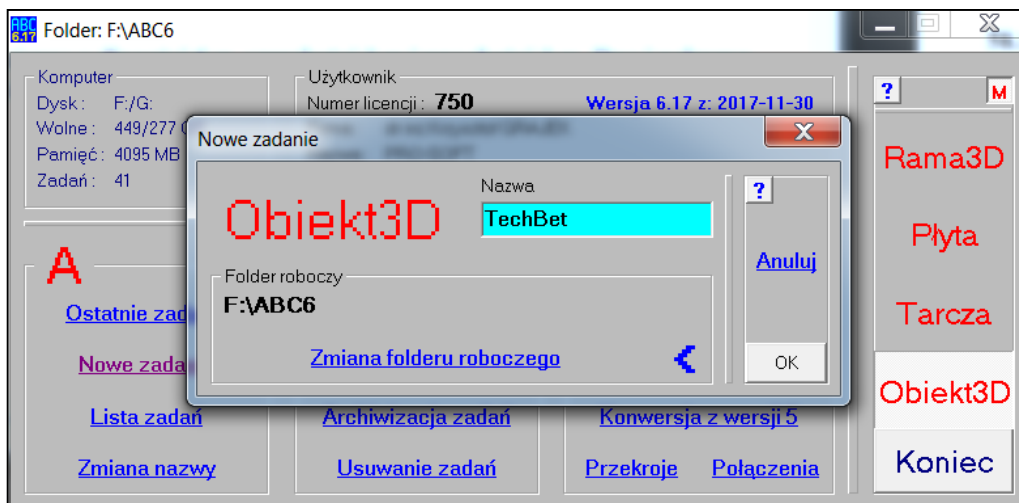


Zbiornik zagłębiony w gruncie

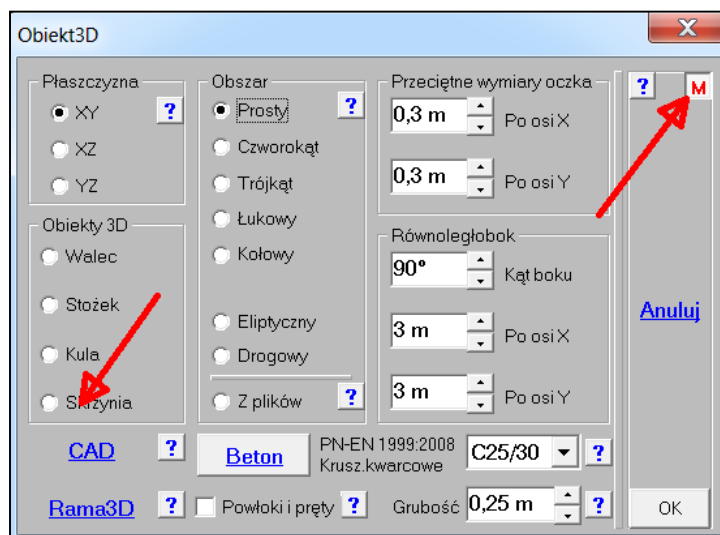
Założenia

Zbiornik prostopadłościenny o długości 6 m, szerokości 3 m i wysokości 3 m. Dno i pokrywa ma grubość 0,16 m, ściany 0,12 m. Zbiornik pokrywą ma zagłębioną na 1 m. Pokrywa nie jest podparciem dla ścian.

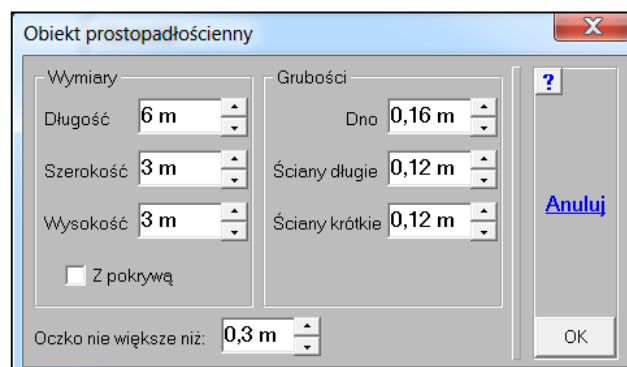
Po wybraniu opcji [Nowe zadanie](#) pokaże się plansza nazwy zadania i miejsca jego przechowywania.



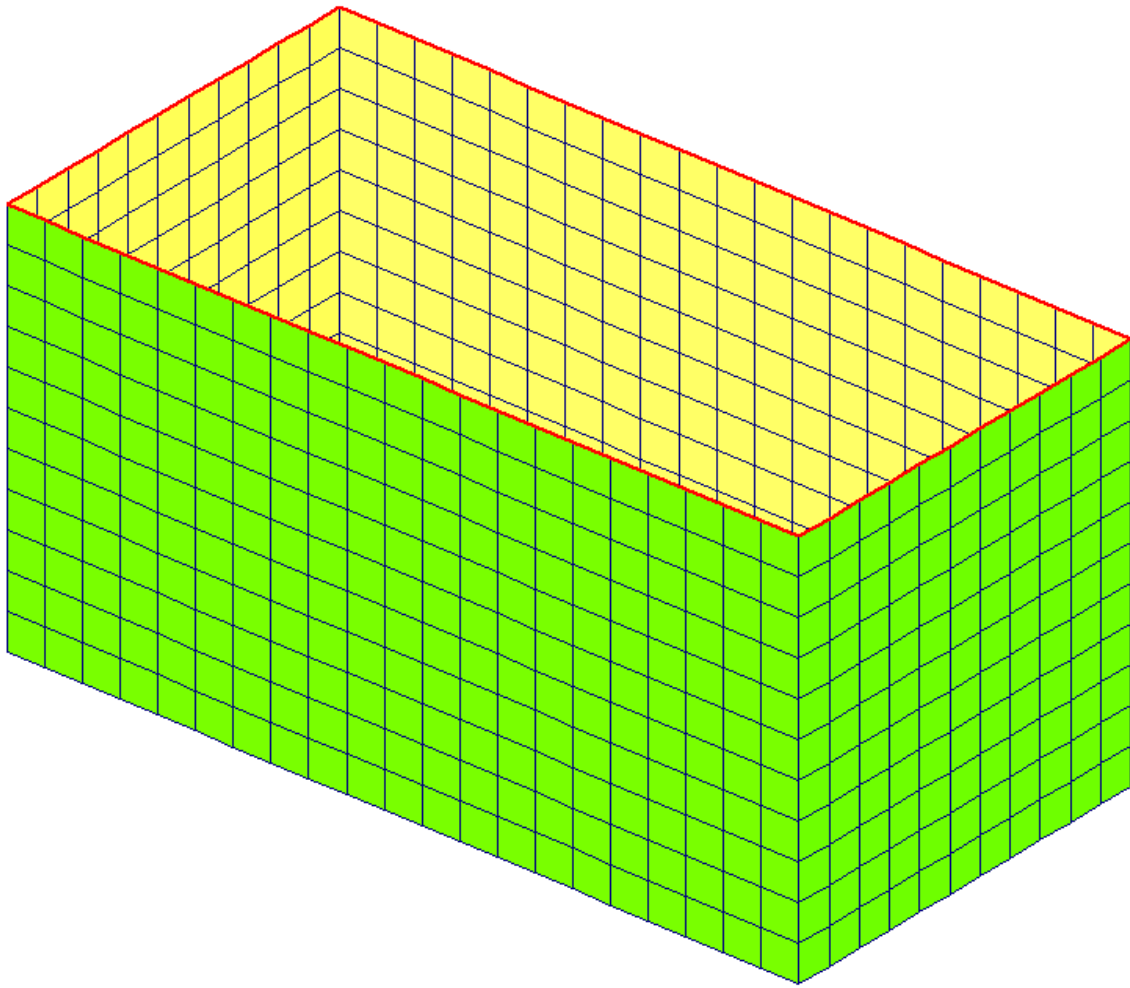
Po kliknięciu w [OK] pokaże się plansza wstępnych danych. Włączamy [M] i wybieramy opcję Skrzynia.



Pojawia się okno danych opisujących skrzynię. Wpisujemy wymiary i grubości. Nie włączamy Z pokrywą.

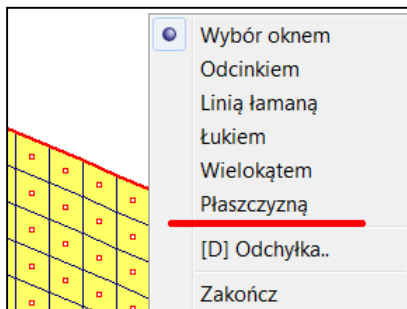
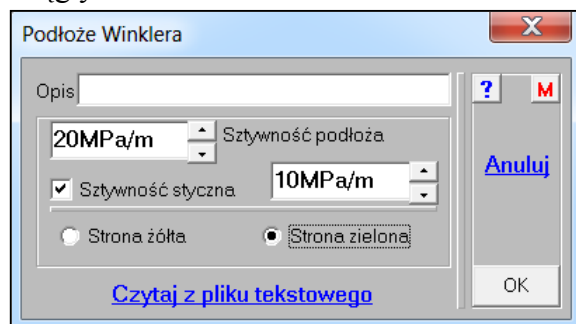


Otrzymujemy siatkę zbiornika.

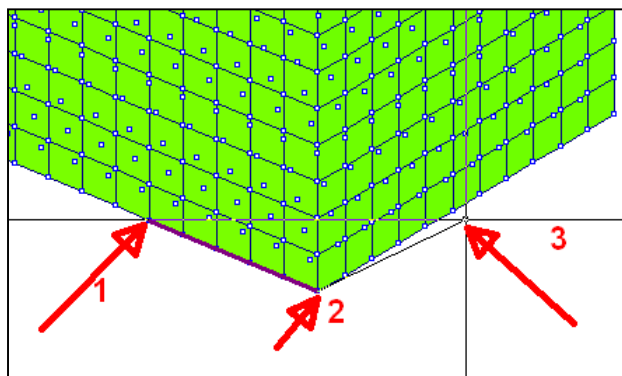


Teraz możemy przystąpić do zadawania podparcia. Zbiornik będzie spoczywał na podłożu sprężystym Winklera. Również ściany będą się opierały na podłożu sprężystym, ale poziom podparcia będzie zależał od analizy obciążeń ciągłych

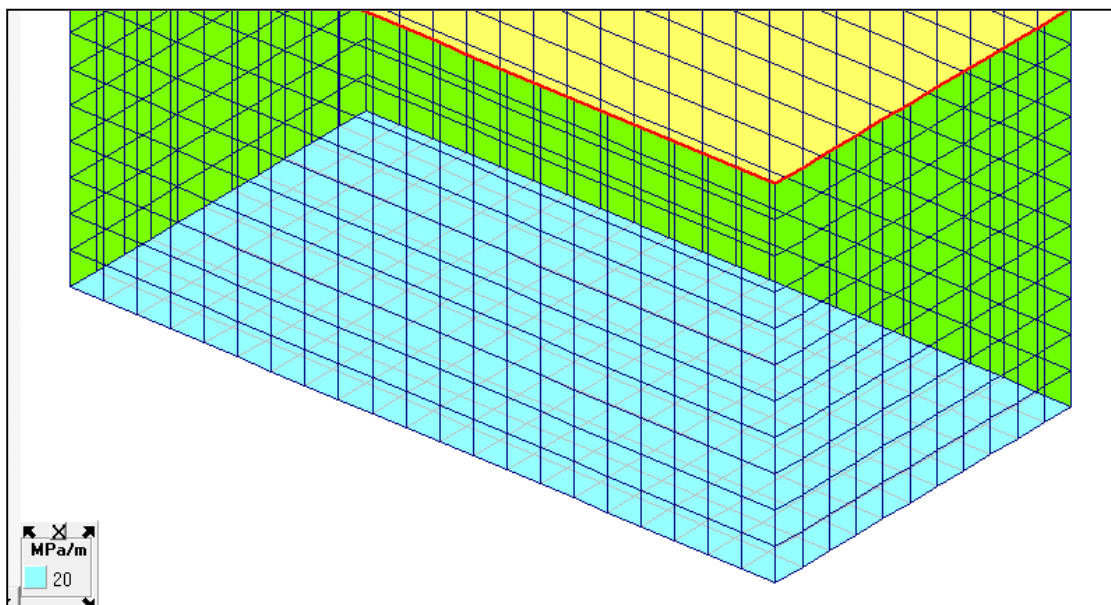
Wybieramy przycisk [Podłoże](#) i opcję Winklera. Na planszy zadajemy sztywność podłoża, włączamy składnik styczny ponieważ jako pierwsze zadamy podłoże na dnie. Musimy jeszcze podać, że podłoże będzie działać na zieloną stronę. Po zamknięciu okna przyciskiem [OK] można wybrać elementy dna. W tym celu naciskamy prawy przycisk myszy i z podręcznego menu wybieramy **Plaszczyznę**.



Teraz należy wybrać trzy węzły na dolnych krawędziach modelu.

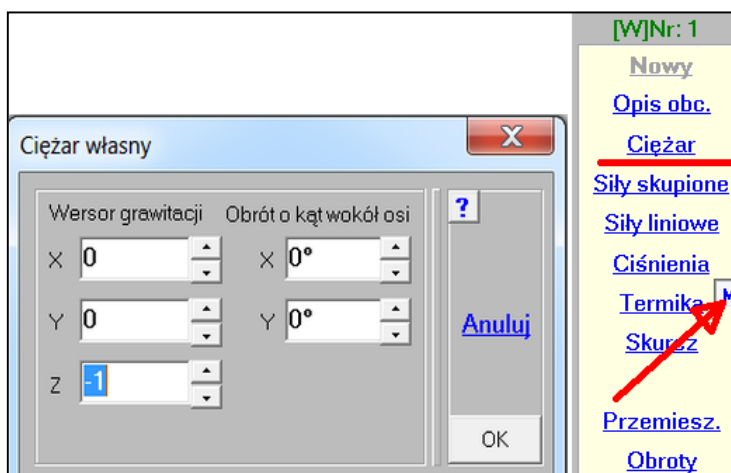


Program pokaże miejsce przyłożenia podłoża.

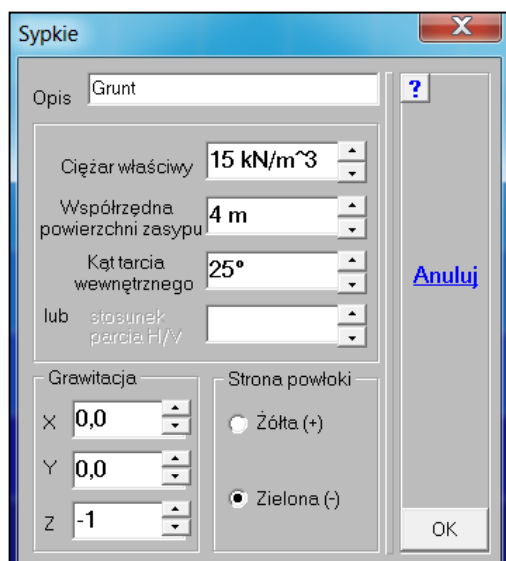


Wstępnie podparcie mamy zdefiniowane. Można wyłączyć pokazywanie podłoża - menu [Podłoże](#) i przejść do obciążeń.

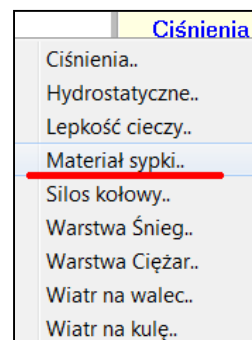
Po wybraniu przycisku [Obciążenia](#) pokaże się plansza obciążeń dla pierwszego schematu. Będzie to pusty zbiornik. Przyciskiem [Opis obc.](#) można wprowadzić komentarz. Przyciskiem [Ciężar](#) deklaruje się obciążenie ciężarem własnym. Na planszy akceptuje się podpowiadane parametry.



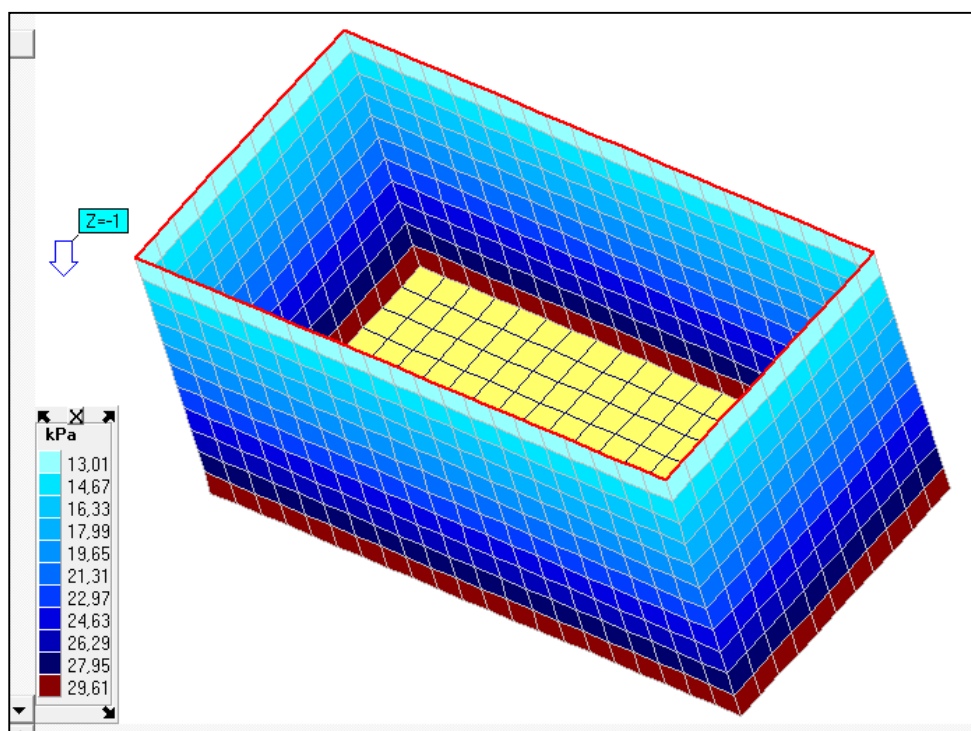
Następnie należy wcisnąć [M] i wtedy z menu [Ciśnienia](#) będzie można wybrać Materiał sypki..



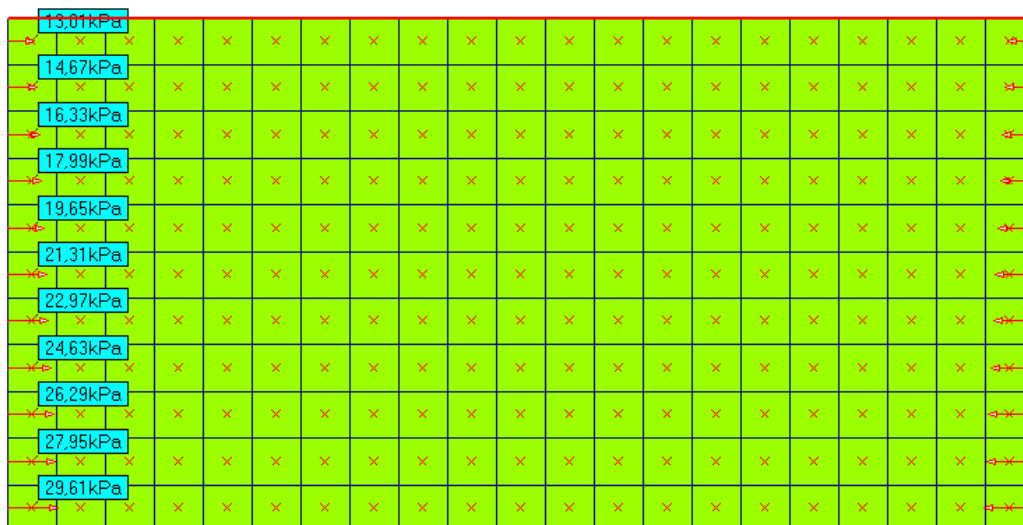
Pokaże się plansza danych do obciążenia materiałem sypkim. Ponieważ współrzędna Z dna jest równa 0, stąd współrzędna zasypu będzie równa 4 m. Wybieramy stronę zieloną jako obciążoną. Wcześniej warto ustawić model w rzucie na płaszczyznę XZ. Teraz można wybrać oknem wszystkie elementy ścian.



Rozkład parć zostanie pokazany w formie kolorowej mapy. Żółty kolor na dnie jest to strona elementów, a nie obciążenie. Warto zwrócić uwagę na ikonę obciążenia ciężarem własnym.



Zmieniając formę prezentacji na Wektory - menu [Ciśnienia](#) - Jak pokazać, można zobaczyć kierunek działania tego obciążenia.



Obciążenie ciężarem pokrywy i gruntu na niej musimy obliczyć i zadać w postaci obciążenia liniowego przyłożonego do górnej krawędzi.

- Ciężar samej pokrywy jest równy: $6 \text{ m} * 3 \text{ m} * 0,16 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 72 \text{ kN}$
- Ciężar gruntu wynosi: $6 \text{ m} * 3 \text{ m} * 1 \text{ m} * 15 \text{ kN/m}^3 = 270 \text{ kN}$
- Długość krawędzi jest równa $2 * (6 \text{ m} + 3 \text{ m}) = 18 \text{ m}$.

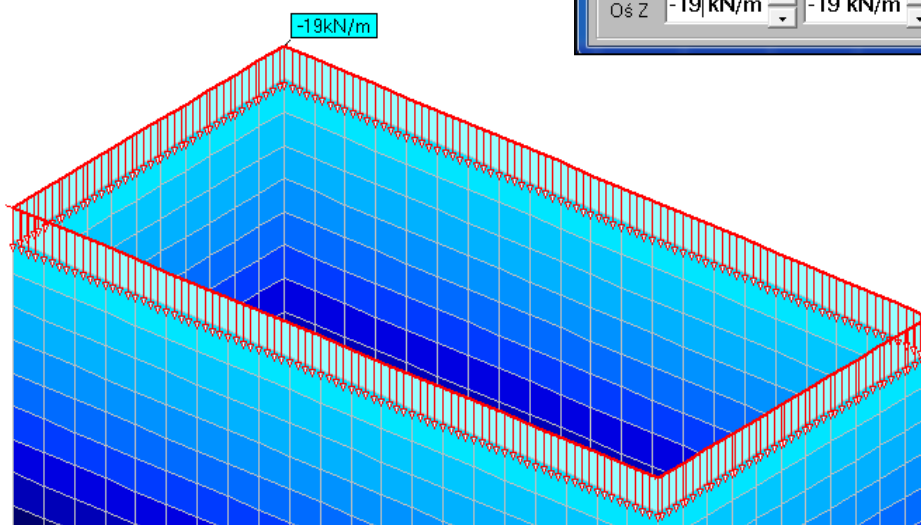
Zakładamy obciążenie liniowe = 19 kN/m

Wybieramy przycisk [Siły liniowe](#) - Typu ciężar i na planszy wpisujemy składnik Z siły.

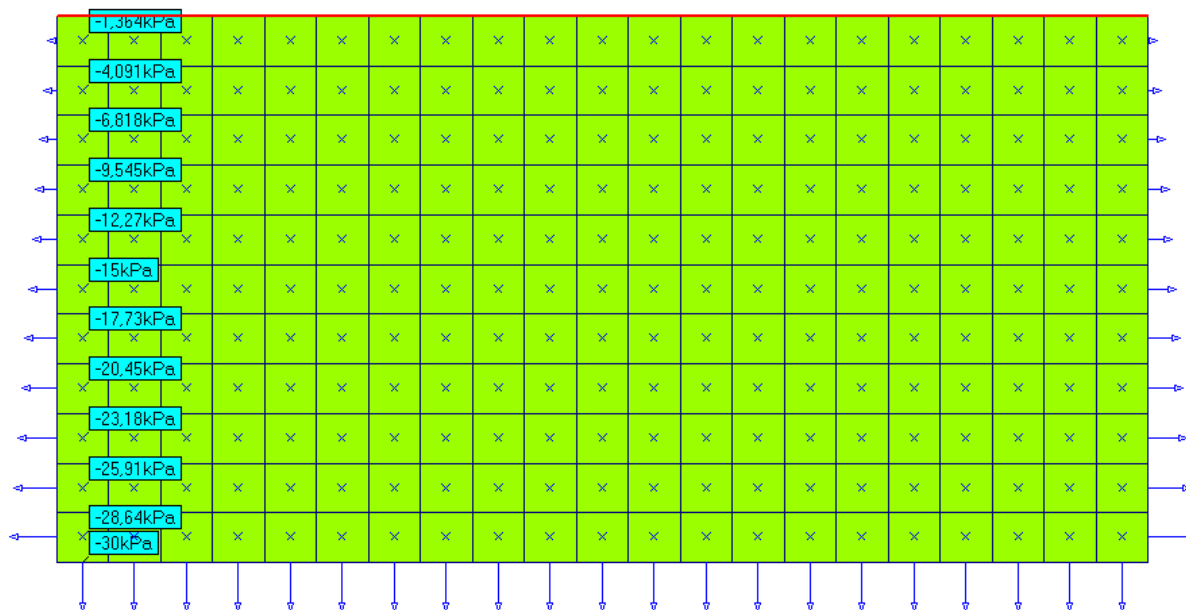
Typu ciężar			
Opis			
Siły rozłożone			
Kierunek	Początek	Koniec	
Oś X	0 kN/m	0 kN/m	Z
Oś Y	0 kN/m	0 kN/m	
Oś Z	-19 kN/m	-19 kN/m	

Anuluj Zadaj

Wybieramy cztery górne krawędzie modelu.



Obciążenie w pierwszym schemacie mamy skompletowane. Możemy teraz przejść do zadawania obciążeń hydrostatycznych. Po wybraniu przycisku [Nowy](#) możemy przejść do zadawania obciążeń w drugim schemacie. Z menu [Ciśnienia](#) wybiera się opcję Hydrostatyczne i na planszy danych można akceptować podpowiadane wartości. Następnie należy oknem wybrać cały model. Wektory pokażą, że w tym przypadku jest obciążone również dno.



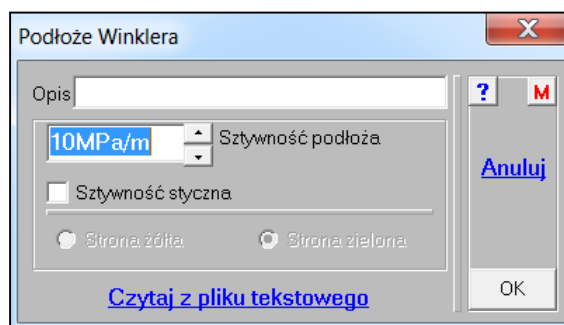
Został jeszcze jeden stan, to próba szczelności wykonywana na odkopanym zbiorniku. Obciążeniem będzie ciężar własny zbiornika i parcie hydrostatyczne. Po wybraniu przycisku [Nowy](#) zadajemy w trzecim schemacie te obciążenia.

Teraz należy porównać parcia sypkie i hydro. Korzystamy z opcji Lista wartości z menu Ciśnienia. Widać, że poczynając od pozycji 7 do 11 wartości parcia hydro są większe od parcia sypkiego. Zatem w pięciu najniższych pasmach należy zadać podłoże.

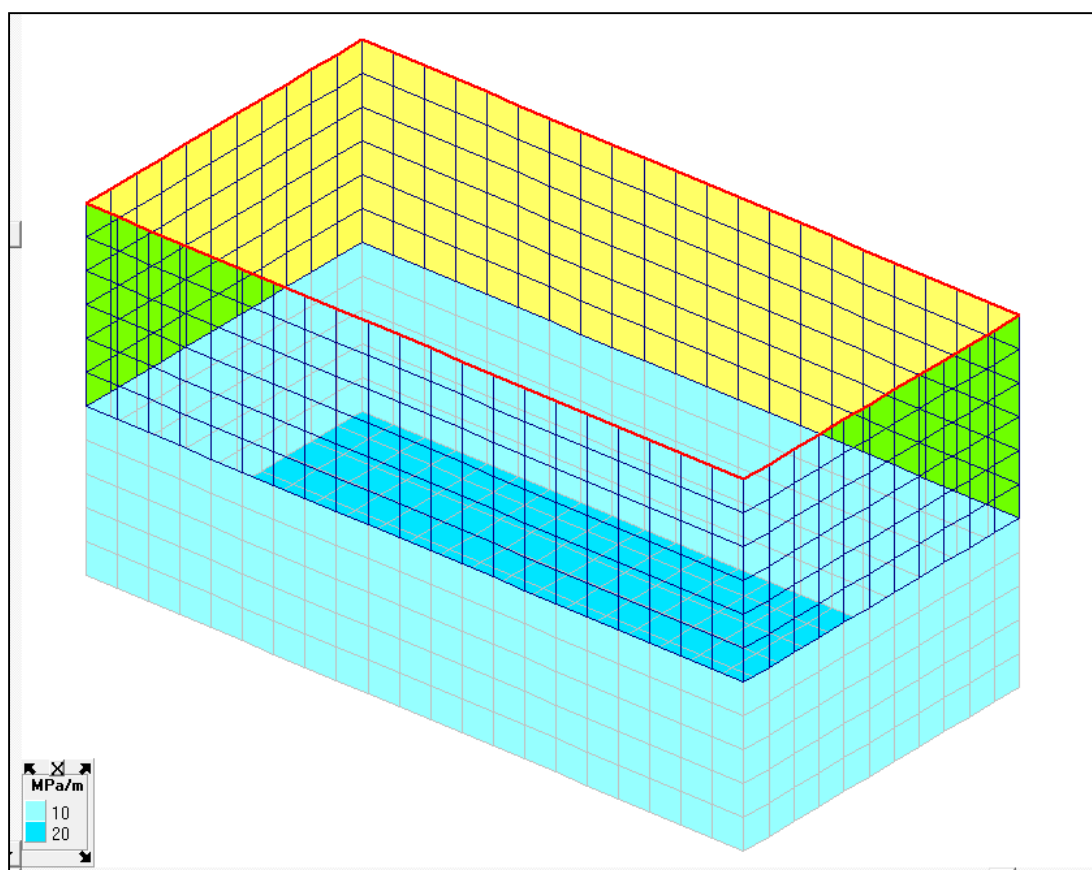
Nr	kPa
1	6,918
2	8,578
3	10,24
4	11,9
5	13,56
6	15,22
7	16,88
8	18,54
9	20,2
10	21,86
11	23,52

Nr	kPa
1	-1,364
2	-4,091
3	-6,818
4	-9,545
5	-12,27
6	-15
7	-17,73
8	-20,45
9	-23,18
10	-25,91
11	-28,64

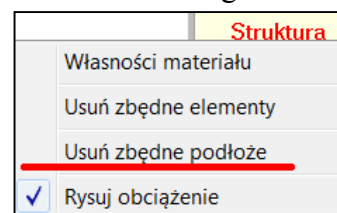
Wracamy do podłoża i zadajemy nowe podłoże dla ścian. W tym wypadku nie będzie składnika stycznego. Nie da się już zmienić strony podłoża.

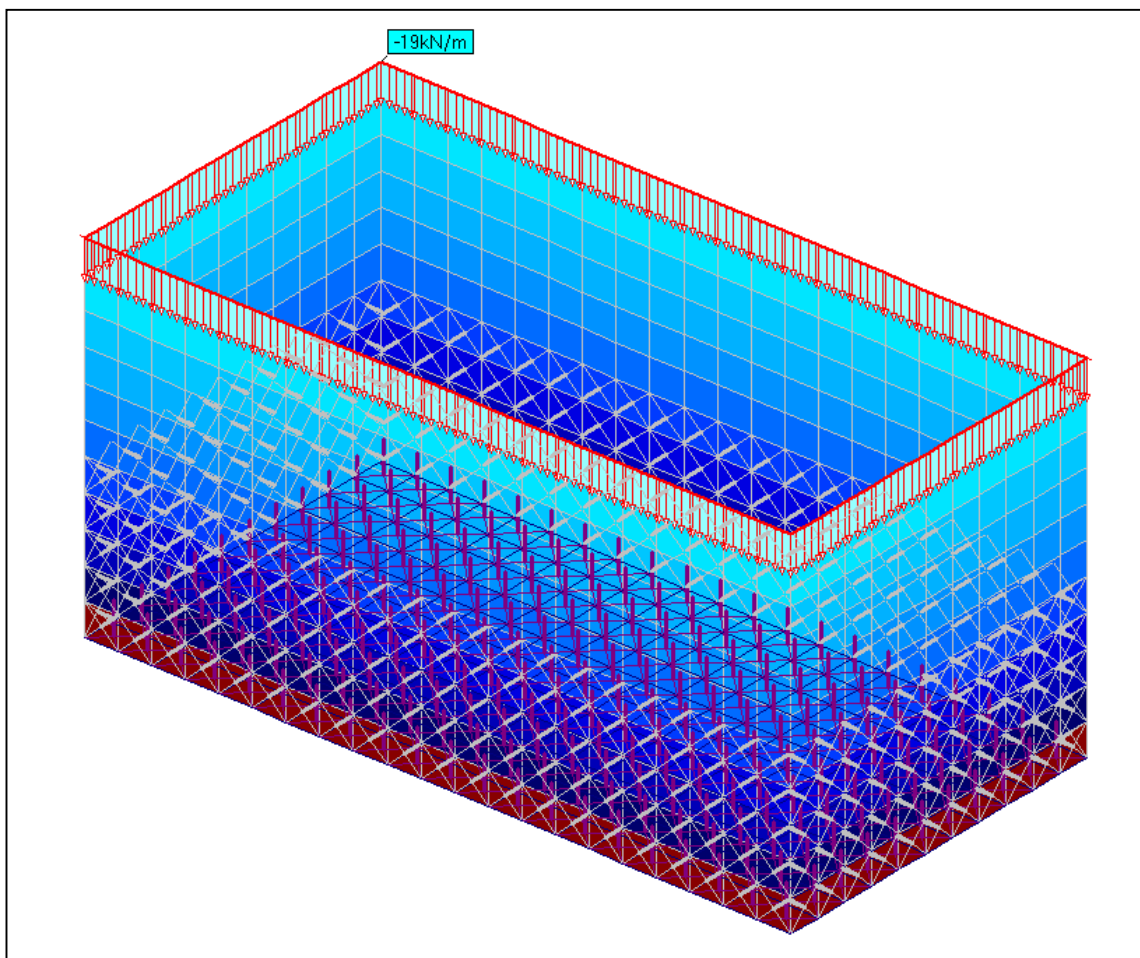


Po rzucie modelu na płaszczyznę XZ oknem wybieramy elementy pięciu dolnych pasków.

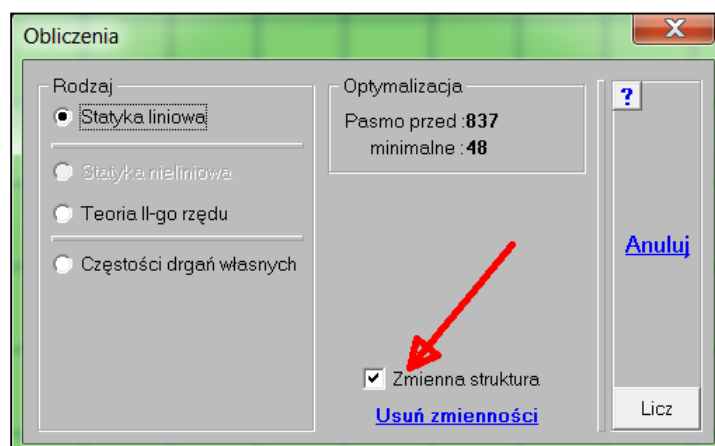


Ale to oparcie ma działać tylko w drugim schemacie. Dlatego w pierwszym i trzecim należy go wyłączyć. Z menu **Obciążenia** wywołuje się opcję Edycja starego i wybiera pierwszy schemat. Na liście opcji pojawi się przycisk **Struktura**. Wywołuje on menu z którego można wybrać Usun zbędne podłoże. Oknem wybiera się elementy ścian. Kreski symbolizujące podłoże dostaną szary kolor. W ten sam sposób modyfikujemy podłoże w trzecim schemacie. W efekcie w pierwszym i trzecim schemacie podłoże będzie tylko na dnie, natomiast w drugim podłoże będzie też na ścianach w części gdzie parcie hydrostatyczne jest większe od parcia gruntu.





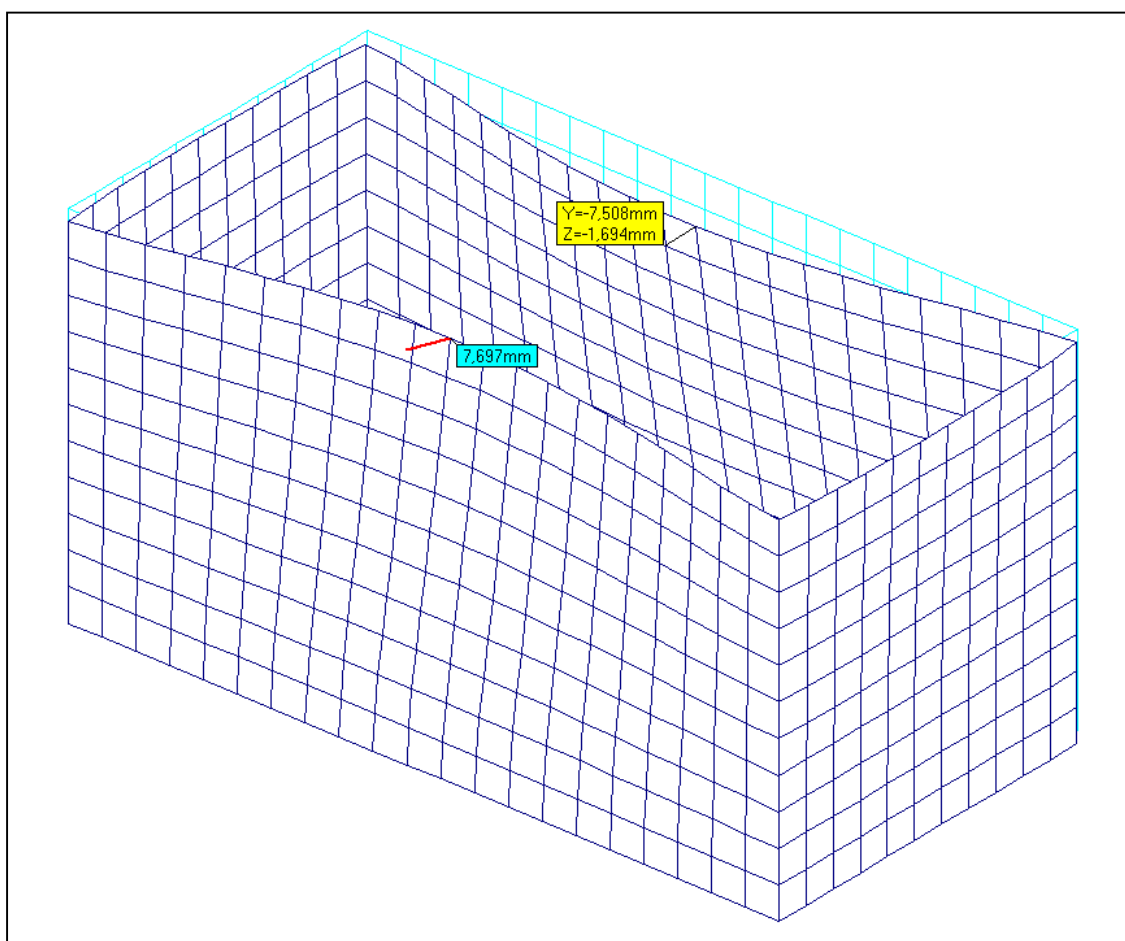
Teraz można uruchomić obliczenia. Na planszy obliczeń będzie zaznaczone, że zadanie ma zmienną strukturę i będzie rozwiązane jako statyka wielokrotna.



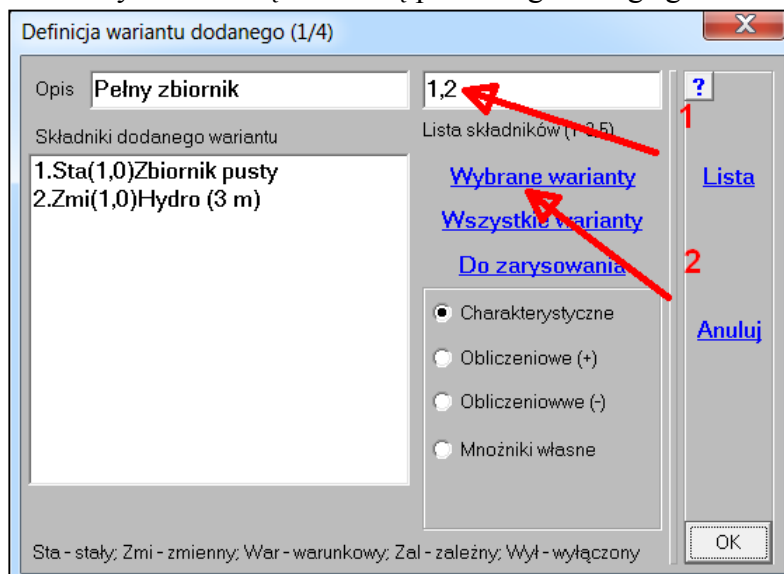
Po naciśnięciu przycisku [Licz] pokaże się kolejna plansza, na której należy ponownie wcisnąć przycisk [Licz]. Program będzie rozwiązywał tyle razy ile jest schematów obciążenia. Jeśli podłóże byłoby takie samo w każdym schemacie byłoby jedno rozwiązanie.



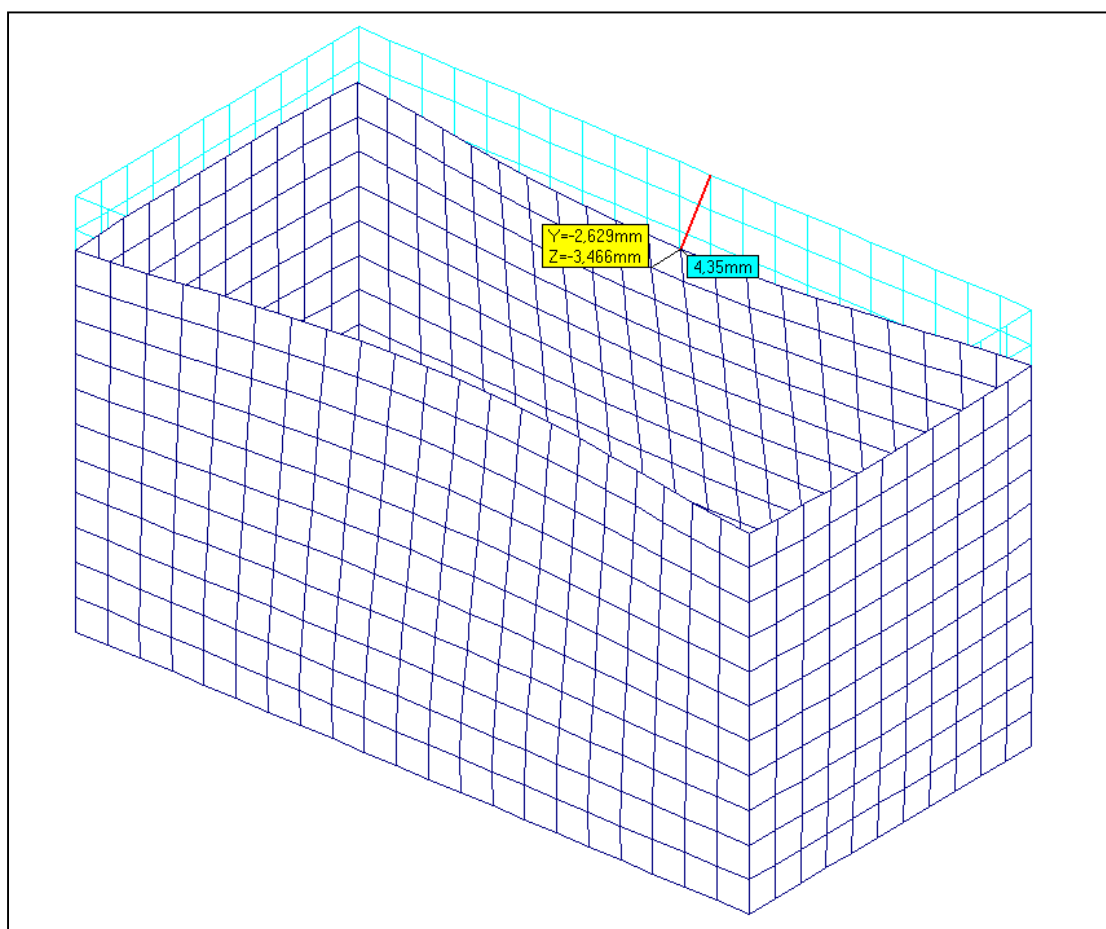
Po rozwiązaniu program pokazuje odkształcenia modelu dla pierwszego schematu. Jest to zbiornik pusty. Poziome wygięcie ściany jest równe 7,5 mm.



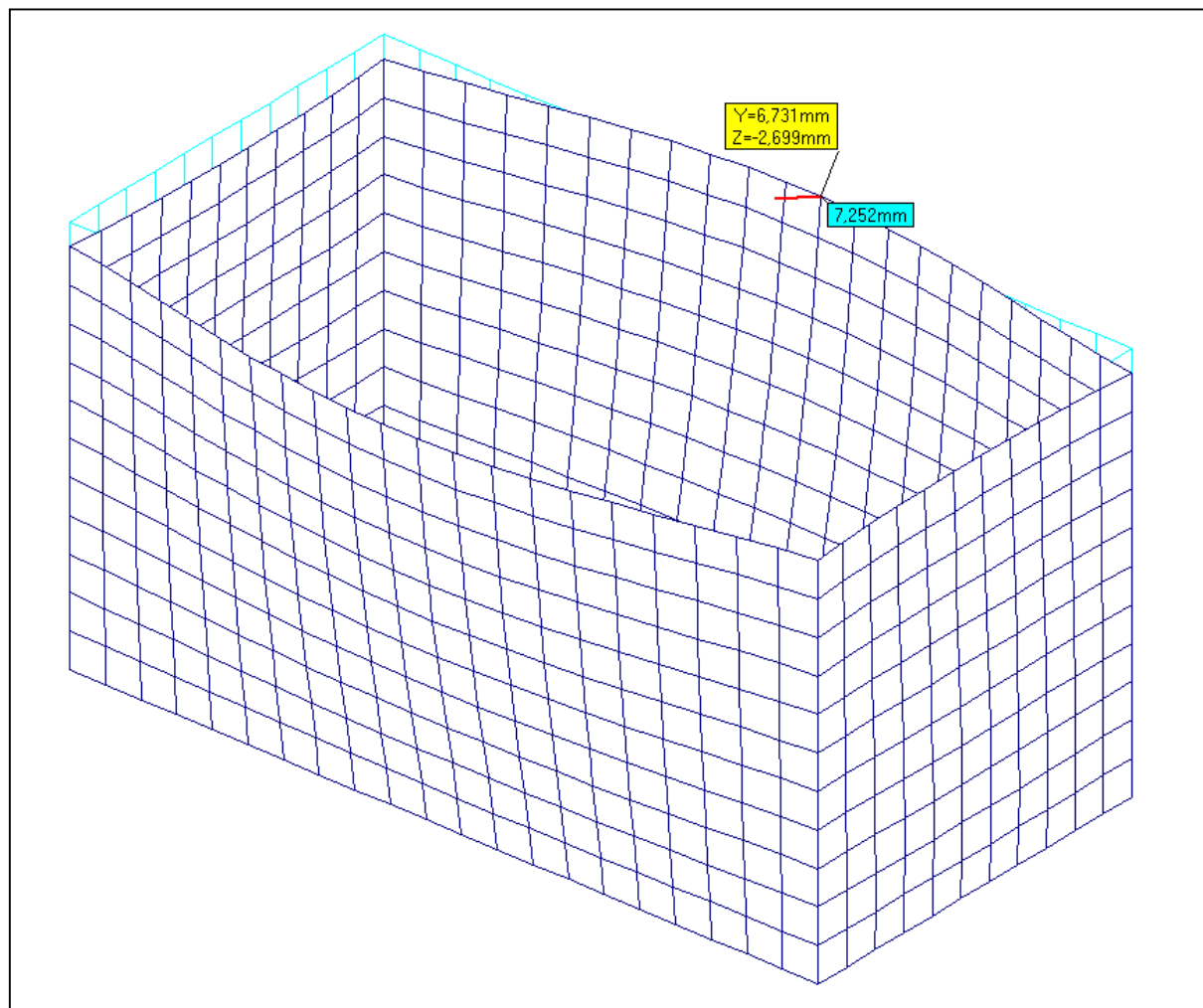
Chcąc zobaczyć odkształcenia zbiornika pełnego musimy zsumować wyniki pierwszego i drugiego schematu. Z menu [Wariant](#) wybiera się opcję Definiuj dodany i na planszy deklaruje że wariant Pełny zbiornik będzie sumą pierwszego i drugiego schematu.



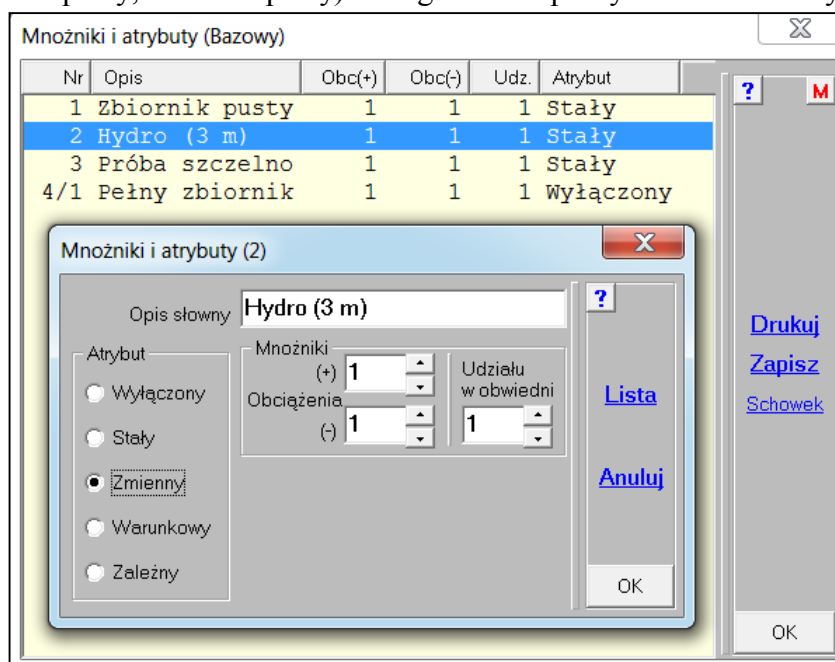
Odształcenia pełnego zbiornika są następujące. Poziome wygięcie ściany zmalało do 2,6 mm. Pojawiło się natomiast większe osiadanie.



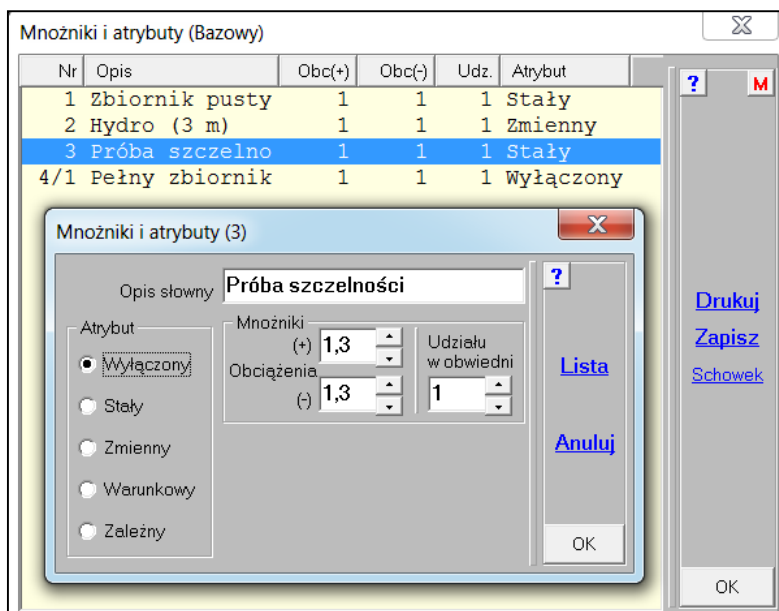
Ugięcia zbiornika podczas próby szczelności można poznać wybierając trzeci wariant wyników. Ponieważ zadano w trzecim schemacie komplet obciążeń nie musimy nic dodawać.



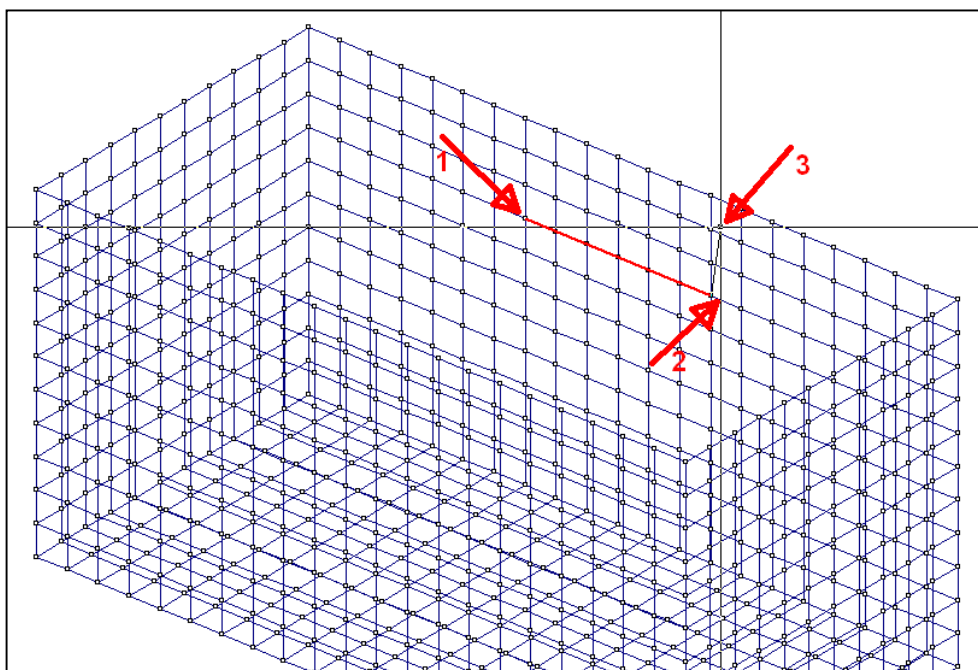
W przypadku takiego zbiornika wymiarowanie należy przeprowadzić dwa razy. Raz dla stanów roboczych (zbiornik pusty, zbiornik pełny) i drugi raz dla próby szczelności. Wymiarowanie dla próby szczelności prowadzimy dla trzeciego wariantu, natomiast dla stanów roboczych będziemy prowadzili dla obwiedni sił wewnętrznych. W tym celu należy zadeklarować atrybuty. Z menu [Wariant](#) należy wybrać opcje Lista mnożników. Jak widać mamy trzy obciążenia stałe i jedno wyłączone (dodatkowy - Pełny zbiornik).



Jeśli zmienimy atrybut drugiego wariantu na Zmienny będzie można zastosować Automat wg EN do obliczania ekstremalnych wartości momentów i do zbrojenia. Musimy też wyłączyć z obwiedni trzeci wariant, zakładając jednocześnie dla niego mnożnik obciążenia. Wskazujemy linię nr 2 i robimy dwuklik. Pokaże się okno w którym można zmieniać atrybuty i mnożniki. Włączamy pozycję Zmienny i zamykamy okno przyciskiem [OK]. Lista zostanie zmieniona. Robimy dwuklik dla trzeciej linii i wybieramy Wyłączony oraz wprowadzamy mnożnik obciążenia.



Teraz można przystąpić do wymiarowania. Wybieramy przycisk [Wymiar](#), następnie wybieramy normę (PN-EN) i opcję Obszar prosty. Musimy wybrać płaski obszar i zdefiniować kierunek zbrojenia. Dwa pierwsze węzły określają kierunek X zbrojenia, dlatego bardzo ważny jest ich wybór. Trzeci węzeł powinien być powyżej ponieważ wtedy układ zbrojenia będzie naturalnie zgodny ze zwrotem głównej osi Z.



Pojawia się pierwsza plansza na której można określić parametry mające wpływ na wielkość otulenia.

Otulenia (PN-EN 1992-1-1:2008)

Wspólne Klasa ekspozycji: XC3		Dodatki <input type="checkbox"/> Bezpieczeństwo 0 mm <input type="checkbox"/> Odchrona stali zbr. 0 mm <input type="checkbox"/> Ochrona betonu 0 mm <input type="checkbox"/> Nierówna powierzchnia górna płyty <input type="checkbox"/> Ścieranie płyty		<input type="checkbox"/> Specjalna kontrola jakości betonu <input type="checkbox"/> Projektowanie na okres 100 lat <input type="checkbox"/> Korekta odchyłek 10 mm Średnica kruszywa: 8 mm Obiekt: Strop A <input type="checkbox"/> Ściana zatopiona w gruncie	
Dół płyty Klasa ekspozycji: XC3 Opis klas		Dodatki <input type="checkbox"/> Bezpieczeństwo 0 mm <input type="checkbox"/> Ochrona stali zbr. 0 mm <input type="checkbox"/> Ochrona betonu 0 mm <input type="checkbox"/> Zbrojenie leży na prefabrykacie <input type="checkbox"/> Zabezpieczenie pożarowe		Otulenia dla zginania: górna C_{nom} 30 mm, dół C_{nom} 30 mm dla tarczy: C_{min} 20 mm	

Anuluj OK

Na następnej planszy można zadać średnice wkładek, zmienić wielkość otulenia, wybrać sposób wyznaczania wartości momentów i zadeklarować graniczne rozwarcia rys. Najpierw będziemy wyznaczać dla stanów granicznych. Domyślnie włączona jest obwiednia obliczana Automatem wg EN.

Dane do zbrojenia powłoki żelbetowej wg PN-EN 1992-1-1:2008

Beton: E_{cm} : 31475 MPa, α_{ct} : 1,0, α_{sct} : 1,0 Wiek betonu (obciążenie): 28 dni Cement: klasa N f_{ck} : 25,00 f_{ctm} : 2,56 f_{ctd} : 1,80		Dla obciążeń z: <input type="radio"/> Wariantu <input checked="" type="radio"/> Obwiedni Lista Automat wg EN Metoda: Standardowa <input type="checkbox"/> Min. zbrojenie z warunku nośności przekroju betonowego		Sytuacja: <input checked="" type="checkbox"/> dla Polski <input type="checkbox"/> ? <input checked="" type="radio"/> Trwała i przejściowa <input type="radio"/> Wyjątkowa Naprężenia od wpływu skurczu i/lub temperatury: <input type="checkbox"/> dla kier. Xzbr <input type="checkbox"/> dla kier. Yzbr	
Strona(-)/Kier. Xzbr: RB500W, f_{yd} : 435 MPa, ϕ : 12 mm, C_{nom} : 30 mm	Strona(-)/Kier. Yzbr: RB500W, f_{yd} : 435 MPa, ϕ : 12 mm, C_{nom} : 30 mm	Strona(+) Xzbr: RB500W, f_{yd} : 435 MPa, ϕ : 12 mm, C_{nom} : 30 mm	Strona(+) Yzbr: RB500W, f_{yd} : 435 MPa, ϕ : 12 mm, C_{nom} : 30 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Dozbroić ze wzg. na rysę Góra/Tarcza: XC3 Dół płyty: XC3	
Minimalne zbrojenie dla tarczy: Kierunek Xzbr: 0,2%, Pole zbr. [mm ² /m]: 300, Rozstaw (na stronę): 300 mm Kierunek Yzbr: 0,2%, Pole zbr. [mm ² /m]: 300, Rozstaw (na stronę): 300 mm		<input type="checkbox"/> Tarcza betonowa (min. zbrojenie)		Konstrukcja: Monolityczna Kruszywo: Kwarcowe Średnica kruszywa: 8 mm	

Eks-pertyza Zapisz OK

Przyciskiem [Lista](#) można poznać mnożniki obciążenia i współczynniki redukcji przyjęte w Automacie wg EN.

Mnożniki i wsp.redukcji dla EN						
Nr	Opis	Mn.St	Red.St	Mn.Zm	Red.Zm	Atrybut
1	Zbiornik pusty	1,35	0,85	-	-	Stały
2	Hydro (3 m)	-	-	1,5	0,7	Zmienny

[Drukuj](#)
[Zapisz](#)
[Schowek](#)
 OK

Zarysowanie powłok wg PN-EN 1992-1-1:2008

[Zdefiniuj nowy wariant](#) 1.Zbiornik pusty ?

Średnia wytrzymałość betonu

Czas: 28 dni ?

f_{ct,eff}: 2,56 MPa ?

[Opis](#) Klasa ekspozycji: XC3

Szerokość rozwarcia rysy w stanie T: 0,3 mm

Historia od ułożenia betonu ?

Liczba dni: 28 dni

Temper.: 20°C

[Dodaj do historii](#)

[Usuń linie historii](#)

Cement

☒ Zwykły i szybkoztwardniejący

☐ Wolnotwardniejący

☐ Szybkoztwardniejący wysokiej wytr.

Zbrojenie pionowe ?

☒ od strony zewnętrznej

☐ od środka

Obciążenie

☐ Krótkotwałe i jednorazowe ?

☐ Średniotwałe ?

☒ Długotwałe i wielokrotne ?

Wilgotność powietrza ?

☒ Zewnątrz 80%

☐ Wewnątrz

Czas

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni ?

Wiek obiektu od związania betonu: 25500 dni ?

[Anuluj](#) OK

Włączając [Dozbroić ze wzg. na rysę](#) program poprosi o wybranie lub zdefiniowanie wariantu do rys. W przypadku tego zbiornika wybieramy pierwszy wariant - Zbiornik pusty, ponieważ dla tych obciążeń są największe wygięcia. Na planszy danych do zbrojenia ustalamy graniczne szerokości rozwarcia dla zginania i stanu tarczowego.

☒ Dozbroić ze wzg. na rysę

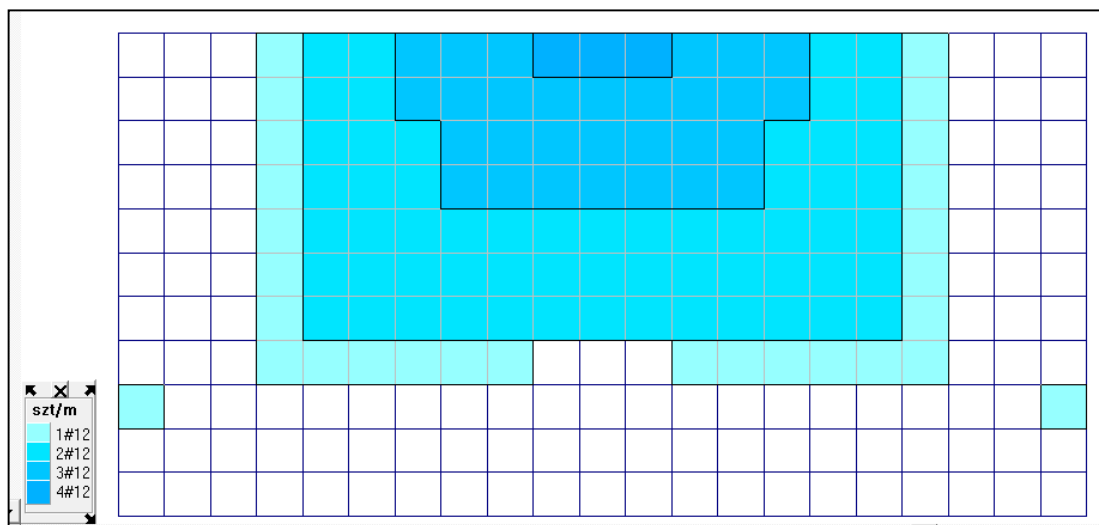
? ☒ Strona(+) 0,1mm

☒ Strona(-) 0,3mm

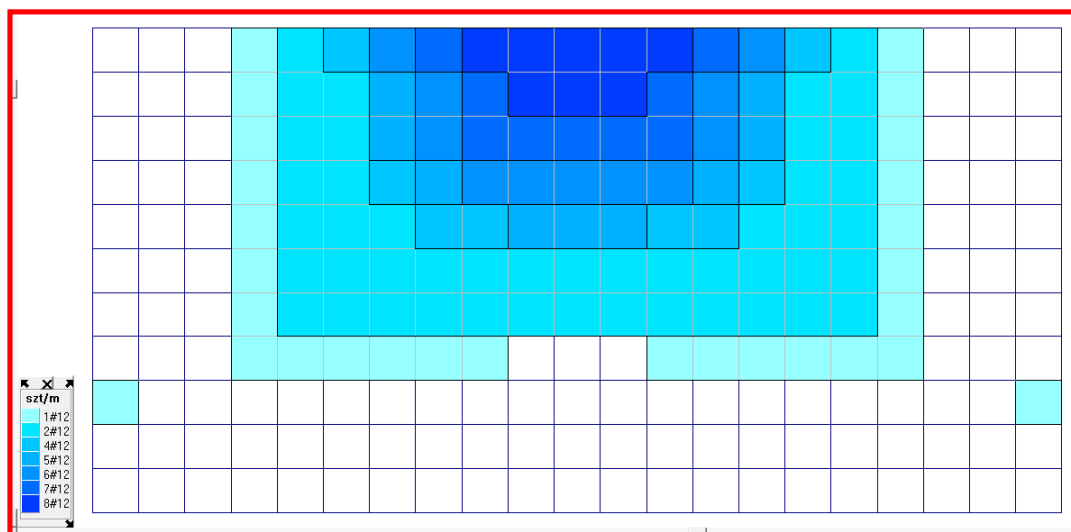
☒ Tarcza 0,1 mm

[Dane do zarysowania](#)

Po kliknięciu w przycisk [OK] program obliczy zbrojenie na zginanie i zbrojenie tarczowe. Domyślnie pokazywane jest zbrojenie na zginanie niezbędne z warunku SGN. Na rysunku pokazane jest poziome zbrojenie (Xzbr) dla żółtej strony (wewnątrz zbiornika).

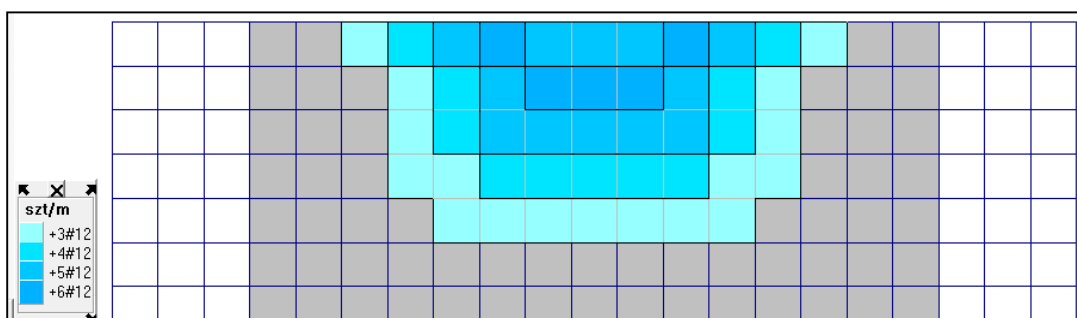


Po przełączeniu na Pokaż założone (menu [Żelbet SGN](#)) można zobaczyć zbrojenie niezbędne razem z założonym ze względu na rysy.

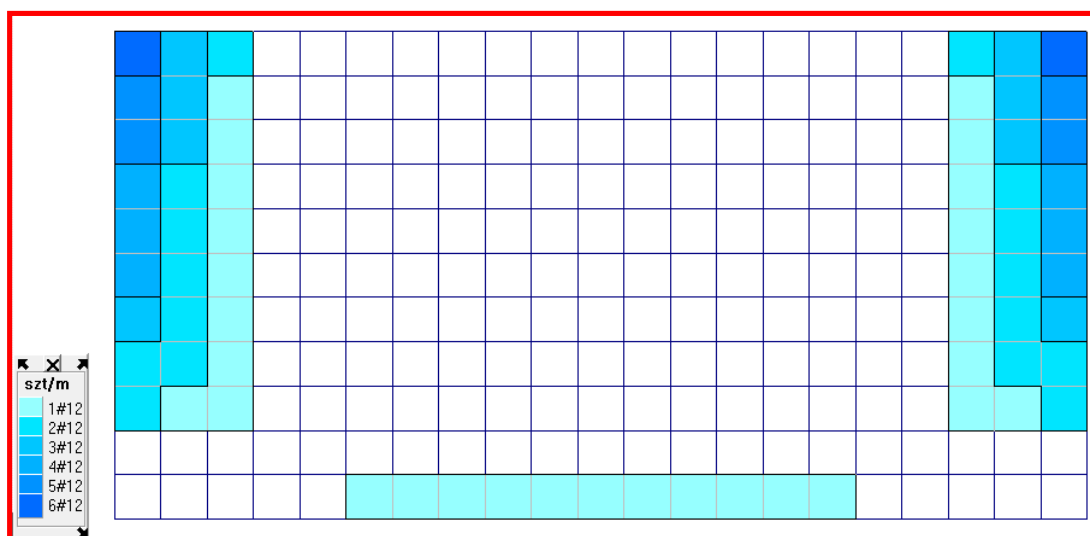


Rys.1.

Program pozwala pokazać liczbę wkładek dołożoną aby domknąć rysy. Z menu [Żelbet SGN](#) wybiera się opcję Dod. do niezbęd.

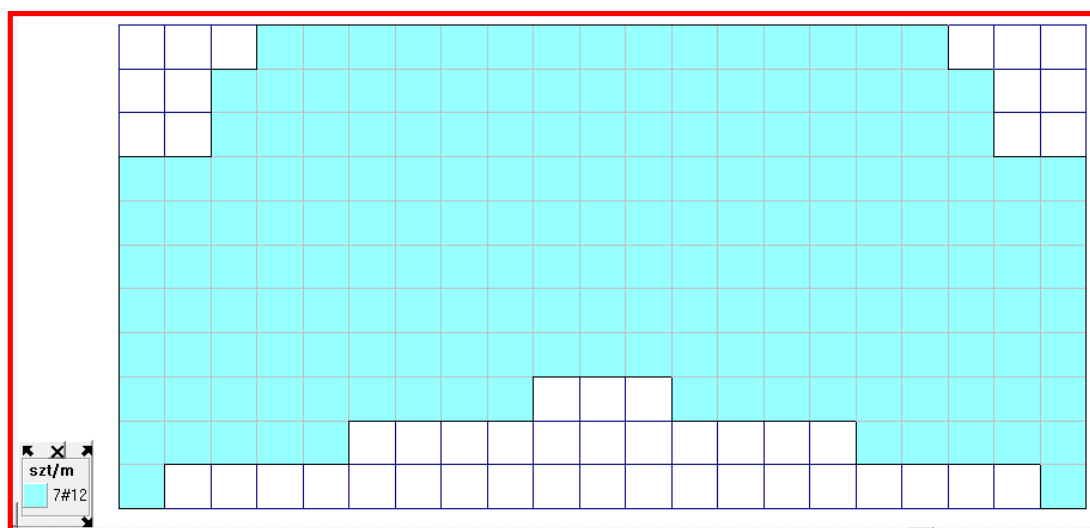


Pokażę jeszcze poziome zbrojenie dla zielonej ściany - z zewnątrz zbiornika.



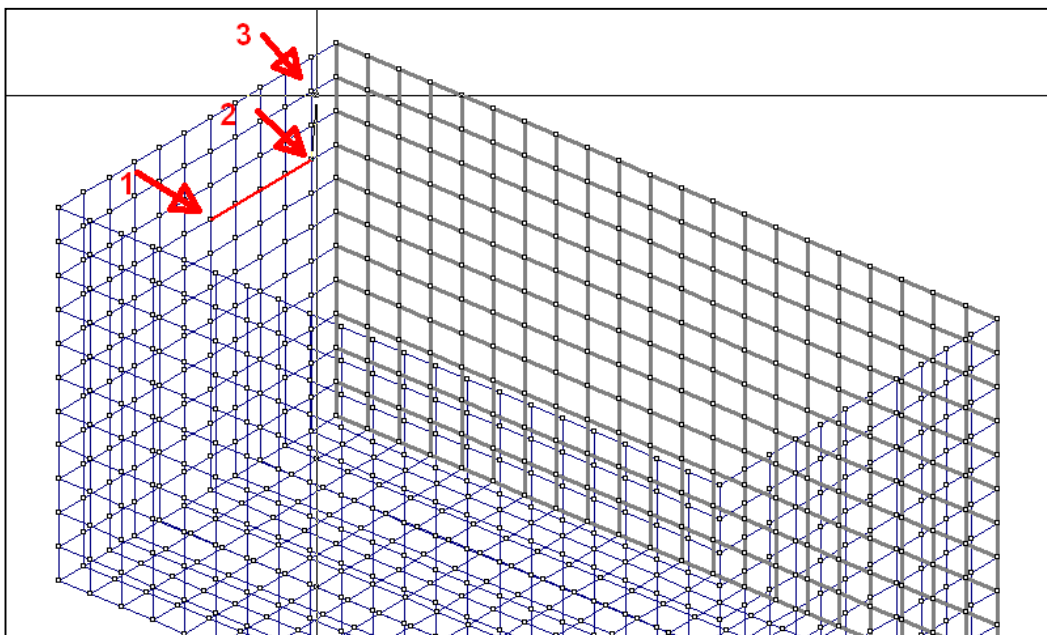
Rys.2.

Teraz z menu [Żelbet SGN](#) można włączyć opcję Stan tarczowy. Poziome zbrojenie dla stanu tarczowego jest następujące i wynika z minimalnego rozstawu równego 150 mm.

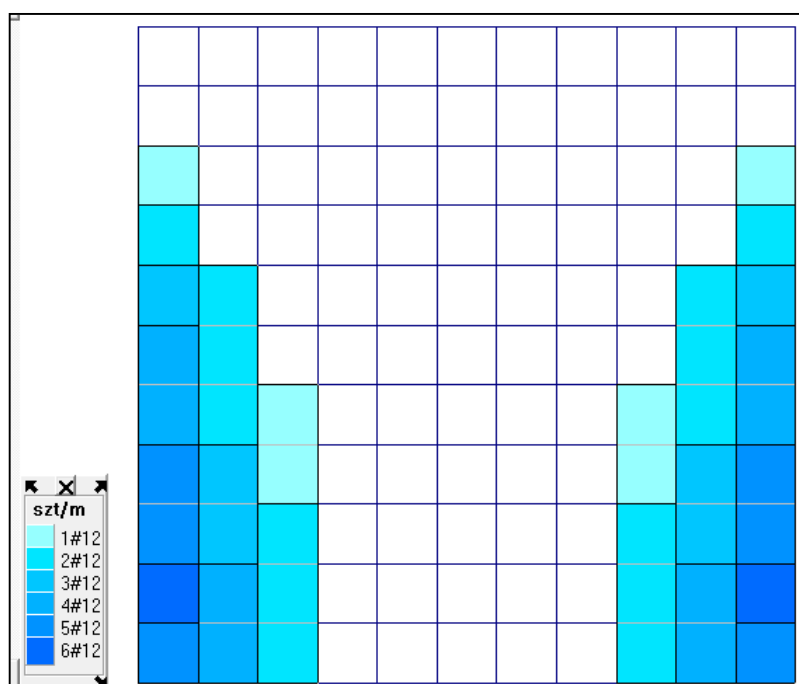


Rys.3.

Teraz z menu [Żelbet SGN](#) wybieramy opcję Nowe miejsce - Obszar prosty i trzema węzłami wybieramy krótszą ścianę.

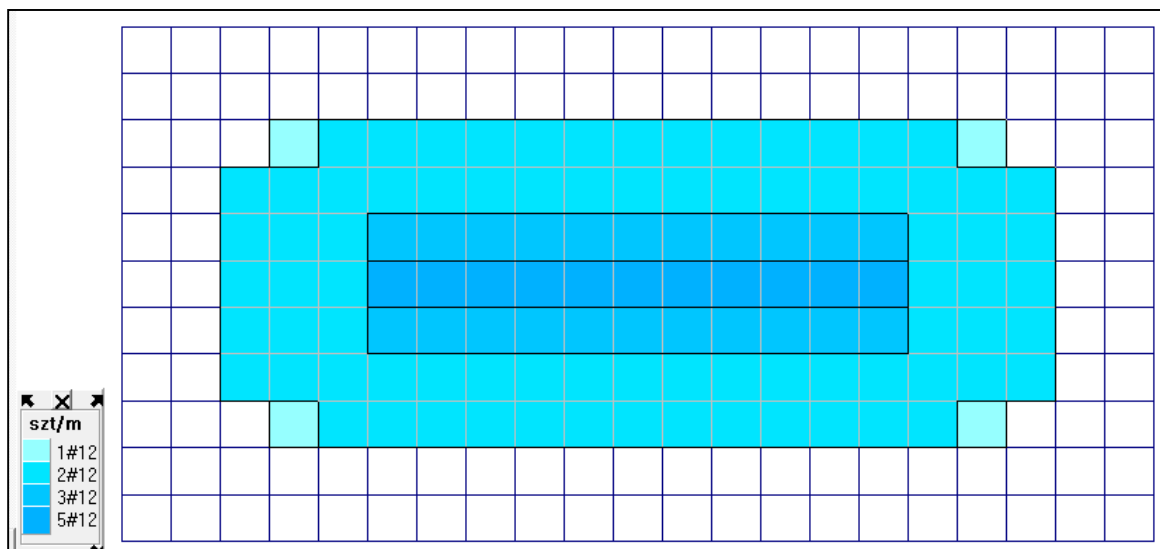


Zgłasza się plansza złożeń z identycznymi danymi jak dla dłuższej ściany. Możemy zmieniać wszystkie parametry z wyjątkiem obciążeń. Będzie to Obwiednia obliczana wg Automatu wg EN. Tym razem pokażę zbrojenie poziome niezbędne i dodane dla zielonej ściany.

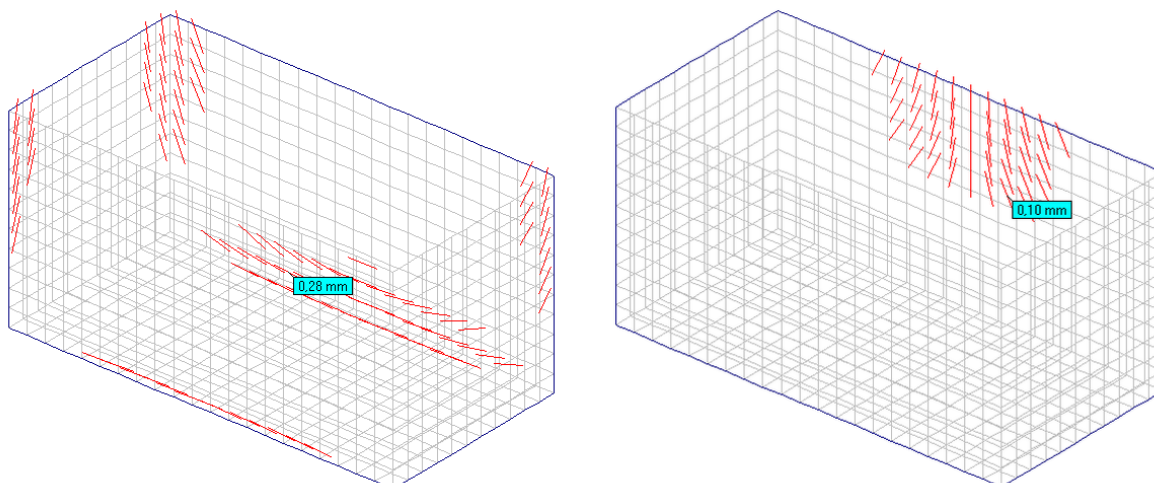


Zbrojenie tarczowe dla tej ściany też jest na poziomie 7 wkładek #12.

Ostatnim miejsce będzie dno. Wybieramy dwa pierwsze węzły zgodnie z globalną osią X. Na planszy deklarujemy inne średnice - dno jest grubsze lub akceptujemy te same wartości. Zbrojenie górne (żółtej strony) niezbędne i dodane tak wygląda.

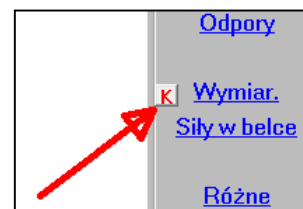


Po włączeniu przycisku [Rysy](#) i wybraniu Miejsce - Całość otrzymamy obraz rys od zewnątrz (rysunek po lewej) i od wewnątrz (rysunek po prawej).



Teraz takie zadanie trzeba zapisać pod inną nazwą. W tym celu przechodzimy do danych - przycisk [Dane](#) i wybieramy menu [Ogólne](#), następnie opcję Zapisz kopię.

Zbrojenie dla obciążeń przy próbie szczelności zaczynamy od usunięcia wszystkich danych o zbrojeniu - przycisk **K**. Przycisk jest w module Wyniki.



Procedurę zbrojenia zaczynamy od nowa tyle, że na planszy założeń trzeba włączyć **Wariant** i wybrać wyniki dla 3. Próba szczelności.

Dane do zbrojenia powłoki żelbetowej wg PN-EN 1992-1-1:2008

1 Zestaw danych

Beton
 E_{cm} : 31 475 MPa
 f_{ctd} : 1,0
 f_{ctk} : 1,0
 f_{ctm} : 2,56
 f_{ctk} : 1,80
 Wiek betonu (obciążenie): 28 dni
 Cement: klasa N

Dla obciążenia z:
☒ **Wariant** ☐ Obwiedni
 3.Próba szczelności

Metoda: Standardowa
☐ Min.zbrojenie z warunku nośności przekroju betonowego

Sytuacja: ☒ dla Polski
☒ Trwała i przejściowa
☐ Wyjątkowa

Napężenia od wpływu skurczu i/lub temperatury:
☐ dla kier.Xzbr ☐ dla kier.Yzbr

Strona(-)/Kier.Xzbr: RB500W, f_{yd} : 435 MPa, ϕ : 12 mm, c_{nom} : 30 mm
 Strona(-)/Kier.Yzbr: RB500W, f_{yd} : 435 MPa, ϕ : 12 mm, c_{nom} : 30 mm
 Strona(+) Xzbr: RB500W, f_{yd} : 435 MPa, ϕ : 12 mm, c_{nom} : 30 mm
 Strona(+) Yzbr: RB500W, f_{yd} : 435 MPa, ϕ : 12 mm, c_{nom} : 30 mm

[Otulenia/klasy ekspozycji](#)
 Góra/Tarcza: XC3
 Dół płyty: XC3

Minimalne zbrojenie dla tarczy:
 Kierunek Xzbr: 0,2%
 Kierunek Yzbr: 0,2%
 Pole zbr. [mm²/m]: 300
 Rozstaw: 150mm (na stronę) 300 mm

Tarcza betonowa (min.zbrojenie)

Konstrukcja: Monolityczna
 Kruszywo: Kvarcowe
 Średnica kruszywa: 8 mm

[Zapisz](#)
[Usuń](#)
 OK

Zarysowanie powłok wg PN-EN 1992-1-1:2008

[Zdefiniuj nowy wariant](#) 3.Próba szczelności

Średnia wytrzymałość betonu:
 Czas: 28 dni
 $f_{ct,eff}$: 2,56 MPa

Cement:
☒ Zwykły i szybkotwardniejący
☐ Wolnotwardniejący
☐ Szybkotwardniejący wysokiej wytr.

Opis: Klasa ekspozycji: XC3
 Szerokość rozwarcia rysy w stanie T: 0,3 mm

Historia od ułożenia betonu:
 Liczba dni: 28 dni
 Temper.: 20°C

[Dodaj do historii](#)

Zbrojenie pionowe:
☒ od strony zewnętrznej
☐ od środka

Obciążenie:
☐ Krótkotrwałe i jednorazowe
☐ Średniotrwałe
☒ Długotrwałe i wielokrotne

Wilgotność powietrza:
☒ Zewnątrz: 80%
☐ Wewnątrz

Czas:
 Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni
 Wiek obiektu od związania betonu: 25500 dni

[Usuń linię historii](#)
 OK

Włączamy Dozbroić ze wzg. na rysę. na rysę i w kolejnym oknie wybieramy wariant 3. Próba szczelności. Zbrojenie zostanie wyznaczone z wartości obliczeniowych, a do zarysowania będą brane wartości charakterystyczne. Na głównej planszy ustawiamy graniczne rozwarcia rys dla strony zewnętrznej (zielonej) i dla strony wewnętrznej (żółtej).

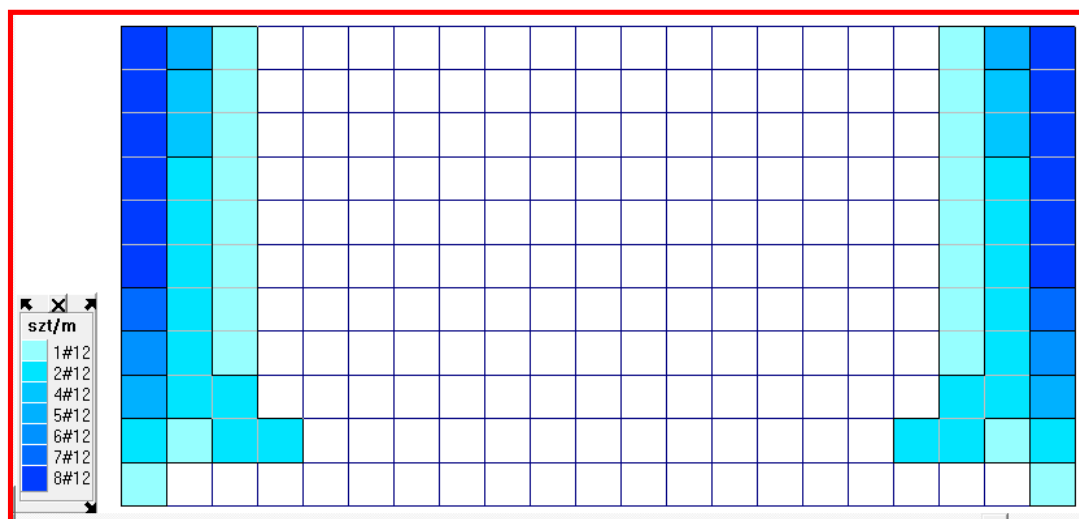
☒ Dozbroić ze wzg. na rysę

☒ Strona(+) 0,1mm
☒ Strona(-) 0,3mm

☒ Tarcza 0,1 mm

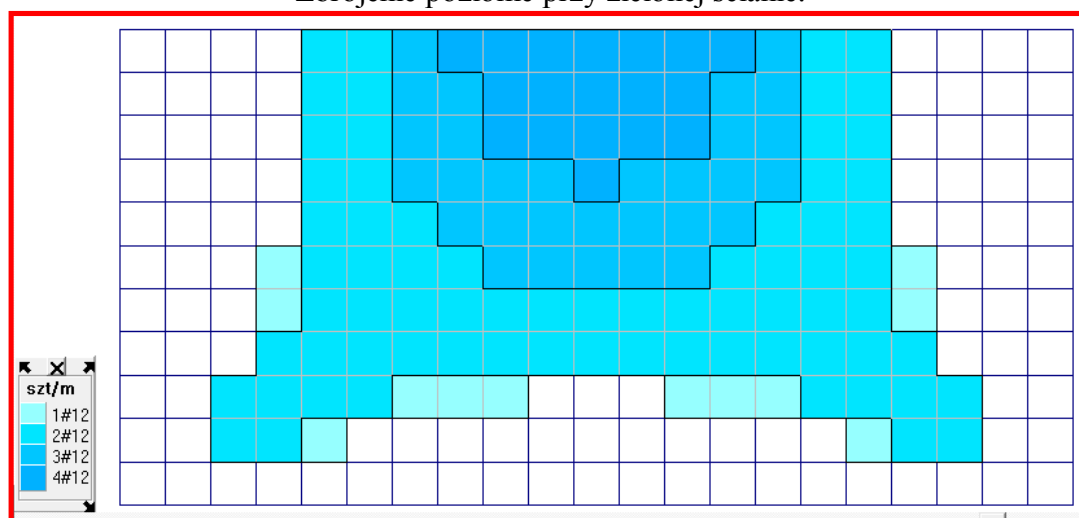
[Dane do zarysowania](#)

Po kliknięciu w przycisk [OK] program obliczy niezbędne zbrojenie z warunku SGN i dozbroi dla zachowania warunku granicznego rozwarcia. Pokazuję zbrojenie poziome przy żółtej ścianie.



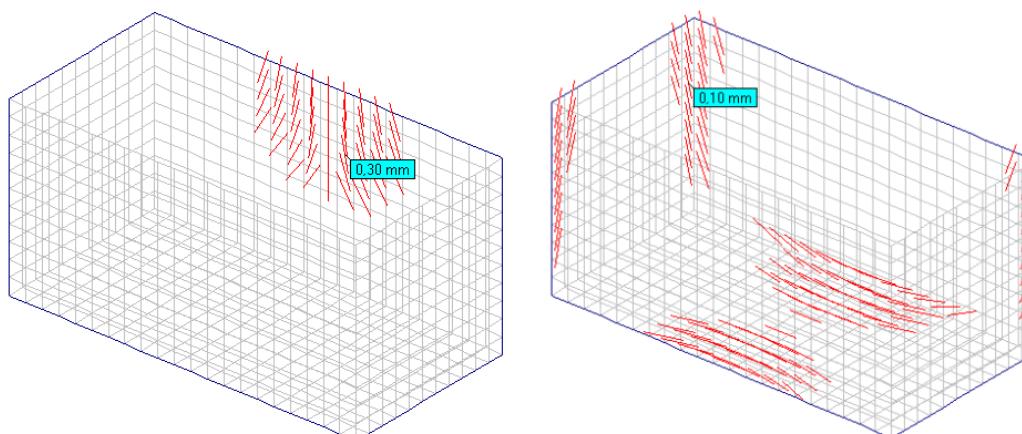
Rys.4.

Zbrojenie poziome przy zielonej ścianie.

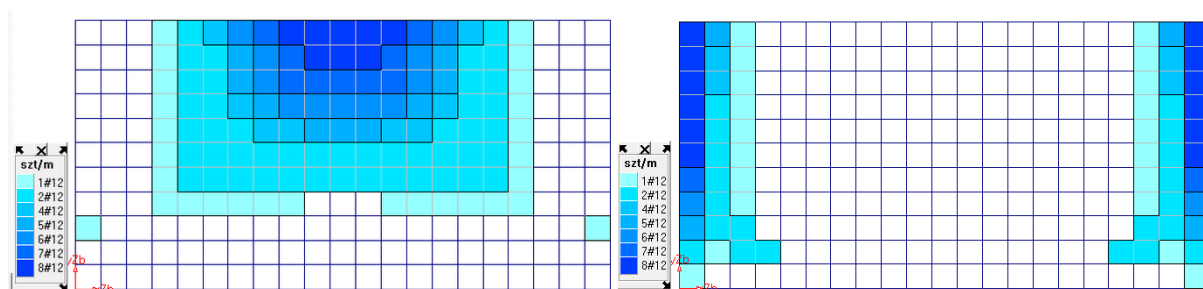


Rys.5.

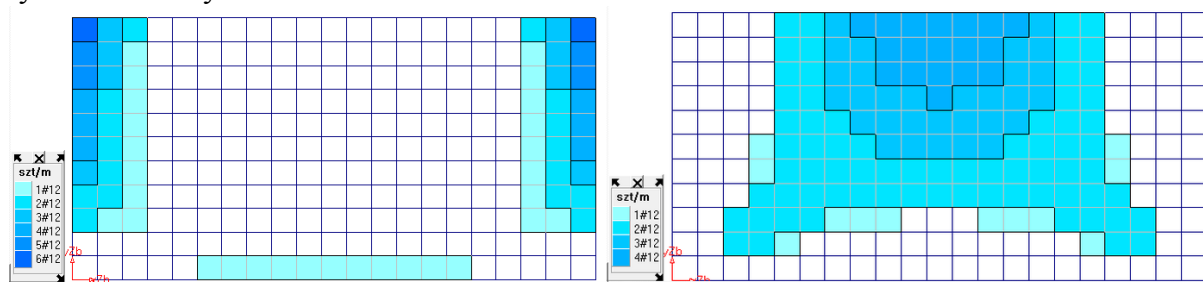
Po zbrojeniu krótkiej ściany i dna można pokazać rysy. Po lewej stronie jest obraz dla strony zewnętrznej, a po prawej dla wnętrza zbiornika/



Dla doboru zbrojenia poziomego przy stronie żółtej należy zsumować wyniki z rysunku nr 1 i rysunku nr 4.



Dla doboru zbrojenia poziomego przy stronie zielonej należy zsumować wyniki z rysunku nr 2 i rysunku nr 5.



Na koniec dla każdej strony należy przeprowadzić analizę rozstawu i tam gdzie zbrojenie na zginanie będzie rzadziej niż 150 mm tam należy je zagęścić do wartości wymaganej dla stanu tarczowego.

Taką operację trzeba zrobić dla zbrojenia pionowe i następnie powtórzyć te działania dla krótkiej ściany i dla dna zbiornika.

grudzień 2017 r.