

## 1.3. Płyta żelbetowa

Ten przykład przedstawia definicję i analizę prostej płyty żelbetowej z otworem.

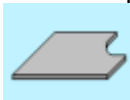
Jednostki danych: (m) i (kN).

Poniżej przedstawiono krok po kroku wszystkie etapy tworzenia modelu płyty i obliczenia płyty. Zdefiniowano cztery przypadki obciążenia (ciężar własny i trzy przypadki eksploatacyjne).

Podczas definiowania konstrukcji wykorzystywane będą następujące zasady:

- prezentacja dowolnej ikony oznacza naciśnięcie tej ikony lewym klawiszem myszki,
- { x } oznacza wybór opcji 'x' z okna dialogowego,
- LKM i PKM - skróty używane do oznaczenia kliknięcia odpowiednio lewym lub prawym klawiszem myszki.

Aby rozpocząć definiowanie konstrukcji, uruchom system **ROBOT Millennium** (naciśnij odpowiednią ikonę lub wybierz komendę z paska zadań). W okienku pojawiającym się po chwili na ekranie (jest ono opisane w rozdziale 2.1 podręcznika) należy wybrać pierwszą ikonę w drugim rzędzie

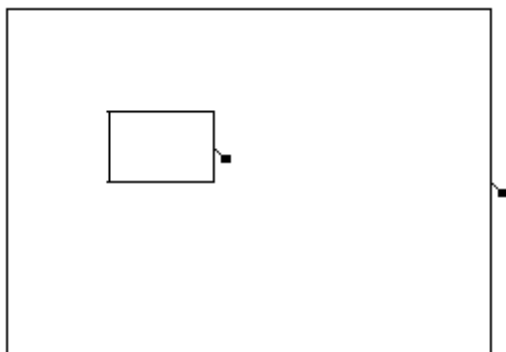


(Projektowanie płyty)

### 1.3.1. Definicja modelu konstrukcji

#### Definicja konturu

WYKONYWANA OPERACJA	OPIS
Widok / Siatka / Definiuj krok	Otwarcie okna dialogowego <b>Definicja kroku siatki</b>
Dx = Dy = 1.0	Definicja kroku siatki na ekranie (równy w obu kierunkach)
Zastosuj, Zamknij	Przyjęcie zdefiniowanych parametrów i zamknięcie okna dialogowego <b>Definicja kroku siatki</b>
	Otwarcie okna dialogowego <b>Polilinia - kontur</b>
LKM w opcję <i>Polilinia</i> w polu <i>Metoda tworzenia</i>	Wybór polilinii do definiowania konturu płyty
Używając myszki zdefiniuj punkty o następujących współrzędnych w oknie graficznym: {-7, -5} {-7, 5} {7, 5} {7, -5} {-7, -5}	Definicja konturu o kształcie prostokąta.
{-4, 2} {-4, 0} {-1, 0} {-1, 2} {-4, 2}	Definicja konturu o kształcie prostokąta. Kontur definiowany jest przez cztery wierzchołki (piąty wierzchołek jest podany, aby zamknąć kontur). Modeluje on wymiary otworu w płycie.
Zamknij	Zamknięcie okna dialogowego <b>Polilinia - kontur</b>




### **Parametry siatki elementów skończonych**

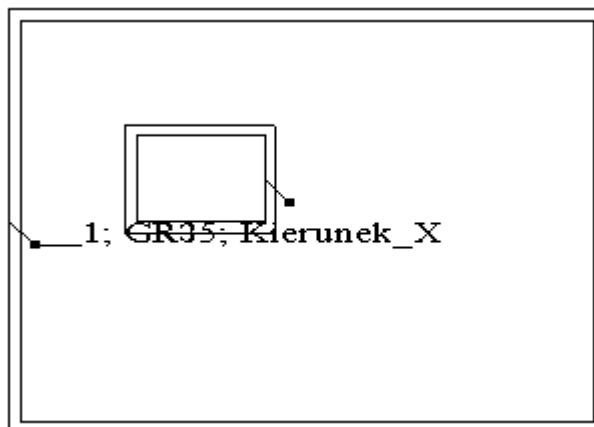
Narzędzia / Preferencje zadania / Opcje siatkowania	Otwarcie okna dialogowego służącego do wyboru parametrów siatkowania
W polu <i>Rodzaj siatkowania</i> wybierz opcję <i>Użytkownika</i> LKM w klawisz <b>Modyfikacja</b>	Wybór typu siatkowania określonego przez użytkownika
LKM w opcję <i>Dopuszczalne metody siatkowania / Delaunay</i>	Wybór metody Delaunay'a
W polu <i>Generacja siatki / Podział 1 i Podział 2</i> : wpisz {7}	Definicja rozmiaru generowanej siatki powierzchniowych elementów skończonych
<b>OK</b>	Akceptacja zmian i zamknięcie okna dialogowego <b>Opcje siatkowania</b>
<b>OK</b>	Zamknięcie okna dialogowego <b>Preferencje zadania</b> i akceptacja dokonanych zmian



### **Właściwości płyty**

	Otwarcie okna dialogowego służącego do definiowania grubości płyty
	Definicja nowej grubości powierzchniowych elementów skończonych
Na zakładce <i>Jednorodne</i> w polu <i>Gr=</i> wpisz wartość { 35 }	Definicja grubości płyty; w polu <i>Etykieta</i> należy wpisać GR35
W polu <i>Materiał</i> : wybierz { BETON }	Wybór materiału: BETON
<b>Dodaj i Zamknij</b>	Dodanie nowego typu grubości (GR35) do listy zdefiniowanych typów grubości i zamknięcie okna dialogowego <b>Nowa grubość</b>
<b>Zamknij</b>	Zamknięcie okna dialogowego <b>Grubości ES</b>

**Nadanie właściwości płyty**

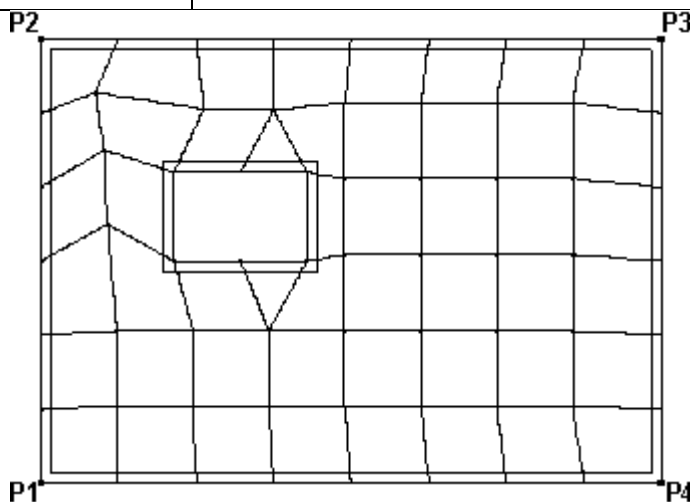
	Otwarcie okna dialogowego <b>Panel</b>
LKM w opcję <i>Typ obszaru: Otwór</i>	Definicja konturu otworu
LKM w opcję <i>Tworzenie poprzez/Punkt wewnętrzny:</i> LKM w punkt o współrzędnych {-3, 1} w oknie graficznym <i>Widok</i>	Definicja konturu otworu. Wybór punktu znajdującego się wewnątrz otworu; po kliknięciu w punkt np. o współrzędnych (-3,1) kontur będzie traktowany jako otwór.
LKM w opcję <i>Typ obszaru: Panel</i>	Definicja panelu (wokół zdefiniowanego otworu)
LKM w opcję <i>Charakterystyki / Grubość:</i> Wybierz: GR35 LKM w opcję <i>Charakterystyki / Zbrojenie:</i> Wybierz: Kierunek X	Wybór typu grubości (GR35) i typu zbrojenia płyty
LKM w opcję <i>Tworzenie poprzez/Punkt wewnętrzny:</i> LKM w punkt o współrzędnych {0,0} w oknie graficznym <i>Widok</i>	Definicja konturu panela. Wybór punktu znajdującego się wewnątrz konturu, ale na zewnątrz konturu otworu; po kliknięciu w punkt np. o współrzędnych (0,0) kontur będzie traktowany jako kontur panela.
<b>Zamknij</b>	Zakończenie definicji panela

**Definicja podpór**

<i>Analiza / Model obliczeniowy / Generacja</i>	Generacja siatki elementów skończonych zgodnie z przyjętymi parametrami siatkowania
	Otwarcie okna dialogowego <b>Podpory</b>
	Definicja nowego typu podpory
<b>Zaawansowane</b> na zakładce <i>Szytwe</i>	Otwarcie okna dialogowego <b>Definicja podpory - zaawansowane</b> do definicji podpory określanej przy pomocy wymiarów przekroju poprzecznego słupa



Słup	Wybór typu podpory - słup
Prostokątny b = 45, h = 45	Definicja typu słupa (prostokątny) i wymiarów przekroju poprzecznego słupa
<b>OK</b>	Zamknięcie okna dialogowego <b>Definicja podpory - zaawansowane</b>
W polu <i>Etykieta</i> wpisać Słup45x45, zablokować wszystkie kierunki (UZ, RX, RY)	Podanie nazwy zdefiniowanego typu podpory
<b>Dodaj, Zamknij</b>	Dodanie nowego typu podpory (słup45x45) do listy dostępnych typów podpór i zamknięcie okna dialogowego <b>Definicja podpory</b>
LKM w opcję <i>słup45x45</i>	Wybór typu podpory
LKM w pole <i>Aktualna selekcja</i> (na zakładce <i>Węzłowe</i> ) LKM w pole edycyjne LKM w punkty P1, P2, P3, P4	Wybór punktów, w których definiowana będzie podpora - patrz poniższy rysunek. Numeracja węzłów może być różna po zakończeniu generacji siatki elementów skończonych. Należy wybrać punkty narożne P1, P2, P3, P4, tak jak to zostało pokazane na rysunku poniżej.
<b>Zastosuj, Zamknij</b>	Definicja podpór w konstrukcji i zamknięcie okna dialogowego <b>Podpory</b>






### Definicja przypadków obciążenia

	Otwarcie okna dialogowego <b>Przypadki obciążeń</b>
LKM w klawisz <b>Nowy</b>	Definicja ciężaru własnego o standardowej nazwie STA1
LKM w pole <i>Natura Eksploatacyjne</i>	Wybór natury obciążenia: <i>eksploatacyjne</i>
LKM w klawisz <b>Nowy</b> , LKM w klawisz <b>Nowy</b> , LKM w klawisz <b>Nowy, Zamknij</b>	Definicja trzech przypadków obciążenia eksploatacyjnego o standardowych nazwach: EKSP1, EKSP2 i EKSP3 oraz zamknięcie okna dialogowego <b>Przypadki obciążeń</b>

**Definicja obciążeń dla utworzonych przypadków obciążenia**


 2: EKSP1 wybór 2: EKSP1	Wybór pierwszego przypadku obciążenia eksploatacyjnego EKSP1
	Otwarcie okna dialogowego <b>Obciążenie</b>
Wybierz zakładkę <i>Powierzchnia</i> 	Wybór obciążenia powierzchniowego jednorodnego na konturze
<i>Parametry obciążenia, Z: {-0.5}</i>	Definicja wartości obciążenia
LKM w pole <i>Definicja konturu</i>	Definicja konturu o kształcie prostokąta, do którego przyłożone będzie obciążenie
Zdefiniuj punkty o następujących współrzędnych: {-7, 1.5} {-4, 1.5} {-4, 0} {-7, 0}	
LKM w klawisz <b>Dodaj</b> znajdujący się na dole okna dialogowego <b>Obciążenie jednorodne (kontur)</b>	
LKM w pole <i>Zastosuj do</i> {1}	Wybór panela, do którego przykładane będzie obciążenie
<b>Zastosuj</b>	
 3: EKSP2 wybór 3: EKSP2	Wybór drugiego przypadku obciążenia eksploatacyjnego EKSP2
Wybierz zakładkę <i>Powierzchnia</i> 	Wybór obciążenia liniowego 2p
<i>Wartości: P1, P2</i> <i>Z: {-0.8, -0.8}</i> <i>Współrzędne punktów</i> <i>A: {1, -5}</i> <i>B: {1, 5}</i>	Definicja wartości obciążenia w dwóch punktach (P1 i P2 - początek i koniec odcinka do którego przykładane jest obciążenie) oraz współrzędnych tych punktów (A i B)
<b>Dodaj, Zastosuj</b>	
 4: EKSP3 wybór 4: EKSP3	Wybór trzeciego przypadku obciążenia eksploatacyjnego EKSP3
Wybierz zakładkę <i>Powierzchnia</i> 	Wybór obciążenia powierzchniowego 3p

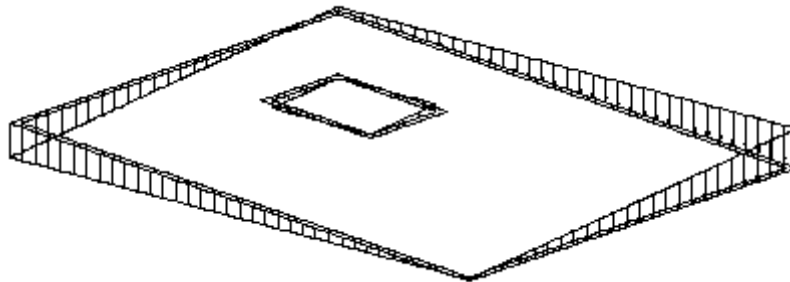



<p>Wartości: P1, P2, P3  <b>Z:</b> {-5, -8, 2}  Współrzędne punktów  <b>A:</b> {0.0, 5.0}  <b>B:</b> {5.0, 5.0}  <b>C:</b> {3.0, -5.0}</p>	Definicja wartości obciążenia dla całego panela, w oparciu o trzy wybrane punkty (P1, P2 i P3) oraz określenie współrzędnych tych punktów (A, B i C).
<b>Dodaj, Zastosuj, Zamknij</b>	Zamknięcie okna dialogowego <b>Obciążenia</b> .
<i>Obciążenia / Kombinacje</i>	Definicja kombinacji.
LKM w pole <i>Typ kombinacji</i>	Wybór kombinacji typu SGU.
LKM w pole <i>Natura</i>	Wybór natury EKSP1 i zatwierdzenie typu kombinacji.
<b>OK</b>	
W polu <i>Współczynnik</i> wpisać <b>auto</b>	Definicja współczynnika, który będzie użyty dla wybranych przypadków.
LKM w oknie <i>Lista przypadków</i> numer 2	Podświetlenie numeru przypadku, który będzie użyty w kombinacji.
	Przeniesienie wybranego przypadku do panelu po prawej stronie.
LKM w oknie <i>Lista przypadków</i> numer 3	Podświetlenie numeru przypadku, który będzie użyty w kombinacji.
	Przeniesienie wybranego przypadku panelu po po prawej stronie.
LKM w oknie <i>Lista przypadków</i> numer 4	Podświetlenie numeru przypadku, który będzie użyty w kombinacji.
	Przeniesienie wybranego przypadku panelu po po prawej stronie.
<b>Zastosuj, Zamknij</b>	Definicja kombinacji obciążeń i zamknięcie okna dialogowego <b>Kombinacje</b> .

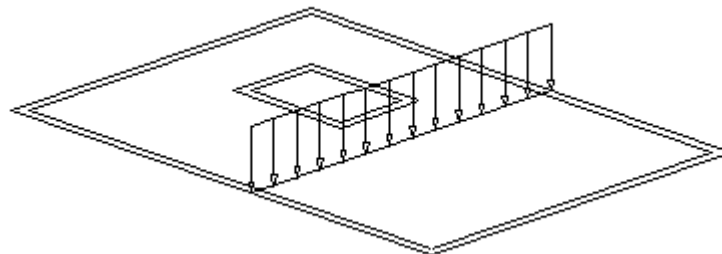
### Wizualizacja utworzonych przypadków obciążenia


<i>Widok / Rzutowanie / 3D xyz</i>	Wybór widoku aksonometrycznego
<i>Widok / Wyświetl / zakładka Obciążenia</i>	Jeśli nie są widoczne symbole obciążeń, w oknie <b>Wyświetlanie atrybutów</b> możemy włączyć ich wizualizację
LKM w opcję <i>Symbole</i>	Włączenie opcji prezentacji obciążeń w konstrukcji
<i>Widok / Wyświetl / zakładka ES</i>	Przejdźcie na zakładkę <i>Elementy skończone</i> okna dialogowego <b>Wyświetlanie atrybutów</b>
LKM w opcję <i>Elementy skończone, Numery i opis panela</i> <b>Zastosuj, OK</b>	Wyłączenie opcji prezentacji elementów konstrukcji

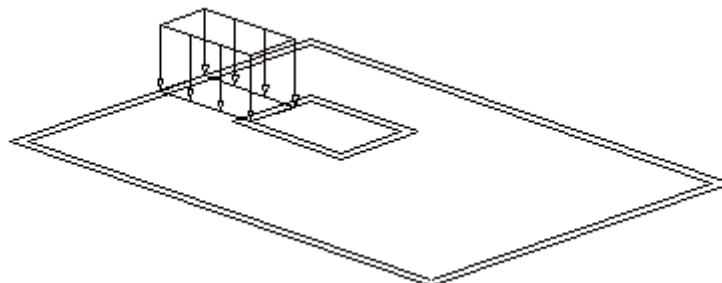
 4: EKSP3 wybór 4: EKSP3	Wybór trzeciego przypadku obciążenia eksploatacyjnego EKSP3
--	---




 3: EKSP2 wybór 3: EKSP2	Wybór drugiego przypadku obciążenia eksploatacyjnego EKSP2
--	--




 2: EKSP1 wybór 2: EKSP1	Wybór pierwszego przypadku obciążenia eksploatacyjnego EKSP1
--	--

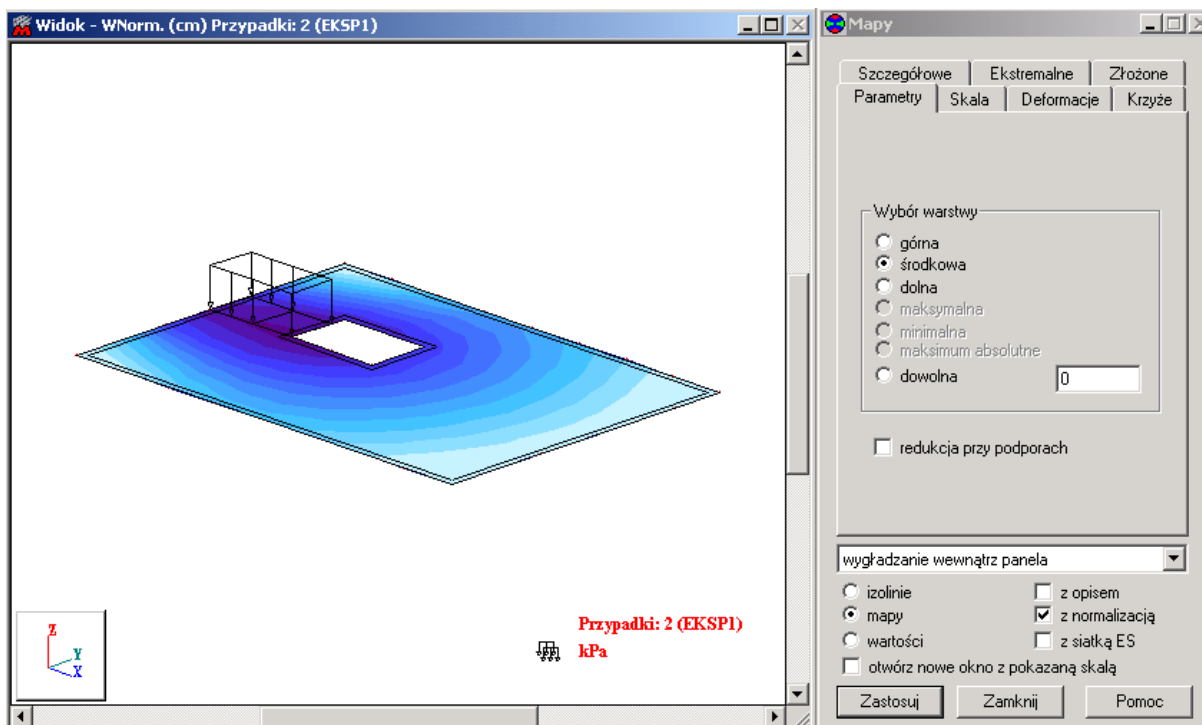


### 1.3.2. Analiza konstrukcji i prezentacja wyników obliczeń (mapy na przecięciach paneli)

	Rozpoczęcie obliczeń dla zdefiniowanej konstrukcji
LKM w polu umożliwiające wybór ekranów programu <b>ROBOT</b> , <b>Rezultaty / Rezultaty - mapy</b>	Wybór ekranu <b>REZULTATY/REZULTATY - MAPY</b> programu <b>ROBOT Millennium</b> . Ekran monitora zostanie podzielony na dwie części tak jak to pokazano na poniższym rysunku: okno graficzne z modelem konstrukcji oraz okno dialogowe <b>Mapy</b> .



 wybór 2: EKSP1	Wybór pierwszego przypadku obciążenia eksploatacyjnego EKSP1
LKM w opcję <i>Przemieszczenia-u</i> , w w oknie dialogowym <b>Mapy</b>	Wybór przemieszczenia do prezentacji
Przejdźcie na zakładkę <i>Parametry</i> w oknie dialogowym <b>Mapy</b> i wybranie opcji <i>środkowa</i> w polu <i>Wybór warstwy</i> , <b>Zastosuj</b>	Wybór warstwy, dla której prezentowane będą wyznaczone przemieszczenia

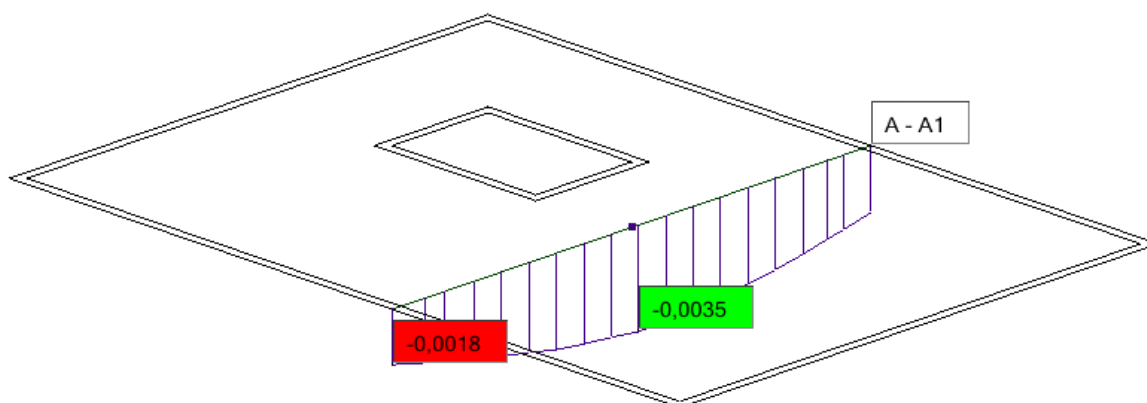


Przejdźcie na zakładkę <i>Szczegółowe</i> w oknie dialogowym <b>Mapy</b> i wyłączenie prezentacji przemieszczeń dla płyty, <b>Zastosuj</b>	
<b>Model konstrukcji / Geometria</b>	Wybór początkowego ekranu systemu <b>ROBOT Millennium</b>
<i>Rezultaty / Przecięcia paneli</i>	Otwarcie okna dialogowego <b>Przecięcia paneli</b> umożliwiającego tworzenie wykresów sił wewnętrznych i przemieszczeń w powierzchniowych elementach skończonych
LKM w opcję <i>Przemieszczenia - u</i> , w na zakładce <i>Szczegółowe</i>	Wybór przemieszczenia do prezentacji
Na zakładce <i>Definicja</i> w oknie dialogowym <b>Przecięcia paneli</b> , wybrać opcję <i>równoległe do osi -Y</i> , wpisać współrzędne (1.00, -5.00) w polu poniżej	Wybór sposobu definiowania płaszczyzny przecięcia





Przejsć na zakładkę <i>Parametry</i> , a następnie w polu <i>Wybór warstwy</i> wybrać opcję <i>środkowa</i>	Wybór warstwy, dla której prezentowane będą przemieszczenia w wybranym przecięciu
Na zakładce <i>Wykresy</i> wybrać następujące opcje: <i>karteczki</i> w polu <i>Opisy wykresów</i> , <i>kreskowe</i> w polu <i>Wypełnienie oraz normalnie</i> w polu <i>Położenie wykresów</i>	Wybór sposobu prezentacji wykresów na przecięciach konstrukcji
<b>Zastosuj</b>	Włączenie prezentacji przemieszczeń na przecięciach panelu (rysunek poniżej); poniższy rysunek prezentuje dotychczas zdefiniowaną konstrukcję
	Wykorzystanie opcji pozwala na obejrzenie wykresu (w początkowym stanie wykres znajduje się pod płytą).



Przejsć na zakładkę <i>Przecięcia</i> i wyłączyć prezentację wykresu na zdefiniowanym przecięciu (zniknie symbol $\surd$ )	Wyłączenie prezentacji wykresu na przecięciu przez płytę.
<b>Zastosuj, Zamknij</b>	Wyłączenie prezentacji przemieszczeń na przecięciu panelu i zamknięcie okna dialogowego <b>Przecięcia paneli</b> .

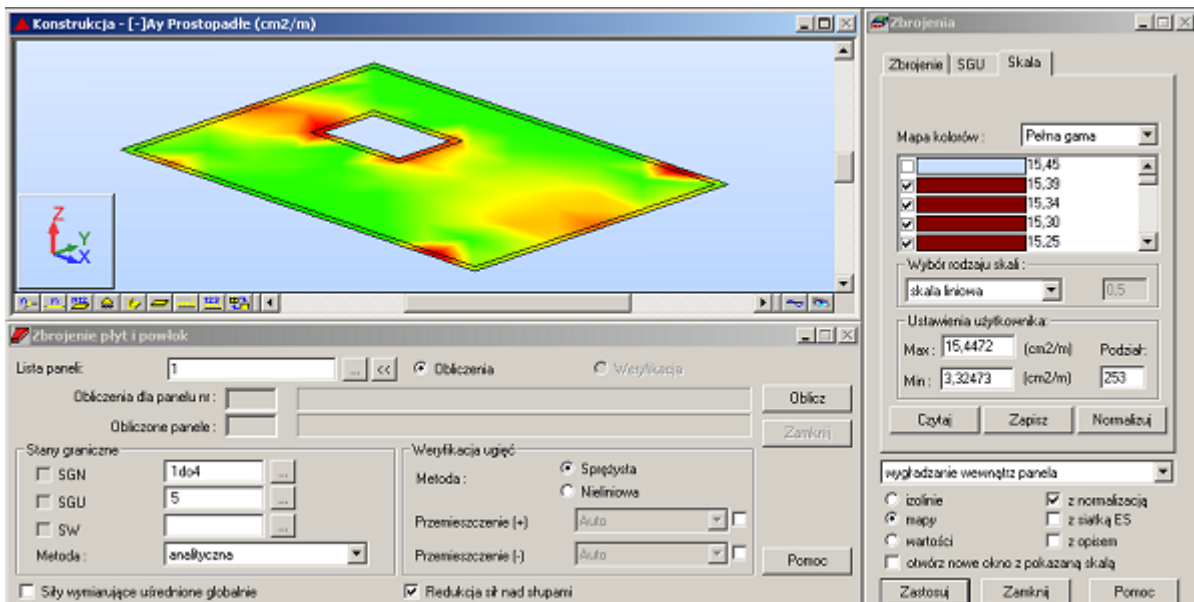
### 1.3.3. Obliczanie teoretycznych powierzchni zbrojenia

Norma PN-B-03264 (2002)

LKM w pole umożliwiające wybór ekranów programu <b>ROBOT: Płyty żelbetowe / Płyty - zbrojenie teoretyczne</b>	Przejsć na ekran programu <b>ROBOT Millennium</b> umożliwiającego wyznaczenie teoretycznych powierzchni zbrojenia dla zdefiniowanej płyty. Ekran monitora zostanie podzielony na trzy części: okno graficzne z modelem konstrukcji oraz dwa okna: <b>Zbrojenie płyt i powłok</b> oraz <b>Zbrojenia</b> .
LKM w pole <i>SGN</i> : w polu <i>Listy przypadków</i> i wpisanie 1do4 w oknie <b>Zbrojenie płyt i powłok</b>	Obliczenia powierzchni teoretycznych odbywać się będą dla stanu granicznego nośności uwzględniając wszystkie przypadki obciążenia płyty.



LKM w pole <i>SGU</i> : w polu <i>Listy przypadków</i> i wpisanie 5 w oknie <b>Zbrojenie płyt i powłok</b>	Obliczenia powierzchni teoretycznych odbywać się będą dla stanu granicznego użyteczności uwzględniając zdefiniowaną kombinację.
LKM w pole <i>Metoda</i> i wybór metody analitycznej	Wybór analitycznej metody obliczania powierzchni zbrojenia.
Włączenie opcji <i>Redukcja sił nad słupami</i>	Włączenie tej opcji oznacza, że dla elementów płytowych, które są podparte punktowo (np. przy pomocy typu podpory słup), wartości momentów i naprężeń w okolicach punktów podparcia są zastępowane średnią wartością z otoczenia tych podpór/słupów
LKM w klawisz <b>Oblicz</b> w oknie <b>Zbrojenie płyt i powłok</b>	Rozpoczęcie obliczeń powierzchni zbrojenia dla zdefiniowanej płyty (panelu nr 1)
Po zakończeniu obliczeń LKM w opcję <i>Powierzchnia A Y[-]</i> w oknie dialogowym <b>Zbrojenia</b>	Wybór wielkości do prezentacji
Przejsięcie na zakładkę <i>Skala</i> i wybór opcji <i>Pełna gama</i> w polu <i>Mapa kolorów</i>	Wybór rodzaju palety kolorów używanej do prezentacji map zbrojenia
LKM w klawisz <b>Zastosuj</b> w oknie <b>Zbrojenia</b>	Prezentacja powierzchni zbrojenia dla wybranej powierzchni i wybranego kierunku (mapa powierzchni zbrojenia jest pokazana na poniższym rysunku)
Wyłączenie opcji <i>Powierzchnia A Y[-]</i> w oknie dialogowym <b>Zbrojenia</b> LKM w klawisz <b>Zastosuj</b>	Wyłączenie prezentacji map zbrojenia




	Otwarcie tabeli z prezentacją wyników dla obliczenia teoretycznych powierzchni zbrojenia dla płyty
--	--



PKM gdy kursor znajduje się w tabeli <i>Wyniki zbrojenia</i>	Pojawienie się menu kontekstowego na ekranie
<i>Kolumny</i>	Otwarcie okna dialogowego <b>Wyniki zbrojenia</b>
Włączenie dwóch opcji w polu <i>Zbrojenie teoretyczne: Rozstaw e X[-] i Rozstaw e X[+]</i>	Wybór wielkości do prezentacji w tabeli
<b>OK</b>	Zamknięcie okna dialogowego <b>Wyniki zbrojenia</b>
Przejdźcie na zakładkę <i>Ekstrema globalne</i> w tabeli <i>Wyniki zbrojenia</i>	Prezentacja ekstremów globalnych powierzchni i rozstawów zbrojenia uzyskanych dla projektowanej płyty
Zamknięcie tabeli <i>Wyniki zbrojenia</i>	

### 1.3.4. Obliczanie rzeczywistych powierzchni zbrojenia

Norma PN-B-03264 (2002)

LKM w pole umożliwiające wybór ekranów programu <b>ROBOT: Model konstrukcji / Geometria</b>	Wybór początkowego ekranu programu <b>ROBOT Millennium</b> .
Selekcja oknem całej płyty (płyta jest podświetlana)	Wybór płyty, dla której przeprowadzone zostaną obliczenia zbrojenia rzeczywistego. UWAGA: w przypadku większej liczby paneli należy wybrać te panele, dla których ma być obliczone zbrojenie rzeczywiste.
<i>Analiza / Wymiarowanie elementów żelbetowych / Wymiarowanie paneli betonowych / Zbrojenie rzeczywiste</i>	Rozpoczęcie obliczeń zbrojenia rzeczywistego płyty. Zaakceptowanie ewentualnych komunikatów.
	Wybranie prezentacji zbrojenia dolnego na kierunku X
	Otwarcie okna dialogowego <b>Wzorzec zbrojenia</b>
Wybranie opcji <i>Pręty</i>	Na zakładce <i>Ogólne</i> wybranie opcji <i>Pręty</i> w grupie <i>Sposób zbrojenia</i> ; oznacza to, że generowane zbrojenie płyty będzie zbrojeniem tylko prętami zbrojeniowymi
<b>OK</b>	Zaakceptowanie dokonanego wyboru i zamknięcie okna dialogowego <b>Wzorzec zbrojenia</b>
	Otwarcie okna dialogowego <b>Zestaw opcji obliczeniowych</b>
Wybór opcji przejścia do ekranu <b>Zbrojenia</b> po obliczeniach	Po zakończeniu obliczeń program automatycznie przejdzie do ekranu <b>ROBOT: Płyty żelbetowe / Płyty - zbrojenie</b>
<b>Obliczenia</b>	Rozpoczęcie obliczeń zbrojenia rzeczywistego płyty.
LKM w pole umożliwiające wybór ekranów programu <b>ROBOT: Płyty żelbetowe / Płyty - zbrojenie rzeczywiste</b>	Powrót do poprzedniego ekranu.



**Weryfikacja**

Zakładka <i>Mapy zbrojenia</i> w oknie <b>Zbrojenie płyt i powłok</b>	Wyświetlenie ikon map.
	Wybranie mapy ugięć i sprawdzenie wartości ugięć.
	Otwarcie okna dialogowego weryfikacji.
Weryfikacja ugięć metodą sprężystą	Wybór metody weryfikacji.
<b>Oblicz</b>	Rozpoczęcie weryfikacji.
<b>Zamknij</b>	Zamknięcie okna dialogowego weryfikacji.
Porównanie wyników	Dla przyjętego zbrojenia nastąpiła zmiana wartości ugięcia.
Przeglądanie wyników	Przeglądanie wyników obliczeń; poniższy rysunek przedstawia ekran <b>Płyty żelbetowe / Płyty - zbrojenie</b> . Po wybraniu ekranu <b>Płyty żelbetowe / Płyty - przebiecie</b> można zobaczyć wyniki przebiecia w płycie.

