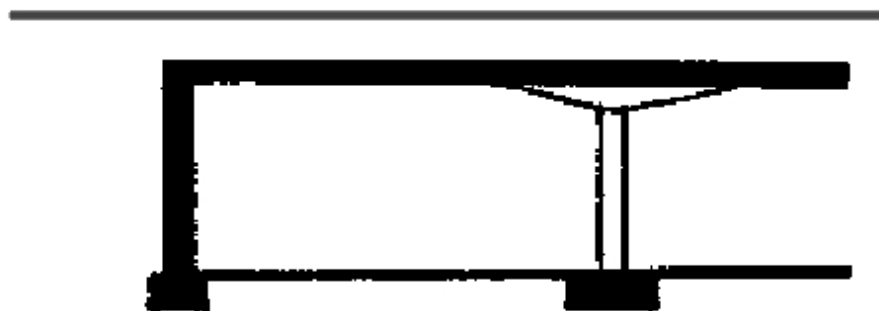


Podstawy inżynierii miejskiej i budownictwa podziemnego
w.3.

Kształtowanie przejść podziemnych i garaży – c.d.



Konstrukcje płytowych garaży podziemnych

PN-S-02203:1997: Tunele komunikacyjne -- Terminologia i klasyfikacja

Zakres

Podano klasyfikację tuneli komunikacyjnych ze względu na przeznaczenie, położenie w terenie, metodę wykonania, kształt przekroju poprzecznego, liczbę otworów, materiał obudowy, usytuowanie w ciągu komunikacyjnym, liczbę torów. Zamieszczono podstawowe nazwy i definicje dotyczące tuneli komunikacyjnych

Klasyfikacja tuneli ze względu na ich zagłębienie poniżej poziomu terenu – tunele płytke i głębokie

tunel płytke to taki, dla którego stosunek zagłębienia stropu H poniżej powierzchni terenu do szerokości wyrobiska B jest mniejszy niż 5 tj. $H/B < 5$;

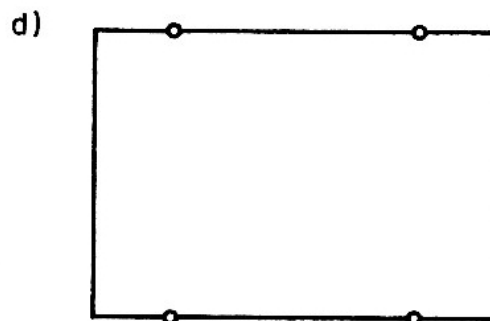
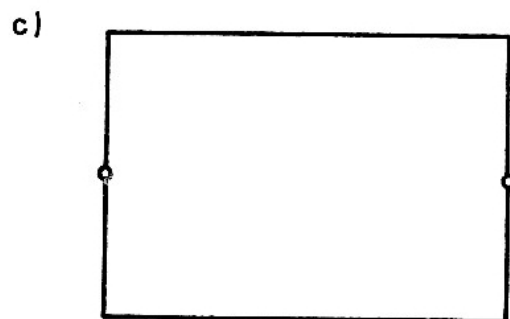
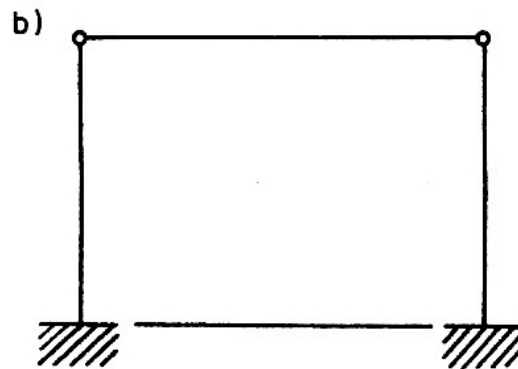
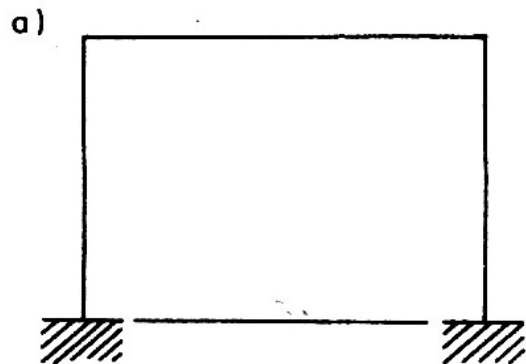
tunel głęboki to taki w którym $H/B \geq 5$

tunele płytke – obliczane są przy uwzględnieniu wszystkich obciążeń zmiennych na powierzchni terenu

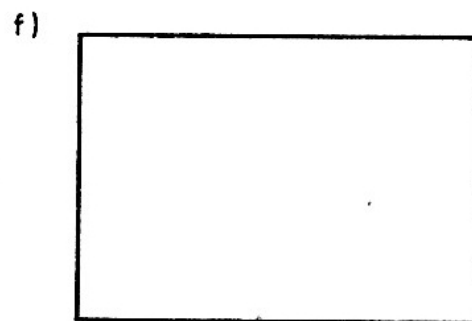
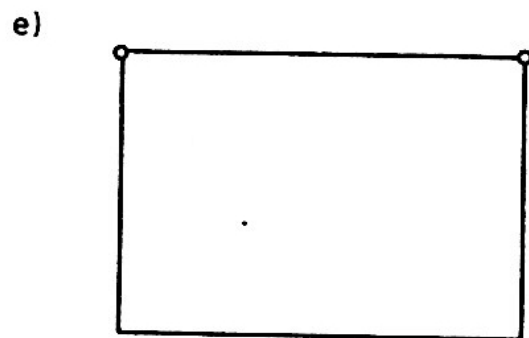
przykładowo - gdy są umieszczone bezpośrednio pod jezdnią i obliczane są na pełne obciążenie komunikacyjne,

tunele głębokie – projektowane są na takiej głębokości poniżej poziomu terenu, że praktycznie nie przekazują się na nie obciążenie stałe lub ruchome z naziomu.

Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytkich

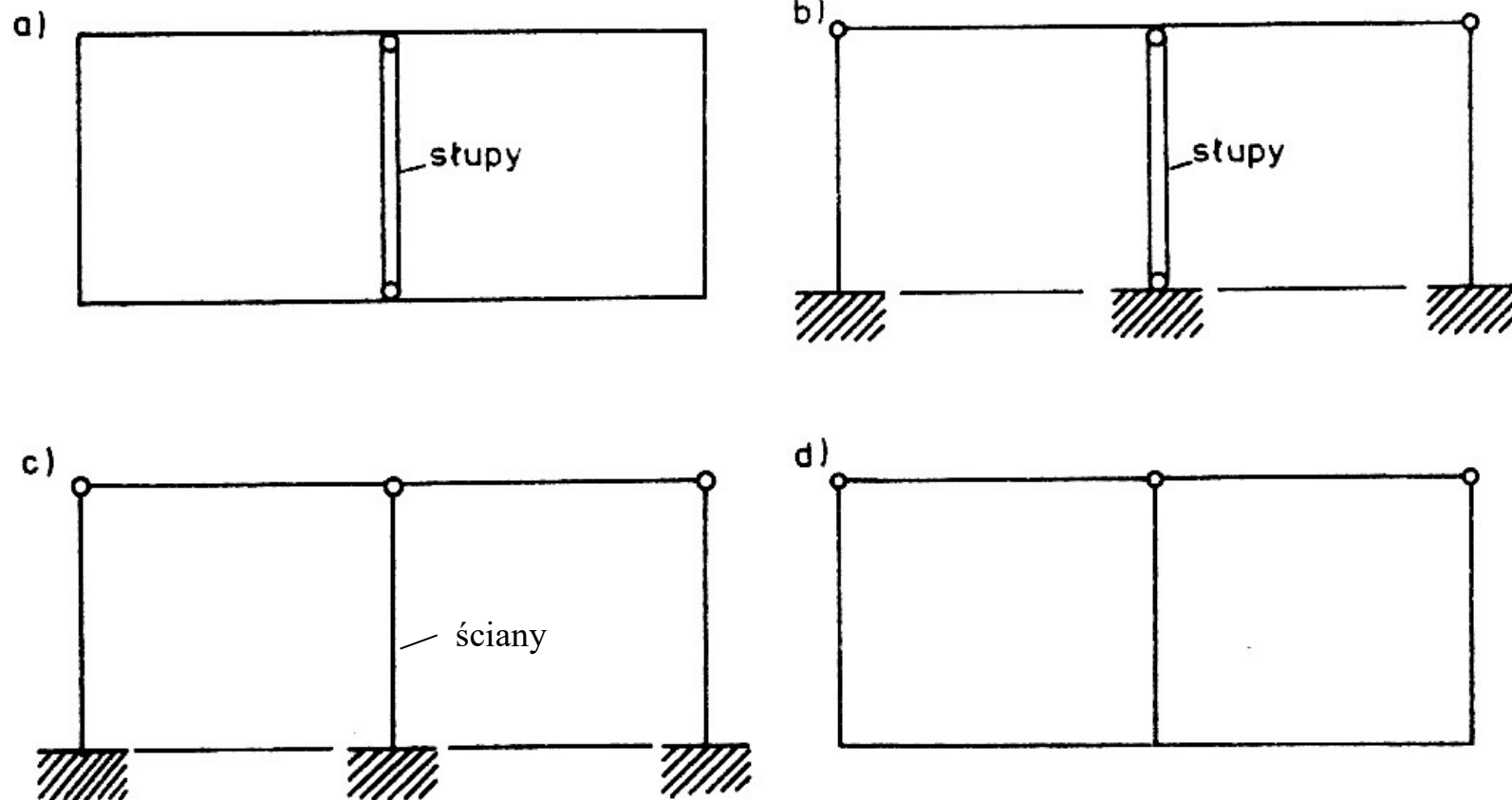


???



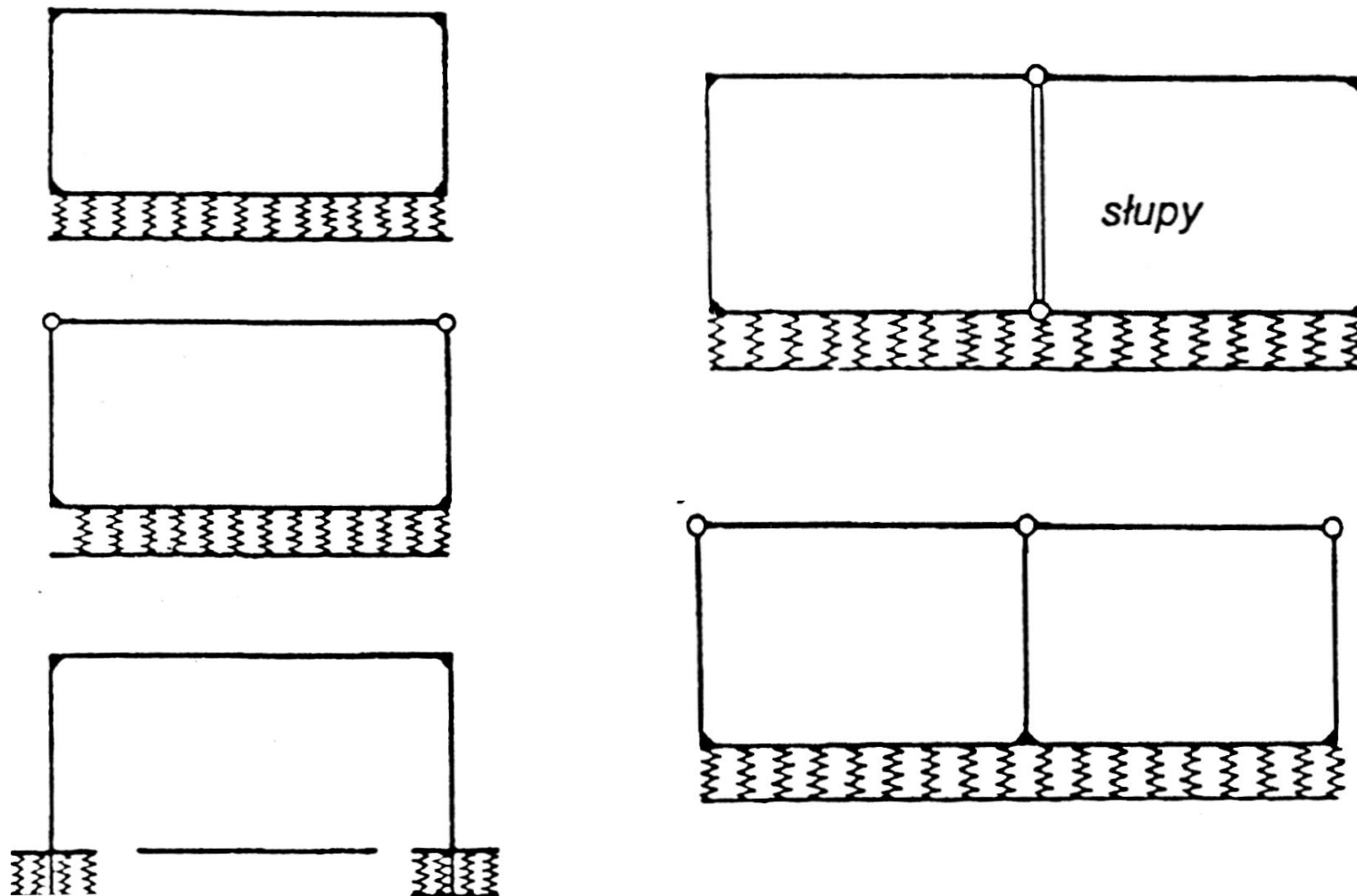
Schematy statyczne
tuneli jednokomorowych
(układy jednonawowe)

Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytkich



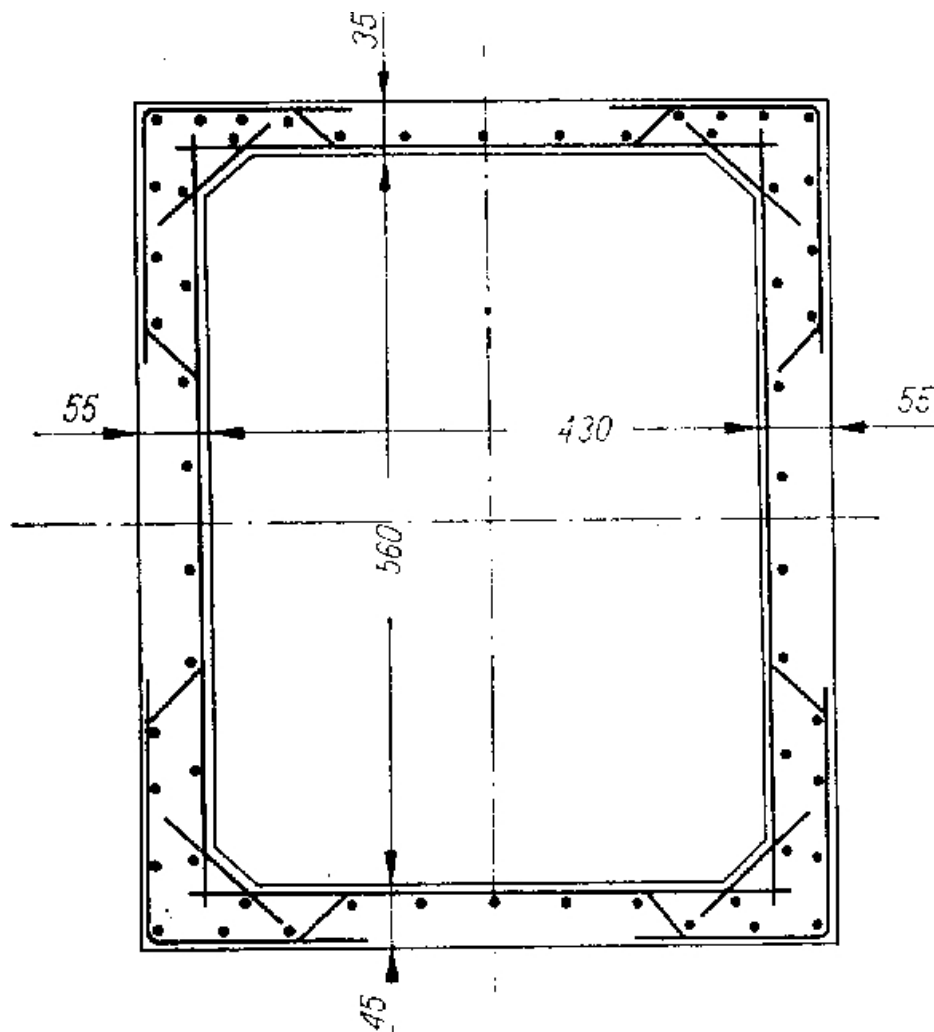
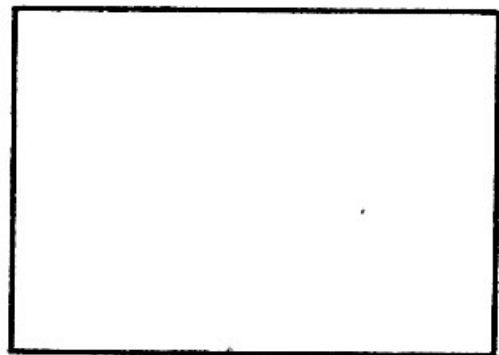
Schematy statyczne tuneli dwukomorowych

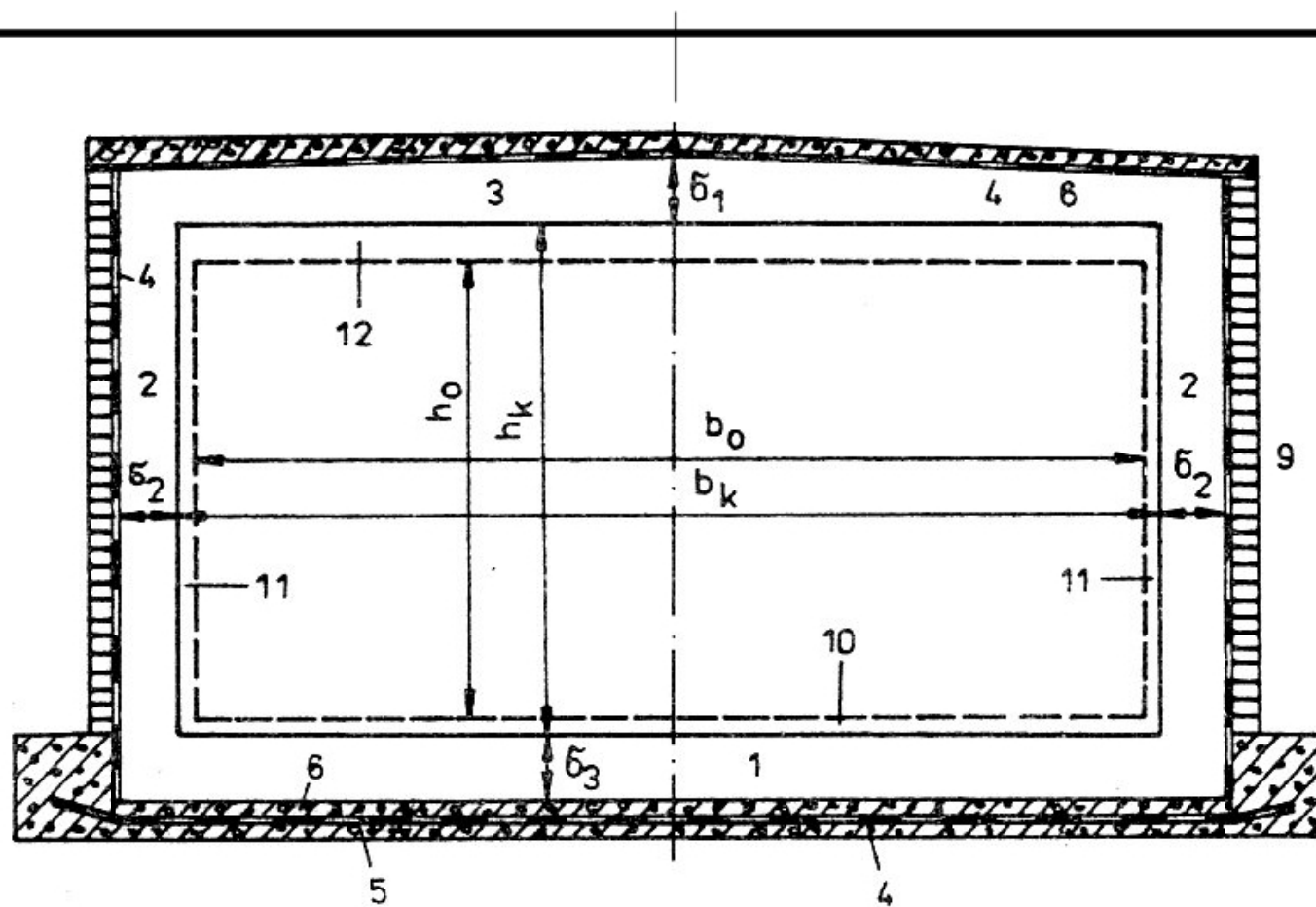
Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytkich



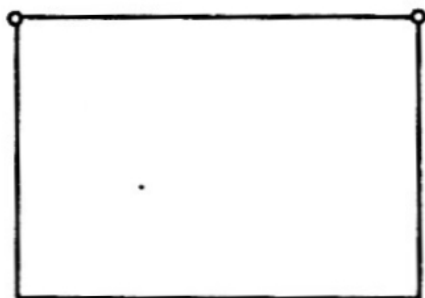
Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytkich

Rama sztywna zamknięta

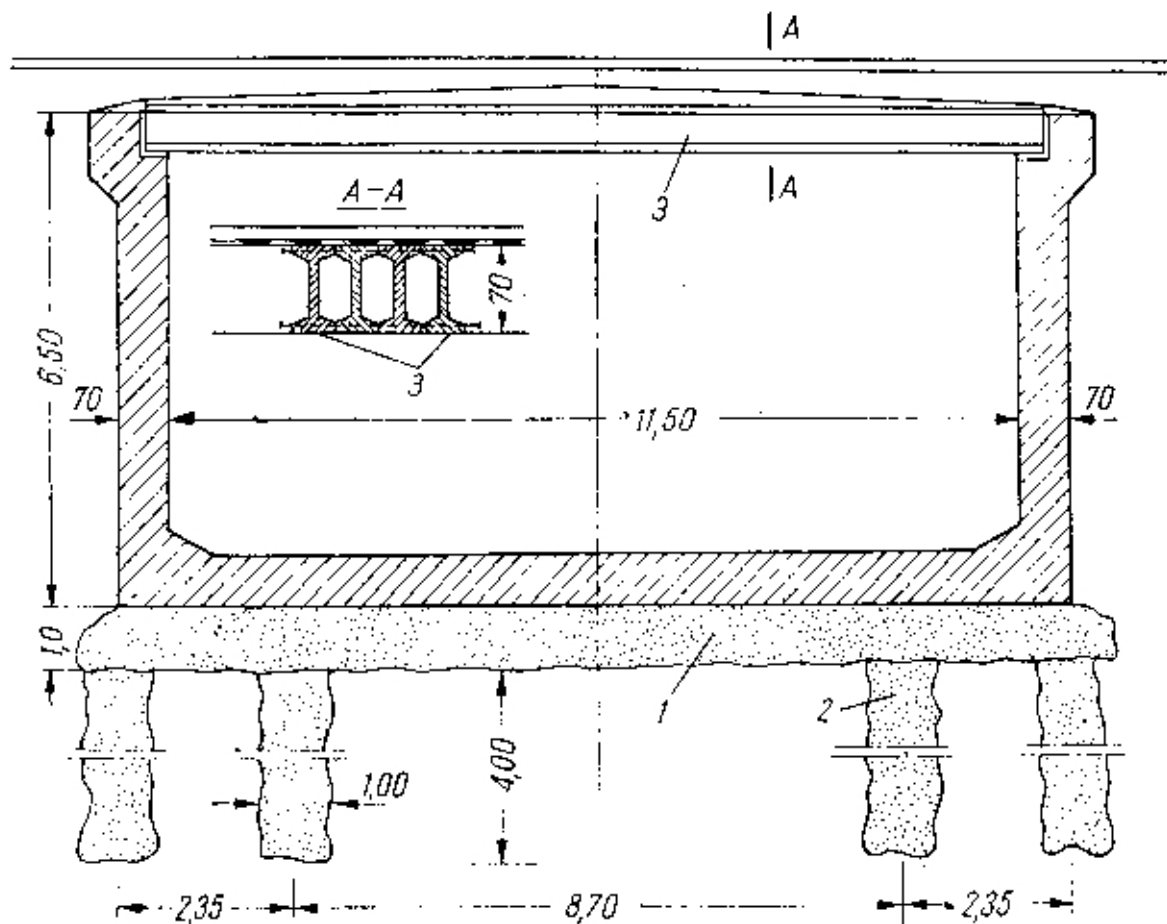




Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytowych

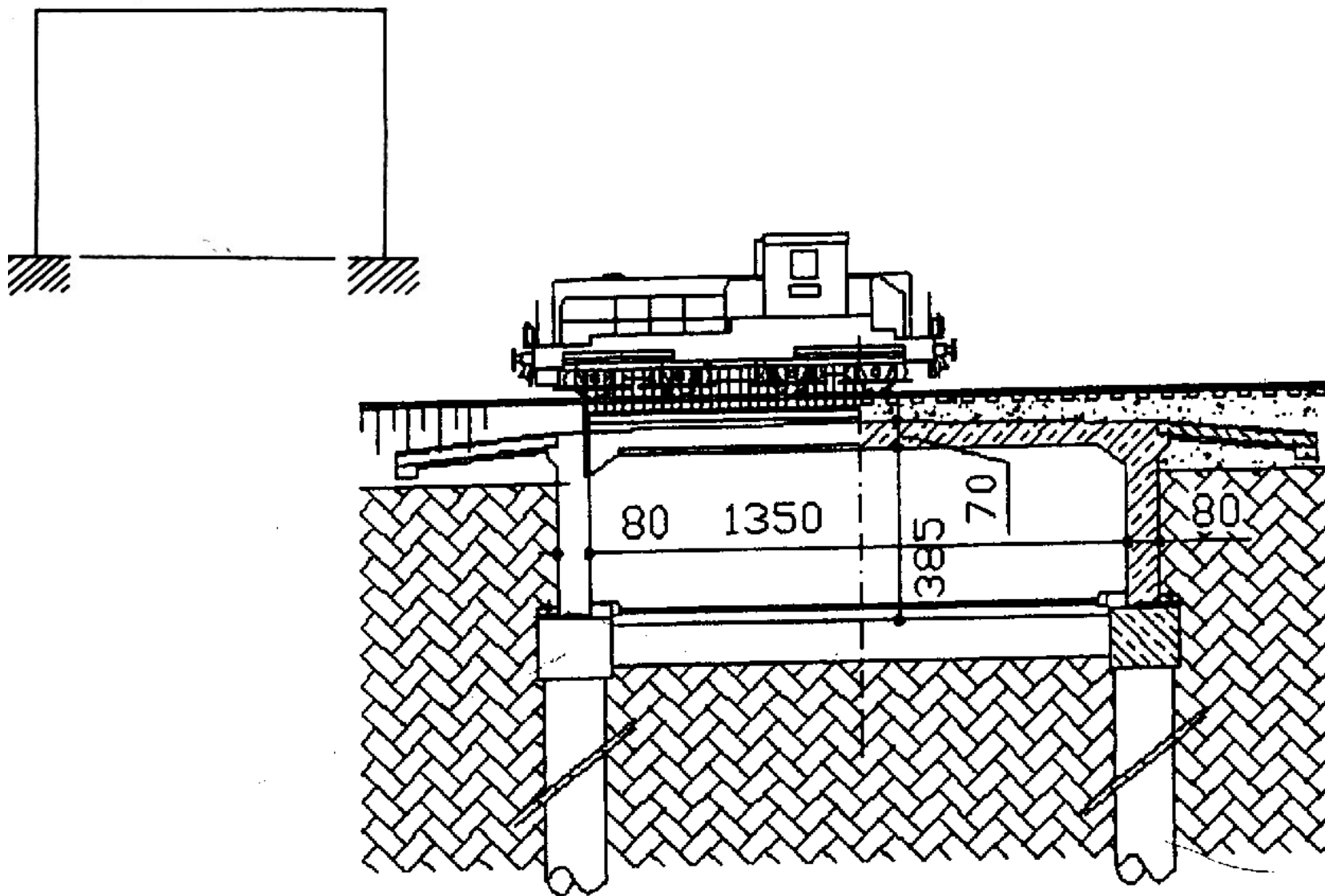


Element typu U z płytą stropową z belek z betonu sprężonego

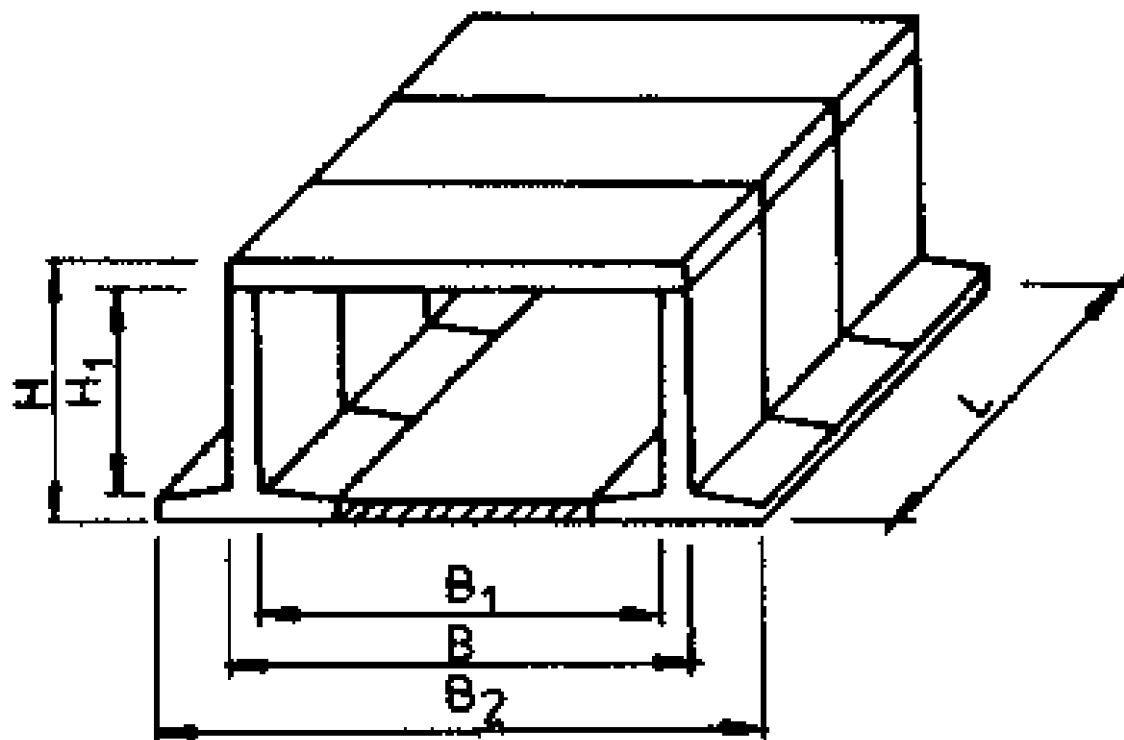
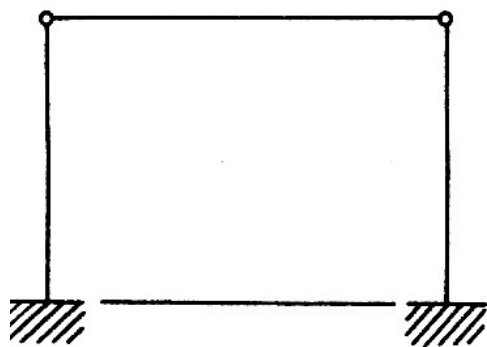


Obudowa podziemnego przejścia dla pieszych — konstrukcja z prefabrykowaną płytą górną posadowioną na poduszkach żwirowych

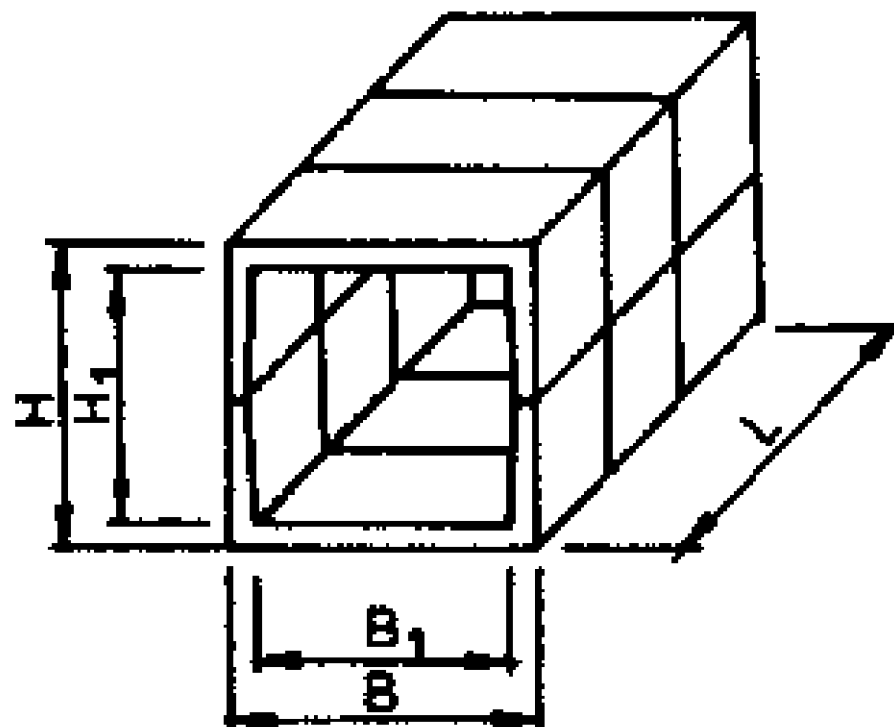
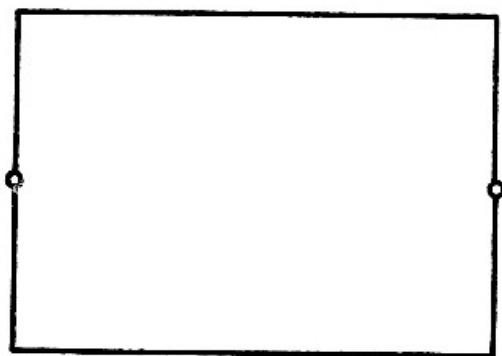
Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytkich



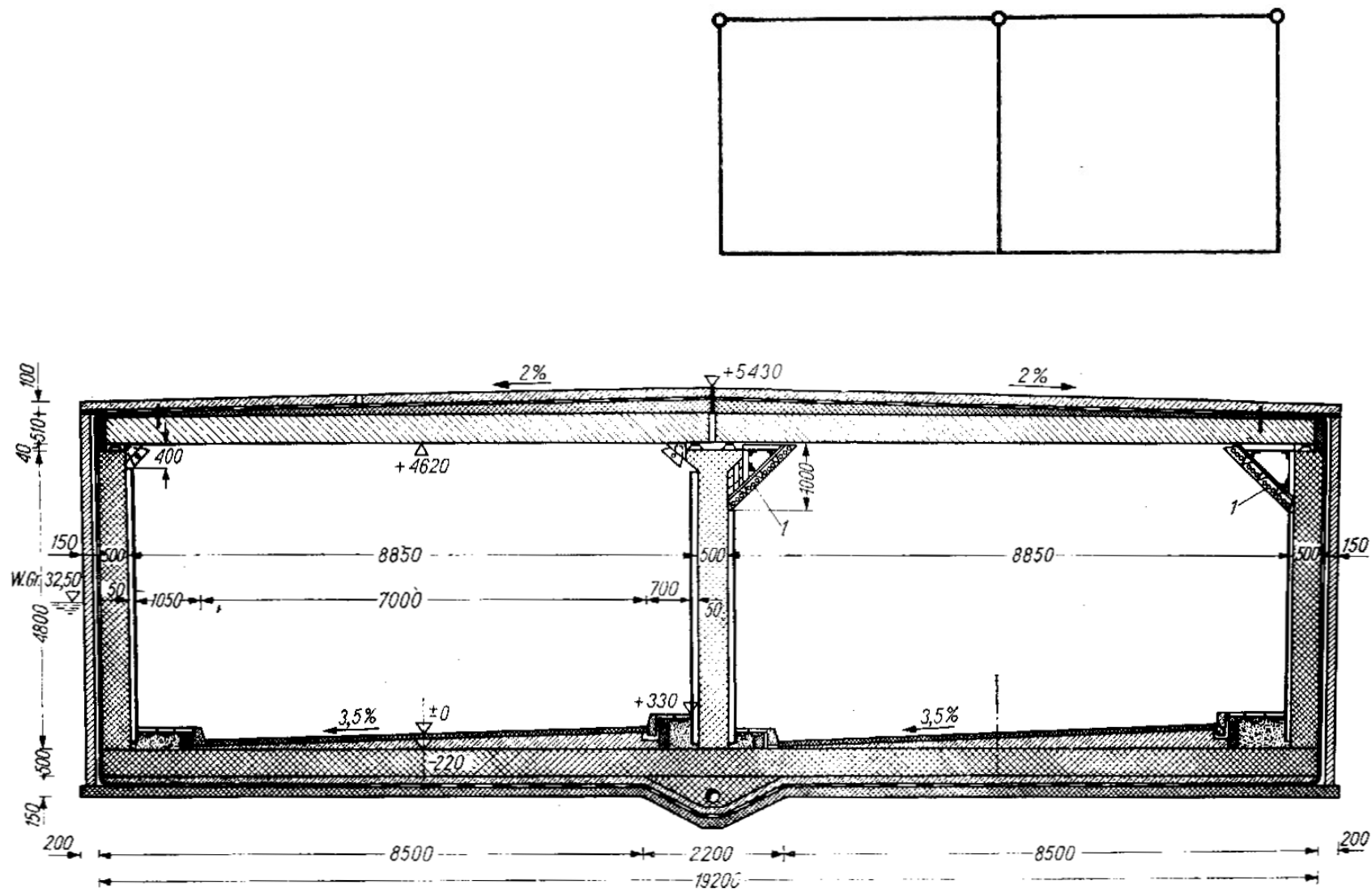
Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytkich



ELEMENTY U

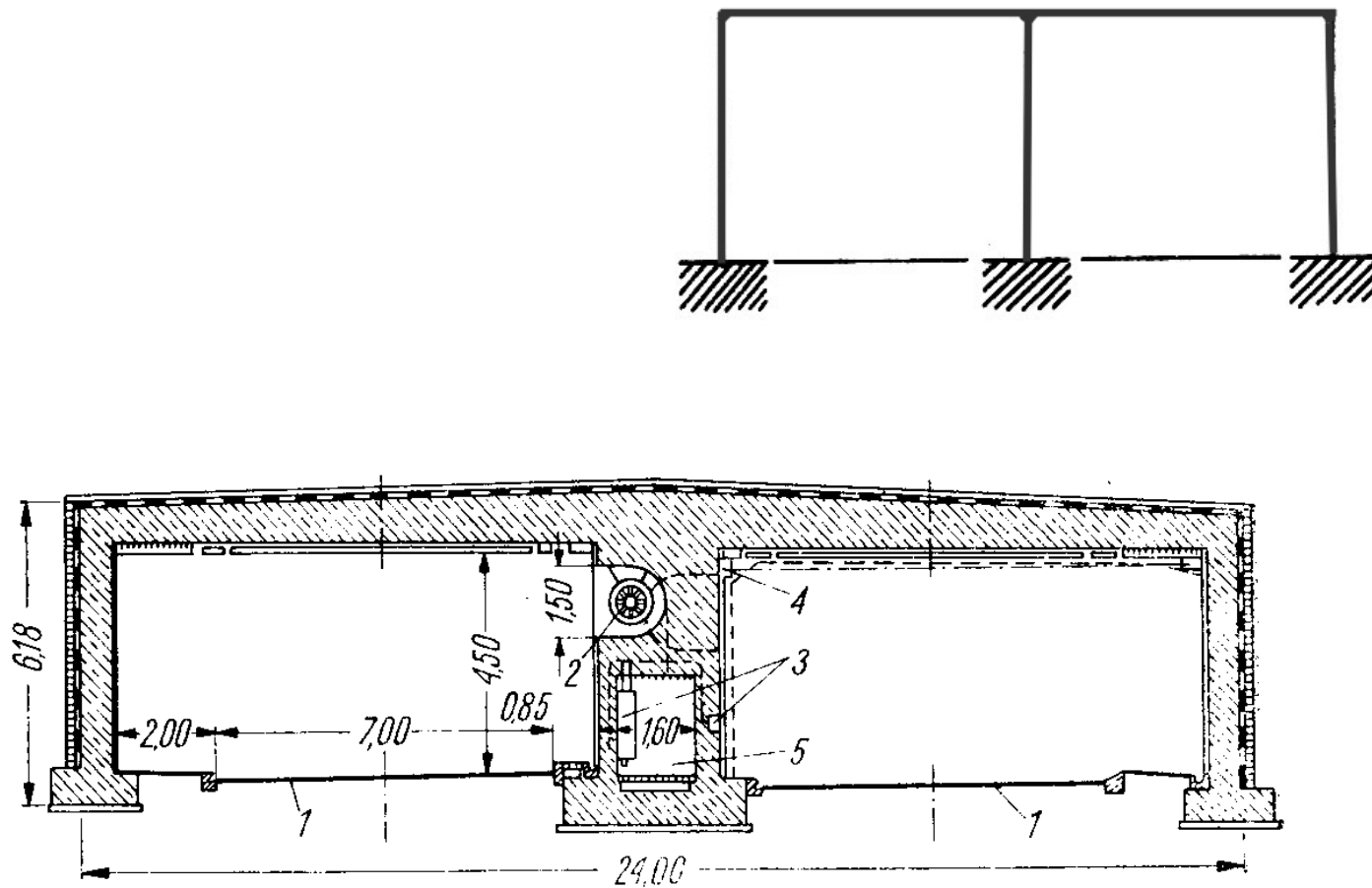


Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytowych



Tunel drogowy dwutorowy o niezależnych płytach stropowych opartych na łożyskach

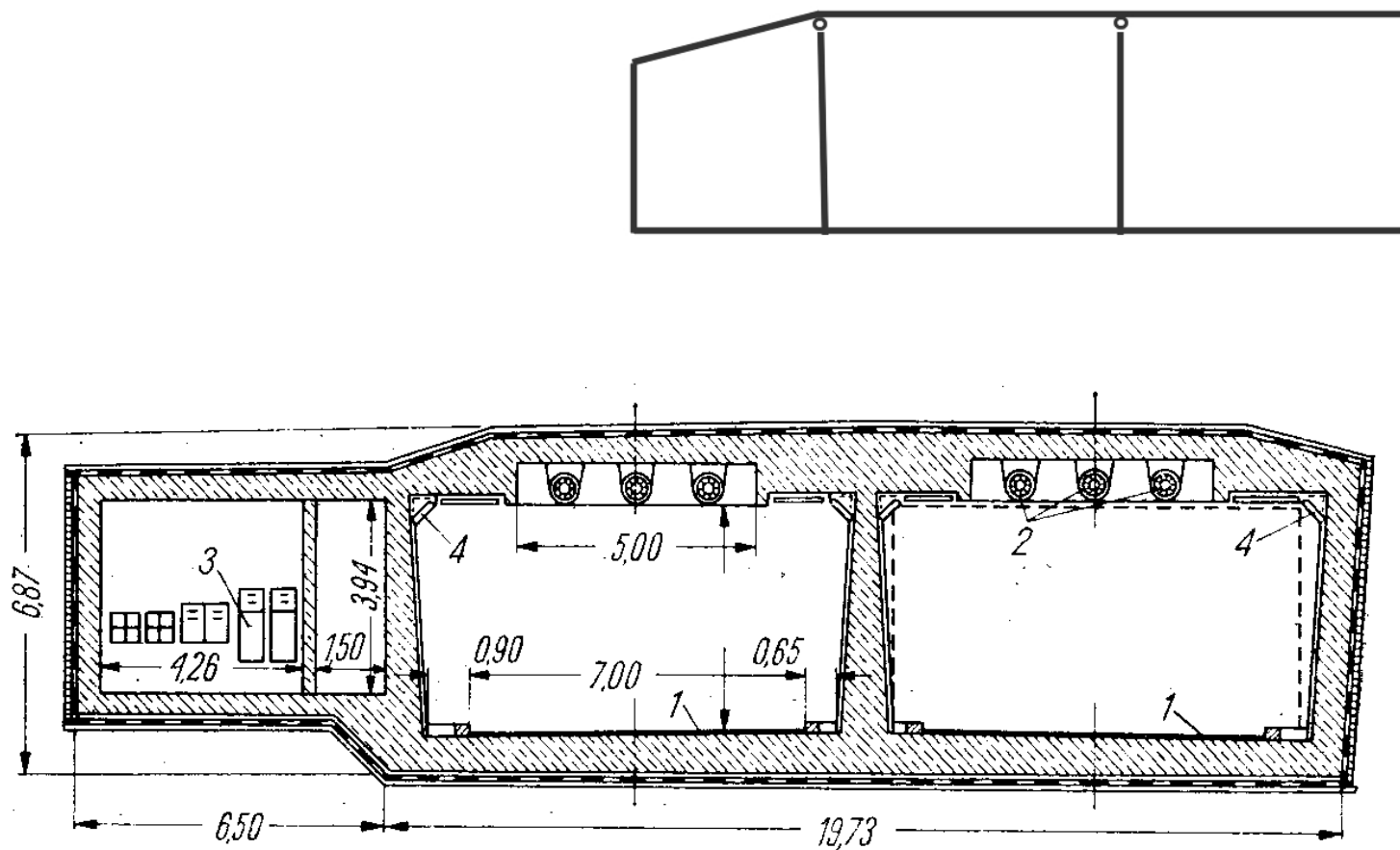
Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytowych



Przekrój poprzeczny tunelu Wallring w Hamburgu

1 — jezdnie jednokierunkowe, 2 — nisze z wentylatorami, 3 — urządzenia kontrolne stężenia CO,
4 — urządzenia kontrolne zanieczyszczeń mechanicznych, 5 — kanał dla obsługi

Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli płytkich

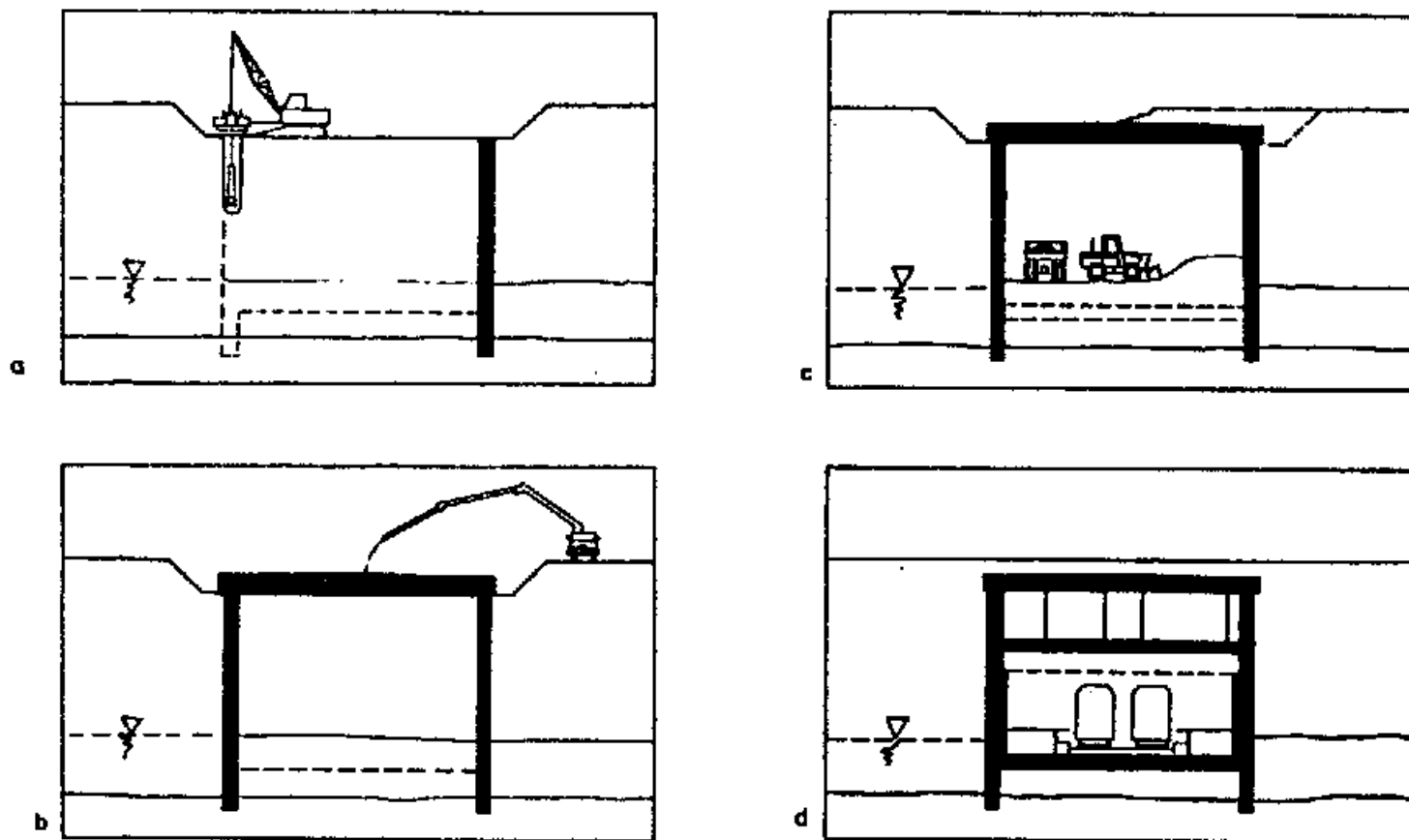


Przekrój poprzeczny tunelu pod Deichtorplatz w Hamburgu

1 — jezdnie jednokierunkowe, 2 — nisze z wentylatorami, 3 — urządzenia mechaniczne, 4 — oświetlenie tunelu

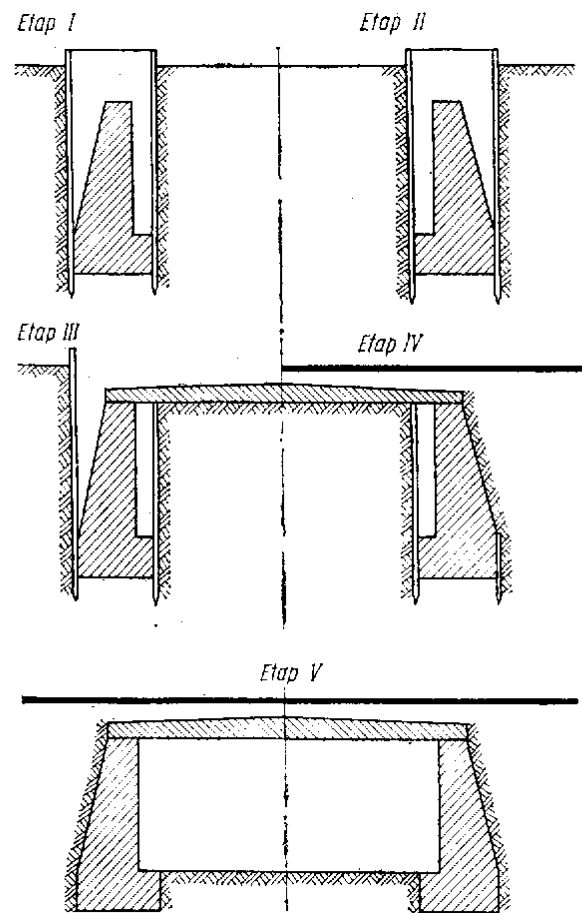
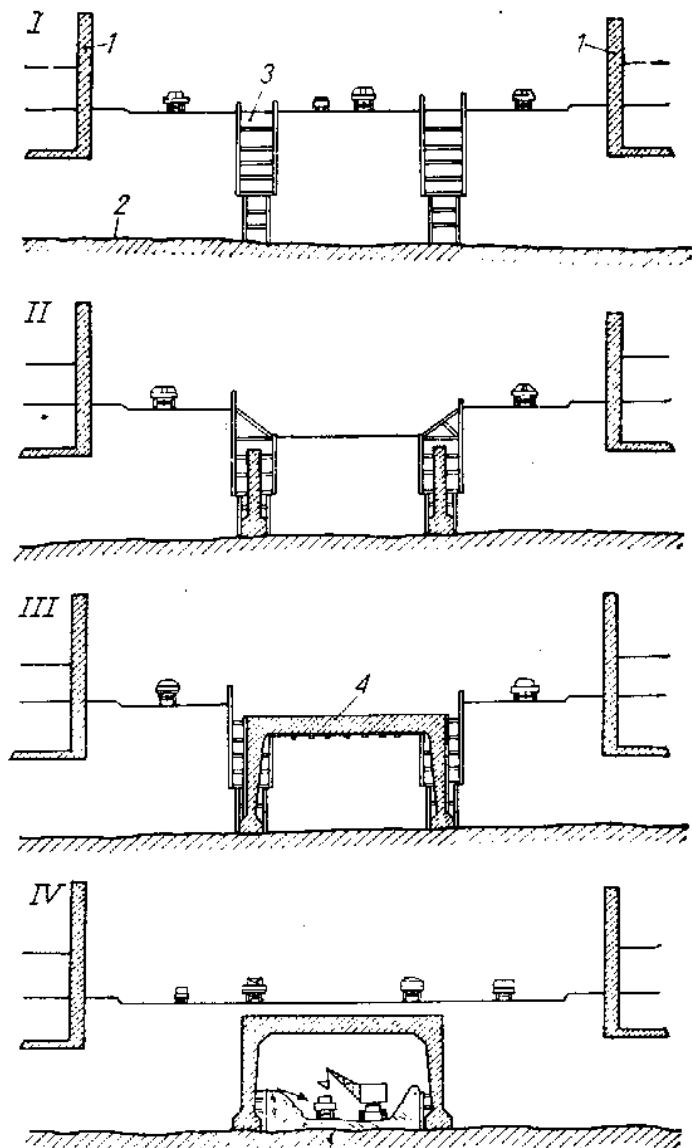
Metoda półokrędkowa (stropowa, medialańska)

skrócenie czasu występowania otwartych wykopów



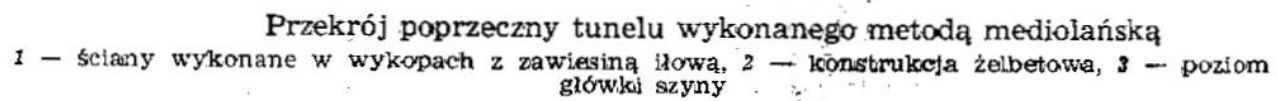
Schemat półokrędkowej metody wykonywania tuneli: a/ formowanie ścian szczelinowych, b/ wylewanie płyty stropowej /na gruncie/, c/ urobek gruntu, d/ wyposażenie wnętrza tunelu /po odtworzeniu użytkowej funkcji terenu/

Odmiany metody stropowej wynikające ze sposobu betonowania ścian



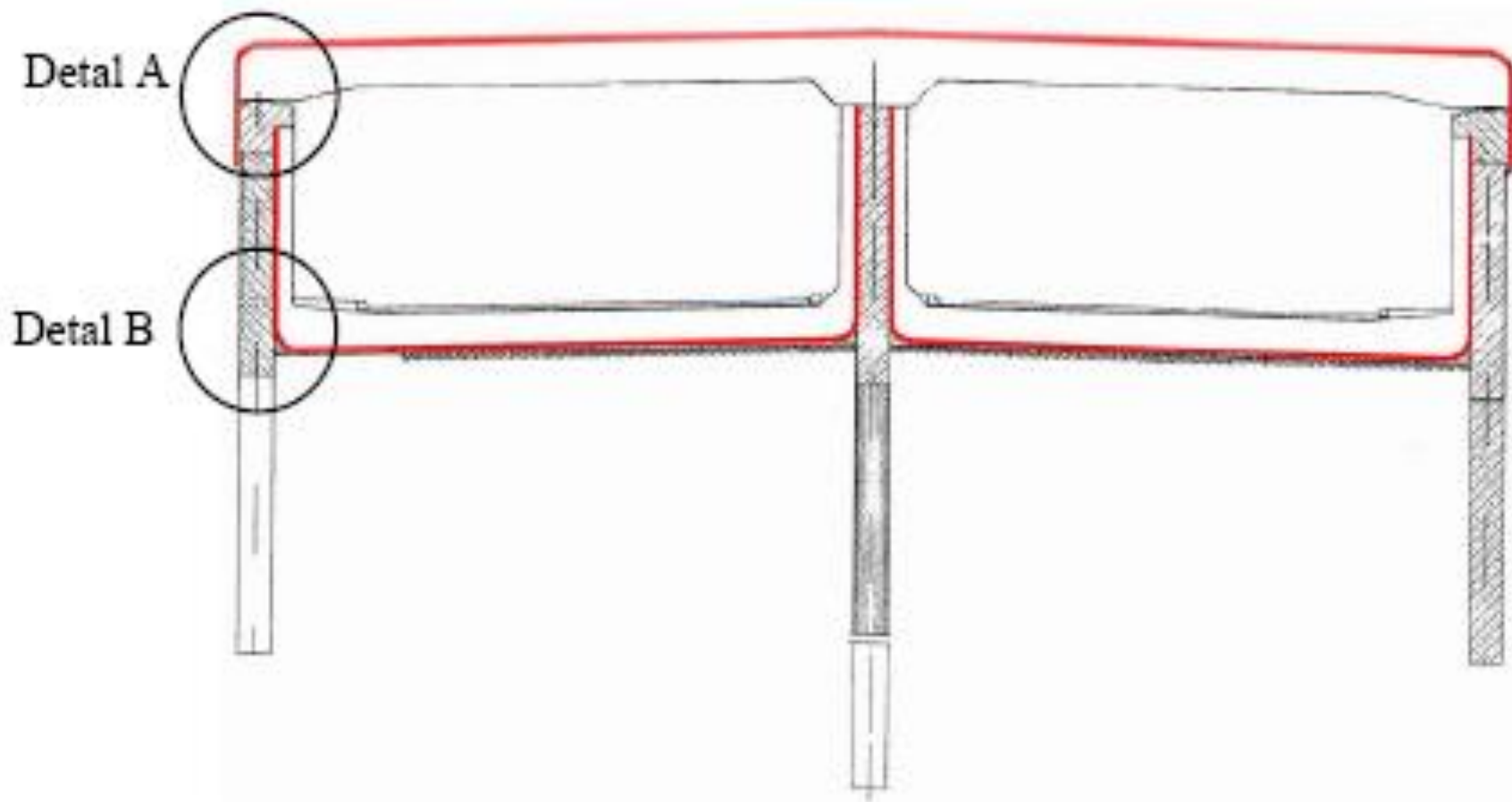
Roboty ziemne przy betonowaniu podpór w ściankach szczelnych

Wykonawstwo żelbetowego tunelu ramowego na gruncie skalistym w Sztokholmie
 1 — budynki, 2 — grunt nośny (skała), 3 — wykop wąskoprzestrzenny, 4 — konstrukcja żelbetowa; I do IV — etapy wykonawstwa



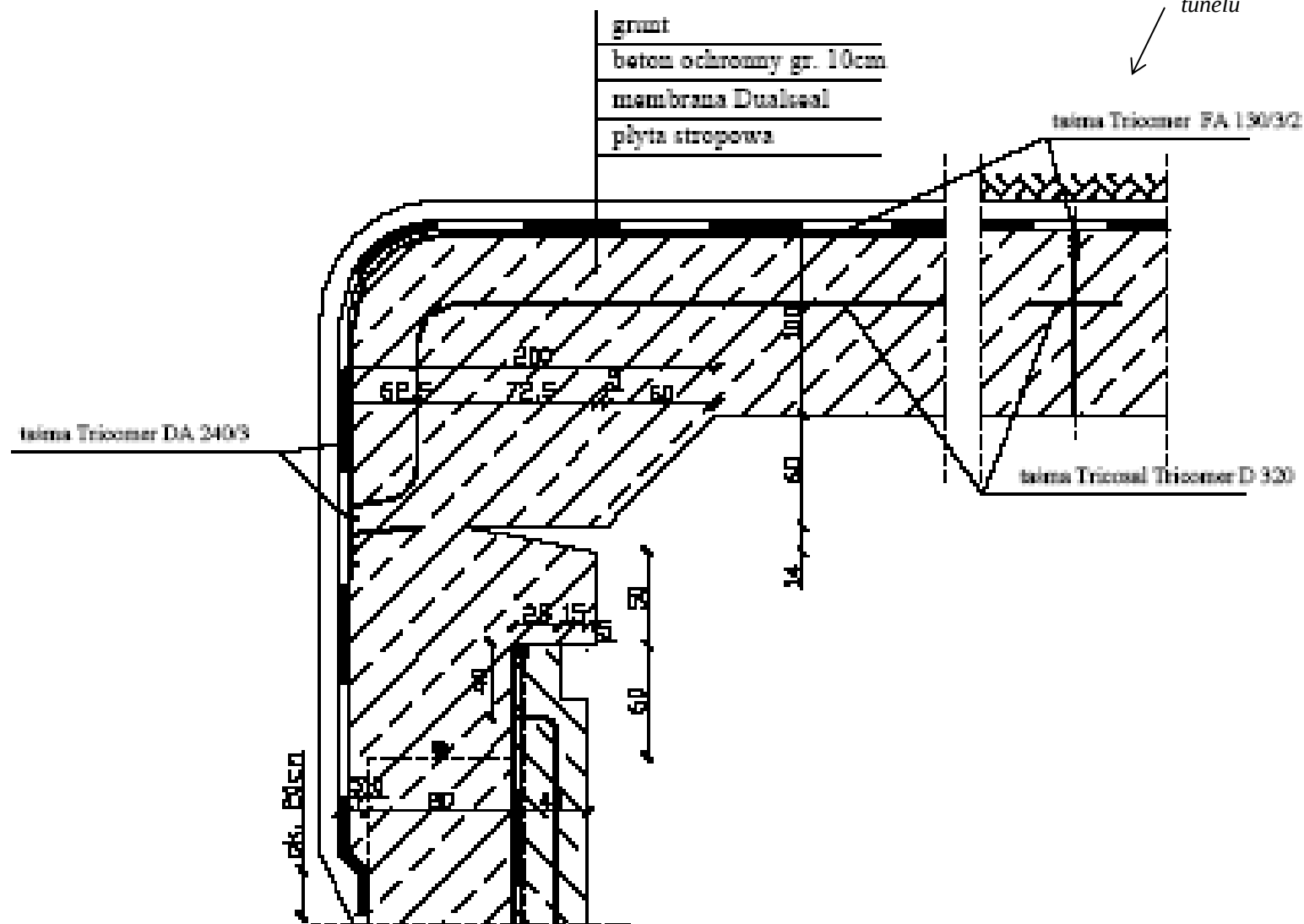
Izolacja przeciwwodna

dwie szczelne wanny, tunel Wisłostrady, Warszawa, etap 2001 – 2002

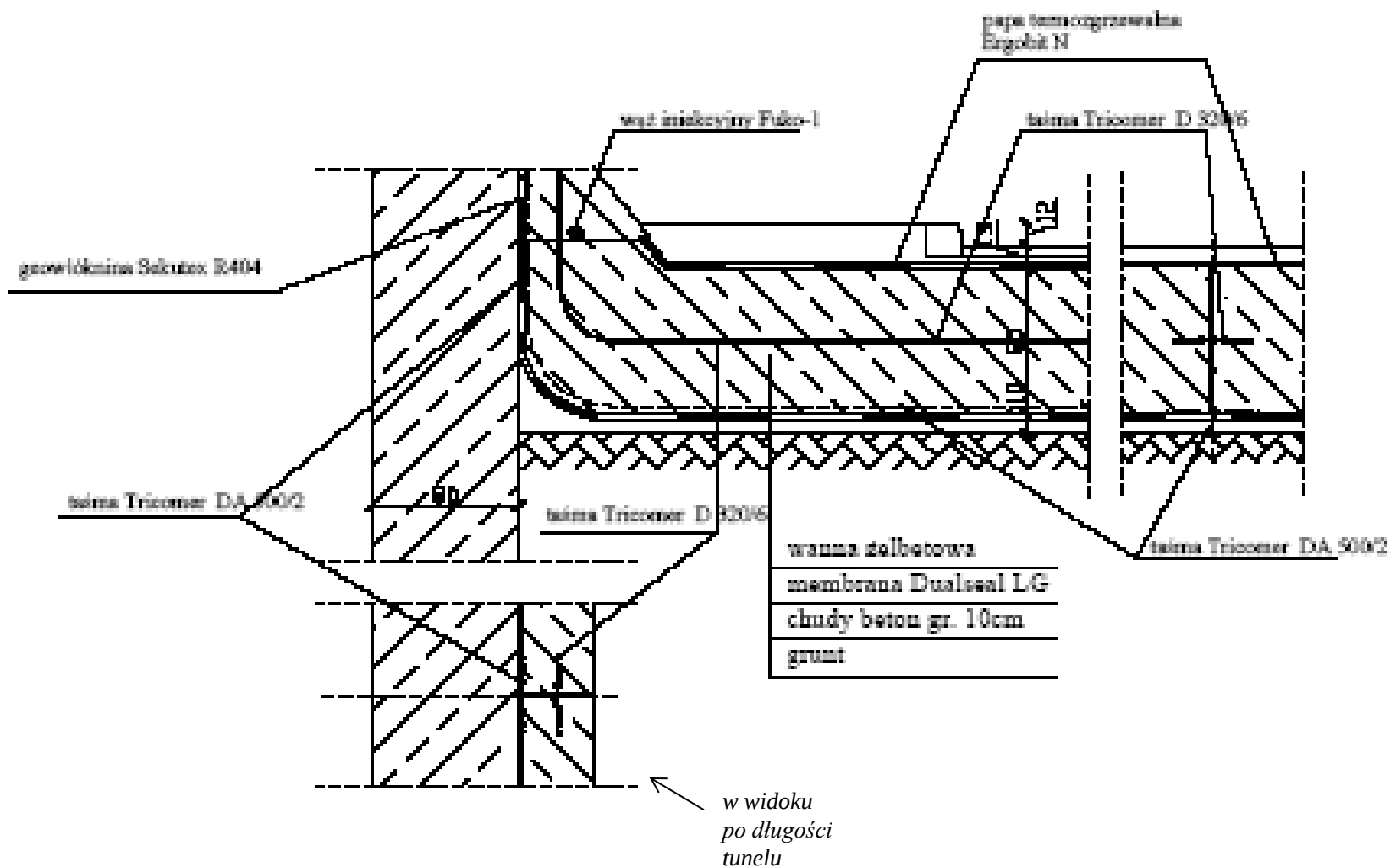


Detail A

w widoku
po długości
tunelu



Detal B



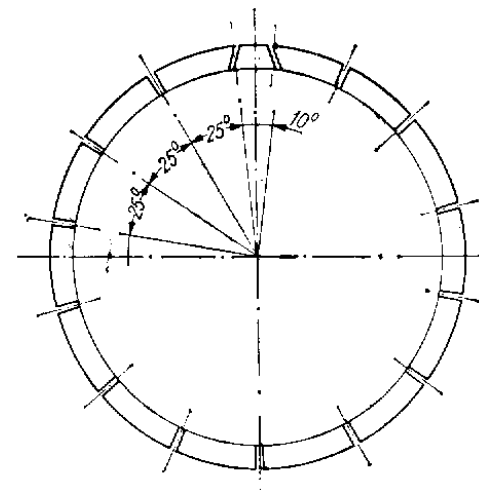
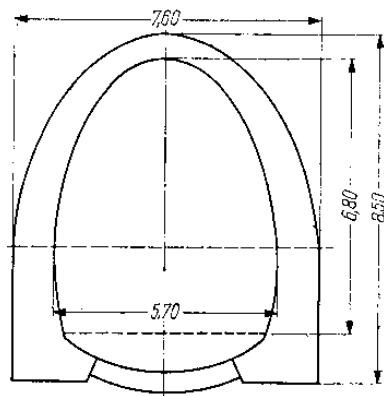
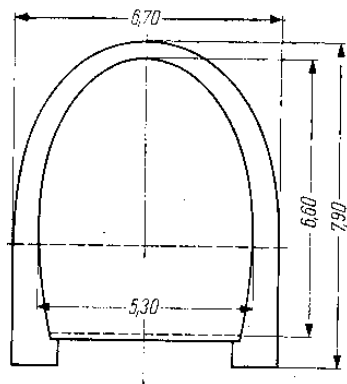
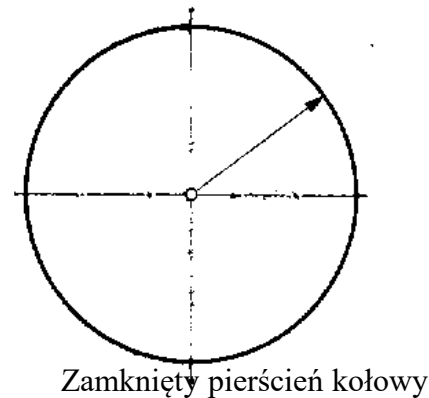
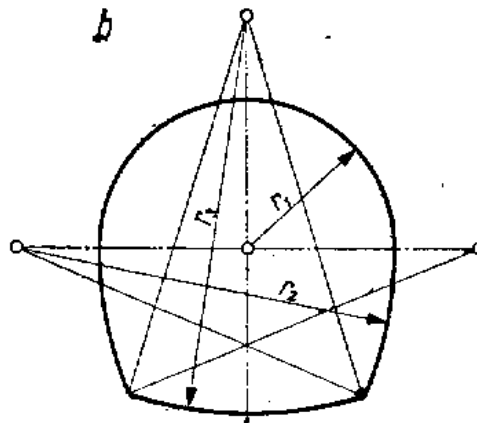
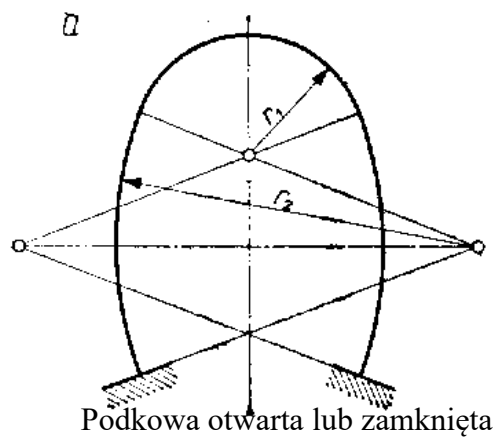


geowłóknina chroniąca taśmę przed uszkodzeniem

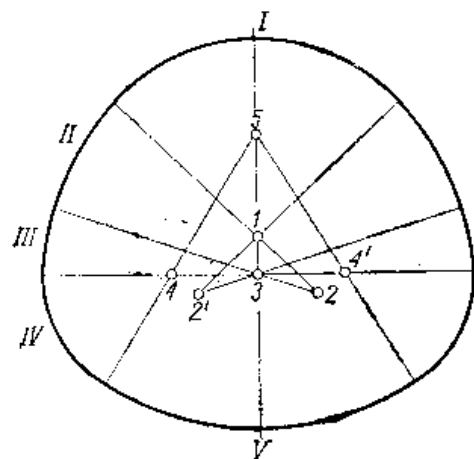
taśma dylatacyjna

tunele głębokie – projektowane są na dużej głębokości poniżej poziomu terenu, tak że praktycznie nie przekazują się na nie obciążenie stałe lub ruchome z naziomu. Tunel głęboki to taki w którym $H/B \geq 5$

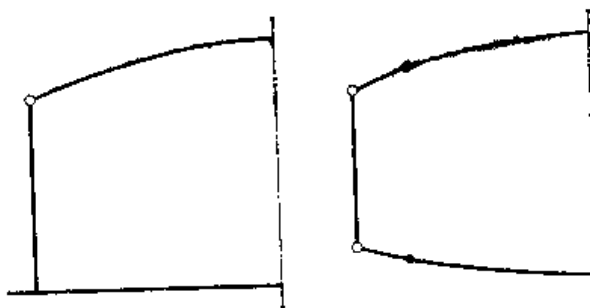
Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli głębokich



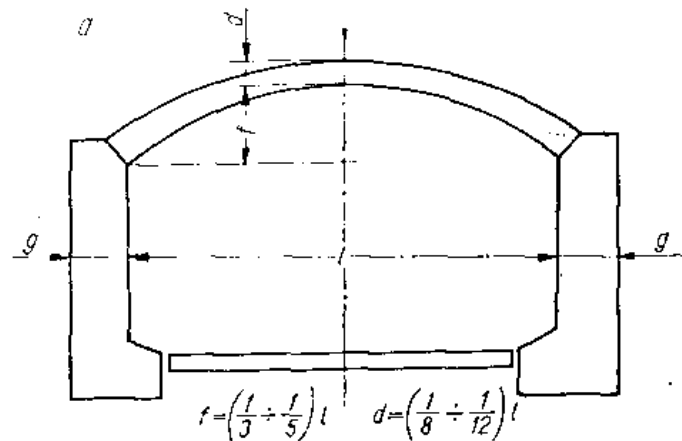
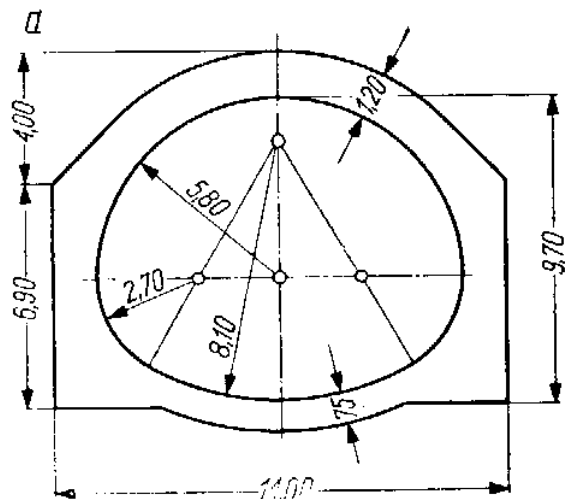
Kształty przekroju poprzecznego i schematy statyczne tuneli głębokich



Zamknięta krzywa koszowa



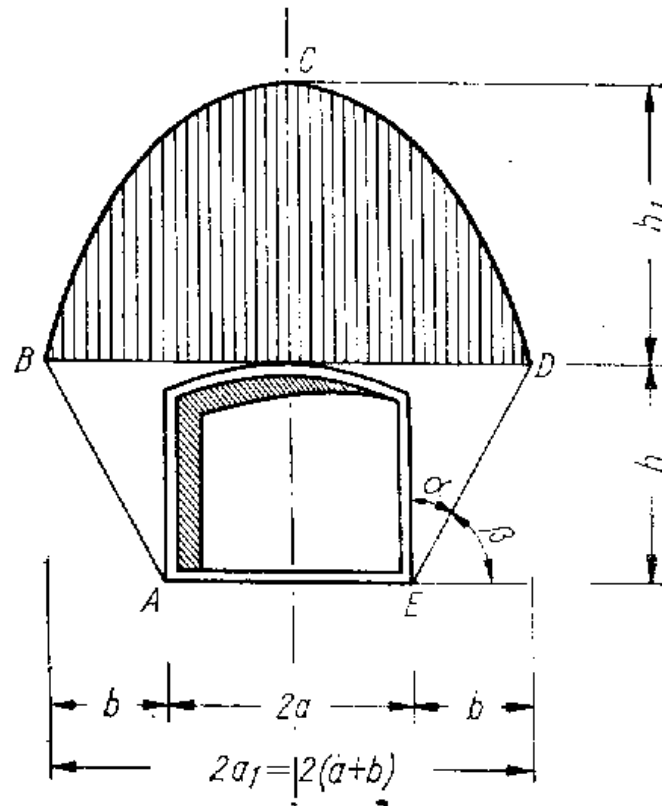
Złożone odcinki proste i łukowe części górne lub dolne





Kolektor żelbetowy „Odra” we Wrocławiu jako tunel transportowy, tunel kanalizacyjny

Obciążenia tuneli głębokich



Rozkład ciśnień gruntu na obudowę tunelu (wg Protodiakonowa)

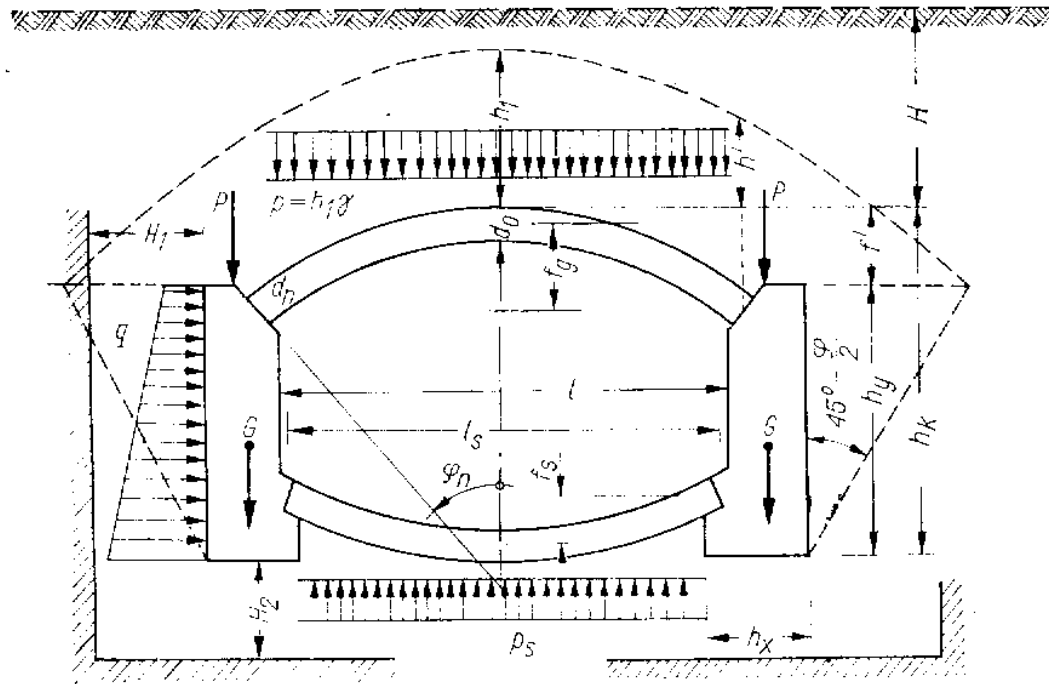
- Podstawowym założeniem jest uwzględnienie sklepienia gruntowego co powoduje wydatne zmniejszenie obciążeń w porównaniu z ciężarem masy gruntu nad tunelem,
- Zakłada się, że ruch gruntu może nastąpić tylko w obszarze ABCDE. Poza tym obszarem grunt pozostaje nienaruszony,
- Obciążenia naziomu są pomijalnie małe.

Obciążenia tuneli głębokich

Teoria Protodiakonowa -1908 r.

prosta i znajdująca potwierdzenie w badaniach doświadczalnych dla wielu rodzajów gruntów.

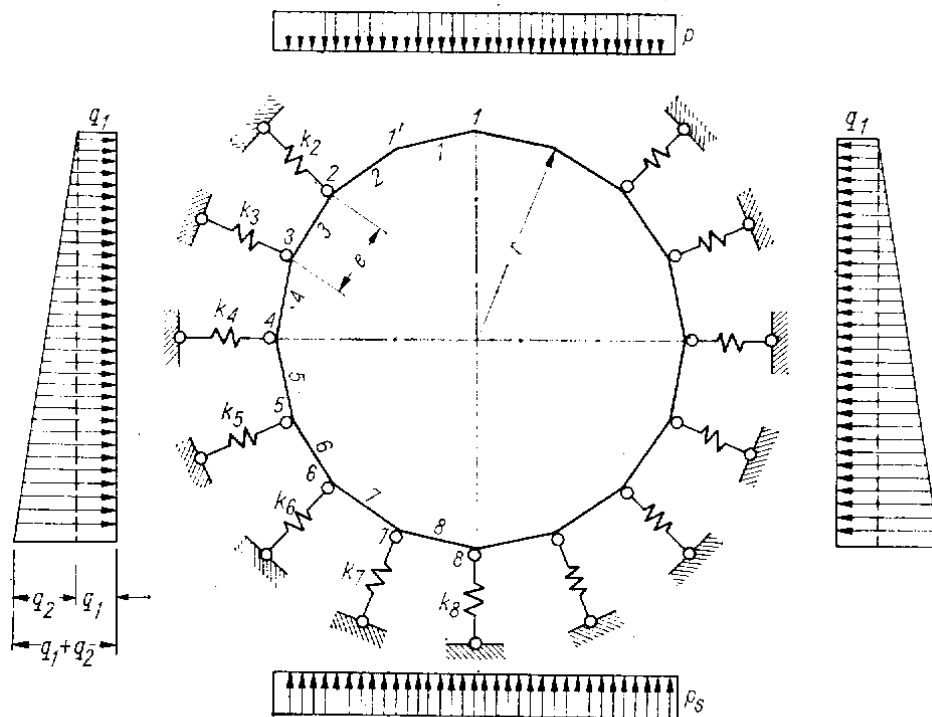
- Oblicza się pionowe, boczne i spągowe ciśnienie górotworu.



Obliczeniowy schemat obudowy tunelu o przekroju złożonym

Autorzy ważniejszych klasycznych prac (teorie, hipotezy, rozwiązanie praktyczne):

- Kammerell,
- Ritter
- Forchheimer
- Dawidow
- Wołkow
- Bugajewa
- Bonnard i Recordon



Obliczeniowy schemat obudowy tunelu o przekroju kołowym

Kędracki M.: Geotechnika metod bezwykopowych, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2008.

Furtak K., Kędracki M.: **Podstawy budowy tuneli**, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2005.

Gańczyński S.: **Podstawy budownictwa podziemnego**, Oficyna Wydawnicza PWr., 2001.

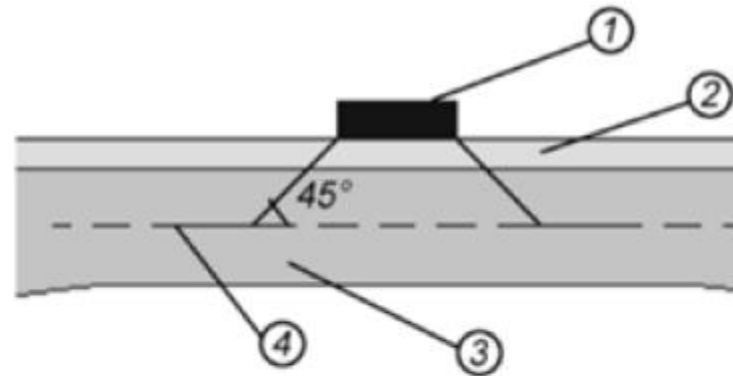
Glinicki S.: **Budownictwo podziemne**, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, 1994.

Obciążenia tuneli płytkich

- Dla tuneli płytkich zakłada się, że przejmują one obciążenie zmienne naziomu. Uwzględnia się więc obciążenie taborem samochodowym, tramwajowym, tłumem ludzi itp.,
- Dla obciążeń uwzględnia się redukujące je działanie nawierzchni ulicznych (drogowych) i podkładów kolejowych;
- Można zakładać rozchodzenie się obciążeń skupionych w gruncie pod kątem 38 - 45 stopni (w zależności od rodzaju gruntu) uzyskując przybliżone naprężenia w gruncie nad konstrukcją przekrycia. Bardziej precyzyjne modele do analizy naprężeń w gruncie podaje mechanika gruntów.

Obciążenia tuneli płytkich cd.

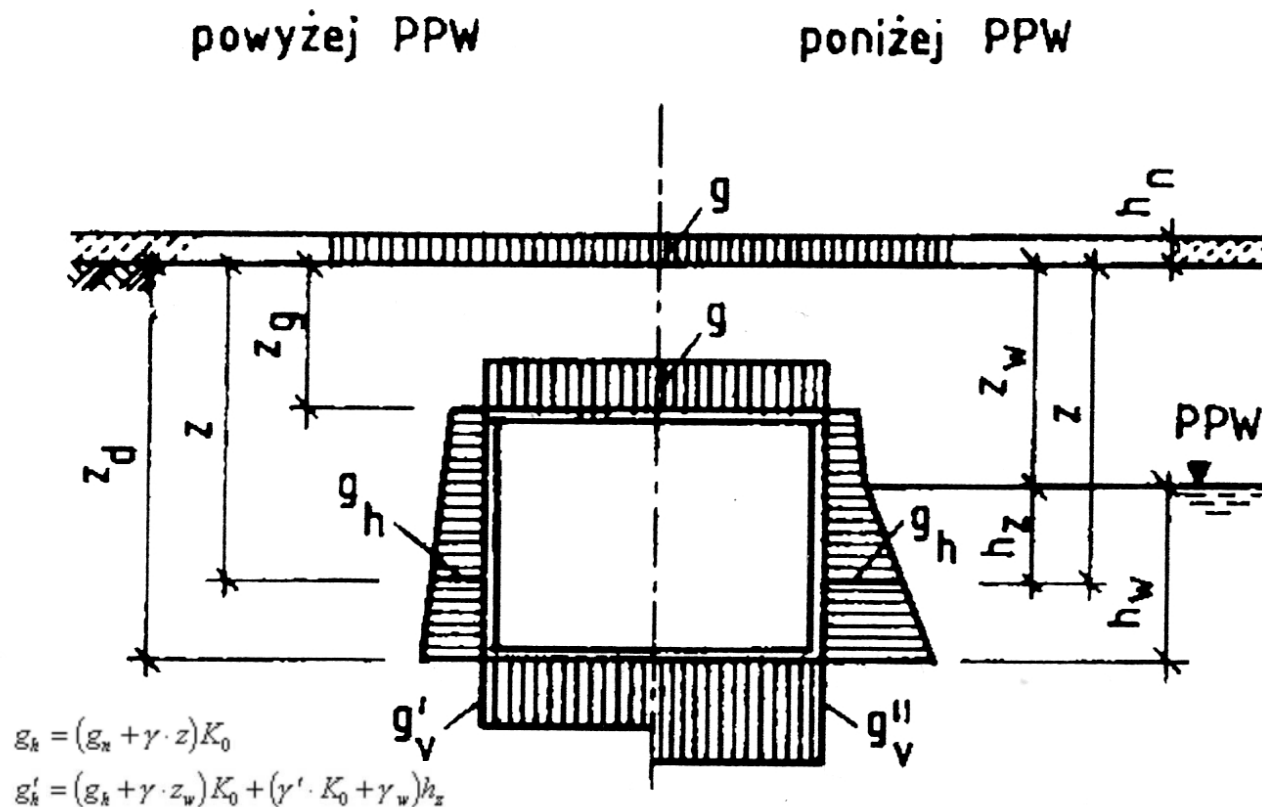
- uwzględnia się ciężar prostokątnej bryły gruntu nad obiektem
(ewentualne zmniejszenie ciężaru poprzez uwzględnienie tarcia na ścianach wykopu);
- na ściany boczne tunelu działa parcie (najczęściej spoczynkowe);
- reakcję podłoża oblicza się z uwzględnieniem ciężaru konstrukcji, w zależności od modelu podłoża (podłoże sprężyste, podłoże sztywne);
- uwzględnić należy wodę gruntową - w tym siłę wyporu zgodnie z prawem Archimedesesa !



Objaśnienia

- 1 Ciśnienie kontaktowe koła
- 2 Nawierzchnia
- 3 Płyta betonowa
- 4 Płaszczyzna środkowa płyty betonowej

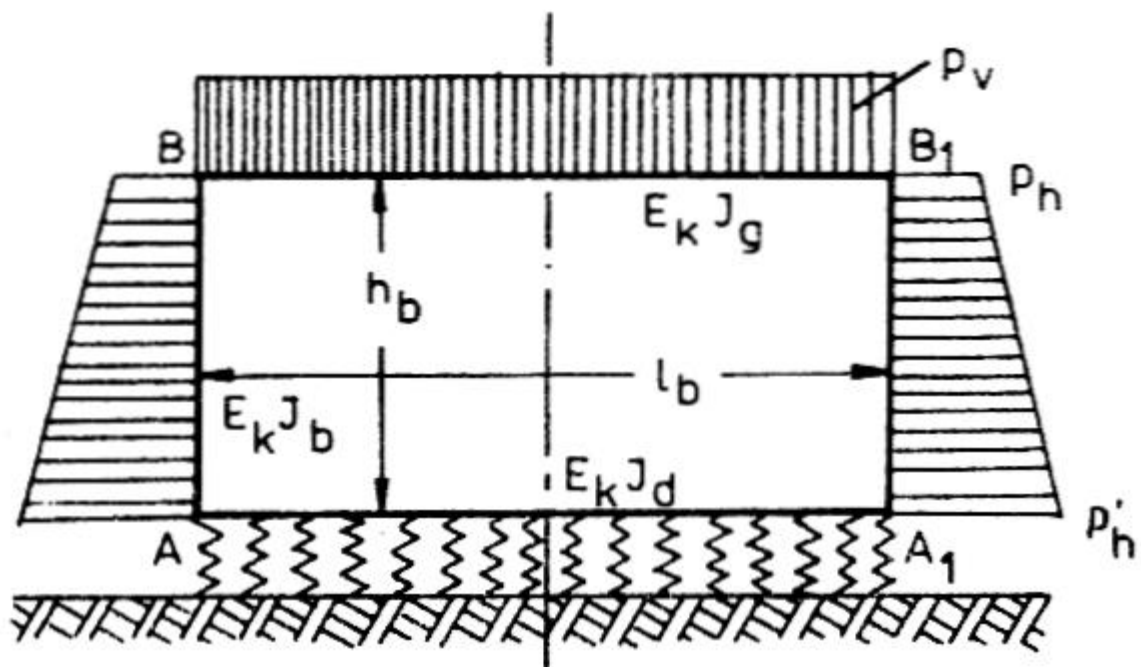
Rysunek 4.4 – Rozkład obciążeń skupionych poprzez nawierzchnię i płytę betonową



Obciążenia jednostkowe, działające na budowę całkowicie zagłębioną

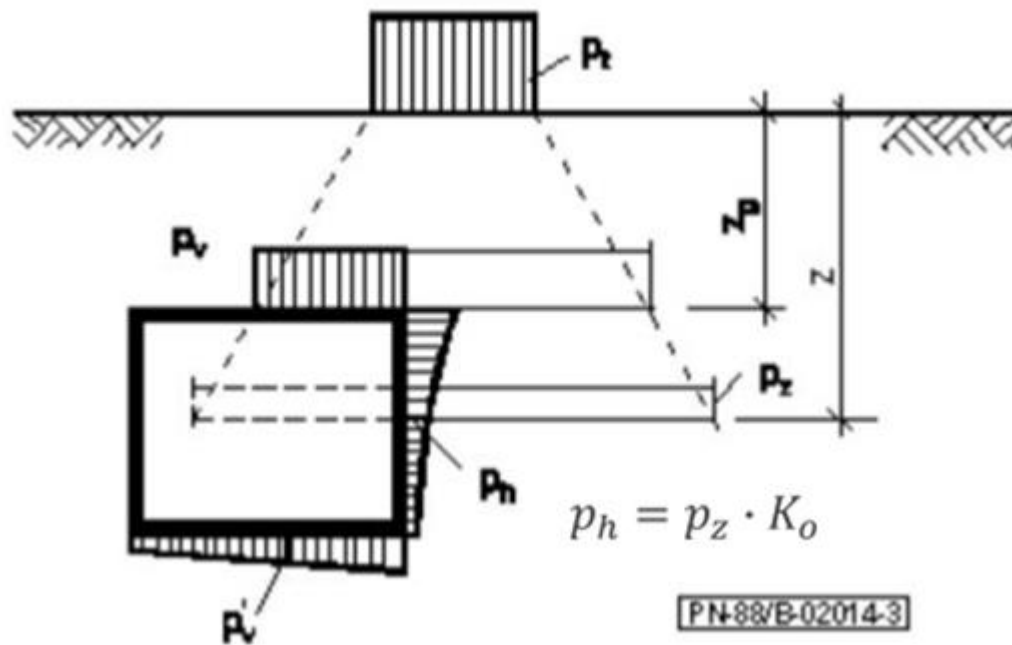
za PN 88/B-02014: Obciążenia budowli. Obciążenia gruntem.

norma podaje obciążenia powierzchni terenu przyjmowane dla płytkich obiektów podziemnych, w tym również dla terenów zielonych. Powyższy rysunek przedstawia założenie modelu sztywnego podłoża gruntowego z jego skierowaną w górę reakcją – obciążenie g_v .



„podłoże sprężyste”

rozkład obciążeń w gruncie przekazywanych na konstrukcję podziemną



ustalenie obciążeń zmiennych na powierzchni terenu – obciążenia komunikacyjne

Klasy dróg publicznych

- **autostrady** (oznaczane symbolem **A**),
- **drogi ekspresowe** (oznaczane symbolem **S**),
- **drogi główne ruchu przyspieszonego** (oznaczane symbolem **GP**),
- **drogi główne** (oznaczane symbolem **G**),
- **drogi zbiorcze** (oznaczane symbolem **Z**),
- **drogi lokalne** (oznaczane symbolem **L**),
- **drogi dojazdowe** (oznaczane symbolem **D**).

Kategoria drogi	klasa drogi
krajowa	A, S, GP, wyjątkowo Z
wojewódzka	G, Z, wyjątkowo GP
powiatowa	G, Z, wyjątkowo L
gminna	L, D, wyjątkowo Z

ROZPORZĄDZENIE
MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ

z dnia 30 maja 2000 r.

w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.

(Dz. U. z dnia 3 sierpnia 2000 r.)

(Dz.U. Z 2000r. Nr 63, poz. 735 z późn. zm.)

KLASY OBCIĄŻEŃ TABOREM SAMOCHODOWYM OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH

1. Klasy obciążeń taborem samochodowym obiektów inżynierskich zależne od klasy drogi określa tabela:

Klasa drogi	Klasa obciążenia taborem samochodowym według PN-85/S-10030
A, S, GP, G	A
Z, L	co najmniej B
D	co najmniej C

A – autostrada,
S – droga ekspresowa,
GP – droga główna ruchu przyspieszonego,
G – droga główna,
Z – droga zbiorcza,
L – droga lokalna,
D – droga dojazdowa.

ZAŁĄCZNIK Nr 3

obowiązujące do 2018 r.

POJAZDY SPECJALNE WEDŁUG UMOWY STANDARYZACYJNEJ NATO (STANAG 2021)

- 1. Pojazd specjalny - klasa 150 2. Pojazd specjalny - klasa 100**

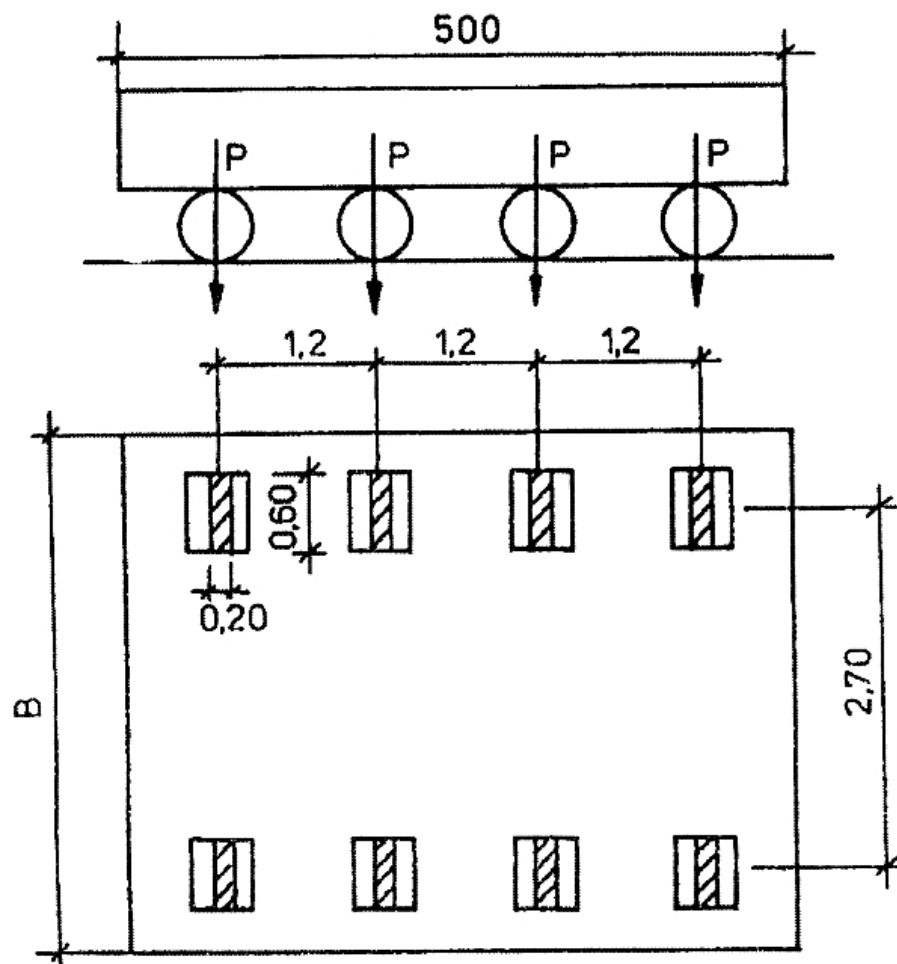
jako obciążenie pomostów odpowiednio dla obiektów nowych i przebudowywanych

Obciążenia taborém samochodowym,

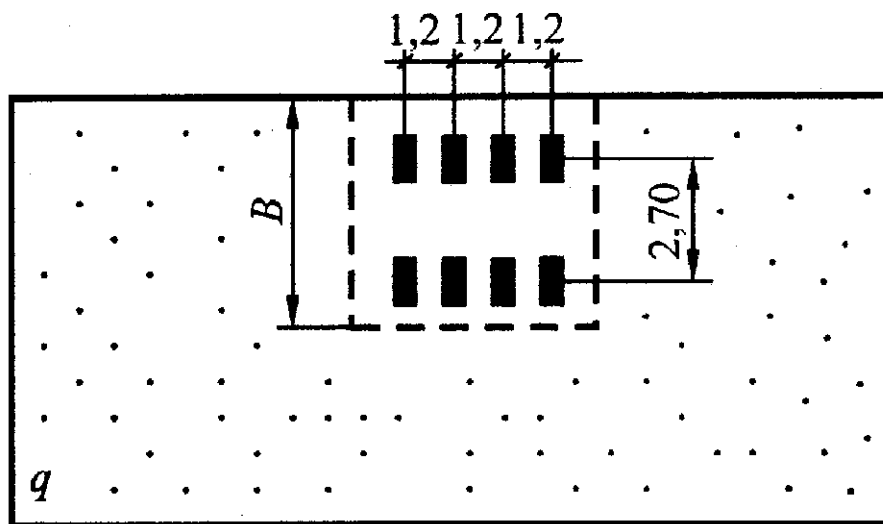
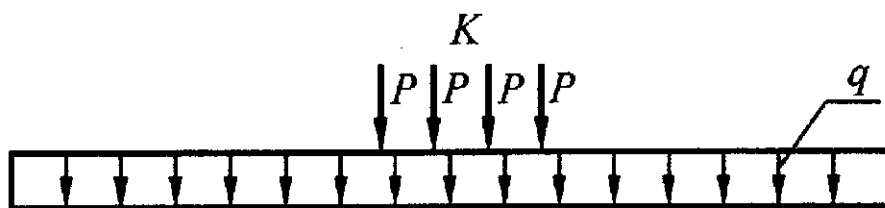
Klasa obciążeń	Mnożnik dla klasy A	Obciążenie q , kN/m ²	Obciążenie K , kN	Nacisk na oś, kN
A	1,00	4,00	800	200
B	0,75	3,00	600	150
C	0,50	2,00	400	100
D	0,40	1,60	320	80
E	0,30	1,20	240	60

Ciężary pojazdów dopuszczonych do eksploatacji dla klas obciążeń A – E

Klasa	A	B	C	D	E
Ciężar, kN	500	400	300	200	150



Pojazd samochodowy przyjmowany do obliczeń

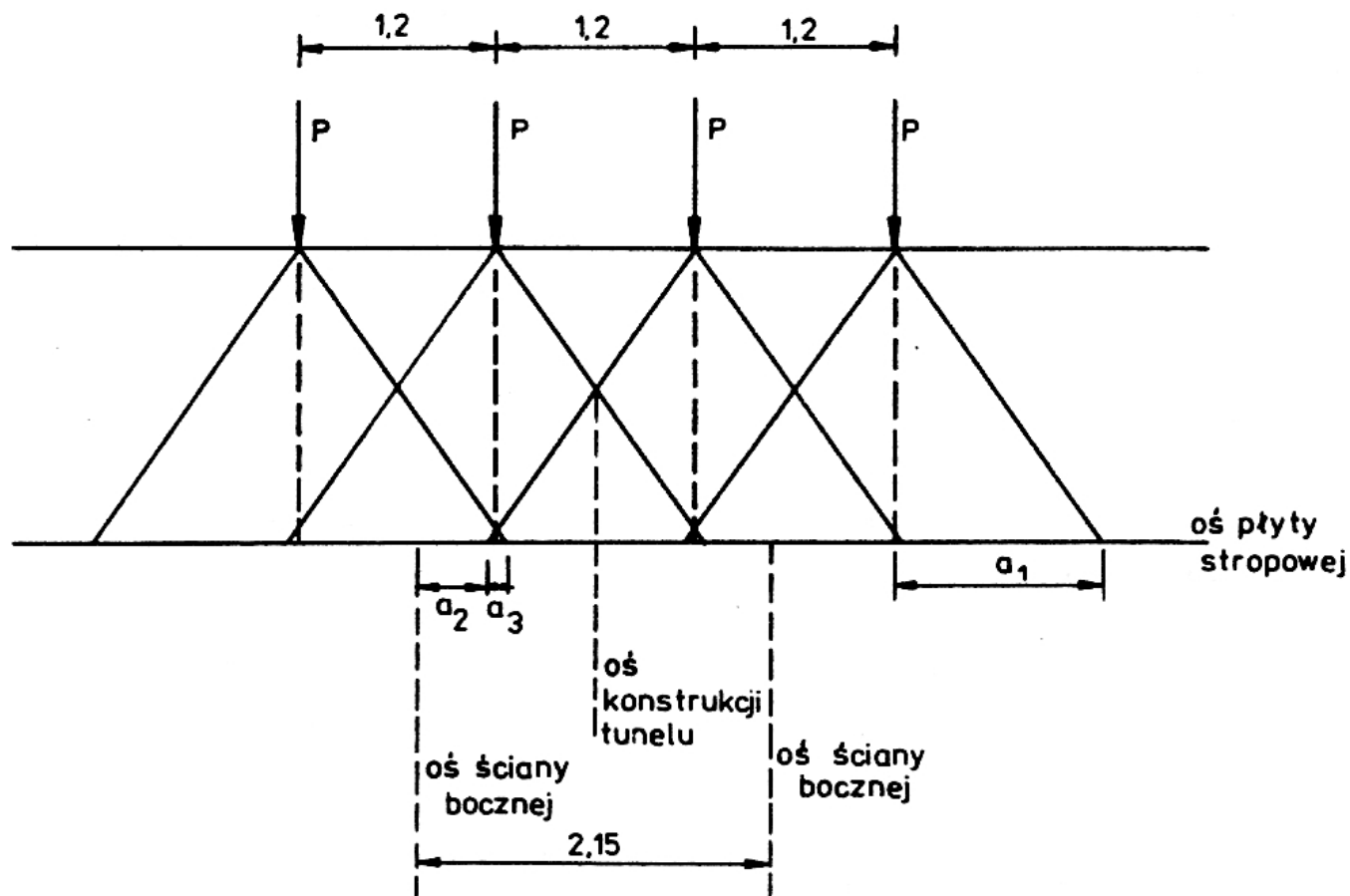


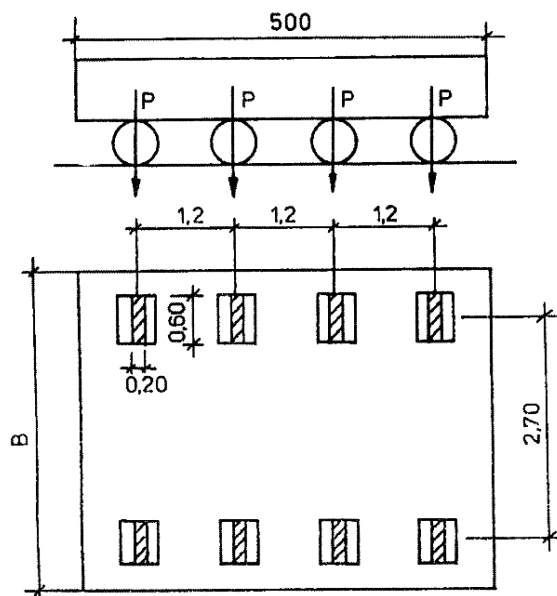
B - szerokość pasa ruchu

Schemat obciążenia od taboru samochodowego

PN 85/S-10030: Obiekty mostowe. Obciążenia.

Najniekorzystniejsze położenie pojazdu w stosunku do osi konstrukcji tunelu





Pojazd samochodowy przyjmowany do obliczeń

norma podaje, że przy obliczaniu elementów o rozpiętości $L \geq 4,80$, obciążenie K może być zastąpione przez obciążenie równomiernie rozłożone na długości 4,80 m. szerokość nie została podana – można się domyślać że to B jako szerokość pasa ruchu lub 3,5 m.

niezależnie, jako siły hamowania norma ta przyjmuje 10% obciążenia q oraz 20% obciążenia K , lecz nie mniej niż $1/3$ obc. K bez współczynnika dynamicznego. Odpowiednio podawany jest wzór na siłę odśrodkową.



DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 20 lipca 2022 r.

Poz. 1518

**ROZPORZĄDZENIE
MINISTRA INFRASTRUKTURY¹⁾**

z dnia 24 czerwca 2022 r.

w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych^{2), 3)}

§ 108. 1. Most, wiadukt lub konstrukcję oporową projektuje się w szczególności na obciążenie ruchome:

1) według modelu LM1, w zależności od klasy obciążenia pojazdami samochodowymi:

- a) klasy I – w przypadku mostu, wiaduktu lub konstrukcji oporowej usytuowanych w ciągu drogi klasy A, S, GP lub G,
- b) co najmniej klasy II – w przypadku mostu, wiaduktu lub konstrukcji oporowej usytuowanych w ciągu drogi klasy Z, L lub D;

2) według modelu LM2, z założeniem, że wartość współczynnika dostosowawczego wynosi $\beta_Q = 1,00$.

2. Wartości współczynników dostosowawczych, które dotyczą modelu LM1 i danej klasy obciążenia pojazdami samochodowymi, przyjmuje się zgodnie z tabelą:

Klasa obciążenia pojazdami samochodowymi	Wartości współczynników dostosowawczych					
	α_{Q1}	α_{Qi} $i > 2$	α_{q1}	α_{q2}	α_{qi} $i \geq 3$	α_{qr}
Klasa I	1,00	1,00	1,33	2,40	1,20	1,20
Klasa II	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

3. Most, wiadukt lub konstrukcję oporową, które są usytuowane w ciągu drogi krajowej lub w ciągu drogi o znaczeniu obronnym niebędącej drogą krajową, projektuje się na obciążenie pojazdami specjalnymi zgodnie z załącznikiem nr 2 do rozporządzenia.

4. Przejście górne dla zwierząt projektuje się na obciążenie ruchome, tak jak na obciążenie pojazdami samochodowymi klasy II, z założeniem, że wartości współczynników dostosowawczych wynoszą $\alpha = 0,50$.

5. Tunel lub przepust projektuje się na obciążenie pojazdami samochodowymi lub specjalnymi, które znajdują się nad tunelem lub przepustem lub w ich pobliżu, jeżeli to obciążenie stanowi nie mniej niż 5% ich obciążenia stałego.

6. Drogowe obiekty inżynierskie usytuowane w ciągu danej drogi projektuje się na takie same obciążenia.

7. W przypadku istniejącego mostu lub wiaduktu dopuszcza się przyjęcie innych obciążeń, pod warunkiem wprowadzenia zakazu poruszania się pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej, która przekracza nośność użytkową tego mostu lub tego wiaduktu albo klasę MLC.

Załącznik nr 2

OBCIĄŻENIE POJAZDAMI SPECJALNYMI

1. Obciążenie pojazdami specjalnymi, wynikające z umowy standaryzacyjnej NATO – STANAG 2021, jest obciążeniem o wartościach charakterystycznych, zawierającym nadwyżkę dynamiczną, dla którego przyjmuje się wartość współczynnika częściowego $\gamma_Q = 1,35$ oraz schematy pojazdów specjalnych określone w ust. 6.

2. Mosty i wiadukty z co najmniej dwoma pasami ruchu na jezdni projektuje się na cztery klasy MLC. W zależności od klasy obciążenia pojazdami samochodowymi obiekty obciąża się pojazdami kołowymi i gąsienicowymi, które są usytuowane w jednej kolumnie i w dwóch kolumnach zgodnie z poniższą tabelą:

Klasa obciążenia pojazdami samochodowymi	Klasa MLC			
	pojazdy kołowe		pojazdy gąsienicowe	
	jedna kolumna	dwie kolumny	jedna kolumna	dwie kolumny
Klasa I	150	100	120	80
Klasa II	120	80	100	60

6. Schematy pojazdów specjalnych dla poszczególnych klas MLC

Klasa MLC	Pojazdy gaśnicowe	Pojazdy kołowe	
		obciążenie [t] i rozstaw osi [m]	rozstaw osiowy kół na osi pojazdu [m]
150	-		
120			
100			
80			
60			
40			



**Polski Komitet
Normalizacyjny**

POLSKA NORMA

ICS 91.010.30; 93.040

PN-EN 1991-2

maj 2007

Wprowadza

EN 1991-2:2003, IDT

Zastępuje

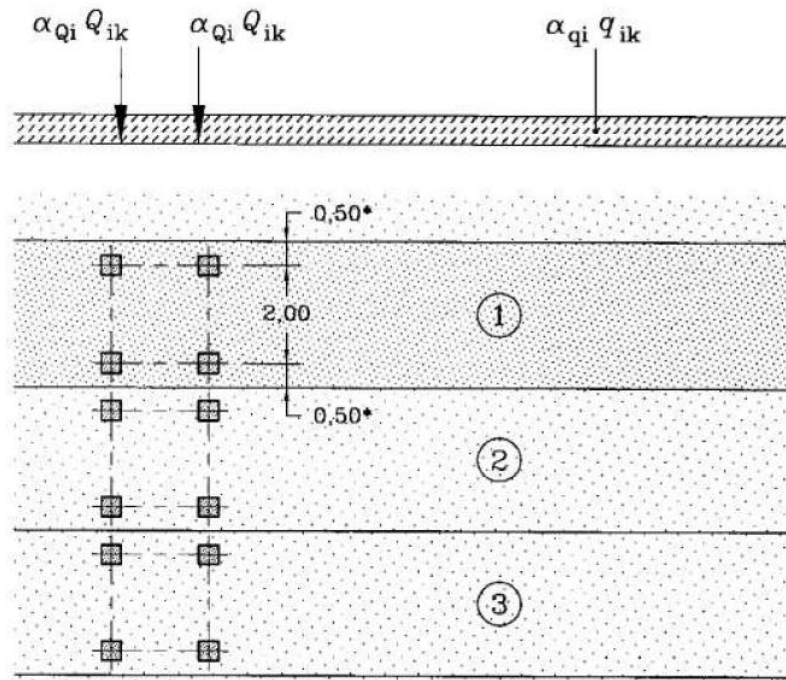
PN-EN 1991-2:2005 (U)

**Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje
Część 2: Obciążenia ruchome mostów**

*Norma wyróżnia 4 podstawowe modele pionowych obciążeń zmiennych.
Modele obciążeń zmiennych przedstawiają następujące efekty ruchu:*

- model obciążenia LM1 – obciążenia skupione i równomiernie rozłożone; model stosowany do sprawdzeń ogólnych i lokalnych,*
- model obciążenia LM2 – nacisk pojedynczej osi przyłożony do określonych powierzchni kontaktu opony z nawierzchnią; stosowany do obliczeń krótkich elementów konstrukcyjnych,*
- model obciążenia LM3 – zbiór nacisków osi tworzących pojazdy specjalne; model stosowany do sprawdzeń ogólnych i lokalnych,*
- model obciążenia LM4 – obciążenie tłumem; model do sprawdzeń ogólnych.*

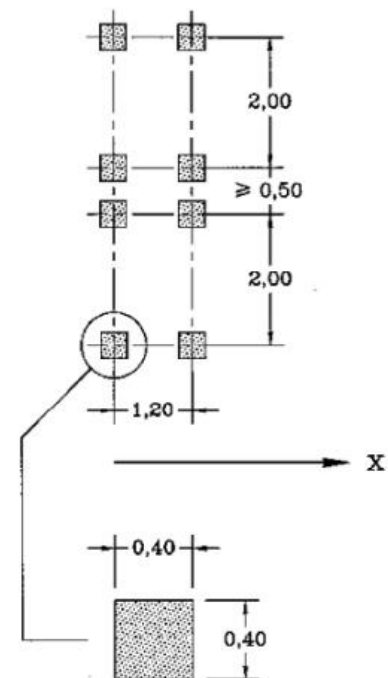
Modele obciążeń pionowych LM1



sprawdzenie ogólne

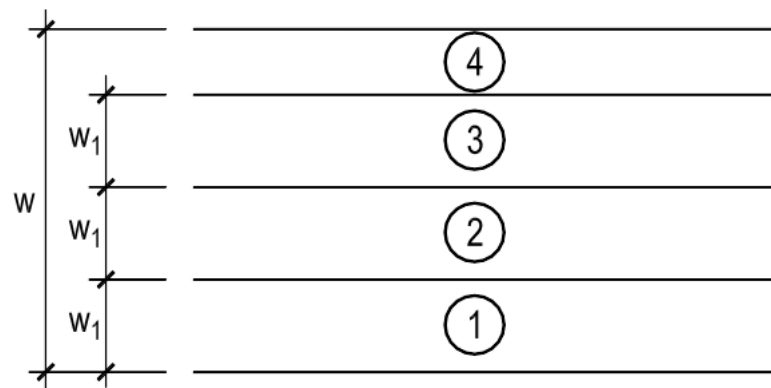
Tablica 4.2 – Model Obciążenia 1: wartości charakterystyczne

Położenie	Układ tandemowy TS	Układ UDL
	Obciążenia osi Q_{ik} (kN)	q_{ik} (lub q_{rk}) (kN/m ²)
Pas Numer 1	300	9
Pas Numer 2	200	2,5
Pas Numer 3	100	2,5
Pozostałe pasy	0	2,5
Obszar pozostały (q_{rk})	0	2,5



Stosowanie układów tandemowych
do sprawdzeń lokalnych

Modele obciążeń zawierają w sobie
tzw. nadwyżkę dynamiczną.



Numeracja pasów umownych na jezdni

Szerokość jezdni „w”	Liczba pasów umownych	Szerokość pasa umownego „w _i ”	Szerokość obszaru pozostałego
$w < 5,4\text{m}$	$n_1 = 1$	3,0 m	$w - 3,0\text{m}$
$5,4\text{m} \leq w < 6,0\text{m}$	$n_1 = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$6,0\text{m} \leq w$	$n_1 = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right)$	3,0 m	$w - 3 \cdot n_1$

Liczba i szerokość pasów umownych

4.9 Modele obciążeń przyczółków i ścian przyległych do mostów

4.9.1 Obciążenia pionowe

PN-EN 1991-2:2007

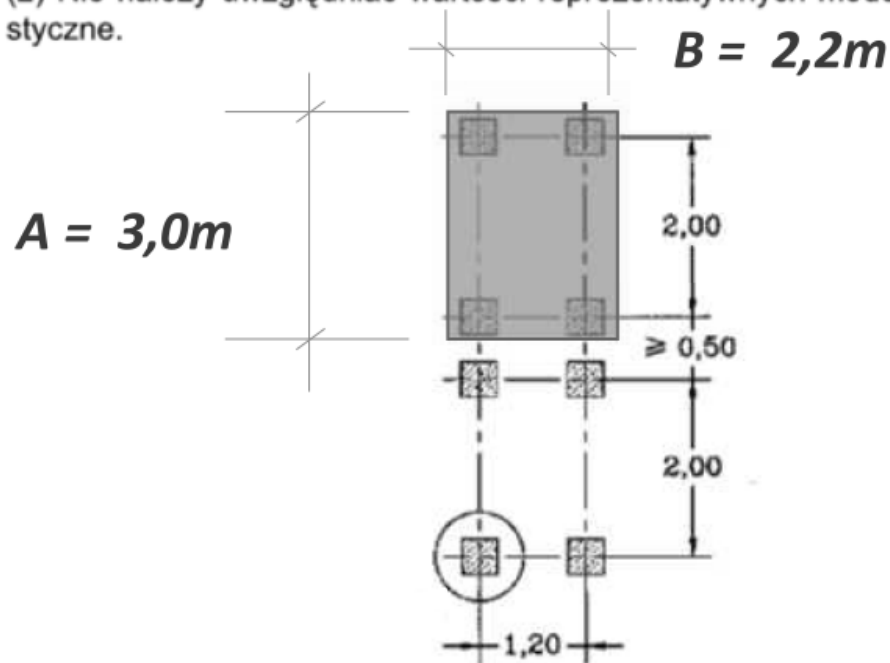
Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje -- Część 2: Obciążenia ruchome mostów

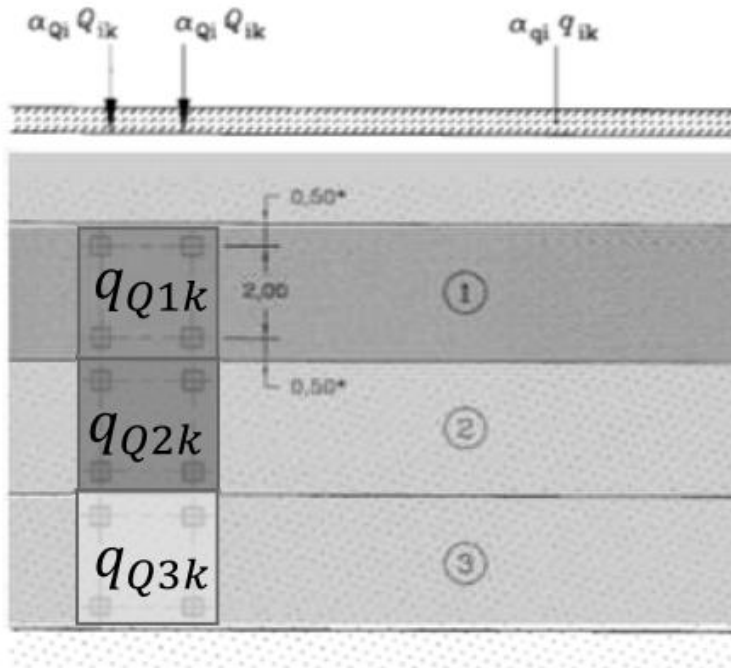
(1) Jezdnia położona za przyczółkami, ścianami skrzydeł, ścianami bocznymi i innymi częściami mostu kontaktującymi się z gruntem powinna być obciążona odpowiednimi modelami.

UWAGA 1 Te odpowiednie modele obciążeń mogą być określone w załączniku krajowym. Zalecane jest stosowanie Modelu Obciążenia 1 określonego w 4.3.2, ale dla uproszczenia, obciążenia od układu tandemowego można zastąpić równoważnym równomiernie rozłożonym obciążeniem oznaczonym q_{eq} , rozłożonym na odpowiednio dobranej powierzchni prostokąta zależnej od kąta rozkładu obciążeń poprzez zasypkę lub grunt.

UWAGA 2 Co do rozkładu obciążeń przez zasypkę lub grunt, patrz EN 1997. W przypadku braku innych reguł, jeżeli zasypka jest właściwie zagęszczona, to zalecana wartość kąta rozkładu w stosunku do pionu wynosi 30° . Przy takiej wartości powierzchnia, na której q_{eq} jest przyłożone, może być przyjęta za powierzchnię prostokątną o szerokości 3,0 m i długości 2,20 m.

(2) Nie należy uwzględniać wartości reprezentatywnych modelu obciążenia innych niż wartości charakterystyczne.





q_{4k}

q_{1k}

q_{2k}

q_{3k}

Objaśnienia

- (1) Pas nr 1: $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$; $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$
- (2) Pas nr 2: $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$; $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- (3) Pas nr 3: $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$; $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

* Dla $w_l = 3,00 \text{ m}$

$$q_{Q1k} = \frac{2 \cdot Q_{1k}}{2,2 \cdot 3,0} = \frac{2 \cdot 300}{2,2 \cdot 3,0} = 90,91 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Q2k} = \frac{2 \cdot Q_{2k}}{2,2 \cdot 3,0} = \frac{2 \cdot 200}{2,2 \cdot 3,0} = 60,61 \text{ kN/m}^2$$

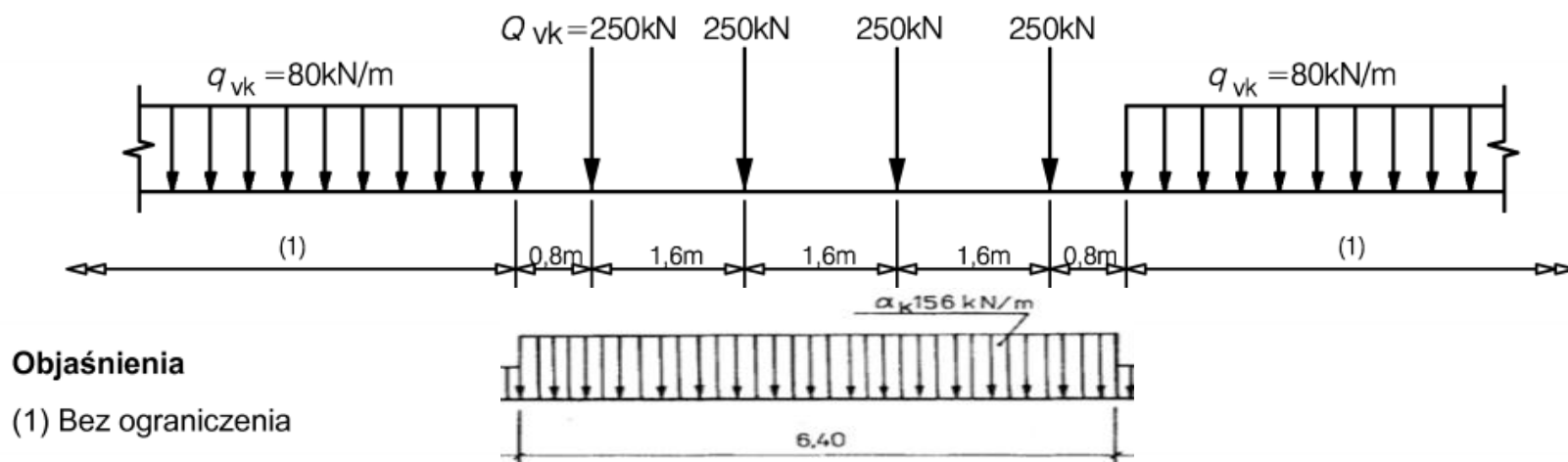
$$q_{Q3k} = \frac{2 \cdot Q_{3k}}{2,2 \cdot 3,0} = \frac{2 \cdot 100}{2,2 \cdot 3,0} = 30,30 \text{ kN/m}^2$$

6.3.2 Model Obciążenia 71

wg. PN/S-10030:1985 i wg PN-EN 1991-2:2007

(1) Model Obciążenia 71 przedstawia statyczny efekt obciążenia pionowego wywołany normalnym ruchem kolejowym.

(2)P Ustawienie obciążenia i wartości charakterystyczne obciążeń pionowych należy przyjmować zgodnie z Rysunkiem 6.1.



Rysunek 6.1 – Model Obciążenia 71 i wartości charakterystyczne obciążeń pionowych

norma mostowa i tu dopuszcza przyjęcie obciążenia zastępczego

b) obciążenie równomiernie rozłożone przy podsypce o grubości przynajmniej 0,5 m od wierzchu podkładu na szerokości 3,0 m,

$$q_{Kwk} = \frac{80}{3,0} = 26,67 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Klk} = \frac{156}{3,0} = 52,00 \text{ kN/m}^2$$

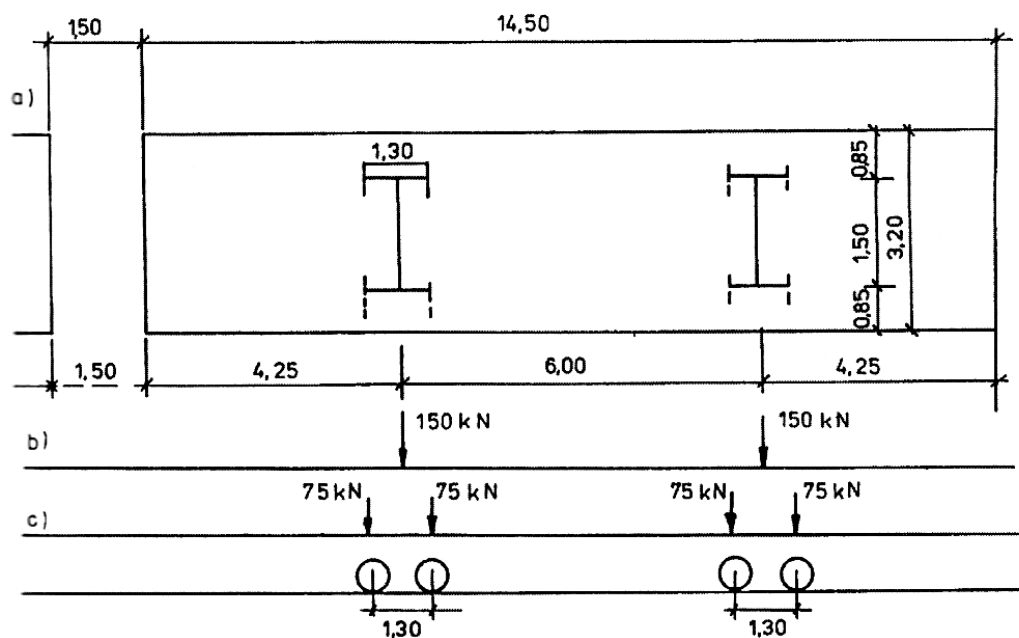
W rzucie z góry

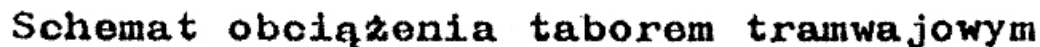


Obciążenia zmienne stropu tunelu od taboru tramwajowego

wg. PN-S-10030:1985 Obiekty mostowe – Obciążenia

Obciążenie taborem tramwajowym, stosowane do obliczeń tuneli, nad którymi występuje transport samochodowy i tramwajowy lub wyłącznie tramwajowy, należy przyjmować zgodnie z rys. 3.9 jako obciążenie niezależne od klas obciążenia taborem samochodowym.





norma podaje obciążenie zastępcze od taboru tramwajowego jako działające na poziomie spodu nawierzchni podkładów lub płyt betonowych, na szerokości 3,0 m i nieograniczonej długości symetrycznie do osi toru, o wartości 7 kN/m²

Obciążenia zmienne stropu tunelu tłumem pieszych

Obciążenie tłumem pieszych należy przyjmować niezależnie od klasy obciążenia taborem samochodowym jako równomiernie rozłożone bez współczynnika dynamicznego. W przypadku projektowania konstrukcji tunelu należy przyjmować wartość obciążenia tłumem pieszych równą $g_t = 4 \text{ kN/m}^2$.

Obciążenie na chodniku i ścieżkach rowerowych wg PN-EN 1991-2:2007

Obciążenie równomiernie rozłożone uwzględniane w kombinacji obciążeń

- piesi 3 kN/m^2
- tłum pieszych 5 kN/m^2