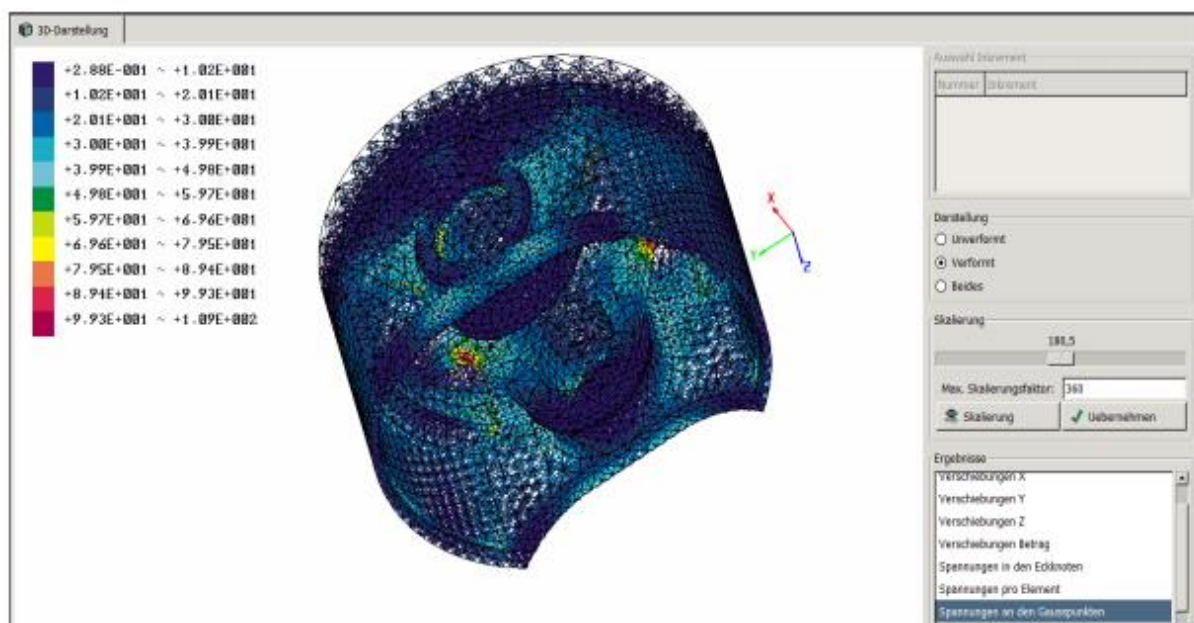




INSTRUKCJA OBSŁUGI



WERSJA 4



Łatwa w użyciu analiza elementów skończonych
Program dla komputerów z systemem Windows, LINUX i MacOS
(Tylko 64-bitowe)

Ta darmowa wersja jest literacką własnością
katedry projektowania technicznego i CAD,
University of Bayreuth, Niemcy,
skomponowaną i zredagowaną przez
professora Dr.-Ing. Franka Riega

We współpracy z:

Dr.-Ing. Bettina Alber-Laukant; Dipl.-Ing. Daniel Billenstein;
Maximilian Braun, M.Sc. ; Kevin Deese, mgr inż. Christian Dinkel,
M.Sc. ; Pascal Diwisch, M.Sc. ; Dr.-Ing. Michael Frisch; Johannes
Glamsch, M.Sc. ; Christian Glenk, M.Sc. ; Dipl.-Ing. Daniel Goller;
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Reinhard Hackenschmidt; Mgr Stefan Hautsch;
Dipl.-Ing. Claudia Kleinschrodt; Dr.-Ing. Dipl.-Math. Martin
Neidnicht; Dr.-Ing. Florian Nützel; Dr.-Ing. Bernd Roith; Frank
Rudolph, M.Sc. ; Dr.-Ing. Alexander Troll; Dipl.-Ing. Felix Viebahn;
Dr.-Ing. Christoph Wehmann; Aljoscha Zahn, M.Sc. ; Dr.-Ing. Jochen
Zapf; Dr.-Ing. Markus Zimmermann; Dr.-Ing. Martin Zimmermann

Wszelkie prawa zastrzeżone przez redaktora

Wersja 4 kwiecień 2017 r



jest zastrzeżonym znakiem towarowym (nr 30 2009 064 238) profesora Dr.-Ing. Frank Rieg

O Z88AURORA I CO NOWEGO W Z88AURORA V4

Z88 to pakiet oprogramowania do rozwiązywania strukturalnych, statycznych problemów za pomocą analizy elementów skończonych (MES), który jest dostępny na licencji GNU-GPL jako wolne oprogramowanie z kodem źródłowym. Oprogramowanie, pierwotnie stworzone przez profesora Franka Riega w 1986 roku, jest obecnie rozwijane przez zespół pod nadzorem profesora Riega na Uniwersytecie w Bayreuth.

Oprócz obecnego kompaktowego Z88, który jest obecnie dostępny w 14 wersji, rozszerzony program Z88Aurora jest dostępny na rynku od 2009 roku. Z88Aurora jest oparty na Z88 i jest dostępny dla 64-bitowych systemów Windows, 64-bitowych i Mac OS X do bezpłatnego pobrania (jako plik wykonywalny). Oprócz wydajnych solverów zawartych w Z88, Z88Aurora oferuje graficzny interfejs użytkownika (GUI), całkowicie nowy preprocesor i rozszerzenie zatwierdzonego postprocesora Z88O. W trakcie prac nad Z88Aurorą duży wysiłek wkładano w poprawę użyteczności.

Od wersji V2 Z88Aurora oprócz analizy wytrzymałości statycznej oferuje bazę materiałową zawierającą ponad 50 uznanych materiałów konstrukcyjnych i modułów, takich jak nieliniowe obliczenia wytrzymałości, analizy częstotliwości naturalnych i analizy termiczne. Od Z88Aurora V3 program obejmuje rozszerzony nieliniowy układ równań, który teraz pozwala również na uwzględnienie nieliniowego zachowania materiału poza geometrycznie nieliniową analizą. Dlatego też wprowadzono trzy prawa dotyczące tworzyw sztucznych. Powierzchnia została odpowiednio ulepszona, aby móc wprowadzić dodatkowo wymagane dane materiałowe.

Obecna wersja Z88Aurora V4 zawiera teraz moduł kontaktowy, który zapewnia beztarciowe i spajane preparaty kontaktowe. GUI oferuje różne operacje części do tworzenia i wyrównywania zespołów (np. Importowanie części, przenoszenie, obracanie, skalowanie i kopiowanie). Opracowywane są inne moduły, takie jak moduł analizy przejściowej.

Moduły:

Moduł liniowej analizy statycznej

Podstawowym modułem Z88Aurora® jest liniowy moduł statyczny, który służy do liniowych analiz statycznych. Jest to pierwszy solver zawarty w Z88Aurora®. Jedyne wymagane parametry materiału to moduł Younga i współczynnik Poissona. Użytkownik ma do wyboru szereg warunków brzegowych: przemieszczenia, siły, parcie lub obciążenia powierzchniowe

Moduł do analizy termicznej

W tym module Z88Aurora obliczane są stacjonarne przewodnictwo cieplne i rozszerzalność cieplna. Symulowany profil temperatury jest traktowany osobno i jest niezależny od czasu, to znaczy wyświetlany jest stan równowagi. Poprzez powiązanie termicznych i mechanicznych warunków brzegowych użytkownik może obliczyć termo-mechaniczne przemieszczenia lub naprężenia oprócz wyników cieplnych, takich jak temperatura lub przepływ ciepła. Dzięki temu można uzyskać informacje na temat wpływu temperatury na element konstrukcyjny.

Moduł dla częstotliwości drgań własnych

Od wersji V2 Z88Aurora daje również możliwość analizy komponentu pod kątem jego częstotliwości drgań własnych. Jeżeli właściwości materiału Younga, współczynnik Poissona i gęstość są znane, moduł ten może obliczyć częstotliwość drgań własnych. Alternatywnie można zastosować wiązania ustalające dla zestawów węzłów w jednym lub kilku kierunkach przestrzennych. W rezultacie użytkownik uzyskuje informacje o najmniejszej częstotliwości drgań własnych oraz zniekształceniu elementu.

Moduł Z88NL do obliczeń nieliniowych

Wreszcie istnieje możliwość przeprowadzenia nieliniowych obliczeń mechaniki konstrukcji. Odnośnie warunków brzegowych, w których występują przemieszczenia homogeniczne i heterogeniczne, można zaobserwować różne rodzaje sił docisku oraz obciążenia ciśnieniowe. Układ rozwiązywania równań Z88NL ocenia analizę elementów skończonych z uwzględnieniem nieliniowości geometrycznych lub, od V3, również biorąc pod uwagę nieliniowe zachowanie materiału. W tym module można obliczyć przemieszczenia (Z88NLO2.TXT), a także naprężenie Chauchy'ego (Z88NLO3.TXT) dla elementów typu 1 (sześciąt z 8 węzłami), 4 (kratownica), 10 (sześciąt z 20 węzłami), 7 (prosty element naprężeń z 20 węzłami), 8 (torus z 8 węzłami), 16 (czworościan z 10 węzłami) i 17 (czworościan z 4 węzłami). Od wydania Z88Aurora V3 można obliczyć trzy różne reguły dotyczące tworzyw sztucznych.

Moduł kontaktowy Z88KONTAKT

Od wersji 4 Z88Aurora może obsługiwać wiele części i może przeprowadzać analizy kontaktów. W tym celu zaimplementowano kontakt z powierzchnią węzła lub powierzchni z automatycznym wyszukiwaniem kontaktów.

Możliwe typy styków są połączone lub nie mają tarcia. Metody włączania tych ograniczeń to Lagrange, zaburzony Lagrange lub karny. Siatkowe (liniowe lub kwadratowe sześciokąty lub czworościany) można importować, pozycjonować i manipulować za pomocą GUI. Resztę preprocesingu można przeprowadzić analogicznie do liniowej analizy statycznej. Należy pamiętać, że moduł stykowy działa tylko w połączeniu z liniowym modułem statycznym.

Filozofia Z88 jest również ważna dla Z88Aurora!

- szybki i kompaktowy: Opracowany na PC, bez przeniesionego systemu mainframe
- pełna 64-bitowa obsługa systemów Windows, Linux i Mac
- rodzime programy Windows i Mac OS X, bez emulacji
- Wersje dla systemów Windows i Mac OS X używających tych samych komputerów
- pełna wymiana danych z i do systemów CAD (AutoCAD * .DXF, * .STP, * .STL)
- Import struktur FE (* .COS, * .NAS, * .ANS, * .INP)
- kontekstowa pomoc online i samouczki wideo
- prosta instalacja za pomocą Microsoft® Installer (MSI)
- Z88Aurora V4 jest w pełni kompatybilny z Z88 V14OS i Z88Aurora V2 / V3. Istniejące pliki Z88 V13 lub Z88Aurora V1 można łatwo importować za pomocą narzędzia do konwersji "Mitoo"!

Uwaga:

Zawsze porównuj obliczenia FE z analitycznymi przybliżonymi obliczeniami, wynikami eksperymentów, względami wiarygodności i innymi testami bez wyjątku!

Należy pamiętać, że definicje znaków Z88Aurora (a także innych programów MES) różnią się od zwykłych definicji analitycznej mechaniki technicznej od czasu do czasu.



Konwencje jednostek są zarządzane niezależnie przez użytkownika. Baza danych materiałów zintegrowana w Z88Aurora używa jednostek mm / t / N

Z88Aurora to potężny, złożony program komputerowy, który jest wciąż rozwijany. Jeśli masz sugestie dotyczące przyszłej funkcjonalności, napisz e-mail na adres z88aurora@uni-bayreuth.de lub skontaktuj się z nami za pośrednictwem forum <http://forum.z88.de>. Kompatybilność Z88Aurora® z innymi programami nie jest w pełni przetestowana. Szczególnie wymiana danych w dużym stopniu zależy od rozwoju oprogramowania eksportującego strony trzeciej. Zmiany w tym zakresie często nie są bezpośrednio widoczne i mogą powodować problemy. W takich przypadkach skontaktuj się z pomocą techniczną Z88. Często zadawane pytania można znaleźć na forum lub w podręcznikach.

WYMAGANIA SYSTEMOWE

- * Systemy operacyjne: Microsoft® Windows® 7/8 / 8.1 / 10, Linux, MacOS® (64-bitowy)
- * Wymagania dotyczące grafiki: sterownik OpenGL
- * Pamięć główna: minimum 1 GB, zalecane: 8 GB
- * Dokumentacja i filmy wideo wymagają czytnika plików PDF, odtwarzacza wideo, przeglądarki

INSTALACJA

Więcej informacji można znaleźć w przewodniku instalacji, który zawiera instalację pakietu Z88Aurora. Aby rozpocząć, użyj ikony na pulpicie "Z88Aurora V4" lub otwórz program w menu startowym: "Z88Aurora V4" □ "Z88Aurora V4". Jeśli nie zainstalowałeś ikony na pulpicie ani wpisu w menu Start, możesz uruchomić program za pomocą Eksploratora Windows:




















"C: \ Z88AuroaV4 \ win \ bin \ z88aurora.exe".




















DOKUMENTACJA






Dokumentacja Z88Aurora składa się z:

- * Podręcznika użytkownika zawierający szczegółowy przegląd GUI
- * Podręcznika teorii z rozbudowanym opisem wbudowanych modułów
- * Przykładów najczęstszych zastosowań w analizach mechanicznych
- * Biblioteki elementów wyświetlająca zintegrowane typy elementów w Z88Aurora
- * Podręcznika wideo zawierający niektóre tematy o szczególnym znaczeniu
- * SPIDER-Workflow: Obsługa procesu workflow również

SPIS TREŚCI

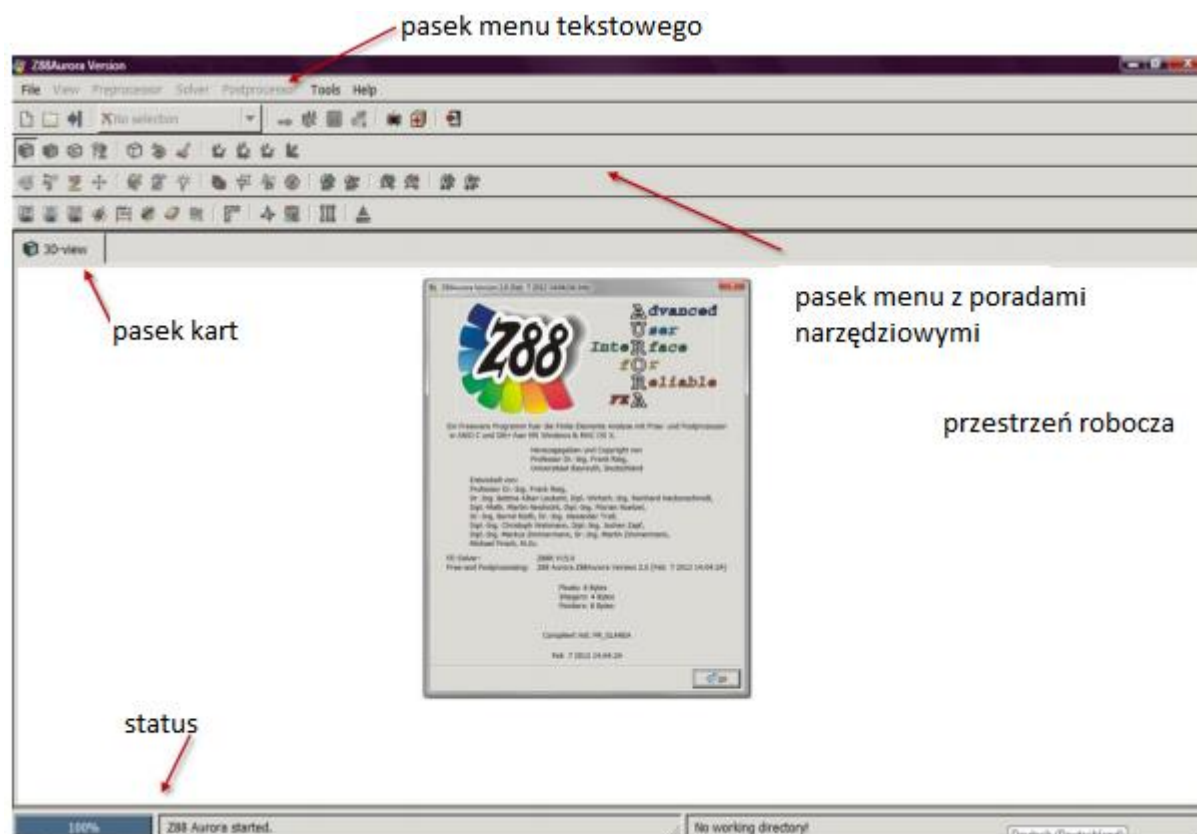
1. PRZEGLĄD INTERFEJSU UŻYTKOWNIKA	11
2. PASKI MENU	11
2.1  ZARZĄDZANIE FOLDEREM PROJEKTU	13
2.2  TWORZENIE NOWEGO FOLDERU PROJEKTU	13
2.3  OTWIERANIE FOLDERU PROJEKTU	14
2.4  ZAMYKANIE FOLDERU PROJEKTU	15
2.5 ZARZĄDZANIE FOLDEREM PROJEKTU W PASKU MENU TEKSTOWEGO	15
2.6  USUWANIE PLIKÓW PROJEKTOWYCH	15
3. WIDOK	17
3.1 PASKI NARZĘDZIOWE	17
3.2  USTAWIENIA KAMERY	19
3.3  KOLORY	19
3.4  WYŚWIETLACZE	19
3.5  ETYKIETY	21
 Etykiety: węzły	21
 Etykiety: elementy	22
 Etykiety: węzły i elementy	22
 Ukryj wszystkie etykiety: węzły i elementy	22
3.6  ROZMIAR WARUNKÓW BRZEGOWYCH / PUNKTÓW GAUSSA / PUNKTÓW WYBORU	22
 Rozmiar warunków brzegowych	22
 Rozmiar punktów Gaussa	22
 Rozmiar punktów wyboru	23
4.  KONTEKST WRAŻLIWYCH BOCZNYCH MENU	24
4.1  IMPORT DANYCH CAD I MES	24
Kompatybilność z innymi wersjami Z88	24
Import danych	25
Importuj pasek menu tekstu	28
Importuj pasek narzędzi	29
Importuj pasek menu tekstu	29

4.2		PREPROCESOR	30
		Preprocesor w pasku menu tekstowego	30
		Pasek narzędziowy Preprocessor	31
		Picking (wybieranie).....	31
		Picking (wybieranie) węzłów	32
		Picking (wybieranie) elementów	35
		Picking (wybieranie) powierzchni	35
		Jak wybrać najlepszą opcję pickingu	36
		Zarządzanie ustawieniami	37
		Tworzenie struktur MES (kratownice, belki).....	38
		Tworzenie siatki (meshing).....	42
		Korekta siatki	44
		Generowanie super elementów / generator siatki Z88N.....	45
		Parametry elementu	50
		Zarządzanie asemblacją (montażem) / analiza kontaktów.....	54
		Materiał	58
		Dodawanie warunków brzegowych	66
4.3.		SOLWER	71
		Solwery liniowe Z88R i Z88RS	71
		Nieliniowy solwer Z88NL	73
		Solwer termiczny Z88TH	74
		Solwer wibracyjny Z88EI	74
		Modułowy solwer rozwiązywania styków	75
		Solwer w pasku menu tekstowego	78
		Dostępne typy solwerów dla odpowiednich elementów skończonych ...	79
4.4		POSTPROCESOR	80
5.		NARZĘDZIA	86
5.1		ANALIZA	86
5.2		EDYTUJ STL	86
5.3		OPCJE	88

6.		POMOC I WSPARCIE	90
		Pomoc.....	90
		Wsparcie SPIDER (pająk).....	97
		O Z88Aurora	98
		Wsparcie	98
7.	LITERATURA		99


1. PRZEGLĄD INTERFEJSU UŻYTKOWNIKA

Z88Aurora charakteryzuje się intuicyjną obsługą pre- i postprocesora. Zarządzanie danymi projektu odbywa się za pomocą zarządzania folderami projektu. Wyświetlacz statusu zapewnia lepszą łatwość użytkowania.

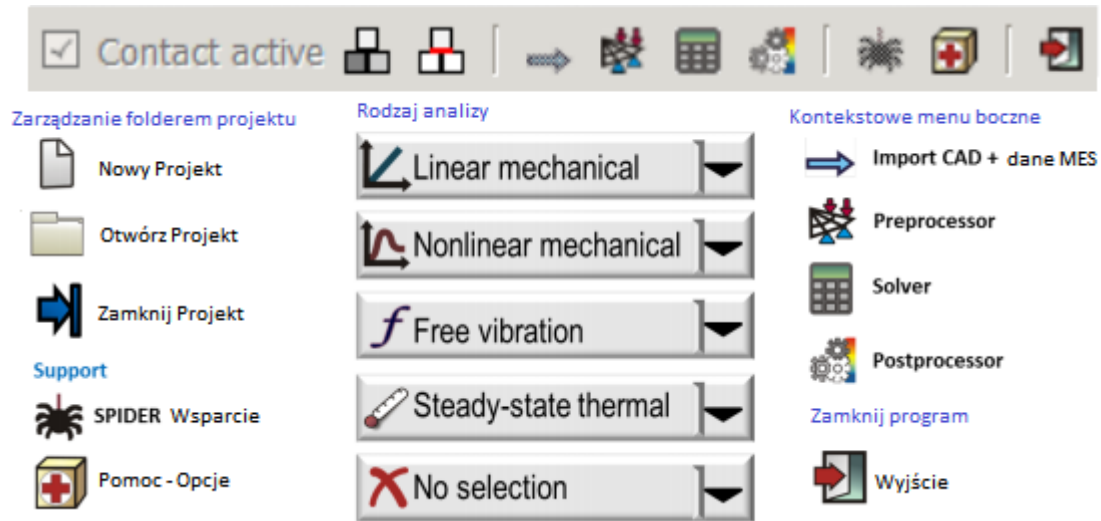


Rysunek 1: Interfejs użytkownika Z88Aurora V3

2. PASKI MENU

Dla obsługi ważne jest kilka pasków menu. Cztery paski menu ikon zapewniają szybki dostęp do wszystkich funkcji Z88Aurora. Główne funkcje pierwszego paska menu ikony, takiego jak preprocesor,  otwierają dodatkowe menu boczne. Pozostałe trzy paski menu ikon zawierają opcje widoku, koloru i importu oraz funkcje preprocesora. Pasek menu tekstowego zawiera wszystkie funkcje paska menu ikon oraz menu boczne, ikony korespondentów poprzedzają polecenia tekstowe. W zależności od aktualnej procedury na pasku kart znajduje się kilka zakładek, takich jak karty materiałów w menu materiałów, między którymi można się przełączać. Każdą zakładkę można zamknąć, klikając odpowiednio "X".

Pasek menu ikon jest podzielony na różne obszary: zarządzanie folderami projektu, typ analizy i przyciski, które otwierają menu kontekstowe i wsparcie. W zależności od stanu analizy kilka ikon jest wyświetlanych na szaro, ponieważ ich funkcje nie są dostępne w tym czasie.



Rysunek 2: Przyciski ikon paska menu

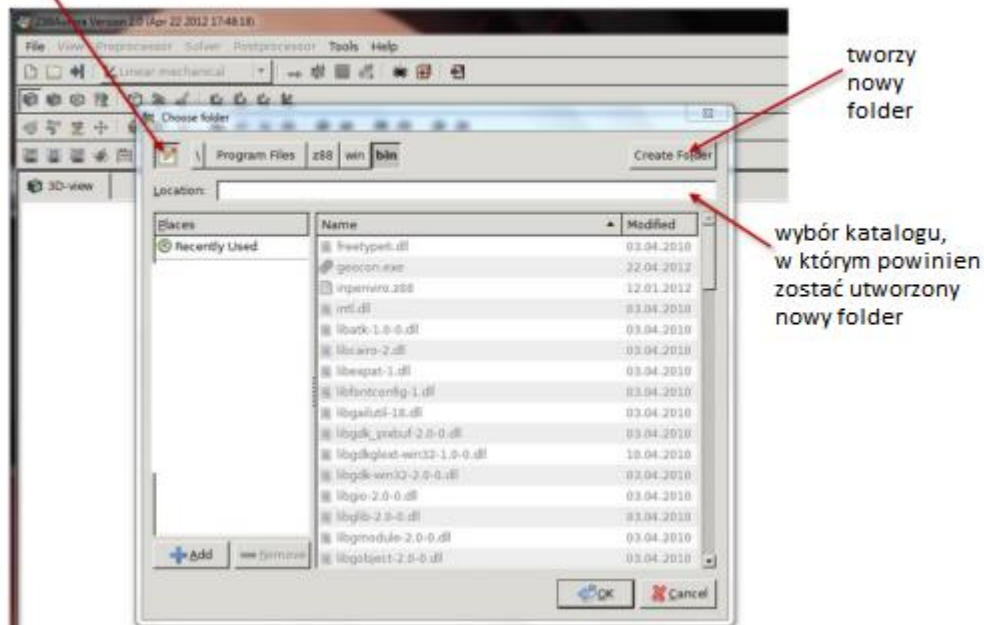
⚠ Zawsze zwracaj uwagę na wyświetlanie stanu w dolnej lewej krawędzi interfejsu użytkownika. Tutaj znajdziesz odniesienia do kolejnych kroków i informacji o operacji!



2.1 Zarządzanie folderami projektu

W zależności od statusu projektu możliwe jest uruchomienie nowego folderu projektu lub otwarcie istniejącego projektu. Opcje, które nie są dostępne w danym momencie, są wyświetlane na szaro.

pokazuje i ukrywa lokalizację



Rysunek 4: Zarządzanie folderem projektu w Z88Aurora

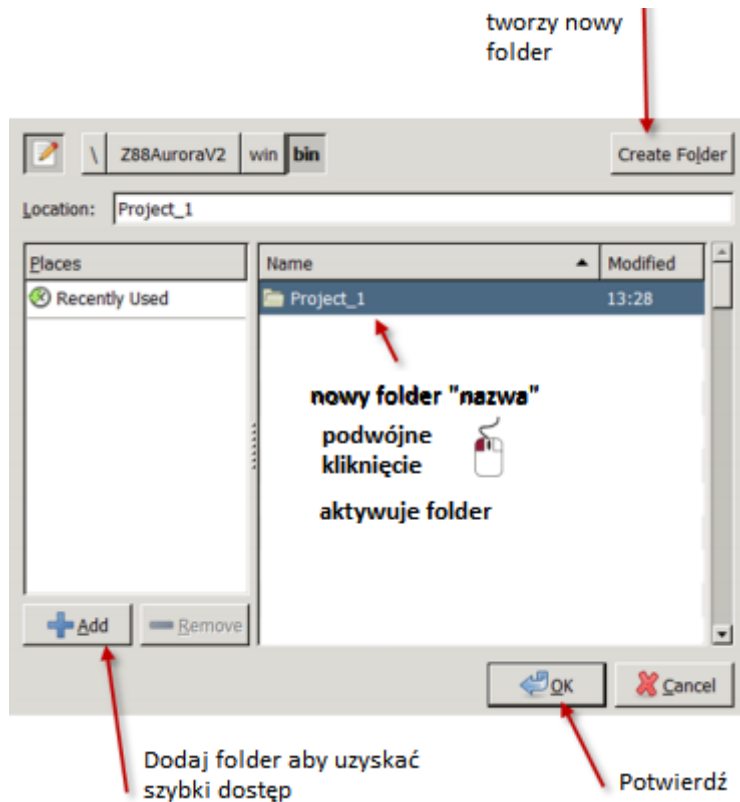
2.2 Tworzenie nowego folderu projektu

- ⇒ Utwórz nowy folder
- ⇒ Wprowadź nazwę folderu "Nazwa"
- ⇒ Potwierdź (Return)
- ⇒ Kliknij przycisk OK, aby potwierdzić

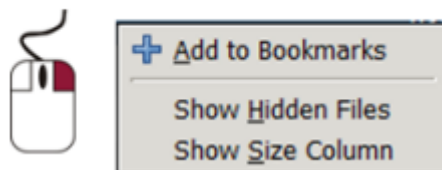
Maska wprowadzania zniknie i można rozpocząć kompilację modelu obliczeniowego.



Do dalszego wykorzystania, folder projektu można umieścić w szybkim dostępie! (⇒ Add) [dodaj]



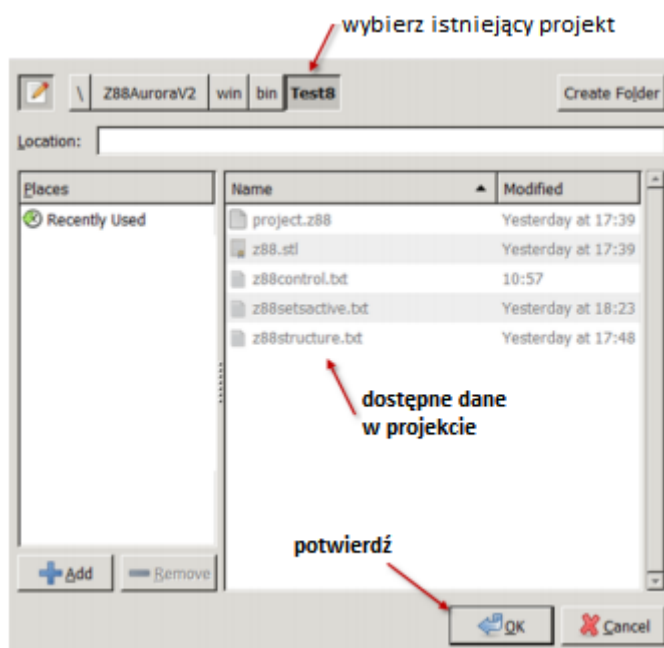
lub



Rysunek 5: Uruchomienie nowego folderu projektu

2.3 Otwieranie folderu projektu

- ⇒ Wybierz folder projektu do otwarcia
- ⇒ Kliknij "OK", aby potwierdzić. Projekt jest wyświetlany w obszarze roboczym.



Rysunek 6: Otwieranie istniejącego folderu projektu

⇒ Zasadniczo możliwe jest otwarcie bieżącego folderu projektu bezpośrednio w GUI za pomocą dwukrotnego kliknięcia, patrz rysunek 7.



Rysunek 7: Bezpośredni selektor plików

2.4 Zamykanie folderu projektu

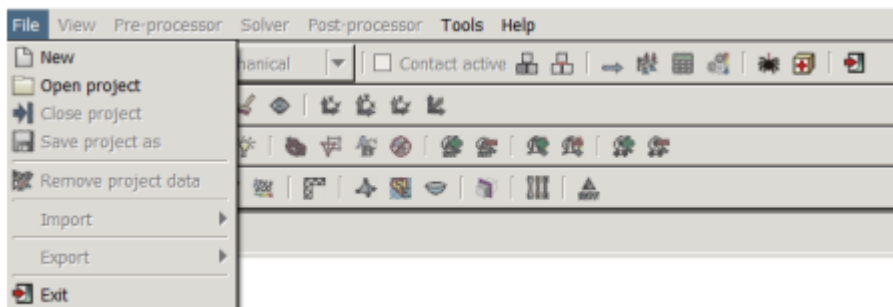
Za pomocą tego przycisku zamykany jest obecnie otwarty folder projektu.

 **Musisz zawsze zamknąć bieżący folder projektu przed utworzeniem nowego lub otwarciem kolejnego projektu!**

2.5 Zarządzanie folderem projektu na pasku menu tekstowego

Oprócz paska menu ikon, Z88Aurora posiada pasek menu tekstowego nad paskiem menu ikony. Zawiera on dodatkowe funkcje lub można uzyskać dostęp do tych samych funkcji, co na pasku menu ikony. Pasek menu tekstowego wraz z odpowiednimi funkcjami opisano w odpowiednich rozdziałach.

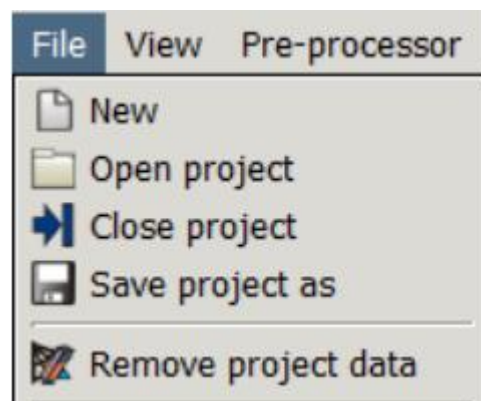
Funkcje, które nie są dostępne, są wyświetlane na szaro.



Rysunek 8: Zarządzanie folderem projektu na pasku menu tekstowego

2.6 Usuwanie plików projektu

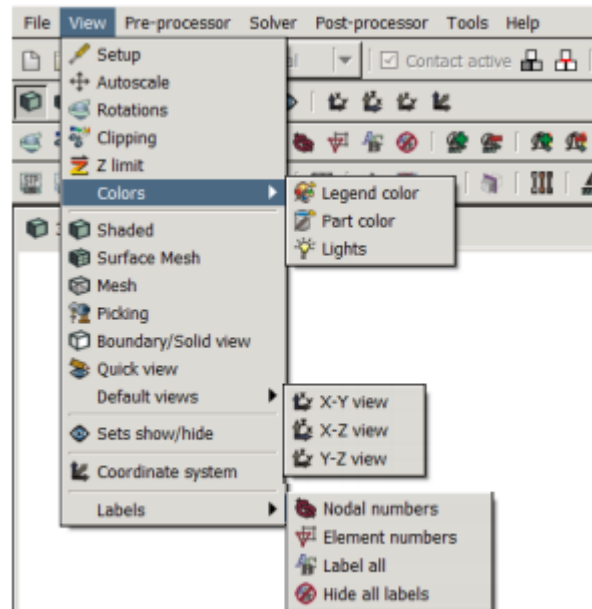
W pasku menu tekstowego dostępna jest również opcja usunięcia całej zawartości folderu projektu. Sam folder jest zachowany.



Rysunek 9: Usuwanie danych projektu z paska menu tekstowego

3. WIDOK

Opcje widoku można edytować na wiele sposobów w Z88Aurora. Możliwe jest wyświetlanie często wymaganych pasków narzędzi i zmiana ich rozmieszczenia, zmiana koloru światła, materiału i legendy lub włączanie i wyłączenie różnych dodatkowych opcji widoku. Dzięki „Labels” (etykietom) możliwe jest włączanie i wyłączenie numeracji węzłów i elementów.



Rysunek 10: View (widok) opcje

3.1 Paski narzędzi

W przypadku importu / eksportu, przeglądania i preprocesora możliwe jest wyświetlanie dodatkowych pasków narzędzi. Można to zrobić na stałe poprzez ustawienia w pliku z88enviro.dyn lub zorientowane na sesję za pośrednictwem menu "View" (widok) > "Setup" (Ustawienia).

W przeciwieństwie do Z88Aurora V1 rozmieszczenie ikon można całkowicie dostosować do wymagań użytkownika. W tym celu domyślne ustawienia pasków narzędzi są przechowywane w pliku z88enviro.dyn z ich odpowiednim numerem ikony:

****Przyciski pasków narzędziowych:**

TOOLBAR 1 1

2 3 4 0 1 0 5 6 7 8 0 9 10 0 11 -1

TOOLBAR 2 1

50 51 52 53 0 54 55 27 0 22 23 24 25 -1

TOOLBAR 3 1

12 13 14 26 0 15 17 16 0 18 19 20 21 0 28 29 0 30 31 0 32 33 -1

TOOLBAR 4 1

41 42 43 44 45 46 47 48 0 35 0 36 37 64 0 65 0 39 0 40 -1

Rysunek 11: Wyciąg z88enviro.dyn

Na poniższych rysunkach wyświetlane jest domyślne ustawienie pasków narzędzi i ich znaczenie:



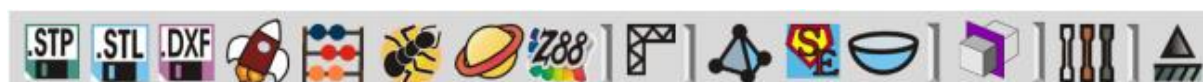
Widok	Widok ustawienia	Domyślne widoki
Zacienione	Granica / pełny widok	xy- Widok
Siatka powierzchniowa	Szybki podgląd	zx- Widok
Siatka	Odśwież	zy- Widok
Picking (wybieranie)		System współrzędnych

Rysunek 12: przyciski drugiego paska narzędzi



Widok manipulacja	Ustawienia kolorów	Labels (etykiety)	Rozmiar opcje
Obroty	Kolor legendy	Węzły-numery	Ograniczenia
Wycinanie	Dopasuj kolor materiału	element-numery	Punkty Gaussa
Z-Limit	Dostosuj światła	Etykiety wszystkie	Wybrane punkty
Automatyczne skalowanie		Bez etykiet	

Rysunek 13: przyciski trzeciego paska narzędzi






CAD-Import	MES - import		
Step-Import	Nastran	Pręty / Belki	Baza materiałowa
Stl-Import	Abaqus	darmowe siatkowanie czworościanów	Ograniczenia
Autocad-Import	Ansys	Meszer sześciocianów Zagęstnik plastyczny dokładniejszych czworościanów	
	Cosmos	Konwerter powłoki	
	Z88V14	Prycinanie części	

Rysunek 14: przyciski na czwartym pasku narzędzi


Aby dostosować pasek narzędzi, po prostu rozmieść odpowiednie liczby.

3.2 Ustawienia kamery

Auto scale  oferuje możliwość dopasowania modelu do otwartego okna GL.

W Rotacyjnym 3D  można zastosować precyzyjny obrót. Ograniczenie Z w kierunku użytkownika  to opcja obcinania.

Poprzez ustawienie Z zdefiniowanego komponentu można przeglądać od wewnątrz.

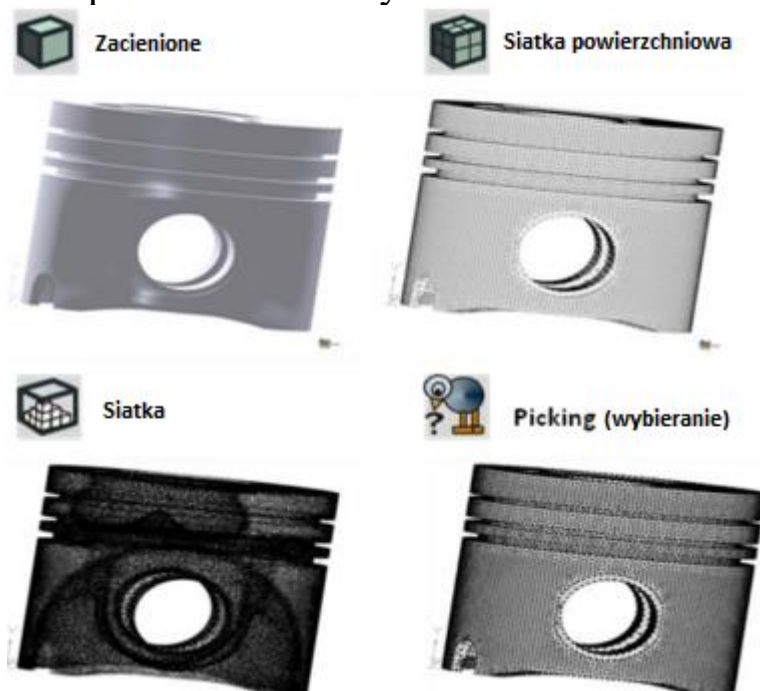
Ze  wszystkimi trzema planami może służyć do przycinania za pomocą paska przewijania.

3.3 Kolory

Kolor legendy jako kolor tła okna Open GL można dowolnie zmieniać. W tym celu można odwoływać się do zdefiniowanych standardów (czarny / biały, biały / czarny, domyślny) lub ręcznie ustawić określony kolor. Element jest odpowiednio wyświetlany za pomocą koloru komponentu i ustawień oświetlenia.


3.4 Wyświetlacze


Dostępne są cztery opcje widoku. Dostęp do nich można uzyskać za pomocą ikon na pasku menu ikony.




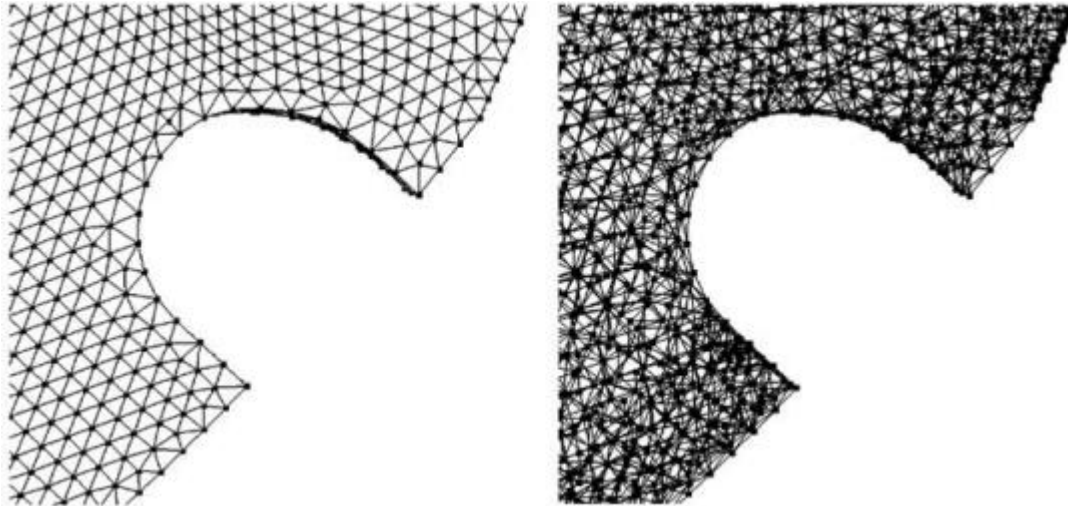
Rysunek 15: Opcje wyświetlania w Z88Aurora

Opcje widoku zacienione, siatka powierzchniowa i siatka mogą być stosowane przez użytkownika zgodnie z jego potrzebami; Widok Picking służy do wyboru


węzłów, powierzchni i elementów. Aktywacja szybkiego podglądu  w połączeniu z trybem wyświetlania "zacienione" umożliwia szybkie przenoszenie dużych elementów. Aby poprawić szybkość wyświetlania trybu zbioru w

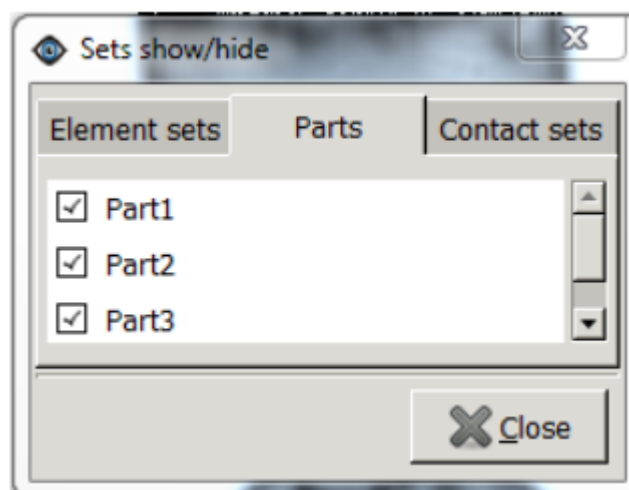
połączeniu z dużymi komponentami można aktywować Boundary (widok granicy) / Solid View  (widok bryły). W tym trybie można wybrać tylko powierzchnię komponentu.

 **Wyświetlanie Picking zależy od wcześniej wybranego trybu wyświetlania. W ten sposób możesz wybrać wszystkie węzły lub tylko węzły powierzchni!**



Rysunek 16: Przejście do opcji wyświetlania "Picking", lewa: powierzchnia, prawa: all nodes (wszystkie węzły).

Klikając "oko"  istniejące zestawy i części można znaleźć lub ukryć za pomocą następującego menu, co jest szczególnie interesujące w przypadku symulacji kontaktu.



Rysunek 17: Pokaż / ukryj części

To menu pokazuje zestawy styków, które oznaczają węzły nadrzędne i podrzędne, które są uwzględniane podczas analizy kontaktów.



Widoki i opcje widoku



xy- widok



ZX- widok



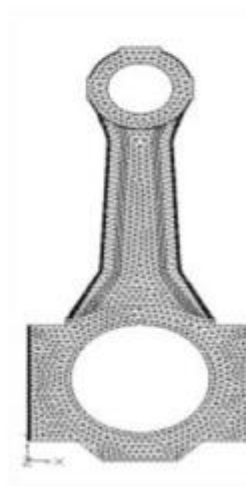
ZY- widok



Pokaż system
współrzędnych



skala
automatyczna



Rysunek 18: Opcje widoku w Z88Aurora



Podwójne kliknięcie na odpowiednią ikonę lub pierwszą orientację obróci widok o 180 °.

3,5 etykiety

Pozycja menu "Labels" (etykiety) służy do wskazania odpowiednich węzłów i numerów elementów wybranych obiektów i zawiera następujące elementy podrzędne:



Labels: nodes (Etykiety: węzły)

Pojawi się okno, w którym należy wprowadzić numery żądanych węzłów. Okno dialogowe kończy się na "OK".:



Labels: elements (Etykiety: elementy)

Podobnie jak dla "Etykiety → węzły", należy wprowadzić żądane numery elementów, aby je wyświetlić.



Labels: Nodes and Elements (Etykiety: węzły i elementy)

Ta funkcja wyświetla etykiety wszystkich węzłów i elementów



Należy pamiętać, że ta funkcja może powodować, że wyświetlanie dużych struktur z wieloma elementami i węzłami będzie mylące, a poza tym może negatywnie wpływać na szybkość programu, w zależności od używanego sprzętu.



Hide all labels: Nodes and Elements (Ukryj wszystkie etykiety: węzły i elementy)

Ta funkcja ukrywa etykiety wszystkich węzłów i elementów.

3.6 Rozmiar warunków brzegowych / Punkty Gaussa / Pick-points (wybierane)



Size of boundary conditions

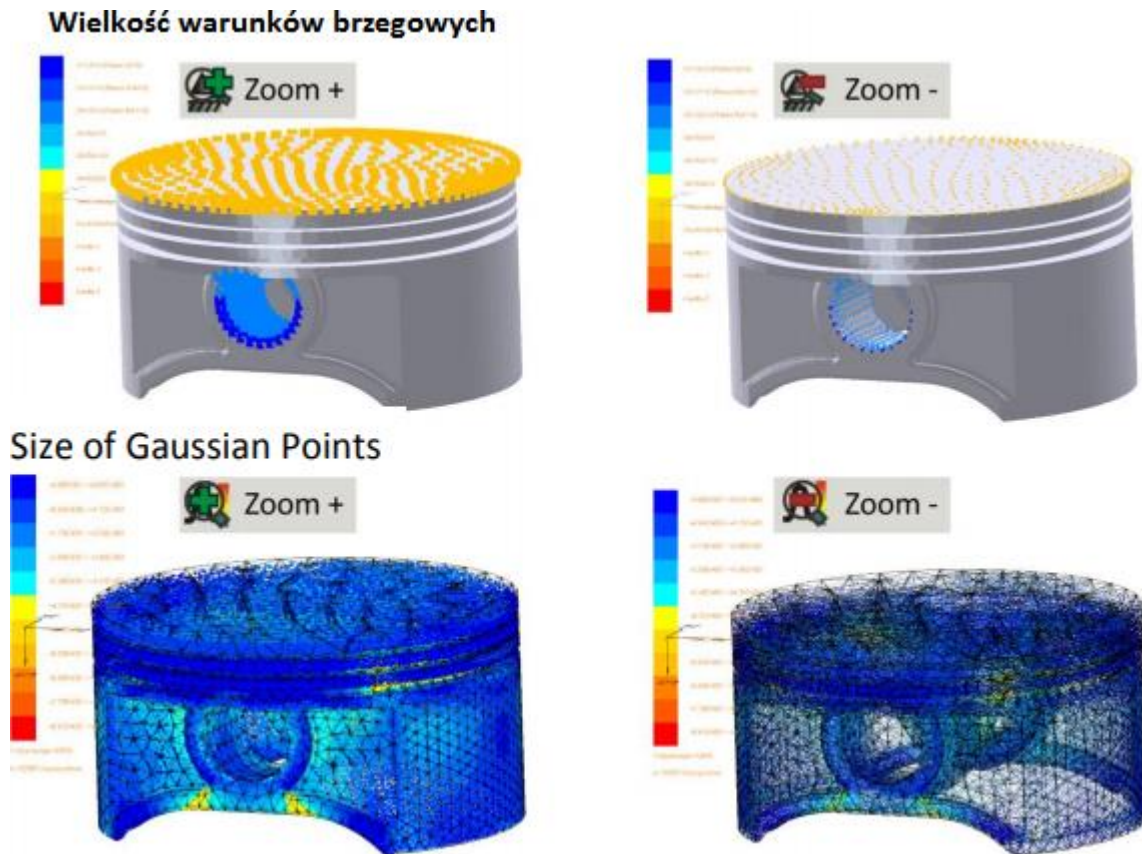
Funkcja "Rozmiar warunków brzegowych" powoduje wyświetlenie powiększonych lub zmniejszonych wyświetlanych warunków brzegowych w menu preprocesora



Size of Gauss Points (Rozmiar punktów Gaussa)

W punkcie menu "Wielkość punktów Gaussa" definiowany jest rozmiar obliczonych punktów Gaussa, przedstawiony tutaj w postprocesorze Z88Aurora (rysunek 19).

Rozmiar warunków brzegowych



Rysunek 19: Wyświetlanie warunków brzegowych i punktów Gaussa



Size of Pick-PointsRozmiar punktów wybranych

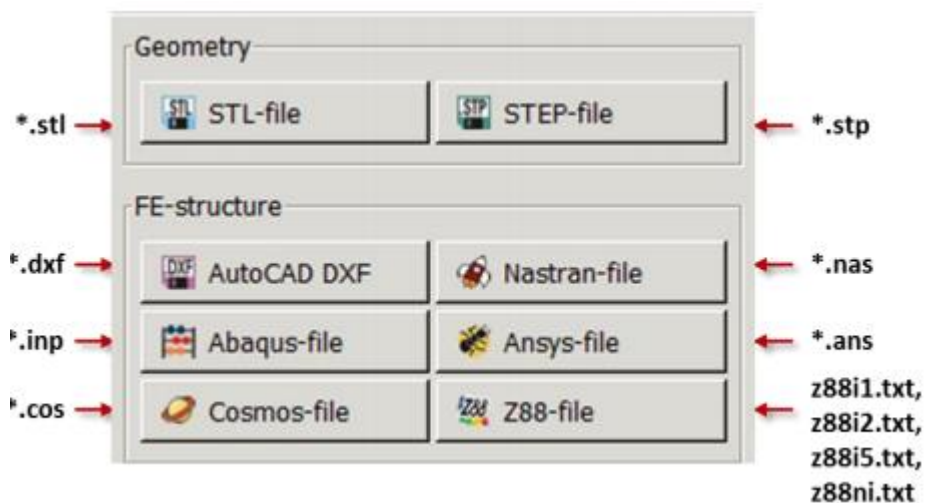
Funkcja "Size of Pick-Points" powoduje wyświetlenie powiększonych lub zmniejszonych pokazanych punktów w menu „boundary conditions” (warunki brzegowe).

4. Kontekst wrażliwych menu bocznych


Po rozpoczęciu projektu możesz wykonywać różne działania. Możesz wyświetlić i zmienić istniejący projekt, ale możesz również zaimportować strukturę z programu CAD, jak również z programu MES (FE).

4.1 Import danych CAD i MES (FE)

Po utworzeniu nowego folderu projektu możliwe jest zaimportowanie danych geometrii oraz struktur FE i kontynuowanie ich użycia w Z88Aurora. Znajdziesz tu przegląd dostępnych formatów w XFigure 18X.




Rysunek 20: Opcje importu i eksportu w Z88Aurora

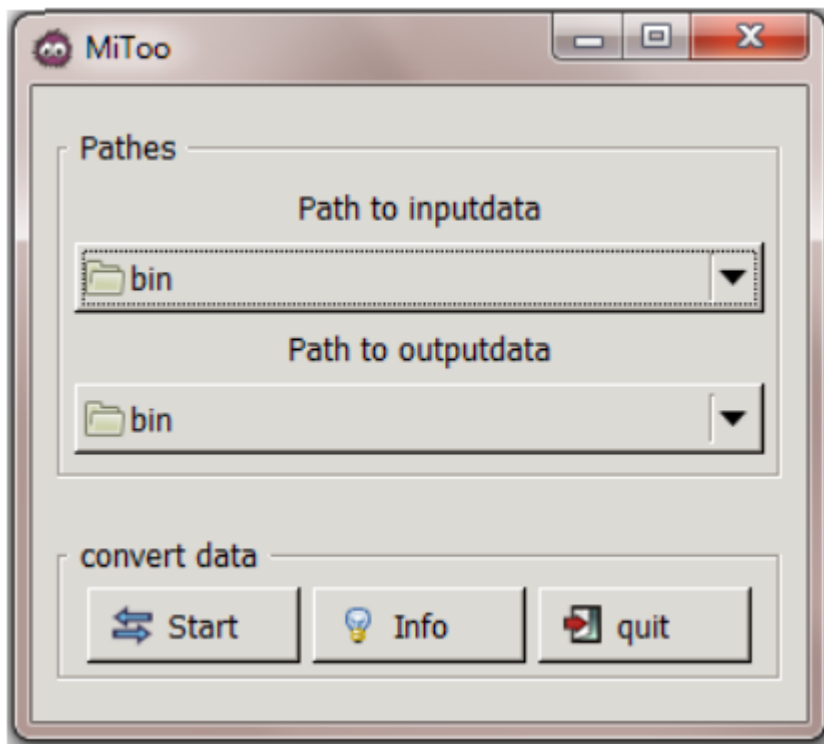
Uwaga: w przypadku symulacji kontaktu z kilkoma częściami import nie jest możliwy. Aby przeprowadzić symulację kontaktu, patrz rozdział  Zarządzanie zespołem / Analiza kontaktów.

Kompatybilność z innymi wersjami Z88

Dla użytkowników, którzy już pracowali z Z88V14 OS, istnieje możliwość importu istniejących plików wejściowych Z88 do Aurora. W tym procesie pliki definicji wymagane przez Z88Aurora są tworzone automatycznie. Bardziej wnikliwy wgląd w strukturę plików Z88Aurora oferuje rozdział 3 podręcznika teoretycznego. Pliki wejściowe Z88I1.TXT, Z88I2.TXT, Z88I5.TXT i plik generatora siatki Z88NI.TXT mogą być importowane. Pliki Z88I3.TXT i Z88I4.TXT nie są już wymagane w Z88Aurora.

Starsze projekty z plików Z88Aurora V1 / V2 i Z88V13 mogą być

importowane przez narzędzie migracji "Mitoo.exe" , które jest dostarczane od Aurora V2. Można go znaleźć w katalogu "bin". Podwójne kliknięcie otwiera okno dialogowe migracji. Pliki są konwertowane po wybraniu odpowiedniego katalogu i kliknięciu "Start".





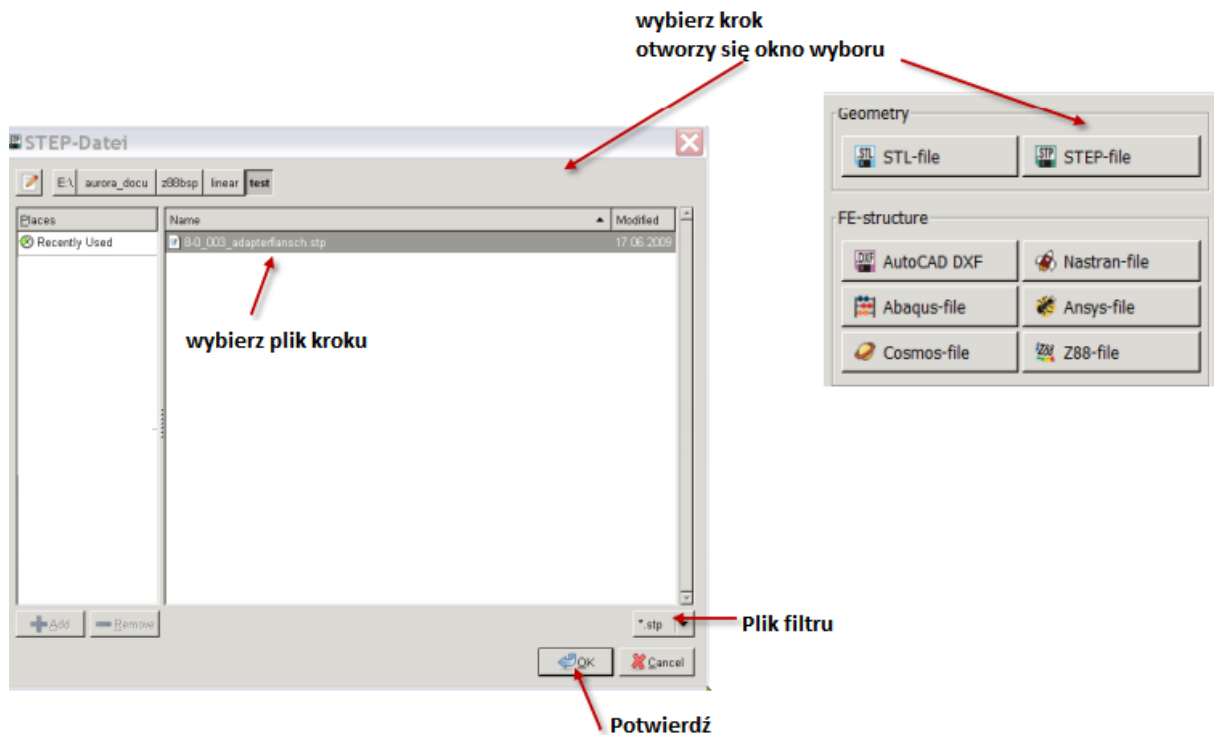
Rysunek 21: Narzędzie do migracji Mitoo

Do dalszego przetwarzania plików w Z88V14OS można wstawić "enable write_only" w pliku Z88.fcd. Spowoduje to utworzenie pełnego zestawu danych dla Z88V14OS w folderze "bin"> "Z88V14OS". Poprzedni folder zostanie zastąpiony. Jeśli nadal chcesz używać tych plików, powinieneś zapisać je w innym katalogu.

Import danych

Jako przykład przedstawiono procedurę importu pliku STEP (rysunek 22X):

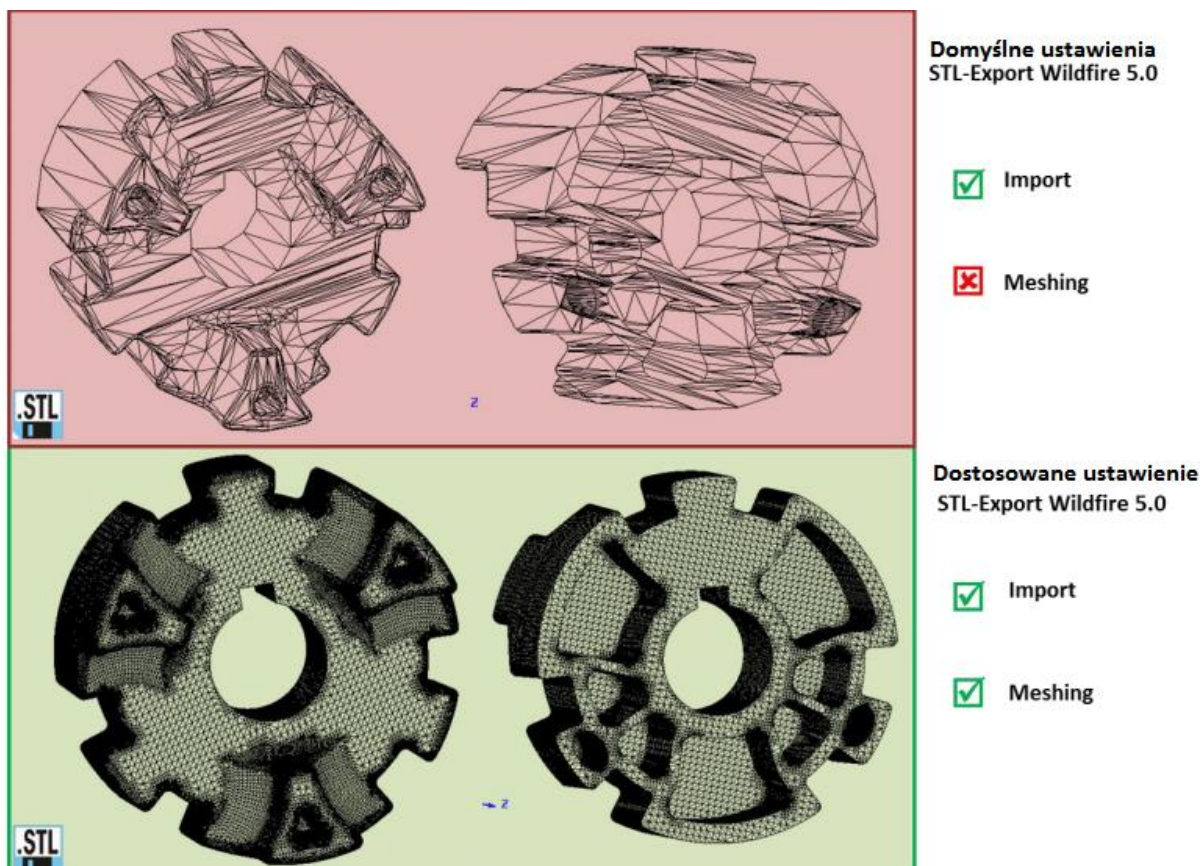
- ⇒ Wybierz opcję Importuj / eksportuj
- ⇒ Kliknij " Plik STEP", otworzy się okno wyboru
- ⇒ Wybierz plik
- ⇒ Kliknij przycisk OK, aby potwierdzić 



Rysunek 22: Import pliku STEP

- ⚠ Domyślne ustawienie określające, który plik wejściowy ma zostać zaimportowany, jest definiowane przez użytkownika.
- ⚠ Procedura importowania zależy od jakości danych. Niekompletne lub uszkodzone dane STEP lub STL prowadzą do nieprawidłowego wyświetlania i wadliwego tworzenia siatki w Z88Aurora.

W takim przypadku konieczne jest dostosowanie ustawień eksportu. W zależności od programu CAD można zmienić długość boku, kąt wewnętrzny lub stosunek szerokości do wysokości.



Rysunek 23: Import pliku STL

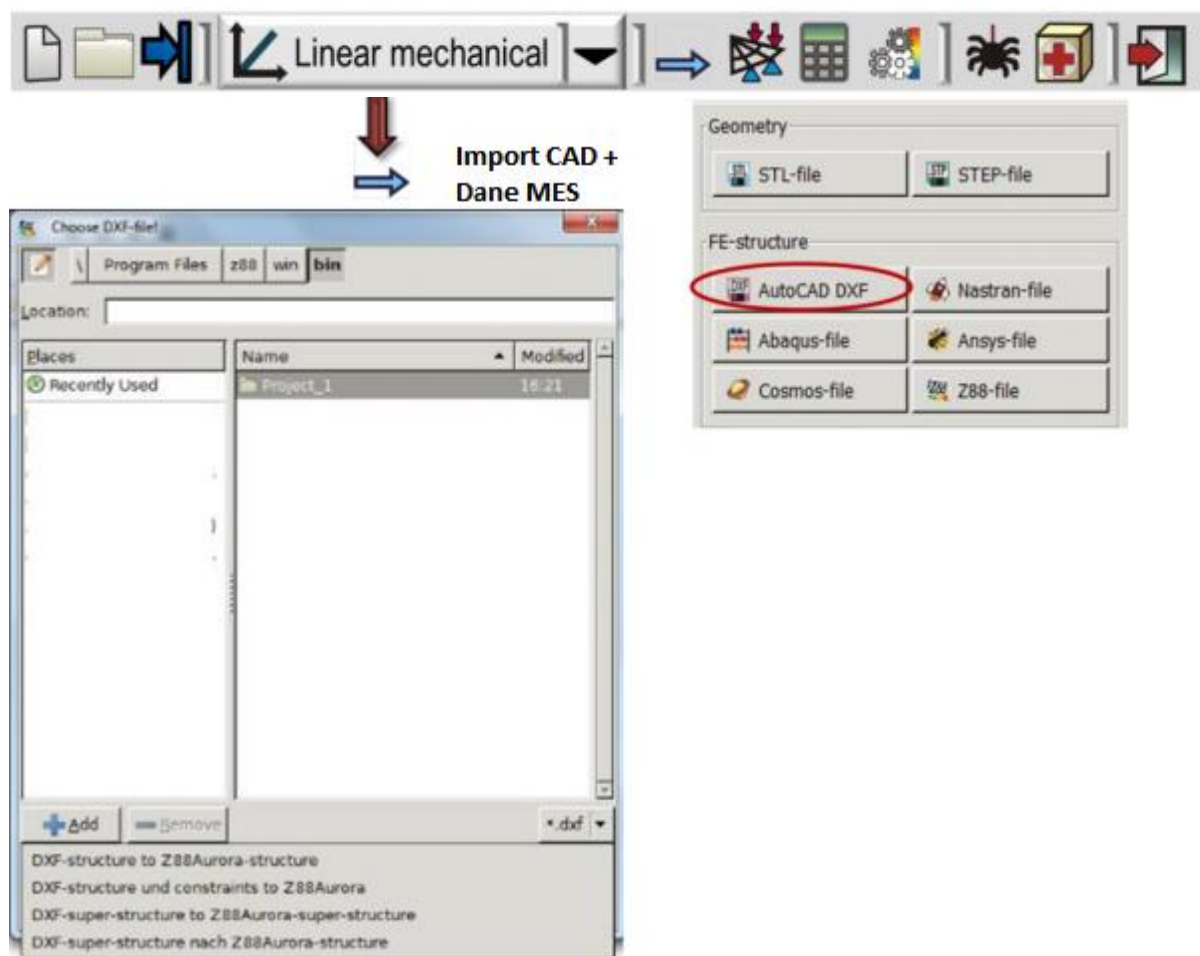
Wszystkie funkcje importu są opisane szczegółowo w rozdziale 4.1 podręcznika teoretycznego. Tabela 1 zawiera przegląd danych modelu, które można przenieść z danych struktury FE (MES).

Tabela 1: dane modelu, które można przenieść z danych struktury FE (MES).

	Z88V14.OS	DXF  Autocad	ABAQUS 	ANSYS 	COSMOS 	NASTRAN 
MES - struktura	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MES superstruktura	✓	✗	✗	✗	✗	✗
pojedyn. obciążenia	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Bez przemieszczeń	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Obciąż. powierzch.	✓	✗	✗	✓	✗	✓

Pliki AUTOCAD-DXF można importować jako cztery różne typy plików (Rysunek 24). Więcej informacji na temat tworzenia plików

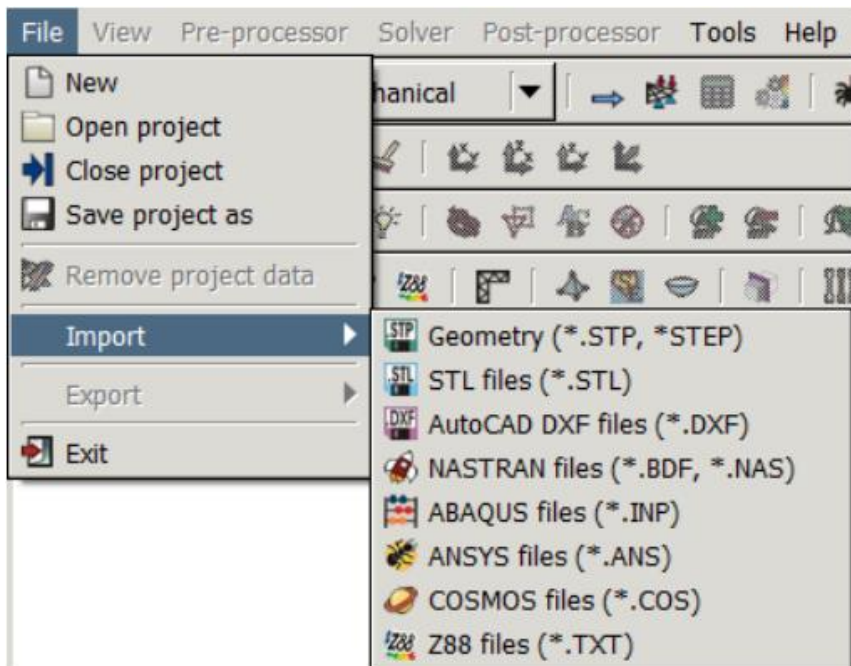
AutoCAD i ich przygotowania można znaleźć w Podręczniku teorii, rozdział 4.1.5.



Rysunek 24: Możliwości importowania struktury DXF

⚠ Import DXF jest przeznaczony dla plików tworzonych przez system CAD AutoCAD. Jeśli używasz innego programu, import może się nie udać.

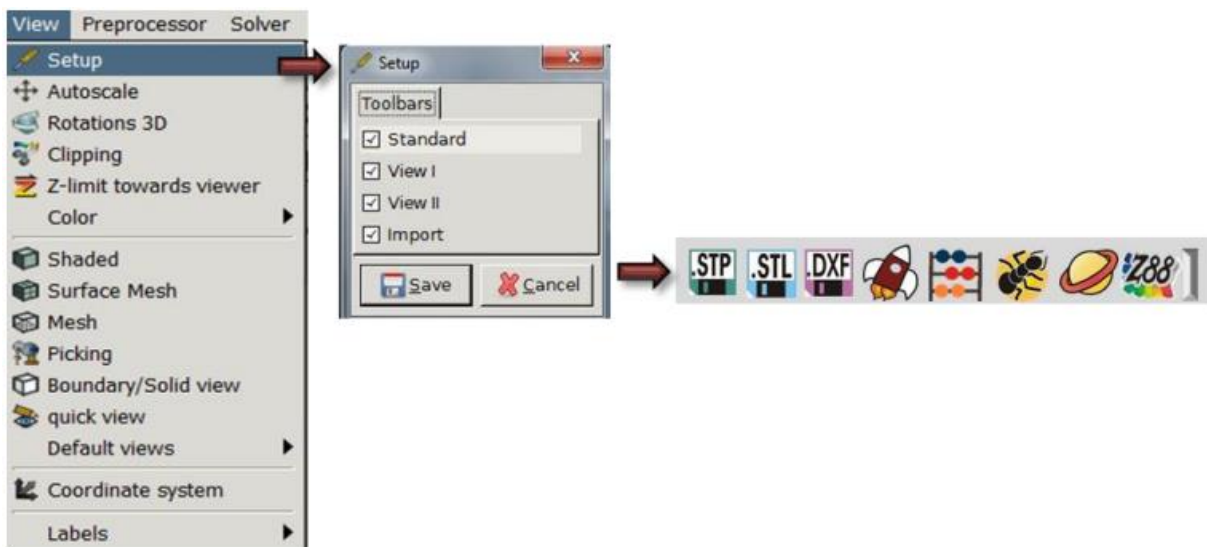
Import paska menu tekstowego



Rysunek 25: Import na pasku menu tekstowego

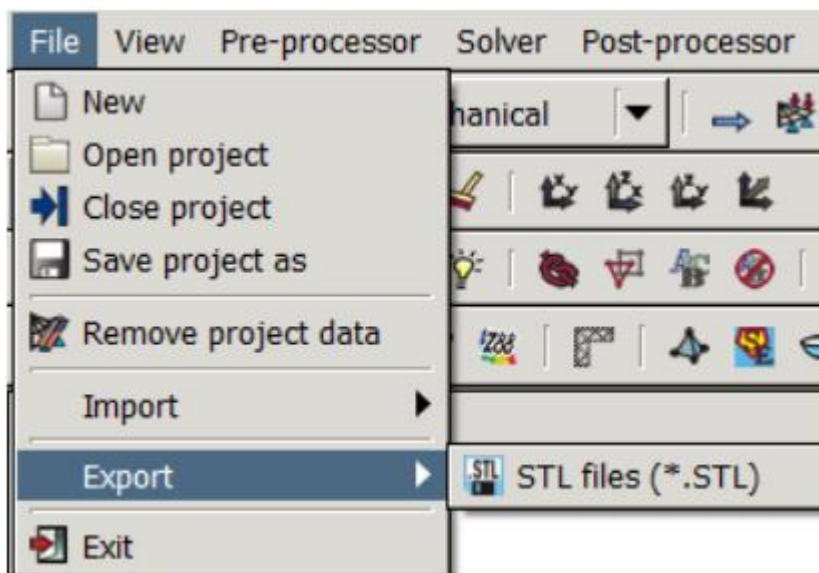
Pasek narzędzi „Import”

Pasek narzędzi "Import" jest domyślnie wyświetlany. W menu "View (Widok)" i "Setup (Ustawienia)" można odznaczyć opcję widoku "Import".



Rysunek 26: Pasek narzędzi Import

Import paska menu tekstowego

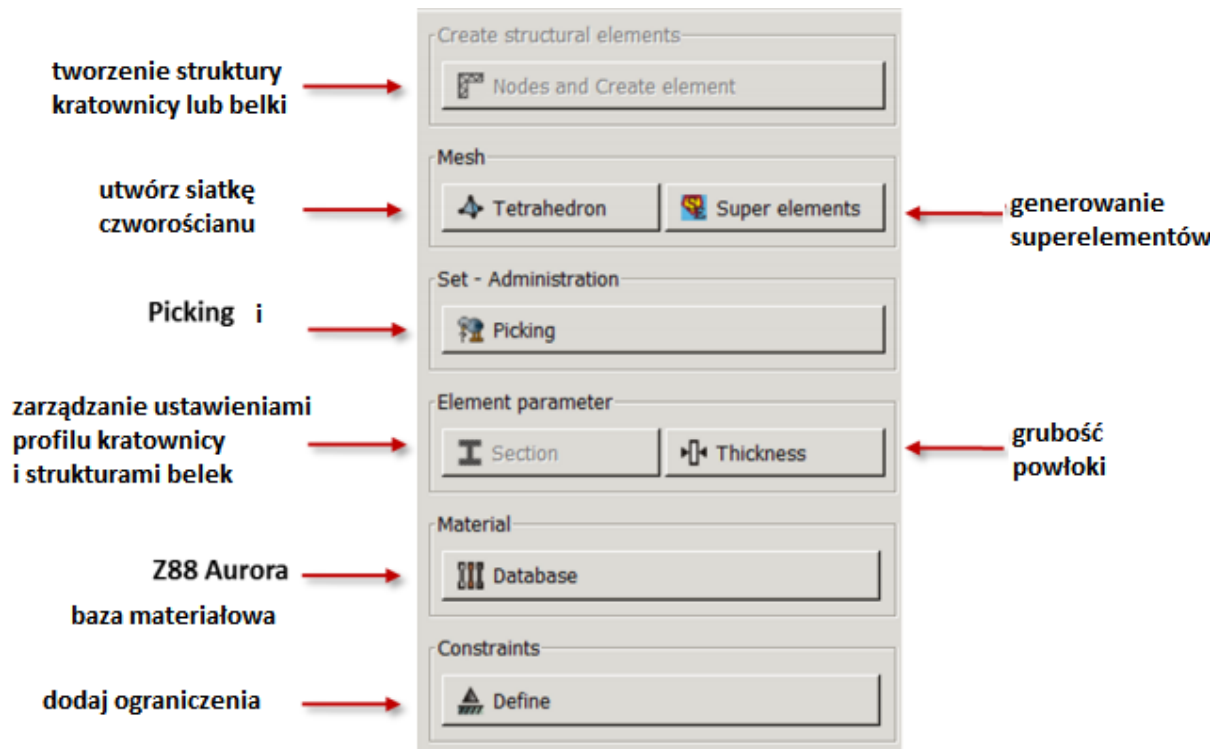


Rysunek 27: Menu eksportu

Aktualnie załadowana struktura FE (MES) może zostać ponownie zapisana przy użyciu funkcji eksportu jako plik STL.

4.2 Preprocessor

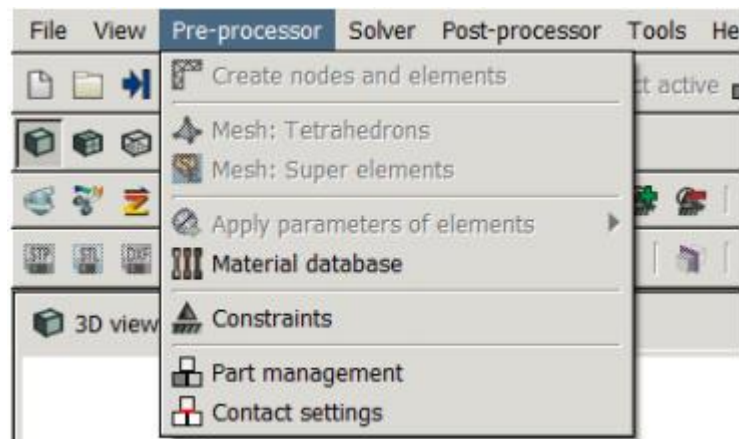
Kliknięcie ikony preprocesora otwiera kontekstowe menu boczne "Preprocessor" (Ryc. 28). Możesz utworzyć strukturę FE (MES) lub zaimportować geometrię. Następnie można wybrać materiał z bazy danych lub edytować własny materiał. Dodatkowo można zastosować wszystkie mechaniczne warunki brzegowe. Wszystkie możliwości preprocesora wprowadza się osobno poniżej.



Rysunek 28: Menu boczne "Preprocessor"

Preprocesor na pasku menu tekstowego

Wszystkie funkcje preprocesora można uzyskać za pomocą paska menu tekstowego.



Rysunek 29: Pasek menu tekstowego "Preprocessor"

Pasek narzędzi Preprocessor

W menu "View (Widok)" i "Setup (Ustawienia)" → "Toolbars (Paski narzędzi)" możesz wybrać "Import", aby wyświetlić przyciski preprocesora:

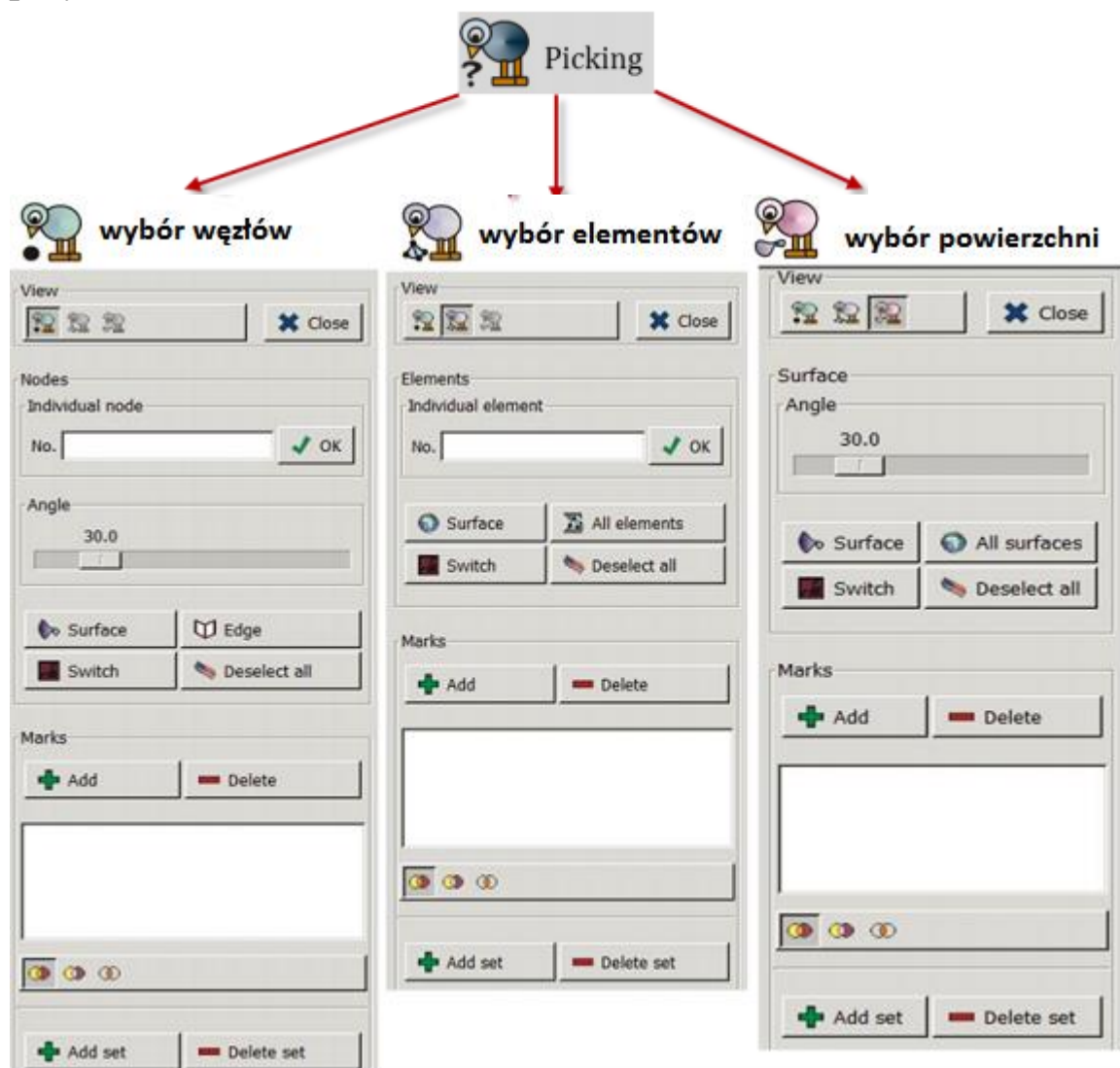


 **Picking**

Główną innowacją w Z88Aurora jest możliwość zastosowania warunków brzegowych, takich jak siły, ciśnienie i ograniczenia za pomocą jednego kliknięcia myszką w graficznym interfejsie użytkownika.

To będzie nazywane "Picking" w kolejnych rozdziałach.



Do wyboru jest osobny widok, który można wyświetlić, klikając przycisk w głównym oknie








Rysunek 30: Wybór opcji w Z88Aurora V3



Klawisze skrótu

Za pomocą myszy i skrótów widokowych można "wybrać" pojedyncze lub kilka węzłów, elementów lub powierzchni, aby zdefiniować warunki brzegowe, których potrzebujesz:

 +  (**kliknięcie**) Wybór pojedynczych węzłów

 +  (**trzymanie**) Nowy wybór kilku węzłów w obszarze prostokątnym, odrzucając poprzedni wybór.

 +  +  (**trzymanie**) Dodatkowy wybór kilku węzłów w obszarze prostokątnym przy zachowaniu poprzedniej selekcji.

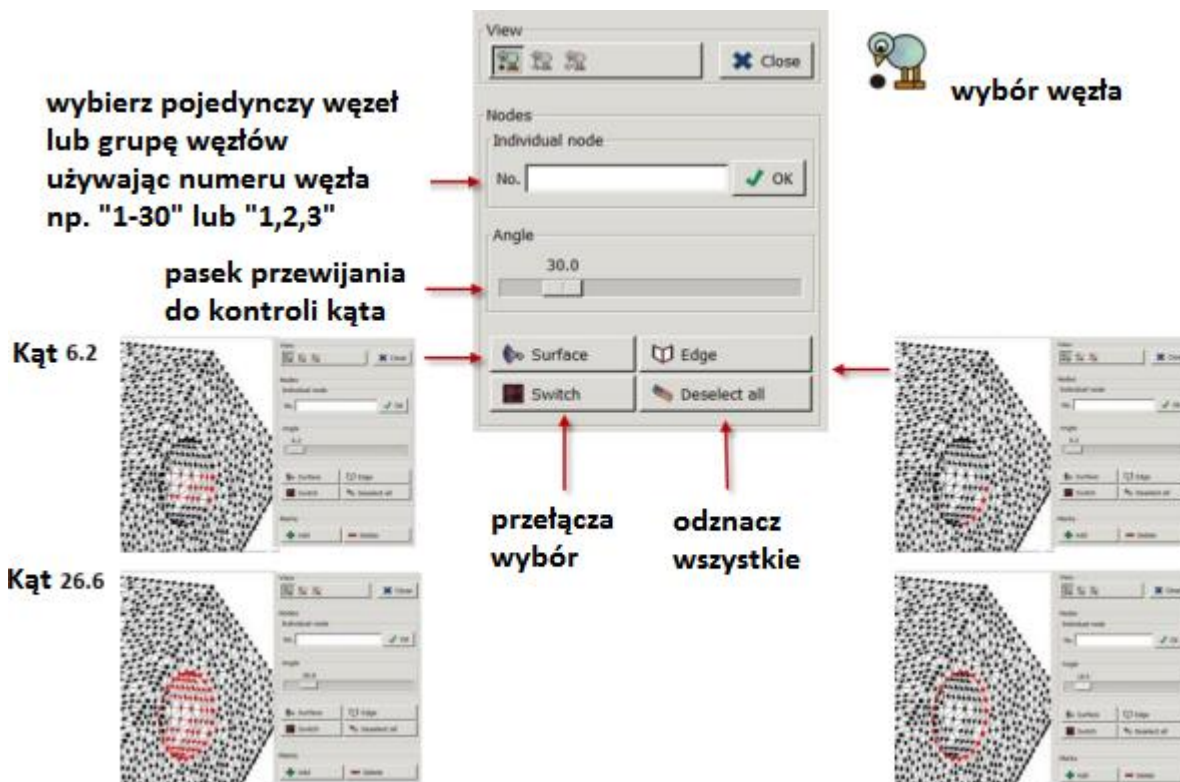
 +  (**trzymanie**) Wybór prostokątnego obszaru do odznaczenia kilku węzłów. Odpowiednie węzły, elementy i powierzchnie są oznaczone jako małe czarne prostokąty. Wybieranie odbywa się poprzez kliknięcie na prostokątach i użycie skrótów.



Picking (Pobieranie) węzłów

Wybór (Picking) węzłów zawiera następujące opcje:



- pojedyncze węzły (single nodes)
- powierzchnia (surface) (nie działa z elementami powłoki)
- Brzeg (edge)
- Przełącz (switch)
- odznacz wszystkie (deselect all)



Rysunek 31: Picking (wybieranie) węzłów

Pojedyncze węzły: Możesz wybrać pojedyncze węzły za pomocą numeru węzła, jak również przyległe obszary.

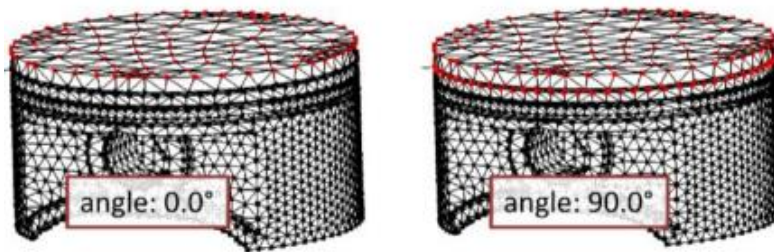
Powierzchnia: Jeśli chcesz wybrać wewnętrzną powierzchnię otworu, aby zastosować warunki brzegowe, możesz skorzystać z opcji "Surface (powierzchnia)". Wybierz węzeł za pomocą

 +  (kliknięcie). Za pomocą paska przewijania można wybrać kąt, który wpływa na wybór. Ta wartość opisuje kąt między elementem zawierającym wybrany węzeł a sąsiednim elementem. Jeśli wartość jest mniejsza lub równa wartości wybranej za pomocą paska przewijania, węzły tych elementów zostaną wybrane.

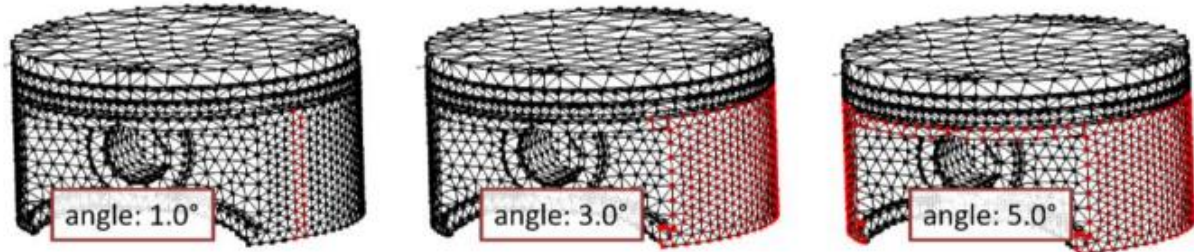
Aby znaleźć właściwy wybór powierzchni, którą chcesz wybrać, możesz wypróbować różnych wartości, aby osiągnąć pożądany rezultat. Te ustawienia można wykorzystać jako punkt wyjścia do wyboru właściwych powierzchni (Rysunek 32):

- * Płaska powierzchnia: $0,0^\circ$
- * Podwójna linia węzłów o dużym promieniu krzywizny: $1^\circ - 2^\circ$
- * Powierzchnia boczna (pełna lub częściowa) o dużym promieniu krzywizny: $5^\circ - 10^\circ$
- * Powierzchnia wewnętrzna otworu: $10^\circ - 20^\circ$

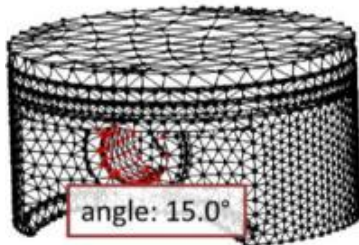
wybrany węzeł na gładkiej powierzchni



wybrany węzeł na zakrzywionej powierzchni



wybrany węzeł w wywierconym otworze



Rysunek 32: Ustawianie kątów

⚠️ **Możliwy jest tylko wybór węzła narożnego (brak węzłów w środku elementu)!**

Edge (krawędź): grupę sąsiednich węzłów, które znajdują się na krawędzi modelu FE, można wybrać za pomocą opcji "Edge (krawędź)". Dzięki tej opcji możliwe jest wybieranie węzłów na krawędzi otworu lub na obwodowej krawędzi profilu. Należy wybrać tylko jeden węzeł na krawędzi. Za pomocą paska przewijania można wybrać tylko część krawędzi.

Switch: (przełącznik): Za pomocą "Switch" wybór jest odwracany.

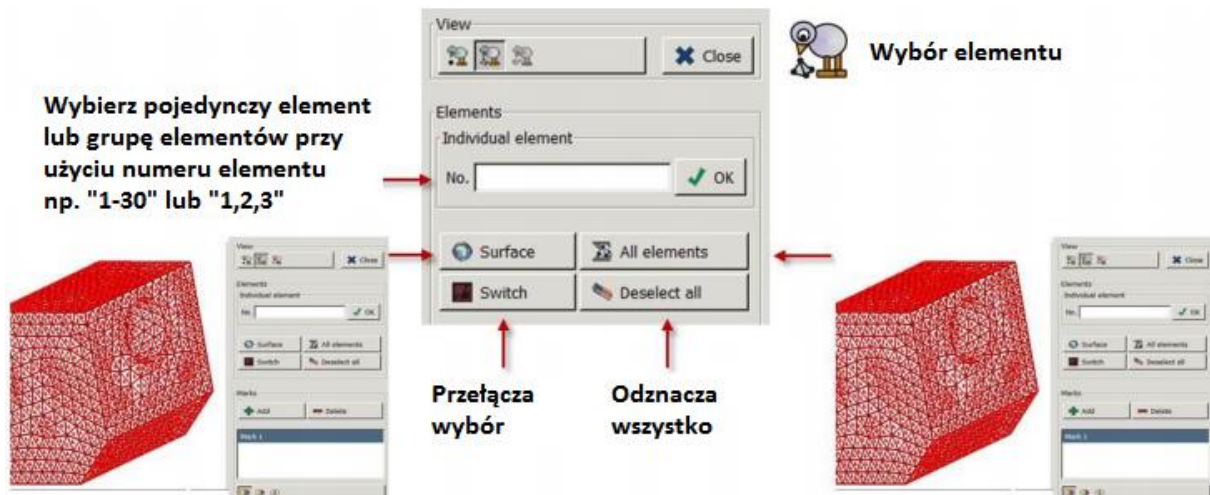
Deselect (odznacznik): Odznacza wybrane obszary.



Picking (wybieranie) elementów

Dostępne są następujące opcje wyboru elementów:

- surface (powierzchnia)
- all elements (wszystkie elementy)
- switch (przełącz)
- deselect (odznacz)



Rysunek 33: Wybór elementów

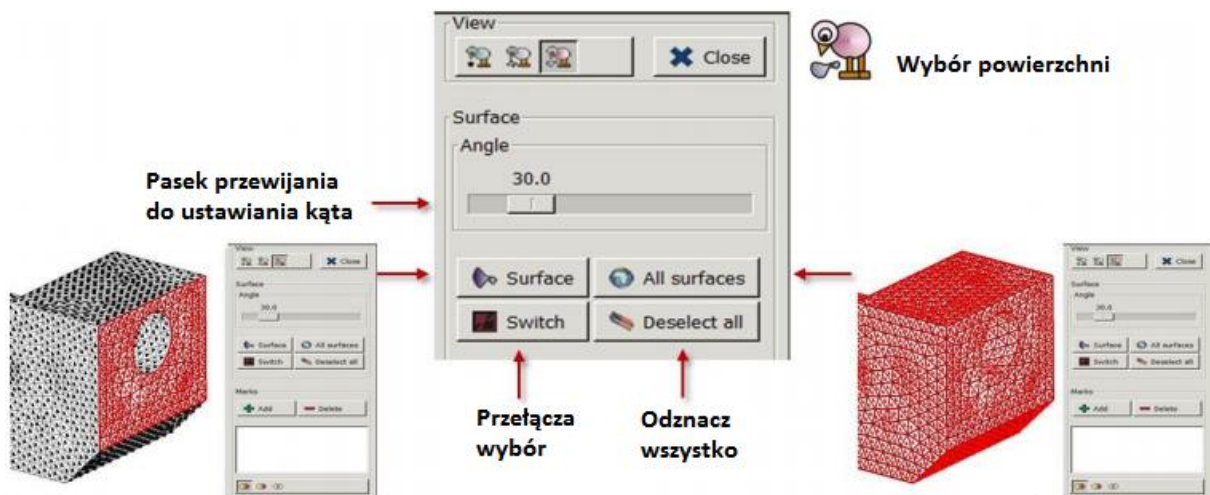
Aby przypisać materiał, korzystne może być przypisanie różnych właściwości materiału do różnych elementów. Można to zrobić poprzez "Picking" - wybór elementów za pomocą normalnej opcji wyboru lub "wybieranie powierzchni". W przypadku elementów prętowych i belkowych wybór elementów można wykonać tylko za pomocą numeru elementu. Elementów nie można wybrać za pomocą kontrolki myszy.



Picking (wybieranie) powierzchni



Dostępne są następujące opcje wyboru powierzchni:

- surface (powierzchnia)
- edge (brzeg)
- switch (przełącz)
- deselect (odznacz)











Rysunek 34: Wybór elementów

Opcja "picking surface" działa tak jak opcja "picking of nodes". W przypadku obu opcji można wybrać powierzchnię elementu budynku.

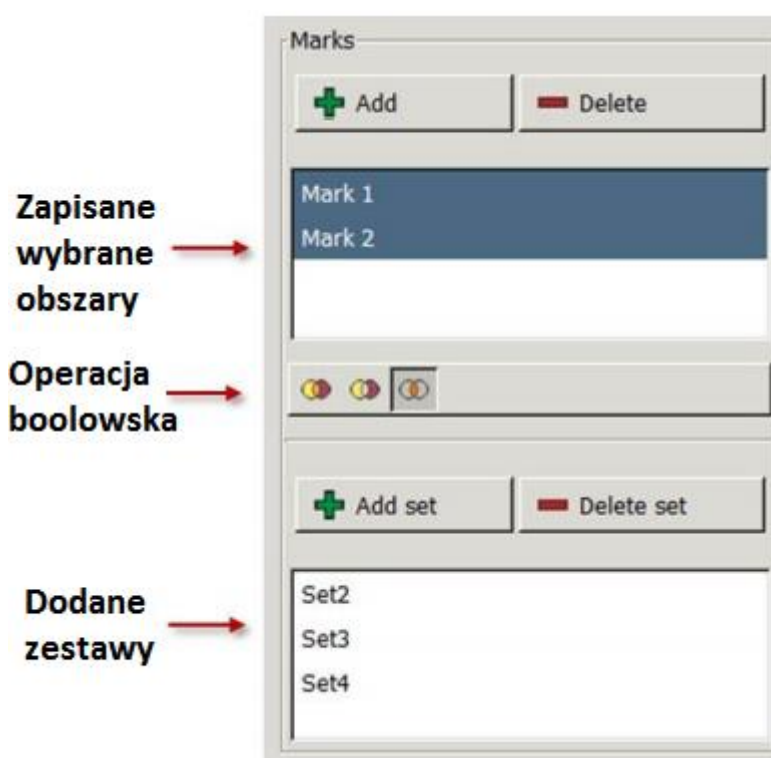
Wybierz za pomocą  +  (kliknięcie) powierzchnię i wybierz "surface (powierzchnia)". "All surfaces (wszystkie powierzchnie)" wybiera całą powierzchnię.

Jak wybrać najlepszą opcję wyboru

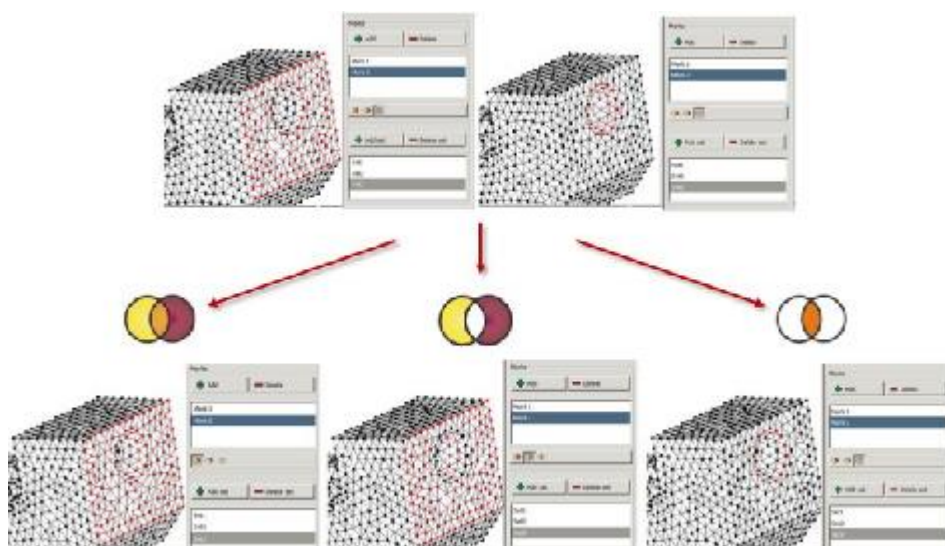
 Wybór węzła	 Wybór elementu	 Wybór powierzchni
 Ograniczenia	 Poprawianie siatki czworoboków	 Parcie (czworokątów, sześciokątów) kubatury powłok
	 Przypisz materiał	
	 Lokalny meshing siatki sześciokątów	

Zarządzanie ustawieniami

Każdy wybór dokonany przez menu wyboru może zostać zapisany jako znacznik. Po prostu kliknij "Add (dodaj)" przy znaczniku, który chcesz zapisać. Te znaczniki służą jako podstawa do definiowania zestawów, a później do stosowania warunków brzegowych, przydziałów materiałów, udoskonalania czworościanów lub wyświetlania opcji. Za pomocą operatorów Boole'a można dodawać lub przycinać kilka znaczników. Po osiągnięciu pożądanego rezultatu kliknij "Add set (dodaj zestaw)"



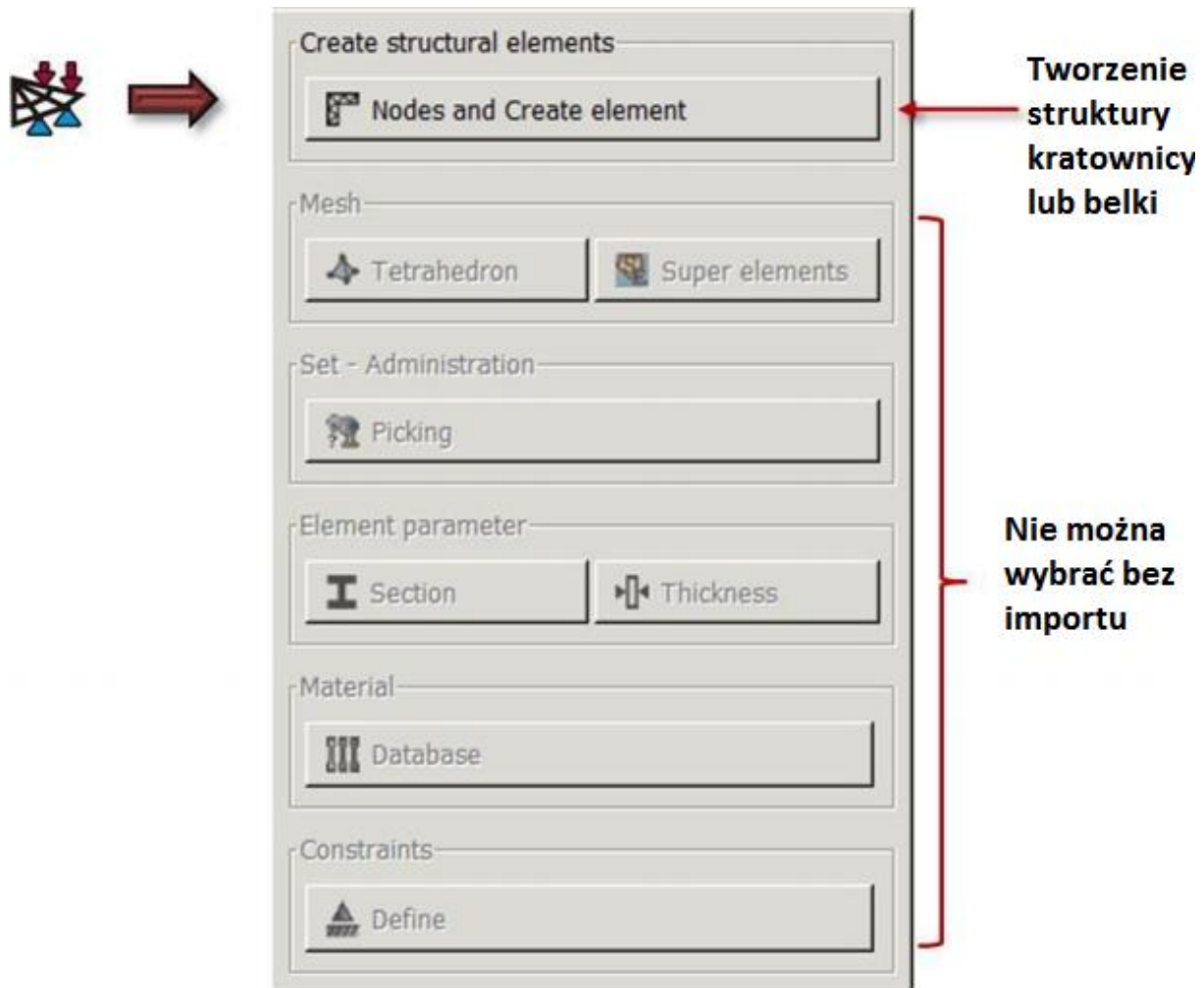
Rysunek 35: Znaczniki i zestawy w menu wyboru (Picking)



Rysunek 36: Operacja logiczna, aby utworzyć zestaw z kombinacji różnych znaczników

Tworzenie struktur MES: kratownice / belki

Podobnie jak w Z88 V14 OS, w Z88Aurora możliwe jest tworzenie i obliczanie struktur wiązarów i belek.

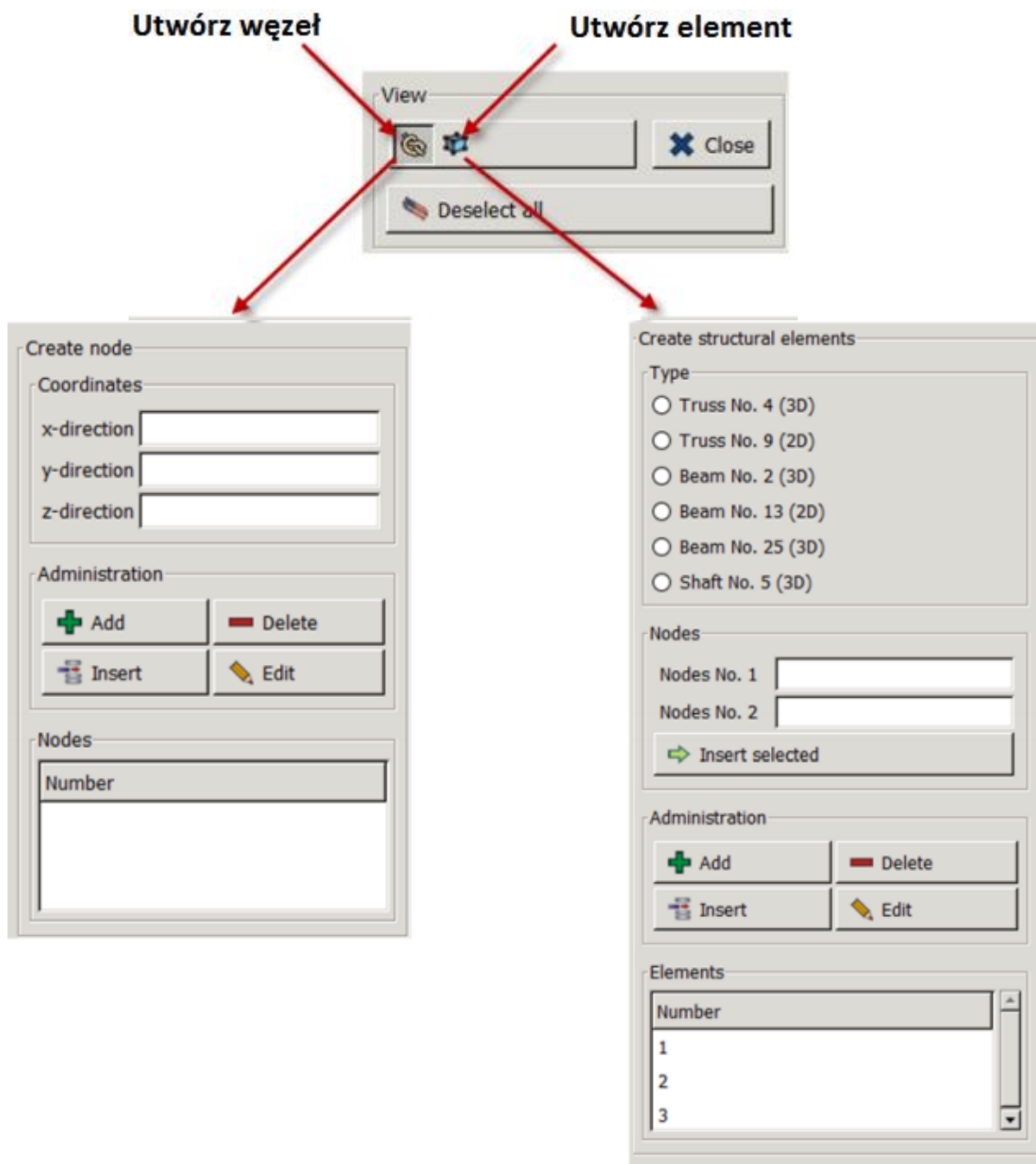


Rysunek 37: Tworzenie elementów strukturalnych

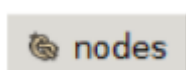
W podmenu "Creating nodes and elements (tworzenie węzłów i elementów)" tworzone są węzły poprzez wprowadzenie współrzędnych, a następnie typ i położenie wybranego elementu.



Nie można tworzyć mieszanych struktur z różnymi typami elementów! W tym celu zalecane jest użycie systemu operacyjnego Z88V14.




Rysunek 38: Tworzenie elementów strukturalnych

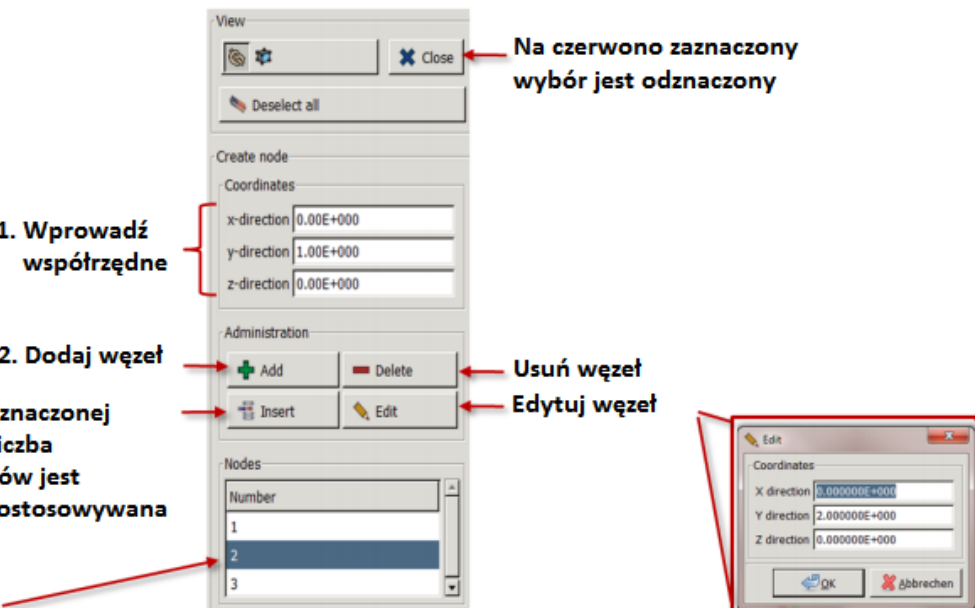


- ⇒ Utwórz nowe współrzędne węzła
 - * wpisz "x"
 - * wpisz "y"
 - * wpisz "z"

⇒ kliknij 

Po wprowadzeniu danych, węzły mogą być edytowane lub usuwane: Wybór węzłów do zmiany można dokonać poprzez wybór z listy.

⇒ Przy pomocy  **Edit** węzeł jest wybierany do dalszego przetwarzania w wyskakującym menu "Edit (edycja)".



1. Wprowadź współrzędne

2. Dodaj węzeł

Dodaj węzeł na oznaczonej pozycji do listy (liczba pozostałych węzłów jest automatycznie dostosowywana)

Usun węzeł

Edytuj węzeł


Na czerwono zaznaczony wybór jest odznaczony




3. Węzeł jest wstawiany na listę

Rysunek 39: Menu węzłów

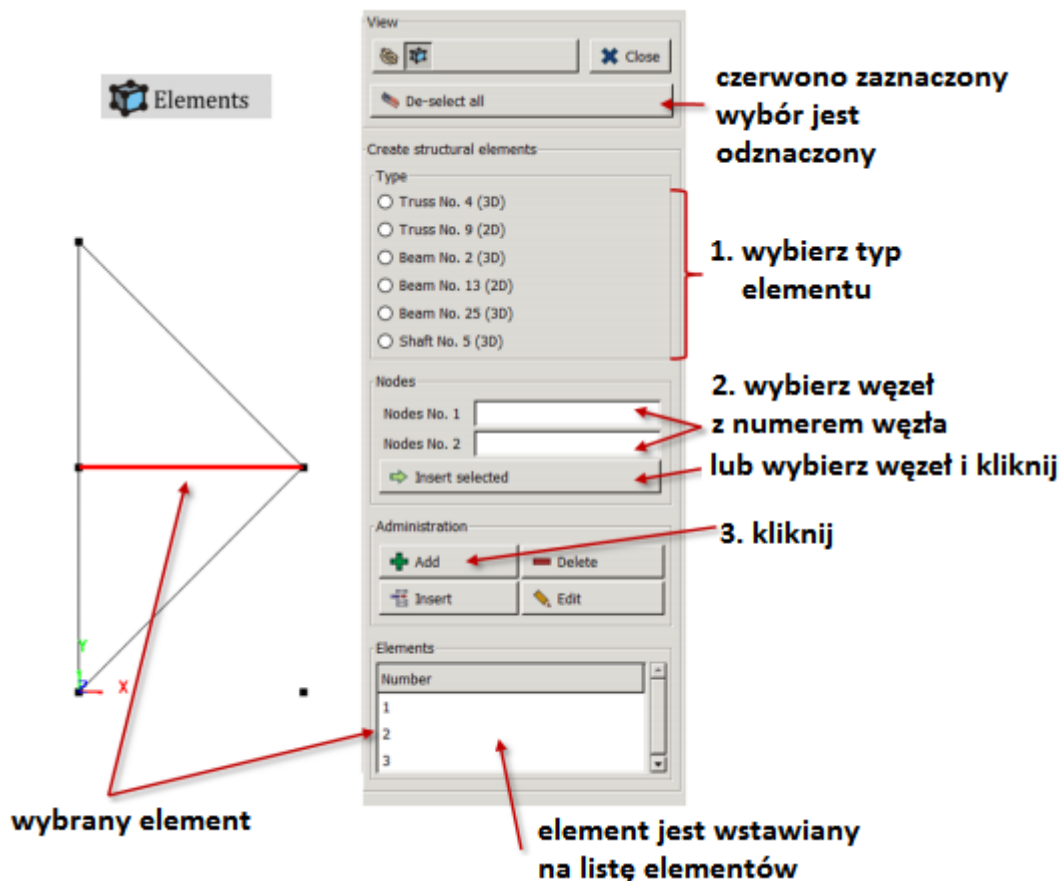
 Więcej informacji na temat wyboru węzłów znajduje się w rozdziale " Picking"

Wybór z listy:

⇒  + wybrany węzeł do edycji z listy → węzeł zmieni kolor na czerwony

Następnie wybrany węzeł może być  edytowany lub  usuwany. Po utworzeniu wszystkich węzłów można zdefiniować elementy. W tym celu należy przejść do menu.  **Elements**.

Przy pomocy „Add” można wstawić węzeł później na listę węzłów, pozostałe węzły zostaną automatycznie ponumerowane.




Rysunek 40: menu "Elements (elementy)"


⇒ Utwórz nowy element

⇒ określ typ elementu (kratownica nr 4 / nr 9, belka nr 2 / nr 13 / nr 25, krzywka nr 5)

w celu uzyskania dalszych informacji, zapoznaj się z Przewodnikiem po teorii

* wprowadź węzeł 1 (przez bezpośredni wybór węzła za pomocą myszy + )




* wprowadź węzeł 2 (lub wpisz numer węzła)

⇒ kliknij 

Po wprowadzeniu elementów można je nadal edytować lub usunąć. Wybór odbywa się za pomocą tabeli elementów.

Kompilacja pliku wejściowego została zakończona. Możesz zapisać dane i zamknąć podmenu.

W kolejnych krokach należy przypisać parametry elementu (geometria, przekrój itp.), Warunki materiałowe i brzegowe. W tym celu zapoznaj się z pomocą dla

 "Element parameters (parametry elementu)", " Material (materiał)" lub " Constraints (ograniczenia)".

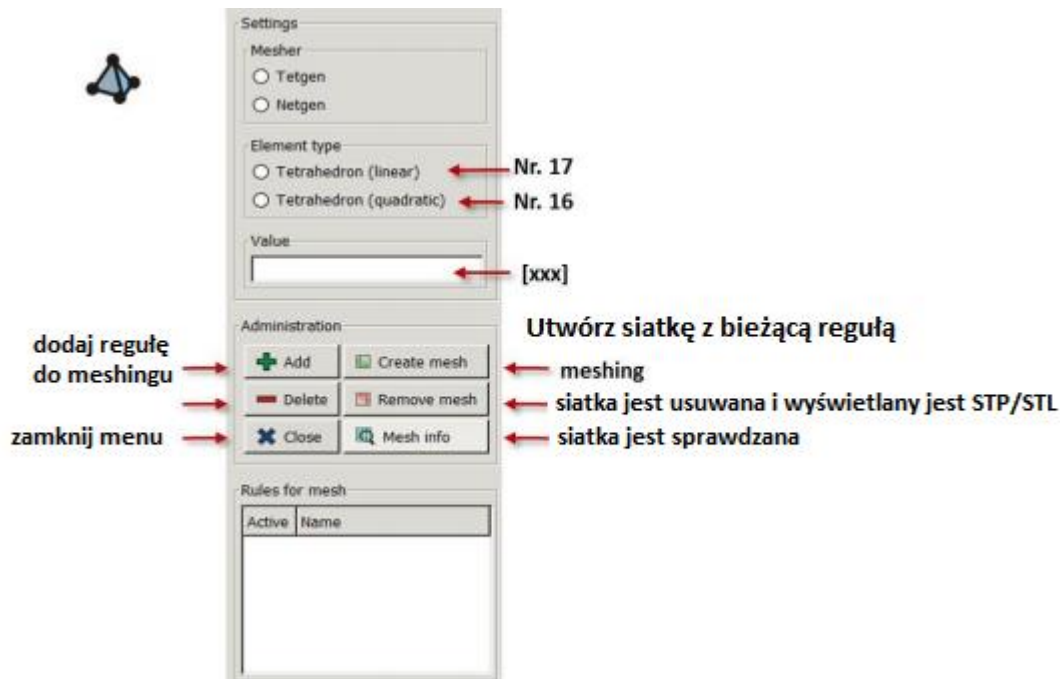
Meshing (tworzenie siatki)

Masz trzy możliwości tworzenia siatki w Z88Aurora. Z jednej strony, kontinuum można połączyć z różnymi strukturami MES z generatorem siatki Z88N poprzez pośredni etap tworzenia super elementu. Z drugiej strony, dwa środowiska Open Source, TetGen i NETGEN, do tworzenia siatek czworościanu, są zintegrowane w Z88Aurora. Możliwe jest również przekształcenie plików STL bezpośrednio w elementy powłoki.




Tworzenie siatki czworościanu

Po zaimportowaniu geometrii przez * .STEP lub * .STL, część może zostać zazębiona przez czworościany. Dostępne są dwa środowiska Open Source:

- TetGen został opracowany przez dr Hang Si z grupy badawczej "Matematyka numeryczna i obliczenia naukowe" w Instytucie Analiz Stosowanych i Stochastycznych im. Weierstrassa w Berlinie. W Z88Aurora ten meszer może być używany dla czworościanów z 4 lub 10 węzłami. W Z88Aurora ten meszer może być używany dla czworościanów z 4 lub 10 węzłami..
- NETGEN został opracowany głównie przez profesora Joachima Schöberla (Instytut Analiz i Nauk Informacyjnych na Politechnice Wiedeńskiej, grupa badawcza Matematyka obliczeniowa w inżynierii) w ramach projektów "Numeryczne i symboliczne obliczenia naukowe" oraz Start Project "hp-FEM ". W Z88Aurora ten meszer może być używany dla czworościanów z 4 węzłami. W Z88Aurora ten meszer może być również użyty dla czworościanów z 4 lub 10 węzłami.



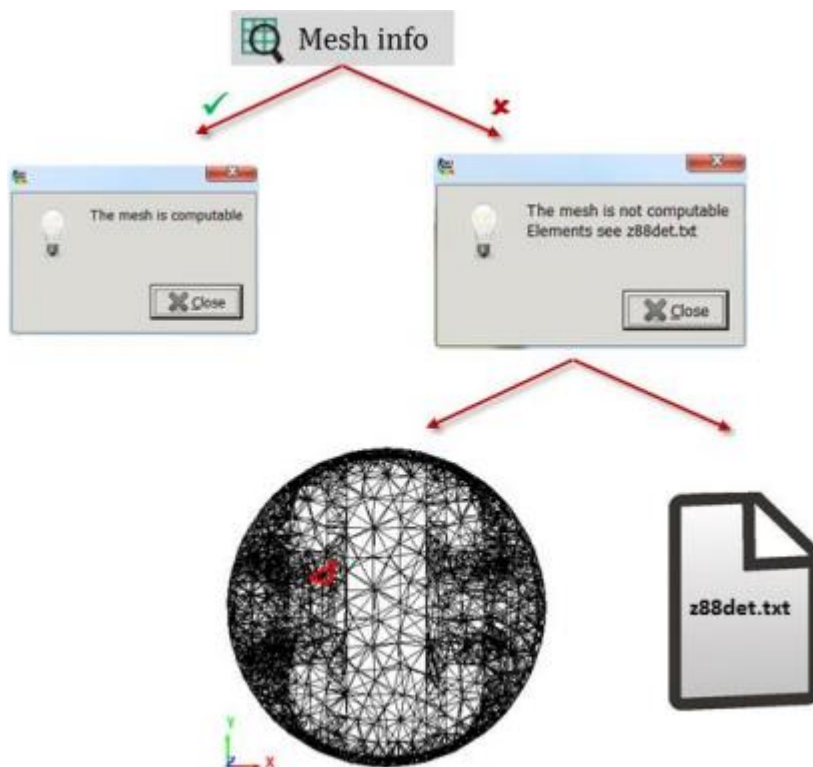
Rysunek 41: Tworzenie siatek czworościanu i opcji Tetgen / Netgen

- ⇒ Wybierz TetGen lub NETGEN
- ⇒ określ parametr siatki (dokładność siatki) i typ elementu (ta wartość koreluje z długością krawędzi w odpowiedniej jednostce długości)
- ⇒ kliknij  **Add** (tworzona jest reguła tworzenia siatki)
Dane reguły można wyświetlić w dowolnym momencie.
- ⇒ następnie albo  **Create mesh** albo dodaj nową regułę.
- ⇒ za pomocą  **Close** opuść menu czworościanu.

⚠ W zależności od wybranego meszera tworzenie siatki może zająć trochę czasu. Zwróć uwagę na okno informacyjne "meshing" i wyświetlacz statusu! Wybierz dokładność siatki odpowiednio do wielkości twojego komponentu.

Kontrola siatki

Dodatkową funkcją jest funkcja "proof mesh" do kontroli jakości importowanych lub tworzonych przez siebie siatek. Należy pamiętać, że wyniki obliczeń FE są możliwe tylko wtedy, gdy masz wystarczająco dobrą siatkę. Dlatego zawsze należy przeprowadzać kontrolę jakości na końcu siatki. Jeśli siatka jest uszkodzona, wadliwy element jest wyświetlany na czerwono (opcja widoku: "siatka"). Dodatkowo plik z88det.txt jest tworzony w folderze projektu.




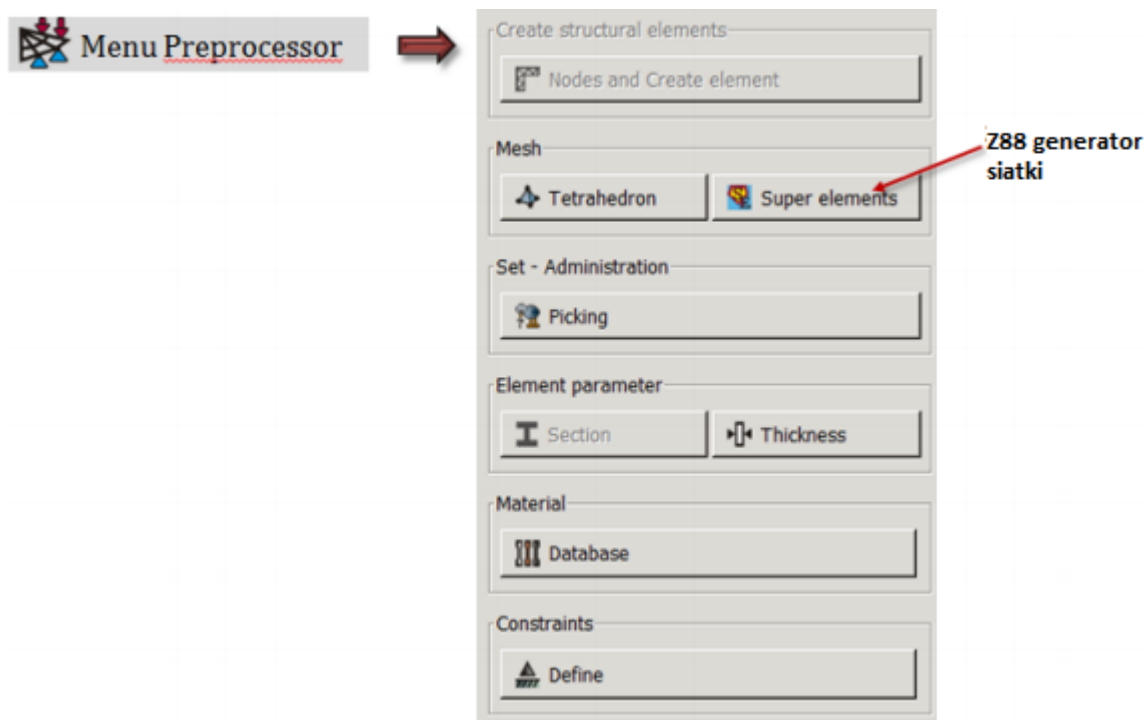
Rysunek 42: Okazywanie siatki

Generowanie super elementów / generator siatki Z88N

Generator siatki Z88N firmy Z88 jest zintegrowany w Z88Aurora z dodatkowymi funkcjami:

- Z88N dla sześcioboków, torusów, prostych elementów naprężających, powłok płytkowych i objętościowych
- Rafinator czworościanów
- Zagęstnik powłoki → Objętość powłoki
- filtr rafinujący STL

Funkcje te otwierane są za pomocą ikony  Super elements w menu preprocesora



Rysunek 43: menu "Preprocessor" z ikoną startową "Super elementy" generatora siatki Z88N

Użycie Z88N w Z88Aurora

Generator siatki może tworzyć 2 lub 3 wymiarowe struktury MES z super struktur. Generowanie siatki jest możliwe tylko z elementami kontinuum.


Tabela 2 zawiera przegląd możliwych struktur MES.


Tabela 2: Przegląd możliwych super struktur w Z88Aurora

Super struktura	Struktura elem. skończ.
Płaski elem. napr. nr 7	Płaski elem. napr. nr 7
Torus nr 8	Torus nr 8
Płaski elem. napr. nr 11	Płaski elem. napr. nr 7
Torus nr 12	Torus nr 8
Sześciokąt nr 10	Sześciokąt nr 10
Sześciokąt nr 10	Sześciokąt nr 1
Sześciokąt nr 1	Sześciokąt nr 1
Płyta nr 20	Płyta nr 20
Płyta nr 20	Płyta nr 19
Powłoka nr 21	Powłoka nr 21

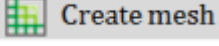
We wszystkich kierunkach przestrzennych super strukturę można ujednoczyć w porządku rosnącym lub malejącym. W celu utworzenia tego zbioru elementów należy zdefiniować reguły dla siatki, a następnie utworzyć siatkę.

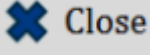
Na przykład:

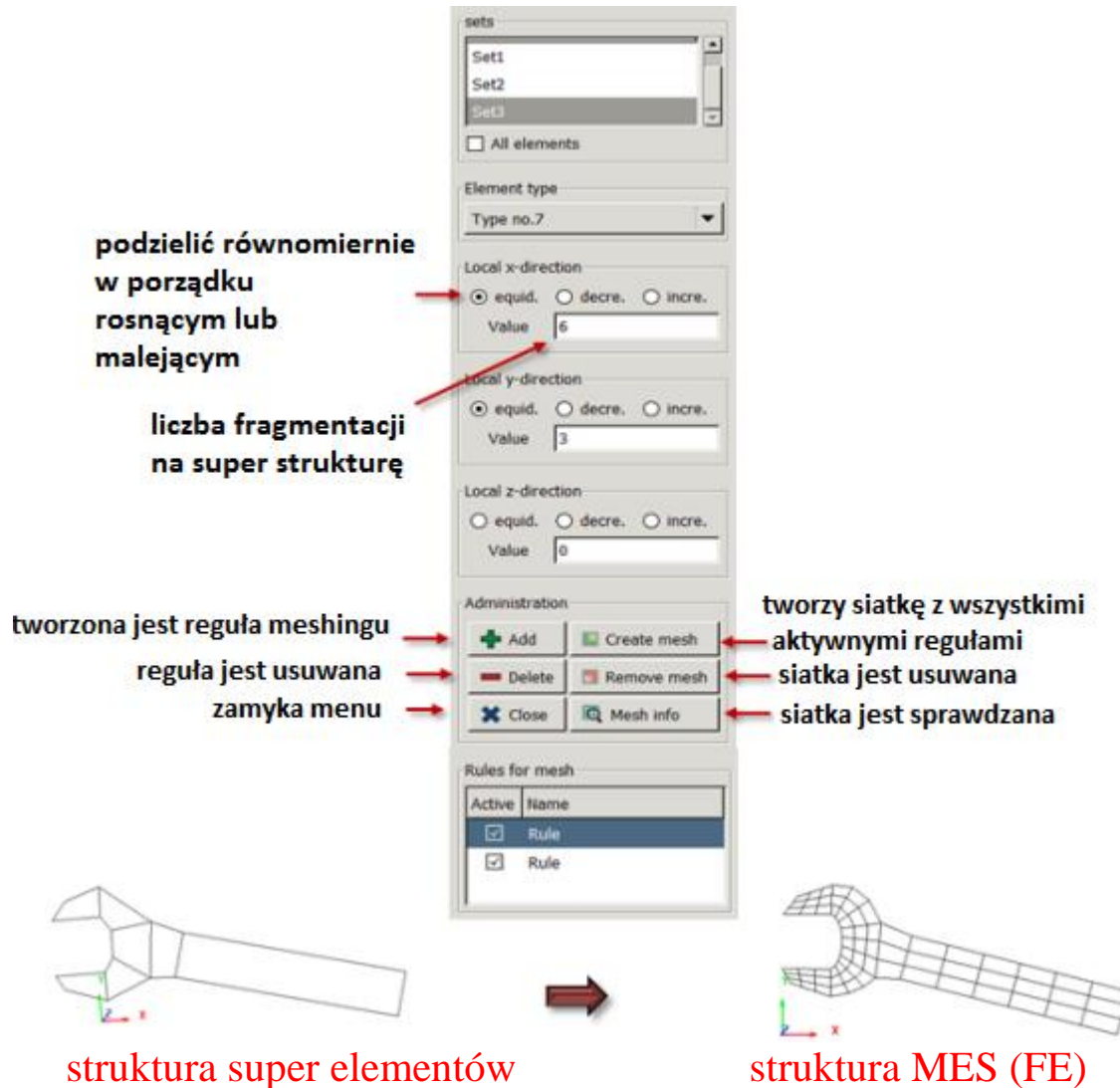
- ⇒ Zdefiniuj 3 zestawy elementów, zmień na  Super elements
- ⇒ Zdefiniuj typ elementu
- ⇒ lokalny kierunek x: jednolita, rosnąca lub malejąca fragmentacja
- ⇒ lokalny kierunek y: jednolita, rosnąca lub malejąca fragmentacja
- ⇒ lokalny kierunek z: jednolita, rosnąca lub malejąca fragmentacja

⇒ kliknij  Add (tworzona jest reguła tworzenia siatki)

Dane reguły mogą być wyświetlane w dowolnym momencie.

⇒ zarówno  lub utwórz kolejną regułę; w każdym zestawie można zdefiniować tylko jedną regułę.

⇒ opuść menu za pomocą .



The image shows a screenshot of the 'sets' dialog box in the Z88N mesh generator. The dialog has several sections: 'sets' (a list of Set1, Set2, Set3), 'Element type' (Type no.7), 'Local x-direction' (equid. selected, Value: 6), 'Local y-direction' (equid. selected, Value: 3), and 'Local z-direction' (equid. selected, Value: 0). Below these are 'Administration' buttons: Add, Create mesh, Delete, Remove mesh, Close, and Mesh info. At the bottom is a 'Rules for mesh' table with two rows, each with a checked 'Active' box and the name 'Rule'.

Annotations with red arrows point to various parts of the dialog:

- podzielić równomiernie w porządku rosnącym lub malejącym (points to the 'equid.' radio button in the x-direction section)
- liczba fragmentacji na super strukturę (points to the 'Value' field in the x-direction section)
- tworzona jest reguła meshingu (points to the 'Add' button)
- reguła jest usuwana (points to the 'Delete' button)
- zamyka menu (points to the 'Close' button)
- tworzy siatkę z wszystkimi aktywnymi regułami (points to the 'Create mesh' button)
- siatka jest usuwana (points to the 'Remove mesh' button)
- siatka jest sprawdzana (points to the 'Mesh info' button)

Below the dialog, a diagram shows the transition from a 'struktura super elementów' (a coarse mesh of large elements) to a 'struktura MES (FE)' (a refined mesh of smaller elements).

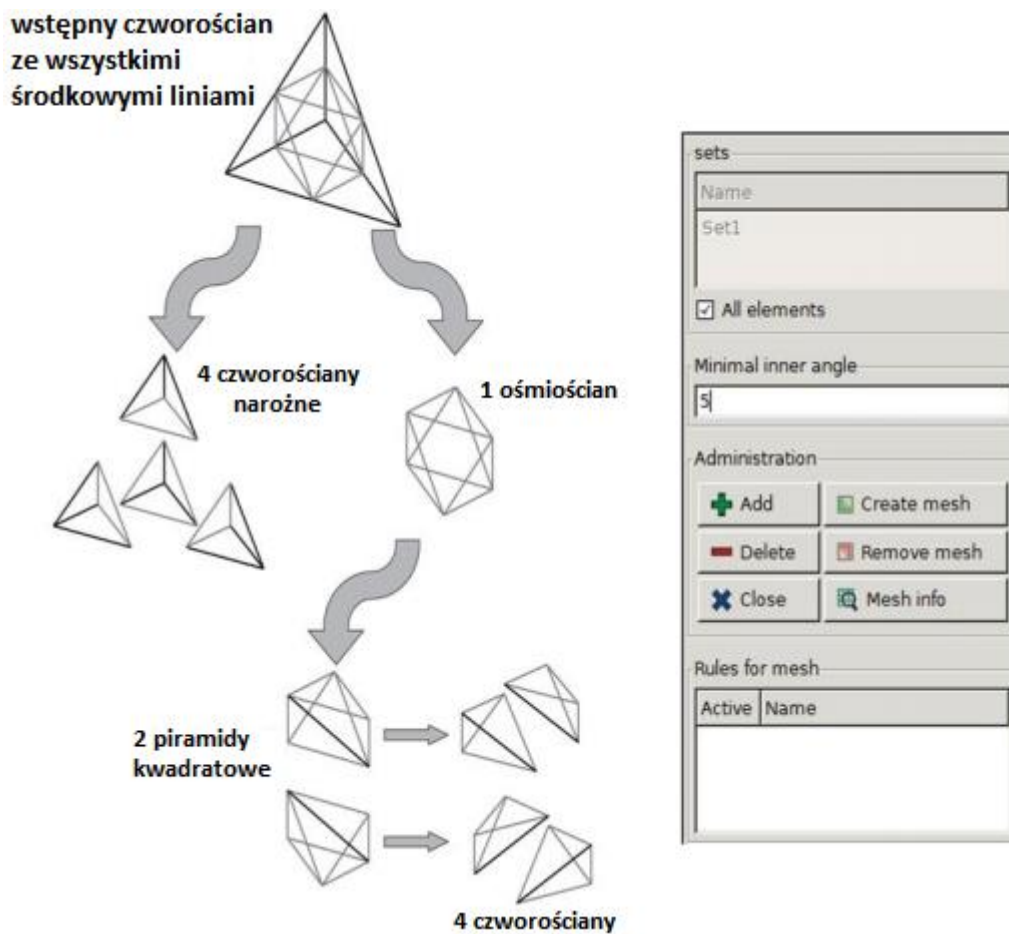
Rysunek 44: menu "Super elementy" generatora siatki Z88N



Po utworzeniu siatki, reguły dotyczące tworzenia siatki są usuwane!

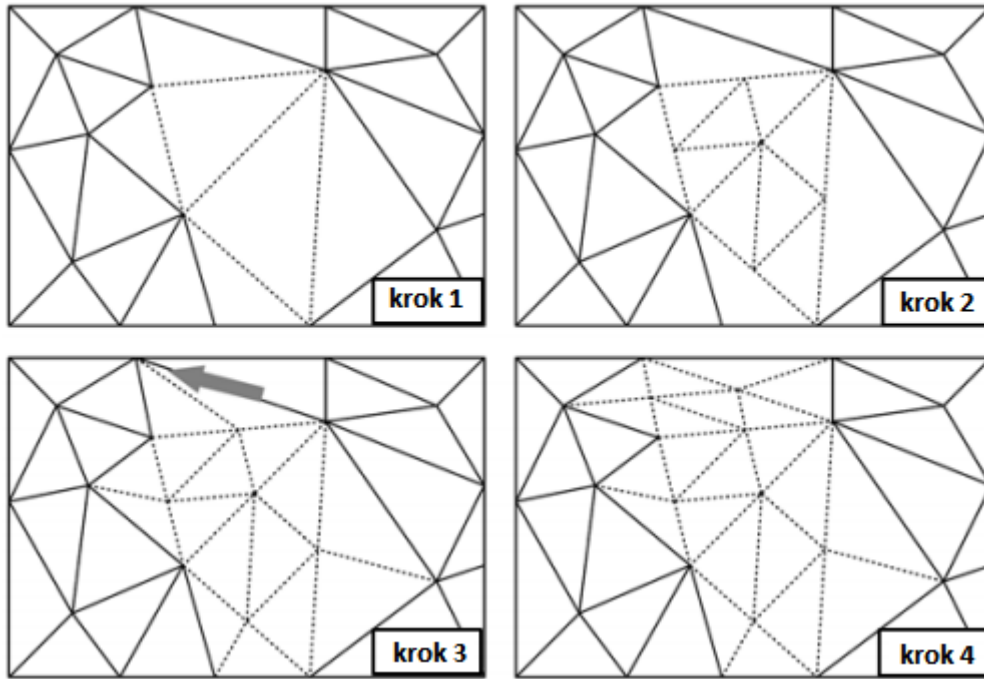
Rafinacja siatki czworoboku

Dzięki tej opcji można poprawić już istniejące siatki czworoboczne. Poprzez "Picking" można stworzyć zestaw z czworoboczkiem, który należy udoskonalić. Każdy element jest podzielony na 8 czworobocznych.



Rysunek 45: rafinacja czworoboku: maska wejściowa (po prawej), proces (po lewej)

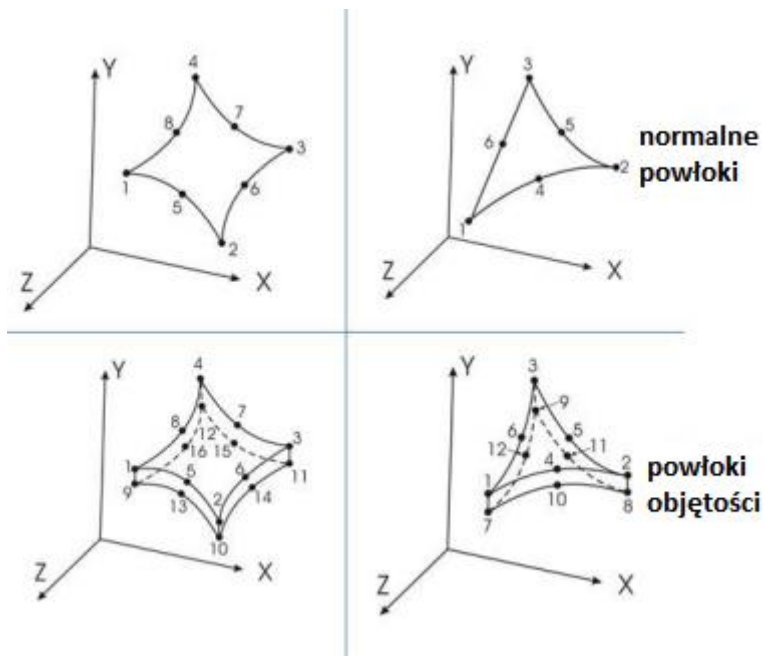
Sąsiednie elementy są dostosowane do zmienionych numerów węzłów i są również podzielone. W tym celu należy określić minimalny kąt elementu, aby zapobiec dużemu odkształceniu. Zamiast idealnego kąta wewnętrznego 60° , realistyczny jest kąt $3^\circ - 10^\circ$.



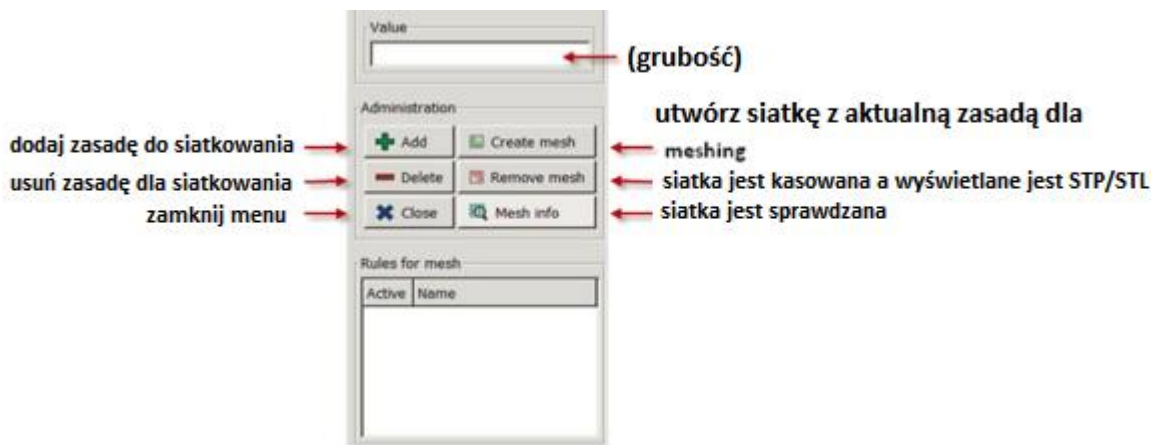
Rysunek 46: Proces algorytmu udoskonalania

Zagęstnik powłoki


Dzięki tej funkcji możliwe jest zagęszczenie już istniejących powłok, które mają węzły tylko w jednej płaszczyźnie (np. z importu Nastran lub DXF), a tym samym tworzenie powłok objętości (element nr 21 i nr 22)



Rysunek 47: normalne powłoki (powyżej) i powłoki objętości (poniżej)



Rysunek 48: Zagęstnik powłoki w Z88Aurora

Więcej informacji patrz  "Tworzenie siatki czworościanu"


Parametry elementu

Można przydzielić parametry elementu dla typu elementu: płyty, powłoki, kratownicy, belki i elementu krzywki oraz płaskiego elementu naprężającego.

Według typów elementów można wybrać następujące ikony:


 belka, kratownica, krzywka

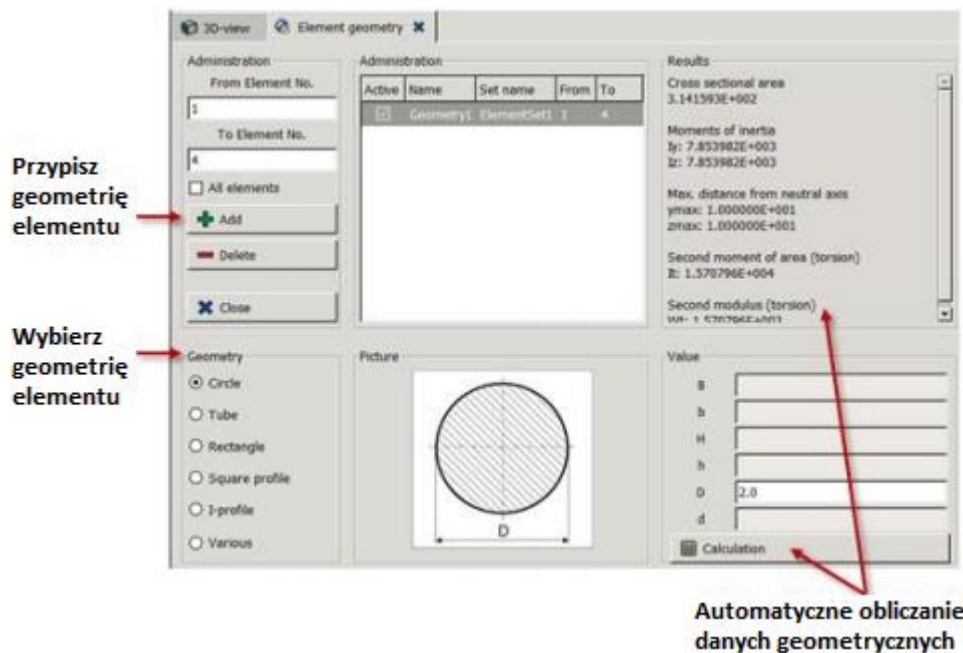
 płyta, płaski element naprężający, powłoka

 belka, kratownica, krzywka



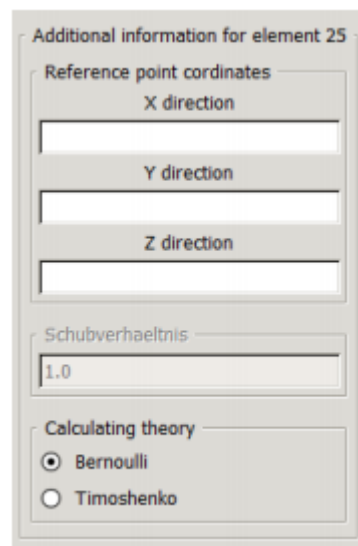
Jeśli wcześniej utworzono te struktury, można je tutaj edytować.

 **Parametry elementów importowanych plików Z88 (Z88V14, Z88V13, Z88Aurora V1) muszą być tworzone od nowa, ponieważ nie można ich importować ze strukturą! W zależności od wybranego typu elementu można przypisać odpowiednią datę geometrii. Możesz przypisać jedną geometrię do wszystkich elementów All elements lub możesz zdefiniować sekcje (od / do elementu) i przypisać jedną geometrię na sekcję.**

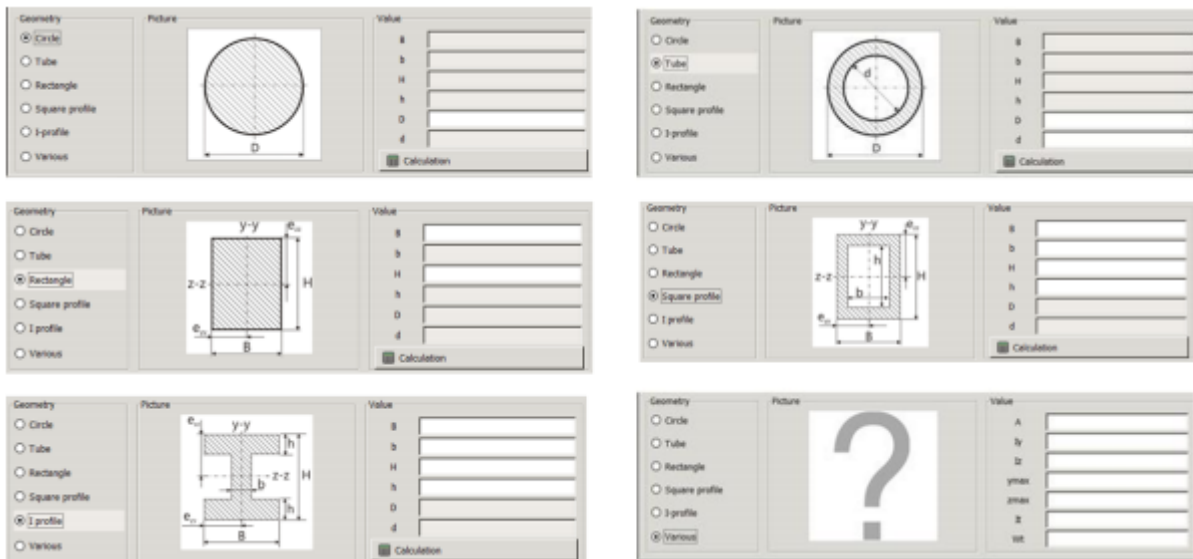


Rysunek 49: Przypisywanie przekroju w menu "element parameter (parametr elementu)"

Podczas korzystania z elementu typu 25 dostępne jest inne menu, które wymaga specjalnych ustawień dla węzła sterującego. Aby uzyskać szczegółowe informacje, patrz podręcznik do teorii.





Parametry elementu można wstawiać ręcznie. Dodatkowo Z88Aurora V3 może obliczyć geometrię elementu koła, rury, prostokąta, profilu kwadratowego lub profilu I.



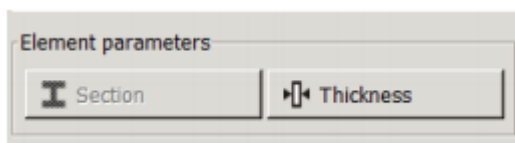
Rysunek 50: Przekroje, które można automatycznie obliczyć

Aby to zrobić:

- ⇒ wybierz geometrię elementu
 - ⇒ wstaw parametry wpisu (w zależności od wybranego typu elementu do obliczeń wykorzystywane są tylko wymagane dane)
 - ⇒  Calculation

Przy pomocy  Add parametry elementu są przypisywane do elementów strukturalnych.


 Płyta, płaski element naprężający, powłoka

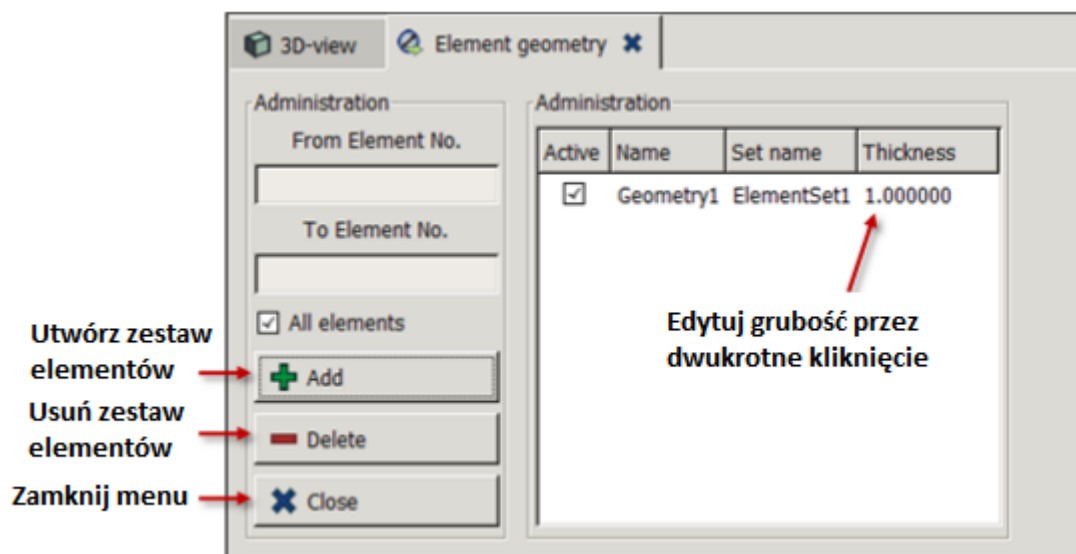


Możesz przypisać jedną geometrię do wszystkich elementów All elements lub możesz zdefiniować sekcje (od / do elementu) i przypisać jedną geometrię na sekcję.

⇒  Add

⇒ edytuj grubość za pomocą dwukrotnego kliknięcia

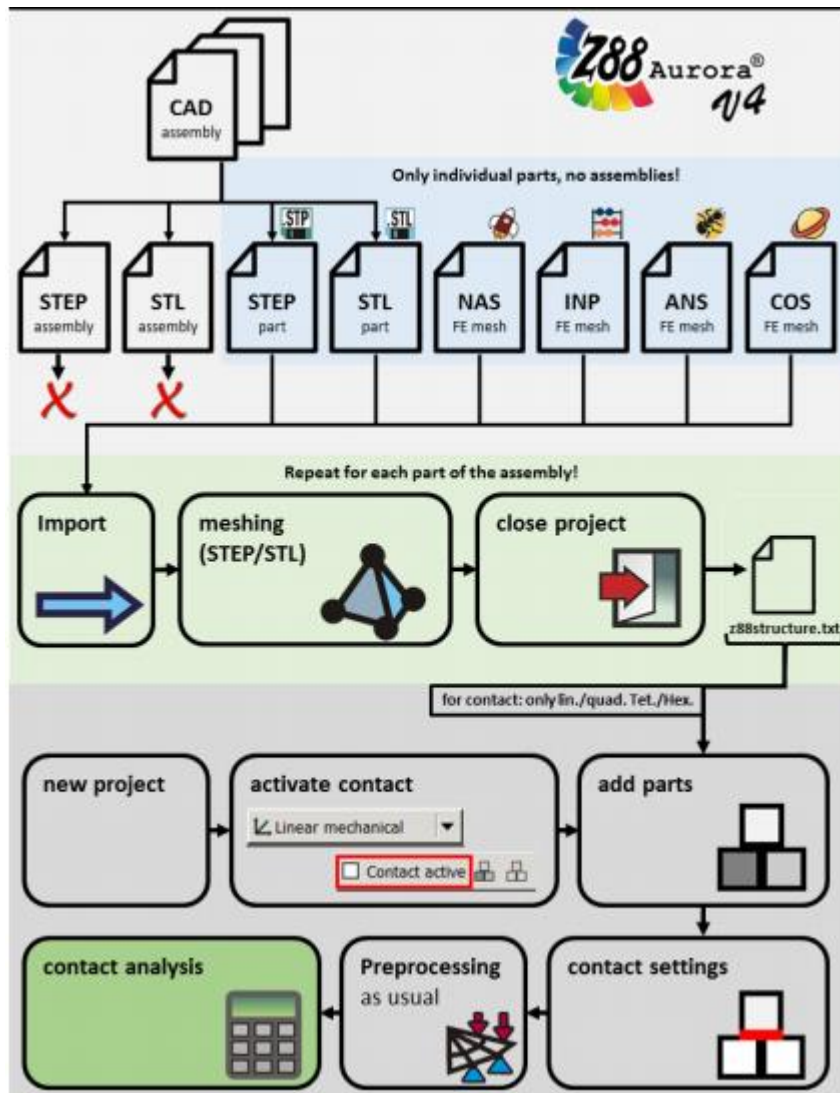
⇒  Close



Rysunek 51: Przypisz grubość do płaskich elementów naprzężających, płyt i powłok

Zarządzanie montażem / analiza kontaktów


Szczegółowy przepływ zadań do wykonania analizy kontaktów pokazano na rysunku 52. Import zestawów bezpośrednio z programu CAD nie jest możliwy.

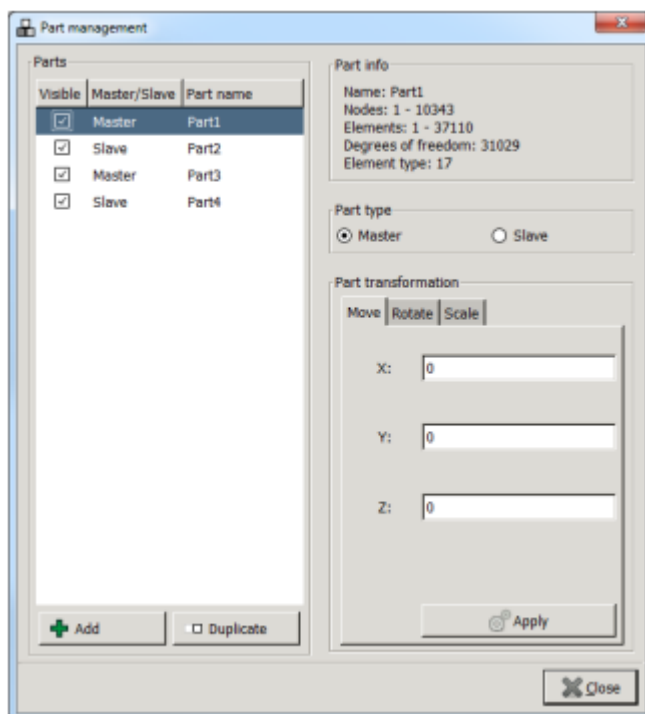


Rysunek 52: Konfiguracja analizy kontaktów

Aby przeprowadzić analizę kontaktów w Z88Aurora®, należy utworzyć nowy projekt. W tym projekcie moduł kontaktowy musi zostać aktywowany (pole wyboru "Kontakt aktywny"), a wiele części musi zostać zaimportowanych. Te części muszą być w formacie struktury Z88 (z88i1.txt lub z88structure.txt). Jeśli części nie zostały już zazębione i są dostępne tylko jako *.STEP lub *.STL, muszą zostać zaimportowane do indywidualnych projektów Z88Aurora® i zazębione. Wynikowy plik struktury można następnie znaleźć w

folderze projektu. Typ elementu używany dla wszystkich części musi być taki sam.

Typy elementów dostępne do analizy kontaktów są to: liniowy czworościan (nr 17), kwadratowy czworościan (nr 16), liniowy sześciąt (nr 1) i kwadratowy czworościan (nr 10). Zwróć uwagę, że pole wyboru  "Contact active (Aktywny kontakt)" jest dostępne tylko dla liniowej analizy mechanicznej. Po aktywowaniu modułu kontaktowego menedżera części można aktywować za pomocą odpowiedniego przycisku obok pola wyboru kontaktu. Menu zarządzania częściami pokazano na rysunku 53.



Rysunek 53: Zarządzanie częściami

Dowolną liczbę części można dodać do zespołu za pomocą przycisku "Dodaj", o ile są dostępne jako z88i1.txt lub z88structure.txt.

Dodatkowo dostępnych jest kilka transformacji części:

- Move (Ruch): Część może być przesuwana w kierunku x, y i z
- Rotate (Obrót): Część może być obracana wokół osi X, Y lub Z lub osi zdefiniowanej przez użytkownika
- Scale (Skala): Część może być skalowana przez określony czynnik w kierunku x, y lub z

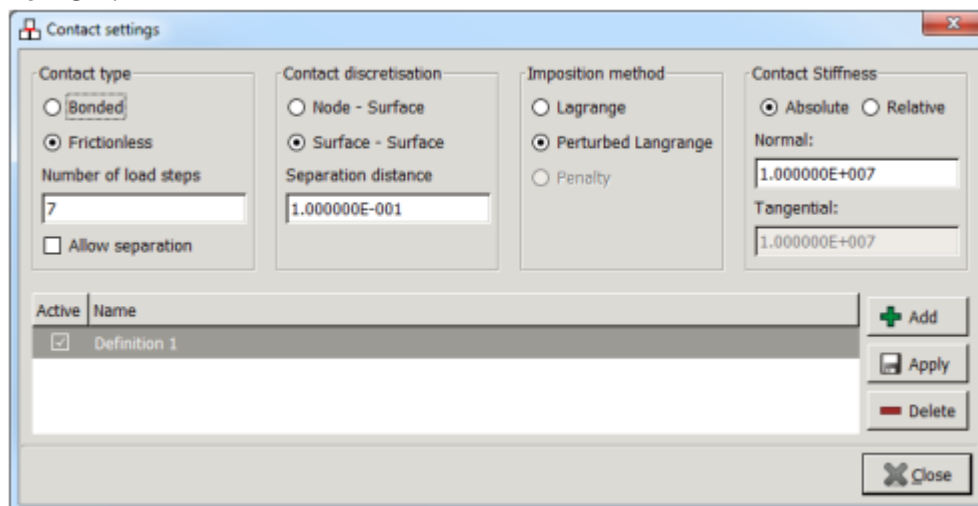
Zdefiniowaną transformację można zastosować do wybranej części za pomocą przycisku "Apply (Zastosuj)". Każda część może zostać

przekształcona w inny sposób, dzięki czemu możliwe jest utworzenie zespołu złożonego z różnych części. Za pomocą menu zarządzania częściami, importowane części można powielić.

Poprzez menu zarządzania artykułami każda część musi być przypisana do roli, tj. Master lub Slave. Kontakt może istnieć tylko między częścią główną i niewolną. Wyszukiwanie kontaktów kończy się niepowodzeniem między dwiema głównymi lub dwoma częściami podrzędnymi. Podczas przydzielania ról należy zachować szczególną ostrożność. Poniższa procedura jest zalecana do symulacji złożeń, które zostały utworzone w systemie CAD:

- Zaprojektuj zestaw w CAD.
- Wyeksportuj złozenie jako pojedyncze części w postaci plików STL lub STEP.
- Zimportuj każdą część jako nowy projekt, przeprowadź ją i zamknij projekt.
- Utwórz nowy projekt, aktywuj pole wyboru "Kontakt aktywny" i zimportuj wszystkie oczekujące części.
- Teraz zespół powinien już być skalowany i umieszczony poprawnie, tylko role kontaktowe muszą zostać przypisane.

Po zarządzaniu częściami należy przypisać ustawienia kontaktu, patrz rysunek 54.



Rysunek 54: Ustawienia kontaktu

Można tu wprowadzić różne ustawienia dotyczące typu kontaktu (wiązane lub bez tarcia), dyskretyzacji styków (powierzchnia-węzeł, powierzchnia- powierzchnia), metody całkowania (Lagrange, zaburzone Lagrange, penalty) i sztywności styków. Podstawy teoretyczne i efekty różnych parametrów zostały opisane w podręczniku teorii. Wybrane ustawienia można zapisać jako definicję kontaktu za pomocą przycisku "Add (Dodaj)". Aby zmienić wartości



w istniejącej definicji, zmień je i zapisz za pomocą przycisku "Apply (Zastosuj)". Definicję kontaktu można aktywować za pomocą pola wyboru "Active (Aktywne)". W danym momencie może być aktywna tylko jedna definicja kontaktu, która jest następnie stosowana do całego zespołu.

Ostrzeżenie! Dla każdego obliczenia wyszukiwanie kontaktu jest wykonywane tylko raz w zdefiniowanej odległości kontaktu. Jeśli na początku obliczeń nie zostanie znaleziony żaden kontakt, nie będzie on aktualizowany podczas symulacji - tak zwany kontakt liniowy bez aktualizacji współrzędnych. Definiowanie niewłaściwej odległości lub roli kontaktu może spowodować statyczną nieokreśloną strukturę lub części przenikające same siebie.

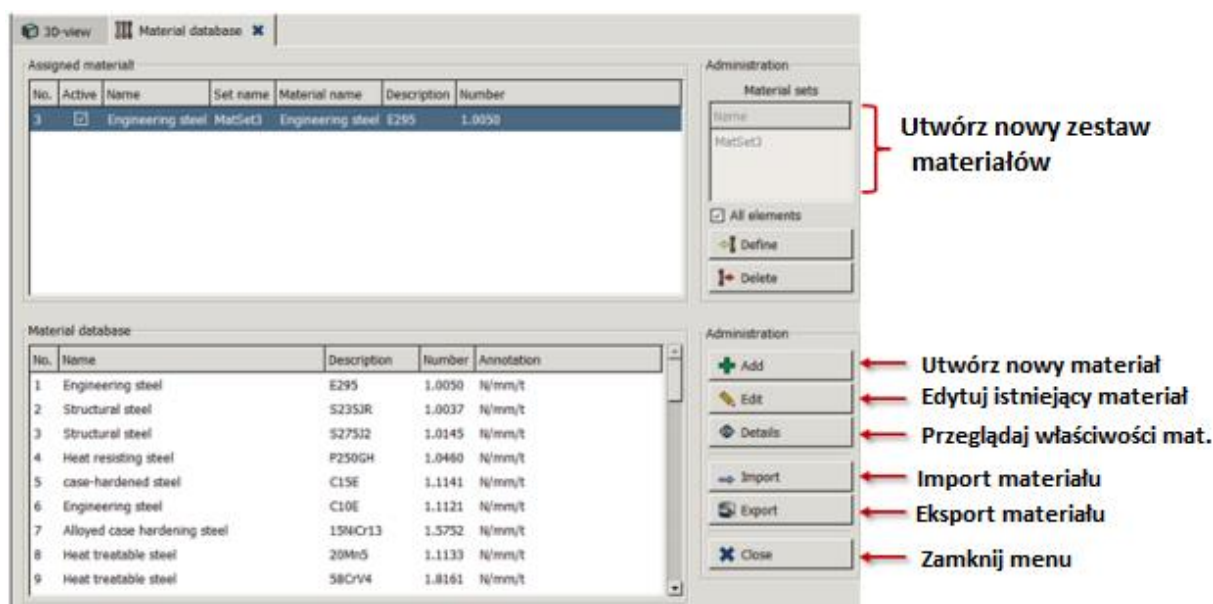
Materiał

W celu wykonania analiz wytrzymałości statycznej, analizy częstotliwości drgań własnych i obliczeń termicznych obecna wersja Z88Aurora oferuje bazę materiałową zawierającą ponad 50 uznanych materiałów budowlanych.

Baza danych materiałów Z88Aurora

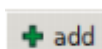
Baza danych materiałów Z88Aurora jest wybierana w menu preprocesora () za pomocą przycisku  (lub poprzez "Preprocessor" → "Material Database (Baza materiałów)"). Aby ułatwić pracę z Z88Aurora, kilka materiałów, takich jak różne rodzaje stali i aluminium, zostało już wstępnie zdefiniowane.

Jeśli wybierzesz materiał z listy po lewej stronie, jego przydzielone właściwości można wyświetlić w "Details (Szczegóły)" (rysunek 55). Jeśli materiał powinien być edytowany, tworzona jest kopia materiału, aby wewnętrzna baza danych pozostała spójna. Krzywe przepływu nie są kopiowane przez materiał nieliniowy. Można już importować istniejące materiały z innych projektów.



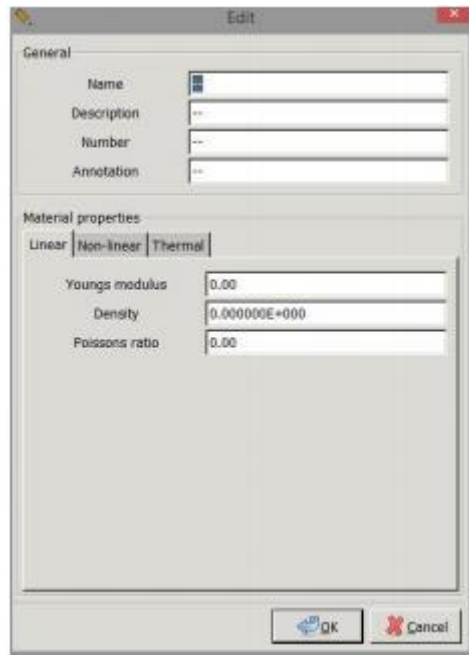
Rysunek 55: Baza danych materiałów Z88Aurora

Jeśli wymagany materiał nie został uwzględniony, masz możliwość zdefiniowania nowych materiałów w bazie danych. W tym celu kliknij



w menu po prawej stronie, a otworzy się menu kontekstowe "Material Parameters (Parametry materiału)" (Rysunek 56). W pierwszej tabeli wejściowej można zdefiniować rodzaj materiału za pomocą "Material Name (Nazwa materiału)", "Identifier (Identyfikator)" i "Material Number (Numeru materiału)".

W drugiej macierzy wejściowej do analizy liniowej wprowadza się właściwości materiału, takie jak moduł Younga, współczynnik Poissona i gęstość (⚠ gęstość jednostkowa: t / mm³).

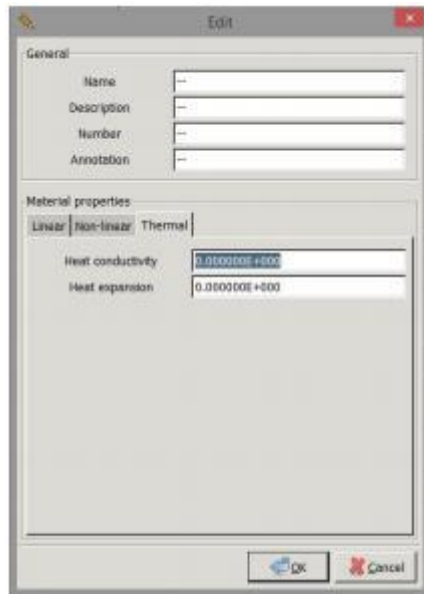


Rysunek 56: Parametry materiału menu kontekstowego

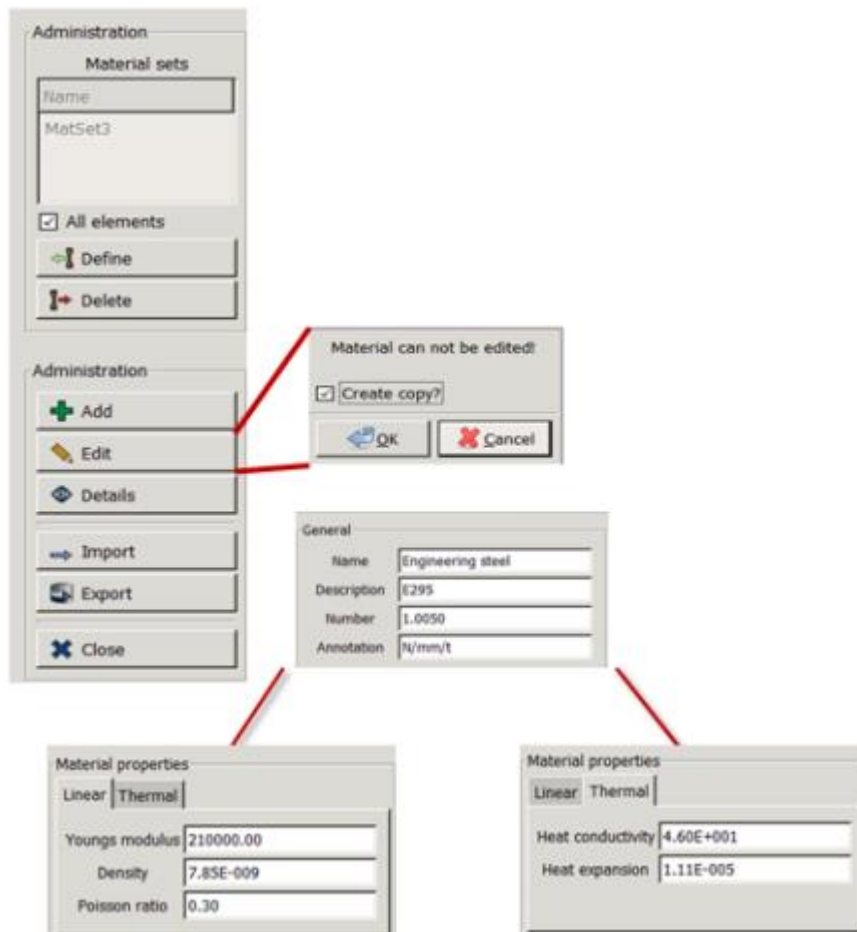
W przypadku niestopowej stali konstrukcyjnej (zgodnie z normą DIN EN 10025-2) wyglądałoby to następująco:

- Name (Nazwa): stal konstrukcyjna (nazwa zwyczajowa)
- Description (Opis): S235JR
- Number (Numer): 1.0038
- Annotation (Adnotacja): własne adnotacje, np. dostawa
- Young's Modulus (Moduł Younga): 210000 N / mm²
- Density (Gęstość): 7,85 E-9 t / mm³
- Poisson's Ratio (Współczynnik Poissona): 0,29


Do analizy termicznej należy przypisać przewodność cieplną i rozszerzalność cieplną (zakładka "Thermal (Termiczne)", patrz rysunek poniżej).

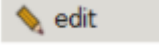


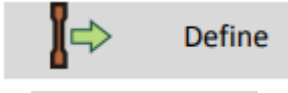
Rysunek 57: Dane wejściowe do analiz termicznych




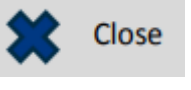
Rysunek 58: Parametry materiału menu kontekstowego II
Należy wprowadzić tylko właściwości materiału wymagane przez odpowiedni rodzaj analizy.

 Pamiętaj, że musisz wprowadzić kropkę jako kropkę dziesiętną i nazwę materiału, która musi być unikalna (np. "stal konstrukcyjna1", "stal konstrukcyjna2" itp.).

Za pomocą przycisku  można edytować już wprowadzone materiały. Kopia materiału jest tworzona w taki sposób, aby baza danych była spójna.

Za pomocą  materiał jest dodawany do struktury,

przy pomocy  jest usuwany. Jeśli chcesz zastosować jeden materiał do całej struktury, zaznacz znacznik "All Elements (Wszystkie elementy)". W przeciwnym razie możesz zastosować różne materiały do różnych zestawów elementów, np. stworzyć

bimetal. Za pomocą  baza danych jest zapisywana i zamykana.

Modele materiałowe

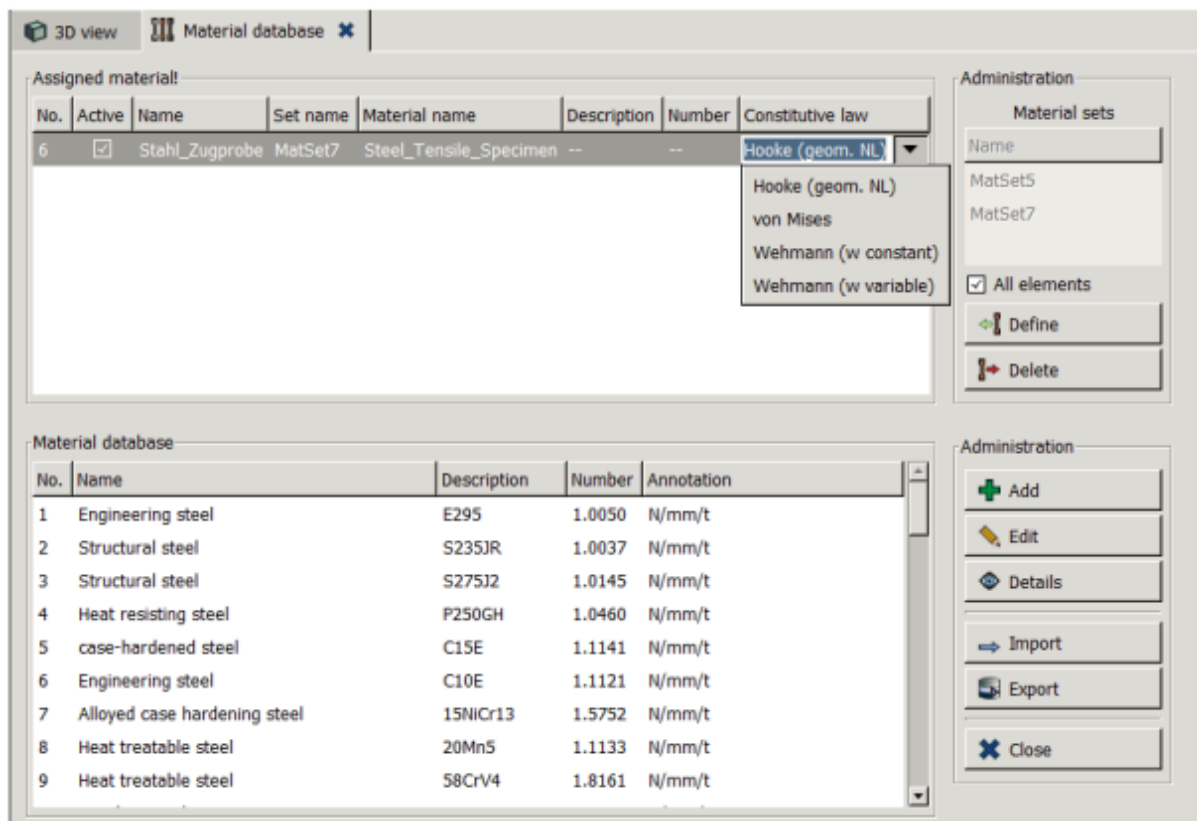
W analizach nieliniowych można wybrać różne reguły materiałowe w celu rozważenia zachowania sprężystego lub plastycznego materiału.

Tabela 3: Przegląd modeli materiałowych

	Zachowanie materiału	Moduł Younga	Współczynnik Poissona	Krzywa przepływu	Dodatkowy parametr
Hooke	liniowo-elastyczny	✓	✓	✗	✗
Von Mises	elastyczno-plast.	✓	✓	✓	✗
Wehmann	elastyczno-plast. różny współczynnik Poissona w sektorze plastycznym	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> parametr kierunku przepływu w <input type="text"/> lub <input type="text"/> przebieg parametru kierunku przepływu $f(w)$

Dlatego tabela z przypisanymi materiałami zawiera dodatkową kolumnę o nieliniowej sile modułu. Rysunek 59 pokazuje tę kolumnę, w której można wybrać uprzywilejowaną regułę materiałną. Ten wybór należy zatwierdzić przyciskiem "ENTER", aby został przyjęty. W przypadku prawa Hooke'a występuje liniowo-sprężyste zachowanie materiału, wzięto pod uwagę nieliniowość geometryczną. Jeśli chodzi o parametry materiałowe, w tym przypadku konieczny jest tylko

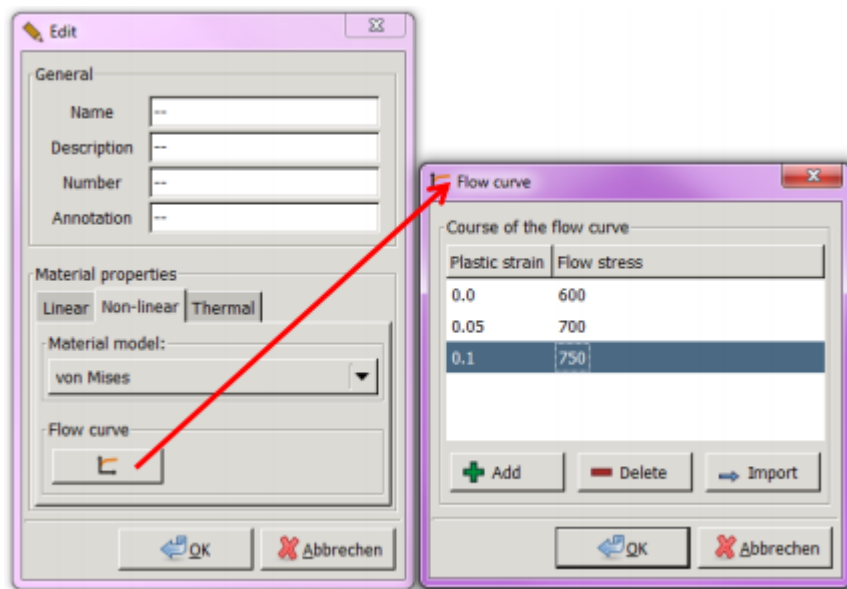
moduł Younga i współczynnik Poissona. Te dwa parametry są określone w zakładce "Linear (Liniowy)" (patrz Rysunek 56).



Rysunek 59: Wybór reguł materiałowych do analiz nieliniowych

Wybierając jedno z pozostałych praw, zachowanie tworzywa sztucznego jest obecne i należy podać dodatkowe dane materiałowe. W tych przypadkach nie uwzględnia się nieliniowości geometrycznych. Niezbędne dodatkowe parametry dla modeli tworzyw sztucznych muszą być określone w zakładce "Non-linear (Nieliniowe)".

Rysunek 60 pokazuje, jakie parametry należy wprowadzić w regule "von Mises". Musisz wprowadzić krzywą przepływu, która jest określona przez pary wartości plastycznego wydłużenia i granicy plastyczności. Klikając przycisk "Add (Dodaj)" możesz zdefiniować nową parę wartości, wartości można zawsze wybierać i edytować dwukrotnie klikając. Za pomocą przycisku "Delete (Usuń)" wybrana para wartości zostaje usunięta. Możliwe jest również importowanie pliku tekstowego ze wszystkimi parami wartości



Rysunek 60: Wprowadzanie danych materiałowych do reguły materialnej "von Misesa"

Rysunek 61 pokazuje strukturę przykładowego pliku. Po jego zaimportowaniu wartości kończą się w sposób przedstawiony na rysunku 60. Ważne jest, aby pierwsza linia pliku zawierała liczbę par wartości

```

3
0.0 600.0
0.05 700.0
0.10 750.0

```

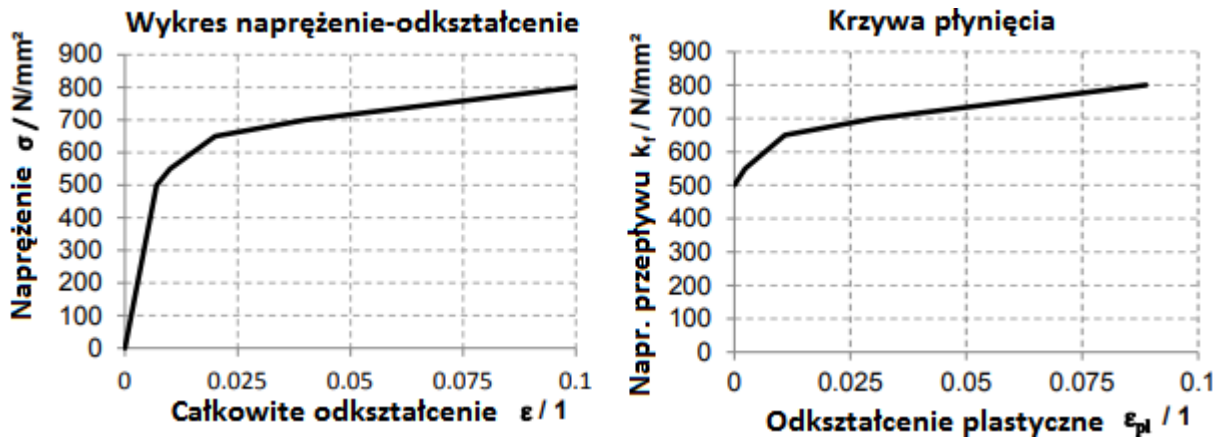
Rysunek 61: Struktura pliku txt dla importu jako krzywej wydajności

Jednostka odkształcenia plastycznego ma zawsze wartość 1 (bezwymiarowa), tj. 0,05 odpowiada odkształceniu plastycznemu 5%. Krzywa przepływu może być określona przez następujące dwa równania z krzywej Stresstraina (diagram σ - ϵ).

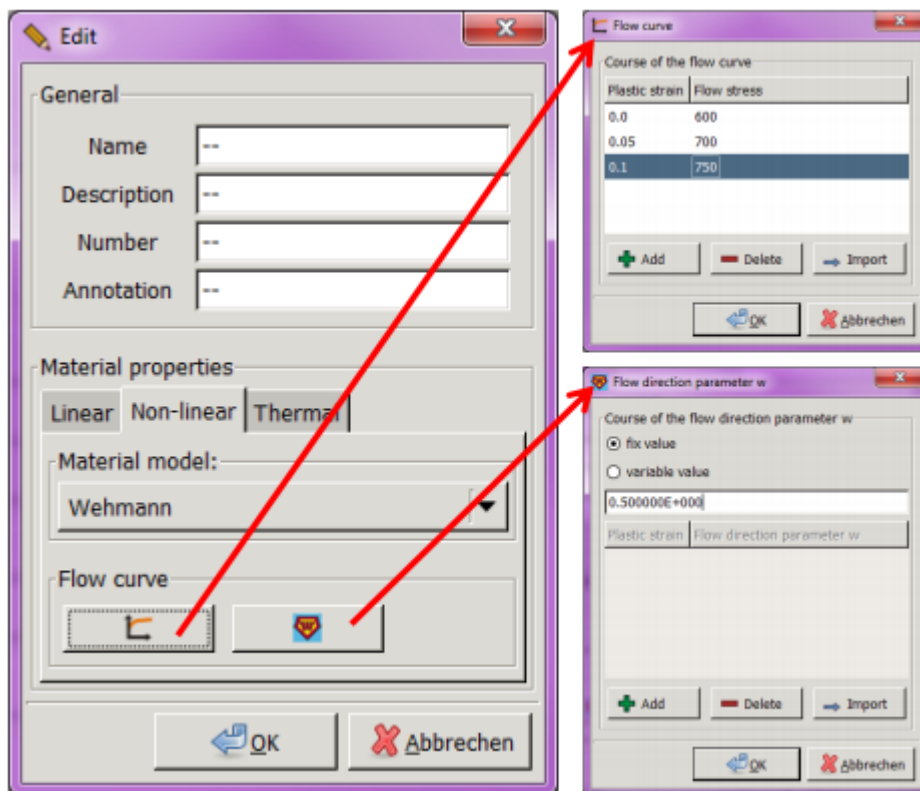
$$k_f = \sigma$$

$$\epsilon_{pl} = \epsilon - \epsilon_{el} = \epsilon - \frac{\sigma}{E}$$

W związku z tym k_f jest granicą plastyczności i ϵ całkowitym odkształceniem. Rysunek 63 przedstawia przykładowy schemat naprężenia i odpowiadającą krzywą płynięcia.



Rysunek 62: Wykres naprężenia odkształcenia i odpowiadająca mu krzywa przepływu
W przypadku modelu Wehmanna wybór musi zostać zmieniony na "Wehmann (w stała)", jak pokazano na rysunku 63 po lewej stronie, model ten pozwala na dostosowanie skurczu poprzecznego i odkształcenia plastycznego za pomocą dodatkowego materiału. Jeśli na przykład zauważysz, że prawo von Misesa nie opisuje poprawnie skurczu poprzecznego, możesz uzyskać lepszy opis za pomocą modelu Wehmanna. Dla modelu Wehmanna, podobnie jak dla Misesa von Misesa, krzywa wydajności musi być określona.



Rysunek 63: Wprowadzanie danych materiałowych do reguły materiałowej "Model Wehmanna"

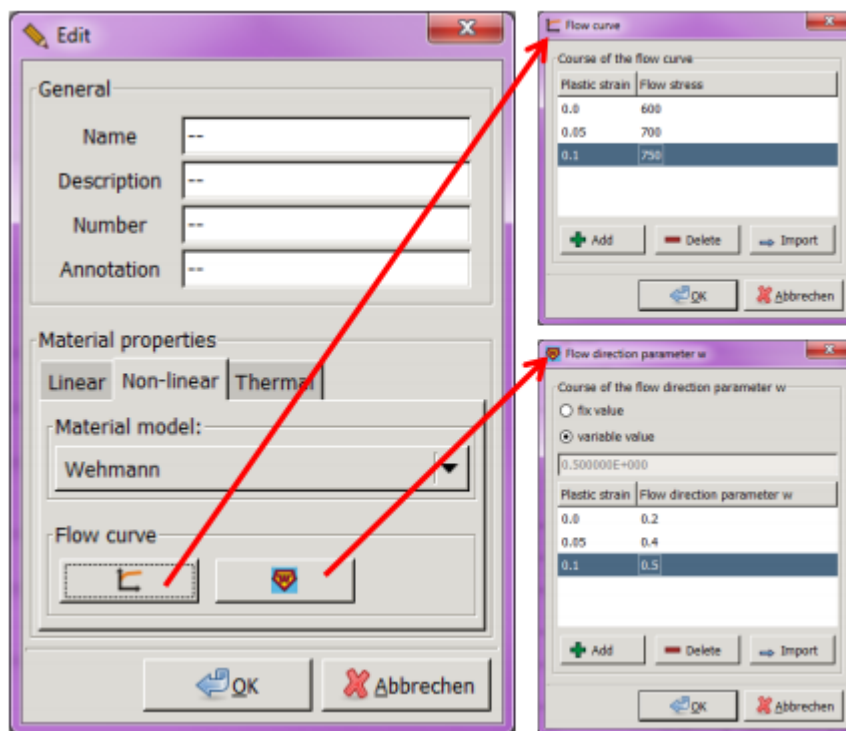
Dodatkowo należy podać parametr kierunku przepływu w , który może przyjmować wartości od 0 do 1 (patrz rysunek 63 w prawo). Parametr może zostać określony w próbie rozciągania, poprzez uwzględnienie pomiaru skurczu poprzecznego. Przy użyciu okrągłej próbki o

średnicy D_0 powierzchnia przekroju A_0 i długość L daje następujące równanie determinujące.

$$w = -2 \frac{\frac{\Delta D}{D_0} + \frac{\nu F}{E A_0}}{\frac{\Delta l}{L} - \frac{F}{E A_0}}$$

ΔD i Δl oznaczają zmianę średnicy i zmianę długości. Zwróć uwagę, że $\Delta D = D - D_0 < 0$ i $\Delta l = l - L > 0$ są stosowane. Z modułem E i ν Younga (elastyczny) są identyfikowane współczynniki Poissona. F jest siłą w próbie rozciągania. Więcej informacji na temat modelu Wehmanna można znaleźć w [Wehm14].

W przypadku, gdy parametr w zgodnie z powyższym równaniem dla danych próby rozciągania nie jest stały, istnieje zmodyfikowany model Wehmanna. Po przełączeniu wyboru na "Wehmann (zmienna w)" można wprowadzić dodatkowe parametry materiału (patrz rysunek 64).



Rysunek 64: Wprowadzanie danych materiałowych do reguły materialnej "zmodyfikowany Wehmann"

Wprowadzenie przebiegu parametru w jest podobne do wprowadzania krzywej przepływu (patrz ilustracja 64 po prawej). Ponownie, plik można zaimportować za pomocą par wartości. Plik ma taką samą strukturę jak w przypadku krzywej przepływu (patrz: rys. 61), tylko parametr w musi być wprowadzony zamiast odpowiednio granicy

plastyczności. Tym samym parametr określa się zgodnie z poniższym równaniem z danych z prób rozciągania.

$$w = -2 \frac{\partial \varepsilon_{pl}^q}{\partial \varepsilon_{pl}}$$

Za pomocą ε_{pl}^q jest oznaczane plastyczne poprzeczne odkształcenie. Obowiązują następujące zasady





$$\varepsilon_{pl}^q = \varepsilon^q - \varepsilon_{el}^q = \frac{\Delta D}{D_0} + \nu \varepsilon_{el} = \frac{\Delta D}{D_0} + \nu \frac{\sigma}{E}$$

Tak więc przebieg plastycznego poprzecznego odkształcenia wykreślonego na plastycznym wydłużeniu należy określić na podstawie próby rozciągania. Gradient tej krzywej odpowiada parametrowi w . Obowiązuje tu także $0 \leq w \leq 1$. Więcej informacji na temat teoretycznego tła zmodyfikowanego modelu Wehmana można znaleźć w [Wehm14].

Stosowanie warunków brzegowych

Z88Aurora oferuje możliwość zdefiniowania wszystkich warunków brzegowych w preprocesorze. Warunki brzegowe można stosować tylko do zestawów, więc najpierw należy je zdefiniować za pomocą

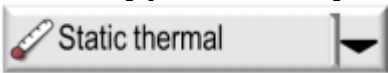
 Picking (więcej informacji w rozdziale "Picking (Wybieranie)")

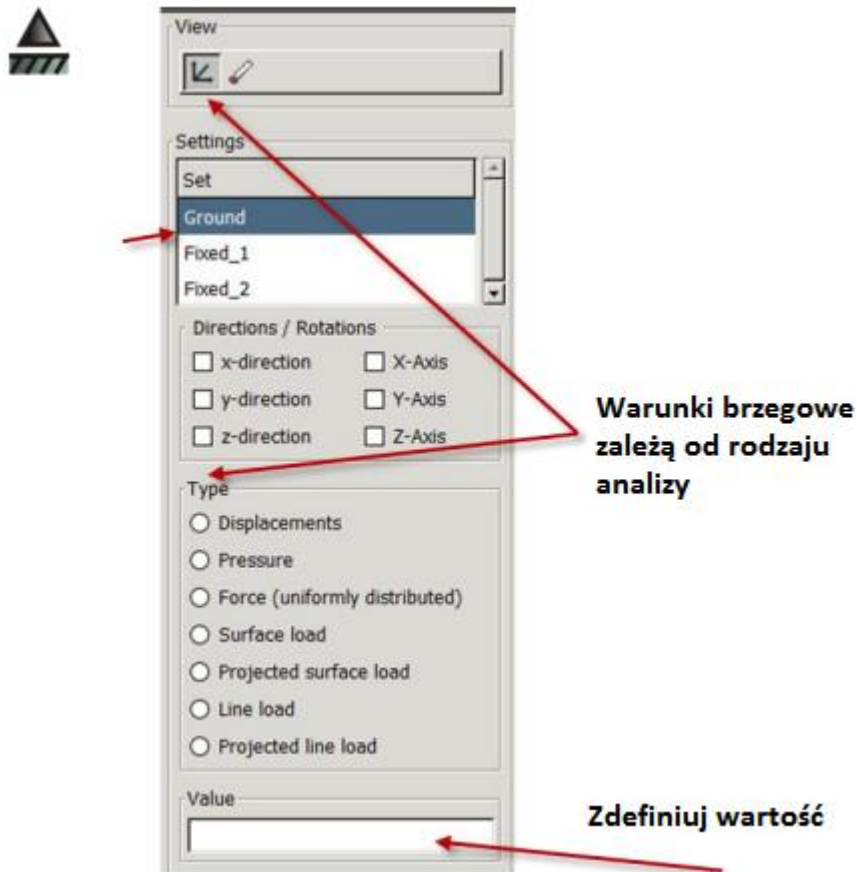
 Picking węzłów	 Picking elementów
 Wszystkie mechaniczne i termiczne warunki brzegowe	 Parcie dla czworościanów, sześciąt i powłok objętościowych

Rysunek 65: Wybór opcji dla warunków brzegowych

Zaimportowane struktury można obliczyć za pomocą istniejących warunków brzegowych w Z88Aurora lub zastosować nowe wpisy. Dla zaimportowanych warunków brzegowych zestawy tworzone są automatycznie, które można przeglądać w menu warunków brzegowych.

Dla obu typów analizy 

i  dostępne są dwa różne widoki menu, które można wybrać w lewym górnym rogu menu.

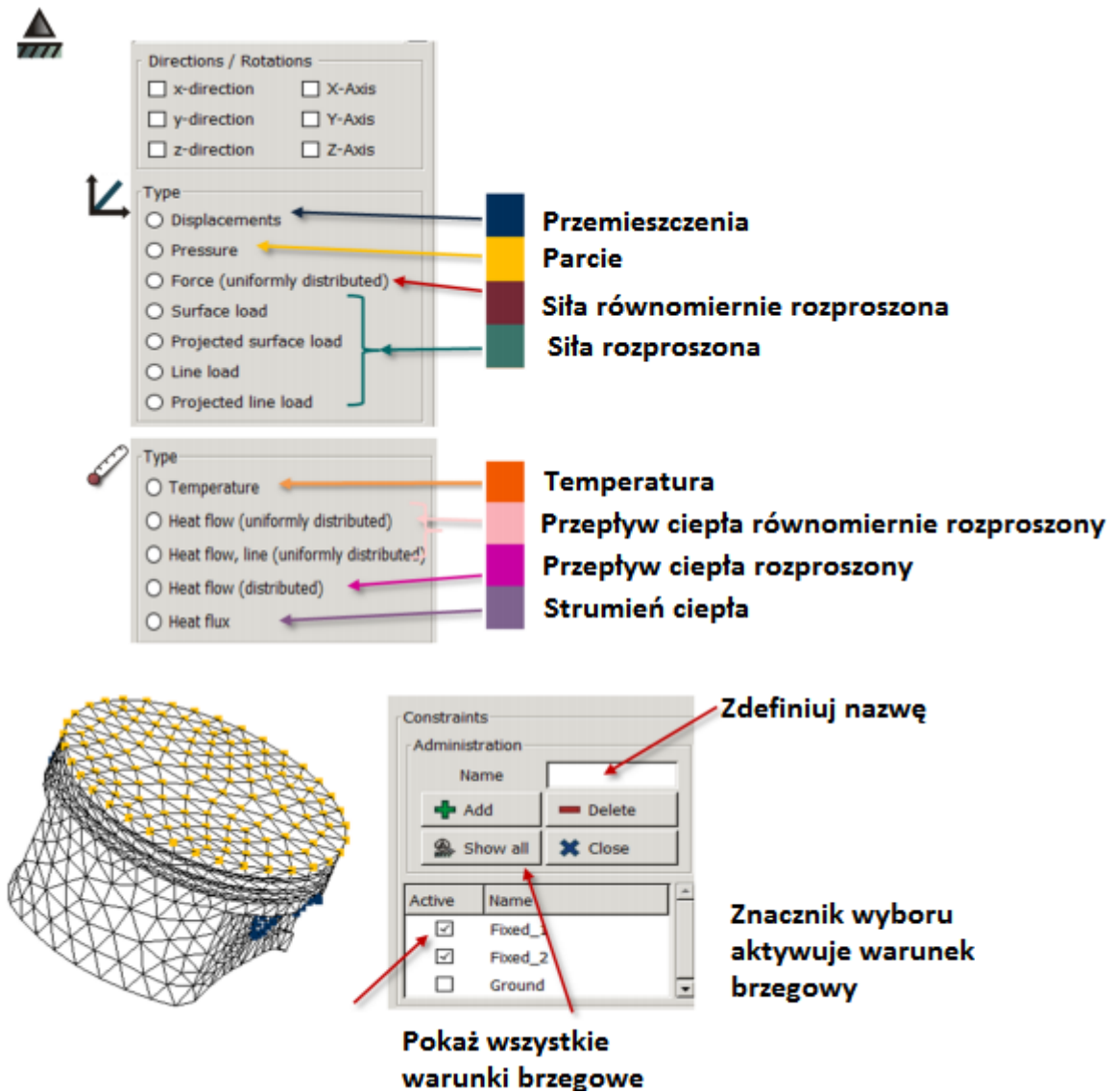


Rysunek 66: Tworzenie warunków brzegowych I

Aby zastosować warunek brzegowy, wykonaj następujące czynności:

- ⇒ Wybierz rodzaj analizy
- ⇒ Wybierz zestaw
- ⇒ Wybierz Kierunki / obroty, np. kierunek x
- ⇒ Wybierz typ, np. "Displacements (Przemieszczenia)"
- ⇒ Wprowadź wartość, np. "0"
- ⇒ Wprowadź nazwę, np. "fixed"
- ⇒

W oknie OpenGL pojawia się warunek brzegowy z odpowiednim kolorem



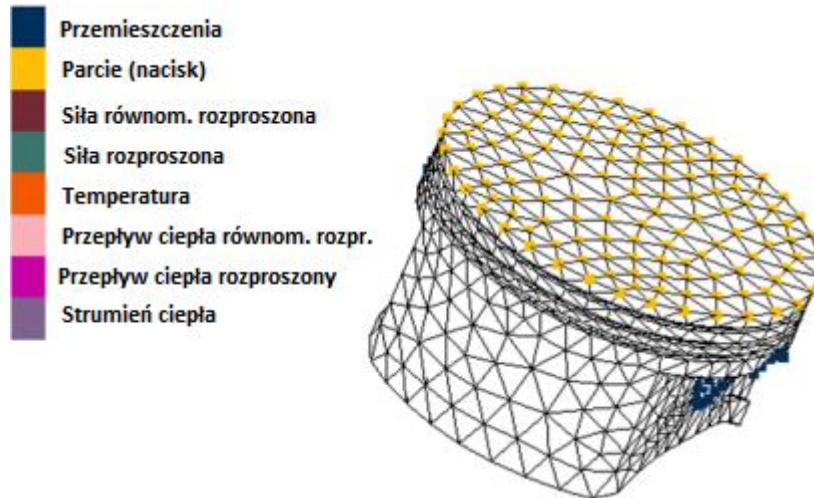
Rysunek 67: Tworzenie warunków brzegowych II

Rysunek 67 pokazuje możliwości zastosowania warunków brzegowych. Możesz zastosować przemieszczenia, nacisk i siły. Można wybrać siłę równomiernie rozłożoną, obciążenie powierzchniowe, przewidywane obciążenie powierzchniowe, obciążenie liniowe i przewidywane obciążenie liniowe. Siła (równomiernie rozłożona) stosuje zawsze tę samą siłę do węzłów, podczas gdy obciążenie powierzchniowe i obciążenie liniowe rozkłada obciążenie zgodnie z zasadami MES (dalsze informacje patrz podręcznik teorii).

- ⚠ **Warunki brzegowe nie są zależne od kierunku!**
- ⚠ **Nacisk (parcie) zawsze wymaga ustawienia powierzchni.**

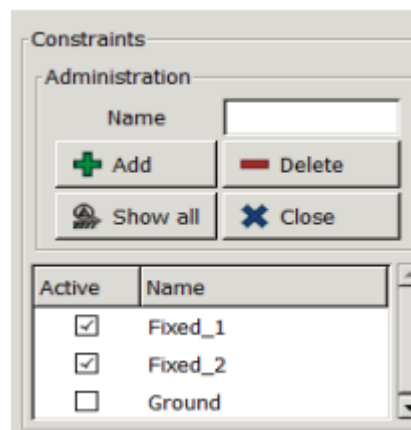


usuwa istniejące warunki brzegowe. "Show all (Pokaż wszystko)" pokazuje warunki brzegowe, które są aktywowane za pomocą znacznika wyboru. Różne warunki brzegowe są pokazywane w odpowiednim kolorze:



Rysunek 68: zobacz opcje "boundary conditions (warunki brzegowe)"

Aby wyświetlić pojedyncze warunki brzegowe osobno, odpowiednie ograniczenie można wybrać za pomocą opcji "Administration (Administracja)"



Rysunek 69: Oglądanie warunków brzegowych osobno



Rozmiar warunków brzegowych

Funkcja "Size of boundary conditions (Rozmiar warunków brzegowych)" powoduje, że pokazane warunki brzegowe są wyświetlane w większej lub mniejszej skali w menu preprocesora.



Rysunek 70: Zmiana wielkości warunków brzegowych

Etykietowanie warunków brzegowych nie jest skalowane przez rozmiar komponentu. Jeśli nie widzisz zastosowanych warunków brzegowych, zmień rozmiar za pomocą paska narzędzi "View (Widok)" lub pozycji podrzędnej "Size of boundary conditions (Rozmiar warunków brzegowych)" w menu "View (Widok)".

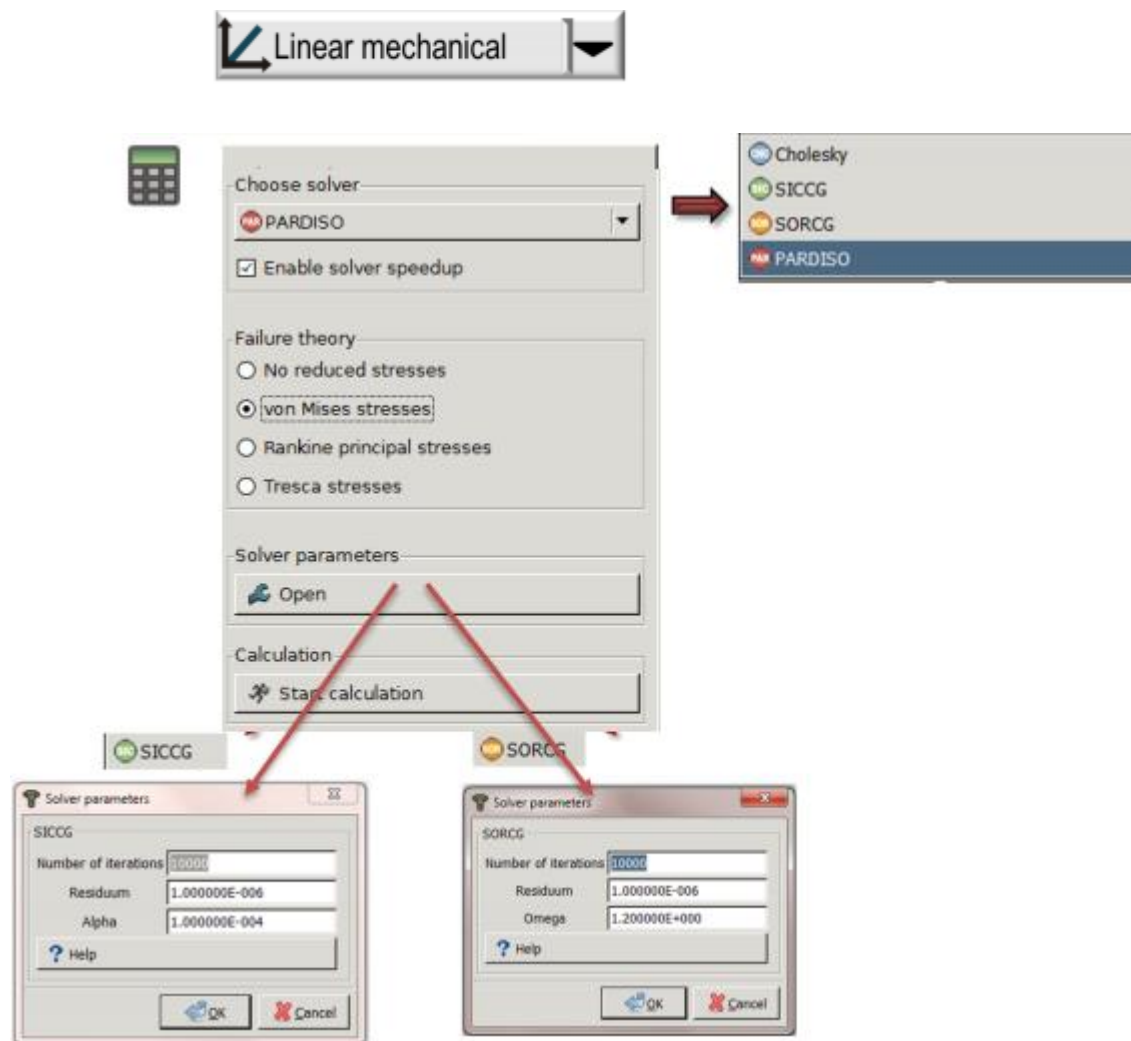
4.3 Solwer

Solver jest sercem systemu programu. Oblicza macierze sztywności elementów, kompiluje całkowitą macierz sztywności, skaluje układ równań, rozwiązuje (ogromny) układ równań i przechowuje przesunięcia, siły węzłowe i naprężenia.

Solwery liniowe Z88R i Z88RS

Z88 ma trzy różne solwery:

- Cholesky solwer bez wypełnienia. Jest łatwy w obsłudze i bardzo szybki w przypadku małych i średnich konstrukcji. Jednak, jak każdy bezpośredni solwer, Z88F źle reaguje na źle ponumerowane węzły, ale możesz poprawić sytuację dzięki programowi C88-McKee Z88H. Z88F to twój wybór dla małych i średnich konstrukcji, do 20 000 ... 30 000 stopni swobody.
- Bezpośredni rzadki solwer macierzy z wypełnieniem. Korzysta z tak zwanego solwera PARDISO. Ten solwer jest bardzo szybki, ale wykorzystuje bardzo dynamiczną pamięć. To twój wybór dla średnich struktur, do 150 000 stopni swobody. Solwer PARDISO jest bardziej czuły na indeterminację statyczną i w związku z tym identyfikuje problemy podczas wstępnego przetwarzania na początku obliczeń
- Rozcieńczalny iteracyjny solwer. Rozwiązuje on układ równań metodą gradientów sprzężonych z kondycjonowaniem SOR lub kondycjonowaniem przez niekompletny rozkład Choleskiego w zależności od twojego wyboru. Ten solver zajmuje się strukturami o ponad 100 000 DOF (degrees of freedom (stopniach swobody)) z niemal taką samą prędkością, jak rozwiązuje duże i kosztowne komercyjne programy MES, jak pokazały nasze testy. Jednocześnie zapotrzebowanie na pamięć jest minimalne. Jest to właściwy wybór dla struktury od 100 000 DOF w górę, ale może również zajmować się strukturami z milionami DOF. Ten sprawdzony i stabilny solver często działa nawet wtedy, gdy struktura jest nieokreślona statycznie, co stanowi problem przy wstępnym przetwarzaniu, który jest możliwy do zidentyfikowania tylko wtedy, gdy obliczenia już się zakończyły



Rysunek 71: liniowa analiza mechaniczna menu solwera

Przyspieszone wersje solwerów liniowych zostały już dodane do Z88Aurora V2b. Niektóre kroki w procesie rozwiązania mogą zostać zredukowane, bez uszczerbku dla jakości wyników. W szczególności dwa warianty solwera iteracyjnego CG zostały zrównoleglone, dzięki czemu nie można użyć tylko jednego procesora, ale dowolną liczbę jednocześnie. Dlatego wymaga dwa razy więcej pamięci, niż CG-solwerów Z88R. Ponadto stosuje się teraz kryterium zakończenia dla matematycznej reszty, które obejmuje normę euklidesową wektora błędu. Ten próg odpowiada pierwiastkowi kryterium zakończenia Z88R. Nawet w przypadku warunków brzegowych i innych modyfikacji fazy zadania, tak, że już zrównoleglony solwer PARDISO może być jeszcze szybszy.


Wszystkie zmiany są oznaczone jako Z88RS i  i są używane, gdy znacznik wyboru jest ustawiony na "Solver Speedup (Przyspieszenie Solwera)". Poniższa tabela 4 powinna służyć orientacji, kiedy każdy solver może być użyty.

Tabela 4: Przegląd solverów

Solver	Typ	Liczba DOF	Wymagana pamięć	Szybkość	Wiele CPU	Uwagi
Z88R -t/c -choly	Cholesky Solver bez wypełnienia	do ~ 30,000	średnia	średnia	nie	tylko do kratownic i belek
Z88R -t/c -parao	bezpokr. Solver z wypełnieniem	do ~ 150,000	bardzo duża	bardzo duża	tak	przydatny z kilkoma CPU i bardzo dużą pamięcią
Z88R -t/c -siccg or -sorcg	dopasowany gradient Solver z wstępnym kondycjonowaniem	bez limitu (miliony DOF)	absolutne minimum	średnia	nie	b. stabilny i niezawodny do b. dużych struktur
Z88RS -t/c -parao	bezpokr. Solver z wypełnieniem	zależy od RAM do milionów DOF	bardzo duża	maksymalna	tak	powtórnie przyspieszona wersja Paradiso Solver z Z88
Z88RS -t/c -siccg or -sorcg	dopasowany gradient Solver z wstępnym kondycjonowaniem	bez limitu (miliony DOF)	bardzo mała	duża	tak	wymaga dwa razy więcej pamięci niż CG Solver z Z88R włącza kilka CPU

Nieliniowy solver Z88NL

Moduł Z88NL reprezentuje rozwiązanie do obliczeń nieliniowych. Nieliniowości mogą być pochodzenia geometrycznego lub nieliniowości materiału, dla których zależności naprężenie-odkształcenie są nieliniowe. Odnośnie właściwości materiału moduł Younga i współczynnik Poissona są wymagane dla czystej nieliniowości geometrycznej, podobnie jak dla solvera liniowego Z88R. W przypadku nieliniowości materiałowych należy określić dodatkowe dane, takie jak krzywa przepływu (zob. Sekcja 5.2). Można zastosować takie same warunki brzegowe, jak w liniowym obliczeniu mechanicznym. Następujące elementy mogą być obsługiwane za pomocą nieliniowości geometrycznej: Typ 1 (sześciąt z 8 węzłami), typ 4 (kratownice trójwymiarowe), typ 7 (prosty element naprężający z 8 węzłami), typ 8 (torus z 8 węzłami), typ 10 (sześciąt z 20 węzłami), typ 16 (czworościan z 10 węzłami) i typ 17 (czworościan z 4 węzłami). Typ 1 i typ 16 mogą być używane do nieliniowości materiałów.

Główną różnicą do obliczeń liniowych jest parametryzacja solverów, które zostały szczegółowo opisane w podręczniku teoretycznym. Również postprocesor jest inny: dostępne są teraz wyniki dla każdego kroku obciążenia. Wpływa to zarówno na wyniki przemieszczeń oparte na węzłach, jak i wyniki naprężeń oparte na punkcie integracji. Dla wyników naprężeń naprężenie porównawcze oblicza się po kryterium wydajności von Misesa, opartym na naprężeniu Cauchy'ego.

Termiczny solver Z88TH

Do obliczeń moduł symulacji termicznej w stanie stacjonarnym stosuje typy solverów: PARDISO, SORCG i SICCG. Liczba wartości użytych w układzie równań zmniejsza się, używając elementów skończonych do czystej analizy termicznej (sześciiany, czworościany) z powodu zmniejszenia DOF do jednego (zamiast trzech), a więc sam system równań jest zredukowany. W przeciwieństwie do tego nie ma zmian w obliczeniach ciepło-mechanicznych, zwykle należy wziąć pod uwagę trzy zwykłe DOF. Przewodność cieplna jest jedynym materiałem właściwość wymagana do określenia przewodnictwa cieplnego w stanie ustalonym. Jeśli ma zostać przeprowadzona symulacja termomechaniczna, potrzebny jest współczynnik rozszerzalności cieplnej (oprócz właściwości materiałowych stosowanych w problemach elastostatycznych: moduł Younga, współczynnik Poissona). Nie trzeba wykonywać żadnych dodatkowych regulacji w celu obliczenia termomechanicznego. Solver Z88TH automatycznie przeprowadza żadaną symulację, jeśli zastosowano warunki brzegowe termiczne i mechaniczne. Jeżeli zastosowane są tylko warunki brzegowe granicy, przeprowadza się obliczenia cieplne w stanie ustalonym.

Solver wibracyjny Z88EI

Moduł częstotliwości drgań własnych wykorzystuje metodę numeryczną, która jest szczególnie zatwierdzona w MES i została wprowadzona już w 1950 roku przez Corneliusa Lanczosa. Chociaż nikt nie pomyślał o numerycznej analizie modalnej, algorytm ten ma wiele zalet w programowaniu MES. Podstawowa idea, polegająca na zredukowaniu macierzy do macierzy trójwymiarowej (niezerowe elementy tylko w głównej przekątnej i pierwszej przekątnej poniżej i powyżej) przez iterację, jest bardzo skuteczna w odniesieniu do zarządzania pamięcią. Dodatkowo jest zagwarantowane matematycznie, że wartości własne tej macierzy tridiagonalnej są w przybliżeniu równe wartościom własnym oryginalnej matrycy. Każda iteracja solvera może być podzielona na dwa etapy. Początkowo obliczany jest dodatkowy wiersz lub kolumna macierzy tridiagonalnej - zasadniczo tylko trzy wartości macierzy, ponieważ wszystkie wcześniej obliczone wpisy zachowują się. W drugim etapie wyznaczane są wartości własne macierzy - począwszy od zera i są sortowane w porządku rosnącym.

Modułowy solwer kontaktów

Moduł stykowy opiera się na tych samych rozwiązaniach, które są już używane w liniowym module mechanicznym. Dostępne są zarówno wstępne rozwiązania iteracyjne SICCG i SORCG, jak i bezpośrednio rozwiązanie PARDISO. Wszystkie typy solwerów w module styków są dostępne w ich wariantach przyspieszonych, dzięki czemu użycie wielu rdzeni przyspieszy analizę kontaktów. Opcje solwera są takie same, jak w liniowym module mechanicznym.

Dalsze informacje i podstawy teoretyczne dotyczące solwerów można znaleźć w podręczniku do teorii. Rodzaje solwerów wybiera się za pomocą menu solver, które oferuje różne opcje w zależności od rodzaju analizy.

W "teorii niepowodzenia" można wybrać następujące czynniki porównawcze, w zależności od poprzednich obliczeń:

- Teoria von Misesa
- Teoria / główne teorie Rankine'a
- Teoria Tresca

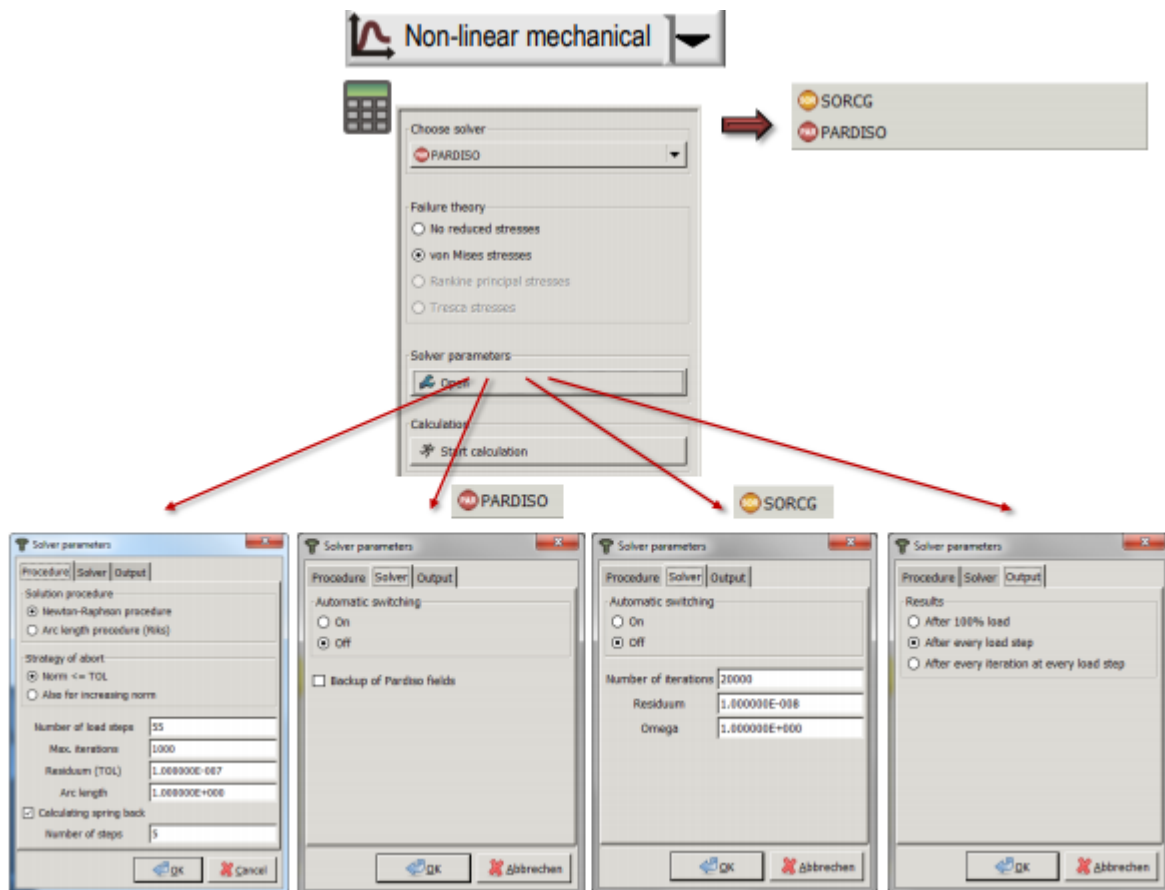
Dodatkowo należy zdefiniować wartości kontrolne widoku dla danego solwera w menu „solver” → „solver parameters (parametry solwera)”

SICCG

- Kryterium zakończenia: maksymalna liczba iteracji (np. 10000)
- Kryterium zakończenia: wektor resztkowy <Epsilon (np. $1e-7$)
- Parametr przyspieszenia zbieżności: współczynnik przesunięcia Alfa (między 0 a 1, dobre wartości mogą się wahać od 0,0001 do 1, zaczynają się od 0,0001).

SORCG

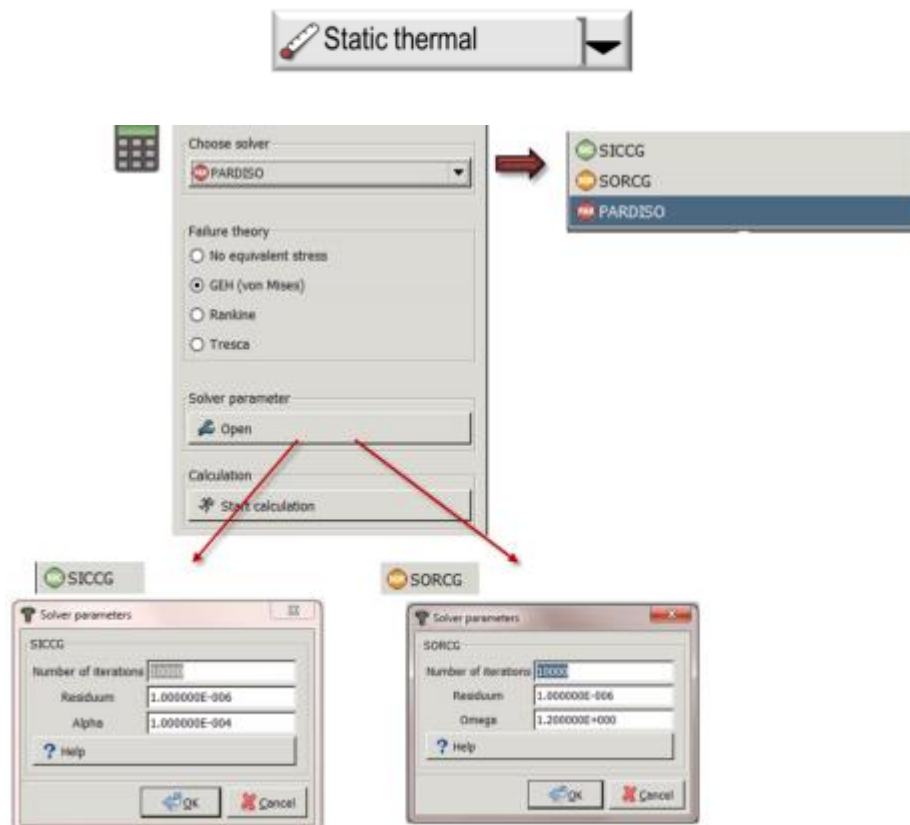
- Kryterium zakończenia: maksymalna liczba iteracji (np. 10000)
- Kryterium zakończenia: wektor resztkowy <Epsilon (np. $1e-7$)
- Parametr przyspieszenia zbieżności: współczynnik relaksacji Alfa (od 0 do 2, dobre wartości mogą się wahać od 0,8 do 1,2).



Rysunek 72: Obliczenia nieliniowe menu Solvera

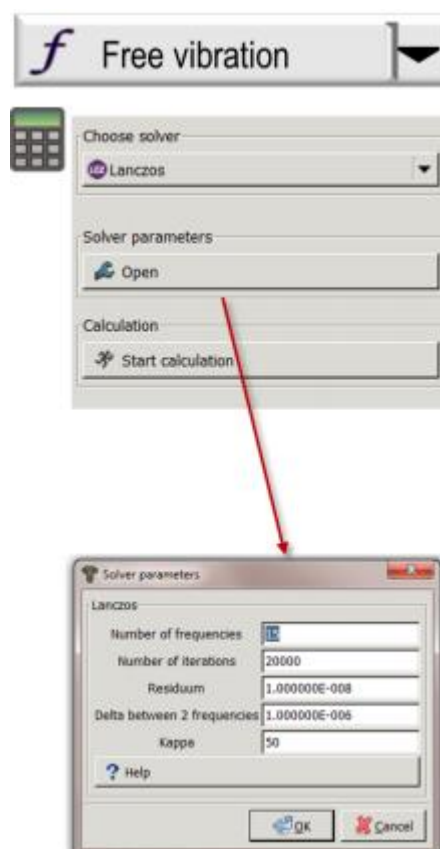
⚠ Obliczenie równoważnego obciążenia za pomocą Z88NL jest możliwe tylko w teorii von Misesa

Od wersji V3 (patrz rysunek powyżej, u dołu po lewej) istnieje możliwość obliczenia sprężyn powrotnych. Jest to przewidziane do obliczeń z regułami dotyczącymi tworzyw sztucznych. Jeśli zaczep jest ustawiony, można określić liczbę kroków dla obliczenia sprężynowania wstecznego. Na przykład z pięcioma krokami obciążenie zmniejsza się na końcu w 20% przyrostach od 100% do 0%.




Rysunek 73: Menu Solver obliczenia termiczne w stanie ustalonym

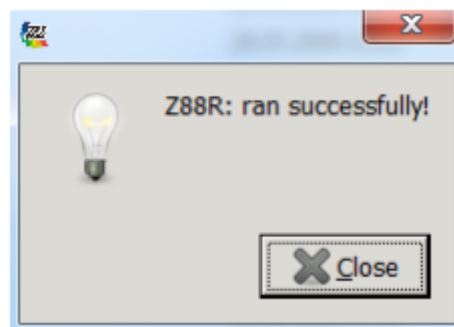
Ustawienia korelują z liniowymi obliczeniami mechanicznymi.



Rysunek 74: Menu solwera naturalnej częstotliwości

- Liczba obliczonych częstotliwości
 - Kryterium zakończenia: maksymalna liczba iteracji (np. 10000)
 - Kryterium zakończenia: wektor resztkowy, wartość własna pozostaje stała
 - Różnica między dwiema częstotliwościami: Różnica między dwiema wartościami własnymi (jeśli różnica jest mniejsza, wartości własnych nie można odróżnić)
 - Długość bloku Kappa: wartość krytyczna; po tej liczbie iteracji sprawdzany jest wektor resztkowy
- Po zdefiniowaniu wszystkich wymaganych parametrów rozpoczynają się obliczenia.  Calculate

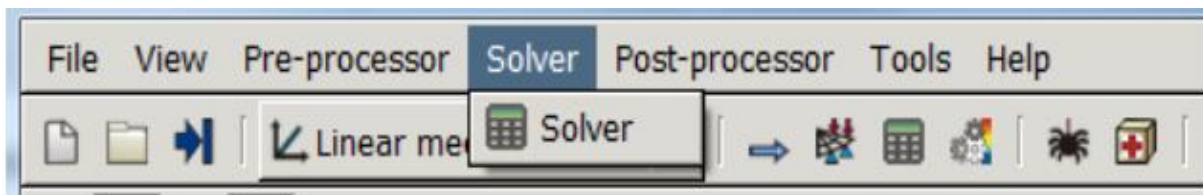
Po zakończeniu obliczeń automatycznie otwiera się okno informacyjne.



Rysunek 75: Okno informacyjne
















































































































































Solver w pasku menu tekstowego

Dostęp do solwera można również uzyskać za pomocą paska menu:



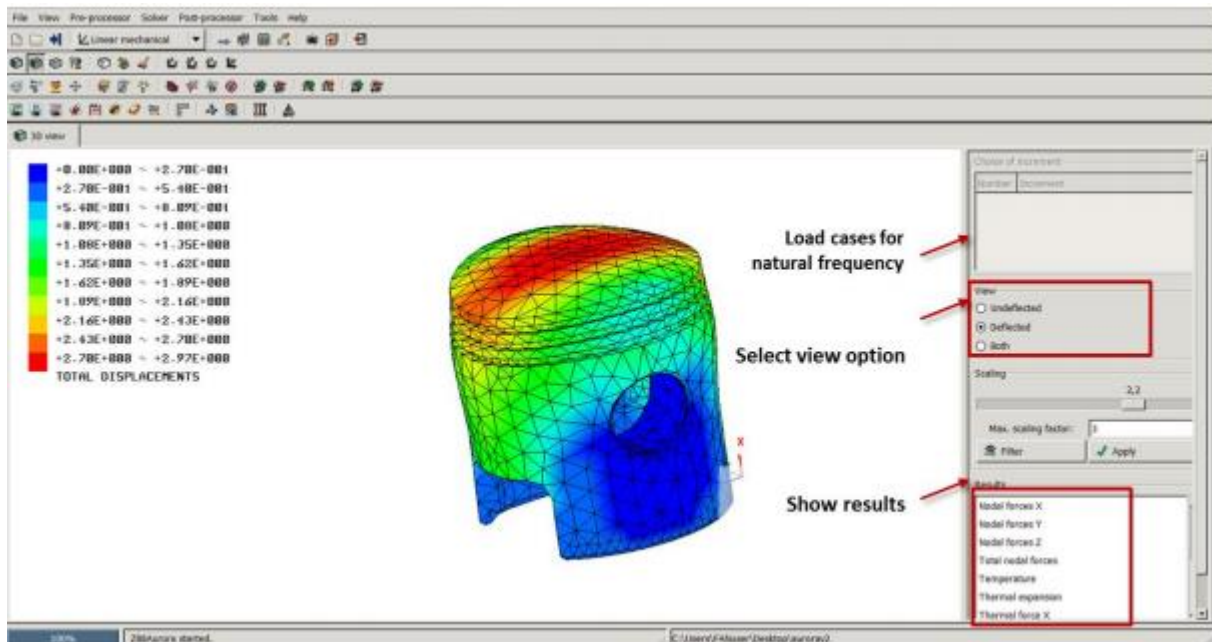
Rysunek 76: Wybór solwera za pomocą paska menu tekstowego

Dostępne typy solwera dla poszczególnych elementów skończonych

TYP ELEMENTU	PODEJŚCIE				
Sześcian 					
Hexahedron Nr.1	linear	✓    	✓  	✓   	✓ 
Hexahedron Nr.10	quadratic	✓    	✓  	✓   	✓ 
Czworościan 					
Tetrahedron Nr.16	quadratic	✓    	✓  	✓   	✓ 
Tetrahedron Nr.17	linear	✓    	✓  	✓   	✓ 
Płaski element naprężenia 					
Plain stress element Nr.3	quadratic	✓    	✗	✗	✗
Plain stress element Nr.7	quadratic	✓    	✓  	✗	✗
Plain stress element Nr.11	cubic	✓    	✗	✗	✗
Plain stress element Nr.14	quadratic	✓    	✗	✗	✗
Torus 					
Torus Nr.6	linear	✓    	✗	✗	✗
Torus Nr.8	quadratic	✓    	✓  	✗	✗
Torus Nr.12	cubic	✓    	✗	✗	✗
Torus Nr.15	quadratic	✓    	✗	✗	✗
Płyta 					
Plate Nr.18	quadratic	✓    	✗	✗	✗
Plate Nr.19	cubic	✓    	✗	✗	✗
Plate Nr.20	quadratic	✓    	✗	✗	✗
Powłoka 					
Shell Nr.21	3 D quadratic	✓    	✗	✗	✗
Shell Nr. 22	3 D quadratic	✓    	✗	✗	✗
Shell Nr. 23	2 D quadratic	✓    	✗	✗	✗
Shell Nr. 24	2 D quadratic	✓    	✗	✗	✗
Struktura kratownicy i belki   					
Truss Nr.4	exact	✓    	✓  	✗	✗
Truss Nr.9	exact	✓    	✗	✗	✗
Beam Nr.2	exact	✓    	✗	✗	✗
Beam Nr.13	exact	✓    	✗	✗	✗
Cam Nr.5	exact	✓    	✗	✗	✗
Beam Nr.25	exact	✓    	✗	✗	✗

4.4 Postprocesor

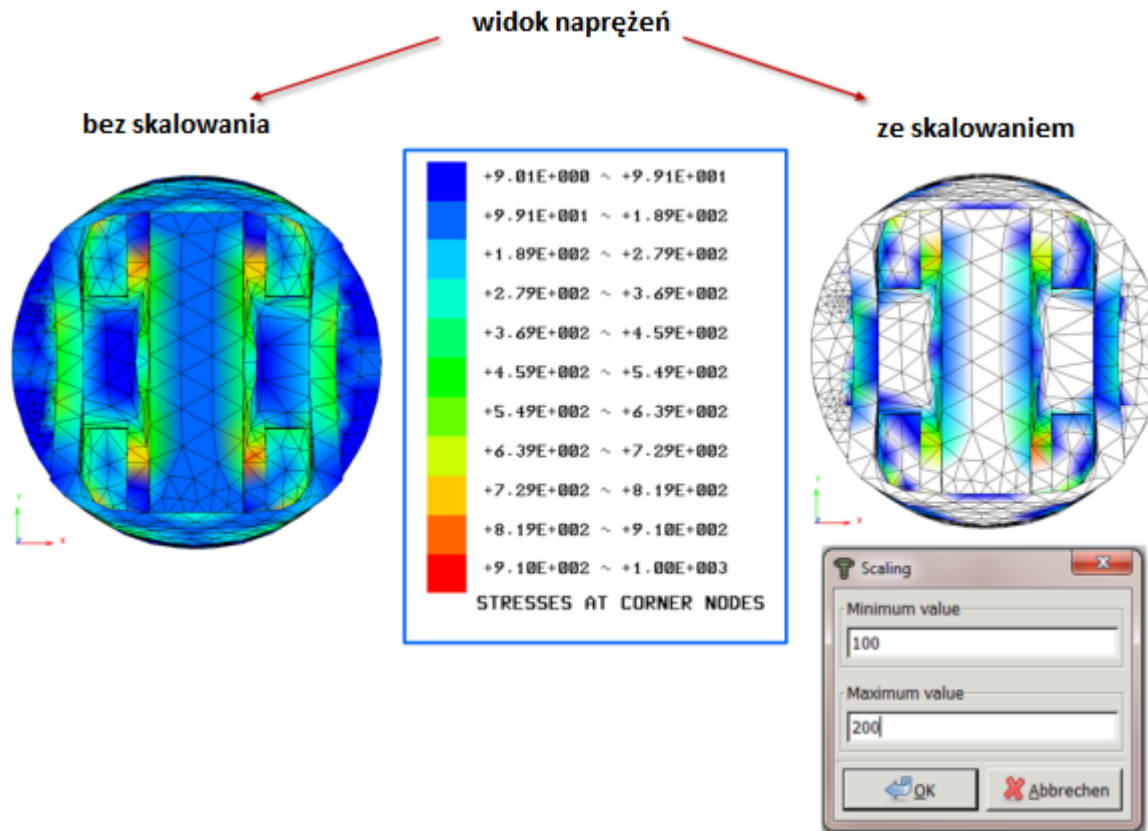
Po uruchomieniu obliczeń wyniki można wyświetlić w postprocesorze Z88Aurora, klikając przycisk 



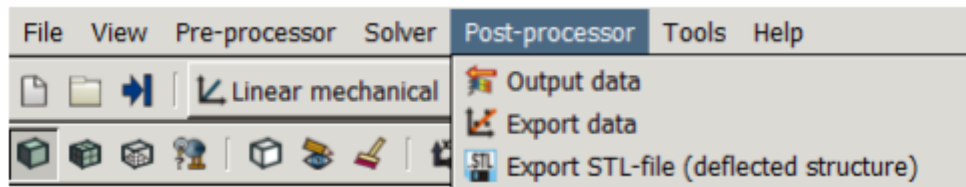
Rysunek 77: Postprocesor Z88Aurora

Po prawej stronie ekranu pojawi się menu kontekstowe. W tym miejscu możliwe jest wyświetlenie komponentu w oknie wyników na różne sposoby: odkształcone, nieodkształcone lub oba naraz.

Poniżej znajduje się menu wyników: przemieszczenia (komponent po komponencie i jako wartość), jak również naprężenia (w węzłach narożnych, uśrednione przez elementy i punkty Gaussa) mogą być wyświetlane, jednak wyświetlacz punktów Gaussa jest wyświetlany tylko w stanie niezdefiniowanym.

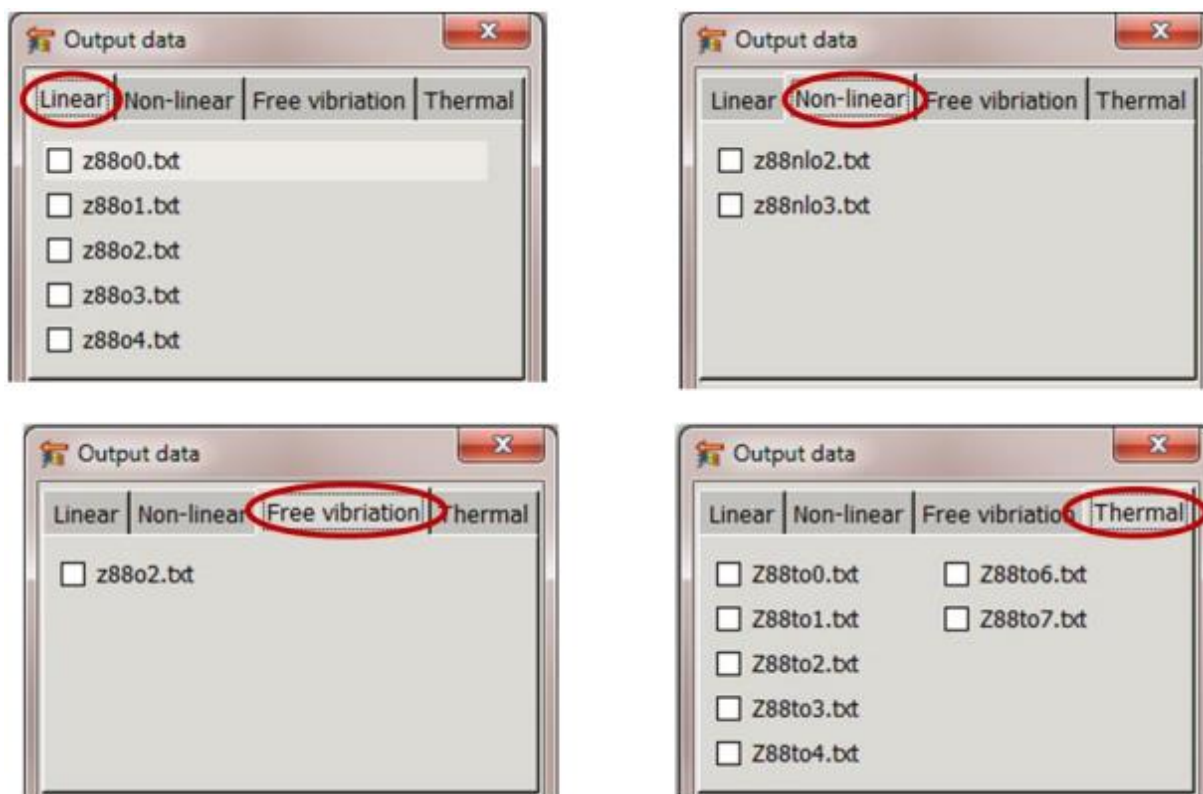


Rysunek 78: Skala kolorów



Rysunek 79: Pasek menu Post-procesor

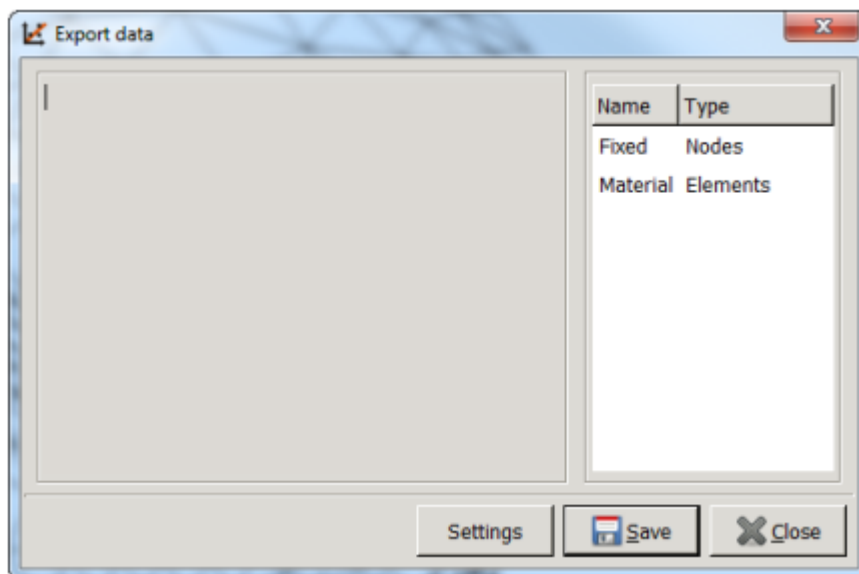
W "Post-Processor → Output data (Dane wyjściowe)" można uzyskać dostęp do pojedynczych plików wyjściowych obliczeń, w celu uzyskania dokładnych wartości liczbowych (w celu uzyskania dalszych informacji patrz Teoria Z88Aurora):



Rysunek 80: Pliki wyjściowe

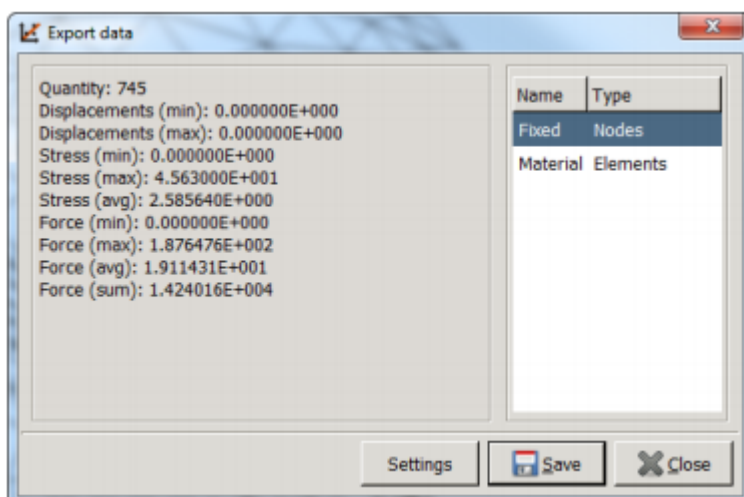
- Z88O0.TXT - przygotowane dane wejściowe
- Z88O1.TXT - przygotowane warunki brzegowe
- Z88O2.TXT - obliczone przemieszczenia
- Z88O3.TXT - obliczone naprężenia
- Z88O4.TXT - obliczone siły węzłowe
- Z88TO0.TXT - obliczona temperatura
- Z88TO1.TXT - obliczony przepływ ciepła
- Z88TO2.TXT - obliczona rozszerzalność cieplna
- Z88TO3.TXT - obliczone siły cieplne
- Z88TO4.TXT - obliczone przemieszczenia
- Z88TO6.TXT - obliczone siły węzłowe (thermo-mechaniczne)
- Z88TO7.TXT - obliczone naprężenie (thermo-mechaniczne)
- Z88NLO2.TXT - obliczone przemieszczenia, nieliniowe obliczenia z Z88NL
- Z88NLO3.TXT - obliczone naprężenie Cauchy'ego, nieliniowe obliczenia za pomocą Z88NL

Oprócz danych wynikowych w pliku tekstowym *.txt, gdzie przechowywane są wszystkie informacje o punktach węzłów, elementów lub punktach Gaussa, od wersji Z88Aurora V2b jest to możliwe dzięki zdefiniowanym przez użytkownika zestawom węzłów lub elementów ("Pre-processor (Procesor wstępny) → Picking (Wybieranie)", aby zapisać wyniki określonego zakresu komponentów. Dlatego musisz wybrać "Export data (Eksportuj dane)" w postprocesorze paska menu (rysunek 68). Następnie pojawia się nowe menu, w którym po prawej stronie wyświetlane są wszystkie zestawy. Należą do nich zestawy, które zostały utworzone automatycznie, oraz zestawy, które zostały utworzone indywidualnie.



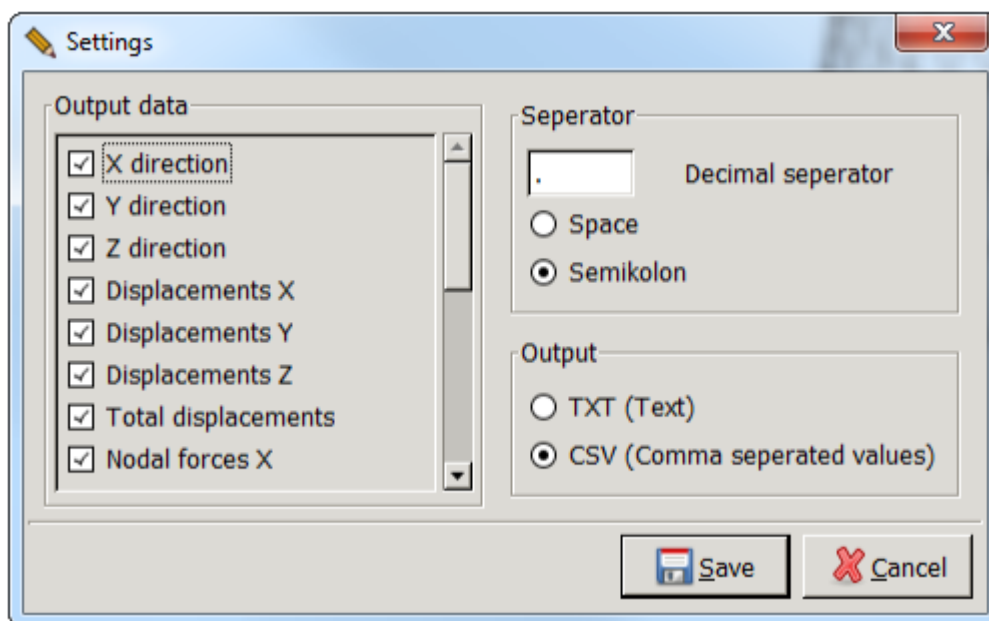
Rysunek 81: Eksport wyników

Jeśli wybierzesz jeden zestaw, na przykład zestaw węzłów "Fixed (Ustalono)" po prawej stronie, po lewej stronie minimalne / maksymalne przemieszczenia, minimalne / maksymalne / średnie naprężenie i minimalna / maksymalna / średnia / suma sił to zostaną wykazane. W przypadku analizy kontaktowej pokazane będą również zestawy węzłów zawierające odpowiednio węzły nadrzędne i podrzędne. Umożliwia to użytkownikowi przeglądanie węzłów znalezionych podczas wyszukiwania kontaktów, a zatem uwzględniane podczas analizy kontaktów.



Rysunek 82: Wyniki zestawu węzłów "Fixed (Ustalono)"

Wybierając przycisk "Settings (Ustawienia)" (patrz rysunek 69), użytkownik może indywidualnie zdecydować, jaki rodzaj danych eksportowych wybranego zestawu powinien zostać zapisany w pliku * .txt lub pliku * .csv (rysunek 70).



Rysunek 83: Indywidualne dane wyjściowe

Odbywa się to poprzez sprawdzenie odpowiedniego zestawu danych wyjściowych po lewej stronie. Ponadto, użytkownik może ustawić separator (spację lub średnik) i separator dziesiętny dla danych wyjściowych (Proszę zwrócić uwagę, który język ustawia oprogramowanie do przetwarzania danych, takie jak MS Excel, ma!).

Dla zestawu węzłów "Fixed (Ustalono)" dla wszystkich wybranych danych wyjściowych tabela wygląda jak na rysunku 73, na przykład:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	name	Fixed											
2	count	745											
3	Kind	Nodes											
4	Nr	X	Y	Z	disX	disY	disZ	disMag	Fx	Fy	Fz	Fmag	stress
5	1001	4.03E+01	2.20E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.10E+01	-3.40E+01	-3.96E+00	6.17E+01	4.25E+01
6	1002	3.94E+01	2.20E+01	3.98E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.31E+01	-2.43E+01	7.59E+00	4.17E+01	4.56E+01
7	1003	3.77E+01	2.20E+01	6.72E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.45E+01	-1.24E+01	6.32E+00	2.01E+01	4.27E+01
8	1004	3.57E+01	2.20E+01	8.49E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.90E+01	-8.27E+00	2.64E+00	2.09E+01	3.57E+01
9	1005	3.23E+01	2.20E+01	9.94E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.32E+01	-4.37E+00	2.81E+00	1.42E+01	2.65E+01
10	1006	2.87E+01	2.20E+01	1.01E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.79E+00	-1.33E+00	3.95E+00	7.97E+00	1.82E+01
11	1007	2.50E+01	2.20E+01	8.90E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.41E-01	-7.92E-01	2.77E+00	3.00E+00	1.27E+01
12	1008	2.27E+01	2.20E+01	7.17E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.54E-01	-4.30E-02	1.65E+00	1.71E+00	9.12E+00

Rysunek 84: Przykład pliku Postinfo

Sam plik zostanie automatycznie zapisany w katalogu plików projektu, nazywa się PostInfo_Fixed.csv (nazwa jest kombinacją PostInfo i set-name). Można zauważyć, że typ pliku wyjściowego Fixed węzły o liczbie (policzone) 745 węzłów. Poniższa tabela 4 pokazuje skrót pliku danych wyjściowych.

Tabela 4: skrót pliku Postinfo

Nr	Numer
X	współrzędna X
Y	współrzędna Y
Z	współrzędna Z
disX	przesunięcie w kierunku x
disY	przesunięcie w kierunku y
disZ	przesunięcie w kierunku z
disMag	całkowite przesunięcia
Fx	siły w kierunku x
Fy	siły w kierunku y
Fz	siły w kierunku z
Fmag	siły całkowite
stress	naprężenia

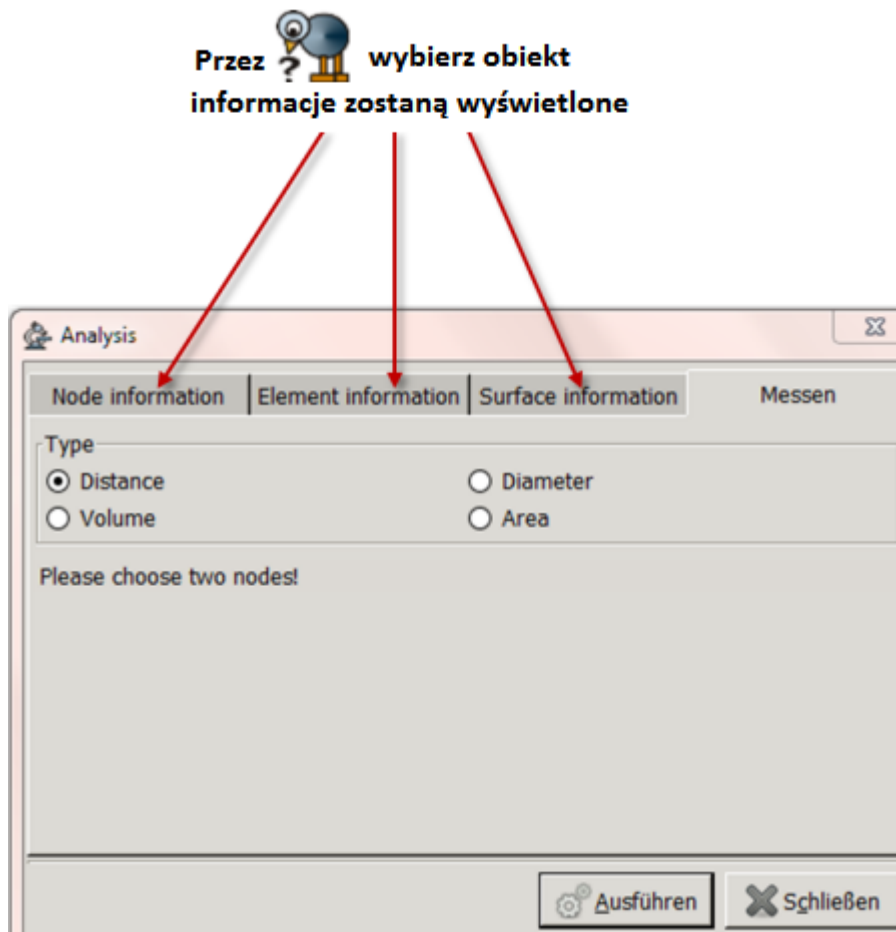
Możliwe jest również, aby aktualnie wyświetlana zdeformowana struktura była zapisywana jako plik STL. Jest to dostępne dla

wszystkich typów elementów z wyjątkiem elementów konstrukcyjnych (typ 2,4,5,9,13 i 25).

5. NARZĘDZIA

5.1 Analiza

W celu dokładnej analizy siatki MES lub importowanego modelu można uzyskać informacje o węzłach, elementach i powierzchniach za pomocą "Analysis". W wybranym menu wyboru wybierasz obiekt i wybierasz "Tools (Narzędzia)"> "Analysis (Analiza)". Za pomocą "measuring (pomiar)" można zobaczyć specjalną orientację dwóch węzłów.



Rysunek 85: Narzędzie do analizy

5.2 Edytuj STL

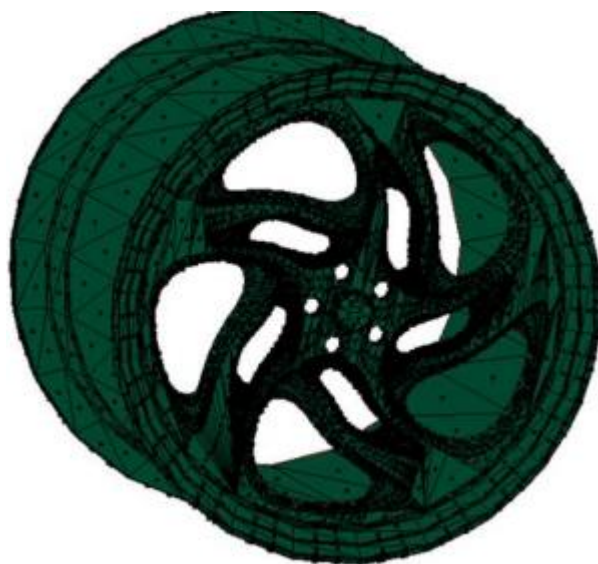
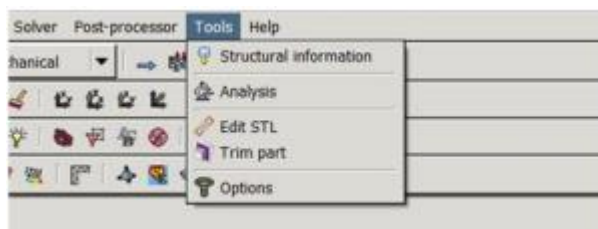
Przełączane powierzchnie w plikach importujących STL, które powodują przerwanie siatki, mogą być naprawiane za pomocą

narzędzia "Edit STL (Edytuj STL)". W tym celu wybierz "Edit STL" w menu "Tools (Narzędzia)".

- ⇒ przełączane powierzchnie są wyświetlane na czerwono
- ⇒ kliknij na jeden (!) zielony element

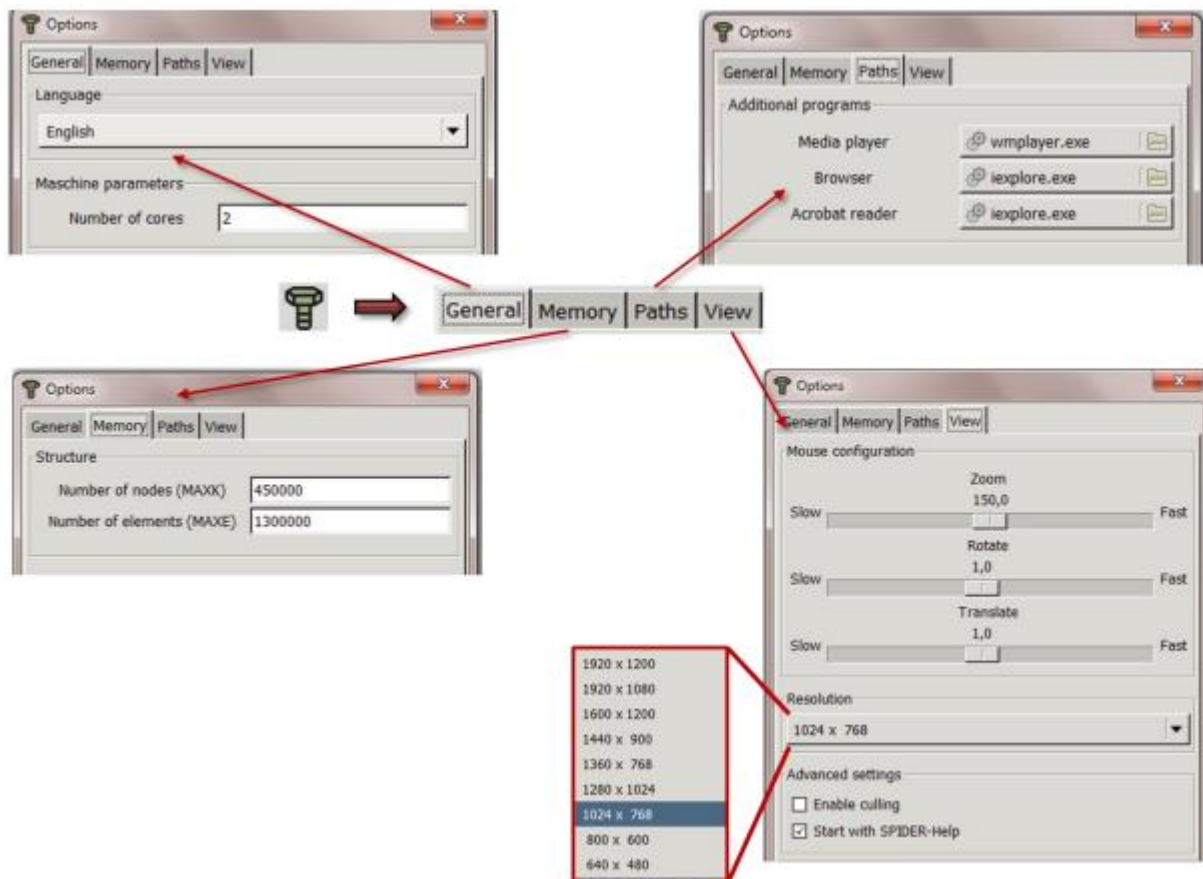


- ⇒ zatwierdź przyciskiem "Yes"



Rysunek 86: Edytuj STL

5.3 Opcje



Rysunek 87: Opcje

⚠ Wybrane tu globalne ustawienia procesora i pamięci są niezależne od ustawień lokalnych w menu opcji solwera.

⚠ Zmiany zaczną obowiązywać dopiero po ponownym uruchomieniu Z88Aurora!

Media Player (Odtwarzacz multimedialny)

Wybór odtwarzacza multimedialnego, w którym można odtwarzać filmy instruktażowe. na przykład Vlc Media Player; Domyślna ścieżka: "C: \ Program Files \ VideoLAN \ VLC \ vlc.exe"

Browser (Przeglądarka)

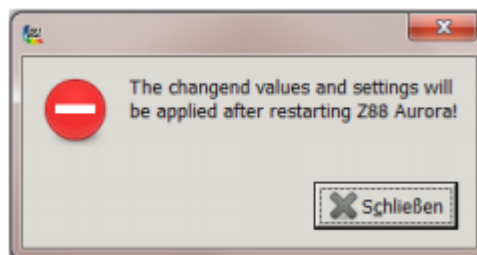
Wybór przeglądarki, za pomocą której można przeglądać stronę główną i forum użytkowników bezpośrednio z Z88Aurora na przykład Mozilla Firefox; Domyślna ścieżka: "C: \ Program Files \ Mozilla Firefox \ firefox.exe"

PDF-Reader (Czytnik PDF)

Wybór czytnika PDF, za pomocą którego można otworzyć podręcznik użytkownika Z88 i podręcznik teoretyczny, np. Adobe Acrobat Reader; Domyślna ścieżka:

"C: \ Program Files \ Adobe \ Reader 11.0 \ Reader \ AcroRd32.exe"

Okna dialogowe i okna informacyjne są zamykane za pomocą "OK".



Następnie możesz ponownie uruchomić Z88Aurora.

6. POMOC I WSPARCIE

Help (Pomoc)

Z88Aurora oferuje kilka różnych funkcji pomocy, które mogą być używane oddzielnie. Poniżej znajduje się przegląd poszczególnych składników pomocy.

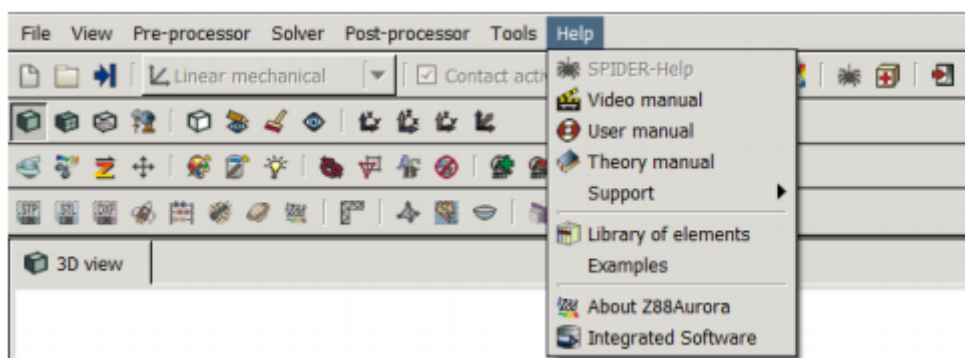
Ikona na pasku menu ikon otwiera menu kontekstowe do wyboru pojedynczych modułów pomocy.



Rysunek 88: Opcje pomocy

Instrukcja wideo

Aby ułatwić uczenie się, dostępne są sekwencje wideo dotyczące niektórych tematów specjalnych. Dostęp do filmów można uzyskać za pośrednictwem menu "Video manual (Instrukcja wideo)".



Rysunek 89: Instrukcja wideo w Z88Aurora

To są:

- Picking (Wybór)
- Views (Widoki)
- Node information (Informacje o węzłach)

User Manual (Instrukcja obsługi)

W instrukcji obsługi wyjaśniono wszystkie funkcje dostępne w Z88Aurora.

Theory Manual (Podręcznik teorii)

Podręcznik Teorii zajmuje się kwestią podstaw obliczeniowych Z88Aurora. Dla doświadczonych użytkowników Z88OS przedstawiono różnice między Z88 V14 OS a Z88Aurora. Ponadto, wszystkie pliki wejściowe i wyjściowe, a także typy elementów są zilustrowane szczegółowo. Moduły, do których można uzyskać dostęp z poziomu interfejsu użytkownika, wyjaśniono tutaj.

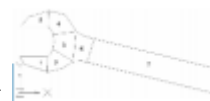
Element Library (Biblioteka elementów)

Krótki opis typów elementów zintegrowanych w Z88Aurora.

Examples (Przykłady)

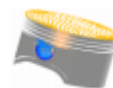
Za pomocą różnych przykładów wyjaśniono podstawowe funkcje.

- Elementy płaskie: Przykład: klucz widełkowy



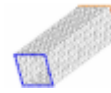
Jako przykład wybrano plik DXF z AutoCADa - klucz płaski jako płaski element naprężenia. Za pomocą tego komponentu zademonstrowano procedurę eksportowania struktury z programu CAD oraz import plików DXF do Z88Aurora. Ponadto przedstawiono tworzenie i dokładniejsze tworzenie siatek superstruktur, a także wykonanie i ocenę liniowej analizy wytrzymałości.

- Elementy objętości: Przykład: tłok silnika



Jak już opisano w poprzednich rozdziałach, możesz importować dane z systemów 2D i 3D-CAD i FE w Z88Aurora. Przytoczony tutaj przykład jest tłokiem silnika; został zaprojektowany w PTC Pro / MECHANICA i zapisany jako plik NASTRAN. Za pomocą tego komponentu importuje się podany format NASTRAN i obliczenia siatki czworościanu w Z88Aurora.

- Elementy powłoki: Przykład: rura kwadratowa



Do wyświetlania cienkościennych struktur, takich jak wygięte części lub profile z blachy, można stosować modele skorupowe.

Zastosowany tu komponent to profil kwadratowy, który został zaprojektowany jako model powłoki z zewnętrznym programem FE i zapisany jako plik NASTRAN wraz z warunkami brzegowymi. Za pomocą tego komponentu pokazano import i obliczenia modeli powłoki w Z88Aurora.

- Elementy kratownicy: Przykład: dźwigar dźwigu



Prosty przykład z 20 węzłami i 54 wiązarami tworzącymi strukturę przestrzenną. Struktury te można łatwo wprowadzić ręcznie, programy CAD nie pomogą wiele. Po prostu spróbuj sam.

- Element objętości: Przykład: tłok silnika dwusuwowego



Należy obliczyć tłok dla silnika dwusuwowego. Obciążenie to ciśnienie spalania 42,5 bara, a sworzeń wahacza definiuje się jako łożysko. Tłok został zaprojektowany w programie 3D CAD Pro / ENGINEER i zasiatkowany - wybierając liniowe czworościany - z Pro / MECHANICA. Następnie struktura i siatka zostały wyeksportowane jako plik NASTRAN. Tłok zawiera 3211 węzłów, a więc 9633 stopni swobody i 12489 elementów (czworościan typu 17 z 4 węzłami).



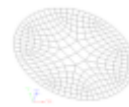
- Czworoscianowe elementy: Przykład: wał korbowy motocykla

Przy obciążeniu tłokowym wynoszącym -5,000 N należy obliczyć pojedynczy wał korbowy motocykla. W tym przypadku ograniczenia należy rozpatrywać w sposób szczególny, co jest dość trudne

- Element naprężenia płaskiego: Przykład: koło zębate
- Badane jest koło zębate, którego środek jest dociskany do wału. Ciśnienie w rowku zespołu pasowania wciskowego wynosi 100 N / mm². Decydującym punktem jest odkształcenie przenoszone przez centrum ekspansji na zęby kół zębatych (które zostały pominięte w celu uproszczenia modelu).

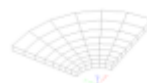


- Element płyty: Przykład: płyta okrągła

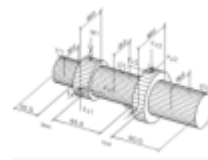


Ta próbka jest przeznaczona jako wstęp do obliczeń tablic. Z88 zawiera elementy płytkowe (podejście Reissnera-Mindlina) z 6-węzłowymi elementami Serendipity (dokładnie odwzorowujący) (typ 18), 8-węzłowymi elementami Serendipity (typ 20) i 16-węzłowymi elementami Lagrange'a (typ 19). Niemniej jednak płyta jest elementem 2D. W związku z tym, że płyty są elementami 2D, obliczenia wymagają pewnych umiejętności do odwzorowania tego paradoksu w oprogramowaniu MES.

- Elementy sześciokątne: Przykład: segment płytowy
- Oblicza się trójwymiarowy segment płyty z krzywoliniowymi sześciobokami. Choć wydaje się to proste, ten przykład można rozwiązać zaledwie analitycznie. Jest to cenna próbka do eksperymentów z mapowanym meszerem.



- Tworzenie struktury i parametrów elementu:
Przykład: wałek przekładni



W Z88Aurora uwzględniono edytor do tworzenia elementów belek i kratownic. Wymagane węzły do tworzenia struktury można wprowadzić za pomocą współrzędnych; koincydencja jest tworzona poprzez graficzny interfejs użytkownika. Zostało to wyjaśnione na przykładzie przekładni.

- Zagęszczacz powłoki /

Przykład przycinania: łódź podwodna



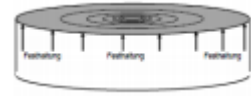
Okręt podwodny, który został skonstruowany w Pro / ENGINEER jako struktura powłoki jest importowany z interfejsem NASTRAN i pogrubiony, aby utworzyć powłokę objętości w Z88Aurora. Przemieszczenia i naprężenia w kadłubie okrętu podwodnego należy obliczyć w przypadku głębokości nurkowania 50 m. Łódź podwodna ma pływać w wodzie, dlatego jest ustalana w Z88Aurora za pośrednictwem wirtualnego punktu stałego.



- ABAQUS-import / obciążenie liniowe

Przykład: koło zębate 3D

W tym przykładzie obliczane jest narzędzie, które zostało zaimportowane jako plik ABAQUS INP. Odbywa się to przy obciążeniu statycznym, więc nie może zastąpić obliczenia odkształcenia zgodnie z DIN 3990. W tym przykładzie przekładnia to spiralna przekładnia zębata czołowa bez żadnych odchyień w bokach zębów. Korpus przekładni jest zbudowany z żeber, aby zaoszczędzić na wadze.



- Częstotliwość drgań własnych Przykład: Bęben

Popularnym przykładem analizy częstotliwości drgań własnych jest oscylująca głowica bębna, ponieważ można ją również obliczyć analitycznie. Jest to przykład dla czystej częstotliwości naturalnej, ponieważ głowica osiąga stan ustalony (ton końcowy) tylko po jednym suwie ze względu na równowagę pomiędzy bezwładnością masy a siłą resetującą. Mocowanie głowicy na ramie umożliwia tylko pewne modalne wektory kształtu, które można opisać metodami matematycznymi. Te wektory formularzy powinny być również symulowane w MES.



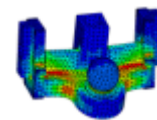
- Mechanika termiczna Przykład: Łyżka

Jako przykład do analizy przepływu ciepła i temperatury należy zasymulować łyżkę trzymaną jedną ręką i wykorzystaną do zjedzenia zupy. Łyżka została skonstruowana w Pro / ENGINEER i zaimportowana jako plik .stl do Z88Aurora, a następnie została zasiatkowana. Przy uchwycie temperatura jest określona przez temperaturę ręki, przepływ ciepła przez uchwyt jest spowodowany ciepłem zupy.



- Geometryczna nieliniowość Przykład: zawias

W tym przykładzie badany jest zawias do blokowania cylindrycznej kratownicy. Siła zacisku jest bardzo duża, więc występują duże odkształcenia.



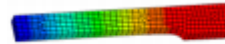
- Nieliniowość materiału Przykład: Sprzęg kulowy

W tym przykładzie rozważane jest ciężkie sprzęgło kulowe. Te sprzęgi stosowane są w inżynierii rolniczej. W wycięciach pojawiają się odkształcenia plastyczne, dzięki czemu uwzględnienie plastyczności prowadzi do znacznie lepszych wyników naprężeń.

- Nieliniowość materiału

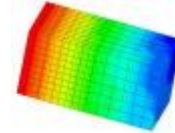
Przykład: Próba rozciągania

Ten przykład dotyczy symulacji testu rozciągania z różnymi modelami materiałów, które można wybrać. Modele są porównywane ze sobą w celu wyjaśnienia różnic.



- Analiza kontaktów Przykład: Pasek kompresji

Ten przykład dotyczy liniowej elastycznej symulacji styku paska kompresji. Wybrany przykład można łatwo zweryfikować za pomocą obliczeń analitycznych.



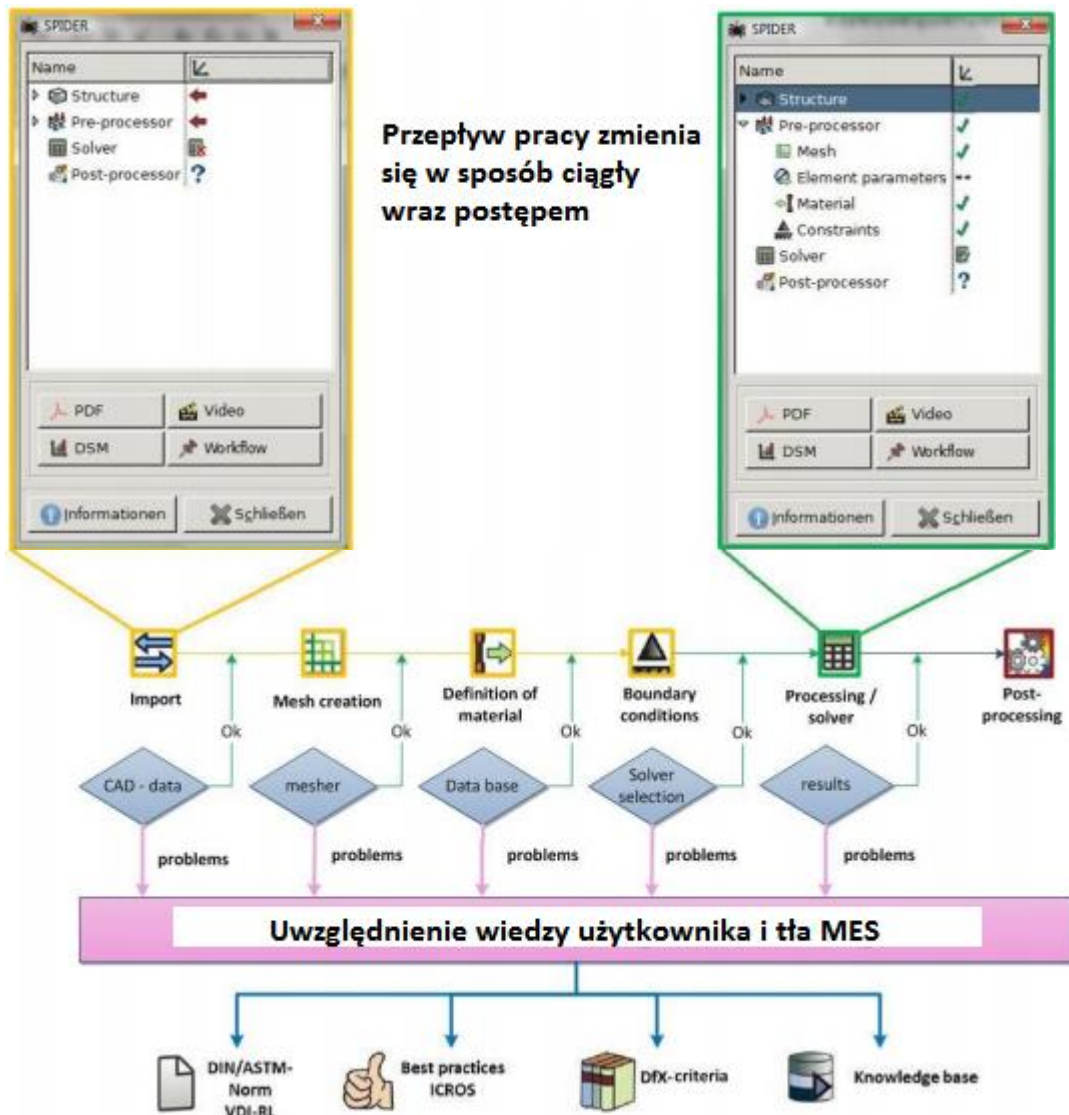
- Analiza kontaktów

Przykład: zębatka



SPIDER (Pająk) Wsparcie

Aby uzyskać przejrzyste ustawienia i funkcje dla użytkownika, postępowanie MES jest wyświetlane w narzędziu przepływu pracy SPIDER. Dostęp do pomocy można uzyskać za pomocą klawisza F1. Możesz wybierać między dwoma różnymi typami obsługi użytkowników: schematem przepływu pracy lub dodatkowymi filmami, objaśnieniami lub propozycjami decyzji.

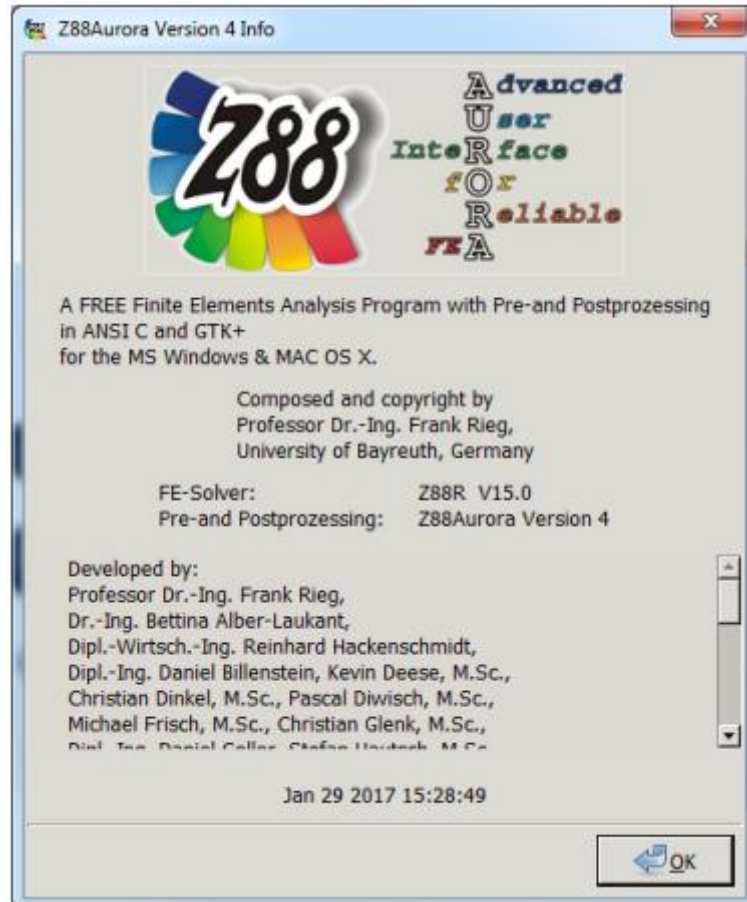


Rysunek 90: Obsługa przepływu pracy SPIDER w Z88Aurora

Pomoc SPIDER nie jest dostępna dla modułu kontaktowego



O Z88Aurora



Rysunek 91: Informacje o Z88Aurora



Wsparcie



Strona główna

Więcej informacji można znaleźć na stronie **<http://z88.de>**!



E-mail

Jeśli potrzebujesz wsparcia: z88aurora@uni-bayreuth.de!



Forum

Na stronie **<http://forum.z88.de>** znajdziesz forum, na którym możesz omawiać tematy i problemy Z88 z programistami i innymi użytkownikami.

Media społecznościowe

<https://twitter.com/Z88Aurora>

<https://www.facebook.com/Z88Aurora/>



Informacje o nowościach dotyczących Z88Aurora

Wszystkie prawa do powielania pozostają w gestii ds. Projektowania technicznego i CAD; autor: Dr. B. Alber-Laukant

7. LITERATURA

- [RHA14] Rieg, F .; Hackenschmidt, R .; Alber-Laukant, B .: Analiza elementów skończonych dla inżynierów. Podstawy i praktyczne zastosowania z Z88Aurora. 1. angielskie wydanie, Carl Hanser, Monachium, Wiedeń, 2014
- [Wehm14] C. Wehmann: Nichtlineare Finite-Elemente-Analyse für Berechnungen im Maschinenbau. Geometrische Nichtlinearitäten und plastisches Materialverhalten ausgewählter Maschinenelemente. Praca doktorska, Uniwersytet w Bayreuth, Shaker, Aachen, ISBN 978-3-8440-3063-1, 2014