

# Konstrukcje oporowe

– są to konstrukcje, których głównym zadaniem jest podpieranie uskoków naziomu gruntów rodzimych lub nasypowych, a głównym obciążeniem jest parcie podpieranego gruntu.

Do **konstrukcji oporowych** zaliczamy:

- 1) Ściany lub mury oporowe
- 2) Ścianki szczelne i szczelinowe
- 3) Obudowy wykopów

## Rozdział 9 Konstrukcje oporowe

### 9.1 Postanowienia ogólne

#### 9.1.1 Zakres

(1)P Postanowienia tego rozdziału należy stosować do konstrukcji, zapewniających stateczność materiałów obejmujących grunt, skałę, zasypkę lub wodę. Materiał taki podpira się w celu zachowania nachylenia skarpy bardziej stromej od tego, które by ten materiał osiągnął, gdyby nie było konstrukcji. Konstrukcje oporowe obejmują wszystkie rodzaje ścian i systemów podtrzymujących, w których na elementy konstrukcyjne działają siły wywierane przez podpierany materiał.

#### 9.1.2 Definicje

(1) W projektowaniu konstrukcji oporowych rozróżnia się trzy podstawowe rodzaje konstrukcji:

##### 9.1.2.1

#### **masywne (grawitacyjne) ściany oporowe**

są to ściany z kamienia, z niezbrojonego lub zbrojonego betonu, mające podstawę fundamentową z ostrogą lub bez ostrogi, półki lub przypory. Ciężar ściany w konstrukcjach z balastem stabilizującym, również ciężar gruntu, skały lub zasypki, odgrywa znaczącą rolę w podtrzymywaniu podpieranego materiału. Przykładem takich ścian są betonowe masywne ściany oporowe o stałej lub zmiennej grubości, żelbetowe ściany płytowo-kątowe i ściany z przyporami

##### 9.1.2.2

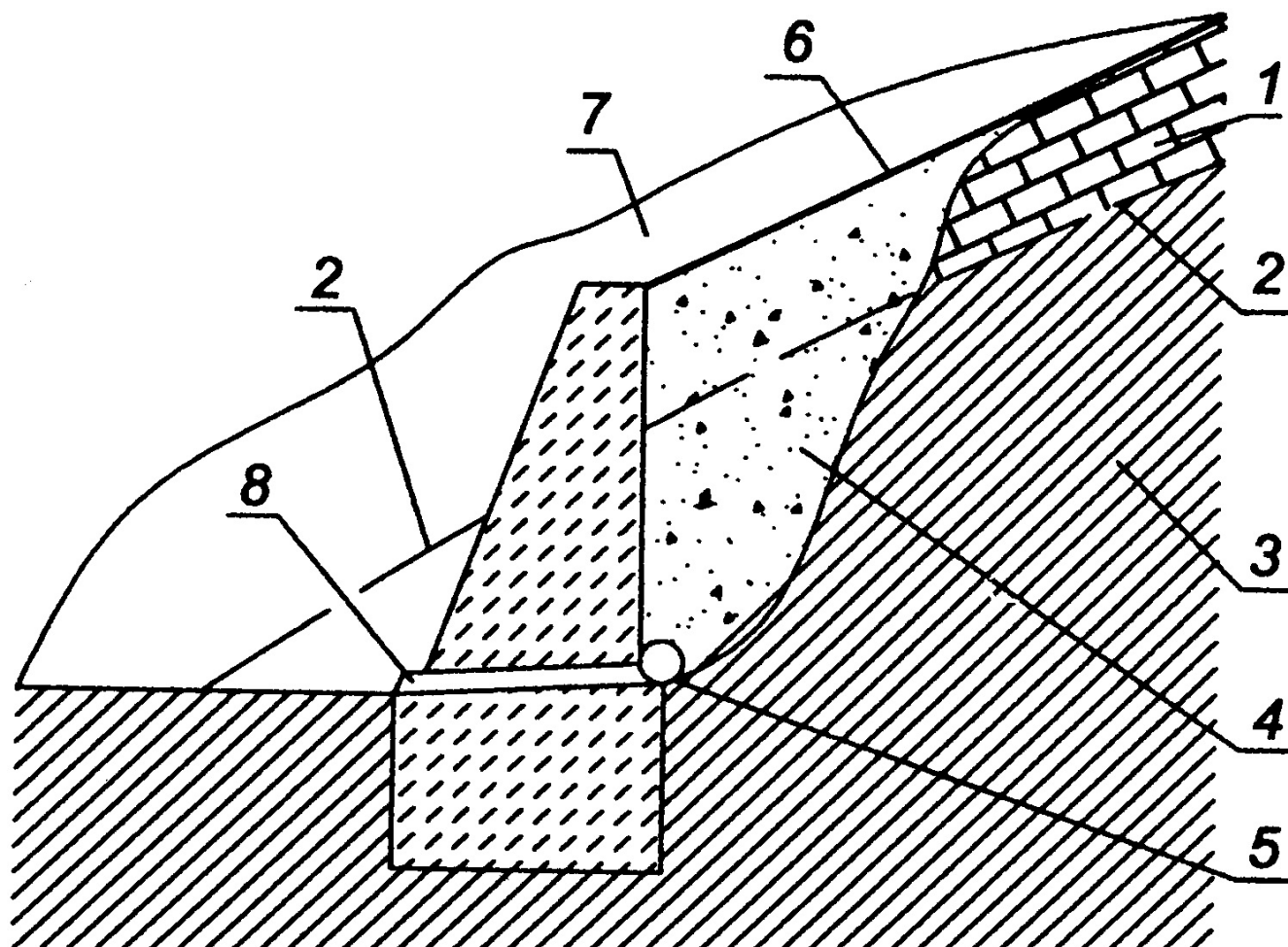
#### **ściany zagłębione w podłożu**

są to relatywnie cienkie ściany ze stali, żelbetu lub drewna, podtrzymywane przez kotwy, rozpory i/lub odpór gruntu. Wytrzymałość na zginanie takich ścian odgrywa znaczącą rolę w podtrzymywaniu gruntu, podczas gdy rola ciężaru ściany jest nieistotna. Przykładami takich ścian są: wspornikowe stalowe ścianki szczelne, zakotwione lub rozparte stalowe albo betonowe ścianki szczelne i ściany szczelinowe

##### 9.1.2.3

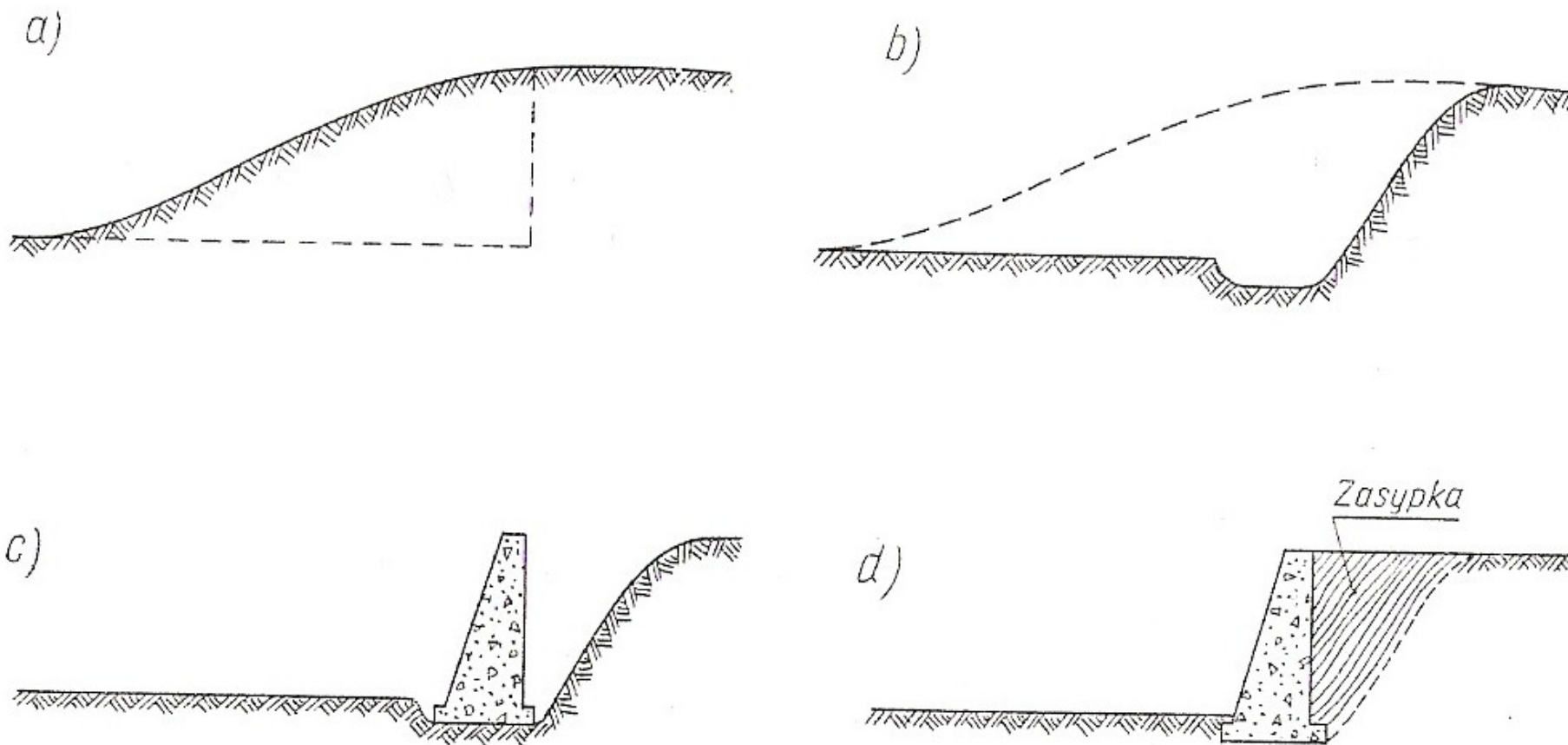
#### **ściany o konstrukcji złożonej**

obejmują ściany z elementów obu wyżej podanych rodzajów ścian. Istnieje duża różnorodność takich ścian, których przykładem mogą być grodze z podwójnej ścianki szczelnej, konstrukcje z gruntu zbrojonego cięgnami, geotekstyliami lub iniekcjami, konstrukcje z wieloma rzędami kotew gruntowych lub gwoździ gruntowych



***Zabezpieczenie podstawy stoku za pomocą muru oporowego:***

- 1 – dawna masa osuwiska; 2 – powierzchnia poślizgu; 3 – grunt nienaruszony;  
4 – wypełnienie pachwiny gruntem filtrującym; 5 – drenaż;  
6 – warstwa nieprzepuszczalna; 7 – usunięty grunt dawnego osuwiska;  
8 – wylot drenażowy.



### *Etapy budowy masywnej ściany oporowej:*

- a) kształt projektowany wykopu,*
- b) wykonany wykop,*
- c) wykonana ściana oporowa,*
- d) ułożona zasyпка.*

*Źródło: [Lambe T., 1977].*

# Mury oporowe

- jako zabezpieczenie stateczności skarp i zboczy,
- przyczółków mostowych i kolejowych;
- ścian śluz,
- nabrzeża zbiorników wodnych i składów materiałów sypkich.

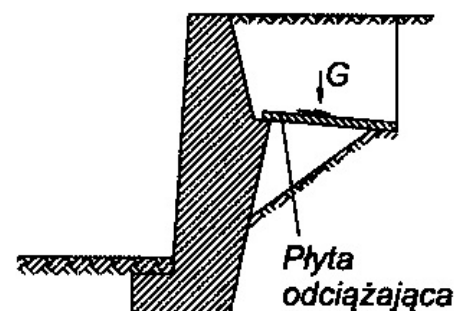
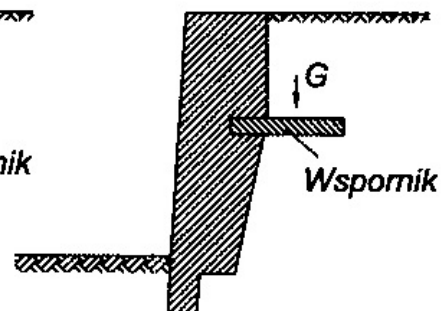
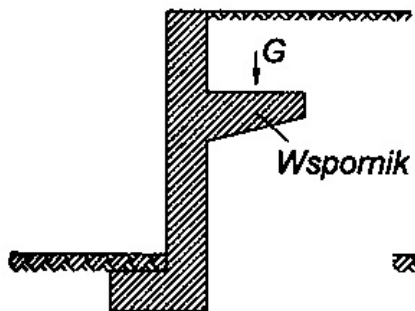
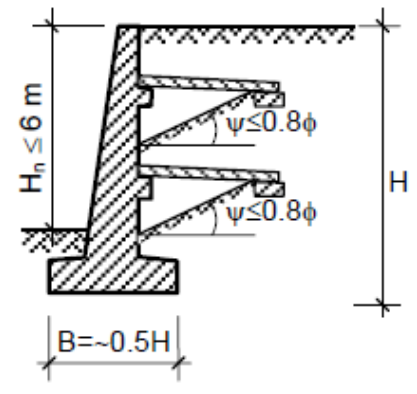
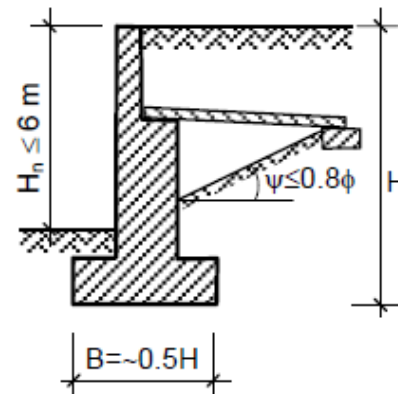
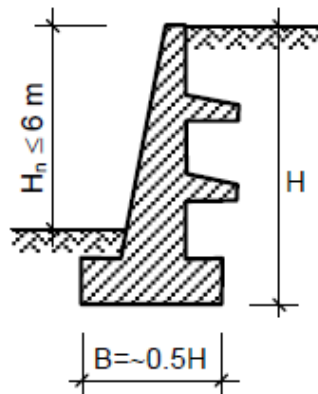
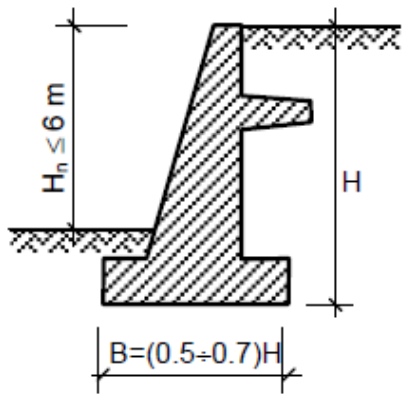
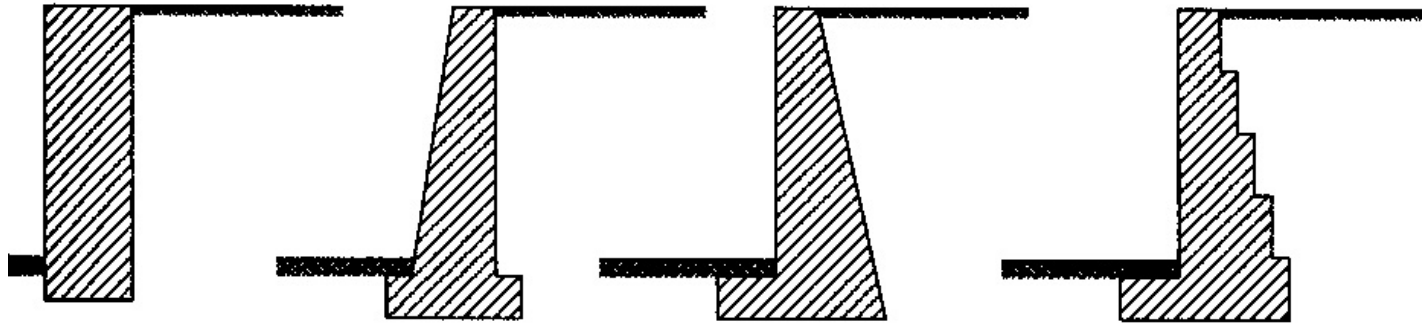


# Mury oporowe

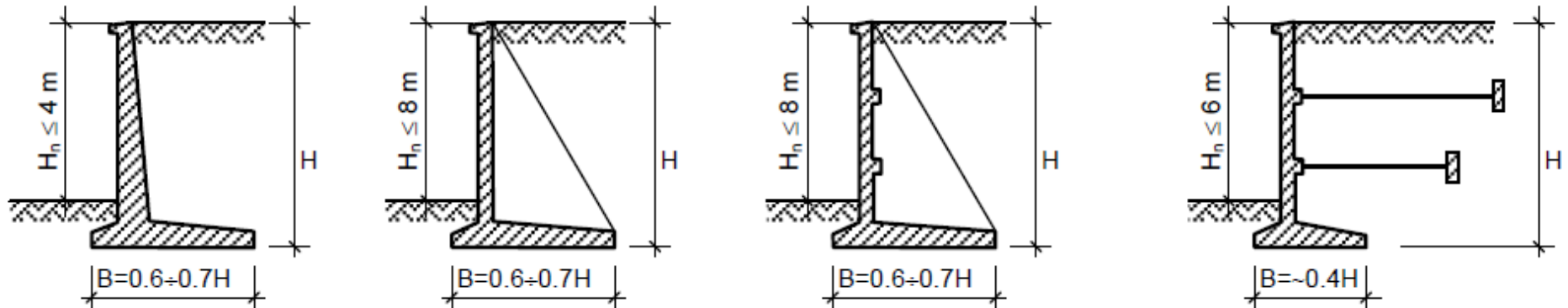
Klasyfikacja ze względu na konstrukcję:

- masywne (ciężkie);
- lekkie (płytowo-kątowe, płytowo-żebrowe);
- z gruntu zbrojonego;
- z gabionów.

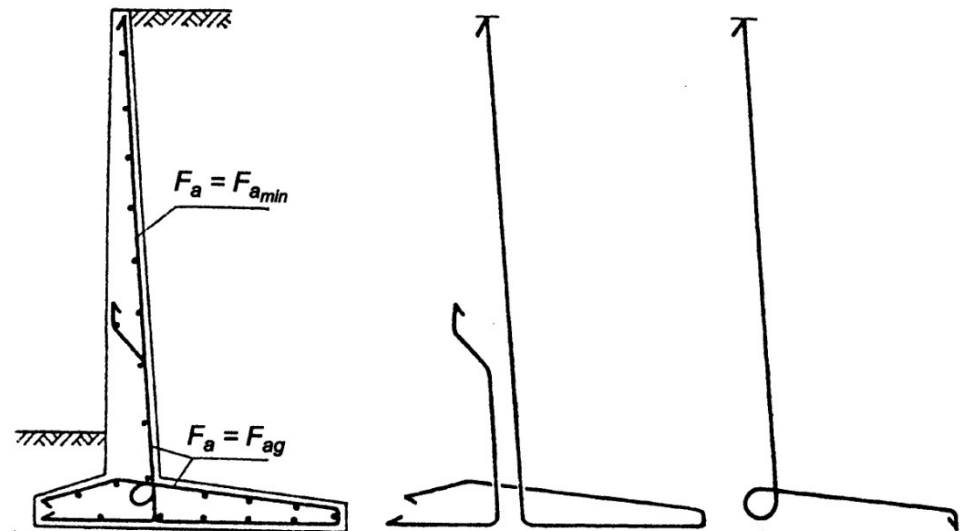
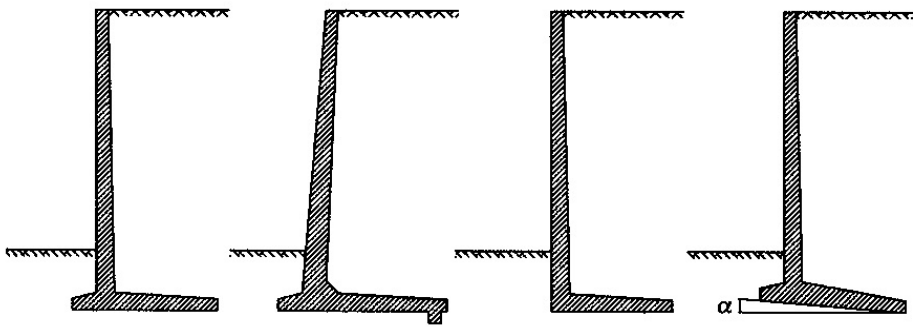
## Mury masywne i półmasywne



# Mury lekkie



*płytowo-kątowe, płytowo-żebrowe, płytowe z elementami kotwiącymi*





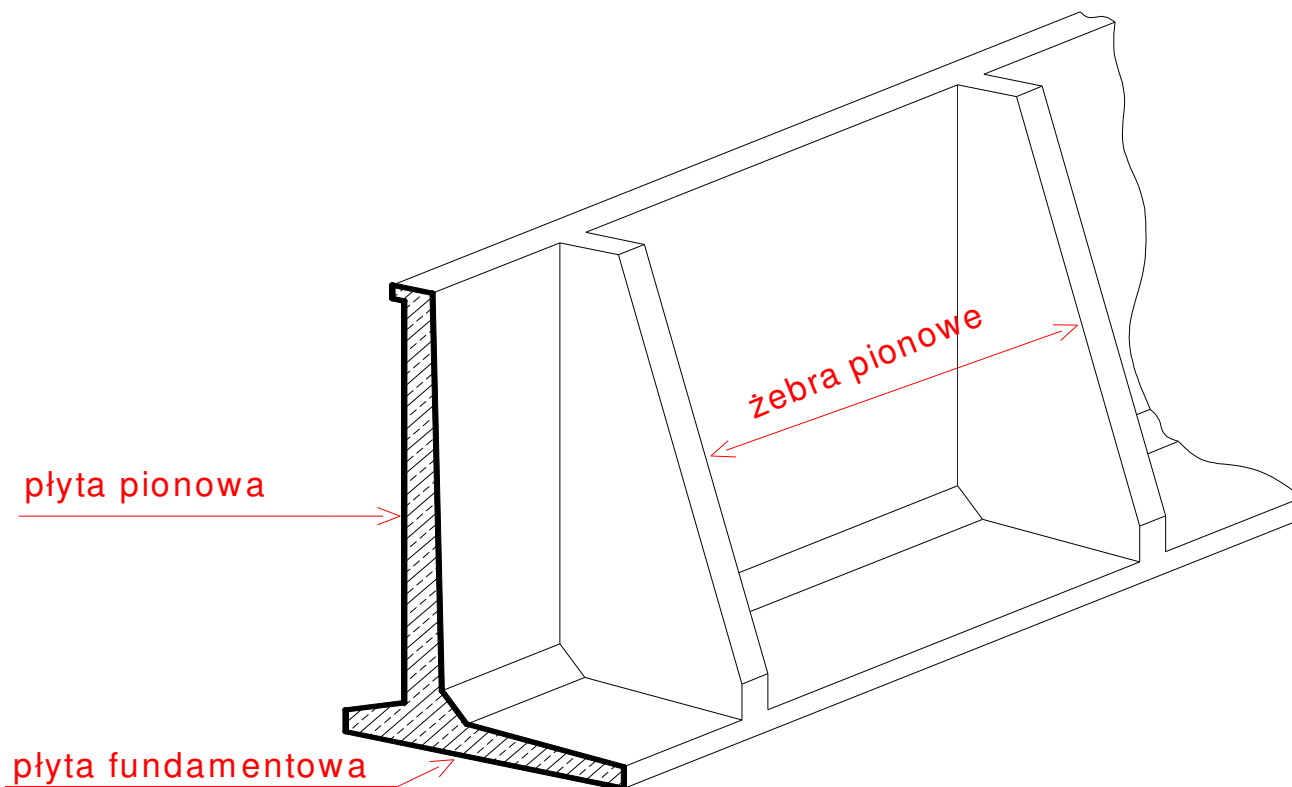
## ***Mury płytowo-kątowe, prefabrykowane***



## **Mury oporowe płytowo-kątowe**

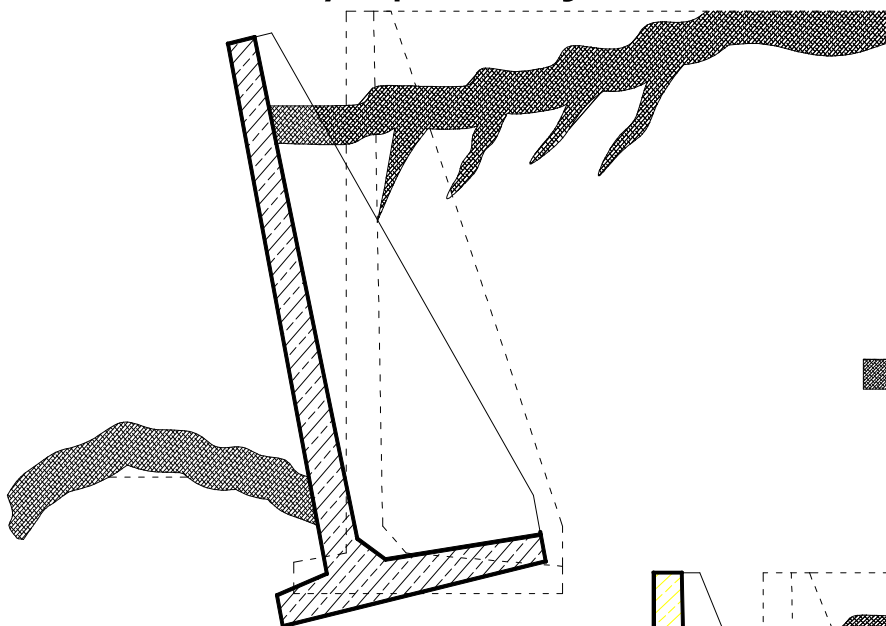
**Ściany płytowo – żebrowe** – składają się z płyty fundamentowej, pionowej oraz pionowych żeber rozstawionych wzdłuż ściany oporowej co 2.5 – 3.5m,

- wykonane wyłącznie z żelbetu,
- duża sztywność i mała odkształcalność na działanie poziomego parcia gruntu w porównaniu z konstrukcjami płytowo kątowymi bez żeber.

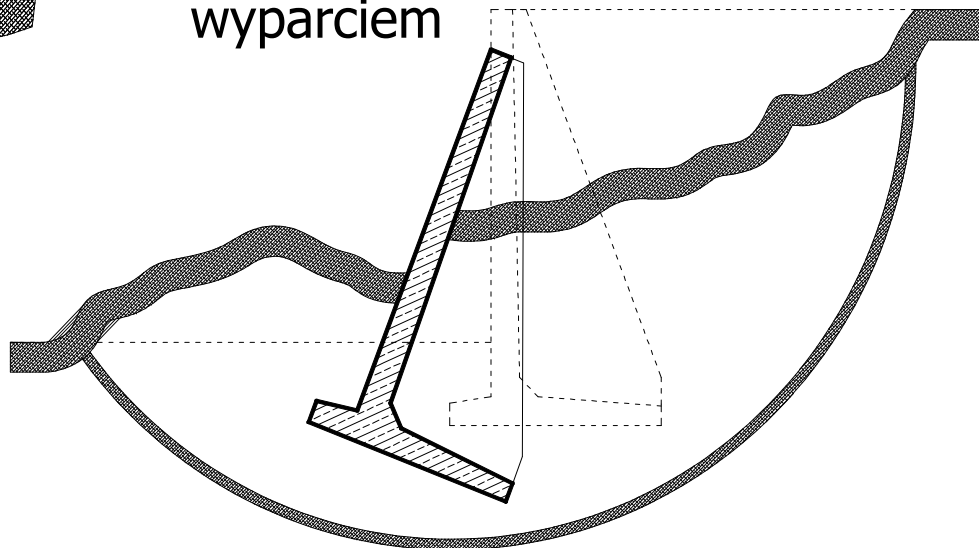


# ***Stateczność murów oporowych***

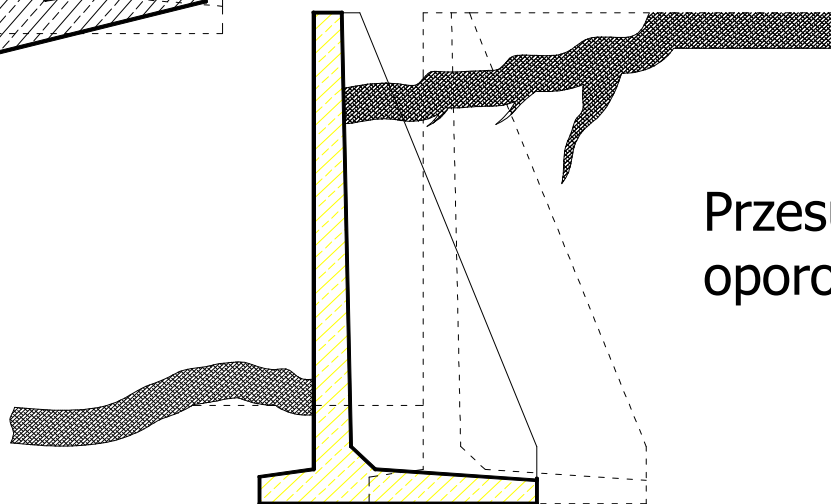
Obrót ściany oporowej



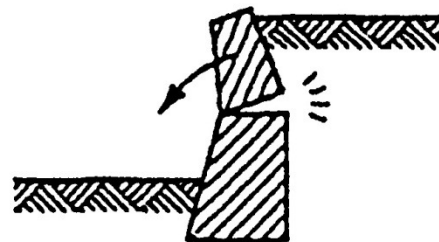
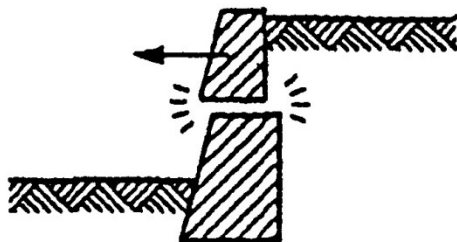
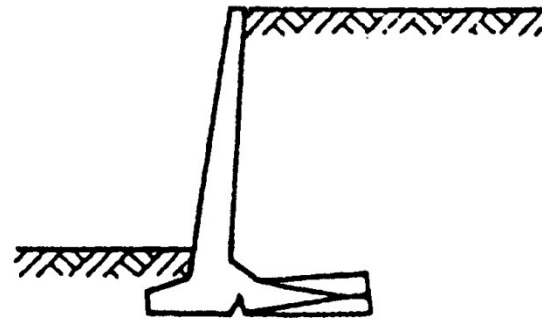
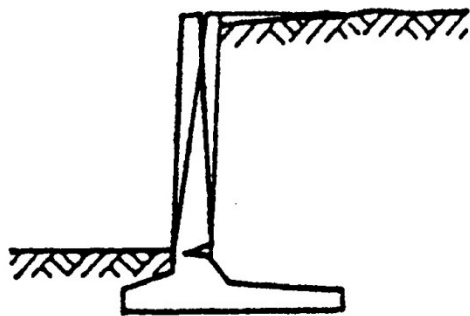
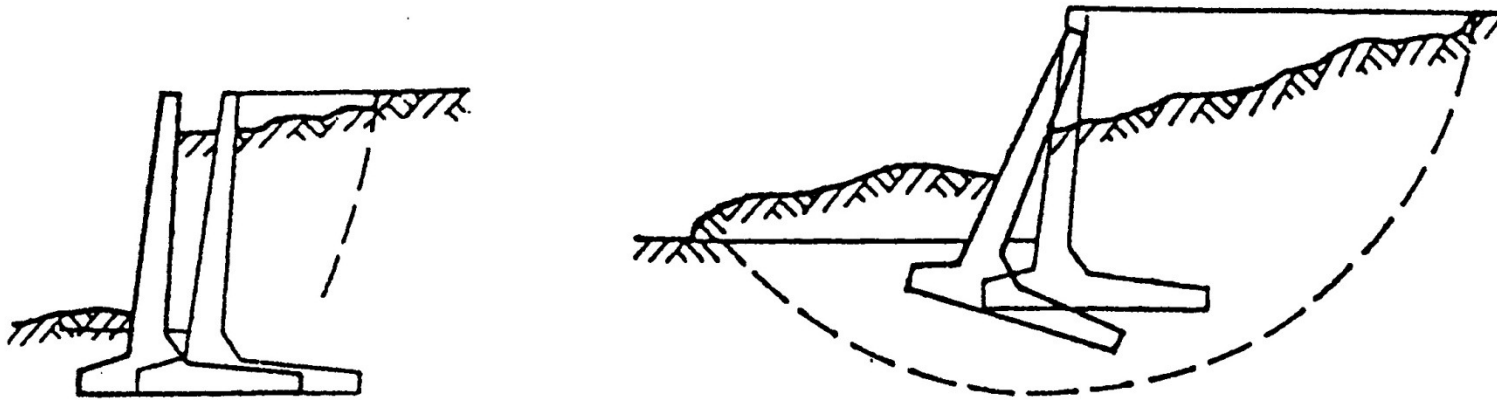
Obrót ściany oporowej z wyparciem



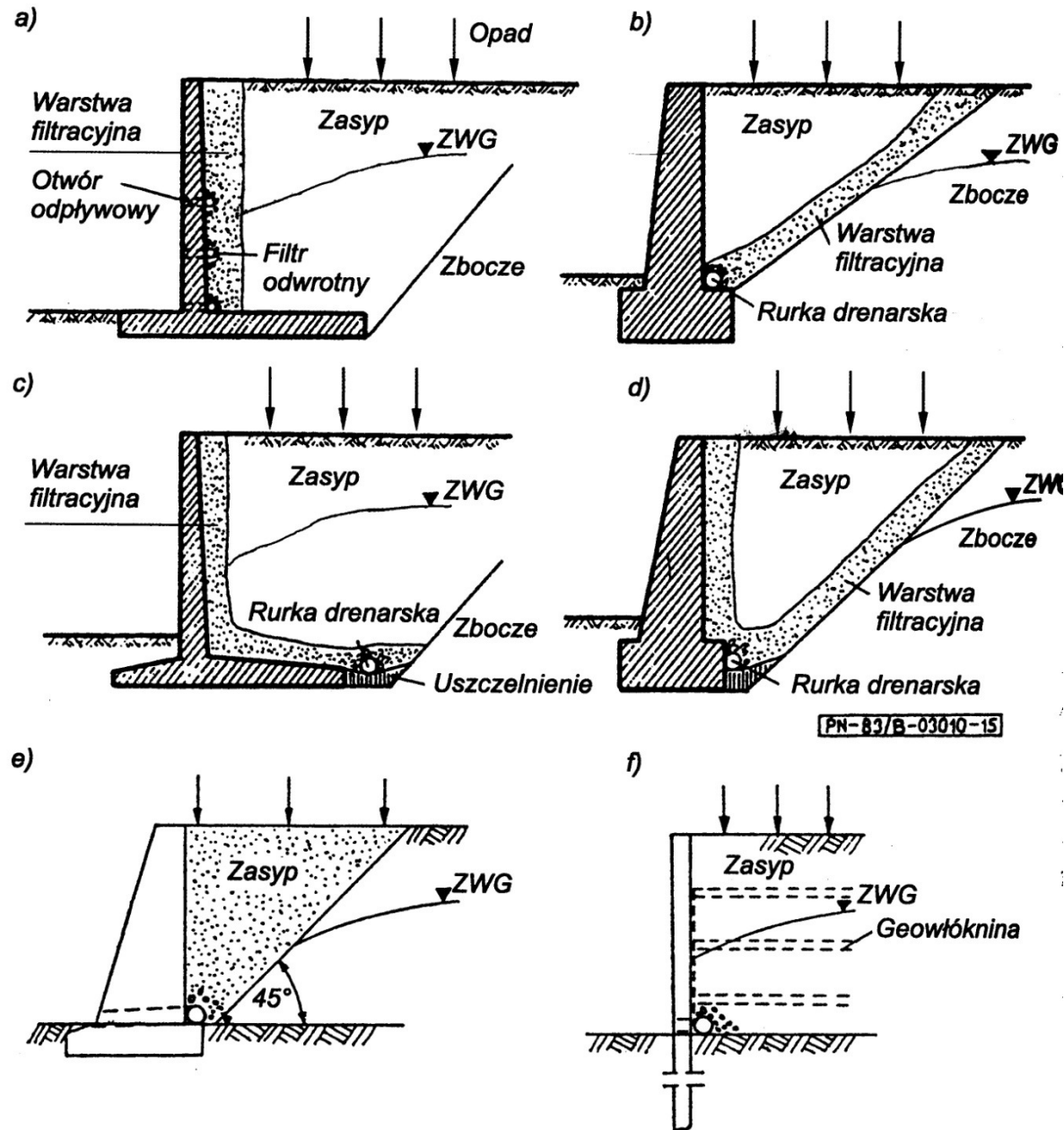
Przesunięcie ściany oporowej



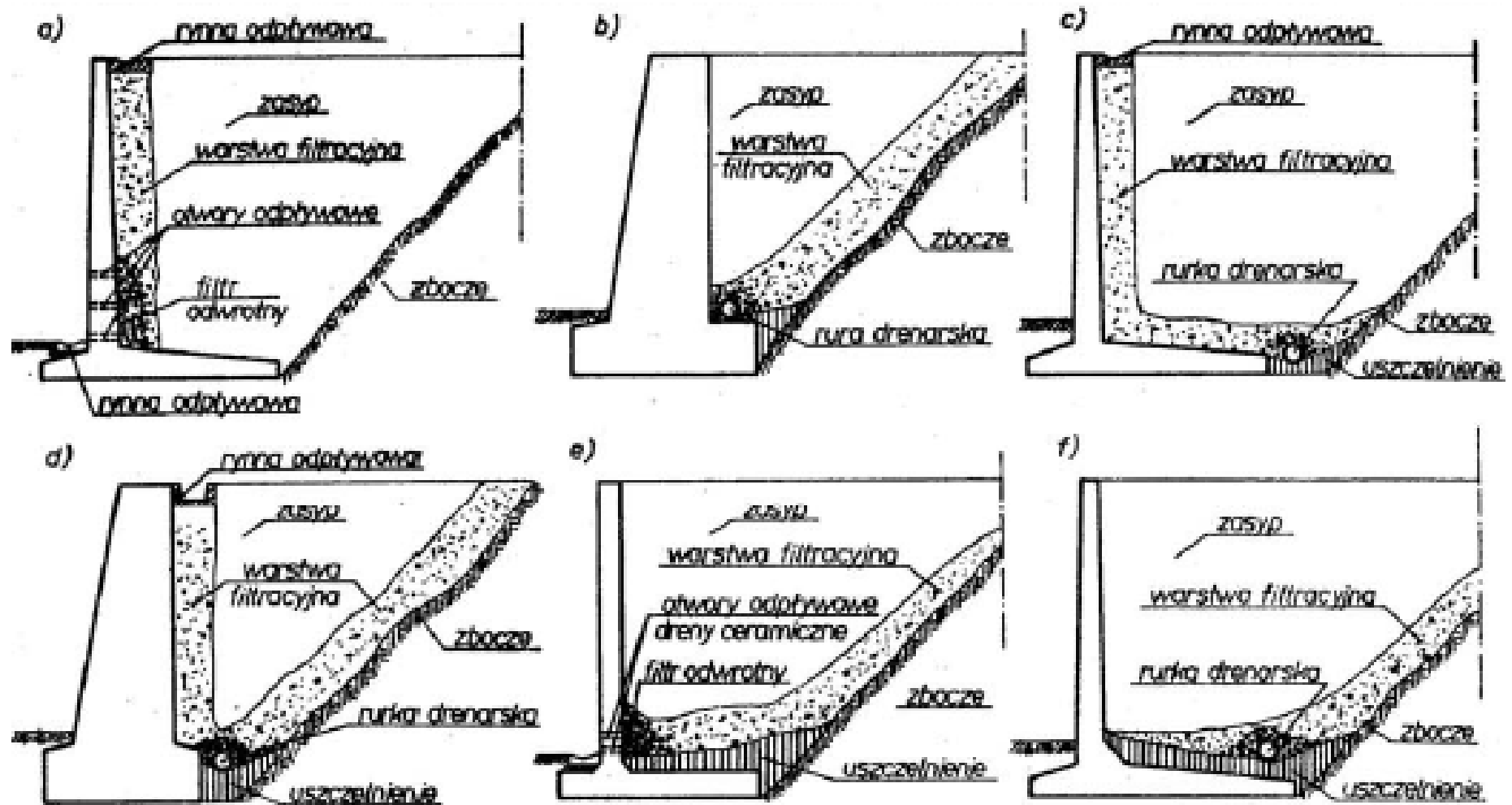
# Stateczność murów oporowych



# Odwodnienie murów oporowych

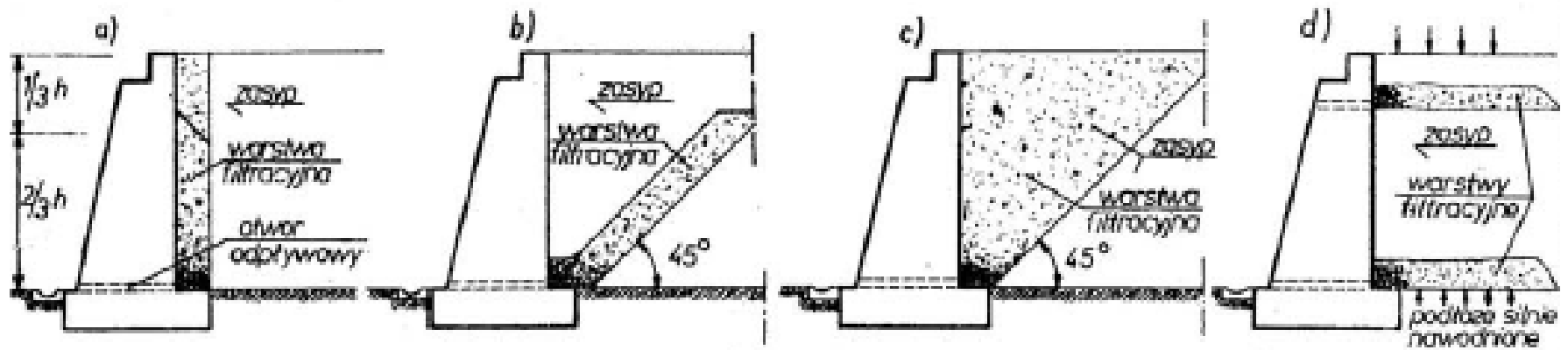


# Odwodnienie murów oporowych

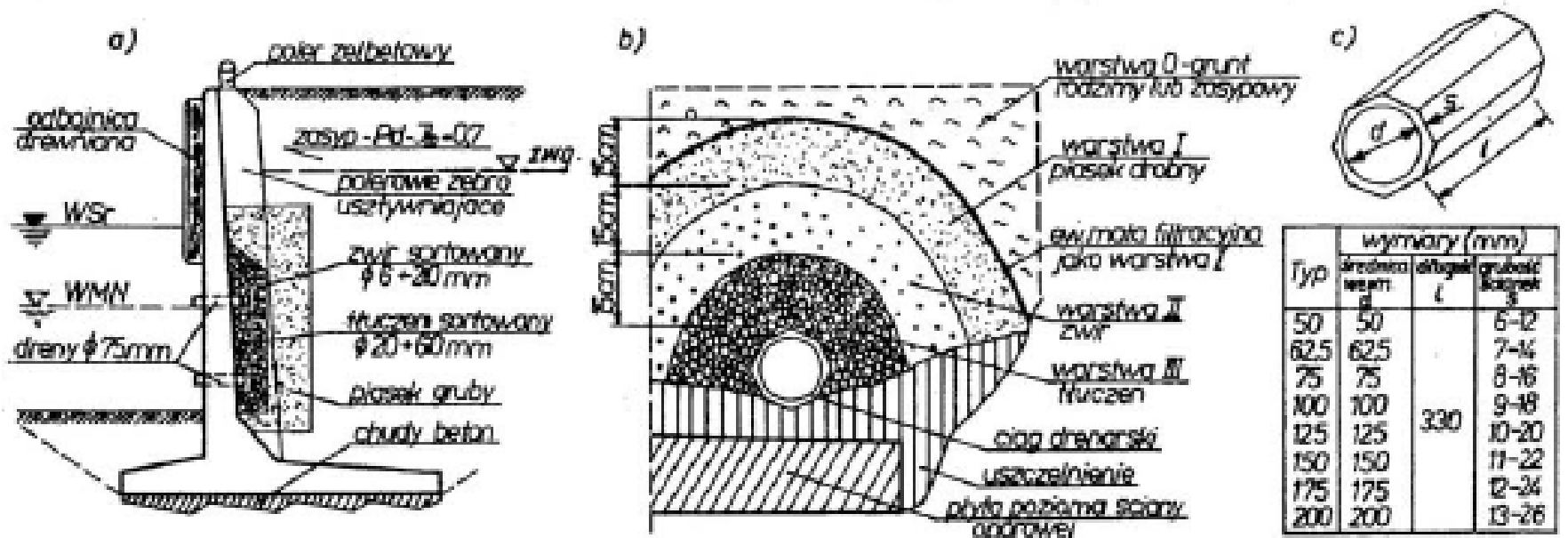


*Fig.1 Przykłady odwodnienia zasypu za ścianą oporową: 1a) filtr pianowy zaleca się dla zasypów z gruntów piaszczystych; 1b) warstwa ukośna eliminuje nadmierne ciśnienie sphywowe wody, lub ciśnienie parowe w słabo zagęszczonym zasypie, redukuje obciążenie konstrukcji wywołane wodą opadającą; 1c,d) jednocześnie warstwę pianową i poziomą (lub ukośną) należy stosować w przypadku gruntów pęczniących lub w celu przyspieszenia konsolidacji zasypu z gruntu spoistego; 1e,def) gdy pod fundamentem występują grunty wrażliwe na zawiłocenie (np. gl. pylaste) należy stosować warstwę uszczelniającą, np. gliny, ity*

# Odwodnienie murów oporowych



Rys. 2. Możliwości rozwiązania odwodnienia zasypu za przyczółkiem. 2a) warstwa pionowa z gruntu o dużej przepuszczalności lub z kamieni, gdy grunt zasypu ma znaczną przepuszczalność ( $k > 3 \cdot 10^{-4}$  m/s) wysokość filtra można skrócić o  $\frac{1}{3}h$ ; 2b) warstwa filtracyjna ułożona (działająca jak na rys. 1b); 2c) kłm z gruntu o dużym współczynniku filtracji ( $k > 10^{-4}$  m/s) wykonany w zasypie; 2d) warstwy odwodniające poziome, ograniczające przenikanie do zasypu wody opadowej i gruntowej z silnie nawodnionego podłoża.



Rys. 3. 3a) Zastosowanie filtra odwrótnego w odwodnieniu zasypu nabrzeża  
 3b) Przykład filtra odwrótnego  
 3c) Wymiary osmiobocznych rurek drenażowych

Typ	wymiary (mm)		
	średnica wewnętrzna	długość	grubość ścianki
50	50	330	6-12
62.5	62.5		7-14
75	75		8-16
100	100		9-18
125	125		10-20
150	150		11-22
175	175		12-24
200	200		13-26

# Zastosowanie geosyntetyków

## *Warstwy filtracyjne i drenażowe*





## *Mury oporowe z gruntu zbrojonego*

