

Zbiorniki prostopadłościenne - Zbiorniki o przekroju prostokątnym:

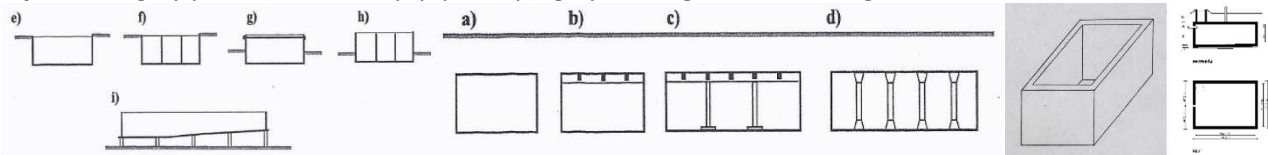
- otwarte, przekryte,
- podziemne, zagłębione, naziemne, rzadko naziemne,
- obiekty niezależne lub umieszczone w budynkach halowych,
- w całości monolityczne, monolityczne z prefabrykowanym przekrojem, całkowicie prefabrykowane.

Ściany zbiorników prostopadłościennych - płyty, lub tarcze (w przypadku zbiorników posadowionych za pośrednictwem słupów).

Ściany rozległych w planie zbiorników otwartych - są często usztywniane górą za pomocą ramy wieńczącej. Rozwiązaniem stosowanym w celu zmniejszenia momentów zginających są też żelbetowe ściągi.

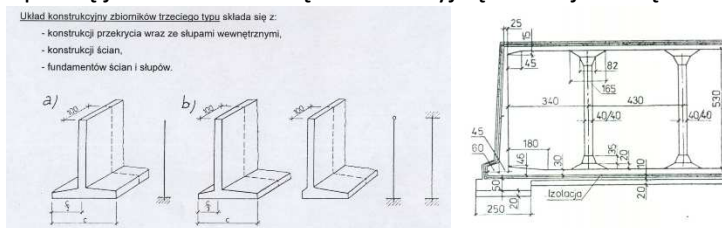
Dno - zwykle w formie płyty płaskiej, przy czym może być ona pozioma lub kształtowana ze spadkiem.

Przekrycie - z reguły płaskie w formie płyty, stropu grzybkowego lub belkowego.



Rozwiązania konstrukcyjne zbiorników prostokątnych

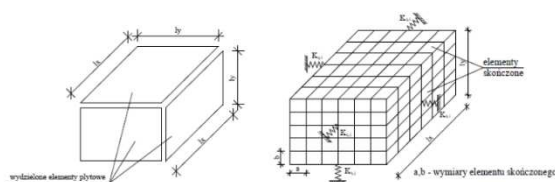
Wśród różnorodnych rozwiązań konstrukcyjnych podziemnych zbiorników o prostokątym kształcie komór można wyróżnić trzy zasadnicze typy: **1) zbiorniki w formie skrzyni żelbetowej**, gdzie układ elementów konstrukcyjnych jest identyczny z układem elementów kształtujących komorę zbiornika. **2) zbiorniki, w których na układ konstrukcyjny oprócz skrzyni żelbetowej kształtującej komorę zbiornika składają się dodatkowe elementy**. Usytuowane są one wewnątrz komory i ich wprowadzenie związane jest z dużą rozpiętością płyty stropowej i dennej. **3) zbiorniki, w których układ konstrukcyjny w znacznej mierze jest kształtowany niezależnie od układu funkcjonalnego**. Jedynie ściana zbiornika i przekrycie pełnią jednocześnie rolę konstrukcyjną i funkcjonalną.



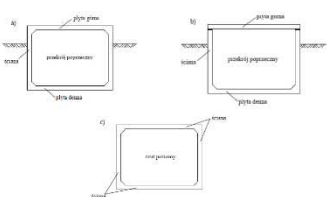
Obliczeniowe schematy statyczne i obciążenia żelbetowych prostopadłościennych zbiorników monolitycznych

Można wyróżnić następujące obliczeniowe schematy statyczne zbiorników prostopadłościennych:

- schemat rozdzielczy (metoda płyt wydzielonych),
- schemat przestrzenny.



	Zbiornik naziemny		Zbiornik zagłębiony i podziemny	
	napełniony	pusty	zasypany i pusty	odkopany i napełniony
ściany	ciśnienie cieczy (wykres trójkątny)	-	parcie gruntu (wykres trapezowy)	ciśnienie cieczy (wykres trójkątny)
płyta denna	-	odpór gruntu	odpór gruntu	-
przekrycie	ciężar własny + obciążenie przekrycia (śnieg, technologiczne)	ciężar własny + obciążenie przekrycia (śnieg, technologiczne)	ciężar własny + obciążenie przekrycia (śnieg, zasyłka, technologiczne)	ciężar własny + obciążenie przekrycia (śnieg, technologiczne)



Zbiornik rozpatruje się jako **układ płyt składowych**, którymi są: ściany, płyta denna oraz w zbiornikach przekrytych – przekrycie. W zbiornikach o przekroju kwadratowym wszystkie ściany mają jednakowe wymiary, a w przypadku przekrojów prostokątnych po dwie są jednakowe. W zbiornikach ze ścianami posadowionymi na ławach fundamentowych, oddylatowaną płytę denną niewpływającą na pracę statyczną ścian, rozpatruje się oddzielnie. Analizując pracę statyczną wydzielonych płyt, rozpatruje się dwie ekstremalne sytuacje:

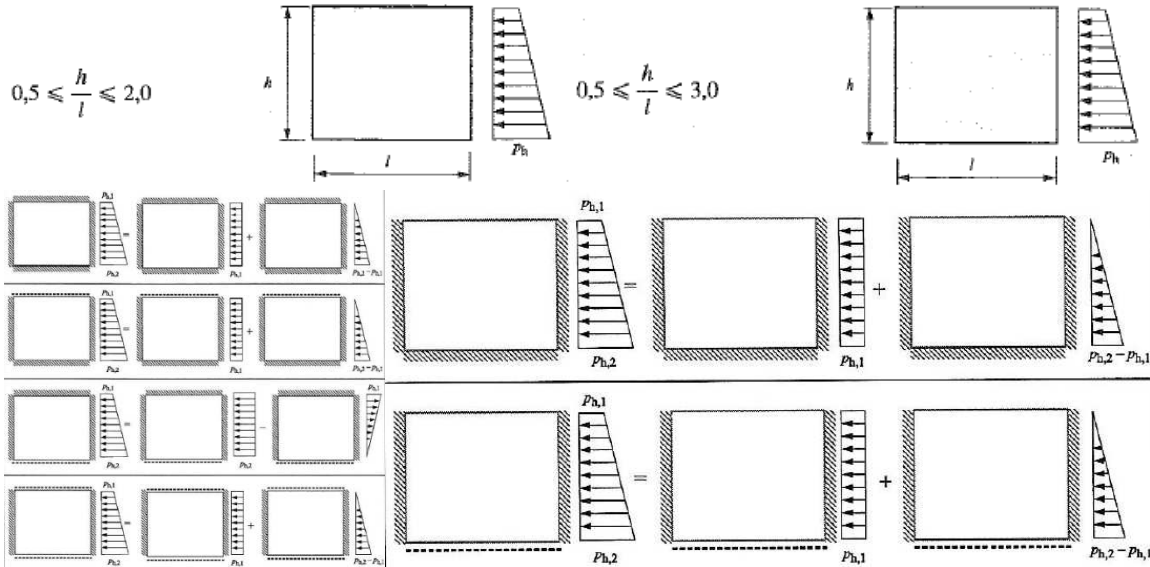
- 1) **zbiornik napełniony** (w przypadku zbiorników zagłębionych i podziemnych – zbiornik odkopany),
- 2) **zbiornik pusty** (w przypadku zbiorników zagłębionych i podziemnych – zasypany).

W pierwszym etapie obliczeń analizuje się niezależną pracę płyt, określając ich schematy podparcia. W przypadku ścian przyjmuje się, że:

- na krawędziach bocznych są one zamocowane w sąsiednich ścianach,

- górna krawędź w przypadku zbiorników otwartych jest swobodna, a w przypadku zbiorników przekrytych – podparta lub utwierdzona w płycie przekrycia,
- dolna krawędź jest utwierdzona lub podparta w płycie dennej lub w ławach fundamentowych.
- połączoną monolitycznie ze ścianami płytę denną traktuje się tak **jak płytę zamocowaną na obwodzie**, przy czym istotne wartości momentów powstają tu jedynie, gdy zbiornik jest nienapełniony. Są one rezultatem działania odporu gruntu, a w zbiornikach podziemnych – odporu gruntu i parcia poziomego.
- Przekrycie oblicza się, zgodnie z rozwiązaniem konstrukcyjnym, **jako płytę lub strop płytowo – belkowy**.

Obliczanie zbiorników jako układu płyt dwukierunkowo zginanych metodą płyt wydzielonych

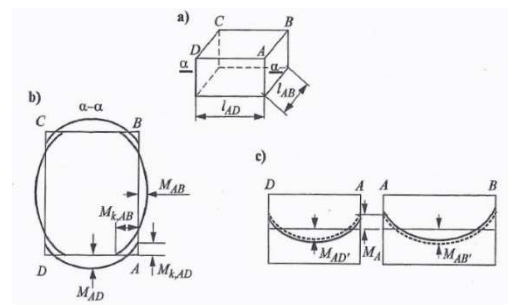


W pierwszym etapie obliczeń każdą płytę rozpatruje się niezależnie, co oznacza, że momenty podporowe (krawędziowe) dwóch płyt zbiegających się w danej krawędzi (narożniku) mogą się różnić. Są one jednakowe jedynie w przypadku pionowej krawędzi zbiornika o przekroju kwadratowym, w którym wszystkie ściany mają jednakowe wymiary. W pozostałych przypadkach (tzn. krawędzi pionowych zbiornika o przekroju niekwadratowym, krawędzi ściany i dna oraz krawędzi ściany i płyty przekrycia) obliczone momenty podporowe różnią się. **W rzeczywistości w narożu panuje jeden moment, który ma wartość pośrednią.** Jeśli różnica momentów krawędziowych nie jest duża (ok. 10%) – za miarodajny do wymiarowania strefy narożnika przyjmuje się większy z momentów krawędziowych płyt, zbiegających się w danej krawędzi. Jeśli różnica momentów krawędziowych jest większa, stosuje się tzw. **wyrównanie momentów**. Najczęściej stosowana – **metoda Crossa** - polega na „rozrzuceniu” różnicy momentów podporowych płyt zbiegających się w danej krawędzi na te płyty, proporcjonalnie do ich sztywności.

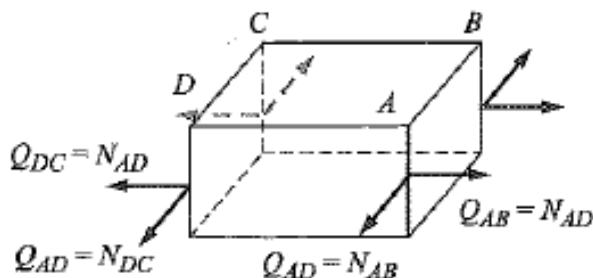
Po ostatecznym ustaleniu momentów zginających w ścianach i narożach, **ostatnim etapem obliczeń zbiornika** jest określenie sił podłużnych w ścianach zbiornika w płaszczyźnie poziomej.

Siły podłużne są:

rozciągające w zbiorniku napełnionym,
 ściskające w zbiorniku pustym zasypanym.

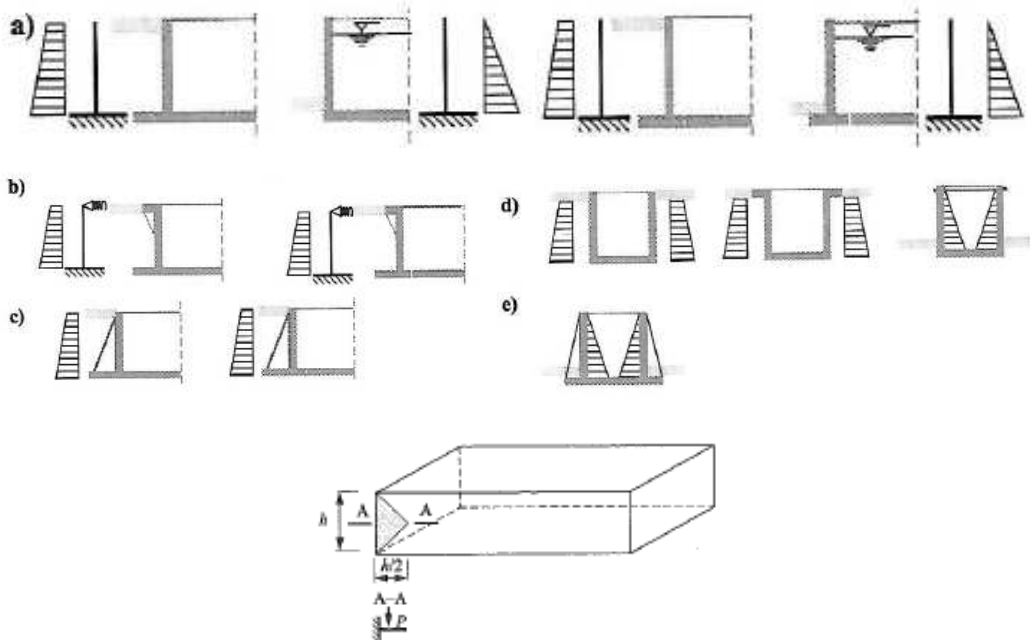


Krok obliczeniowy	Płyta AB	Płyta AD	Suma
1 Sztywność płyty	k_{AB}	k_{AD}	$k_A = k_{AB} + k_{AD}$
2 Współczynnik rozdziału	r_{AB}	r_{AD}	$r_{AB} + r_{AD} = 1,0$
3 Momenty przęsłowe	$ M_{k,AB} $	$ M_{k,AD} $	
4 Momenty krawędziowe $ M_{k,AB} > M_{k,AD} $	$ M_{k,AB} $	$- M_{k,AD} $	
5 Suma momentów krawędziowych			$\Delta M = M_{k,AB} - M_{k,AD} $
6 Poprawki	$(-\Delta M)r_{AB}$	$(-\Delta M)r_{AD}$	
7 Ostateczne wartości momentów krawędziowych	$M_{k,AB} = M_{k,AB} + (-\Delta M)r_{AB}$	$M_{k,AD} = - M_{k,AD} + (-\Delta M)r_{AD}$	$M_{k,AB} + M_{k,AD} = 0$
8 Ostateczne wartości momentów przęsłowych	$M'_{k,AB} = M_{k,AB} + \Delta M r_{AB}$	$M'_{k,AD} = M_{k,AD} - \Delta M r_{AD}$	



OBLICZANIE ZBIORNIKÓW ROZLEGŁYCH W PLANIE

- Ściany zbiorników rozległych w planie mają wymiary takie, które sprawiają, że pracują one głównie jednokierunkowo w kierunku pionowym.
- Ściany mogą spoczywać na niezależnym od płyty dennej fundamencie lub być z nią połączone monolitycznie.
- W narożu pionowym zbiornika, ze względu na połączenie monolityczne danej ściany ze ścianą prostopadłą, powstają obok pionowych, momenty w płaszczyźnie poziomej. Można je obliczać, traktując fragment ściany w narożu jako trójkątny wspornik utwierdzony w ścianie prostopadłej.



OBCIĄŻENIA TERMICZNE ZBIORNIKÓW PROSTOPADŁOŚCIENNYCH

Zbiorniki prostopadłościenne są bardzo wrażliwe na obciążenia termiczne, które powodują w ścianach i dnie znaczne momenty zginające. Momenty te niekiedy są większe od momentów pochodzących od ciśnienia hydrostatycznego.

Obciążenie termiczne spowodowane nasłonecznieniem działa tylko na niektóre fragmenty zbiorników, wywołując, nawet w zbiornikach symetrycznych, niesymetryczny rozkład sił wewnętrznych.

W zbiornikach naziemnych ta sama ściana może być w ciągu jednego dnia nagrzewana promieniami słonecznymi z dwóch stron, co jest przyczyną powstawania momentów o znakach przeciwnych.