
Ograniczone	2a	K_{s2}	—	0,2	środowisko klasy XC2, XC3, XC4 oraz stal wrażliwa na korozję
		K_{s1}	0	0	
Częściowe	2b	K_{s2}	—	0,2	środowisko klasy X0, XC1 oraz stal mało wrażliwa na korozję

Minimalna grubość otuliny c_{min} [mm]

Rodzaj	Klasa środowiska (ekspozycji) według [N1]						
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD	XS
Zbrojenia							
Zbrojenie zwykłe	10	15	20	20	25	40	40
Stal sprężająca	15	20	30	30	35	50	50

Wytrzymałości betonu w [MPa] do obliczania konstrukcji sprężonych, wg [N1]

Klasa betonu		B30	B37	B45	B50	B55	B60
Wytrzymałość charakterystyczna	na ściskanie f_{ck}	25	30	35	40	45	50
	na rozciąganie f_{ctk}	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9
Wytrzymałość średnia	na ściskanie* f_{cm}	33	38	43	48	53	58
	na rozciąganie f_{ctm}	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
Wytrzymałość obliczeniowa	na ściskanie f_{cd}	16,7	20,0	23,3	26,7	30,0	33,3
	na rozciąganie f_{ctd}	1,20	1,33	1,47	1,67	1,80	1,93

*wytrzymałość średnia jest podana w [N1] wzorem orientacyjnym $f_{cm} = f_{ck} + 8$ [MPa]

Charakterystyka powierzchni	Rodzaj cięgna	λ	μ
Kable w osłonach metalowych (przewidziane do iniekcji zaczynem cementowym)	Wielodrutowe	0,0010+0,0015	0,15+0,25
	Pręty	0,0001+0,0006	0,08+0,30
	Sploty 7-drutowe	0,0005+0,0020	0,15+0,25
Kable bez przyczepności powlekane żywicą	Wielodrutowe	0,0010+0,0020	0,05+0,15
	Sploty 7-drutowe	0,0010+0,0020	0,05+0,15
Kable bez przyczepności powlekane smarem	Wielodrutowe	0,0003+0,0020	0,05+0,15
	Sploty 7-drutowe	0,0003+0,0020	0,05+0,15

Zaleca się stosowanie splotów ϕ 13 mm do strunobetonu, a splotów ϕ 16 mm do tworzenia kabli sprężających.

Tablica 4 – Charakterystyczne właściwości drutów i splotów sprężających

Nazwa	Oznaczenie	Średnica ϕ mm	Przekrój A_p mm ²	Wytrzymałość f_{pk} , MPa odmiana		Siła zrywająca F_{pk} , kN odmiana	
				I	II	I	II
Drut	ϕ 2,5	2,5	4,9	2160	1860	10,6	9,1
	ϕ 5	5,0	19,6	1670	1470	32,7	28,8
	ϕ 7	7,0	38,5	1470	–	56,6	–
Splot	6×2,5+1×2,8	7,8	35,6	1940	1740	69	62
	6×5+1×5,5	15,5	141,5	1470	1370	208	194
	Y 1860 S7 ¹⁾	12,5	93	1860	–	173	–
	Y 1860 S7 ¹⁾	13,0	100	1860	–	186	–
	Y 1770 S7 ¹⁾	16,0	150	1770	–	265	–

¹⁾ Wybrane sploty według odpowiedniej aprobaty technicznej

Obliczeniową granicę plastyczności f_{pd} stali sprężającej wyznacza się dzieląc charakterystyczną granicę plastyczności $f_{p0,1k}$ stali sprężającej przez częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ_s równy:

$\gamma_s = 1,25$ – w trwałej i przejściowej sytuacji obliczeniowej,
 $\gamma_s = 1,00$ – w wyjątkowej sytuacji obliczeniowej.

W przypadku gdy wartość $f_{p0,1k}$ nie jest dokładnie określona można przyjmować

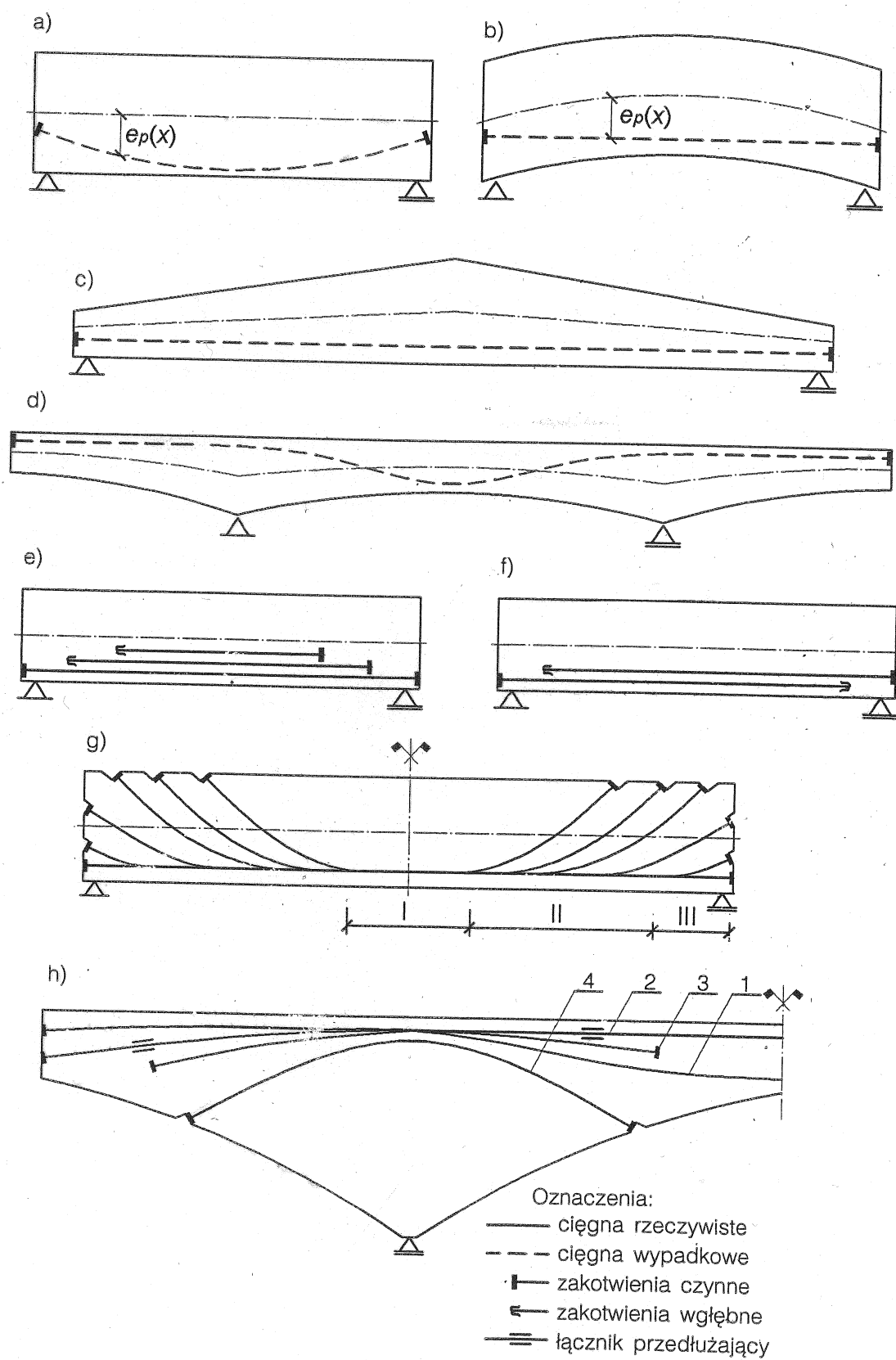
$$f_{p0,1k} = 0,9 f_{pk}$$

Związek σ - ϵ stali sprężającej należy przyjmować zgodnie z wykresem przedstawionym na rysunku 4; przy czym wykres obliczeniowy z nachyloną gałęzią górną można przyjmować wyłącznie przy stosowaniu metody ogólnej, wtedy gdy istnieją wiarygodne dane niezbędne do jej określenia: f_{pk} – wytrzymałość charakterystyczna stali na rozciąganie, ϵ_{uk} – odkształcenie charakterystyczne stali odpowiadające maksymalnej sile rozciągającej, $\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk}$. Wykres z gałęzią poziomą można przyjmować bez ograniczeń.

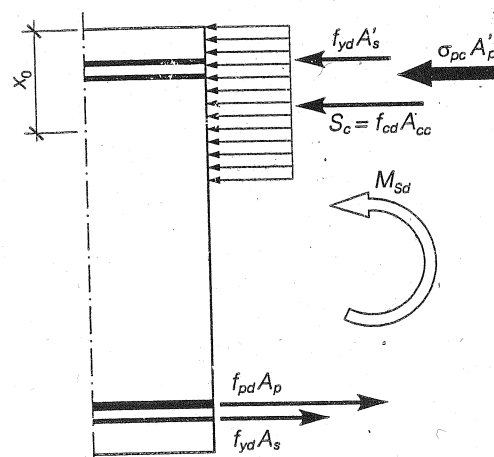
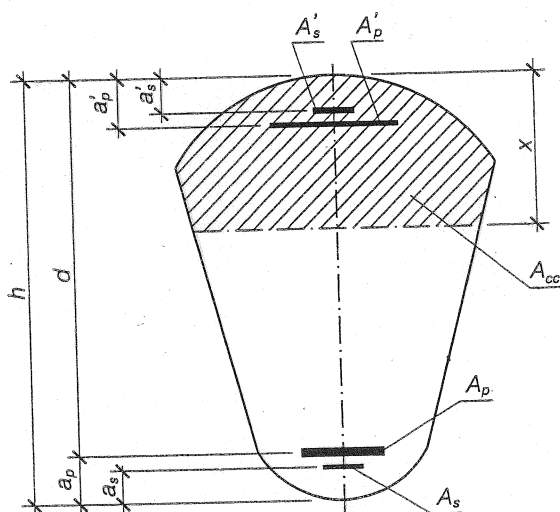
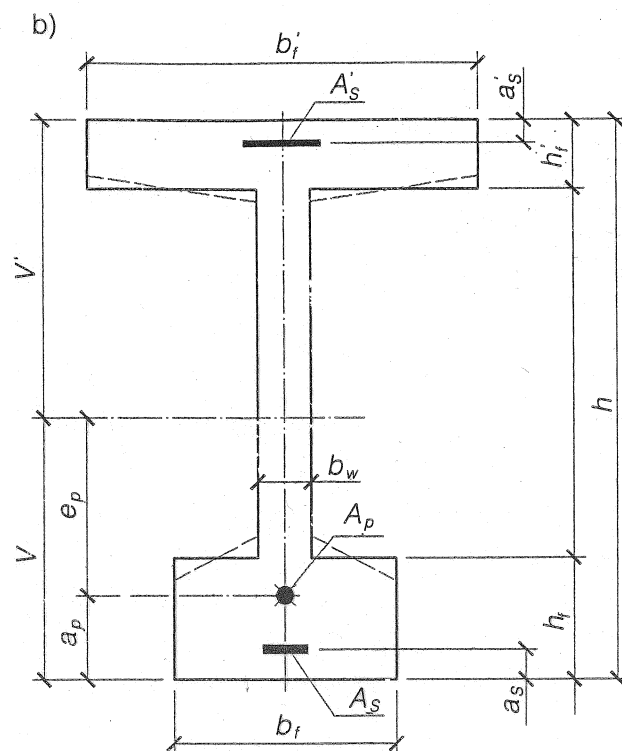
Moduł sprężystości stali drutów i prętów można przyjąć $E_p = 200$ GPa, a stali splotów $E_p = 190$ GPa, jeżeli wykres zależności σ - ϵ dostarczony z partią stali nie określa innych wartości.

Graniczne wartości względnej wysokości strefy ściskanej ξ_{lim} w przekroju sprężonym

Rodzaj stali sprężającej	Symbol cięgna	ξ_{lim} dla klasy betonu	
		B30 do B60	B65 do B70
Wysokowęglowa – sploty	Y1770 S7	0,45	0,42
	Y1860 S7	0,43	0,40
Stopowa – pręty	Y1100 H	0,55	0,52
	Y1230 H	0,52	0,49

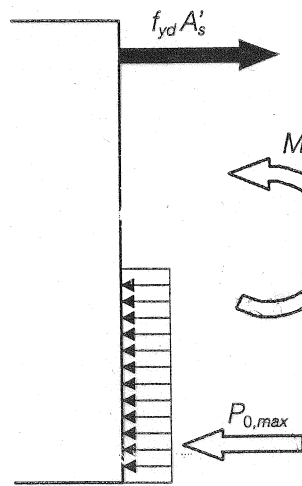


Przykłady ukształtowania tras cięgien w profilu podłużnym belek

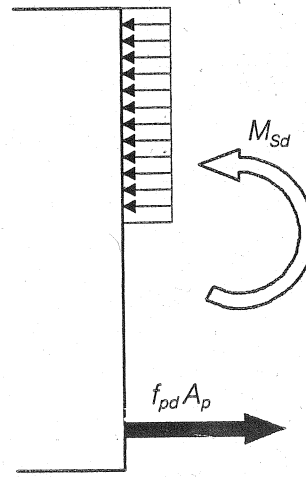


Rozkład sił i naprężeń w stanie granicznym złamania przekroju – sytuacja obliczeniowa trwała

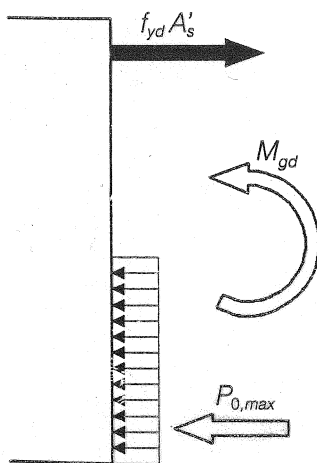
a)



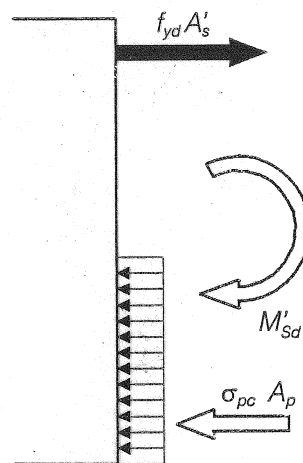
b)



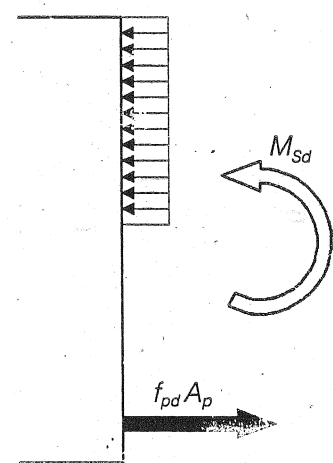
a)



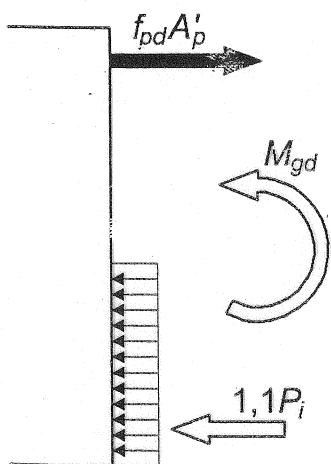
b)



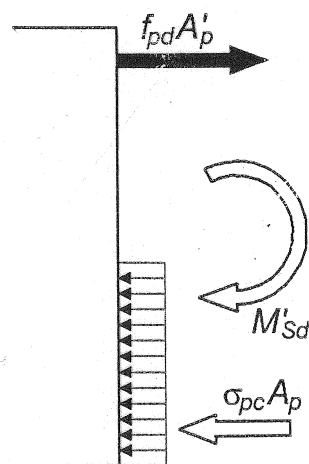
c)



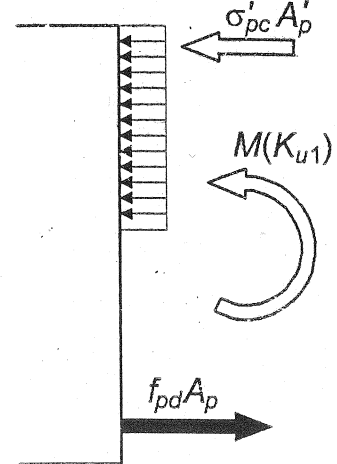
a)

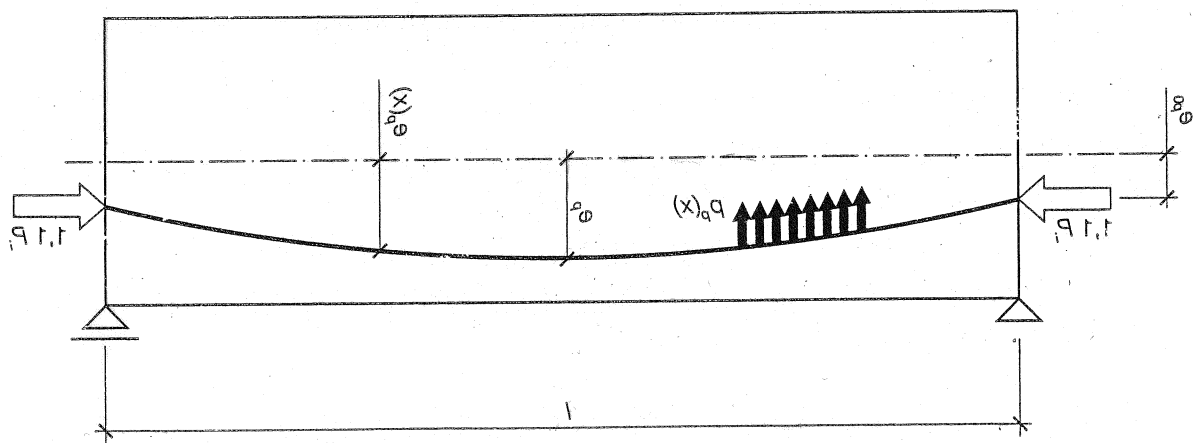
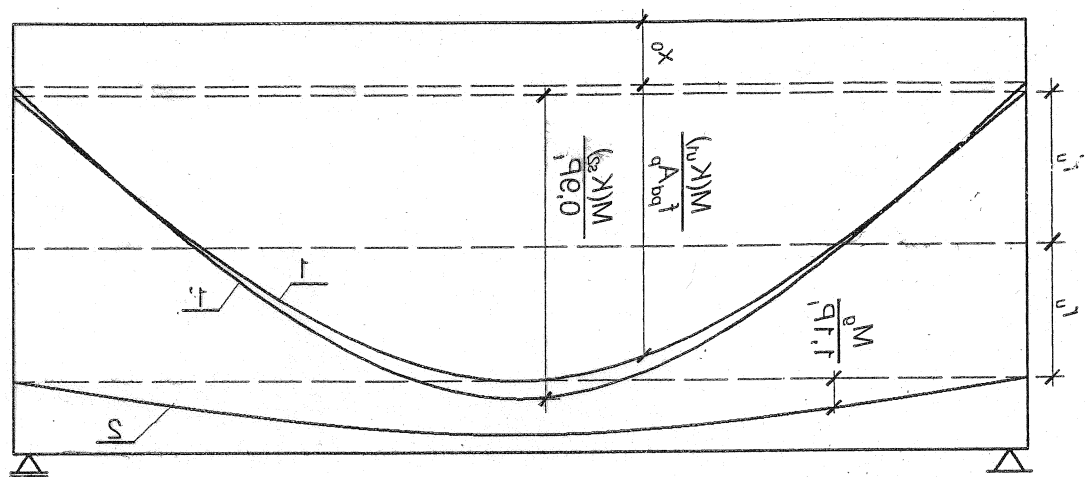


b)

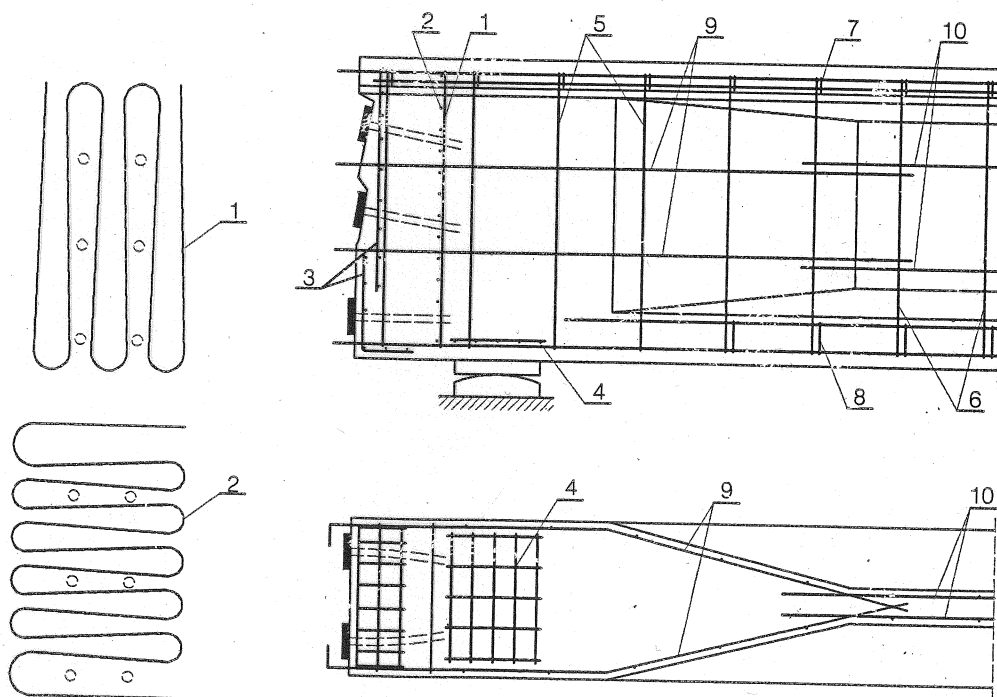
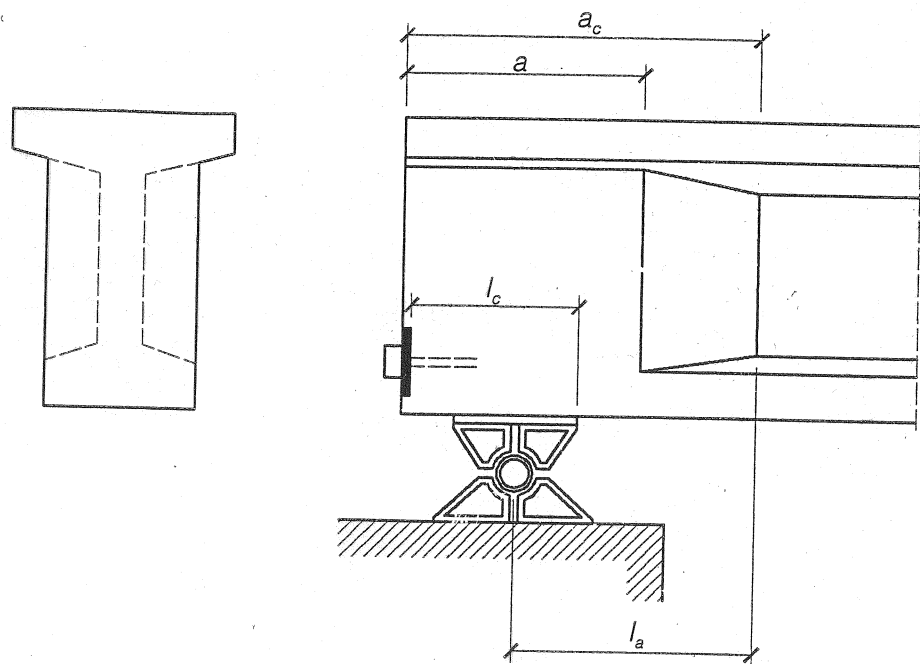


c)

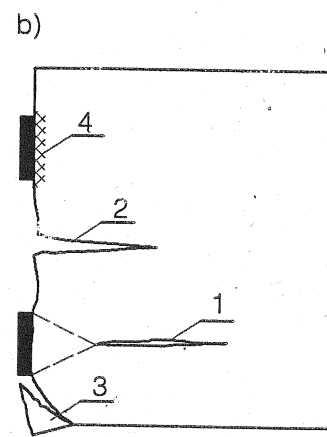
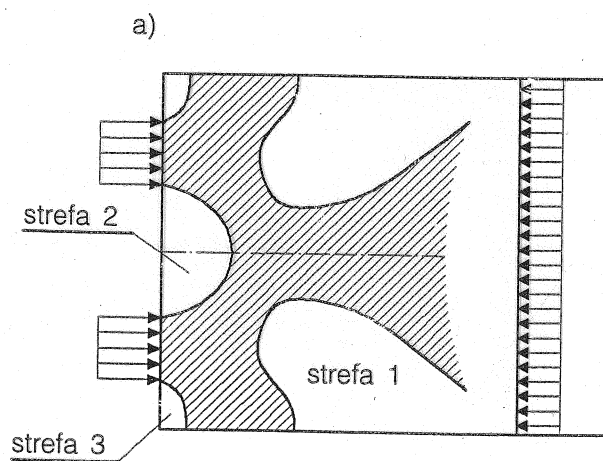
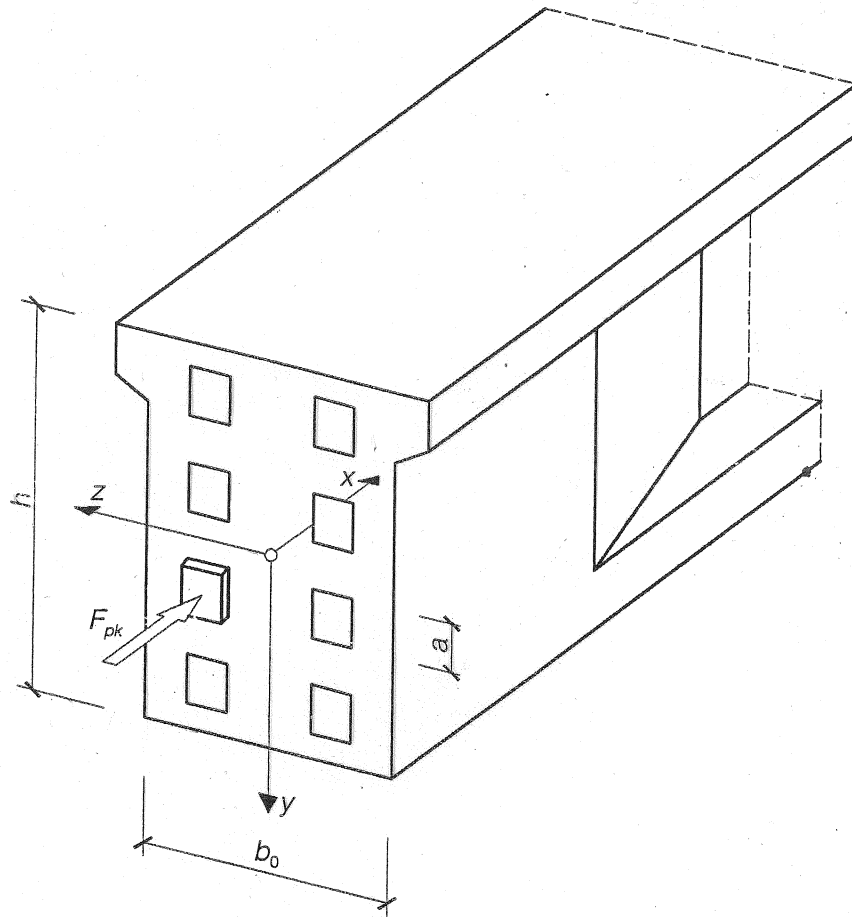




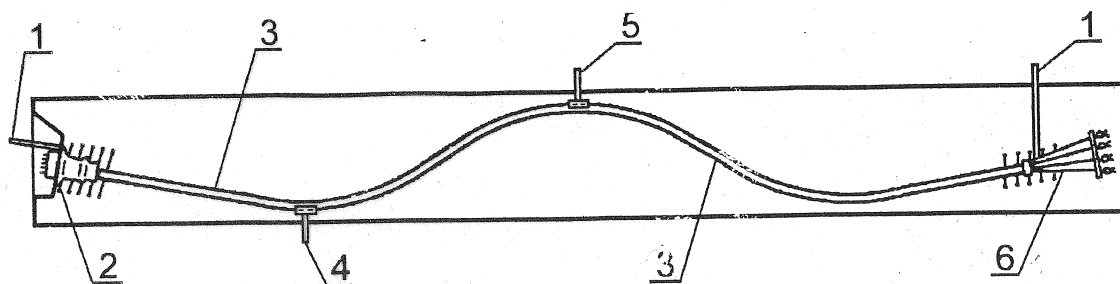
Opis elementu betonowego walcowego zbrojeniem



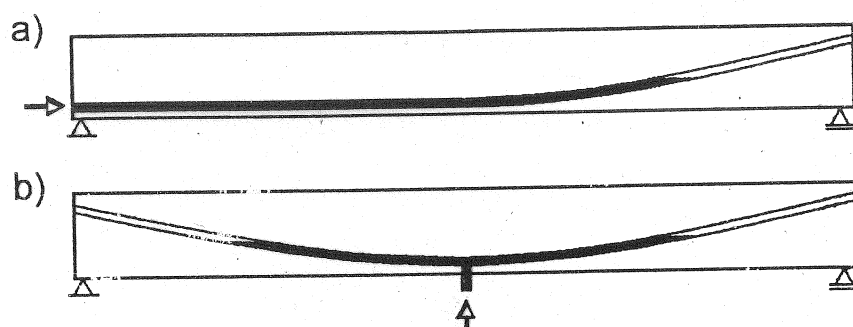
Przykład zbrojenia strefy zakotwień; 1 – wężyk pionowy zbrojenia wglębnego, 2 – wężyk poziomy zbrojenia wglębnego, 3 – siatki przyczółowe, 4 – siatka zgrzewana nad łożyskiem, 5 – strzemiona dwucięte (lub czterocięte) bloku podporowego, 6 – strzemiona dwucięte w ścianie, 7 – strzemiona półki górnej, 8 – strzemiona półki dolnej, 9 – zbrojenie podłużne bloku podporowego, 10 – zbrojenie podłużne ścianki



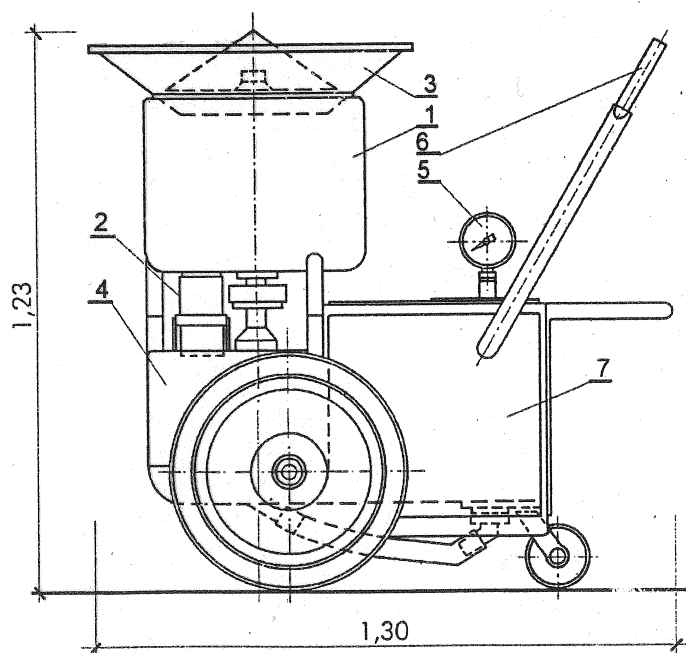
Konstrukcje sprężone



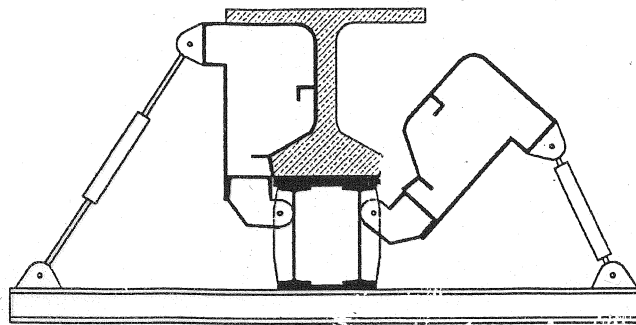
Elementy systemu sprężania przy naciągu jednostronnym: 1 – przewód do iniekcji kanału, 2 – zakotwienie czynne, 3 – osłona kabla, 4 – odwodnienie, 5 – odpowietrzenie, 6 – zakotwienie bierne (względne)



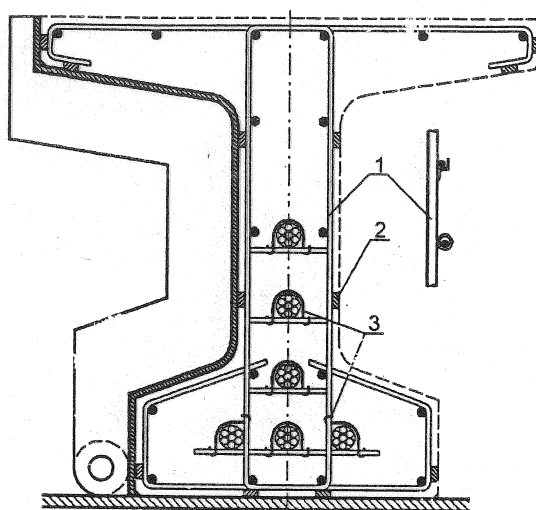
Iniekcja kanałów prowadzona z najniższych punktów trasy kabla



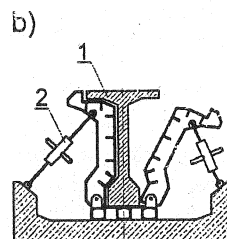
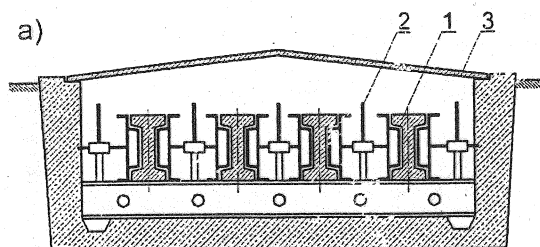
Iniektarka krajowa *Delfin IND-4a*; 1 – zbiornik górny z mieszadłem, 2 – kanał z zasuwą, 3 – lej zasypowy, 4 – zbiornik dolny z mieszadłem, 5 – manometr pompy, 6 – dźwignia sterowania pompą, 7 – skrzynia pompy i silnika



Przekrój sztywnej formy z masywną podstawą do produkcji dużych belek strunobetonowych

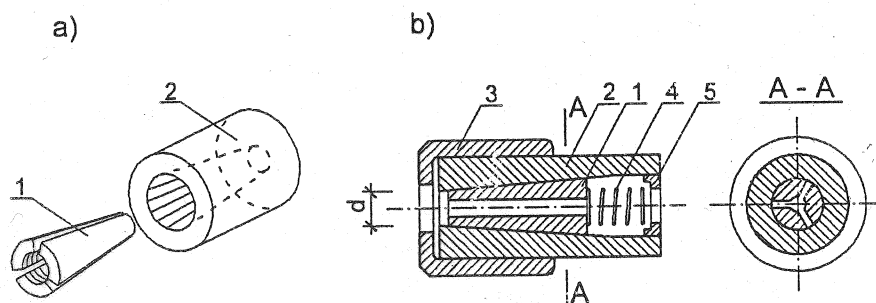


Przykład stabilizacji kabli w elemencie belkowym, przed zamknięciem jednej burty formy: 1 – strzemiona ze zgrzewanymi poprzeczkami, 2 – dystansowe klocki betonowe zapobiegające deformowaniu strzemion, 3 – sprężyste spinki do mocowania osłony kabla na poprzeczce

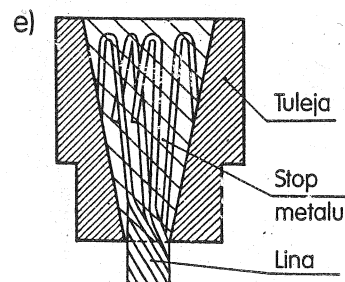
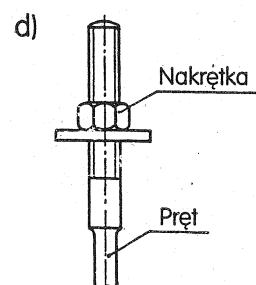
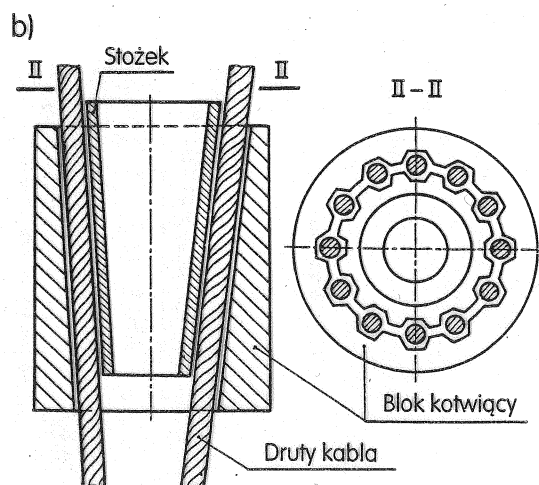
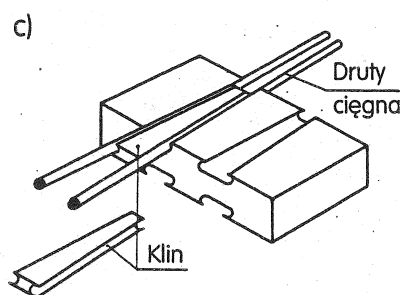
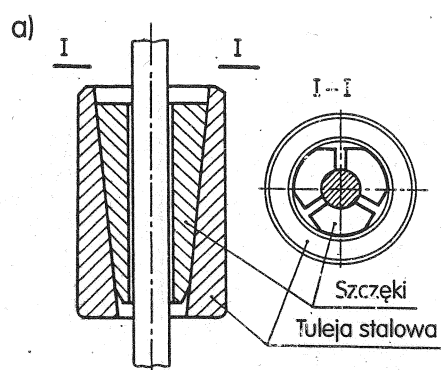


Przykładowe przekroje torów naciagowych do produkcji elementów belkowych w formach stacjonarnych: a) dla elementów drobnowymiarowych, b) dla dużych dźwigarów; 1 – belki strunobetonowe, 2 – regulacja ustawienia boków form, 3 – pokrywa na czas zabiegów pielęgnacyjnych

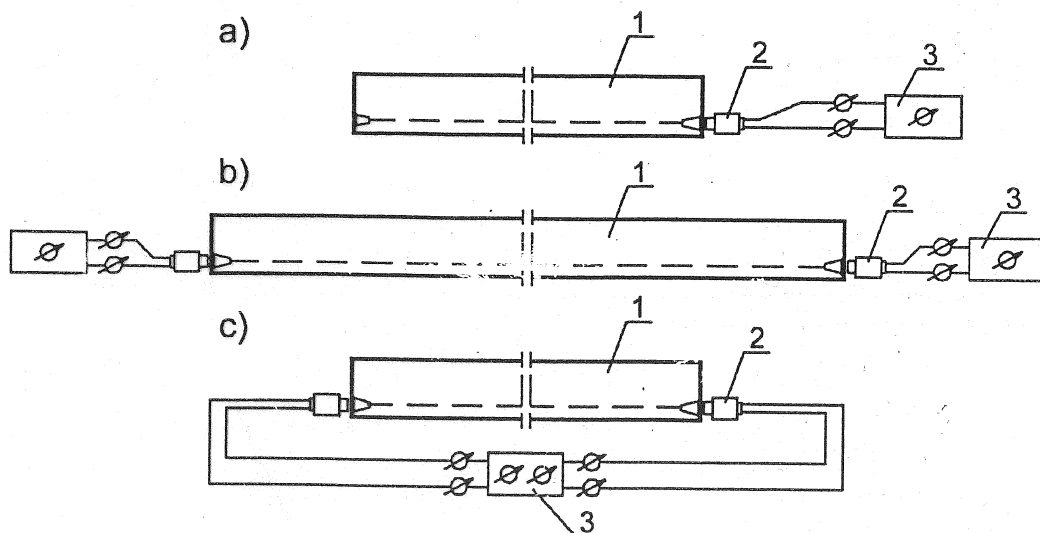
Konstrukcje sprężone



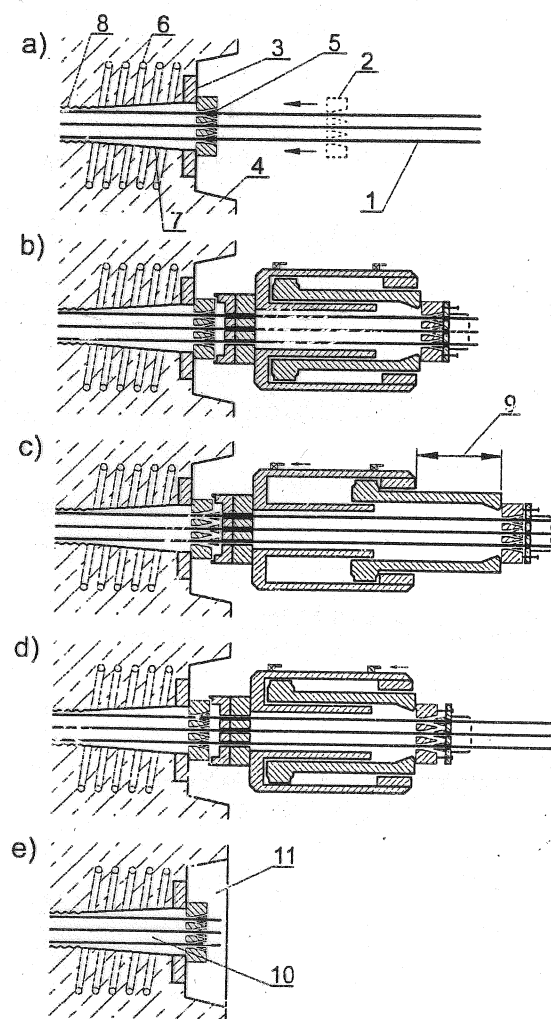
Rys. 3-10. Zacisk szczękowy Gifforda: a) zasada działania, b) rozwiązanie techniczne; 1 – szczęka stożkowa (dwu- lub trójdzielna), 2 – tuleja ze stożkową powierzchnią wewnętrzną, 3 – nakręcana podstawa do wstępnej regulacji, 4 – sprężyna zabezpieczająca, 5 – dno wkręcane po naciągu i kotwieniu

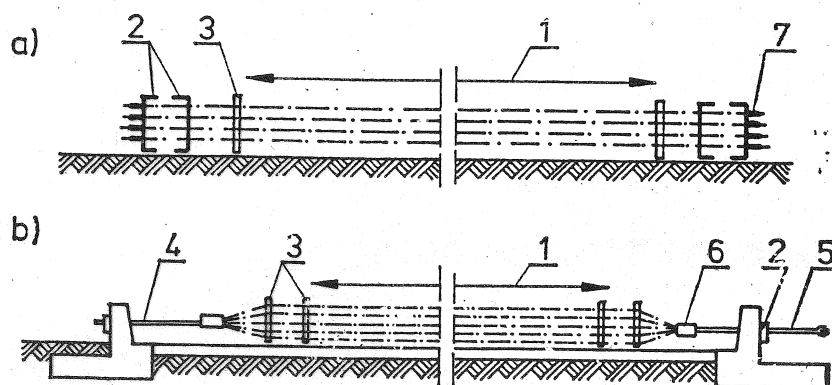


Zakotwienie kable: a) szczękowe, b) stożkowe, c) klinowe, d) śrubowe, e) głowicowe

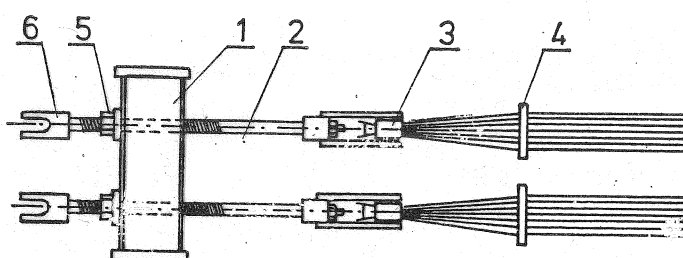


Sposoby naciągu kabli: a) naciąg jednostronny, b) naciąg dwustronny z niezależnym zasilaniem pras, 3 – naciąg dwustronny ze wspólnym zasilaniem; 1 – element sprężany, 2 – prasa naciągowa, 3 – urządzenie pompujące zasilające prasę

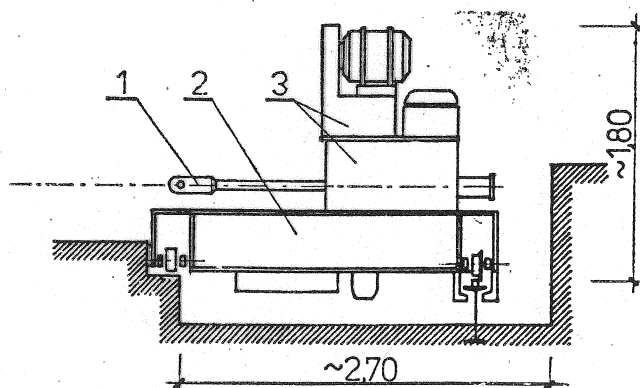




Typy osprzętów naciagowych: a) pojedynczy, b) zespołowy; 1 — strefa formowania elementów, 2 — ramy lub kozły oporowe, 3 — tarcze rozdzielcze, 3 — ramię naciagowe bierne, 5 — ramię czynne, 6 — oprawy uchwytów montażowych, 7 — uchwyty montażowe



Osprzęt zespołowy z łącznikami śrubowymi: 1 — oporę toru lub czoło formy, 2 — łącznik śrubowy, 3 — uchwyt wiązki drutów, 4 — tarcza rozdzielcza, 5 — nakrętka, 6 — uchwyt urządzenia naciagowego



Prasa hydrauliczna przejezdna do naciagu zespołu cięgien o sile do 60 T: 1 — ramię uchwytowe prasy, 2 — podstawa przejezdna, 3 — zestaw pompujący i sterujący