

---

---

# Wojskowa Akademia Techniczna

Im. Jarosława Dąbrowskiego

---

---

*AT5 – Model MES*

*Model MES kadłuba*

***Opis modelu MES oraz poziomy sił i naprężeń w strukturze kadłuba.***

Wykonał:  
*Łukasz Piątkowski*

Sprawdził:

Zatwierdził:  
*Lech Jarzębiński*

28 sierpień 2014

## Model MES kadłuba

Opis modelu MES oraz poziomy sił i naprężeń w strukturze  
kadłuba.

Wydanie 1 z dnia 28.08.2014

Ilość stron 273 + strona tytułowa

## Spis treści

1.	Wstęp .....	4
2.	Założenia.....	4
3.	Upraszczenie geometrii i wykonywanie siatki MES.....	7
4.	Opis modelu .....	11
4.1.	Kadłub – numeracja węzłów i elementów .....	11
4.2.	Usterzenie pionowe– numeracja węzłów i elementów .....	14
4.3.	Usterzenie poziome– numeracja węzłów i elementów .....	15
5.	Właściwości mechaniczne i materiałowe elementów.....	16
5.1.	Wstęp .....	16
5.2.	Własności materiałowe .....	17
5.3.	Kadłub.....	17
5.3.1.	Kadłub – elementy belkowe pionowe (wzdłuż osi z).....	17
5.3.2.	Kadłub – elementy belkowe wzdłużne (wzdłuż osi x) .....	22
5.3.3.	Kadłub – elementy belkowe poziome(wzdłuż osi y) .....	26
5.3.4.	Kadłub – elementy belkowe –zabezpieczenie kapotażowe .....	29
5.3.5.	Kadłub – elementy belkowe –łoże silnika .....	34
5.3.6.	Kadłub – elementy powłokowe –pokrycie kadłuba .....	35
5.3.7.	Kadłub – elementy powłokowe –środek kadłuba .....	36
5.4.	Usterzenie pionowe .....	38
5.4.1.	Usterzenie pionowe - elementy belkowe.....	38
5.4.2.	Usterzenie pionowe - elementy powłokowe .....	42
5.5.	Usterzenie poziome.....	44
5.5.1.	Usterzenie poziome - elementy belkowe.....	44
5.5.2.	Usterzenie poziome - elementy powłokowe.....	48
6.	Utwardzenie i obciążenie modelu .....	49
7.	Wyniki obliczeń.....	51
7.1.	Przypadek 1 - masa 780 kg – punkt A krzywej wyrwania, n=3,8.....	52
7.2.	Przypadek 2 - masa 780 kg – punkt A krzywej wyrwania obciążenie niesymetryczne .....	65
7.3.	Przypadek 3 - masa 780 kg – brutalne sterowanie, oddanie drążka.....	78
7.4.	Przypadek 4 – masa 780 kg – brutalne sterowanie, ściągnięcie drążka.....	91
7.5.	Przypadek 5 - masa 780 kg – punkt C krzywej wyrwania, n=4,1506.....	104
7.6.	Przypadek 6 - masa 780 kg – punkt D krzywej wyrwania, n=3,8.....	117

---

7.7.	Przypadek 7 - masa 780 kg – punkt G krzywej wyrwania, $n=-1,5$ .....	130
7.8.	Przypadek 8 - masa 780 kg – manewr kontrolowany, oddanie drążka .....	143
7.9.	Przypadek 9 - masa 780 kg – manewr kontrolowany, ściągnięcie drążka .....	156
7.10.	Przypadek 10 - masa 489,5 kg – brutalne sterowanie, oddanie drążka .....	169
7.11.	Przypadek 11 - masa 489,5 kg – brutalne sterowanie, ściągnięcie drążka .....	182
7.12.	Przypadek 12 - masa 489,5 kg – punkt C krzywej wyrwania, $n=5,5998$ .....	195
7.13.	Przypadek 13 - masa 489,5 kg – punkt D krzywej wyrwania, $n=3,8$ .....	208
7.14.	Przypadek 14 - masa 489,5 kg – punkt E krzywej wyrwania, $n=-2.1506$ .....	221
7.15.	Przypadek 15 - masa 489,5 kg – punkt F krzywej wyrwania, $n=-3.5998$ .....	234
7.16.	Przypadek 16 - masa 489,5 kg – manewr kontrolowany, oddanie drążka .....	247
7.17.	Przypadek 17 - masa 489,5 kg – manewr kontrolowany, ściągnięcie drążka .....	260
Referencje .....		273



## 1. Wstęp

Poniższe opracowanie ma na celu przedstawienie szczegółów budowy modelu MES oraz zaprezentowanie poziomów sił i naprężeń dla kadłuba i usterzeń samolotu AT5. Omówione w nim zostały najważniejsze etapy podczas wykonywania modelu, takie jak:

- przyjęte założenia do wykonania modelu
- uproszczenie i wykorzystanie otrzymanej geometrii struktury
- podział na modelu na funkcjonalne grupy
- przyjęte własności mechaniczne i materiałowe elementów użytych w modelu
- przyłożone obciążenia i utwierdzenie modelu

Zaprezentowane zostały otrzymane wyniki poziomów odkształceń, sił i naprężeń dla wszystkich przypadków obciążeń pokazujące pracę struktury. Na podstawie tych wyników można ocenić pracę kadłuba w różnych stanach lotu oraz wyselekcjonować przypadki wymiarujące poszczególne elementy w celu przeprowadzenia kolejnych obliczeń lokalnych.

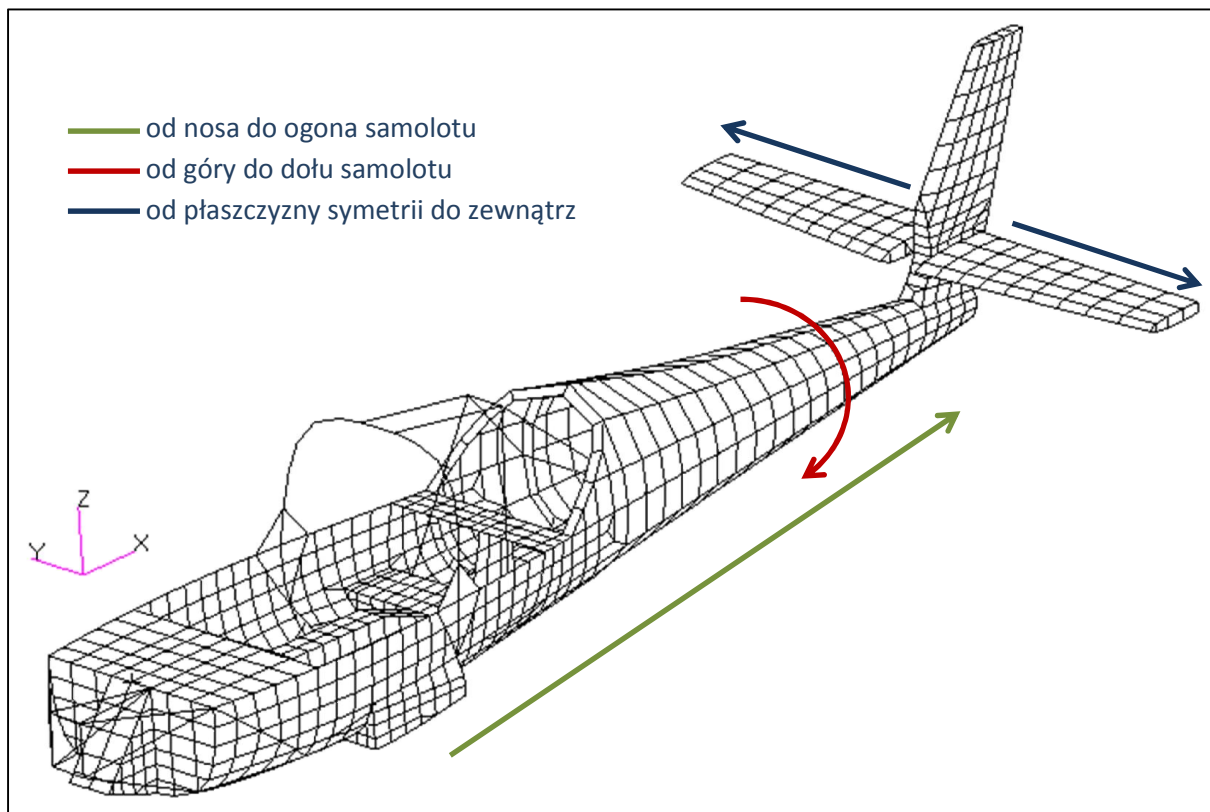
## 2. Założenia

Opisywany model jest modelem globalnym, dlatego też do jego wykonania zostało przyjęte wiele założeń charakterystycznych dla tego typu prac. Poniżej przedstawione zostały najważniejsze:

- **Rodzaj użytych elementów** – model wykonany jest wyłącznie z elementów 1D i 2D:
  - Elementy 1D (CBEAM) - elementy belkowe przenoszące ścislenie, rozciąganie i zginanie. Zadeklarowane parametry dla tych elementów to:
    - pole przekroju poprzecznego
    - momenty główne przekroju poprzecznego (I1, I2)
    - offset do środka ciężkości modelowanego detaluPozostałe parametry belek nie zostały zadeklarowane aby zbytnio nie przesztynić modelu. Pominięto wpływ sztywności skrętnej belek ze względu na to że w zdecydowanej większości przypadków są to profile otwarte (wyjątek stanowi wręga zabezpieczająca na wypadek kapotażu, w której uwzględniono sztywność skrętną J). W celu uproszczenia interpretacji wyników w przypadku gdy moment bezwładności przekroju jest mały lub nieistotny deklarowano we właściwościach belki wartość 10 (mm<sup>4</sup>), stąd:
    - wręgi, pasy dźwigarów, ceowniki burty, istotniejsze kątowniki - mają zadeklarowane oba momenty bezwładności

- podłużnice - mają zadeklarowany moment bezwładności w płaszczyźnie prostopadłej do pokrycia, natomiast z w płaszczyźnie pokrycia wartość momentu bezwładności wynosi  $10 \text{ mm}^4$ .
- paski wzmacniające, zamodelowane półki ścianek - mają oba momenty bezwładności o wartości  $10 \text{ mm}^4$ .

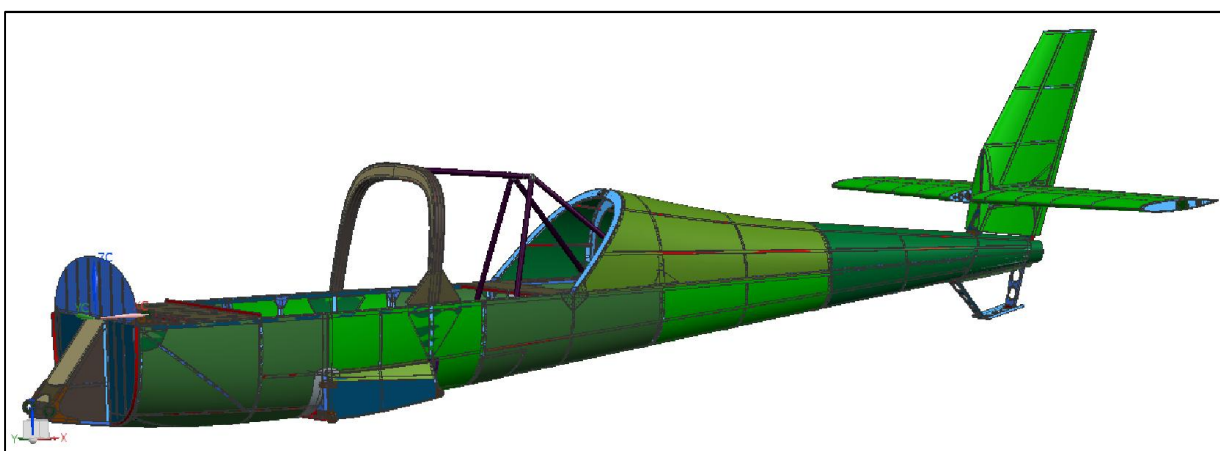
Przy modelowaniu belek zachowano ciągłość offsetów, tj. offset końca jednego elementu belkowego jest taki sam jak offset początku elementu następnego po nim. Przyjęta orientacja elementów belkowych jest pokazana na rysunku rys. 1



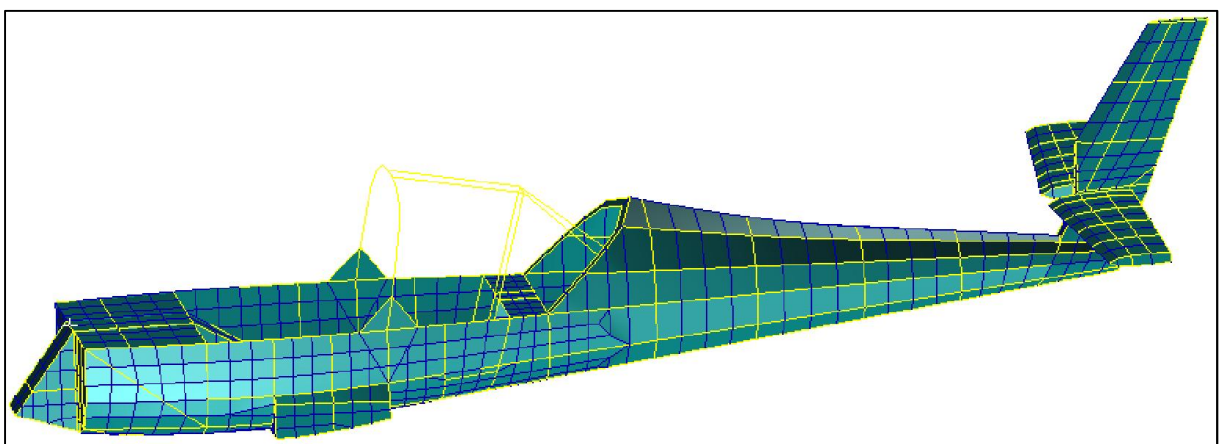
Rys. 1. Orientacja elementów belkowych w modelu.

- Elementy 2D (CQUAD4 i CTRIA3) –płaskie elementy trójkątne i czworokątne pracujące jako płyta, ale nie przenoszące ścinania poprzecznego (przenoszą siły ściskające, rozciągające i zginanie). Offset elementów 2D zarówno do powierzchni odniesienia jak i wzdłużem grubości jest równy zero. Oś OX układu elementowego elementów CQUAD i CTRIA skierowana jest wzdłuż kadłuba, w kierunku od dziobu do ogona.
- **Gęstość siatki** – podczas wykonywania modeli globalnych samolotów przyjęło się stosować założenie, że jeden element strukturalny jest również jednym elementem skończonym. Czyli na przykład, obszar kadłuba ograniczony dwoma wręgami i dwoma podłużnicami powinien być traktowany jako jeden element skończony działający jak membrana (obciążenia tylko w płaszczyźnie elementu). Niestety w omawianym

modelu takie podejście nie było możliwe ze względu na skomplikowaną konstrukcję kadłuba. Mimo iż kadłub jest stosunkowo mały, to występują w nim takie elementy jak: dźwigar skrzydłowy, niejednolita podłoga przedziału załogi (różne poziomy z integralnymi mocowaniami foteli), skośne wręgi z przodu kadłuba, znaczne krzywizny między spodem a bokiem kadłuba. Wszystko to powoduje że siatka na przodzie kadłuba jest gęstsza niż ta w teoretycznym, klasycznym modelu globalnym samolotu. Dlatego też konieczne było użycie elementów membranowych, przenoszących również zginanie. Tylna część kadłuba została zamodelowana przy założeniu 4 elementów na jeden panel strukturalny. Wygląd kadłuba pokazany jest na rysunku 3 Gęstość siatki widoczna jest na rysunku 4.



Rys. 2. Wygląd struktury kadłuba.



Rys. 3. Wygląd siatki MES kadłuba.

- **Odwzorowanie geometrii** – poszycie kadłuba i usterzeń zamodelowane jest na powierzchni teoretycznej, czyli na zewnętrznej powierzchni blach. W tym przypadku zaniebujemy wpływ grubości poszycia uznając je za bardzo małe i nadal

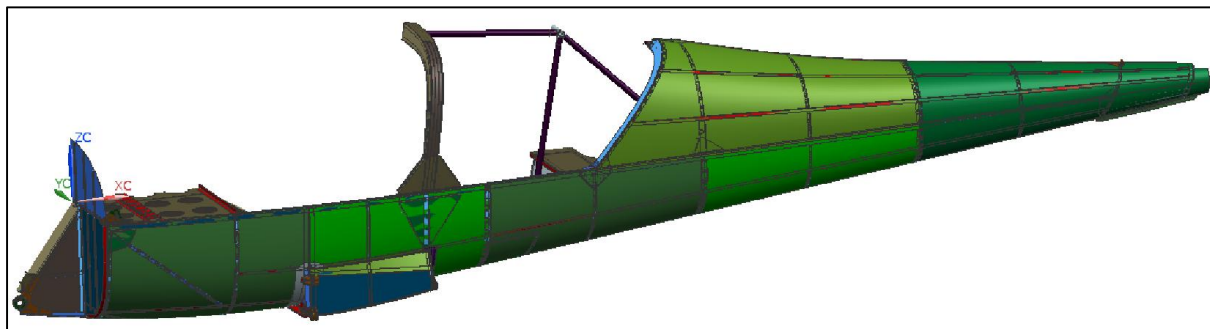
dotrzymujemy zasady zerowego offsetu elementów płaskich. Wręgi, ścianki i wzmocnienia zostały zamodelowane na powierzchniach teoretycznych (na jednej z powierzchni zewnętrznych). Elementy belkowe symulujące podłużnice wstawiane są w miejscach wskazanych w geometrii teoretycznej.

### 3. Upraszczenie geometrii i wykonywanie siatki MES

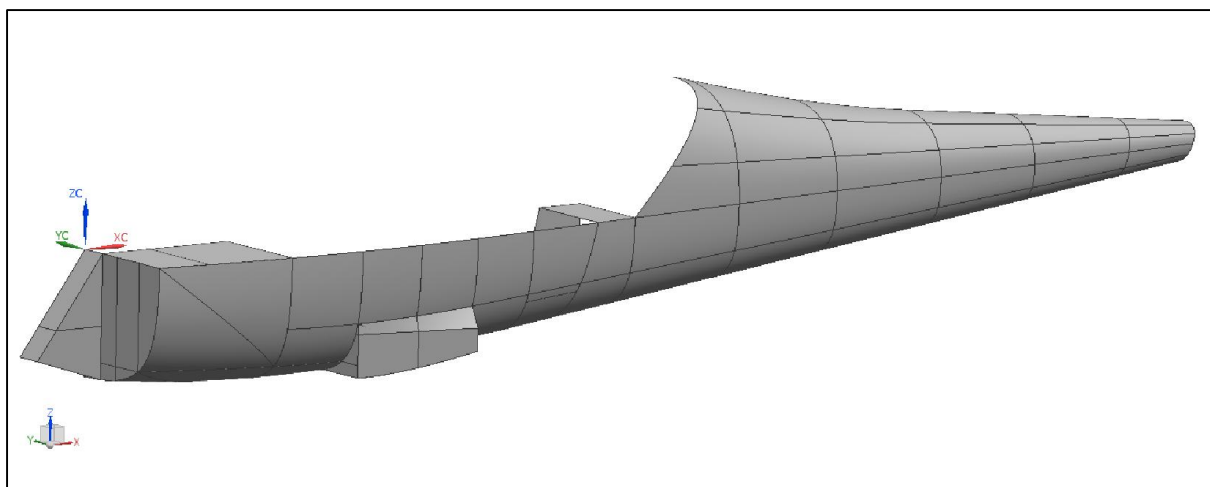
Model MES został wykonany na bazie szczegółowych modeli 3D struktury kadłuba. W trakcie wykonywania modelu zmienione zostało mocowanie usterzenia oraz kilka drobnych detali. Wymusiło to zmianę ogona kadłuba. Przednia część kadłuba wykonana jest na bazie geometrii datowanej na grudzień 2013r. (ref. **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**) a ogon wraz z usterzeniem na bazie geometrii z marca 2014r. (ref. **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**).

Jak już zostało wspomniane, otrzymane modele 3D były dokładnymi modelami struktury. Niemożliwe było wykonanie modelu bazując na takiej geometrii, dlatego też konieczne było wprowadzenie pewnych uproszczeń i założeń. Do dyspozycji była również geometria teoretyczna pokrycia kadłuba oraz linie podłużnic.

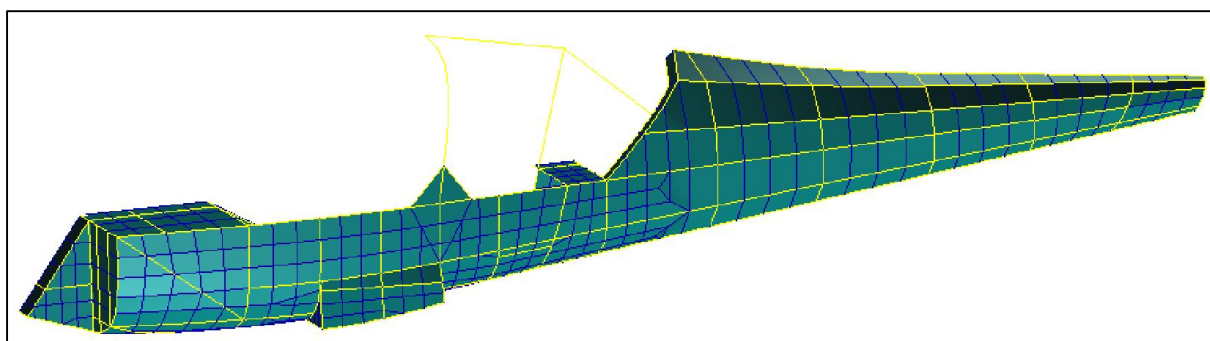
Poszycie kadłuba zamodelowane jest na powierzchni teoretycznej, czyli na zewnętrznej powierzchni blach. W tym przypadku zaniedbujemy wpływ grubości poszycia uznając je za bardzo małe i dotrzymujemy zasady zerowego offsetu elementów płaskich. Wręgi, ścianki i wzmocnienia zostały zamodelowane na powierzchniach teoretycznych (na jednej z powierzchni zewnętrznych). Elementy belkowe symulujące podłużnice wstawiane są w miejscach wskazanych w geometrii teoretycznej. Na rysunkach 4 - 12 widoczne są przykłady upraszczania geometrii i dostosowywania jej do potrzeb budowy globalnego modelu MES.



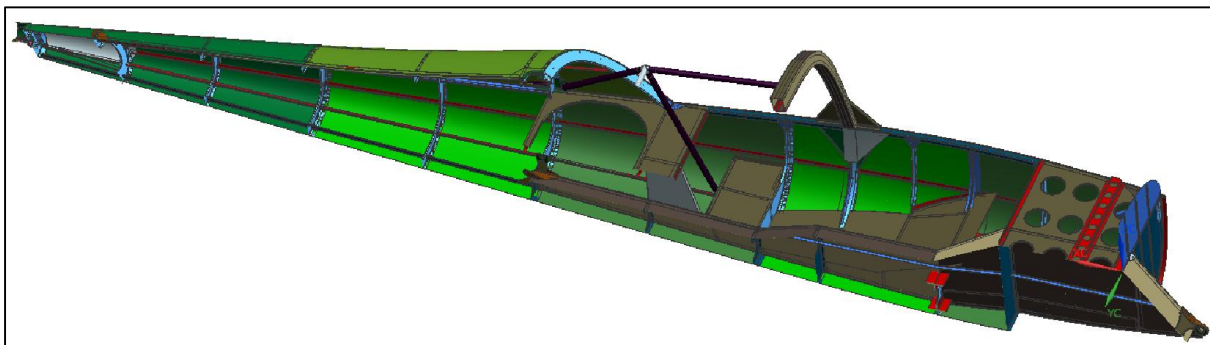
Rys. 4. Widok od zewnątrz na strukturę połówki kadłuba.[2]



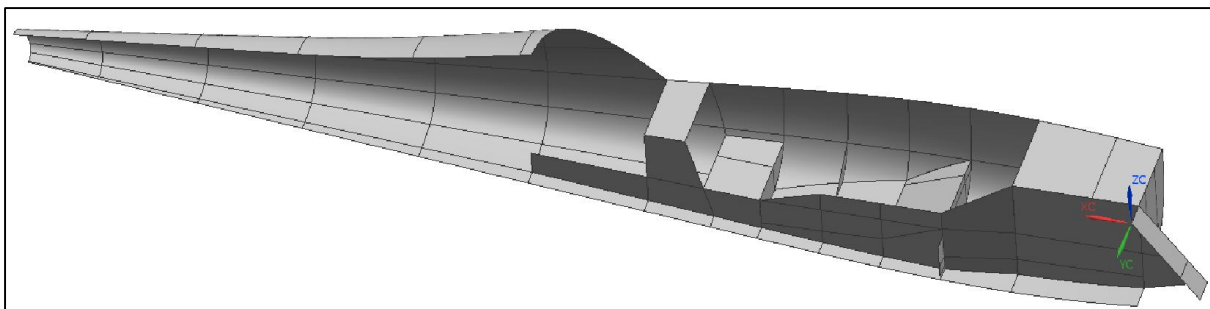
Rys. 5. Kadłub przygotowany do wykonania siatki MES.[3]



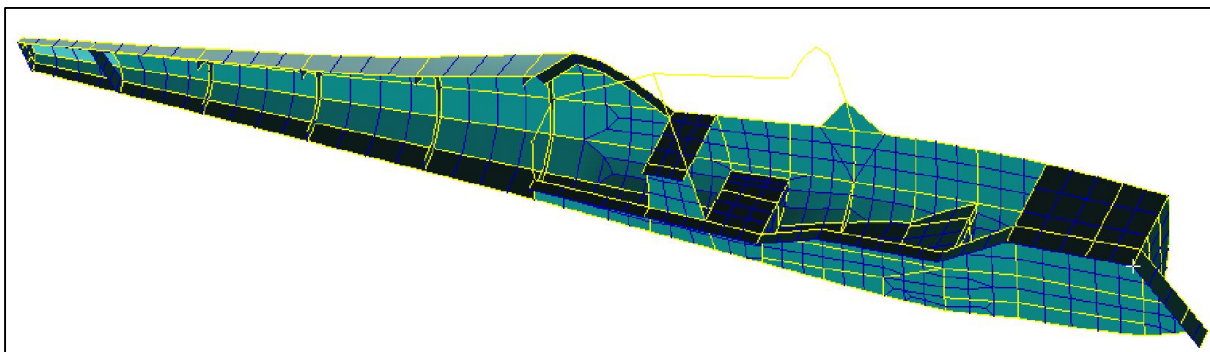
Rys. 6. Ten sam fragment kadłuba jako siatka elementów skończonych.[6]



Rys. 7. Widok od środka na strukturę połówki kadłuba.[2]

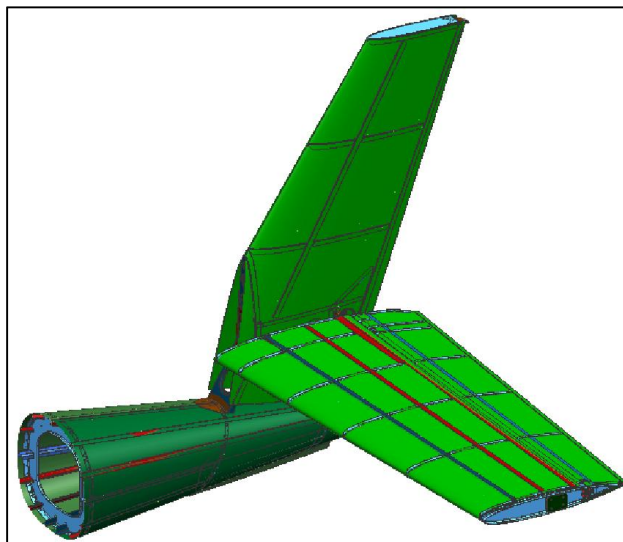


Rys. 8. Kadłub przygotowany do wykonania siatki MES.[3]

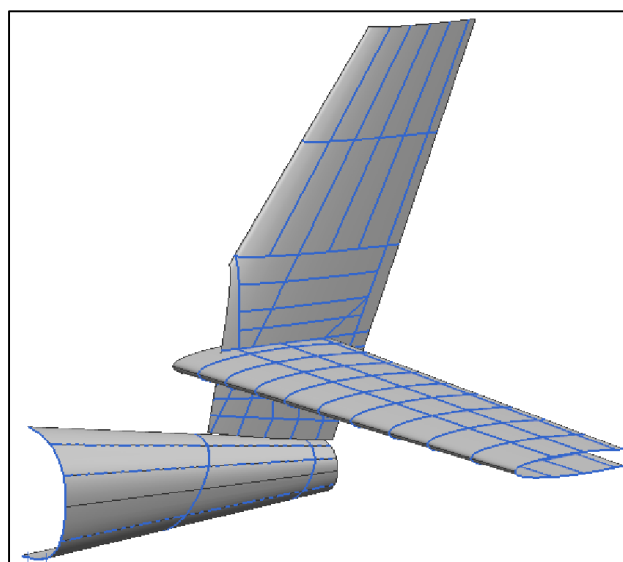


Rys. 9. Ten sam fragment kadłuba jako siatka elementów skończonych.[6]

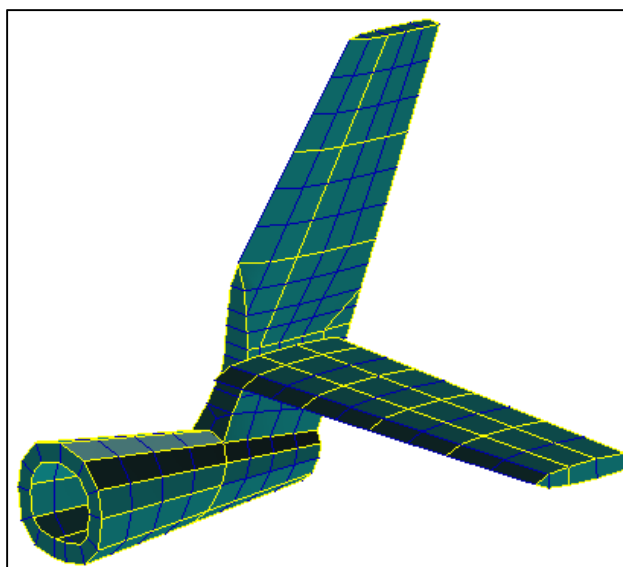




Rys. 10. Struktura usterzeń.[4]



Rys. 11. Powierzchnie i krzywe robocze podczas przygotowywania geometrii uproszczonej.[5]



Rys. 12. Siatka MES usterzeń[6].

## 4. Opis modelu

Model składa się z:

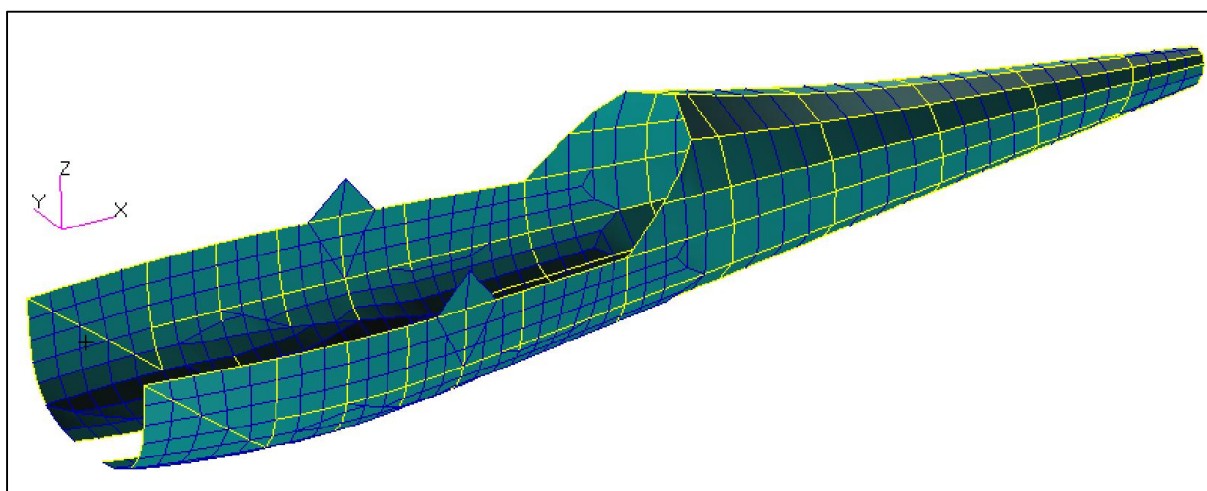
- 2079 węzłów
- 1144 elementów belkowych (CBEAM)
- 2155 elementów płytowych czworokątnych (CQUAD4)
- 233 elementów płytowych trójkątnych (CTRIA3)
- 5 elementów RBE2 służących do przykładania obciążenia

W celu ułatwienia pracy przy modelu oraz przyszłych modyfikacji został wprowadzony schemat numeracji węzłów i elementów. Numeracje węzłów i elementów została przeprowadzona w zakresie grup na które podzielony został model. W kolejnych podrozdziałach są tabele z przyjętymi zakresami numeracji oraz rysunki poszczególnych grup modelu.

### 4.1. Kadłub – numeracja węzłów i elementów

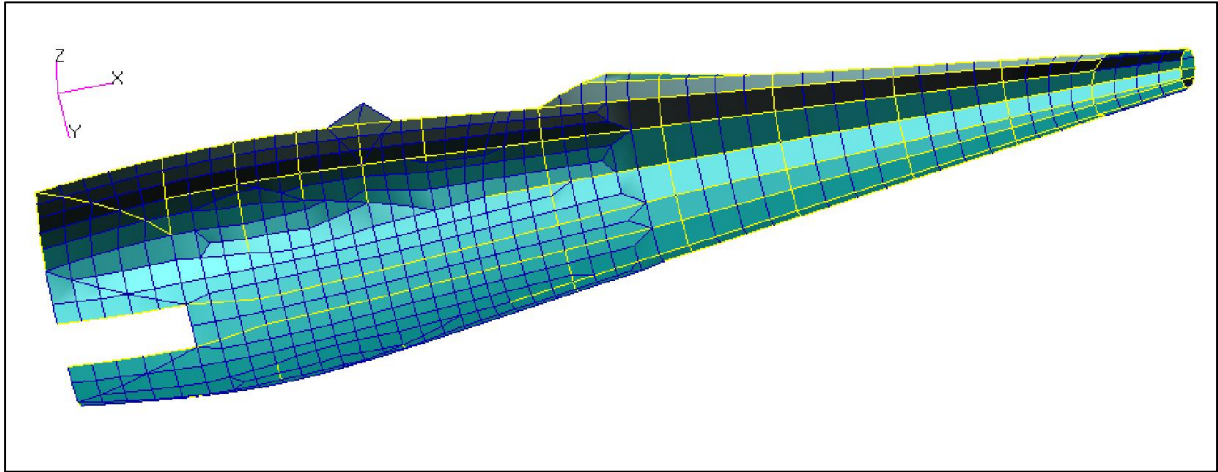
Elementy na kadłubie	Lewa strona	Prawa strona
elementy powłokowe na pokryciu	od 20000 do 20499	od 20500 do 20999
elementy belkowe na pokryciu	od 21000 do 21499	od 21500 do 21999
elementy powłokowe – struktura w środku kadłuba	od 22000 do 23499	
elementy belkowe – struktura w środku kadłuba	od 23500 do 23999	
elementy powłokowe – mocowanie skrzydła	od 24000 do 24099	od 24100 do 24199
węzły na pokryciu	od 20000 do 20499	od 20500 do 20999
węzły – struktura w środku kadłuba	od 22000 do 22999	
węzły – mocowanie skrzydła	od 24000 do 24099	od 24100 do 24199
węzły specjalne – orientacja elementów na kadłubie, wprowadzanie sił	od 25000 do 25013	

Tab. 1. Przyjęte zakresy numeracji węzłów i elementów dla poszczególnych grup na kadłubie.

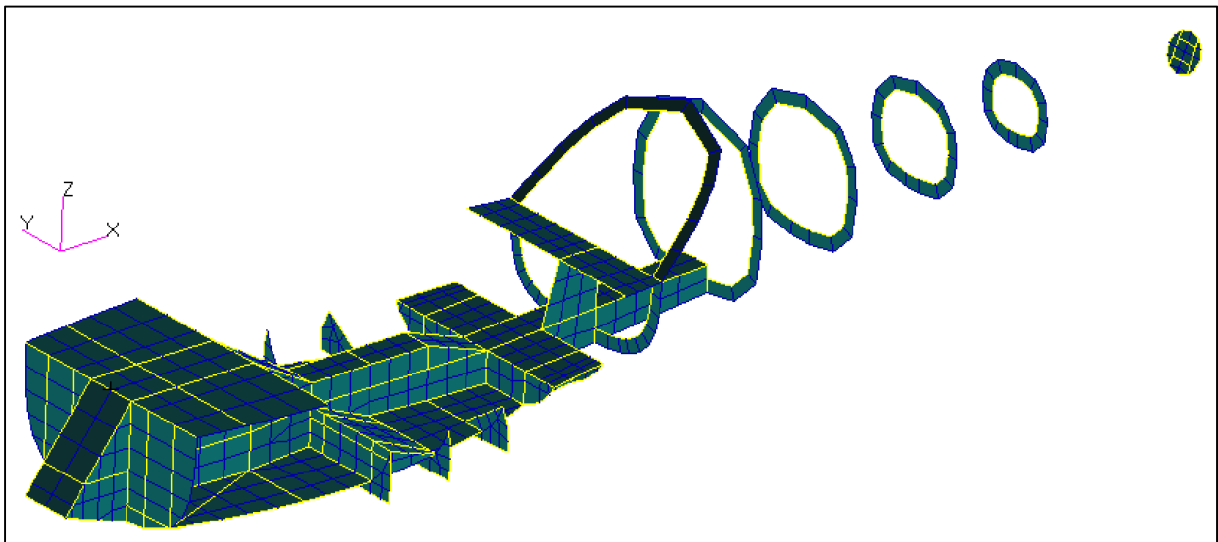


Rys. 13. Elementy belkowe i powłokowe na pokryciu.

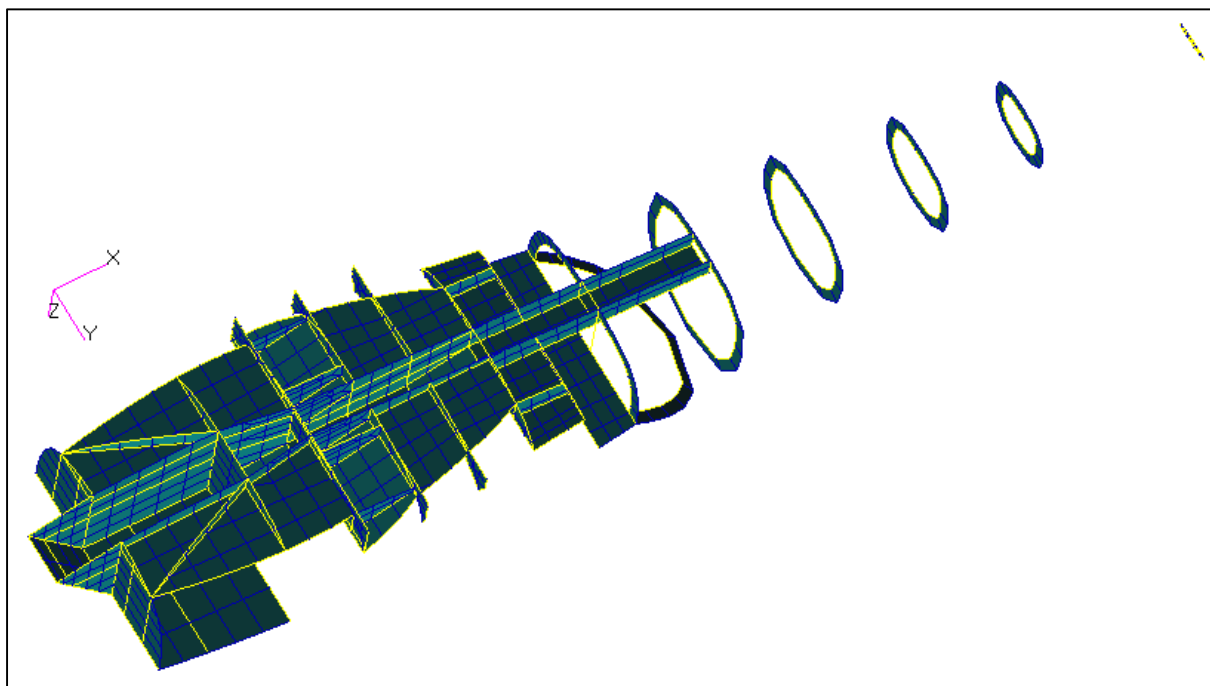




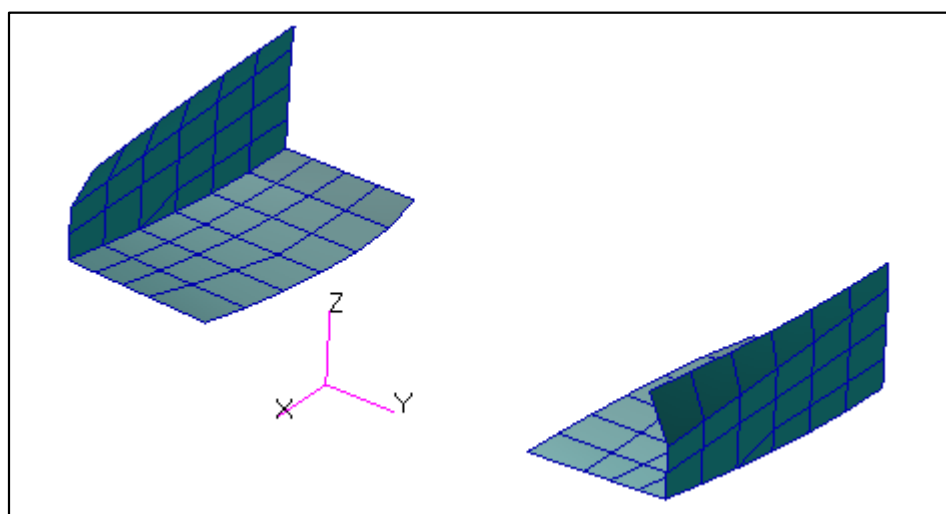
Rys. 14. Elementy belkowe i powłokowe na pokryciu.



Rys. 15. Elementy belkowe i powłokowe – szkielet kadłuba.



Rys. 16. Elementy belkowe i powłokowe – szkielet kadłuba.

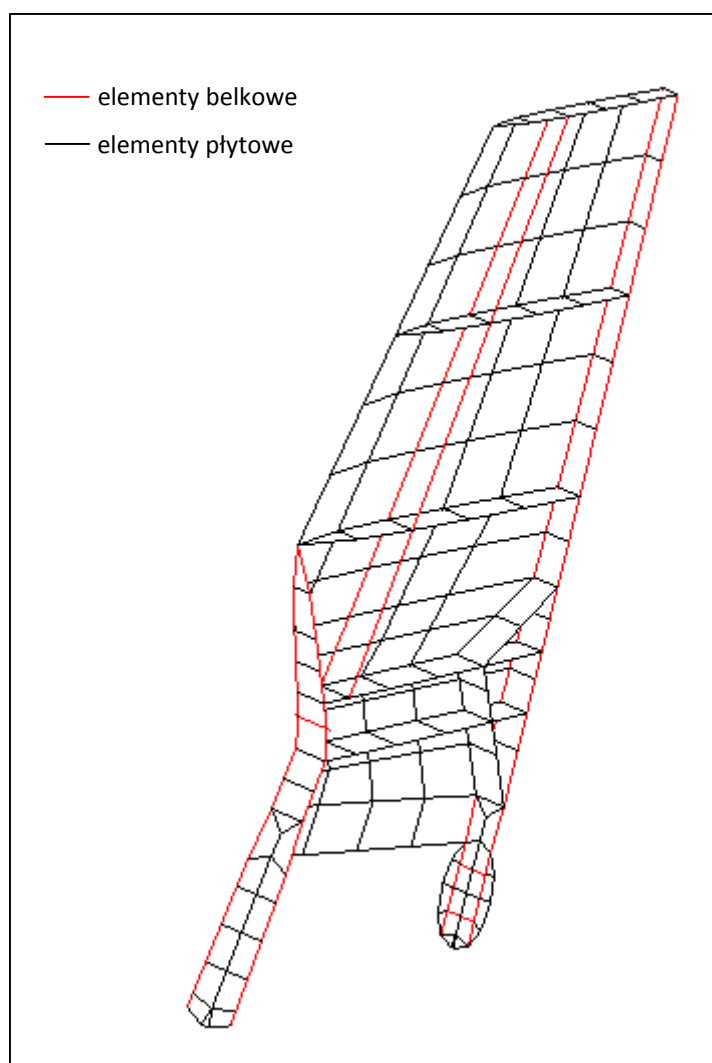


Rys. 17. Elementy powłokowe – mocowanie skrzydła.

## 4.2. Usterzenie pionowe – numeracja węzłów i elementów

numeracja na usterzeniu	Lewa strona	Prawa strona
Elementy powłokowe na pokryciu	od 31000 do 31099	od 31100 do 31199
Elementy belkowe na usterzeniu	od 31200 do 31299	
Elementy powłokowe na szkielecie	od 31300 do 31399	
Węzły na usterzeniu	od 31000 do 31200	

Tab. 2. Przyjęte zakresy numeracji węzłów i elementów dla poszczególnych grup na usterzeniu pionowym.

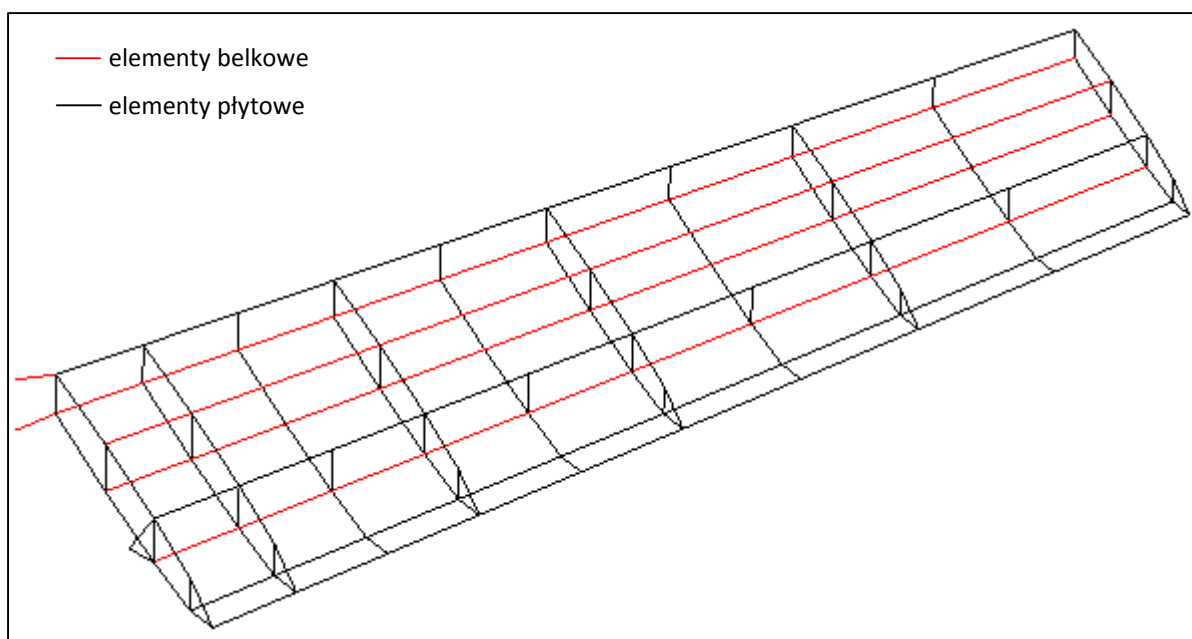


Rys. 18. Elementy belkowe i powłokowe na usterzeniu pionowym (zdjęto lewe boczne pokrycie).

### 4.3.Usterzenie poziome- numeracja węzłów i elementów

numeracja na usterzeniu	Lewa strona	Prawa strona
Elementy powłokowe na pokryciu górnym	od 33100 do 33149	od 33000 do 33049
lementy powłokowe na pokryciu dolnym	od 33150 do 33199	od 33050 do 33099
Elementy belkowe na usterzeniu	od 33256 do 33311	od 33200 do 33255
Elementy powłokowe na szkielecie	od 33350 do 33399	od 33400 do 33449
Węzły na usterzeniu	od 33000 do 33099	od 33100 do 33199

Tab. 3. Przyjęte zakresy numeracji węzłów i elementów dla poszczególnych grup na usterzeniu poziomym.

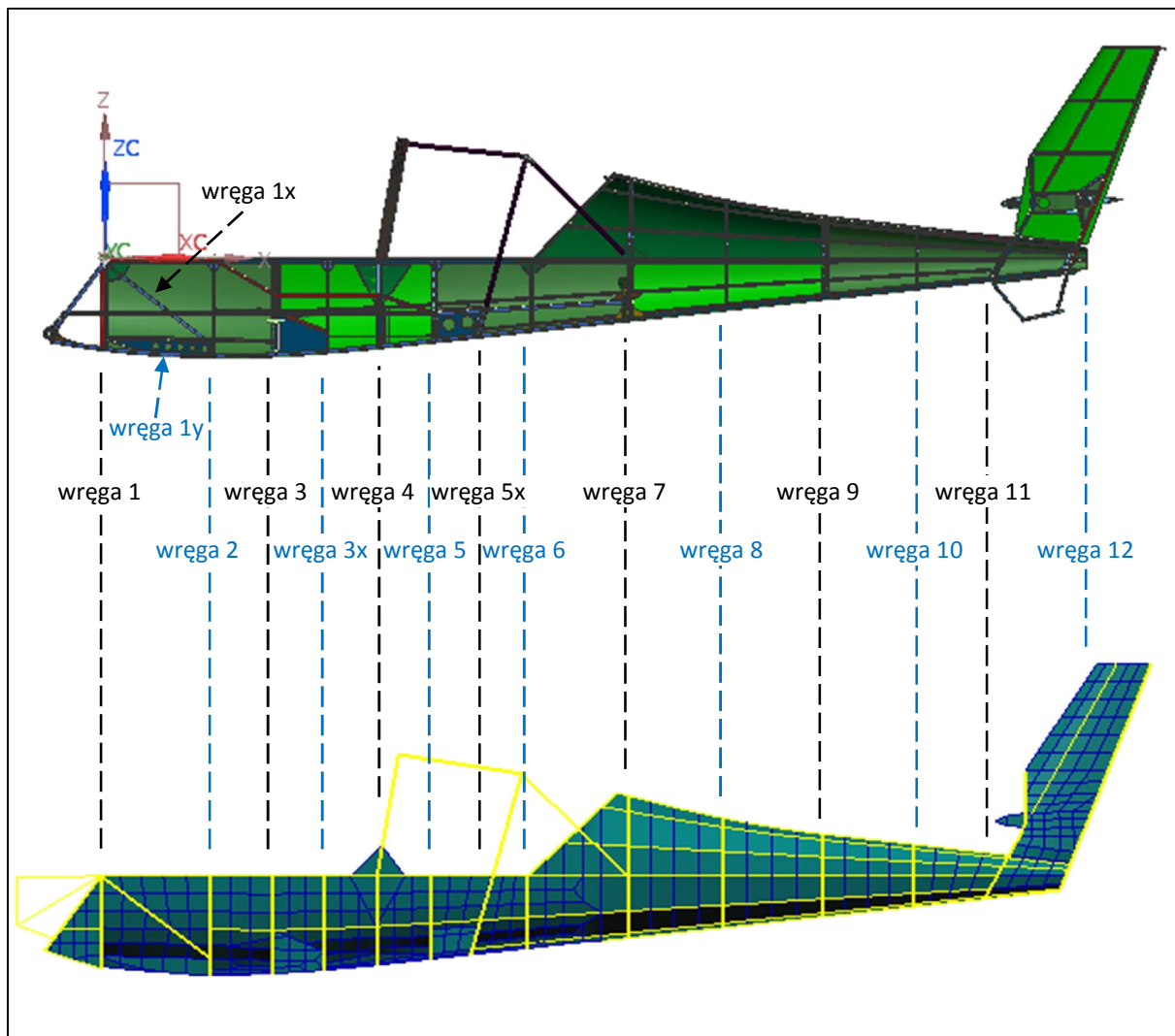


Rys. 19. Elementy belkowe i powłokowe na półwycie usterzenia poziomego (zdjęto górne pokrycie).

## 5. Właściwości mechaniczne i materiałowe elementów

### 5.1. Wstęp

W rozdziale opisano wszystkie właściwości mechaniczne i materiałowe jakie zostały użyte w modelu. Poniższy rysunek przedstawia przyjętą w dalszej części sprawozdania konwencję nazw wręg.



Rys. 20. Przyjęte w dalszej części dokumentu nazwy wręg na samolocie.

## 5.2. Własności materiałowe

W modelu użyto jednego materiału odpowiadającego duralowi o następujących własnościach:

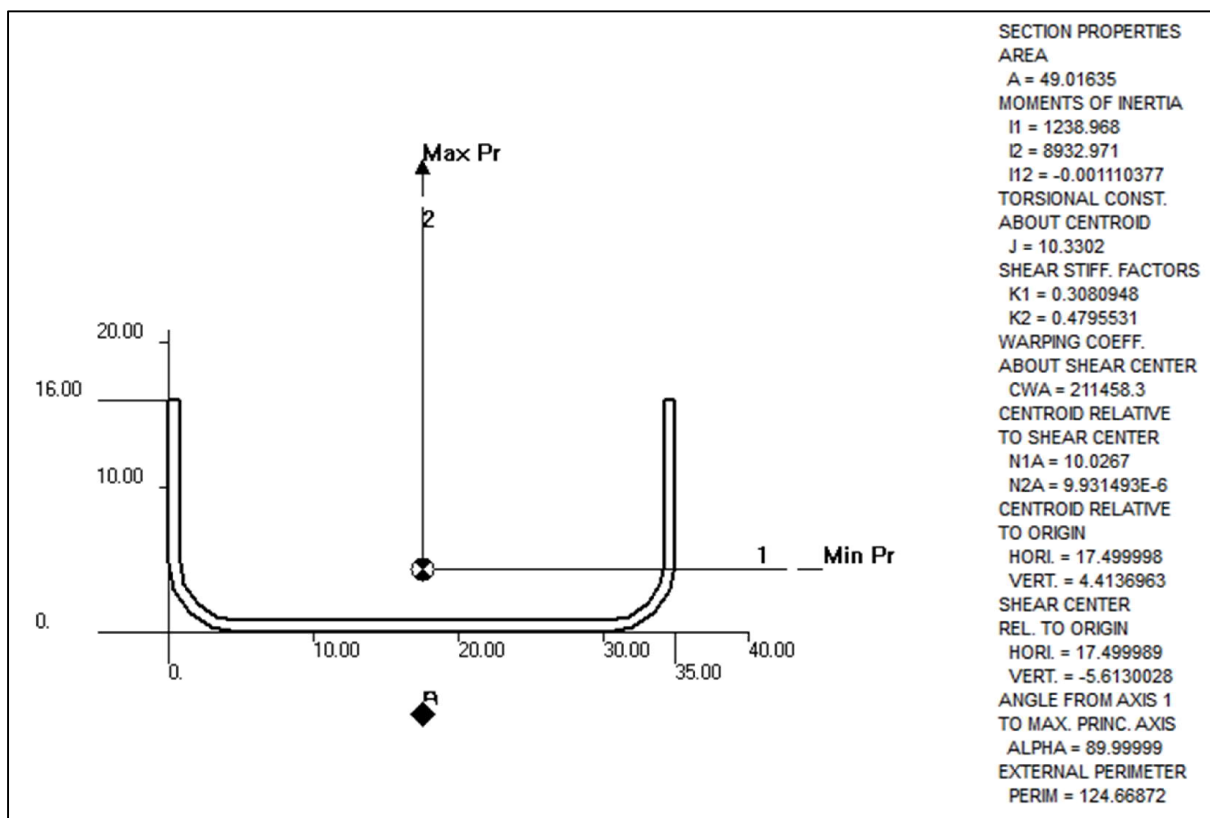
- moduł Younga: 7200 kG/mm<sup>2</sup>
- liczba Poissona: 0,33
- moduł Kirchoffa: 2700 kG/mm<sup>2</sup>

## 5.3. Kadłub

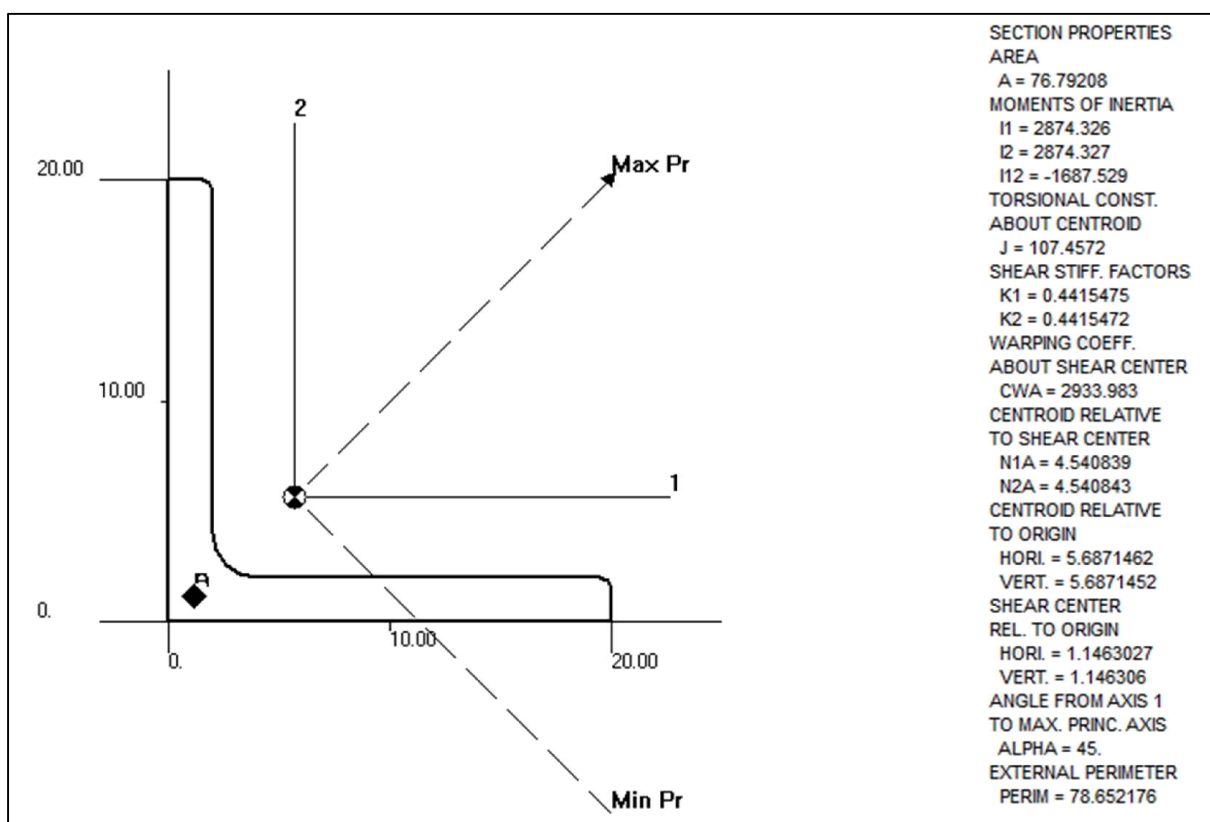
### 5.3.1. Kadłub – elementy belkowe pionowe (wzdłuż osi z)

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęty profil
AT5.21.010.01	wręga 1	ceownik_35x16x16x0.8
AT5.21.010.04	połączenie wręgi 1 z kanałem	kątownik_20x20x2.0
AT5.21.010.11	usztywnienie wręgi 1	ceownik_12x5x5x0.4
AT5.21.010.12		
AT5.21.018.01	wręga 1x	ceownik_30x16x16x0.6
AT5.21.020.01	wręga 2	ceownik_30x16x16x0.6
AT5.21.030.02	wręga 3	2xceownik_30x25x16x1.0
AT5.21.002.06	pasek wzmacniający na wrędze 3	plaskownik_136x1.5
AT5.21.034.01	wręga 3x	ceownik_30x16x16x0.6
AT5.21.040.01	wręga 4	ceownik_30x25x25x0.8
AT5.21.050.01	wręga 5	ceownik_30x32x16x0.8
AT5.21.110.01	wręga 11	ceownik_60x16x10x0.8

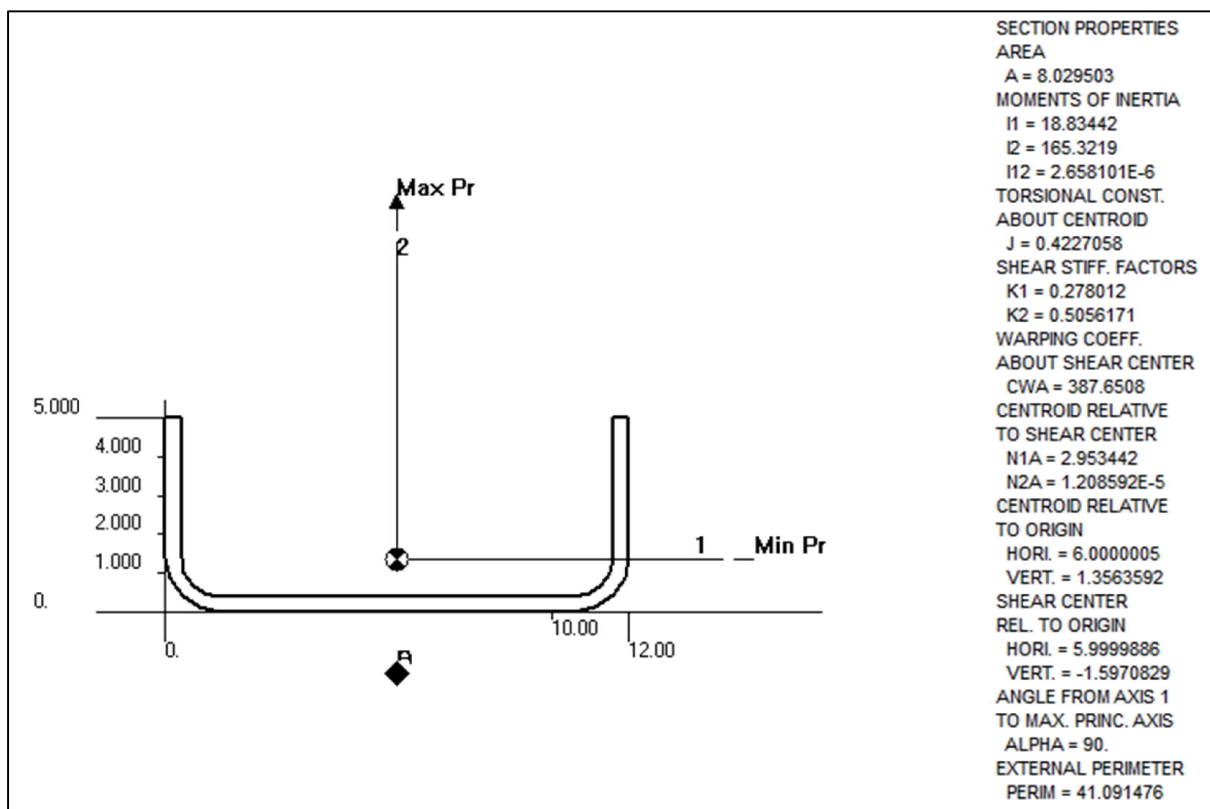
Tab. 4. Profile użyte do modelowania belek na kadłubie.



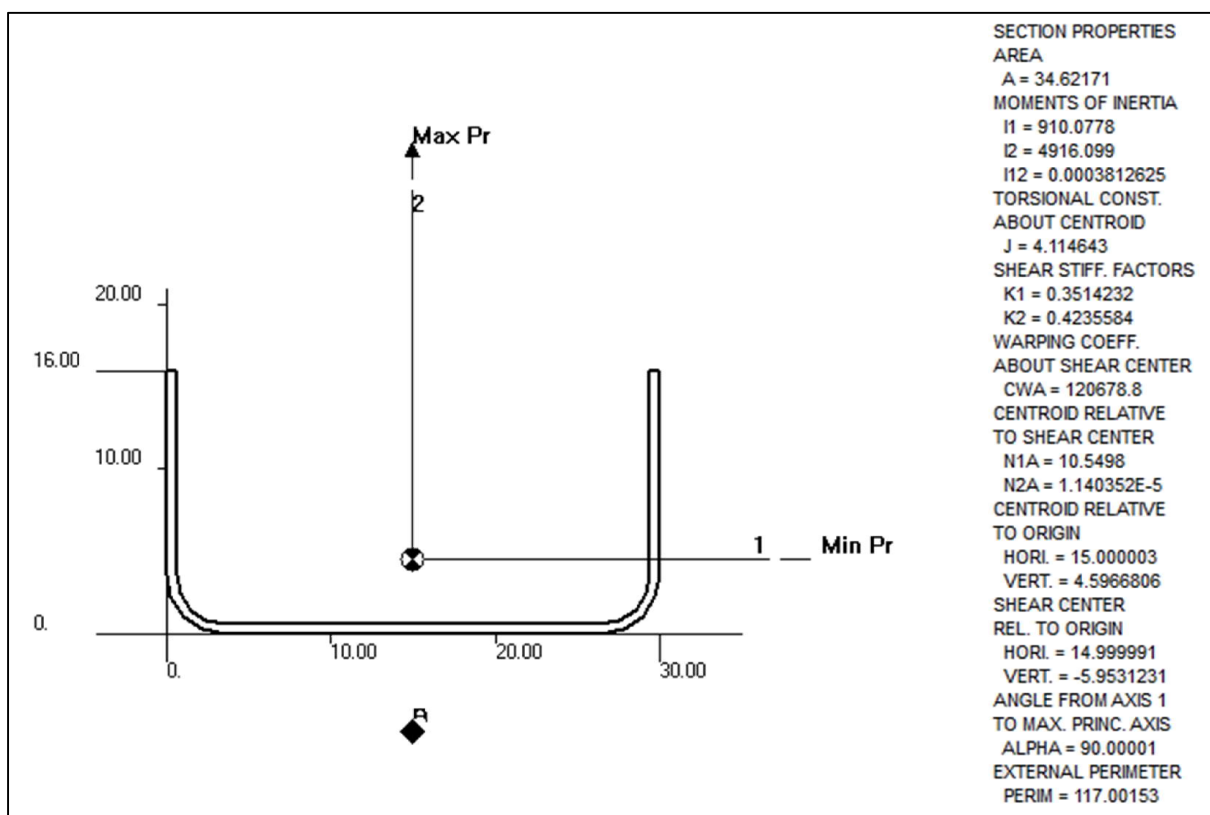
Rys. 21. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_35x16x16x0.8 [7].



Rys. 22. Właściwości geometryczne profilu: kątownik\_20x20x2.0 [7].

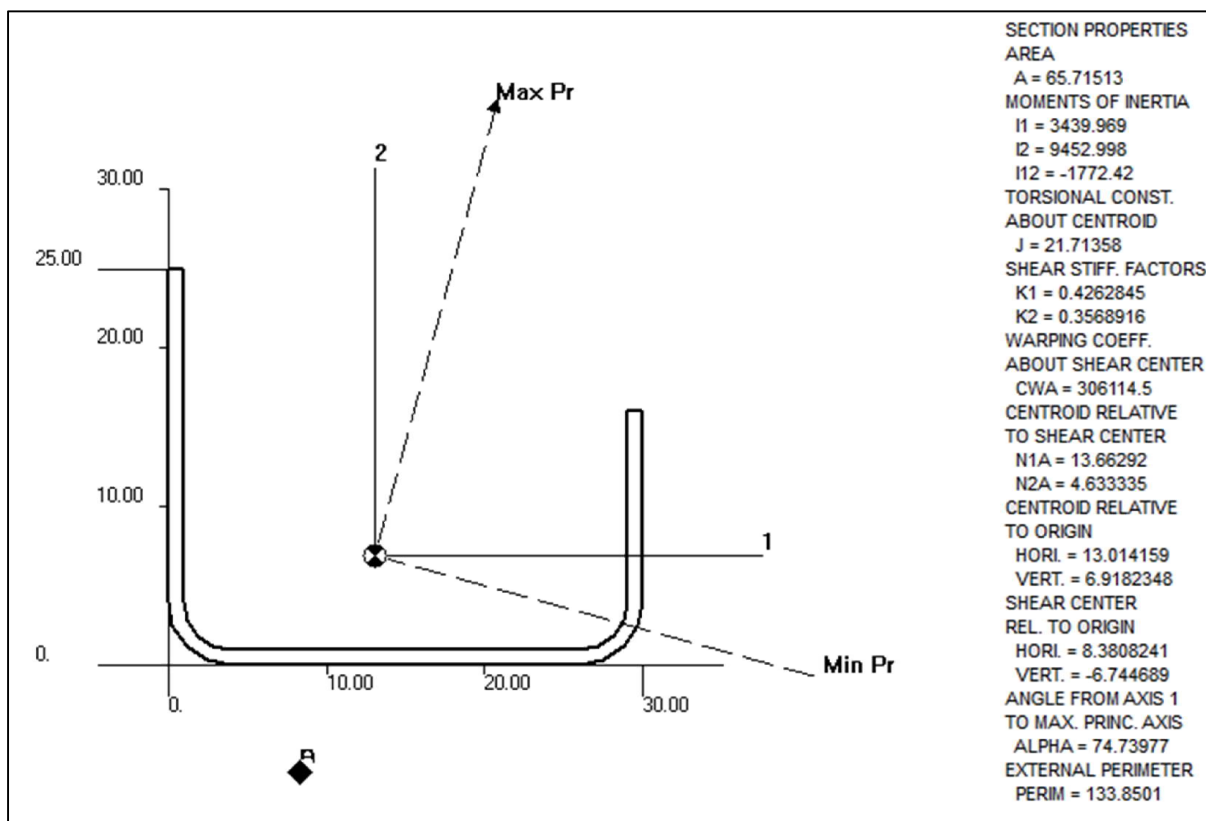


Rys. 23. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_12x5x5x0.4 [7].

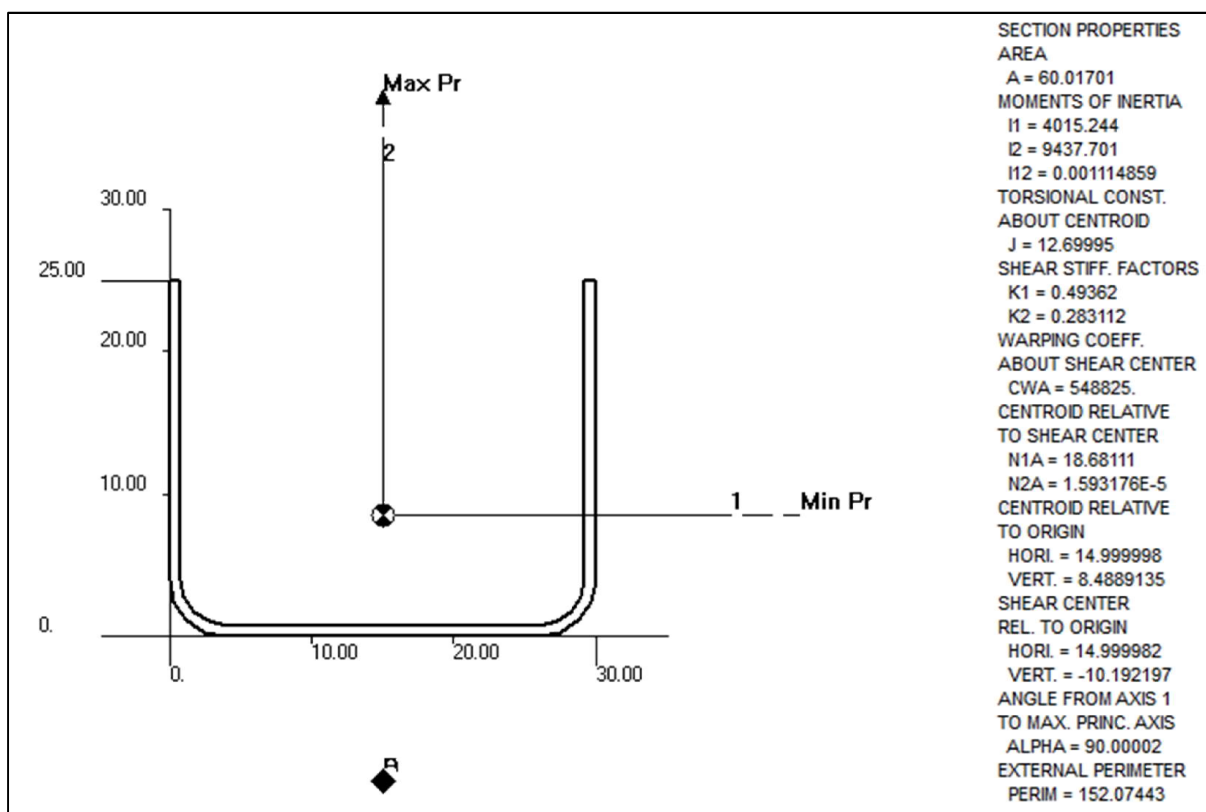


Rys. 24. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_30x16x16x0.6 [7].

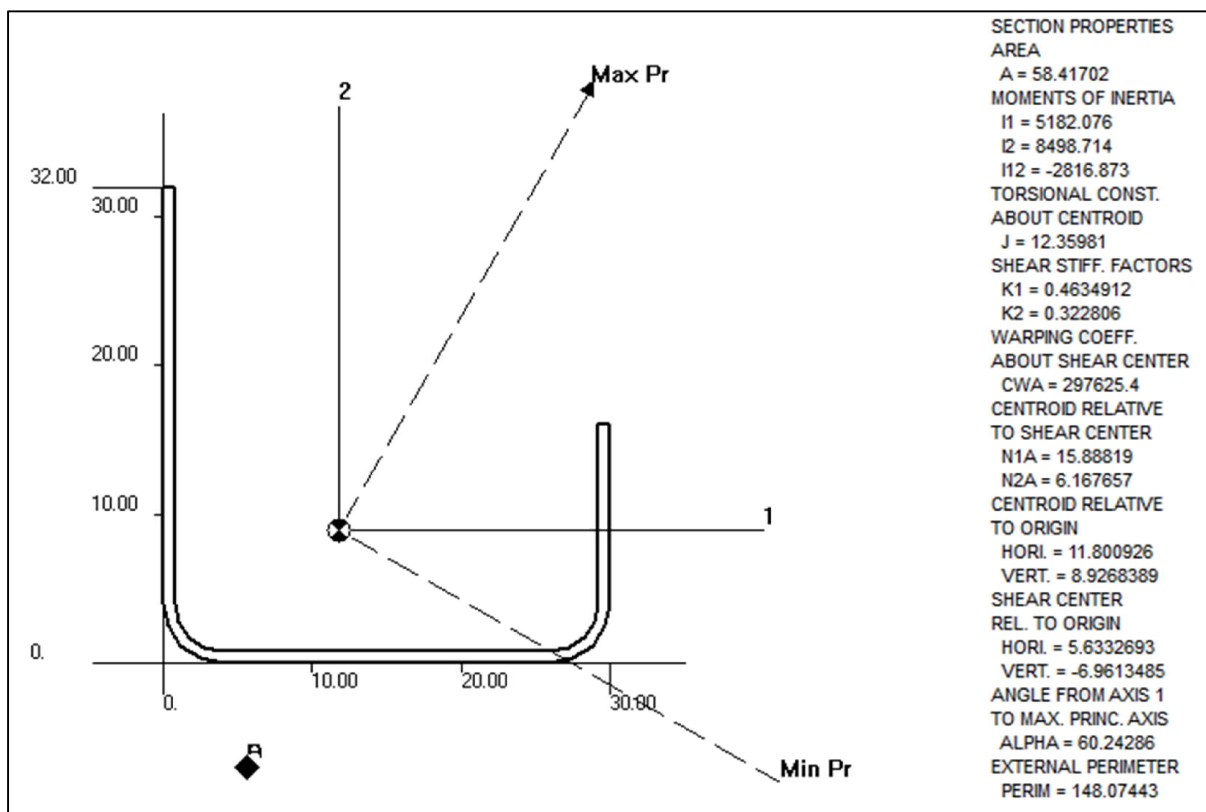




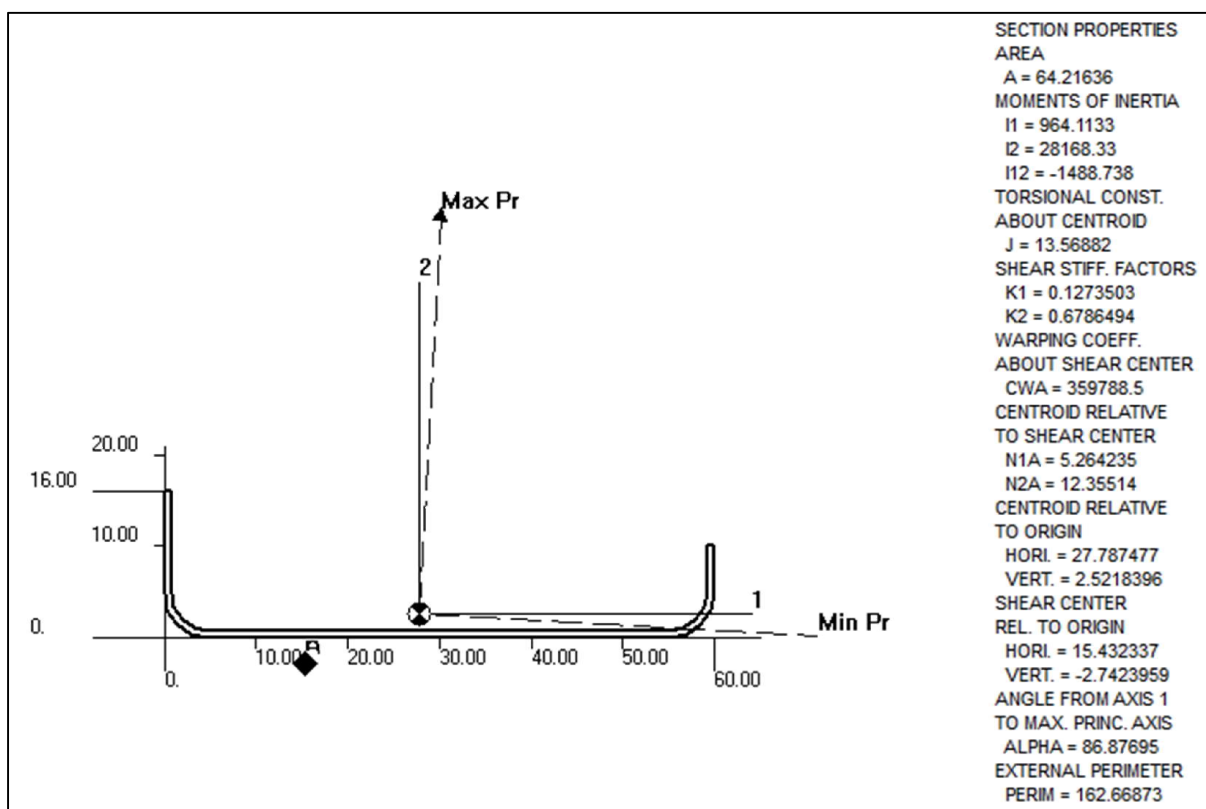
Rys. 25. Właściwości geometryczne profilu: 2xcoownik\_30x25x16x1.0 [7].



Rys. 26. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_30x25x25x0.8 [7].



Rys. 27. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_30x32x16x0.8 [7].

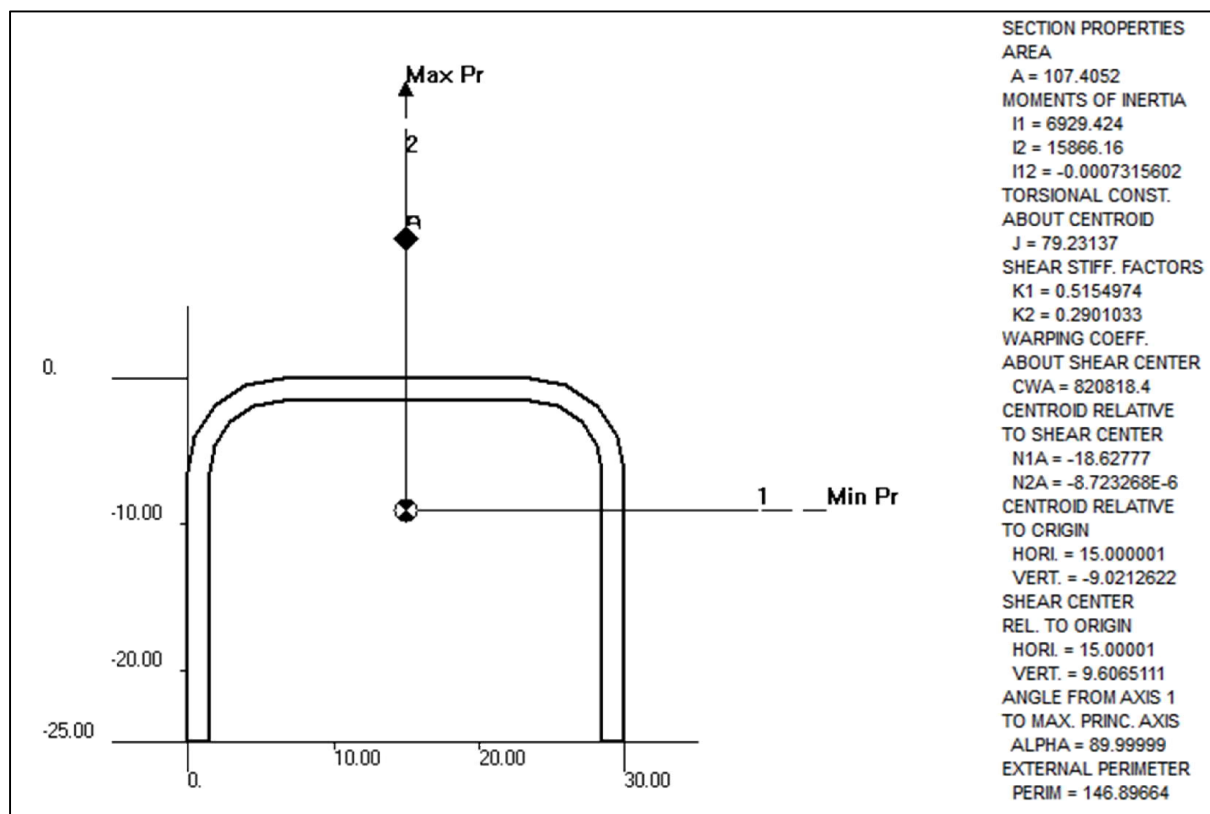


Rys. 28. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_60x16x10x0.8 [7].

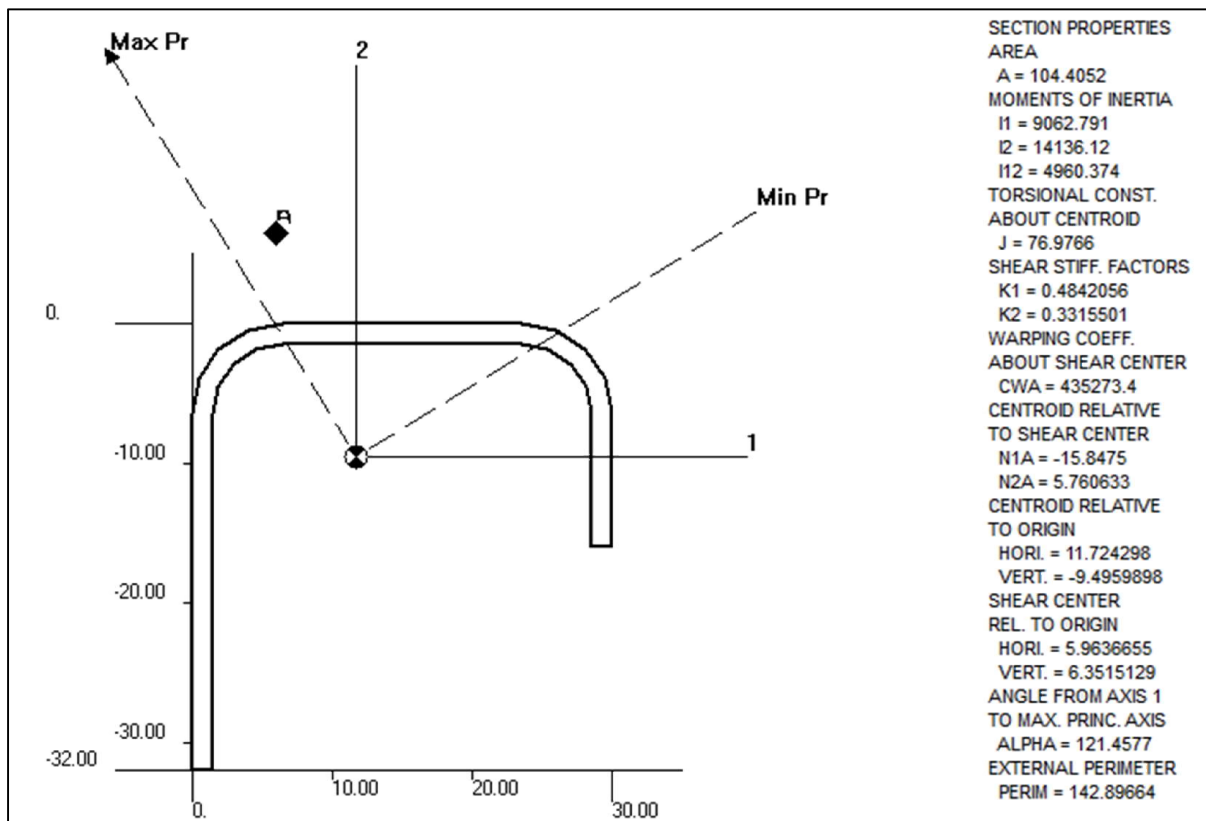
## 5.3.2. Kadłub – elementy belkowe wzdłużne (wzdłuż osi x)

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęty profil
AT5.21.301.00	burta od wręgi 1 do 6	ceownik_30x25x25x1.5
AT5.21.302.00	burta od wręgi 6 do 9	ceownik_30x32x16x1.5
	burta od wręgi 9 do 11	ceownik_30x16x16x1.5
AT5.21.007.19	podłużnica g od wręgi 7 do 12	2xjotownik_16x16x3x0.6
AT5.21.007.18	podłużnica d od wręgi 6x do 12	jotownik_16x16x3x0.6
AT5.21.007.16	podłużnica c od wręgi 6x do 12	jotownik_16x16x3x0.6
AT5.21.007.14	podłużnica b od wręgi 2 do 11	jotownik_16x16x3x0.6
AT5.21.007.12	podłużnica a od wręgi 5x do 12	jotownik_16x16x3x0.6
AT5.21.200.01	dolny kątownik w kanale od wręgi 0 do 6	kątownik_20x20x2.0
AT5.21.007.11	dolny kątownik za kanałem (od wręgi 6 do 12)	kątownik_20x20x2.0
AT5.21.200.02	środkowy kątownik w kanale (od wręgi 0 do 6)	kątownik_20x20x2.0
AT5.21.212.02	górny kątownik w kanale (od wręgi 0 do 1)	kątownik_20x20x2.0
AT5.21.212.04	górny kątownik w kanale (od wręgi 1 do 2)	kątownik_15x15x1.0
AT5.21.212.03	górny kątownik w kanale (od wręgi 2 do 3)	kątownik_15x15x1.0
AT5.21.211.04	górny kątownik w kanale (od wręgi 3 do 4)	kątownik_15x15x1.0
AT5.21.211.03	górny kątownik w kanale (od wręgi 4 do 5)	kątownik_15x15x1.0

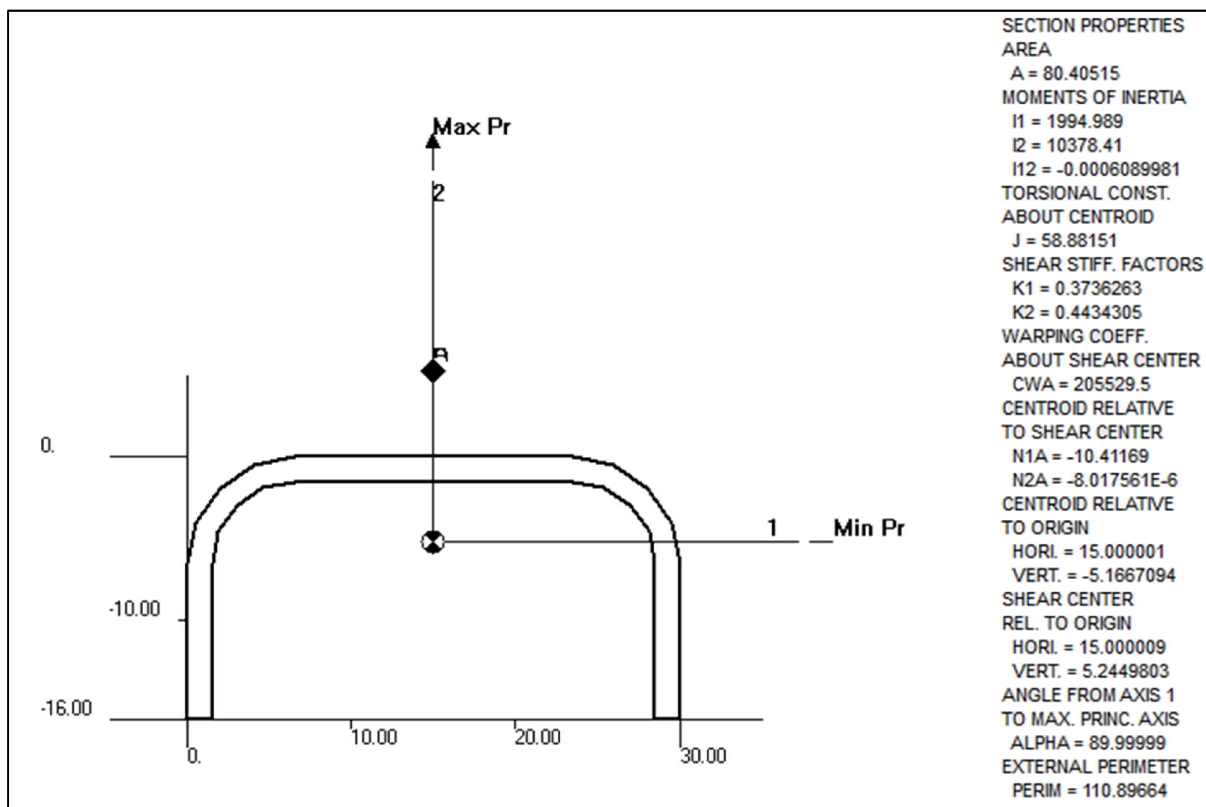
Tab. 5. Profile użyte do modelowania belek na kadłubie.



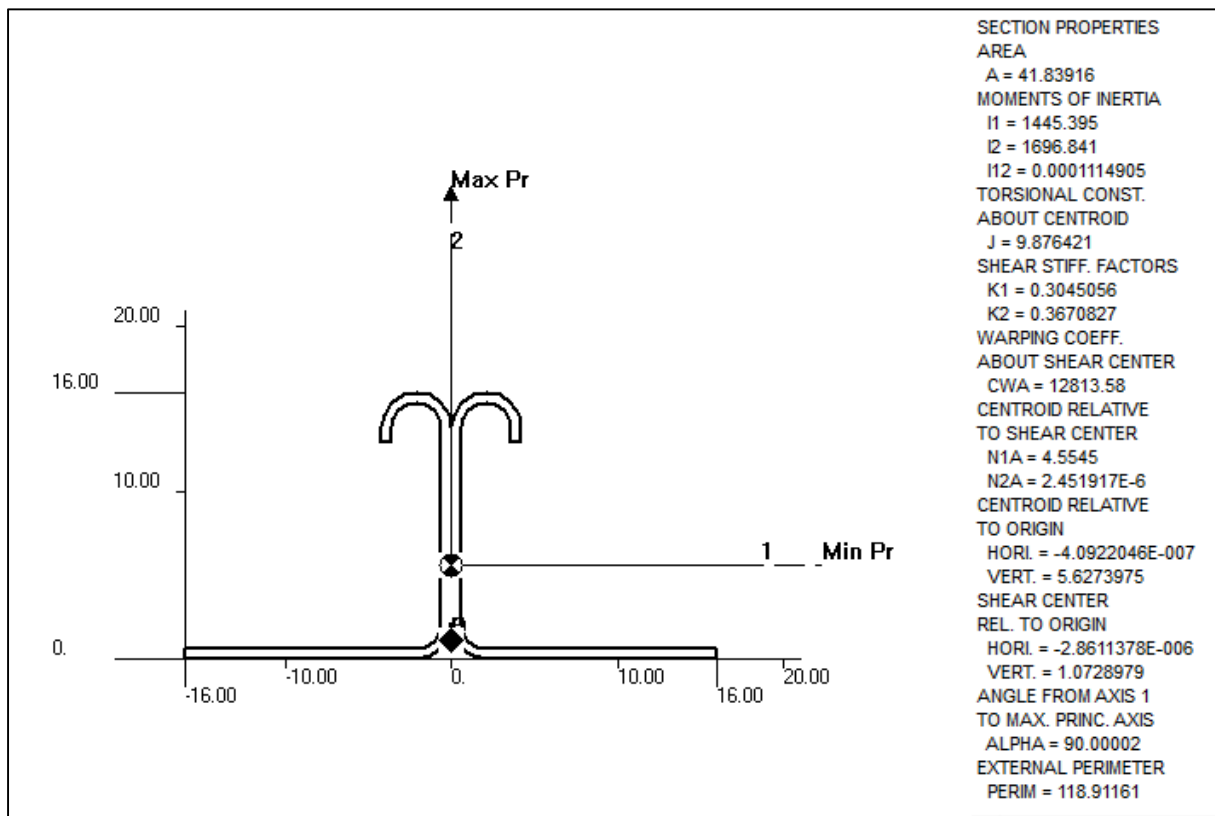
Rys. 29. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_30x25x25x1.5 [7].



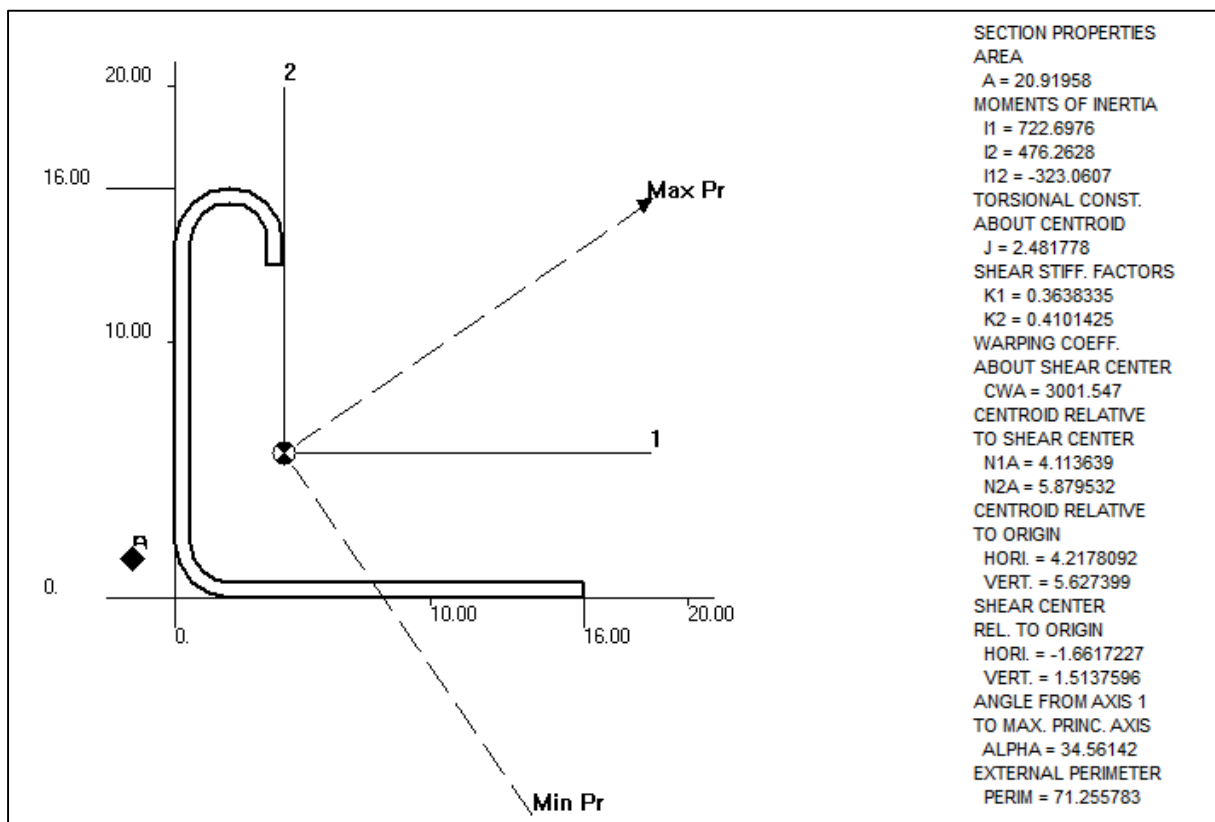
Rys. 30. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_30x32x16x1.5 [7].



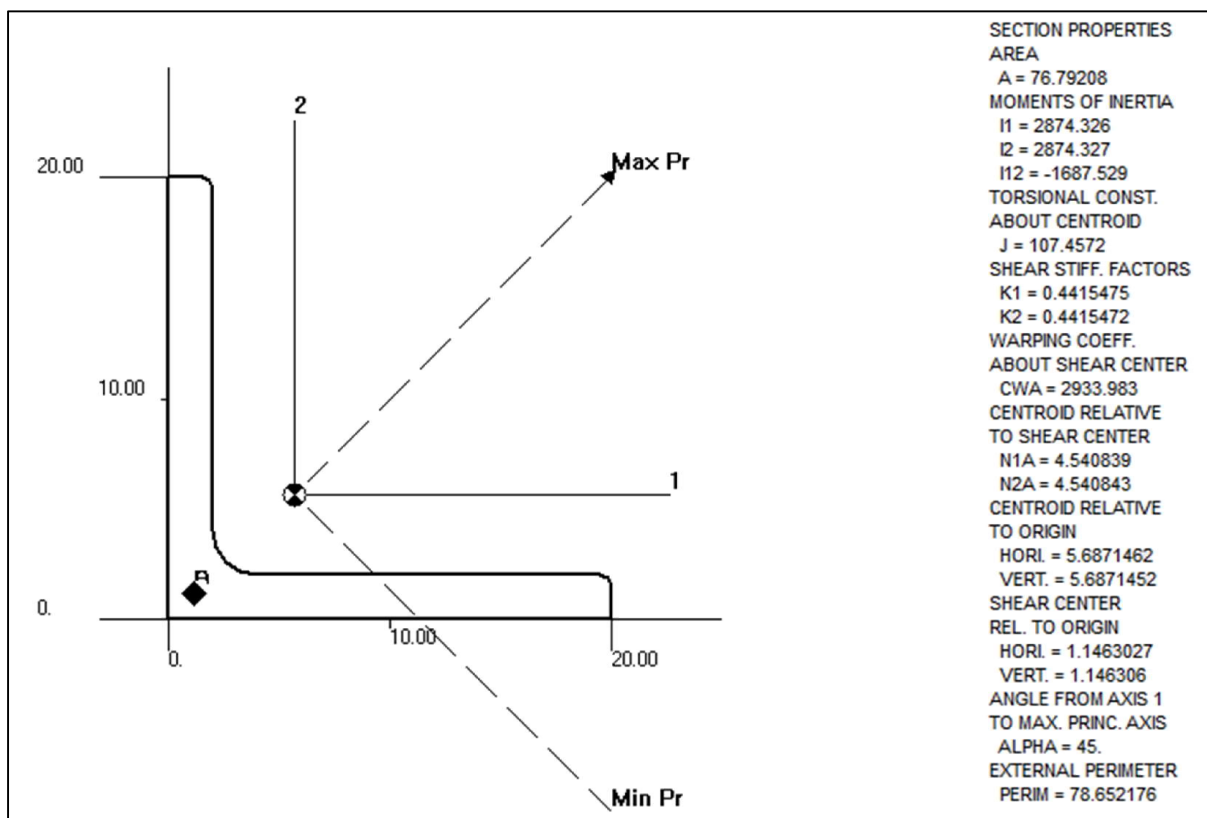
Rys. 31. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_30x16x16x1.5 [7].



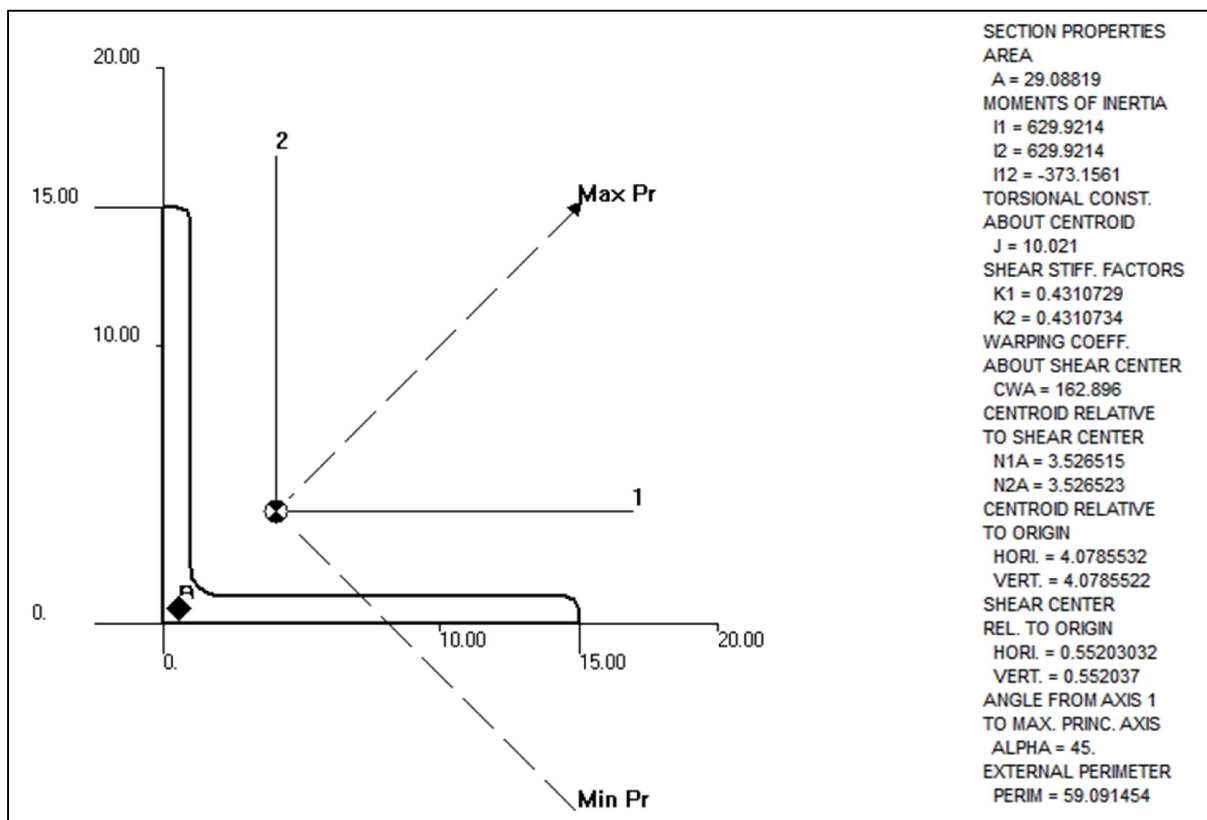
Rys. 32. Właściwości geometryczne profilu: 2xjotownik\_16x16x3x0.6 [7].



Rys. 33. Właściwości geometryczne profilu: jotownik\_16x16x3x0.6 [7].



Rys. 34. Właściwości geometryczne profilu: kątownik\_20x20x2.0 [7].

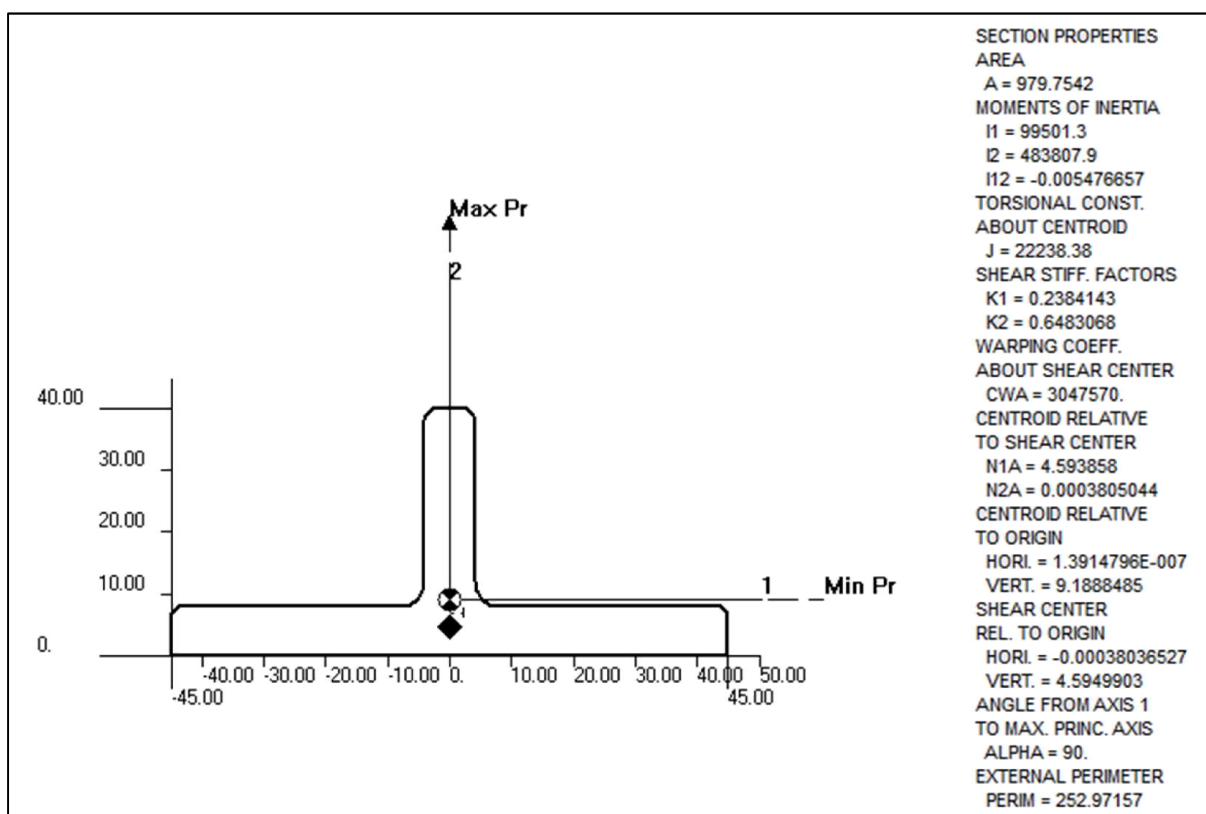


Rys. 35. Właściwości geometryczne profilu: kątownik\_15x15x1.0 [7].

### 5.3.3. Kadłub – elementy belkowe poziome(wzdłuż osi y)

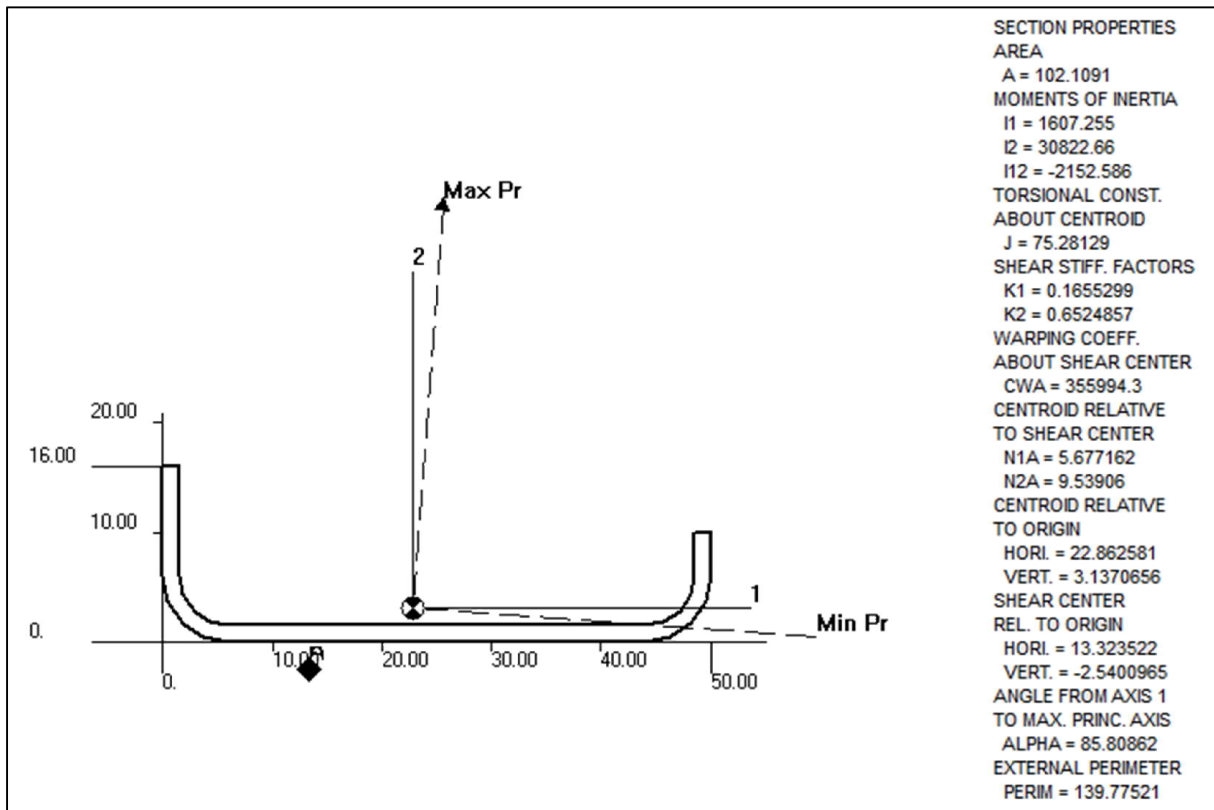
Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęty profil
AT5.21.030.03	pas dolny i górny dźwigara w kadłubie	2xkątownik_45x8.0x40x4.0
AT5.21.310.02	połączenie półki agregatów z wręgą 1	ceownik_50x16x10x1.5
AT5.21.310.04	omegówka na półce agregatów	omegówka_90x15x54x0.8
AT5.21.310.03	krawędź półki agregatów na wrędze 2	kątownik_20x2.0x20x2.0
AT5.21.320.02	poprzeczka na wrędze 5x	ceownik_30x20x15x1.0
AT5.21.060.04	poprzeczka na wrędze 6	ceownik_40x16x16x0.8
AT5.21.070.04	poprzeczka na wrędze 7	ceownik_40x16x16x0.8

Tab. 6. Profile użyte do modelowania belek na kadłubie.

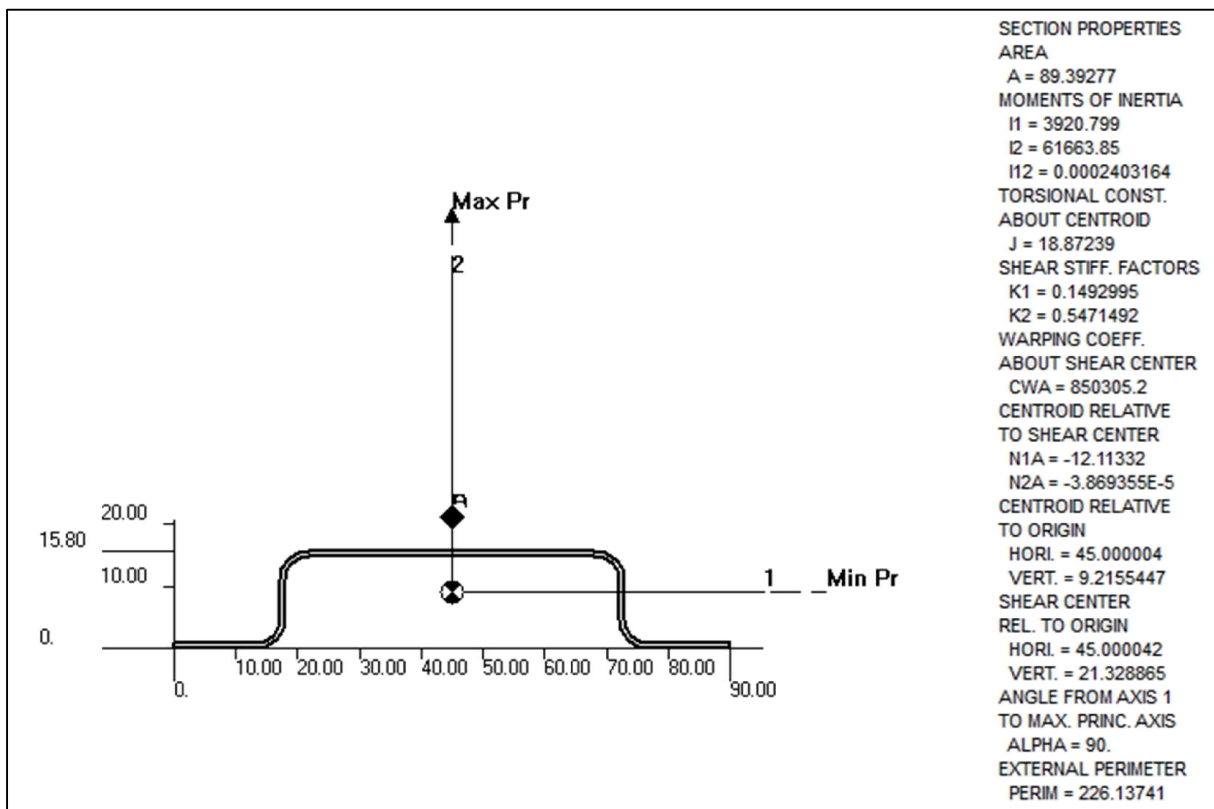


Rys. 36. Właściwości geometryczne profilu: 2xkątownik\_45x8.0x40x4.0 [7].



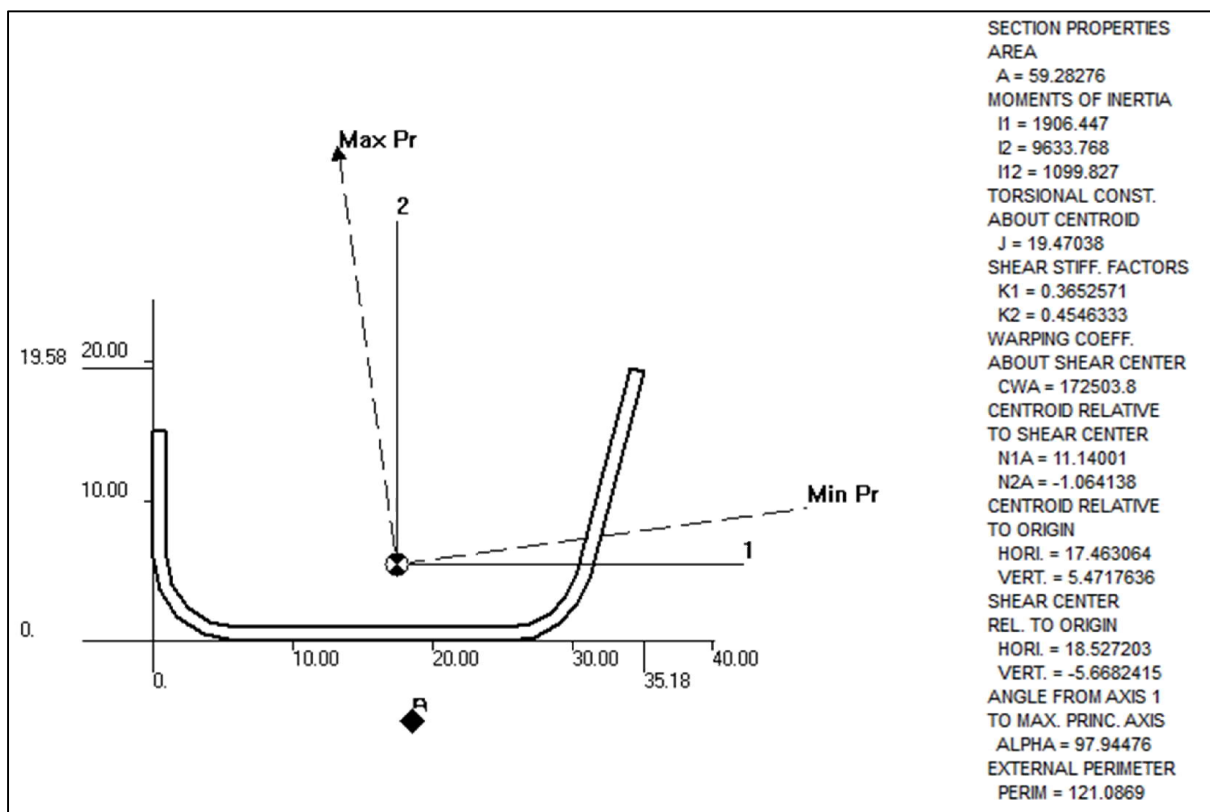


Rys. 37. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_50x16x10x1.5 [7].

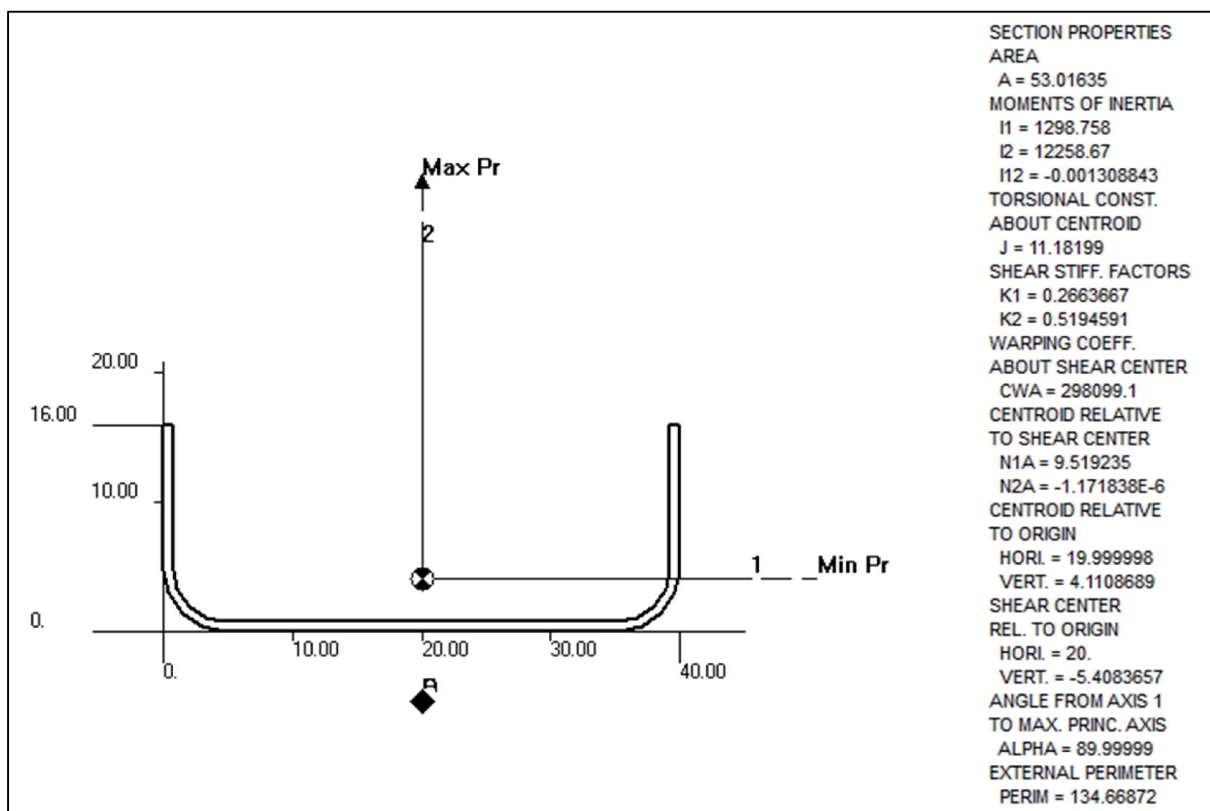


Rys. 38. Właściwości geometryczne profilu: omegówka\_90x15x54x0.8 [7].



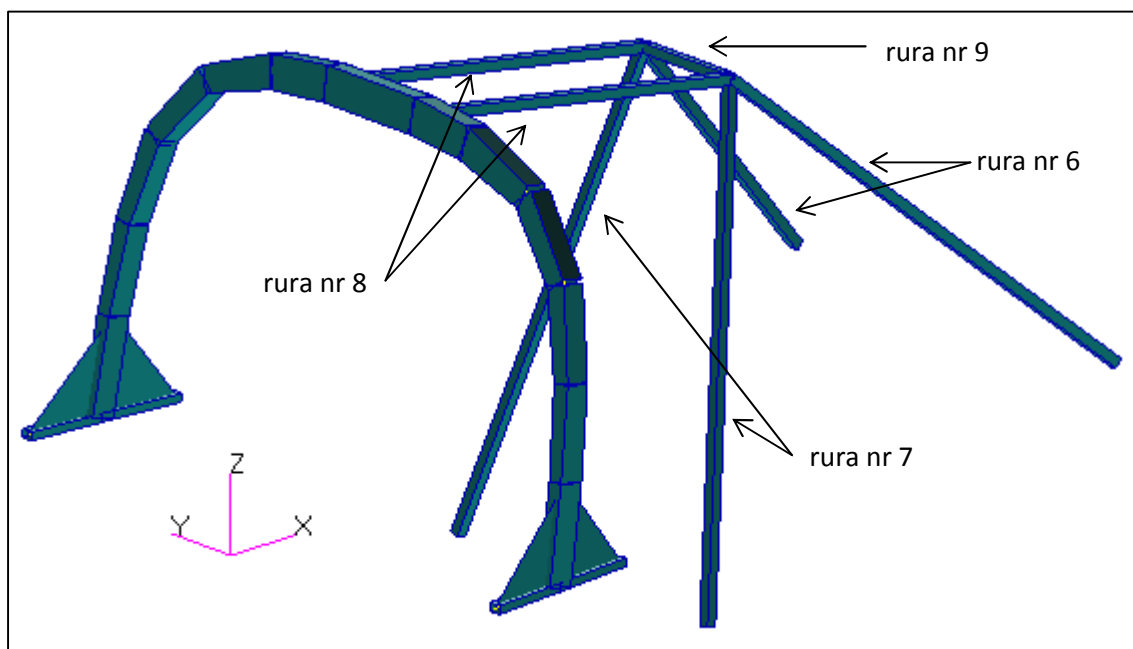


Rys. 39. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_30x20x15x1.0 [7].



Rys. 40. Właściwości geometryczne profilu: ceownik\_40x16x16x0.8 [7].

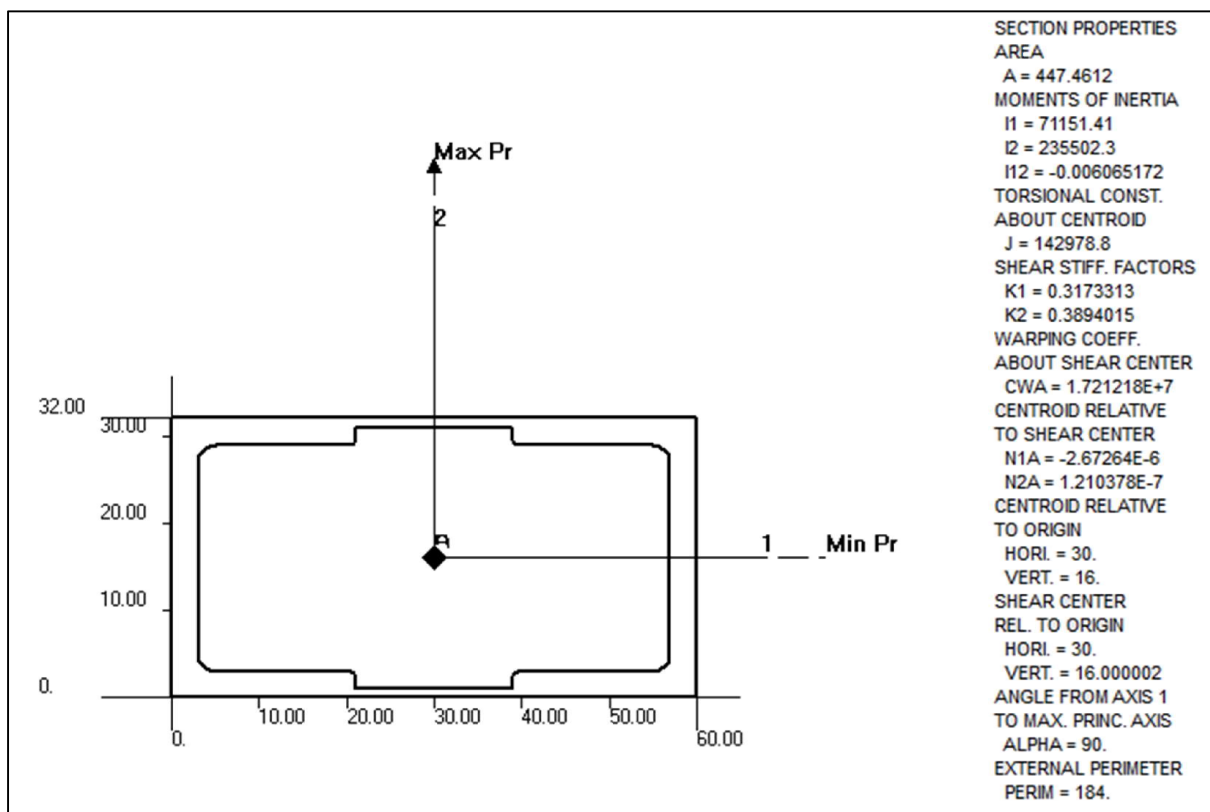
## 5.3.4. Kadłub – elementy belkowe –zabezpieczenie kapotażowe



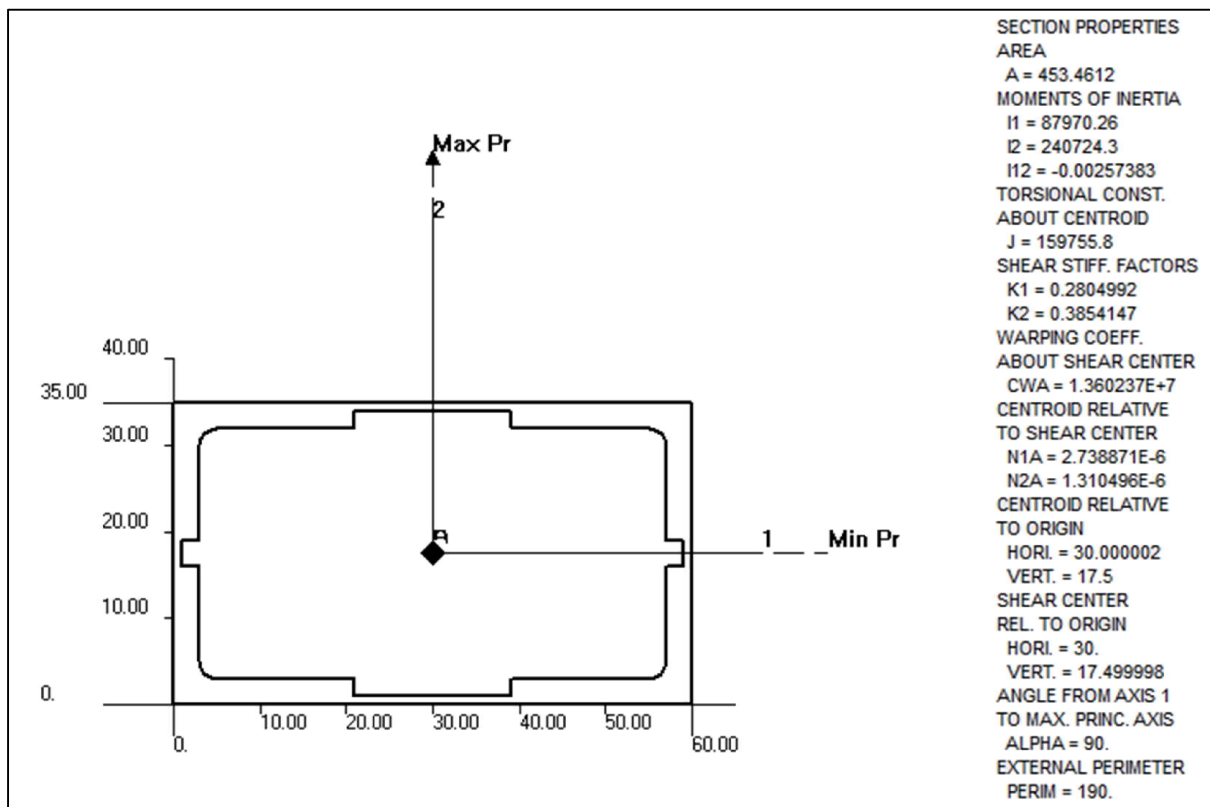
Rys. 41. Elementy belkowe – zabezpieczenie kapotażowe – pokazano wizualizację momentów bezwładności elementów i oznaczenie rur z poniższej tabeli. [6].

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęty profil
AT5.21.161.00	1 węzeł wręgi kapotażowej (przy burcie) – szerokość 32 mm	kapotaż_32
	2 węzeł wręgi kapotażowej – szerokość 35 mm	kapotaż_35
	3 węzeł wręgi kapotażowej – szerokość 43 mm	kapotaż_43
	4 węzeł wręgi kapotażowej – szerokość 54 mm	kapotaż_54
	5 węzeł wręgi kapotażowej – szerokość 64 mm	kapotaż_64
	6 węzeł wręgi kapotażowej – szerokość 74 mm	kapotaż_74
	7 węzeł wręgi kapotażowej – szerokość 80 mm	kapotaż_80
AT5.21.150.06	rura nr 6 na powyższym rysunku	rura_30x28
AT5.21.150.07	rura nr 7 na powyższym rysunku	rura_30x28
AT5.21.150.08	rura nr 8 na powyższym rysunku	rura_30x28
AT5.21.150.09	rura nr 9 na powyższym rysunku	rura_28x26

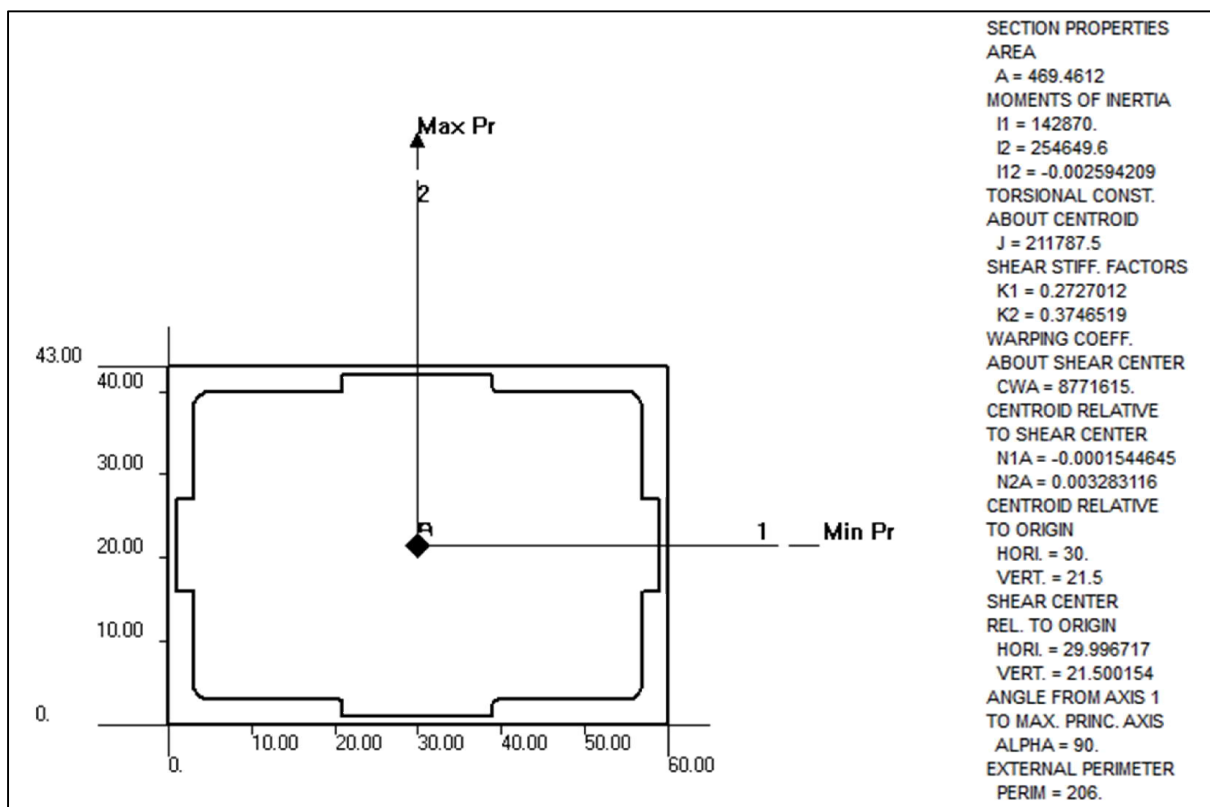
Tab. 7. Profile użyte do modelowania belek na kadłubie.



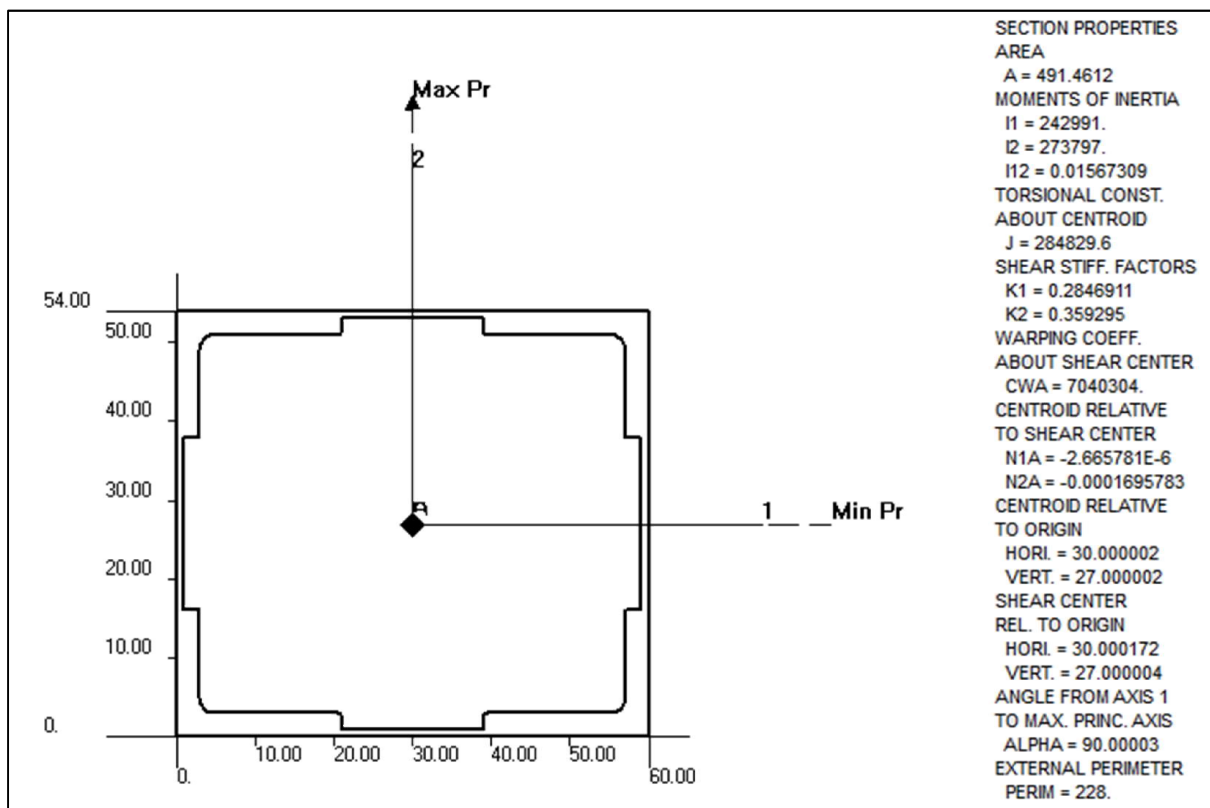
Rys. 42. Właściwości geometryczne profilu: kapotaż\_32 [7].



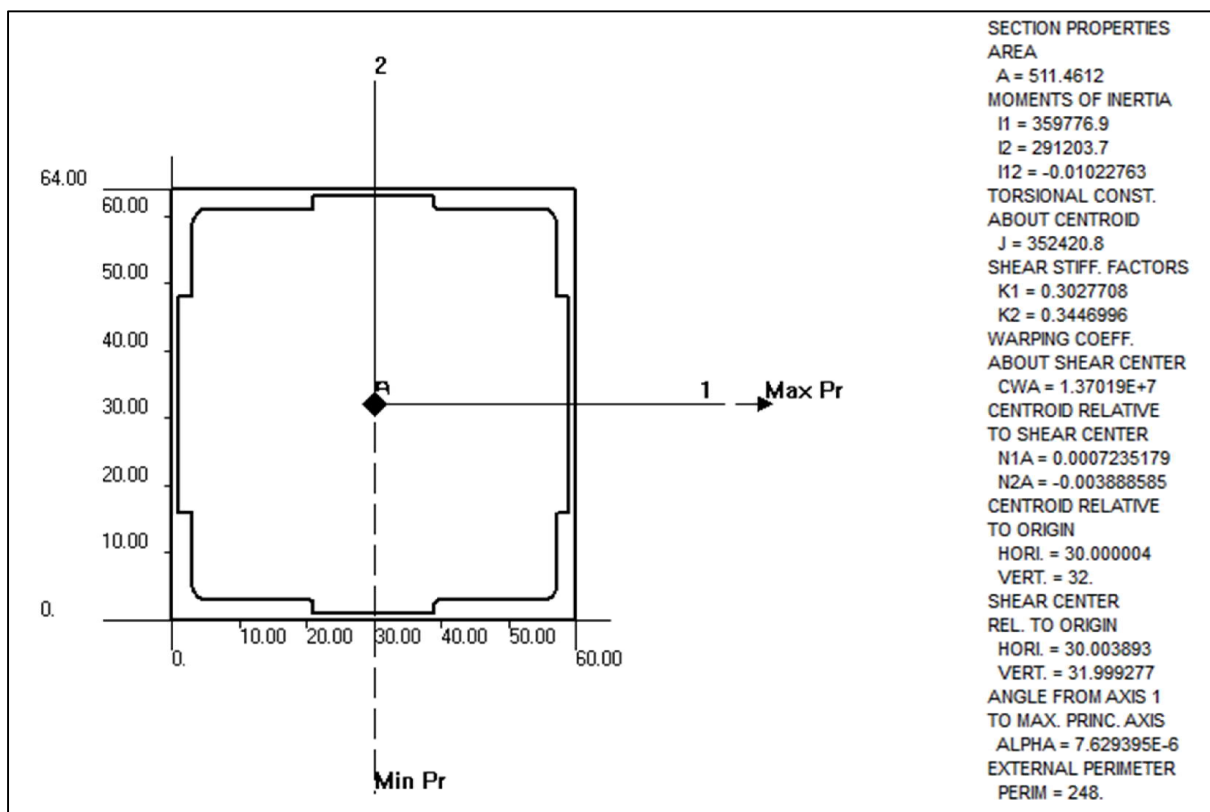
Rys. 43. Właściwości geometryczne profilu: kapotaż\_35 [7].



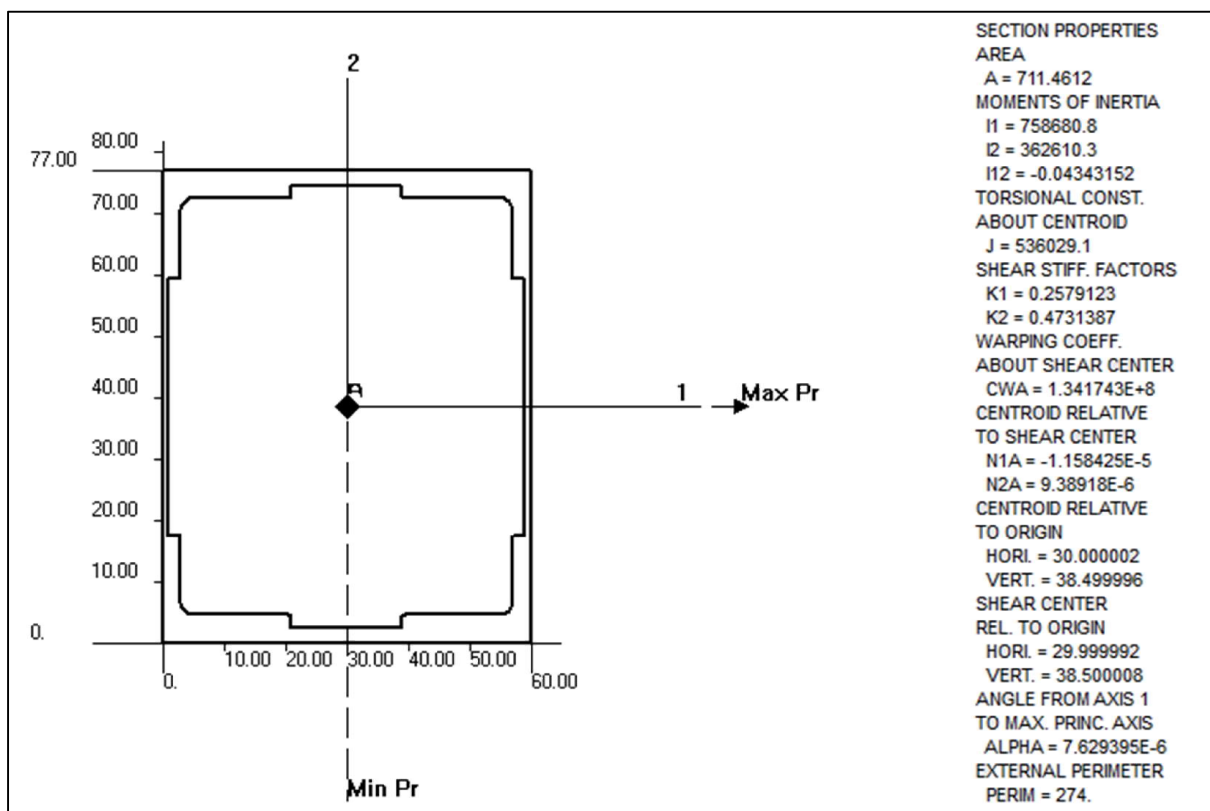
Rys. 44. Właściwości geometryczne profilu: kapotaż\_43 [7].



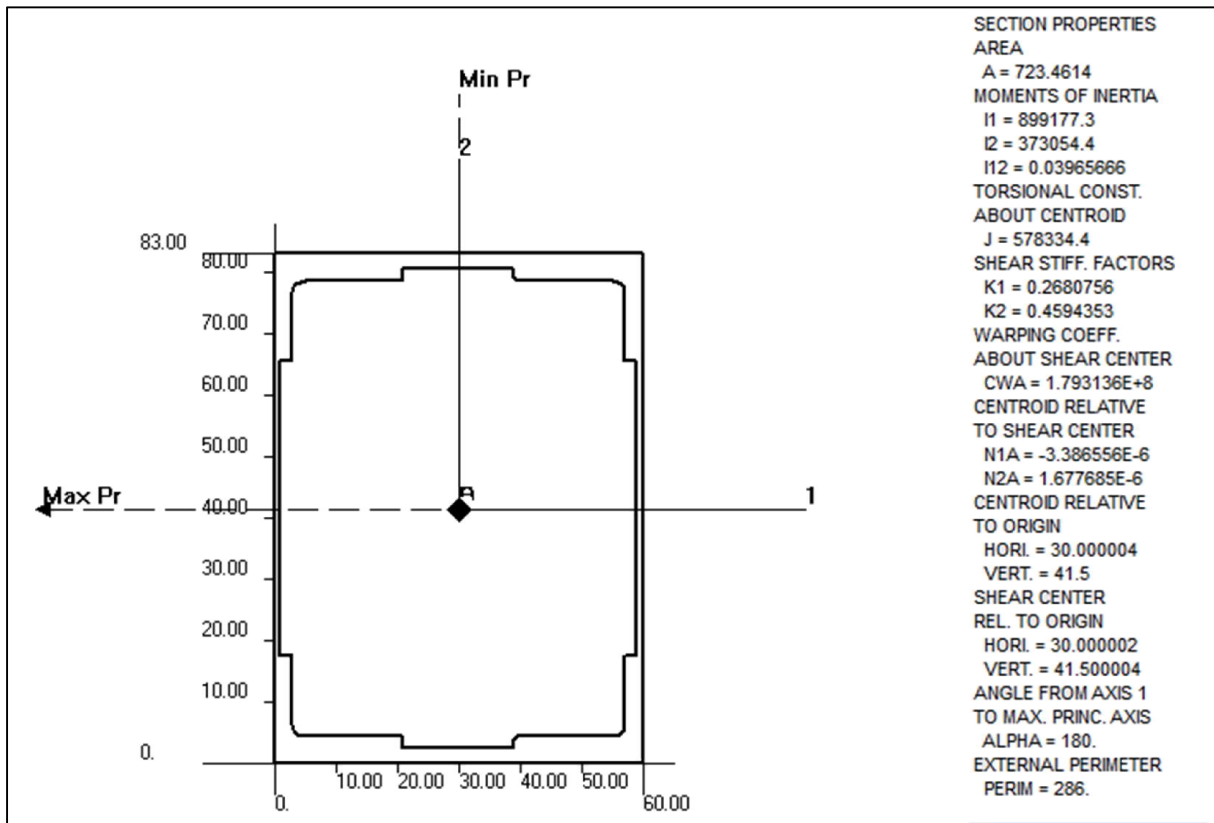
Rys. 45. Właściwości geometryczne profilu: kapotaż\_54 [7].



Rys. 46. Właściwości geometryczne profilu: kapotaż\_64 [7].

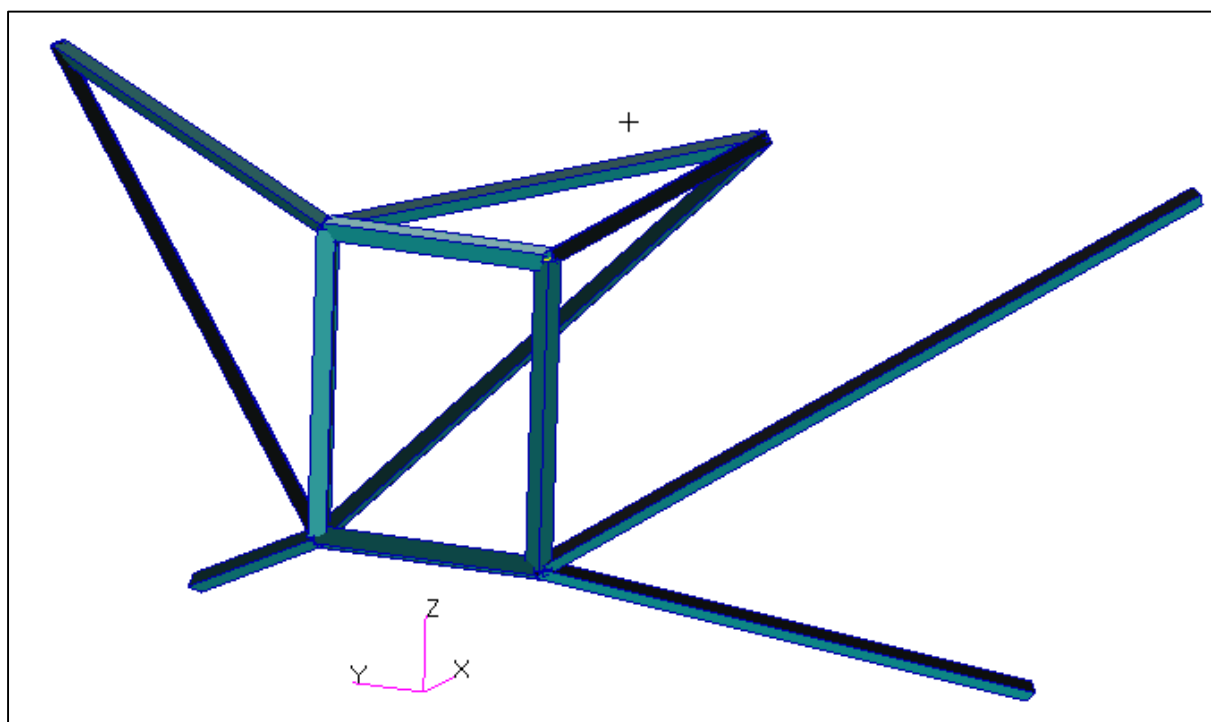


Rys. 47. Właściwości geometryczne profilu: kapotaż\_74 [7].



Rys. 48. Właściwości geometryczne profilu: kapotaż\_80 [7].

### 5.3.5. Kadłub – elementy belkowe – łożo silnika



Rys. 49. Elementy belkowe – łożo silnika – pokazano wizualizację momentów bezwładności belek. [6]

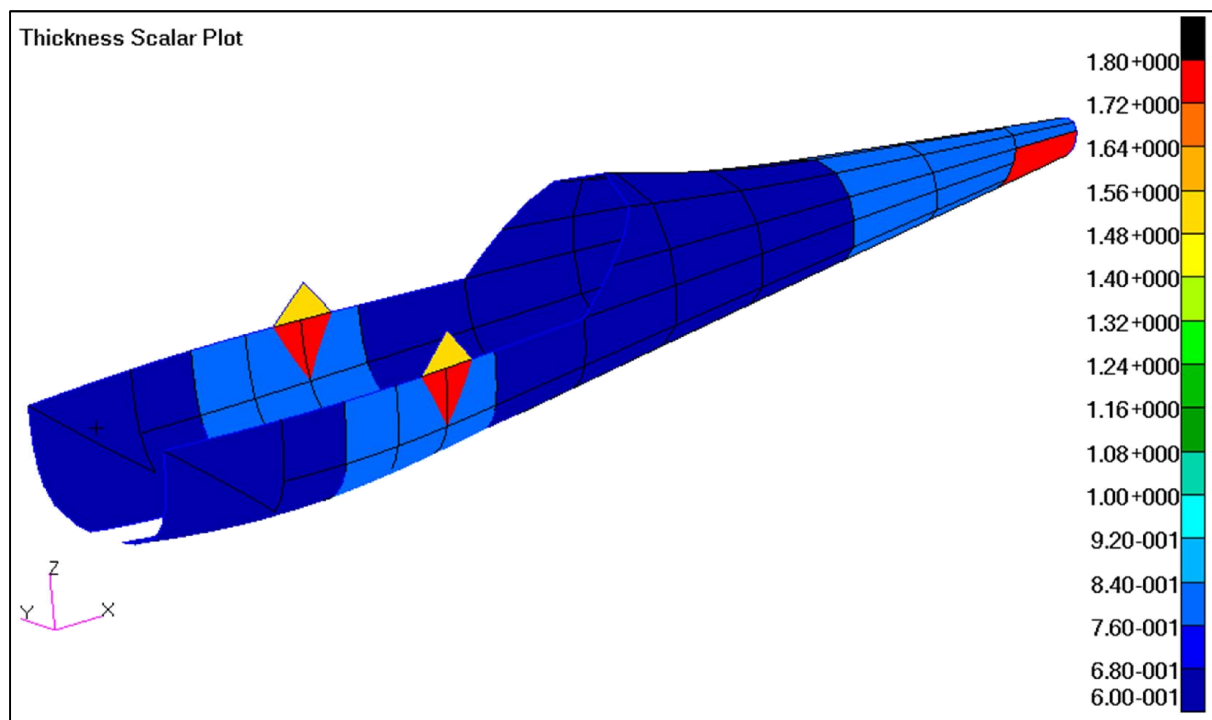
Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęty profil
AT5.52.100.00	Rama łoża	rura_25x23
	Zastrzały łoża	rura_18x16

Tab. 8. Profile użyte do modelowania belek na kadłubie.

### 5.3.6. Kadłub – elementy powłokowe –pokrycie kadłuba

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęta grubość
AT5.21.001.01	pokrycie kadłuba od wręgi 1 do 3	0.6
AT5.21.002.01	pokrycie kadłuba od wręgi 3 do 5	0.8
AT5.21.003.01	pokrycie kadłuba od wręgi 5 do 7 poniżej burty	0.6
AT5.21.004.01	pokrycie kadłuba od wręgi 7 do 9 poniżej burty	0.6
AT5.21.005.01	pokrycie kadłuba od wręgi 6 do 9 powyżej burty	0.6
AT5.21.007.01	pokrycie kadłuba od wręgi 9 do 12	0.8
AT5.21.007.01	wzmocnienie w rejonie statecznika poziomego	0.8+1.0=1.8
AT5.21.008.01	od wręgi 11 do 12 po lewej stronie kadłuba	
AT5.21.002.01	wzmocnienie w rejonie mocowania wręgi	0.8+1.0=1.8
AT5.21.002.03	kapotażowej - poniżej burty	
AT5.21.160.01	węzłówka wręgi kapotażowej - powyżej burty	1.5

Tab. 9. Grubości użyte do modelowania elementów 2D na kadłubie.



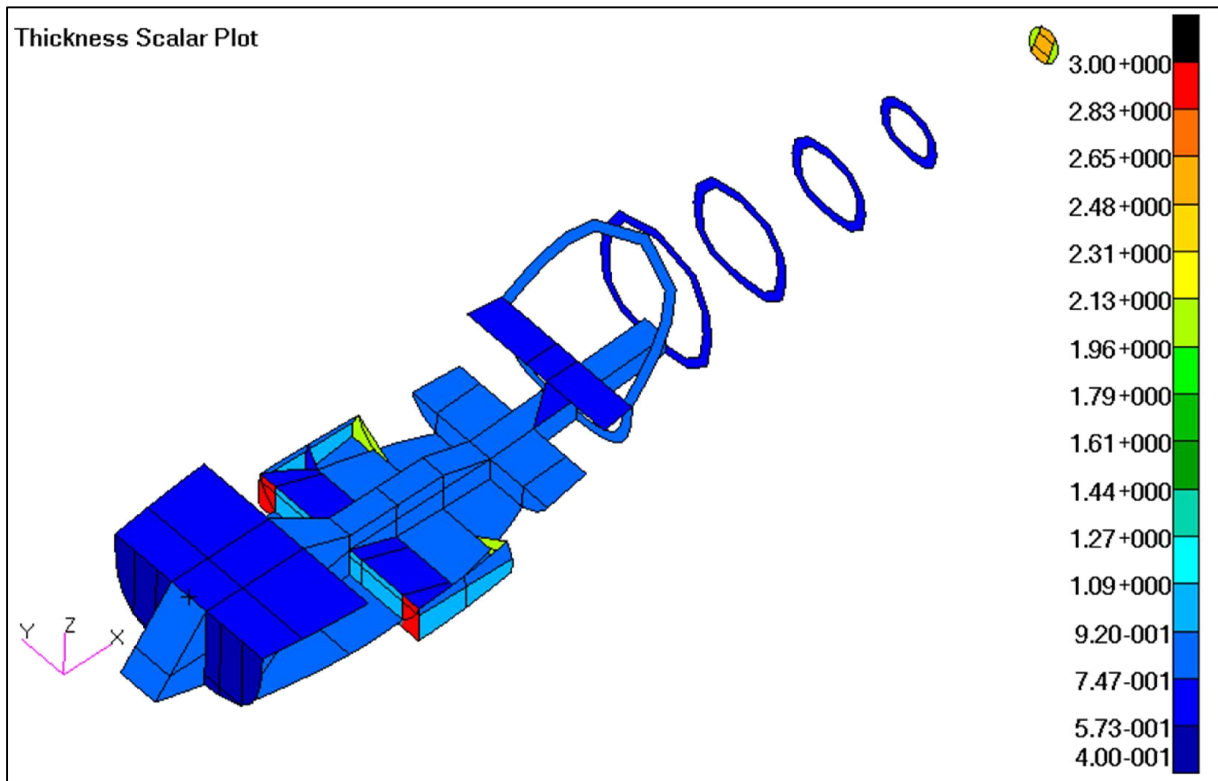
Rys. 50. Przyjęte grubości pokryć na kadłubie. [6]



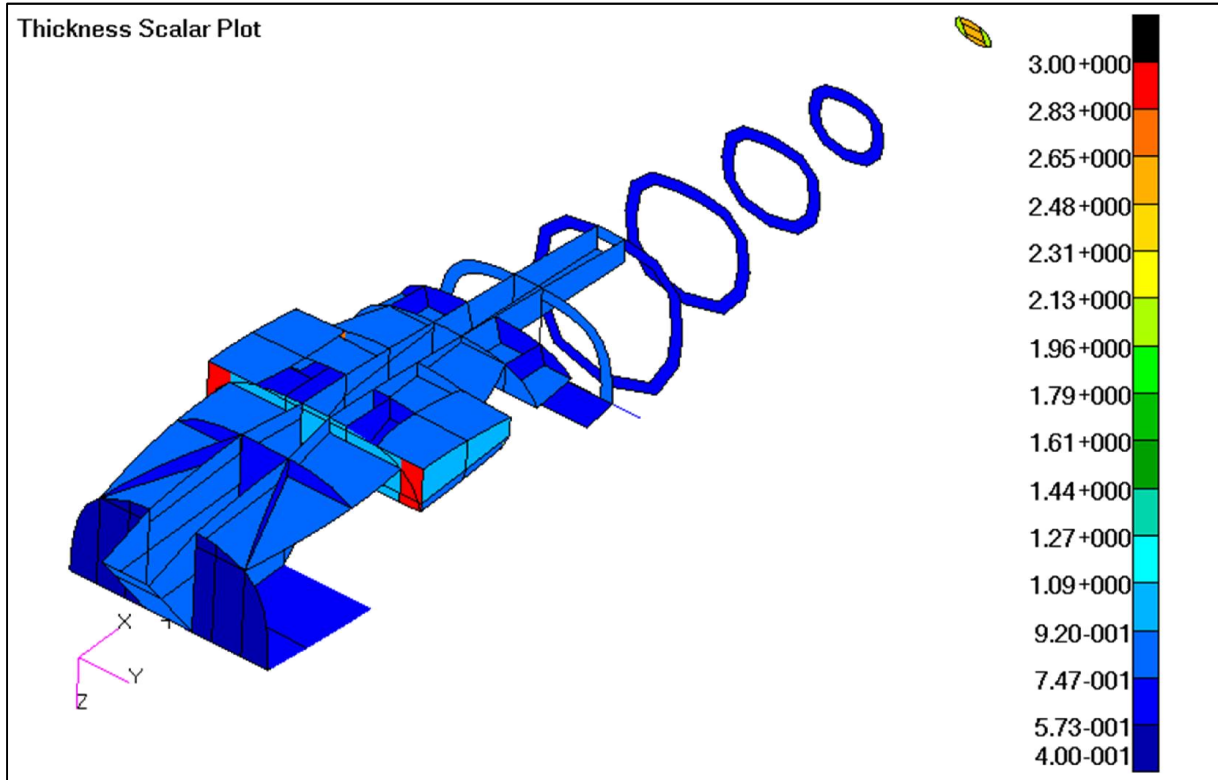
## 5.3.7. Kadłub – elementy powłokowe –środek kadłuba

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęta grubość
AT5.21.010.02	wręga 1	0.4
AT5.21.019.01	wręga 1y skośna pod podłogą	0.6
AT5.21.020.01	wręga 2	0.6
AT5.21.030.01	ścianka dźwigara kadłubowego na wrędze 3	1.0
AT5.21.030.01 AT5.21.030.02	wręga 3 ze ścianką dźwigara kadłubowego	$1.0+2 \times 1.0=3.0$
AT5.21.035.01	wręga 3x	0.6
AT5.21.260.03	wręga 3x za obrysem kadłuba	0.6
AT5.21.040.01	wręga 4	0.8
AT5.21.040.02	wzmocnienie wręgi 4	2.0
AT5.21.040.01 AT5.21.040.02 AT5.21.040.04	wzmocnienie wręgi 4 przy okuciu	$2.0+2.0+2.0=6.0$
AT5.21.050.01	wręga 5	0.8
AT5.21.055.01	wręga 5x	0.6
AT5.21.060.01	wręga 6	0.8
AT5.21.065.01	wręga 6x skośna	0.8
AT5.21.070.01	wręga 7	0.6
AT5.21.080.01	wręga 8	0.6
AT5.21.090.01	wręga 9	0.6
AT5.21.100.01	wręga 10	0.6
AT5.21.120.01	wręga 12 poza dźwigarem statecznika	2.0
AT5.21.120.01 AT5.31.100.01	wręga 12 na połączeniu z dźwigarem statecznika	$2.0+0.6=2.6$
AT5.21.310.01	półka agregatów z przodu kadłuba	0.6
AT5.21.251.01	podłoga od wręgi 1 do 3	0.8
AT5.21.252.01	podłoga od wręgi 3 do 3x	0.6
AT5.21.253.01	podłoga od wręgi 3x do 5	0.8
AT5.21.255.01	podłoga od wręgi 5 do 5x	0.8
AT5.21.036.00	podpórka między wręga 3 a 3x przy kanale	0.6
AT5.21.037.00	podpórka między wręga 3 a 3x przy okuciach	0.6
AT5.21.000.51	podpórka między wręgą 5 a 5x	0.6
AT5.21.320.01	półka przy 6 wrędze	0.6
AT5.21.271.00	podpórka przy 6 wrędze	0.6
AT5.21.212.01	bok kanału od osi podwozia przedniego do wręgi 3	0,8
AT5.21.217.01	skośny przód kanału przed wręgą 1	0,8
AT5.21.216.01	góra kanału od wręgi 2 do 3	0,8
AT5.21.211.01	bok kanału od wręgi 3 do 7 (do końca kanału)	0,8
AT5.21.215.01	góra kanału od wręgi 3 do 7 (do końca kanału)	0,8
AT5.21.202.01	ściana w kanale na wrędze 2	0,6

Tab. 10. Grubości użyte do modelowania elementów 2D na kadłubie.



Rys. 51. Przyjęte grubości blach na szkielecie kadłuba. [6]



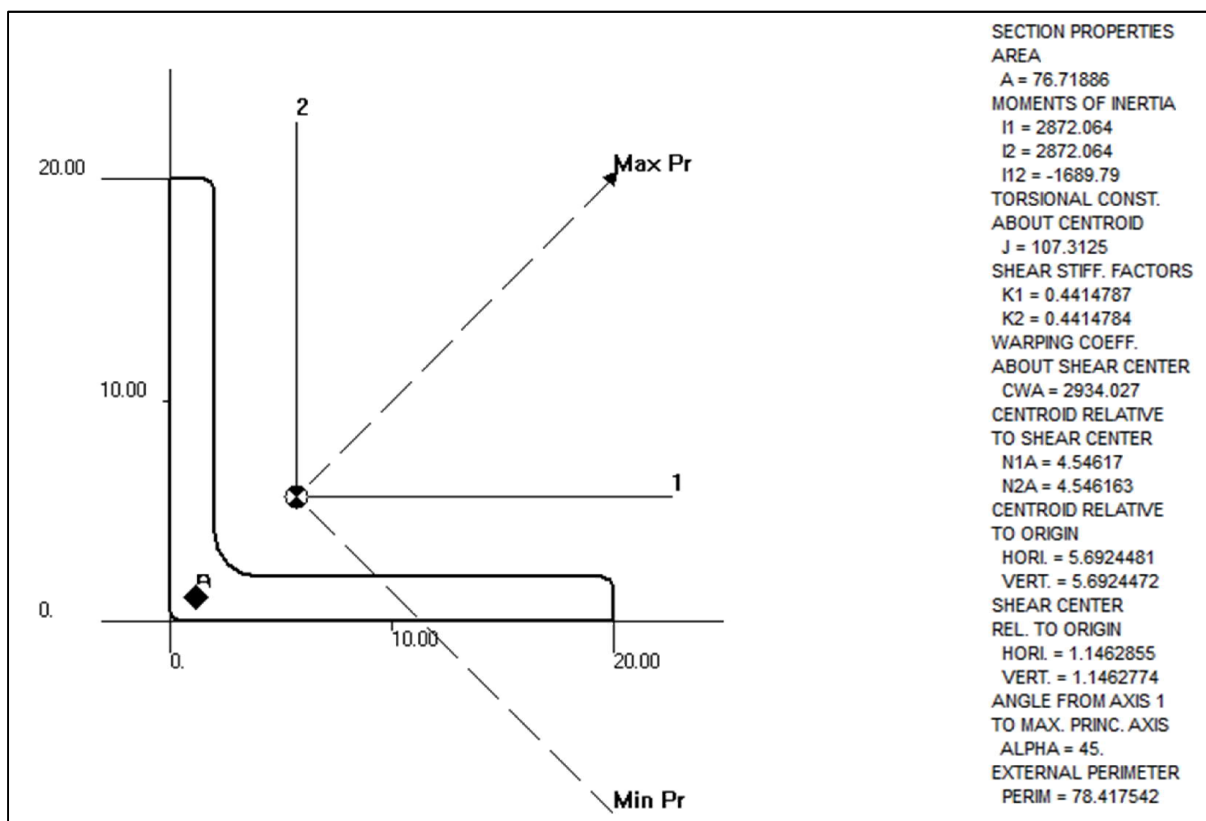
Rys. 52. Przyjęte grubości blach na szkielecie kadłuba. [6]

## 5.4. Usterzenie pionowe

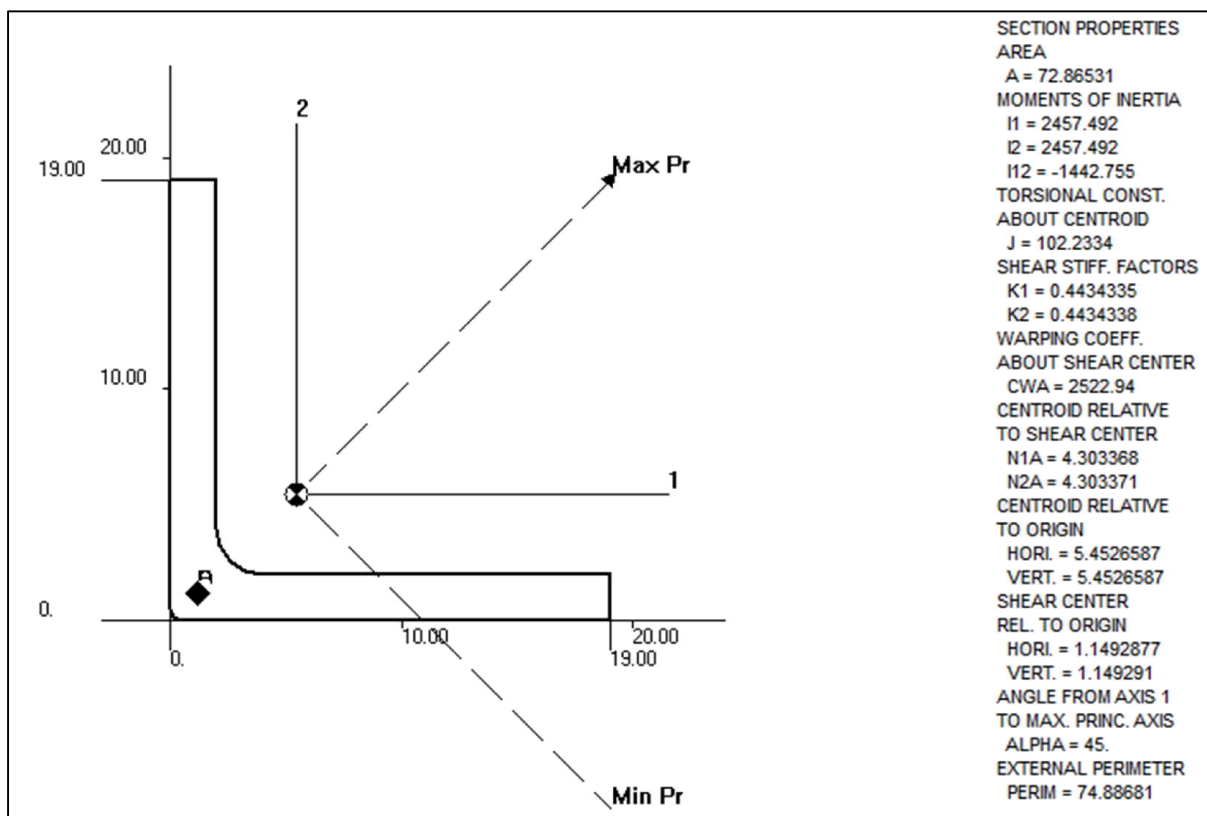
### 5.4.1. Usterzenie pionowe - elementy belkowe

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęty profil
AT5.31.100.02	pas dźwigara statecznika od kadłuba do żebra 2	kątownik_20x2.0x20x2.0
	pas dźwigara statecznika 1 węzeł za żebrem 2	kątownik_19x2.0x19x2.0
	pas dźwigara statecznika 2 węzły za żebrem 2	kątownik_18x2.0x18x2.0
	pas dźwigara statecznika 3 węzły za żebrem 2	kątownik_16.5x2.0x16.5x2.0
	pas dźwigara statecznika od żebra 4 do 6	kątownik_15x2.0x15x2.0
AT5.31.001.02	podłużnica na usterzeniu	jotownik_18x19x5x1.0
AT5.31.000.10	półka ścianki przednia na usterzeniu	płaskownik_18x0.8
AT5.31.000.13	przednie okucie usterzenia poziomego	płaskownik_44x4.0

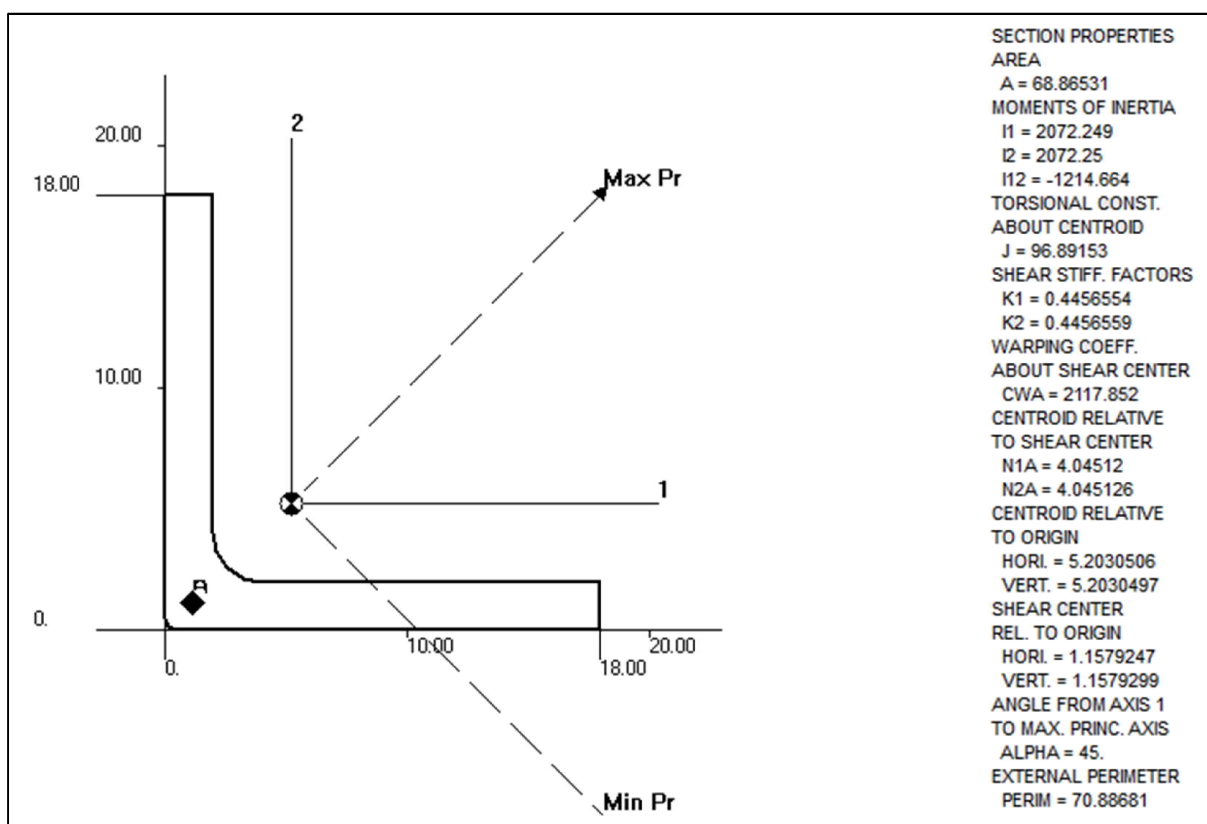
Tab. 11. Profile użyte do modelowania belek na usterzeniu pionowym.



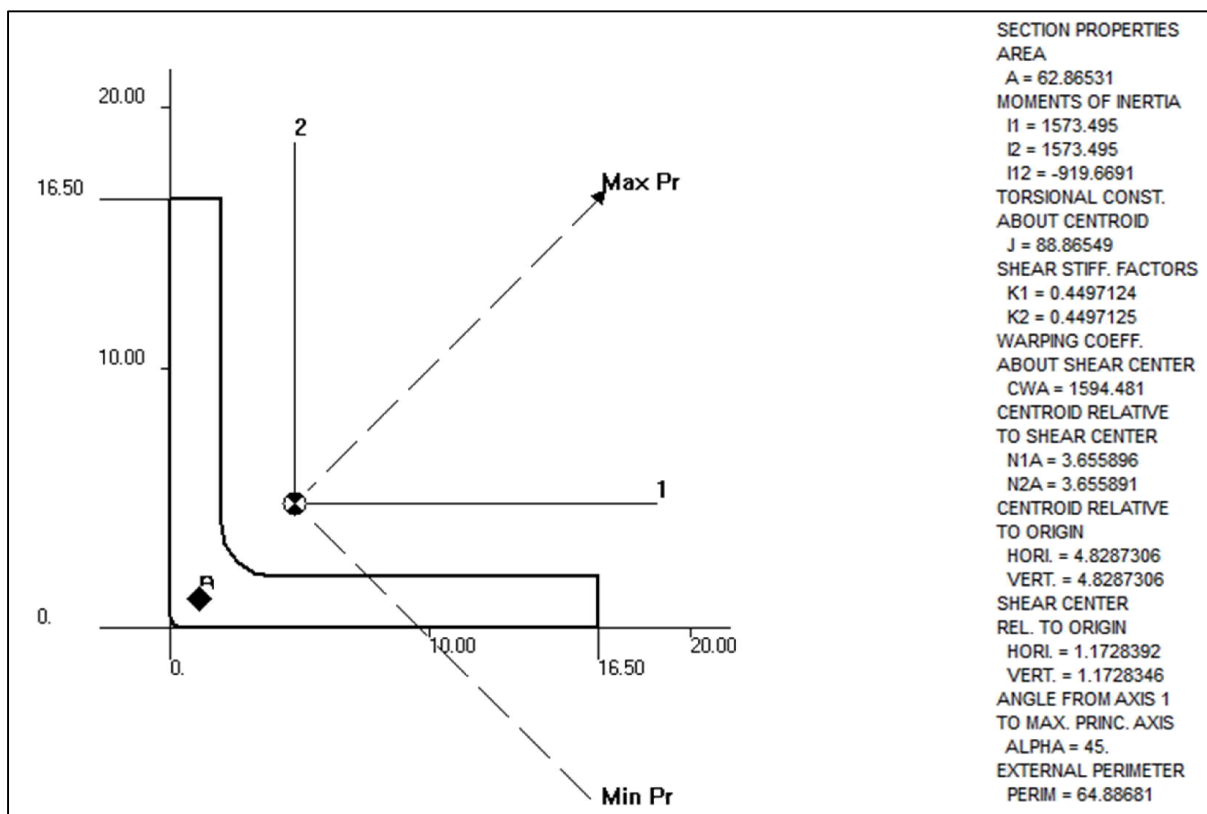
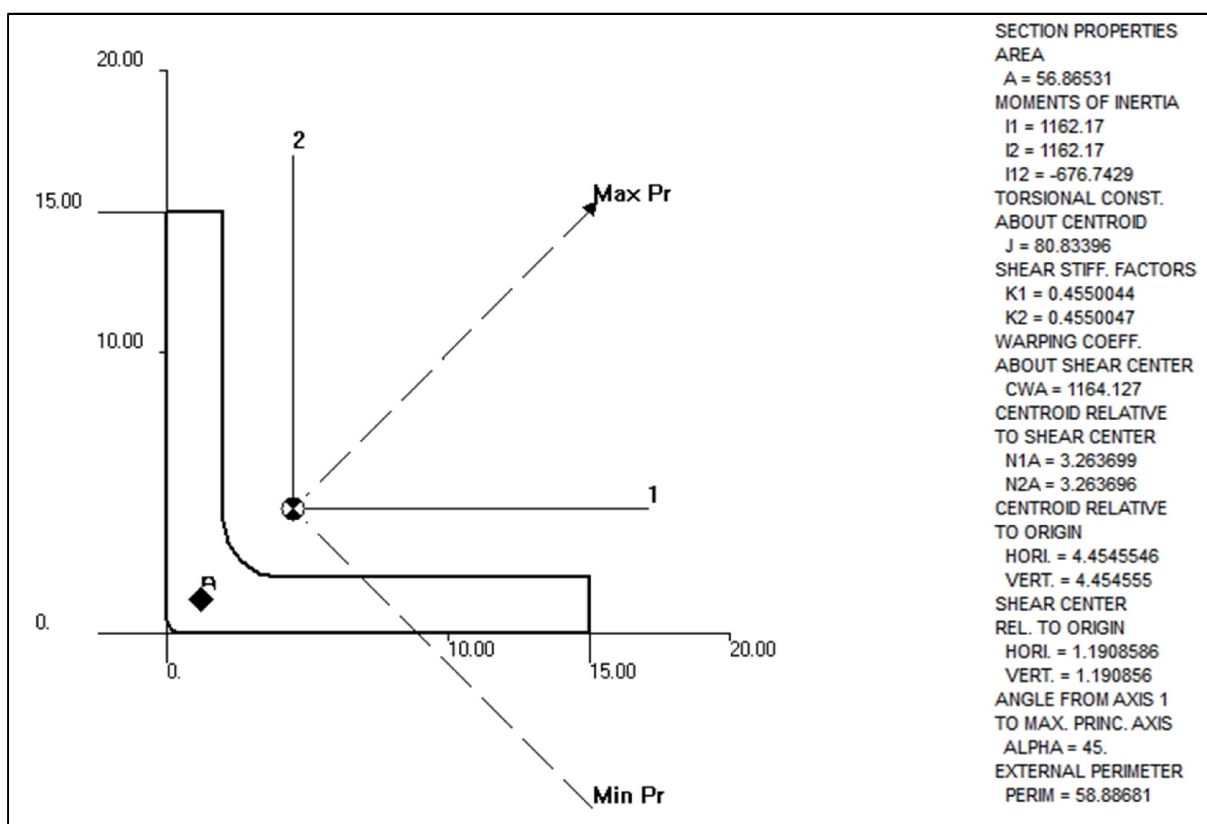
Rys. 53. Właściwości geometryczne profilu: kątownik\_20x2.0x20x2.0 [7].

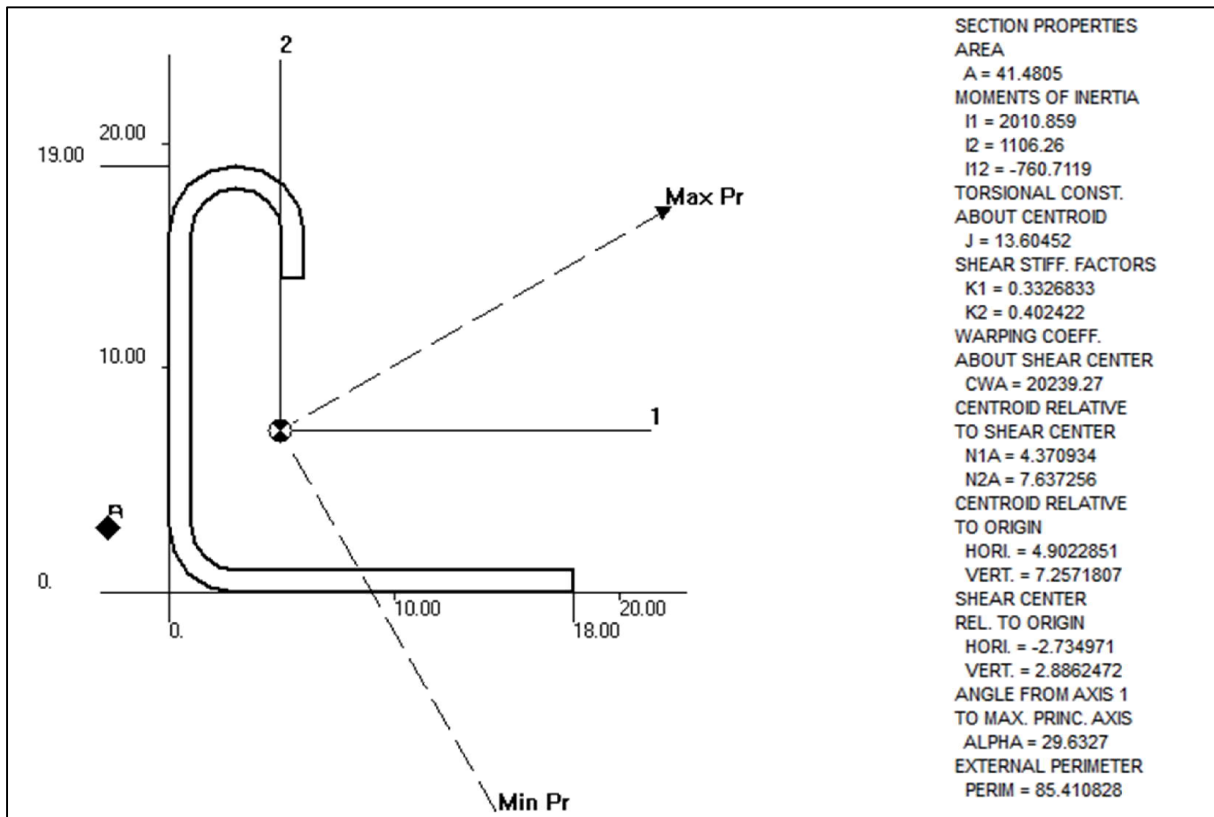


Rys. 54. Właściwości geometryczne profilu: kątownik\_19x2.0x19x2.0 [7].



Rys. 55. Właściwości geometryczne profilu: kątownik\_18x2.0x18x2.0 [7].

Rys. 56. Właściwości geometryczne profilu: kątownik<sub>16.5x2.0x16.5x2.0</sub> [7].Rys. 57. Właściwości geometryczne profilu: kątownik<sub>15x2.0x15x2.0</sub> [7].

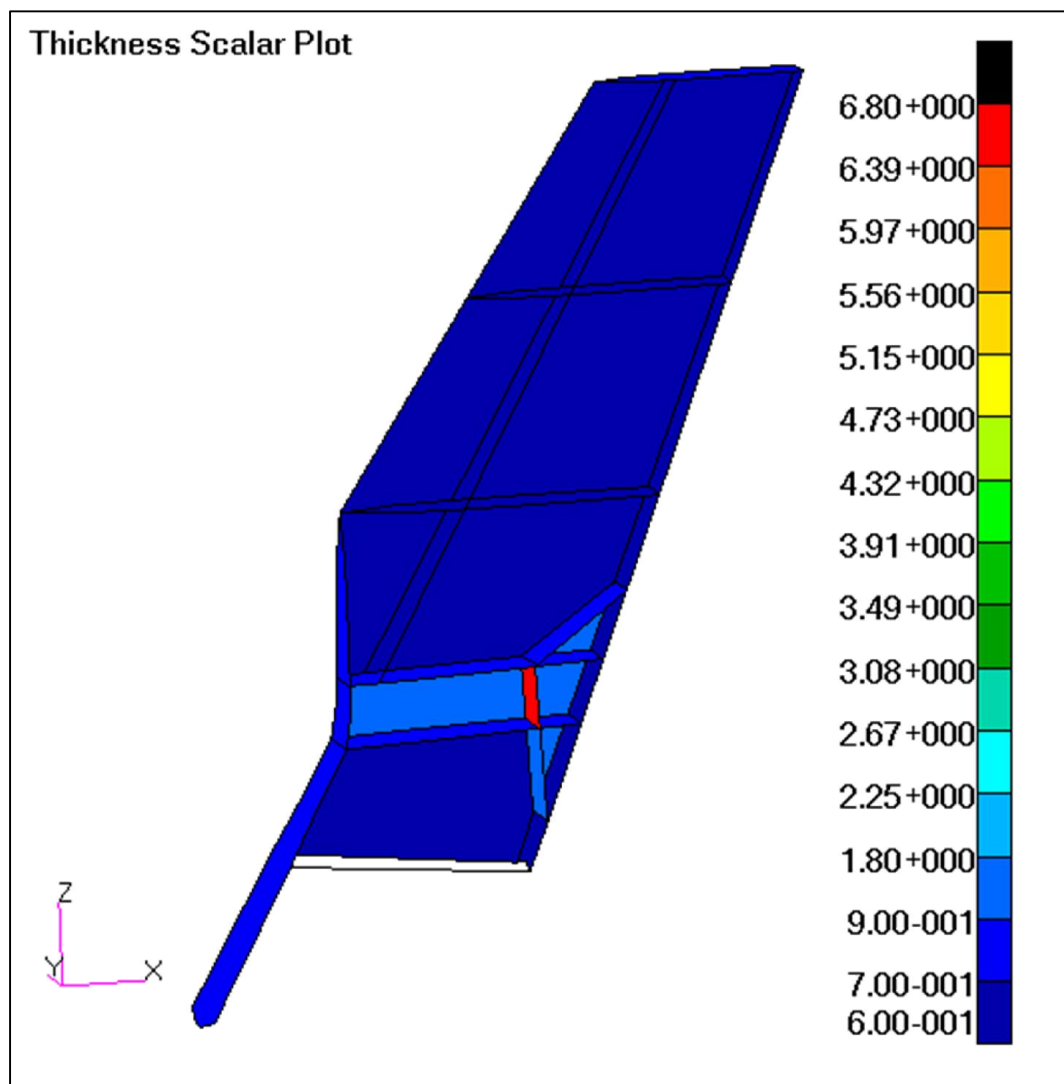


Rys. 58. Właściwości geometryczne profilu: jotownik\_18x19x5x1.0 [7].

**5.4.2. Usterzenie pionowe - elementy powłokowe**

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęta grubość
AT5.31.000.10	ścianka przednia statecznika	0.8
AT5.31.100.01	ścianka dźwigara statecznika	0.6
AT5.31.000.51 AT5.31.000.52 AT5.31.000.56	ścianka - tylne okucia UH pomiędzy żebrem 1 a 2	$1.0+1.0+4.8=6.8$
AT5.31.000.52	ścianka - tylne okucia UH poniżej żebra 1	1.0
AT5.31.000.53	ścianka - tylne okucia UH powyżej żebra 2	0.8
AT5.31.001.01	pokrycie statecznika	0.6
AT5.31.001.03 AT5.31.001.01	nakładka na pokrycie w obszarze okuć UH	$0.6+0.8=1.4$
AT5.31.000.31	żebro 1	0.8
AT5.31.000.32	żebro 2	0.8
AT5.31.000.33	żebro 3	0.6
AT5.31.000.34	żebro 4	0.6
AT5.31.000.35	żebro 5	0.8

Tab. 12. Grubości użyte do modelowania elementów 2D na usterzeniu pionowym.



Rys. 59. Przyjęte grubości blach na usterzeniu pionowym (pominięto lewe boczne pokrycie). [6].

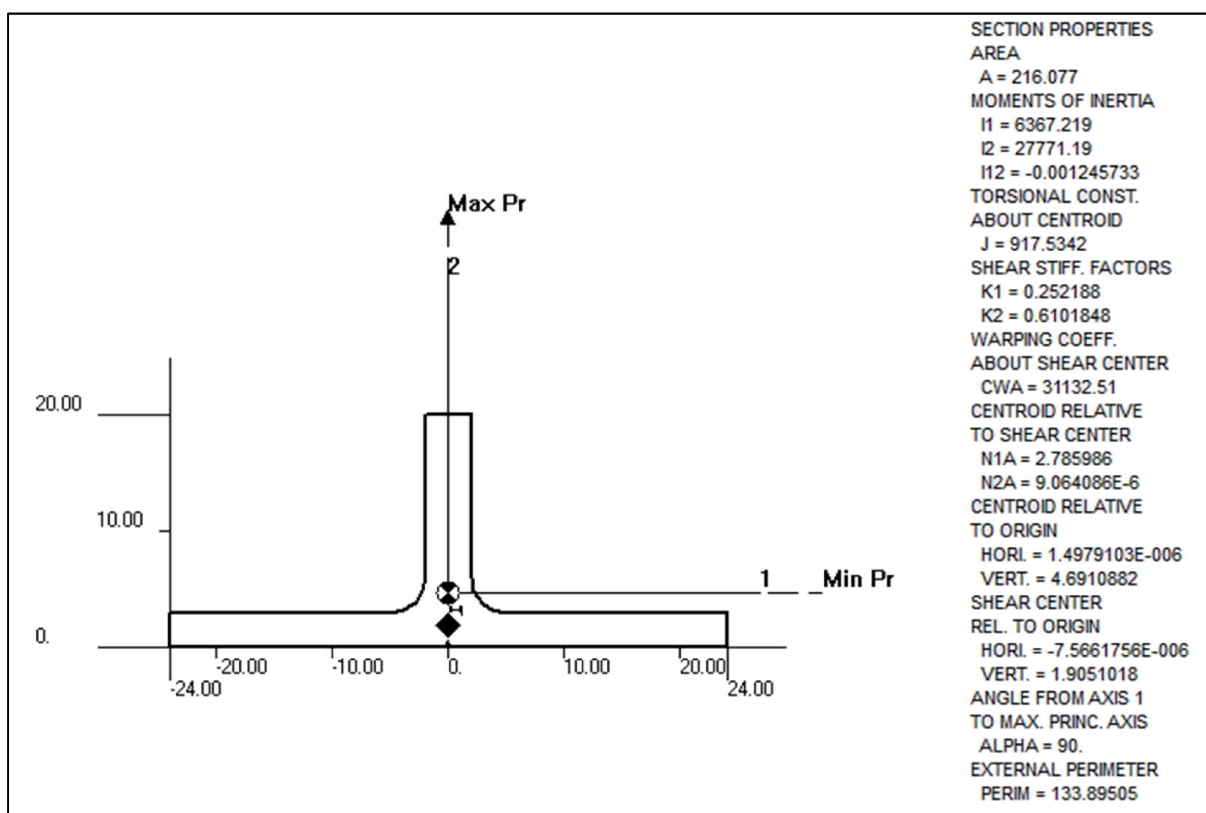


## 5.5. Usterzenie poziome

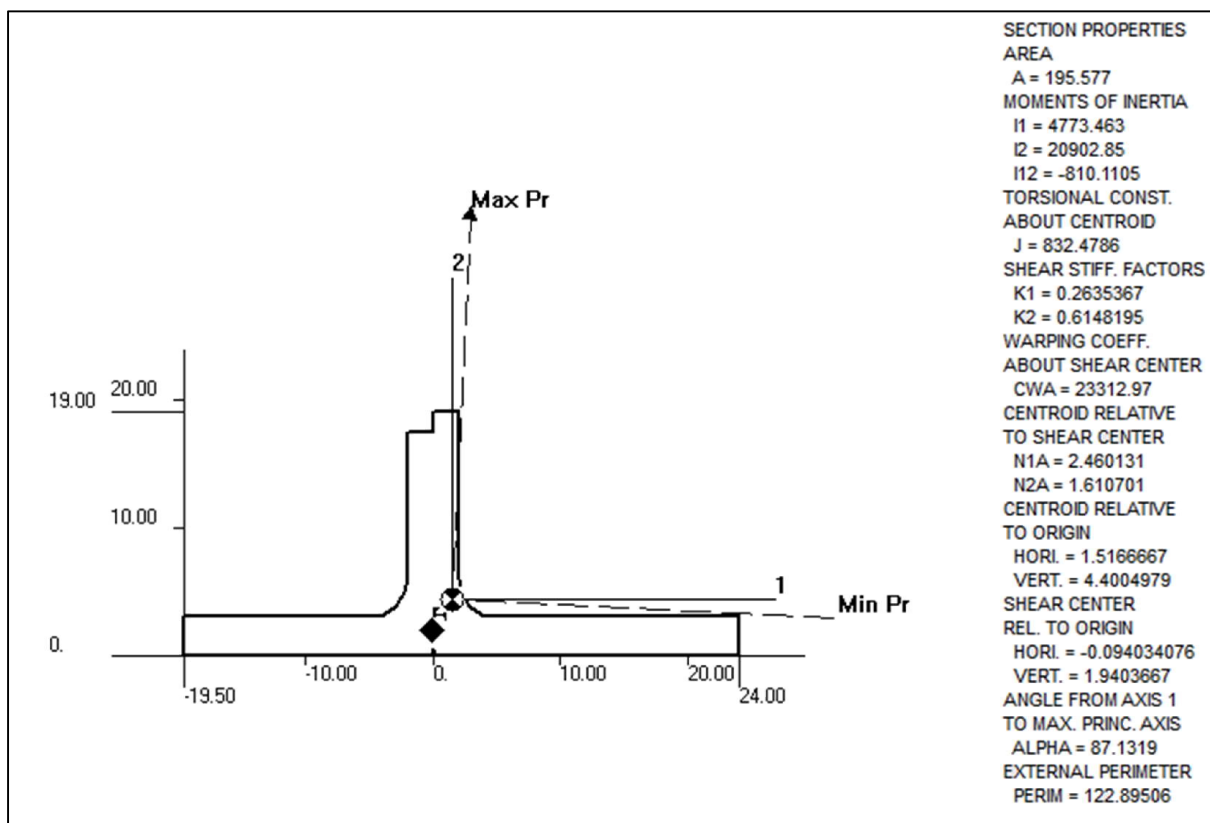
### 5.5.1. Usterzenie poziome - elementy belkowe

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęty profil
AT5.33.100.02 AT5.33.100.04	pas dźwigara od żebra 1 do żebra 2	2xkątownik_24x3.0x20x2.0
	pas dźwigara między żebrem 2 a 3	kątowniki_24x3.0x19x2.0_19.5x3.0x17.5x2.0
	pas dźwigara – żebro 3	kątowniki_22x3.0x16.75x2.0_15x3.0x15x2.0
	pas dźwigara między żebrem 3 a 4	kątownik_19x3.0x15x2.0
	pas dźwigara – od żebra 4 do 6	kątownik_18x3.0x15x2.0
AT5.33.001.02	podłużnica na stateczniku	jotownik_16x16x3x0.6
AT5.33.010.01	półka ścianki przedniej	płaskownik_15x0.8

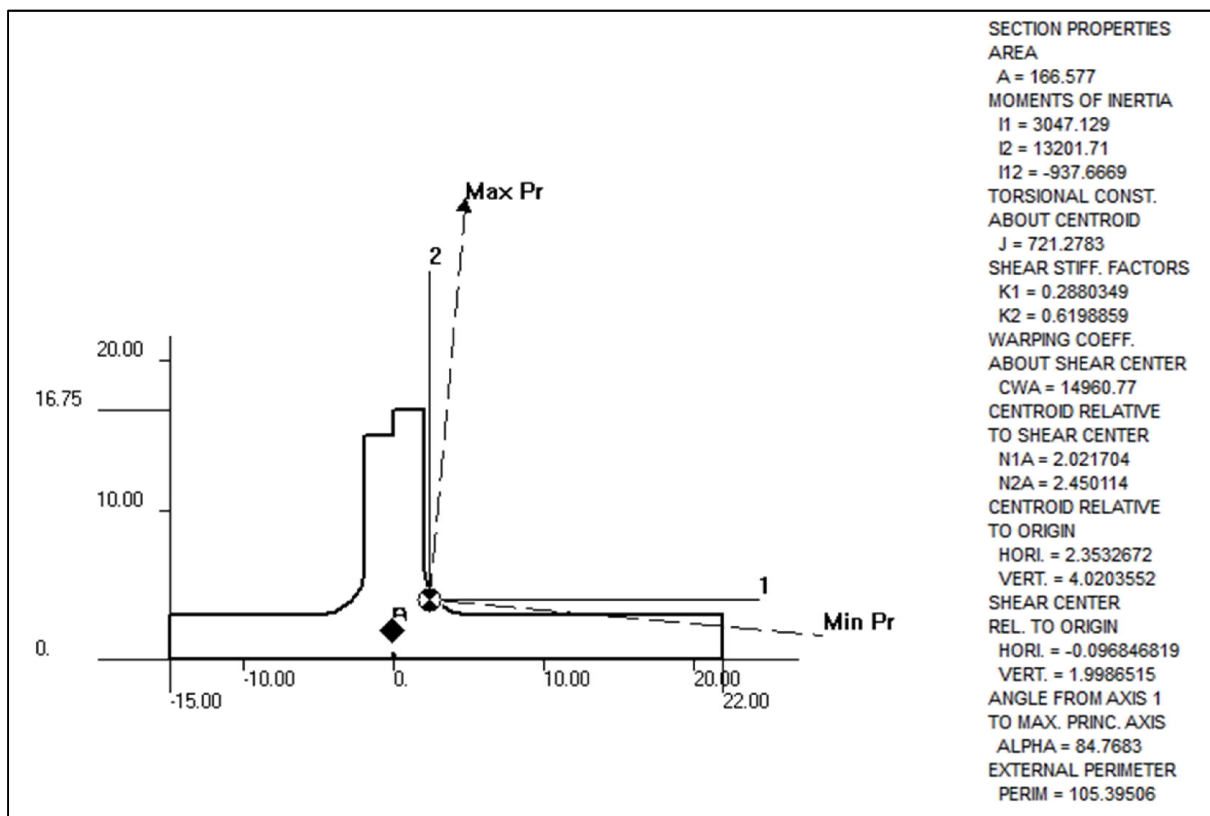
Tab. 13. Profile użyte do modelowania belek na usterzeniu poziomym.



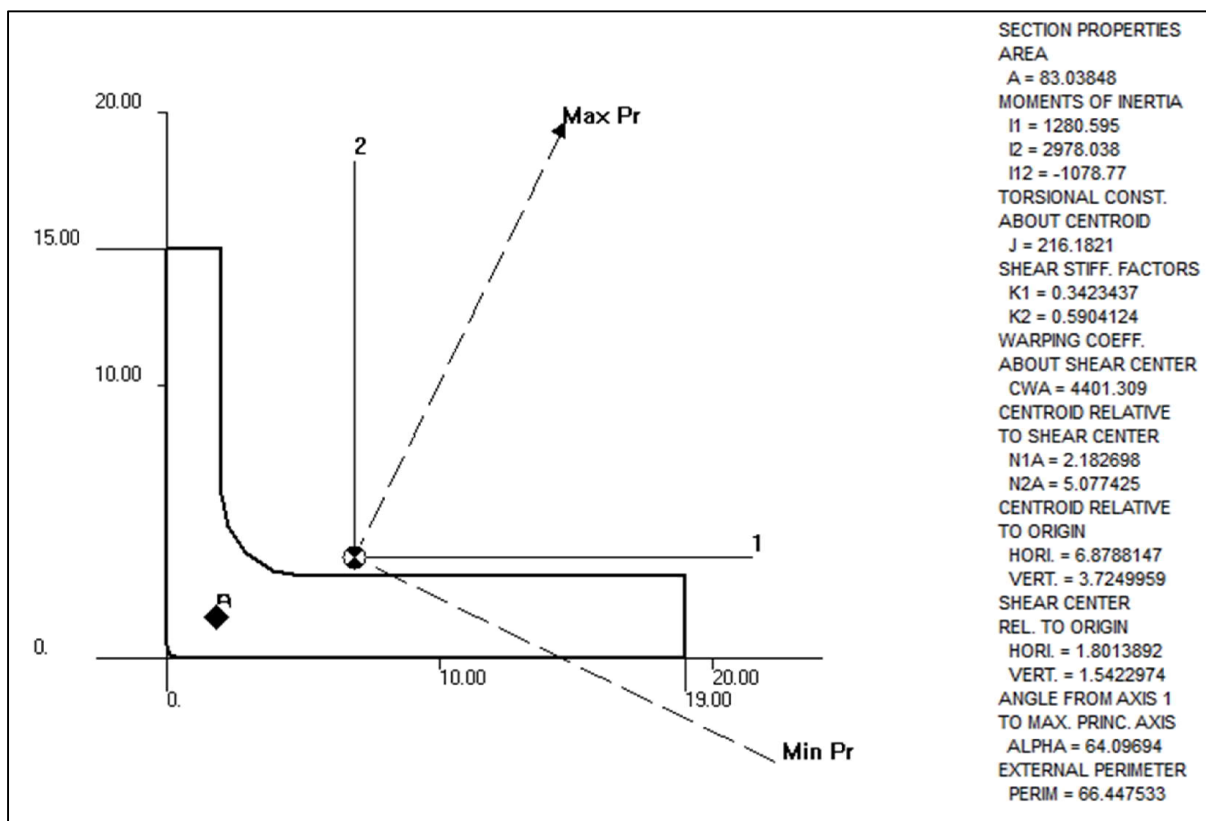
Rys. 60. Właściwości geometryczne profilu: 2xkątownik\_24x3.0x20x2.0 [7].



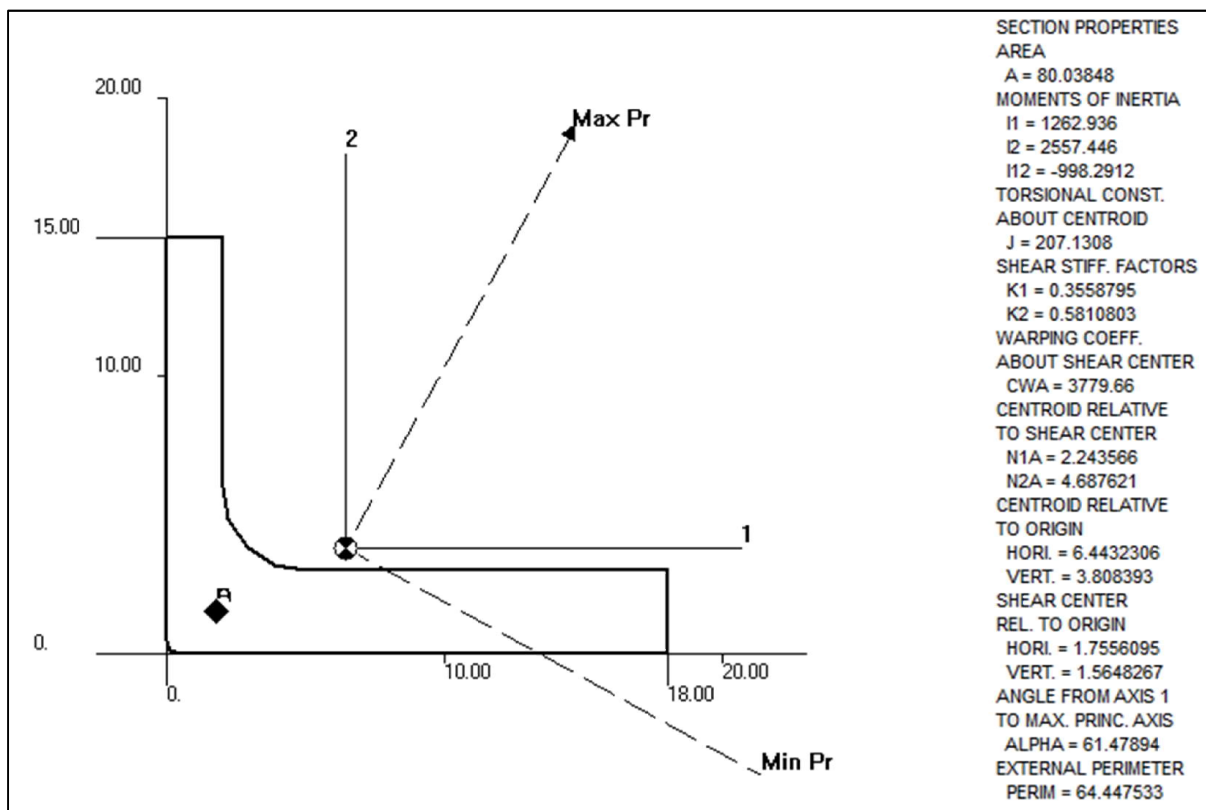
Rys. 61. Właściwości geometryczne profilu: kątowniki\_24x3.0x19x2.0\_19.5x3.0x17.5x2.0 [7].



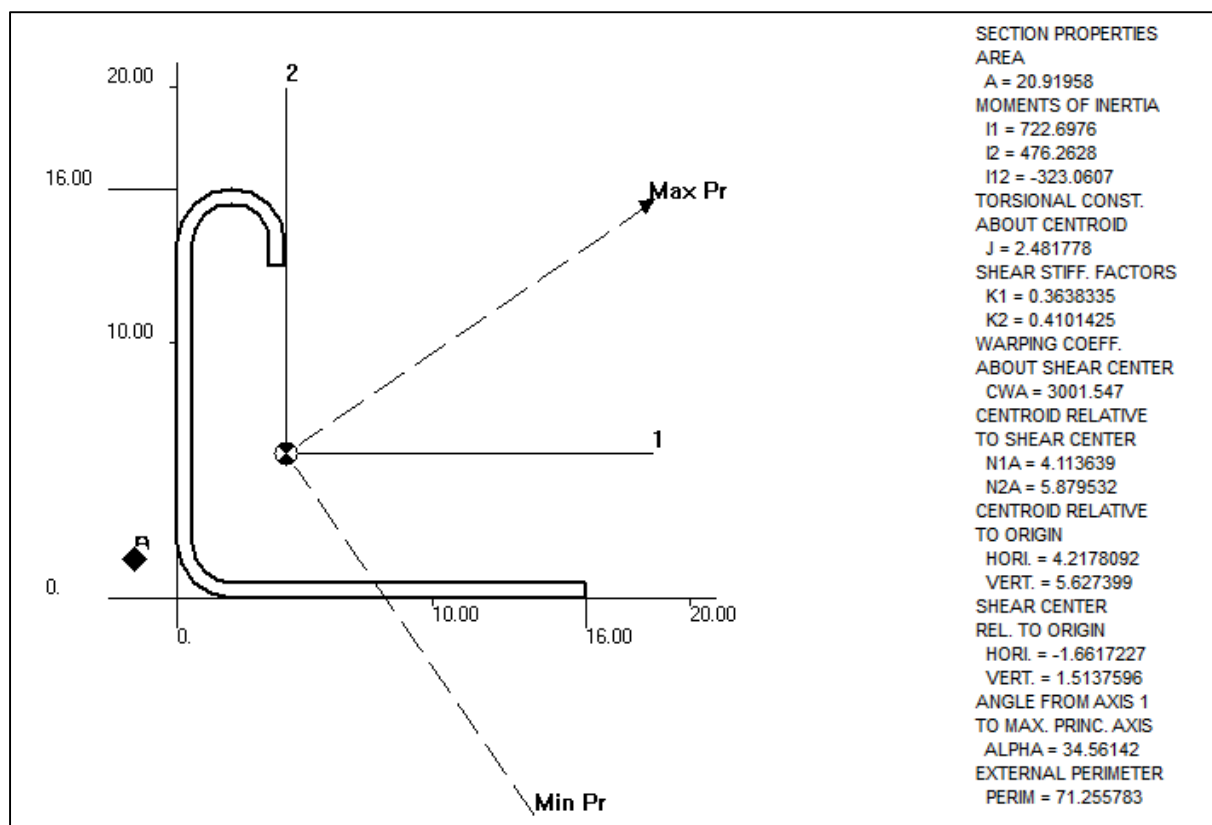
Rys. 62. Właściwości geometryczne profilu: kątowniki\_22x3.0x16.75x2.0\_15x3.0x15x2.0 [7].



Rys. 63. Właściwości geometryczne profilu: kątownik\_19x3.0x15x2.0 [7].



Rys. 64. Właściwości geometryczne profilu: kątownik\_18x3.0x15x2.0 [7].

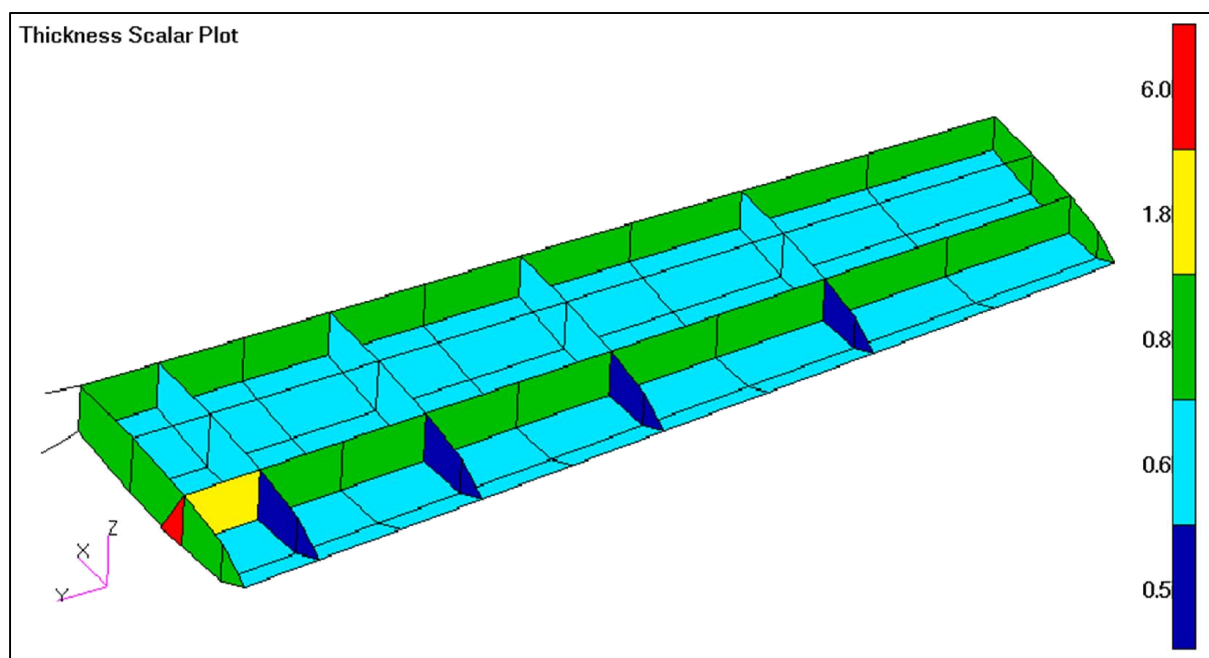


Rys. 65. Właściwości geometryczne profilu: jotownik\_16x16x3x0.6 [7].

### 5.5.2. Usterzenie poziome - elementy powłokowe

Numer detalu	Nazwa opisowa	Przyjęta grubość
AT5.33.001.01	pokrycie dolne i górne	0.6
AT5.33.100.01	ścianka dźwigara statecznika	0.8
AT5.33.010.01	ścianka przednia	0.8
AT5.33.010.03 AT5.33.010.01	wzmocnienie ścianki przedniej między 1 a 2 żebrem	$1.0+0.8=1.8$
AT5.33.010.02 AT5.33.010.04	okucie na ścianie przedniej	$3.0+3.0=6.0$
AT5.33.000.31	żebro 1 część kesonowa	0.8
AT5.33.000.21	żebro 1 część noskowa	0.8
AT5.33.000.34	żebro 2 część kesonowa	0.6
AT5.33.000.24	żebro 2 część noskowa	0.5
AT5.33.000.35	żebro 3 część kesonowa	0.6
AT5.33.000.25	żebro 3 część noskowa	0.5
AT5.33.000.36	żebro 4 część kesonowa	0.6
AT5.33.000.26	żebro 4 część noskowa	0.5
AT5.33.000.37	żebro 5 część kesonowa	0.6
AT5.33.000.27	żebro 5 część noskowa	0.5
AT5.33.000.39	żebro 6 całe	0.8

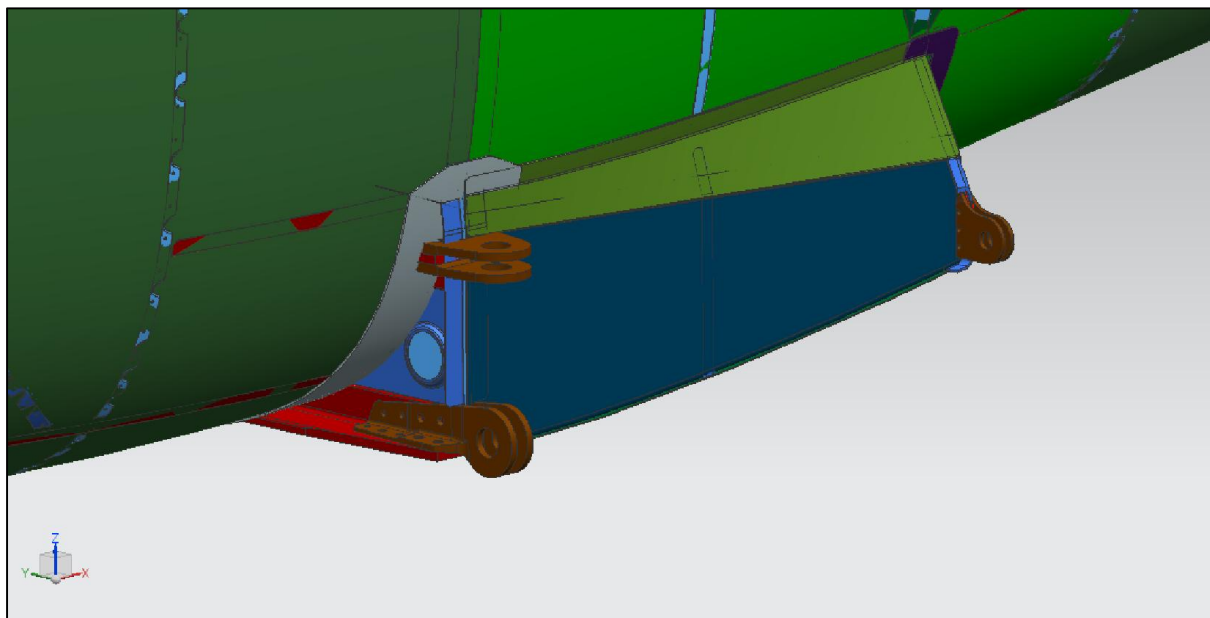
Tab. 14. Grubości użyte do modelowania elementów 2D na usterzeniu poziomym.



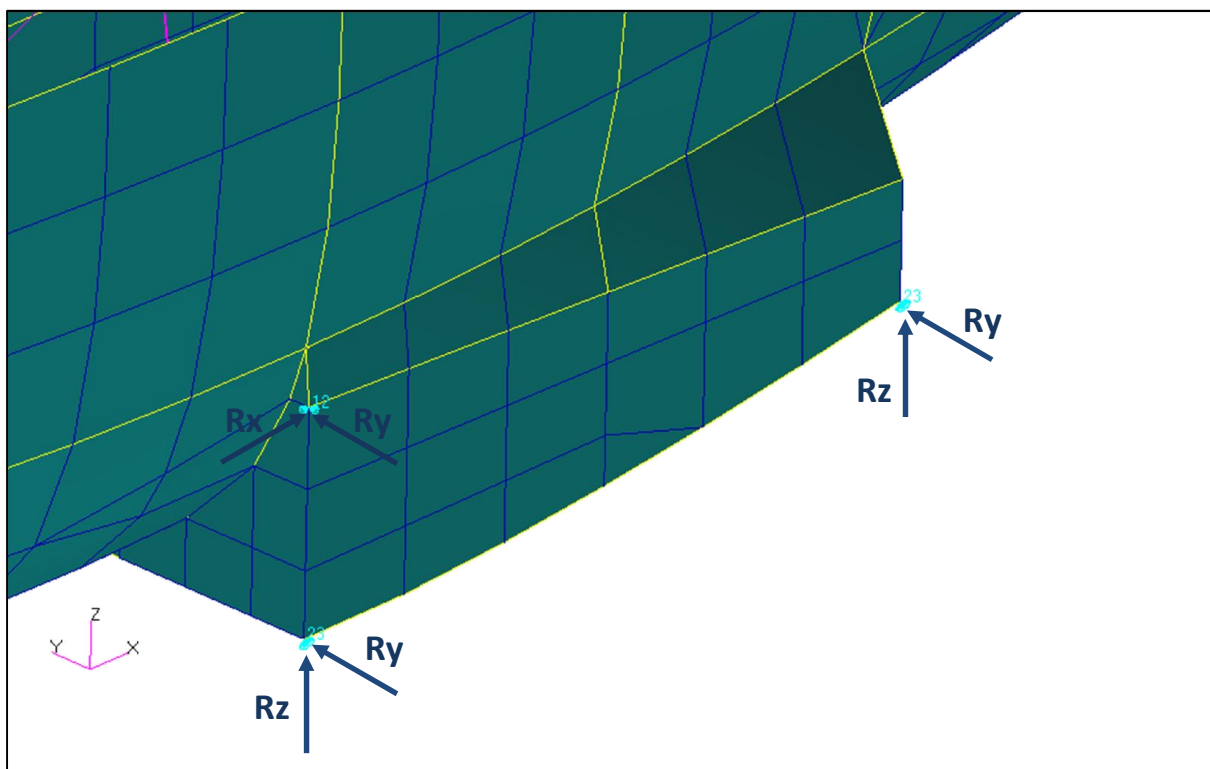
Rys. 66. Przyjęte grubości na usterzeniu poziomym – przedstawiono lewy statecznik, pominięto górne pokrycie. [6]

## 6. Utwierdzenie i obciążenie modelu

Model został utwierdzony w okuciach skrzydeł, co jest przedstawione na poniższych rysunkach.



Rys. 67. Okucia na kadłubie. [2]



Rys. 68. Utwierdzenie modelu – odebrane stopnie swobody w miejscach okuć. [6]





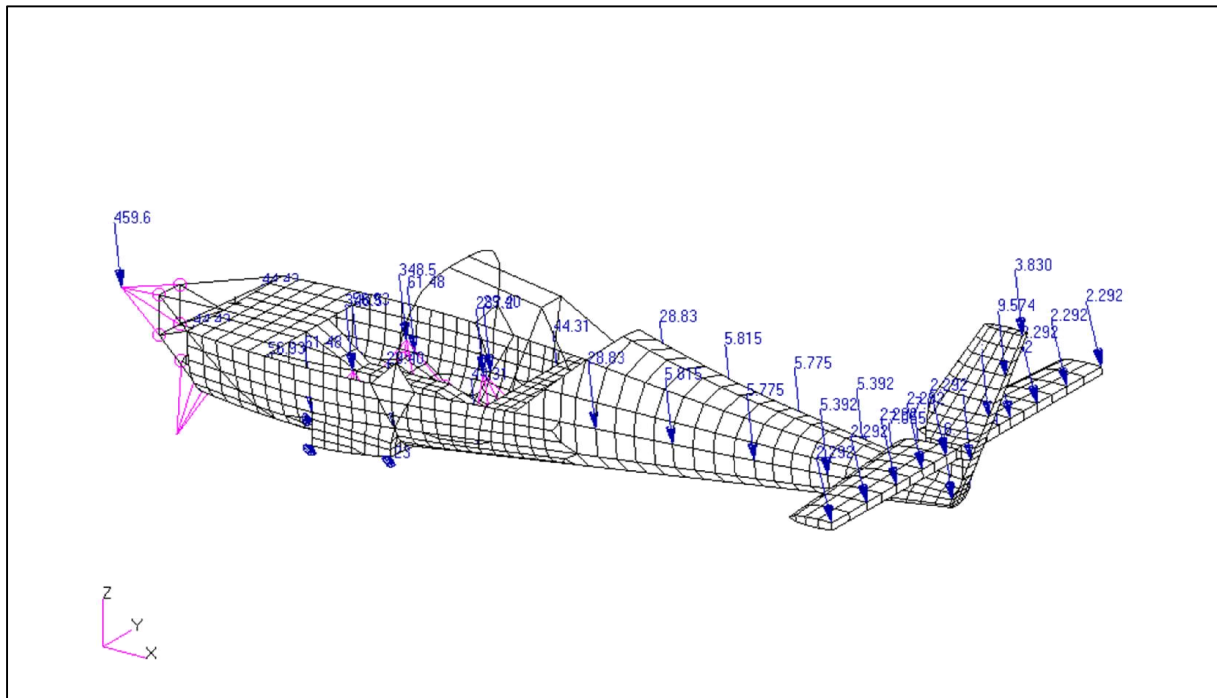
## 7. Wyniki obliczeń

Dla każdego przypadku obciążeń stworzono następujące mapki:

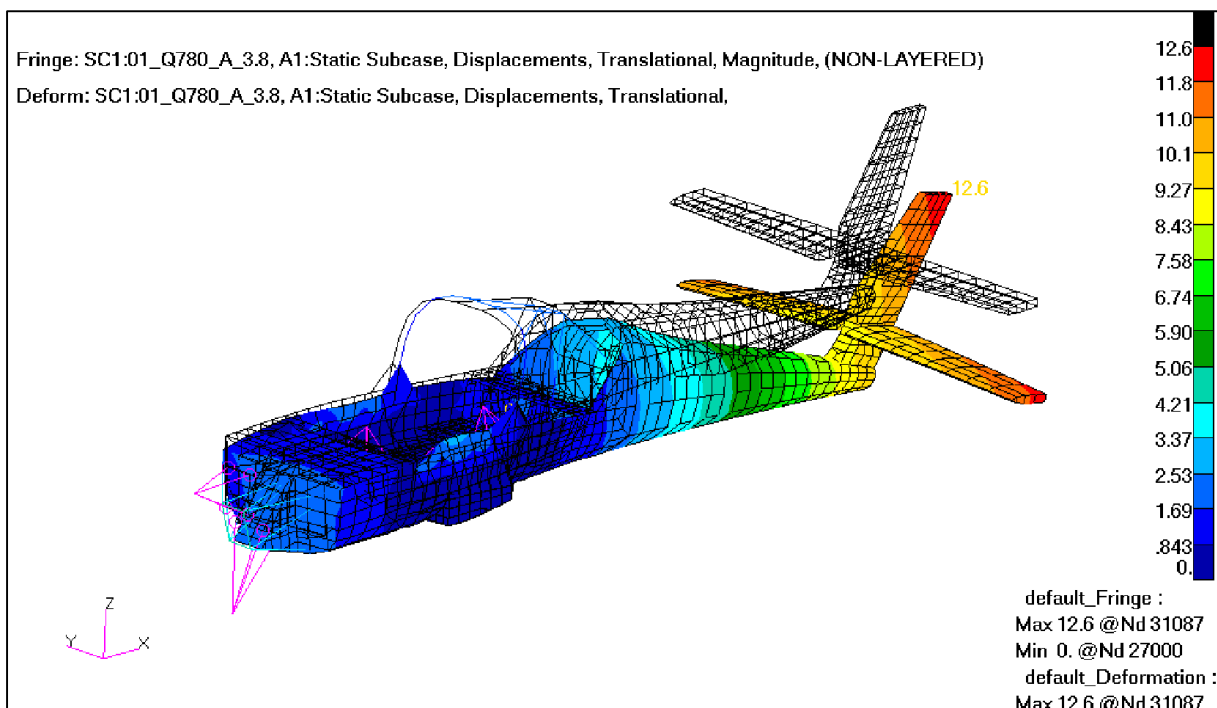
- przyłożone obciążenie (kG).
- odkształcenie struktury (mm).
- naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG).
- siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG).
- naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia ścianające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia ścianające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- siły w kątownikach w kanale (kG).
- naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- siły w pasach dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG).
- naprężenia ścinające w ściance dźwigara kadłubowego na wrędze 3 ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kG).
- naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach u. pion. ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG).
- naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach u. poziom ( $\text{kG/mm}^2$ ).
- naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kG/mm}^2$ ).



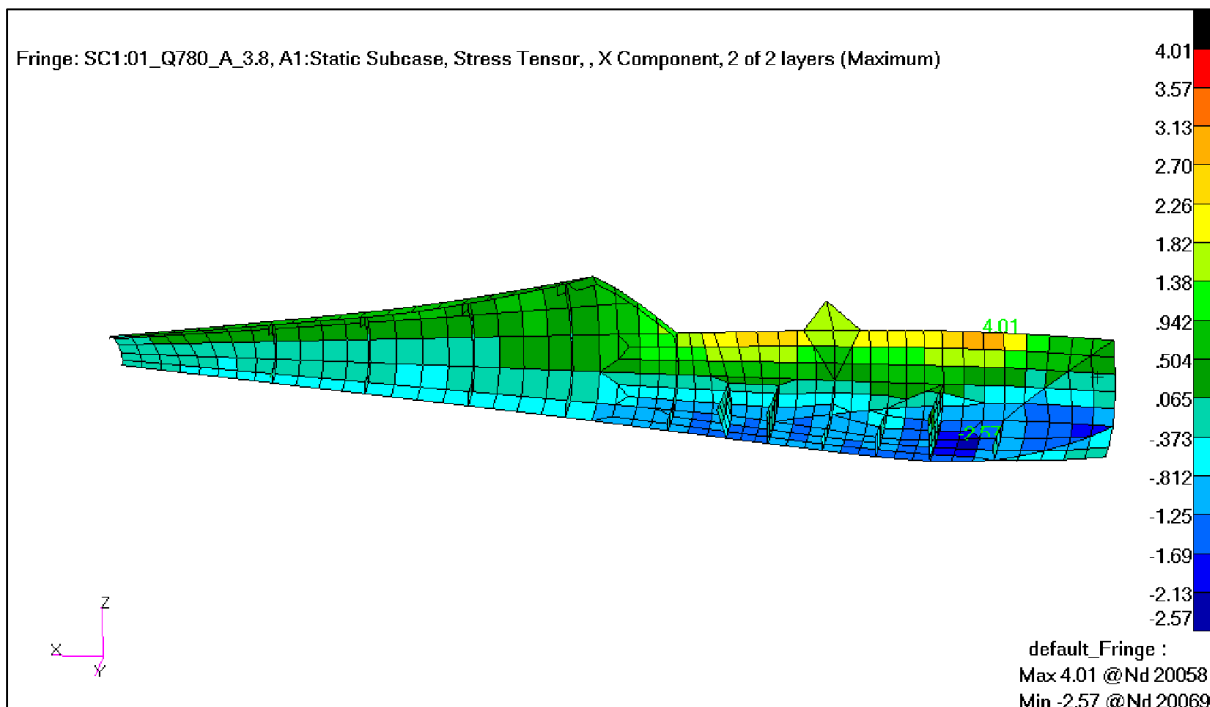
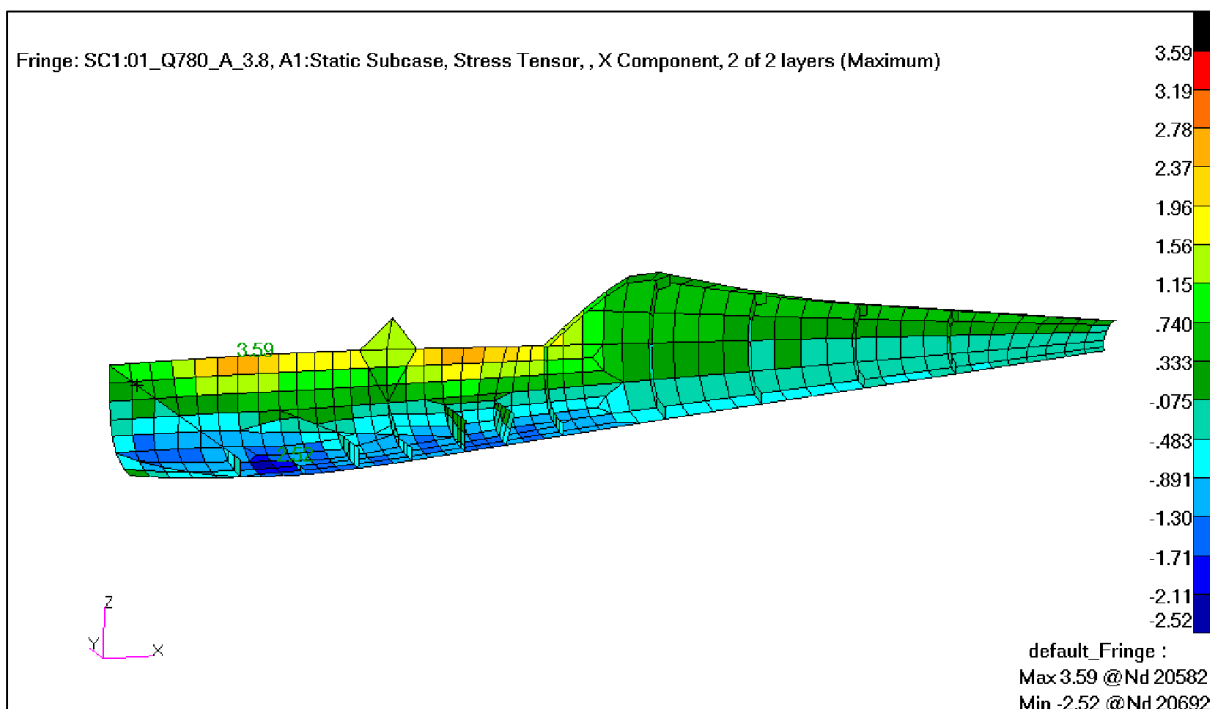
## 7.1.Przypadek 1 - masa 780 kg – punkt A krzywej wyrwania, n=3,8

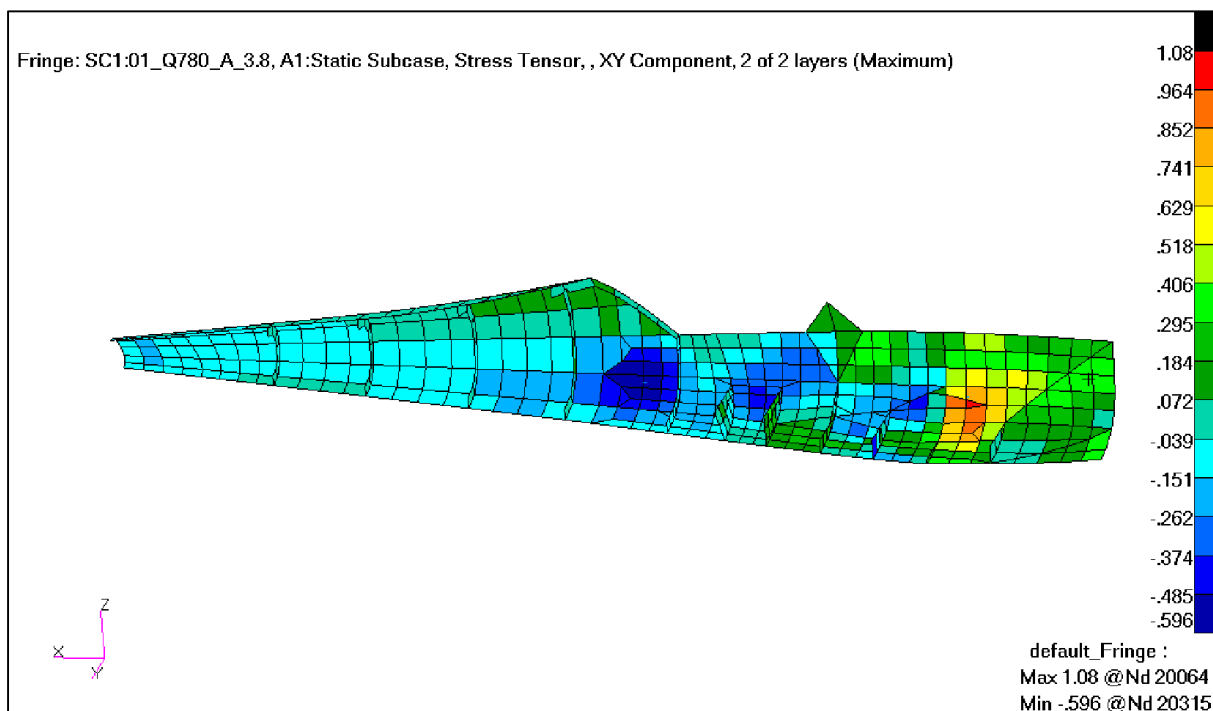
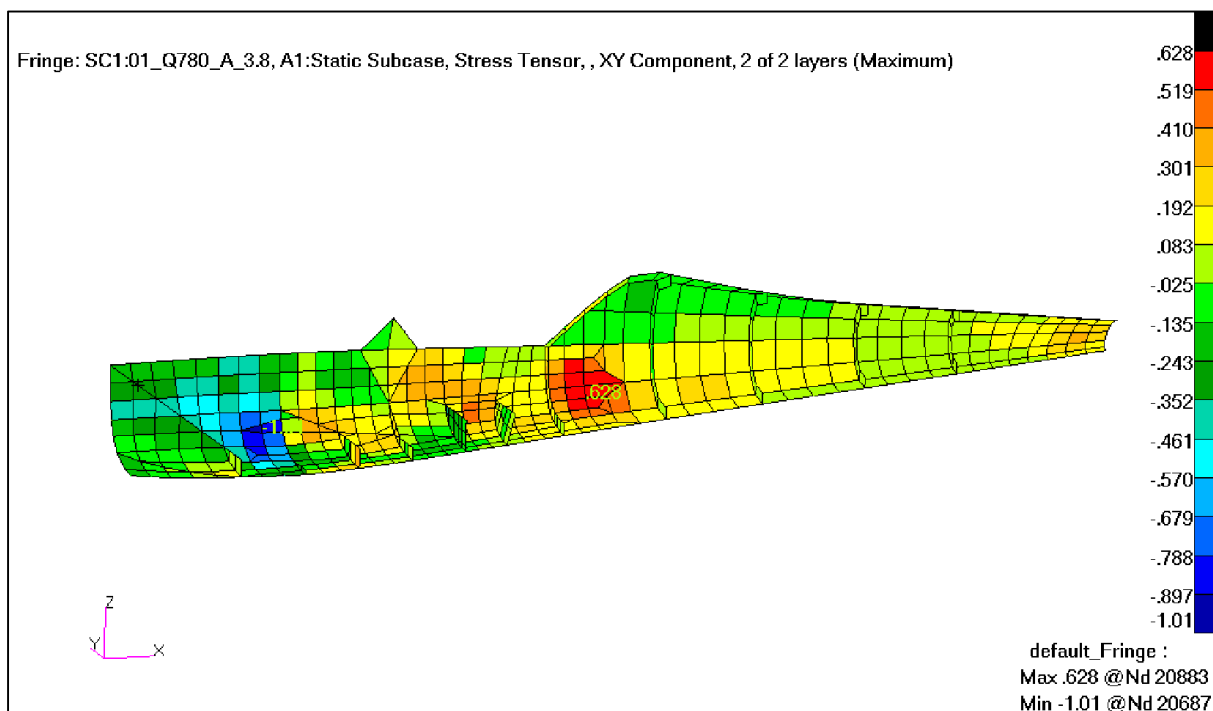


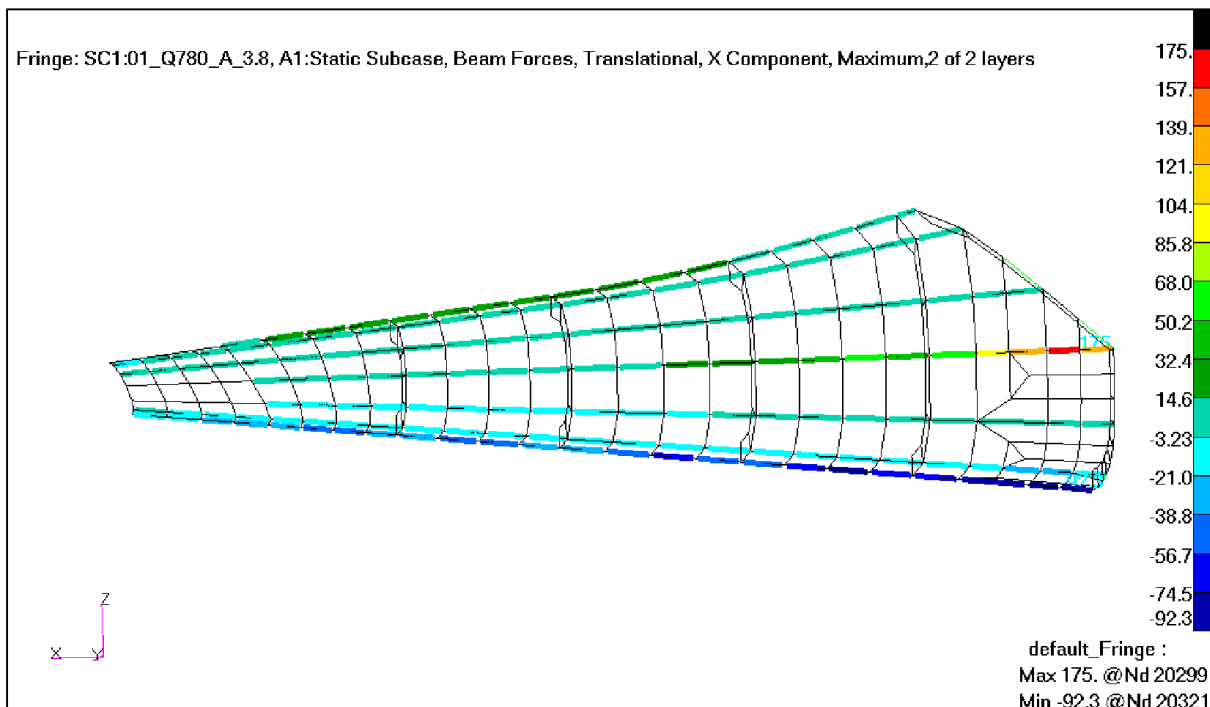
Rys. 70. Przypadek 1. Przyłożone obciążenie (kg). [8]



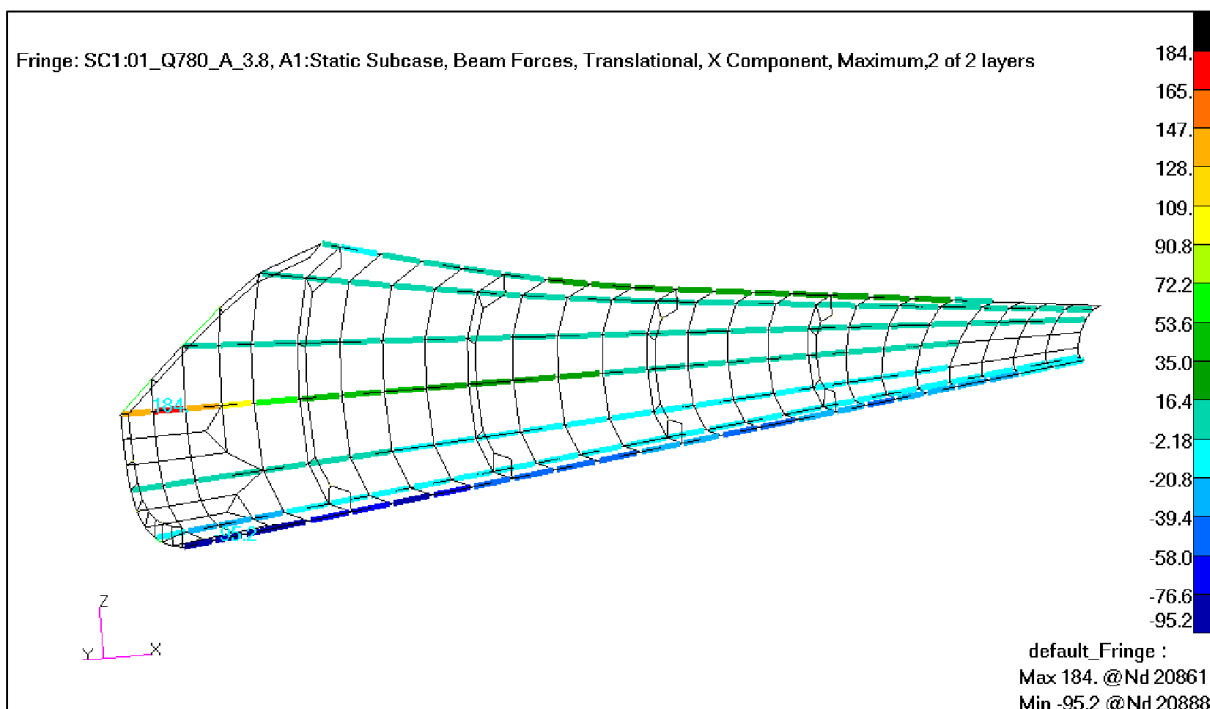
Rys. 71. Przypadek 1. Odształcenie struktury (mm). [8]

Rys. 72. Przypadek 1. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [8]Rys. 73. Przypadek 1. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [8]

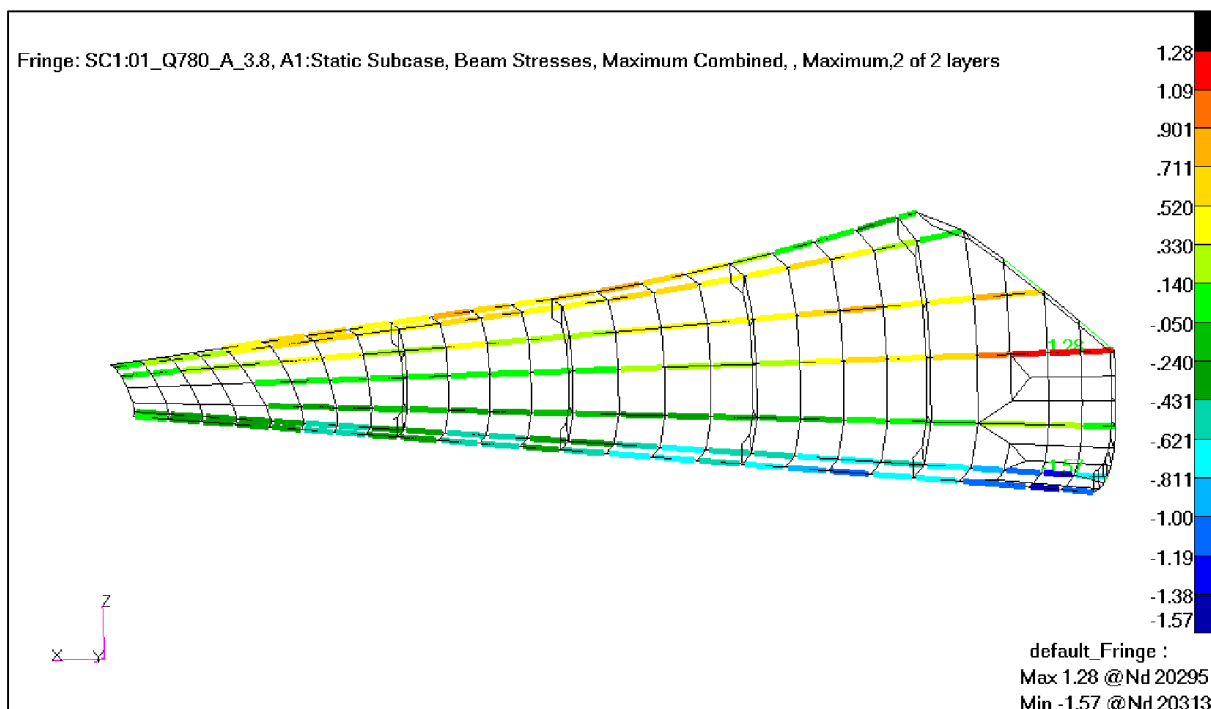
Rys. 74. Przypadek 1. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [8]Rys. 75. Przypadek 1. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [8]



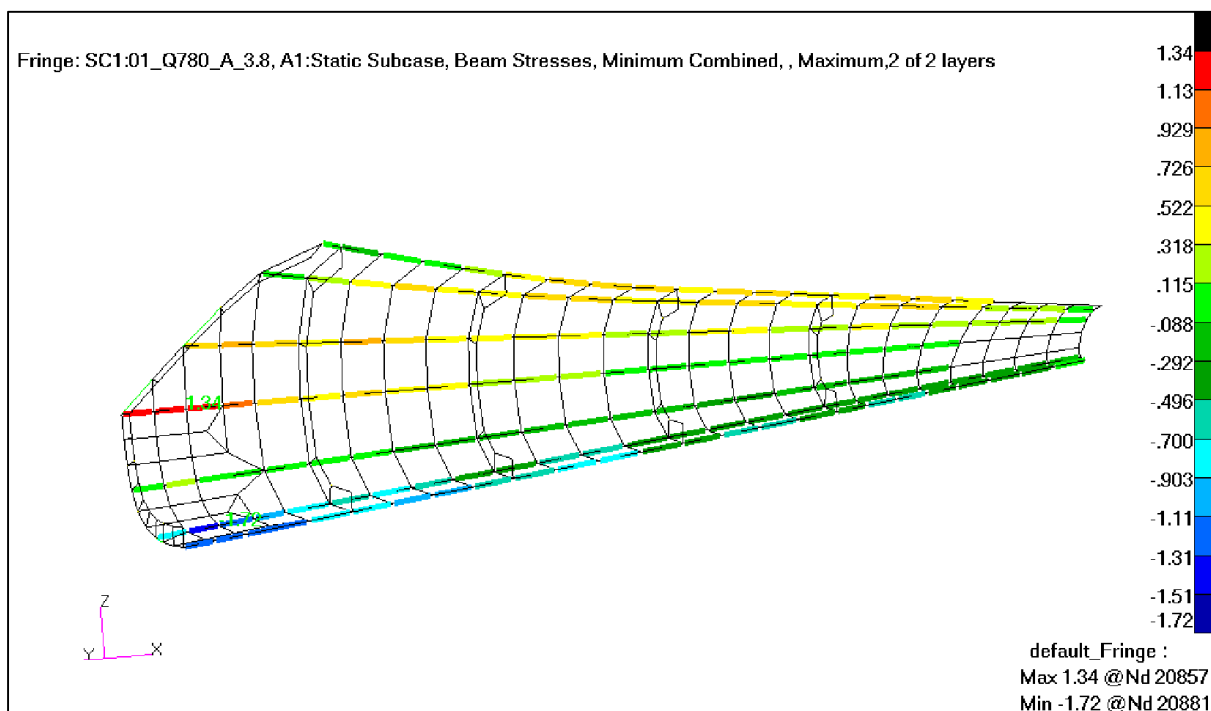
Rys. 76. Przypadek 1. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [8]



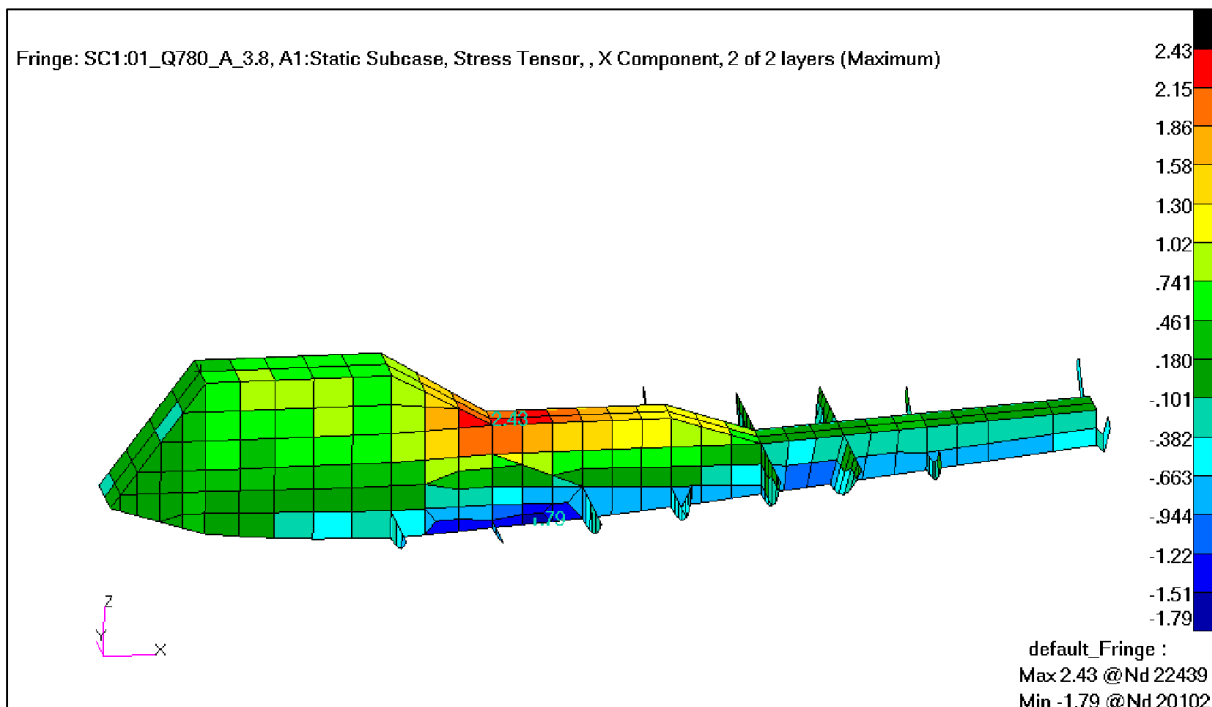
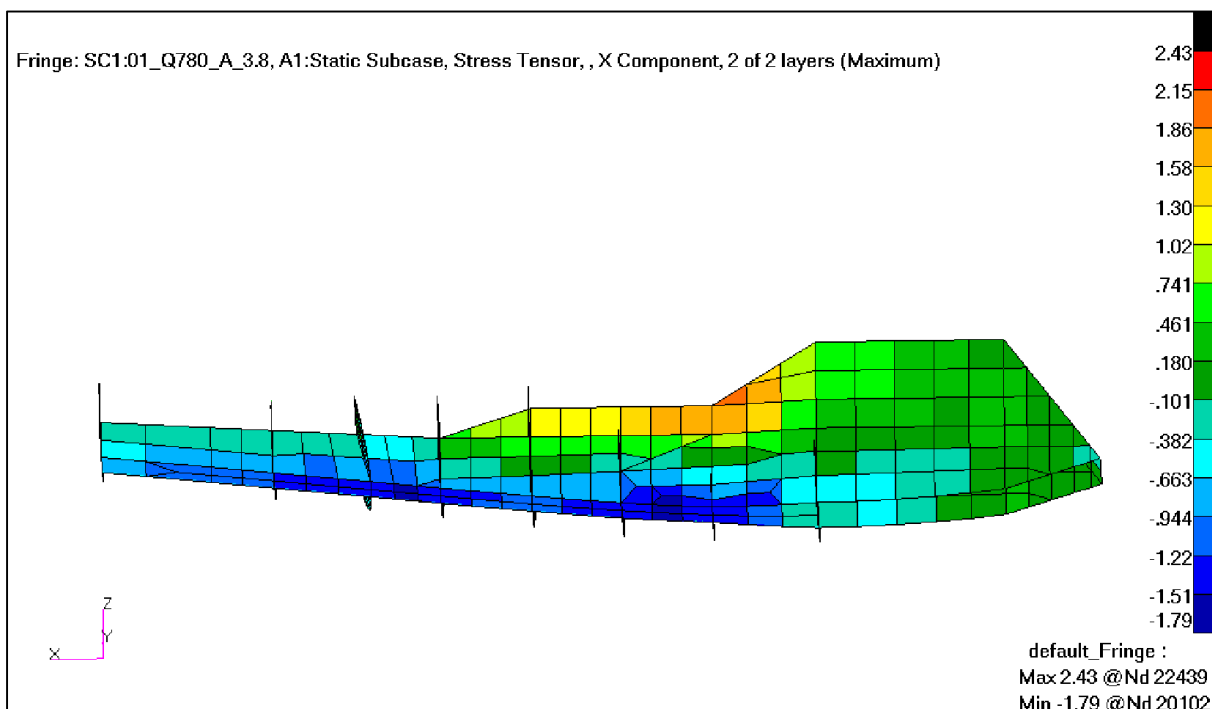
Rys. 77. Przypadek 1. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [8]

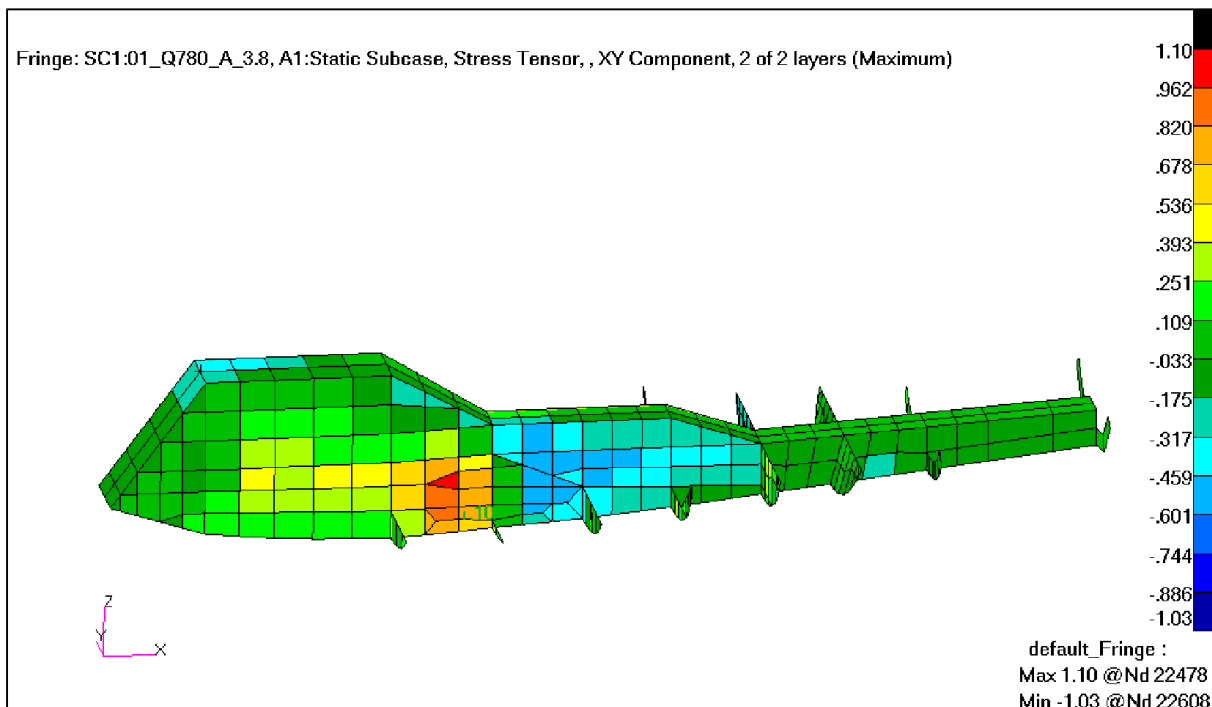
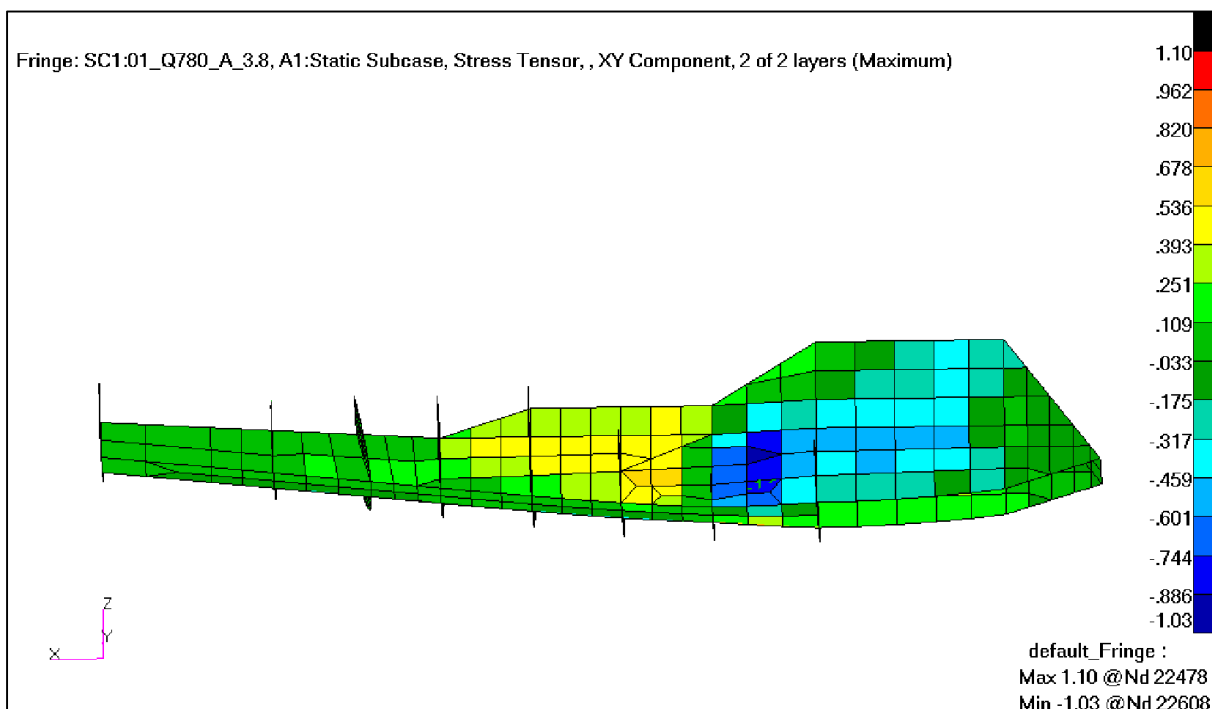


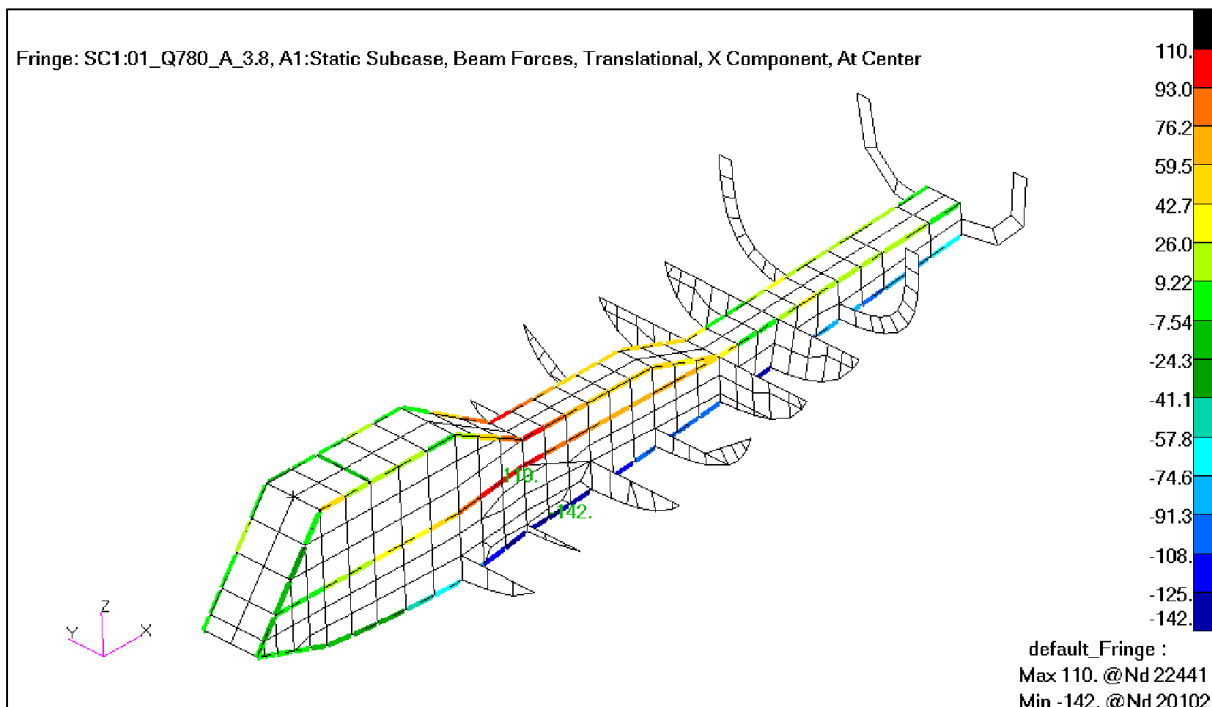
Rys. 78. Przypadek 1. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [8]



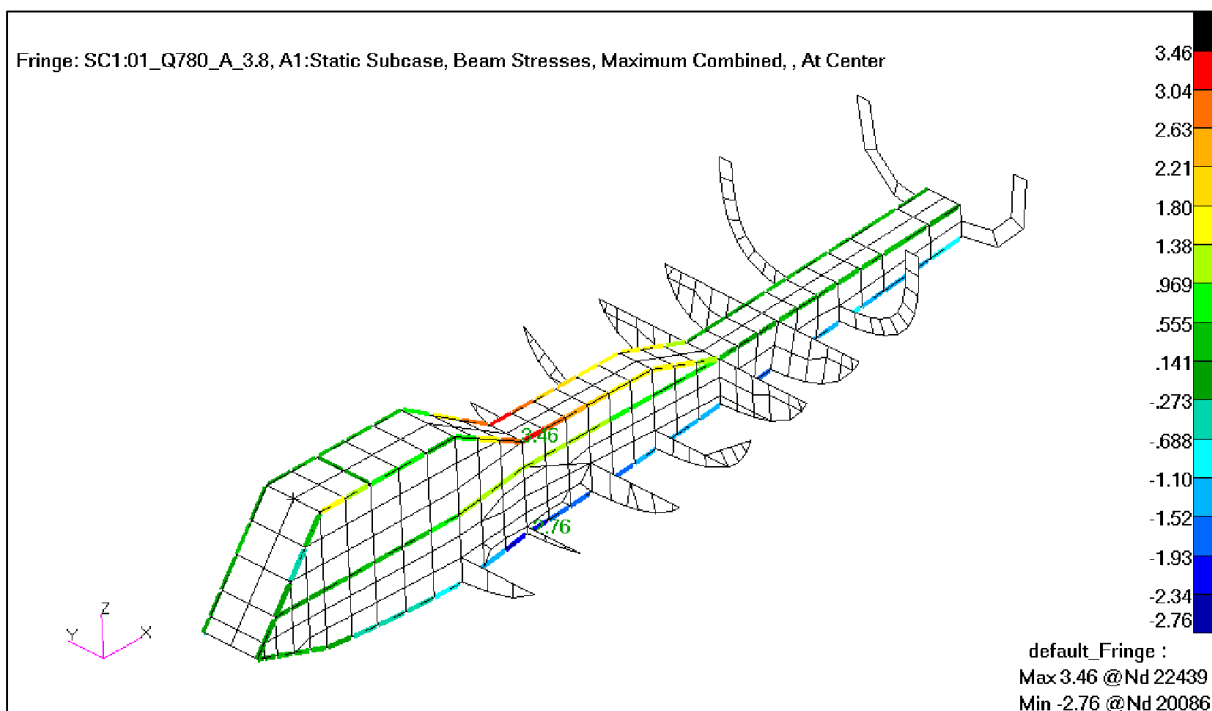
Rys. 79. Przypadek 1. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [8]

Rys. 80. Przypadek 1. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [8]Rys. 81. Przypadek 1. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [8]

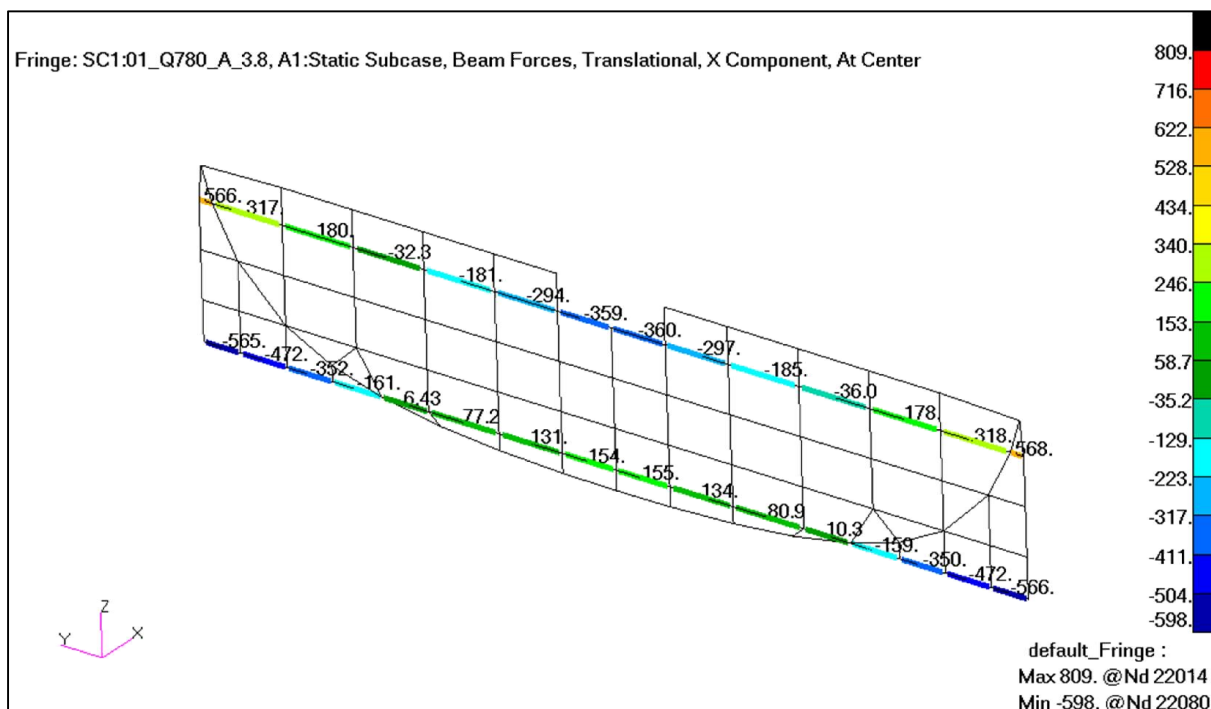
Rys. 82. Przypadek 1. Naprężenia ścianające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [8]Rys. 83. Przypadek 1. Naprężenia ścianające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [8]



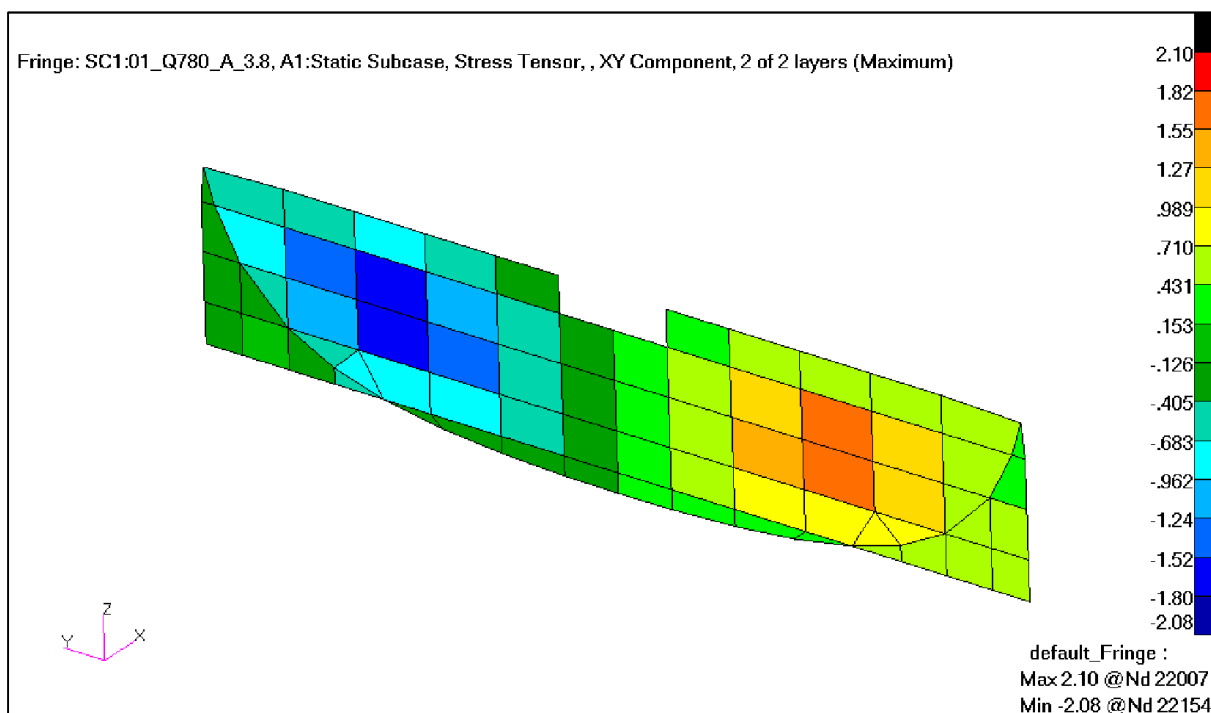
Rys. 84. Przypadek 1. Siły w kątownikach w kanale (kG). [8]

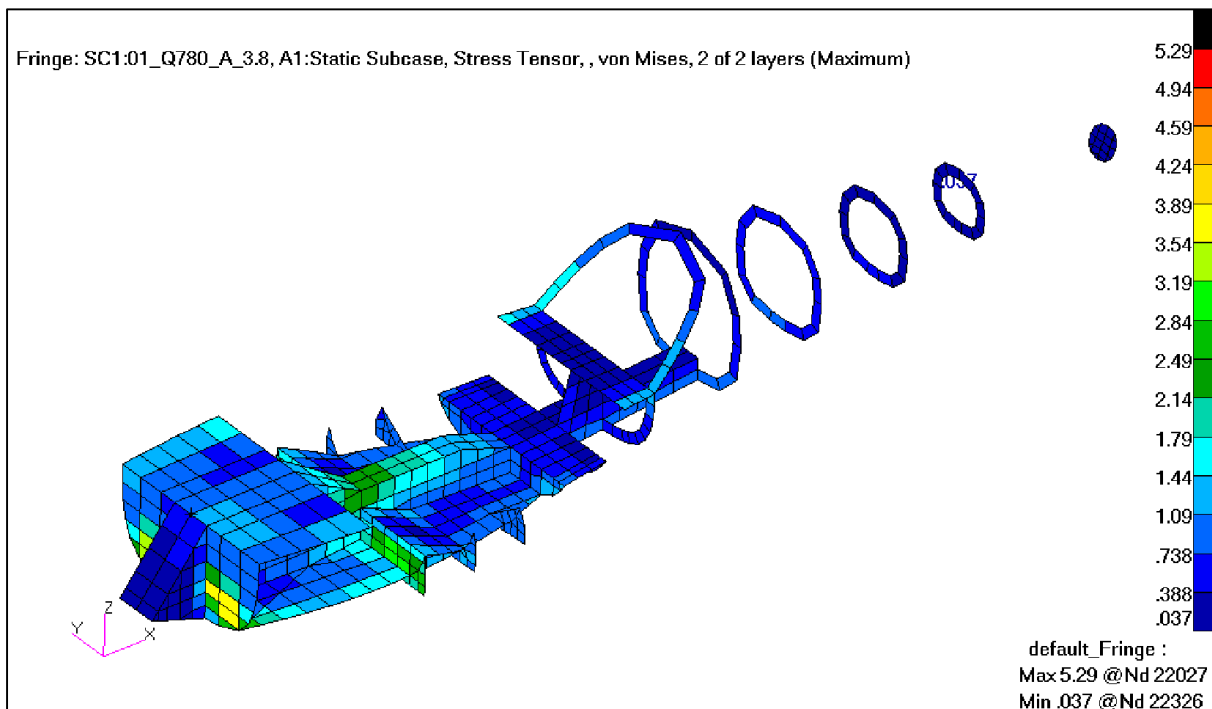
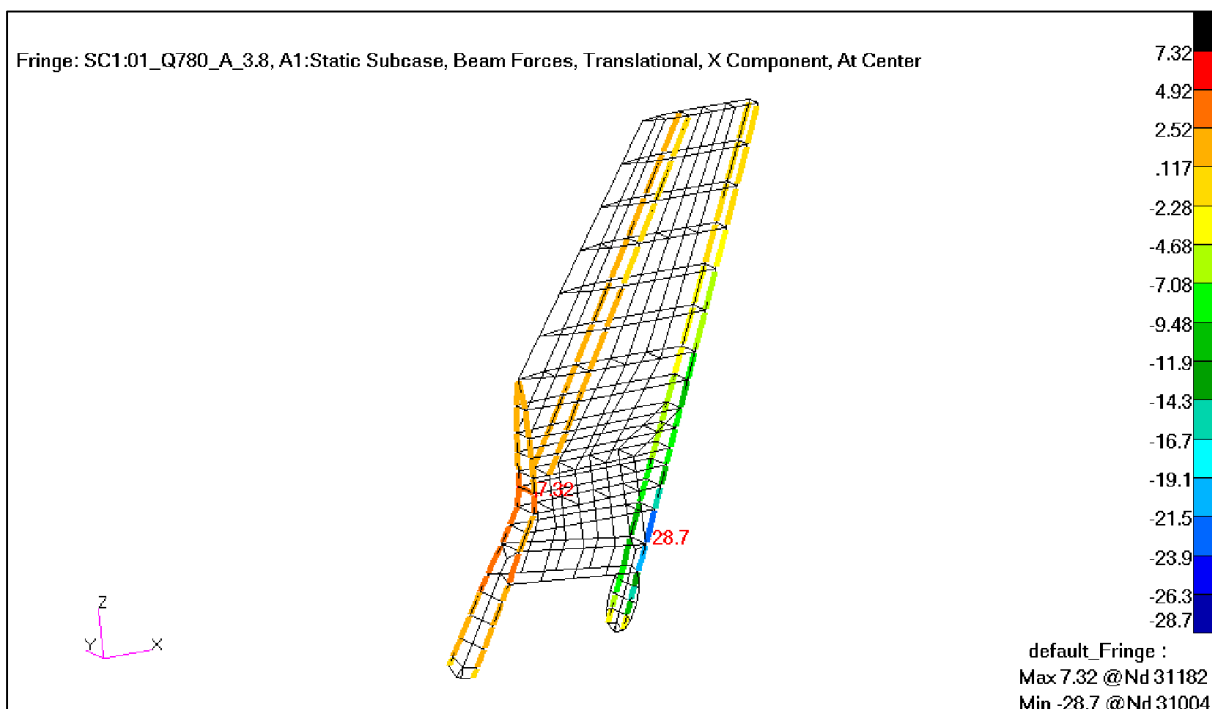
Rys. 85. Przypadek 1. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale  
(kG/mm<sup>2</sup>). [8]



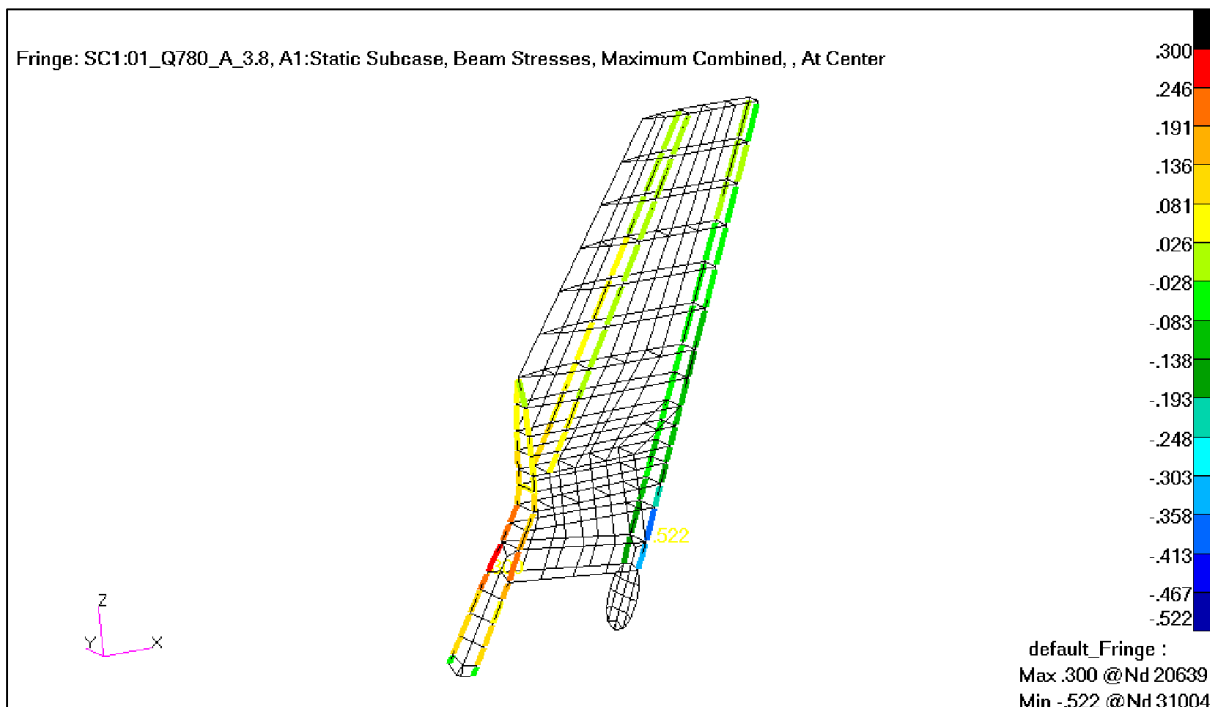


Rys. 86. Przypadek 1. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG). [8]

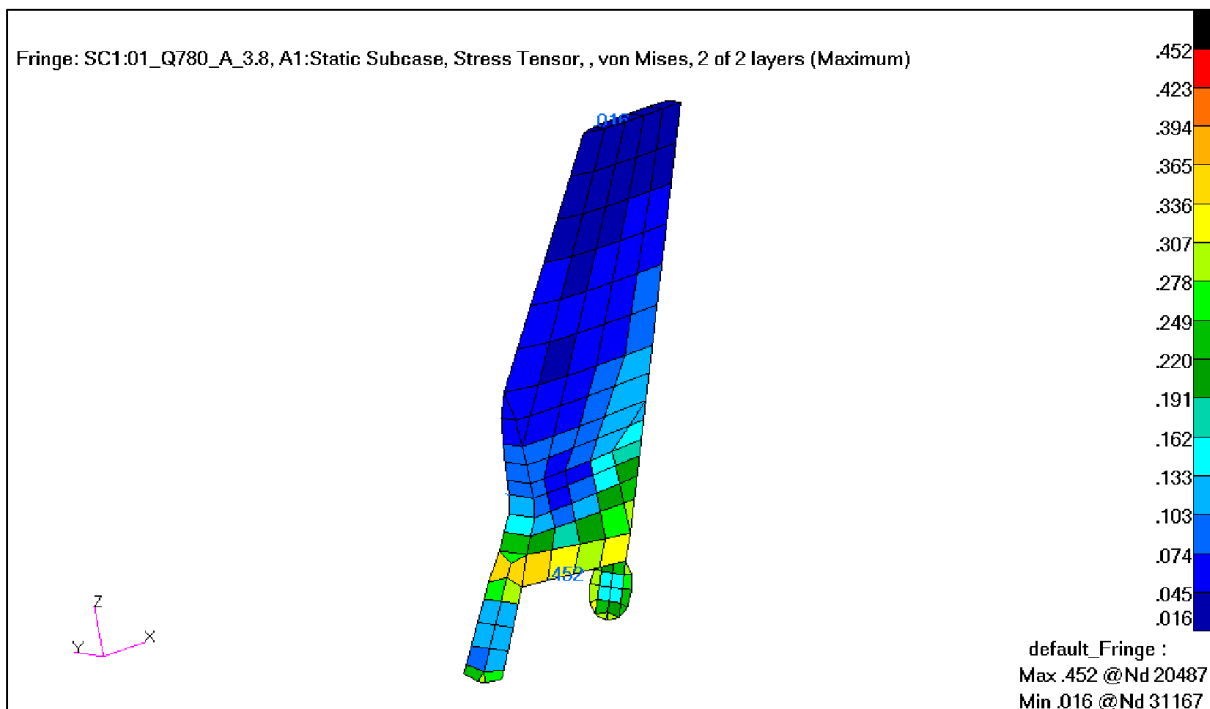
Rys. 87. Przypadek 1. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wrędze 3 ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [8]

Rys. 88. Przypadek 1. Naprężenia zredukowane w szkieletie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [8]

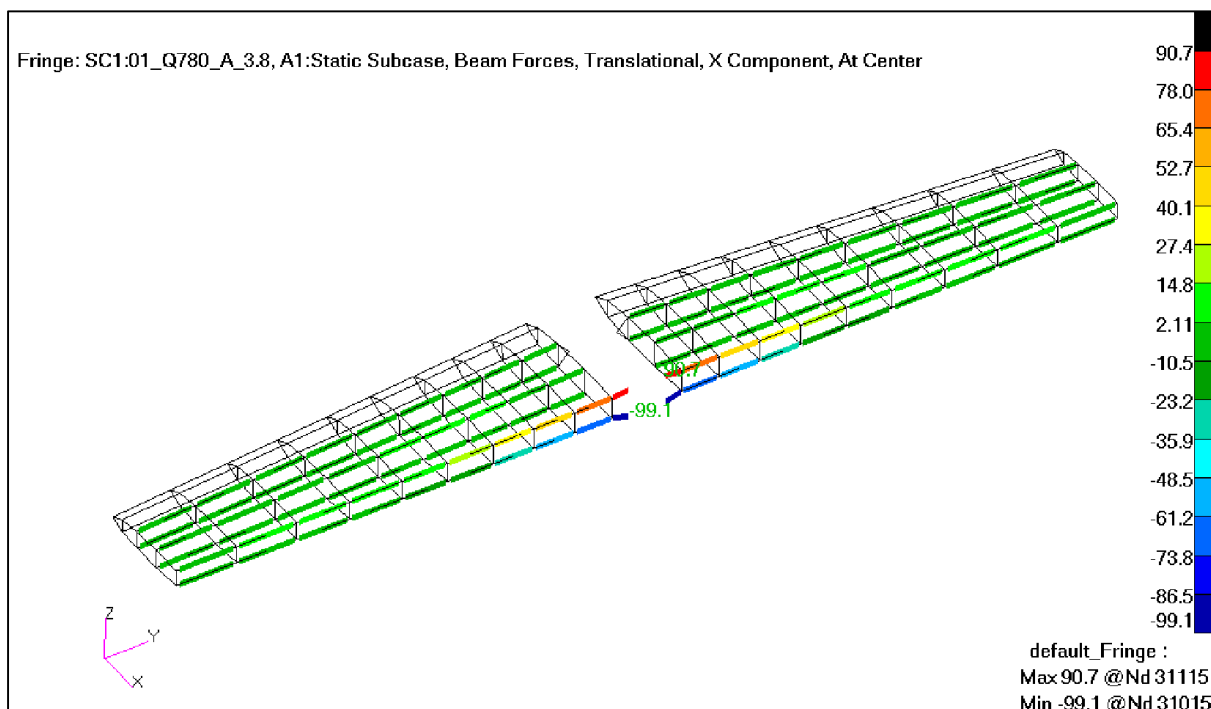
Rys. 89. Przypadek 1. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [8]



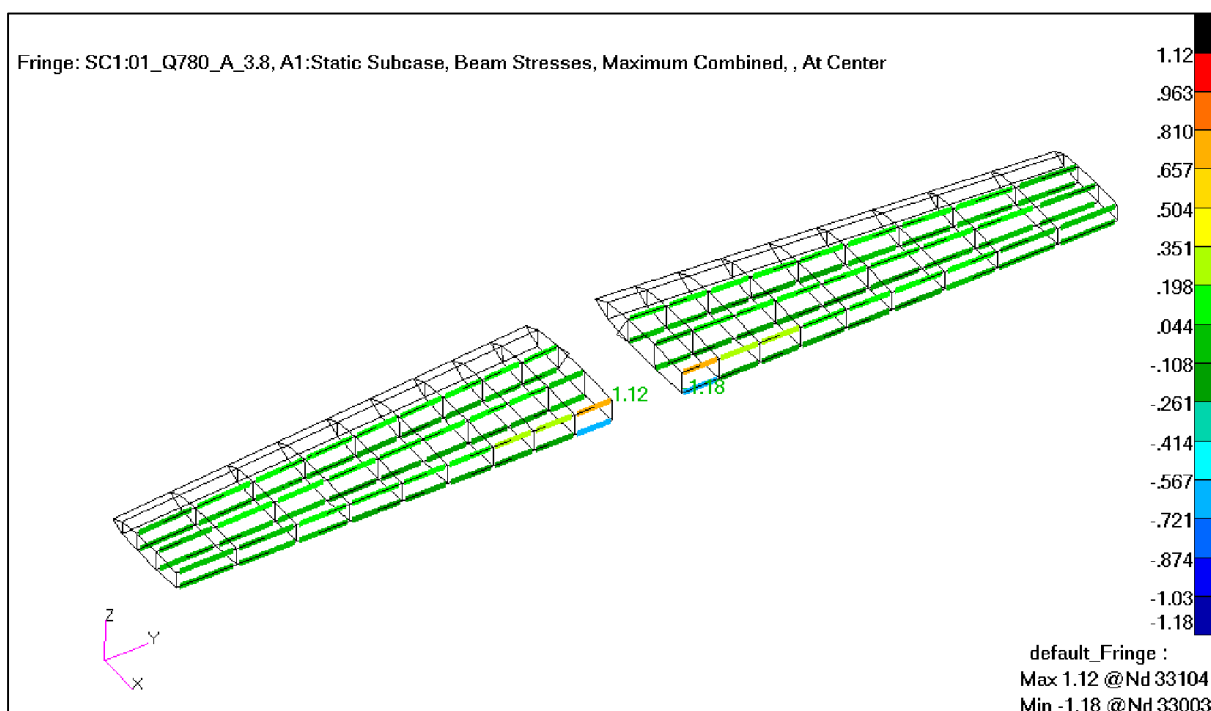
Rys. 90. Przypadek 1. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [8]

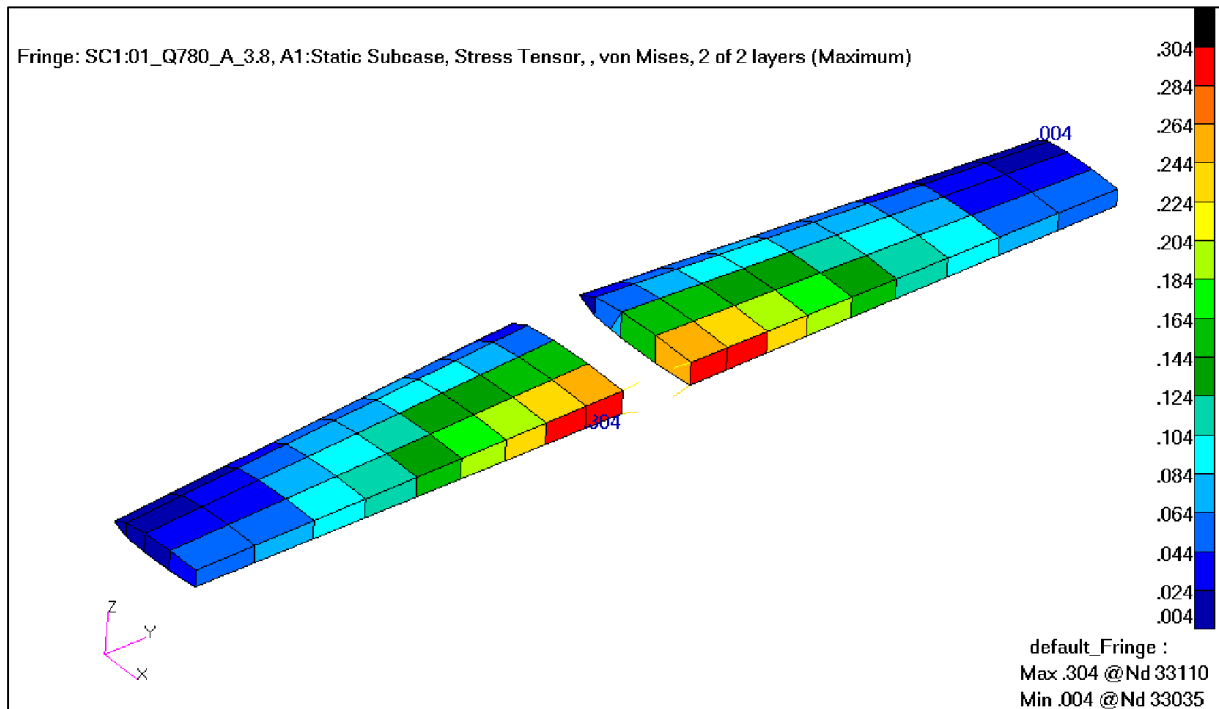


Rys. 91. Przypadek 1. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [8]



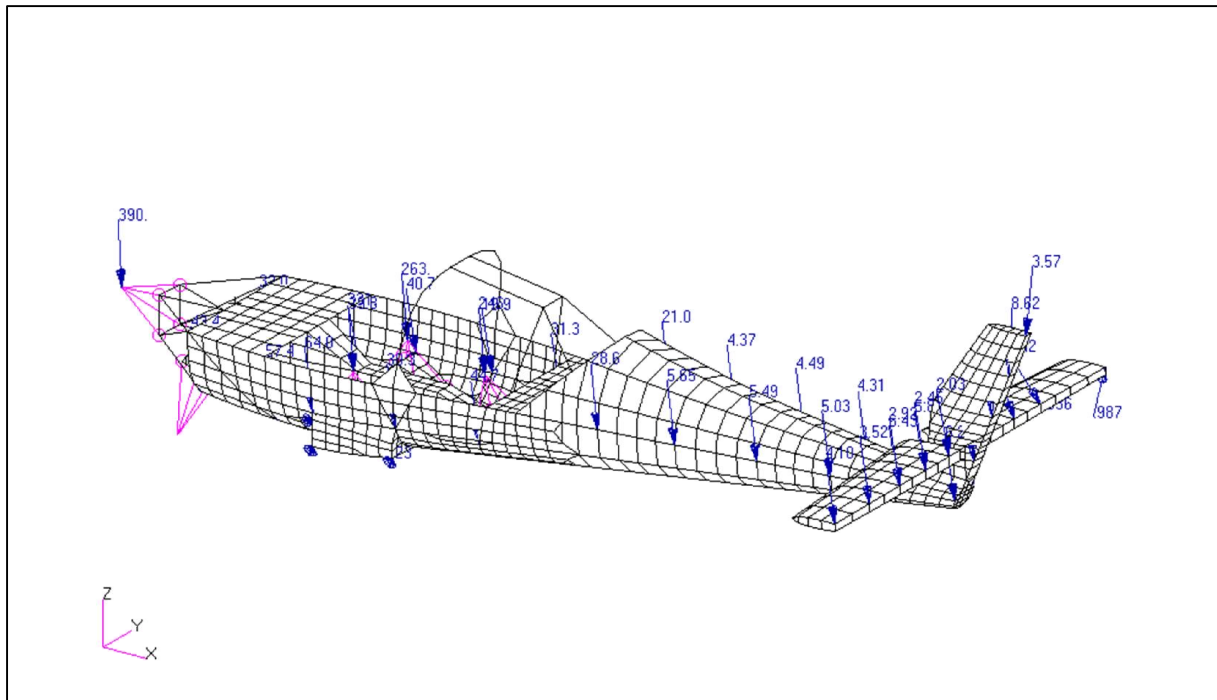
Rys. 92. Przypadek 1. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [8]

Rys. 93. Przypadek 1. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [8]

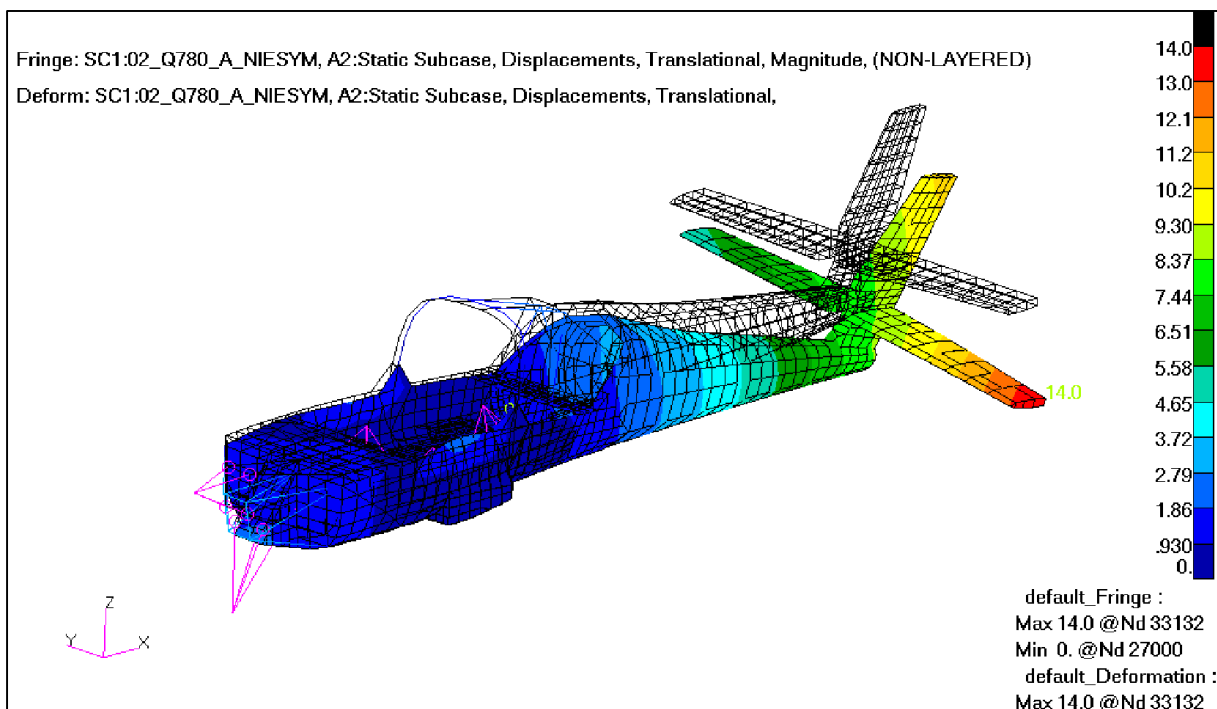


Rys. 94. Przypadek 1. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [8]

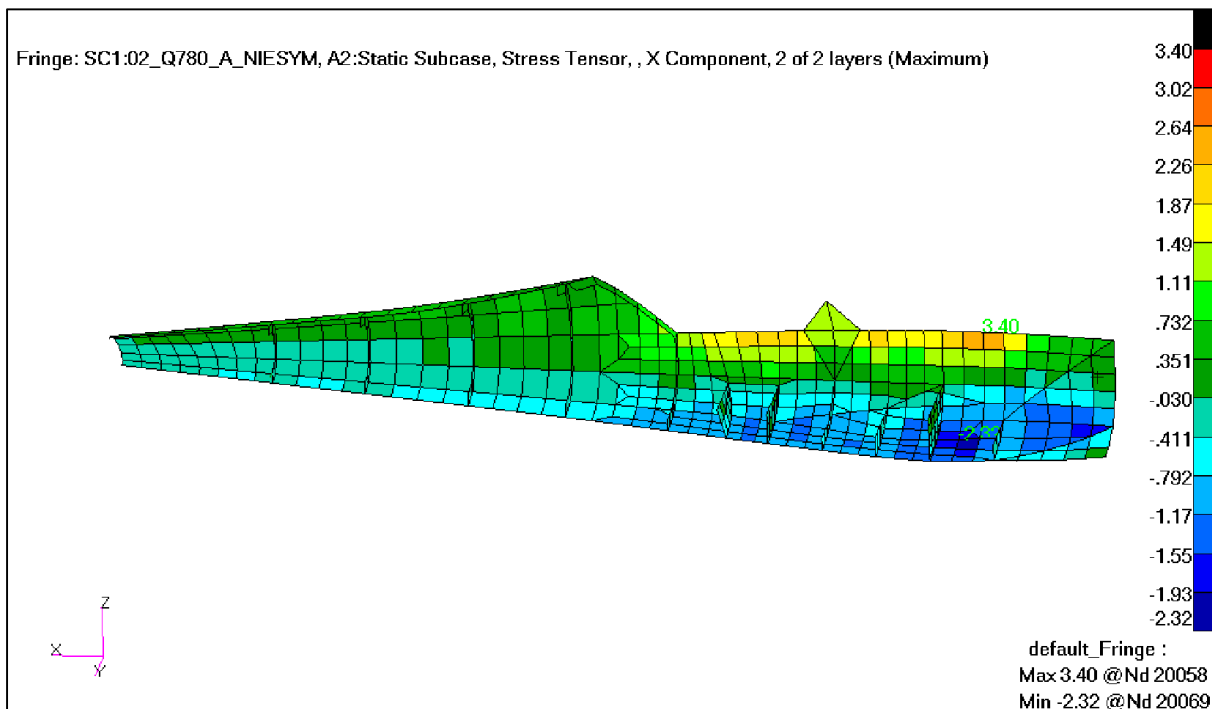
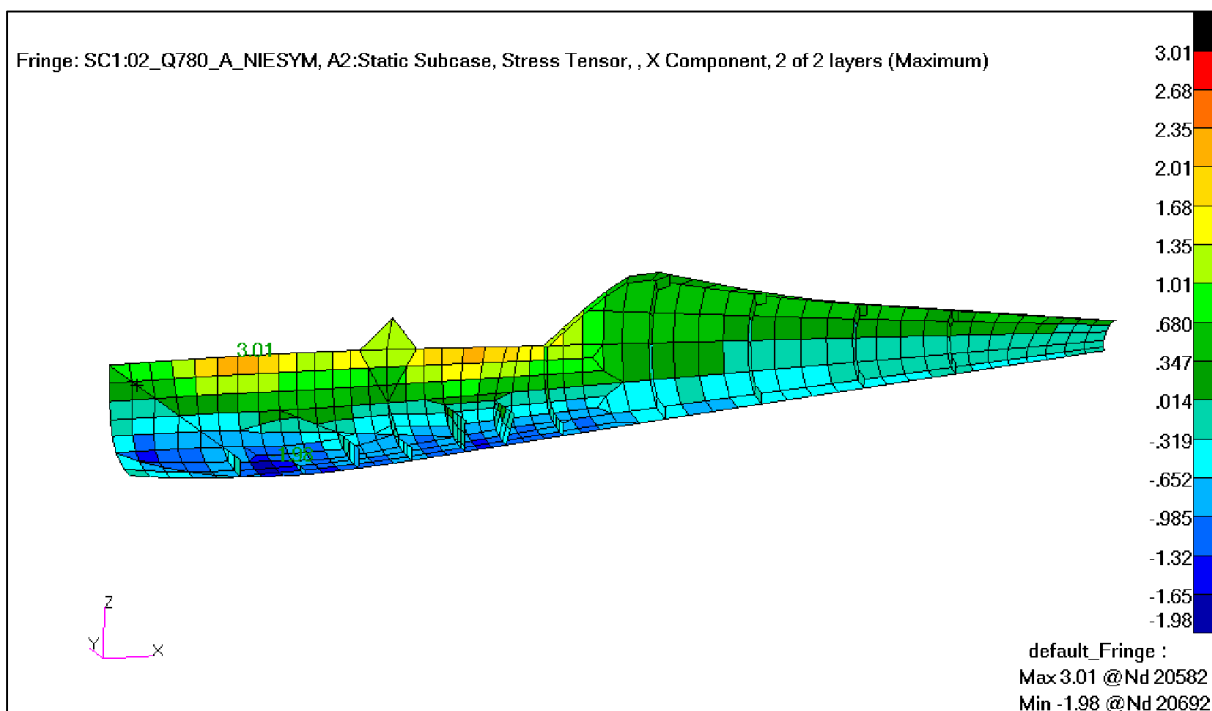
## 7.2.Przypadek 2 - masa 780 kg – punkt A krzywej wyrwania obciążenie niesymetryczne

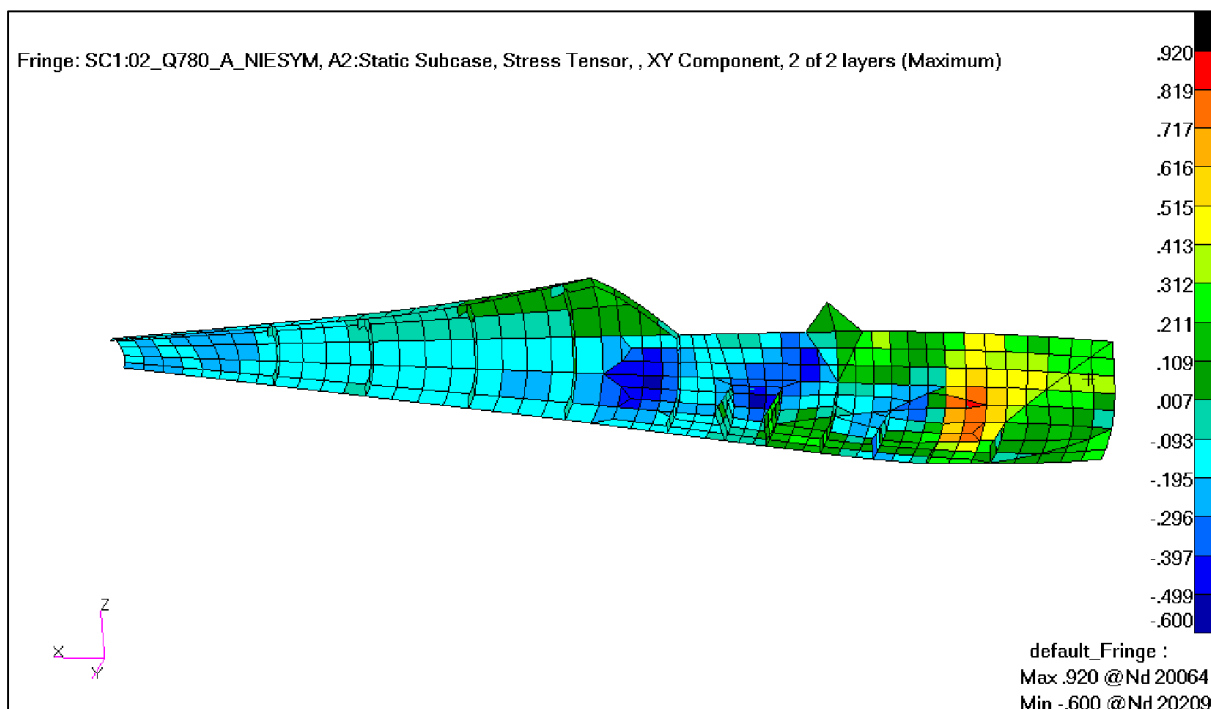
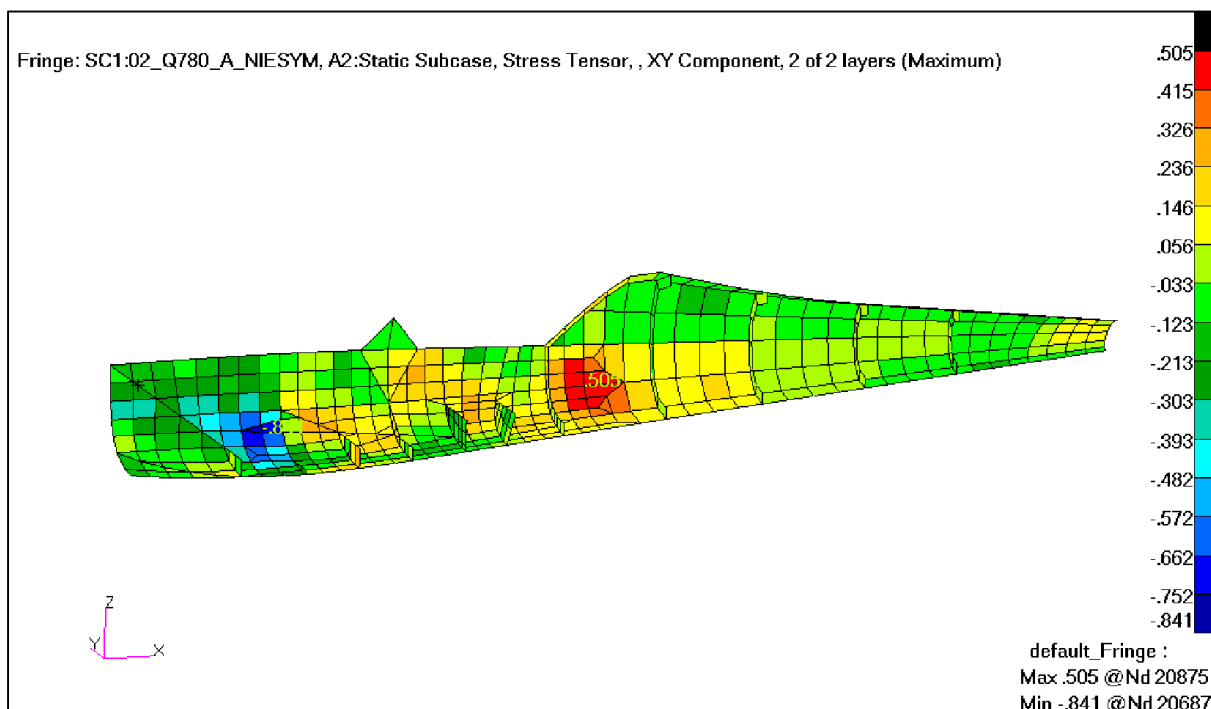


Rys. 95. Przypadek 2. Przyłożone obciążenie (kg). [9]

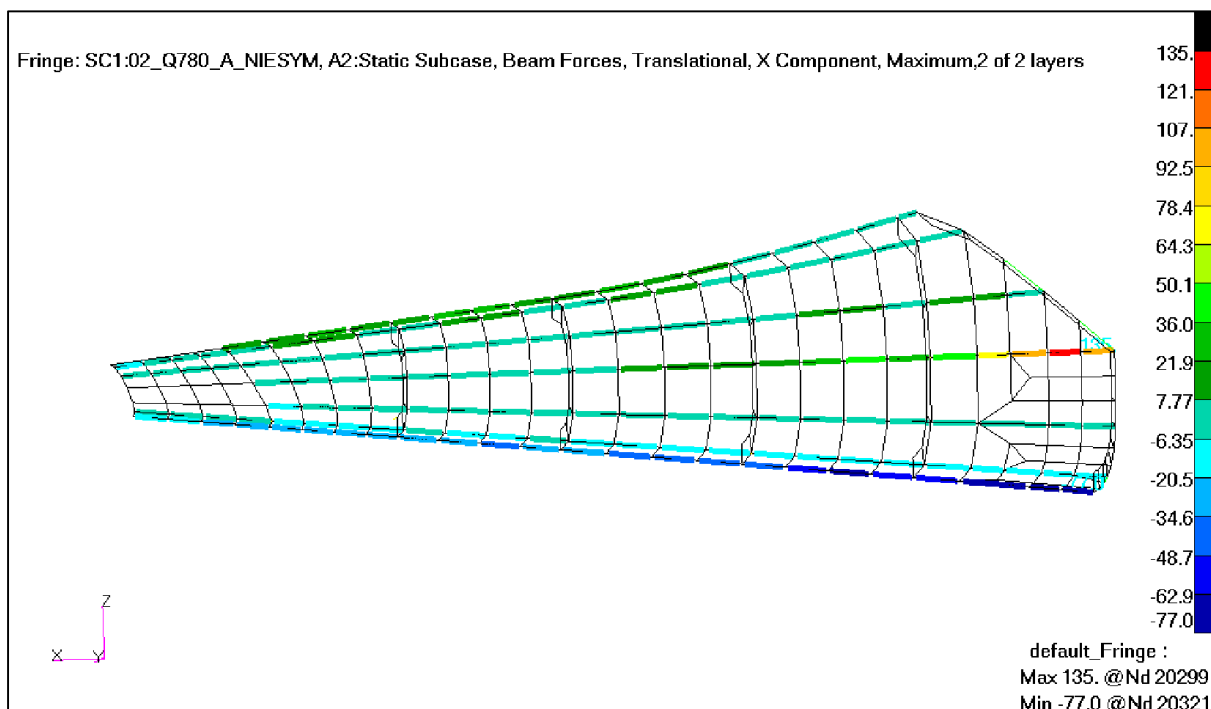


Rys. 96. Przypadek 2. Odształcenie struktury (mm). [9]

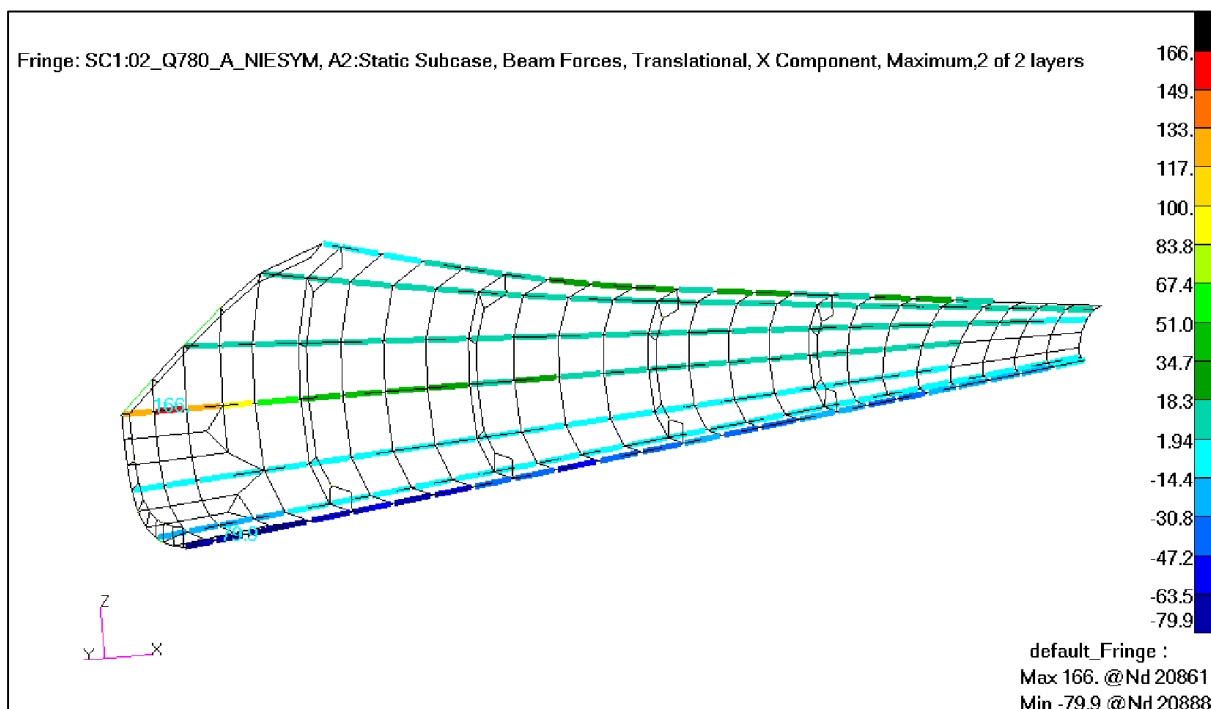
Rys. 97. Przypadek 2. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [9]Rys. 98. Przypadek 2. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [9]

Rys. 99. Przypadek 2. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [9]Rys. 100. Przypadek 2. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [9]

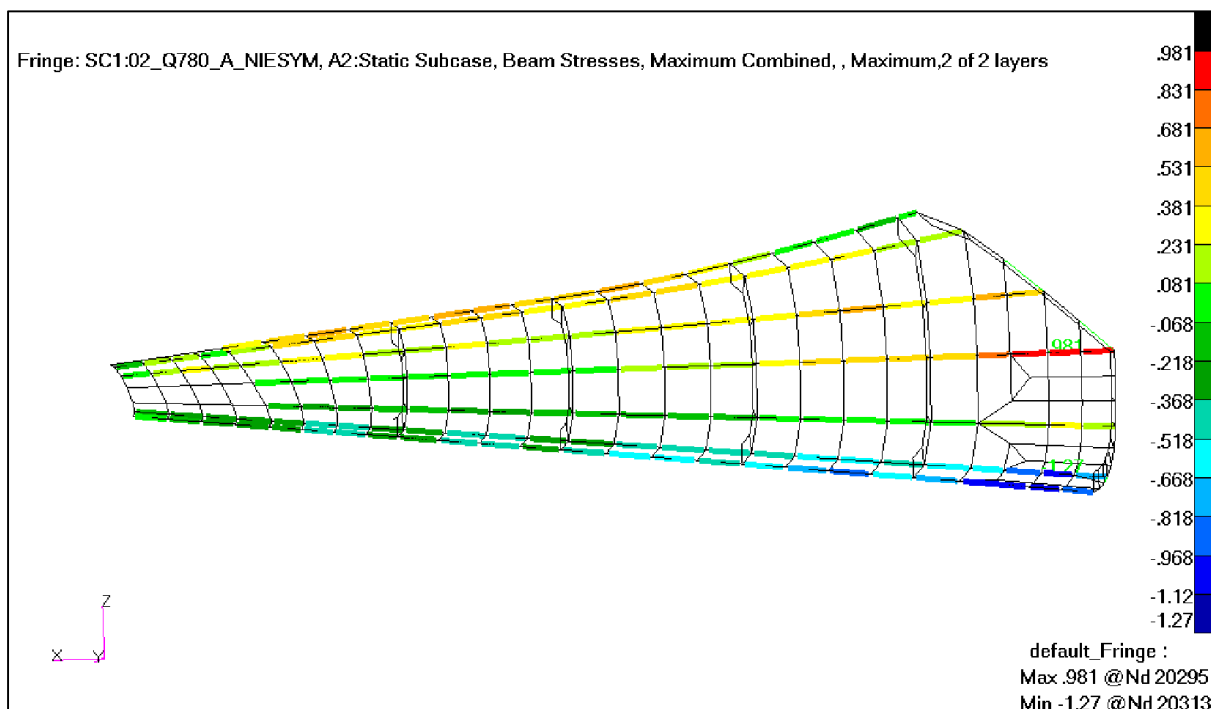




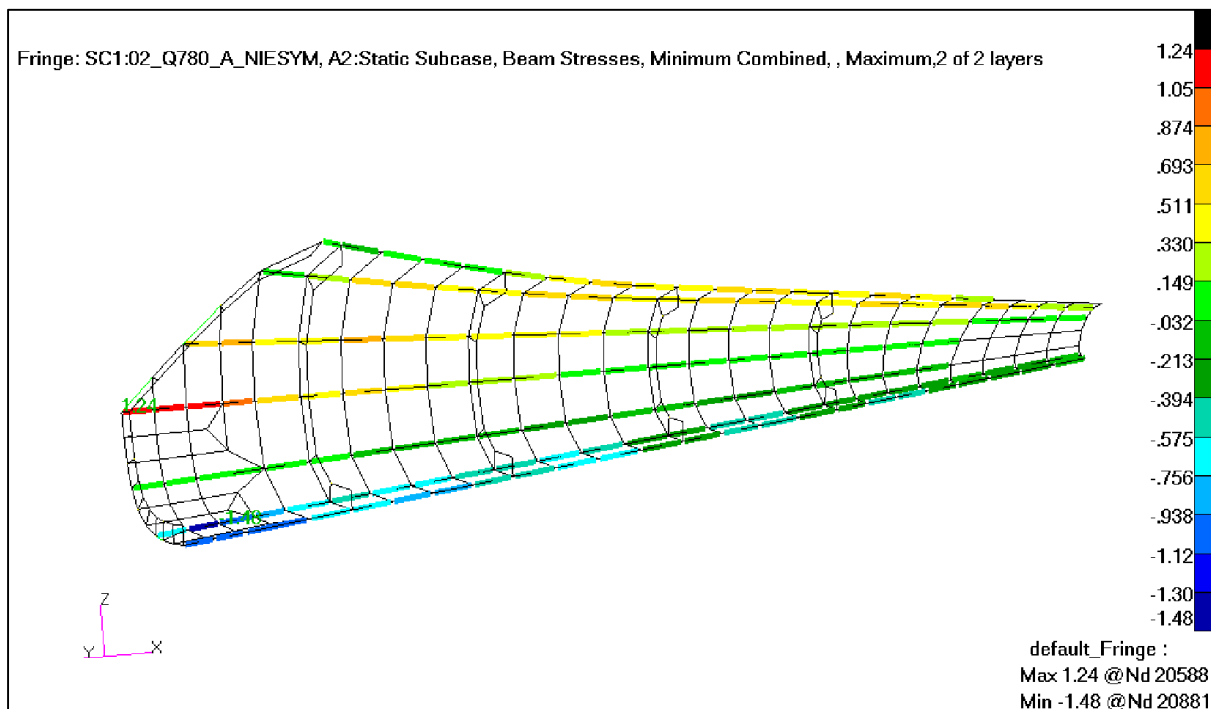
Rys. 101. Przypadek 2. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [9]



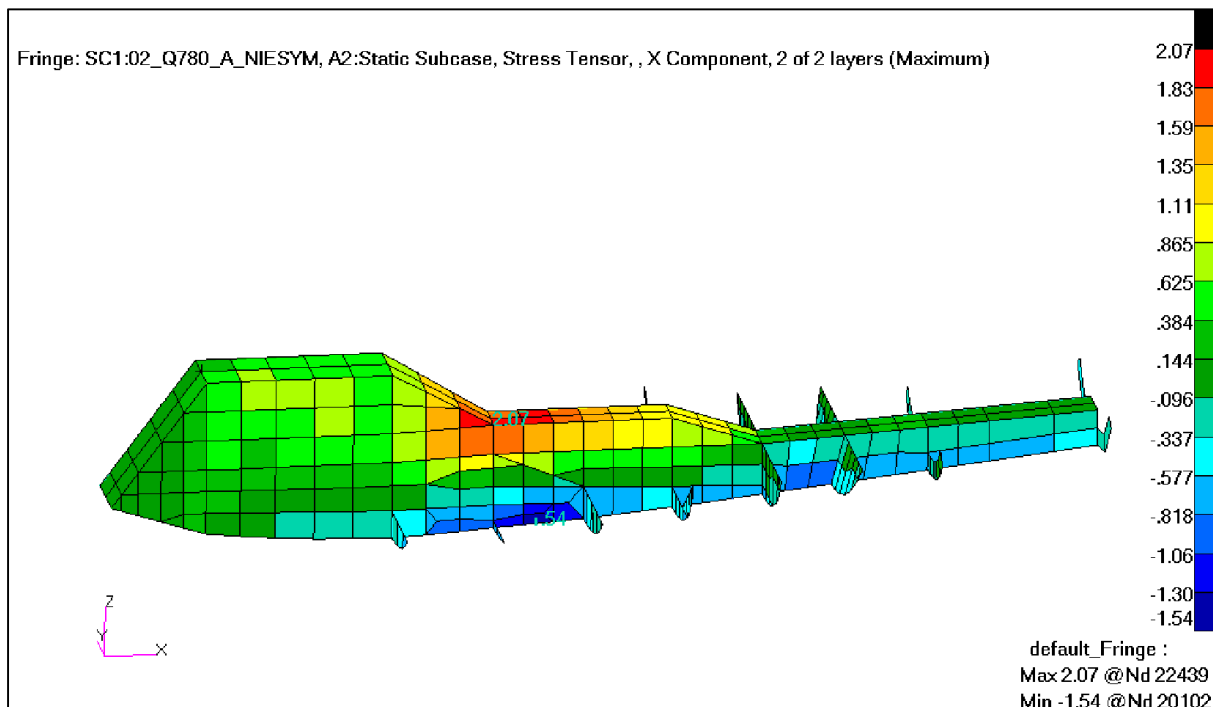
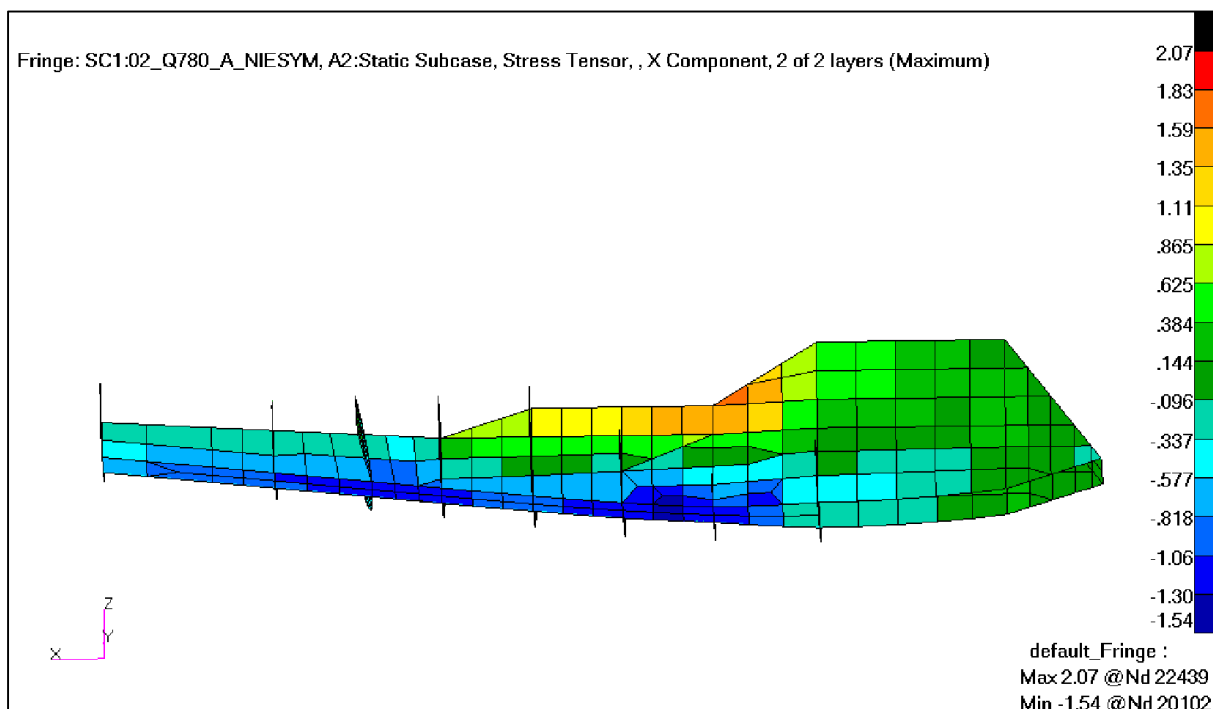
Rys. 102. Przypadek 2. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [9]

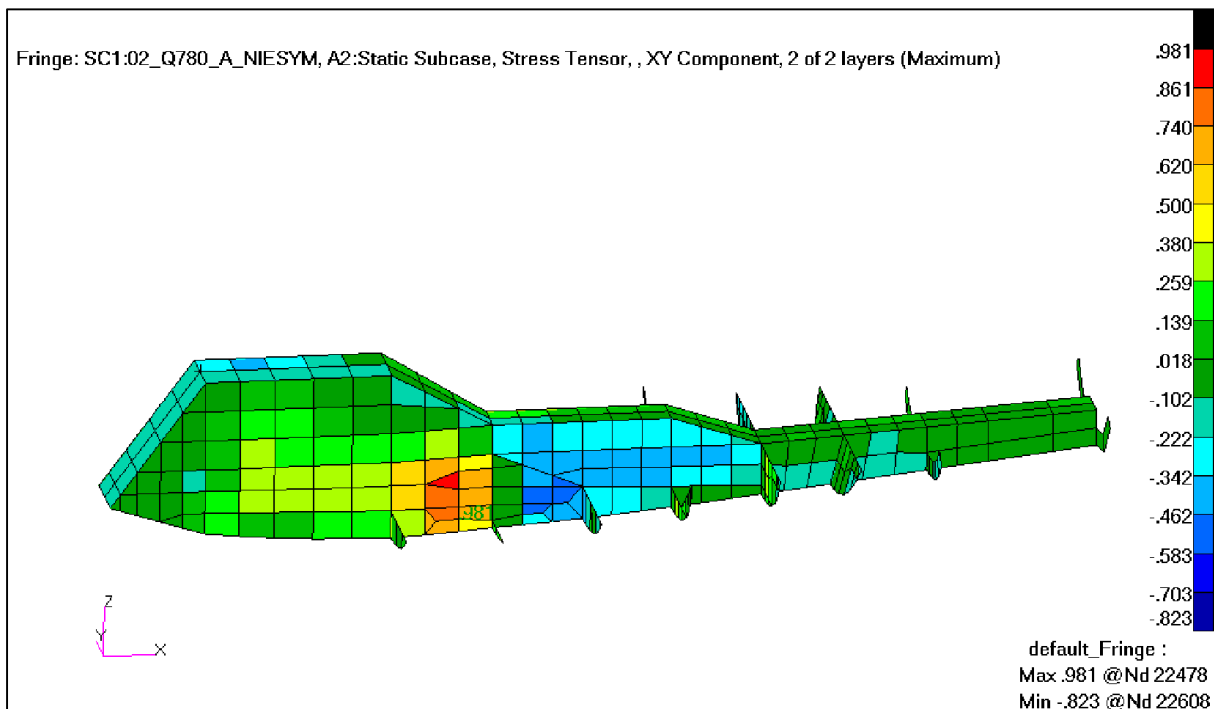
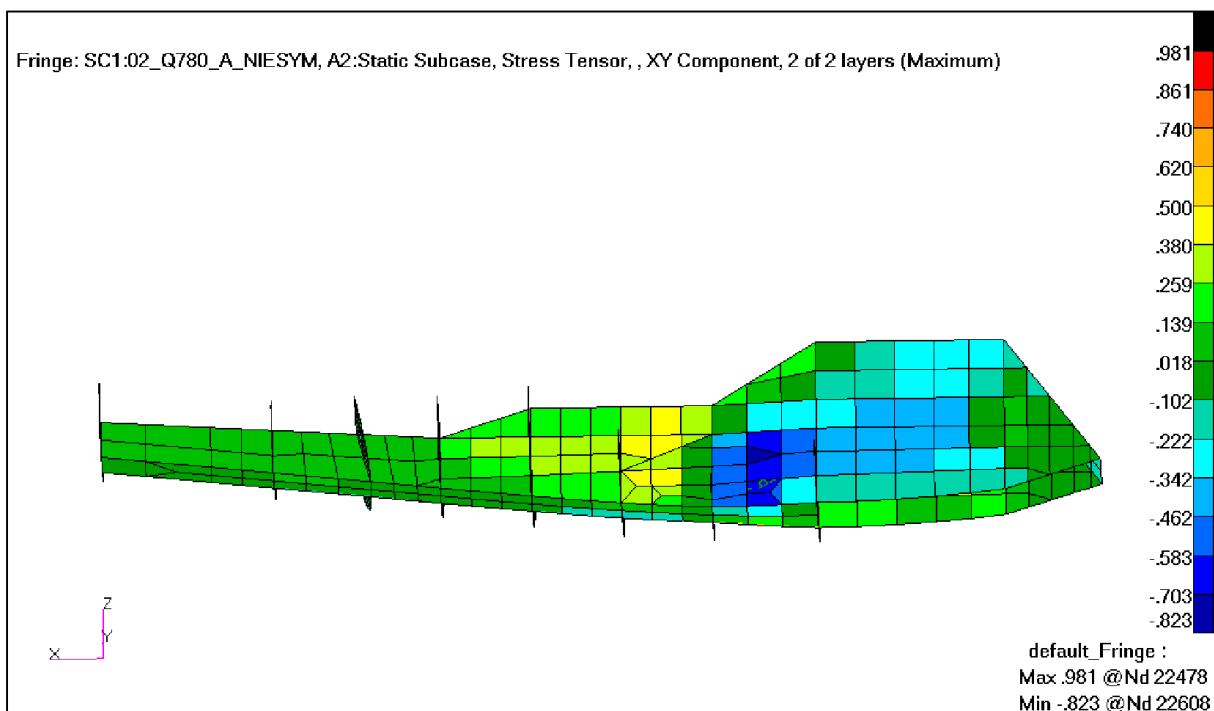


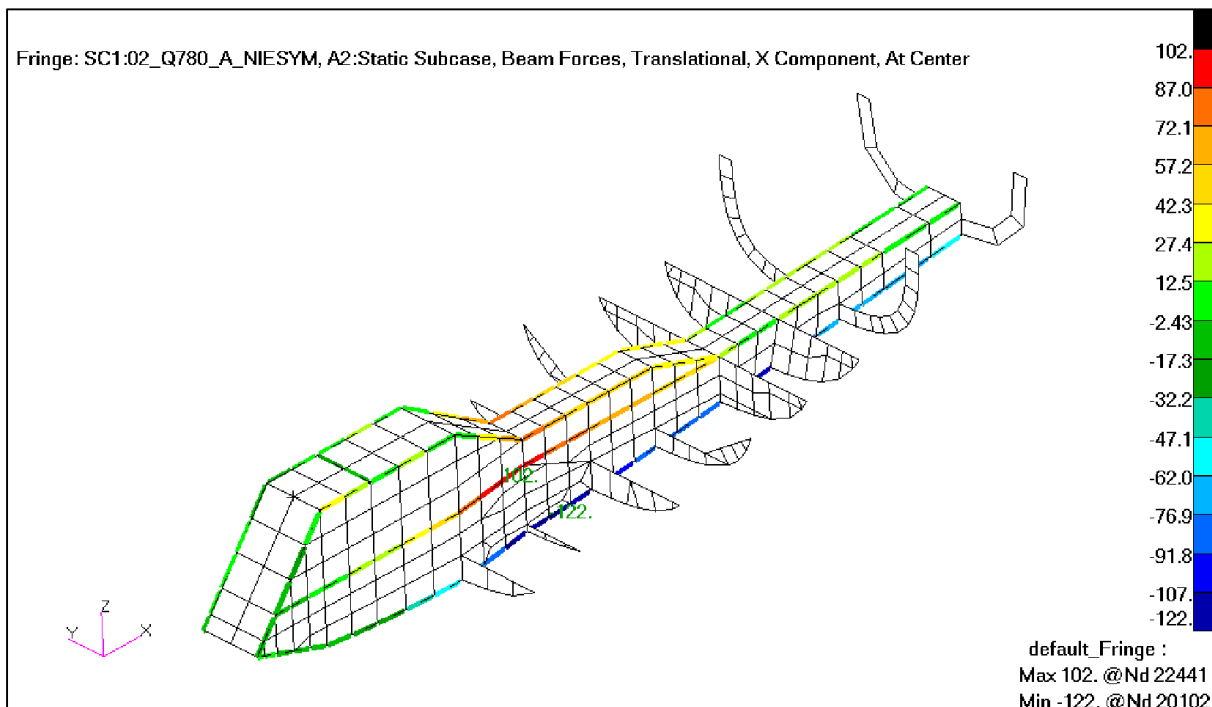
Rys. 103. Przypadek 2. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [9]



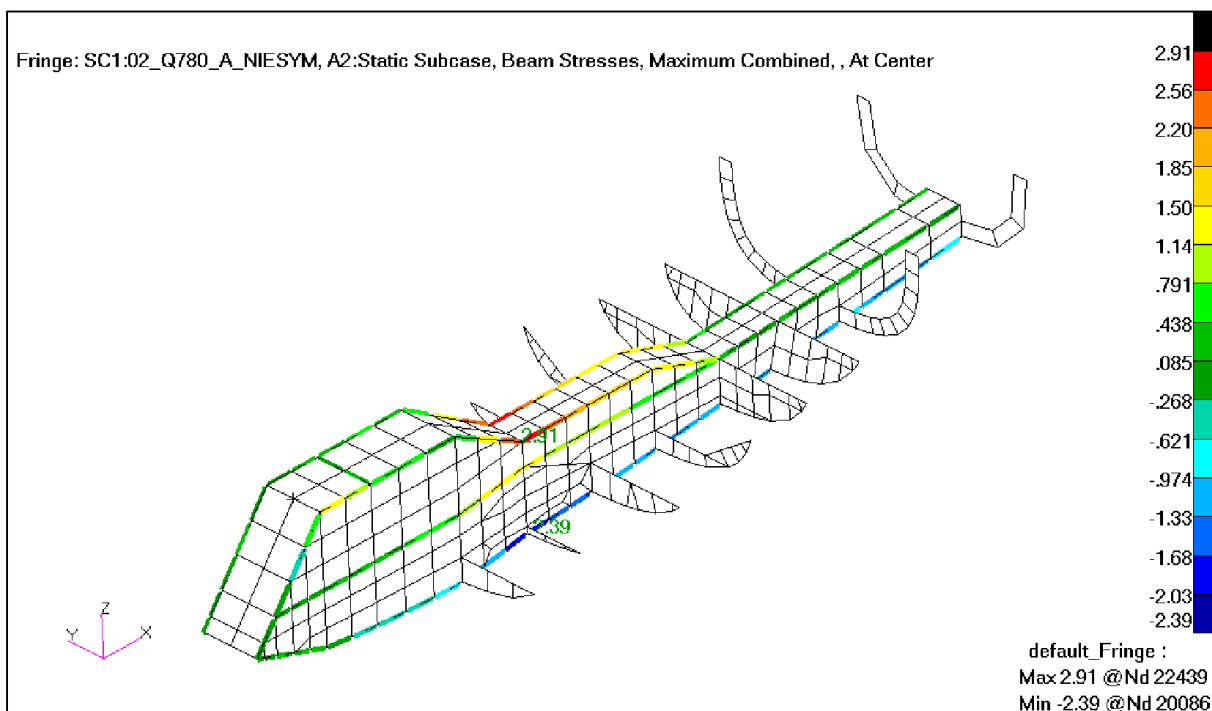
Rys. 104. Przypadek 2. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [9]

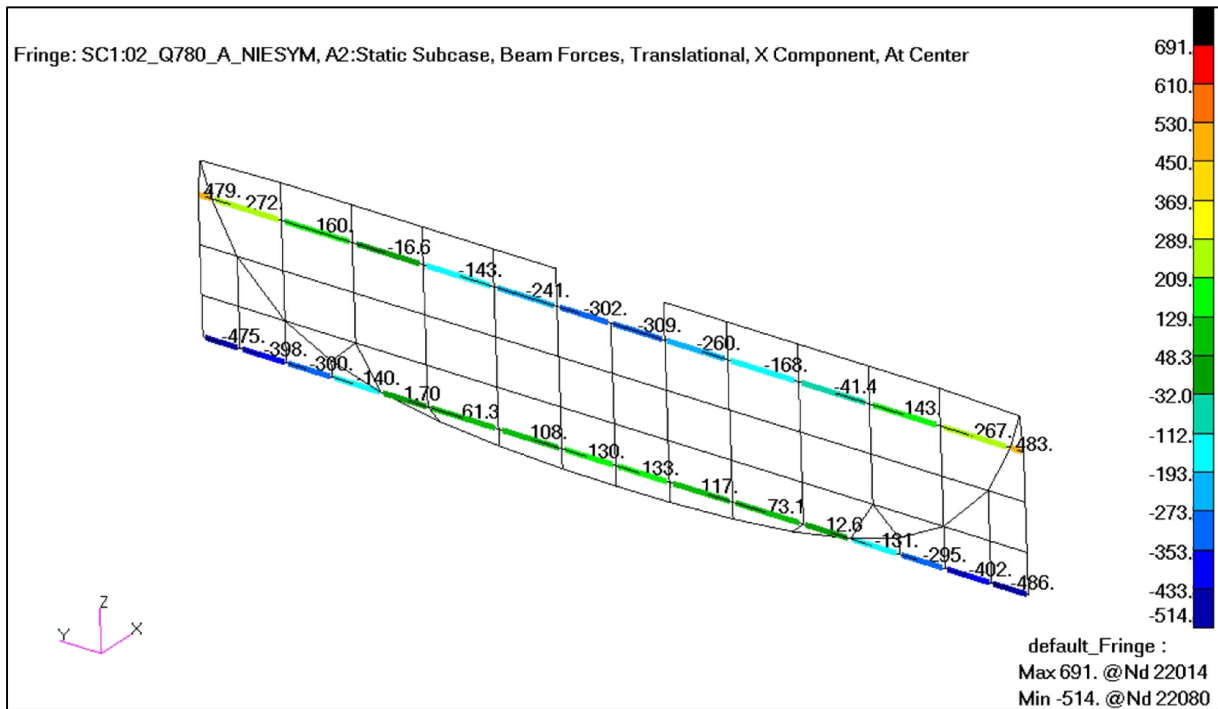
Rys. 105. Przypadek 2. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [9]Rys. 106. Przypadek 2. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [9]

Rys. 107. Przypadek 2. Naprężenia ścianażące w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [9]Rys. 108. Przypadek 2. Naprężenia ścianażące w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [9]

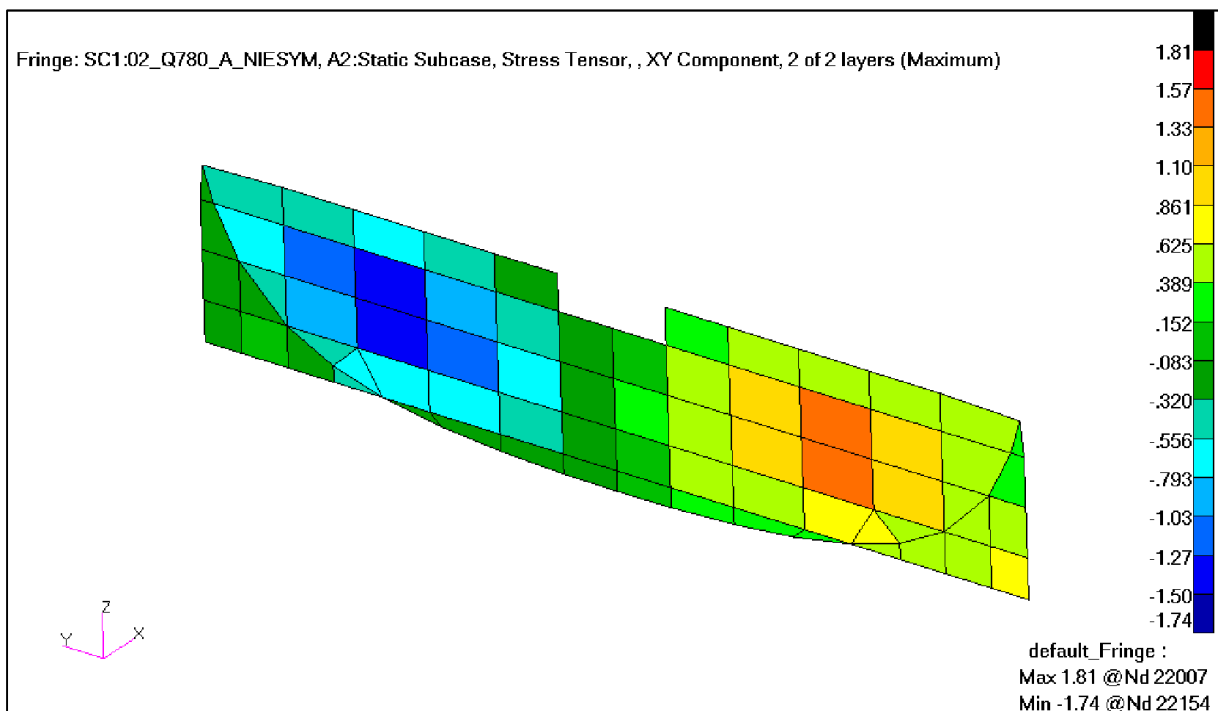


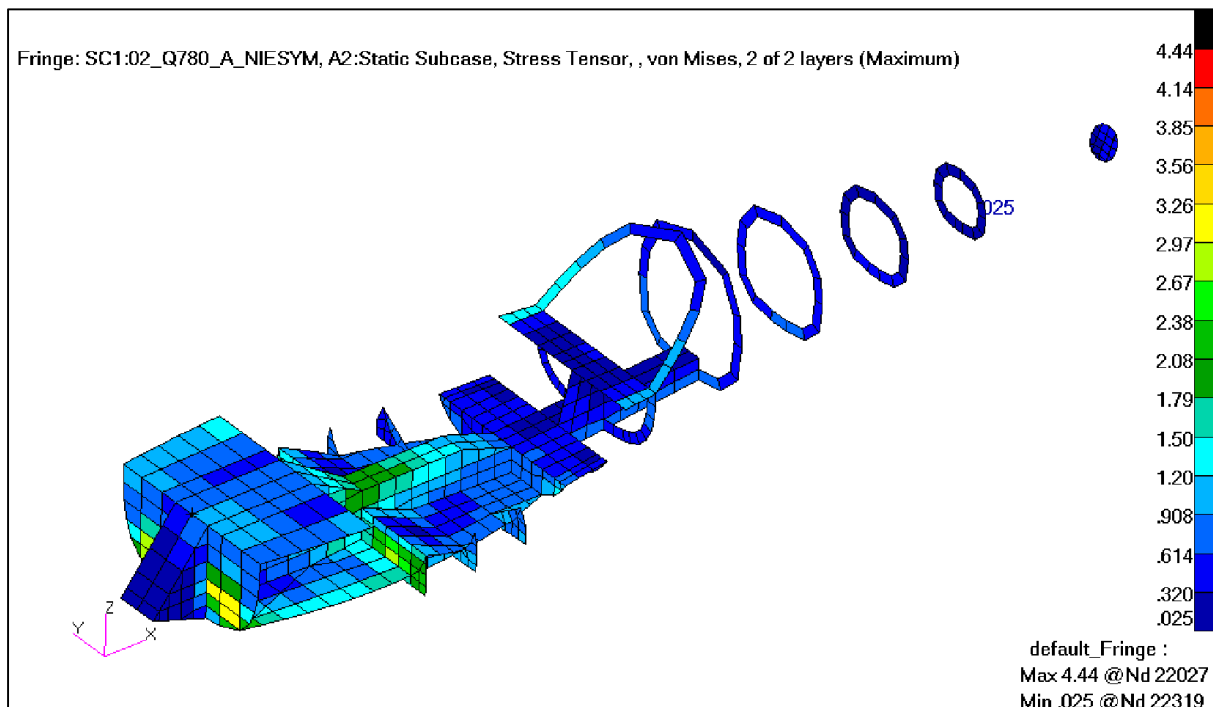
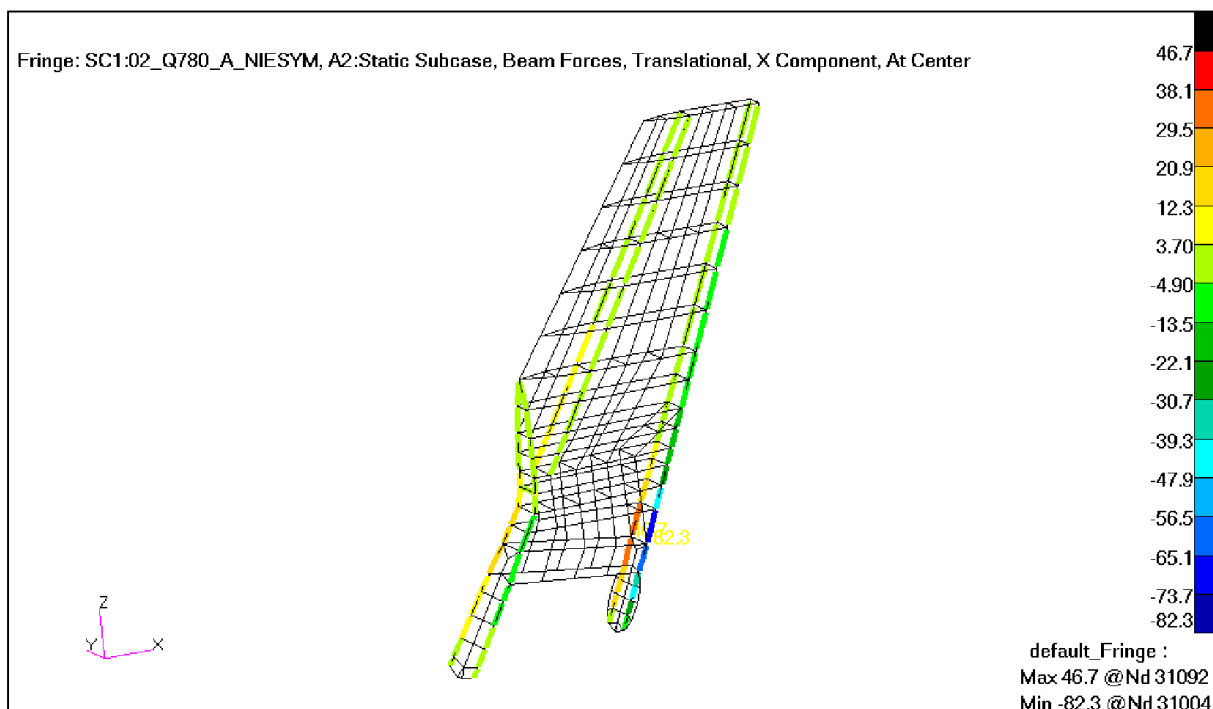
Rys. 109. Przypadek 2. Siły w kątownikach w kanale (kG). [9]

Rys. 110. Przypadek 2. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [9]

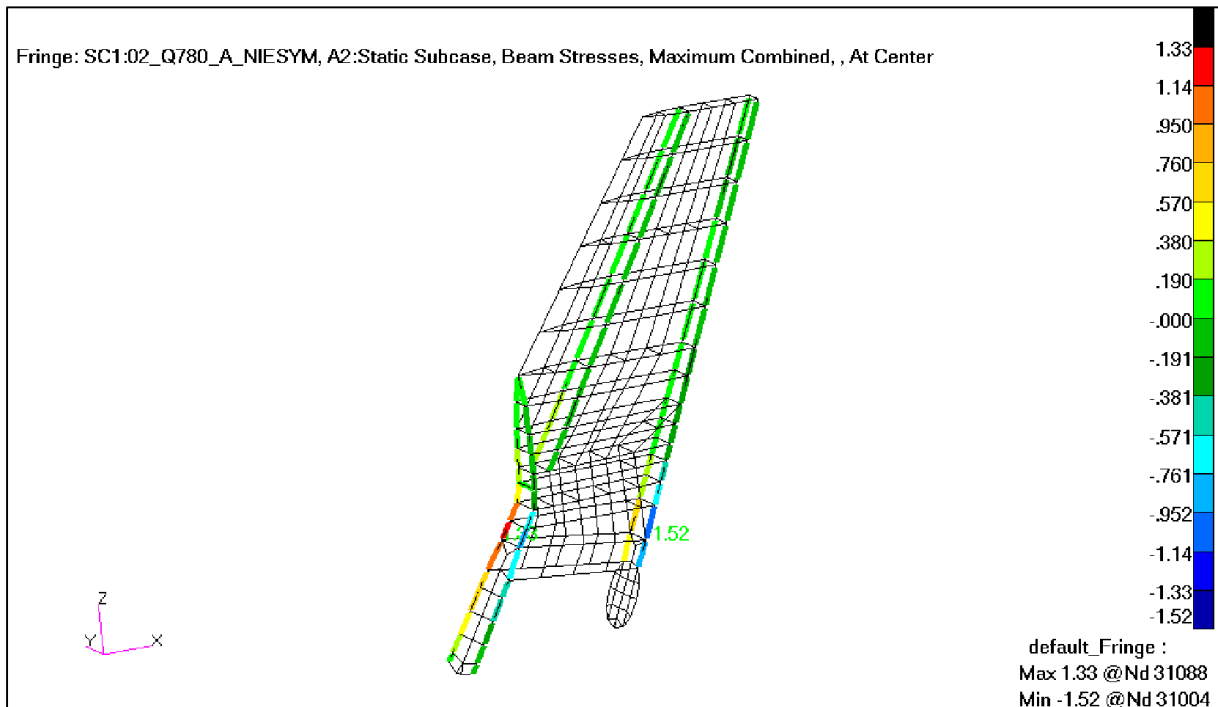


Rys. 111. Przypadek 2. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [9]

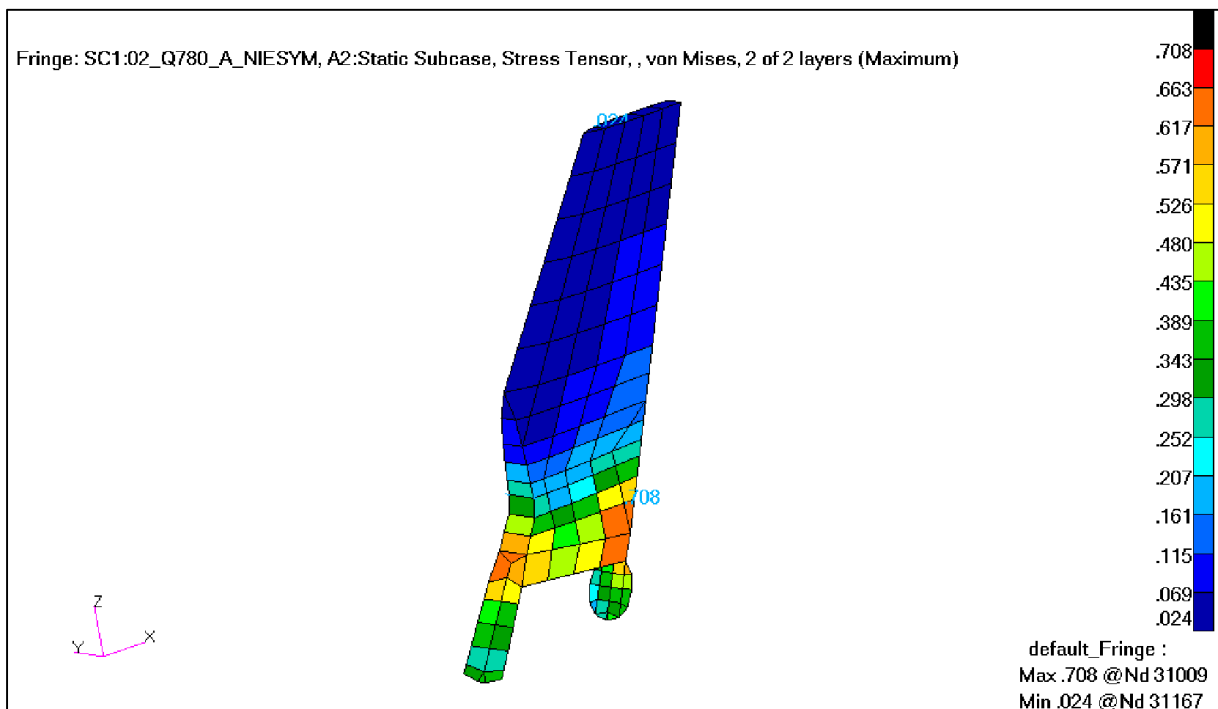
Rys. 112. Przypadek 2. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [9]

Rys. 113. Przypadek 2. Naprężenia zredukowane w szkieletie kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [9]

Rys. 114. Przypadek 2. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kG). [9]

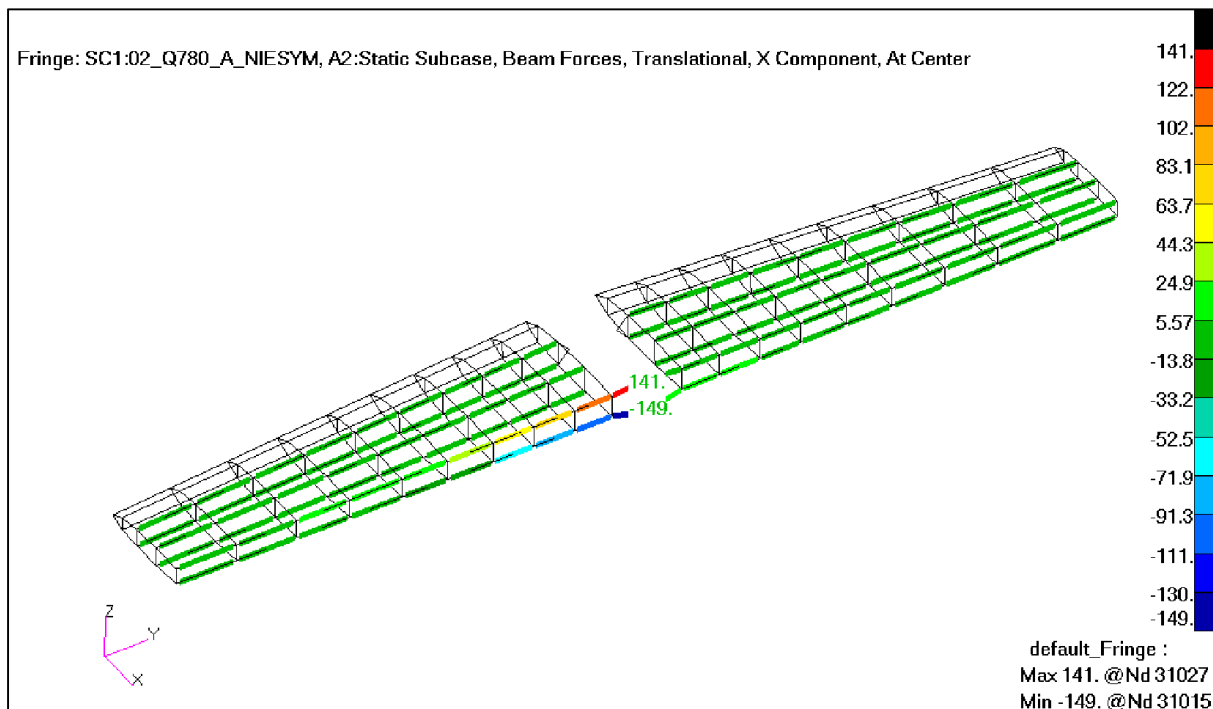


Rys. 115. Przypadek 2. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [9]

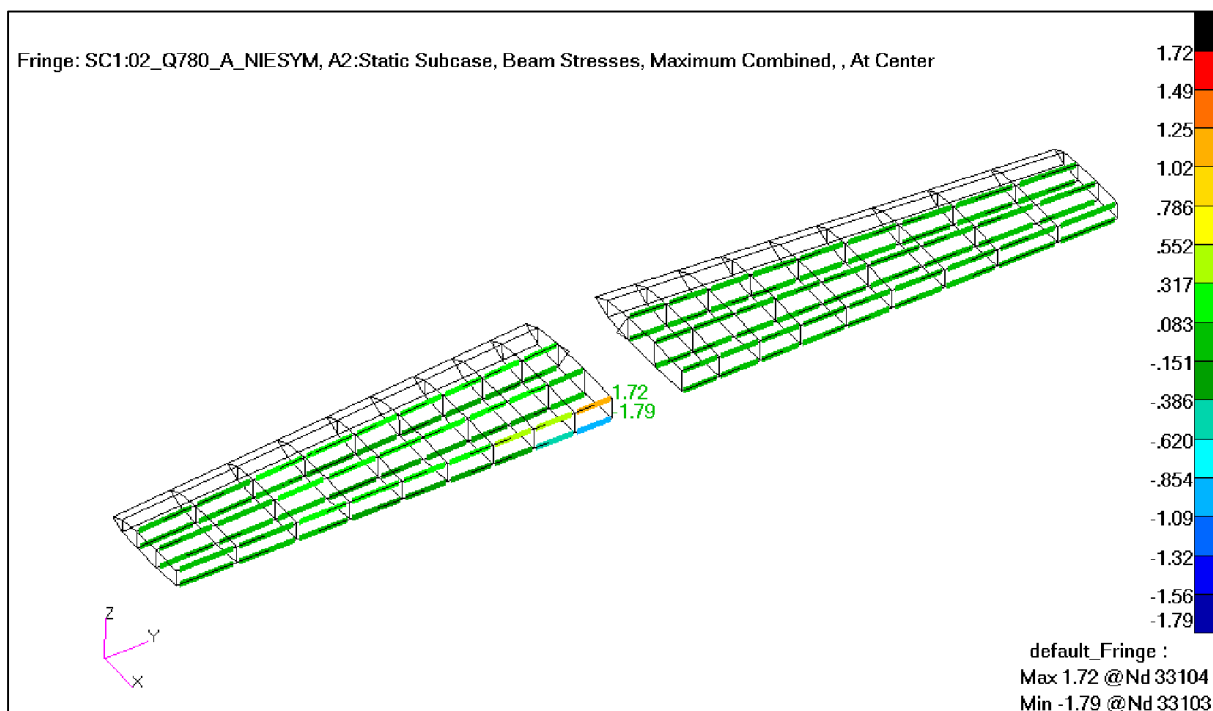


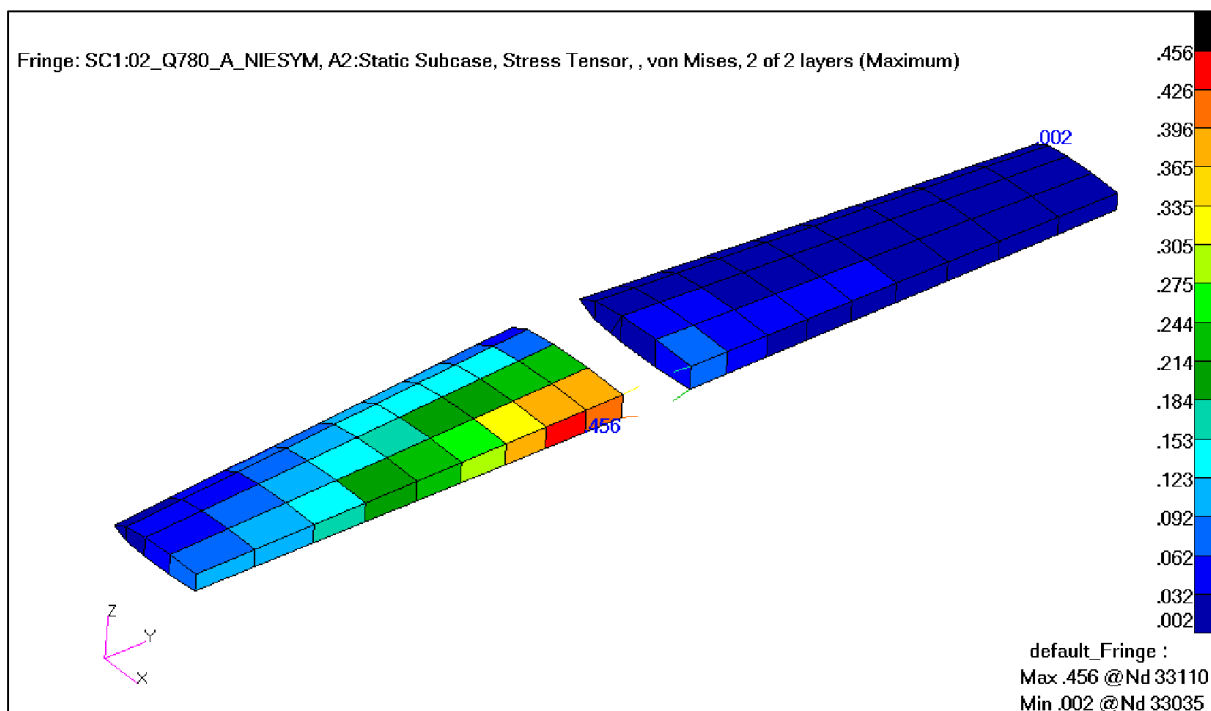
Rys. 116. Przypadek 2. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [9]





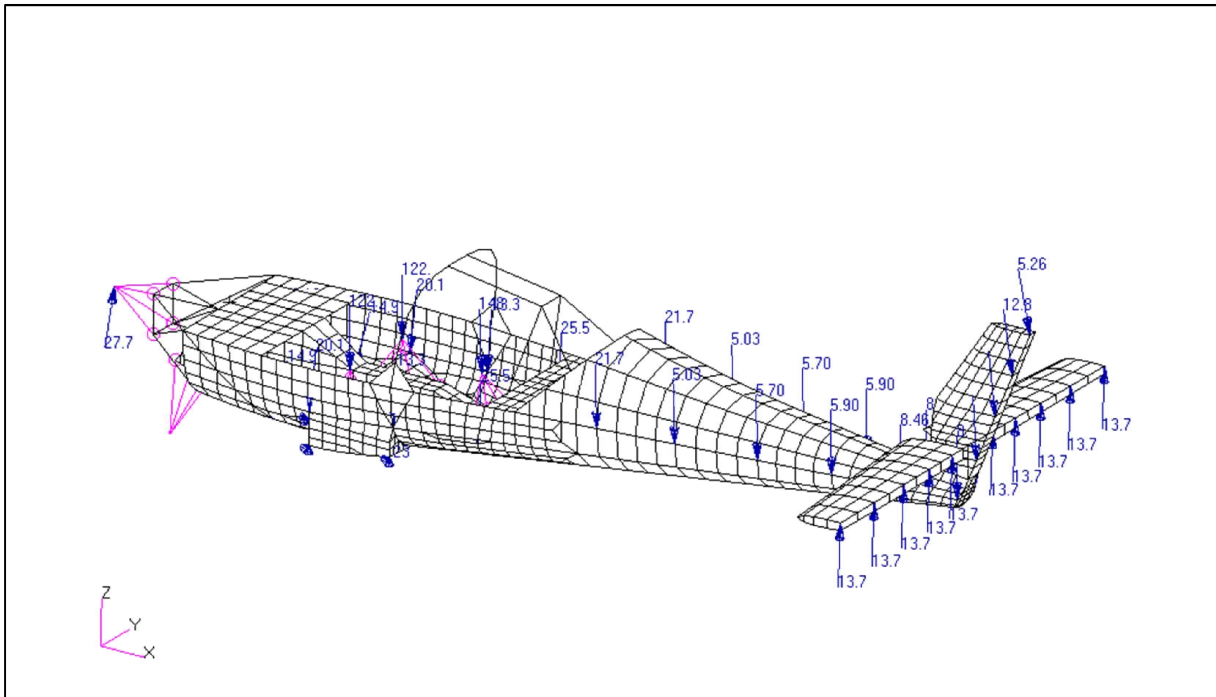
Rys. 117. Przypadek 2. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [9]

Rys. 118. Przypadek 2. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [9]

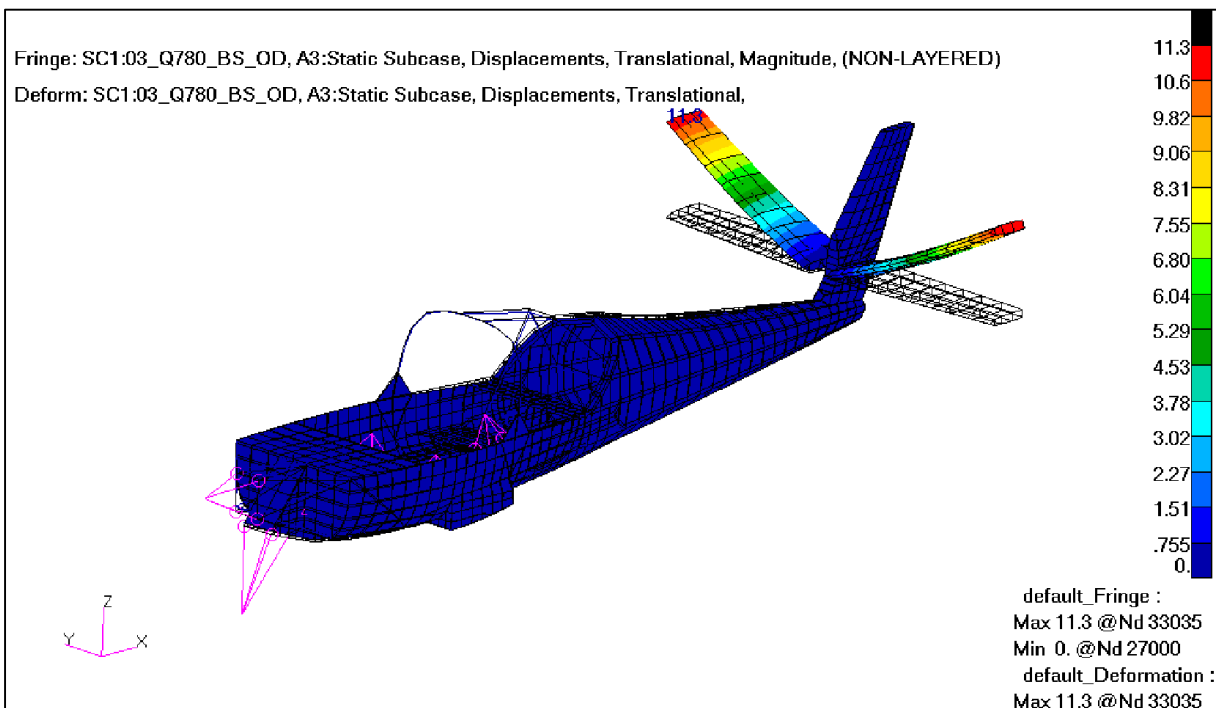


Rys. 119. Przypadek 2. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [9]

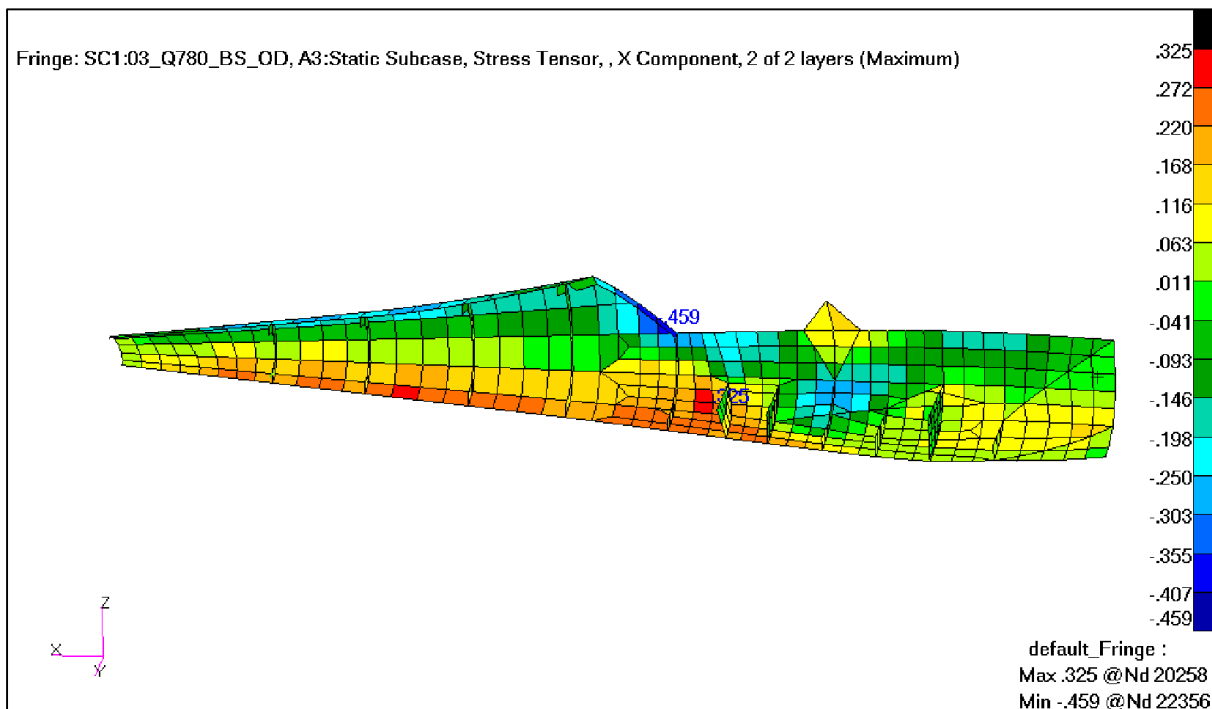
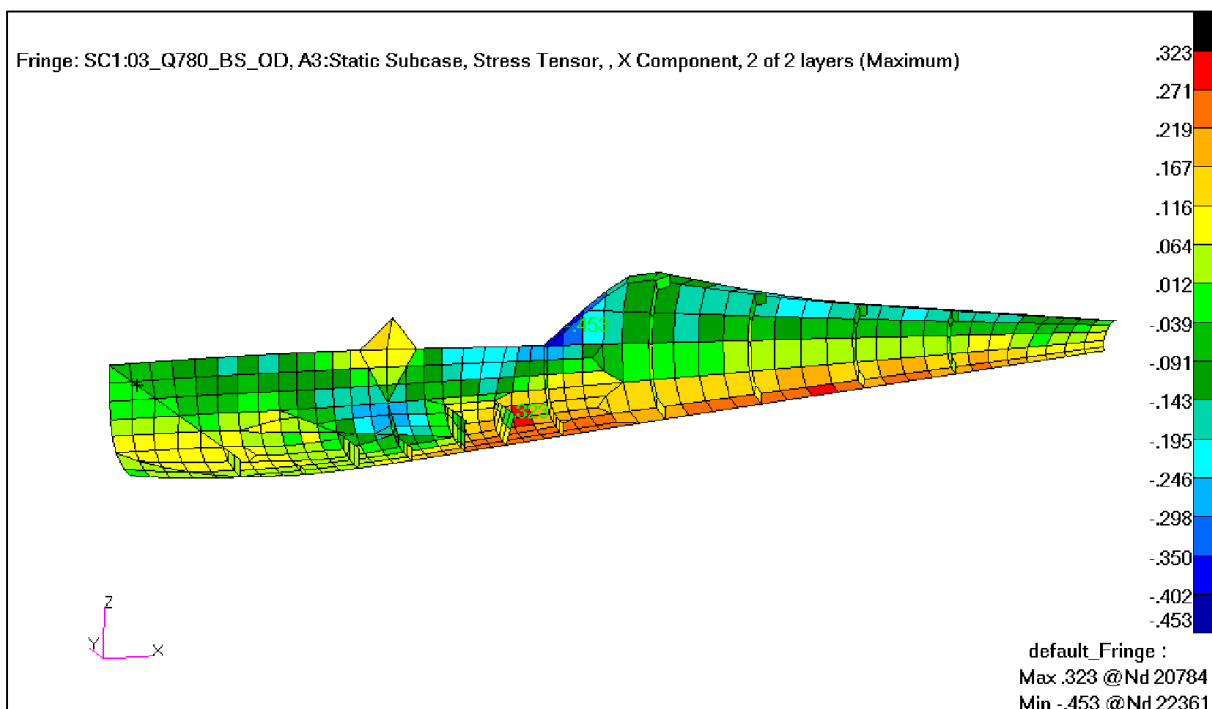
### 7.3.Przypadek 3 - masa 780 kg - brutalne sterowanie, oddanie drążka

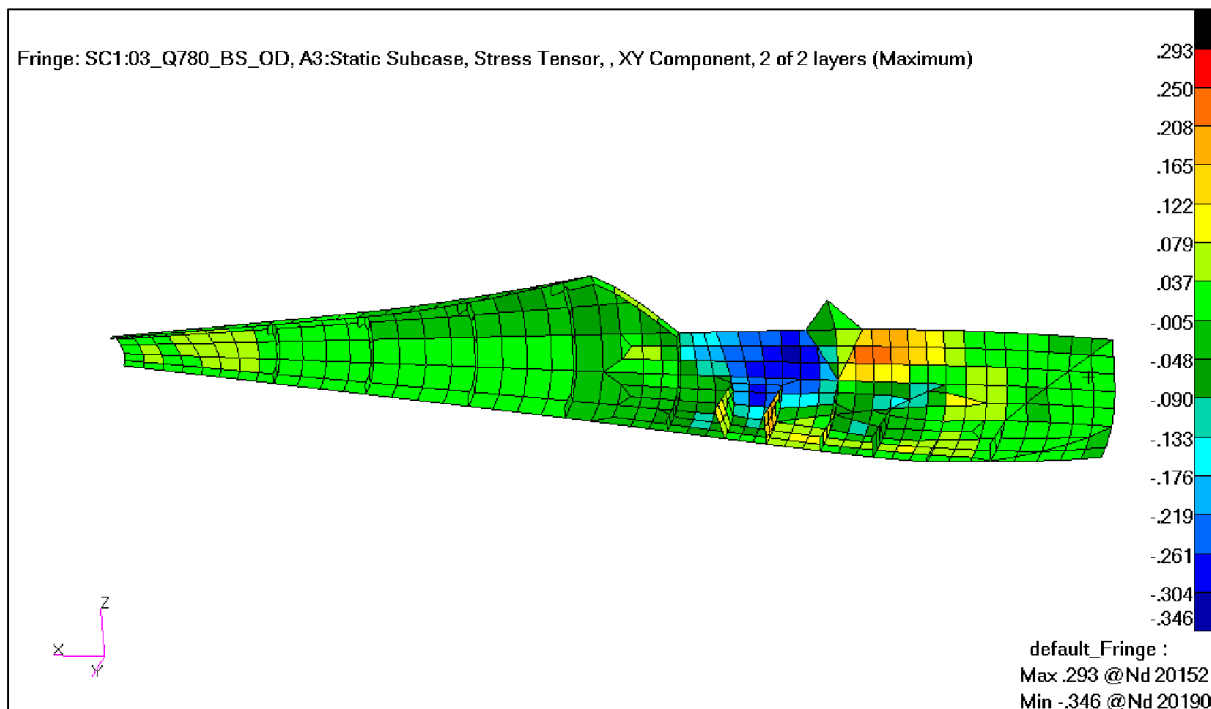
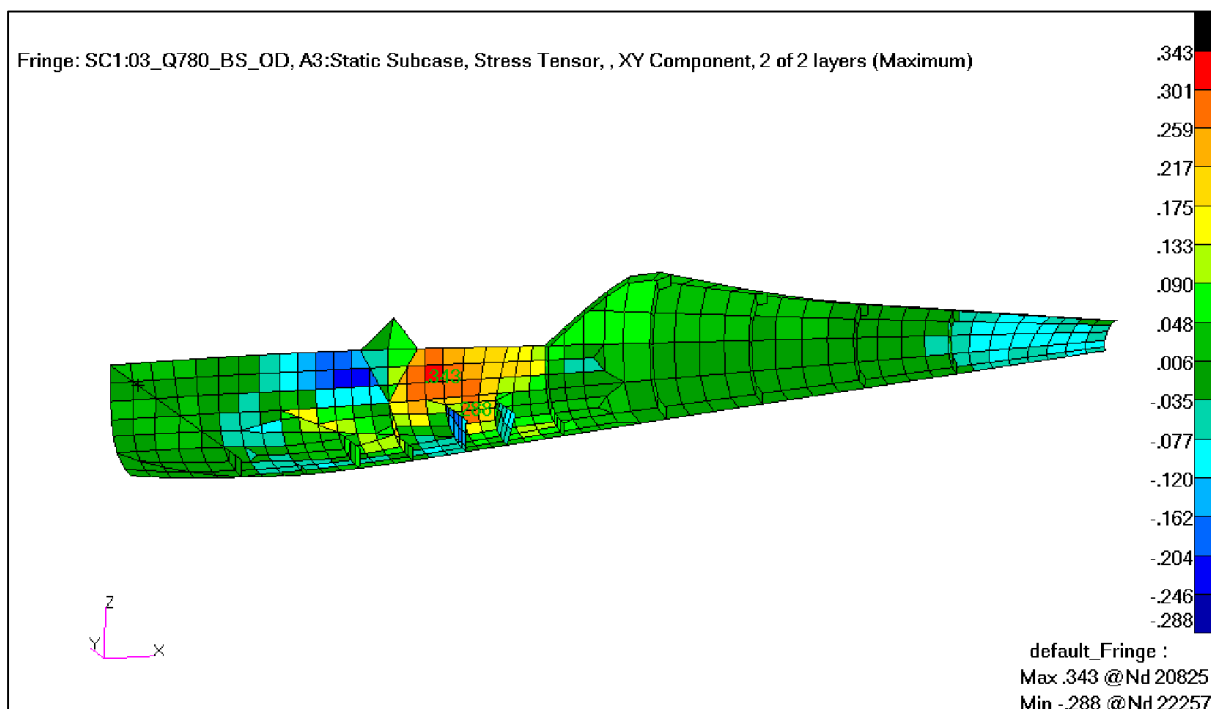


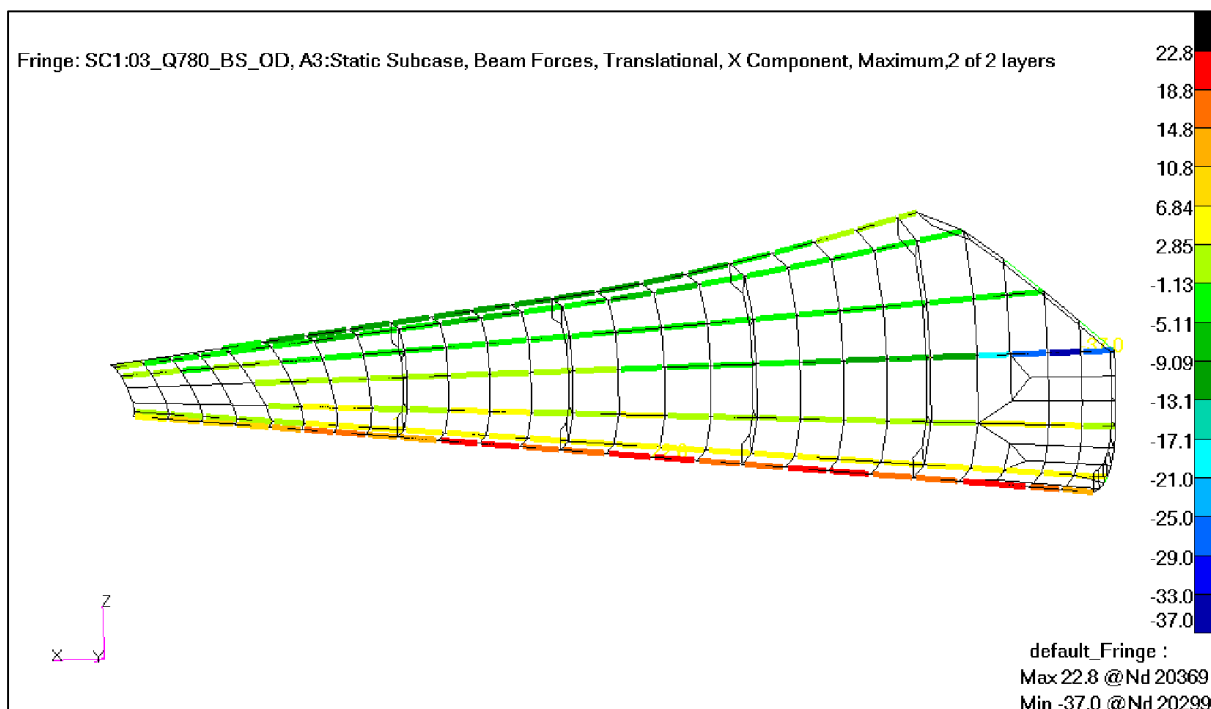
Rys. 120. Przypadek 3. Przyłożone obciążenie (kg). [10]



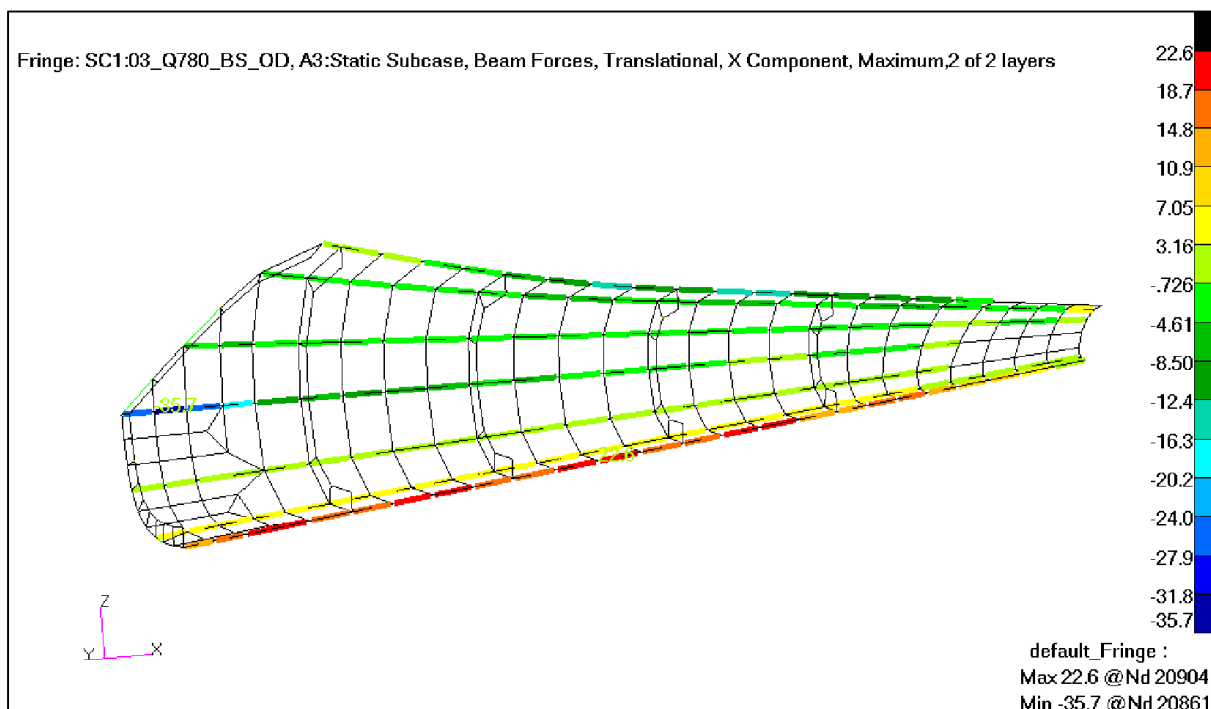
Rys. 121. Przypadek 3. Odształcenie struktury (mm). [10]

Rys. 122. Przypadek 3. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [10]Rys. 123. Przypadek 3. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [10]

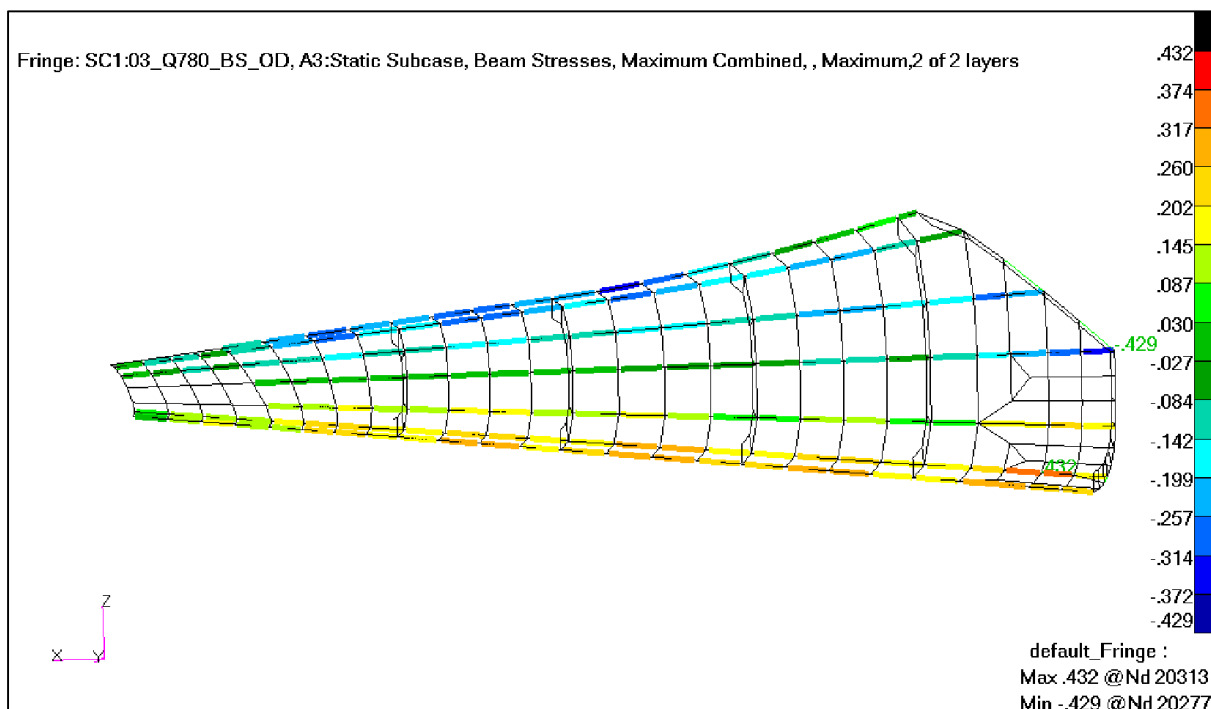
Rys. 124. Przypadek 3. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [10]Rys. 125. Przypadek 3. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [10]



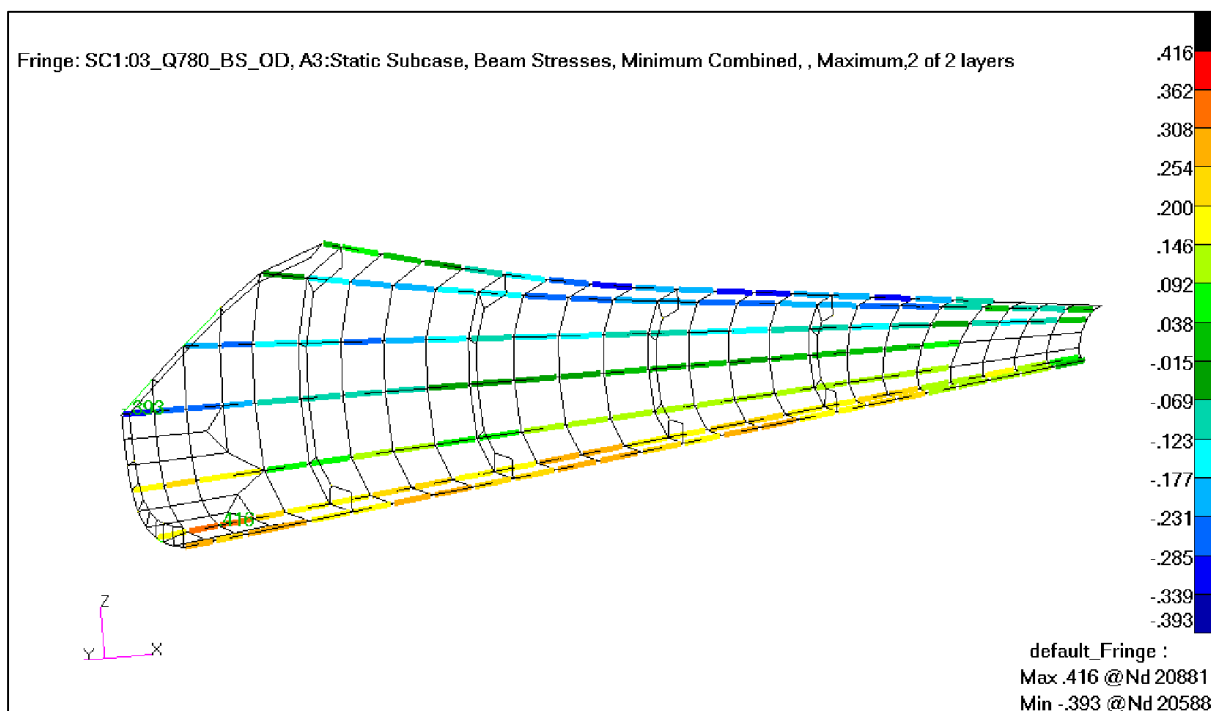
Rys. 126. Przypadek 3. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [10]



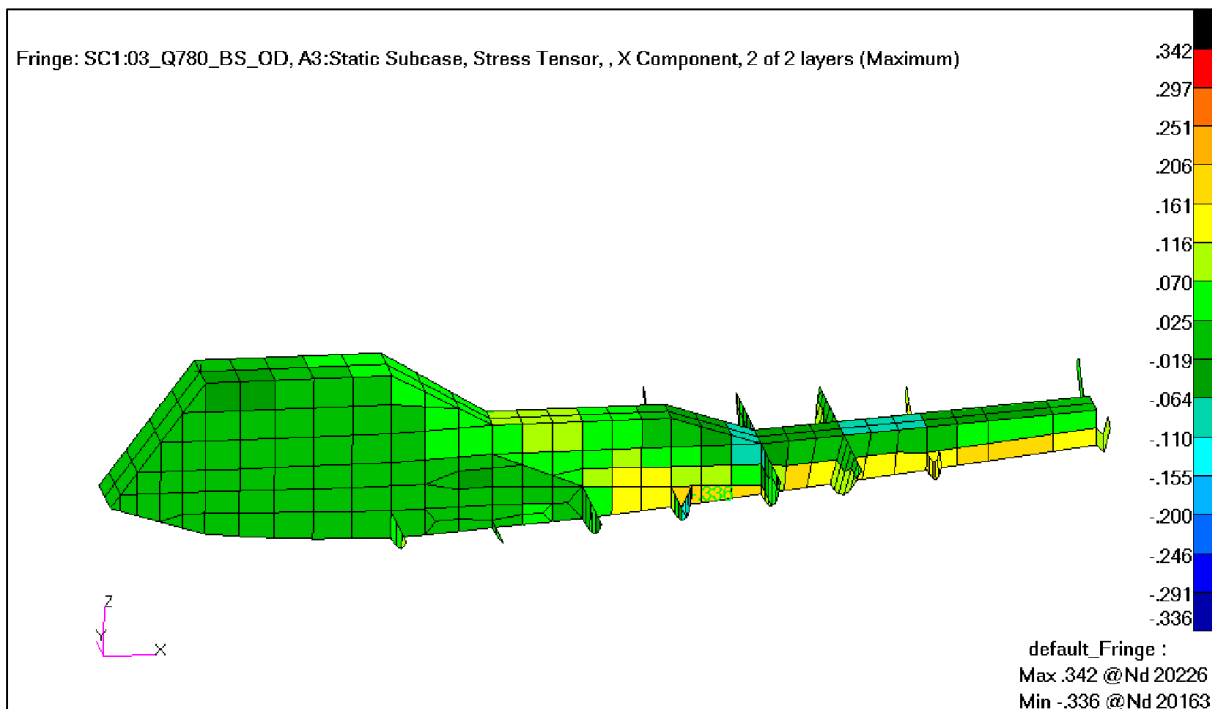
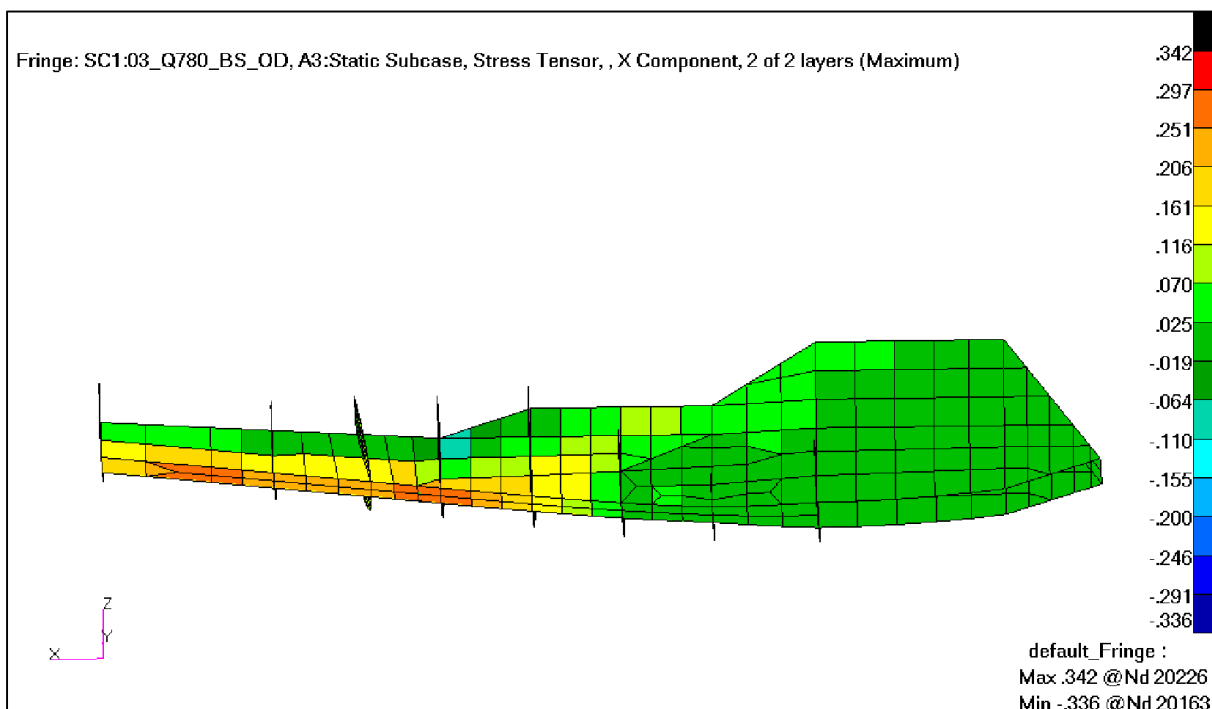
Rys. 127. Przypadek 3. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [10]



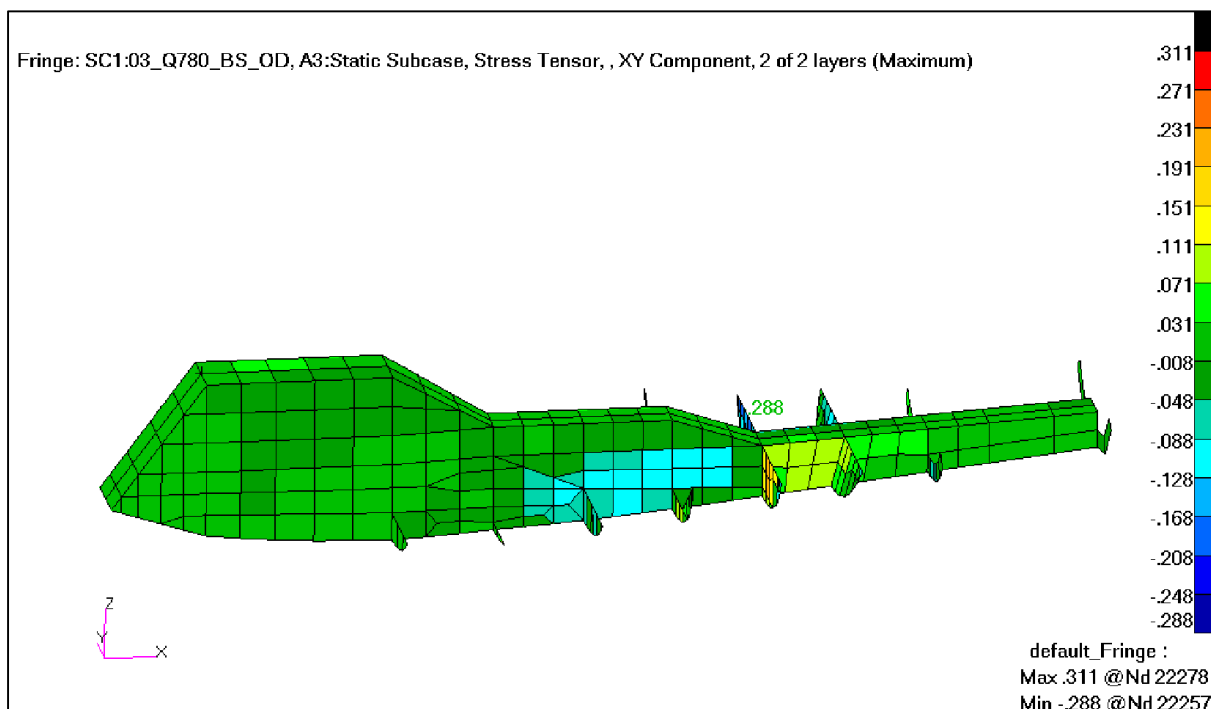
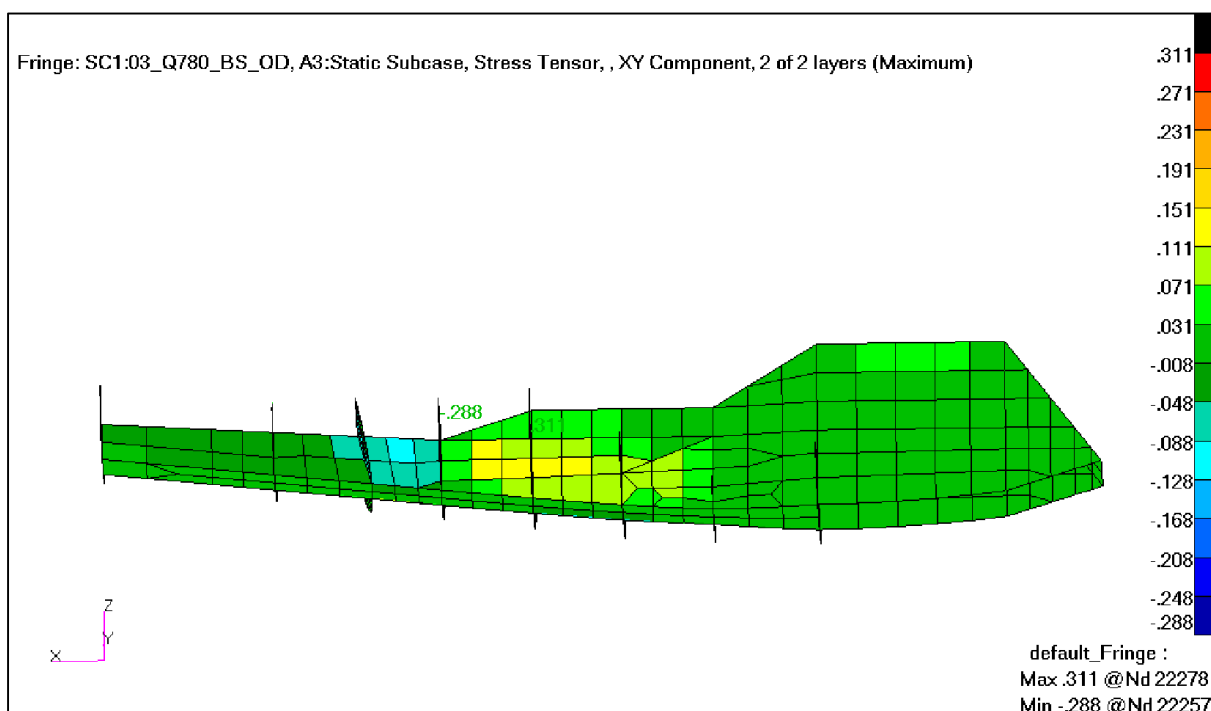
Rys. 128. Przypadek 3. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [10]

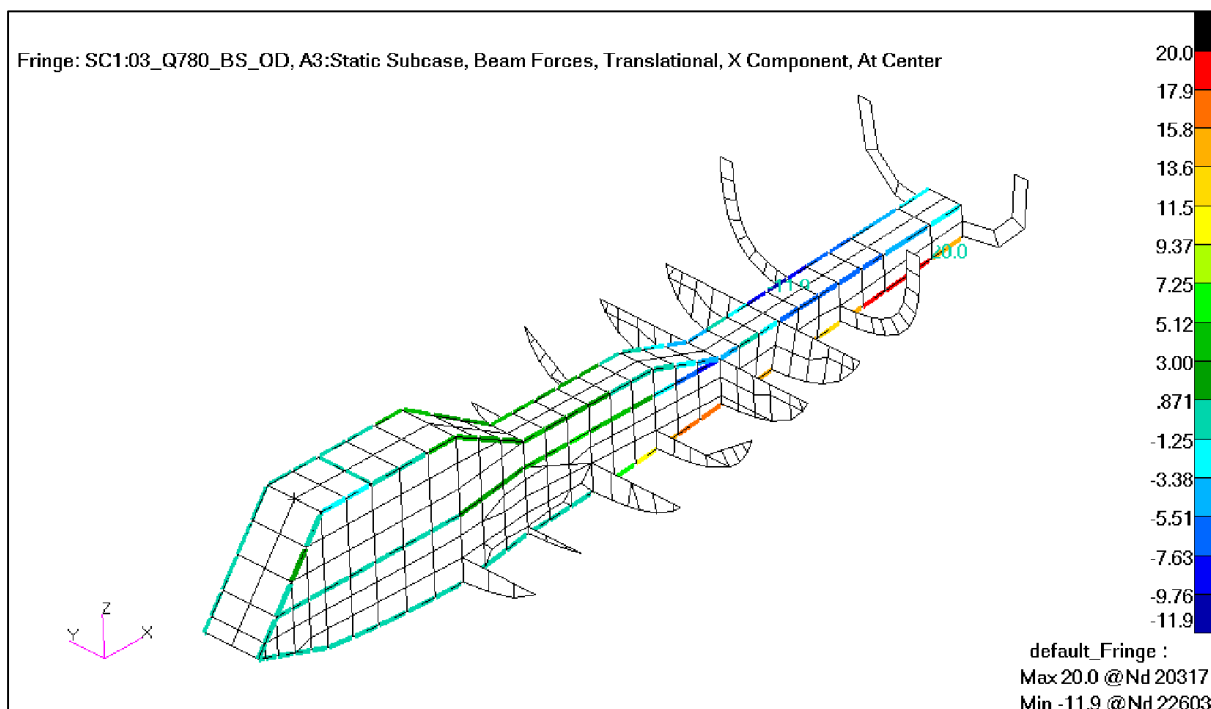


Rys. 129. Przypadek 3. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [10]

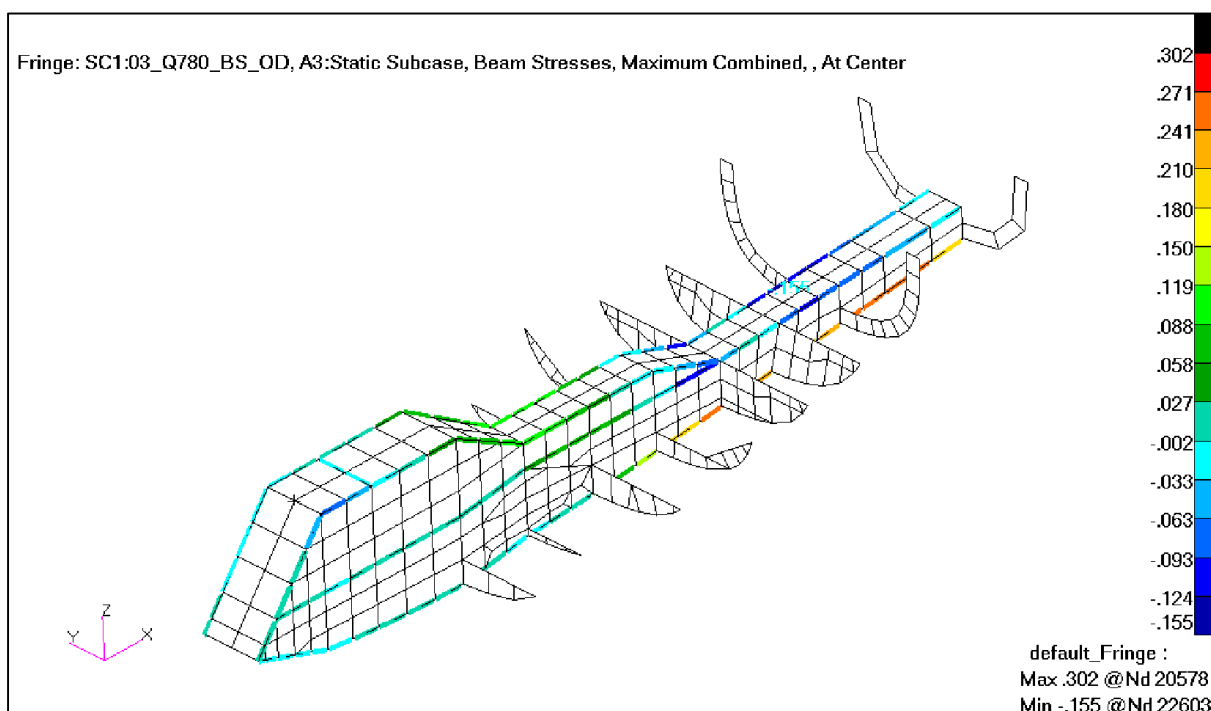
Rys. 130. Przypadek 3. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [10]Rys. 131. Przypadek 3. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [10]

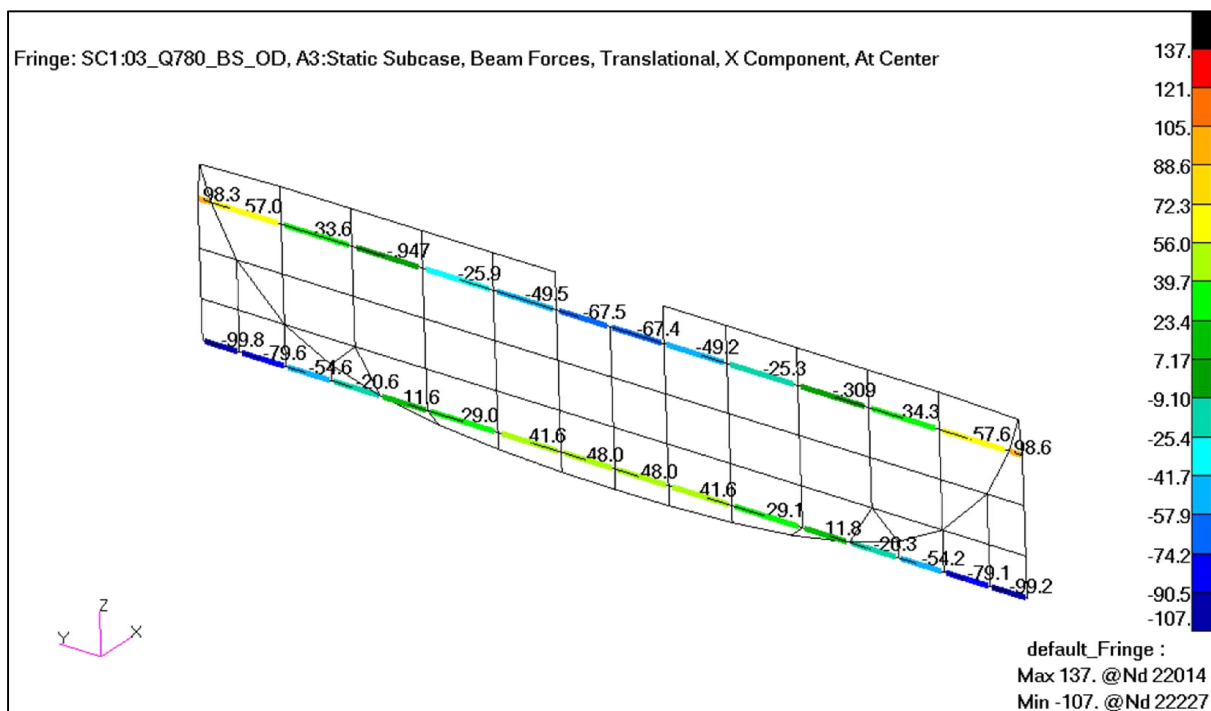


Rys. 132. Przypadek 3. Naprężenia ścianażące w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [10]Rys. 133. Przypadek 3. Naprężenia ścianażące w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [10]

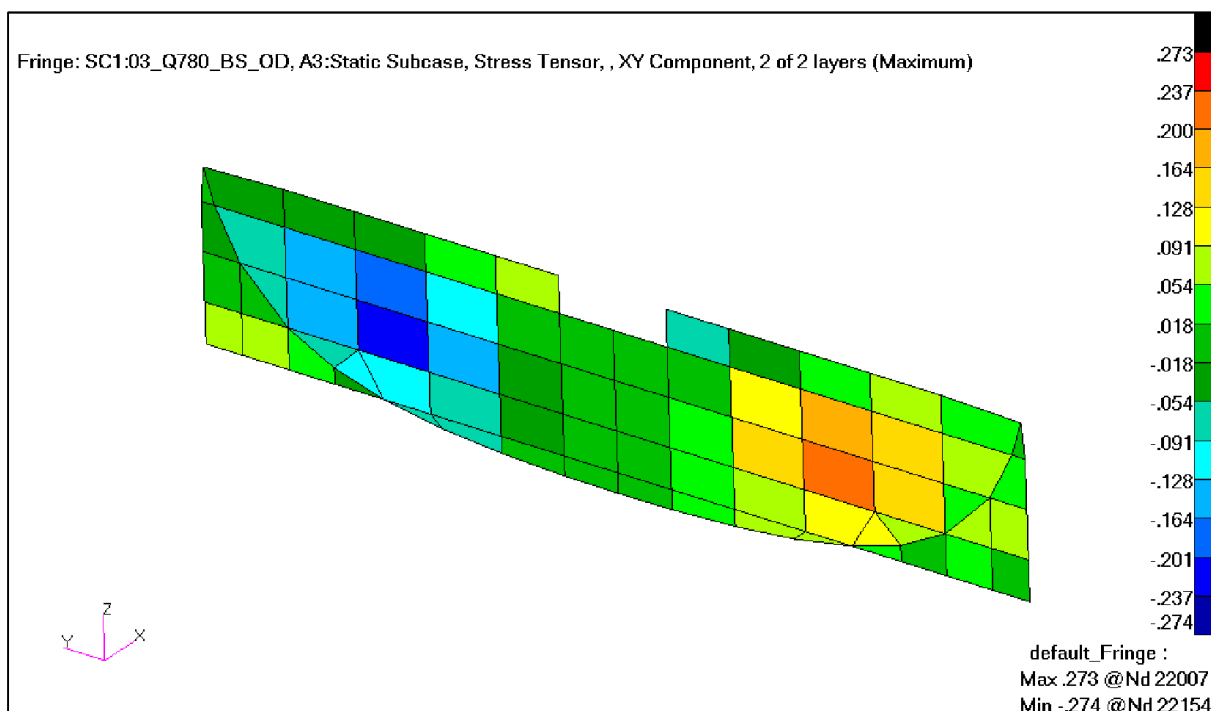


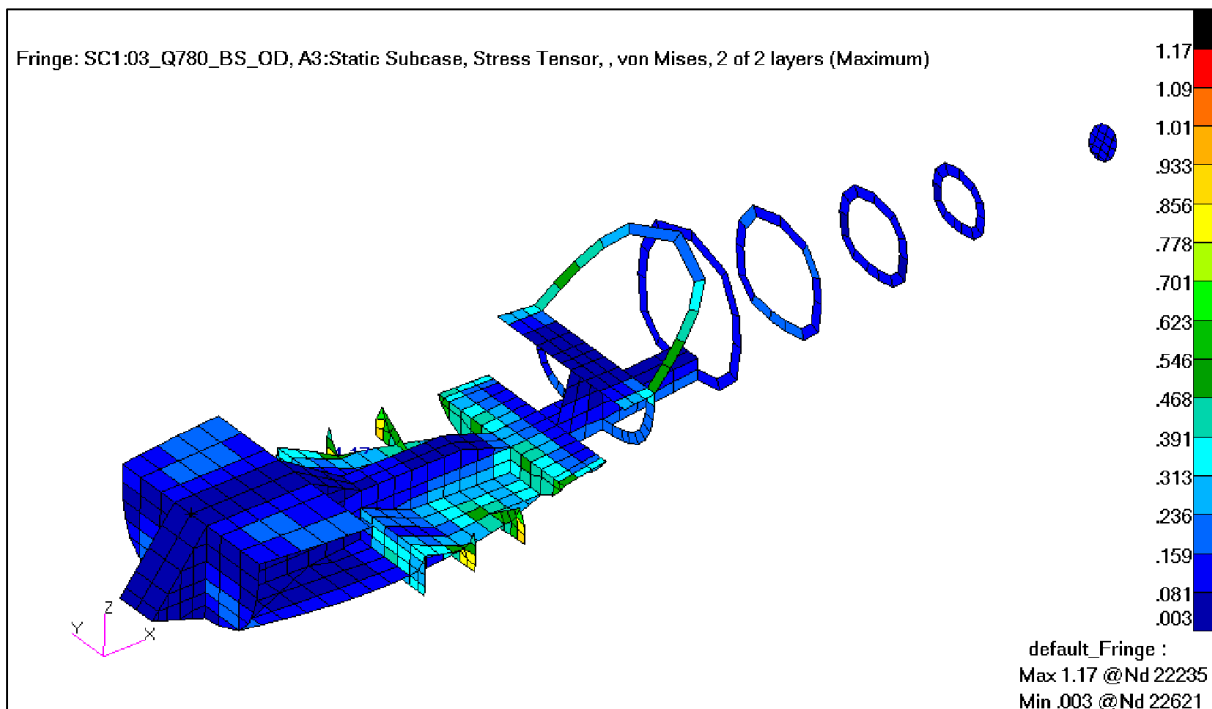
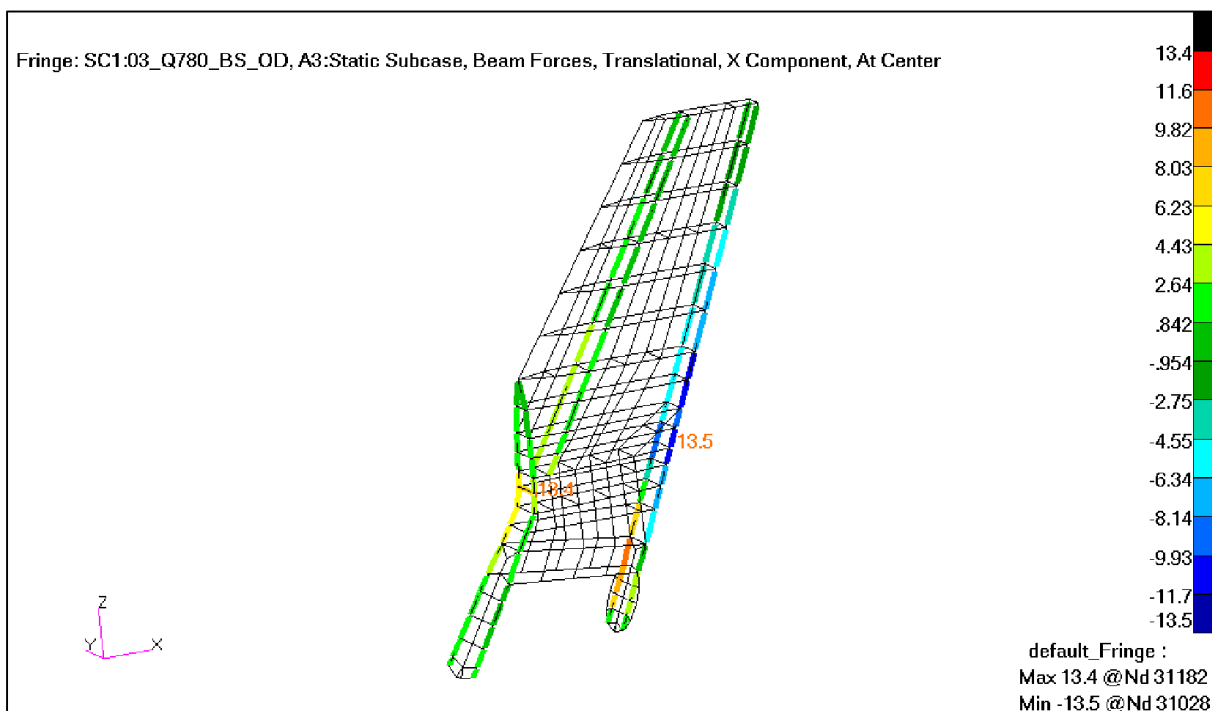
Rys. 134. Przypadek 3. Siły w kątownikach w kanale (kG). [10]

Rys. 135. Przypadek 3. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [10]

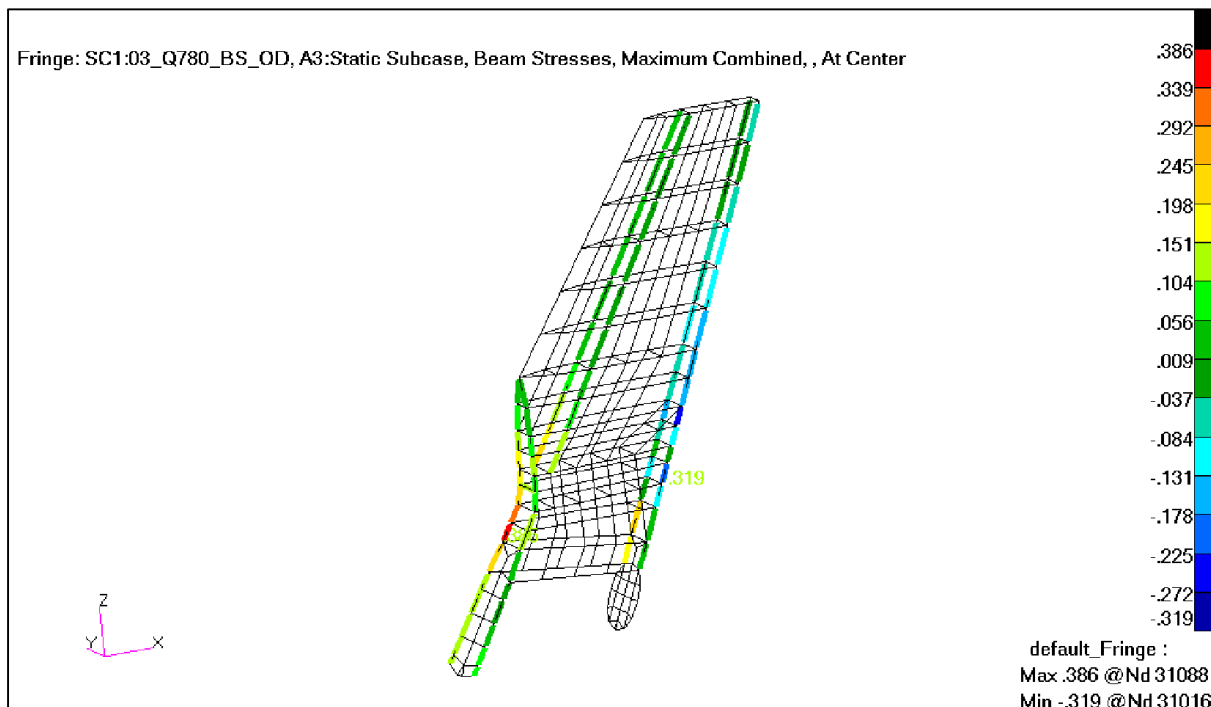


Rys. 136. Przypadek 3. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [10]

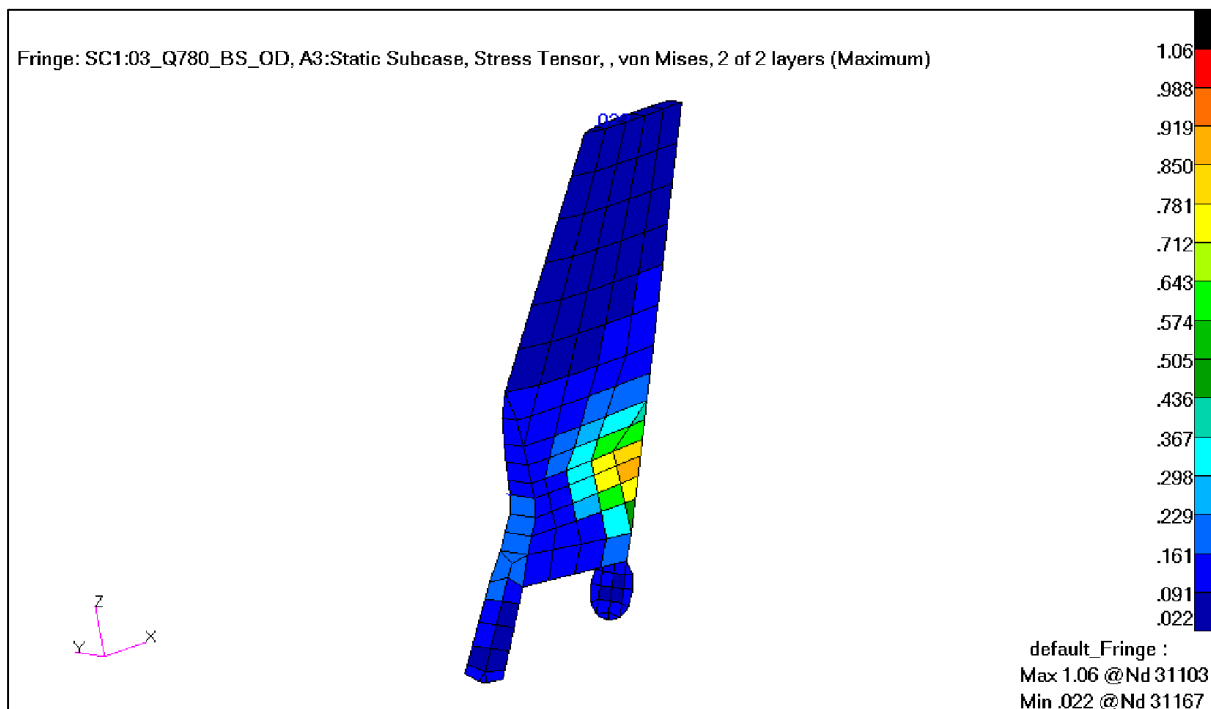
Rys. 137. Przypadek 3. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [10]

Rys. 138. Przypadek 3. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [10]

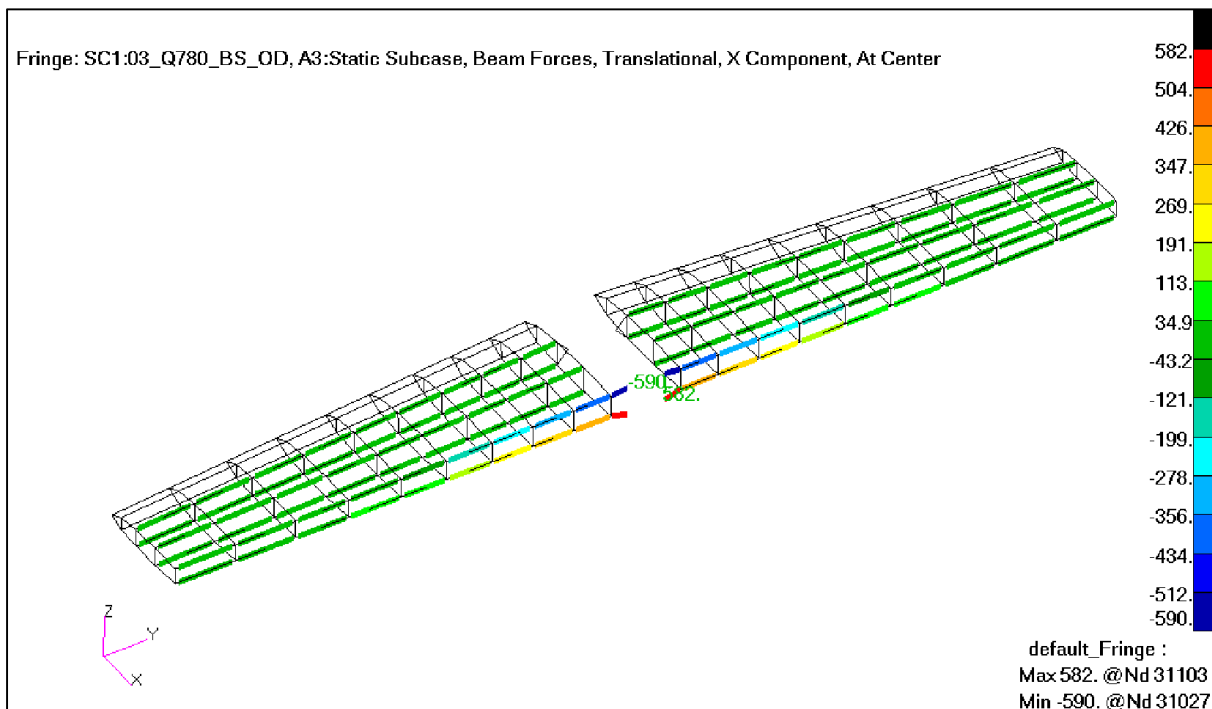
Rys. 139. Przypadek 3. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kG). [10]



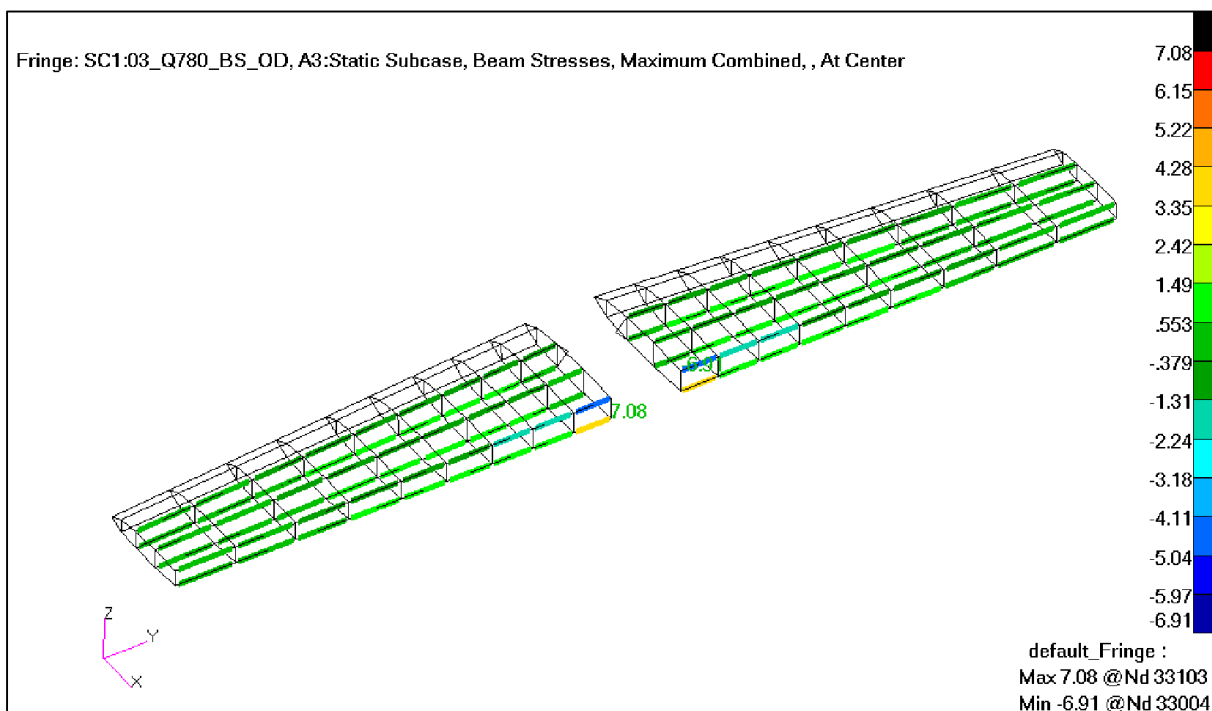
Rys. 140. Przypadek 3. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [10]

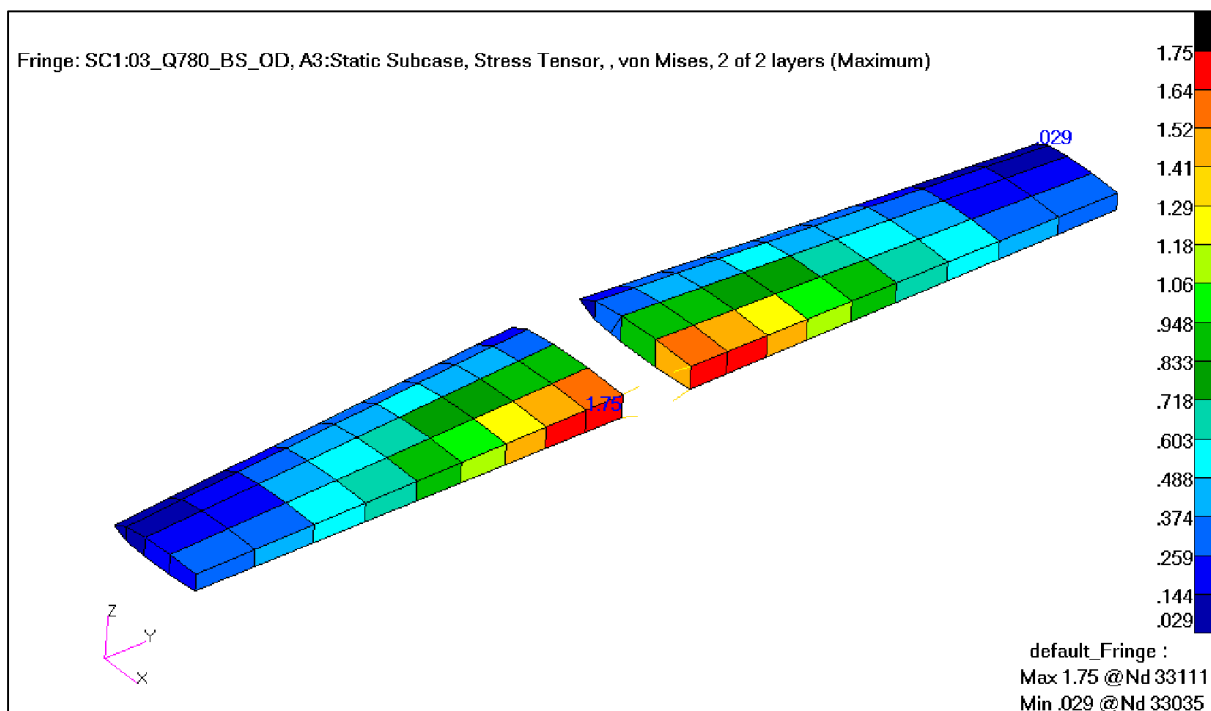


Rys. 141. Przypadek 3. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [10]



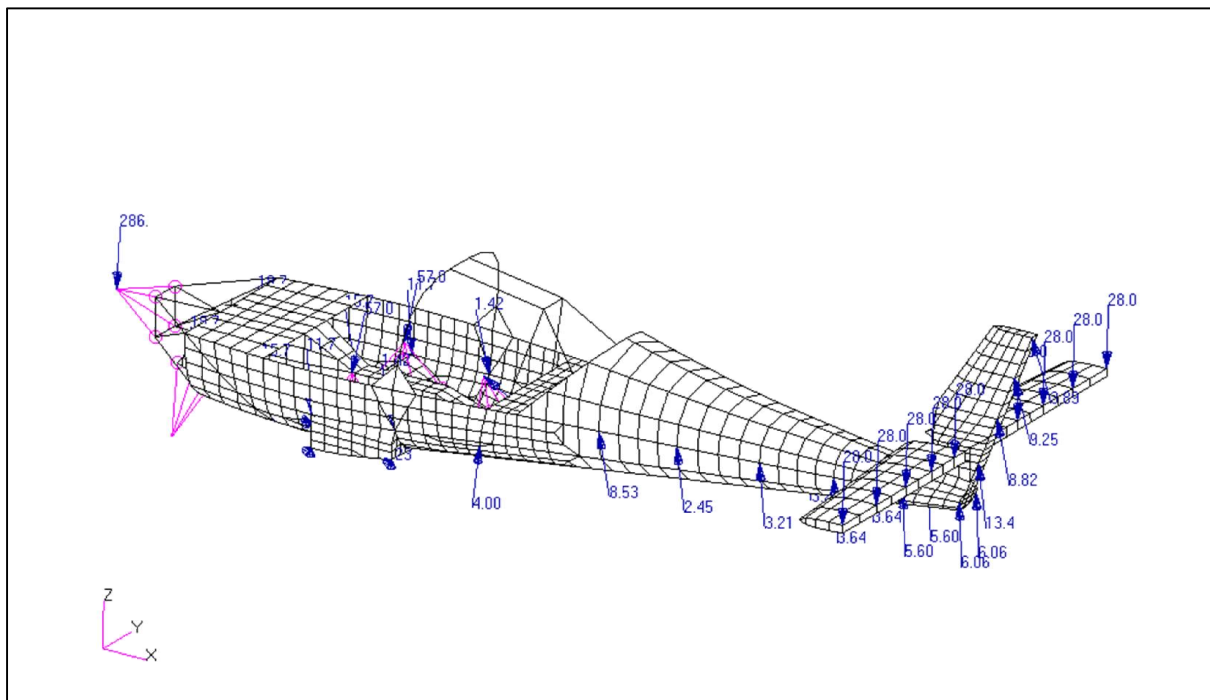
Rys. 142. Przypadek 3. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kg). [10]

Rys. 143. Przypadek 3. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [10]

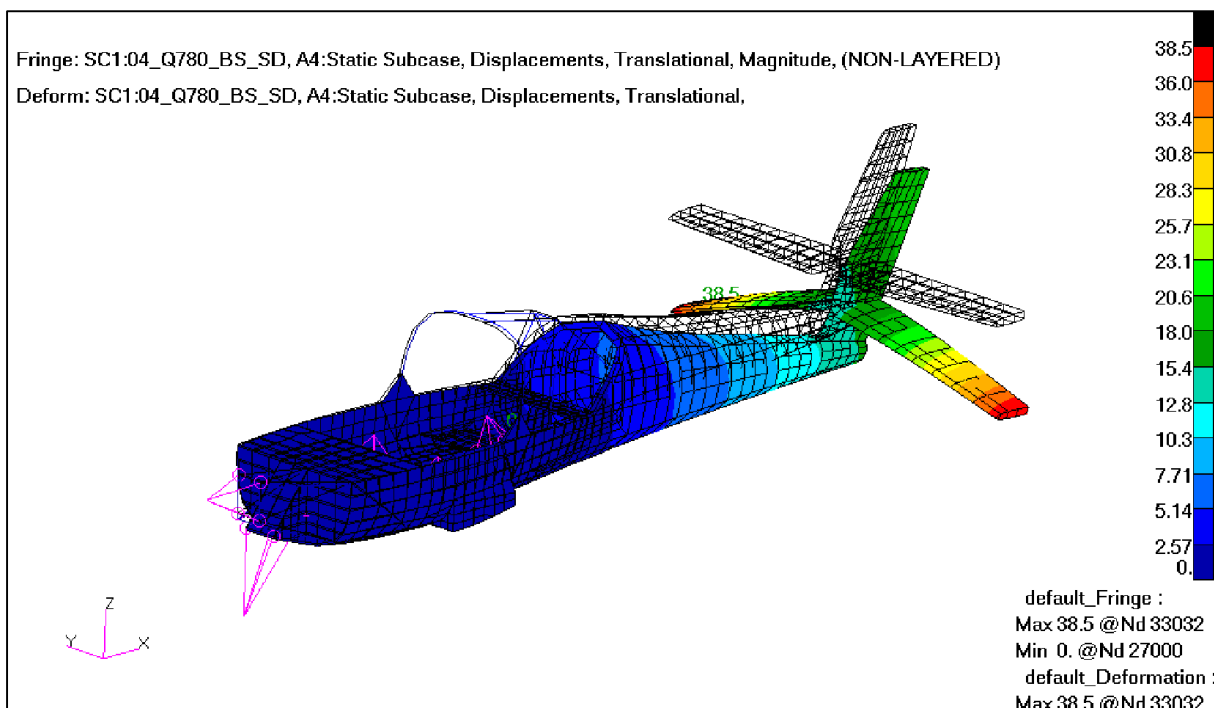


Rys. 144. Przypadek 3. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [10]

## 7.4.Przypadek 4 - masa 780 kg - brutalne sterowanie, ściągnięcie drażka

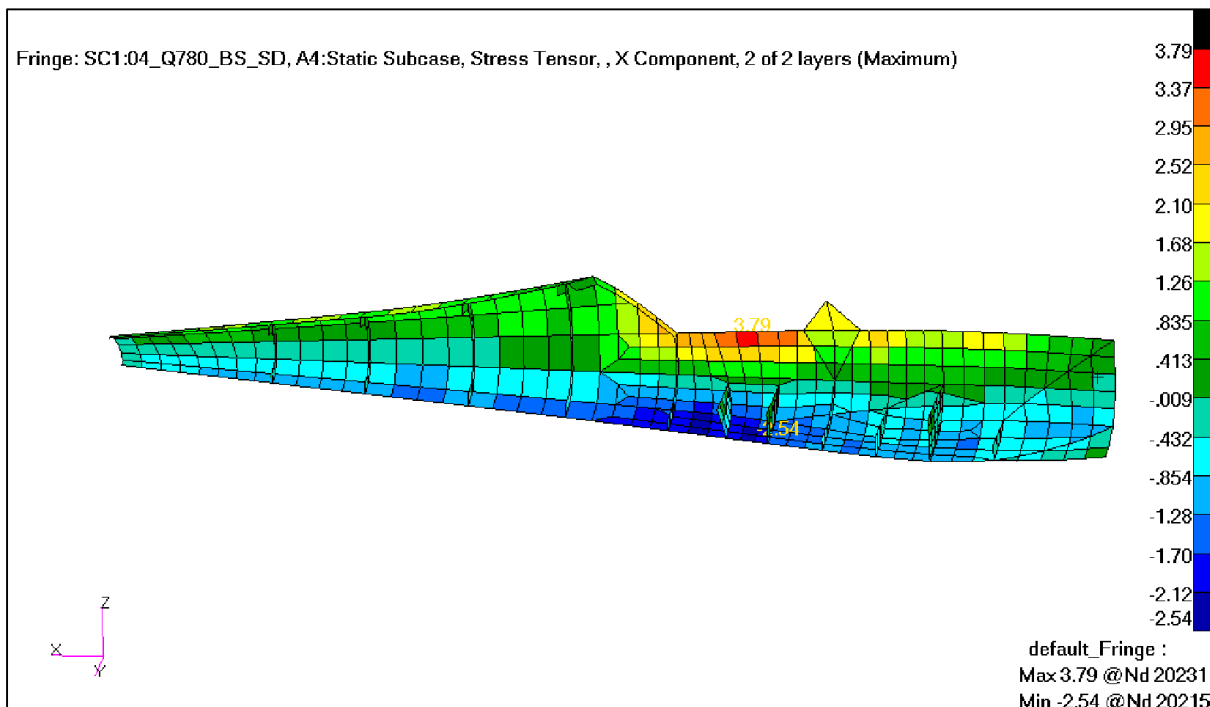
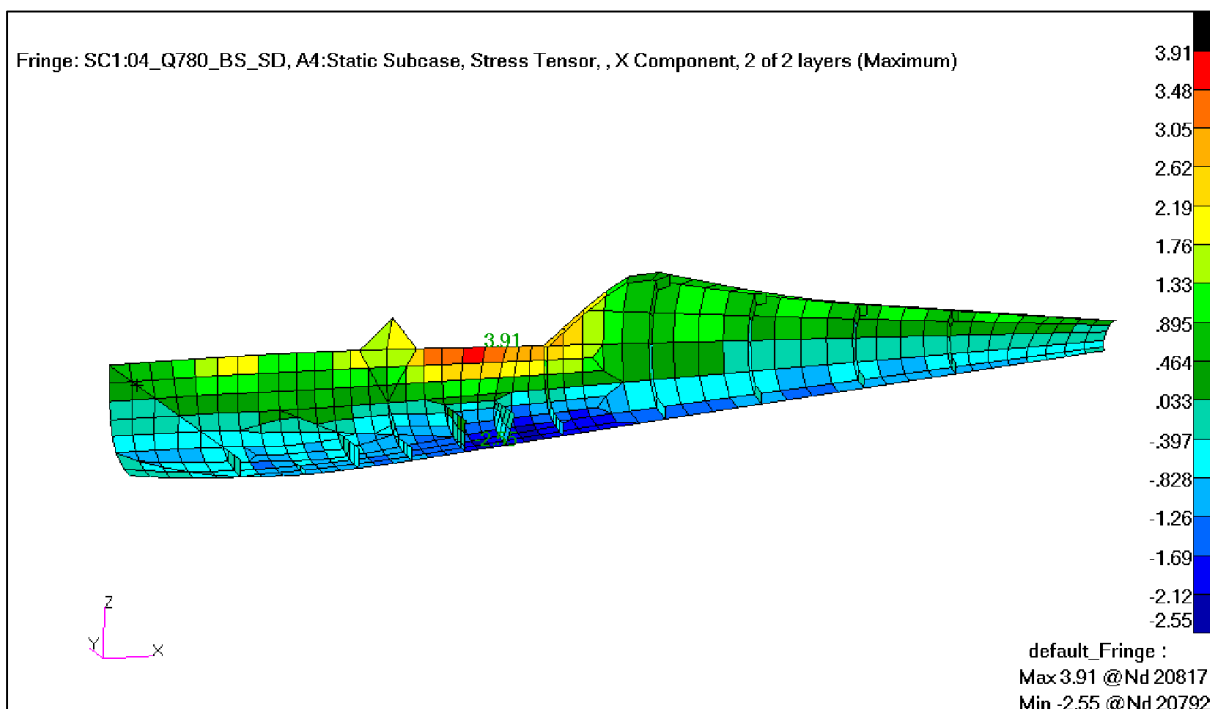


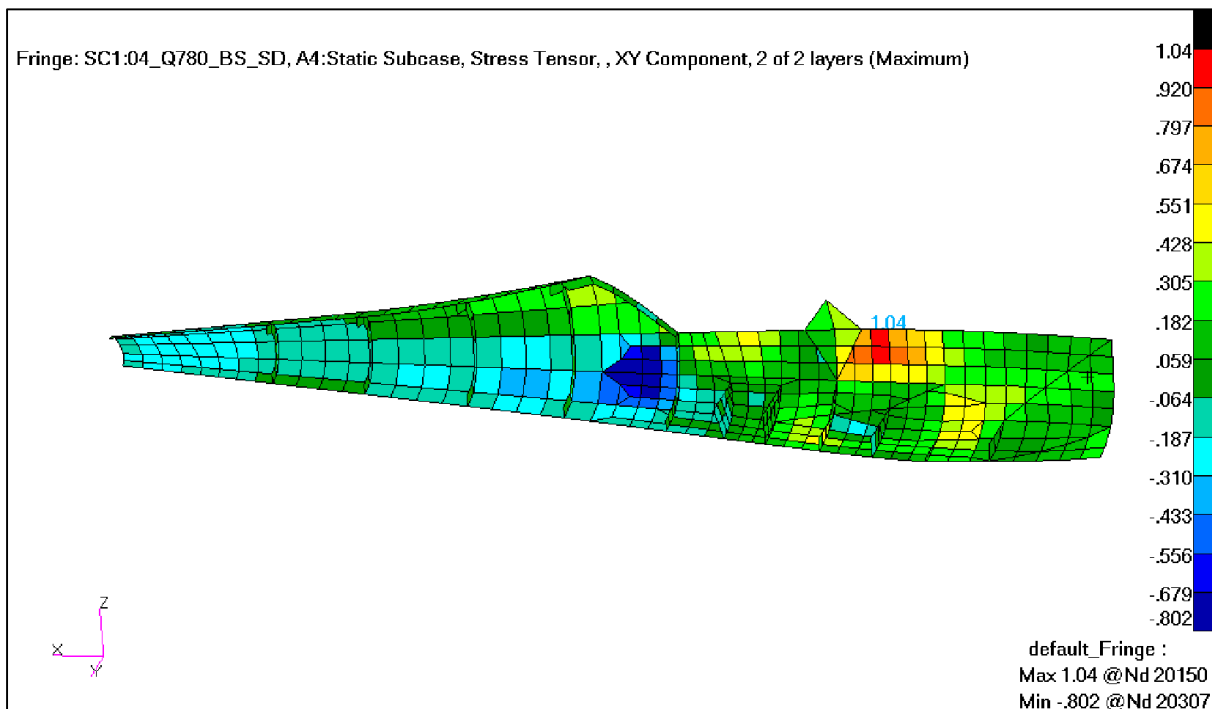
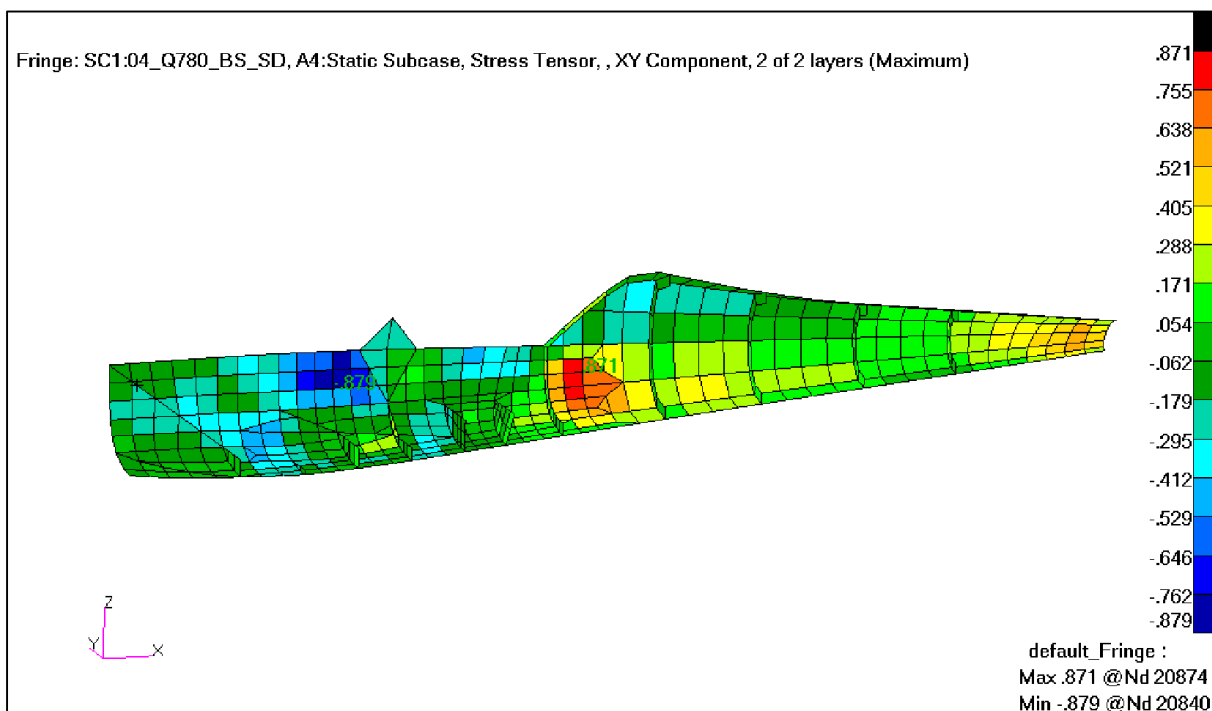
Rys. 145. Przypadek 4. Przyłożone obciążenie (kg). [11]

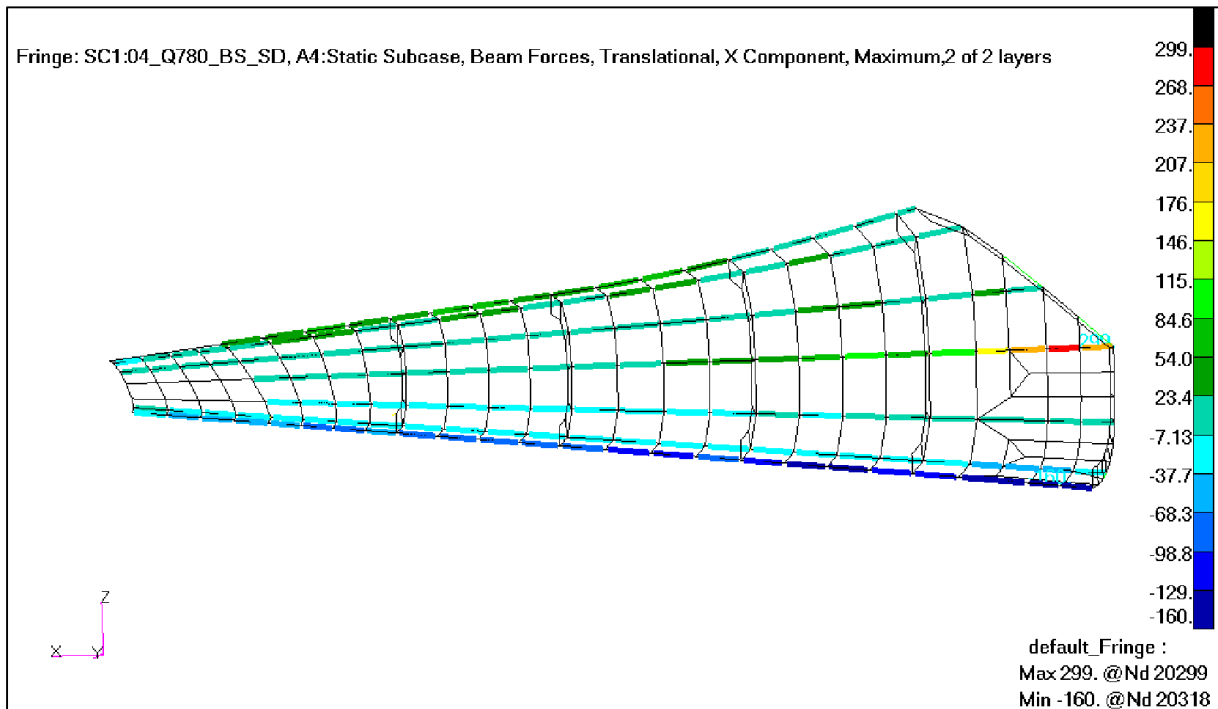


Rys. 146. Przypadek 4. Odształcenie struktury (mm). [11]

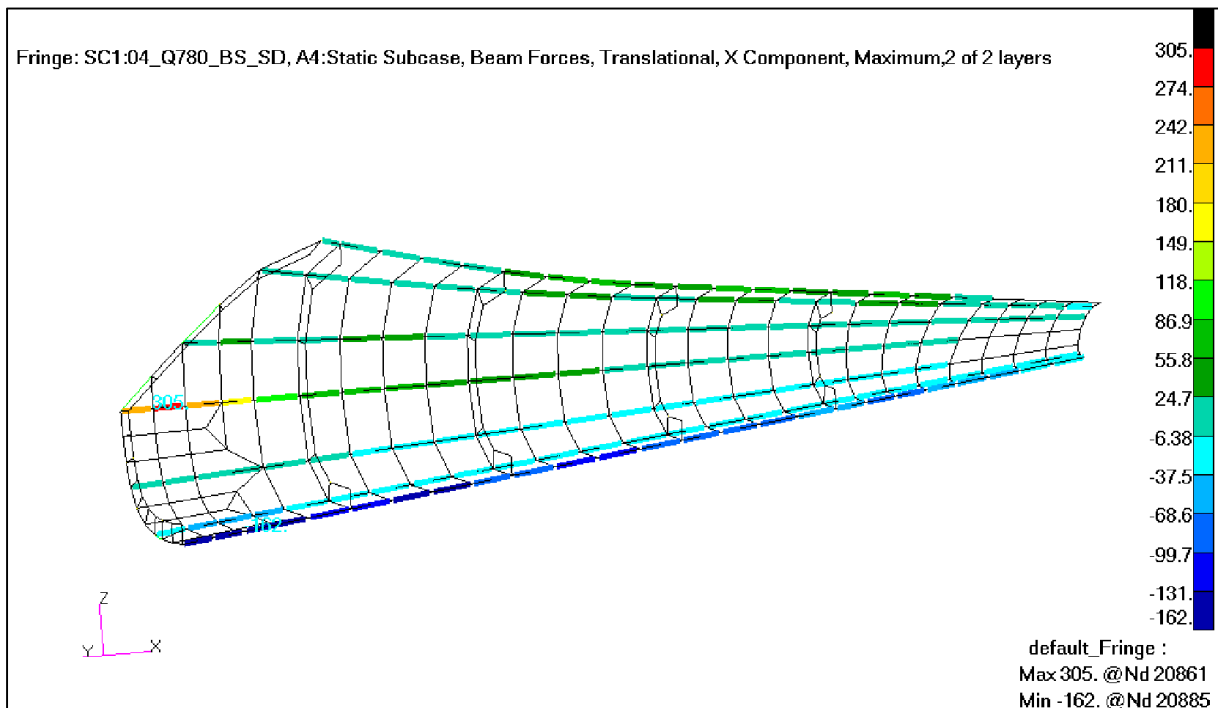


Rys. 147. Przypadek 4. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ). [11]Rys. 148. Przypadek 4. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ). [11]

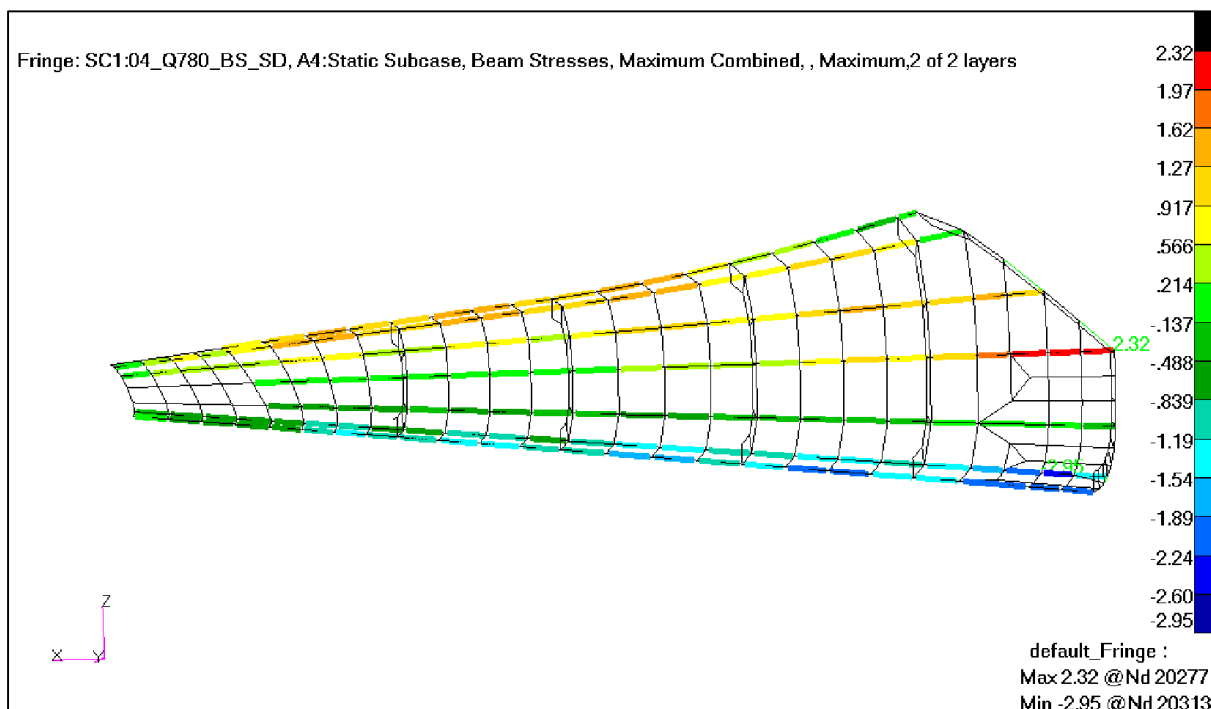
Rys. 149. Przypadek 4. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [11]Rys. 150. Przypadek 4. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [11]



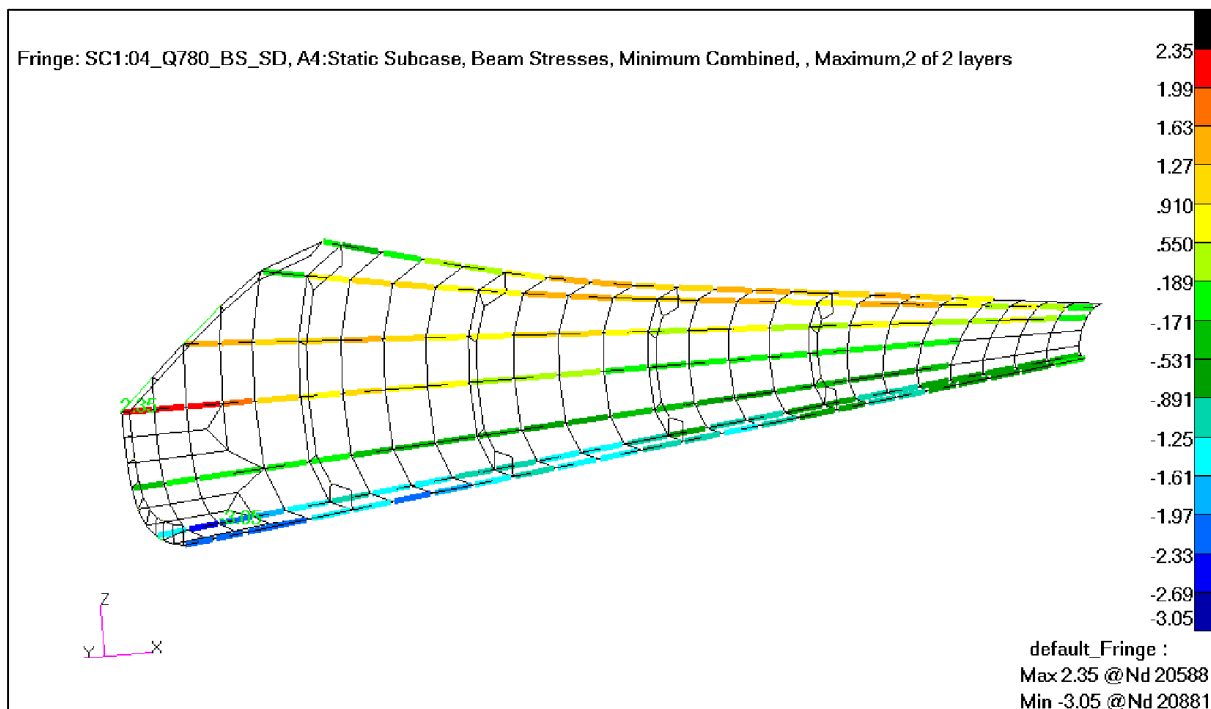
Rys. 151. Przypadek 4. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [11]



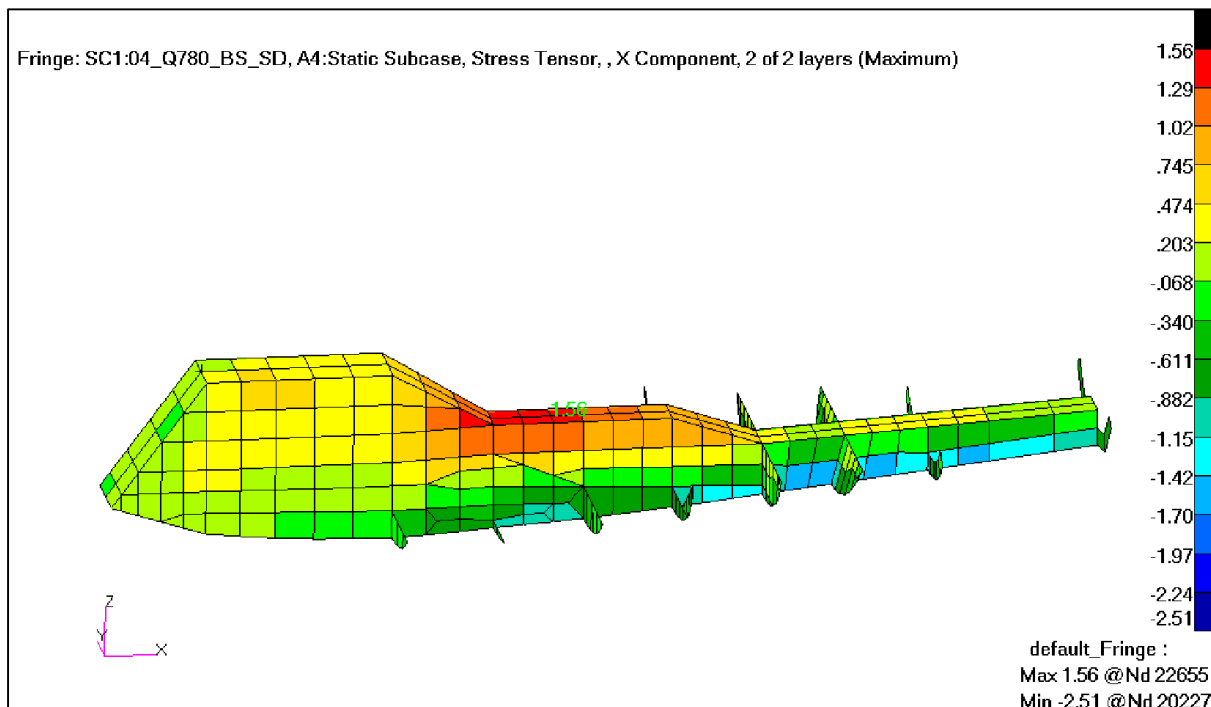
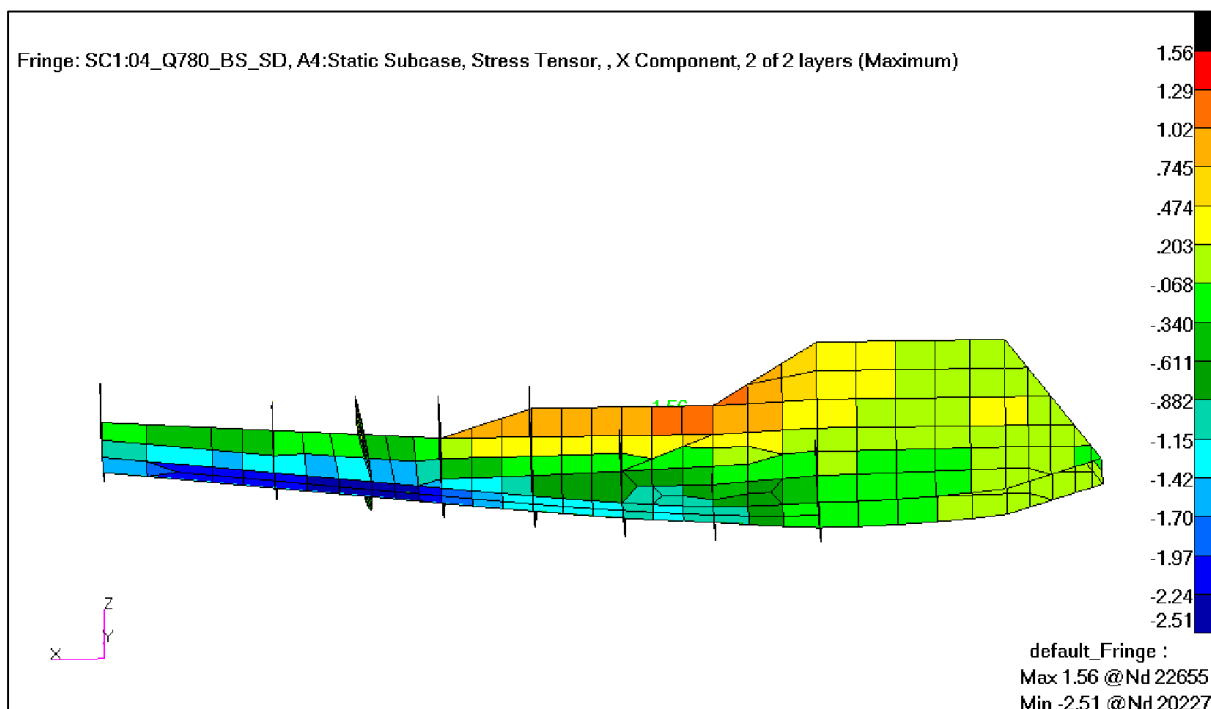
Rys. 152. Przypadek 4. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [11]

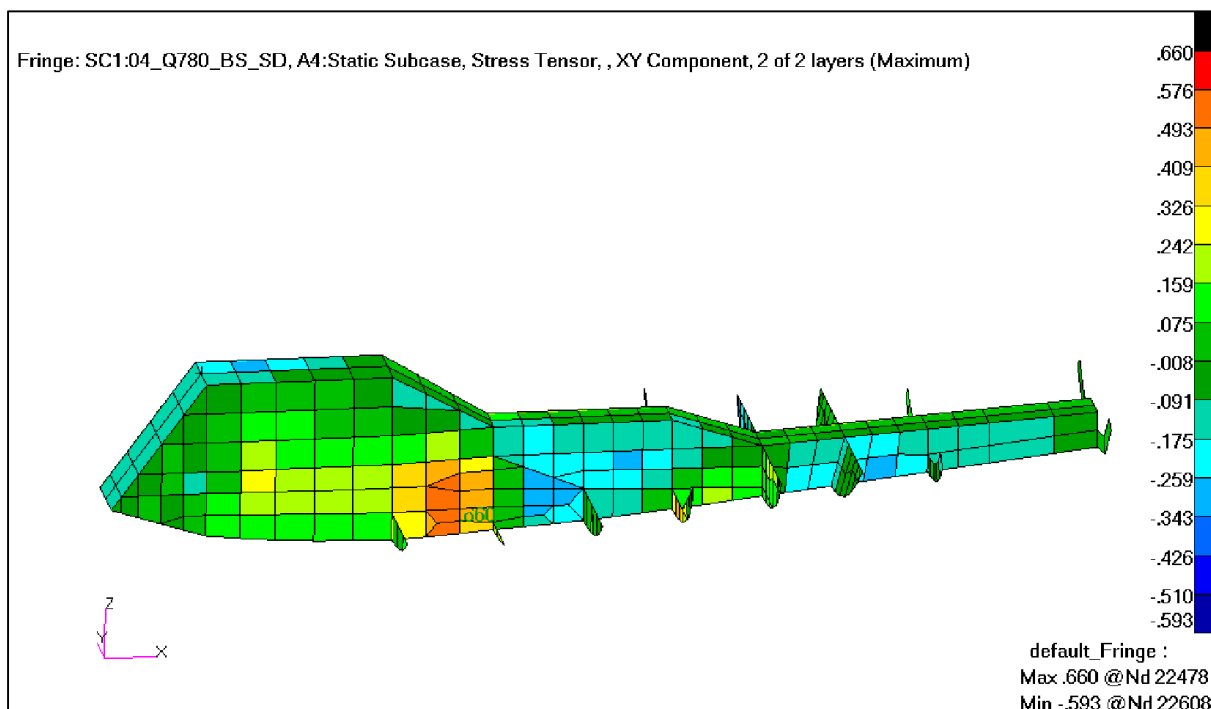
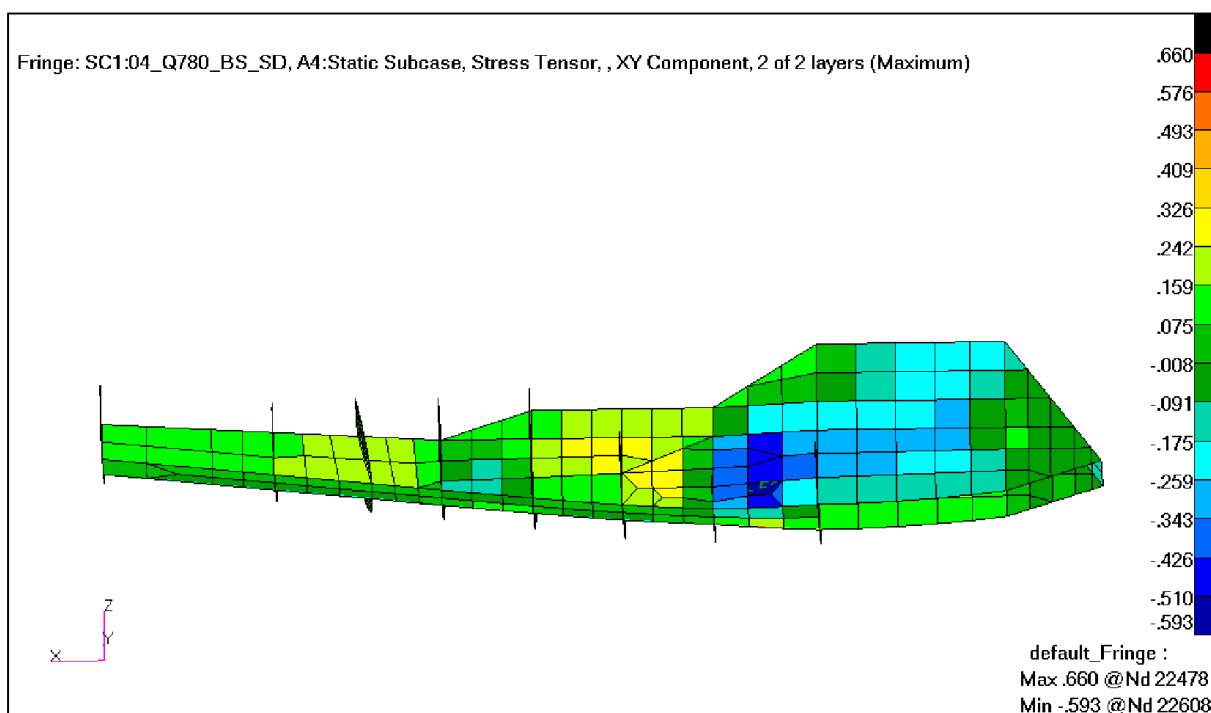


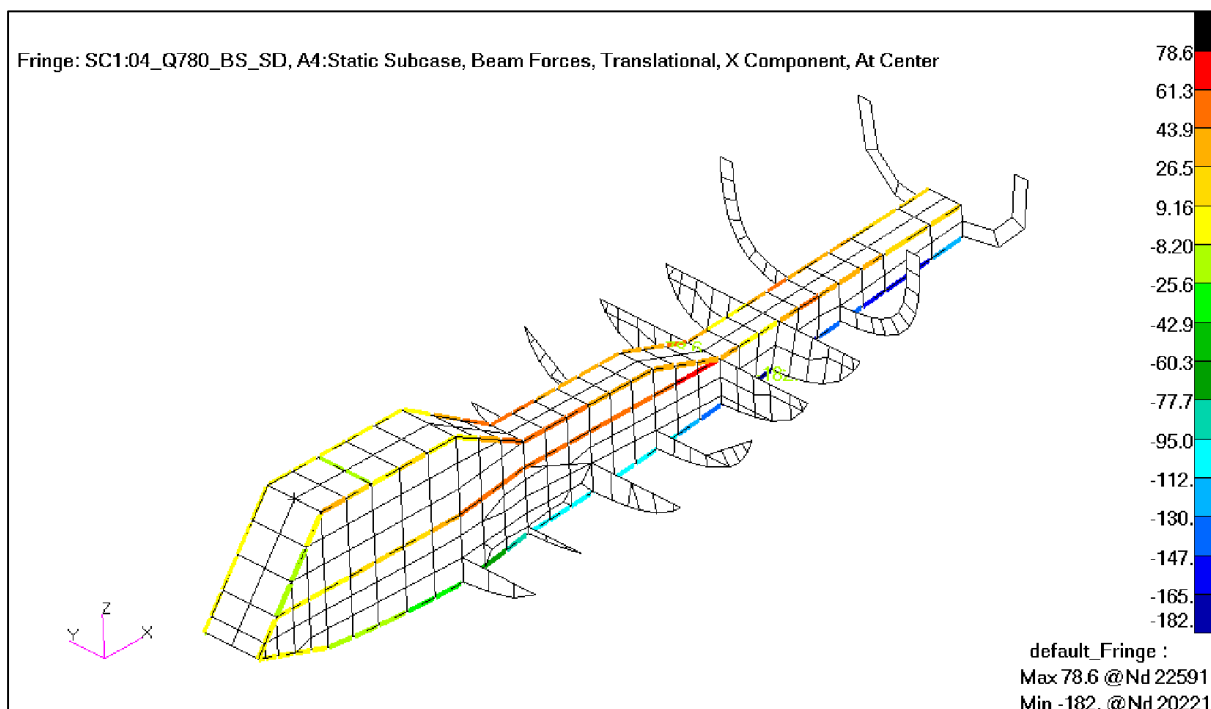
Rys. 153. Przypadek 4. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [11]



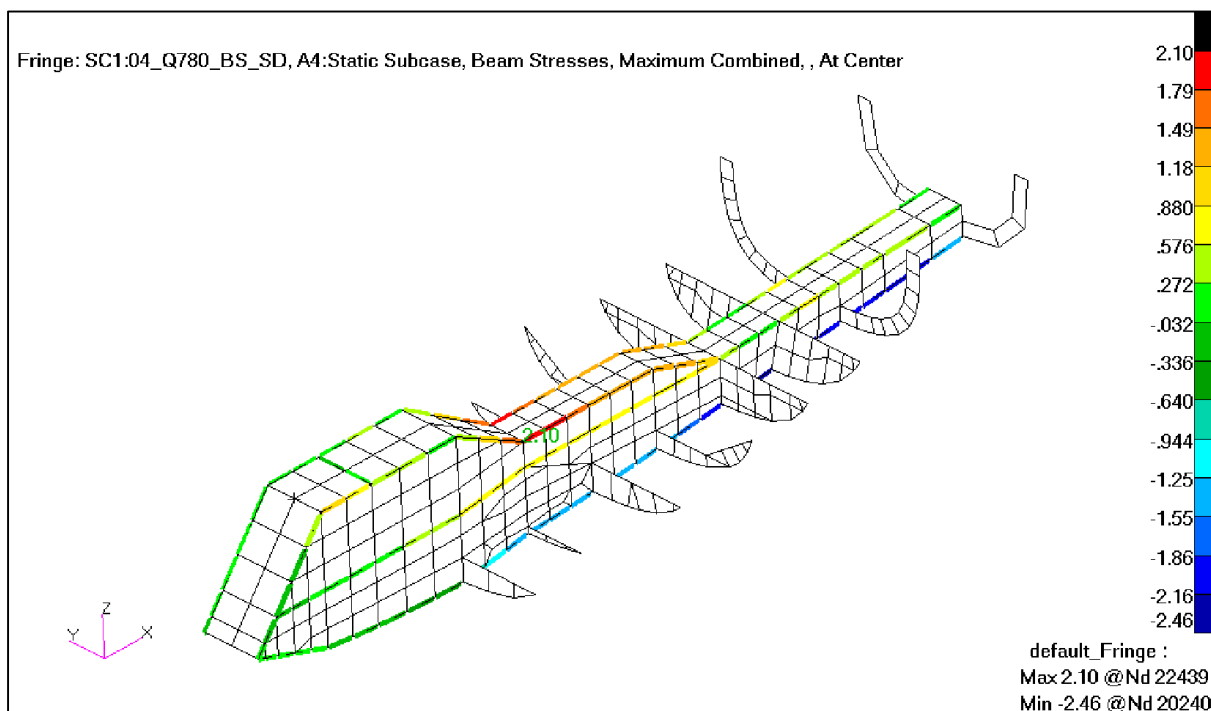
Rys. 154. Przypadek 4. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [11]

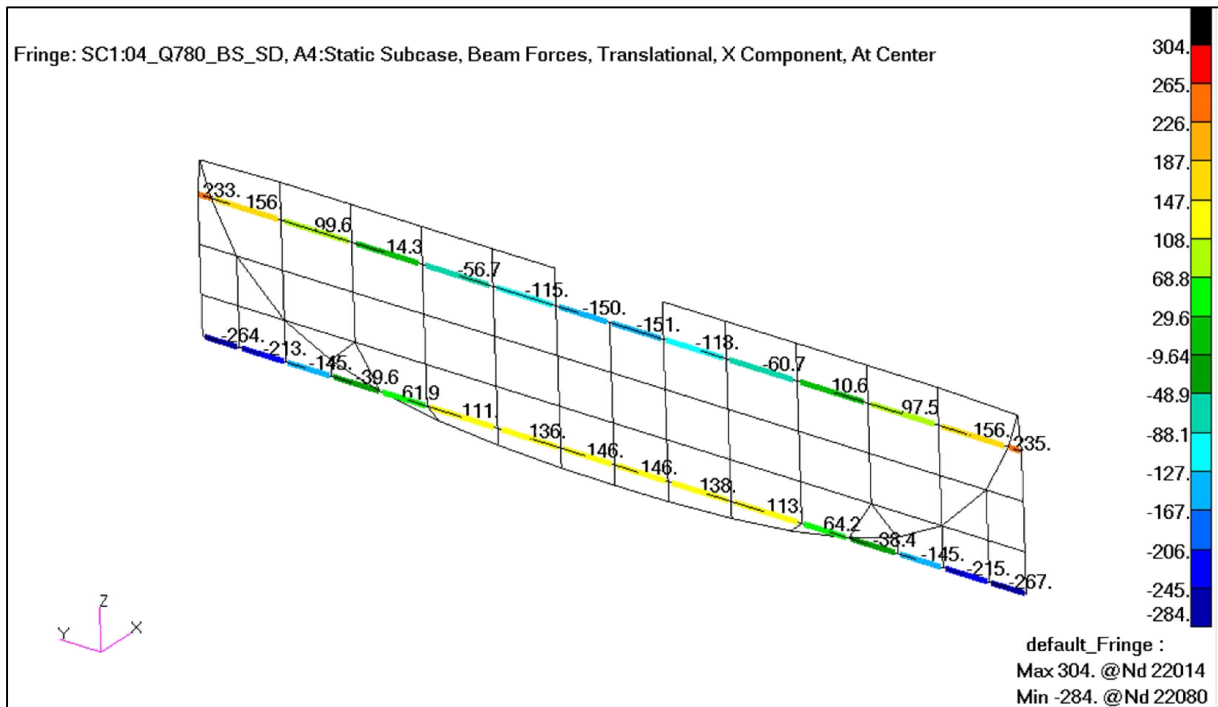
Rys. 155. Przypadek 4. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [11]Rys. 156. Przypadek 4. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [11]

Rys. 157. Przypadek 4. Naprężenia ścianające w kanale – lewa i górna część kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [11]Rys. 158. Przypadek 4. Naprężenia ścianające w kanale – prawa i dolna część kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [11]

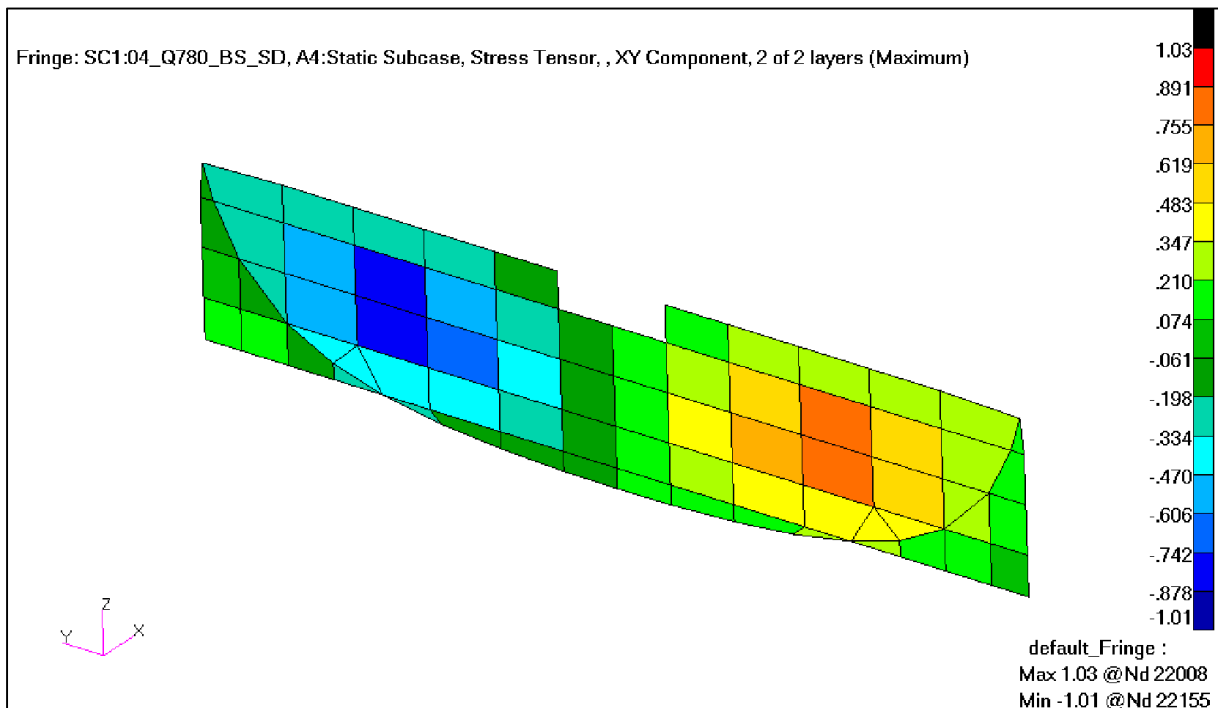


Rys. 159. Przypadek 4. Siły w kątownikach w kanale (kG). [11]

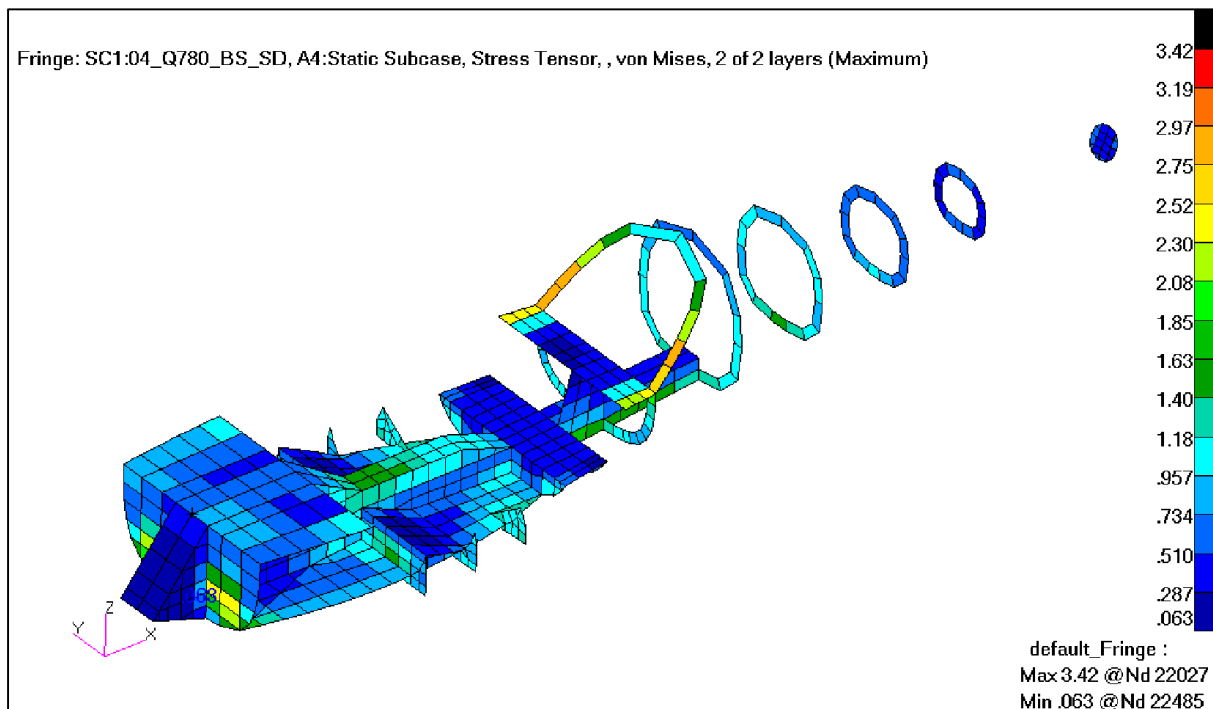
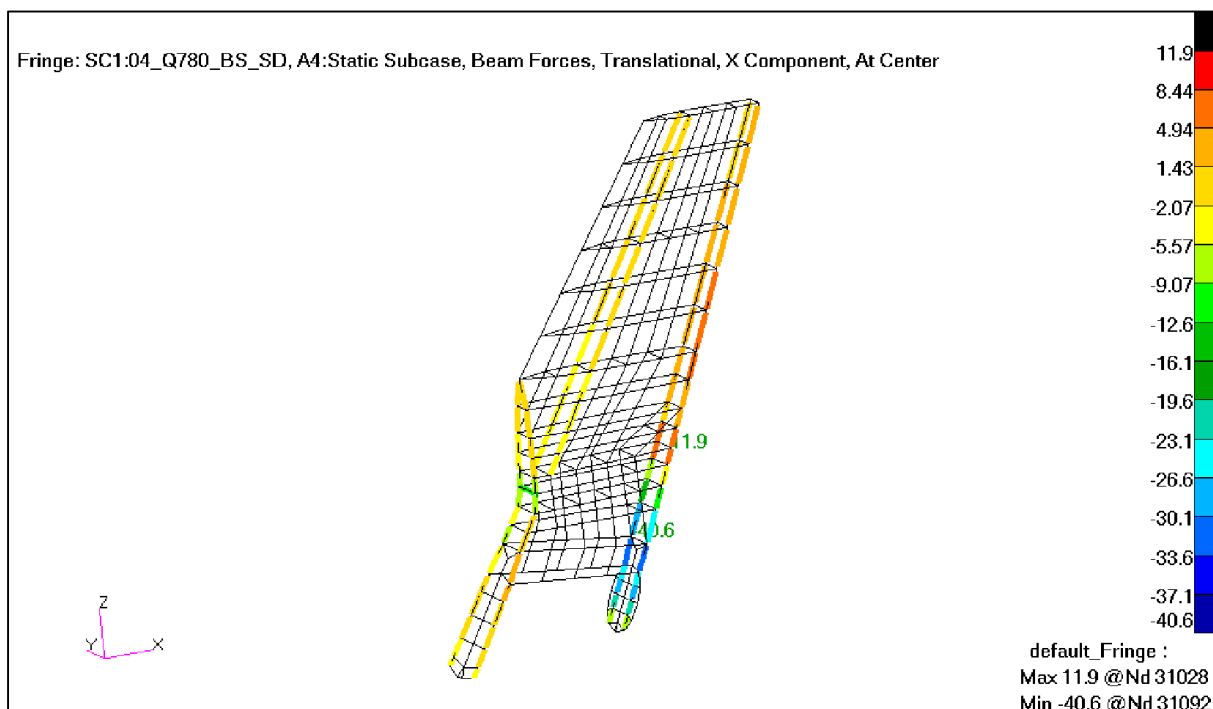
Rys. 160. Przypadek 4. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [11]



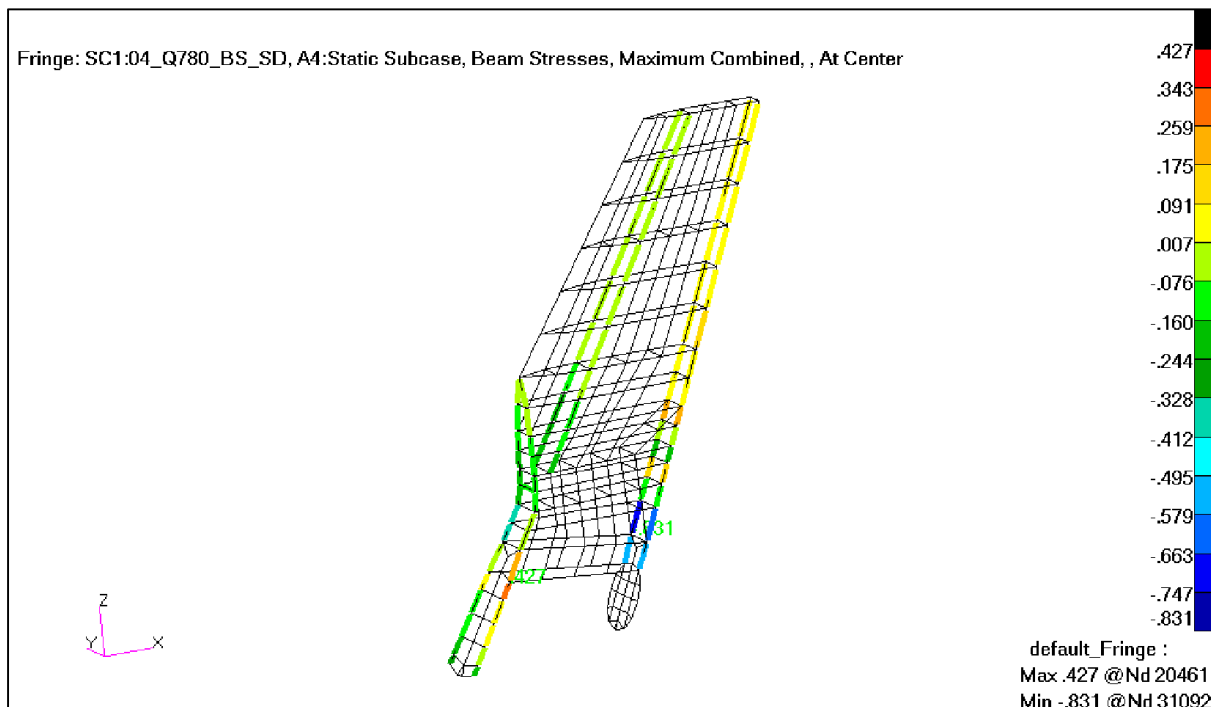
Rys. 161. Przypadek 4. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [11]

Rys. 162. Przypadek 4. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [11]

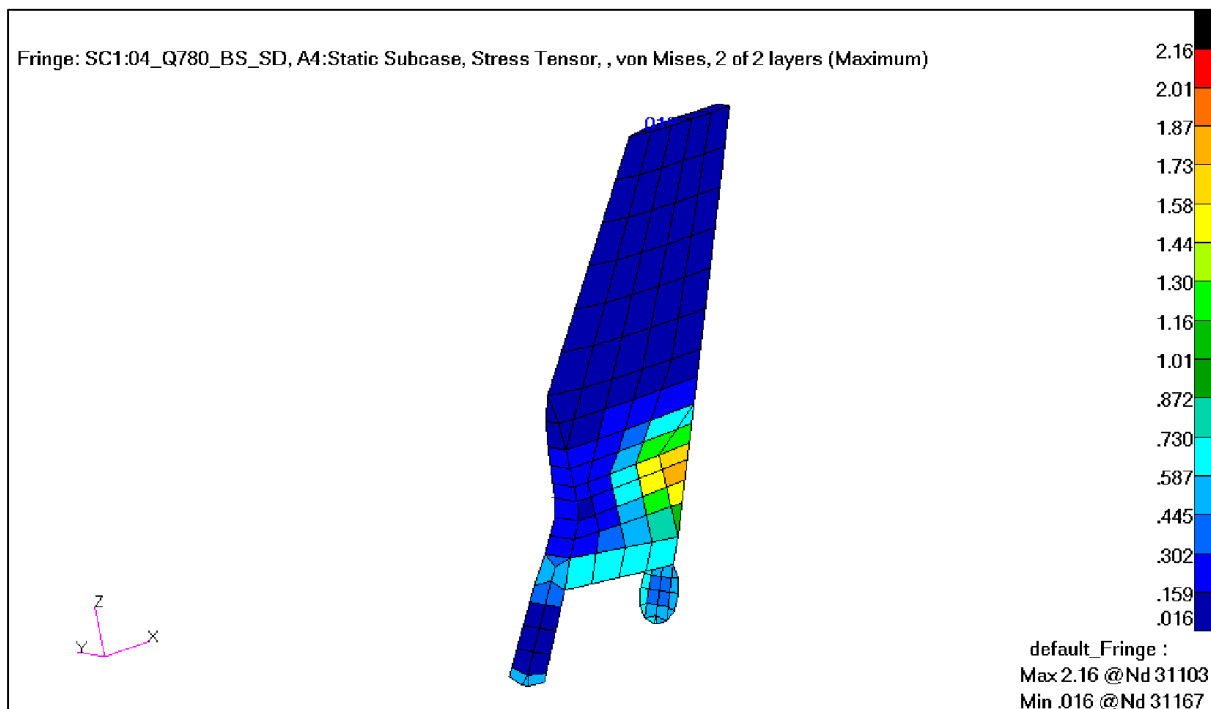


Rys. 163. Przypadek 4. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [11]

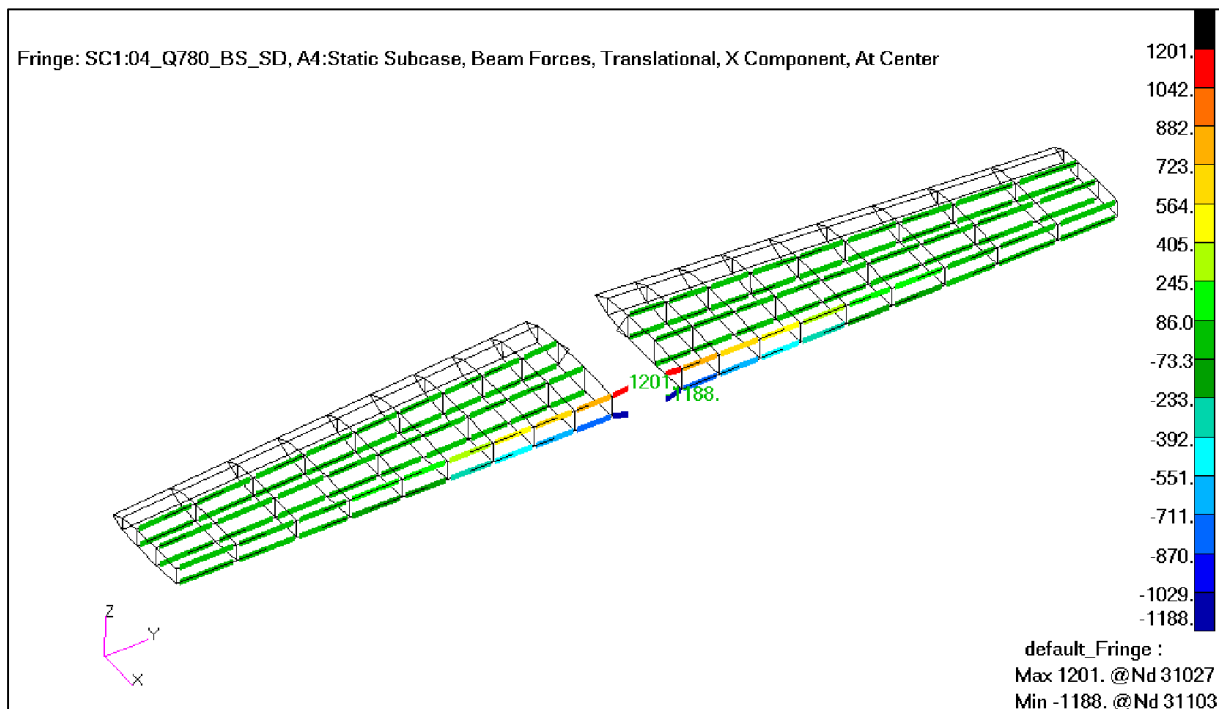
Rys. 164. Przypadek 4. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kG). [11]



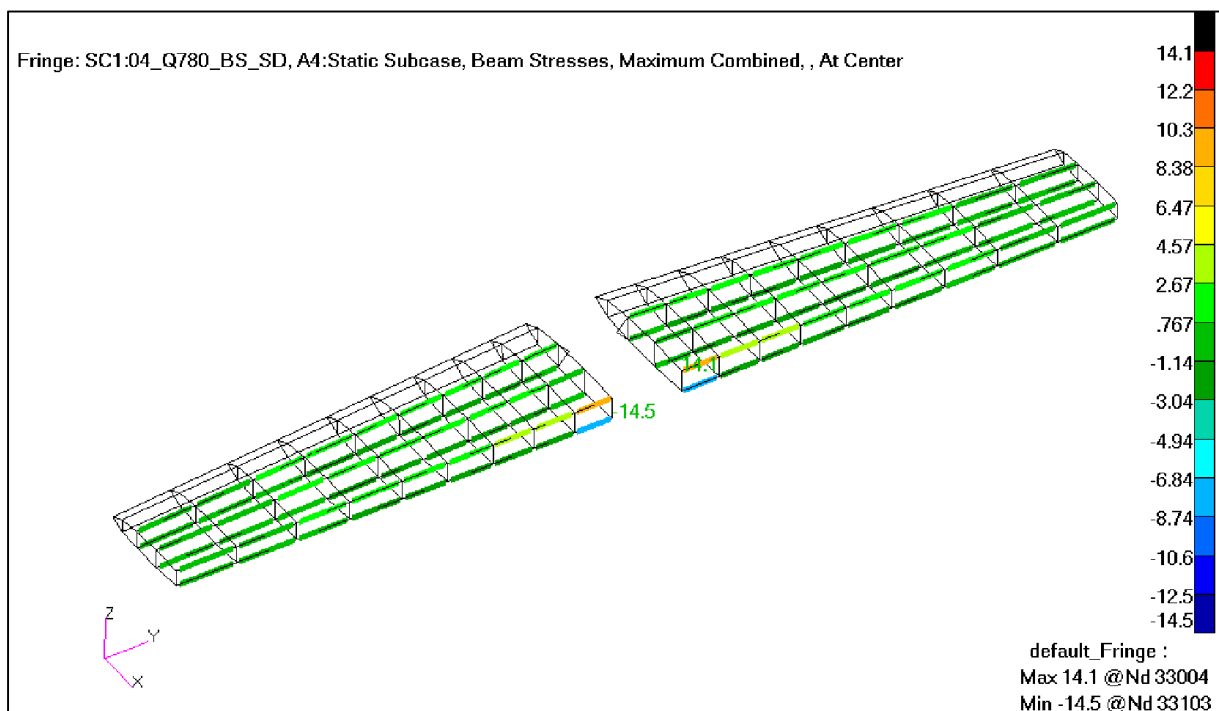
Rys. 165. Przypadek 4. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [11]

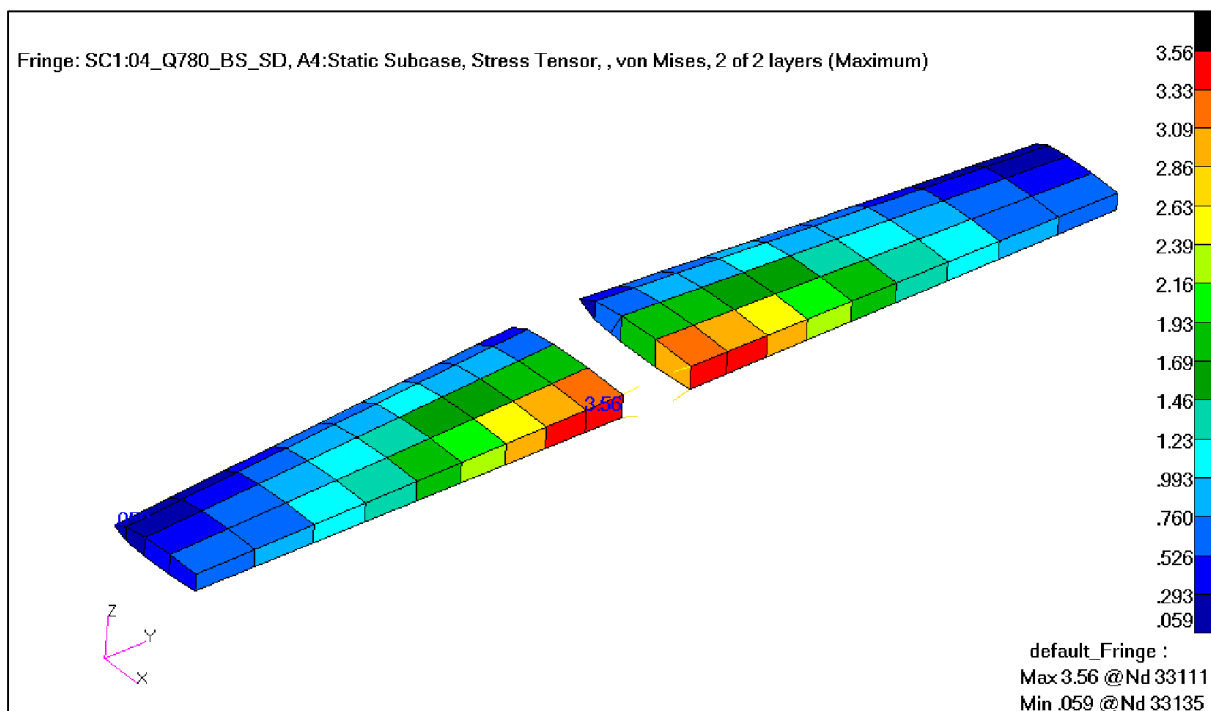


Rys. 166. Przypadek 4. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [11]



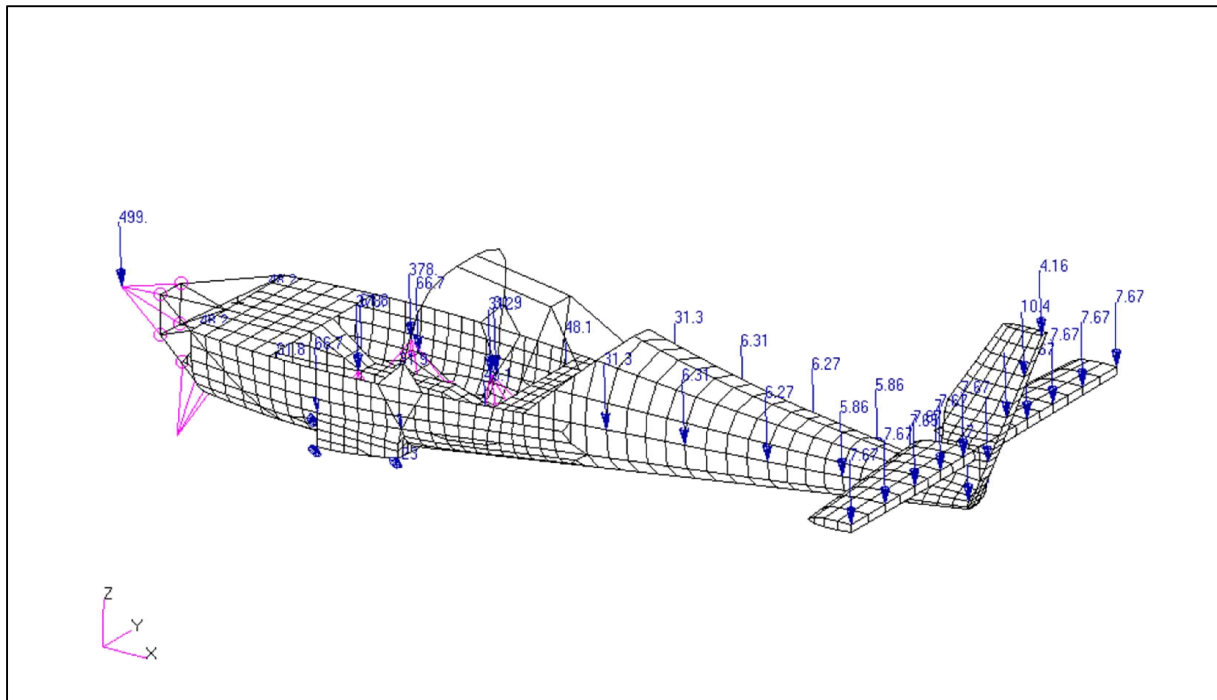
Rys. 167. Przypadek 4. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [11]

Rys. 168. Przypadek 4. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [11]

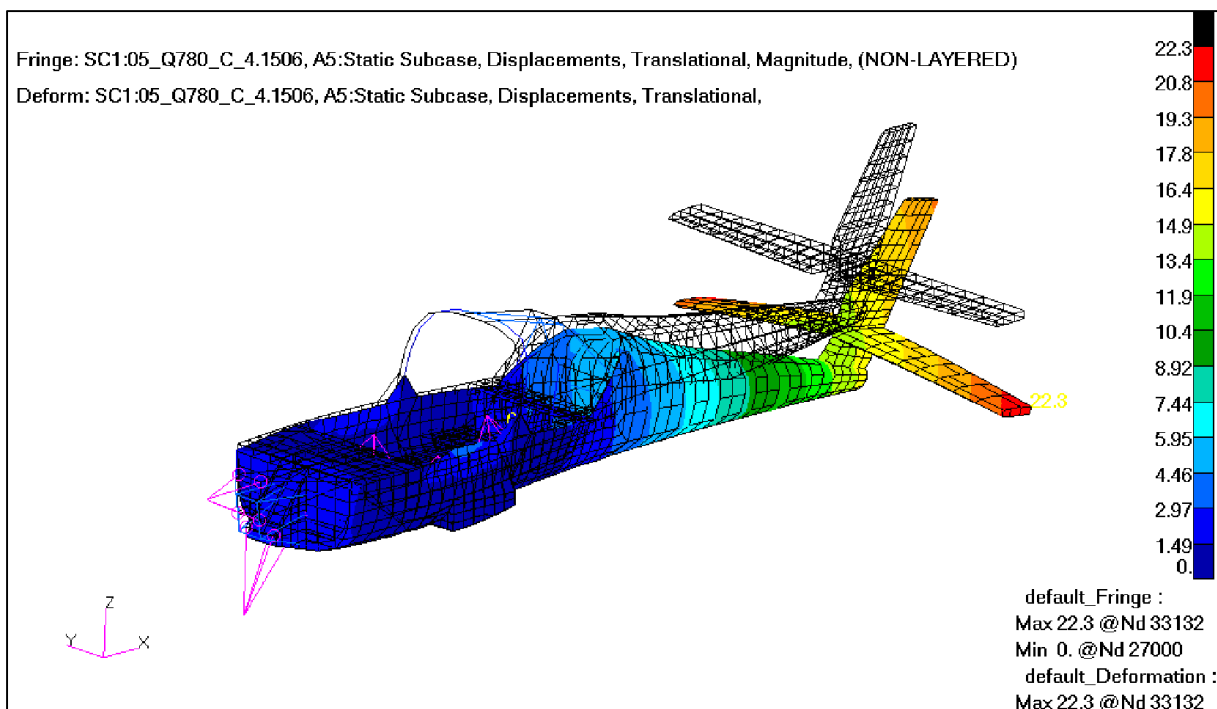


Rys. 169. Przypadek 4. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [11]

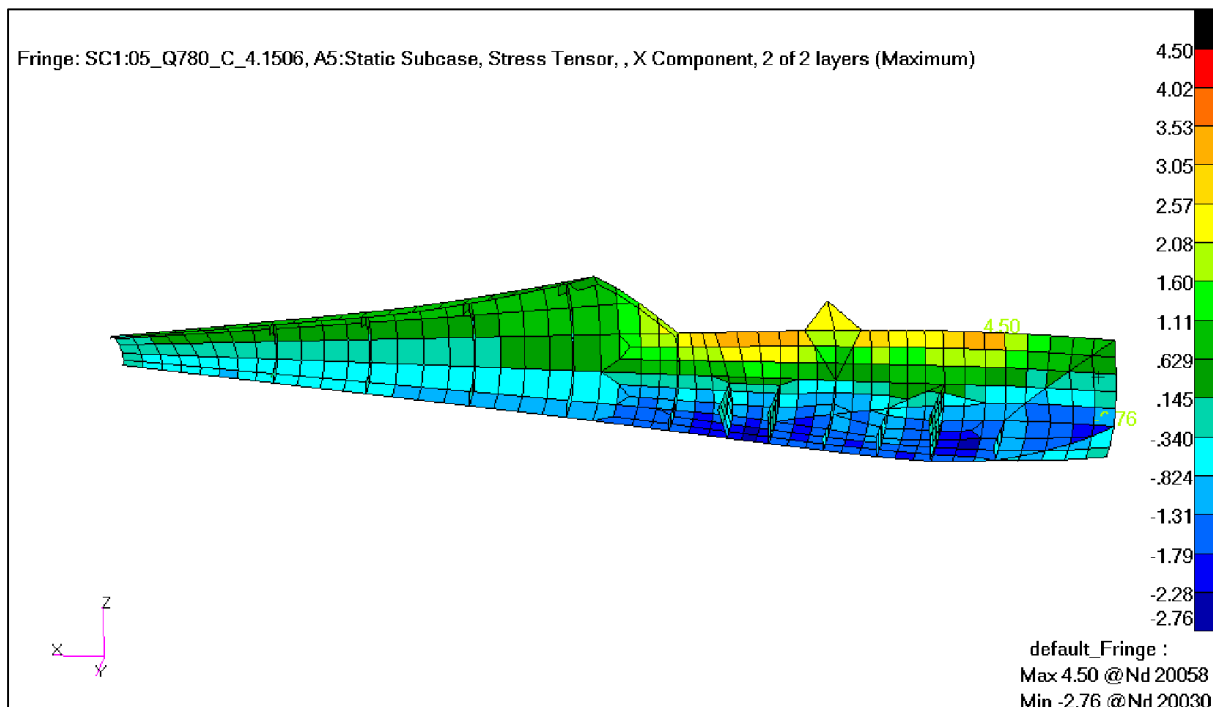
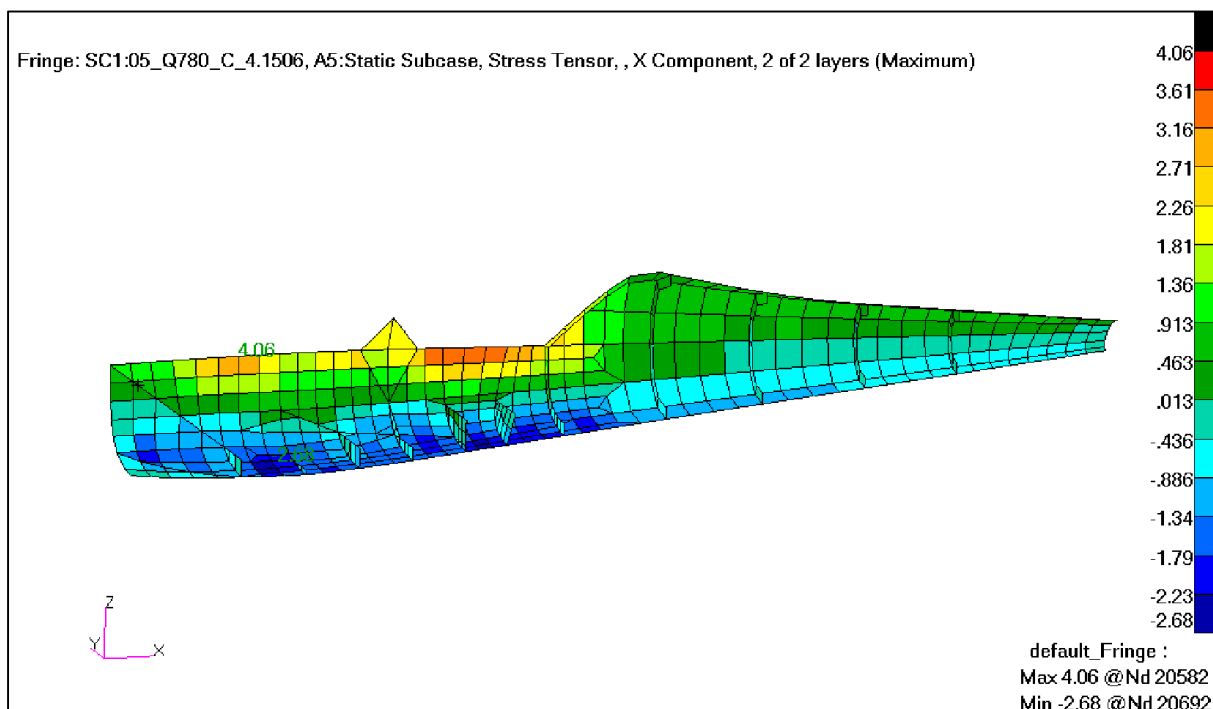
## 7.5.Przypadek 5 - masa 780 kg - punkt C krzywej wyrwania, n=4,1506

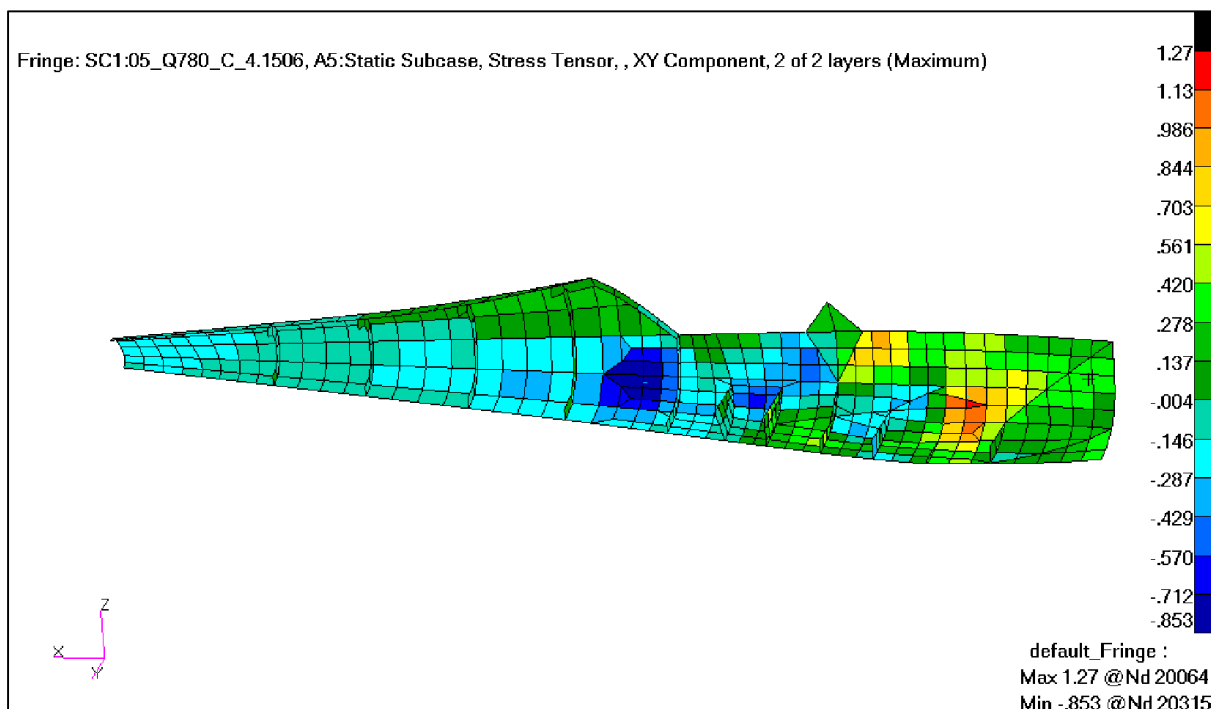
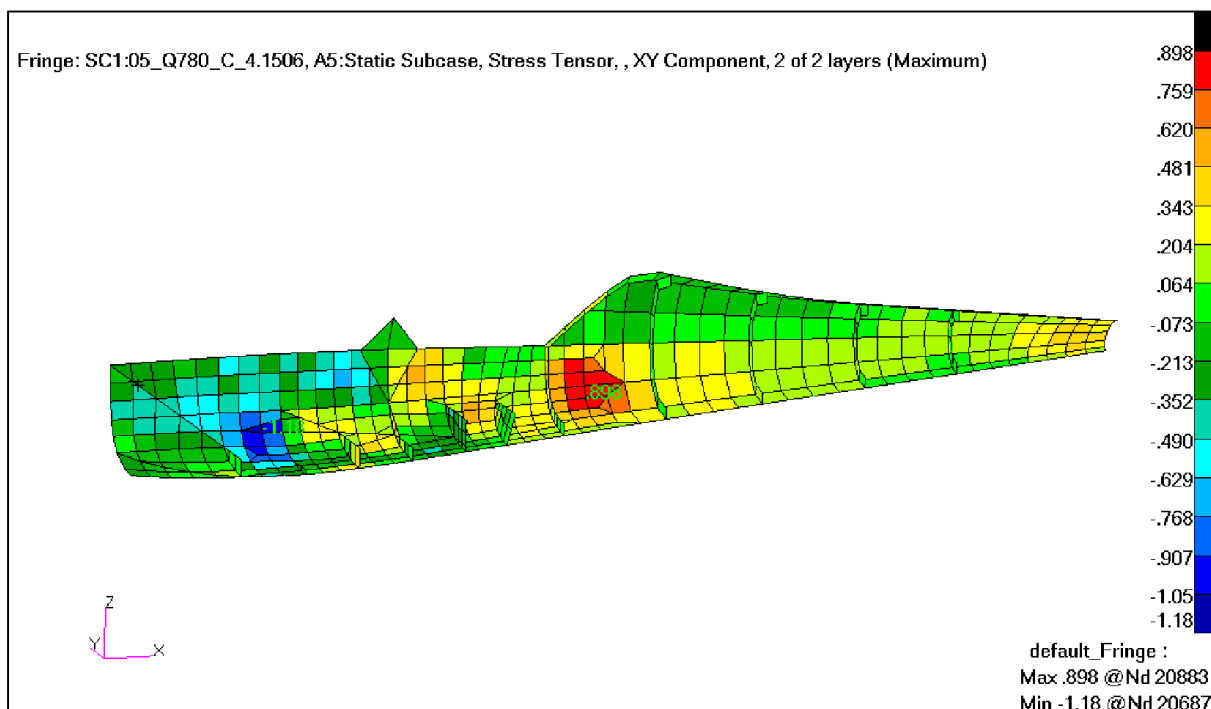


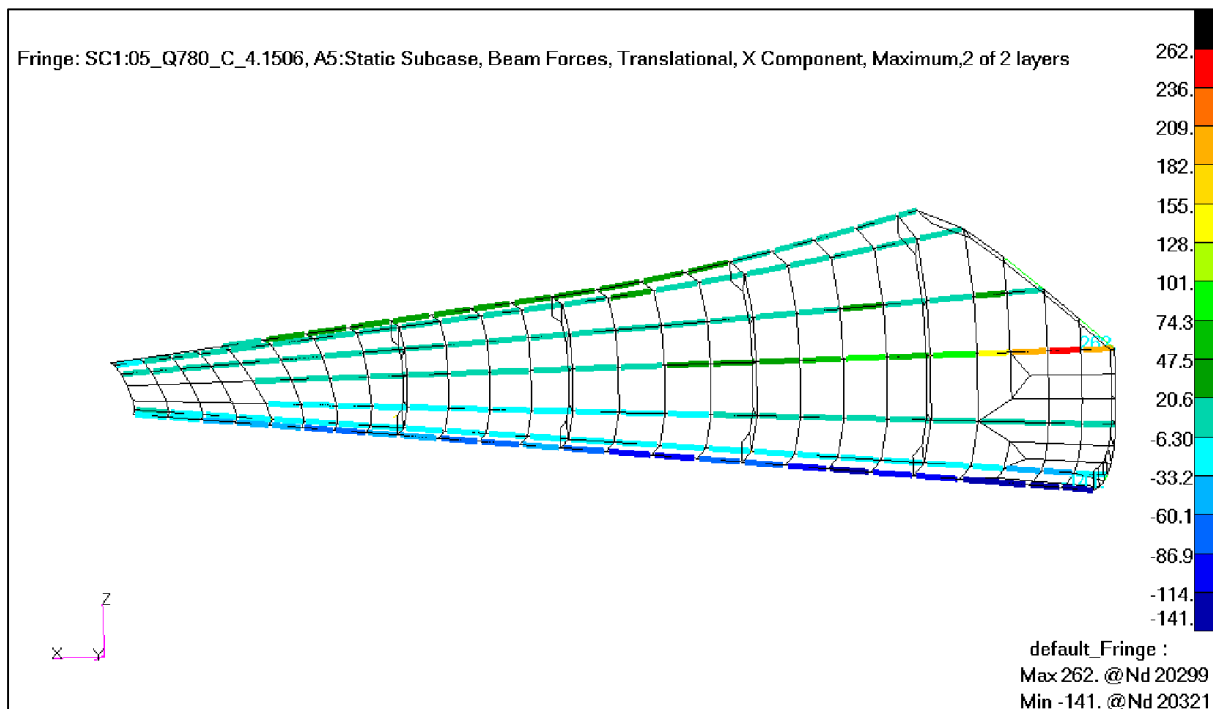
Rys. 170. Przypadek 5. Przyłożone obciążenie (kg). [12]



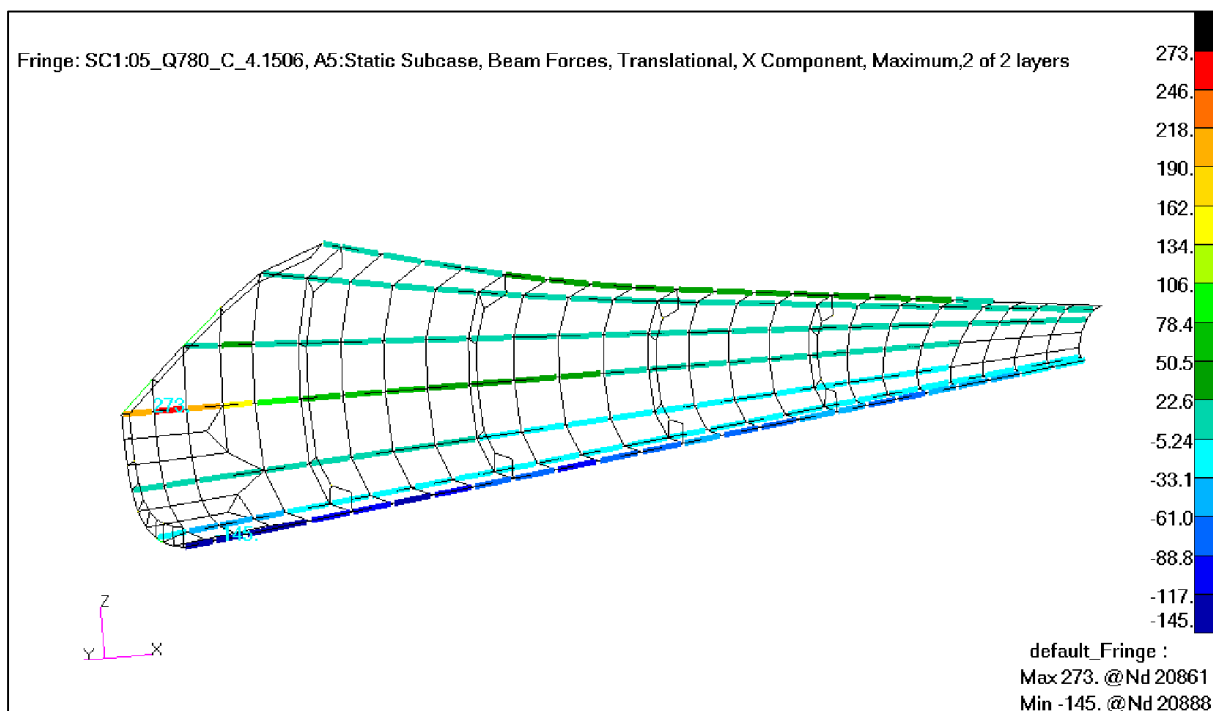
Rys. 171. Przypadek 5. Odształcenie struktury (mm). [12]

Rys. 172. Przypadek 5. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [12]Rys. 173. Przypadek 5. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [12]

Rys. 174. Przypadek 5. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [12]Rys. 175. Przypadek 5. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [12]

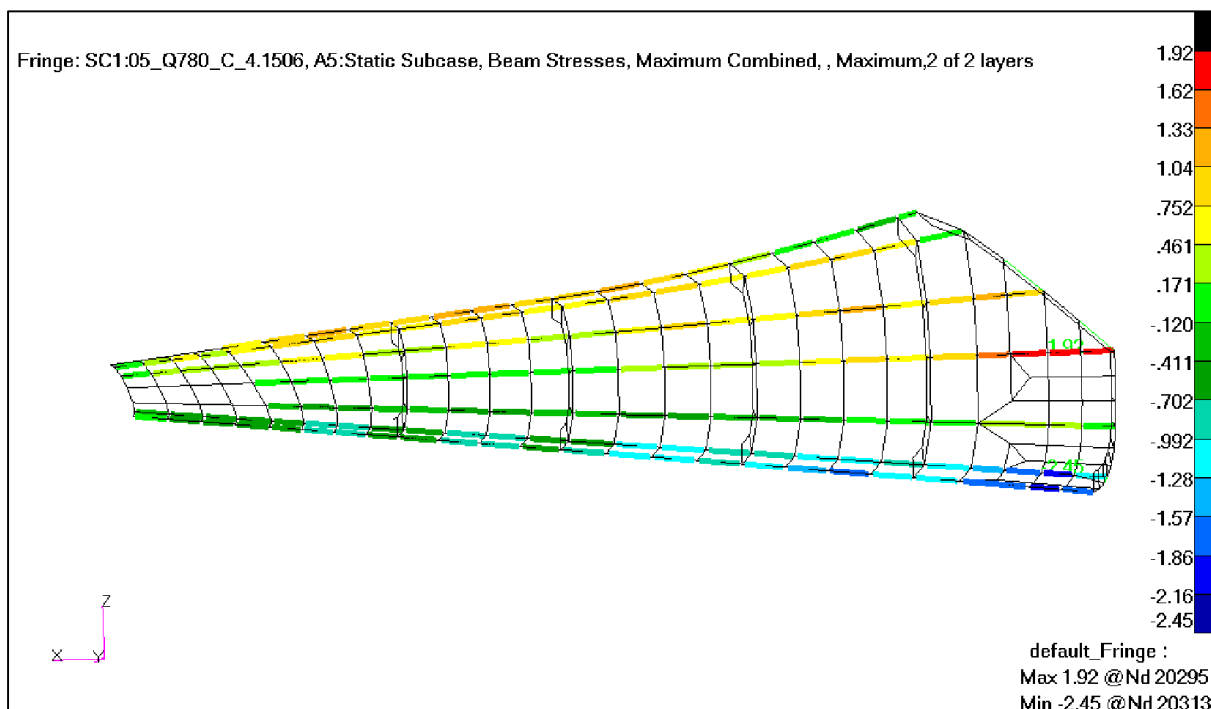


Rys. 176. Przypadek 5. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [12]

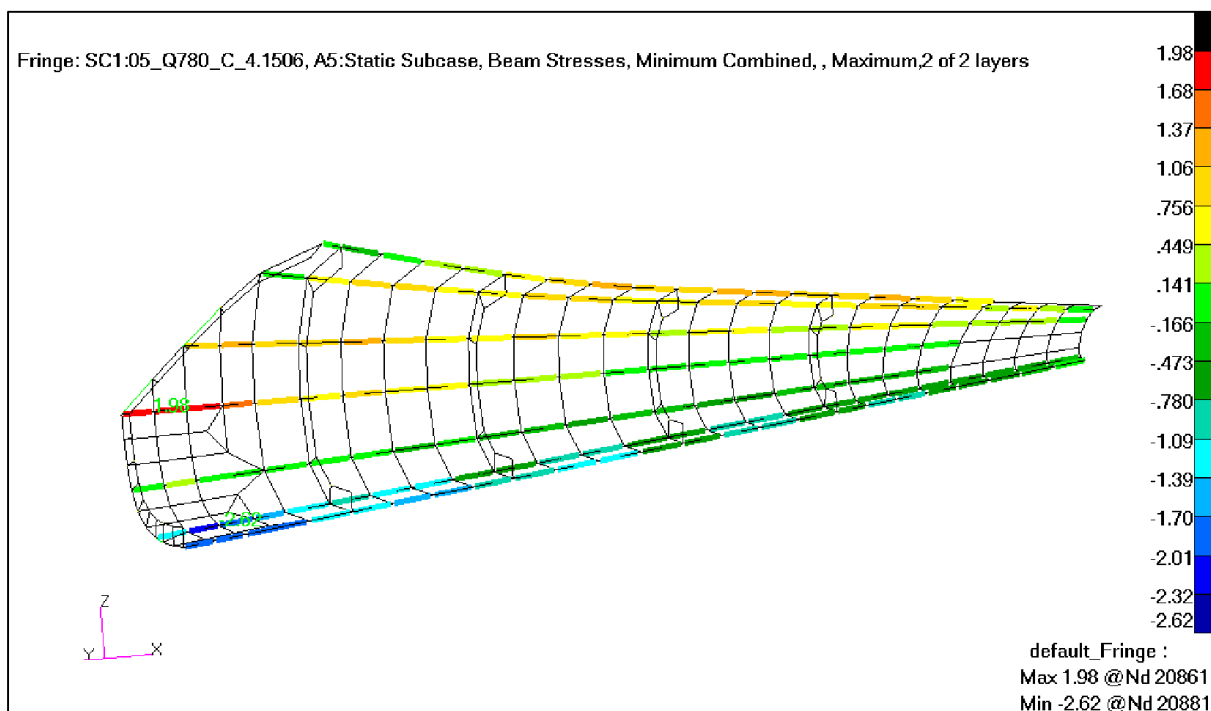


Rys. 177. Przypadek 5. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [12]

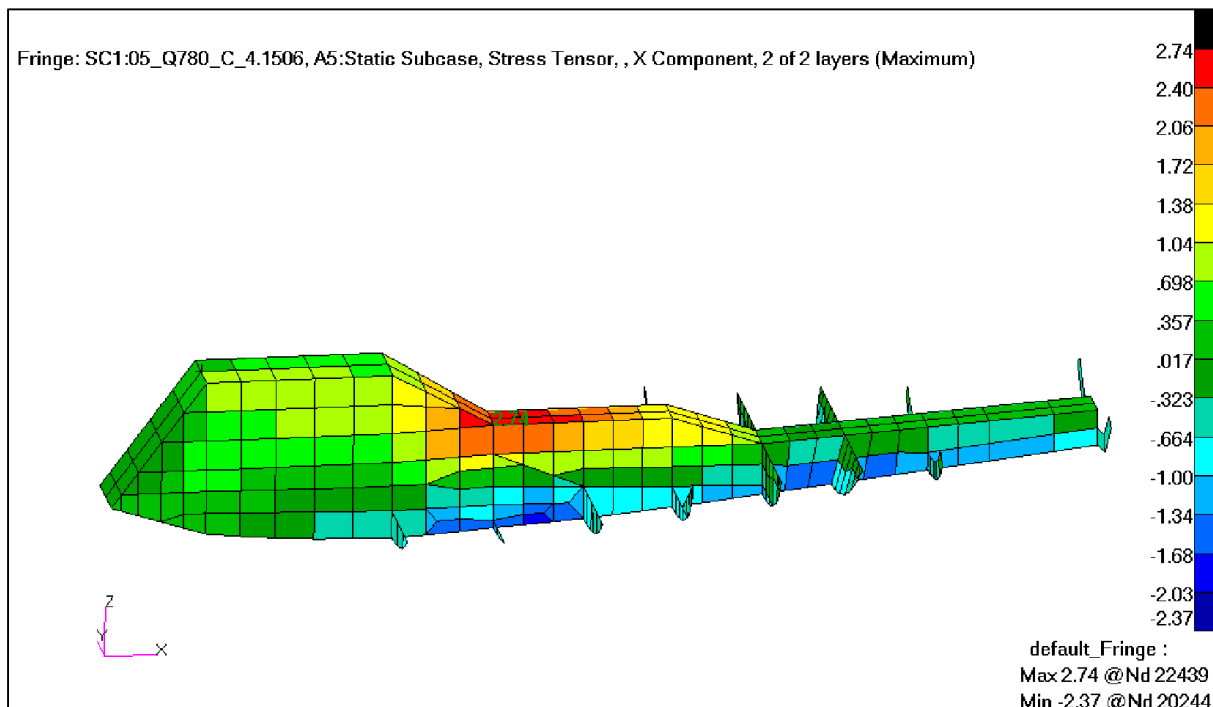
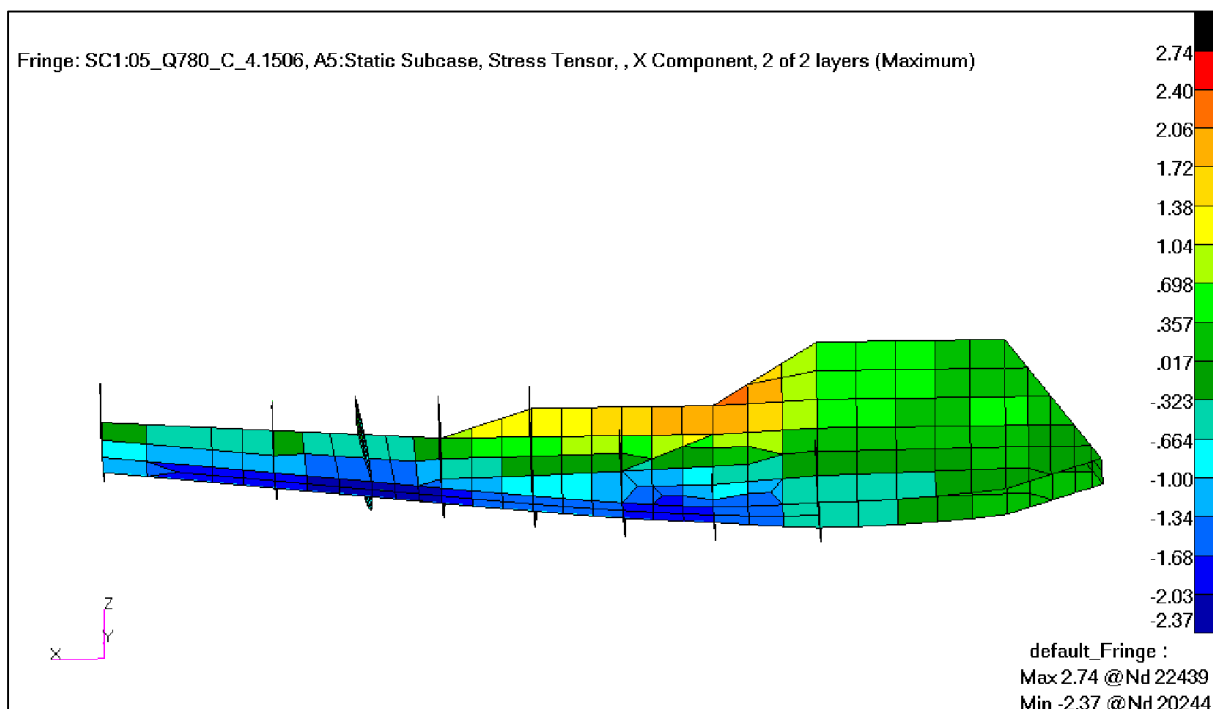


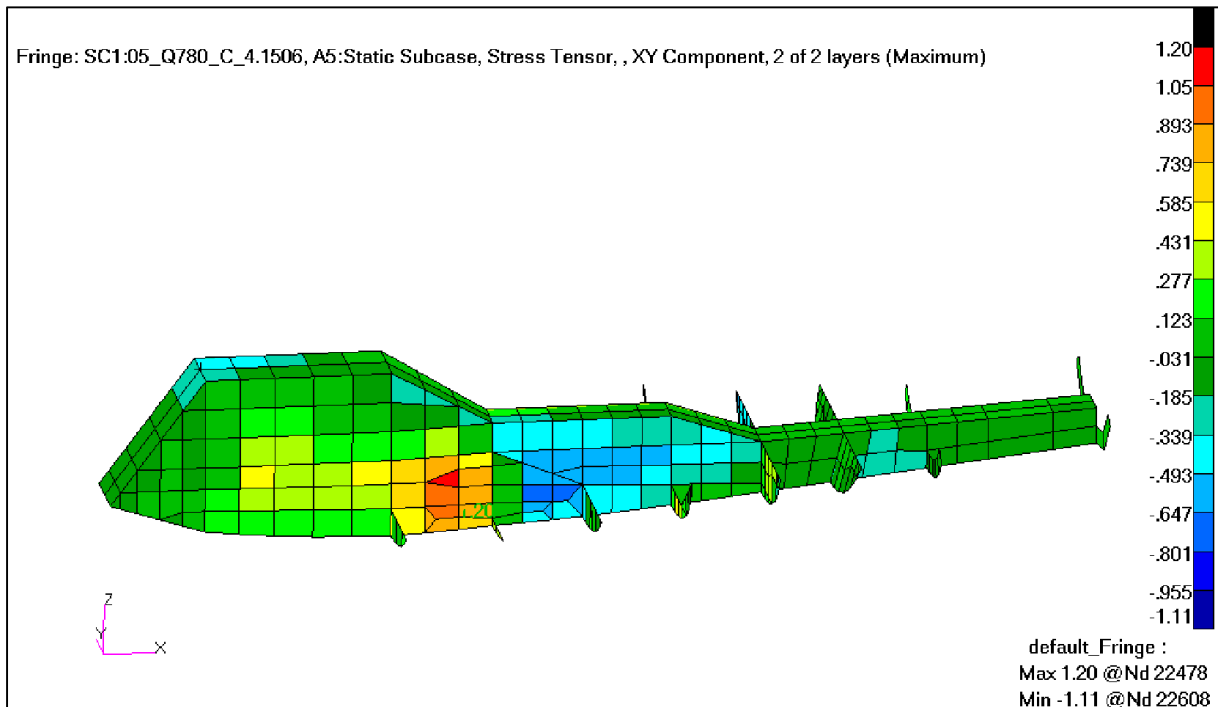
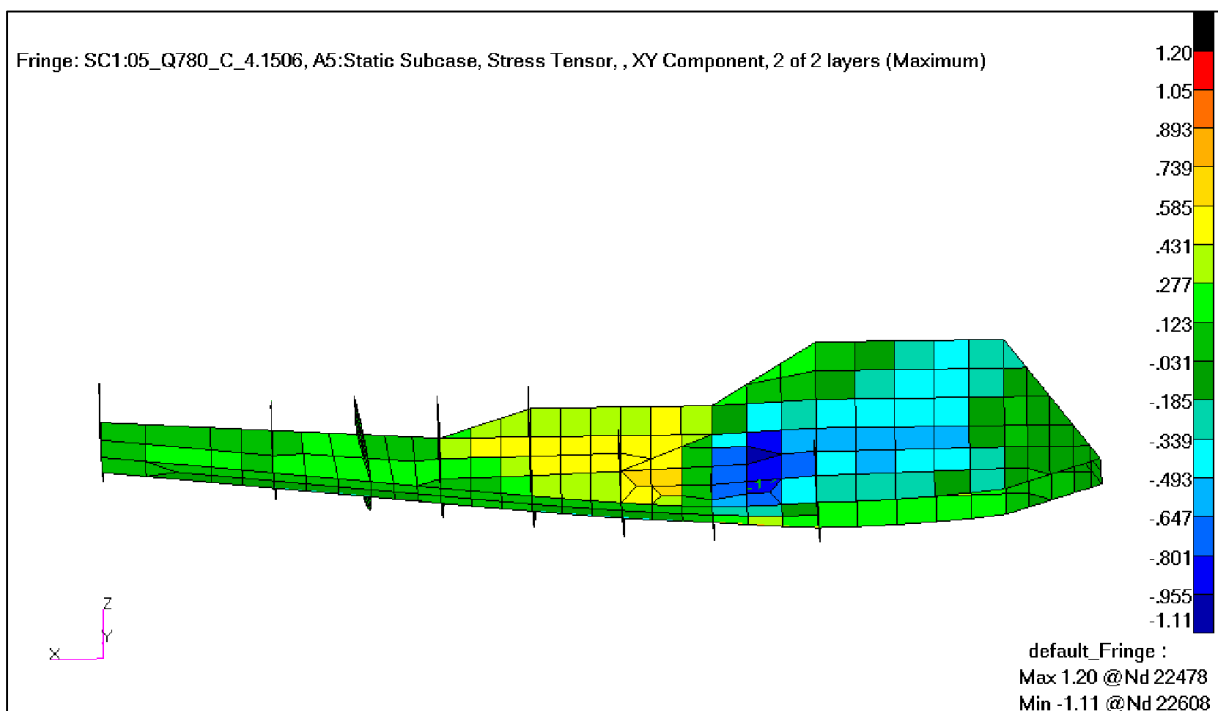


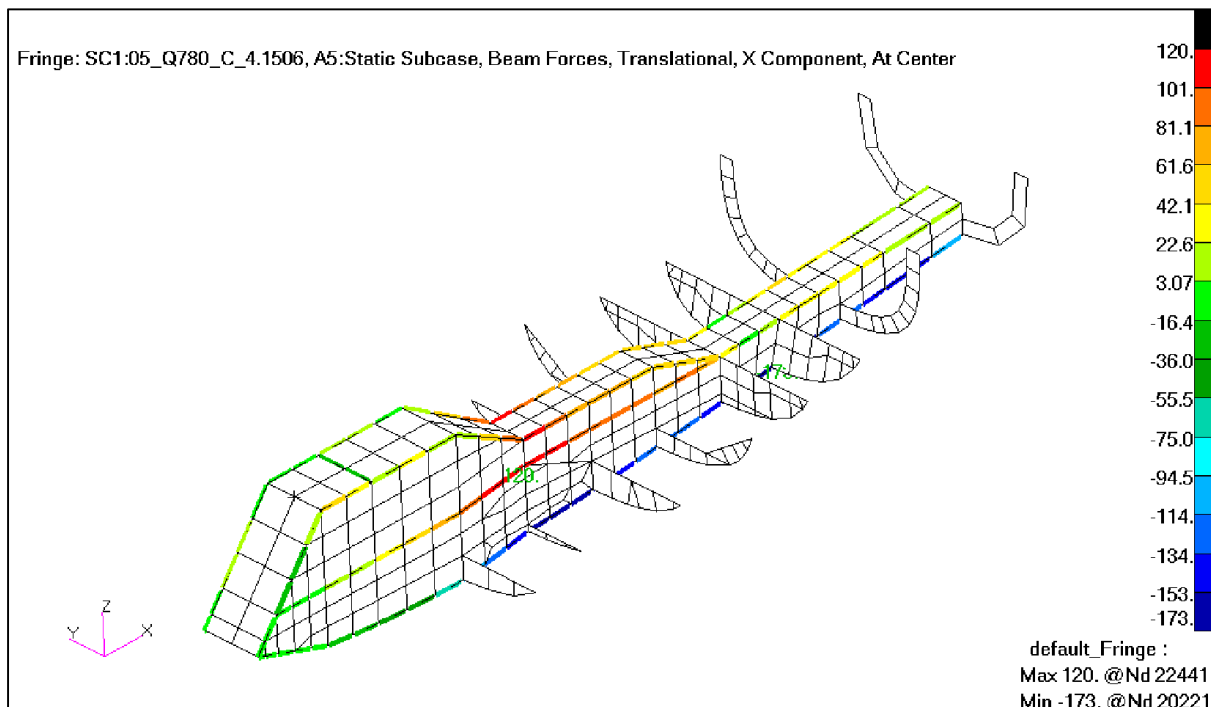
Rys. 178. Przypadek 5. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [12]



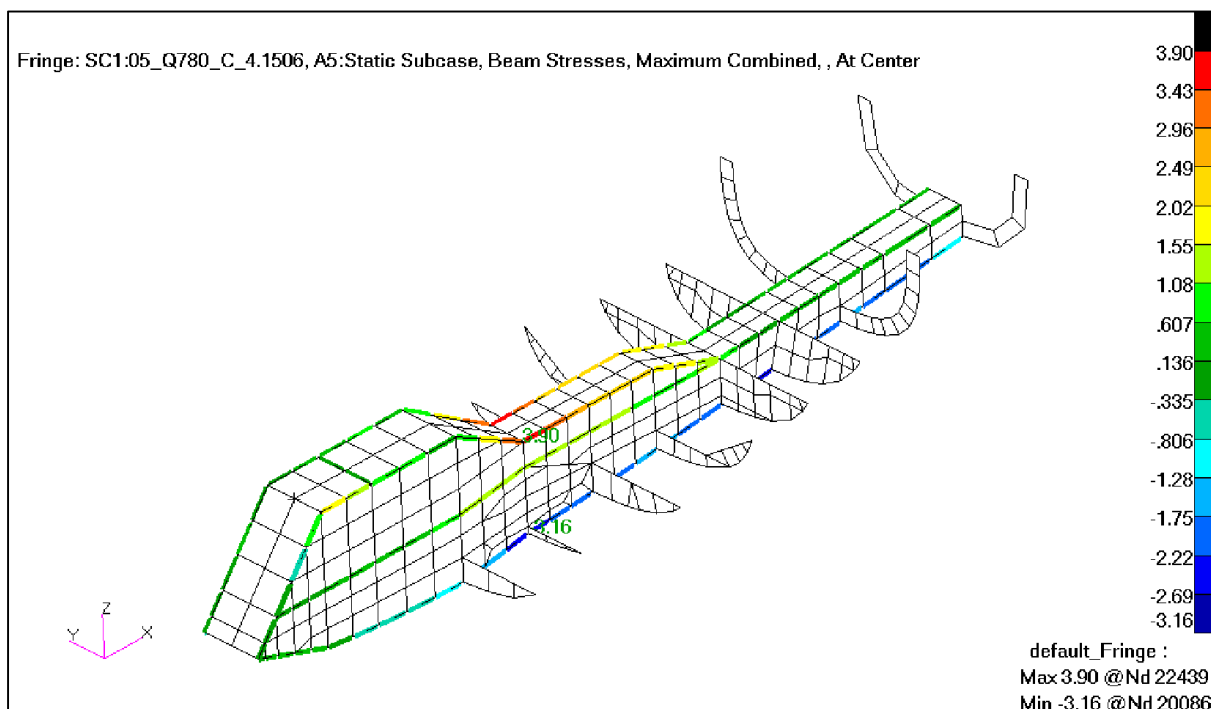
Rys. 179. Przypadek 5. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [12]

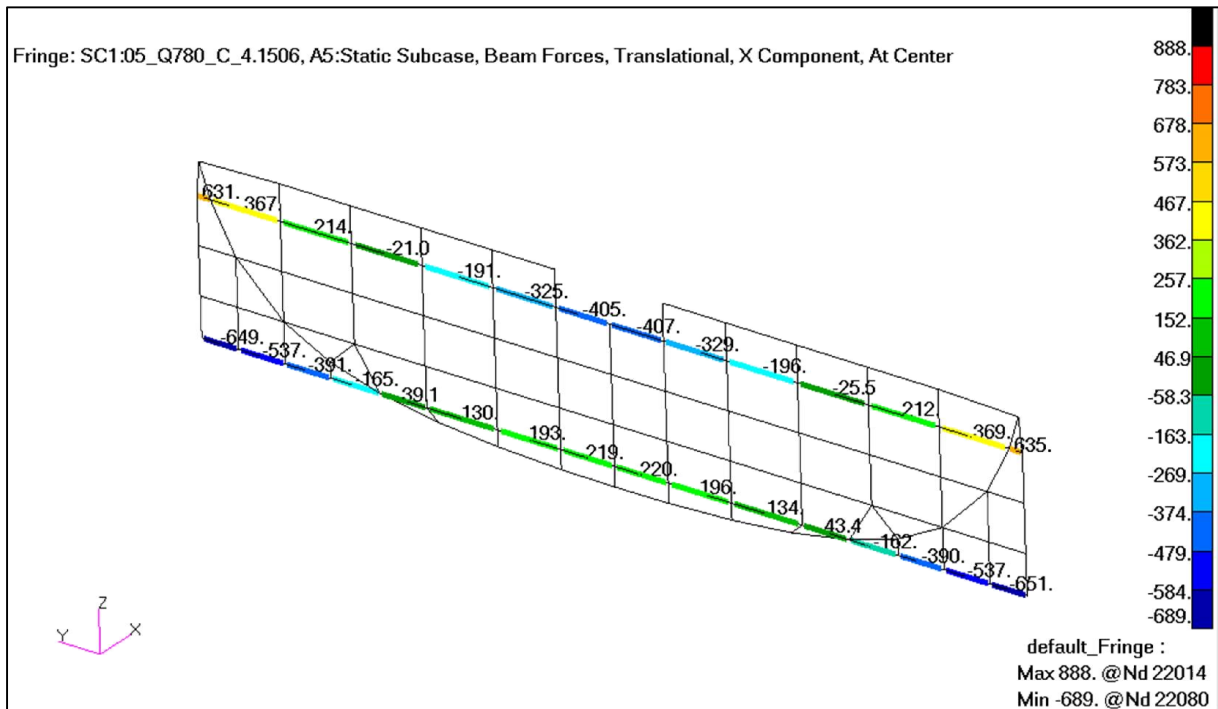
Rys. 180. Przypadek 5. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [12]Rys. 181. Przypadek 5. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [12]

Rys. 182. Przypadek 5. Naprężenia ścianaające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [12]Rys. 183. Przypadek 5. Naprężenia ścianaające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [12]

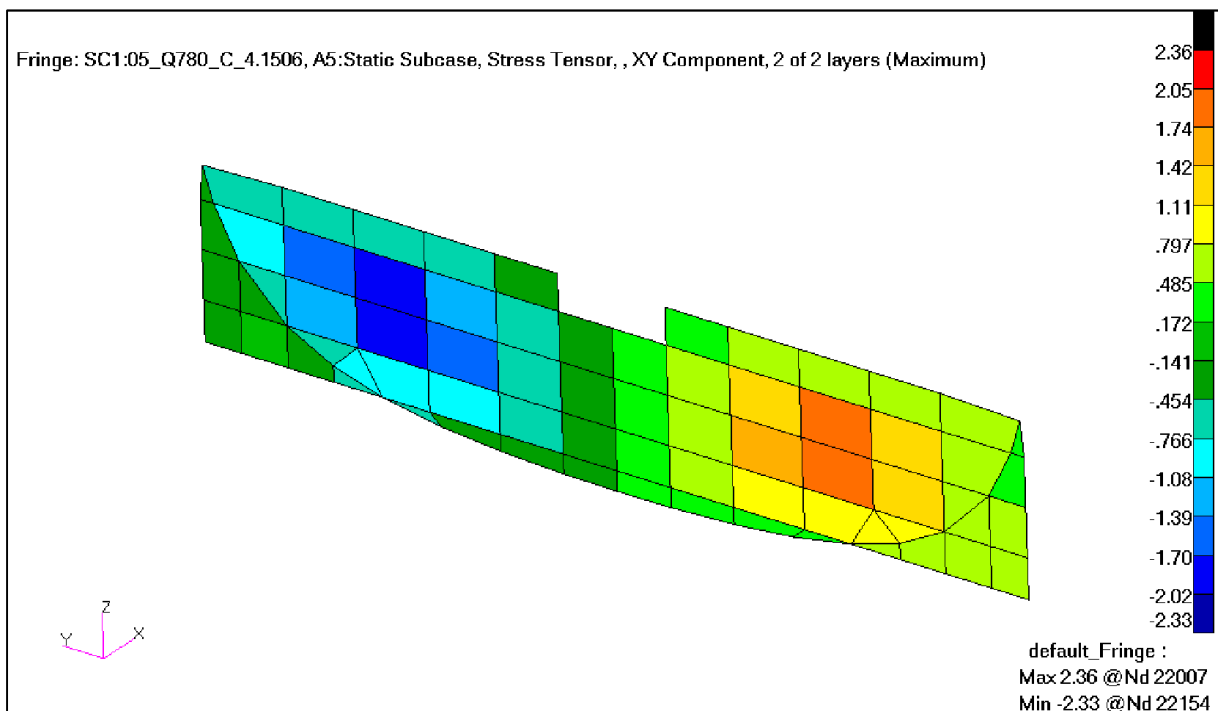


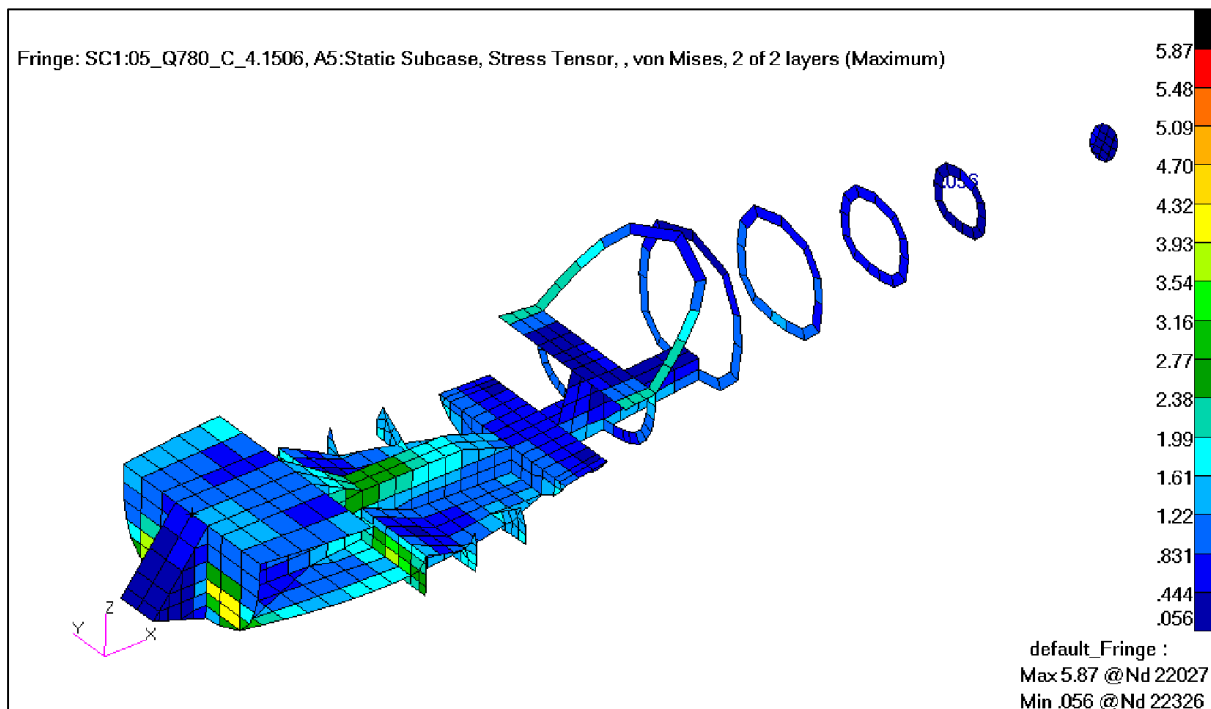
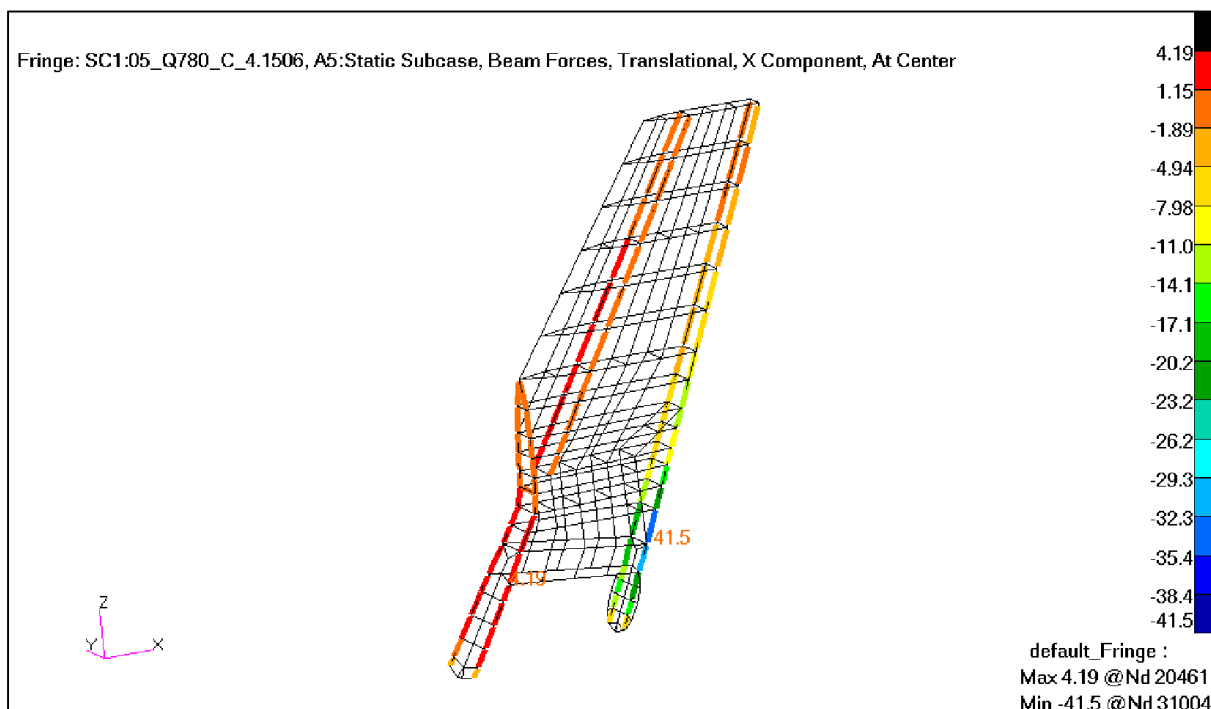
Rys. 184. Przypadek 5. Siły w kątownikach w kanale (kG). [12]

Rys. 185. Przypadek 5. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [12]

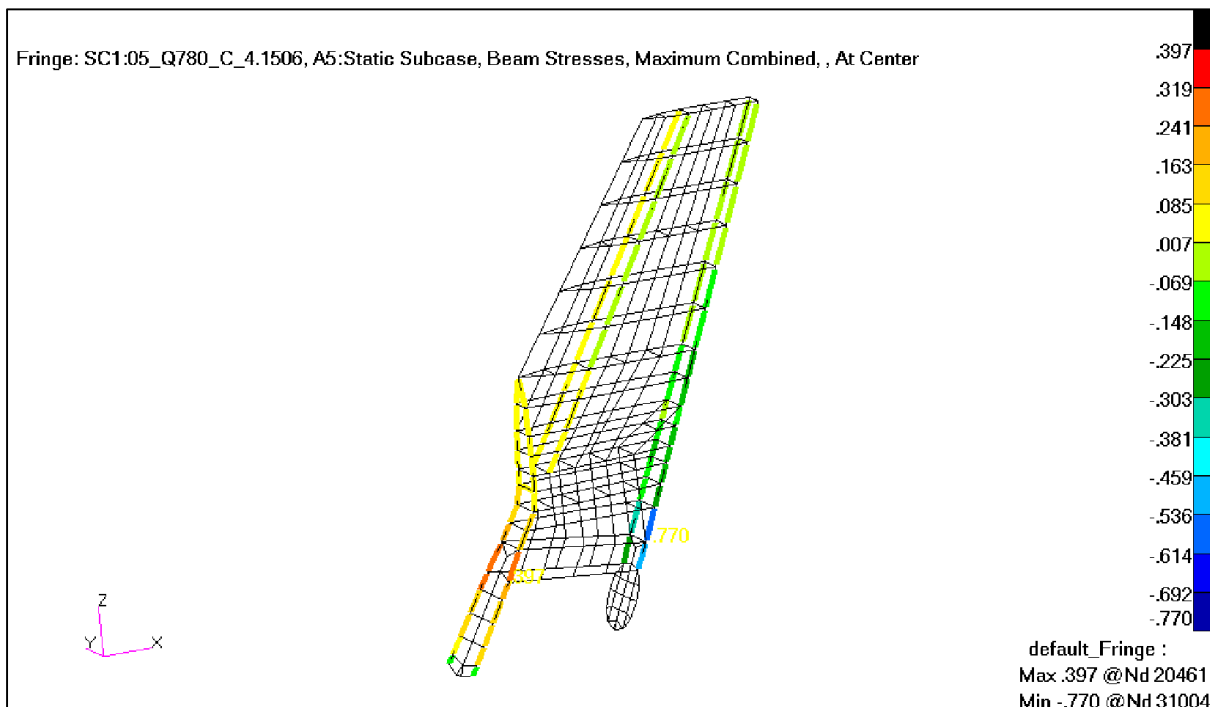


Rys. 186. Przypadek 5. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG). [12]

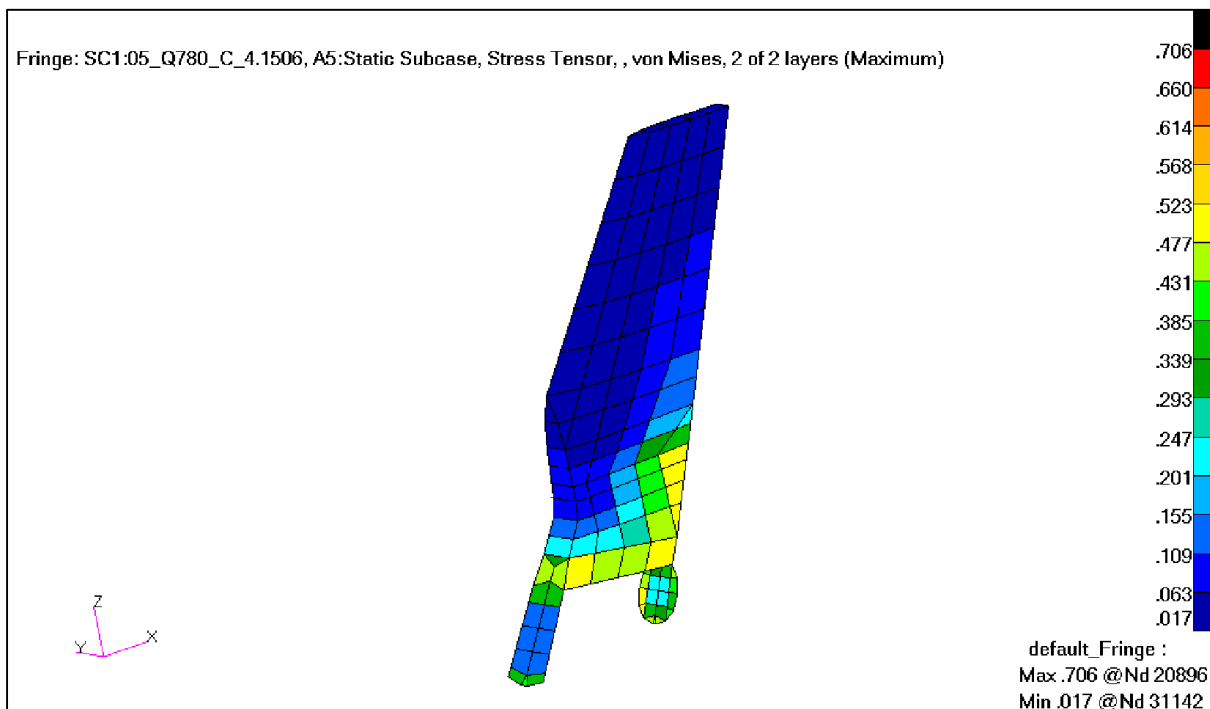
Rys. 187. Przypadek 5. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wrędze 3 ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [12]

Rys. 188. Przypadek 5. Naprężenia zredukowane w szkieletie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [12]

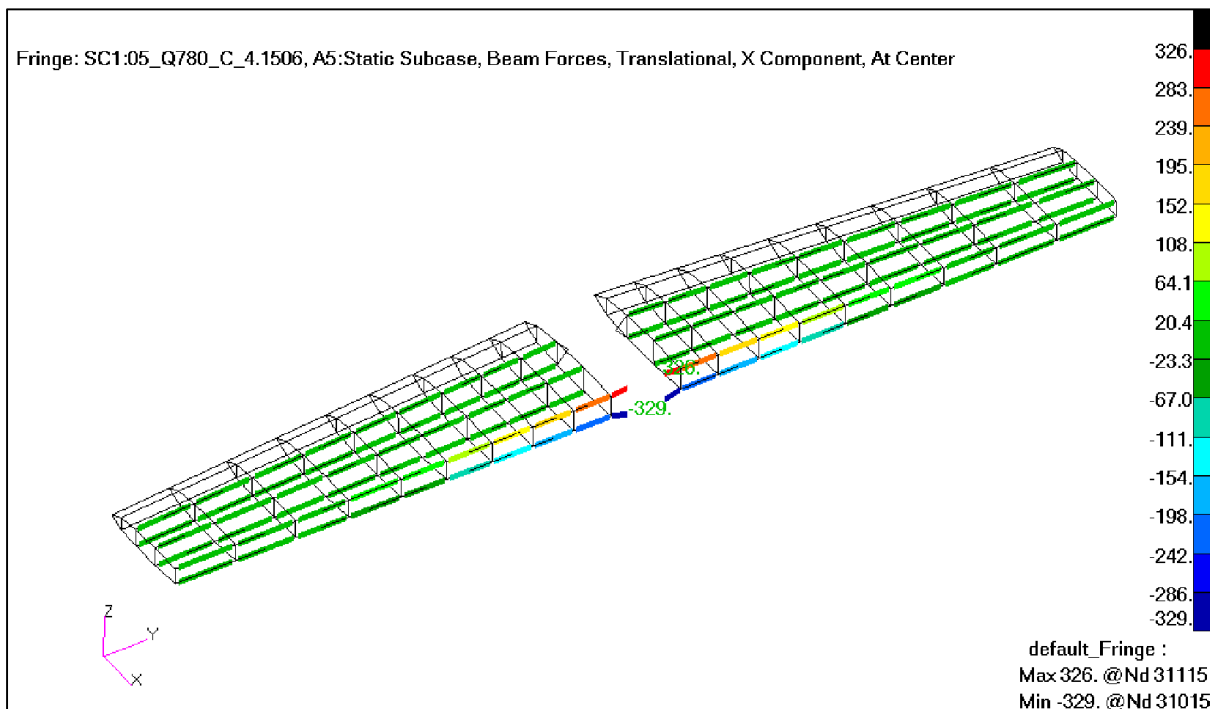
Rys. 189. Przypadek 5. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [12]



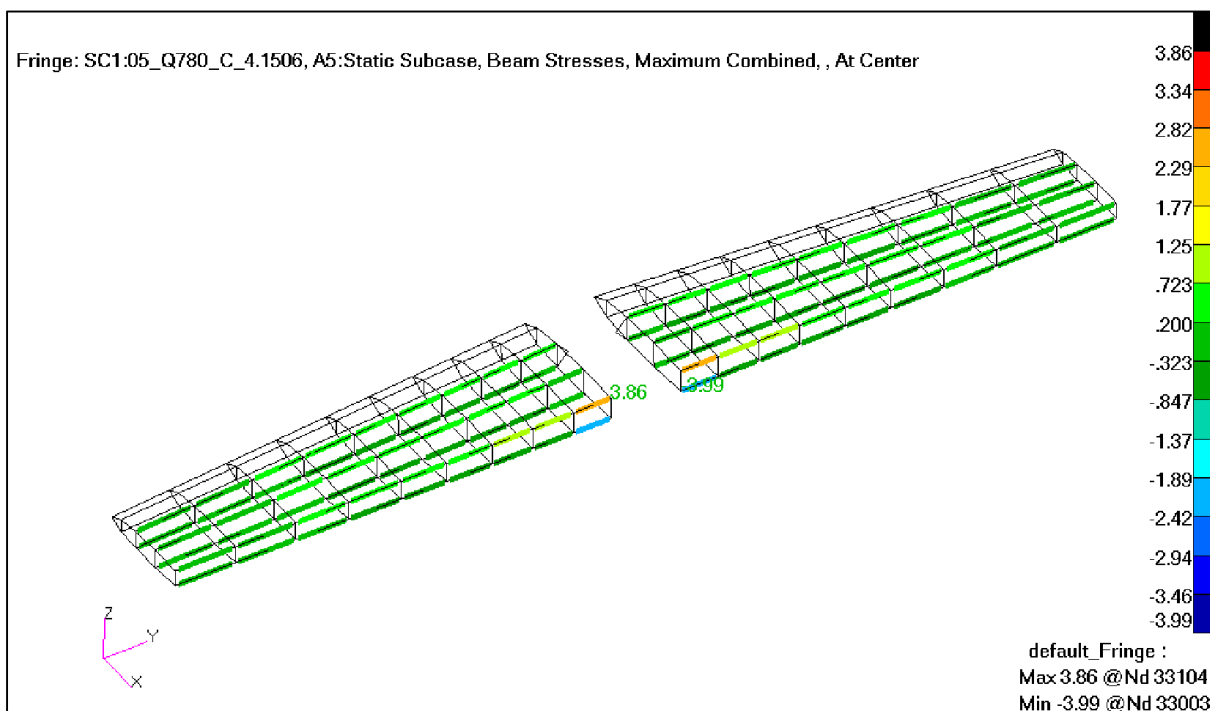
Rys. 190. Przypadek 5. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [12]



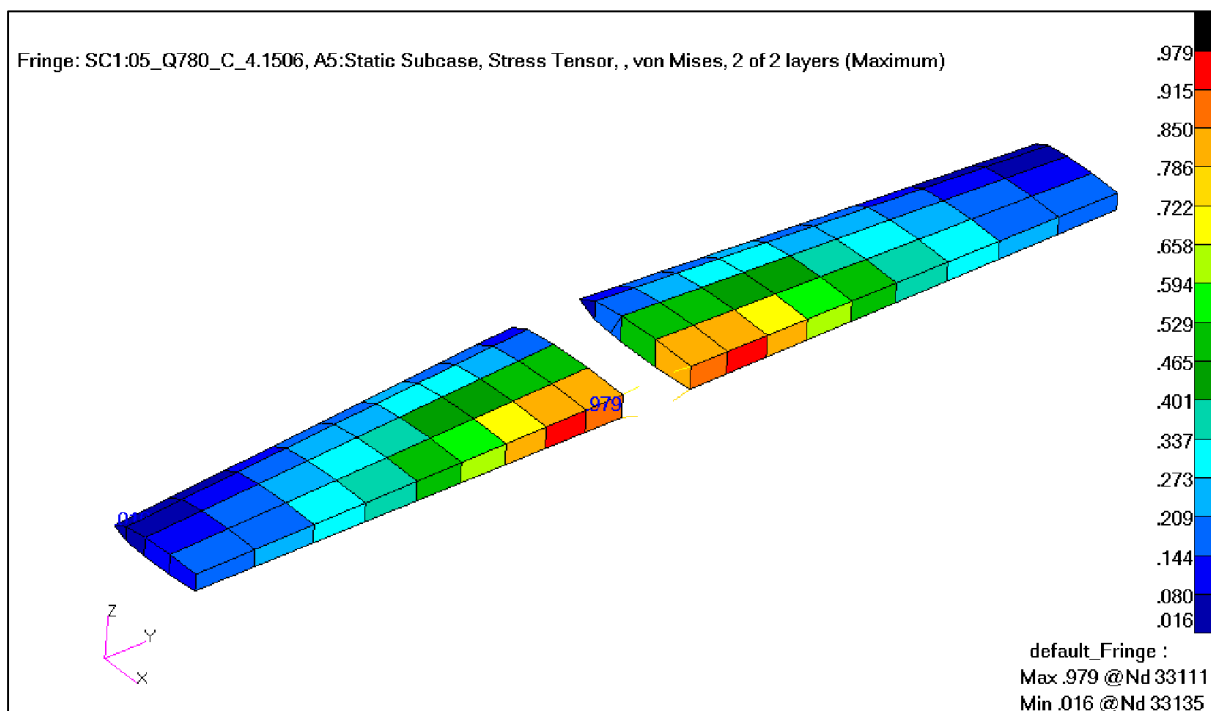
Rys. 191. Przypadek 5. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [12]



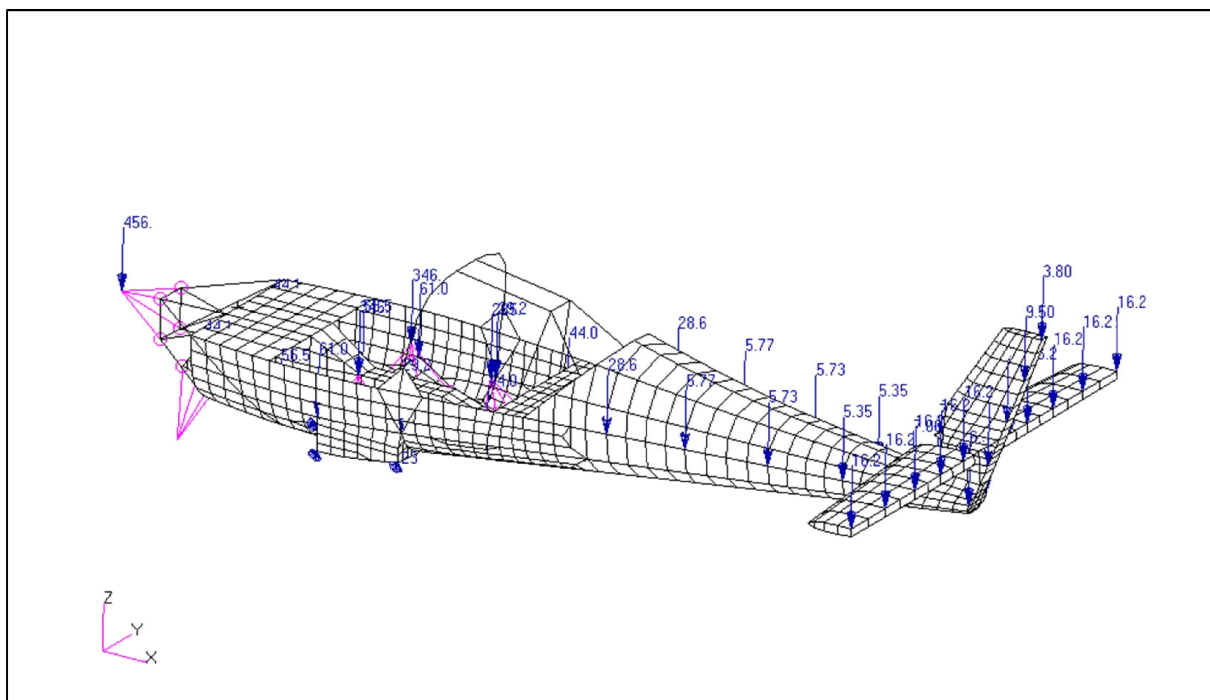
Rys. 192. Przypadek 5. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [12]

Rys. 193. Przypadek 5. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [12]

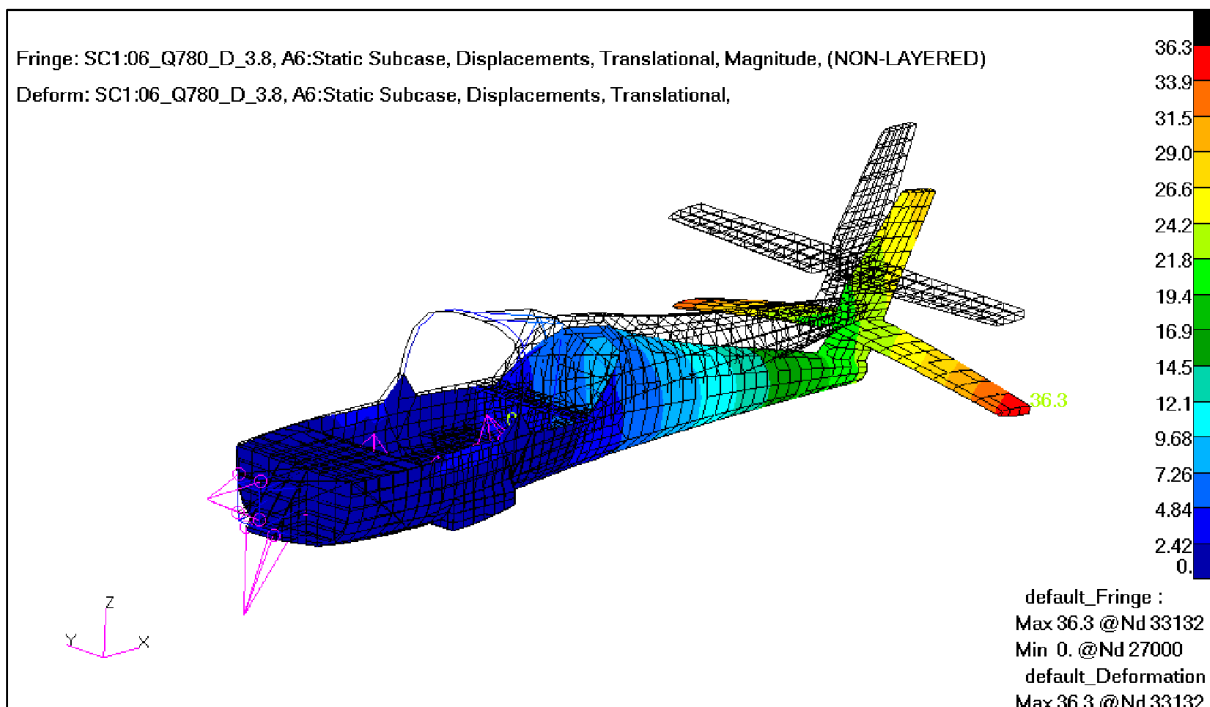




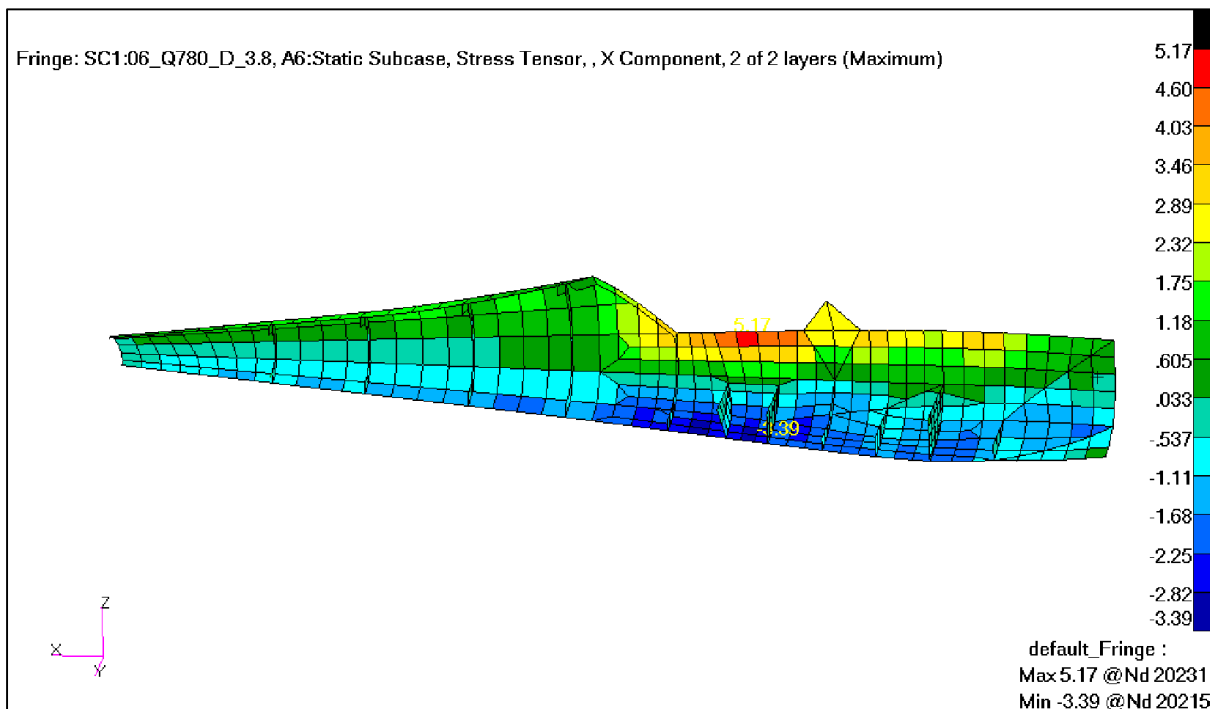
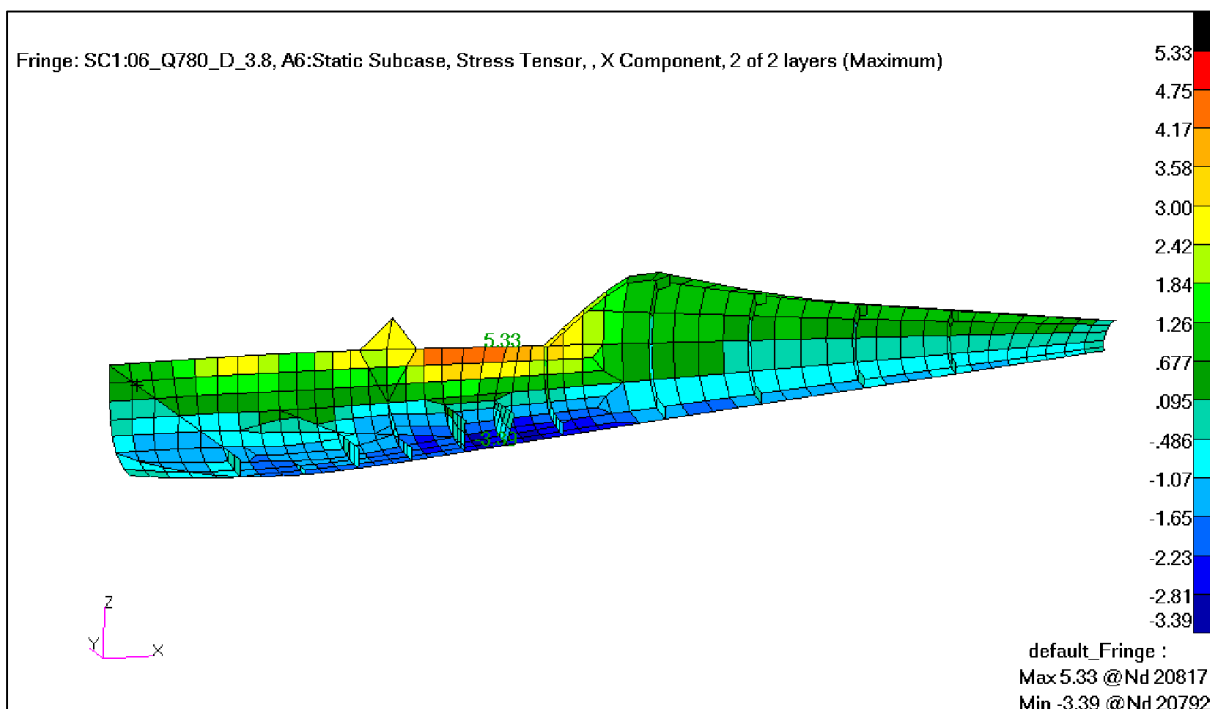
Rys. 194. Przypadek 5. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [12]

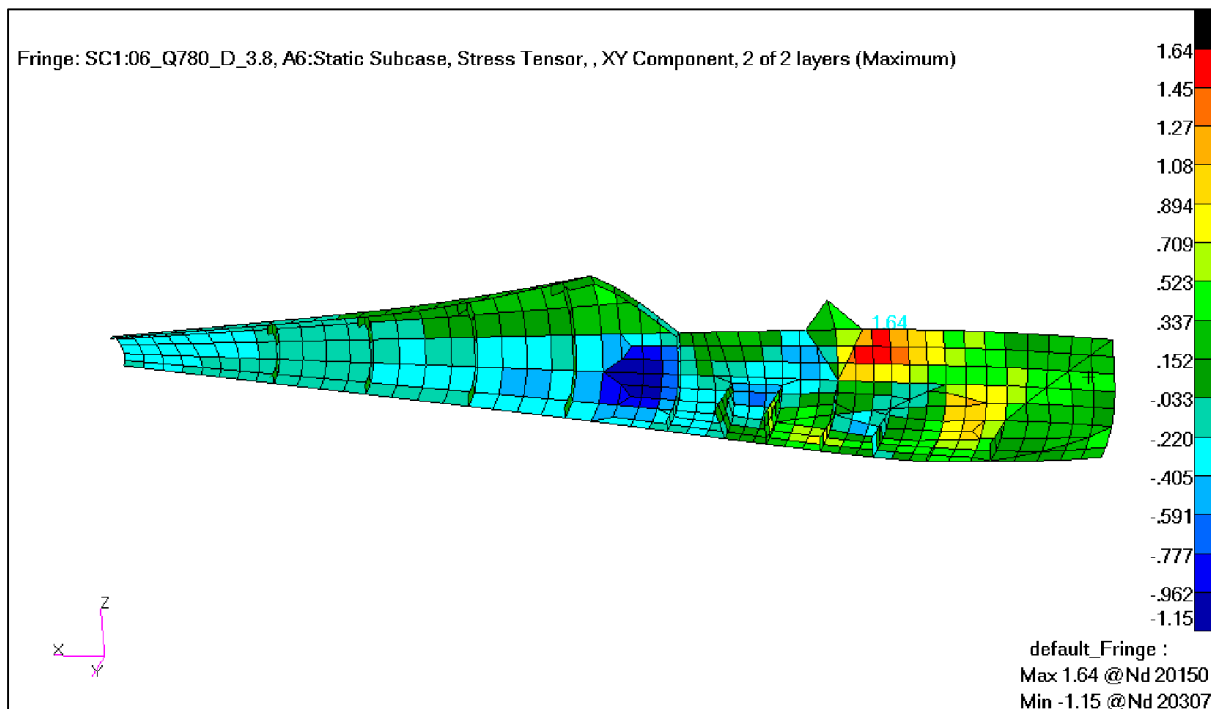
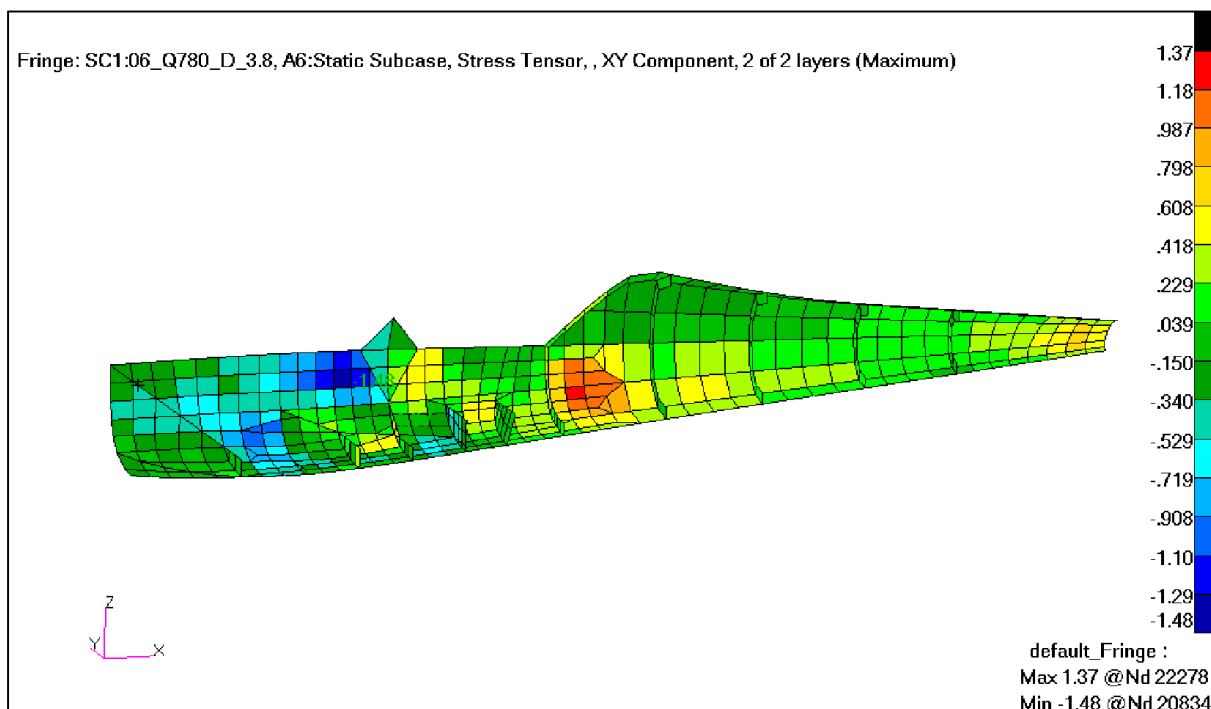
**7.6.Przypadek 6 - masa 780 kg - punkt D krzywej wyrwania, n=3,8**

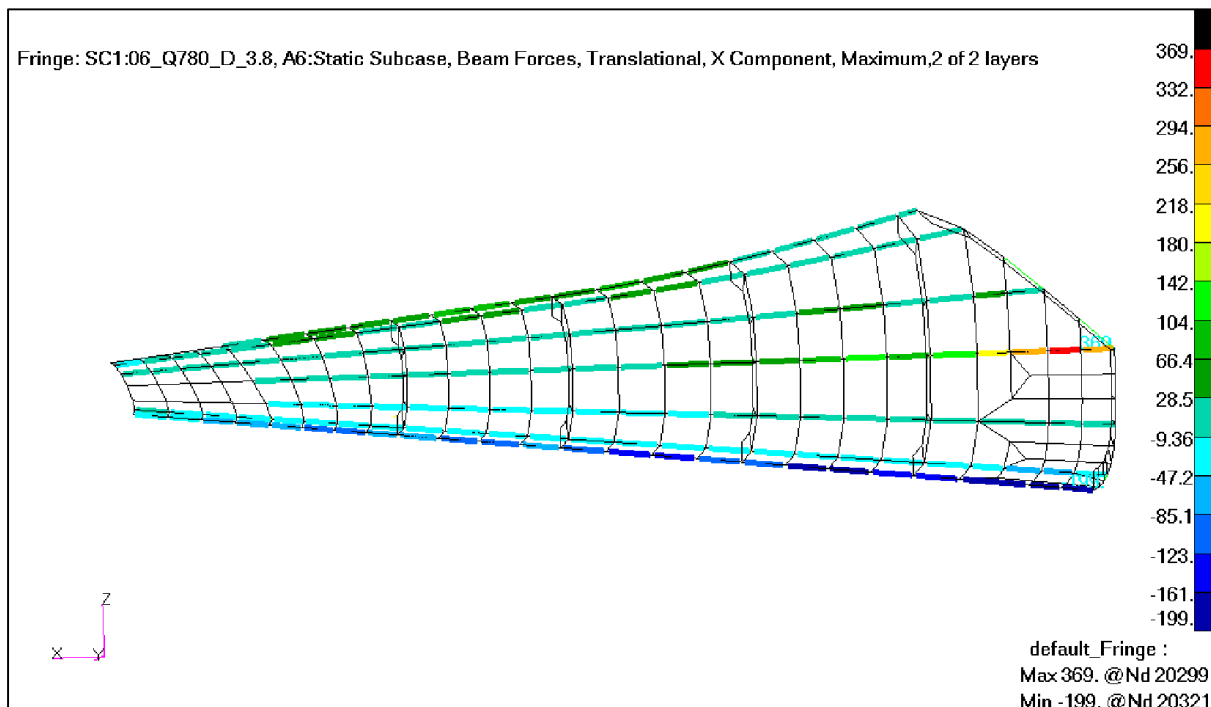
Rys. 195. Przypadek 6. Przyłożone obciążenie (kg). [13]



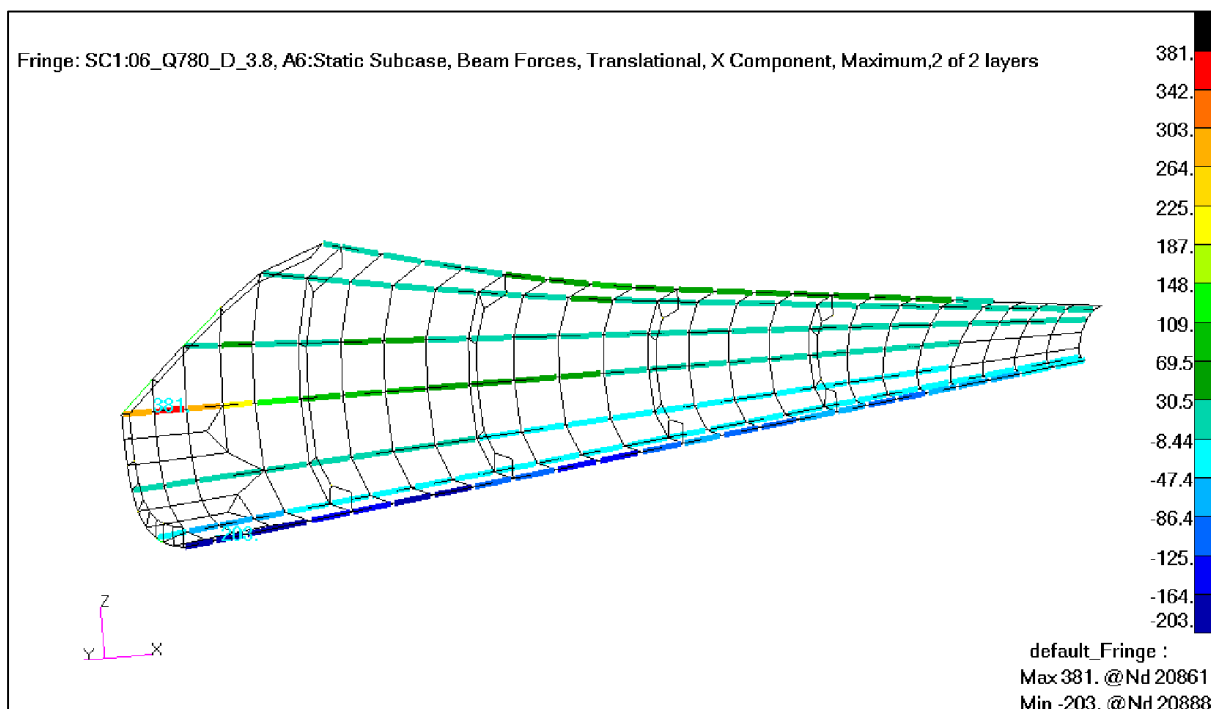
Rys. 196. Przypadek 6. Odształcenie struktury (mm). [13]

Rys. 197. Przypadek 6. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [13]Rys. 198. Przypadek 6. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [13]

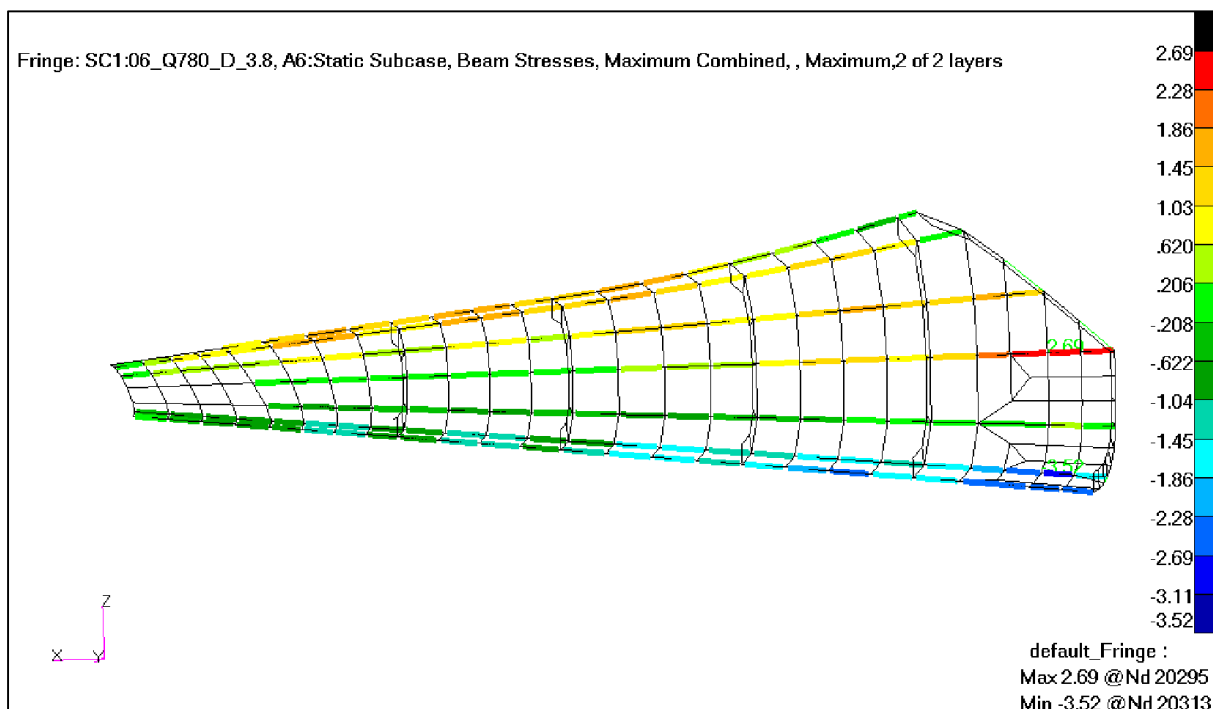
Rys. 199. Przypadek 6. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [13]Rys. 200. Przypadek 6. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [13]



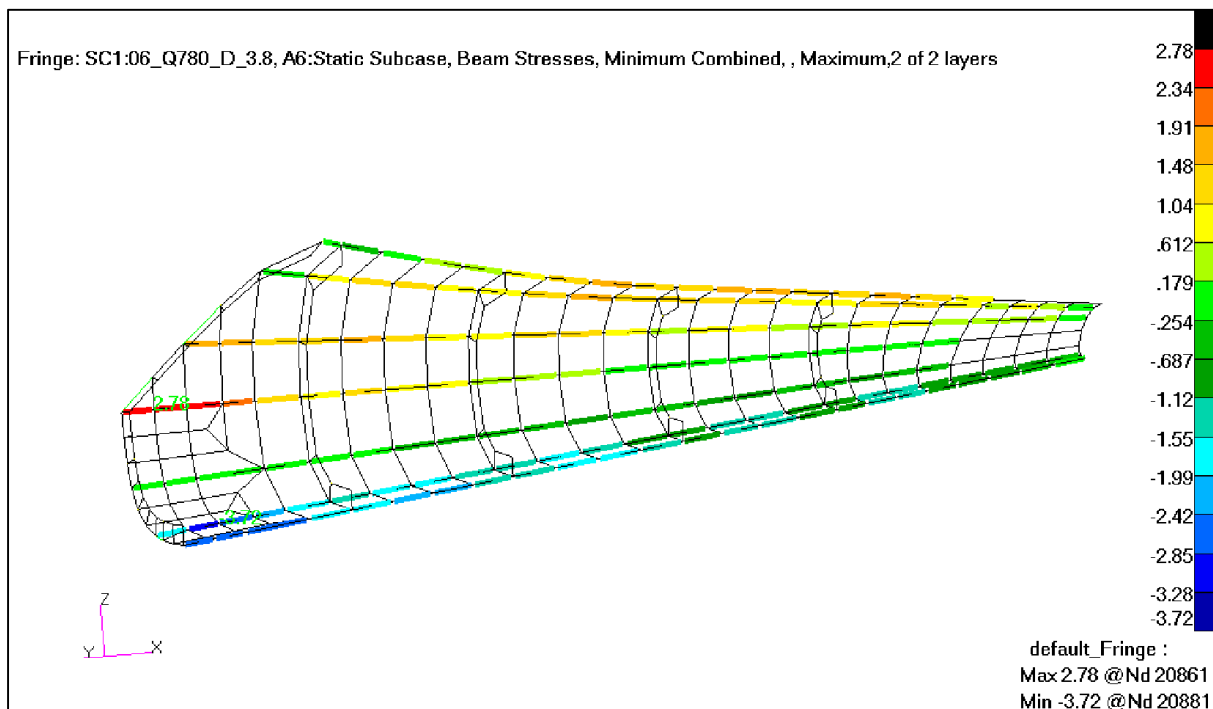
Rys. 201. Przypadek 6. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [13]



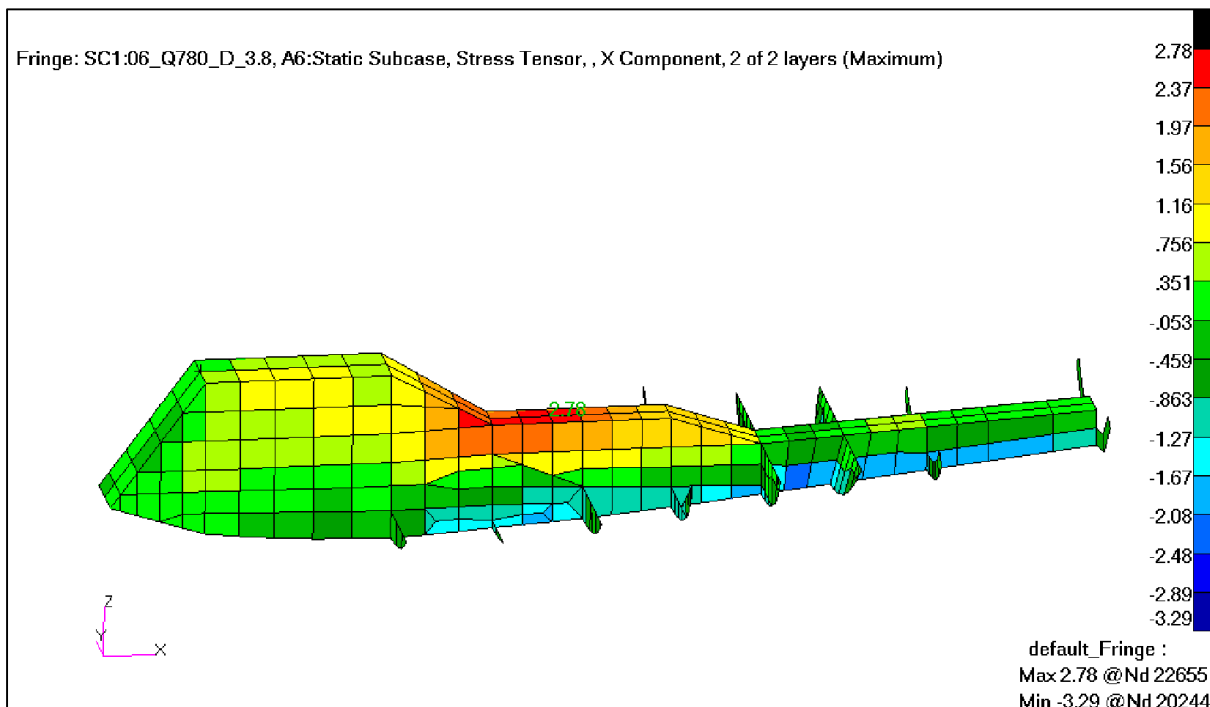
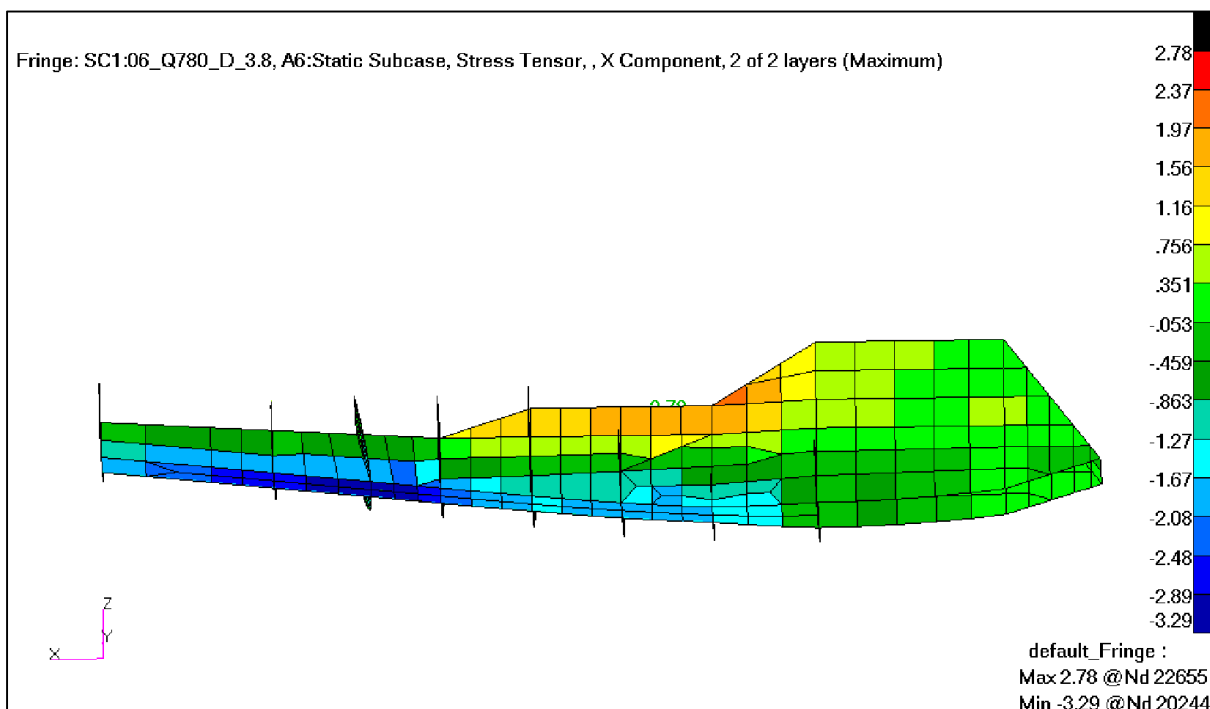
Rys. 202. Przypadek 6. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [13]

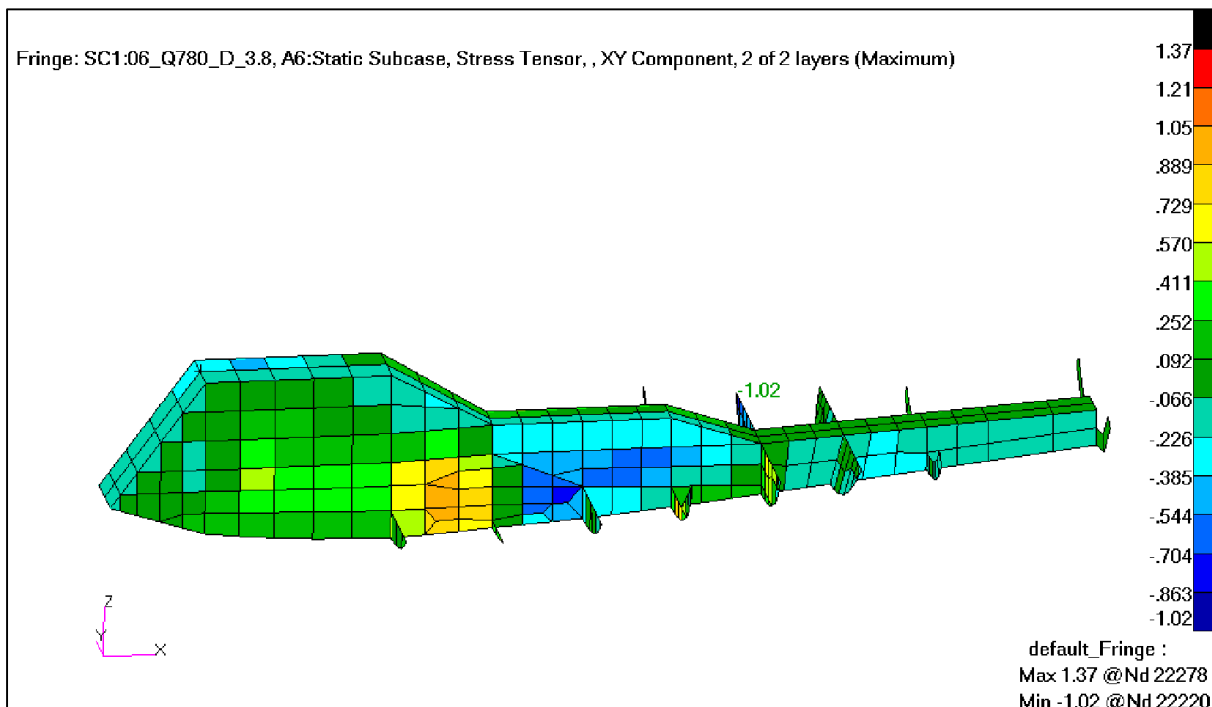
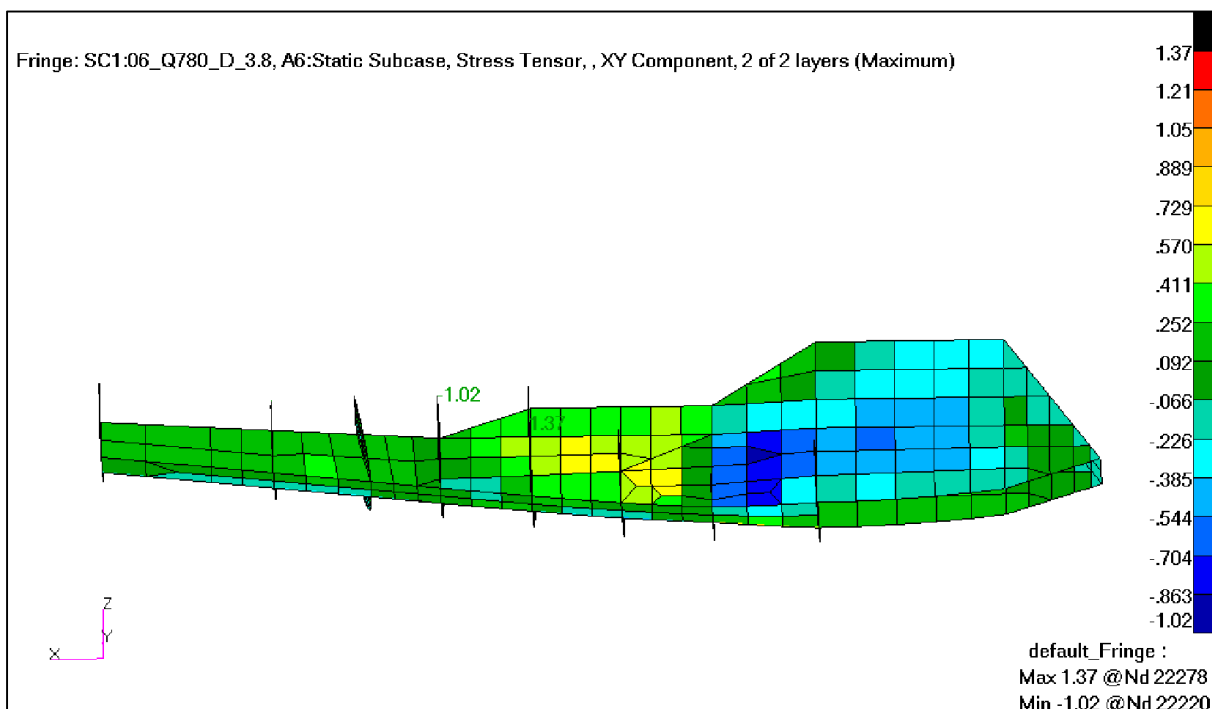


Rys. 203. Przypadek 6. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [13]

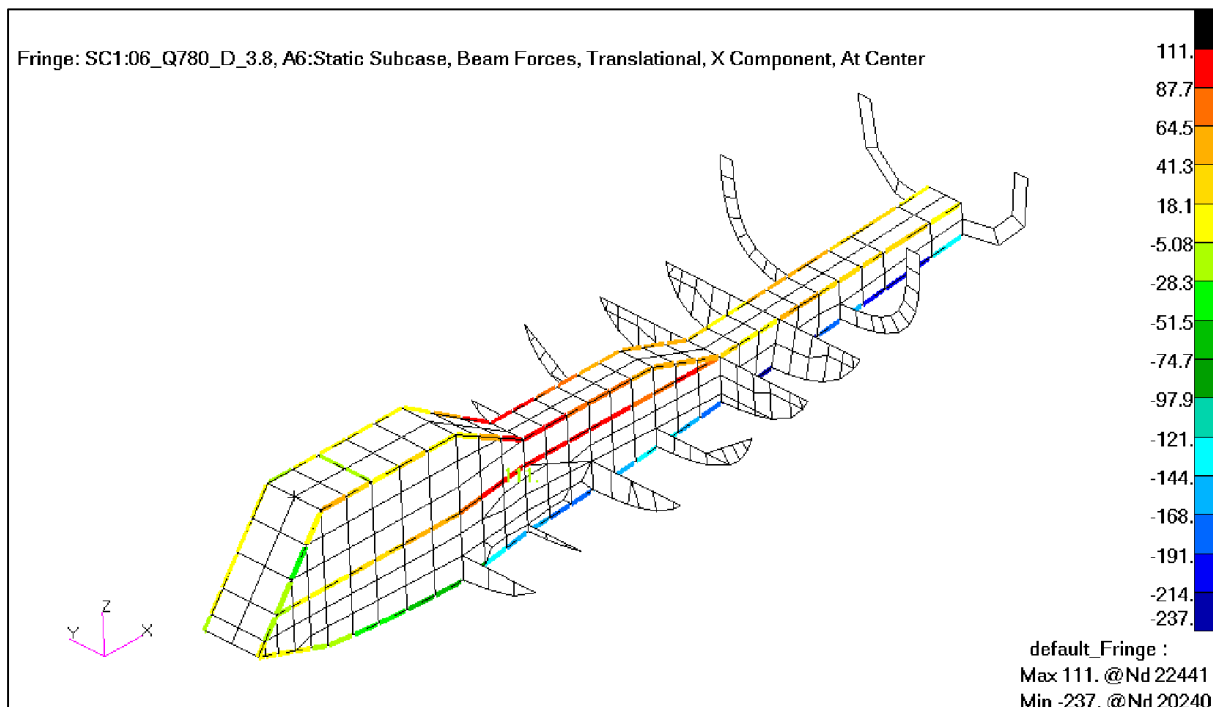


Rys. 204. Przypadek 6. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [13]

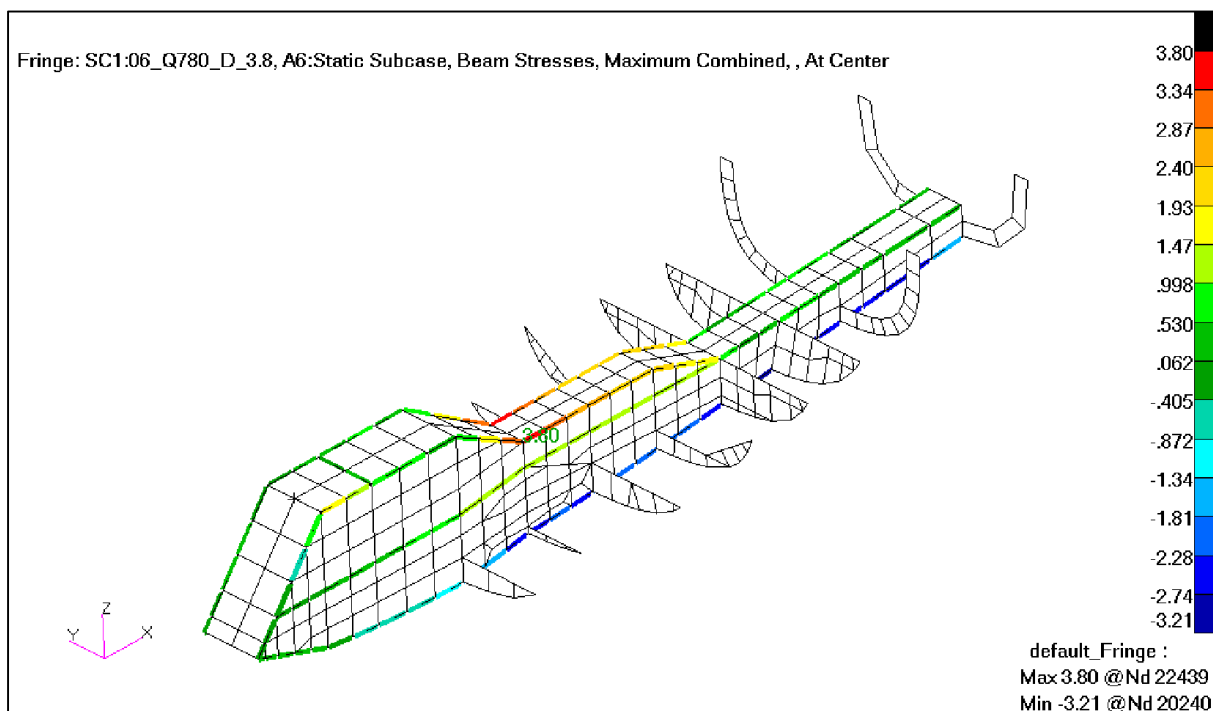
Rys. 205. Przypadek 6. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [13]Rys. 206. Przypadek 6. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [13]

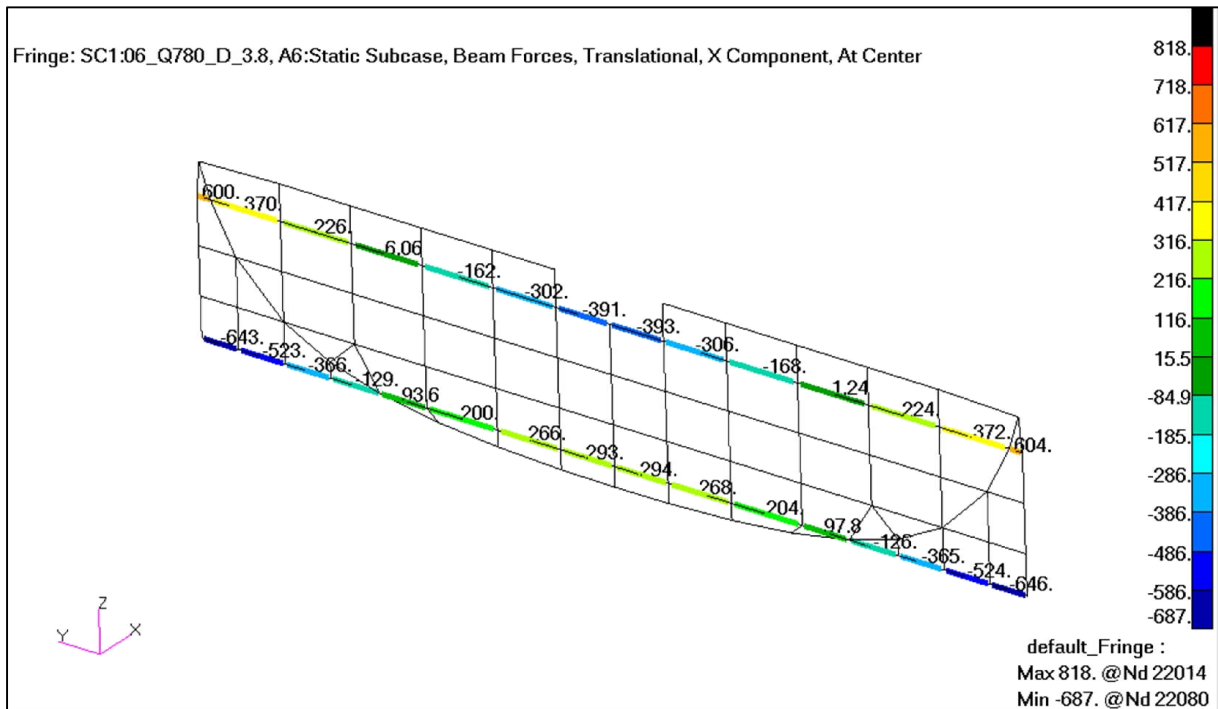
Rys. 207. Przypadek 6. Naprężenia ściskające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [13]Rys. 208. Przypadek 6. Naprężenia ściskające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [13]



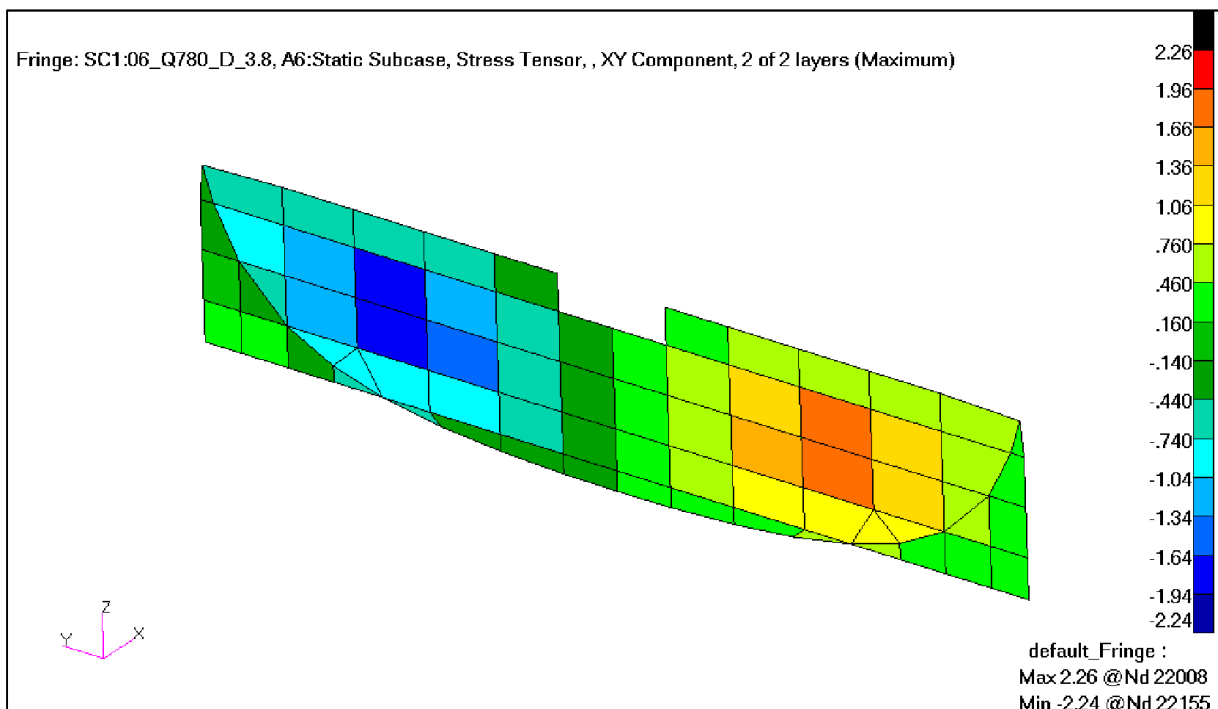


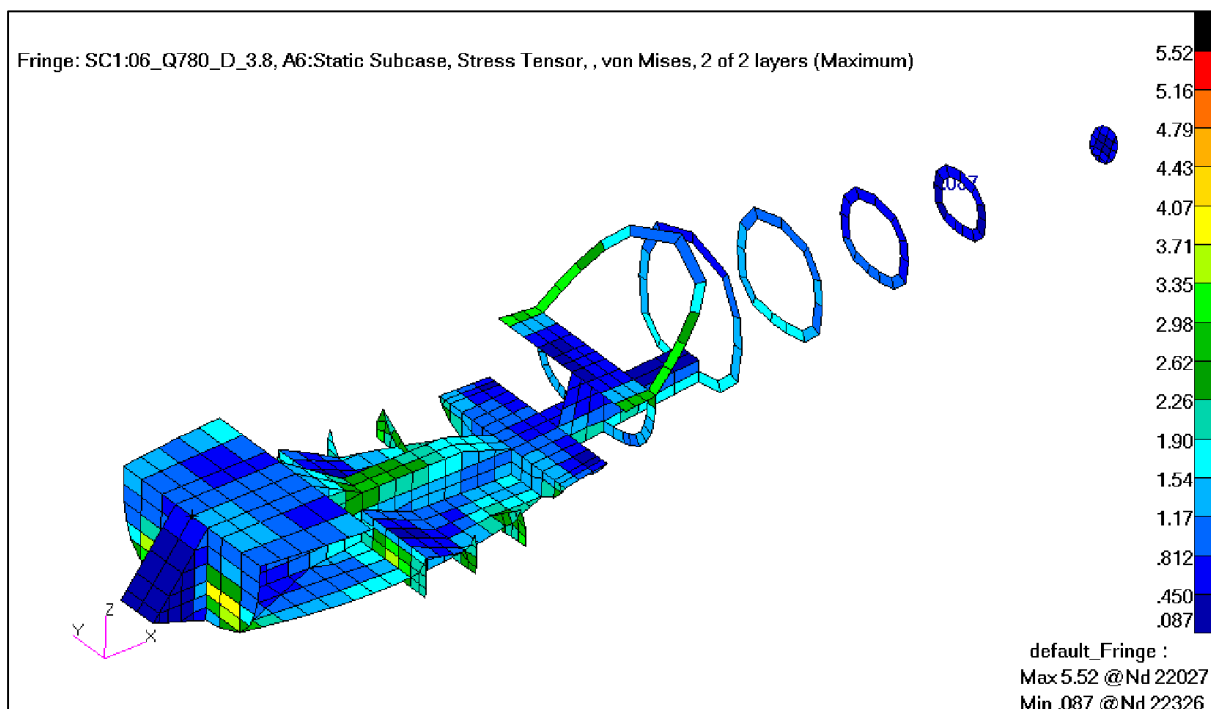
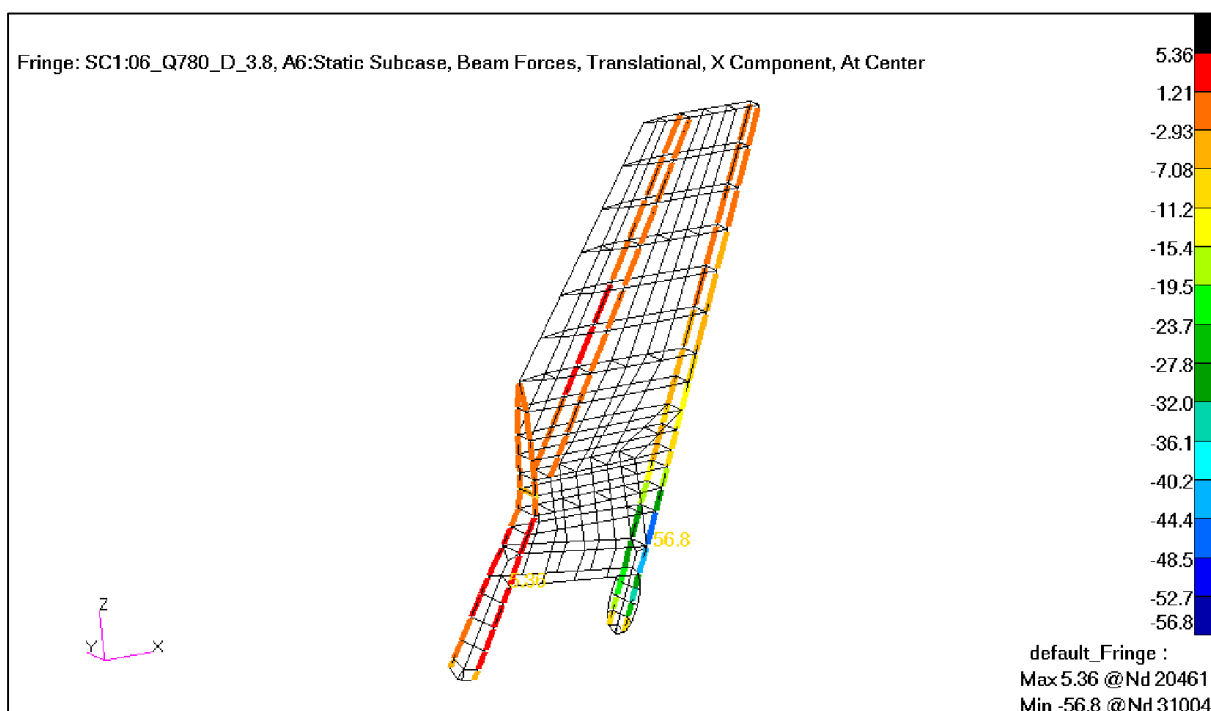
Rys. 209. Przypadek 6. Siły w kątownikach w kanale (kG). [13]

Rys. 210. Przypadek 6. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [13]

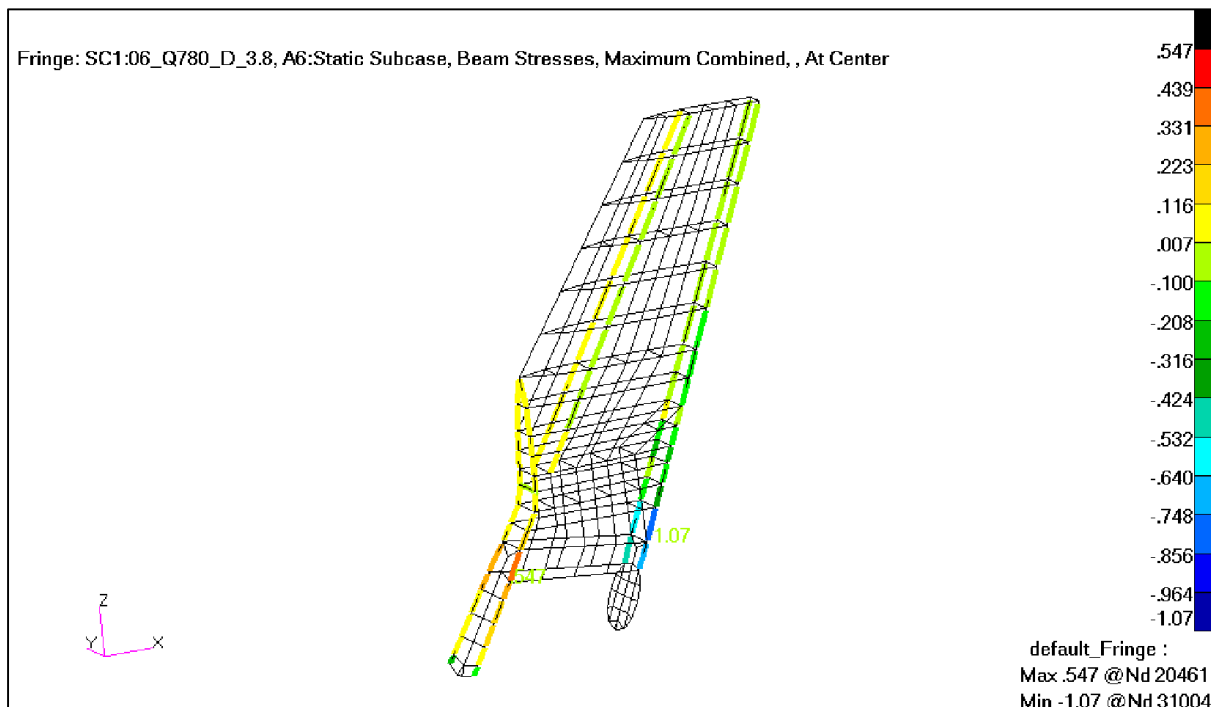


Rys. 211. Przypadek 6. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [13]

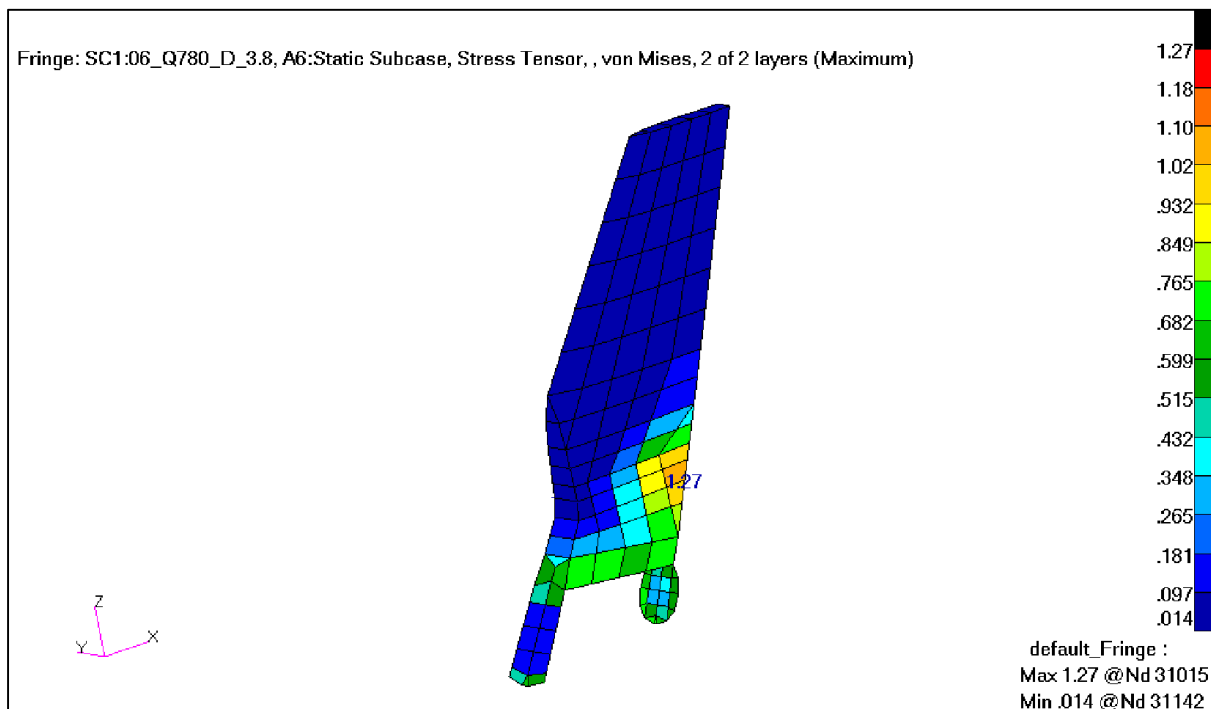
Rys. 212. Przypadek 6. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 ( $\text{kG/mm}^2$ ). [13]

Rys. 213. Przypadek 6. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [13]

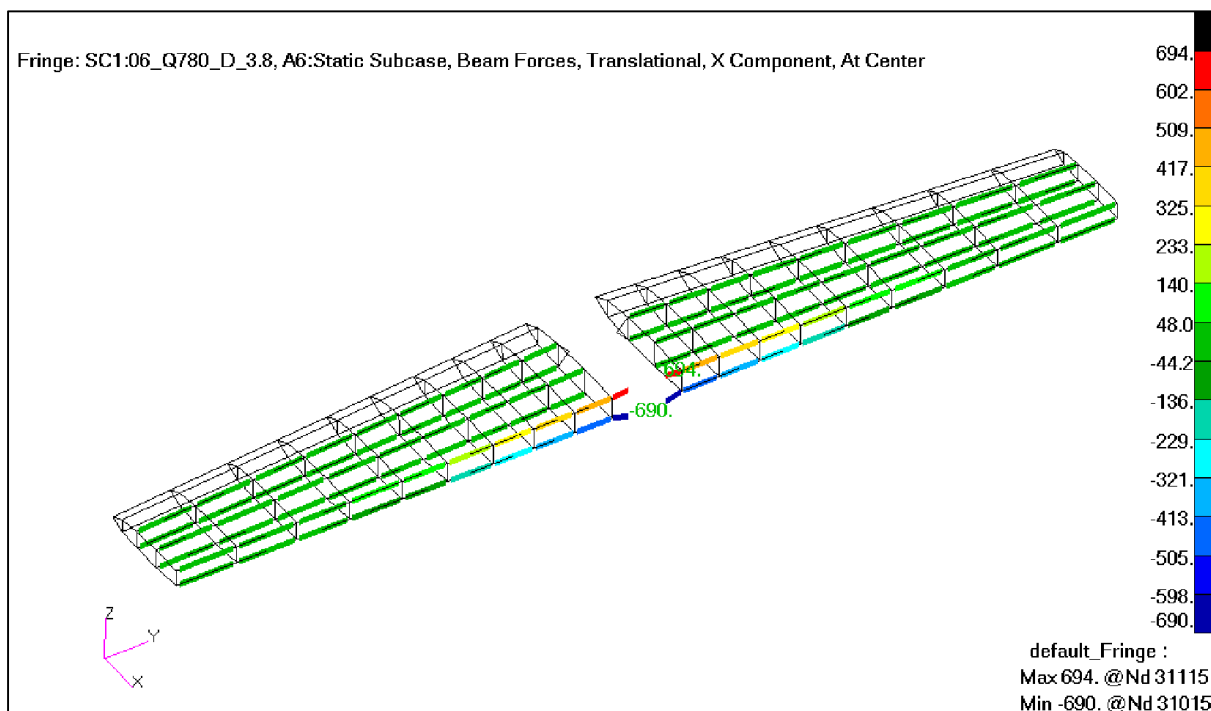
Rys. 214. Przypadek 6. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [13]



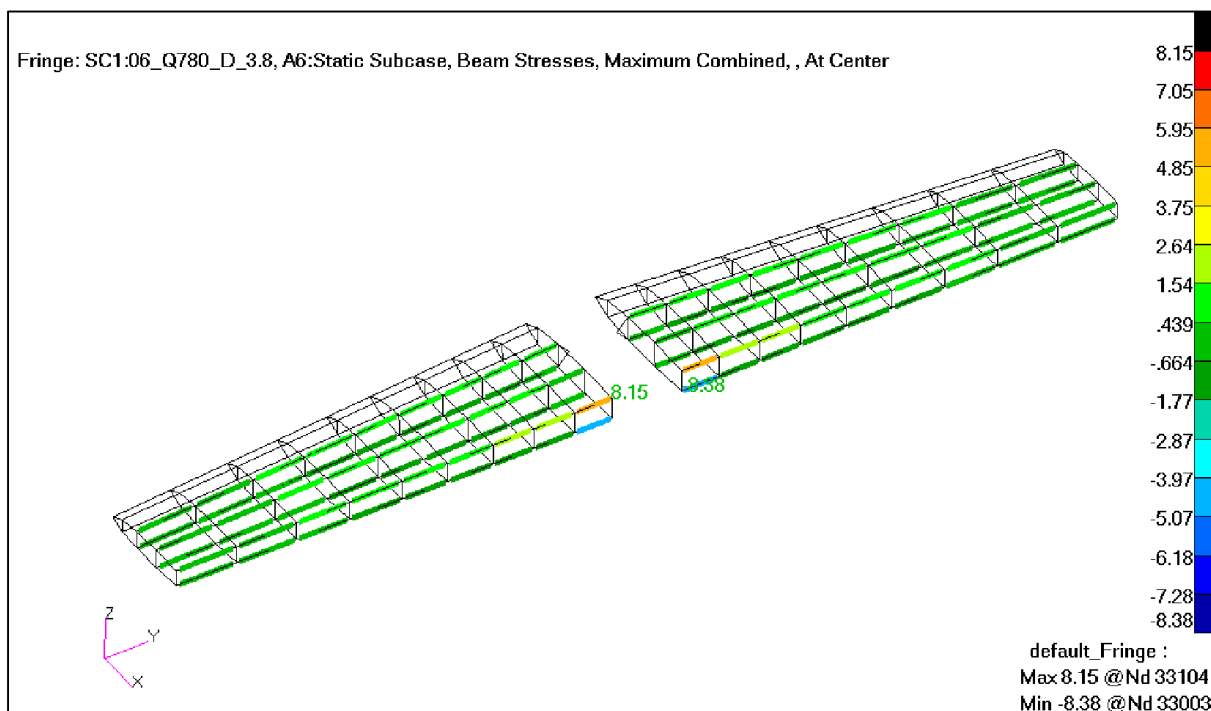
Rys. 215. Przypadek 6. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [13]

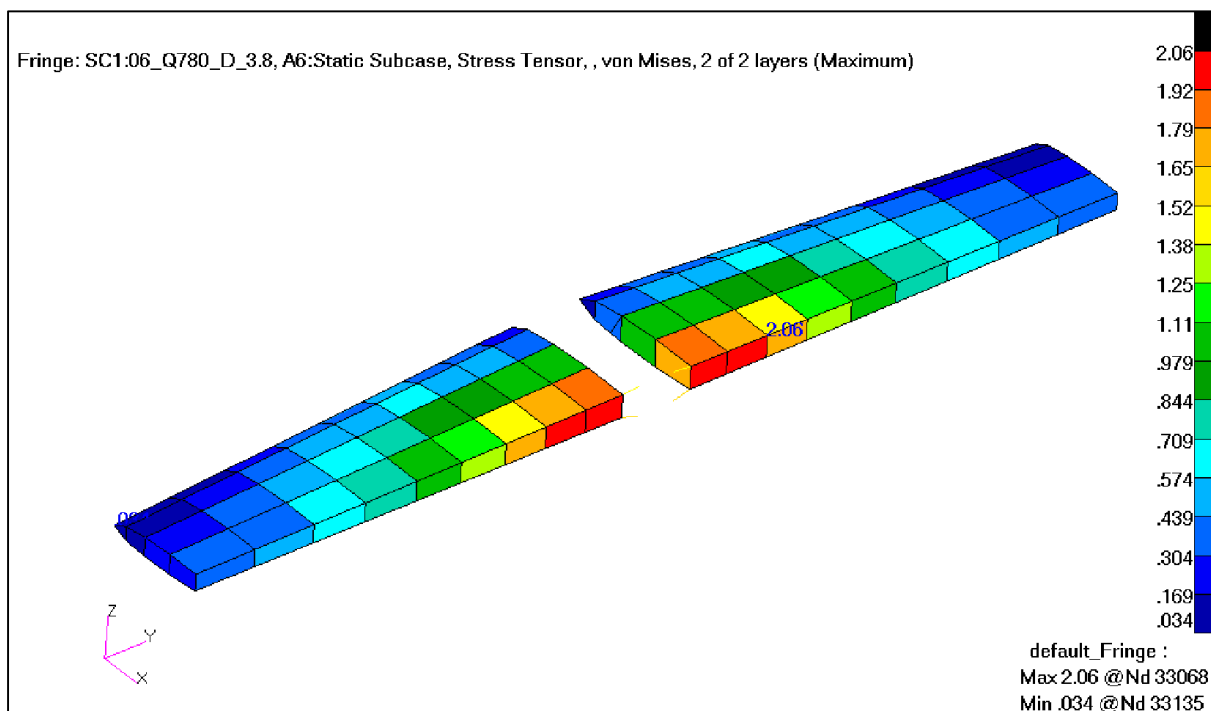


Rys. 216. Przypadek 6. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [13]



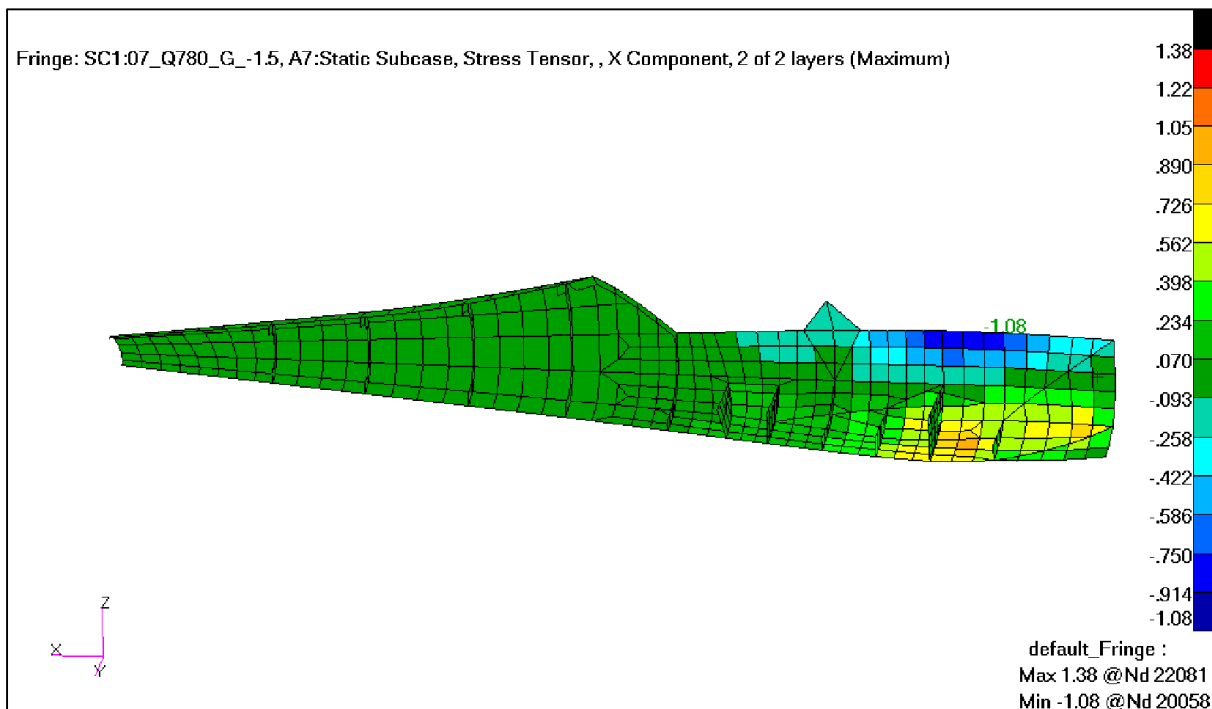
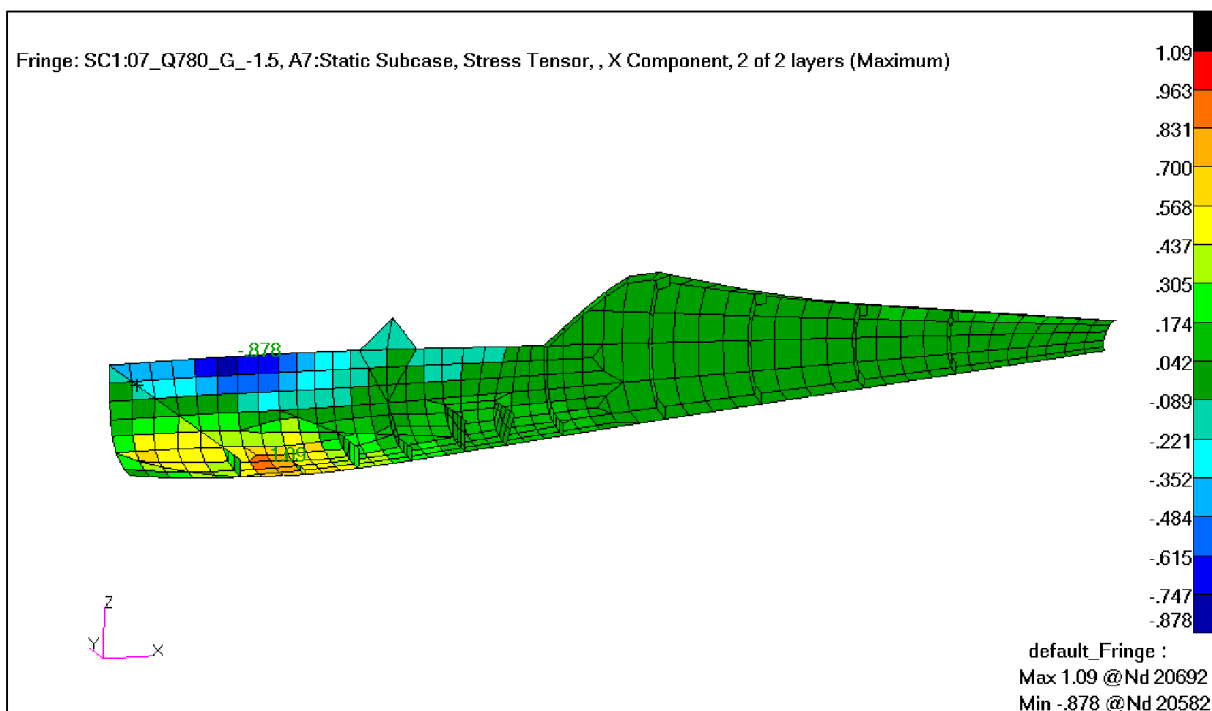
Rys. 217. Przypadek 6. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [13]

Rys. 218. Przypadek 6. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [13]

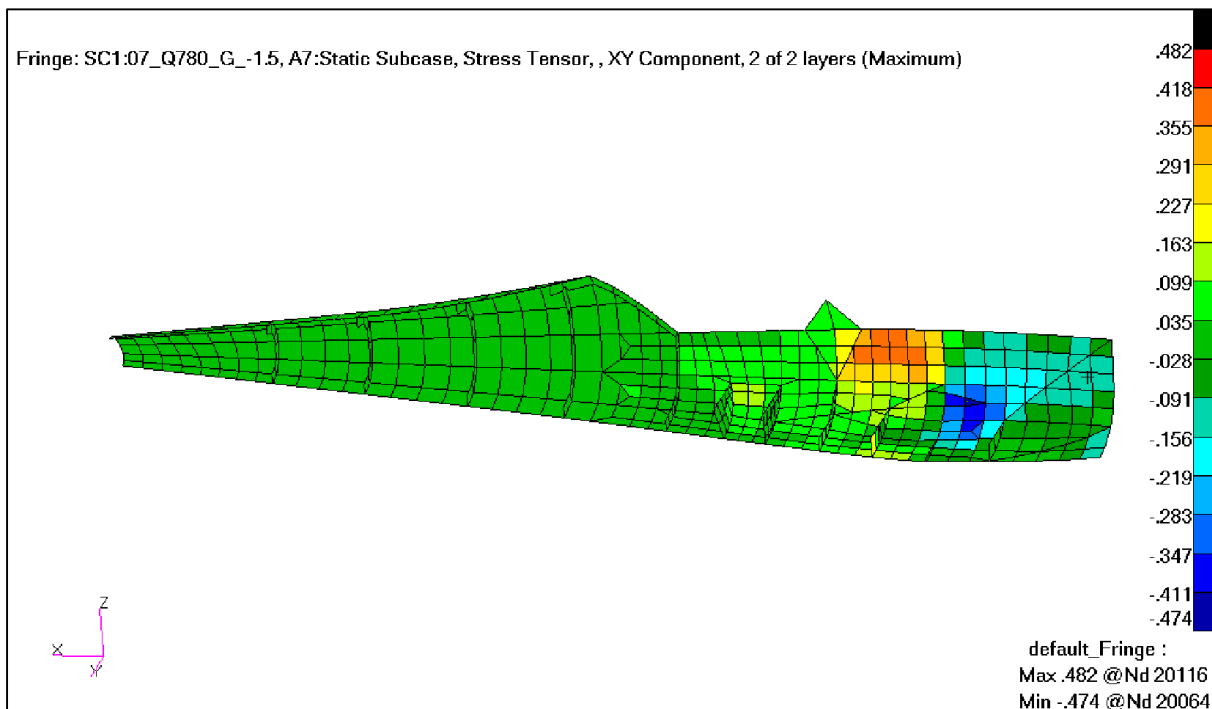
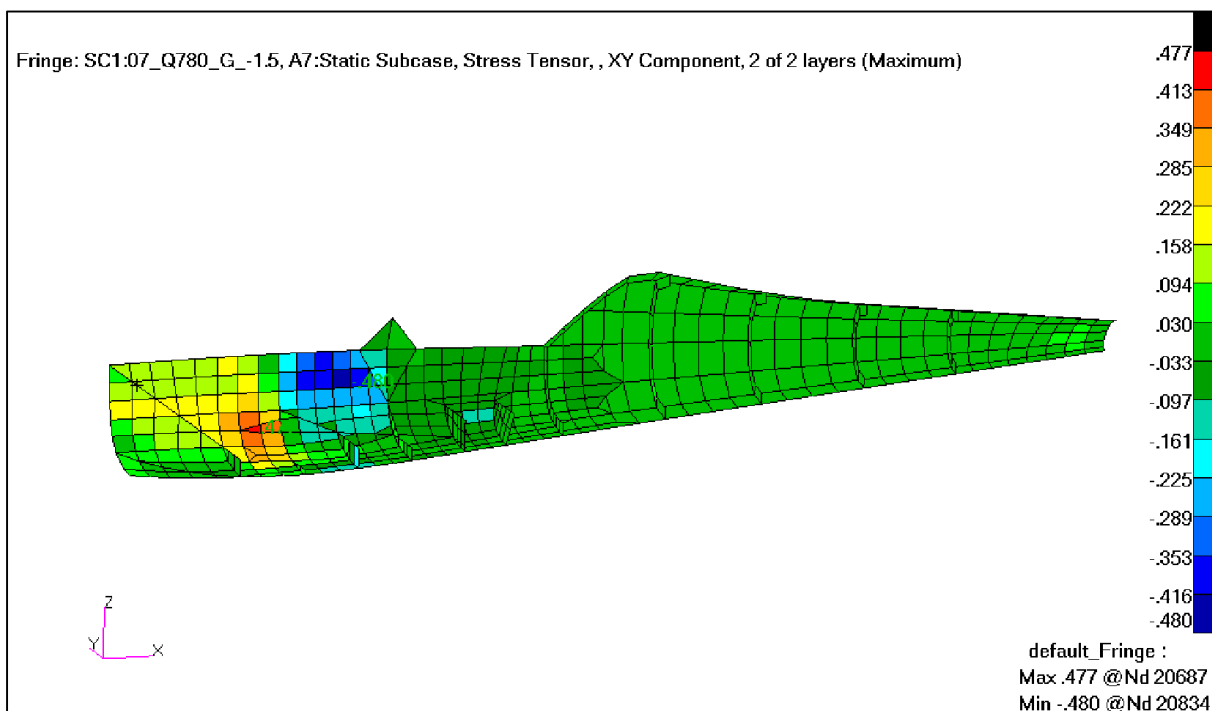


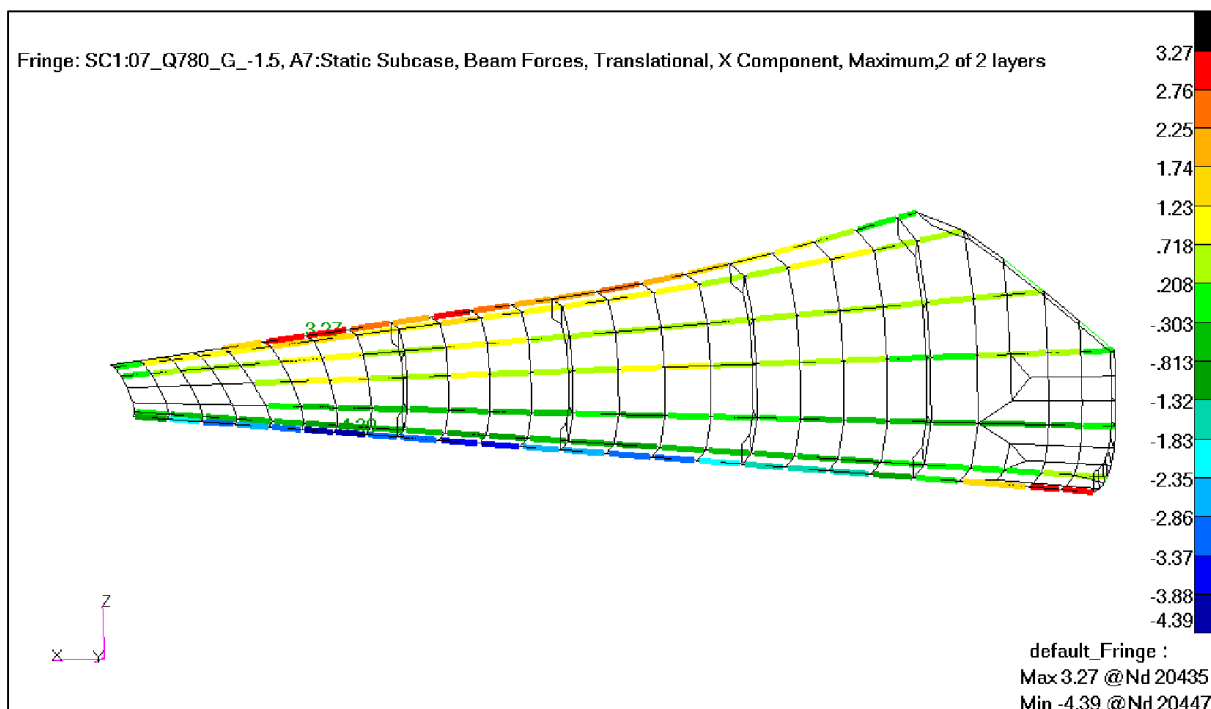
Rys. 219. Przypadek 6. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [13]



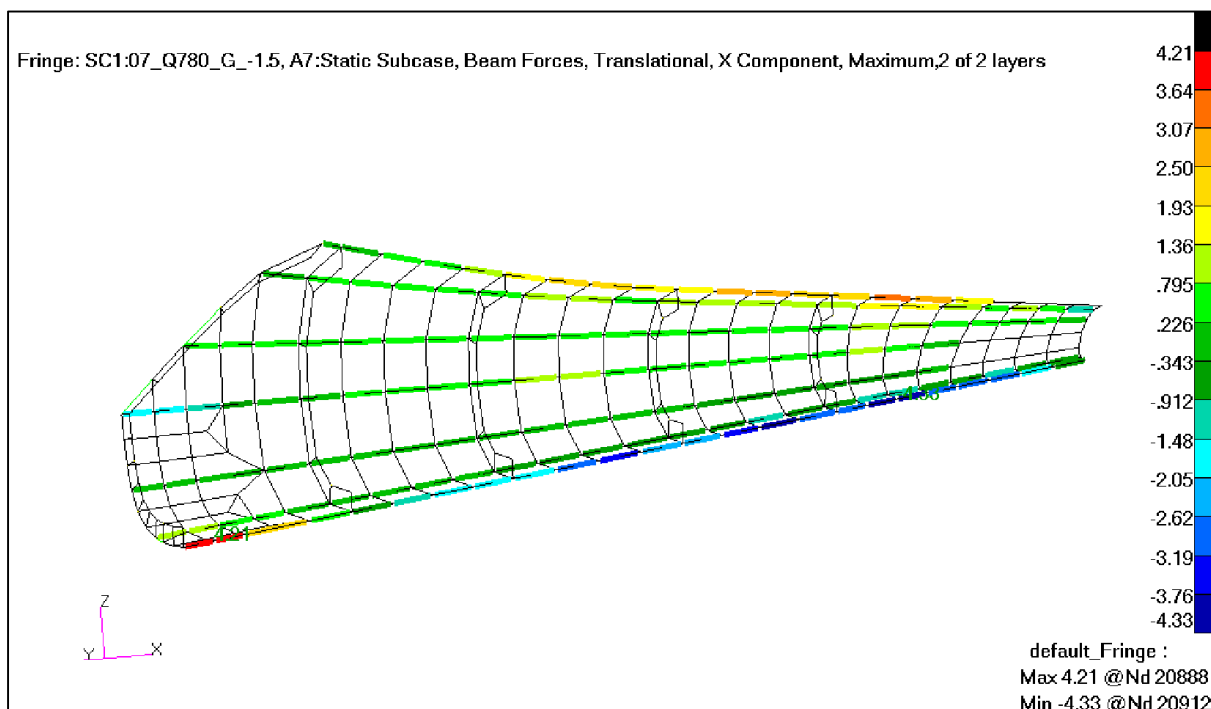
Rys. 222. Przypadek 7. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [14]Rys. 223. Przypadek 7. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [14]



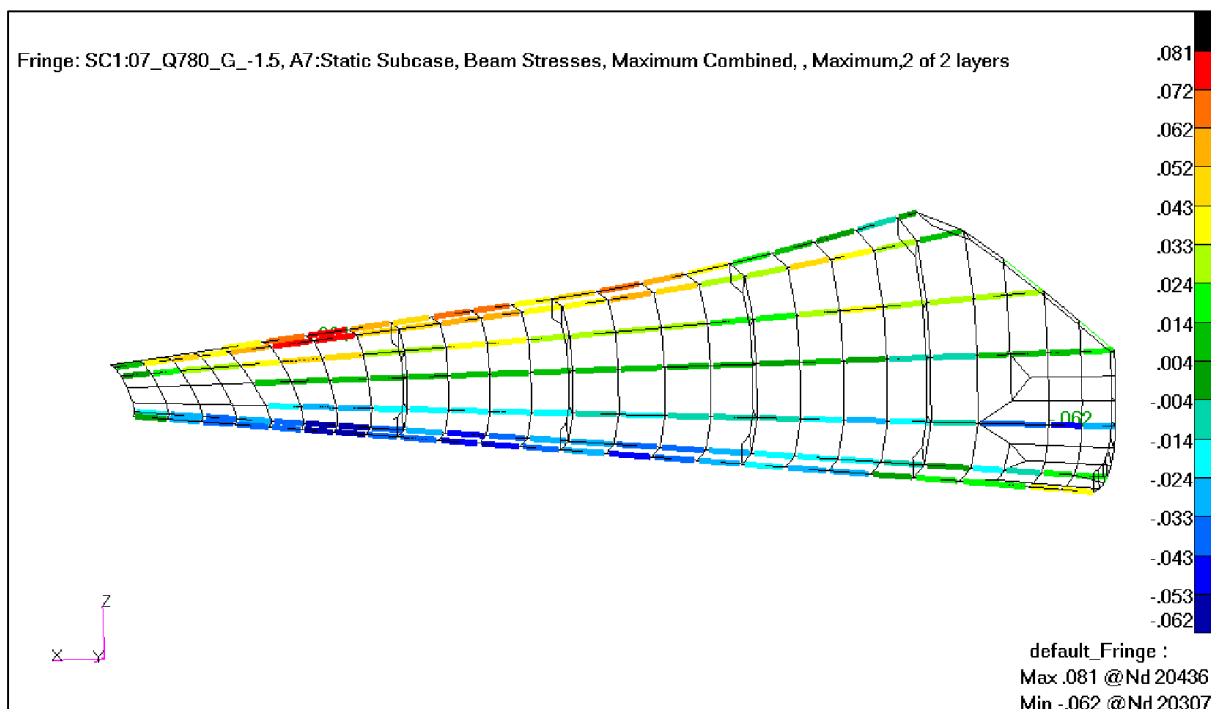
Rys. 224. Przypadek 7. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [14]Rys. 225. Przypadek 7. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [14]



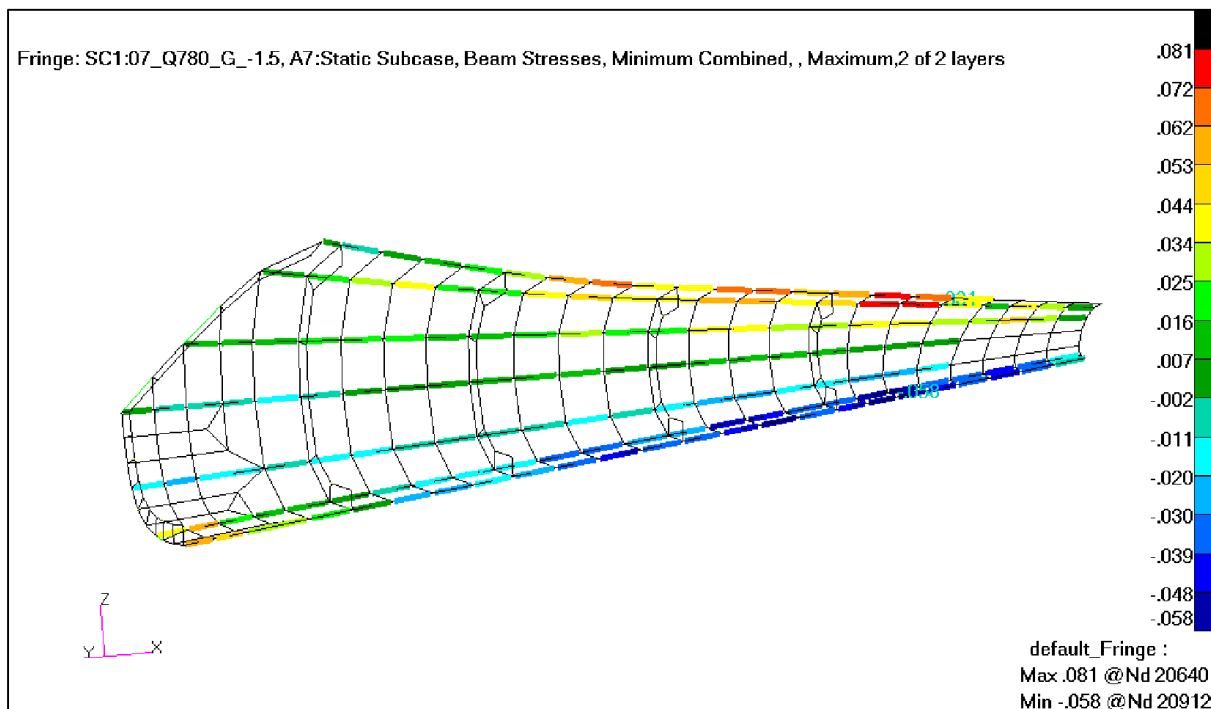
Rys. 226. Przypadek 7. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [14]



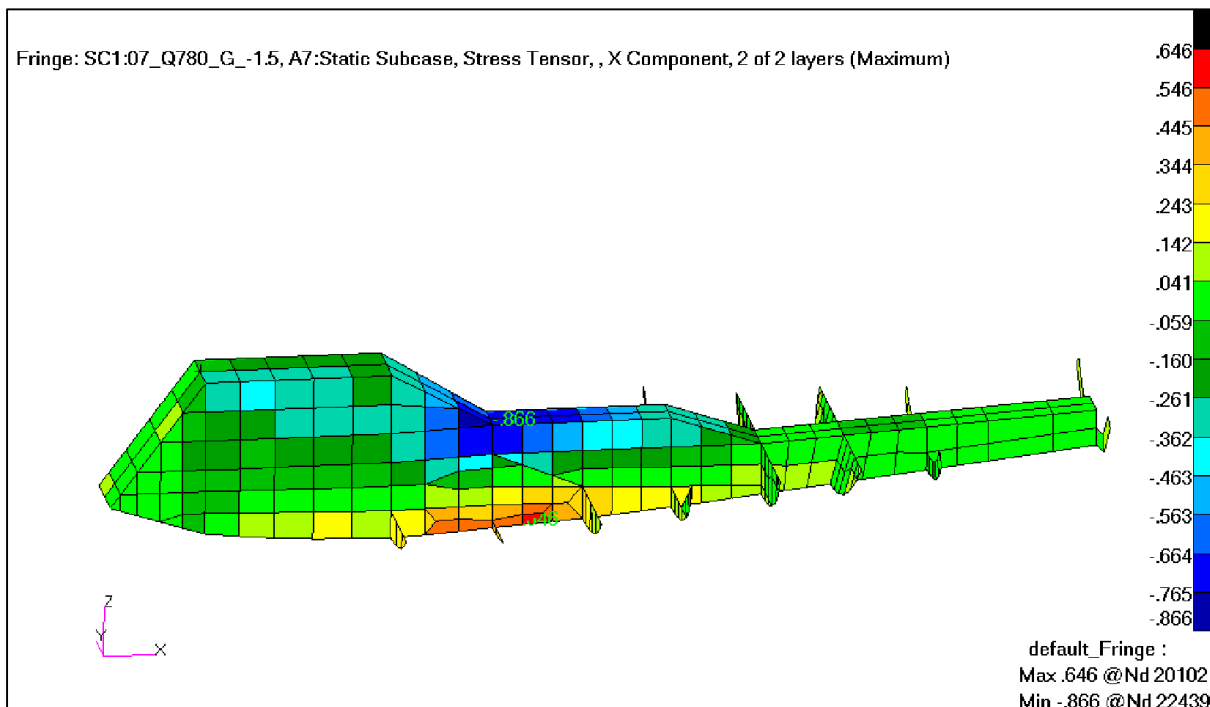
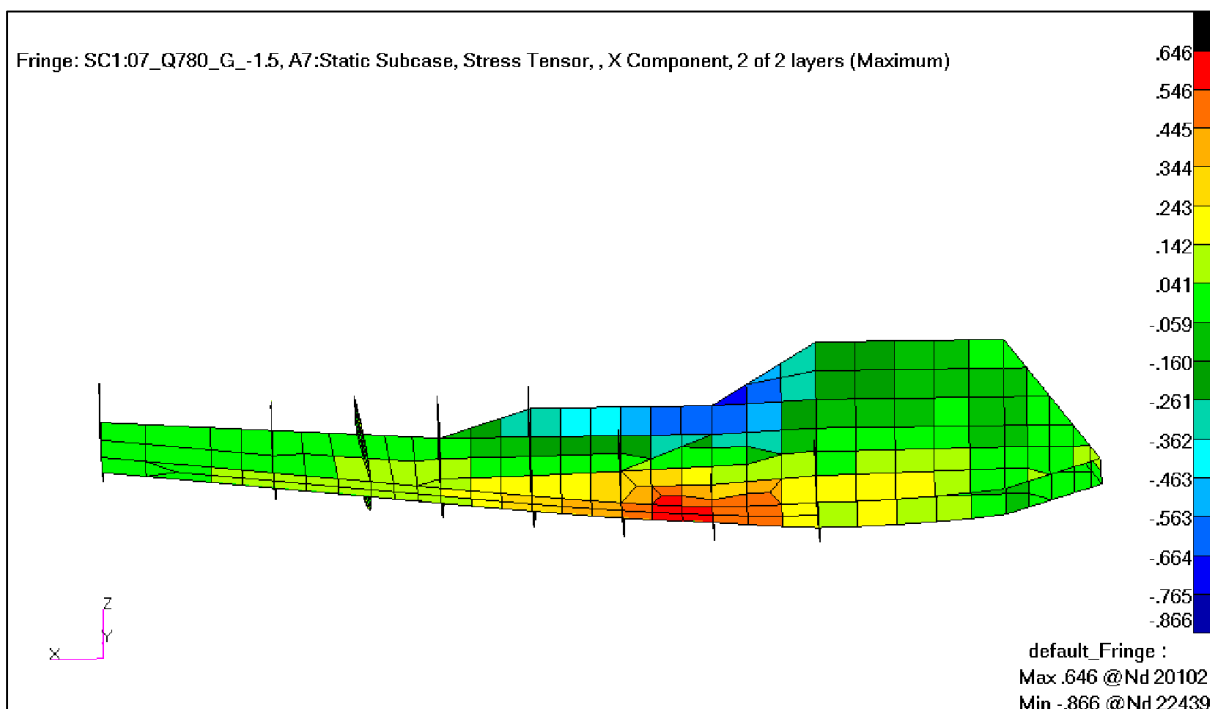
Rys. 227. Przypadek 7. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [14]

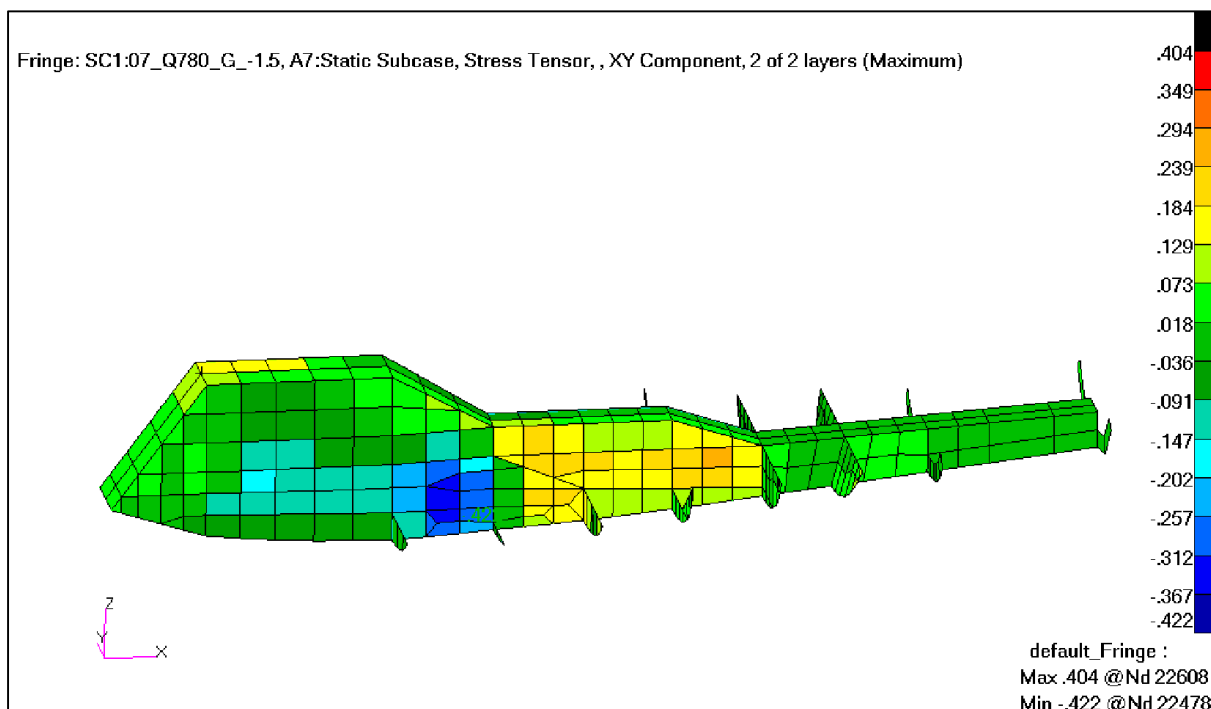
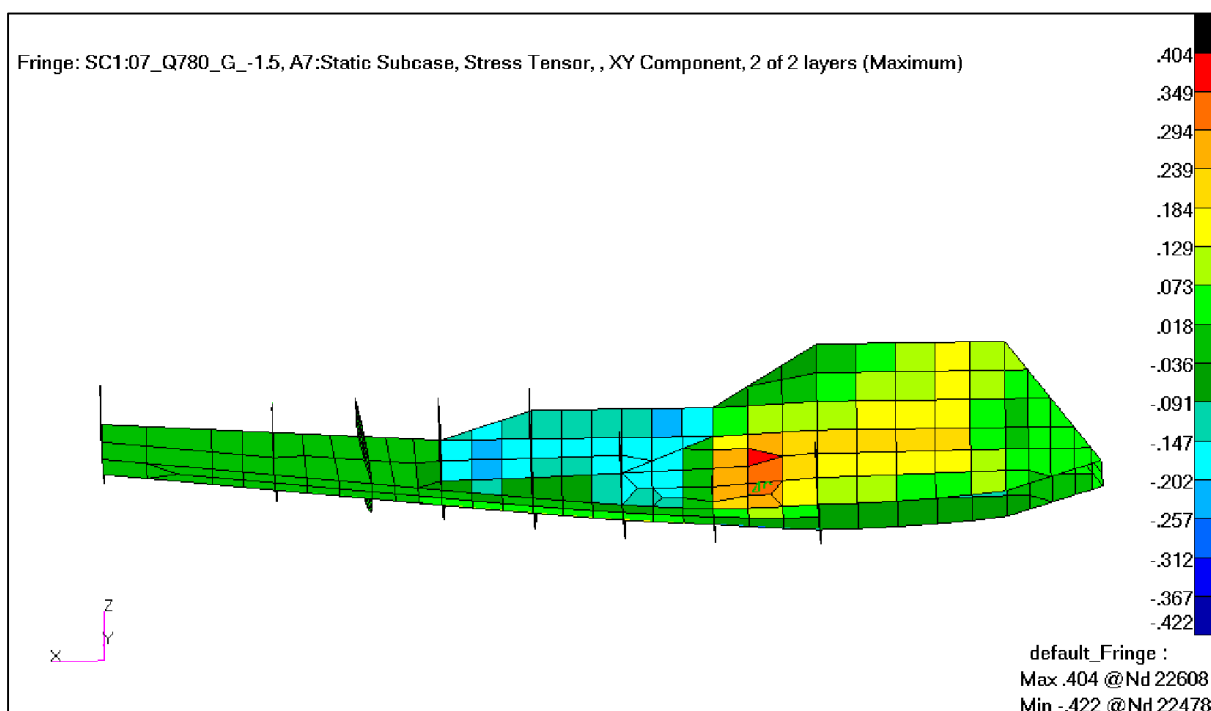


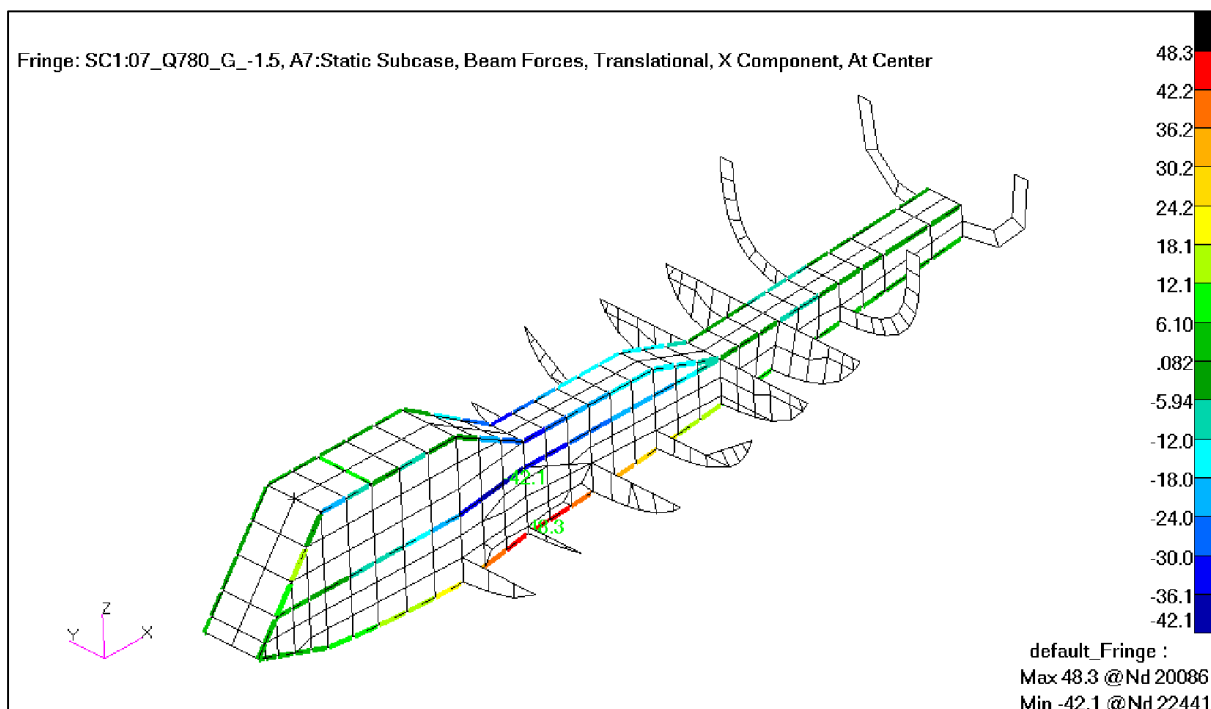
Rys. 228. Przypadek 7. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [14]



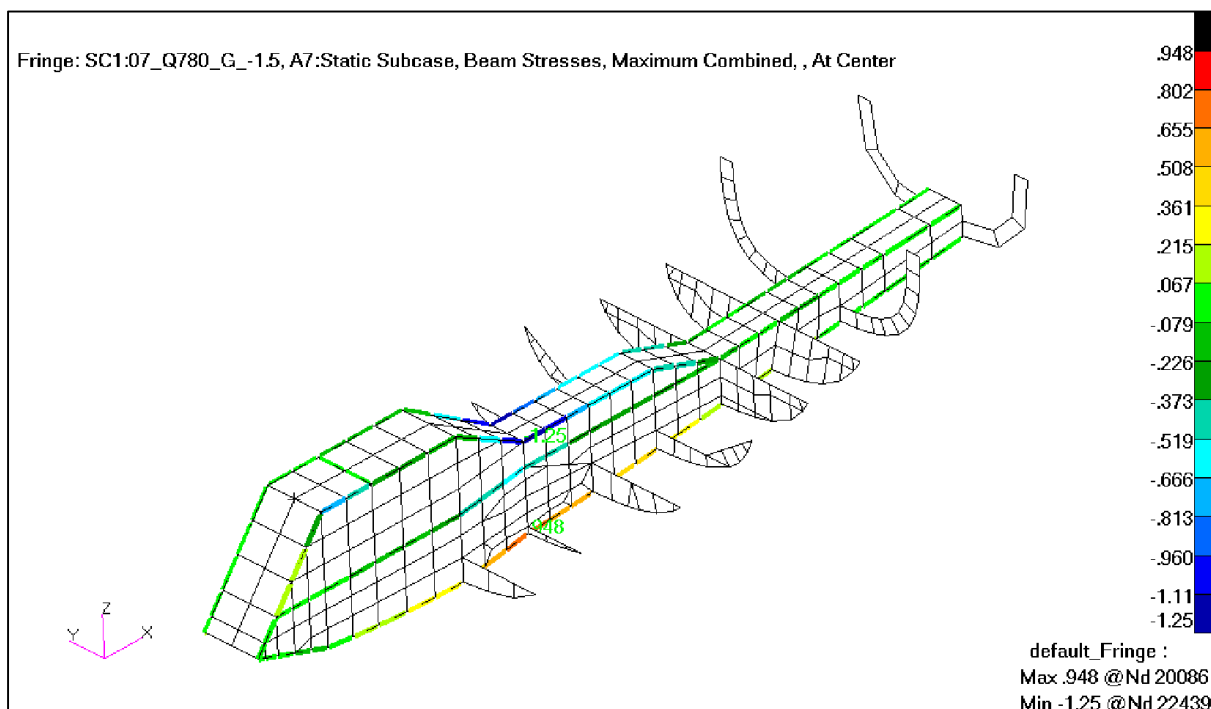
Rys. 229. Przypadek 7. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [14]

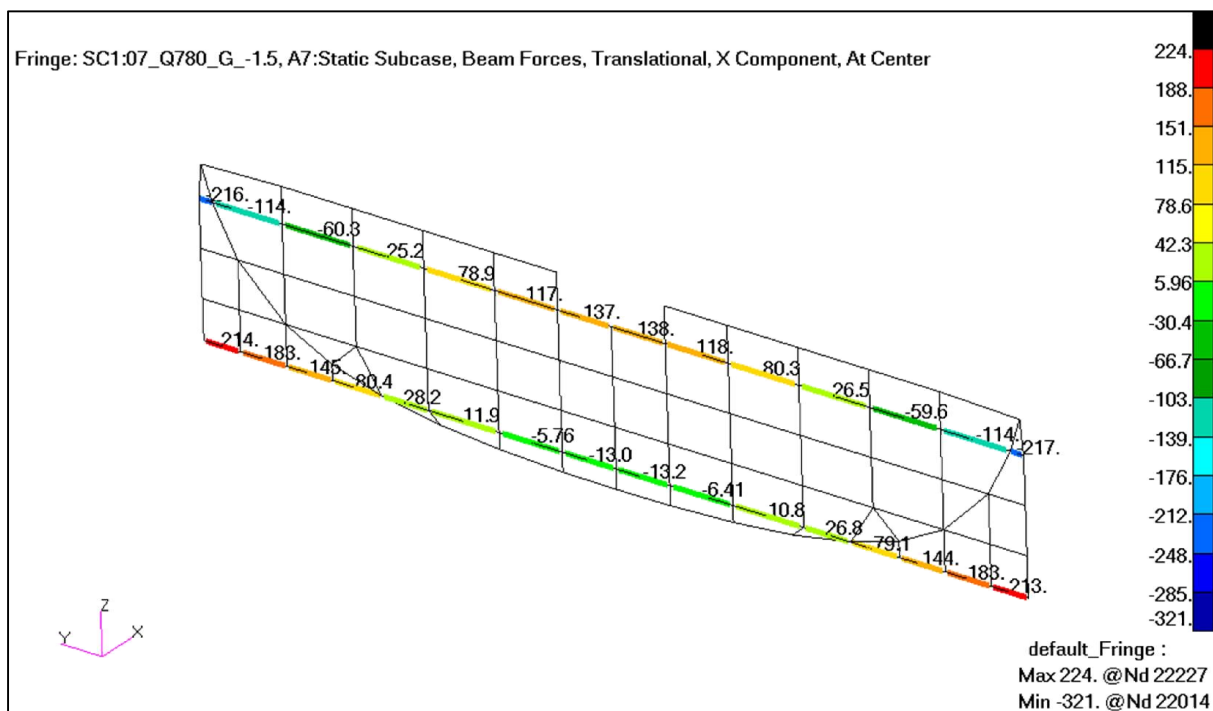
Rys. 230. Przypadek 7. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [14]Rys. 231. Przypadek 7. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [14]

Rys. 232. Przypadek 7. Naprężenia ścianaające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [14]Rys. 233. Przypadek 7. Naprężenia ścianaające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [14]

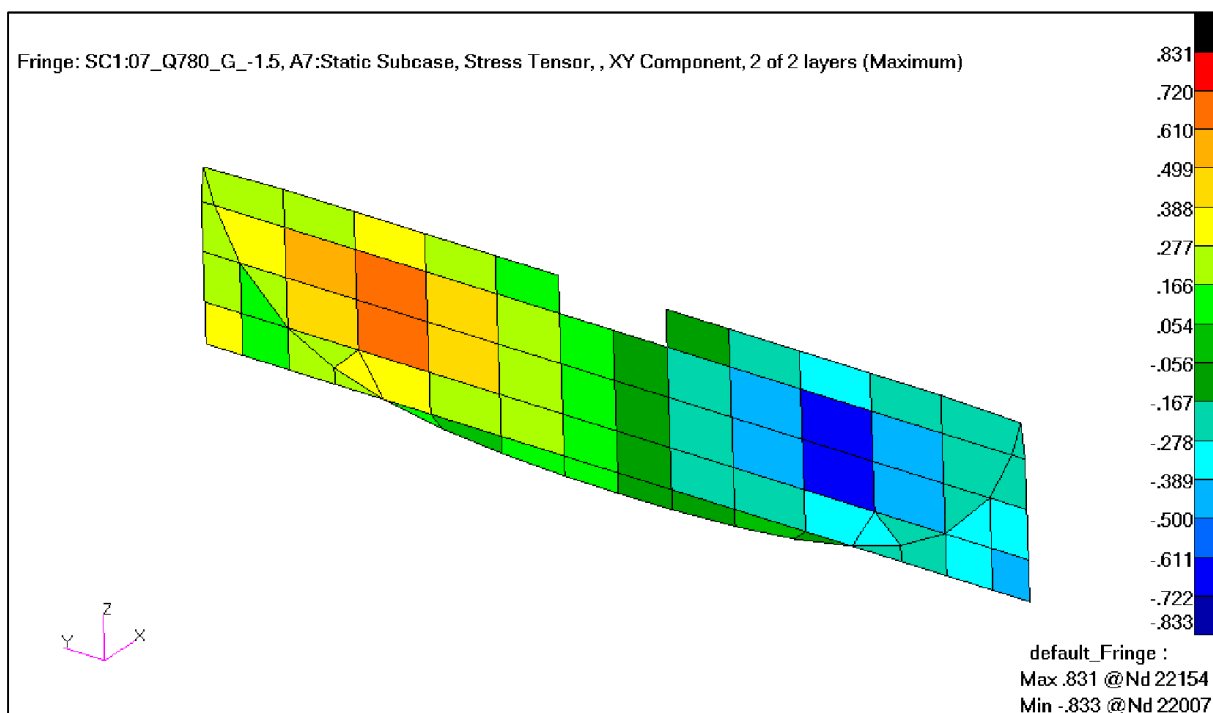


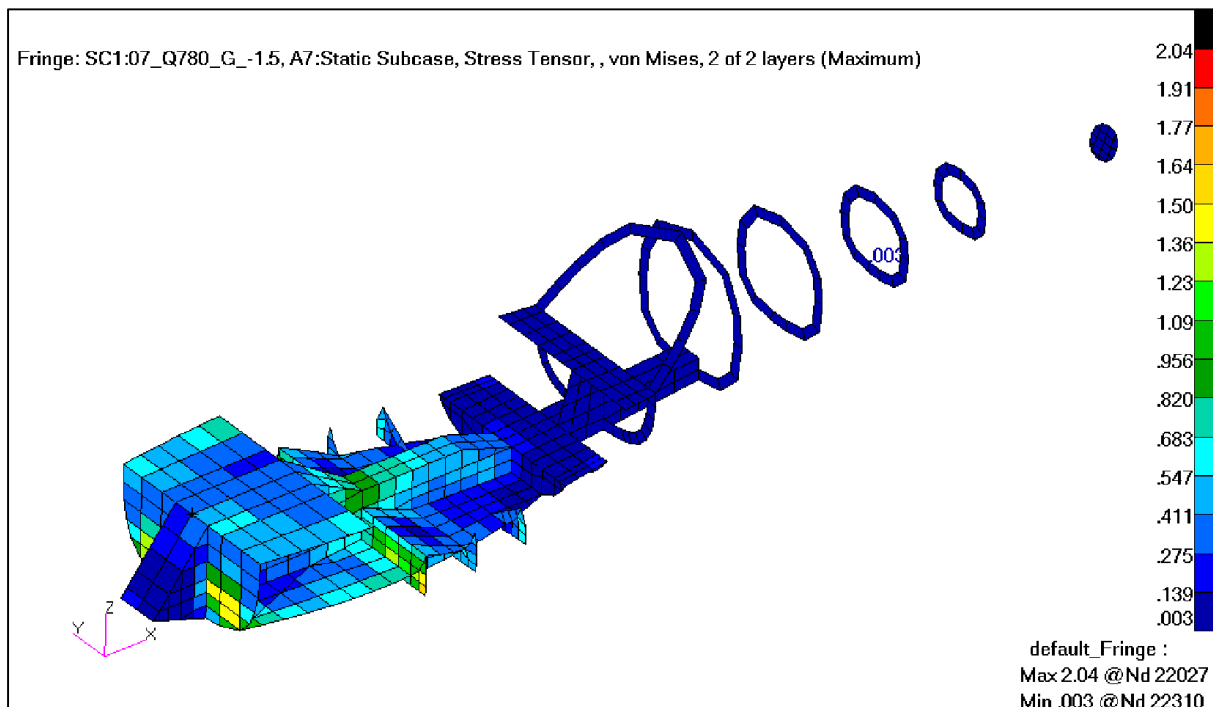
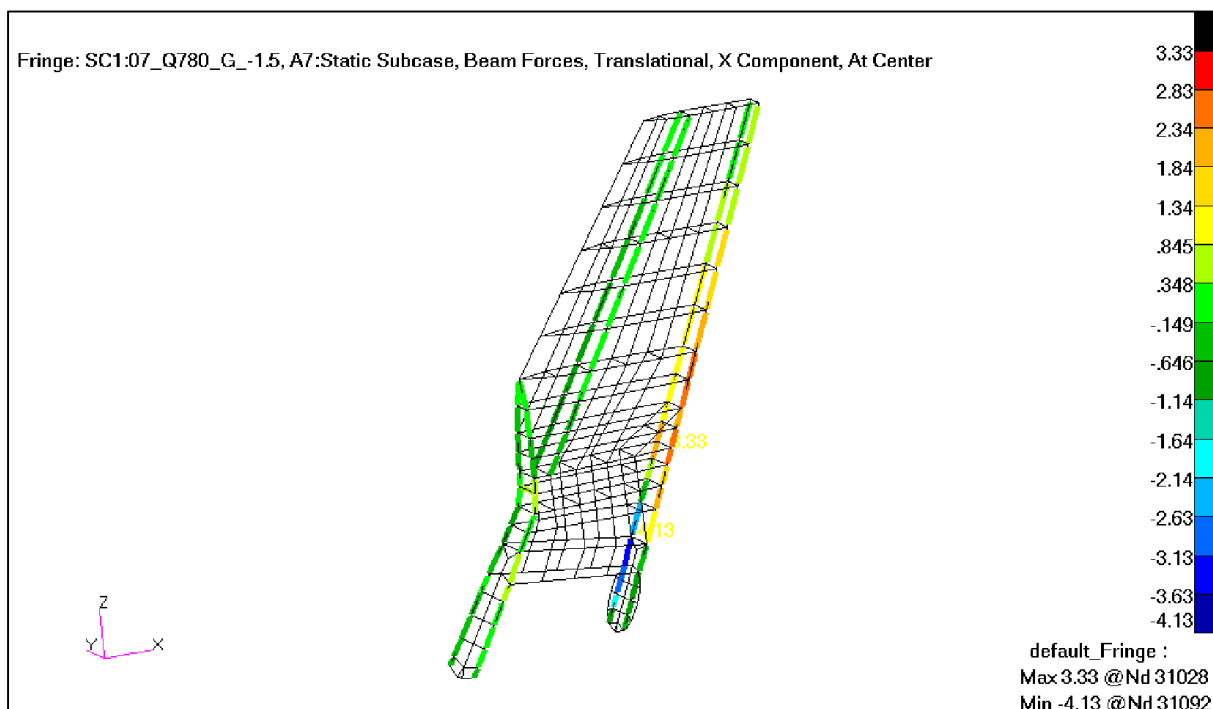
Rys. 234. Przypadek 7. Siły w kątownikach w kanale (kG). [14]

Rys. 235. Przypadek 7. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [14]



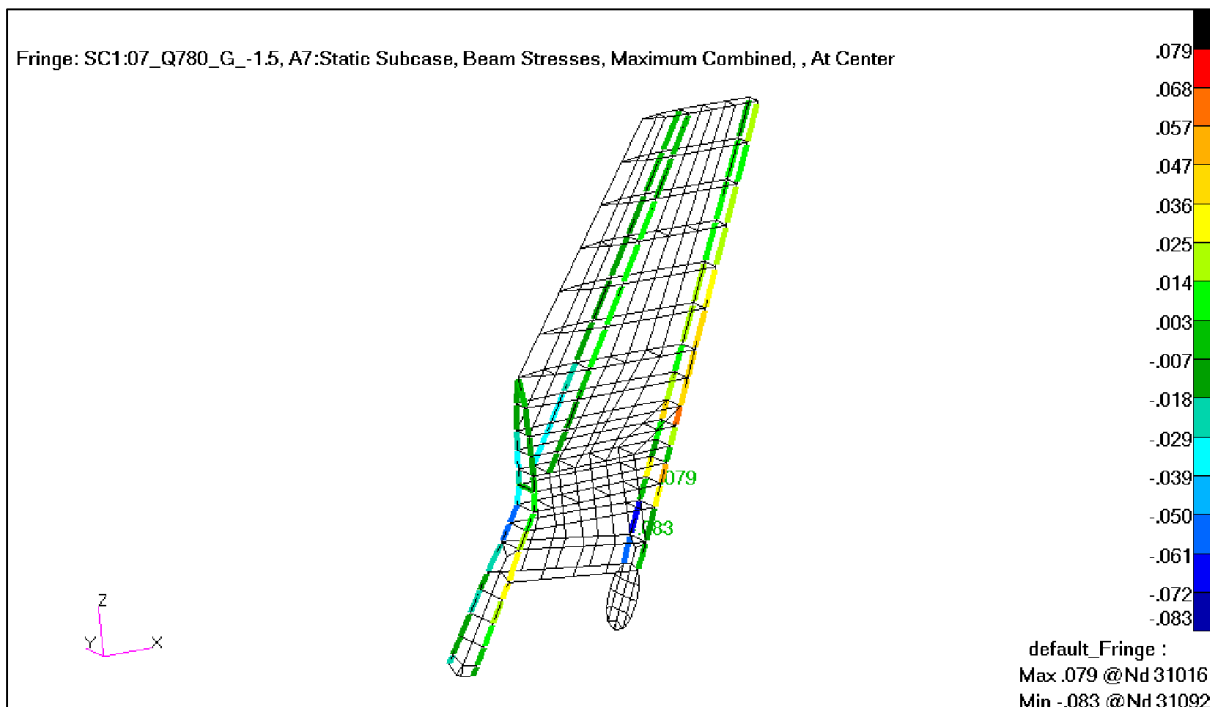
Rys. 236. Przypadek 7. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG). [14]

Rys. 237. Przypadek 7. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wrędze 3 ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [14]

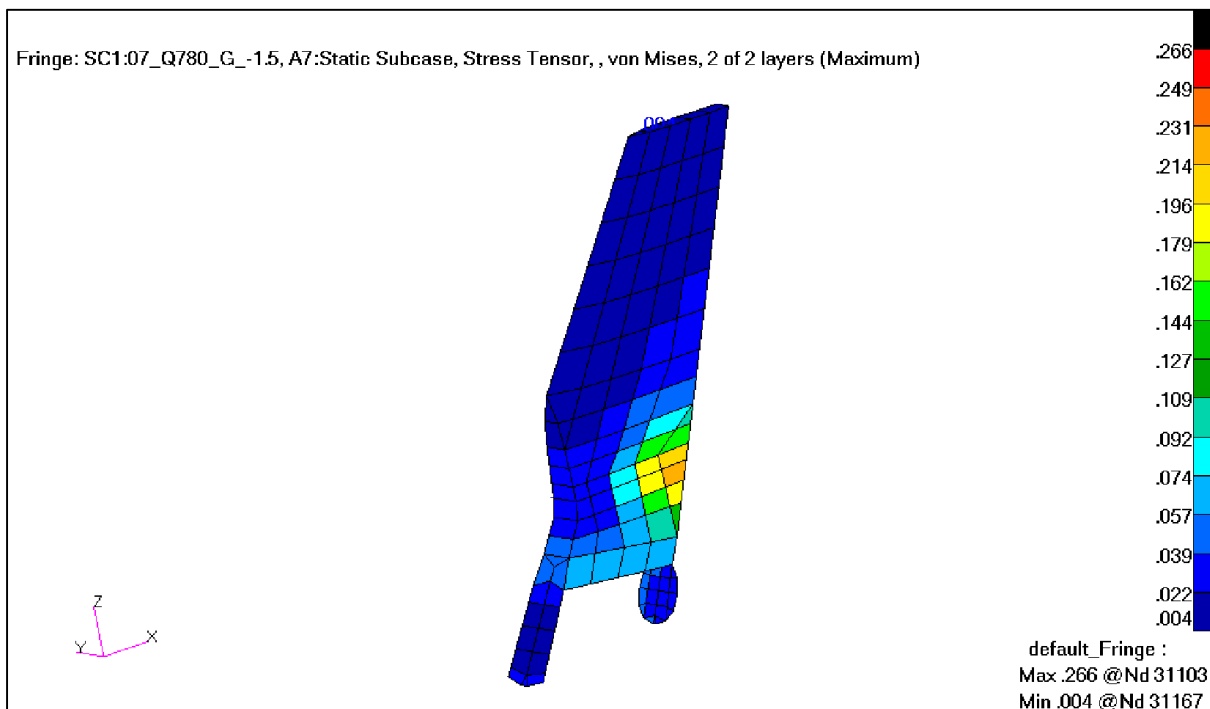
Rys. 238. Przypadek 7. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [14]

Rys. 239. Przypadek 7. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kG). [14]

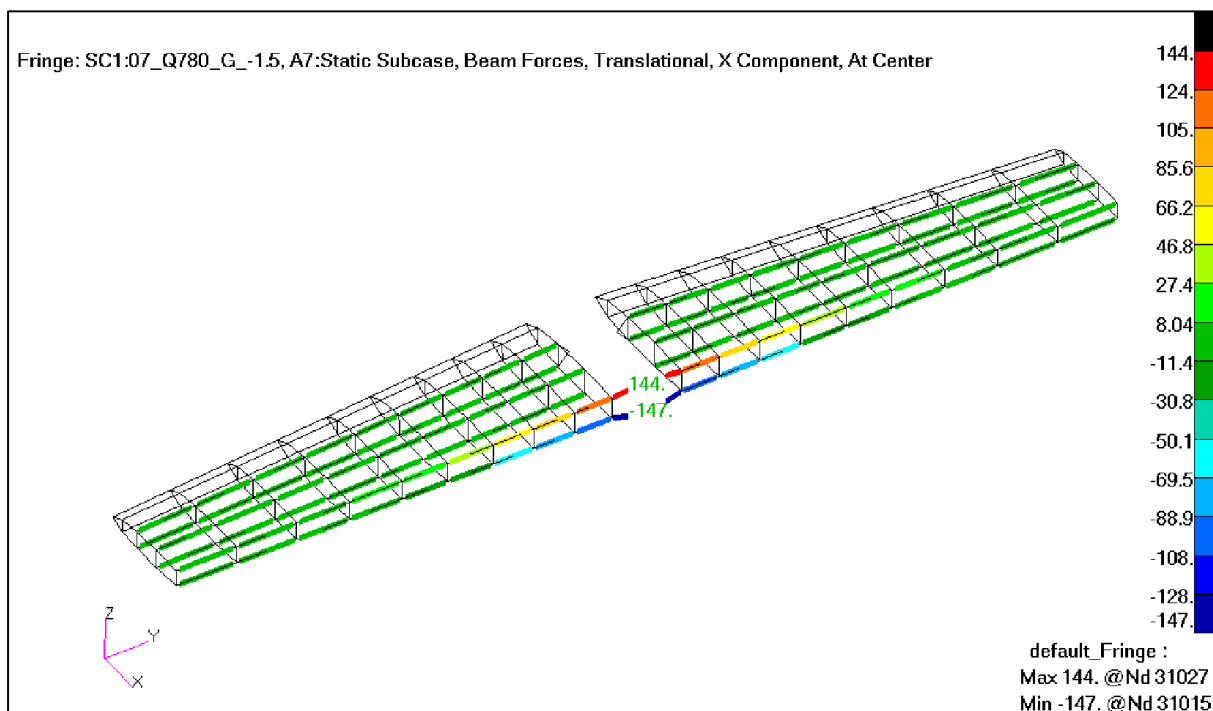




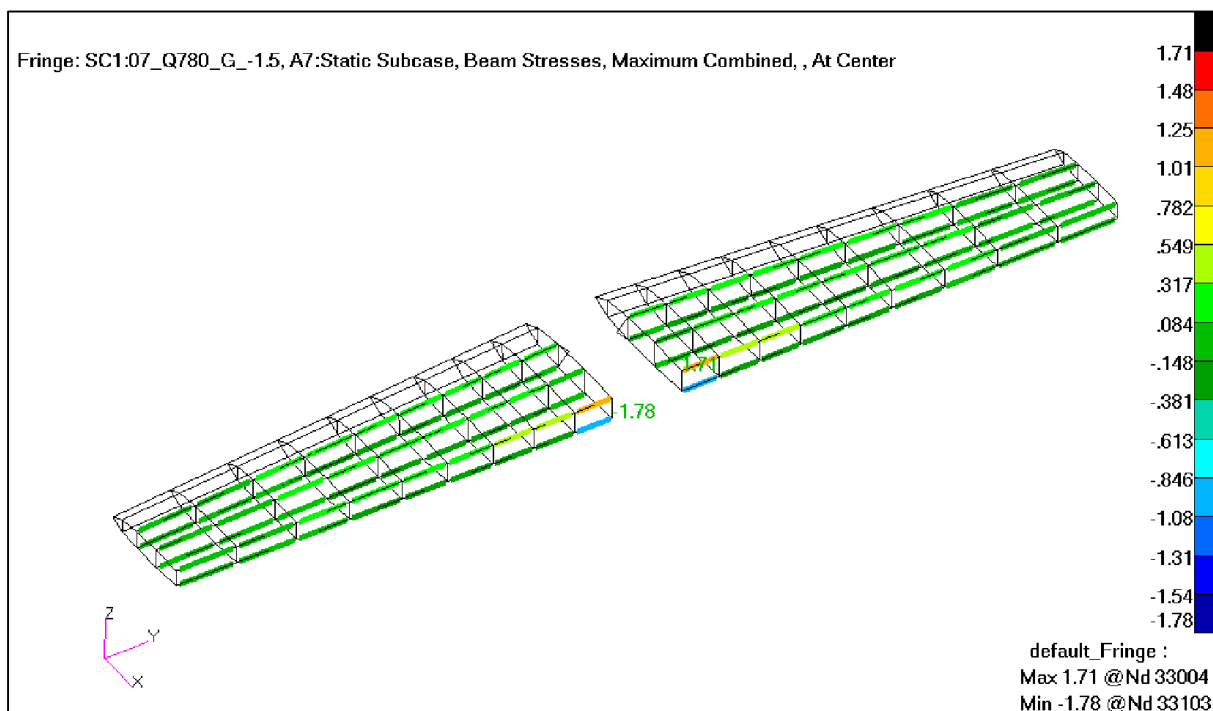
Rys. 240. Przypadek 7. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [14]

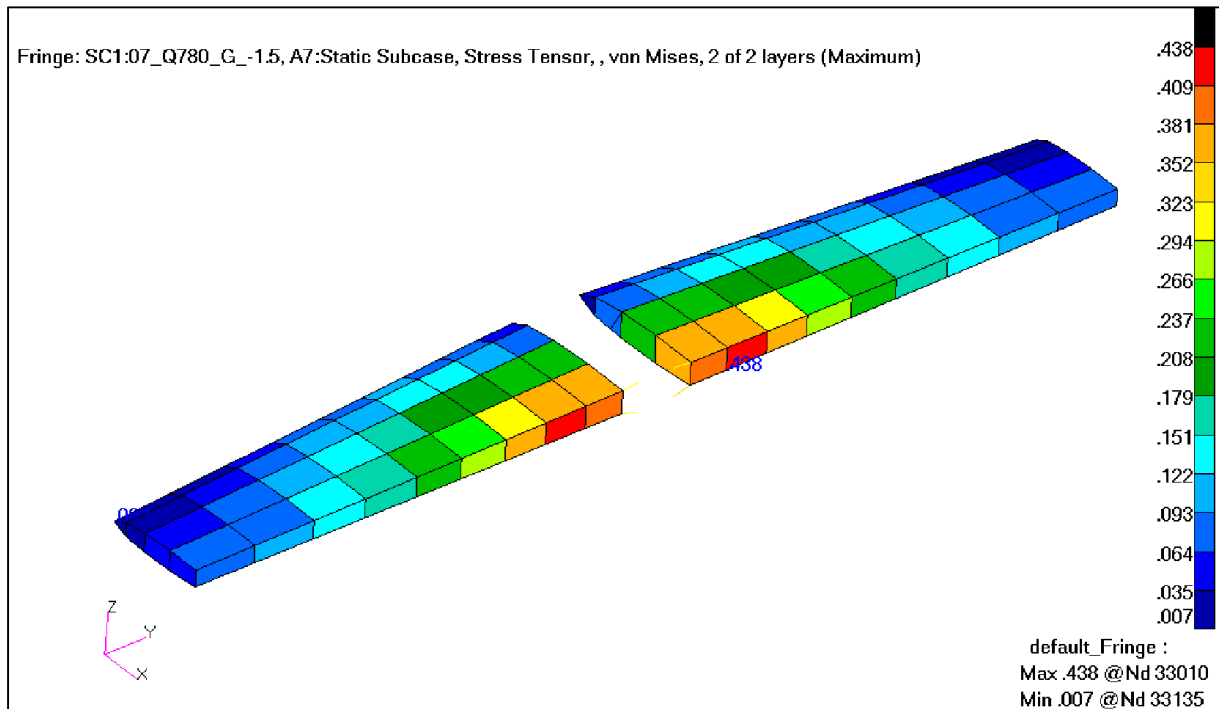


Rys. 241. Przypadek 7. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [14]

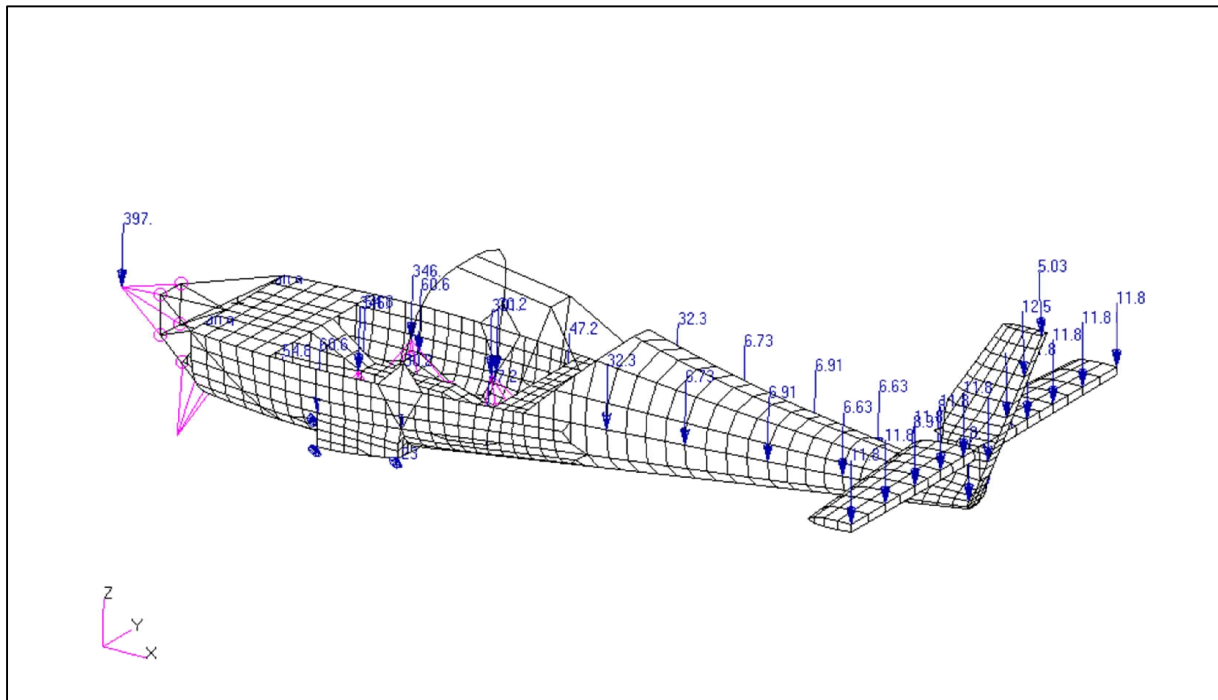


Rys. 242. Przypadek 7. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [14]

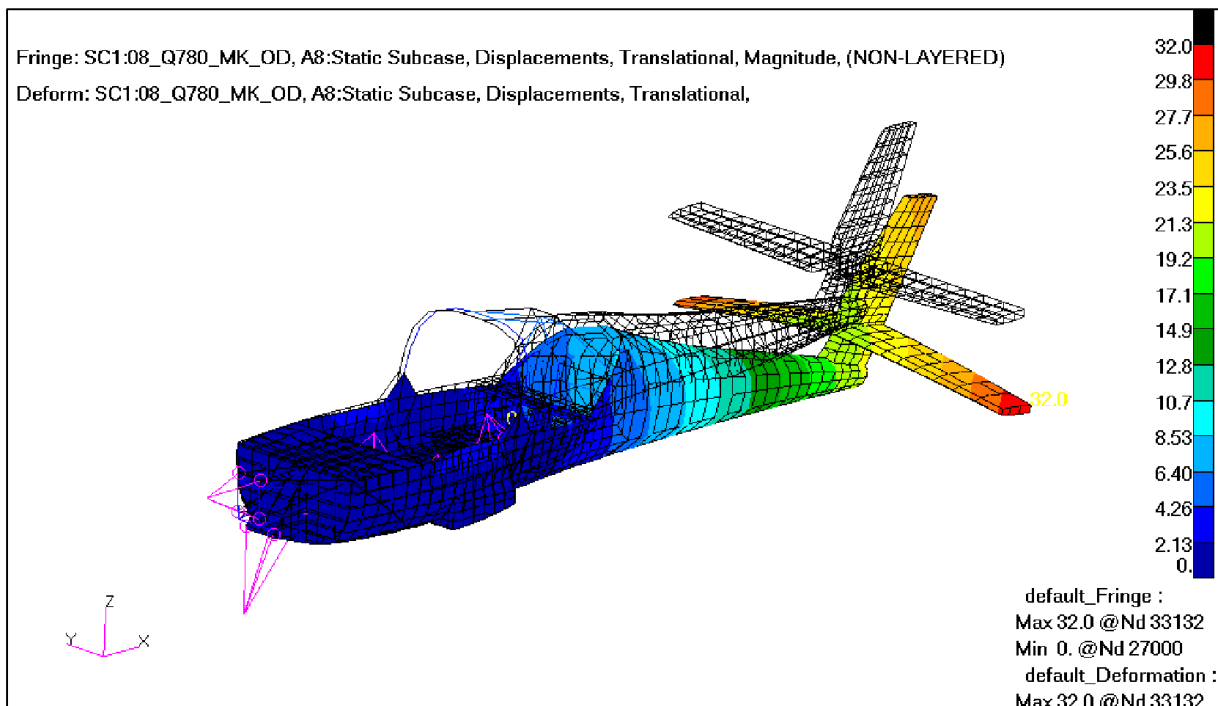
Rys. 243. Przypadek 7. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [14]



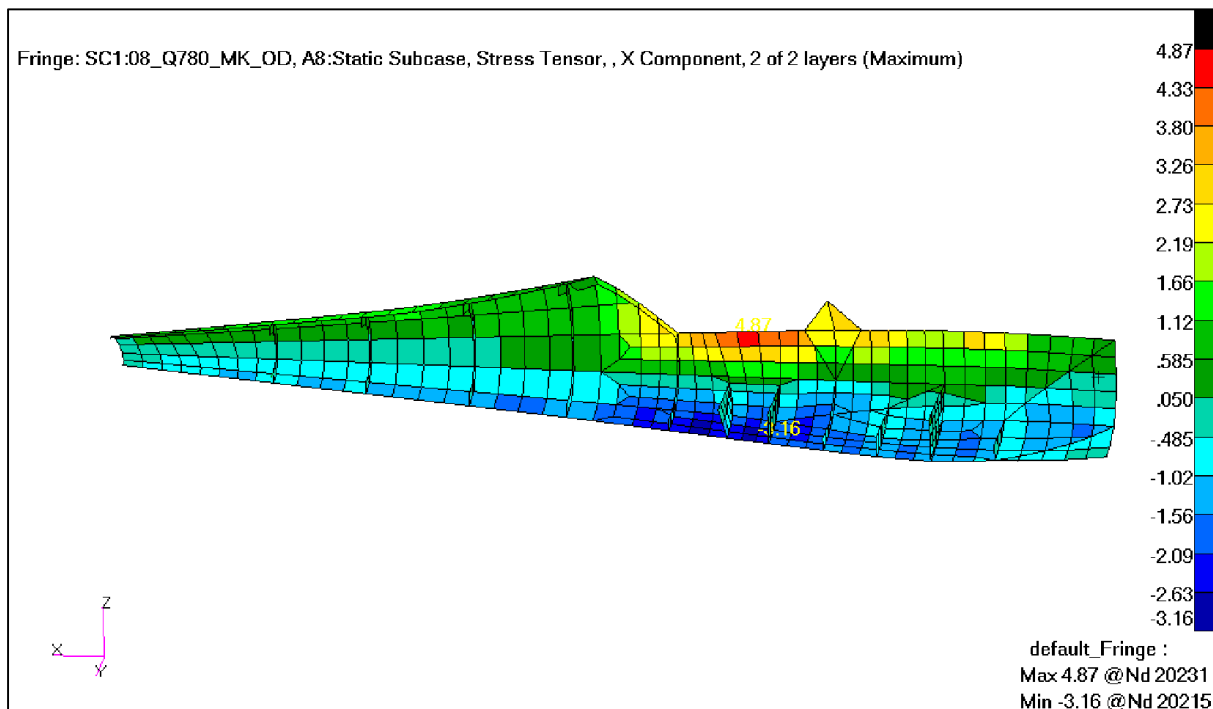
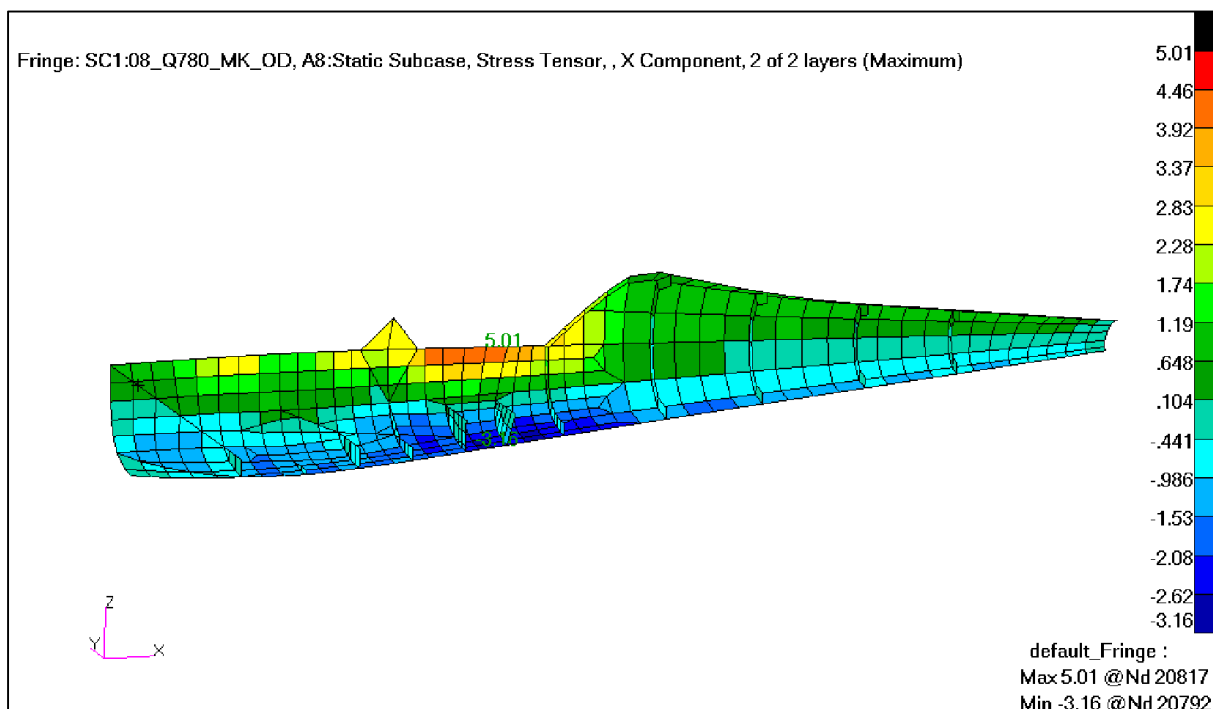
Rys. 244. Przypadek 7. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [14]

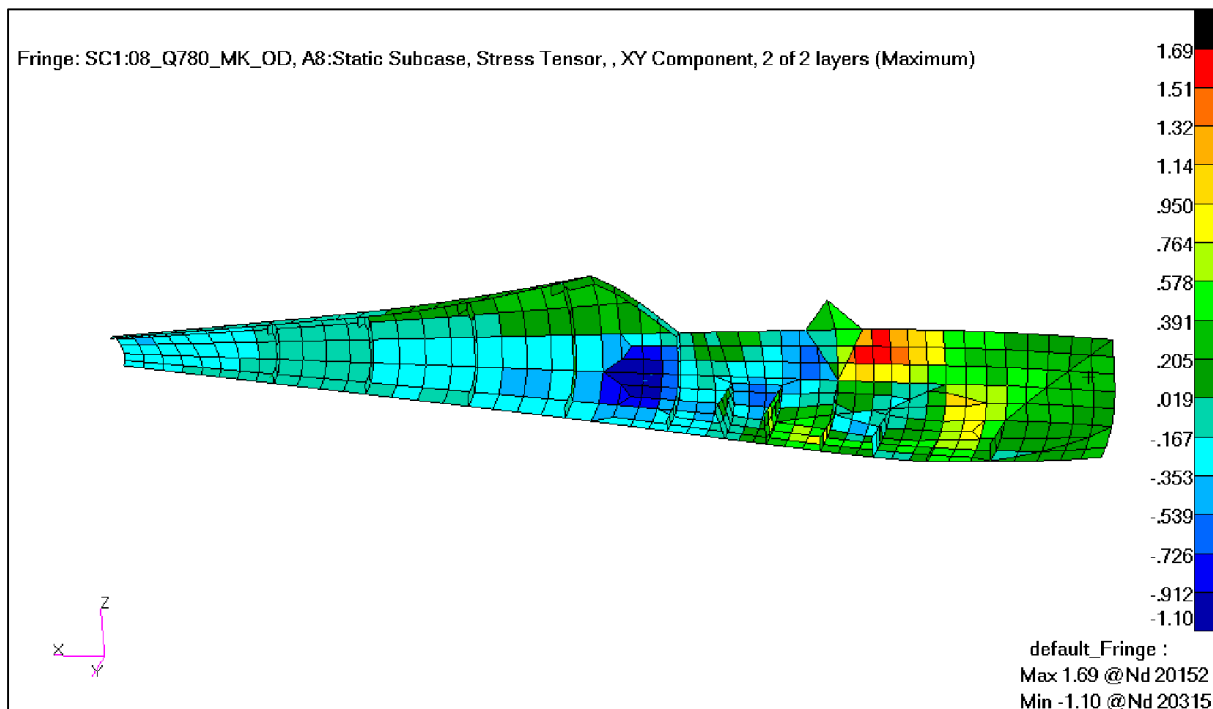
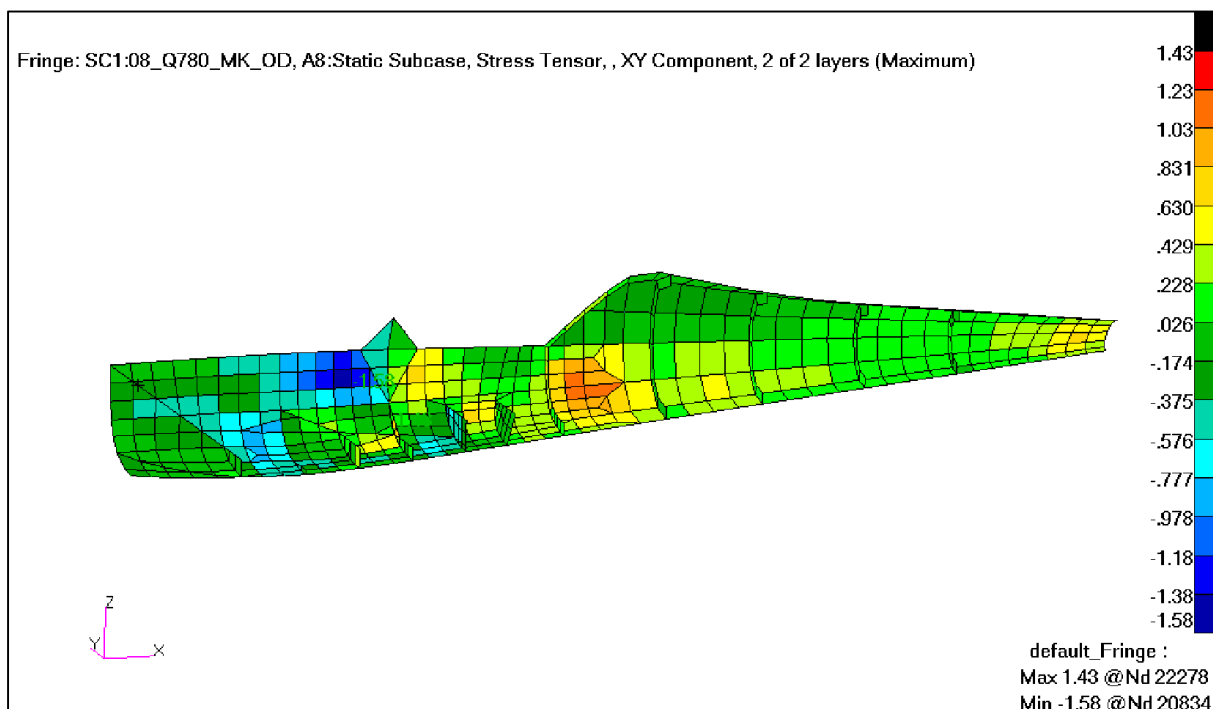
**7.8.Przypadek 8 - masa 780 kg - manewr kontrolowany, oddanie drążka**

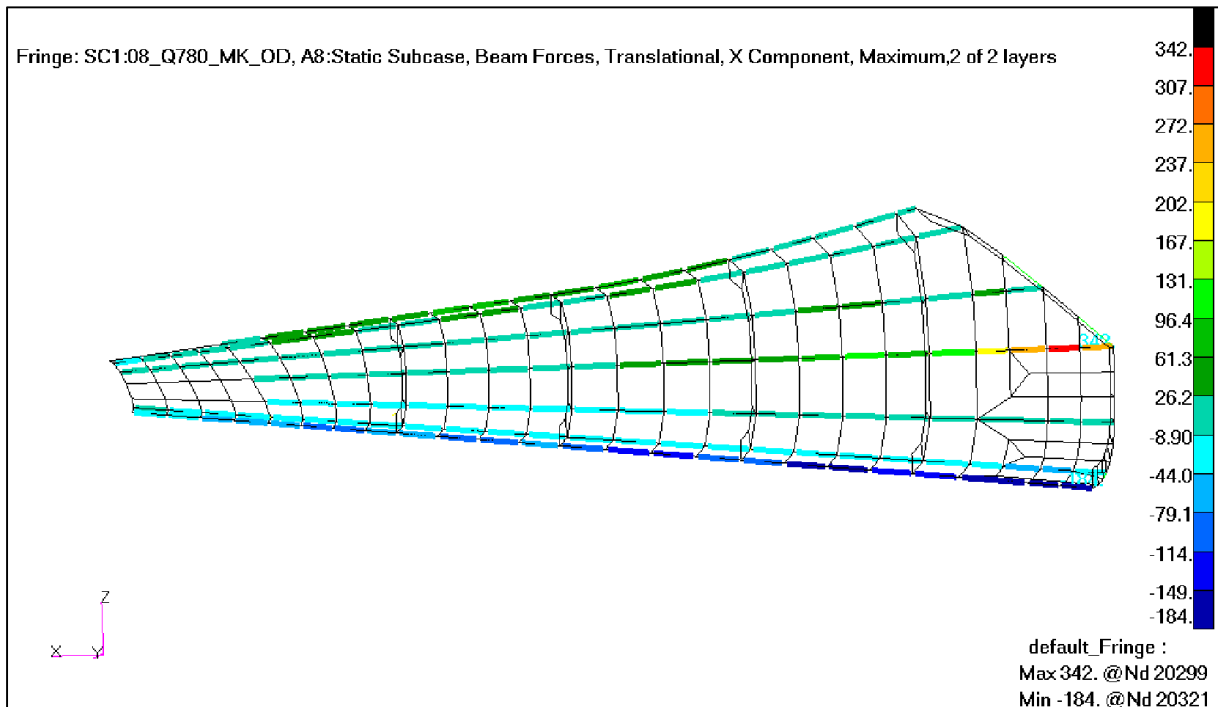
Rys. 245. Przypadek 8. Przyłożone obciążenie (kG). [15]



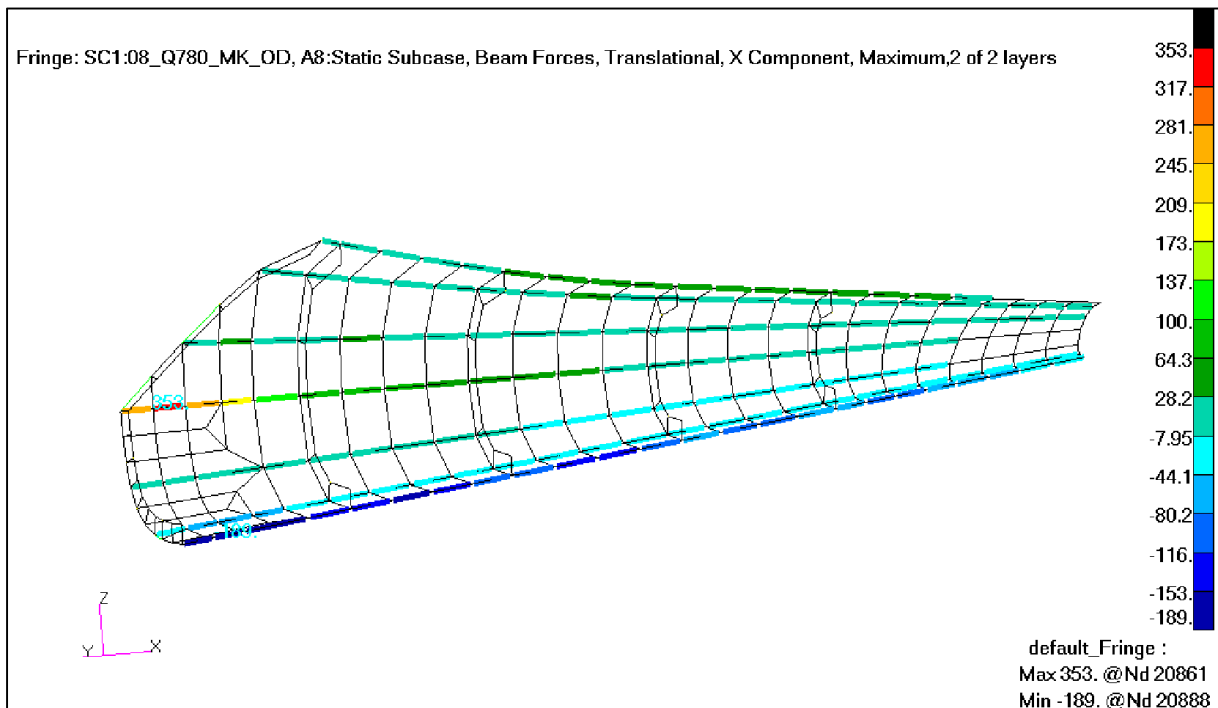
Rys. 246. Przypadek 8. Odształcenie struktury (mm). [15]

Rys. 247. Przypadek 8. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [15]Rys. 248. Przypadek 8. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [15]

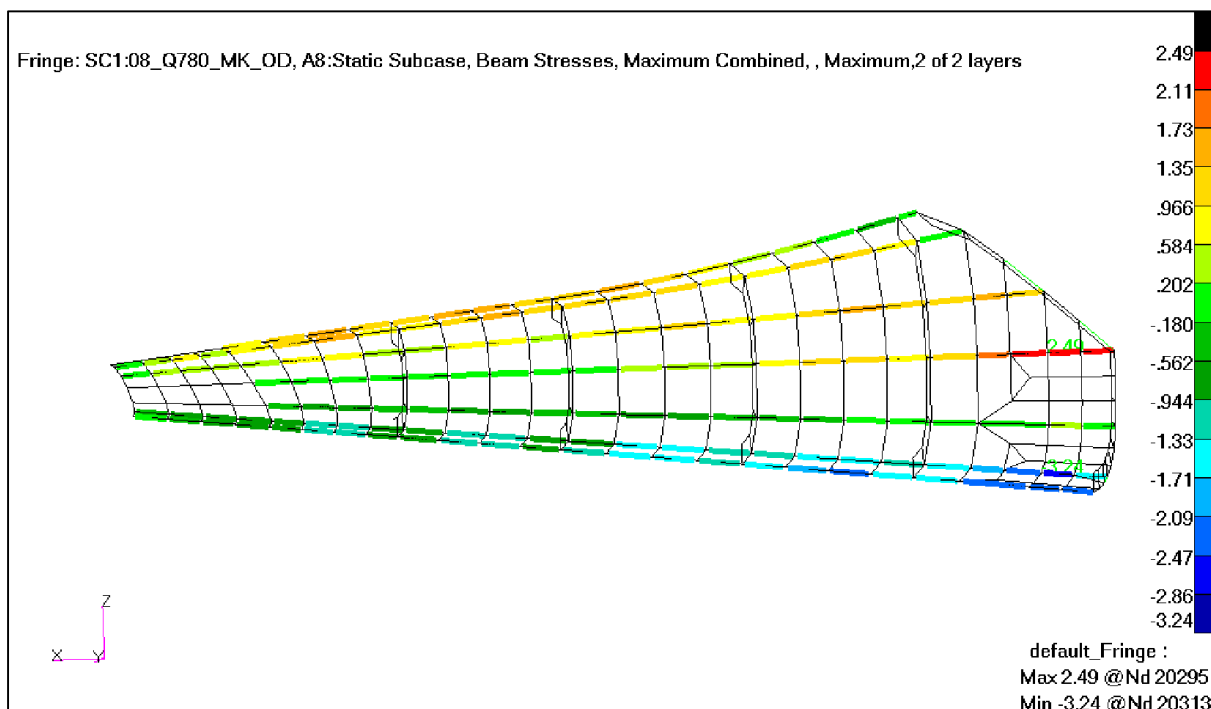
Rys. 249. Przypadek 8. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kg/mm<sup>2</sup>). [15]Rys. 250. Przypadek 8. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kg/mm<sup>2</sup>). [15]



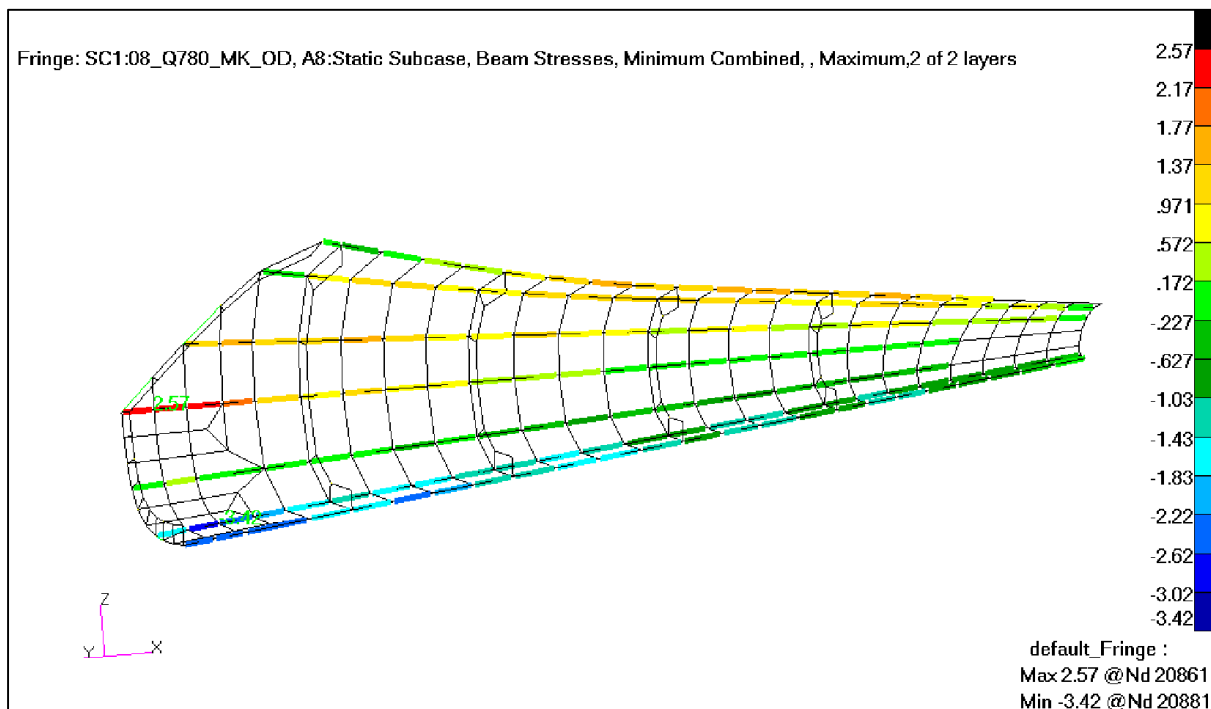
Rys. 251. Przypadek 8. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [15]



Rys. 252. Przypadek 8. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [15]

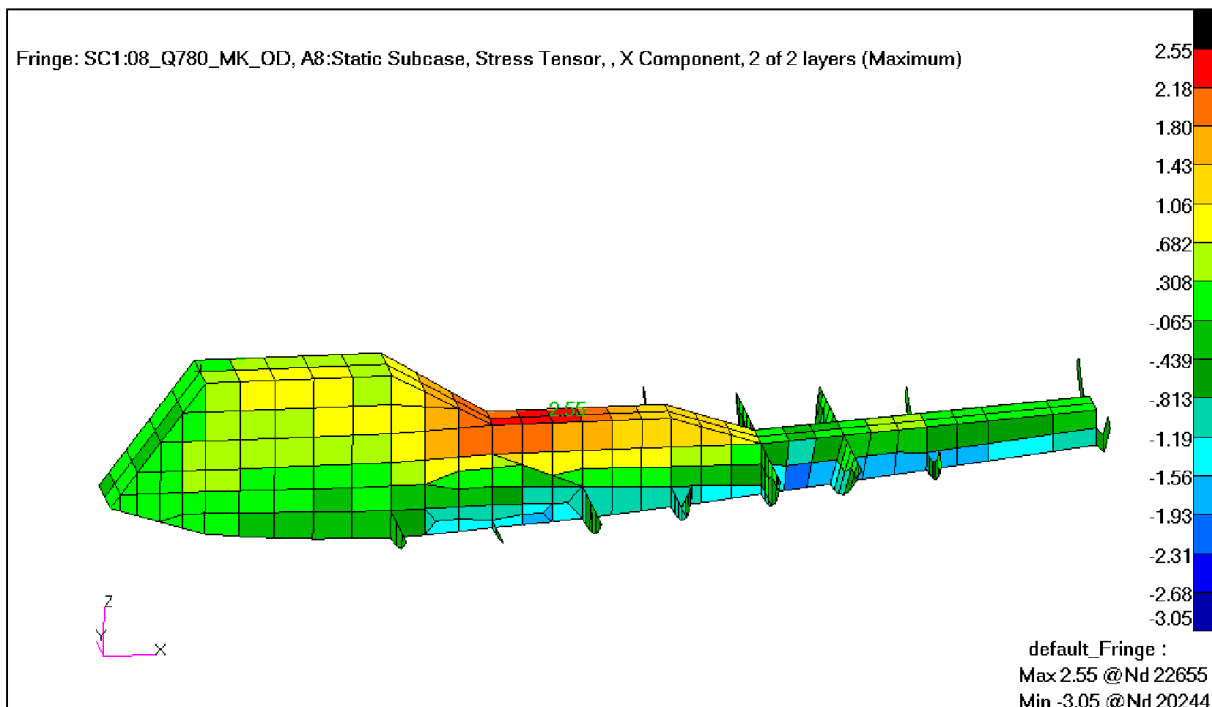
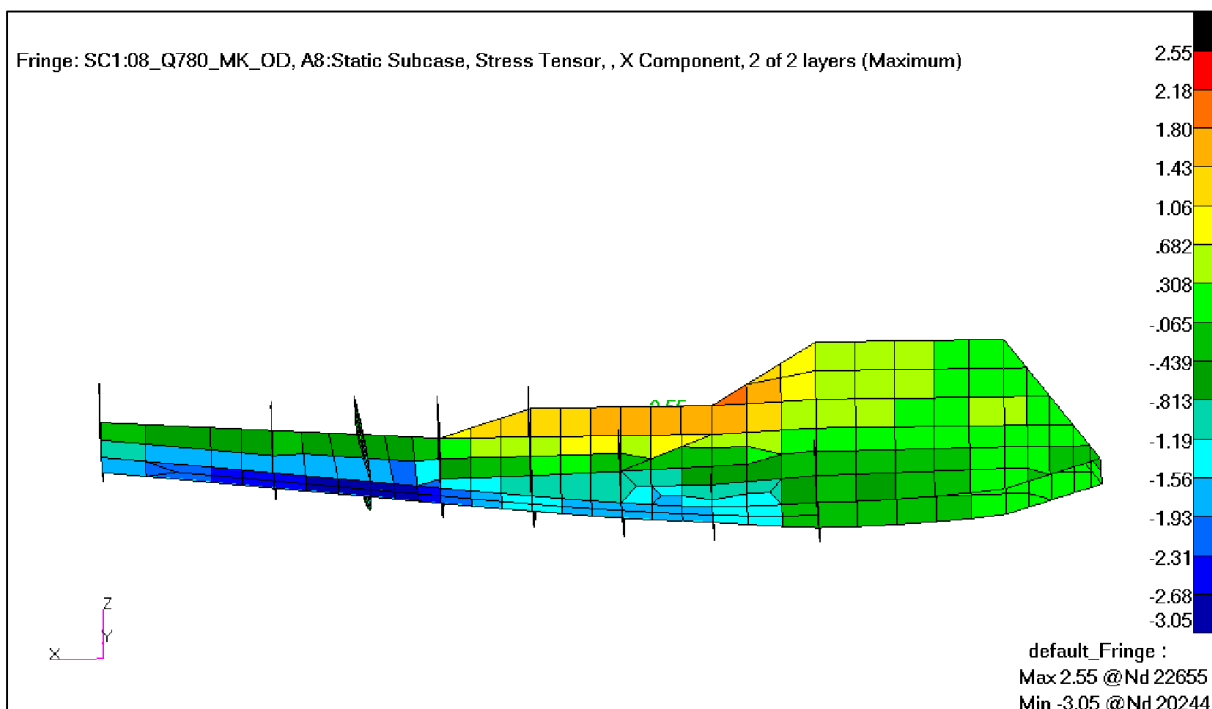


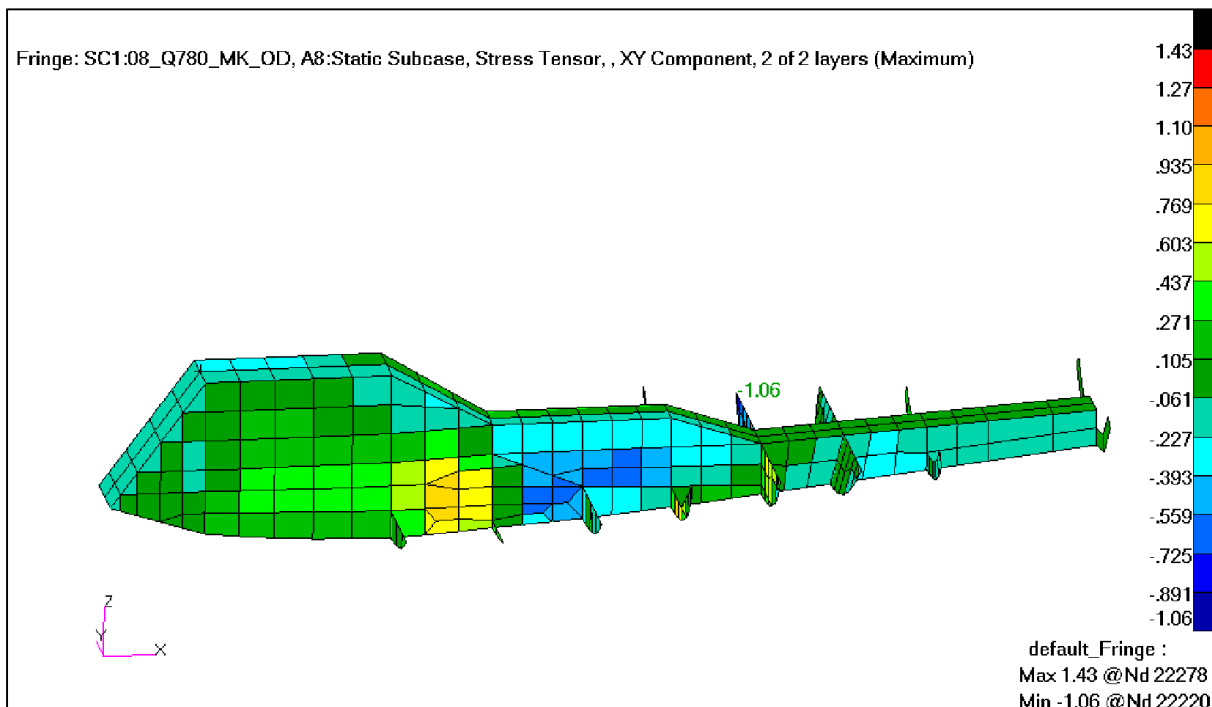
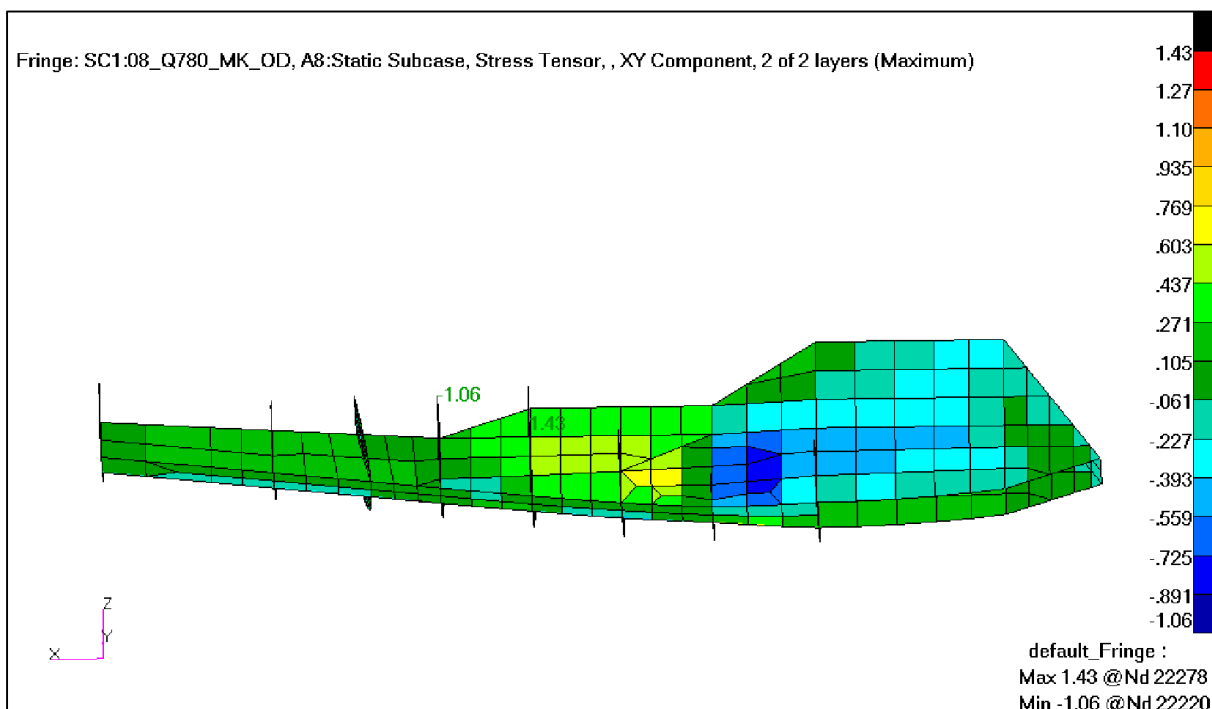
Rys. 253. Przypadek 8. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [15]

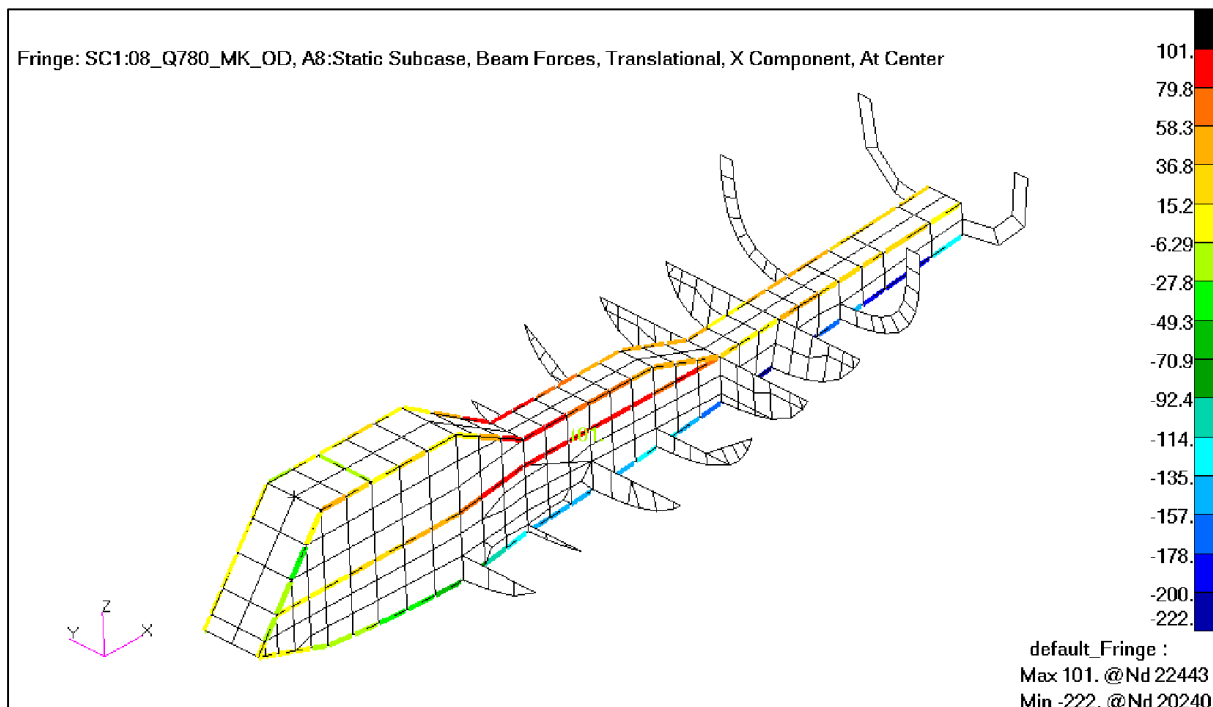


Rys. 254. Przypadek 8. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [15]

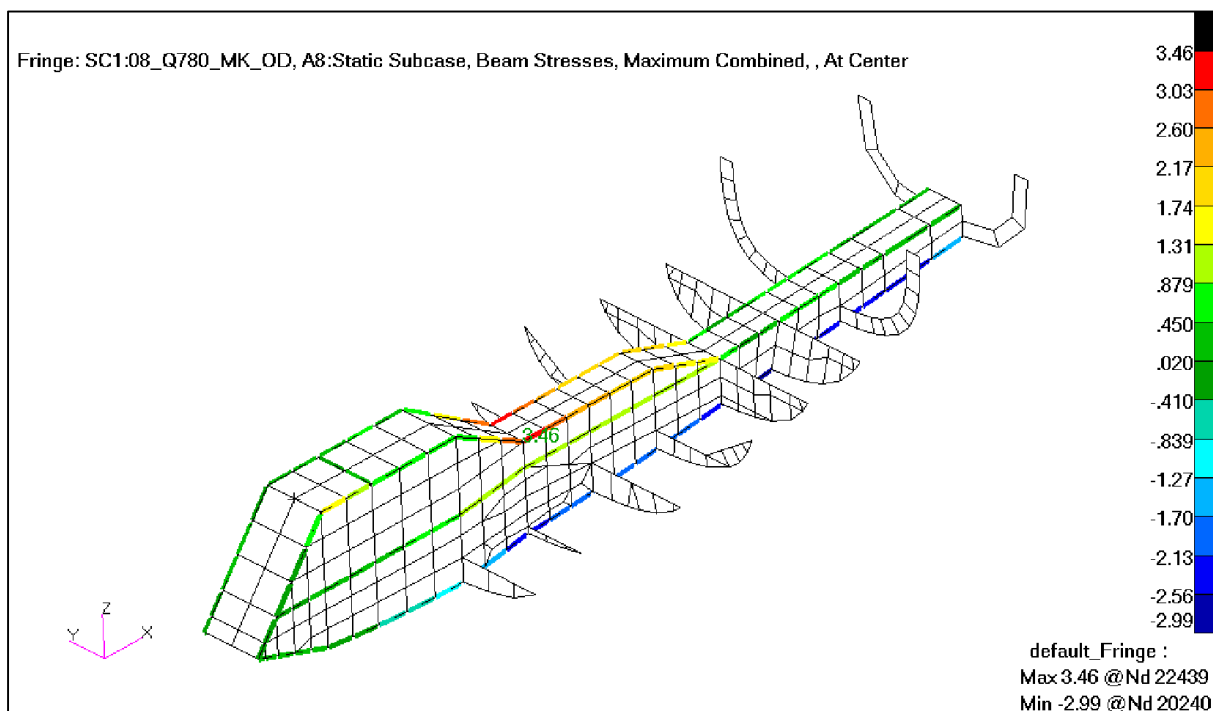


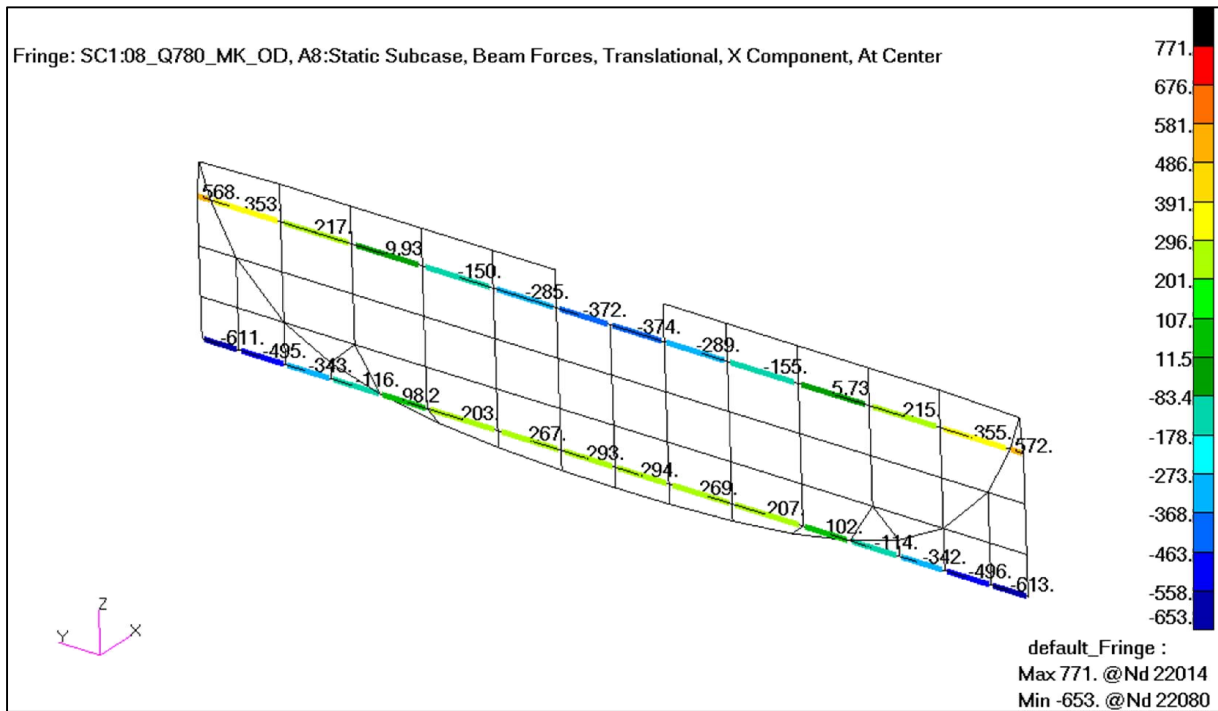
Rys. 255. Przypadek 8. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [15]Rys. 256. Przypadek 8. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [15]

Rys. 257. Przypadek 8. Naprężenia ściany w kanale – lewa i górna część kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [15]Rys. 258. Przypadek 8. Naprężenia ściany w kanale – prawa i dolna część kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [15]

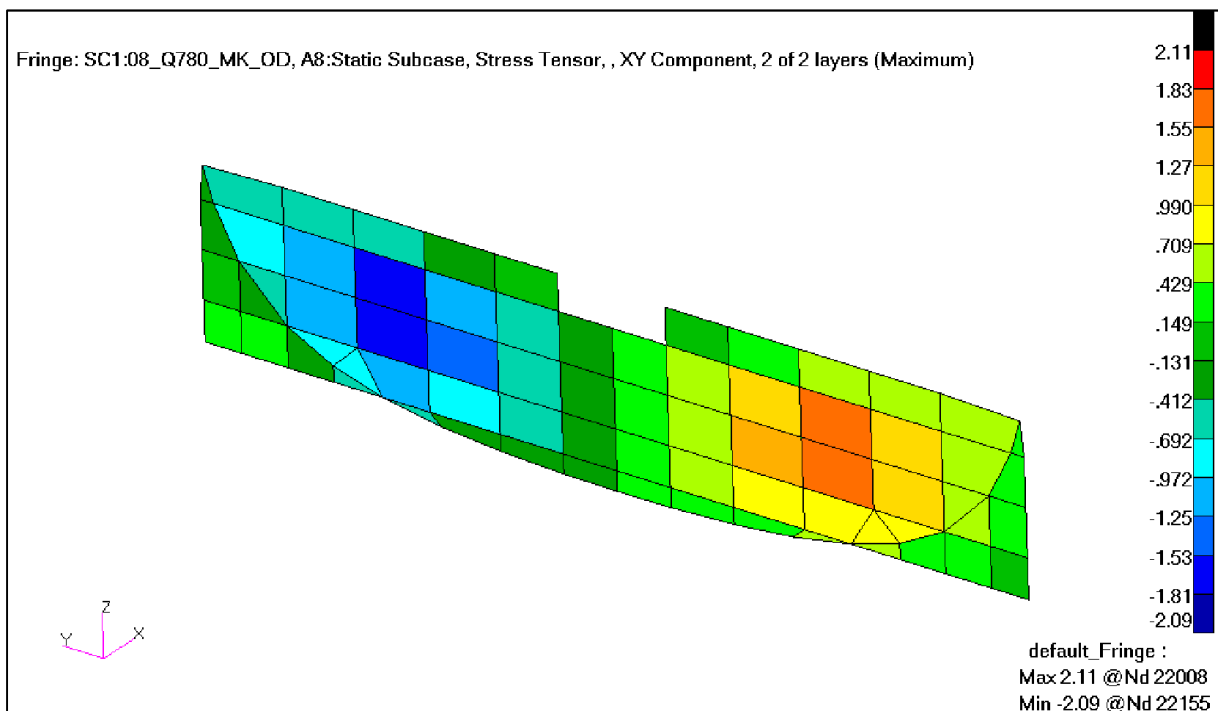


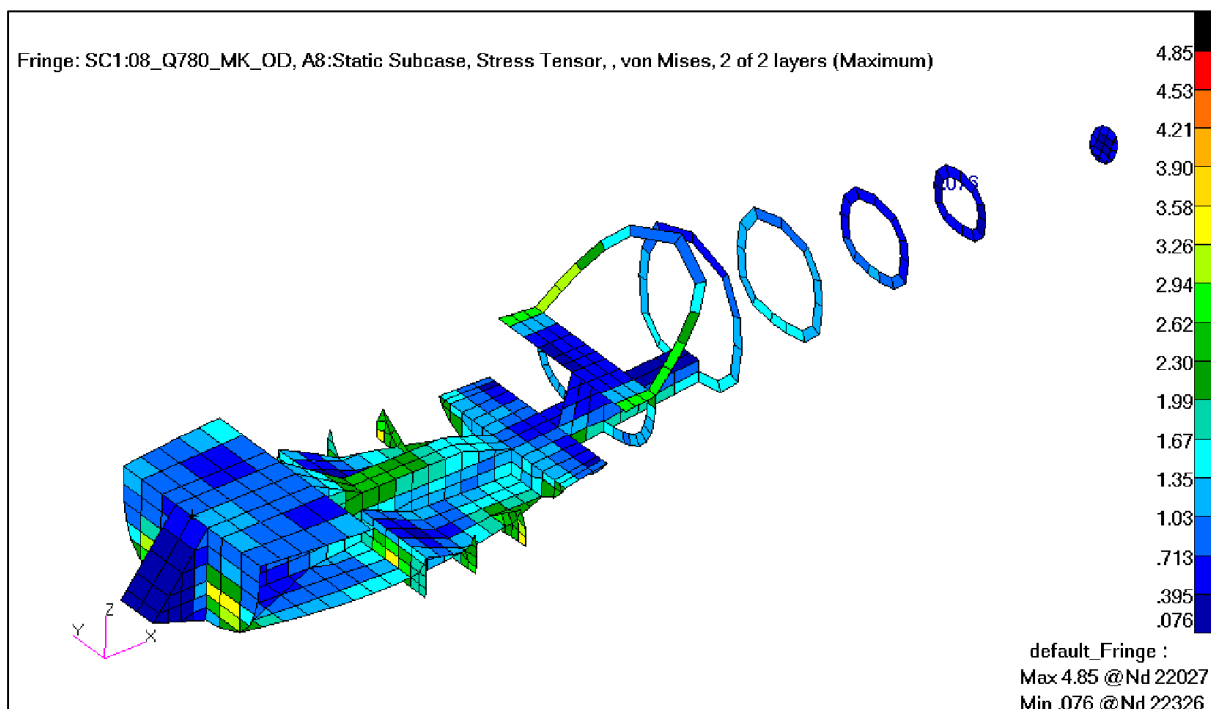
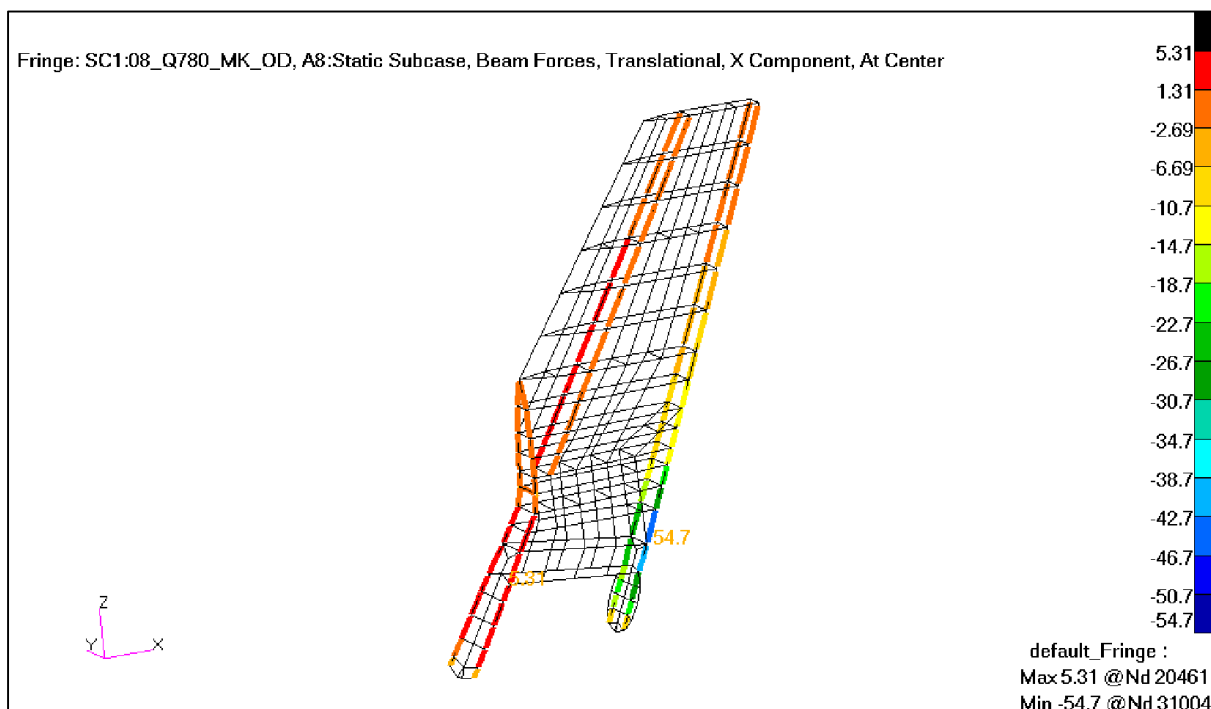
Rys. 259. Przypadek 8. Siły w kątownikach w kanale (kG). [15]

Rys. 260. Przypadek 8. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [15]

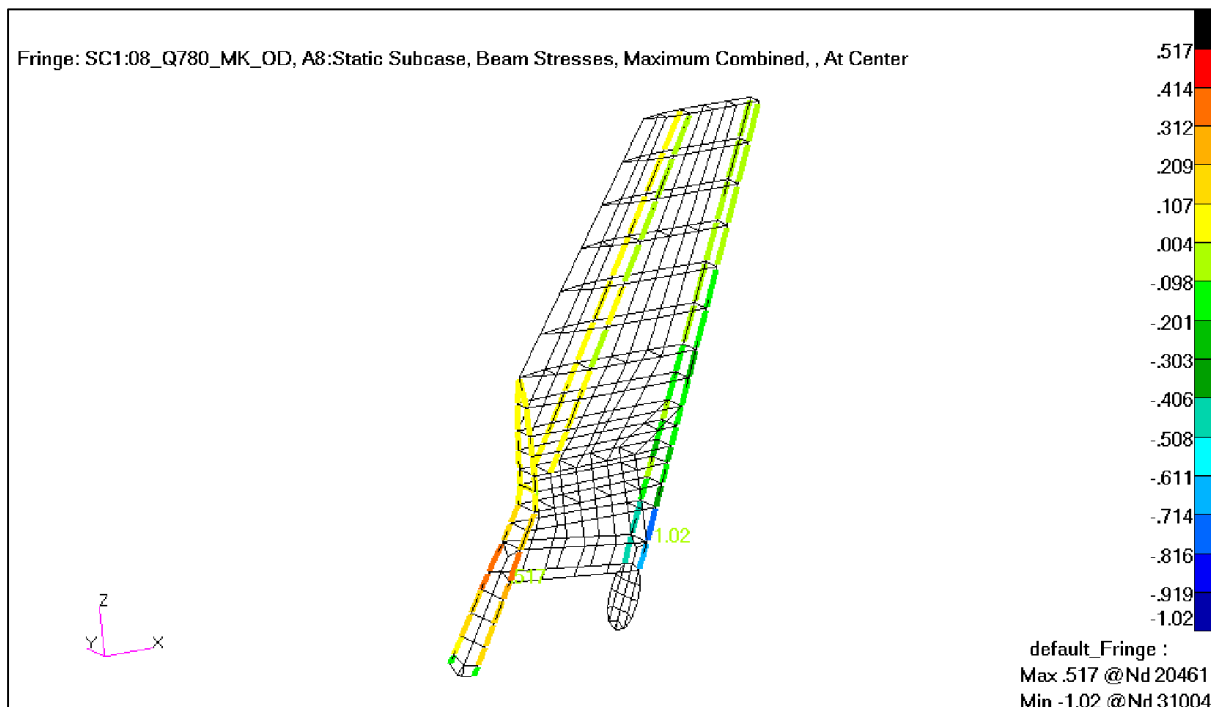


Rys. 261. Przypadek 8. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG). [15]

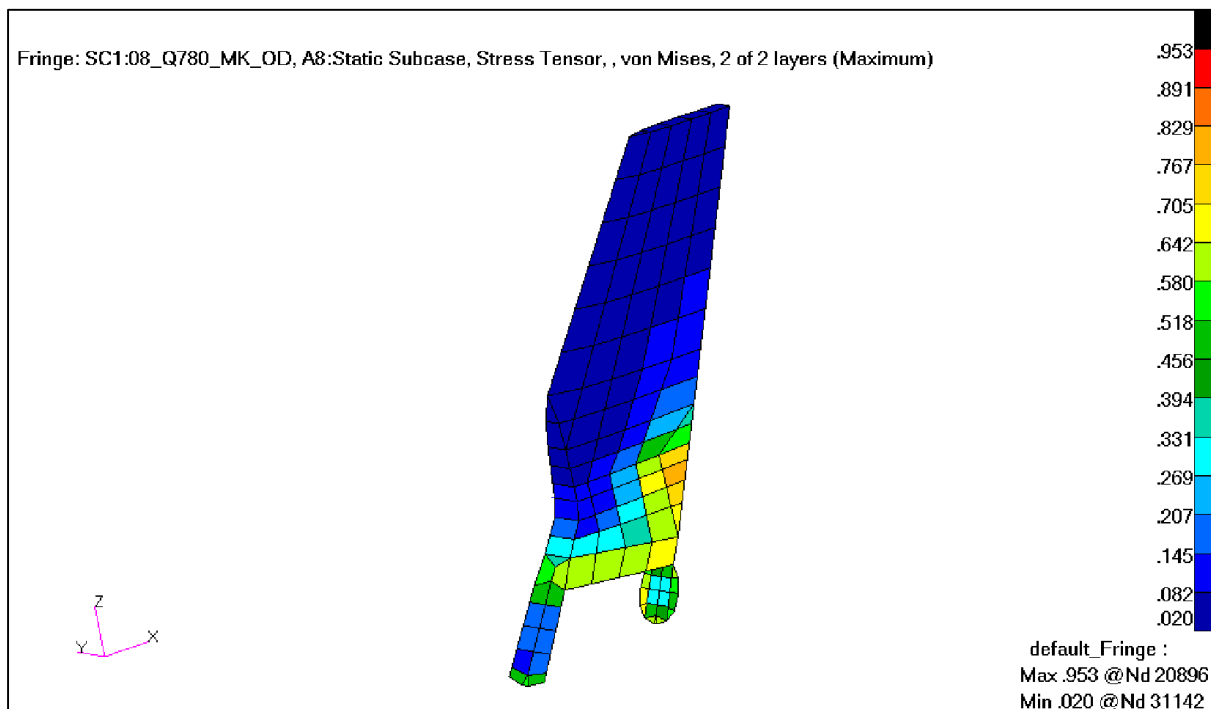
Rys. 262. Przypadek 8. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wrędze 3 ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [15]

Rys. 263. Przypadek 8. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [15]

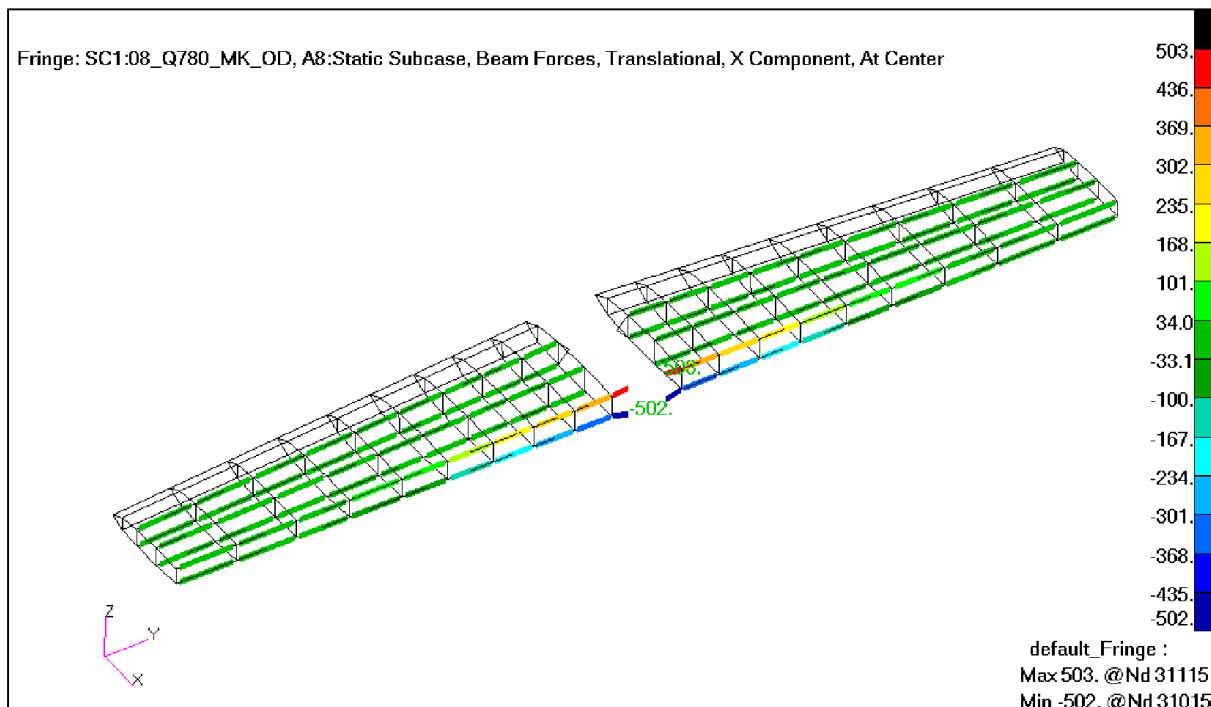
Rys. 264. Przypadek 8. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [15]



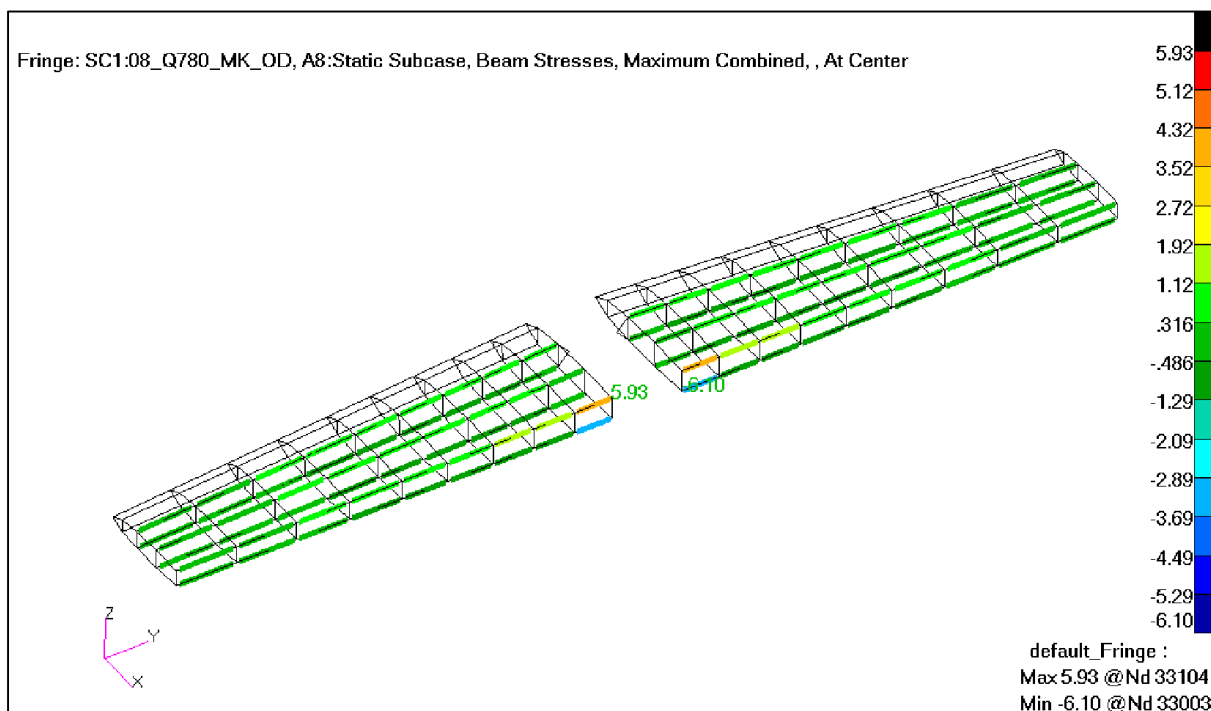
Rys. 265. Przypadek 8. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [15]

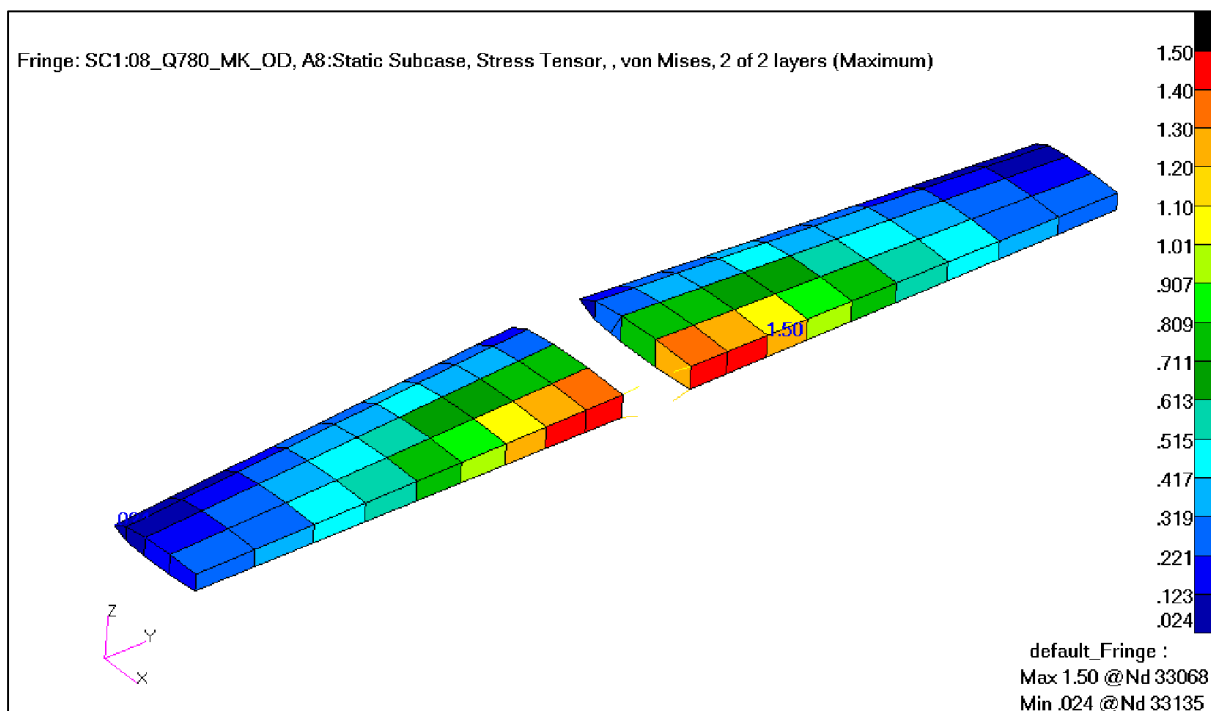


Rys. 266. Przypadek 8. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [15]



Rys. 267. Przypadek 8. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [15]

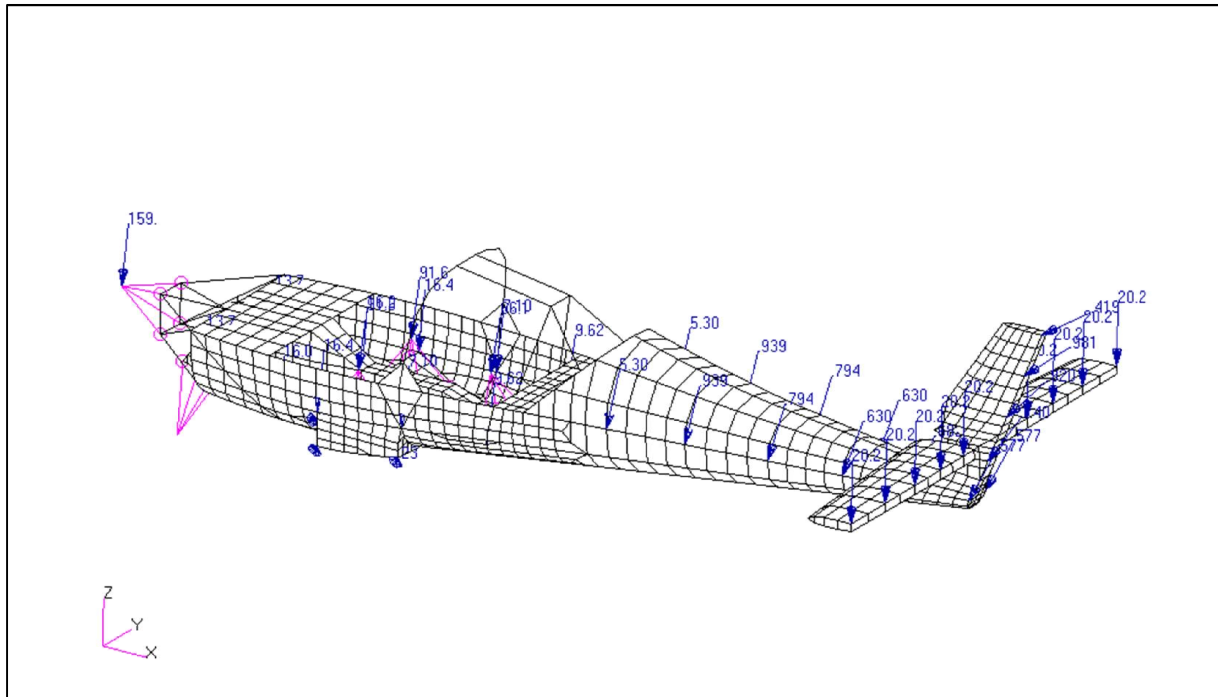
Rys. 268. Przypadek 8. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG/mm}^2$ ). [15]



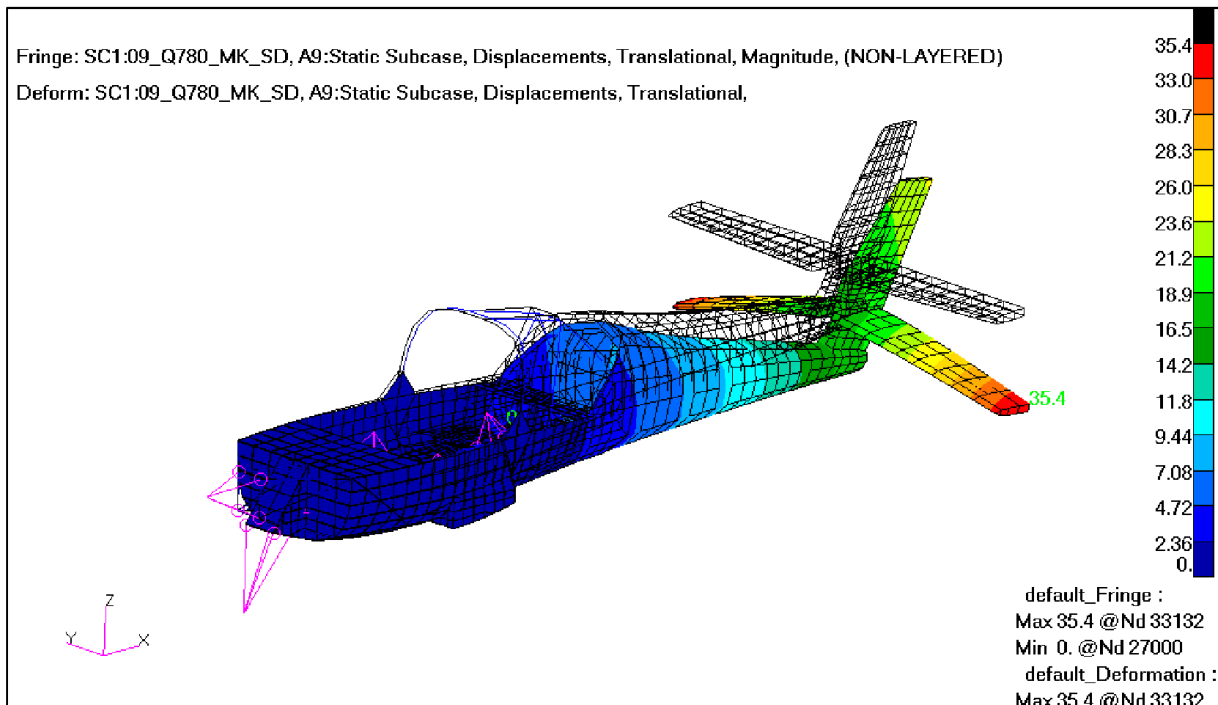
Rys. 269. Przypadek 8. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [15]



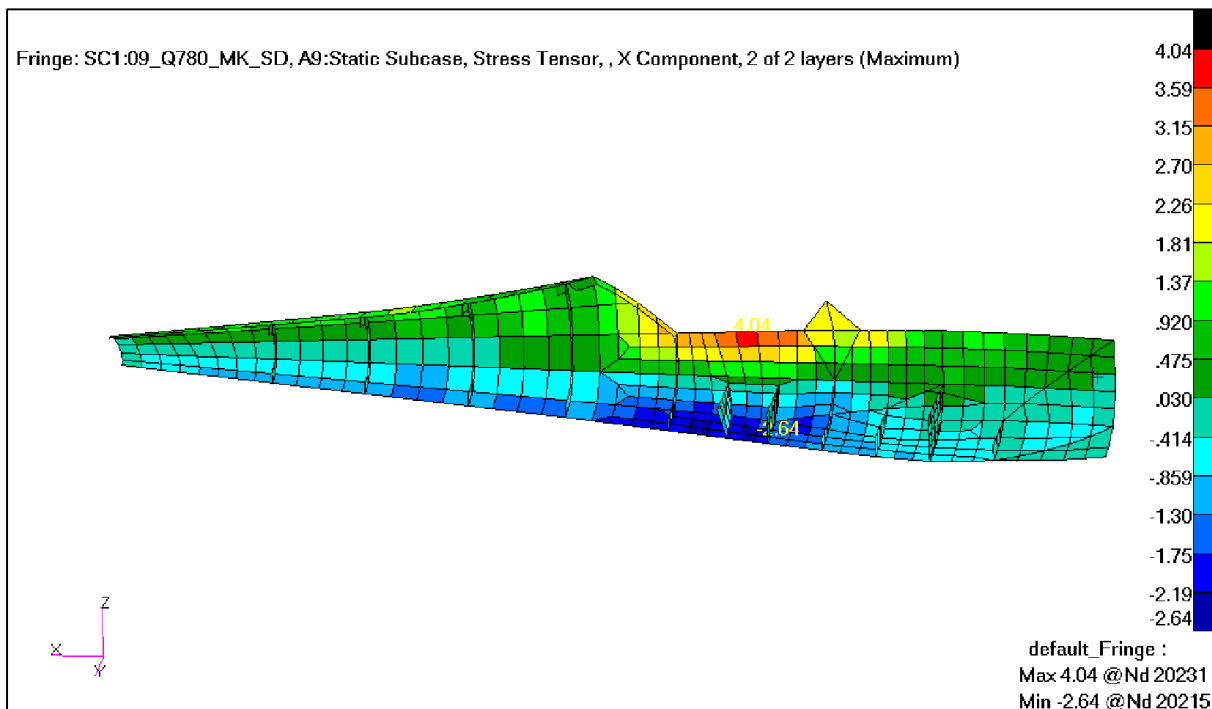
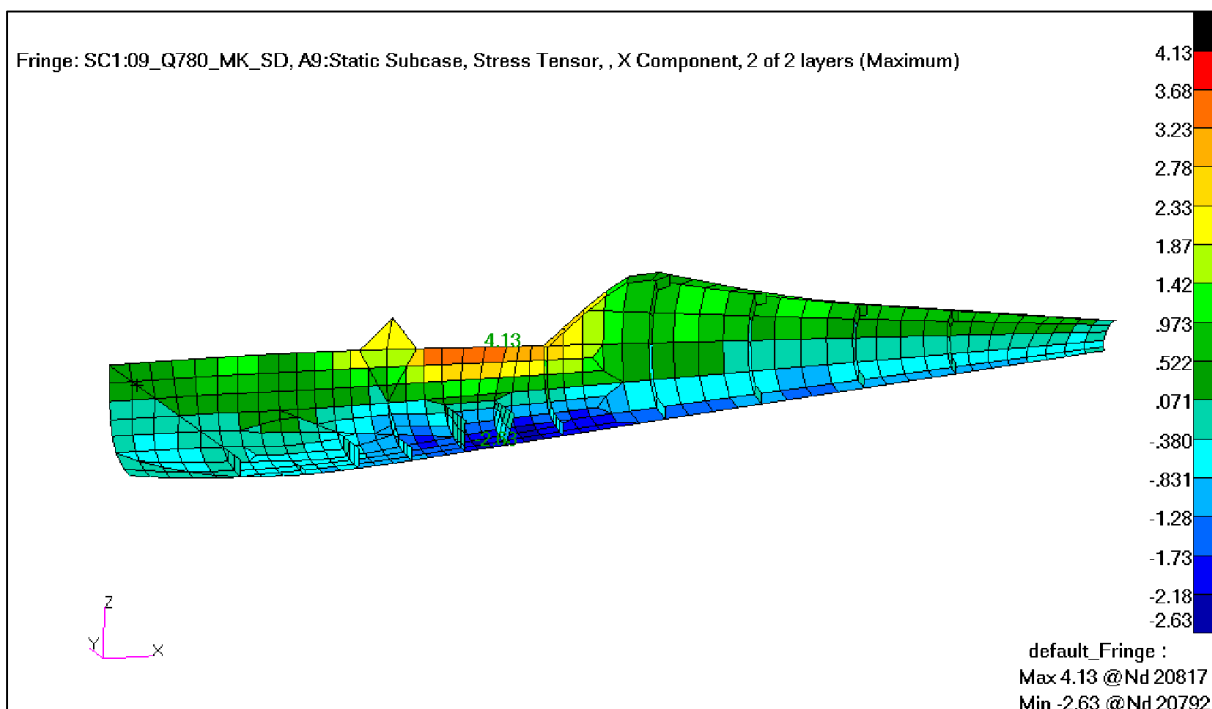
## 7.9.Przypadek 9 - masa 780 kg – manewr kontrolowany, ściągnięcie dźwężka

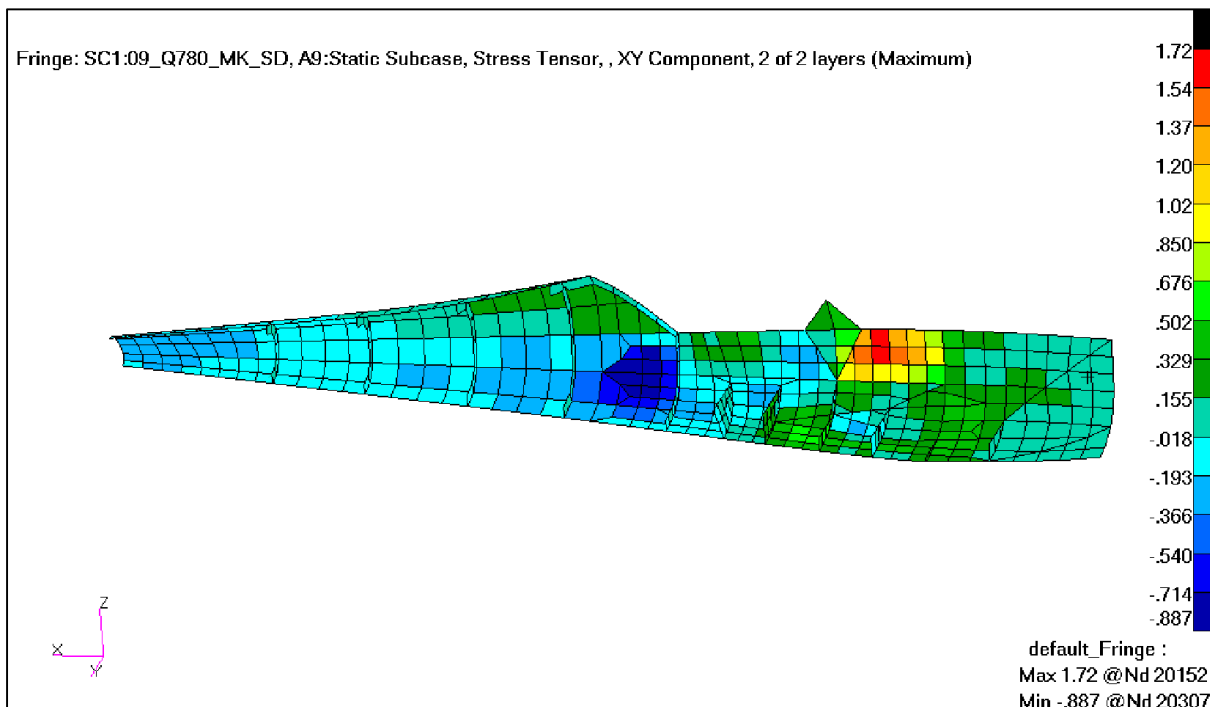
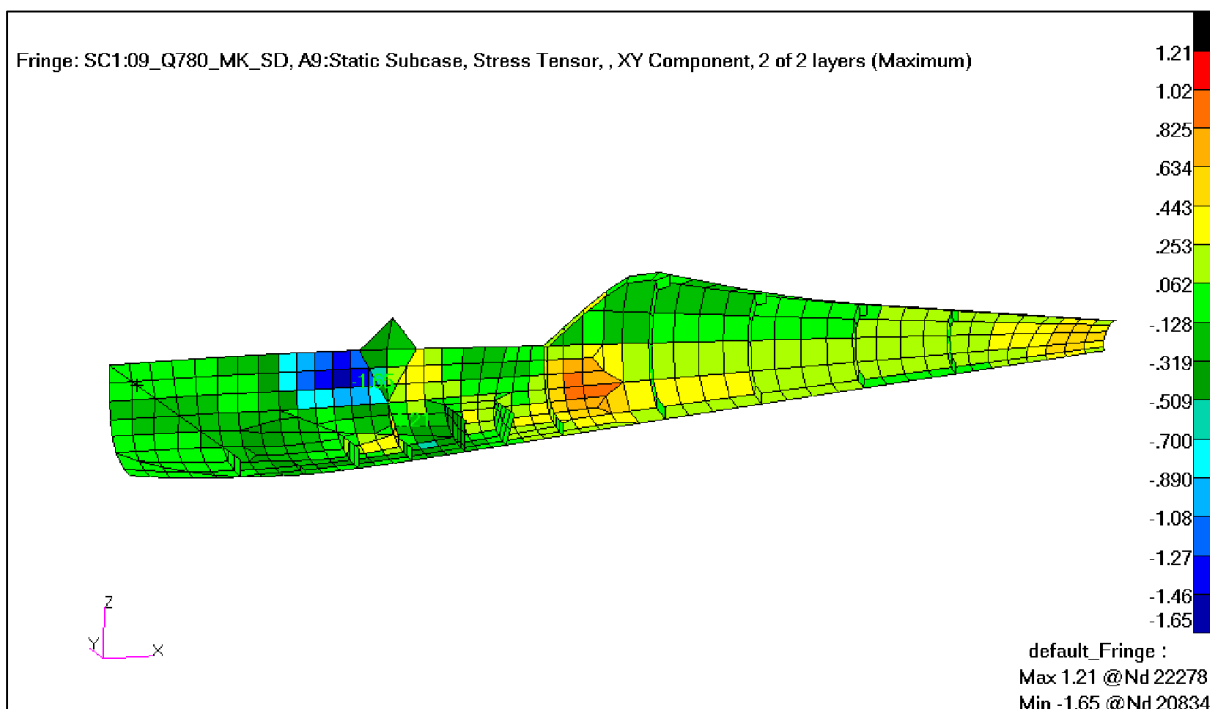


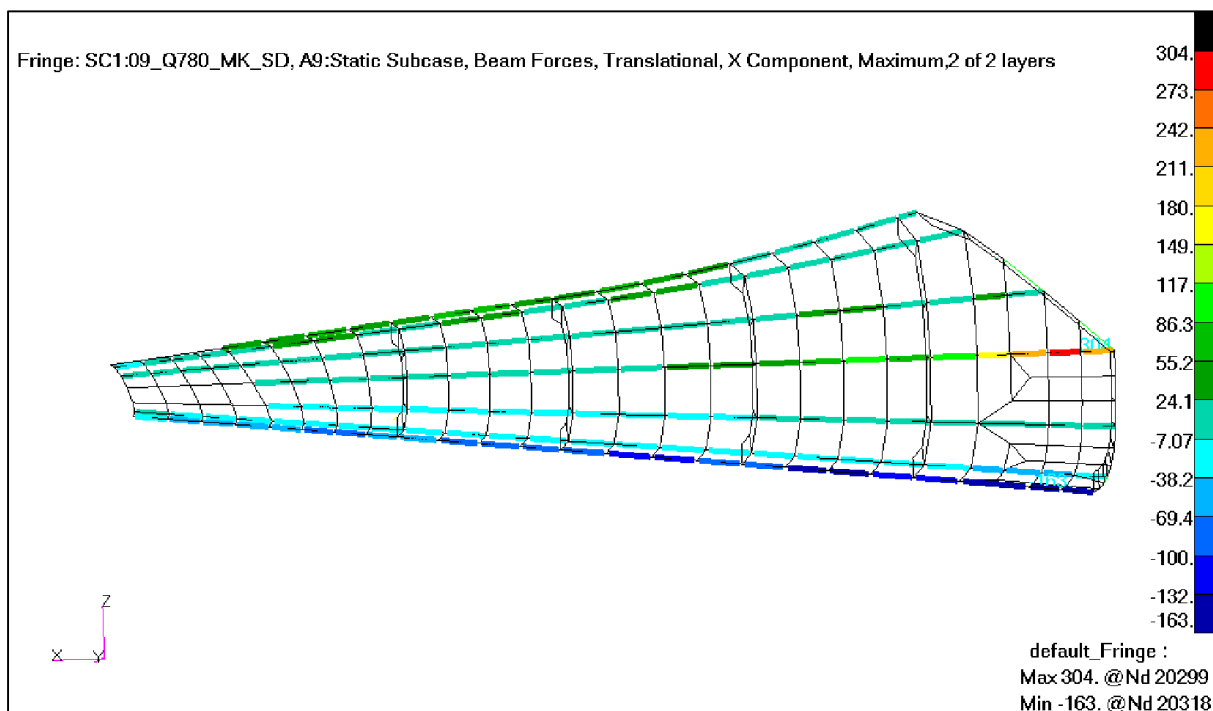
Rys. 270. Przypadek 9. Przyłożone obciążenie (kg). [16]



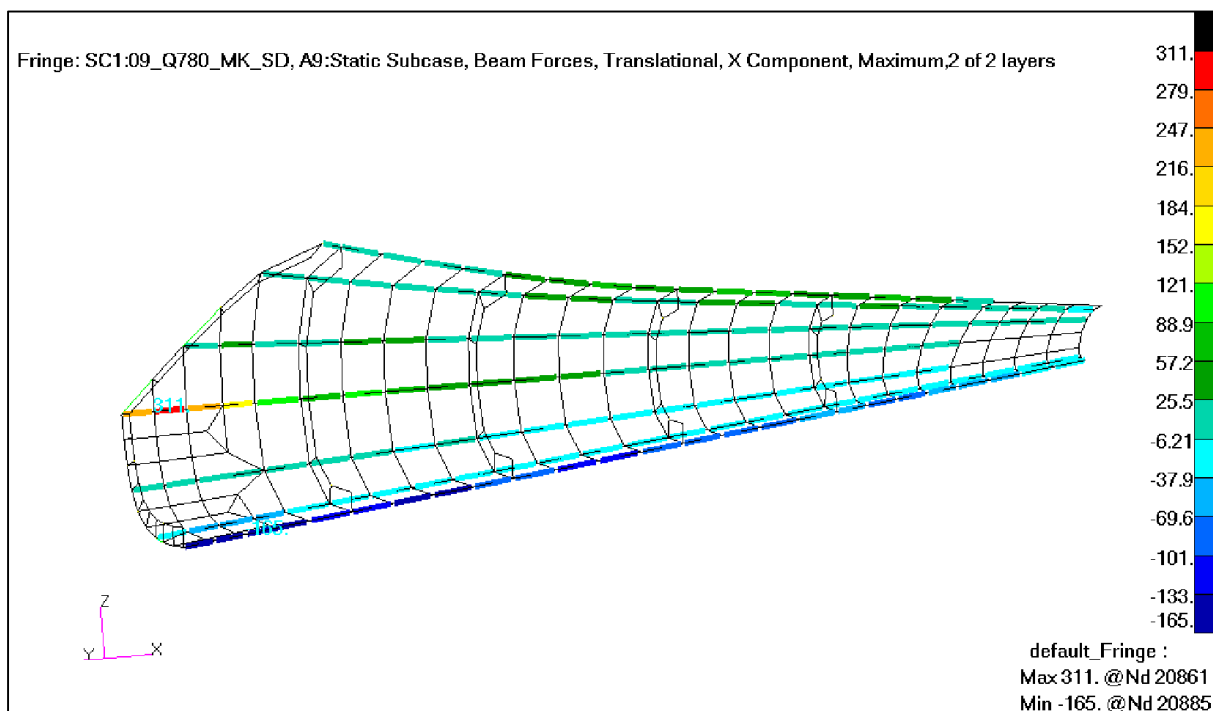
Rys. 271. Przypadek 9. Odształcenie struktury (mm). [16]

Rys. 272. Przypadek 9. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [16]Rys. 273. Przypadek 9. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [16]

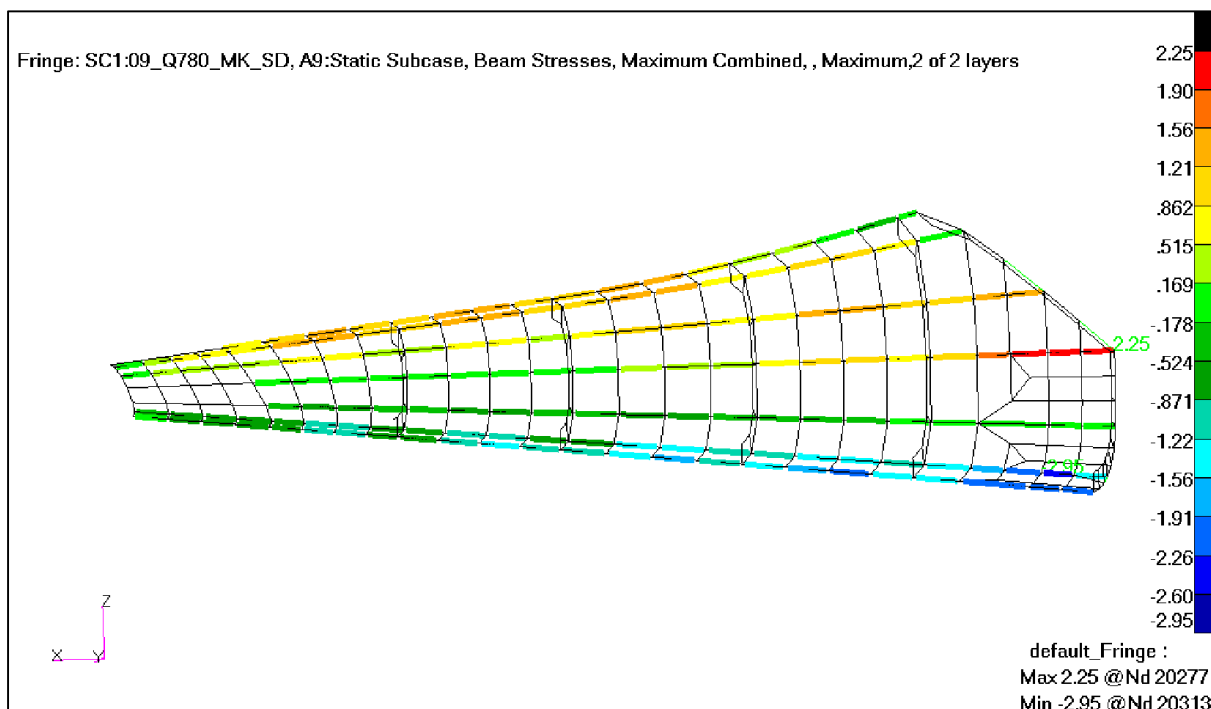
Rys. 274. Przypadek 9. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [16]Rys. 275. Przypadek 9. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [16]



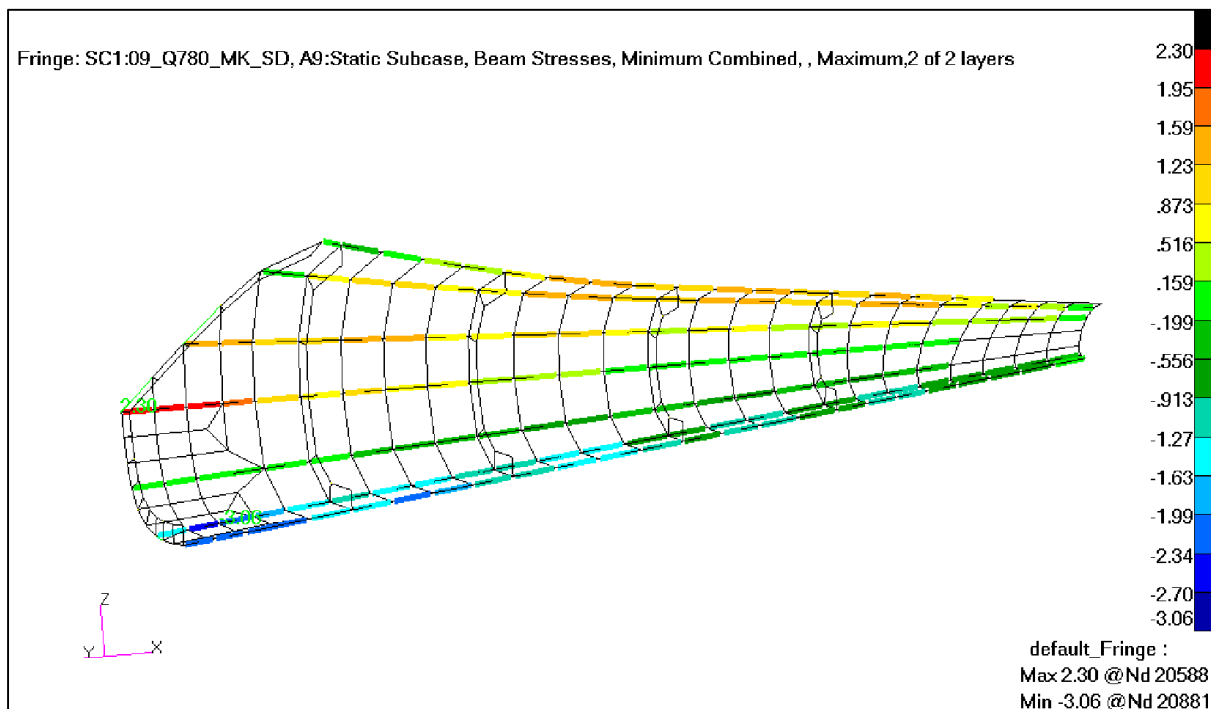
Rys. 276. Przypadek 9. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [16]



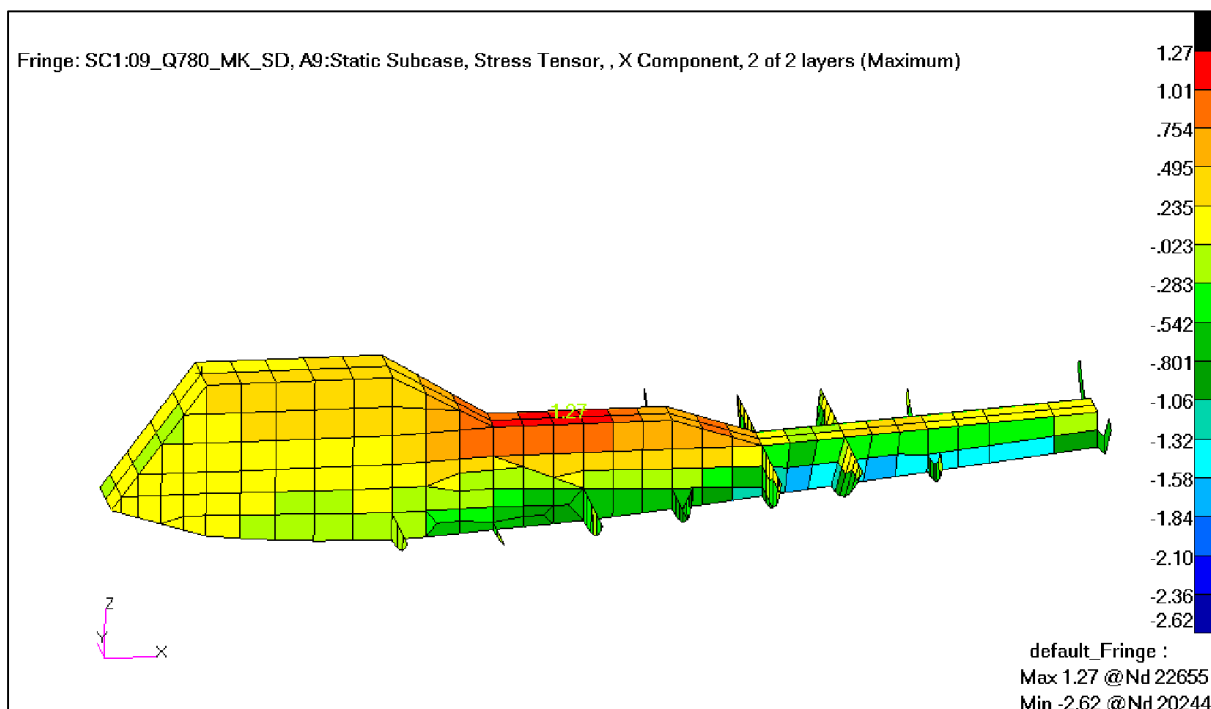
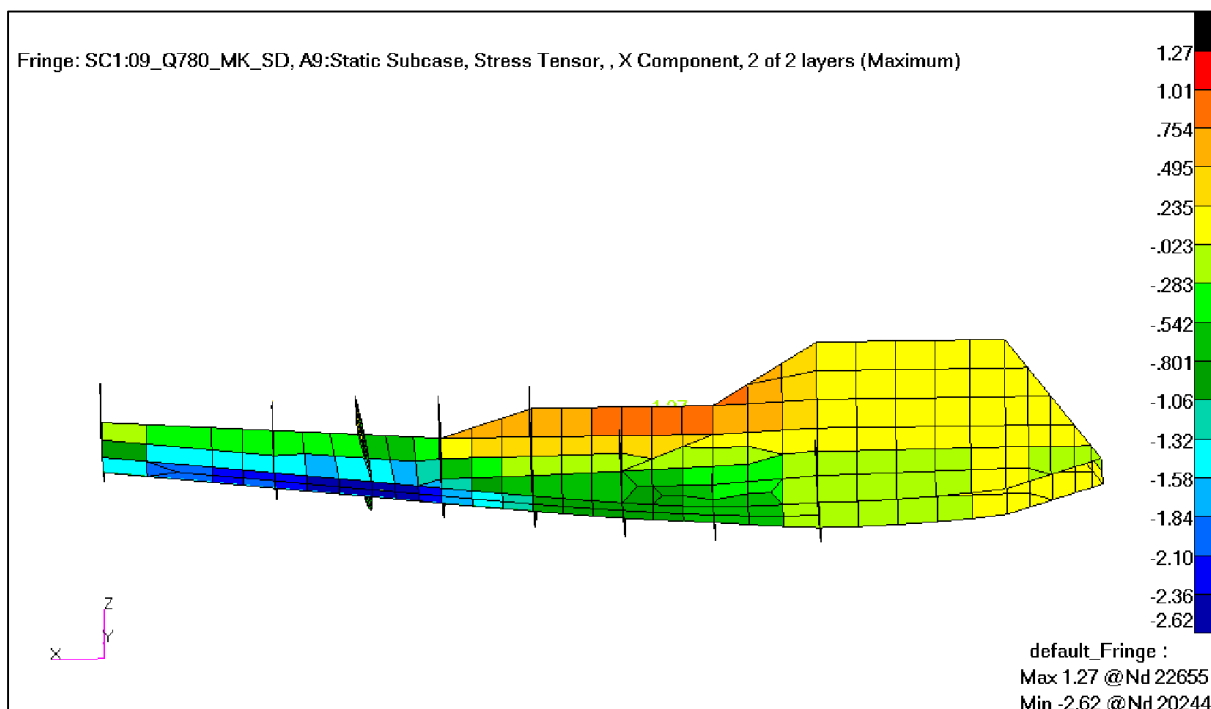
Rys. 277. Przypadek 9. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [16]

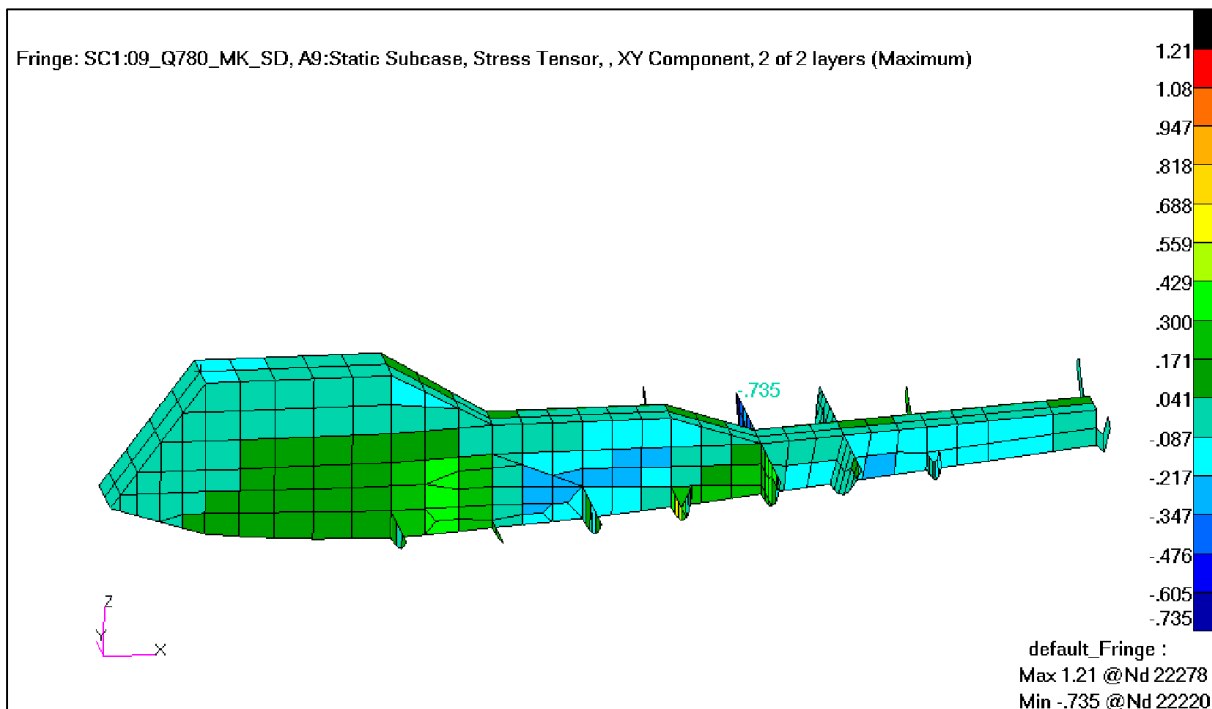
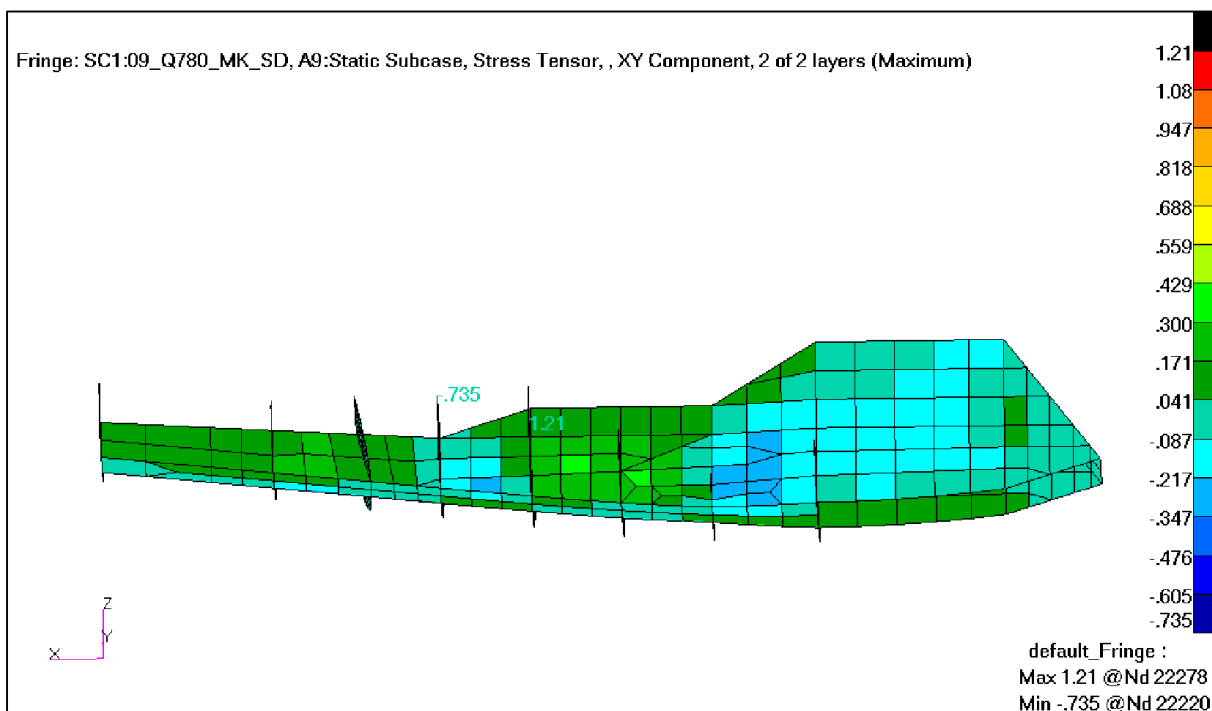


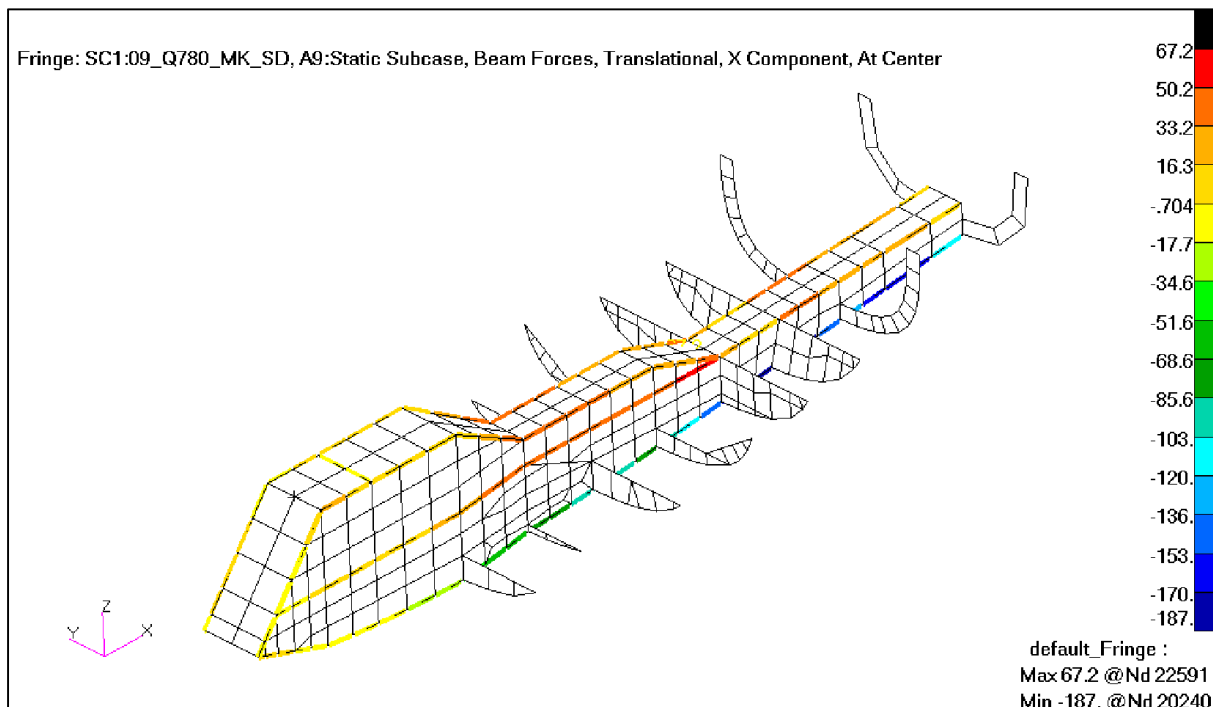
Rys. 278. Przypadek 9. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [16]



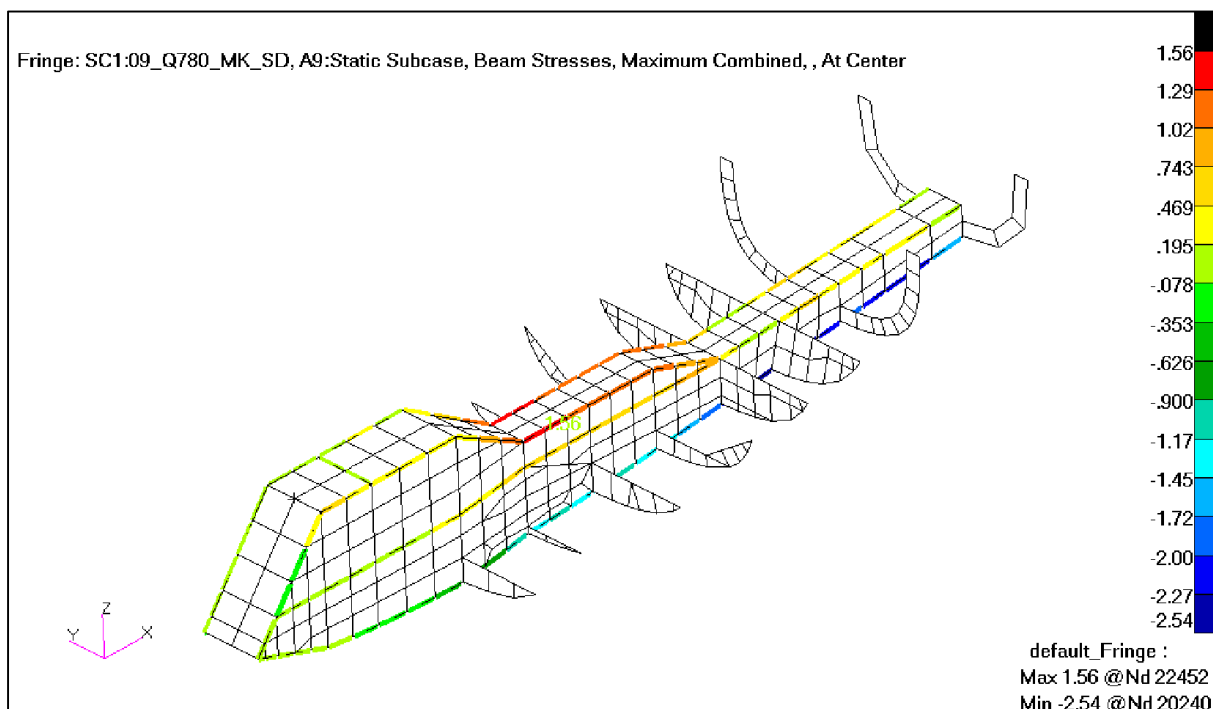
Rys. 279. Przypadek 9. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [16]

Rys. 280. Przypadek 9. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [16]Rys. 281. Przypadek 9. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [16]

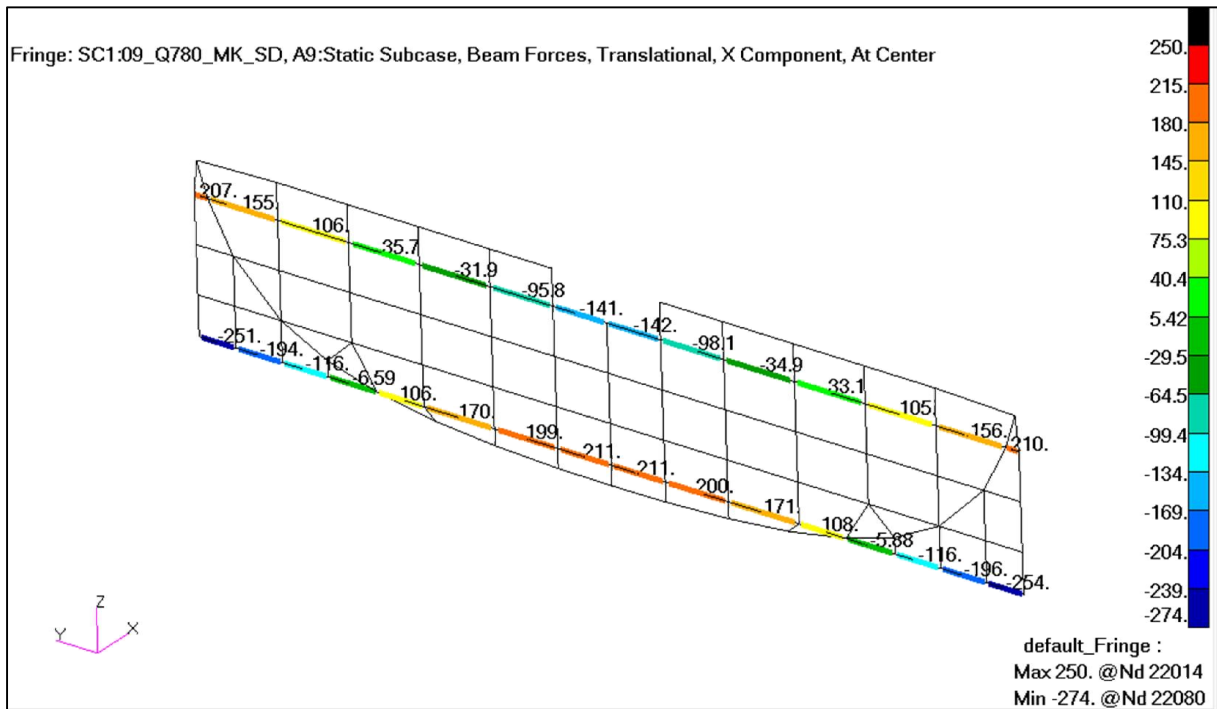
Rys. 282. Przypadek 9. Naprężenia ścianażące w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [16]Rys. 283. Przypadek 9. Naprężenia ścianażące w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [16]



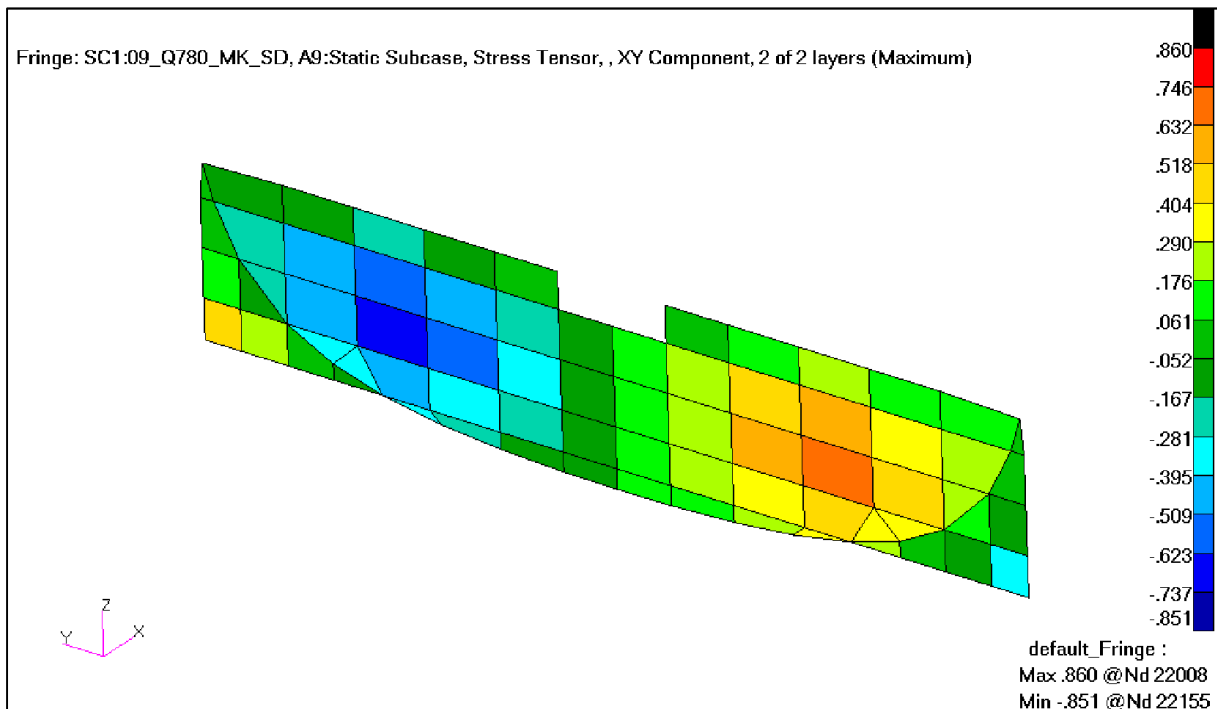
Rys. 284. Przypadek 9. Siły w kątownikach w kanale (kG). [16]

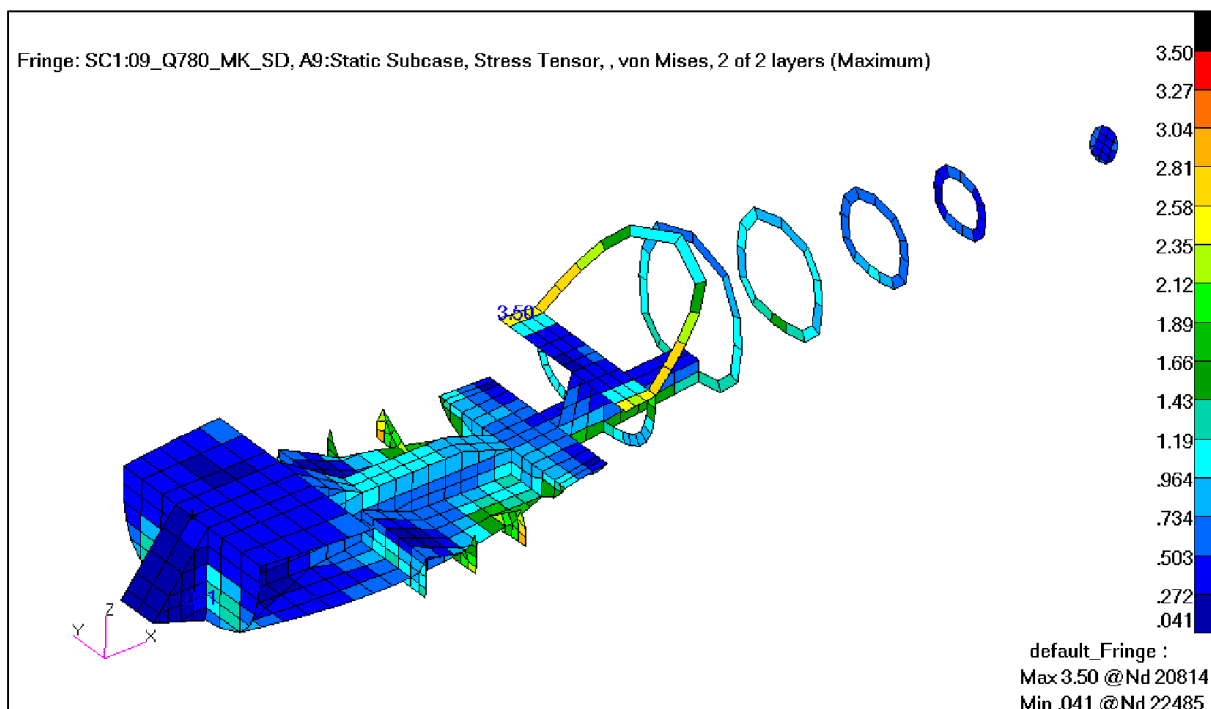
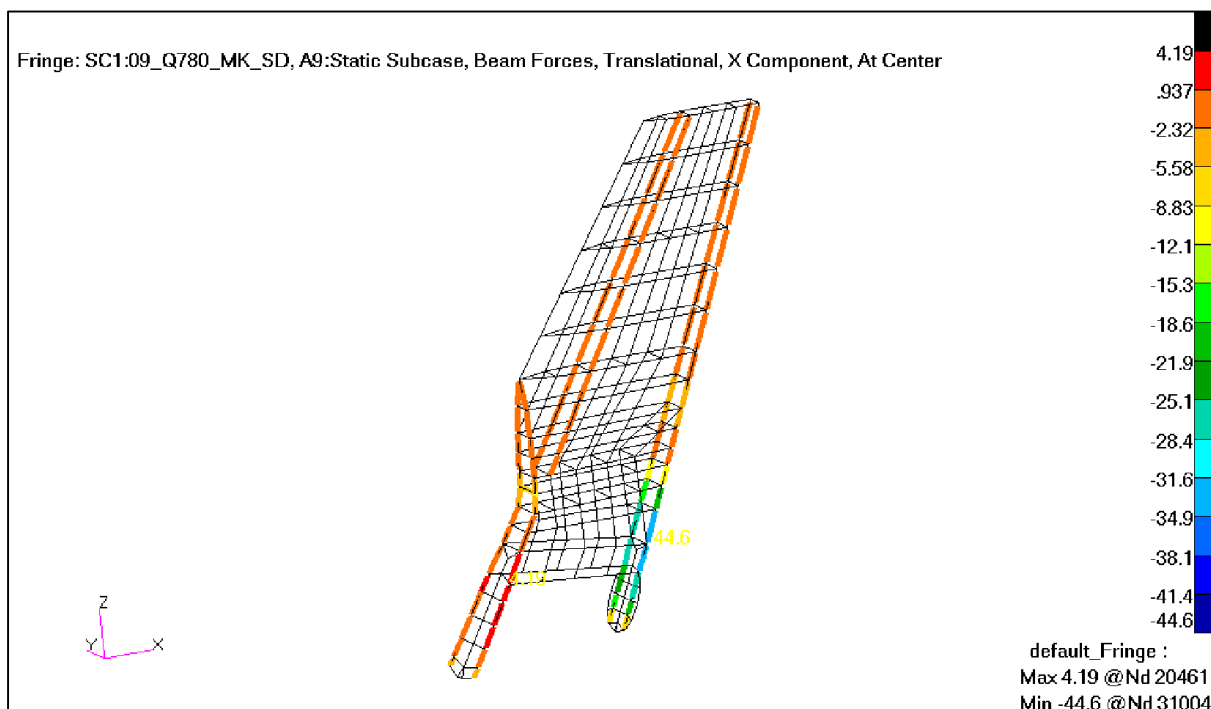
Rys. 285. Przypadek 9. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [16]



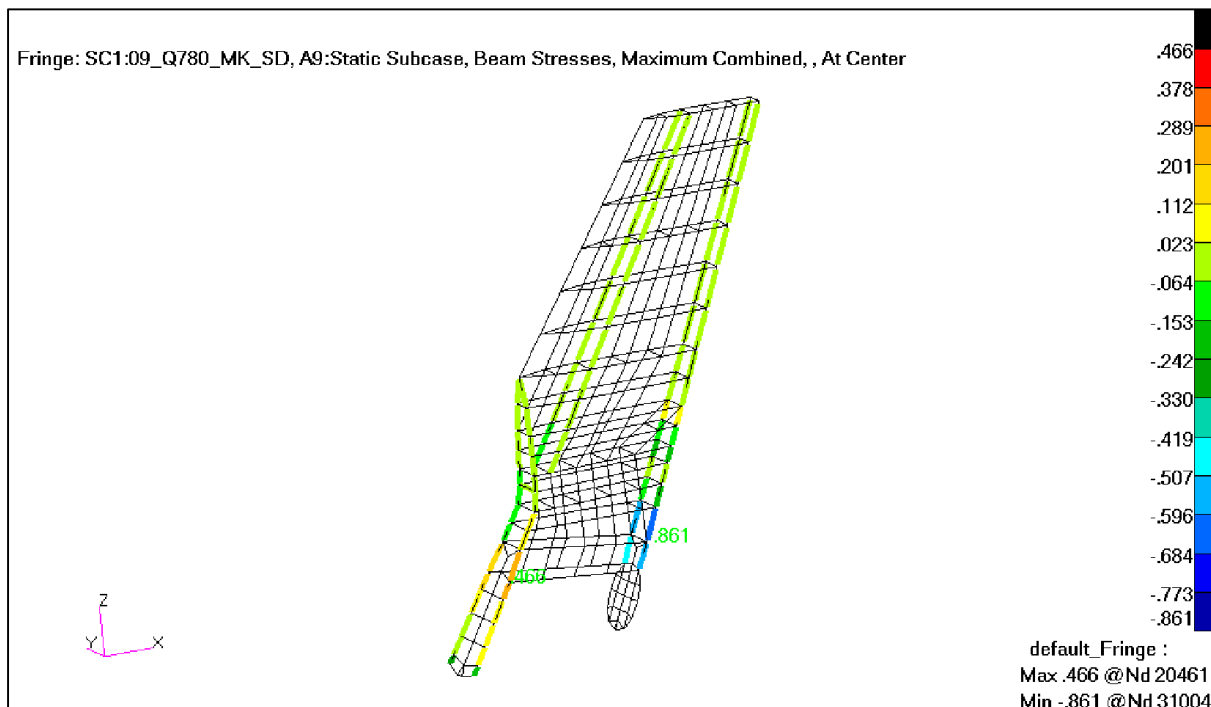


Rys. 286. Przypadek 9. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [16]

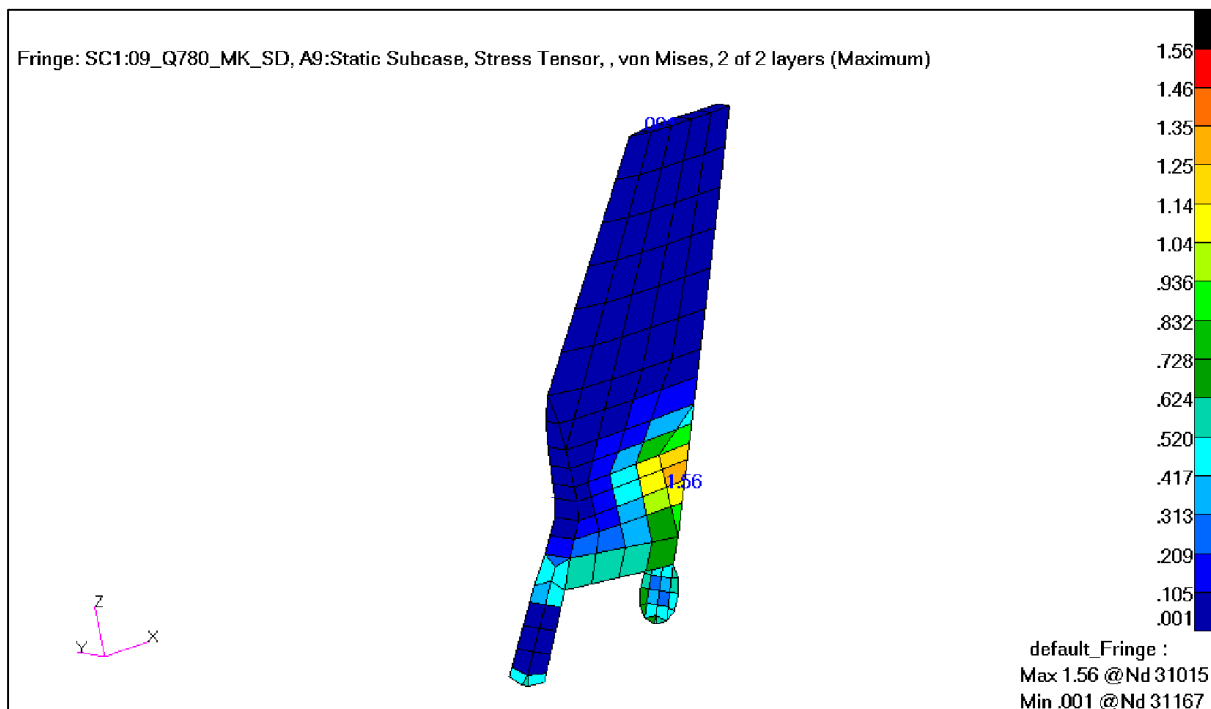
Rys. 287. Przypadek 9. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [16]

Rys. 288. Przypadek 9. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [16]

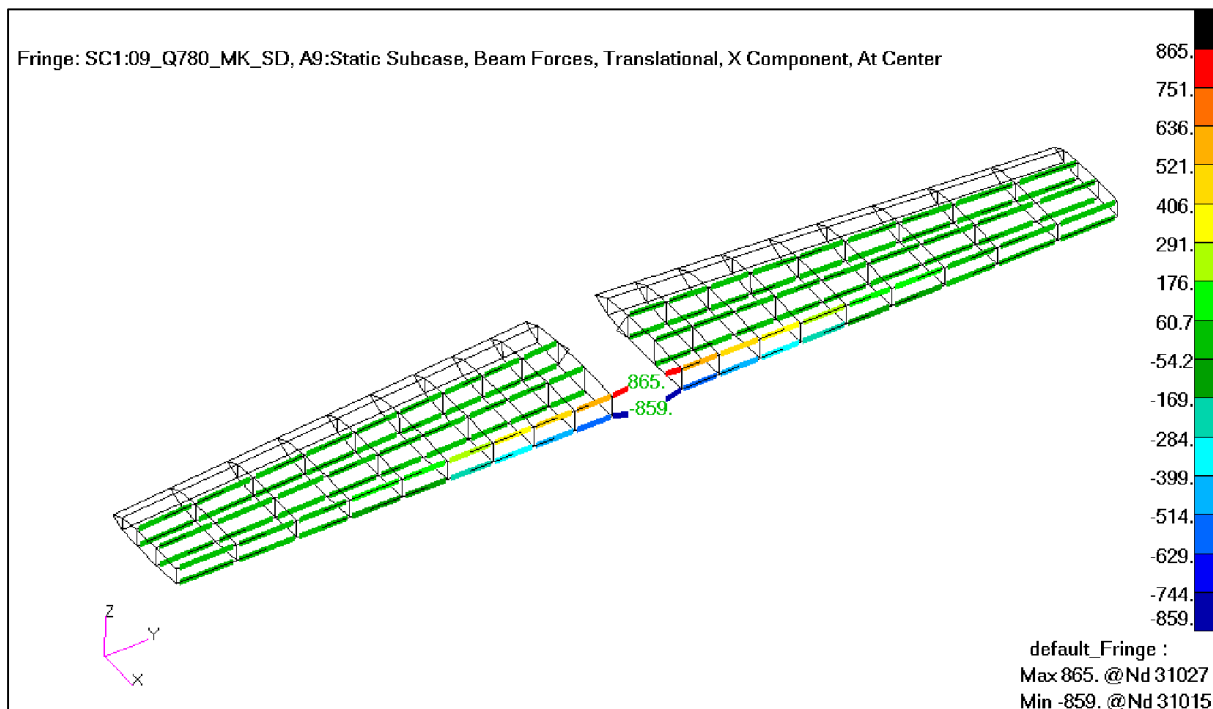
Rys. 289. Przypadek 9. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [16]



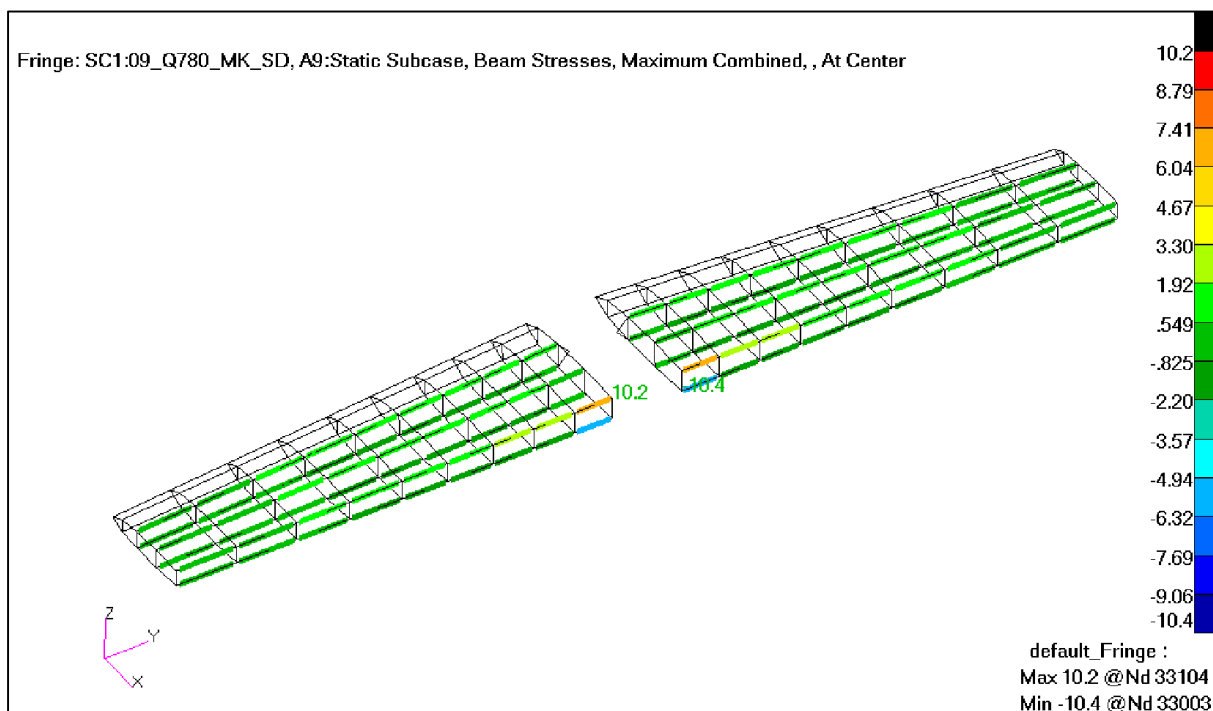
Rys. 290. Przypadek 9. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [16]

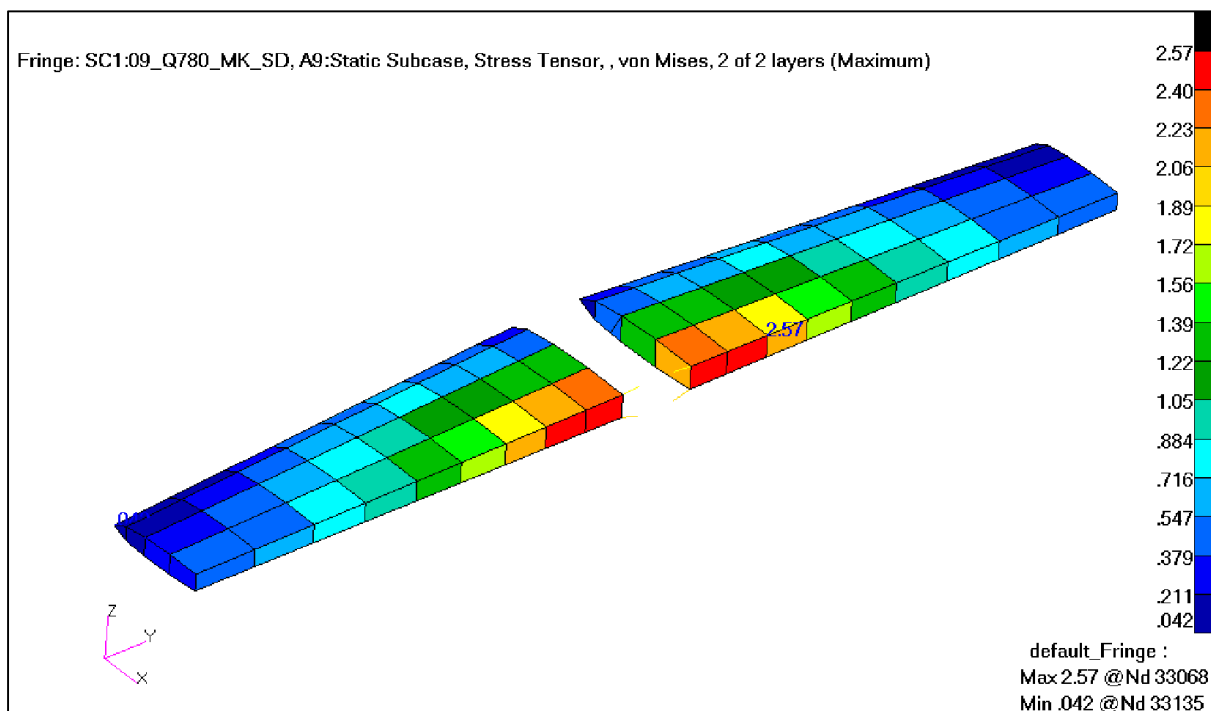


Rys. 291. Przypadek 9. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [16]

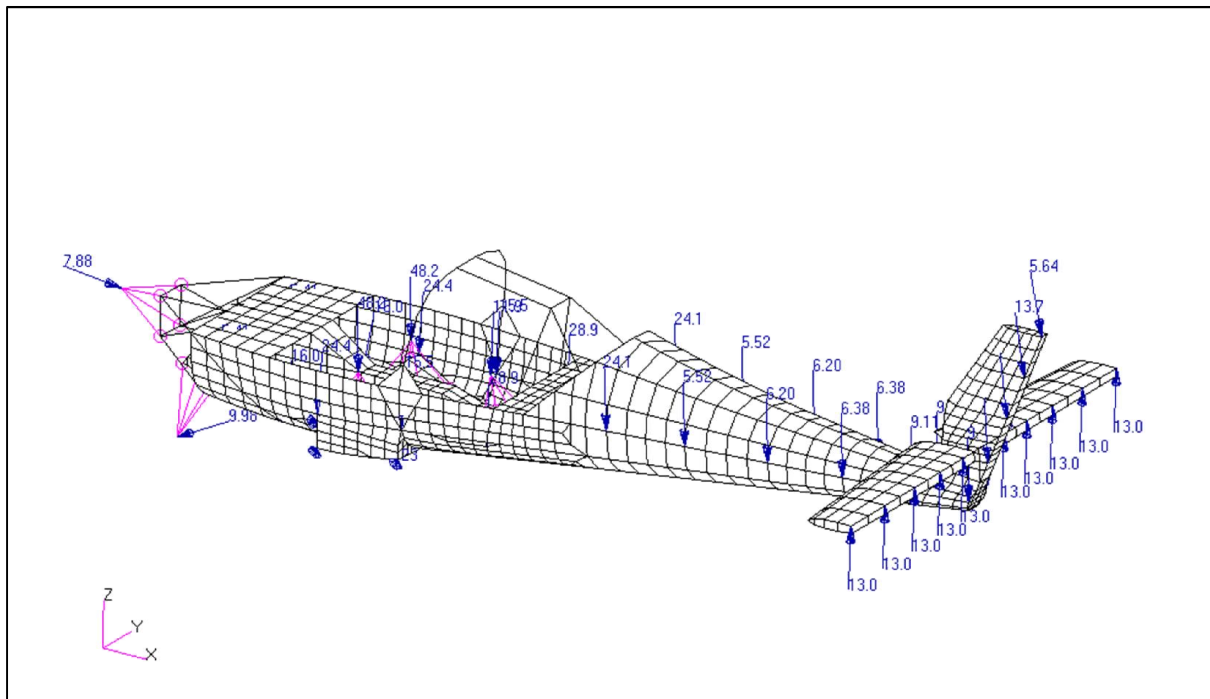


Rys. 292. Przypadek 9. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [16]

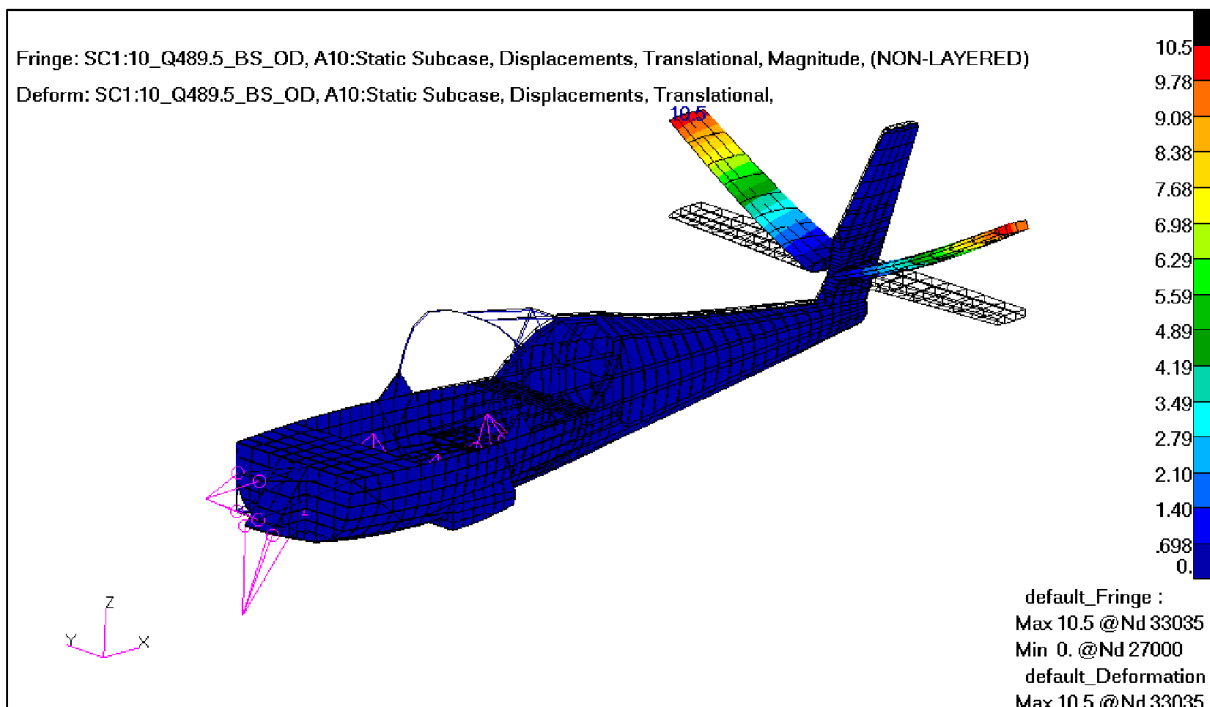
Rys. 293. Przypadek 9. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [16]



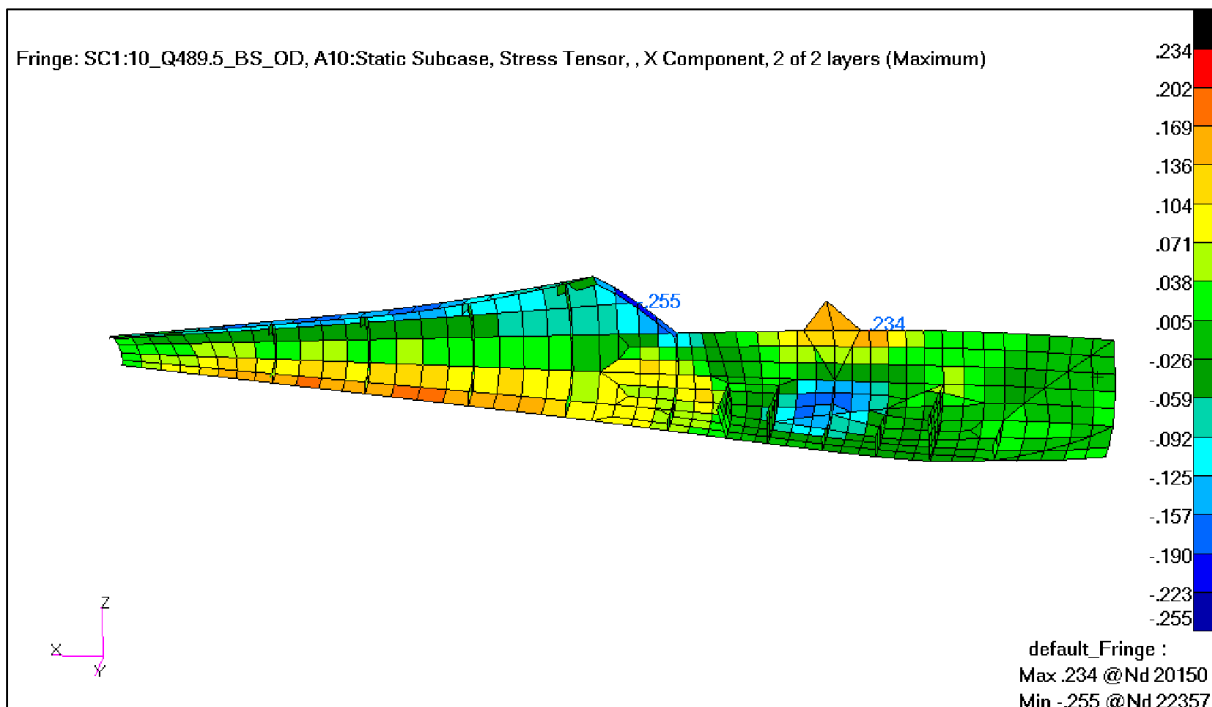
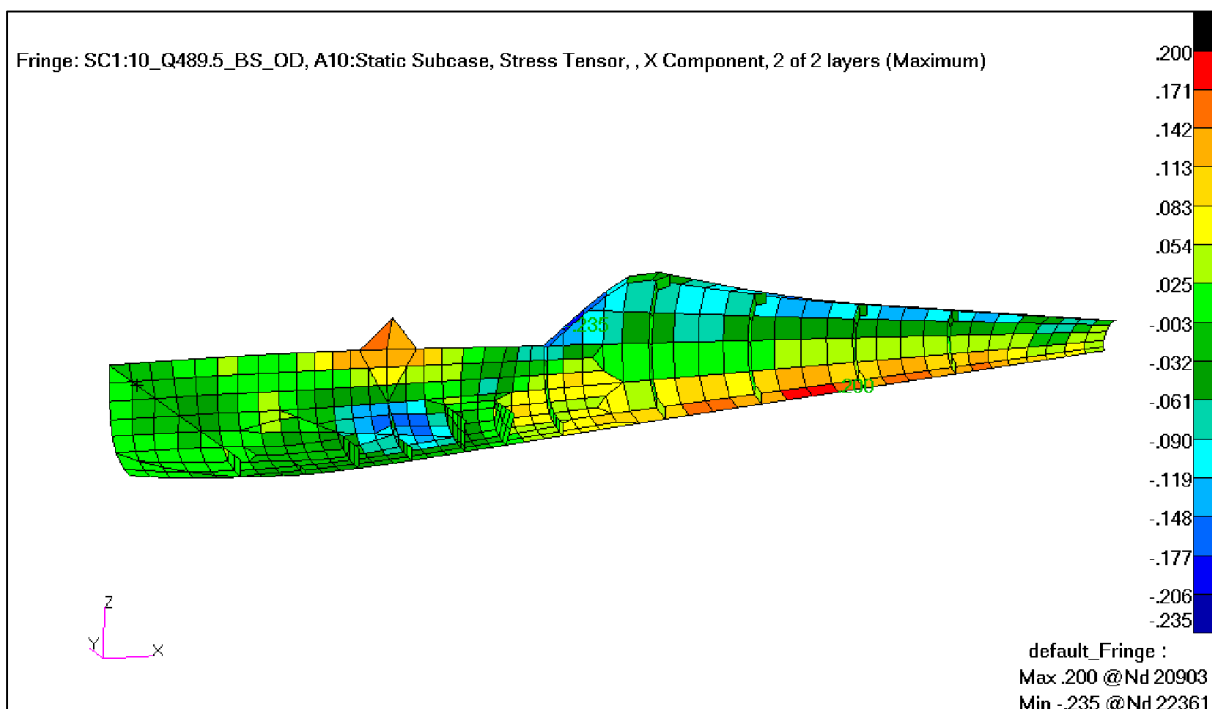
Rys. 294. Przypadek 9. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [16]

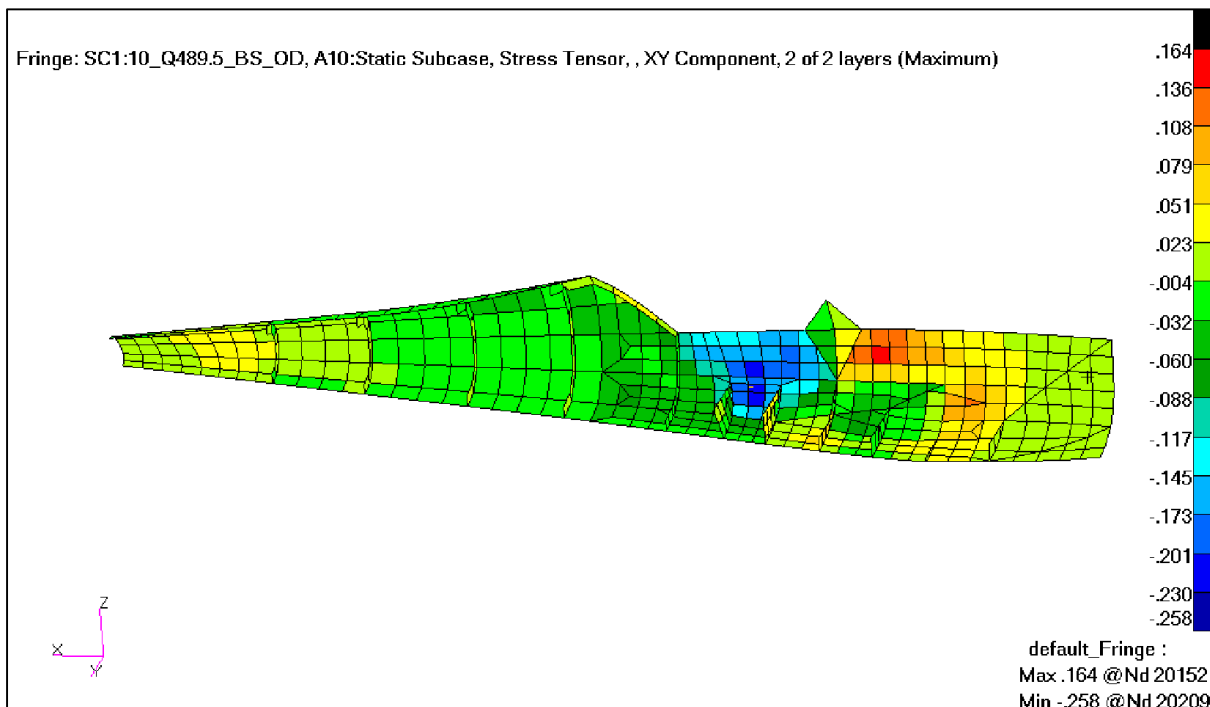
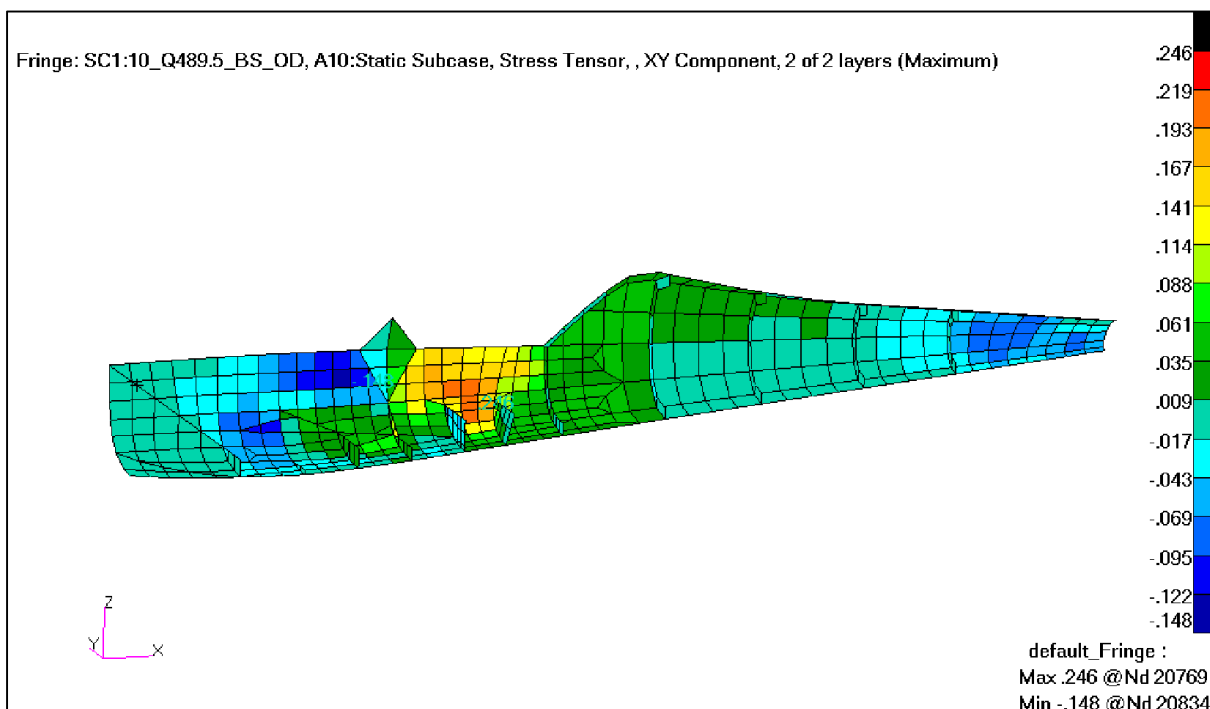
**7.10. Przypadek 10 - masa 489,5 kg - brutalne sterowanie, oddanie drążka**

Rys. 295. Przypadek 10. Przyłożone obciążenie (kg). [17]

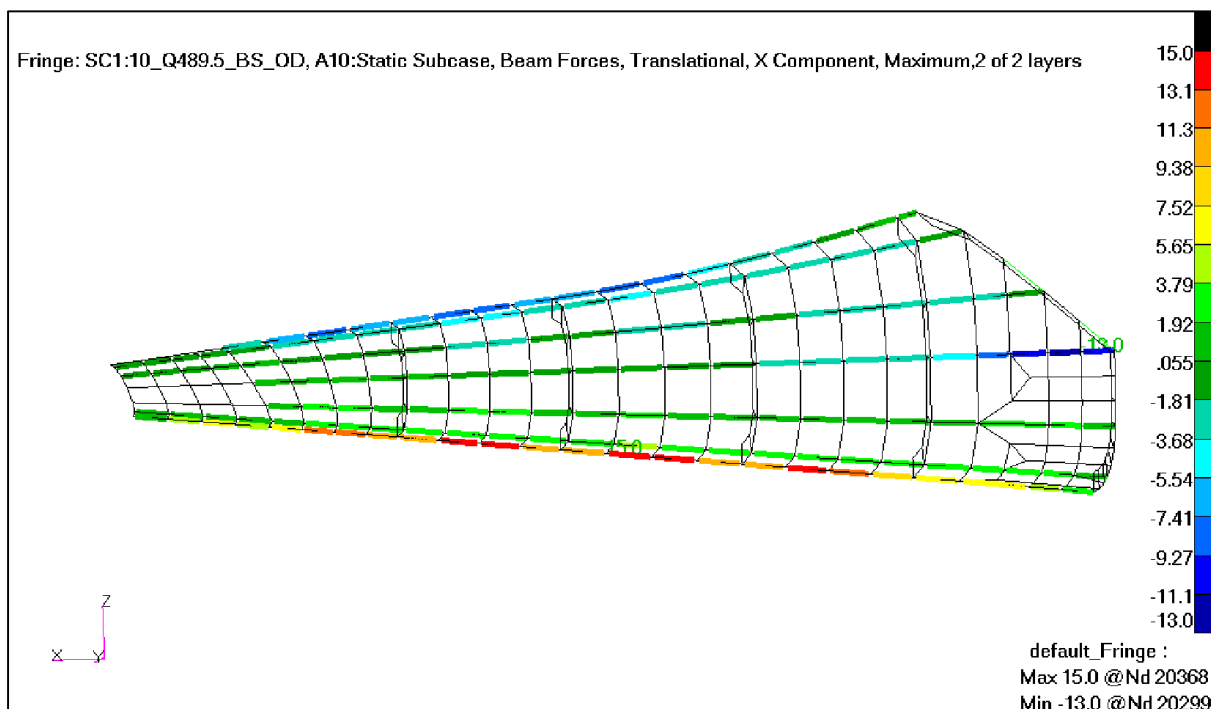


Rys. 296. Przypadek 10. Odształcenie struktury (mm). [17]

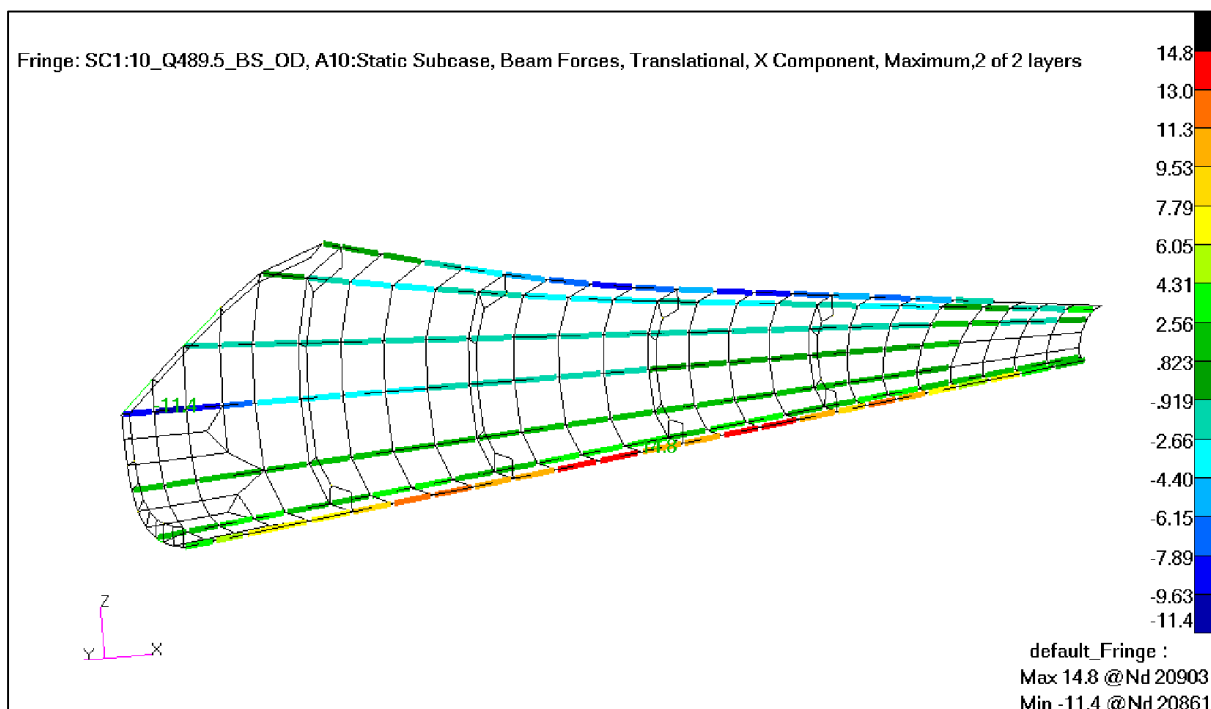
Rys. 297. Przypadek 10. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [17]Rys. 298. Przypadek 10. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [17]

Rys. 299. Przypadek 10. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ). [17]Rys. 300. Przypadek 10. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ). [17]

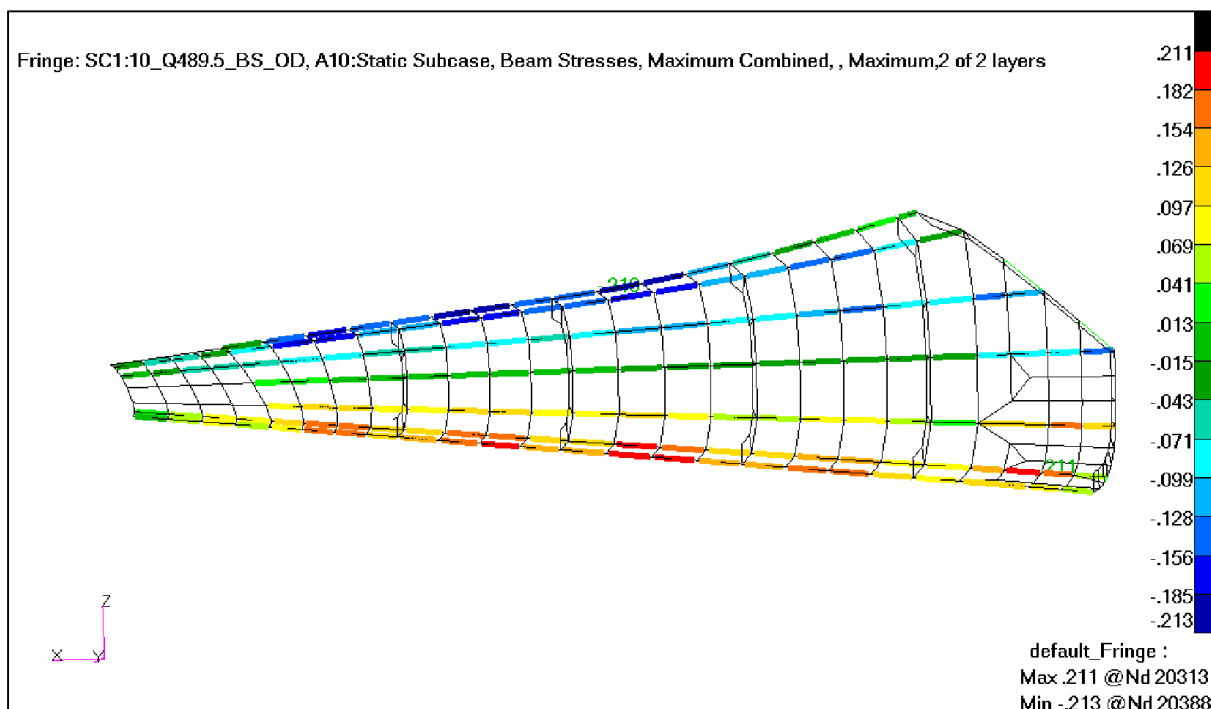




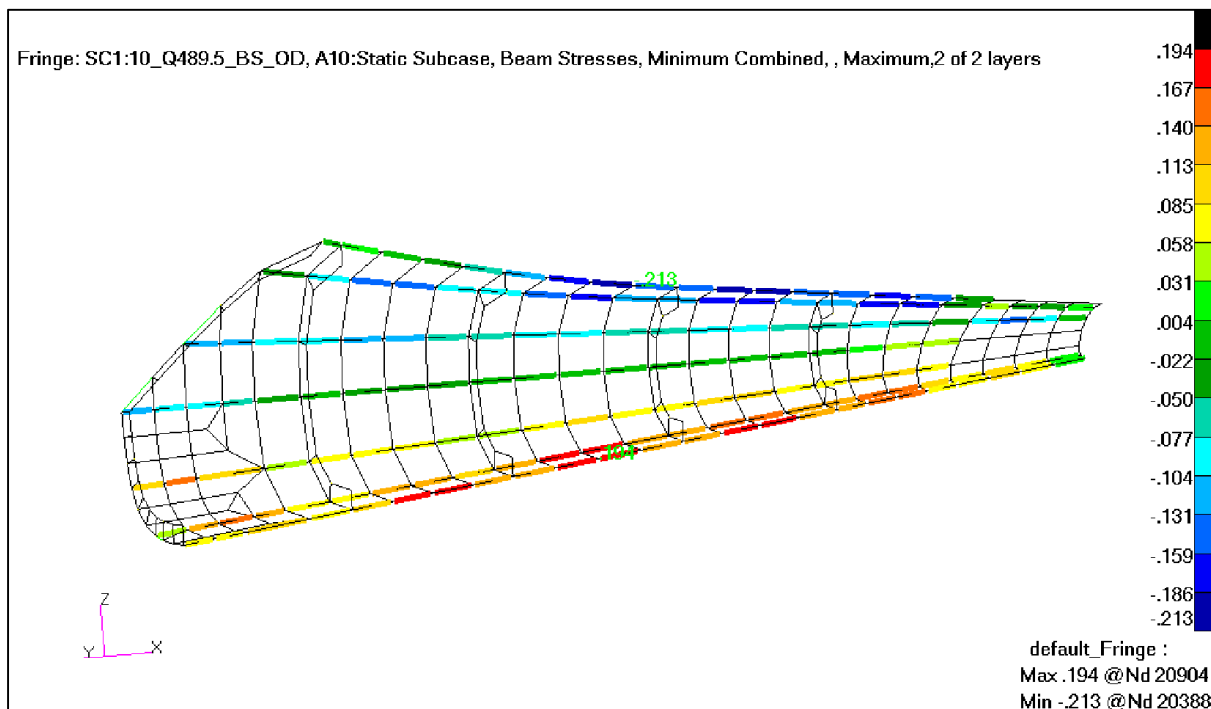
Rys. 301. Przypadek 10. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [17]



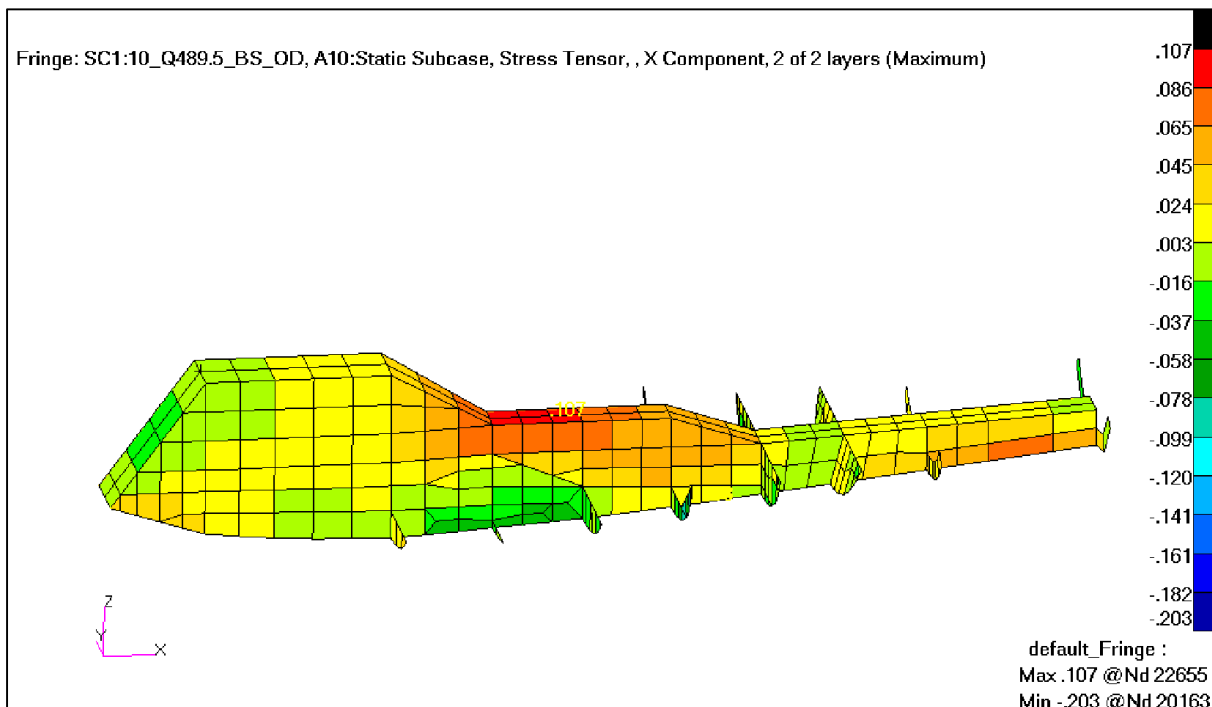
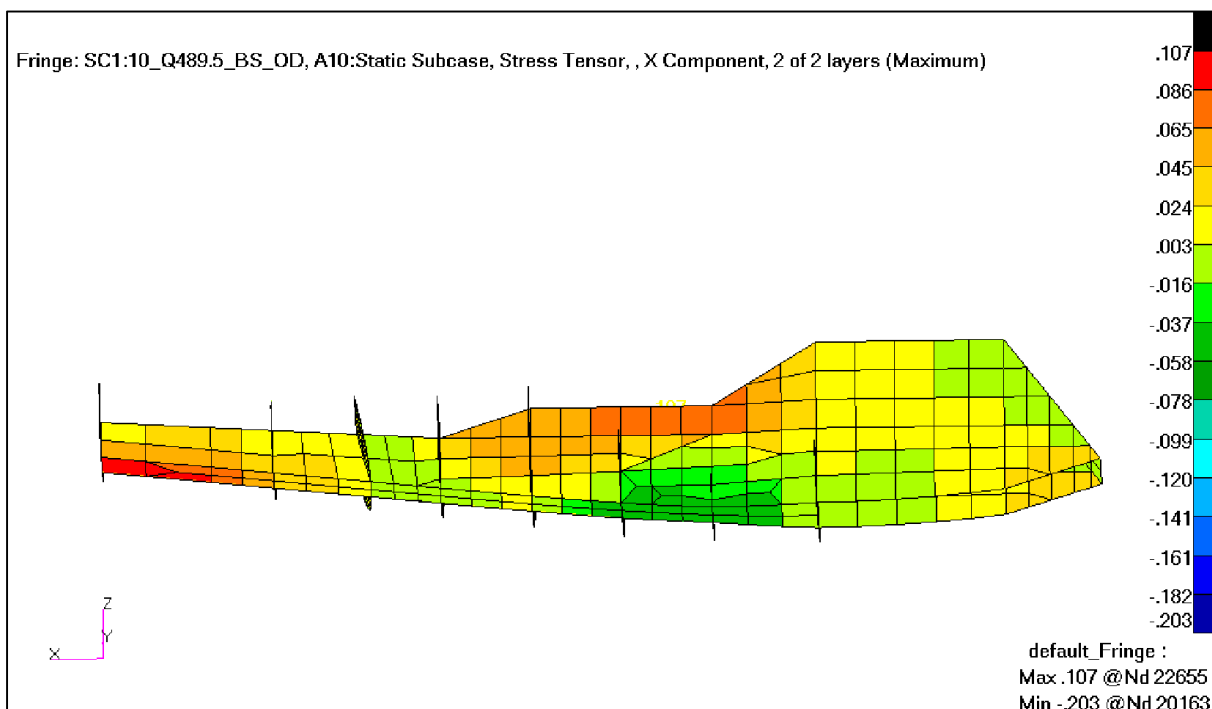
Rys. 302. Przypadek 10. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [17]

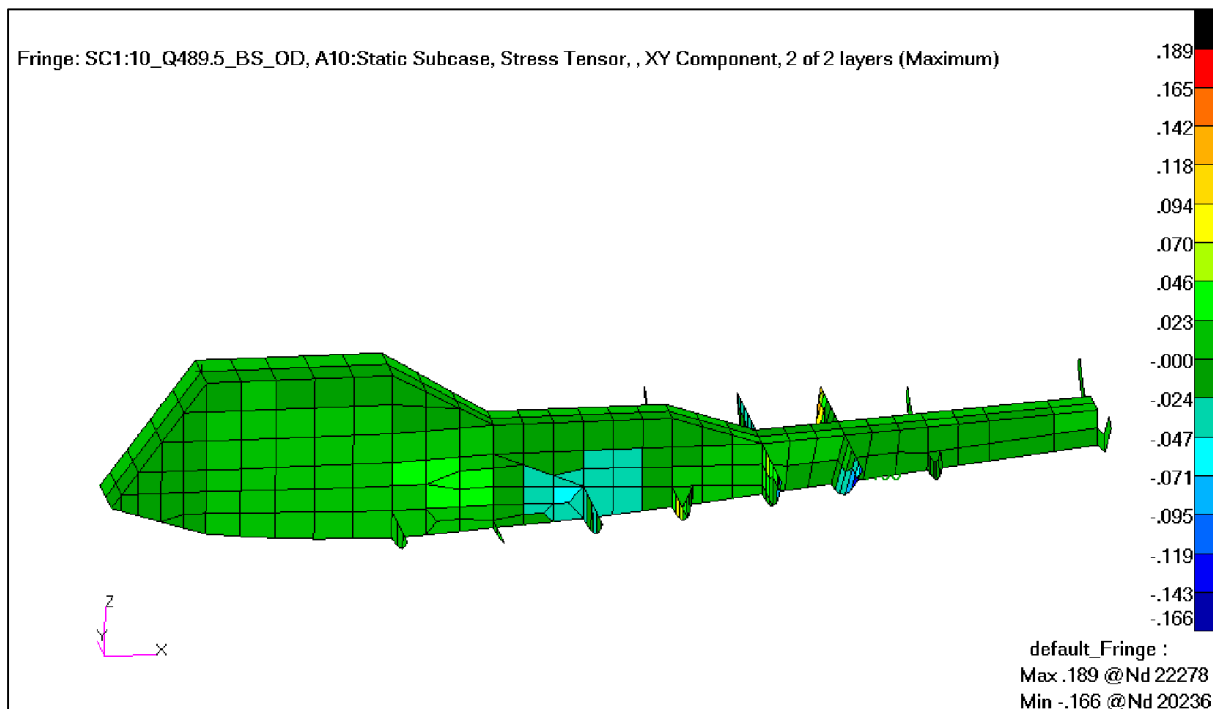
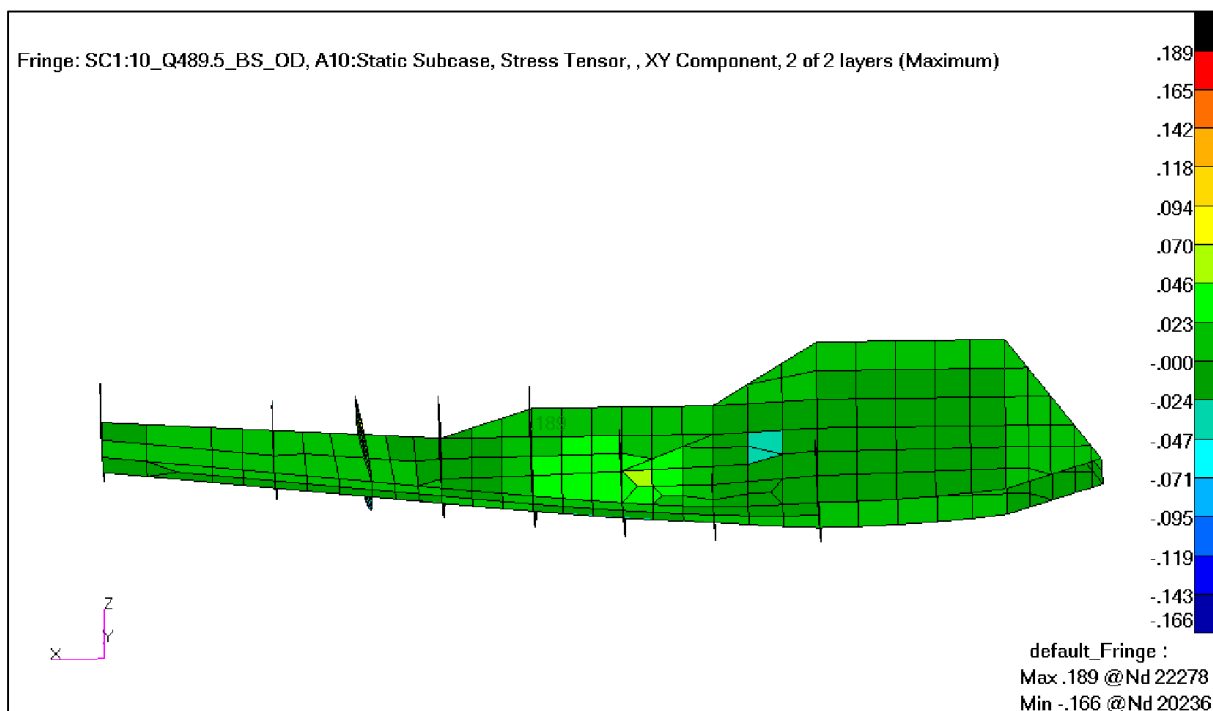


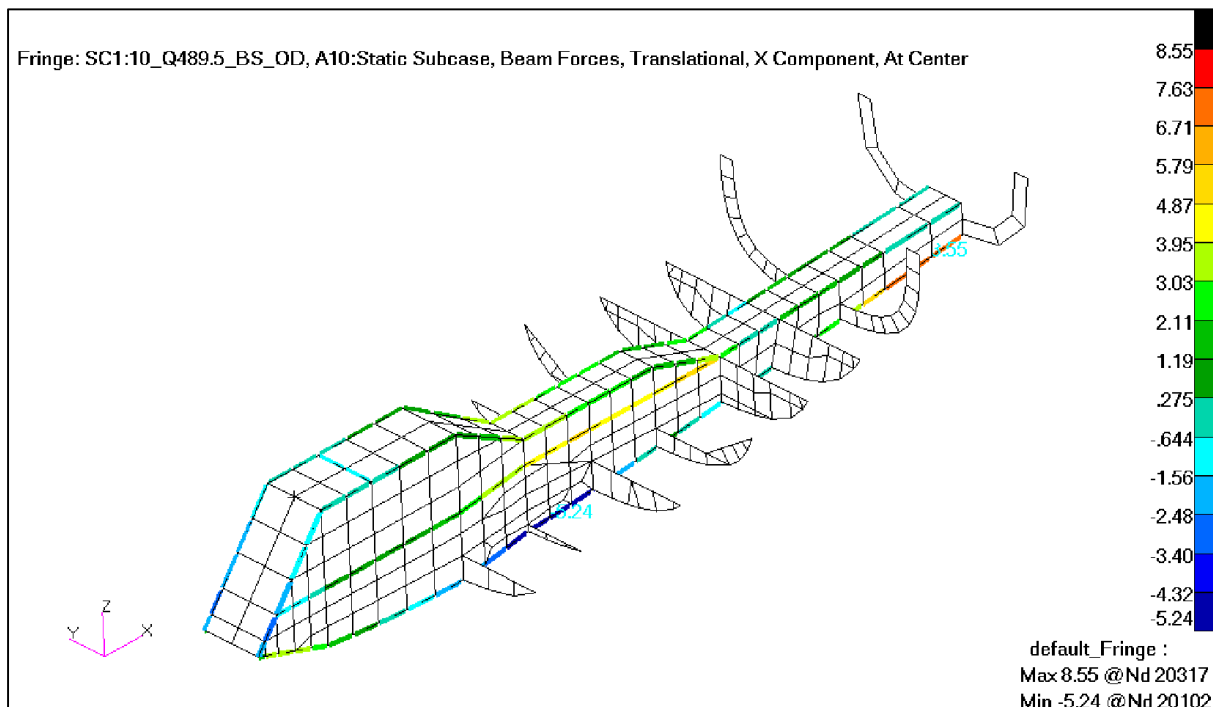
Rys. 303. Przypadek 10. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [17]



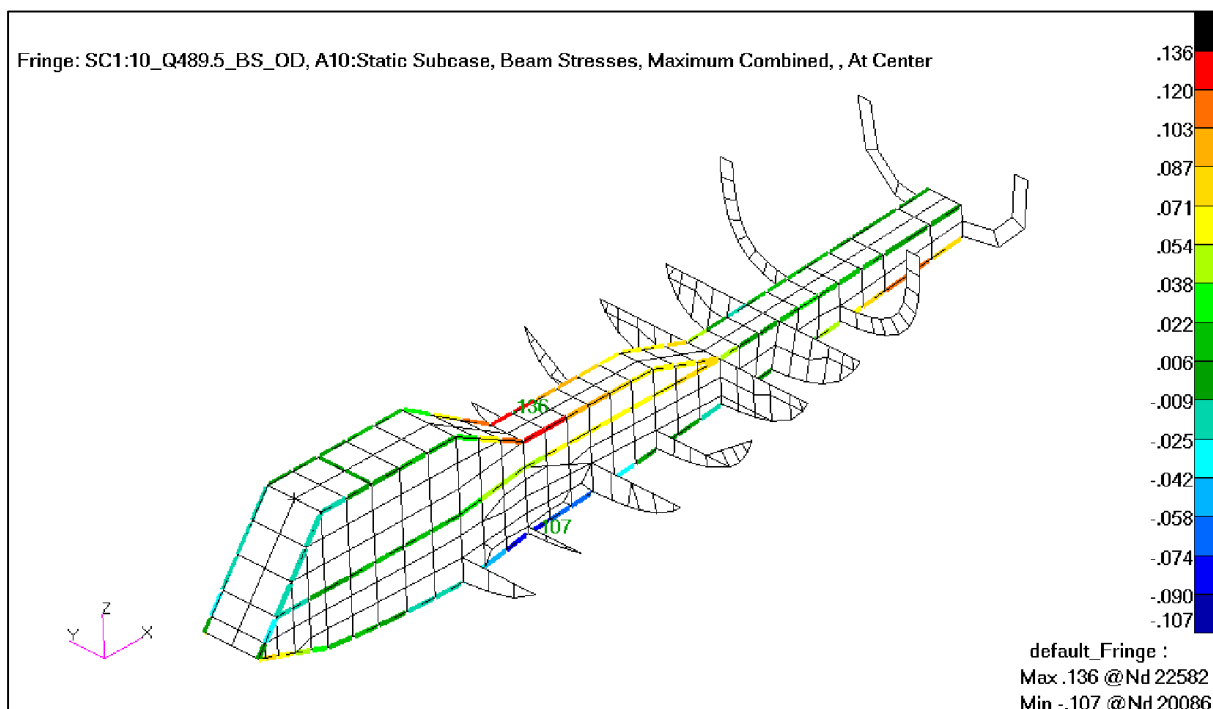
Rys. 304. Przypadek 10. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [17]

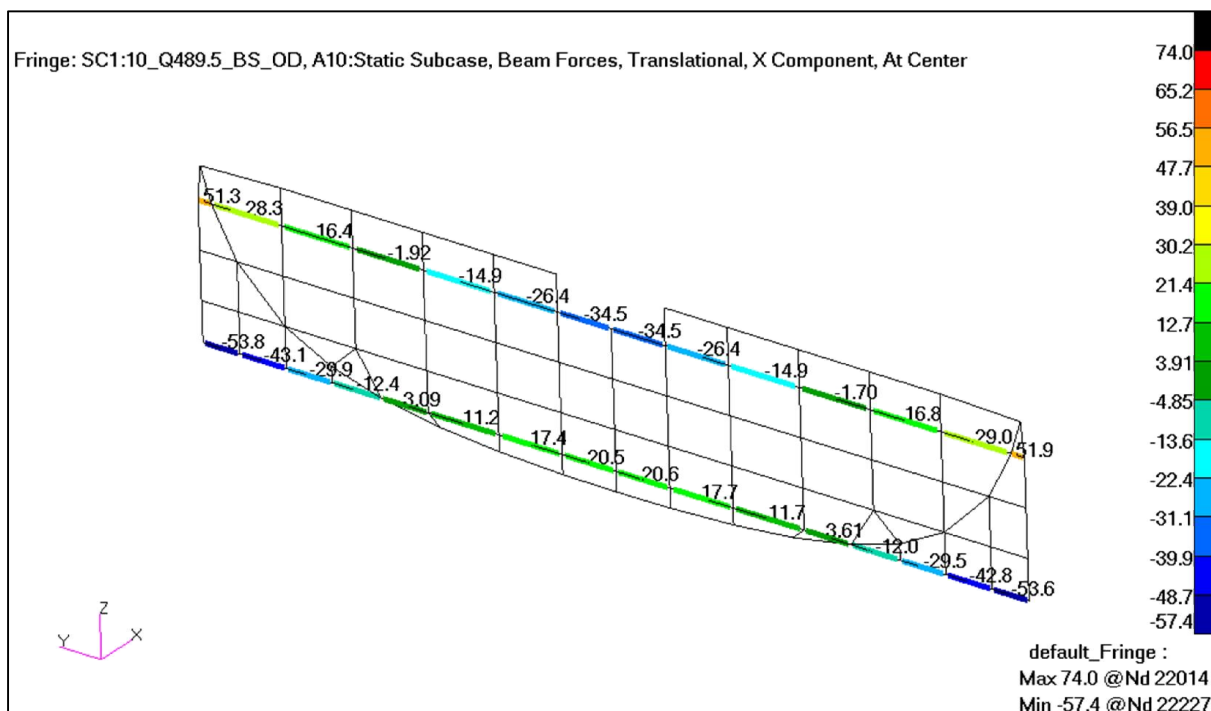
Rys. 305. Przypadek 10. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [17]Rys. 306. Przypadek 10. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [17]

Rys. 307. Przypadek 10. Naprężenia ścianające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [17]Rys. 308. Przypadek 10. Naprężenia ścianające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [17]

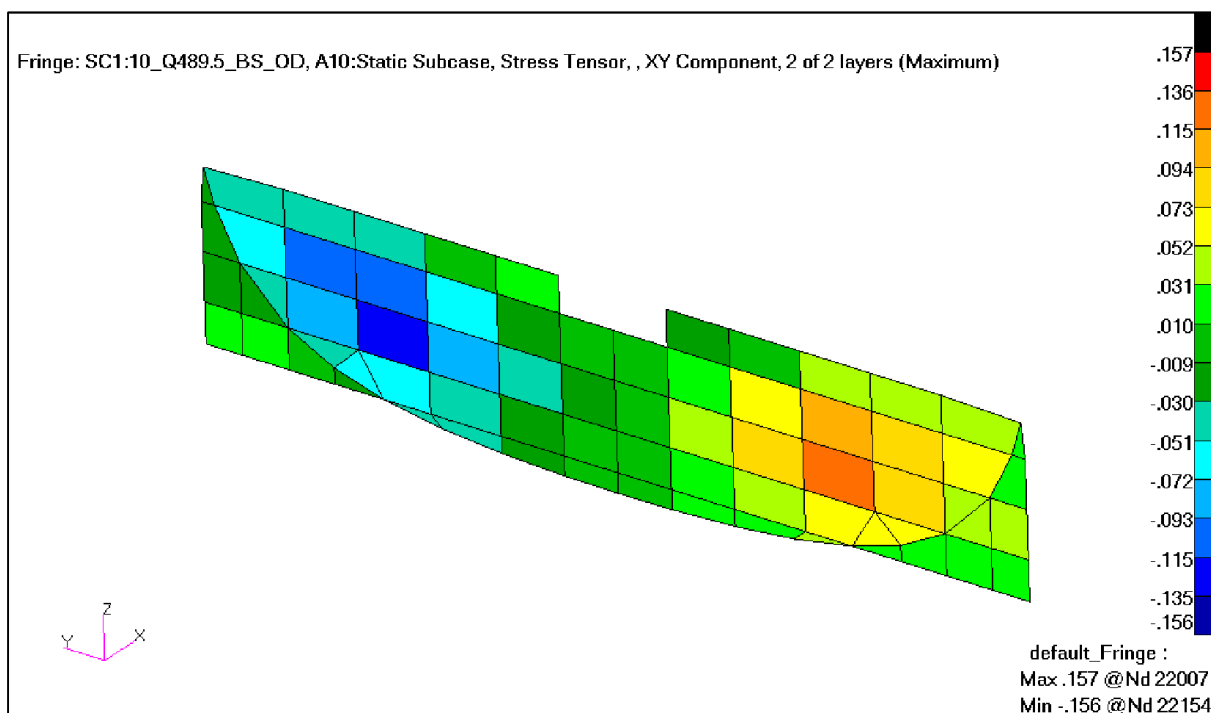


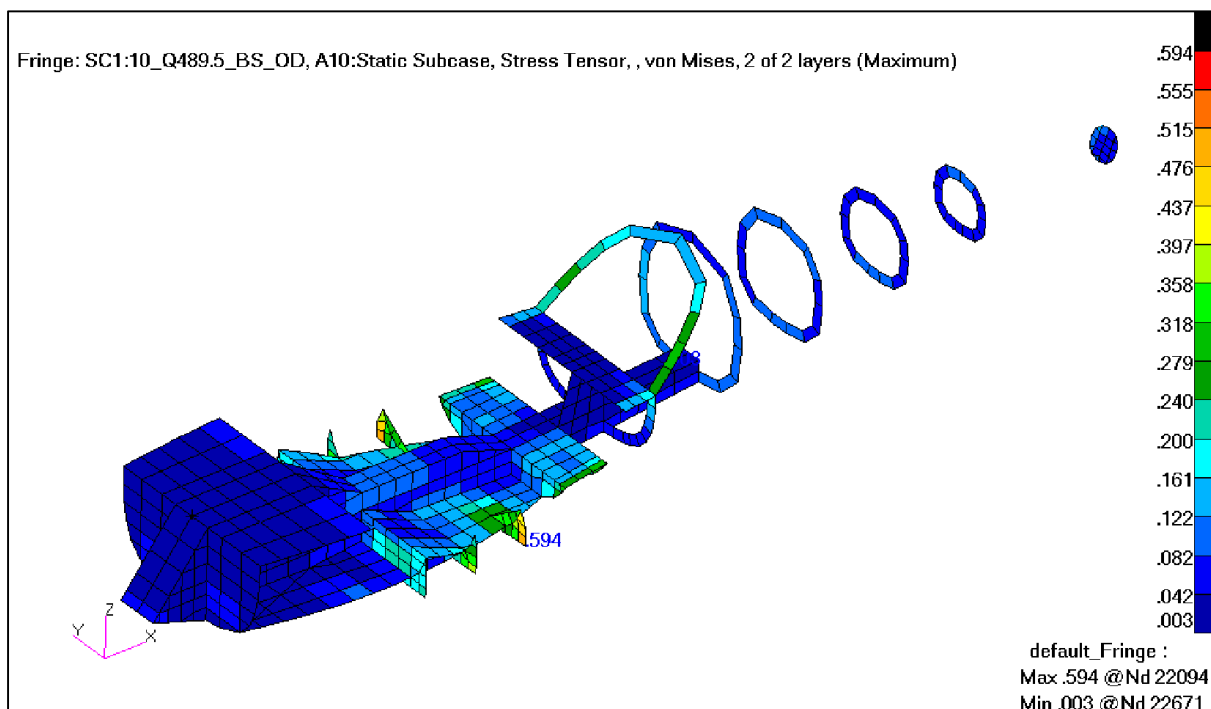
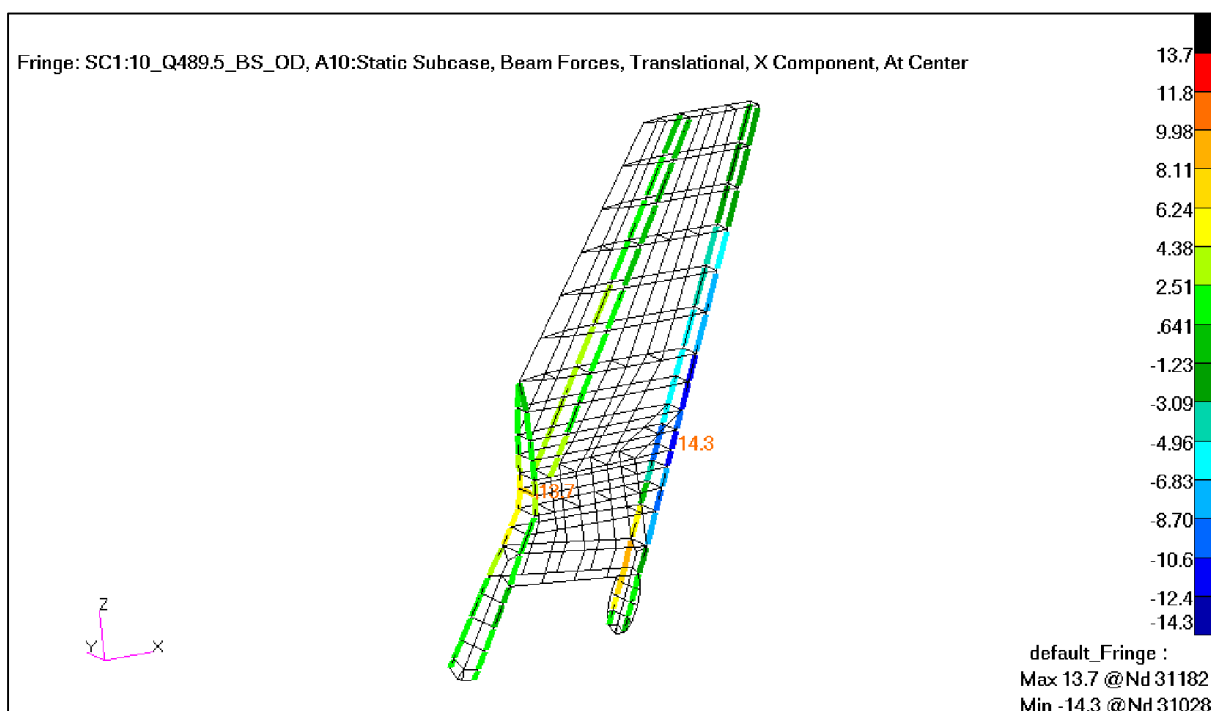
Rys. 309. Przypadek 10. Siły w kątownikach w kanale (kG). [17]

Rys. 310. Przypadek 10. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale  
(kG/mm<sup>2</sup>). [17]

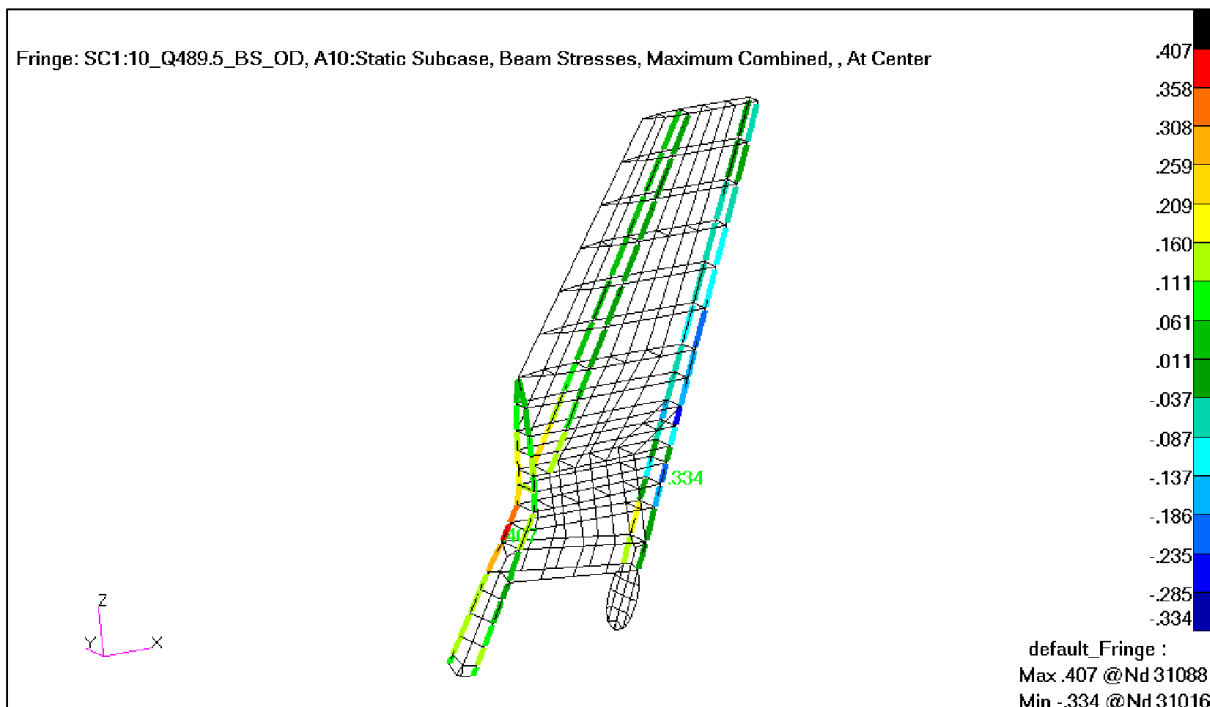


Rys. 311. Przypadek 10. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG). [17]

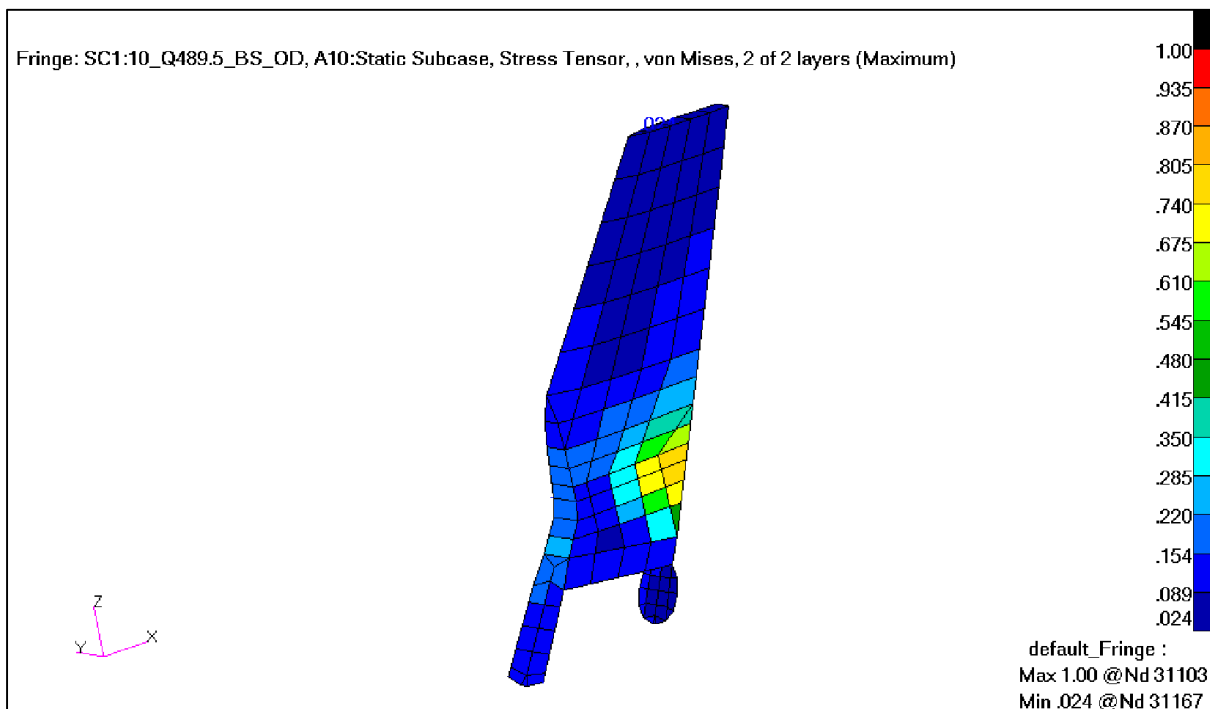
Rys. 312. Przypadek 10. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG/mm<sup>2</sup>). [17]

Rys. 313. Przypadek 10. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [17]

Rys. 314. Przypadek 10. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kG). [17]

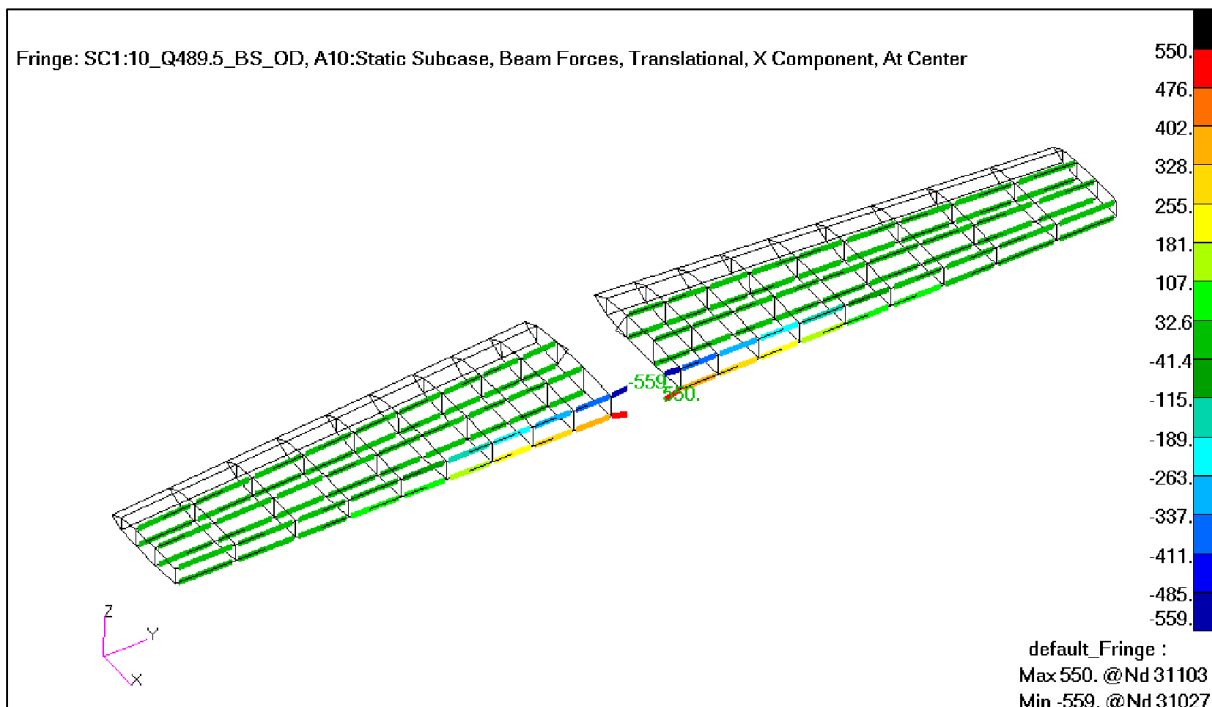


Rys. 315. Przypadek 10. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [17]

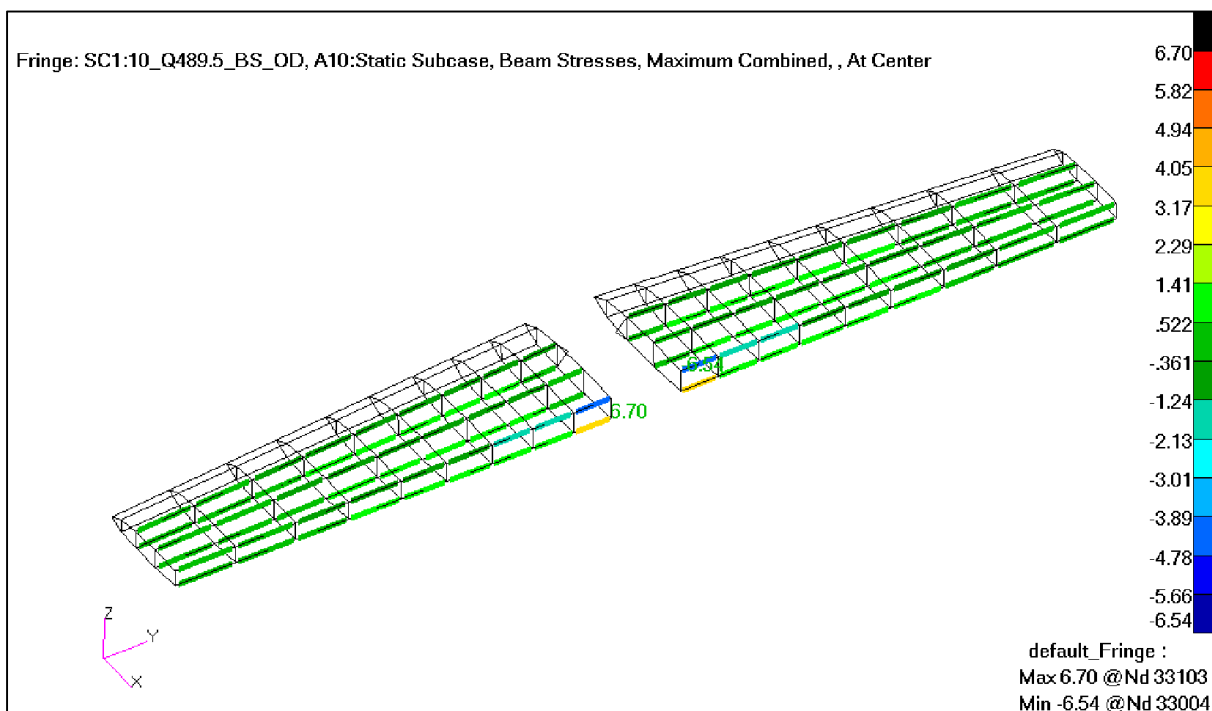


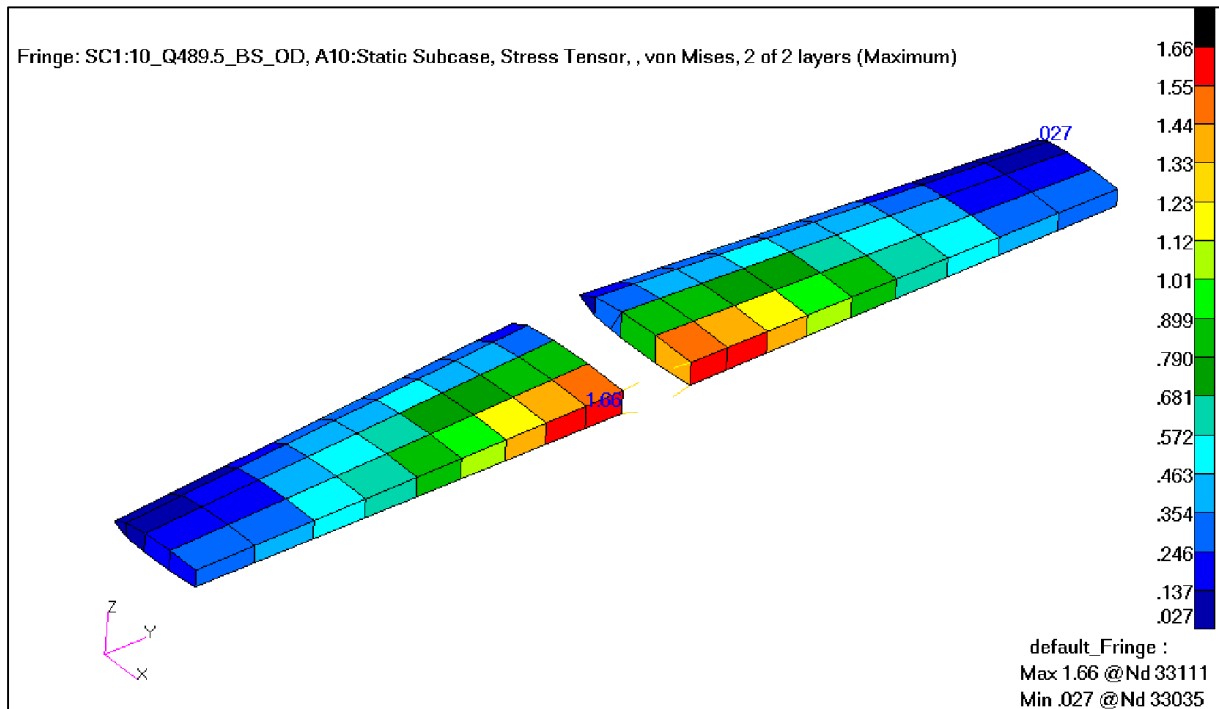
Rys. 316. Przypadek 10. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [17]





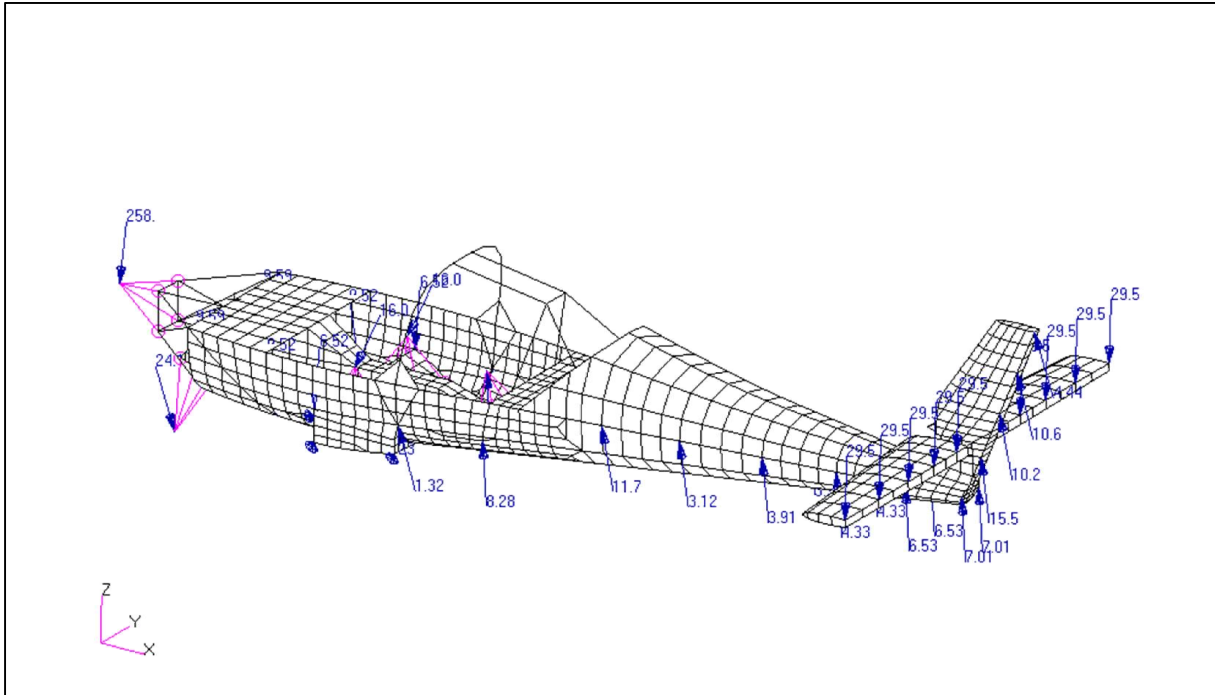
Rys. 317. Przypadek 10. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [17]

Rys. 318. Przypadek 10. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [17]

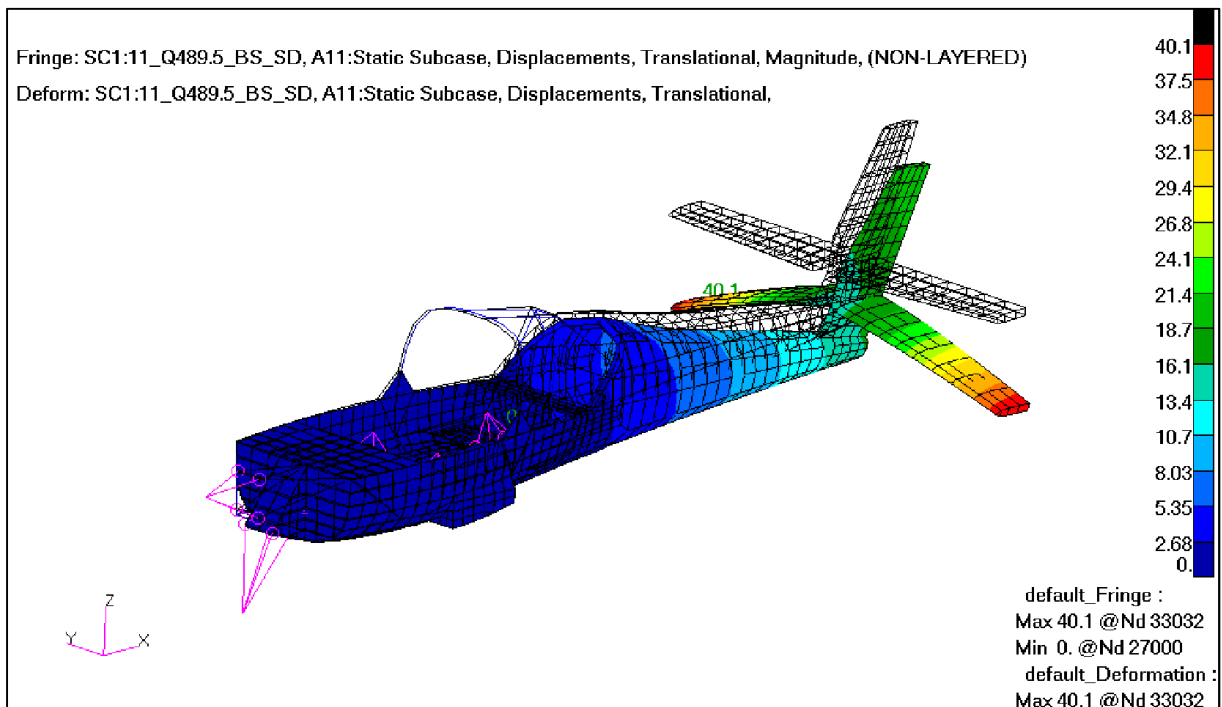


Rys. 319. Przypadek 10. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [17]

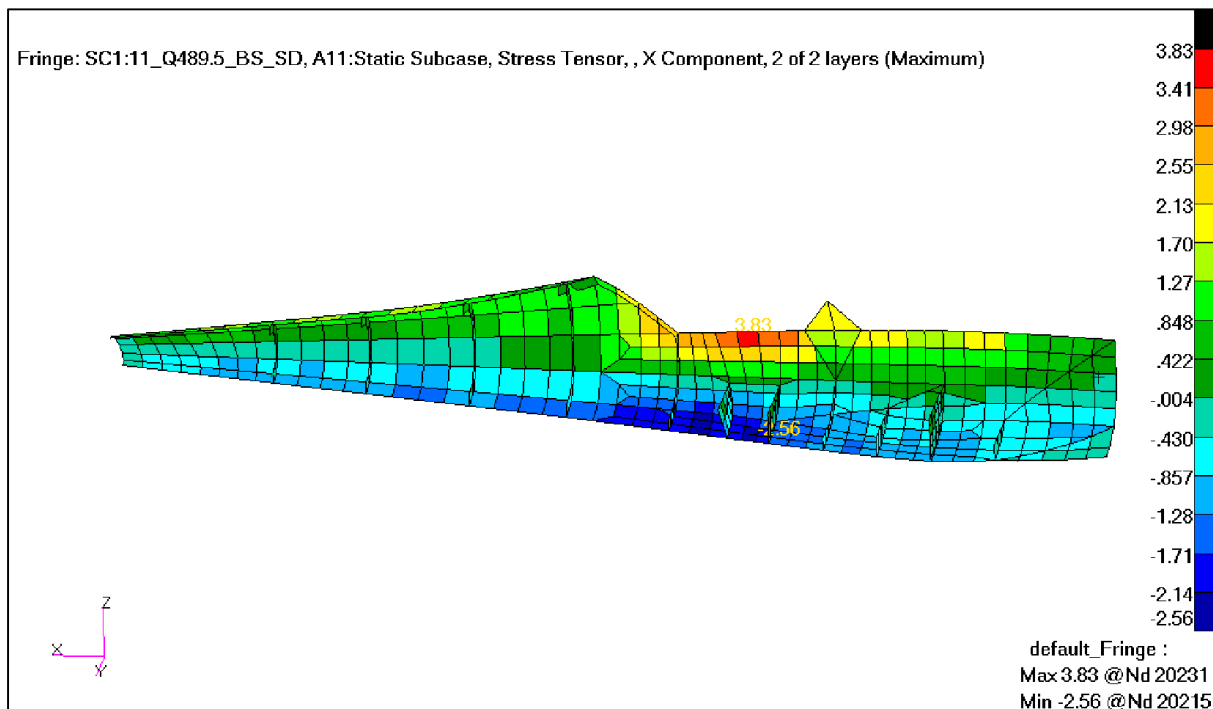
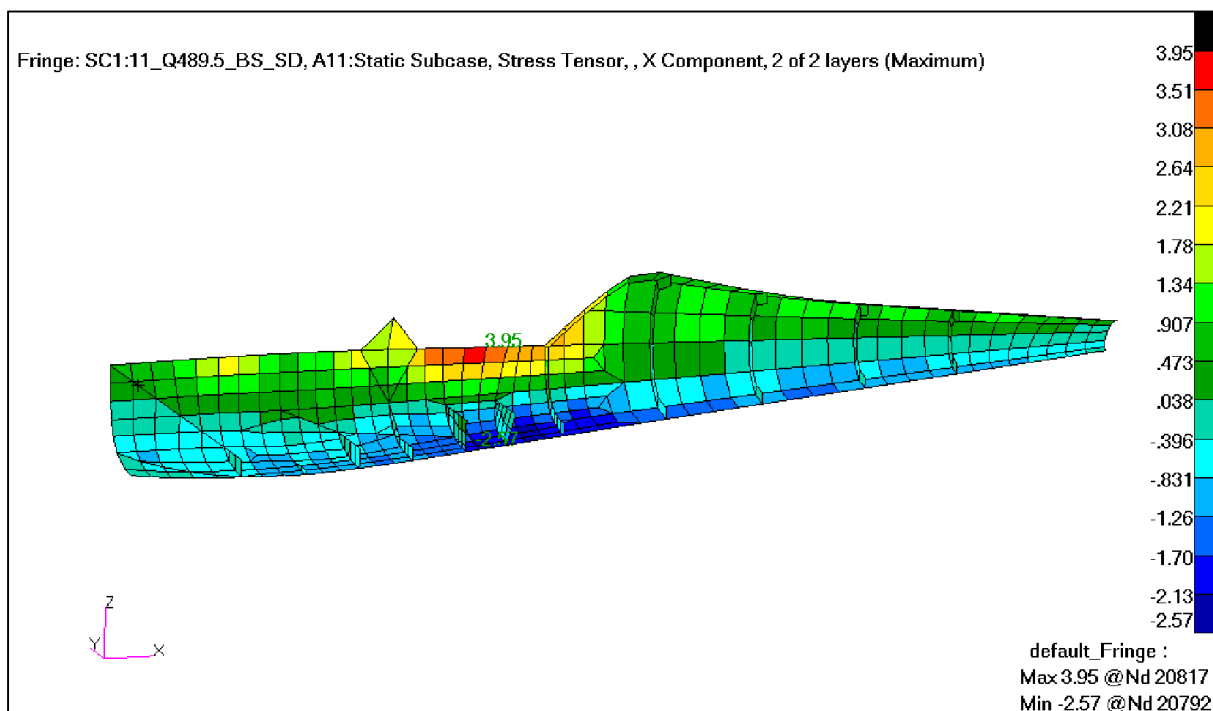
## 7.11. Przypadek 11 - masa 489,5 kg – brutalne sterowanie, ściągnięcie drążka

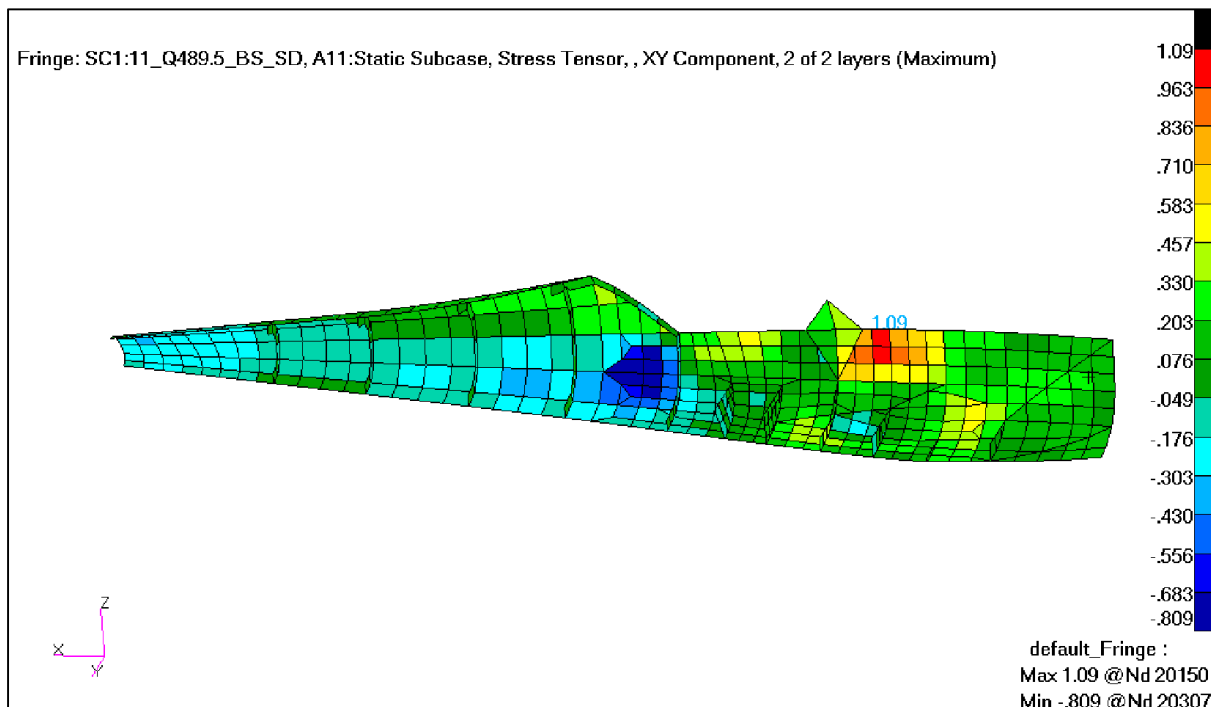
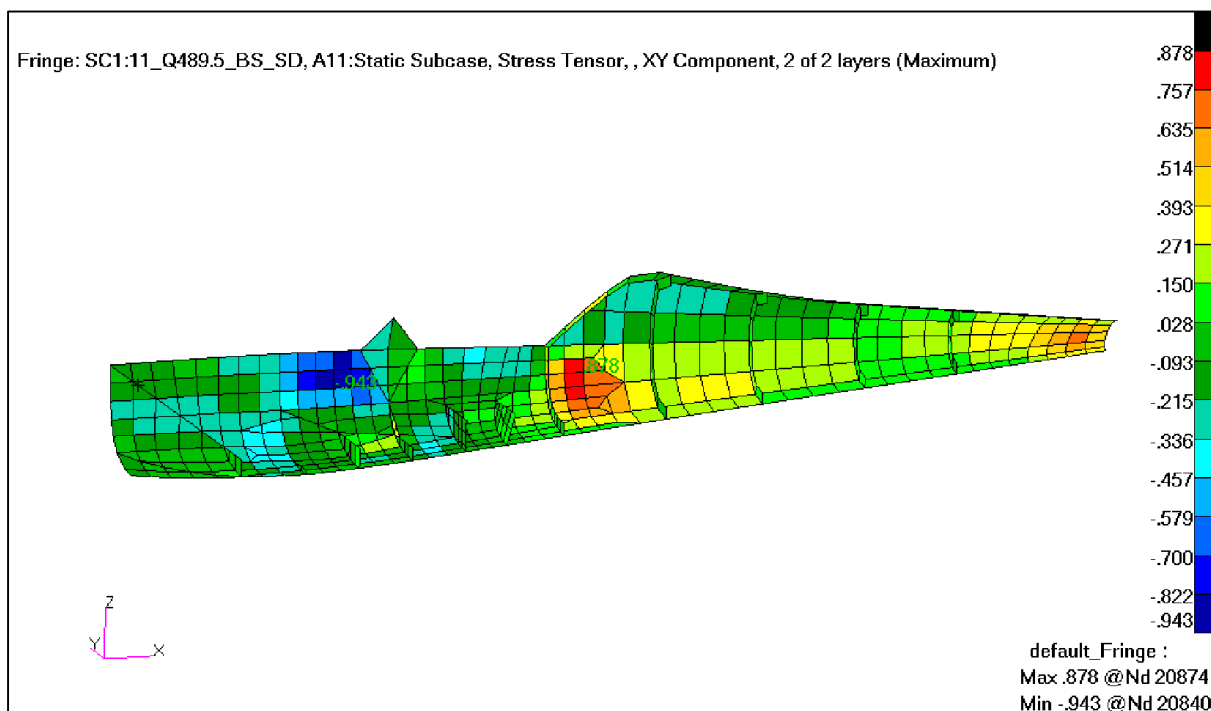


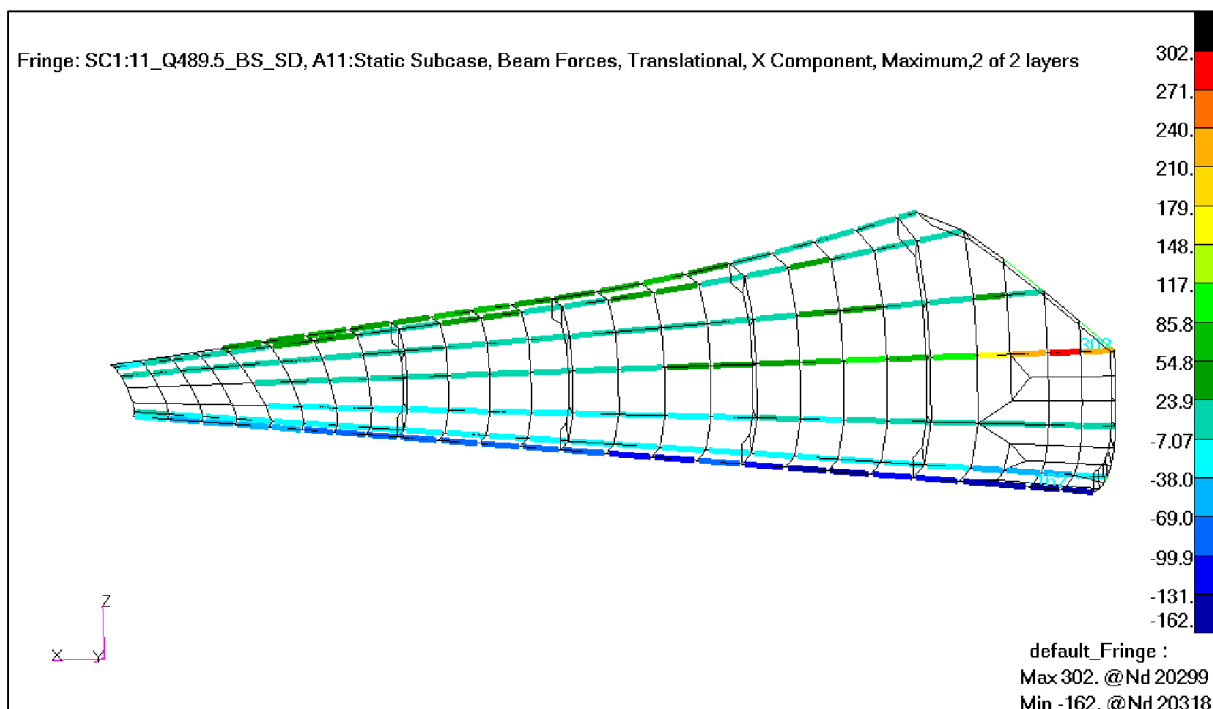
Rys. 320. Przypadek 11. Przyłożone obciążenie (kG). [18]



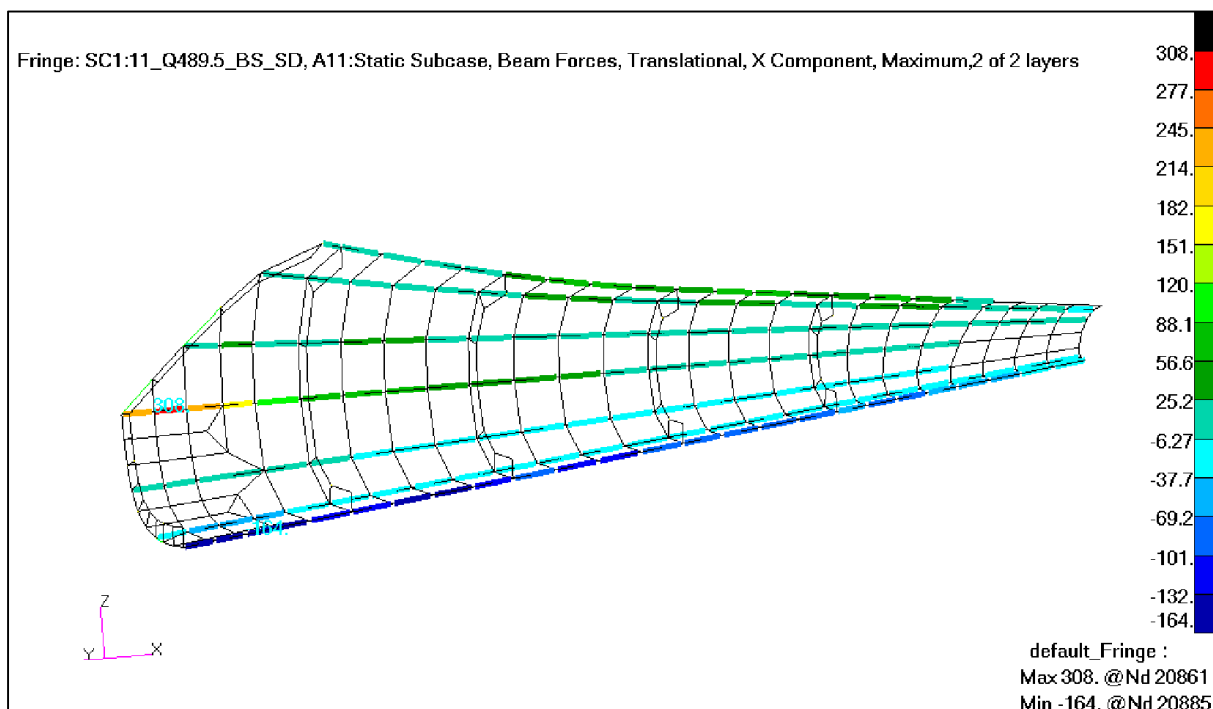
Rys. 321. Przypadek 11. Odształcenie struktury (mm). [18]

Rys. 322. Przypadek 11. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [18]Rys. 323. Przypadek 11. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [18]

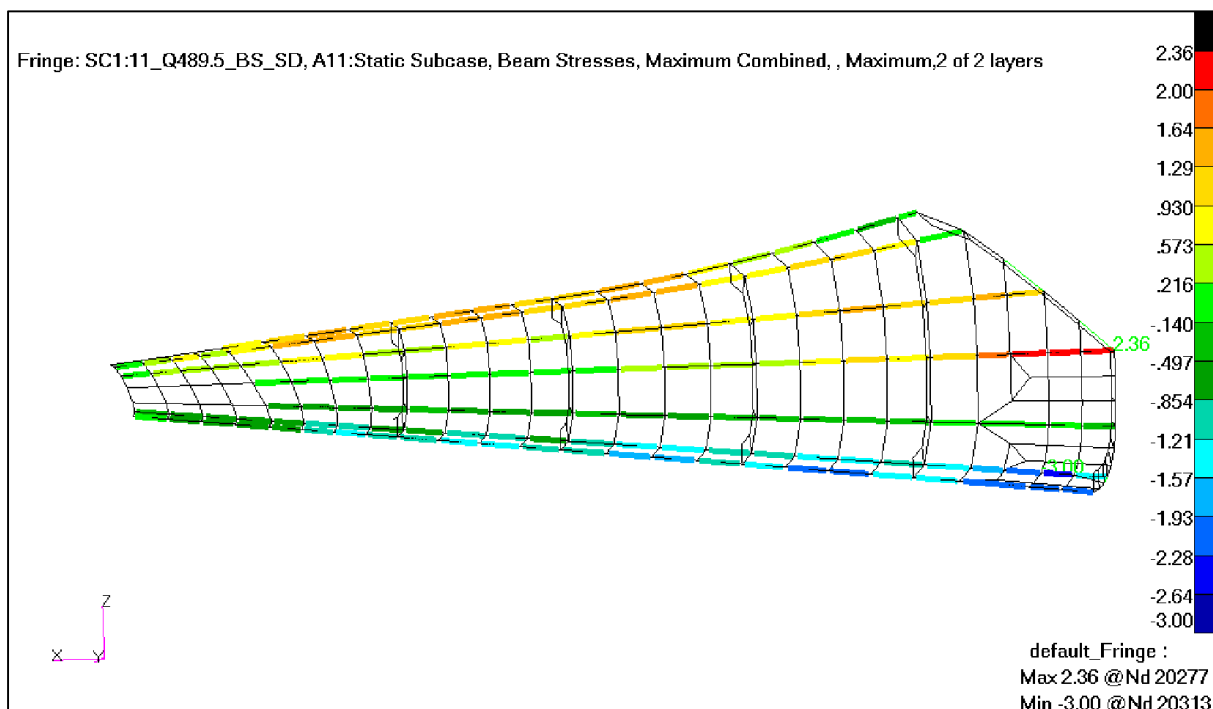
Rys. 324. Przypadek 11. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [18]Rys. 325. Przypadek 11. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba (kG/mm<sup>2</sup>). [18]



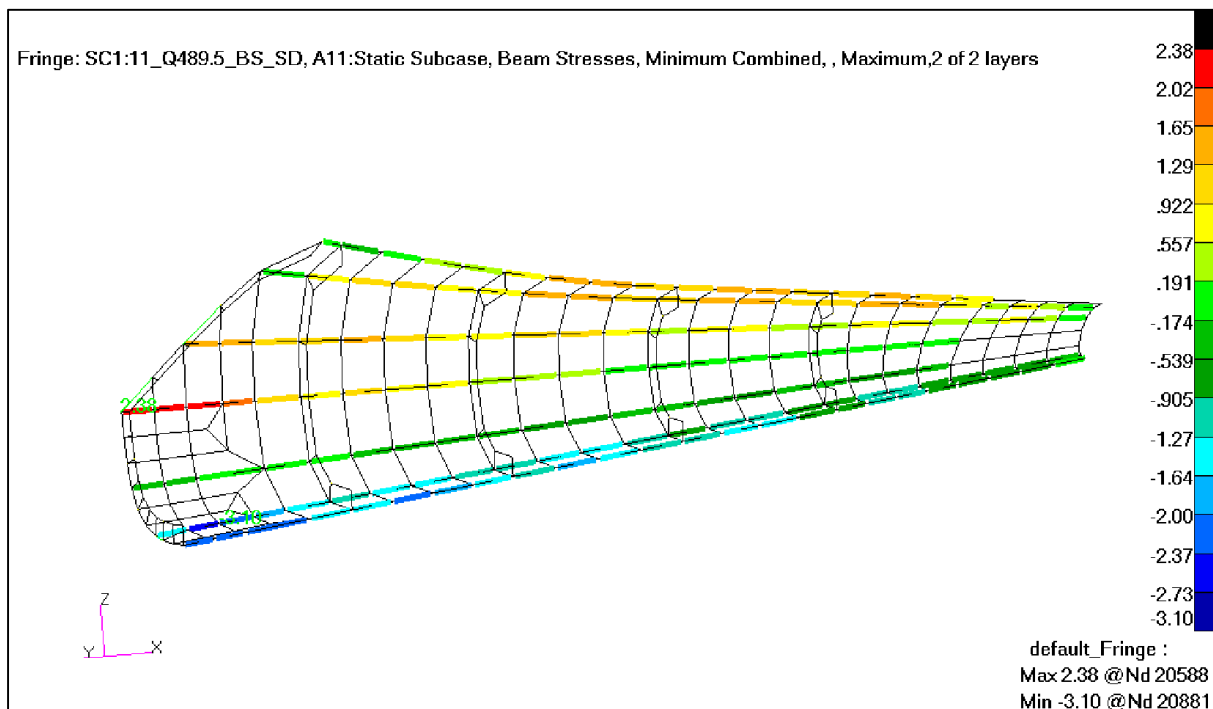
Rys. 326. Przypadek 11. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [18]



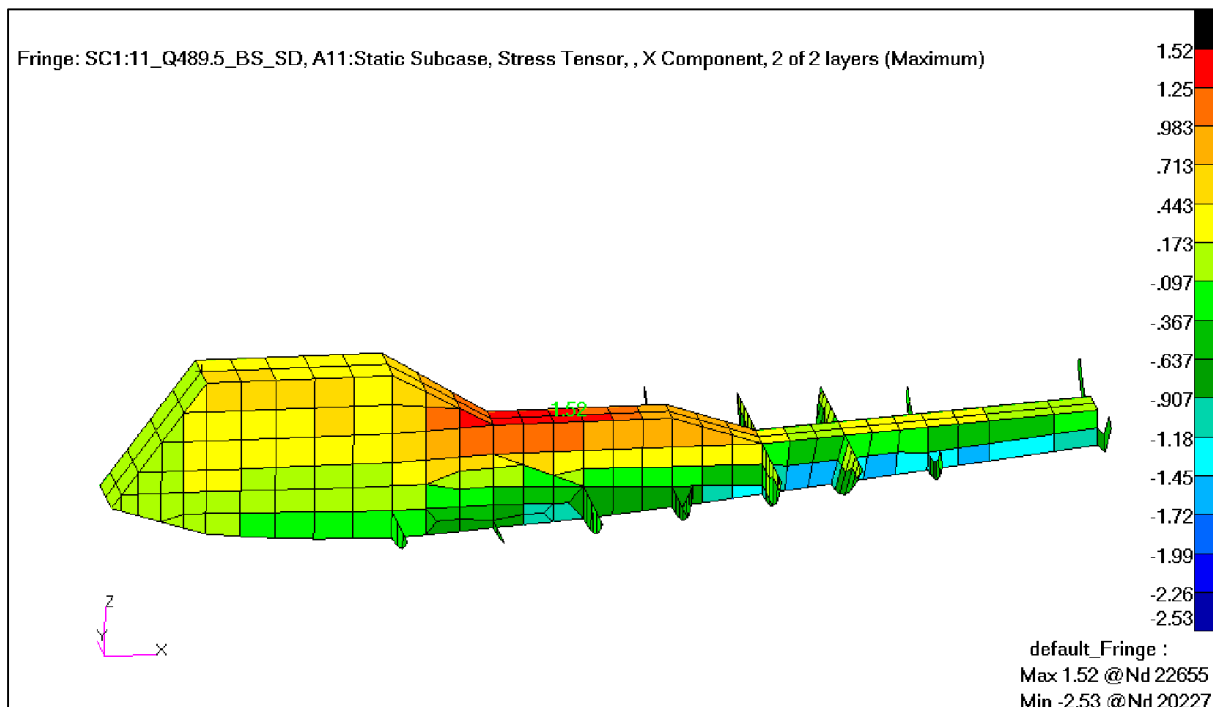
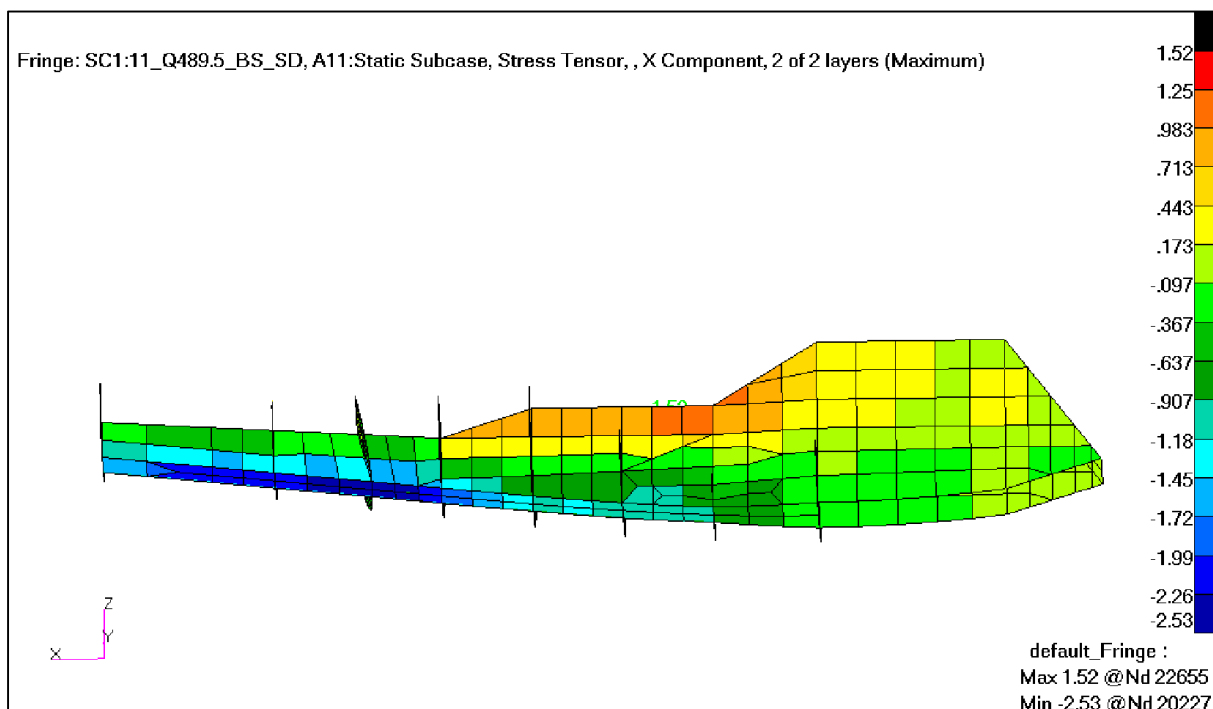
Rys. 327. Przypadek 11. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [18]



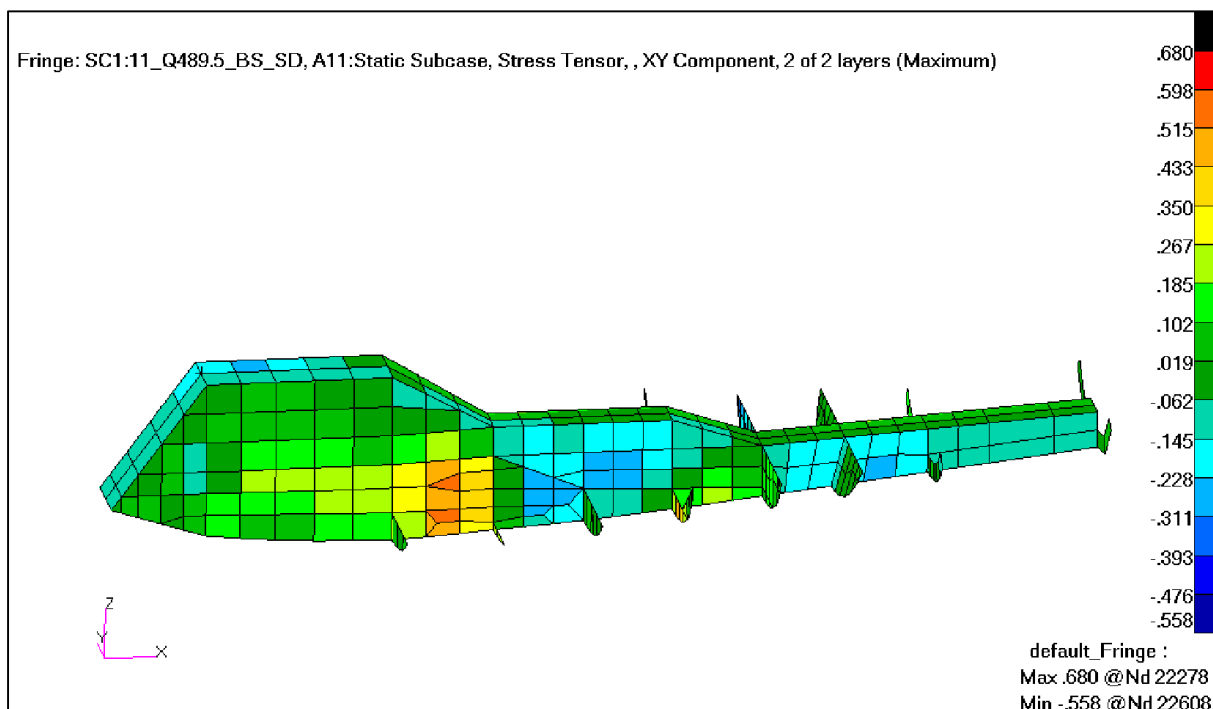
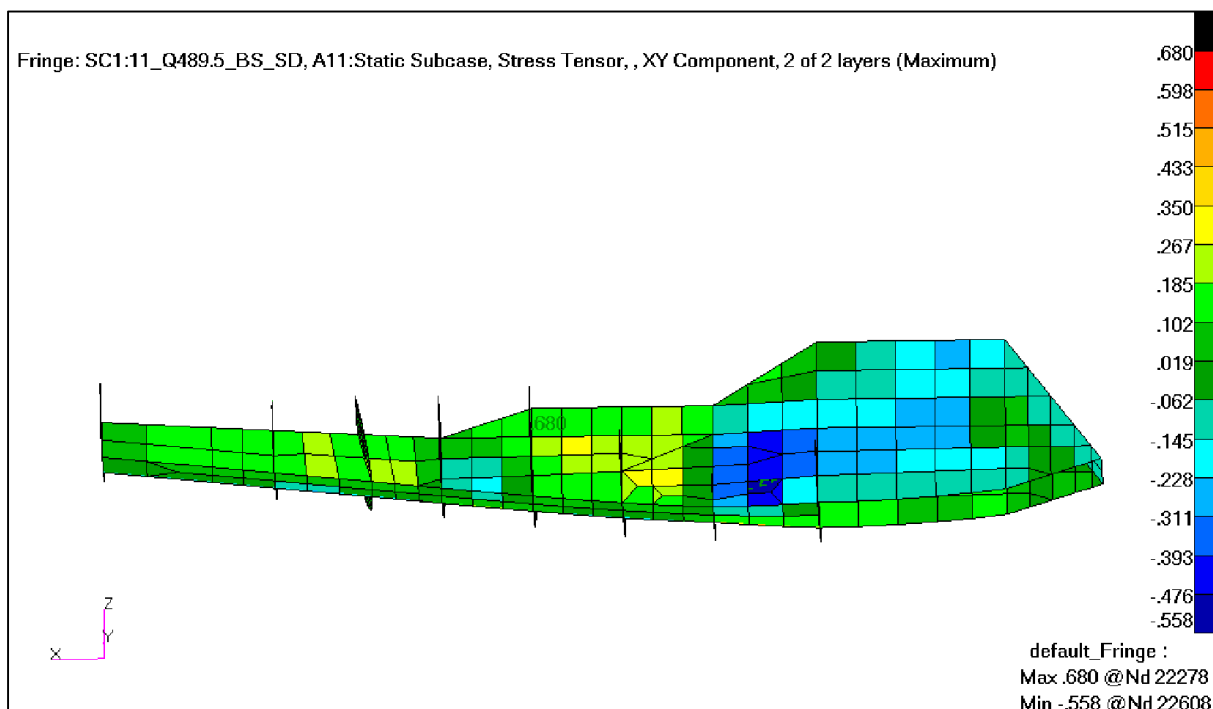
Rys. 328. Przypadek 11. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [18]

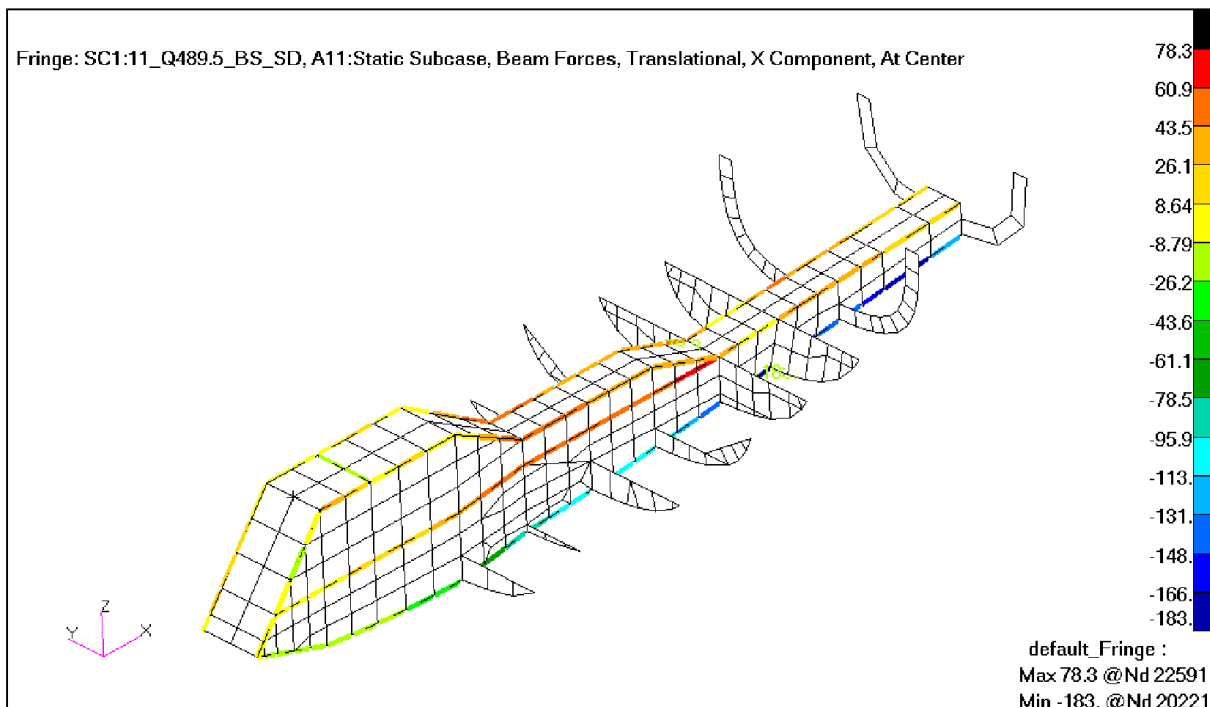


Rys. 329. Przypadek 11. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [18]

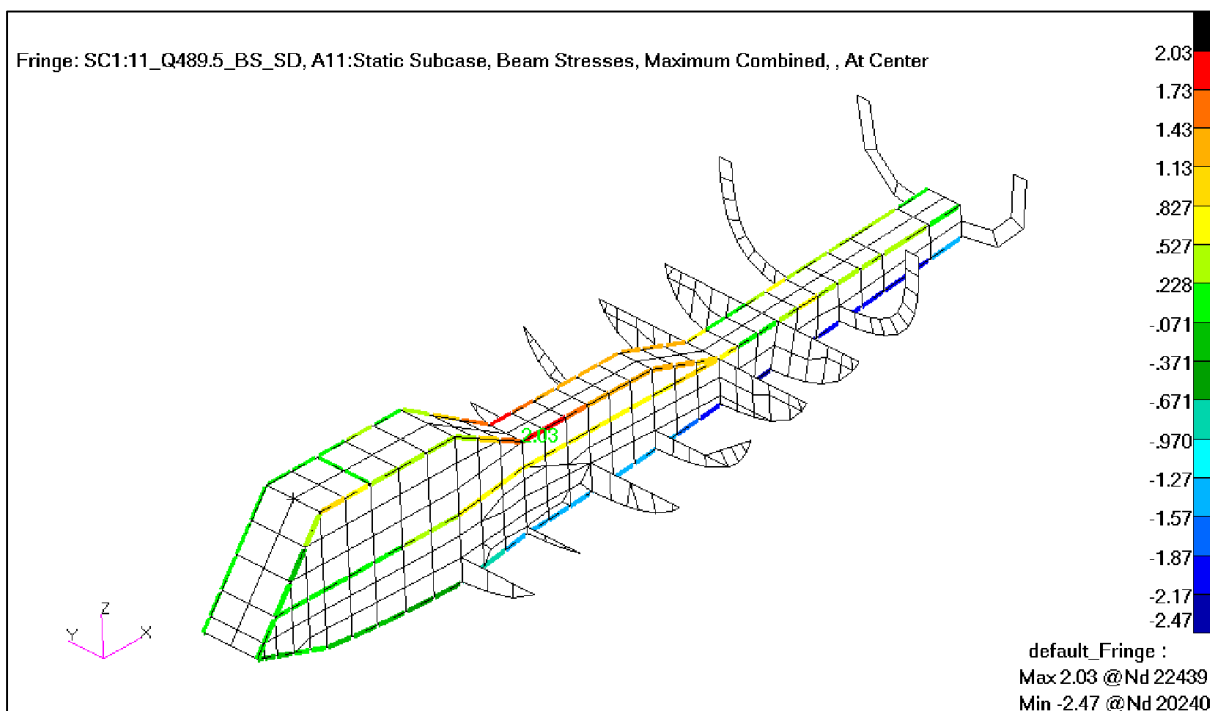
Rys. 330. Przypadek 11. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [18]Rys. 331. Przypadek 11. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [18]

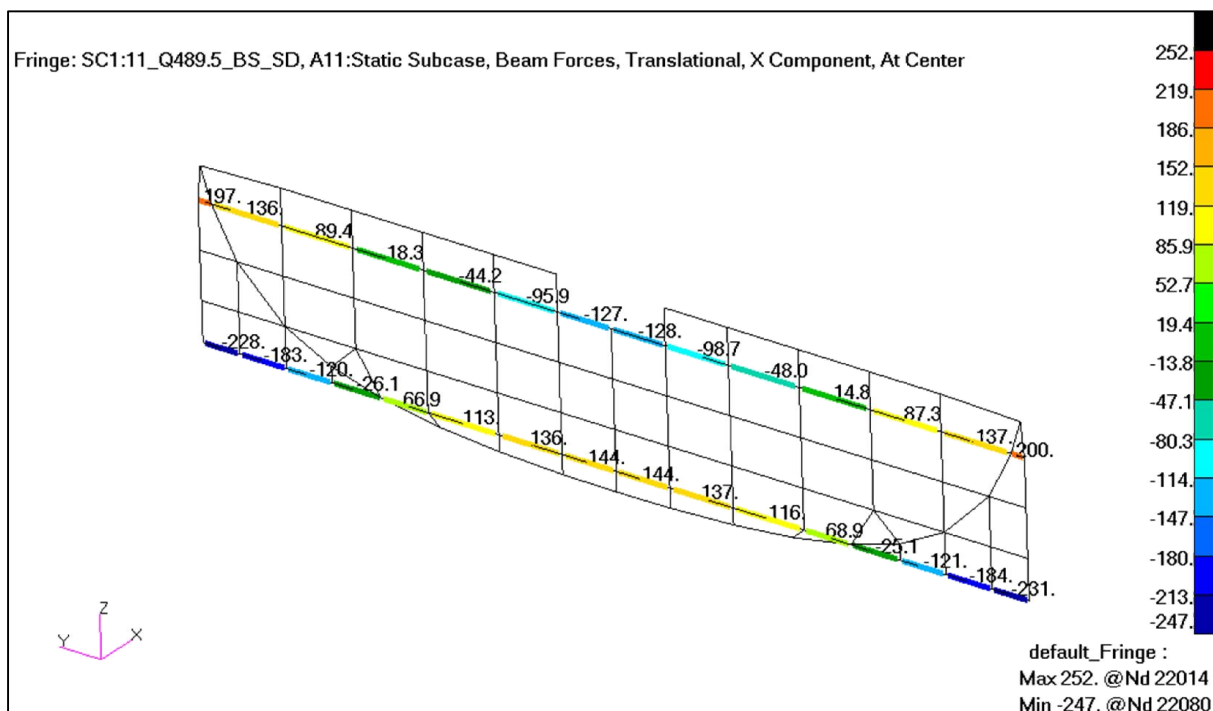


Rys. 332. Przypadek 11. Naprężenia ścianaające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [18]Rys. 333. Przypadek 11. Naprężenia ścianaające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [18]

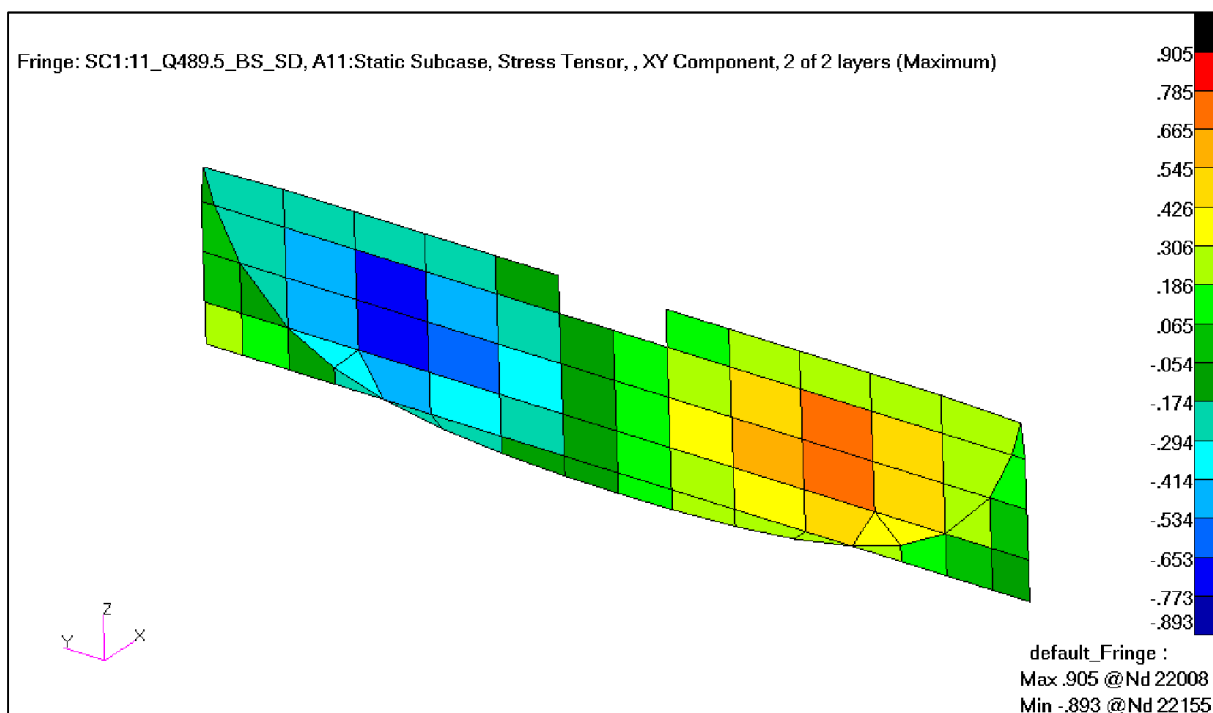


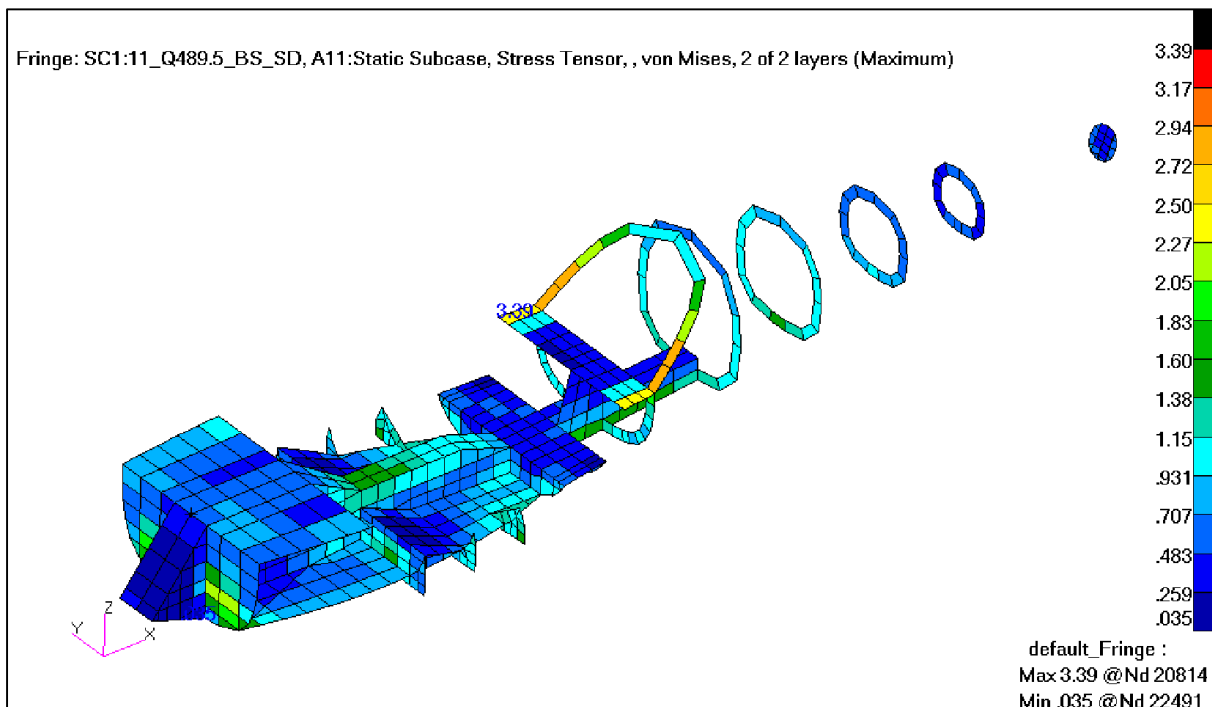
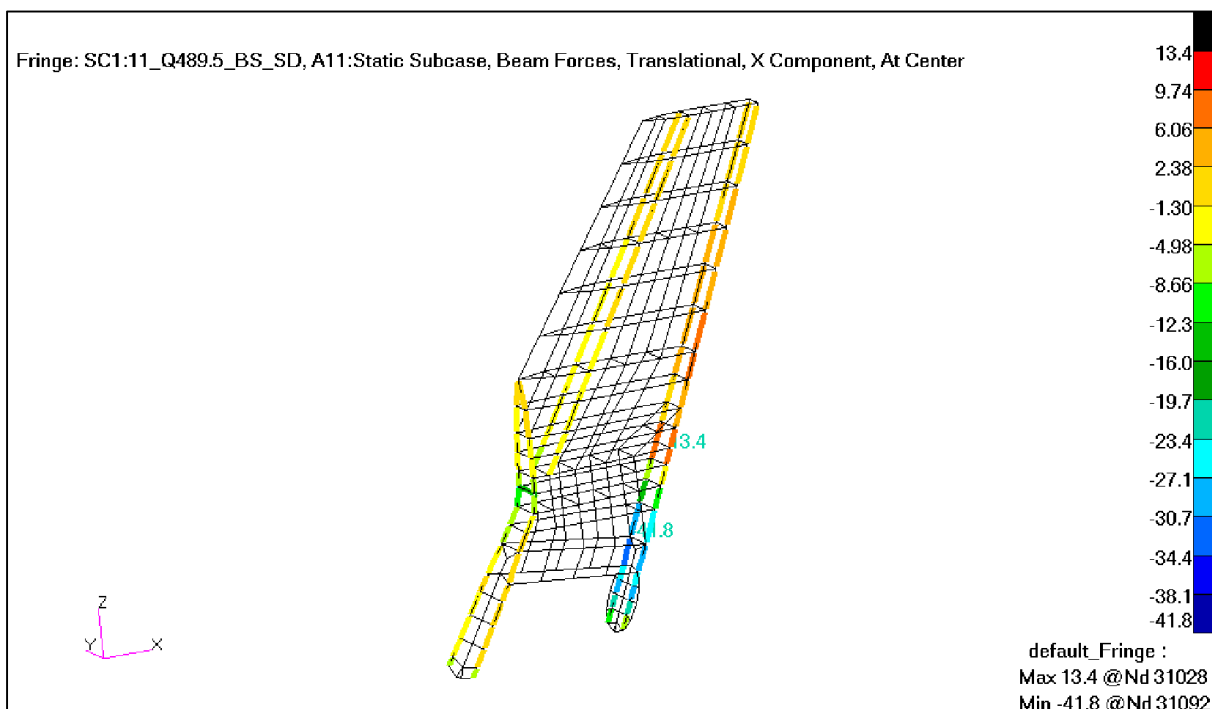
Rys. 334. Przypadek 11. Siły w kątownikach w kanale (kG). [18]

Rys. 335. Przypadek 11. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale  
(kG/mm<sup>2</sup>). [18]

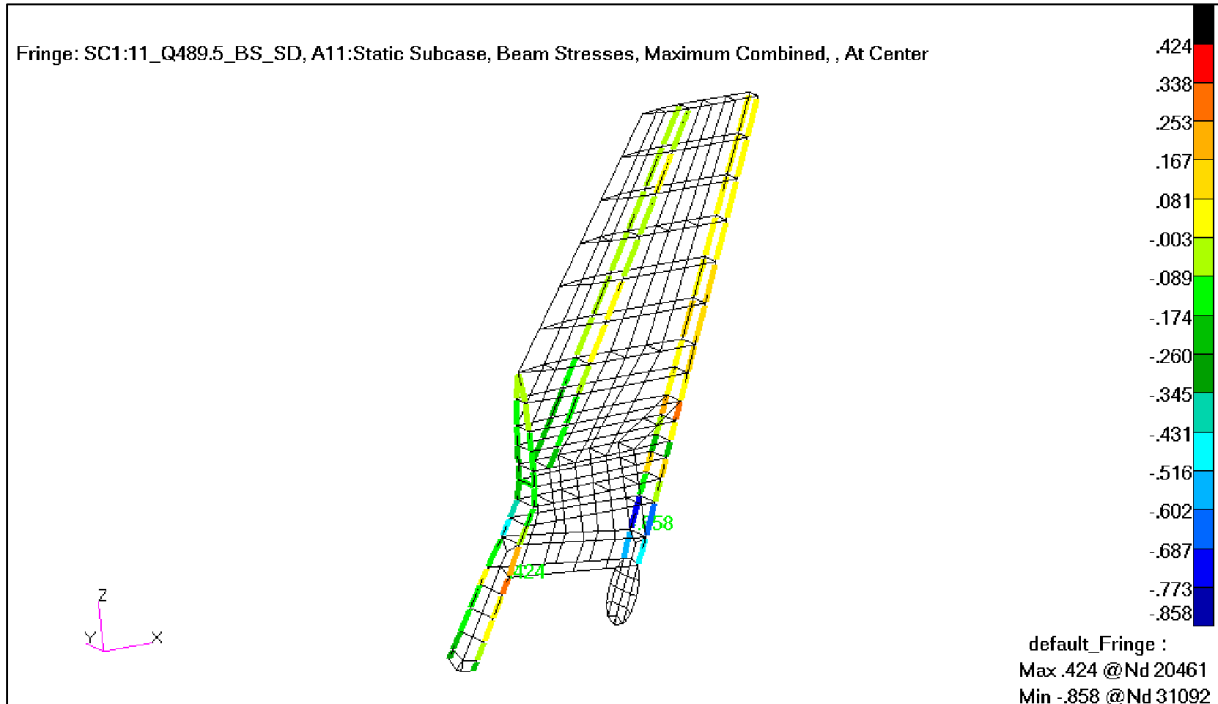


Rys. 336. Przypadek 11. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG). [18]

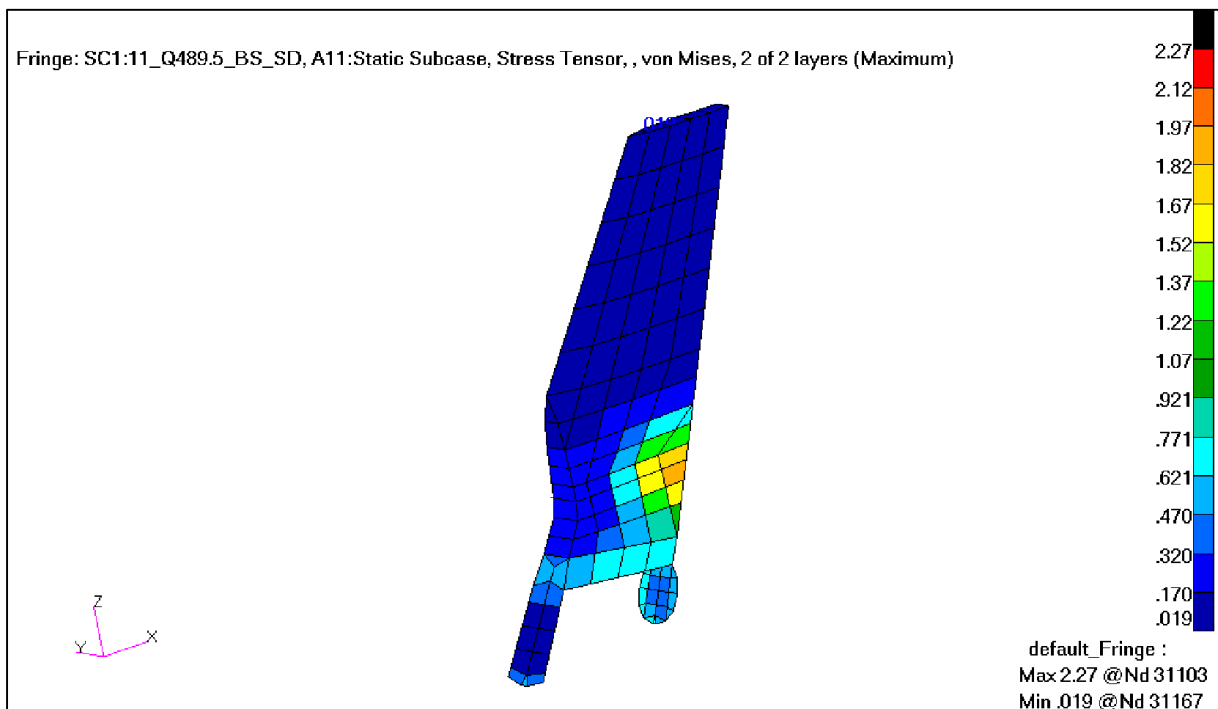
Rys. 337. Przypadek 11. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wrędze 3 (kG/mm<sup>2</sup>). [18]

Rys. 338. Przypadek 11. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [18]

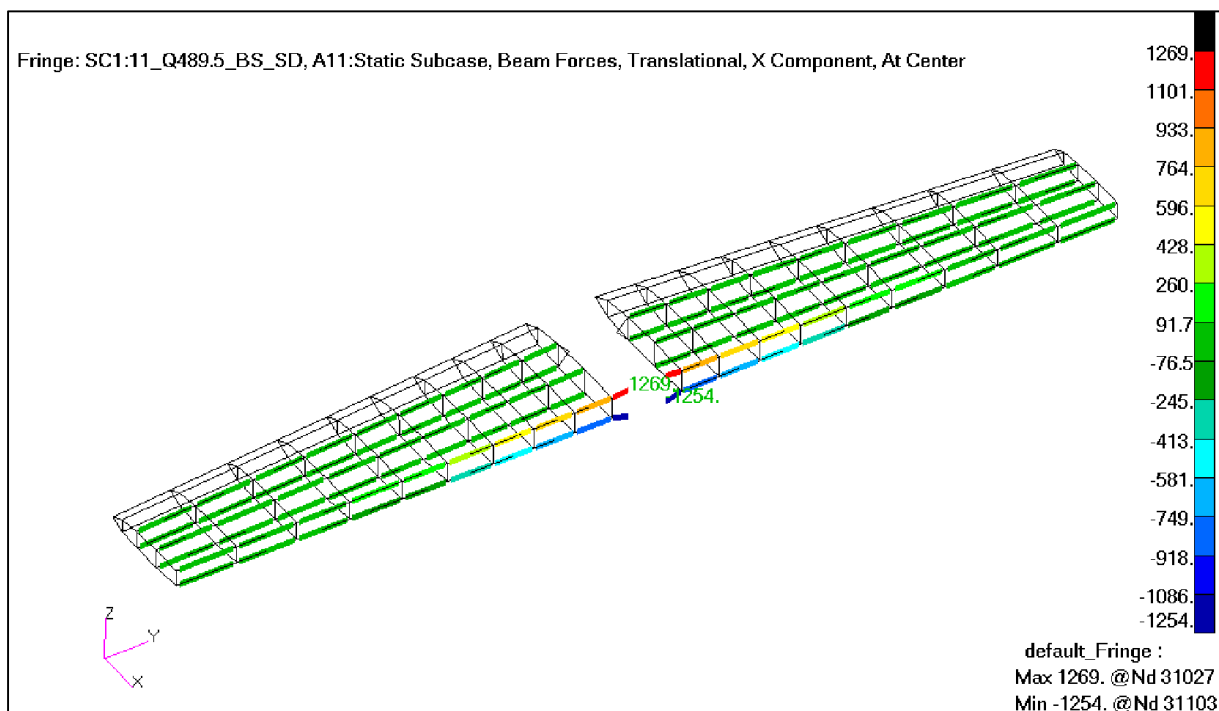
Rys. 339. Przypadek 11. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kG). [18]



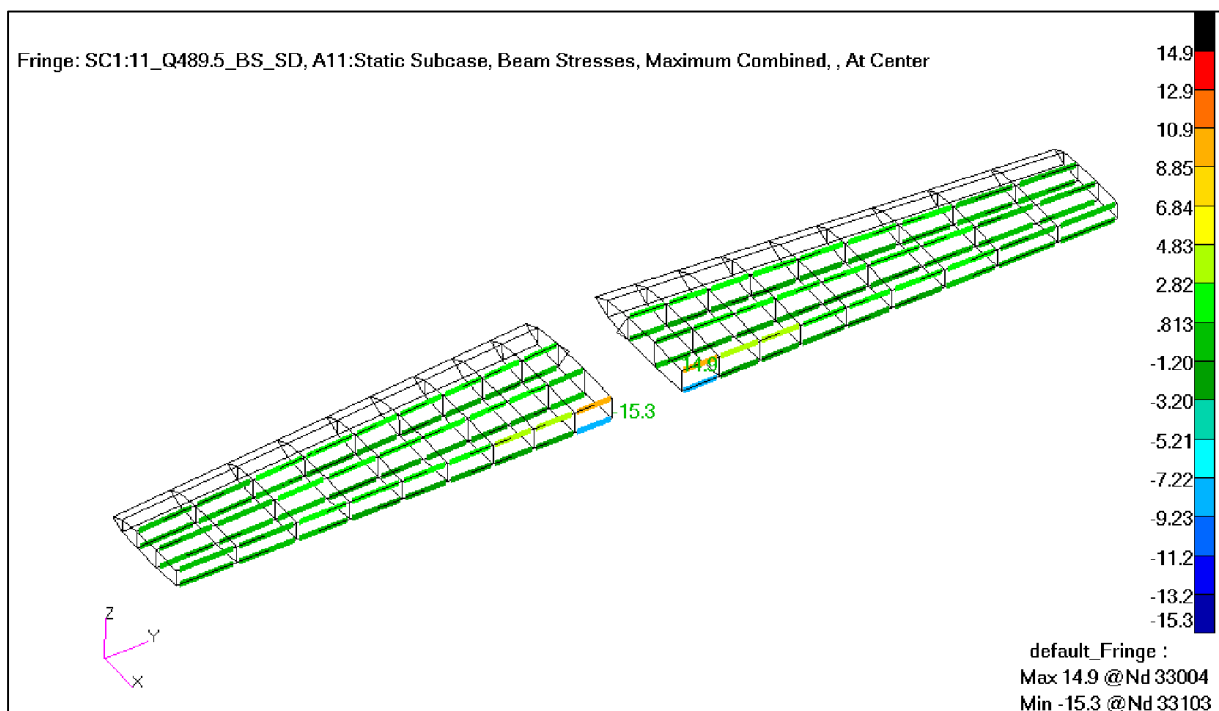
Rys. 340. Przypadek 11. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [18]

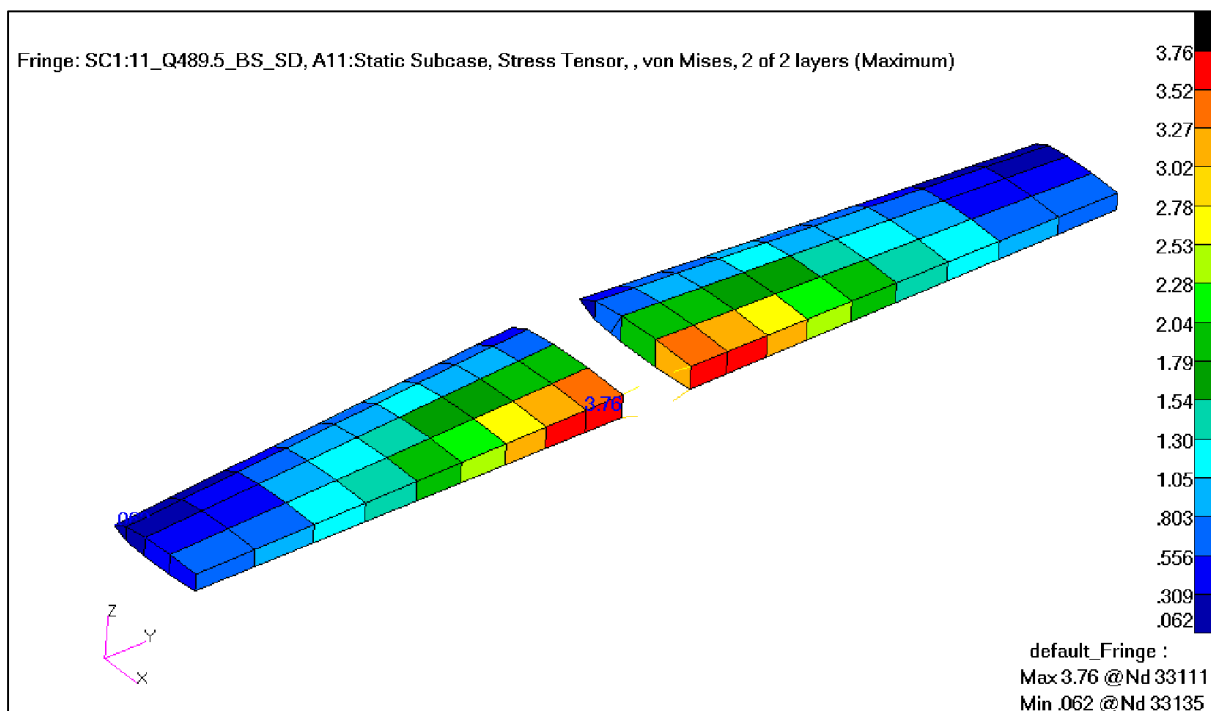


Rys. 341. Przypadek 11. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [18]



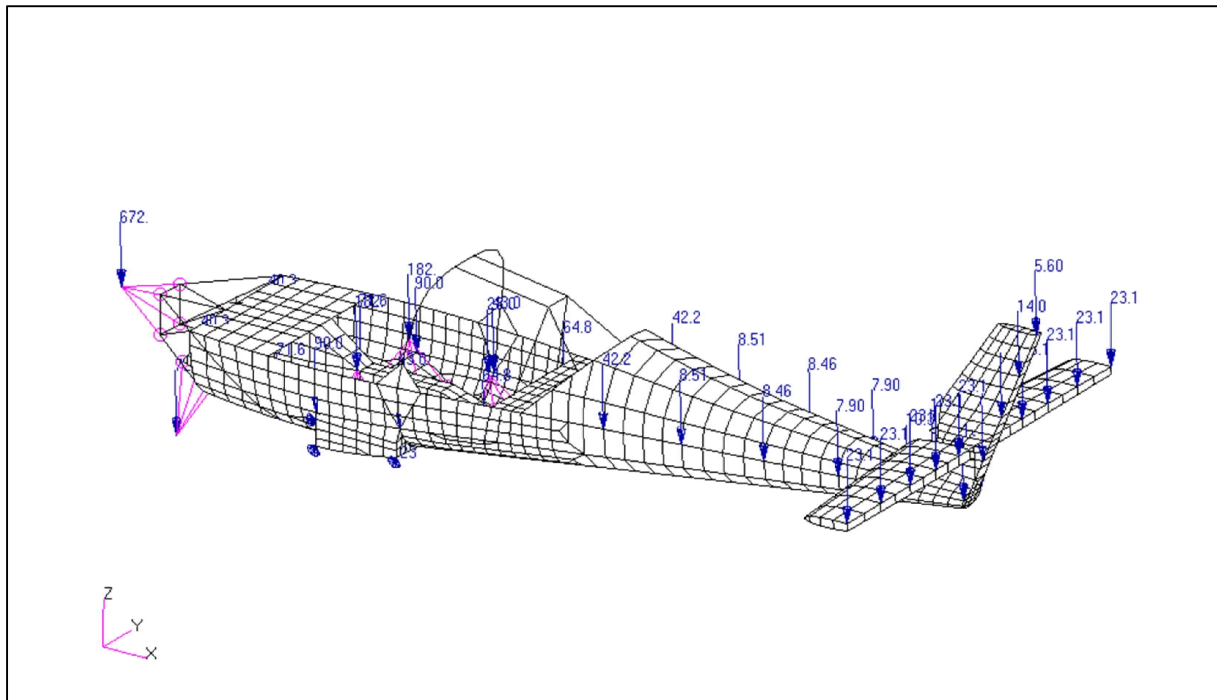
Rys. 342. Przypadek 11. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [18]

Rys. 343. Przypadek 11. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [18]

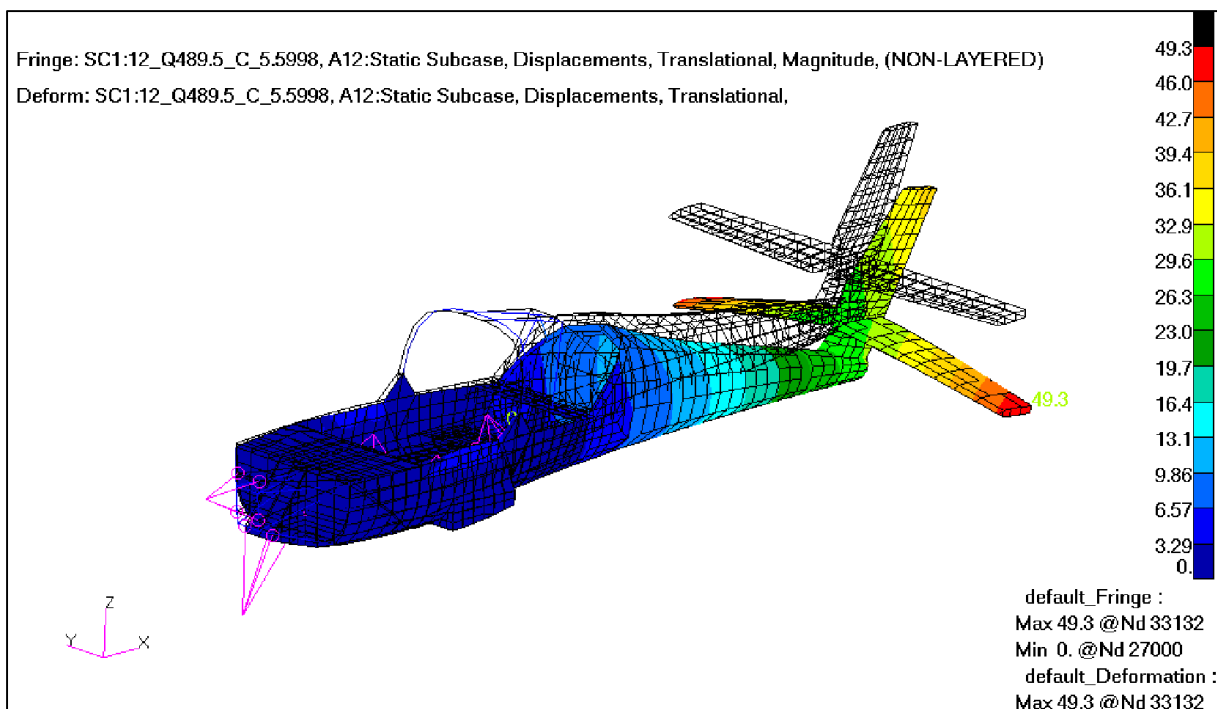


Rys. 344. Przypadek 11. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [18]

## 7.12. Przypadek 12 - masa 489,5 kg – punkt C krzywej wyrwania, n=5,5998

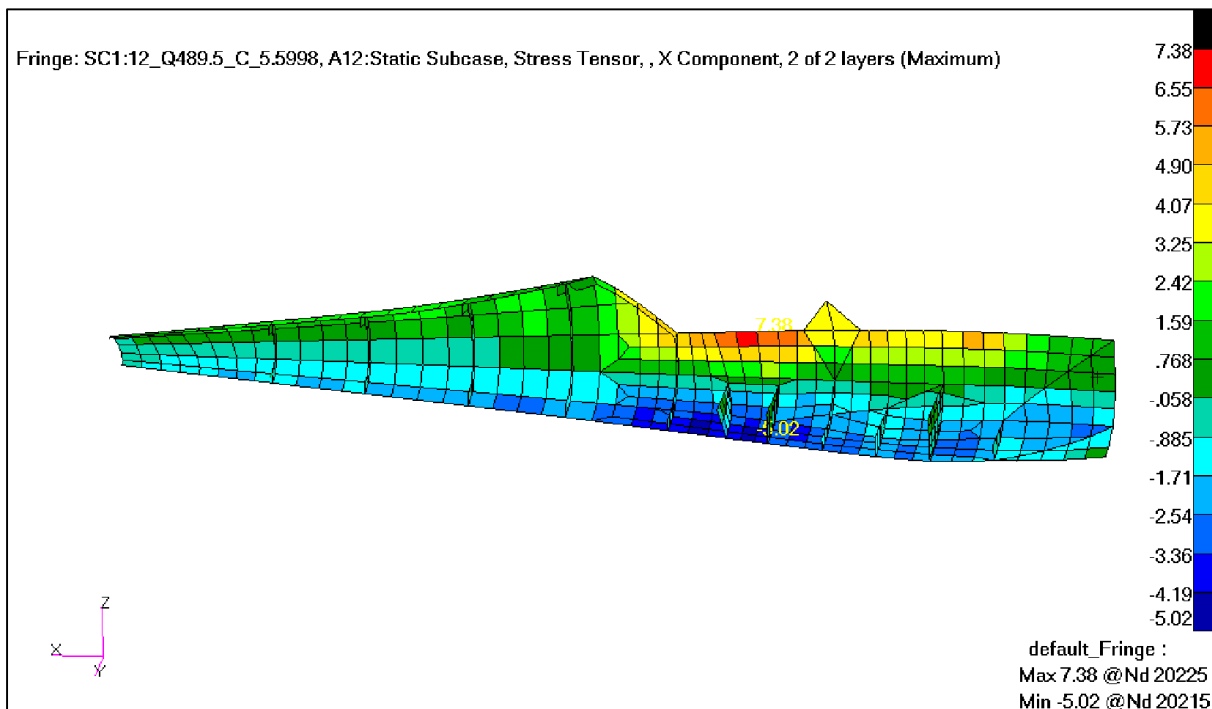
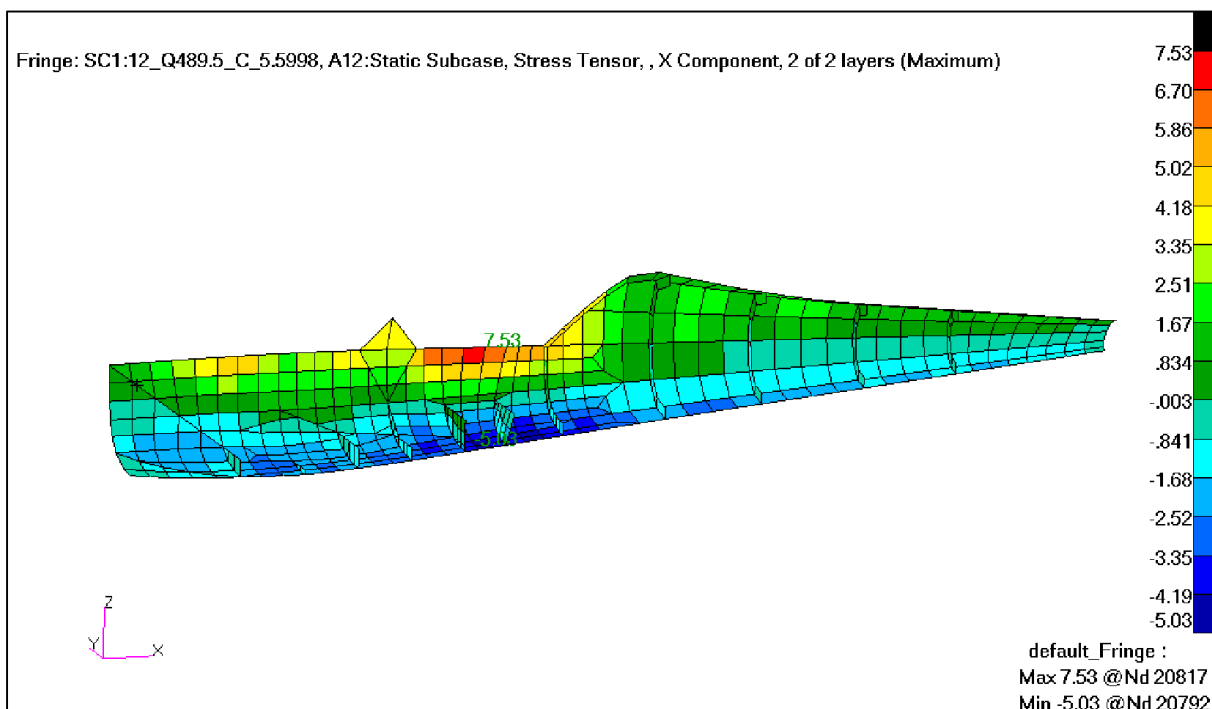


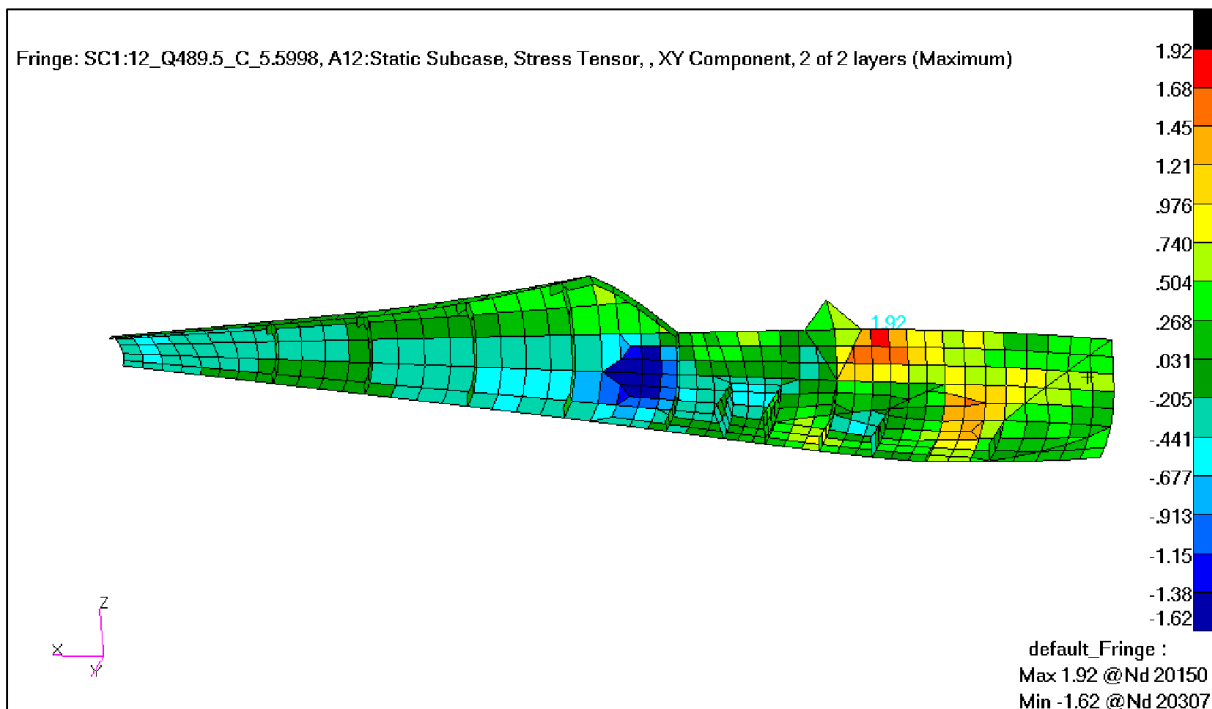
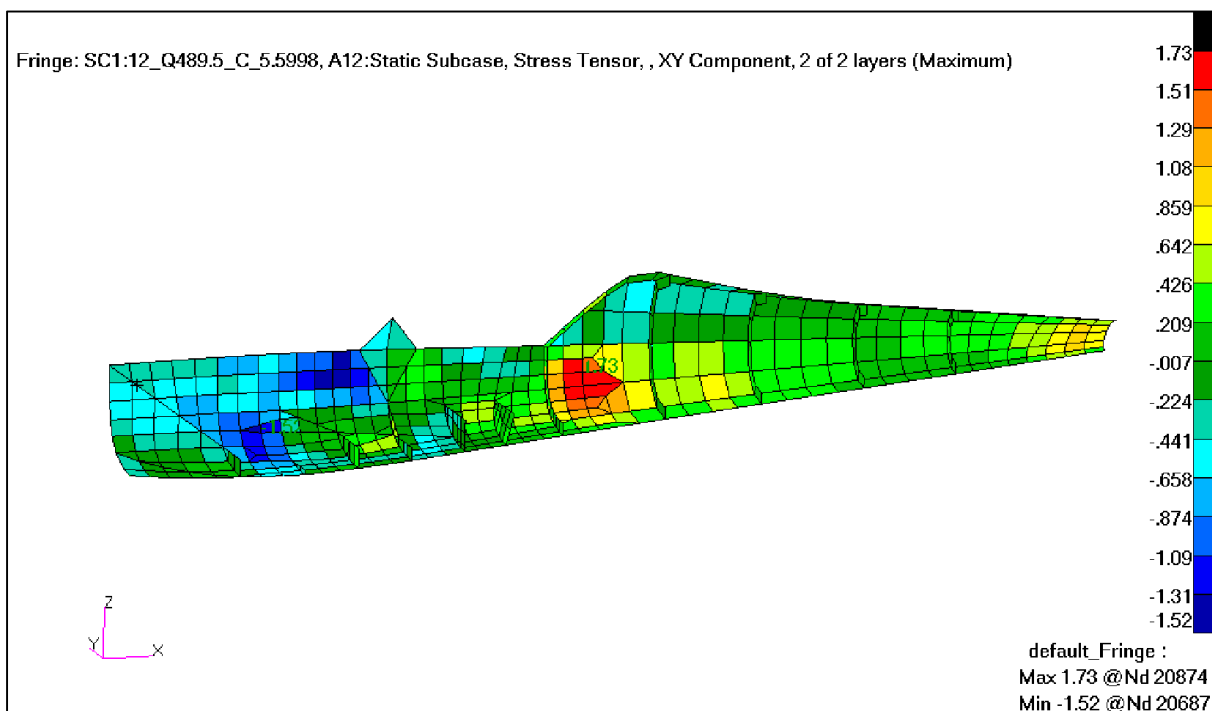
Rys. 345. Przypadek 12. Przyłożone obciążenie (kg). [19]

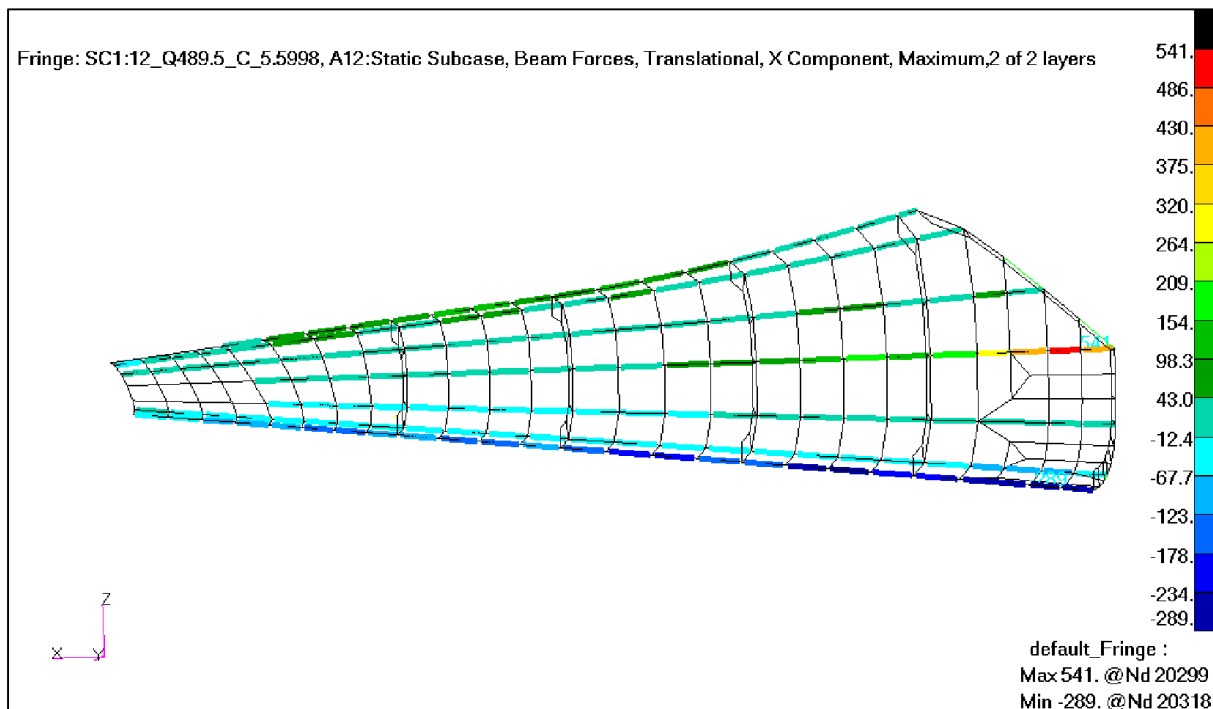


Rys. 346. Przypadek 12. Odształcenie struktury (mm). [19]

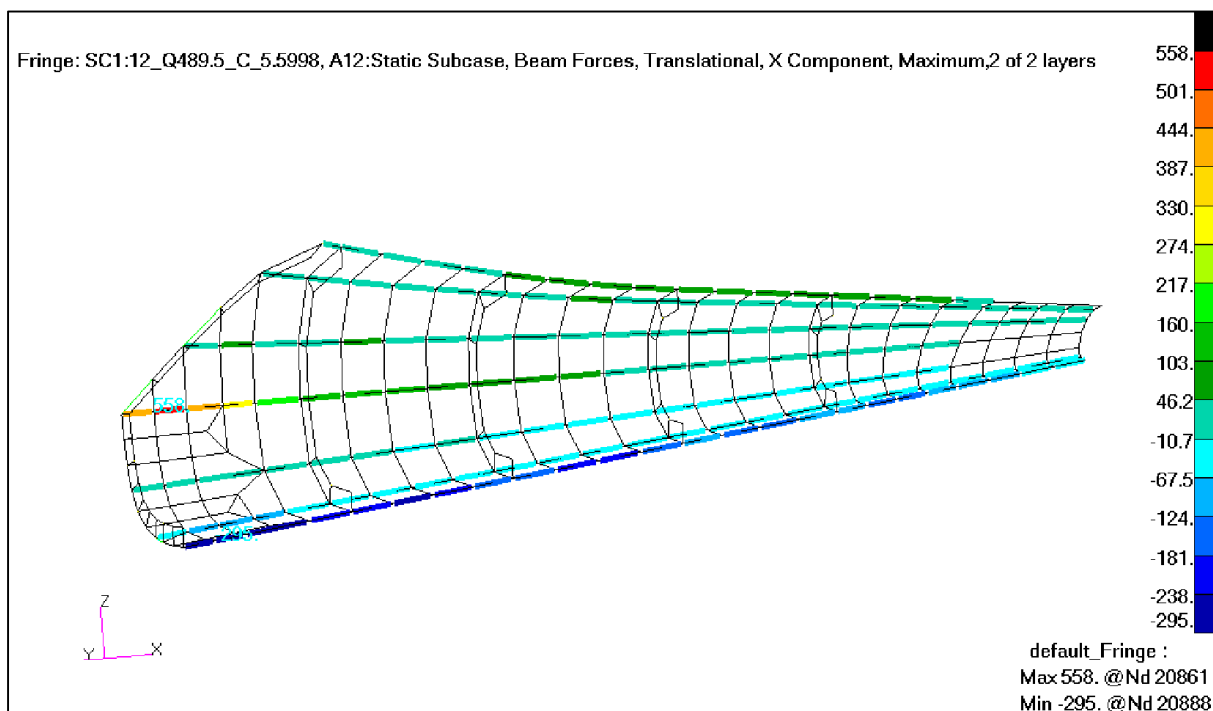


Rys. 347. Przypadek 12. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [19]Rys. 348. Przypadek 12. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [19]

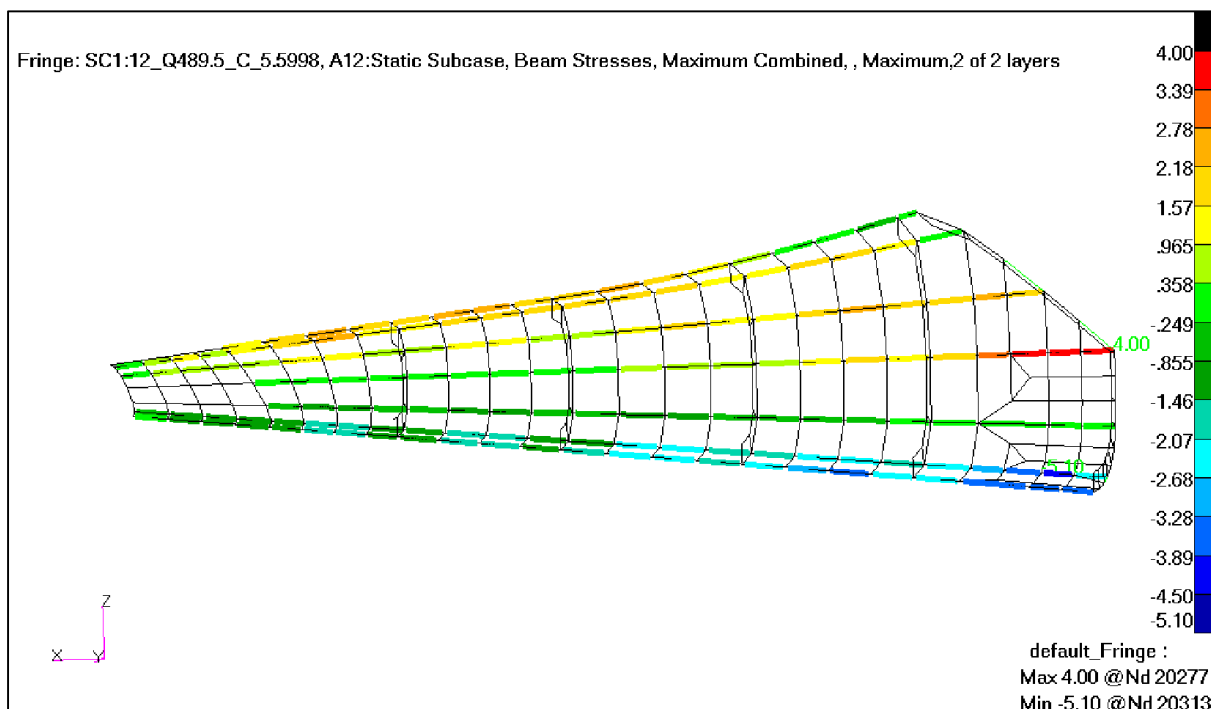
Rys. 349. Przypadek 12. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [19]Rys. 350. Przypadek 12. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [19]



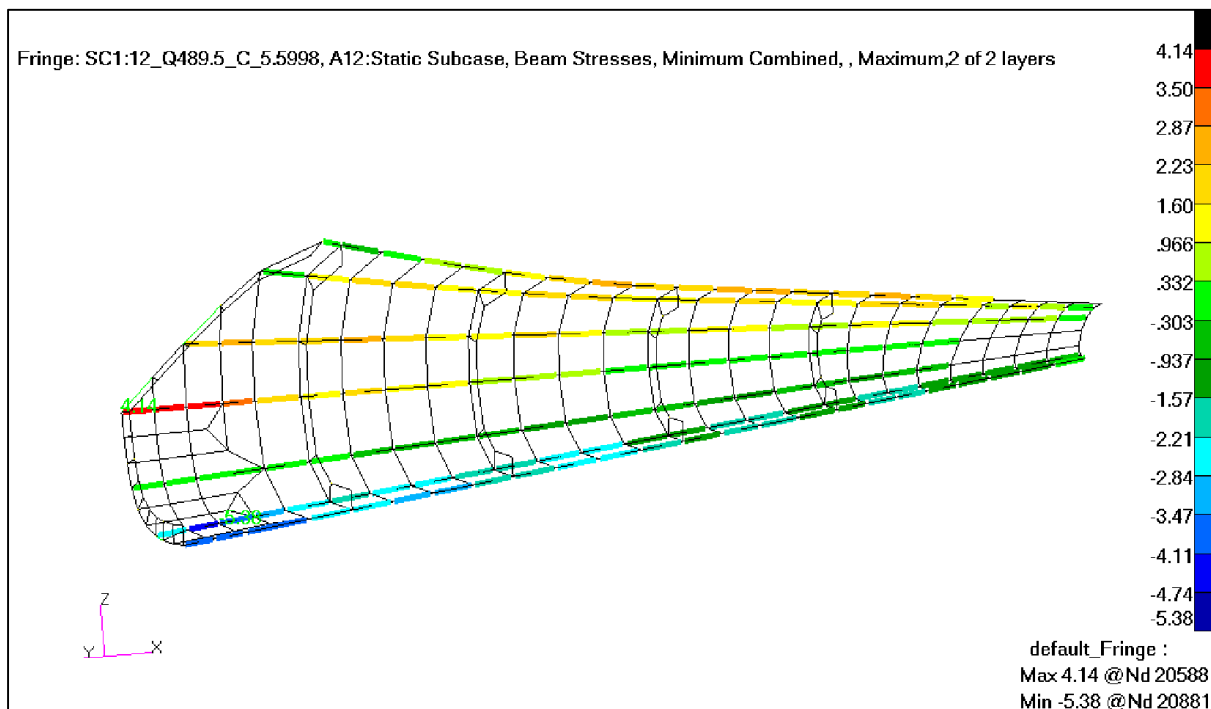
Rys. 351. Przypadek 12. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [19]



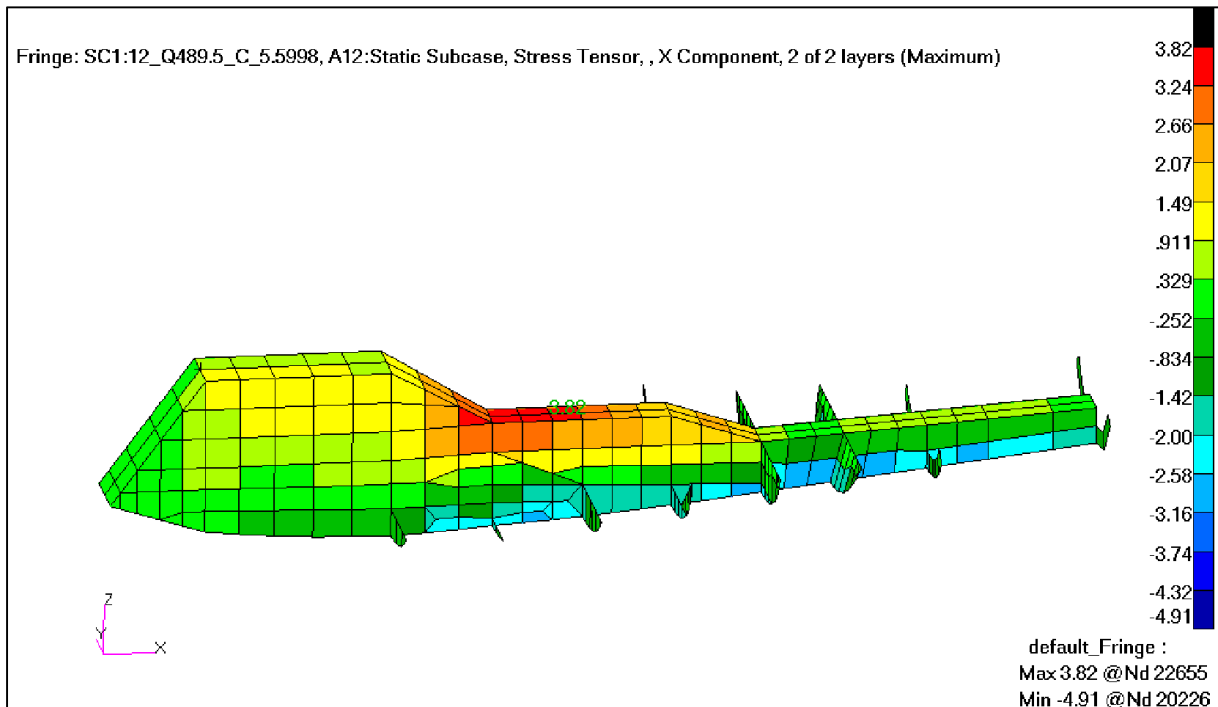
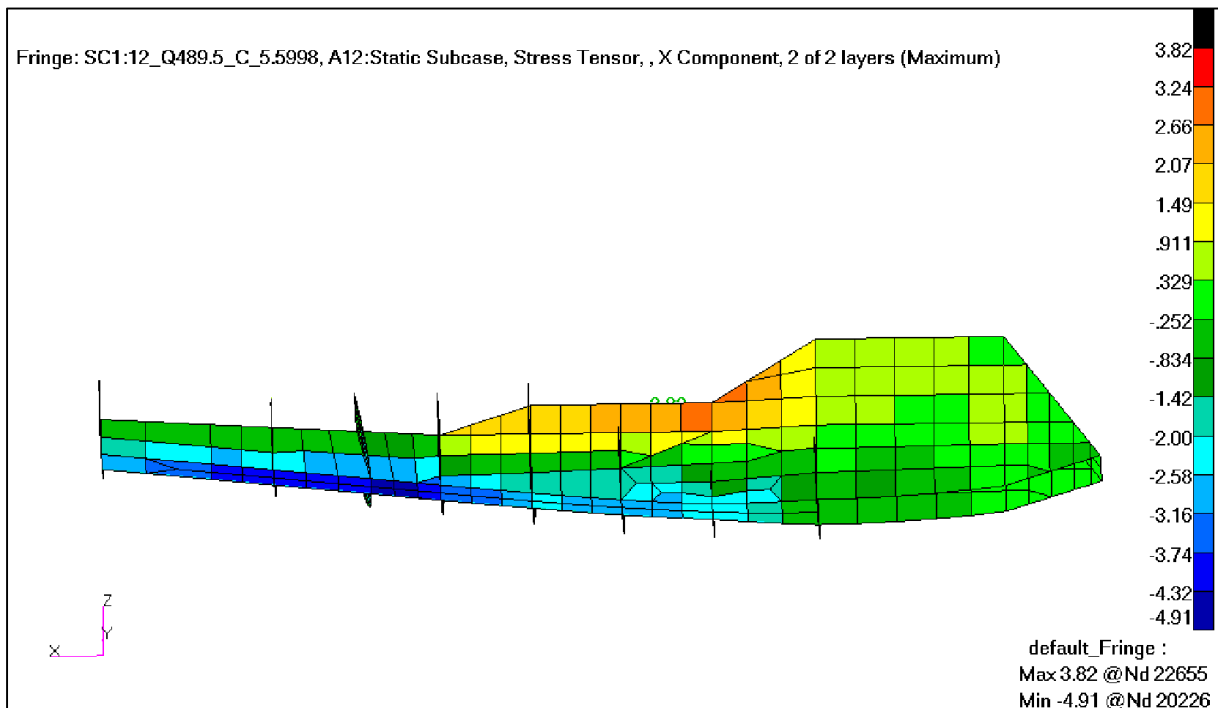
Rys. 352. Przypadek 12. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [19]

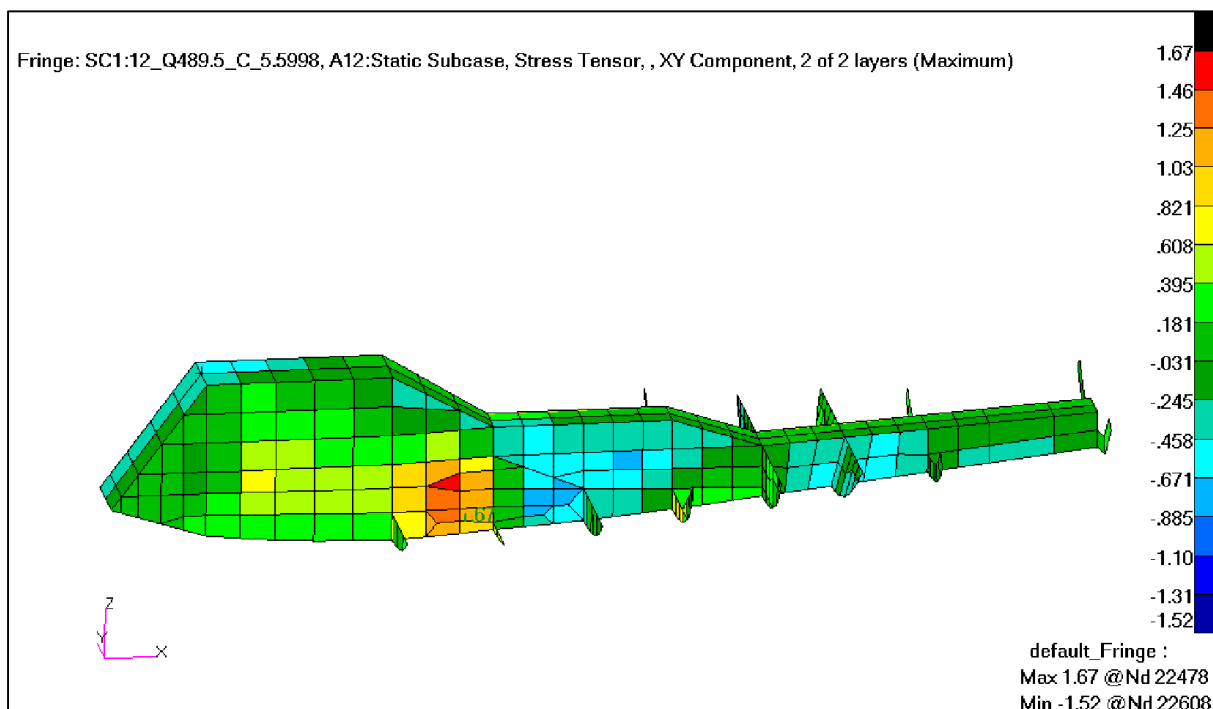
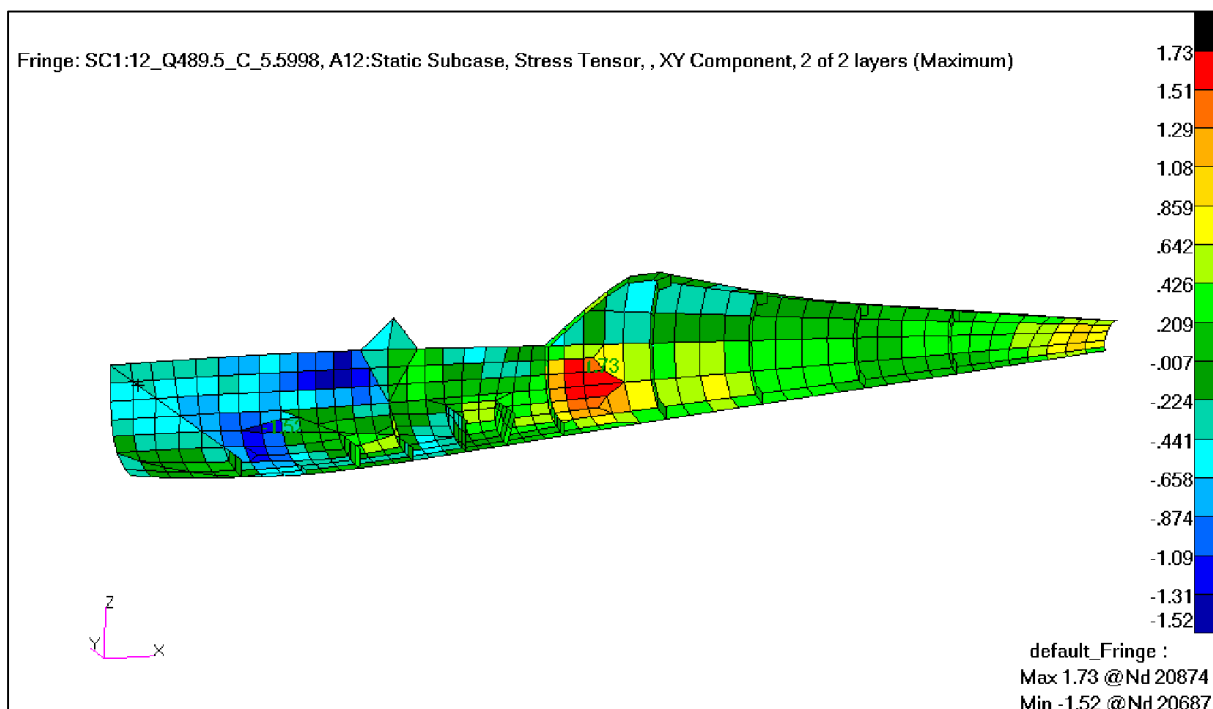


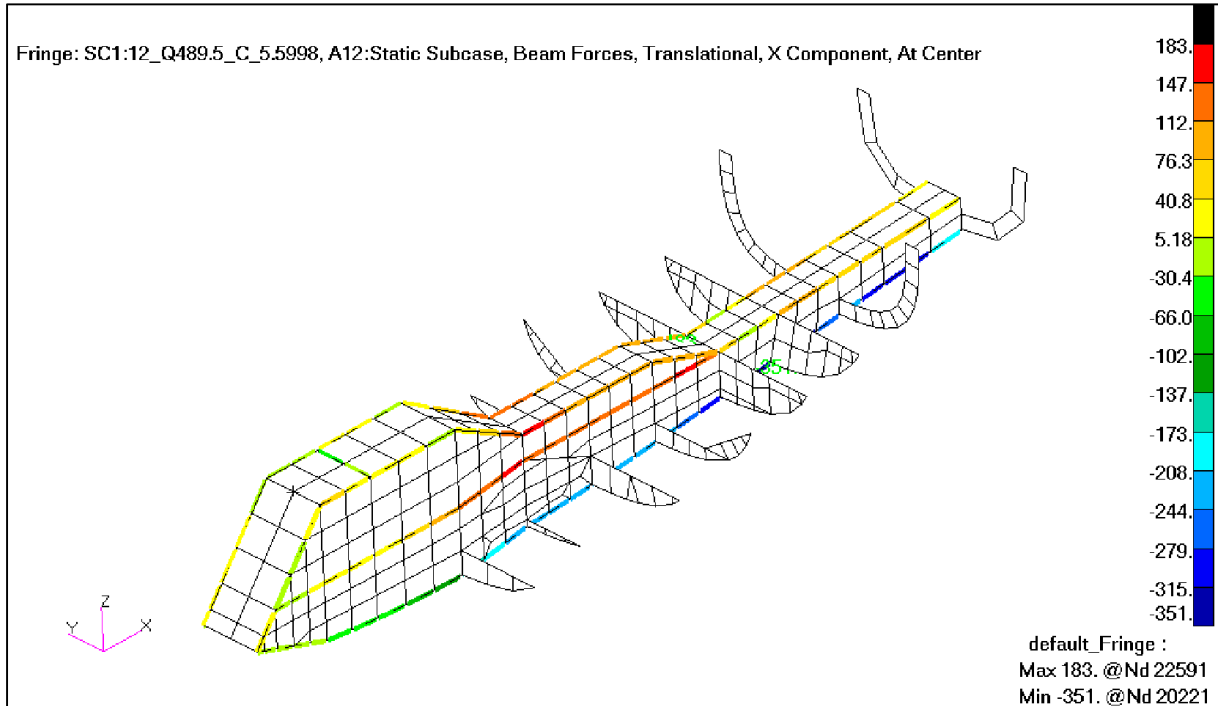
Rys. 353. Przypadek 12. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [19]



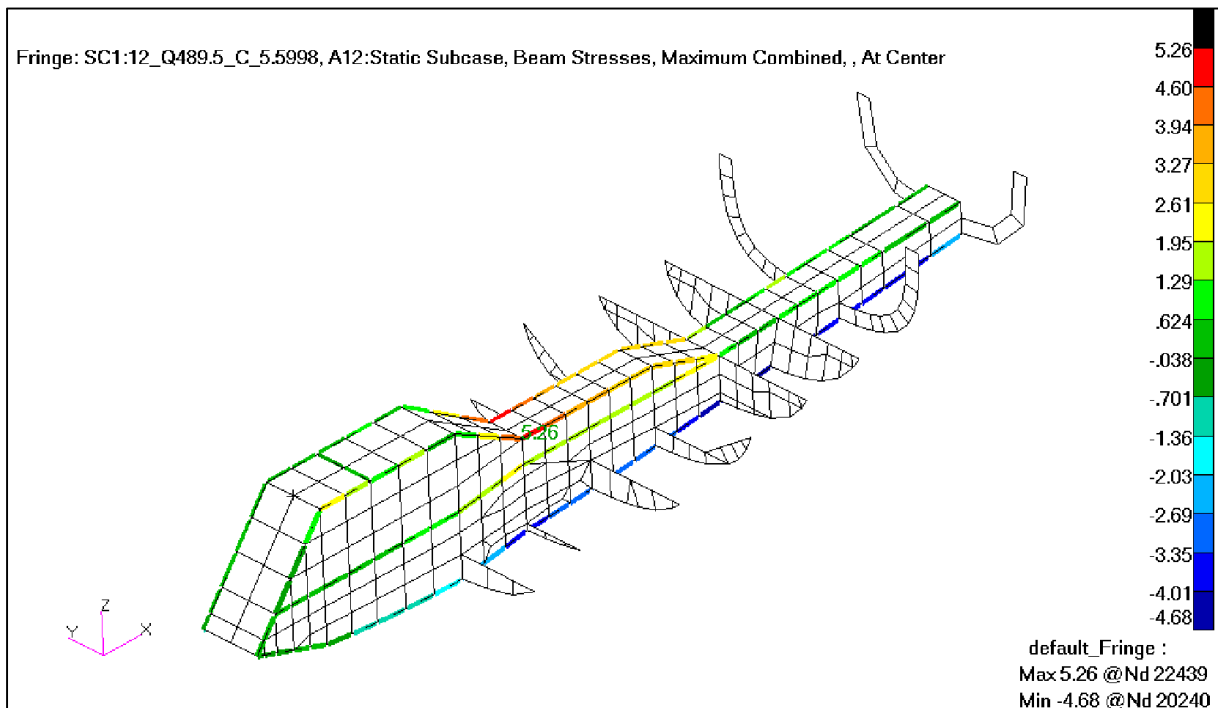
Rys. 354. Przypadek 12. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [19]

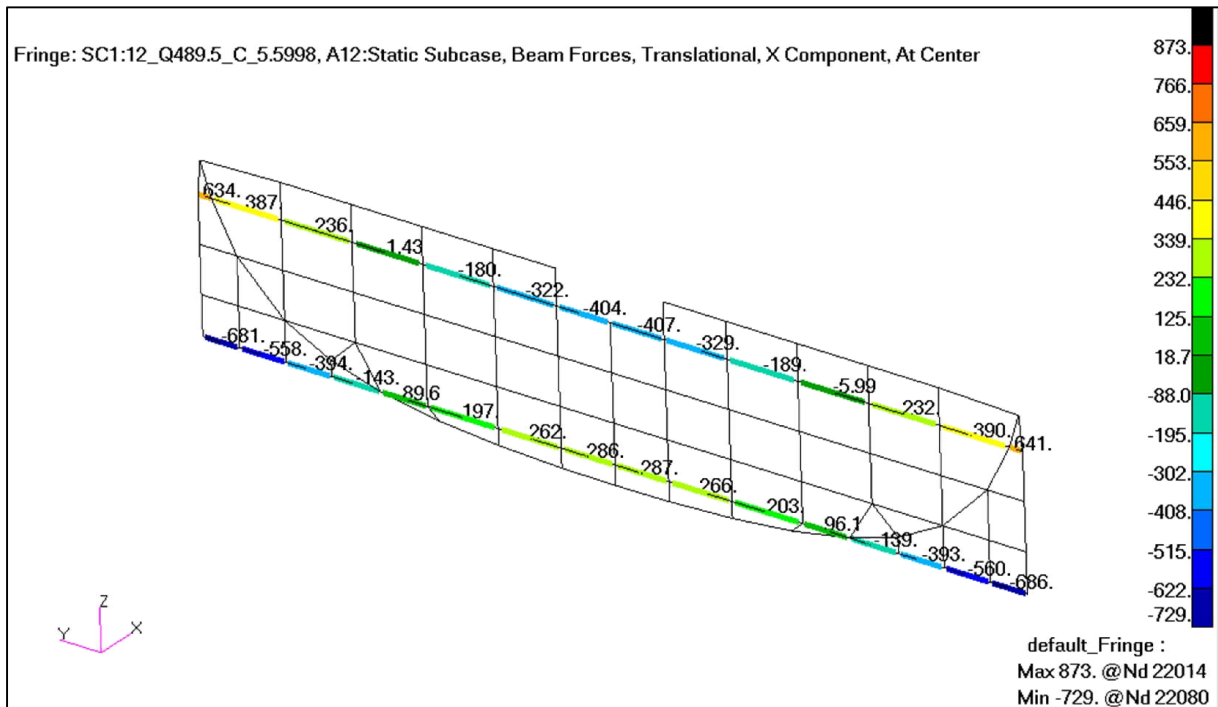
Rys. 355. Przypadek 12. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [19]Rys. 356. Przypadek 12. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [19]

Rys. 357. Przypadek 12. Naprężenia ściskające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [19]Rys. 358. Przypadek 12. Naprężenia ściskające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [19]

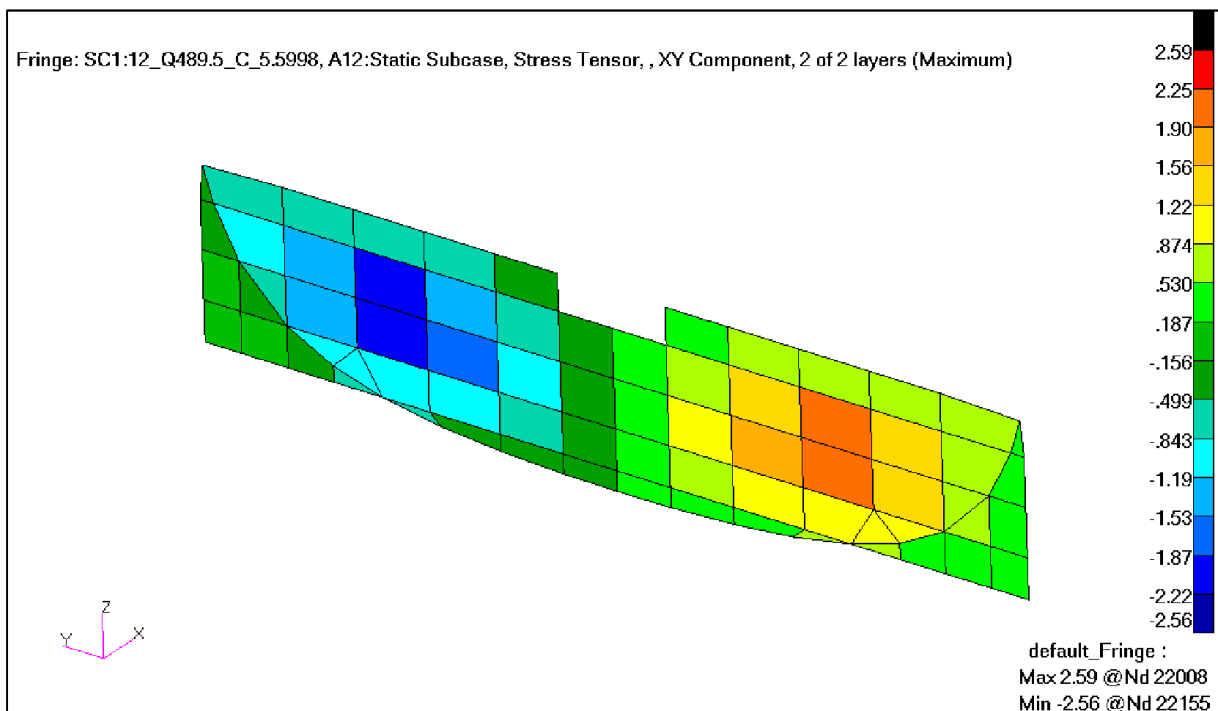


Rys. 359. Przypadek 12. Siły w kątownikach w kanale (kG). [19]

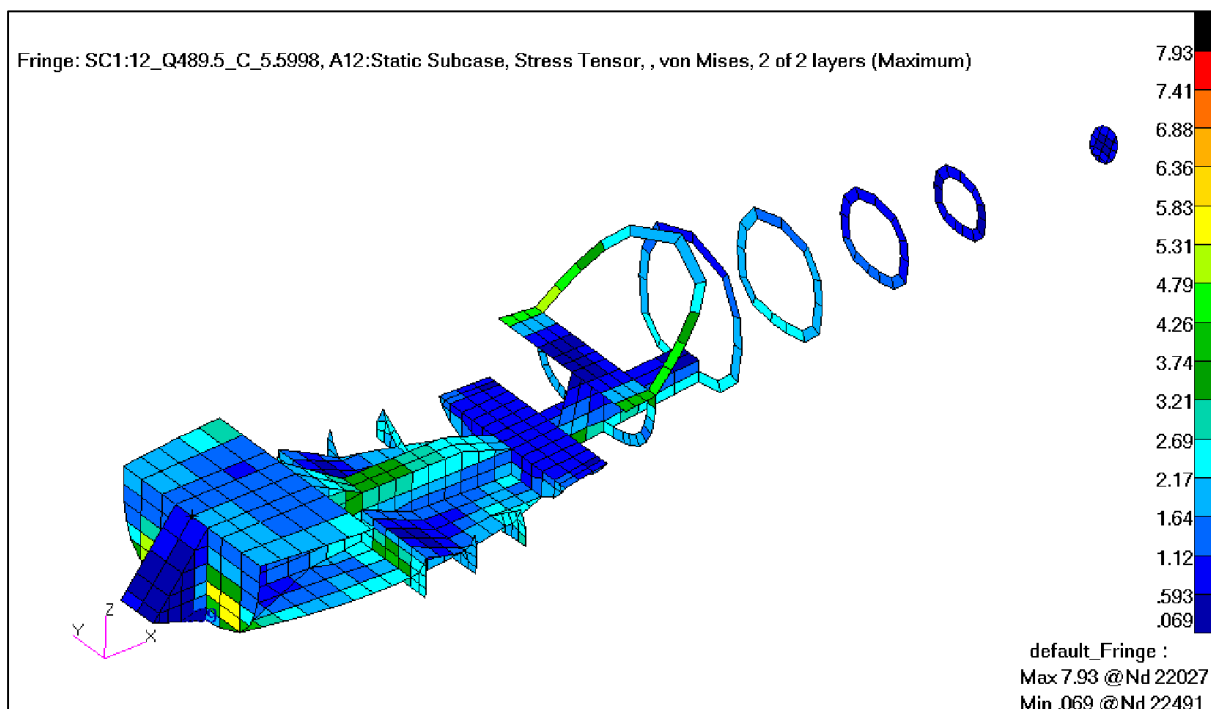
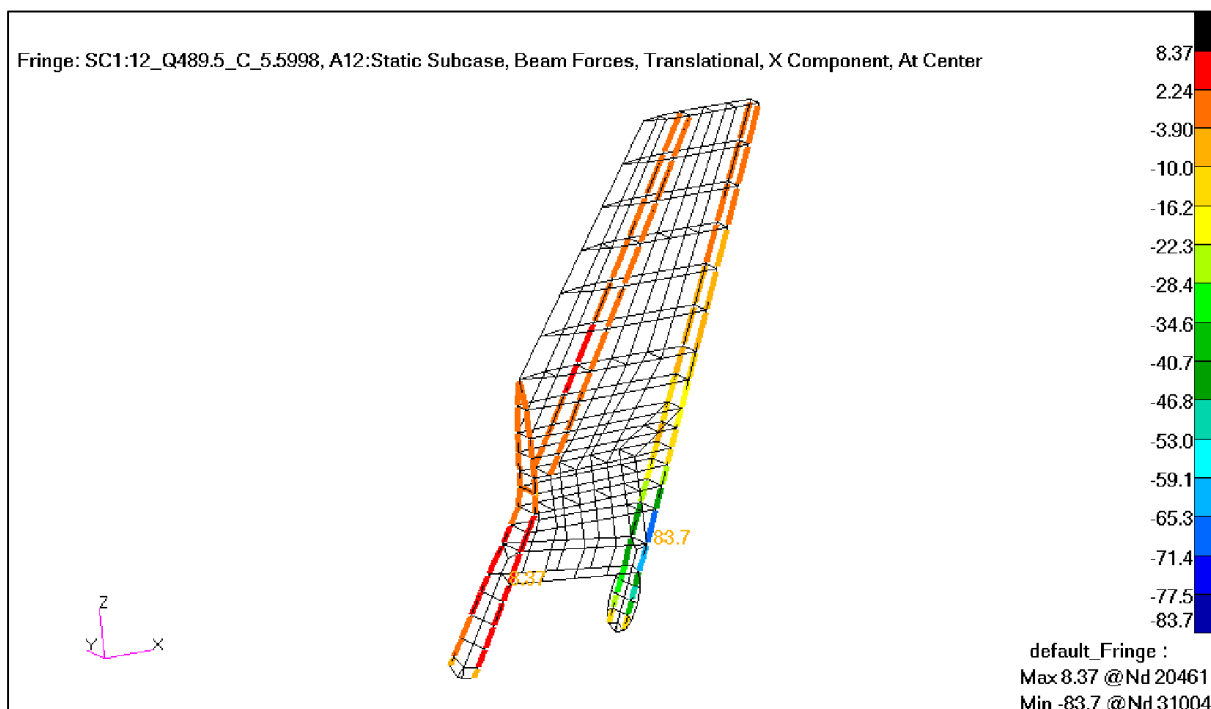
Rys. 360. Przypadek 12. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale  
(kG/mm<sup>2</sup>). [19]



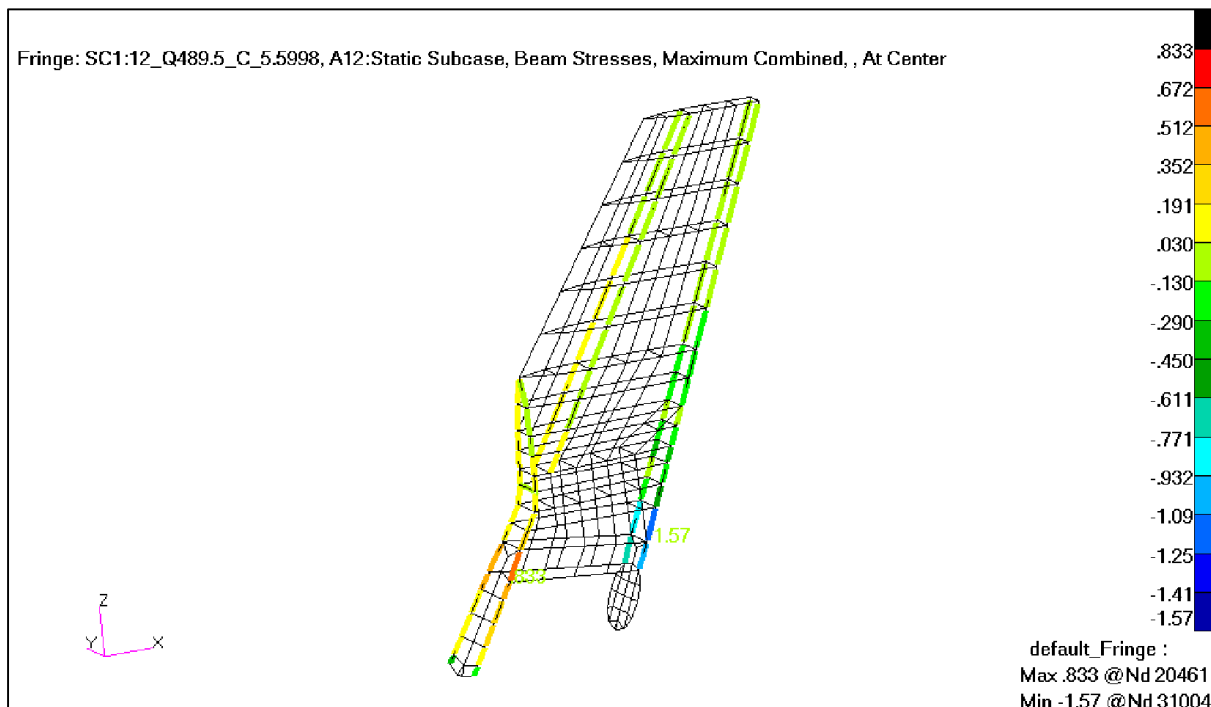
Rys. 361. Przypadek 12. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [19]

Rys. 362. Przypadek 12. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG/mm<sup>2</sup>). [19]

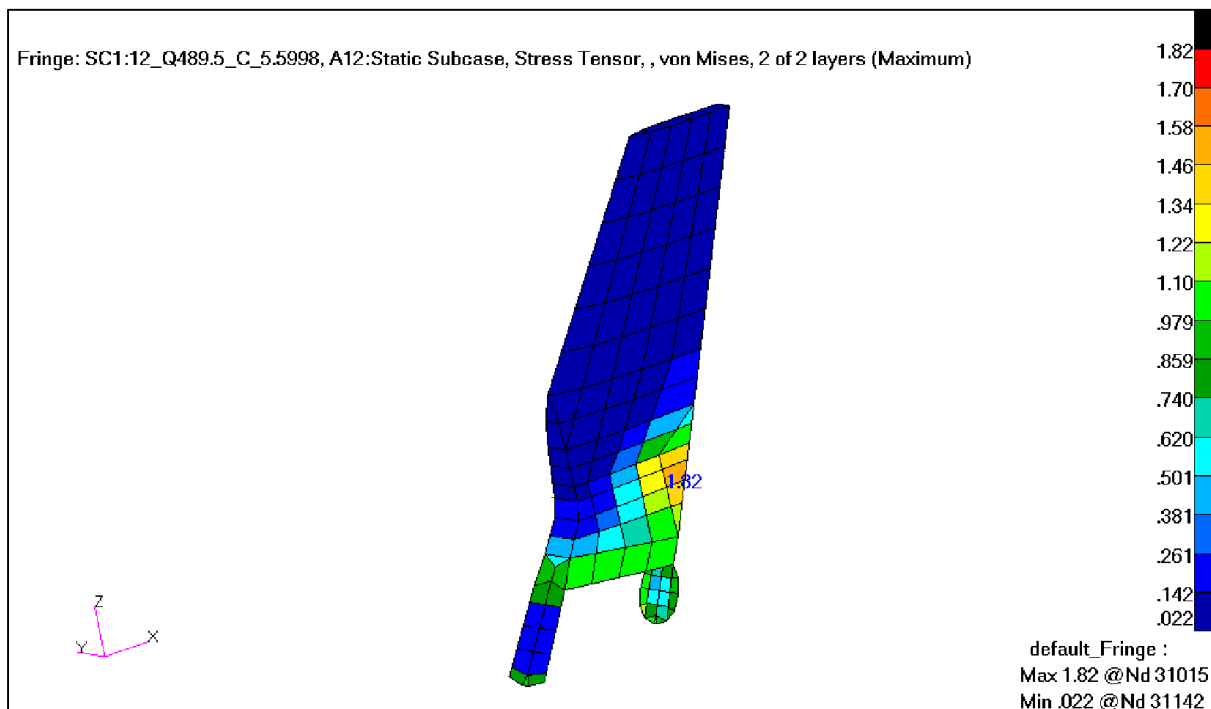


Rys. 363. Przypadek 12. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [19]

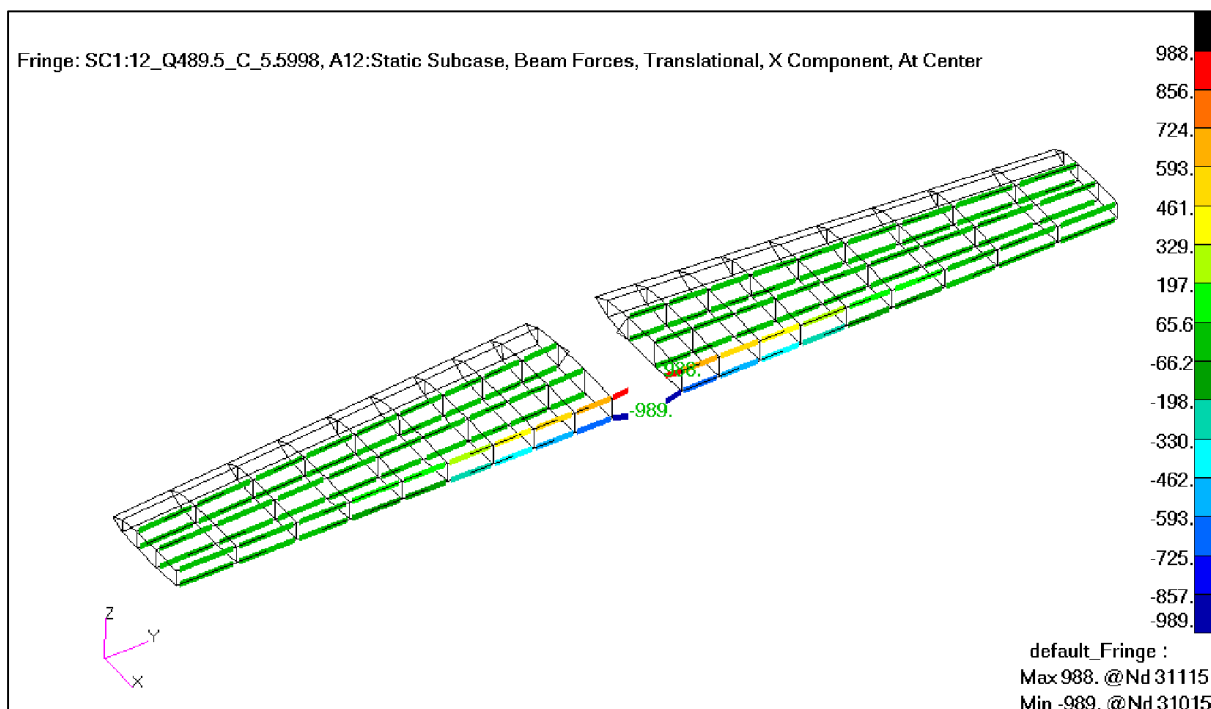
Rys. 364. Przypadek 12. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [19]



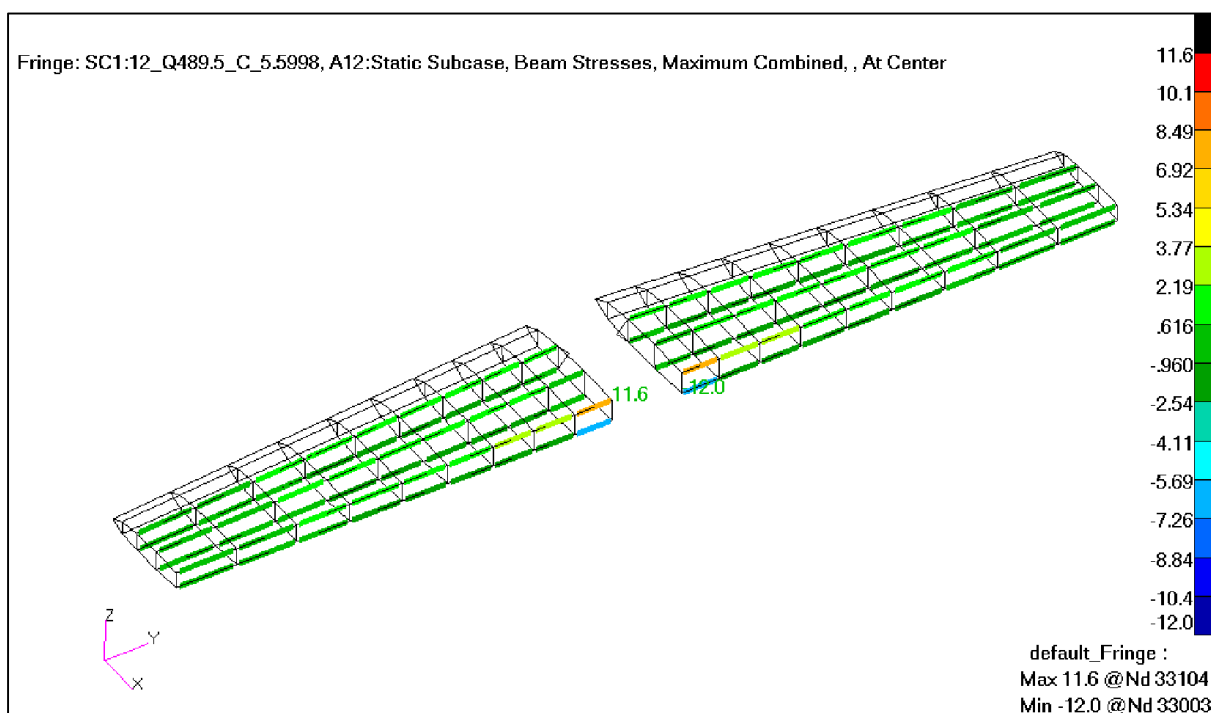
Rys. 365. Przypadek 12. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [19]

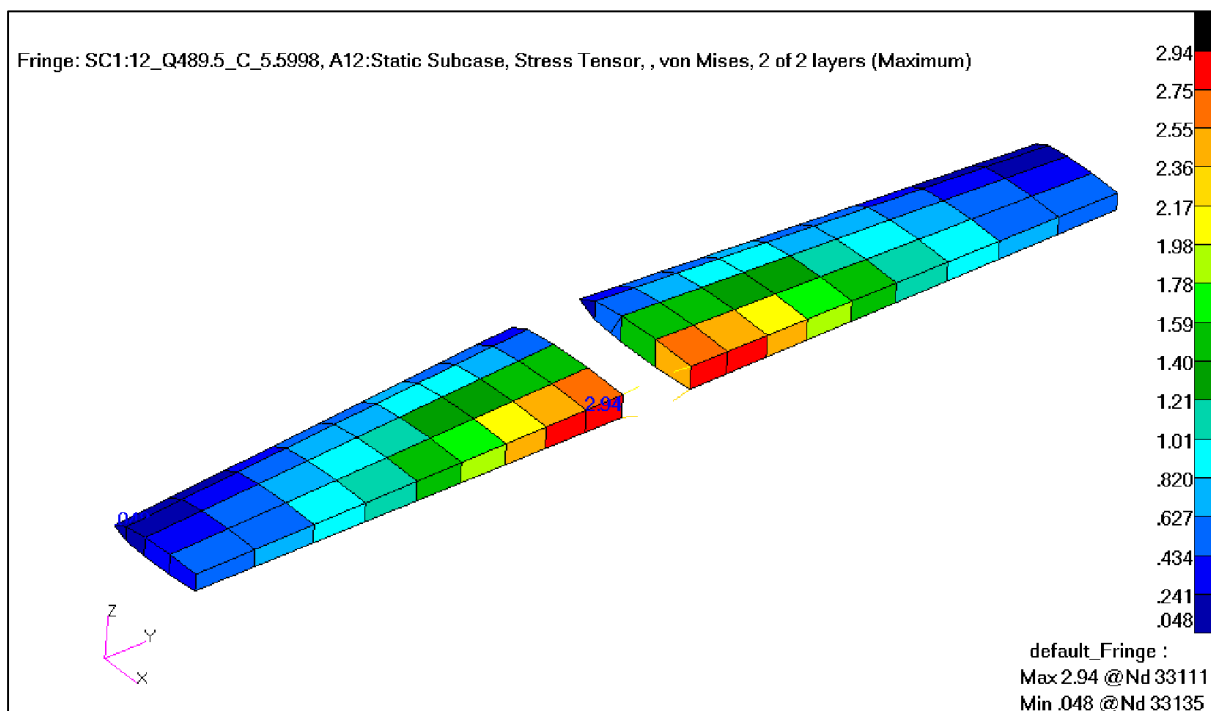


Rys. 366. Przypadek 12. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [19]



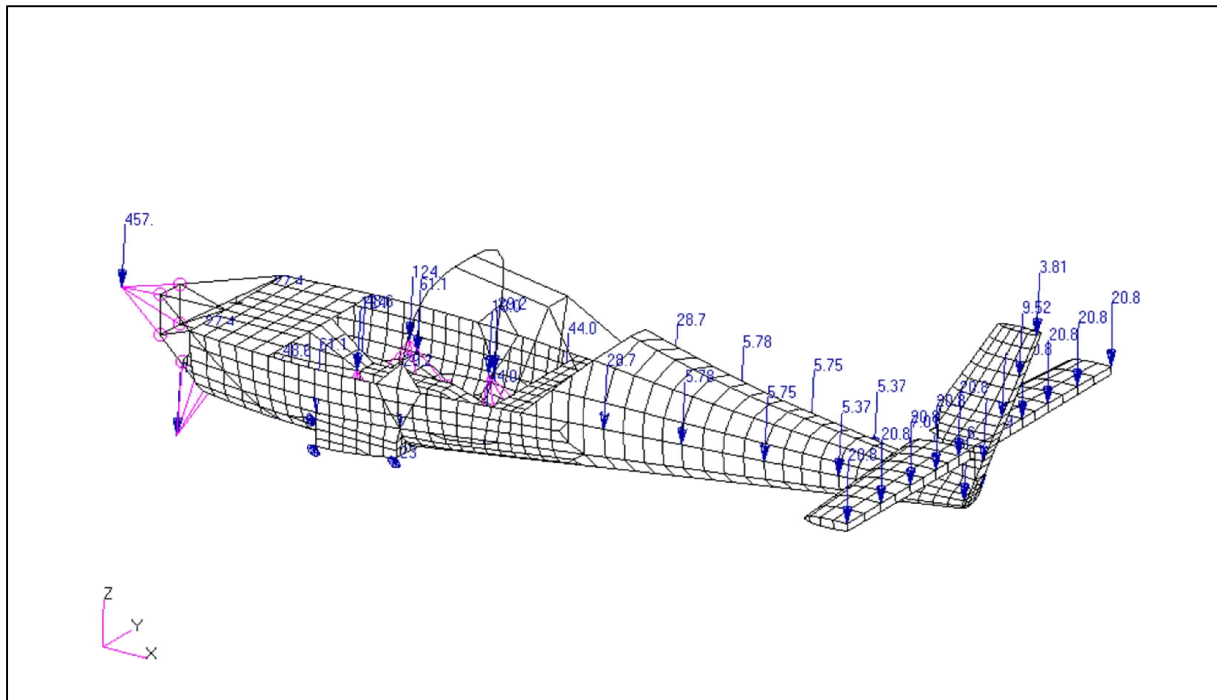
Rys. 367. Przypadek 12. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [19]

Rys. 368. Przypadek 12. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [19]

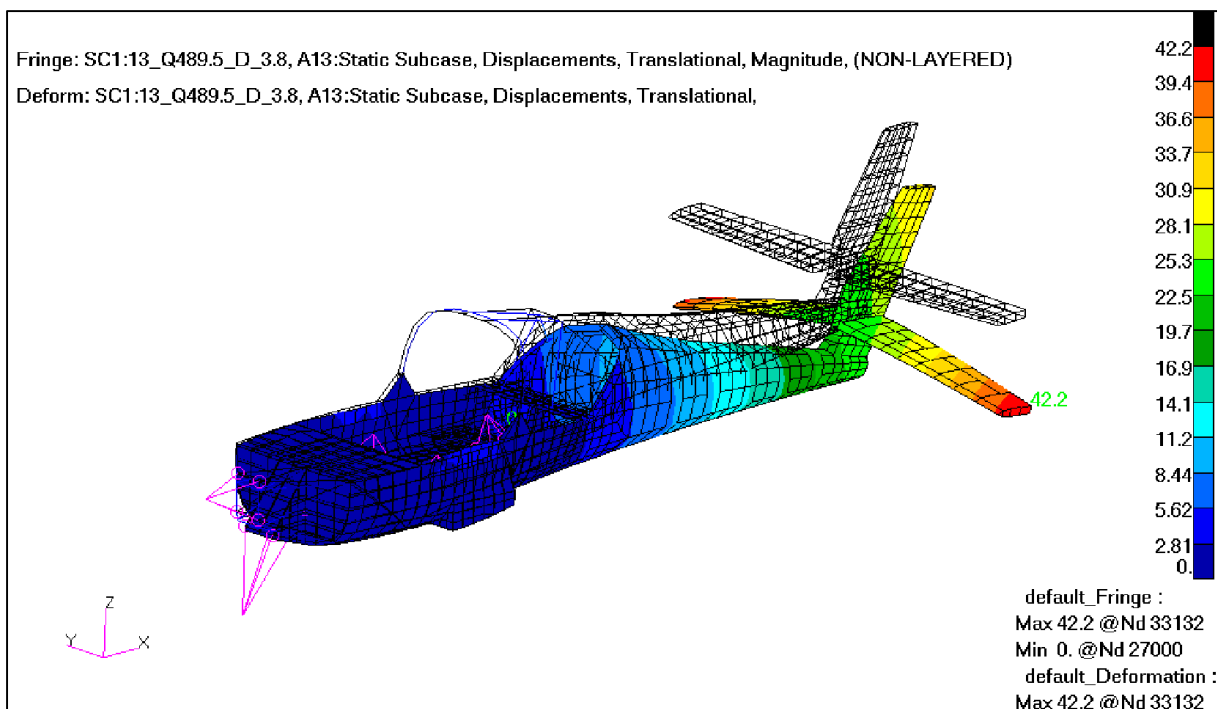


Rys. 369. Przypadek 12. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [19]

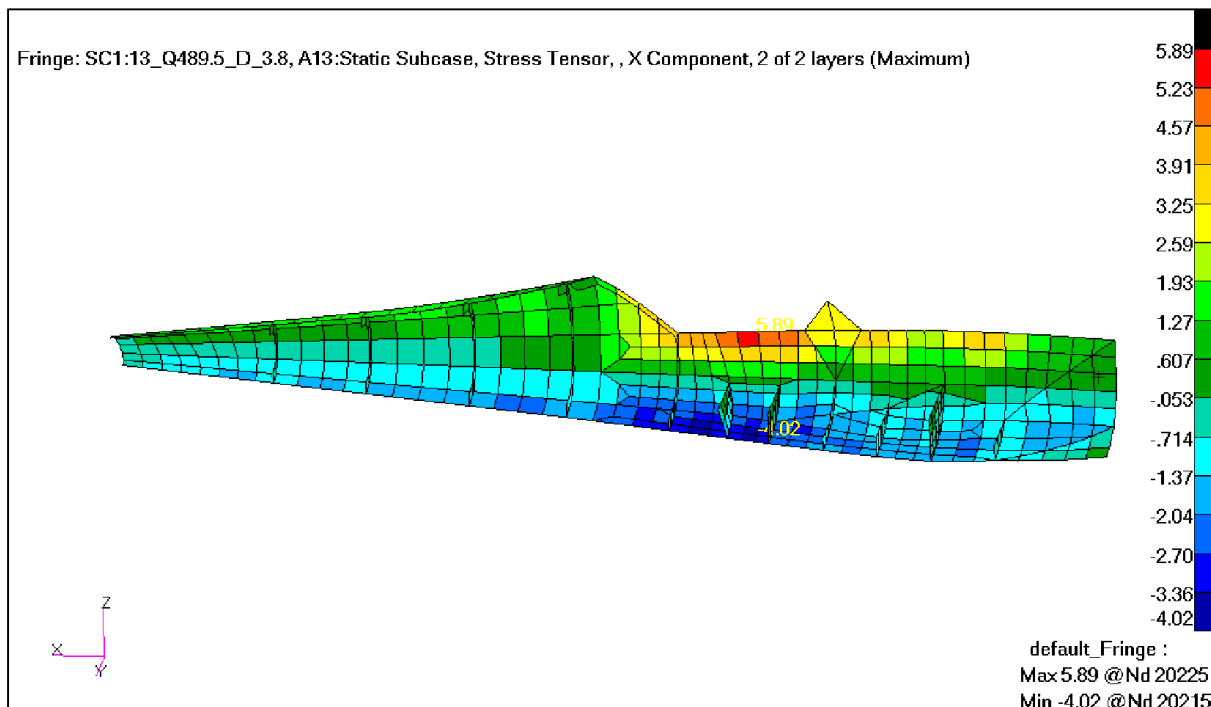
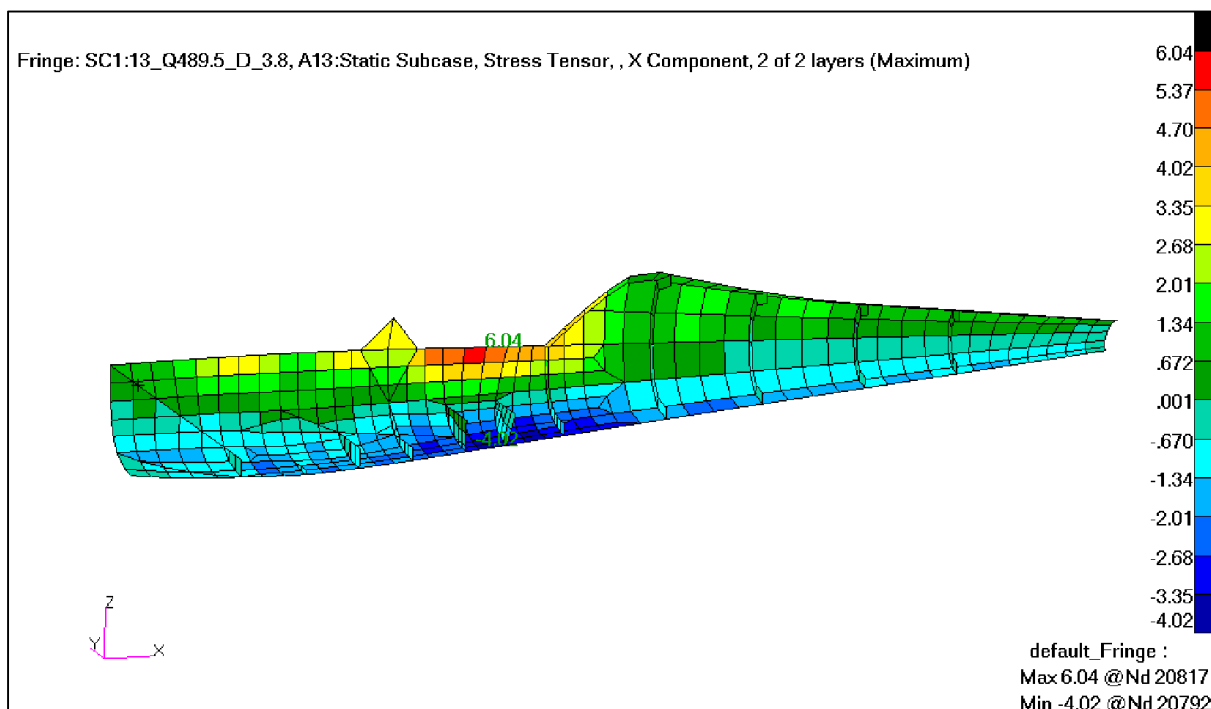
## 7.13. Przypadek 13 - masa 489,5 kg – punkt D krzywej wyrwania, n=3,8

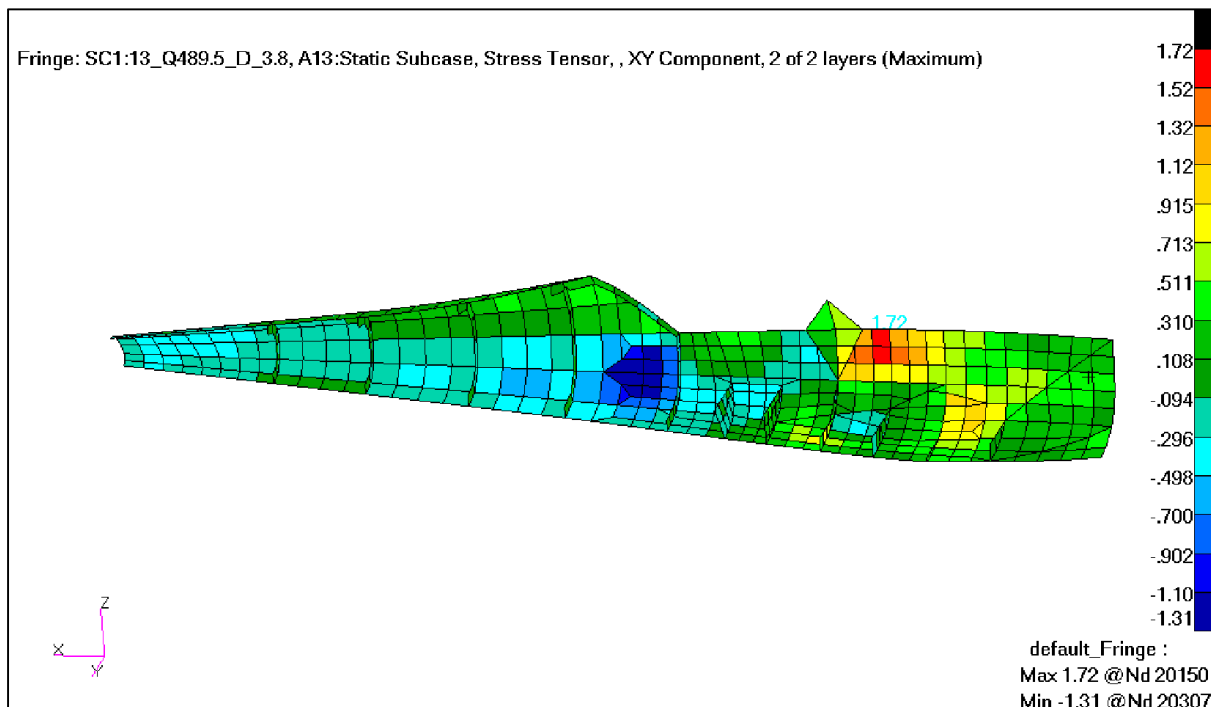
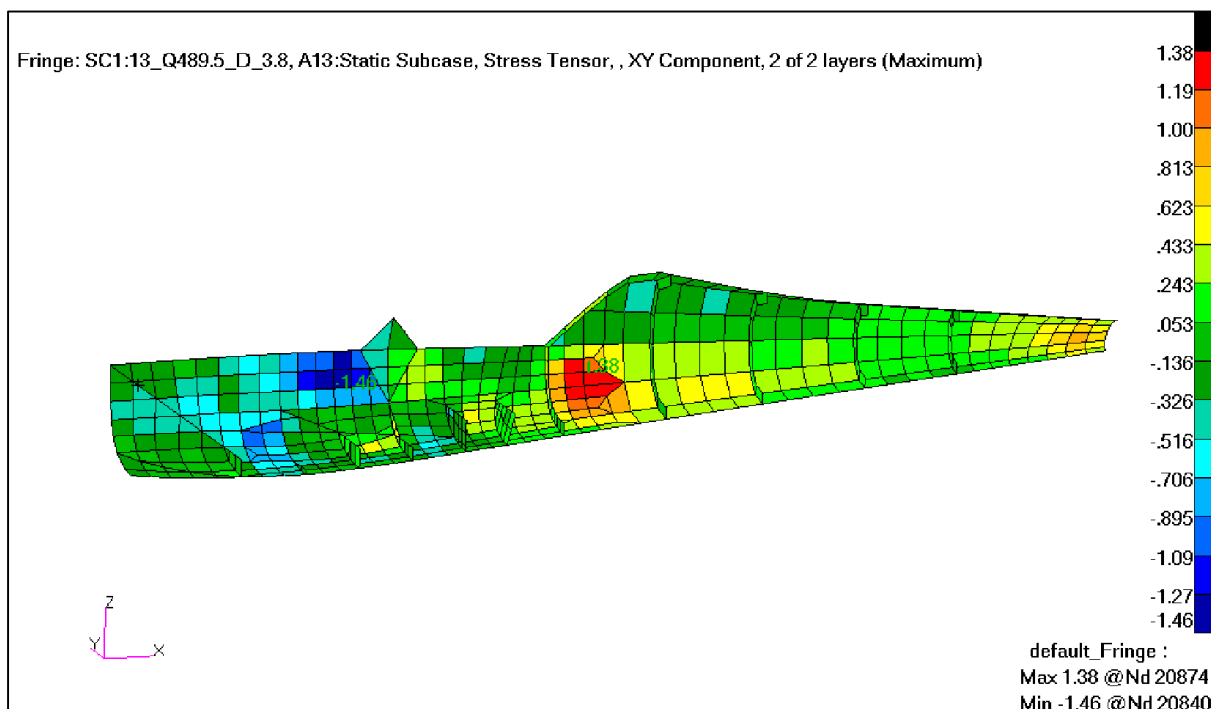


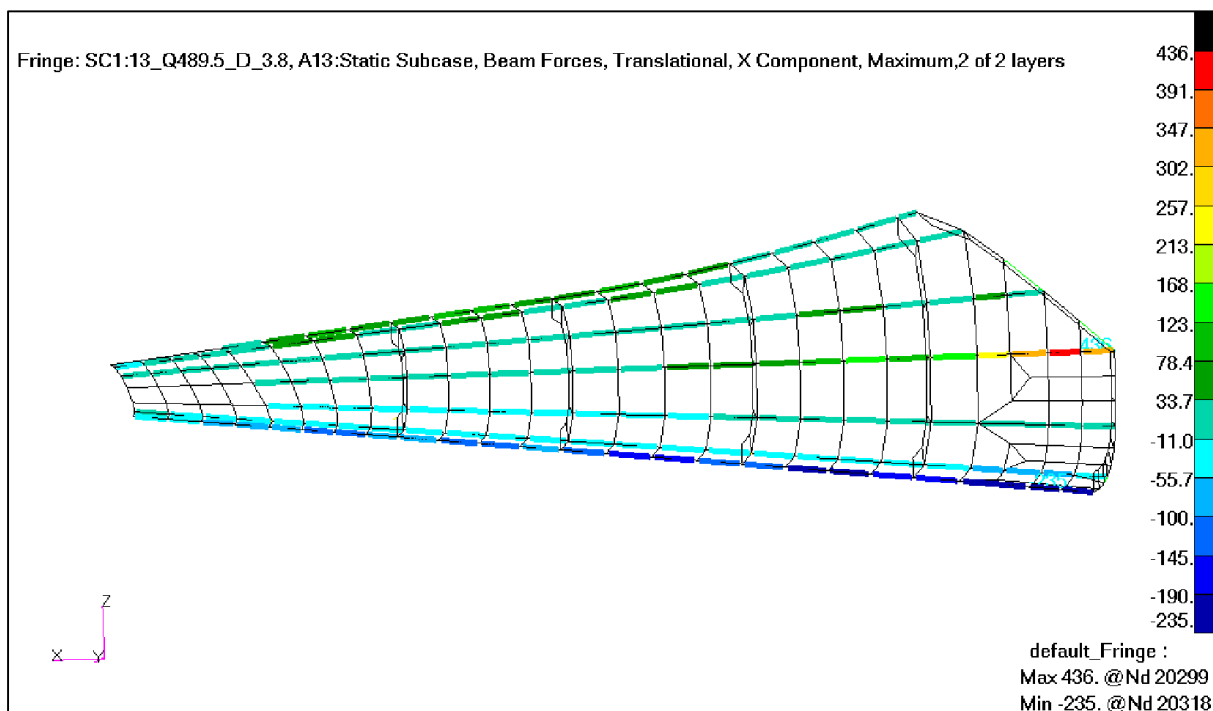
Rys. 370. Przypadek 13. Przyłożone obciążenie (kg). [20]



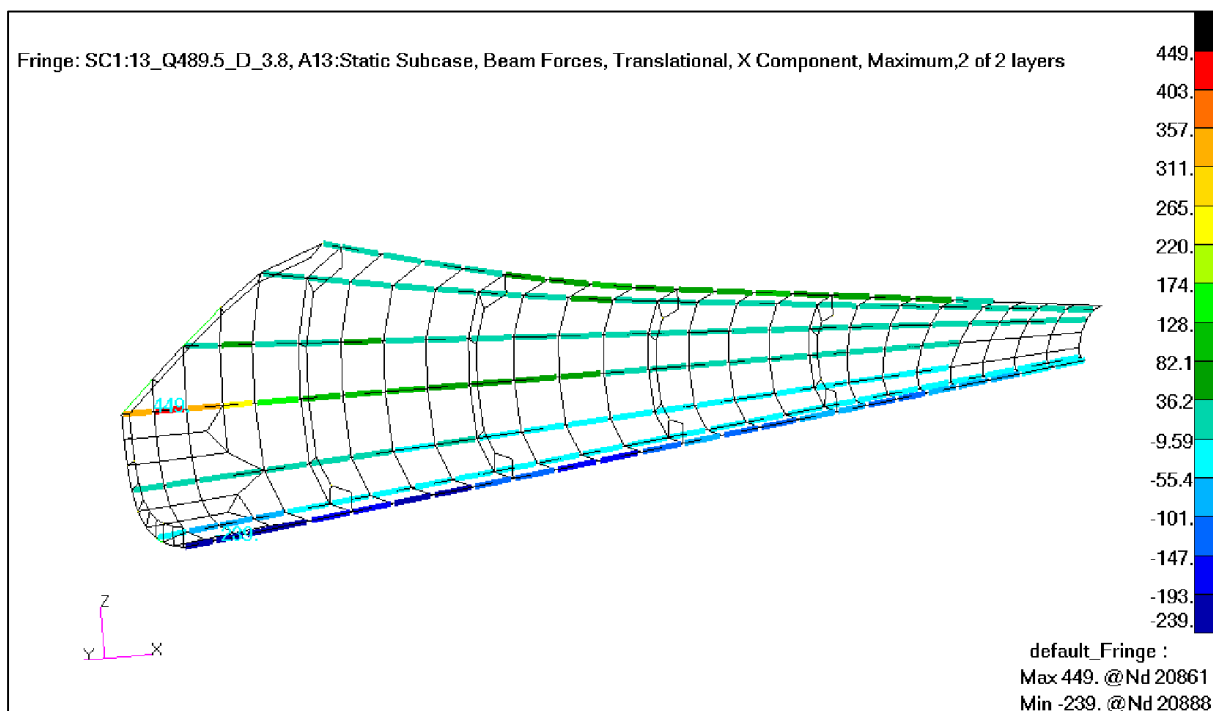
Rys. 371. Przypadek 13. Odształcenie struktury (mm). [20]

Rys. 372. Przypadek 13. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba (kg/mm<sup>2</sup>). [20]Rys. 373. Przypadek 13. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba (kg/mm<sup>2</sup>). [20]

Rys. 374. Przypadek 13. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ). [20]Rys. 375. Przypadek 13. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ). [20]

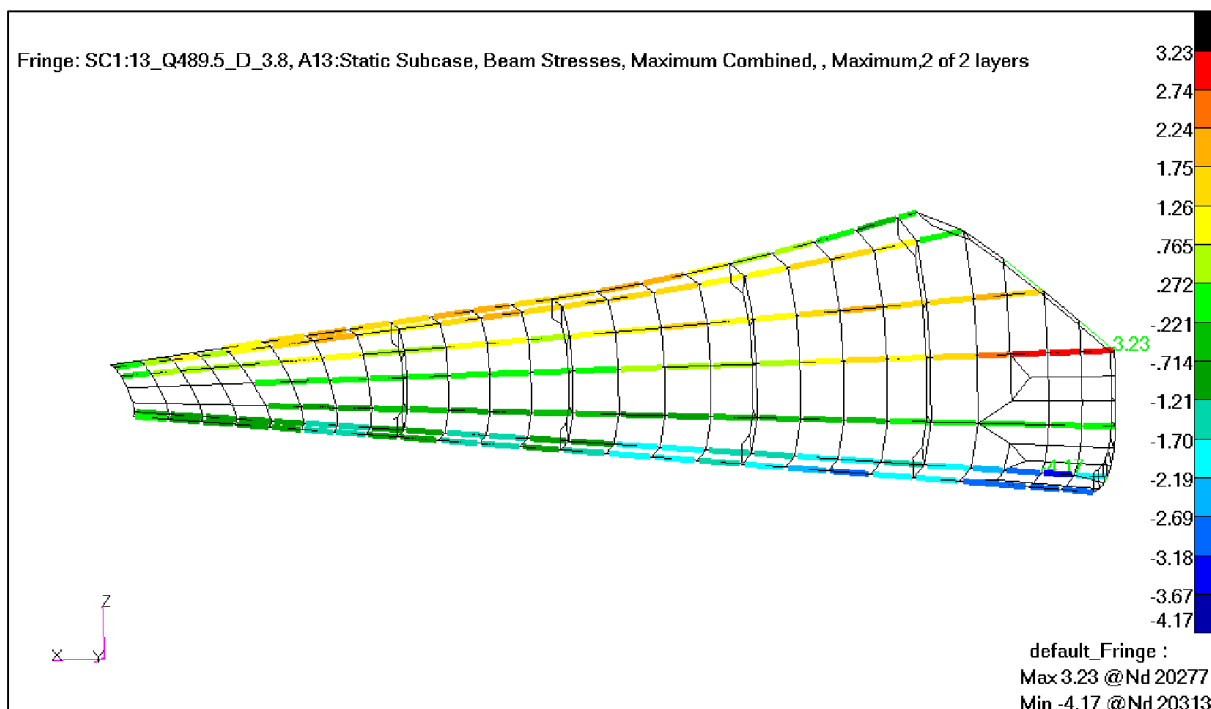


Rys. 376. Przypadek 13. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [20]

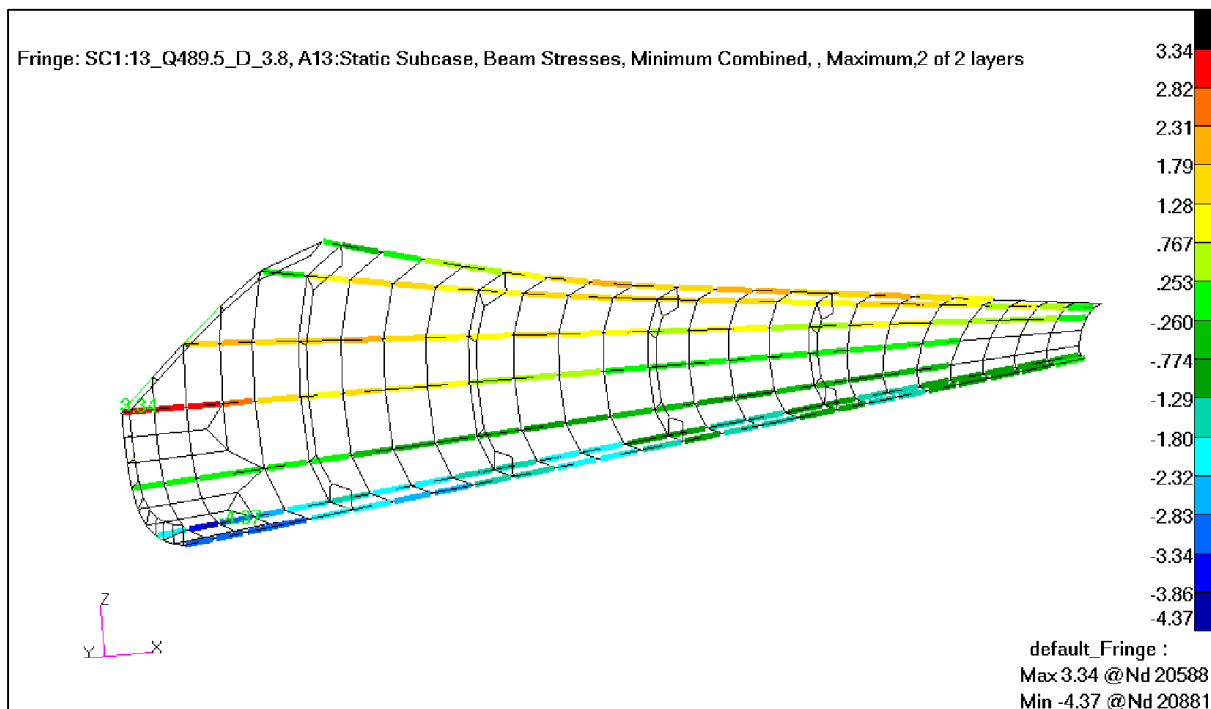


Rys. 377. Przypadek 13. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [20]

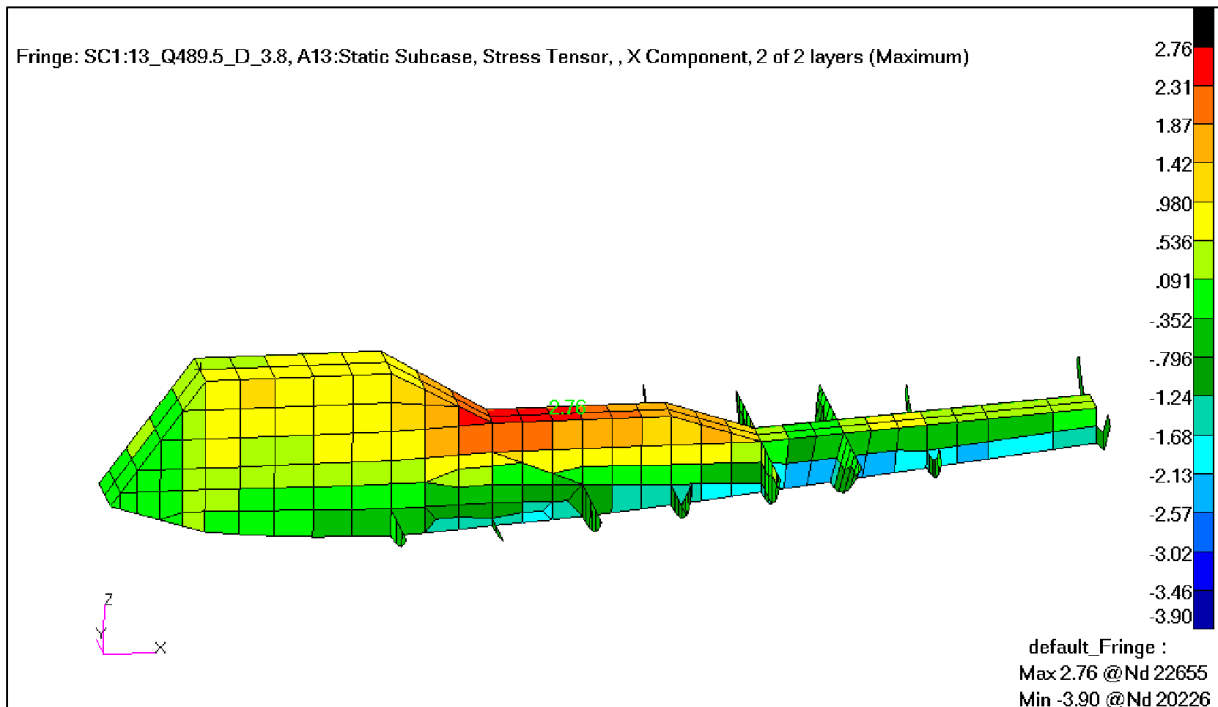
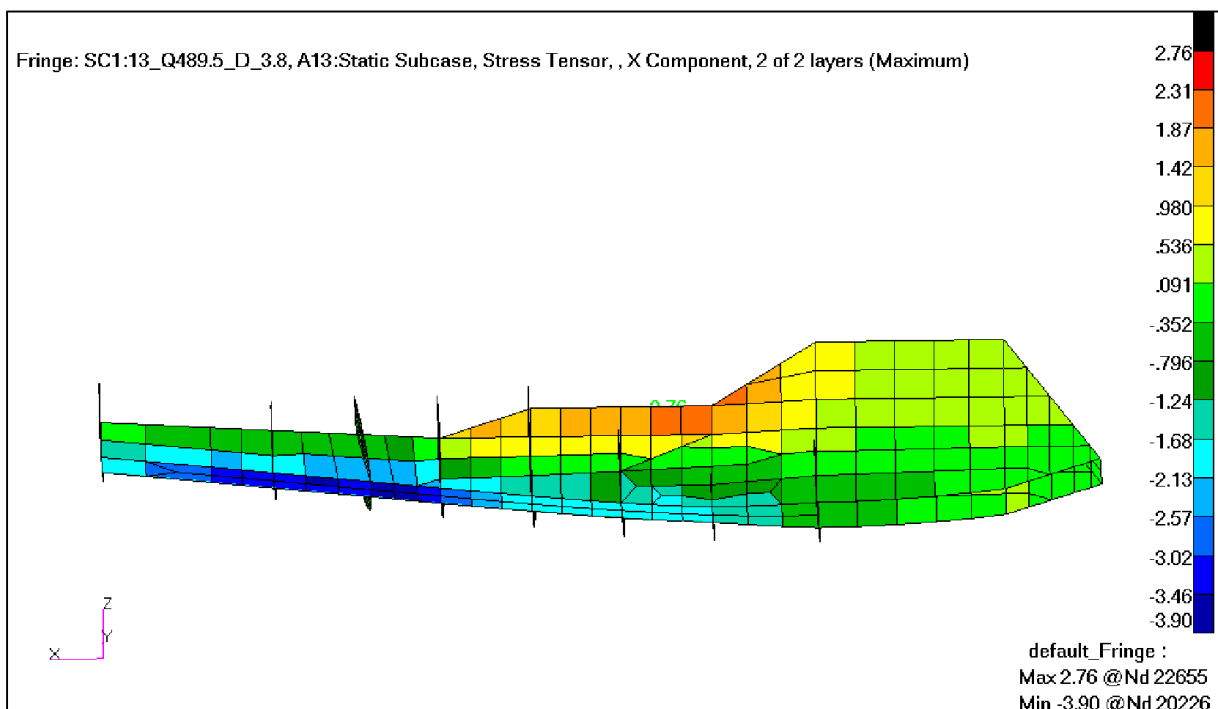


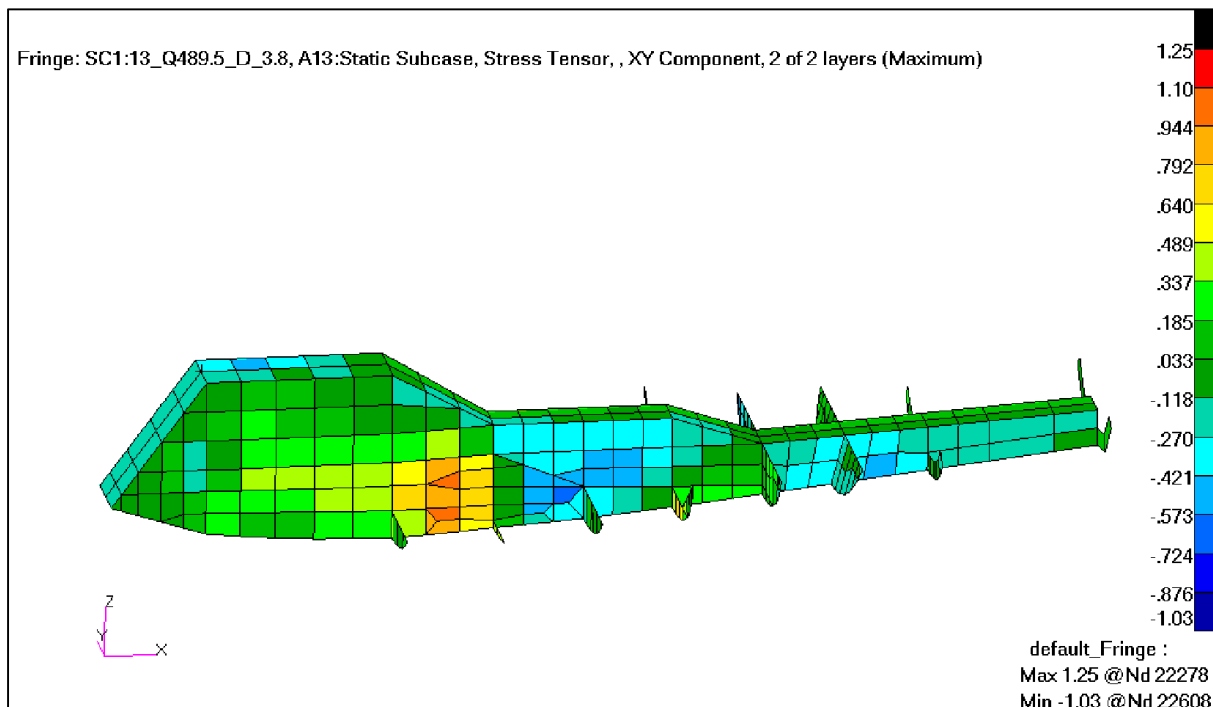
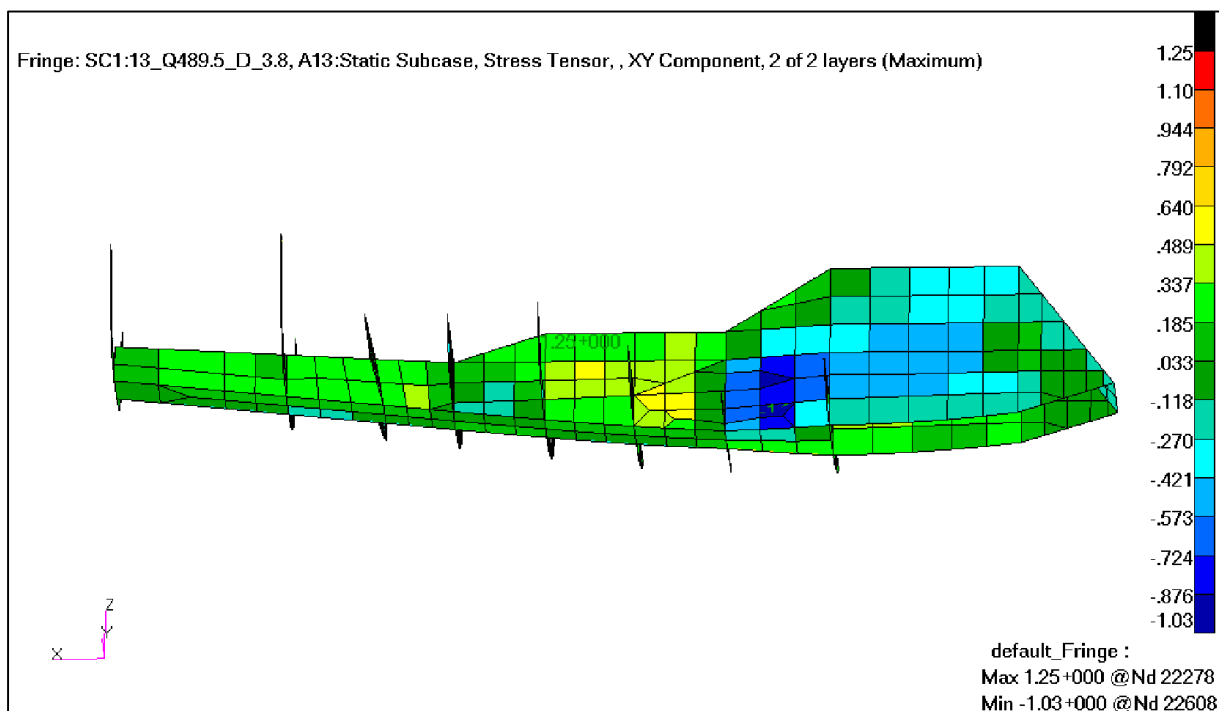


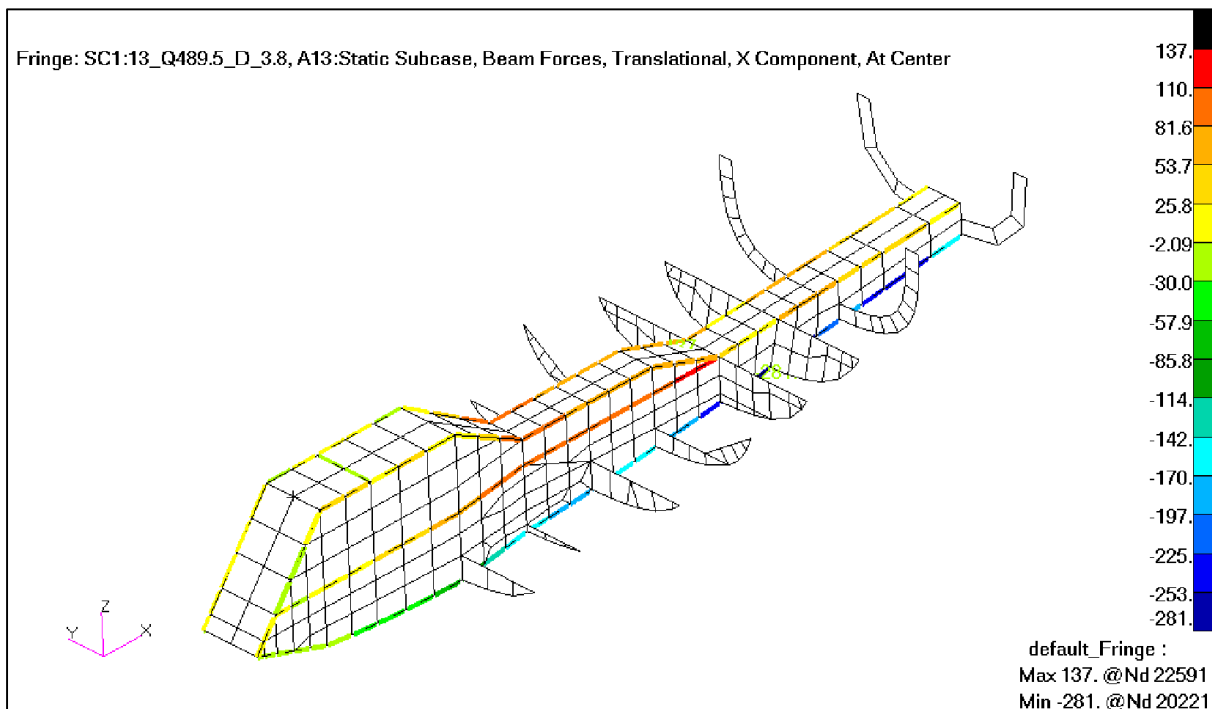
Rys. 378. Przypadek 13. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [20]



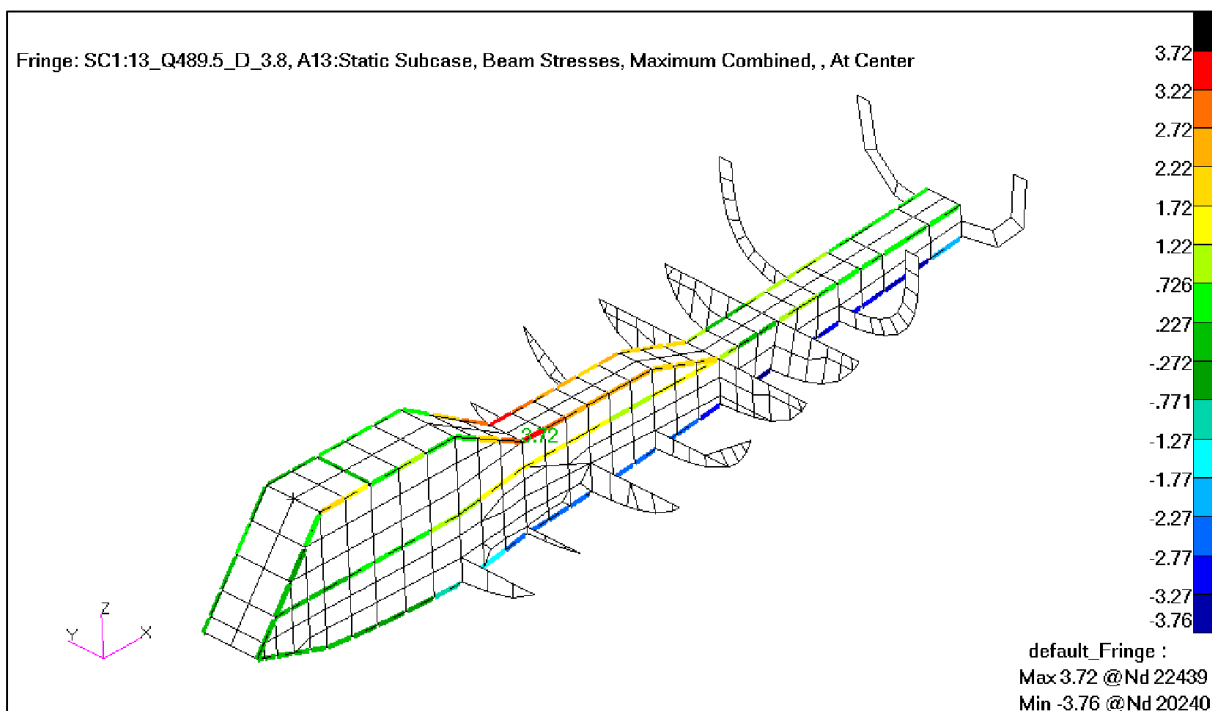
Rys. 379. Przypadek 13. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [20]

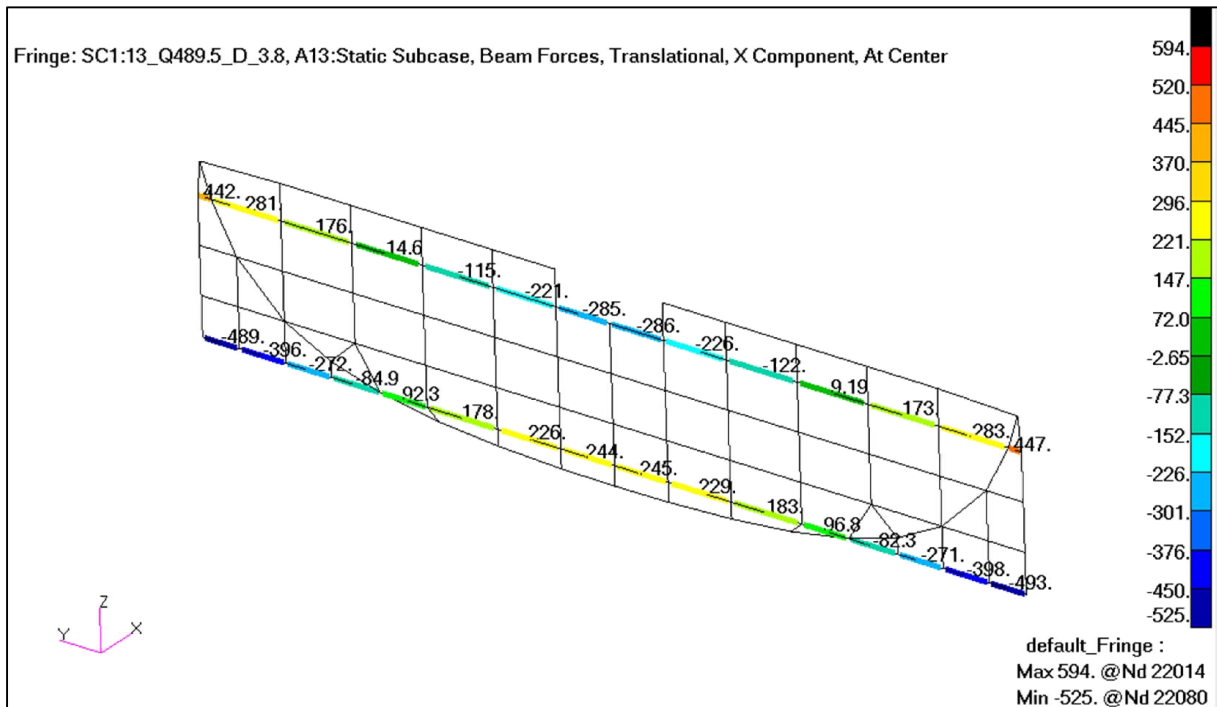
Rys. 380. Przypadek 13. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [20]Rys. 381. Przypadek 13. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [20]

Rys. 382. Przypadek 13. Naprężenia ścianające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [20]Rys. 383. Przypadek 13. Naprężenia ścianające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [20]

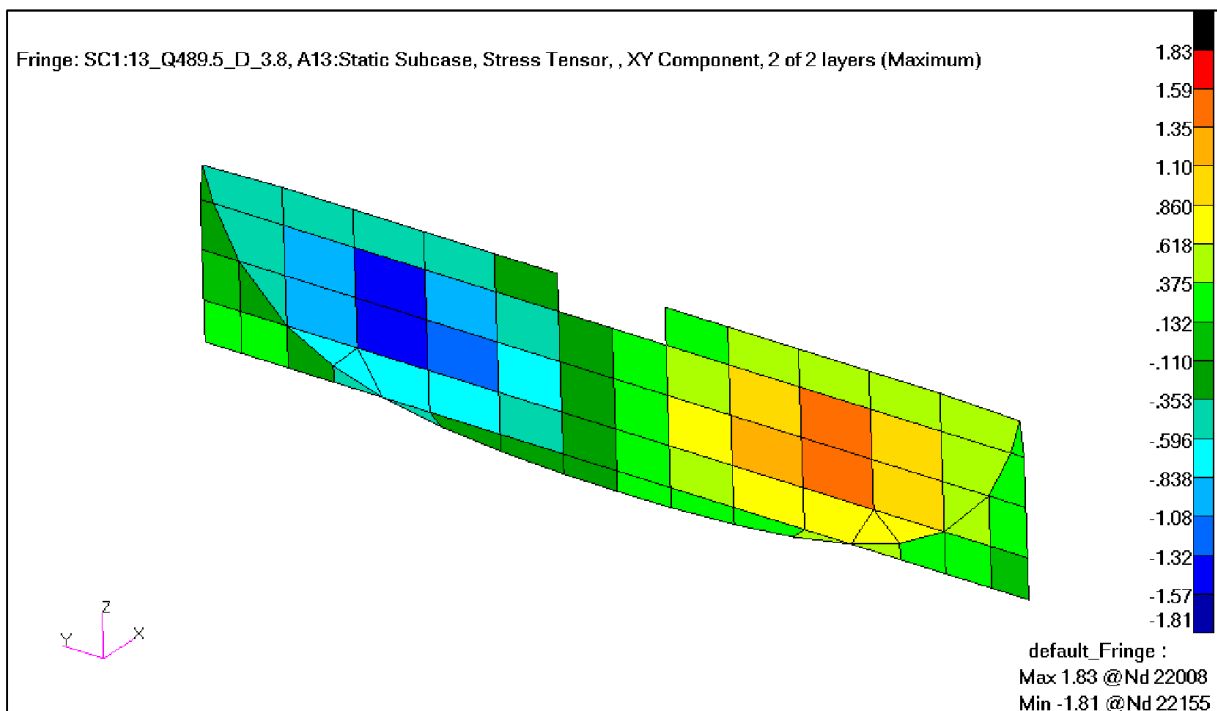


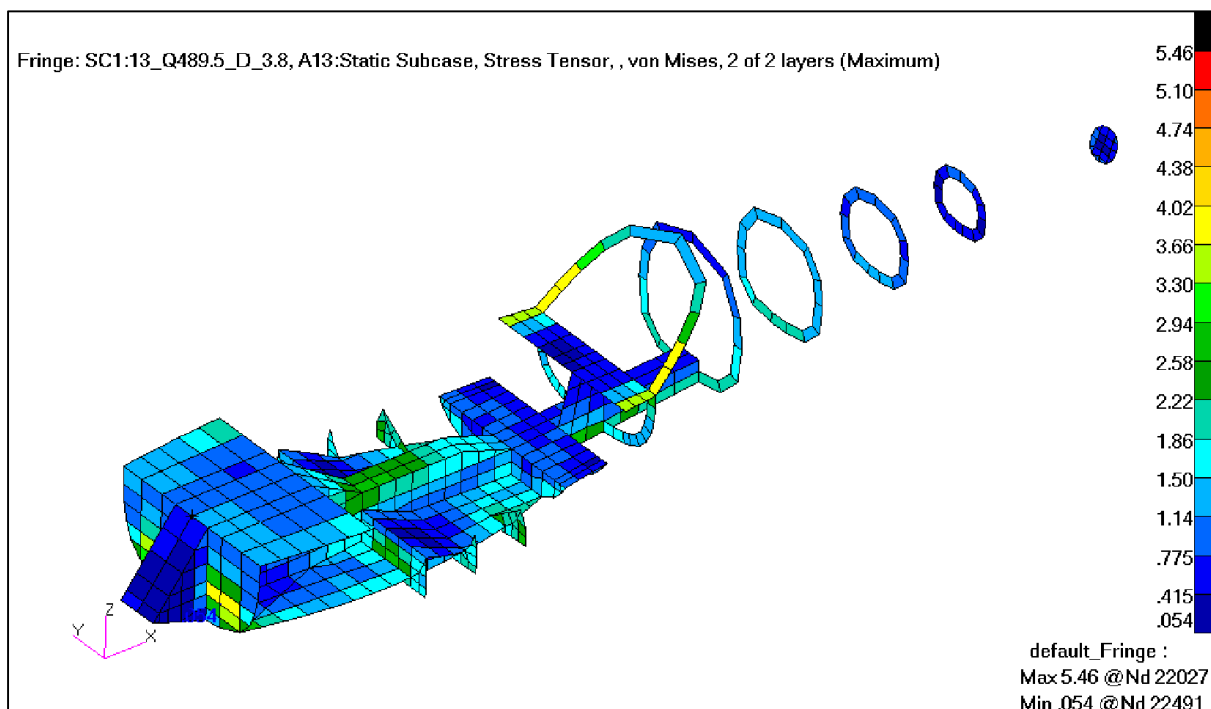
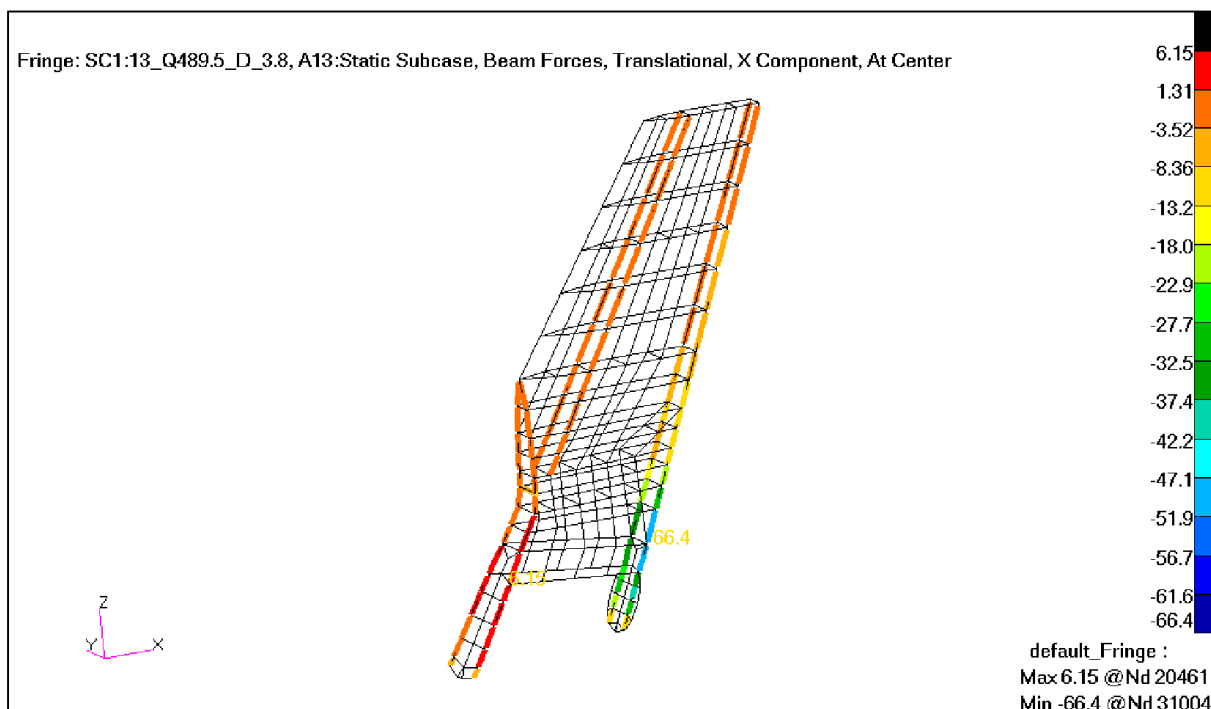
Rys. 384. Przypadek 13. Siły w kątownikach w kanale (kG). [20]

Rys. 385. Przypadek 13. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale  
(kG/mm<sup>2</sup>). [20]

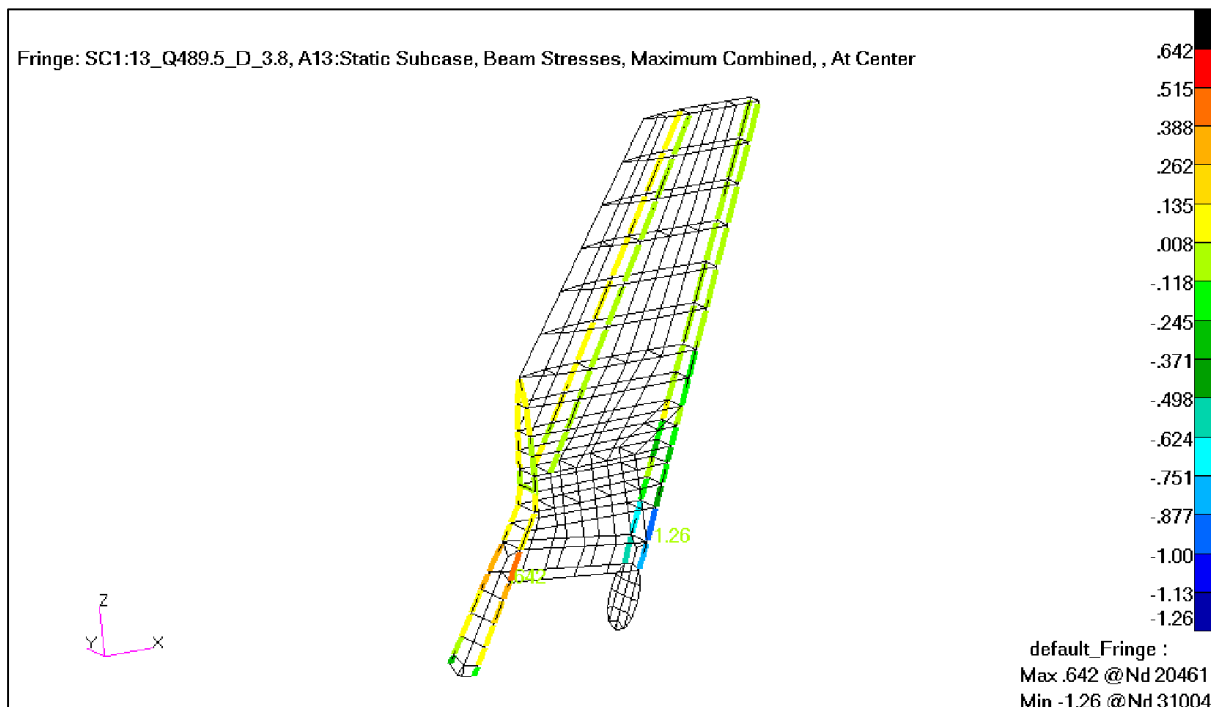


Rys. 386. Przypadek 13. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [20]

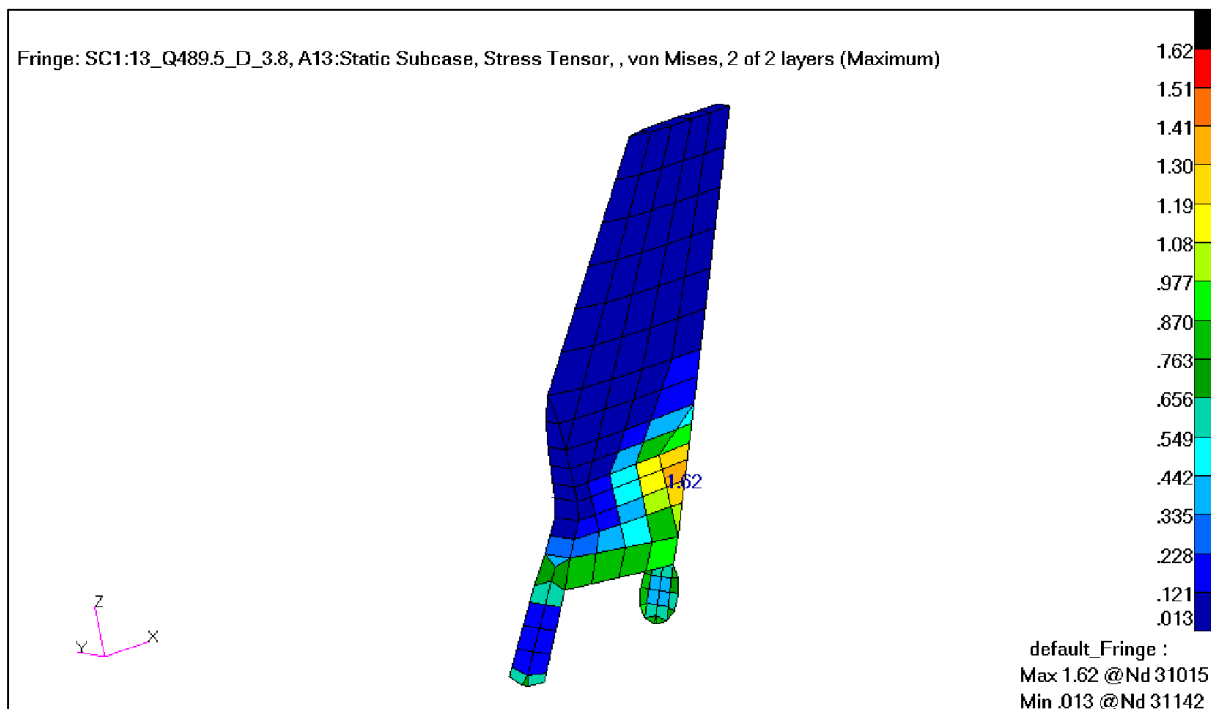
Rys. 387. Przypadek 13. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG/mm<sup>2</sup>). [20]

Rys. 388. Przypadek 13. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [20]

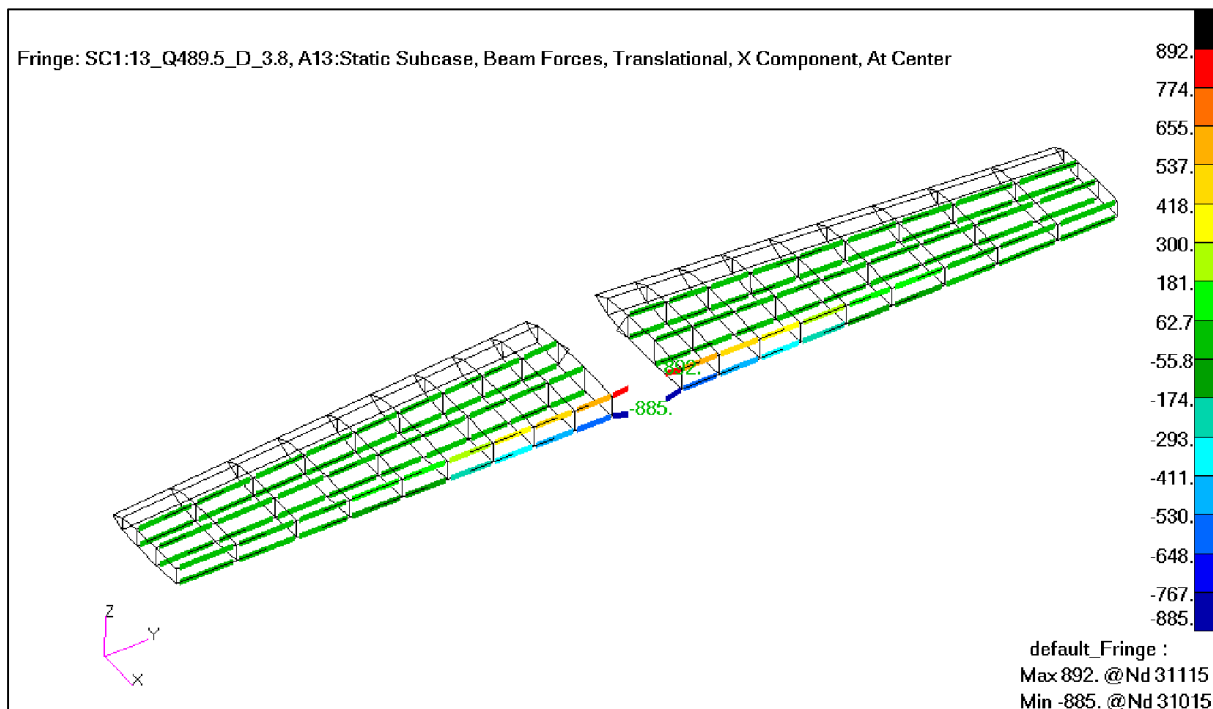
Rys. 389. Przypadek 13. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [20]



Rys. 390. Przypadek 13. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [20]



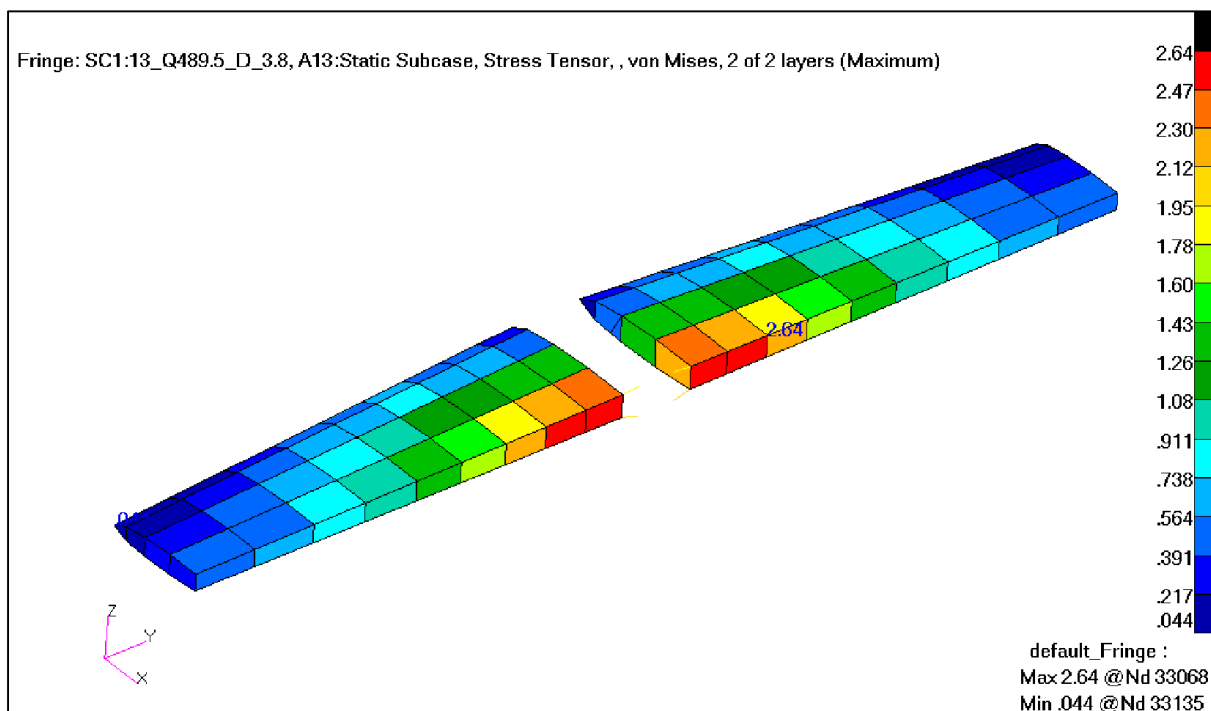
Rys. 391. Przypadek 13. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [20]



Rys. 392. Przypadek 13. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [20]

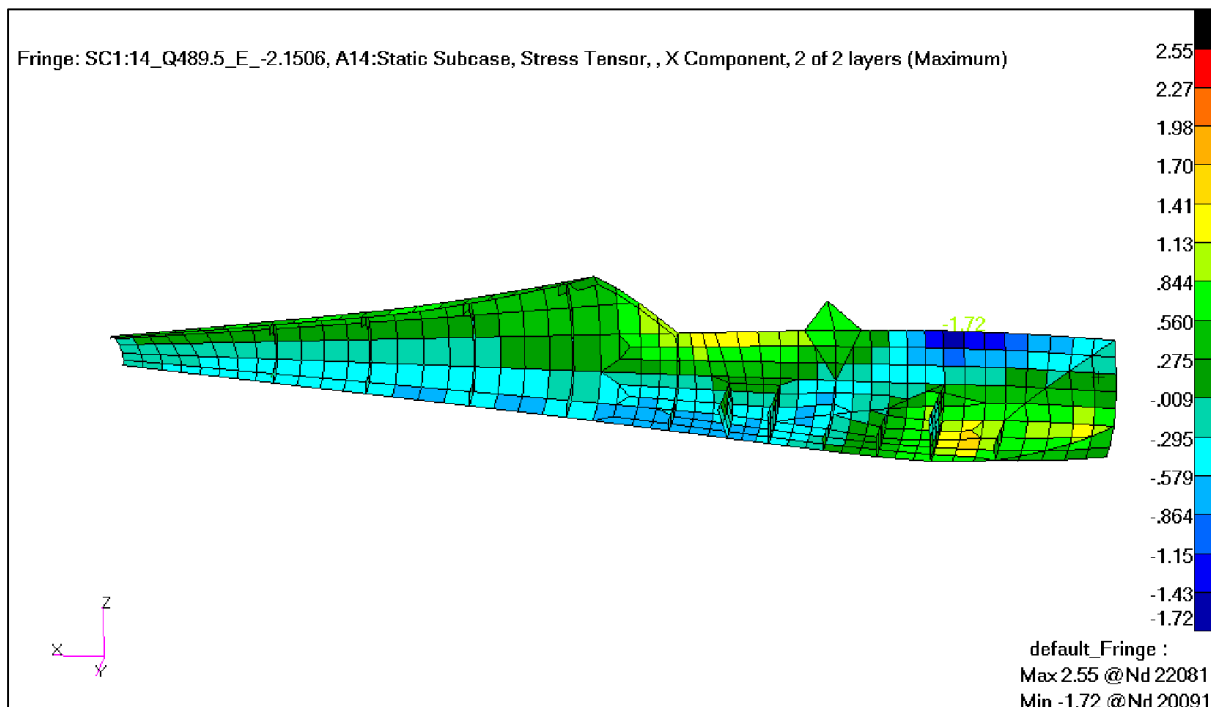
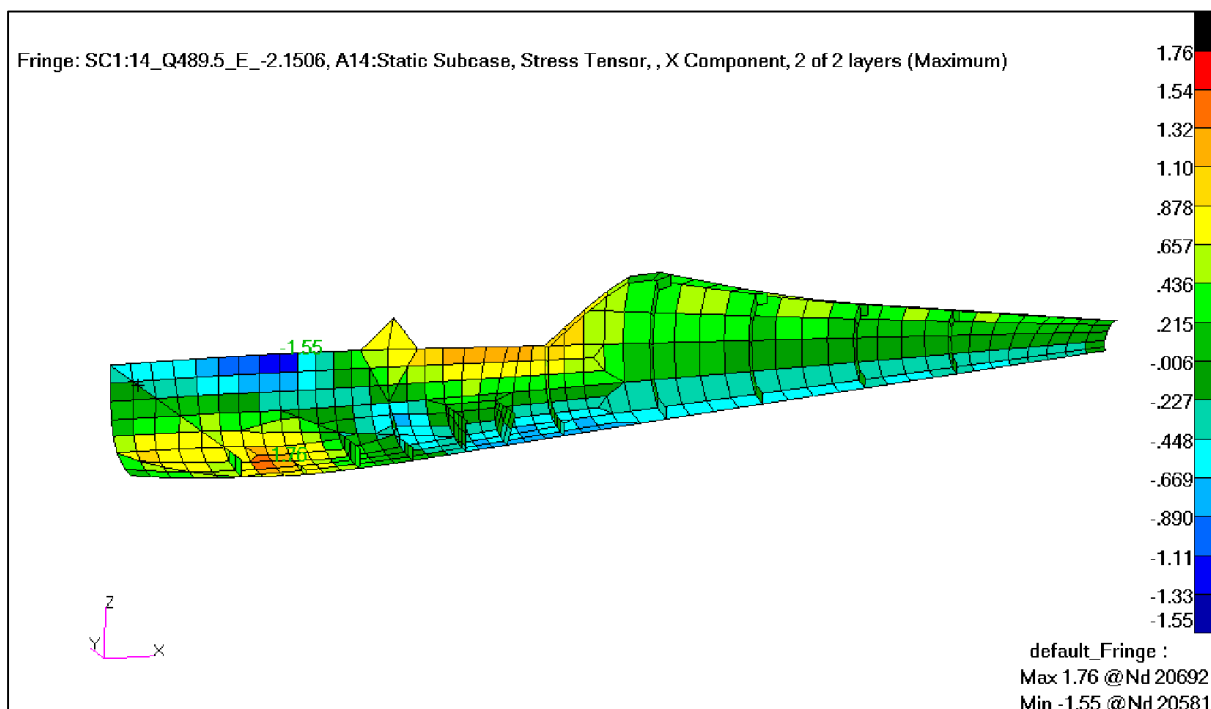
Rys. 393. Przypadek 13. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG/mm<sup>2</sup>). [20]

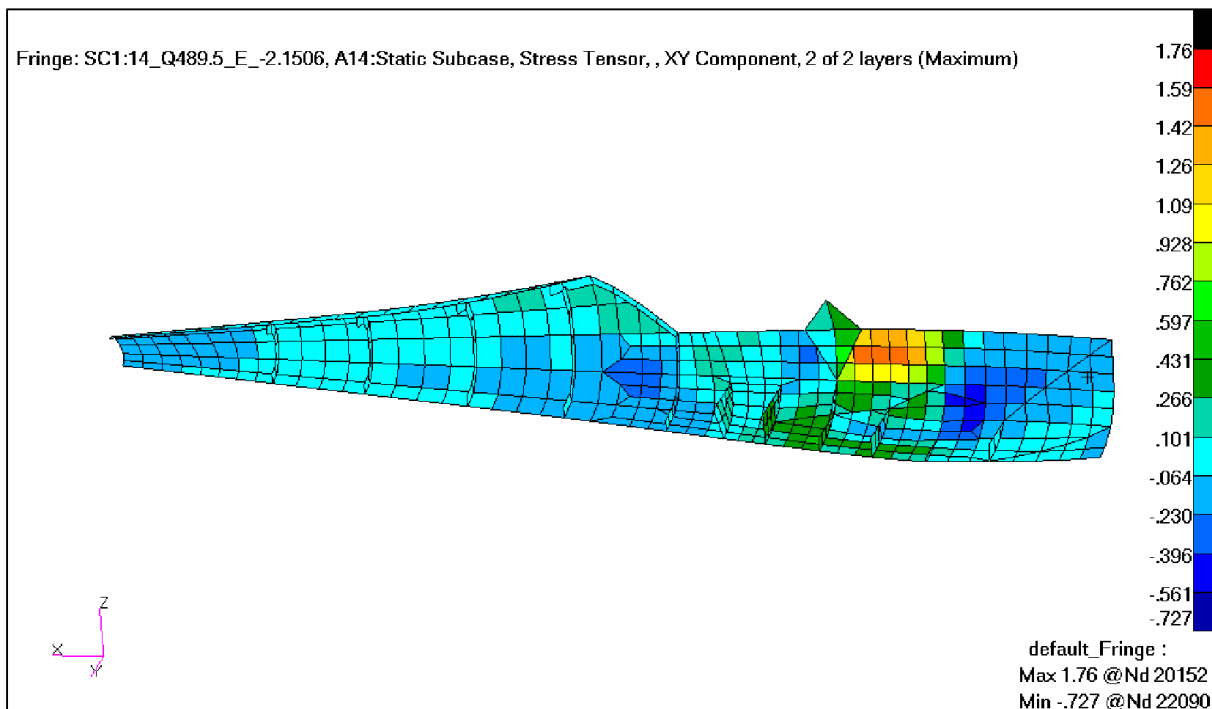
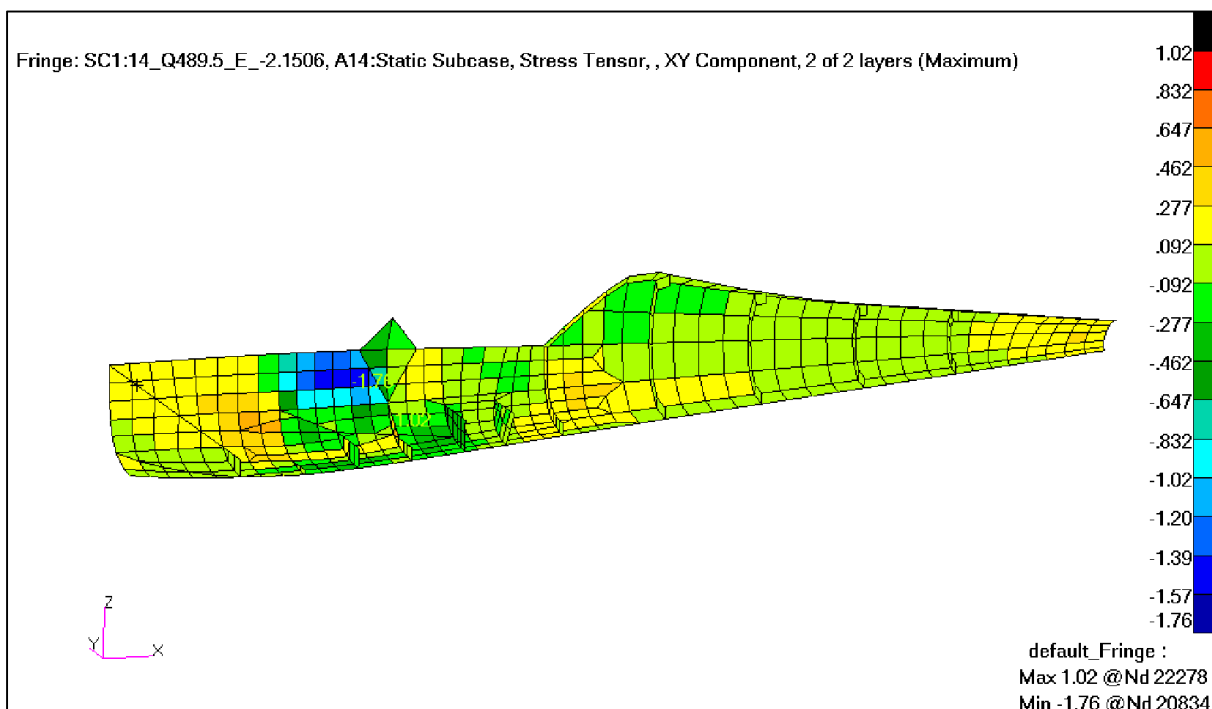


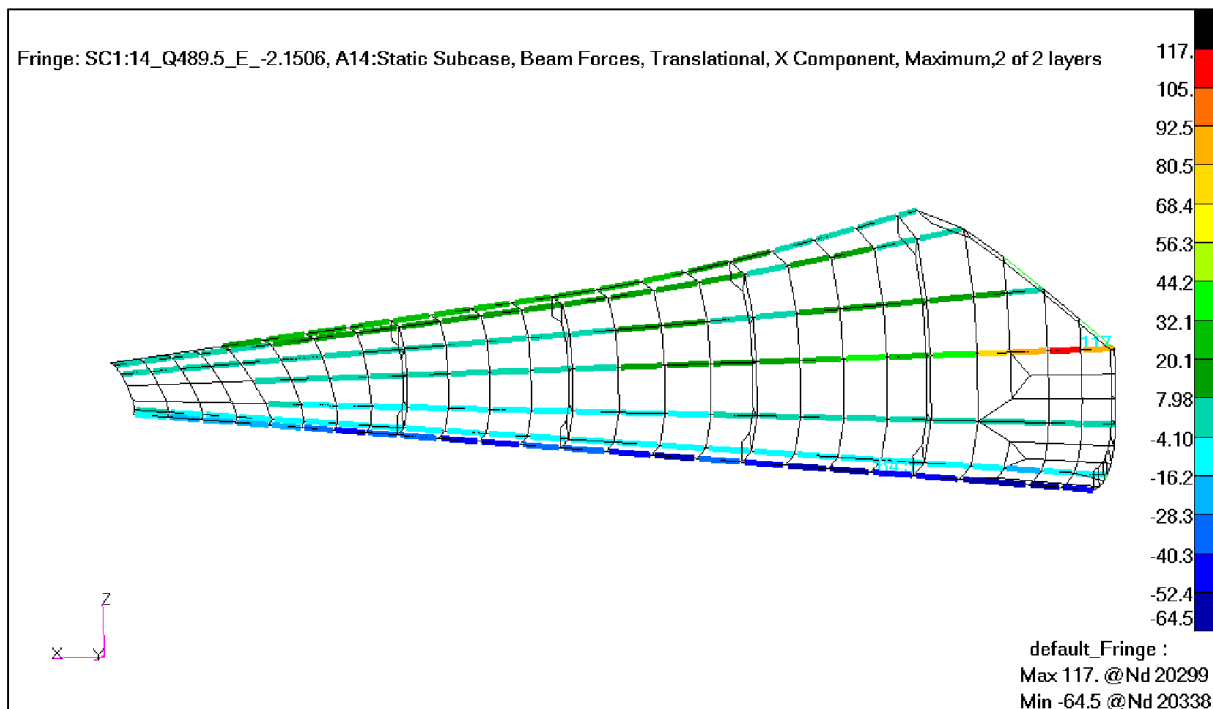


Rys. 394. Przypadek 13. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [20]

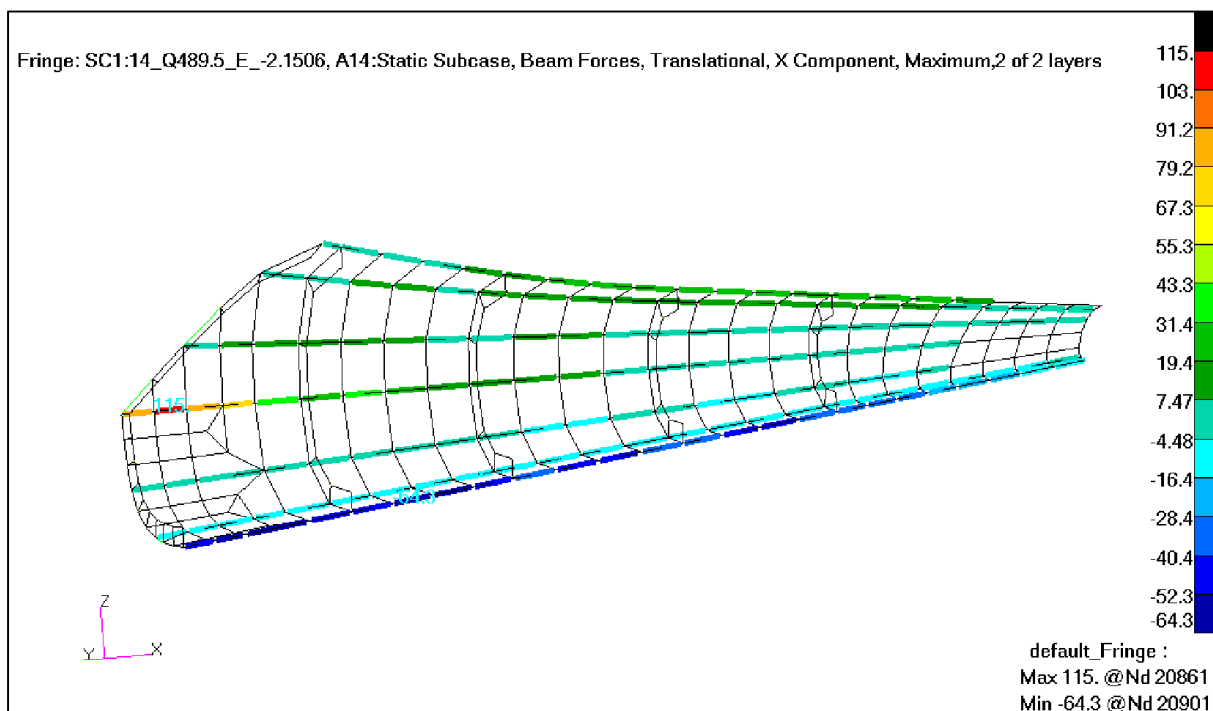


Rys. 397. Przypadek 14. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [21]Rys. 398. Przypadek 14. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [21]

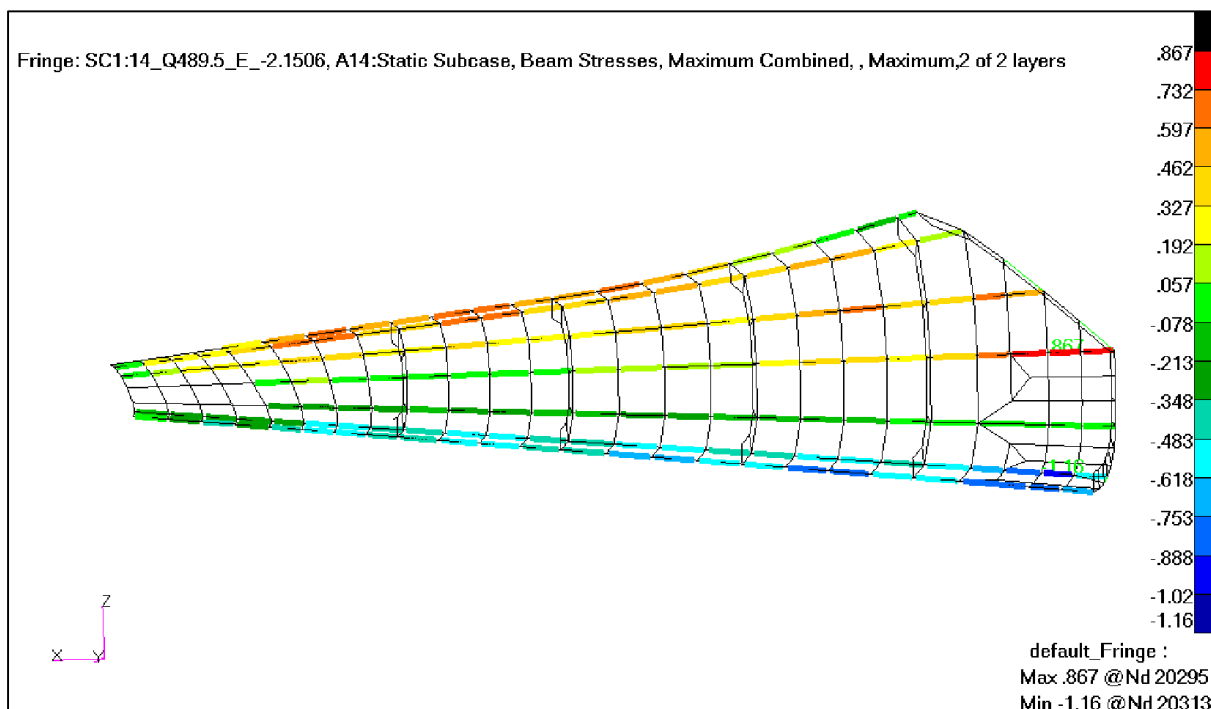
Rys. 399. Przypadek 14. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [21]Rys. 400. Przypadek 14. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [21]



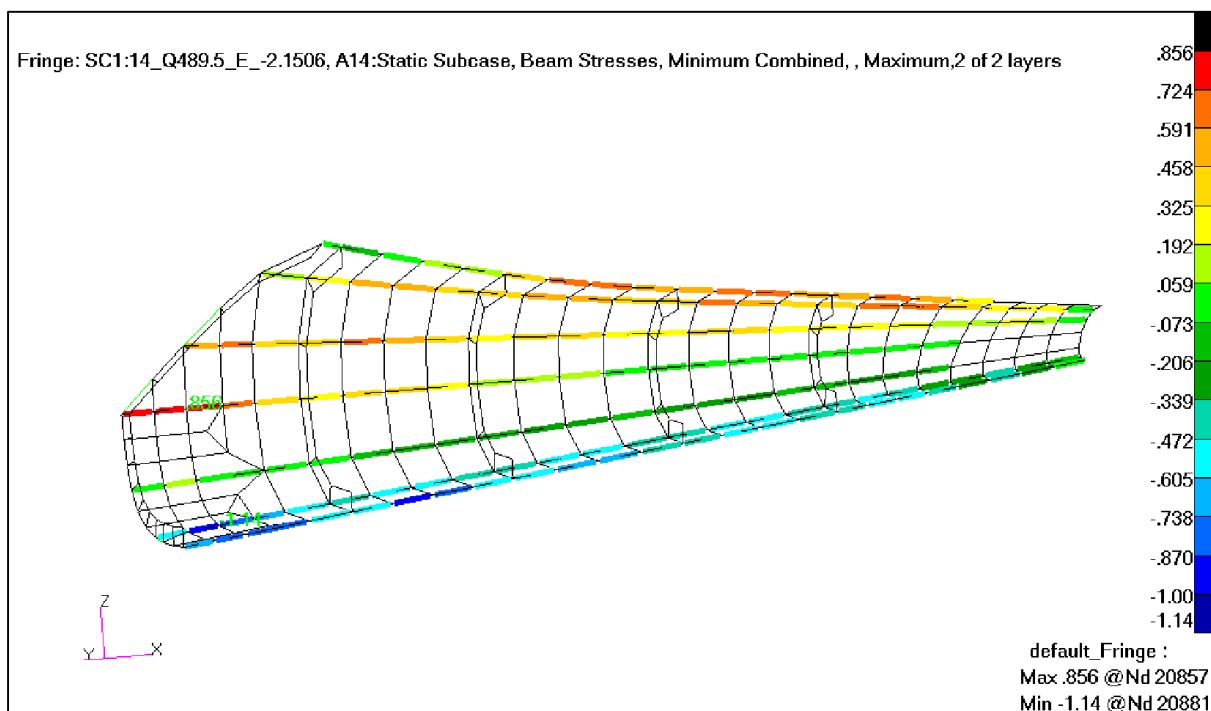
Rys. 401. Przypadek 14. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [21]



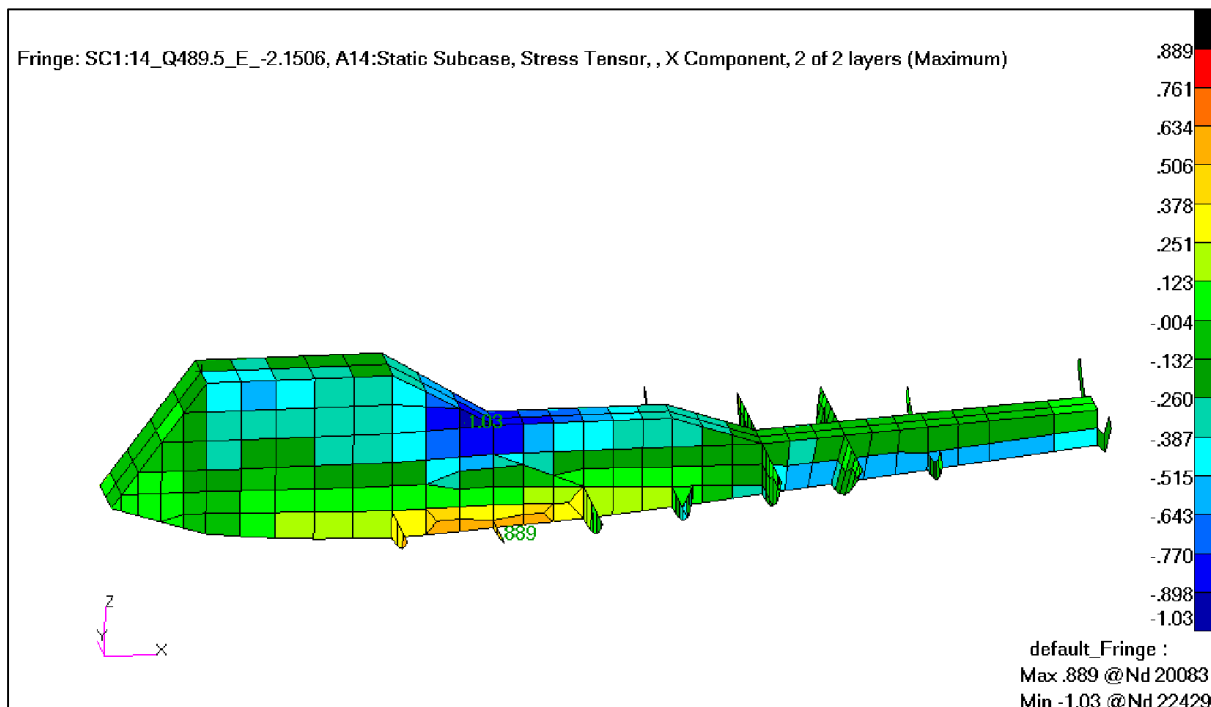
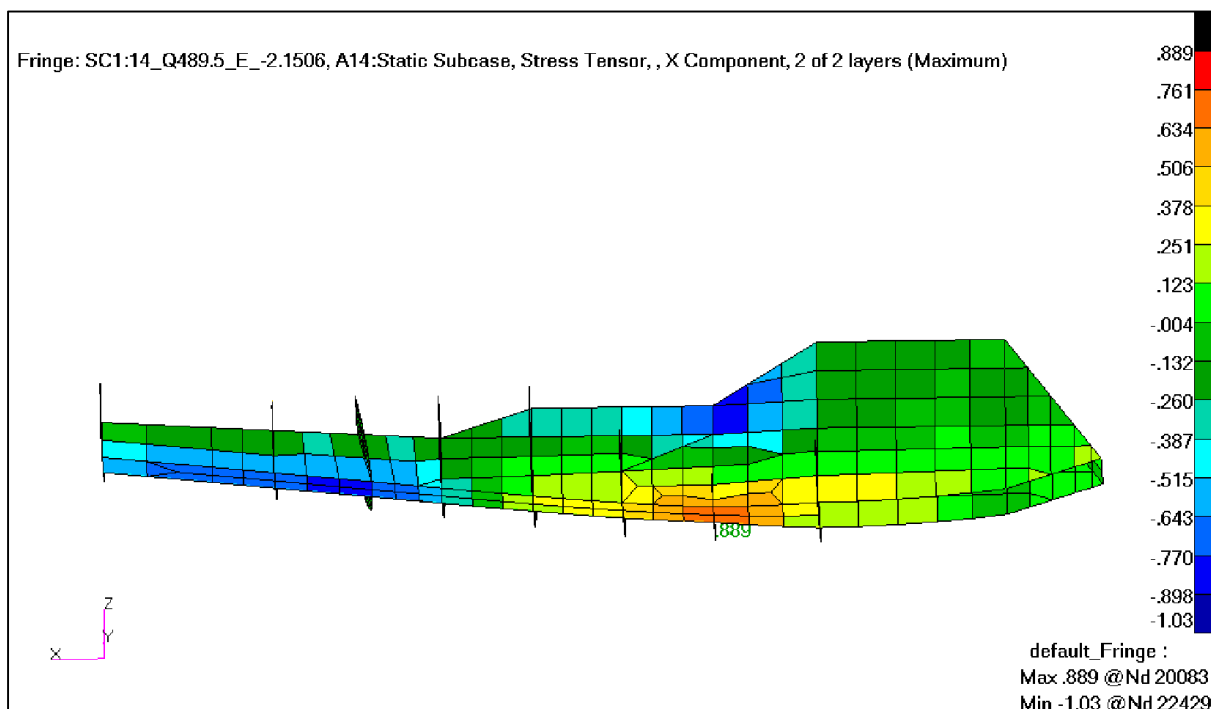
Rys. 402. Przypadek 14. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [21]

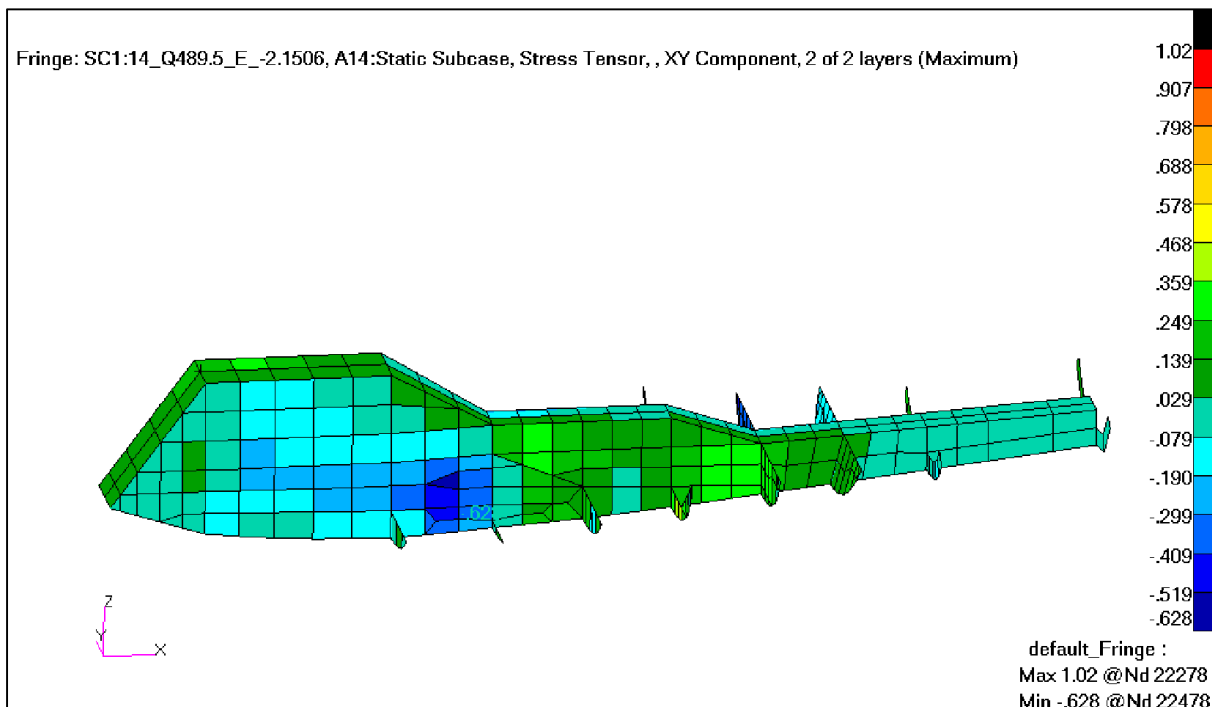
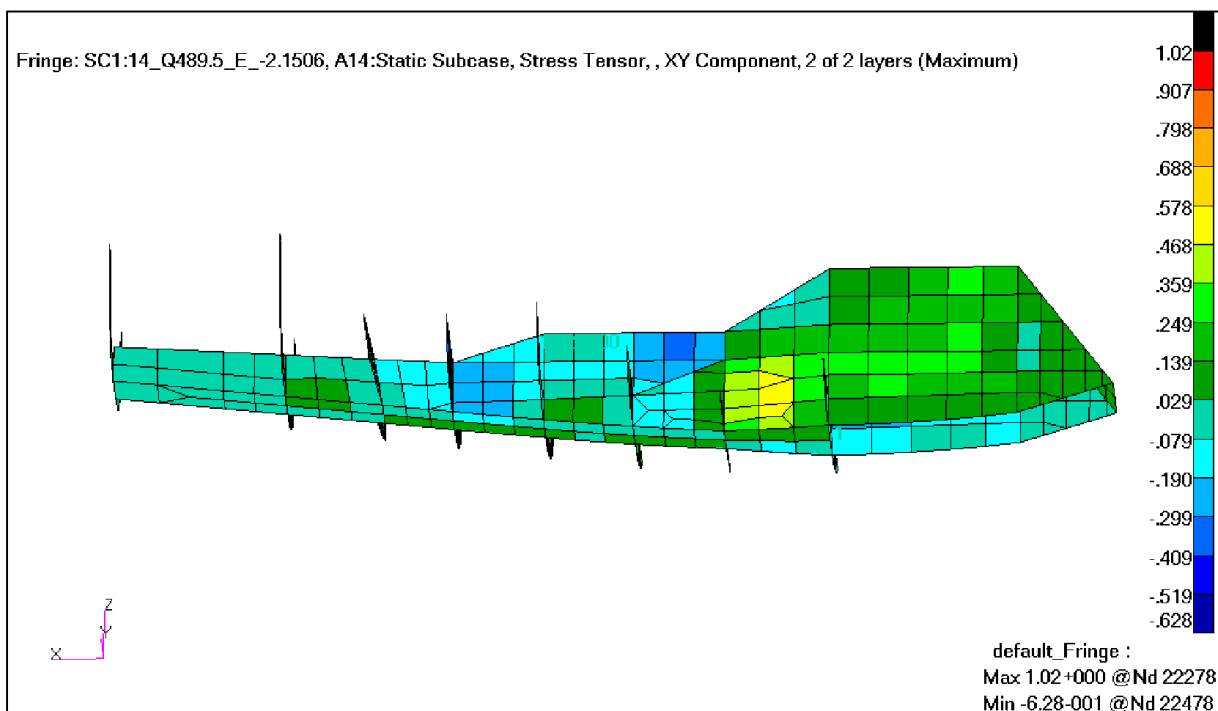


Rys. 403. Przypadek 14. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [21]

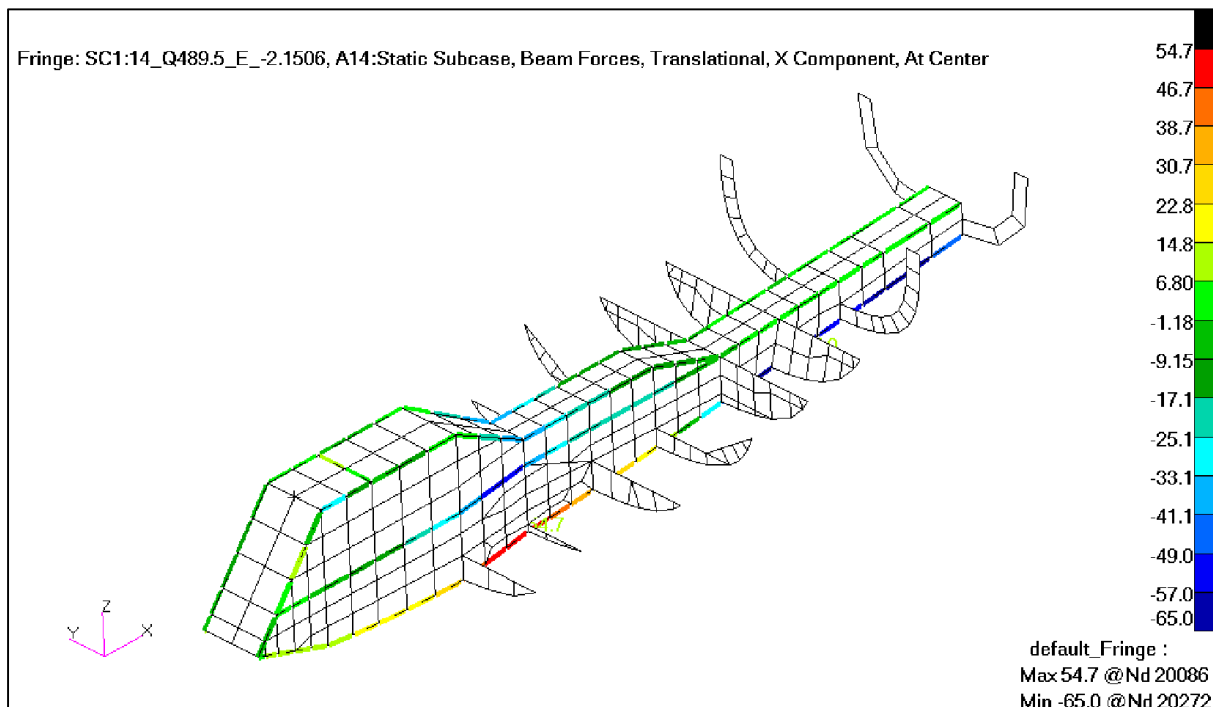


Rys. 404. Przypadek 14. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [21]

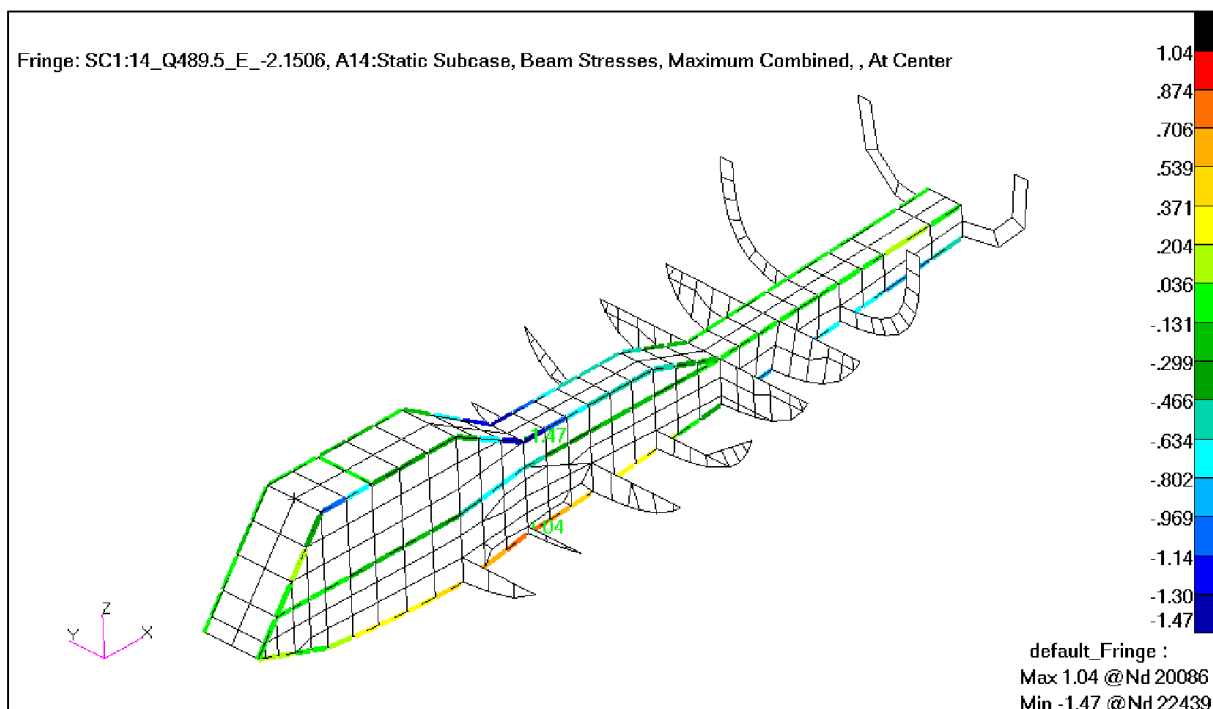
Rys. 405. Przypadek 14. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [21]Rys. 406. Przypadek 14. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [21]

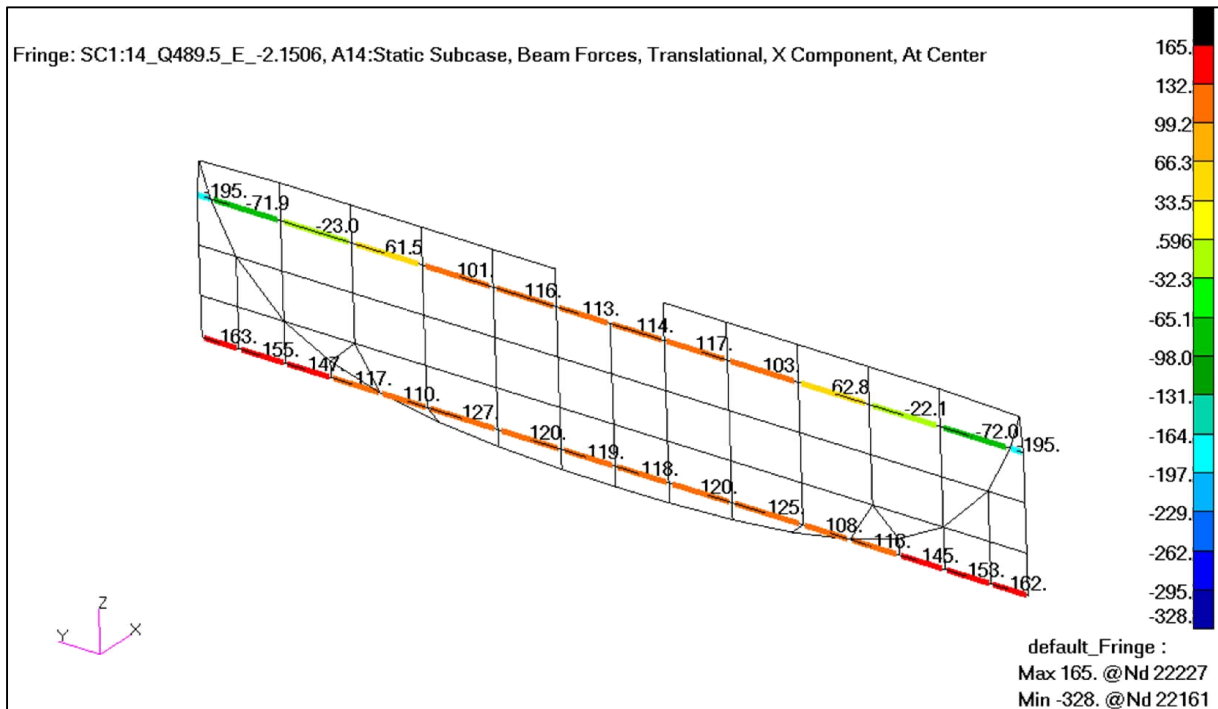
Rys. 407. Przypadek 14. Naprężenia ścianające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [21]Rys. 408. Przypadek 14. Naprężenia ścianające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [21]



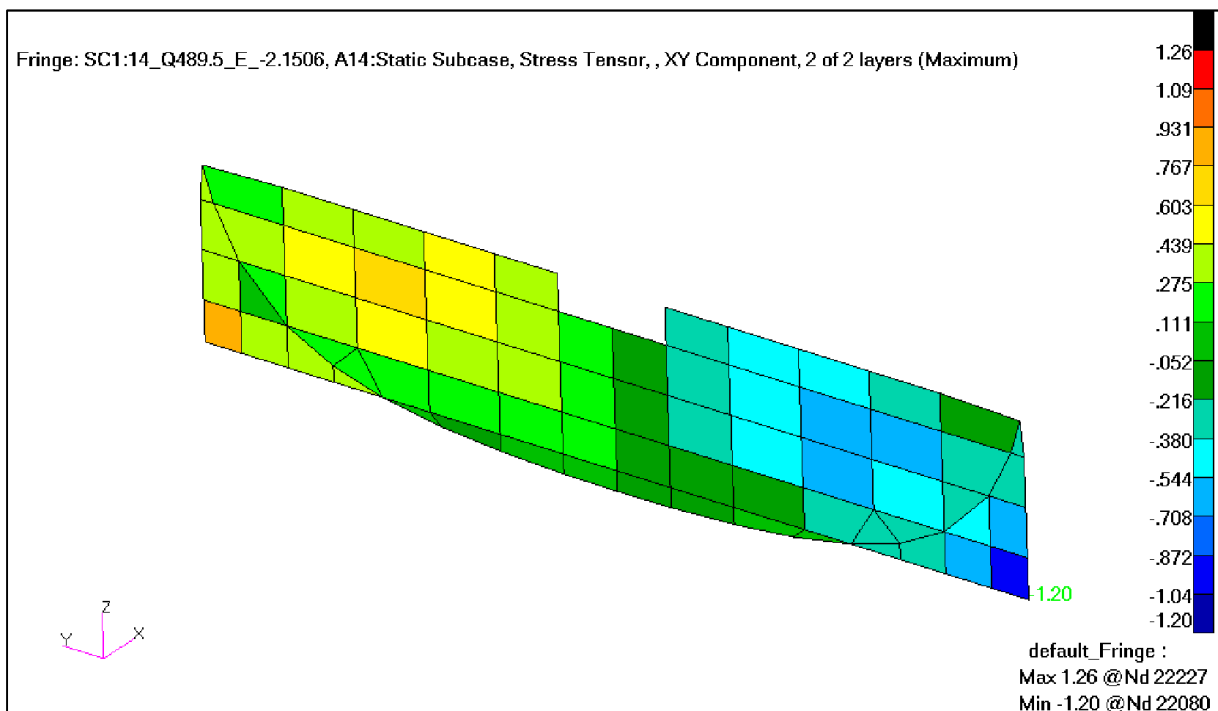


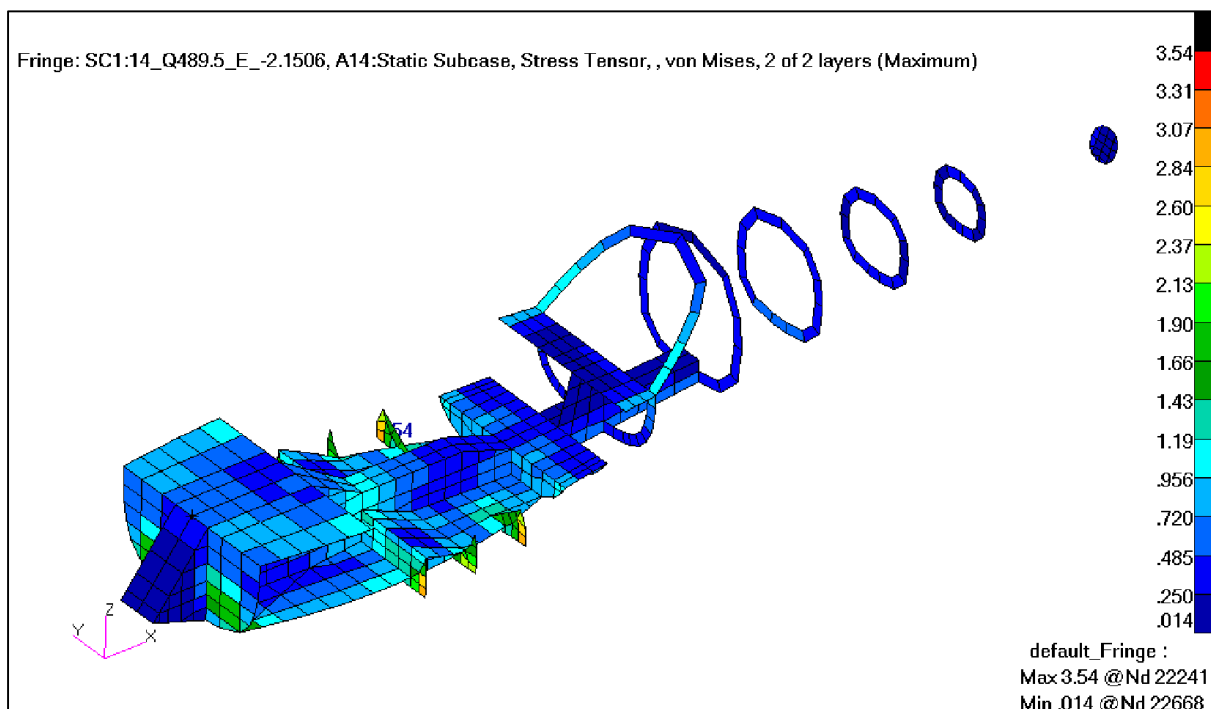
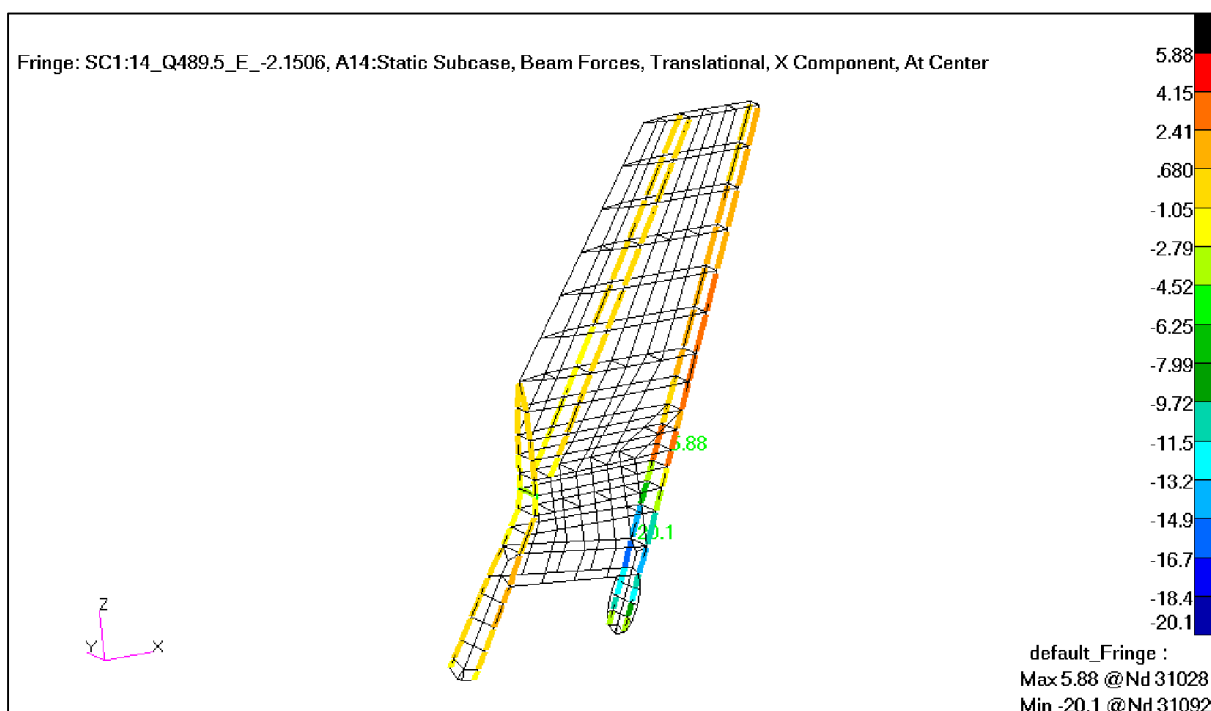
Rys. 409. Przypadek 14. Siły w kątownikach w kanale (kG). [21]

Rys. 410. Przypadek 14. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale  
(kG/mm<sup>2</sup>). [21]

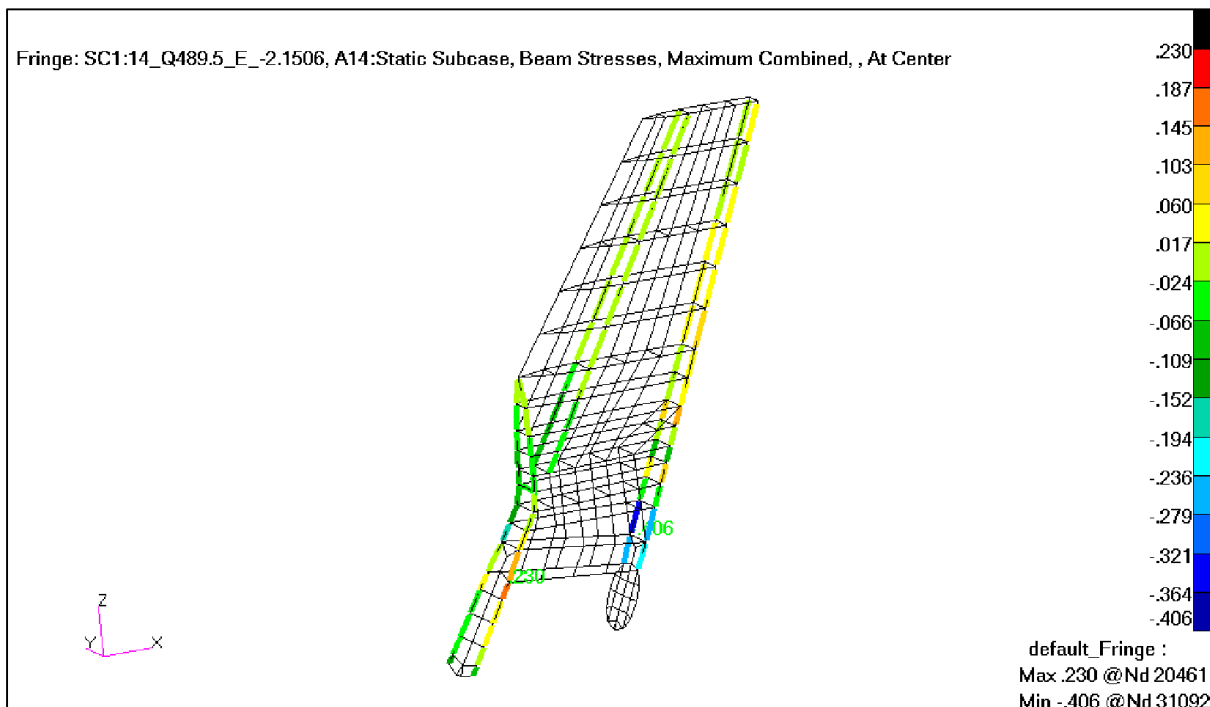


Rys. 411. Przypadek 14. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [21]

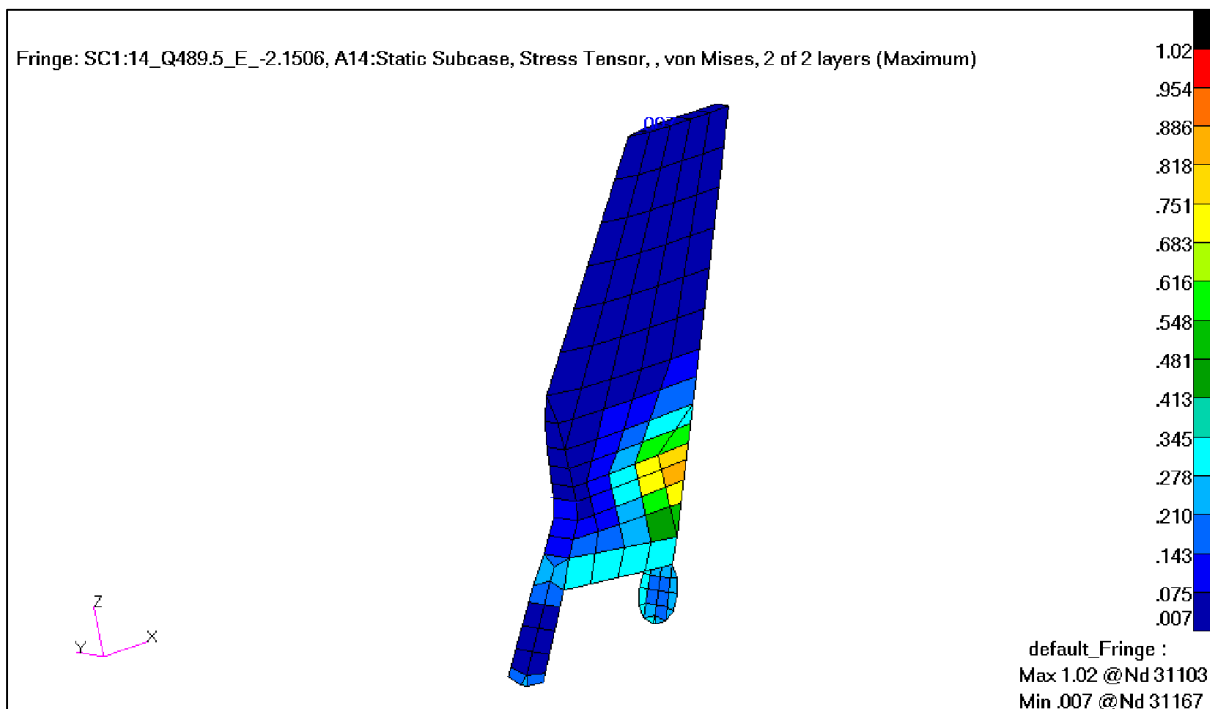
Rys. 412. Przypadek 14. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG/mm<sup>2</sup>). [21]

Rys. 413. Przypadek 14. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [21]

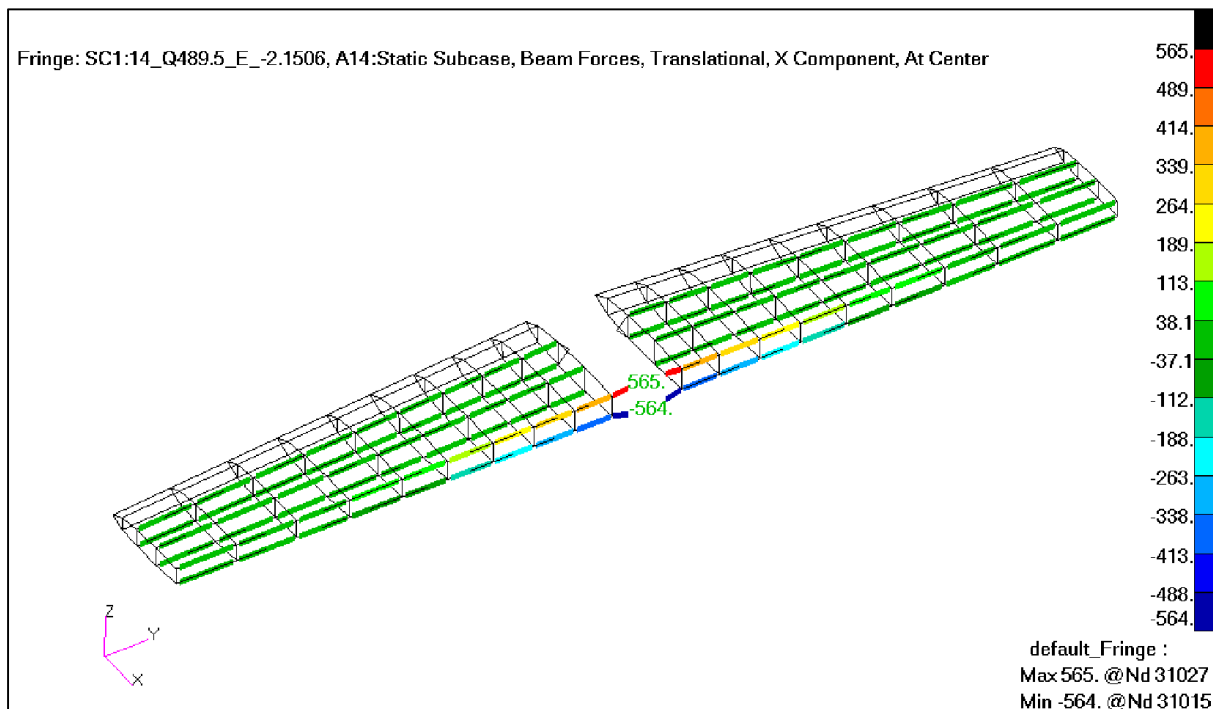
Rys. 414. Przypadek 14. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kG). [21]



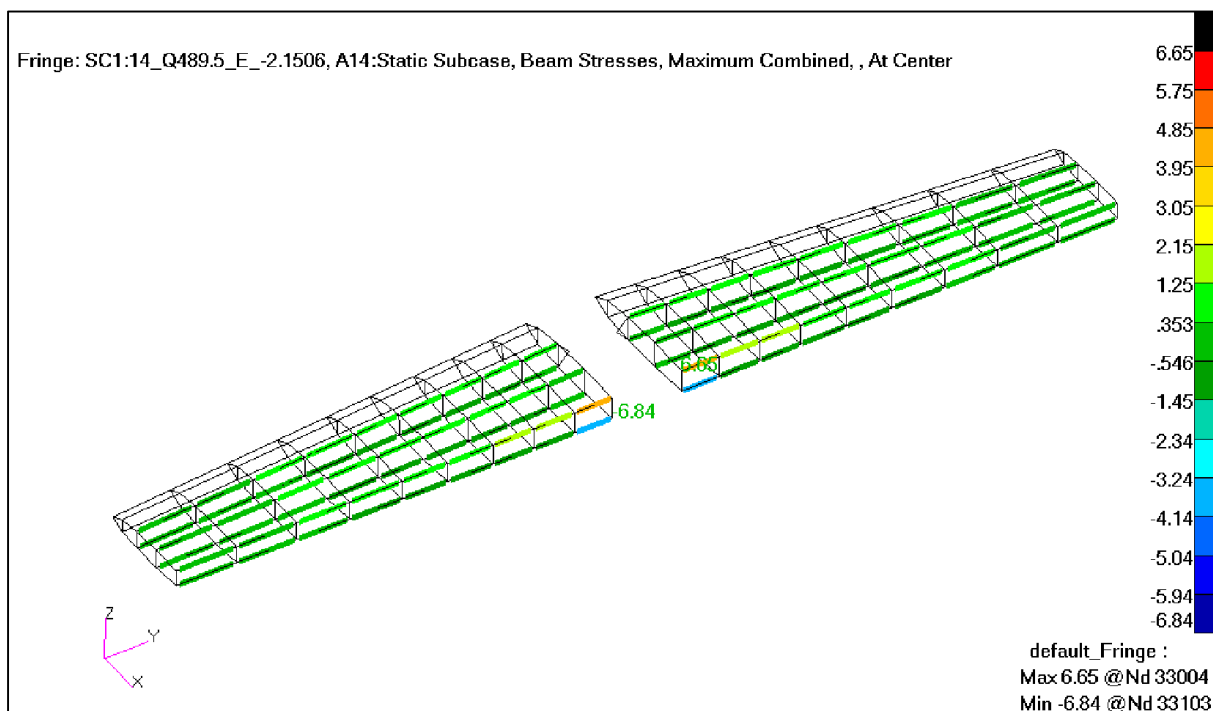
Rys. 415. Przypadek 14. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kG/mm}^2$ ). [21]

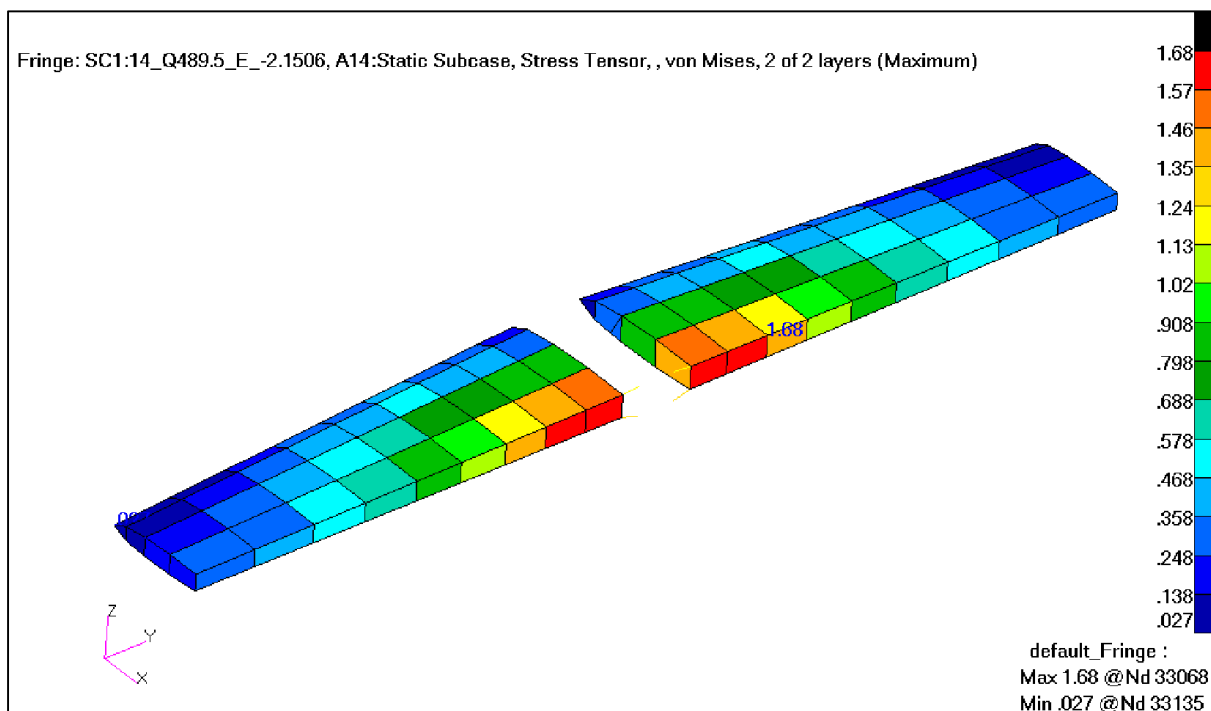


Rys. 416. Przypadek 14. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kG/mm}^2$ ). [21]

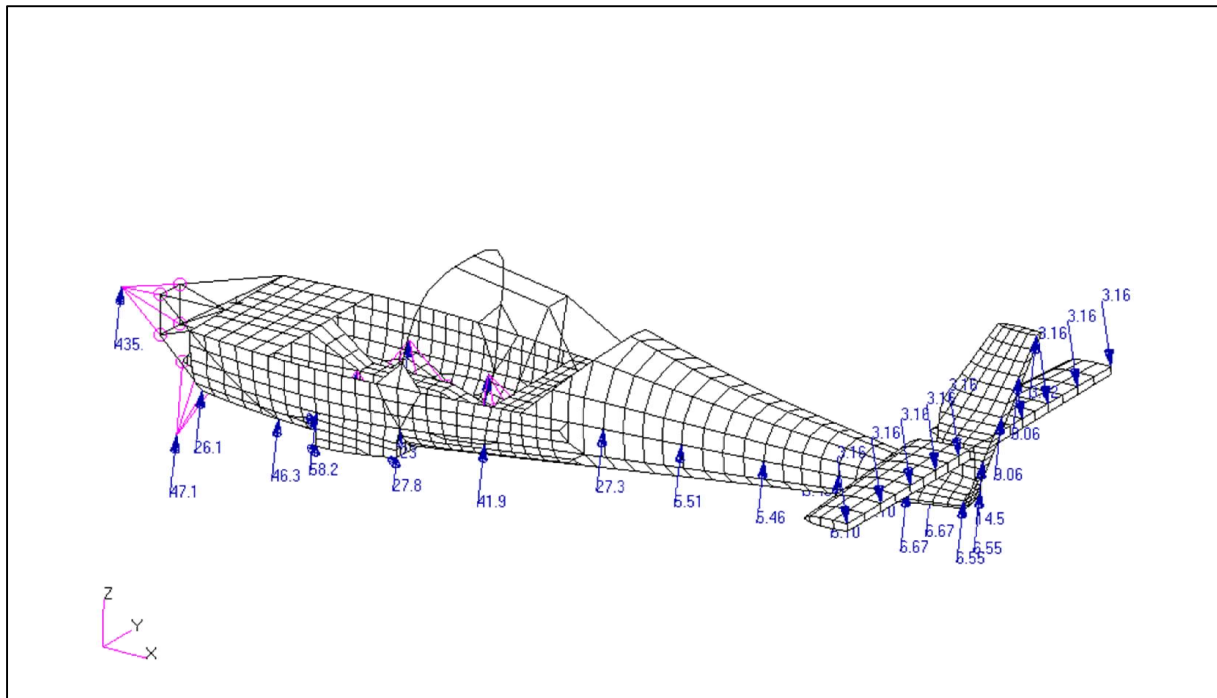


Rys. 417. Przypadek 14. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [21]

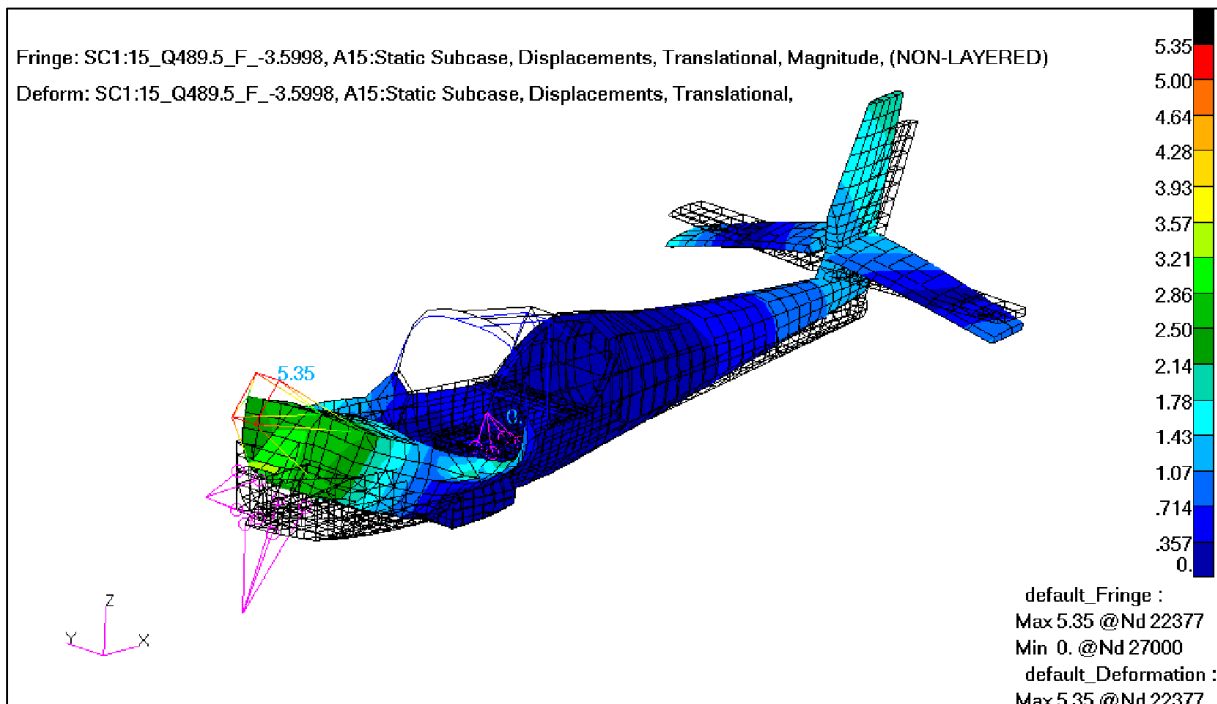
Rys. 418. Przypadek 14. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [21]



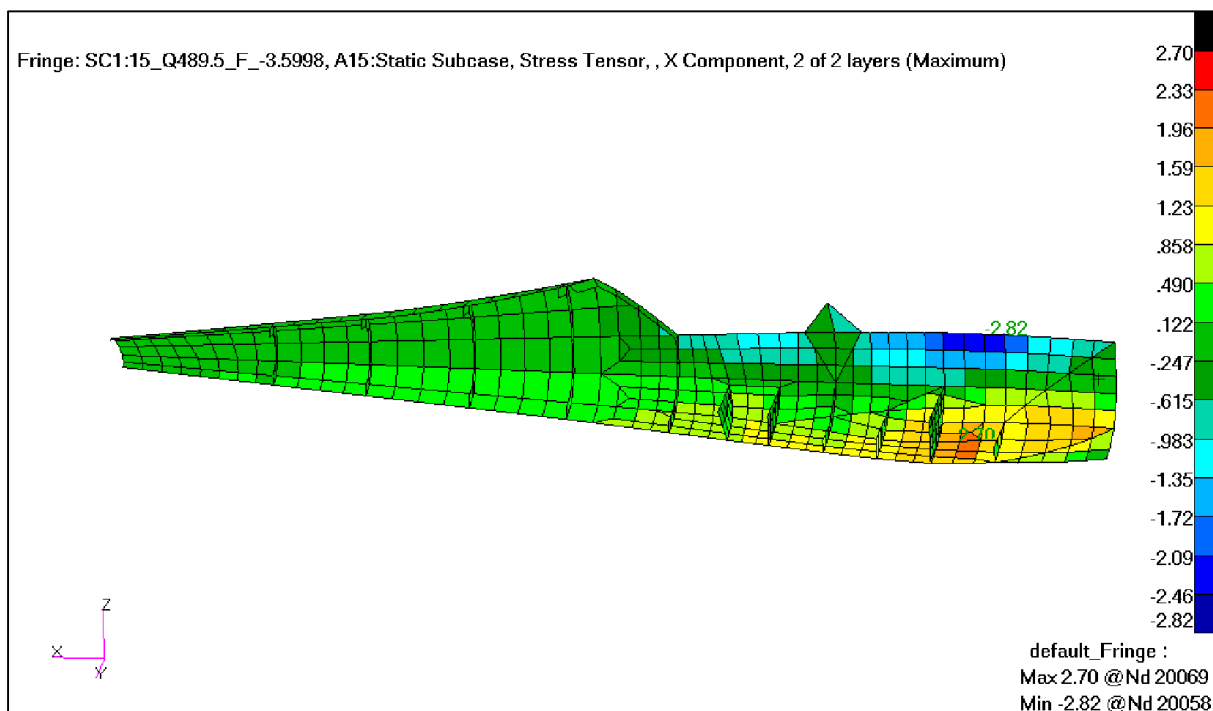
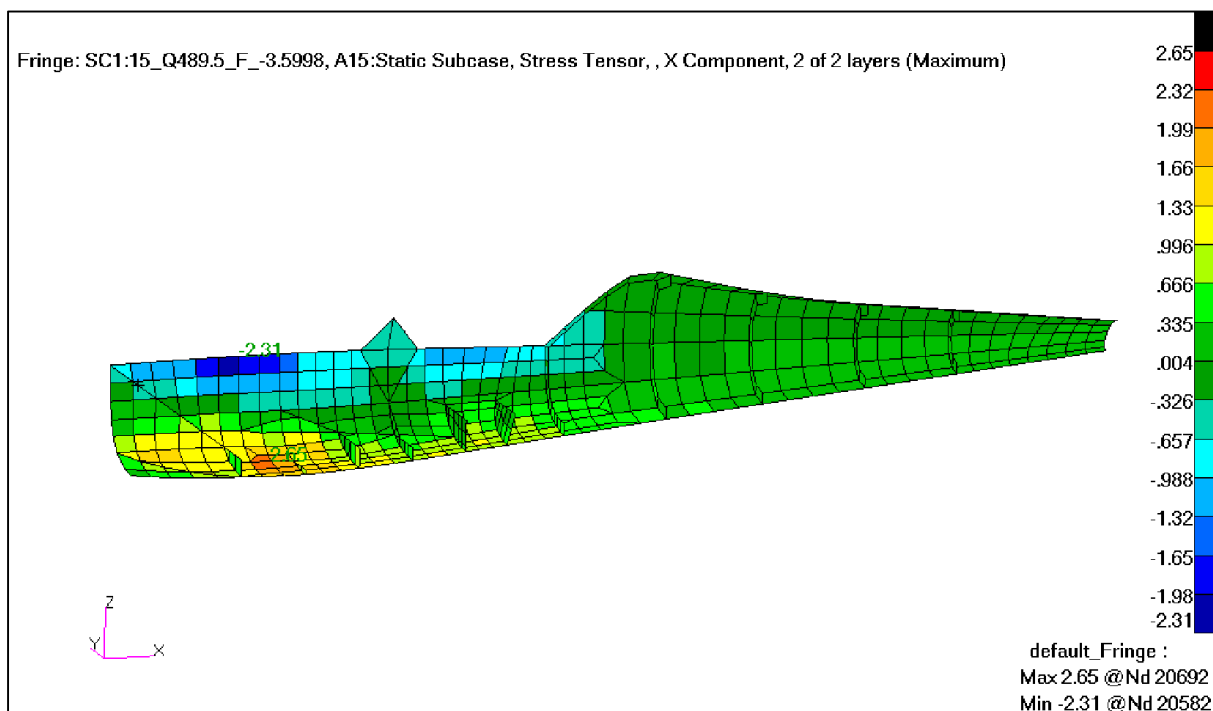
Rys. 419. Przypadek 14. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [21]

7.15. Przypadek 15 - masa 489,5 kg – punkt F krzywej wyrwania,  $n=-3.5998$ 

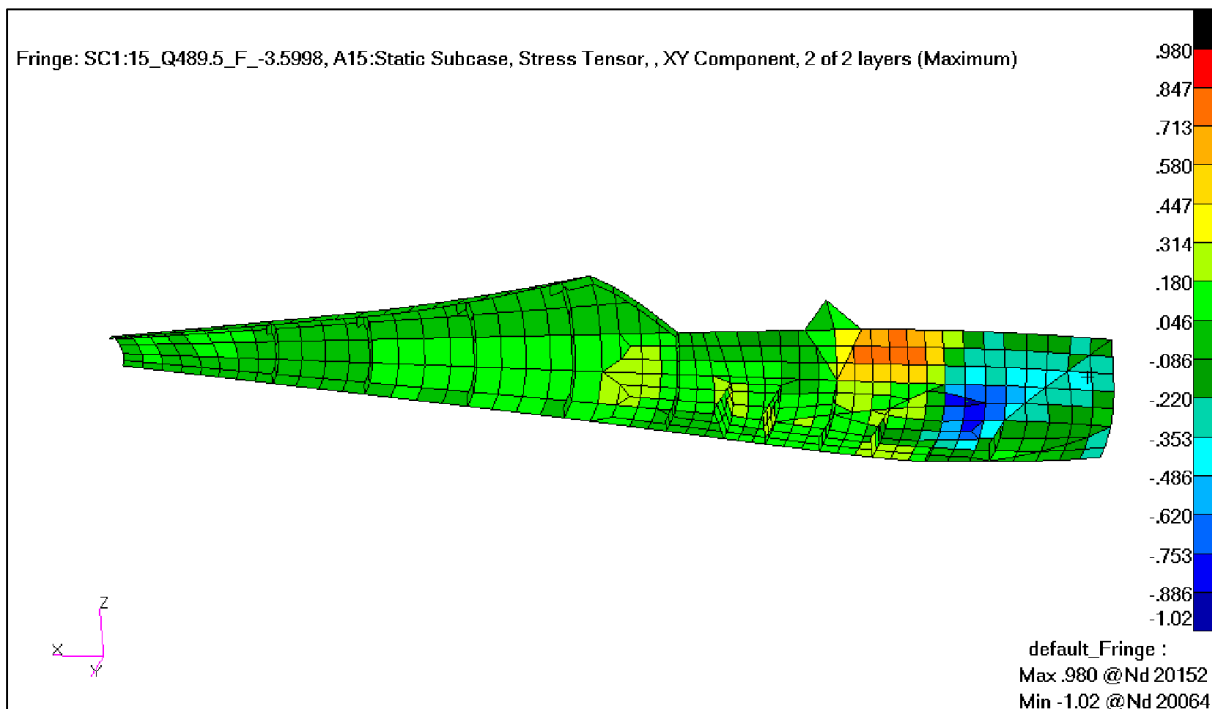
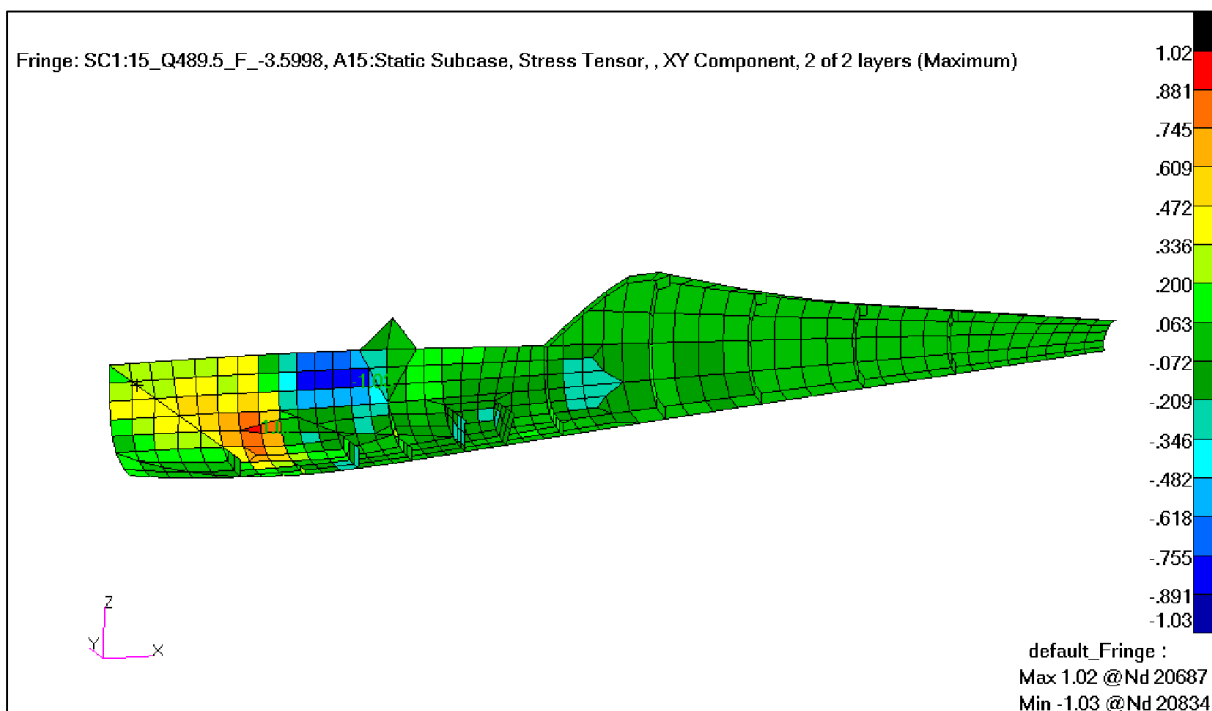
Rys. 420. Przypadek 15. Przyłożone obciążenie (kg). [22]

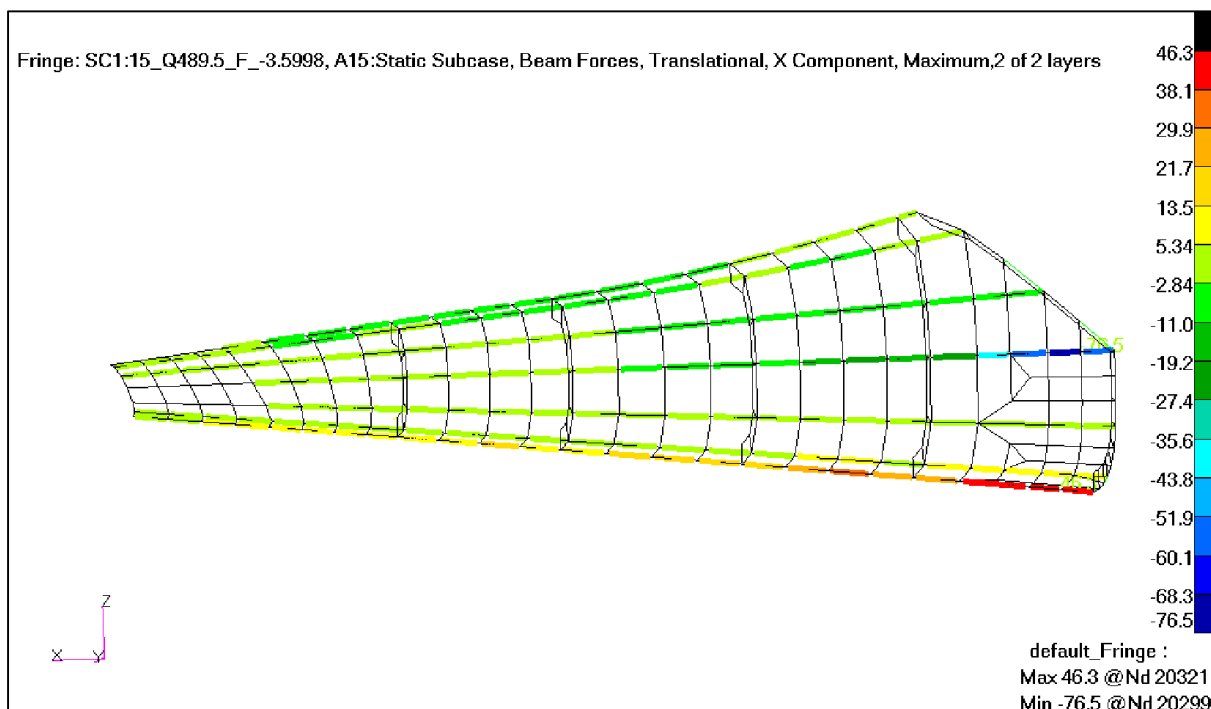


Rys. 421. Przypadek 15. Odształcenie struktury (mm). [22]

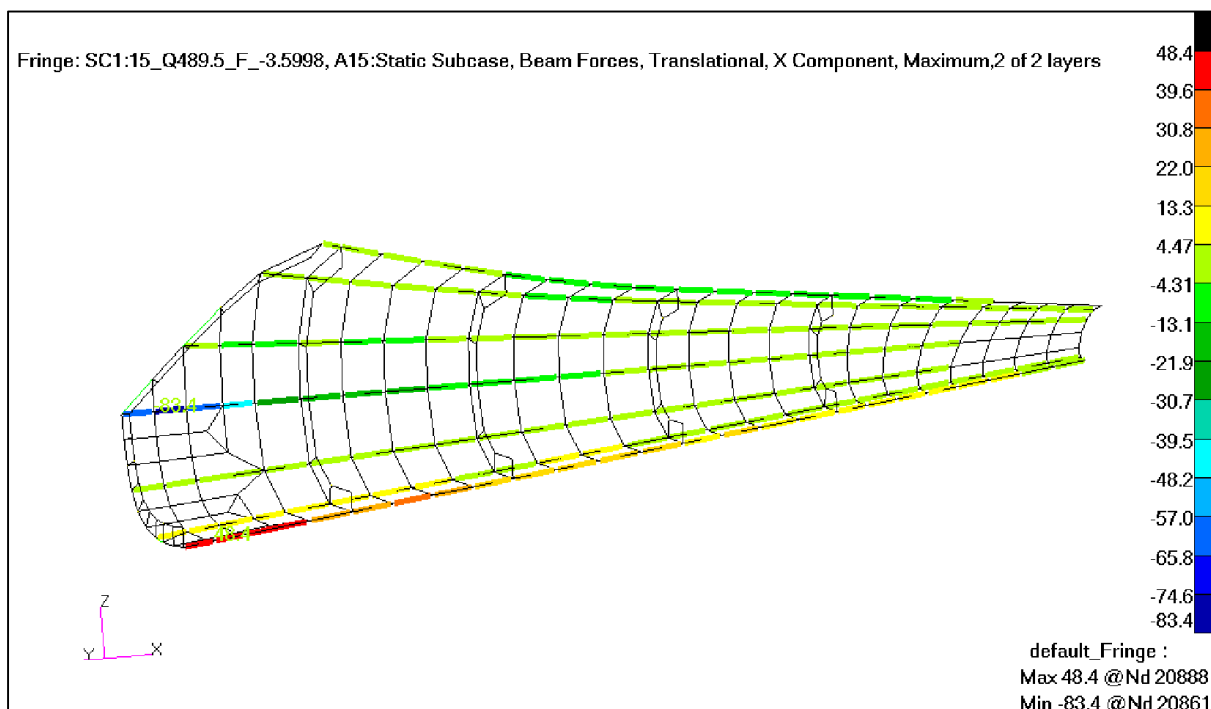
Rys. 422. Przypadek 15. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [22]Rys. 423. Przypadek 15. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [22]



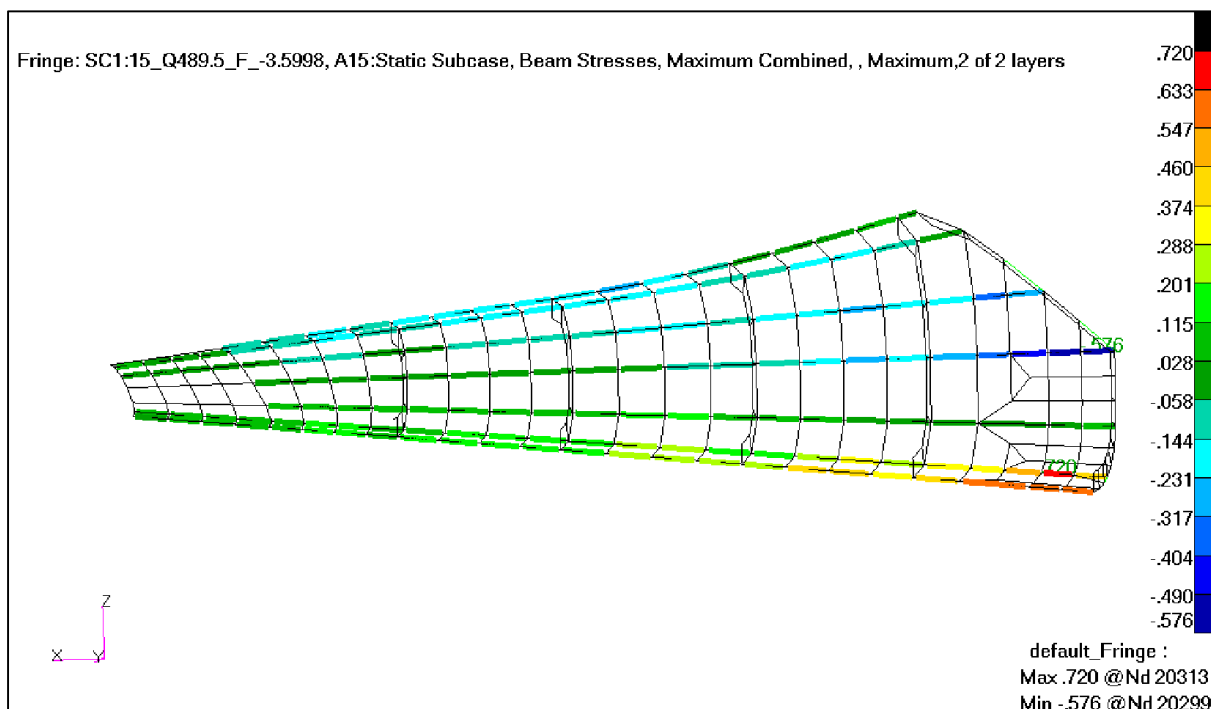
Rys. 424. Przypadek 15. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [22]Rys. 425. Przypadek 15. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [22]



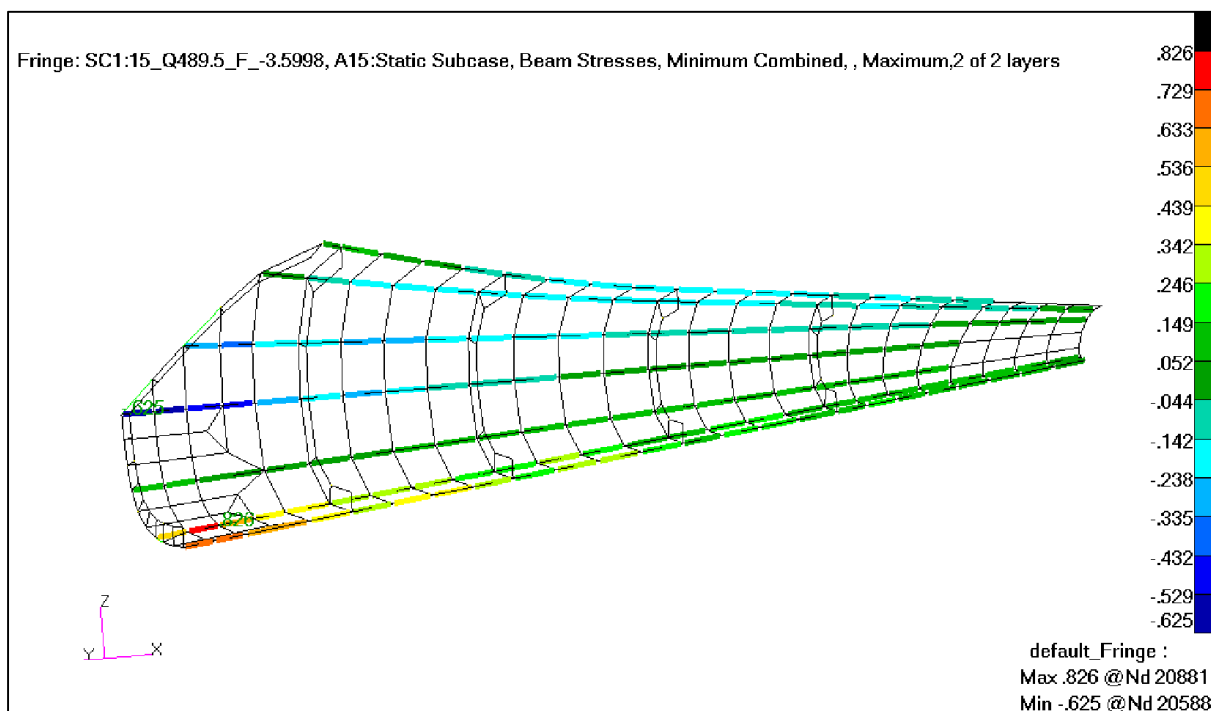
Rys. 426. Przypadek 15. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [22]



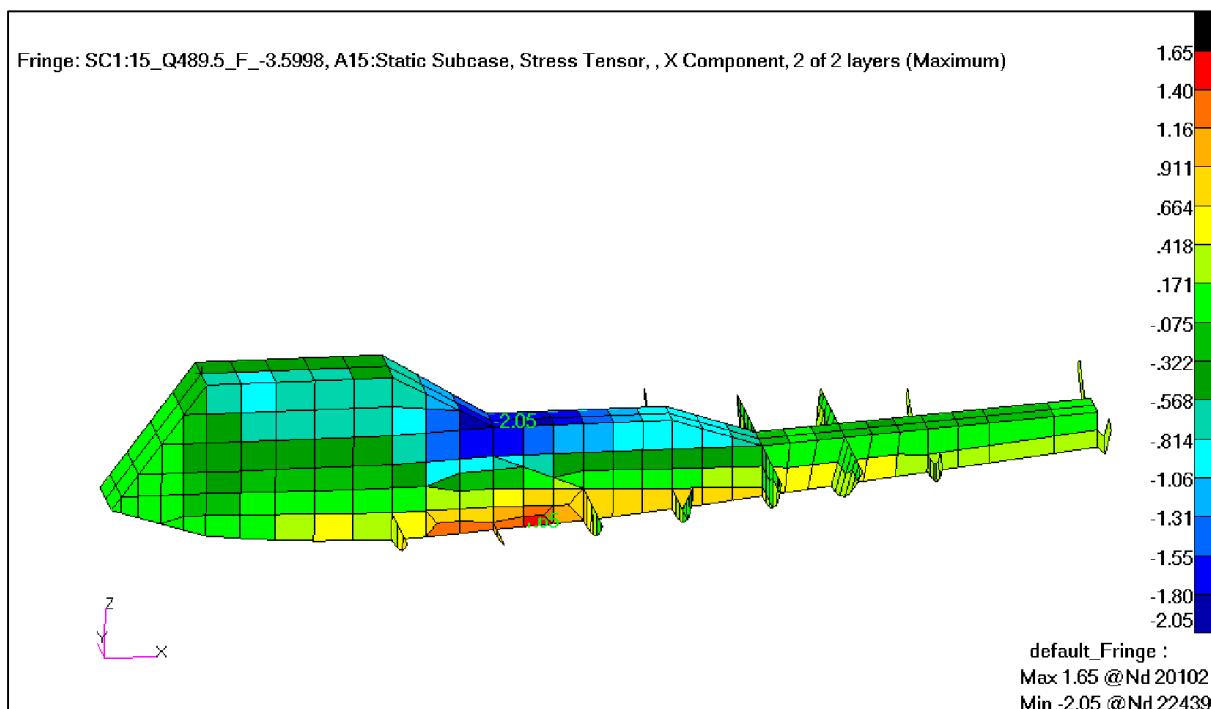
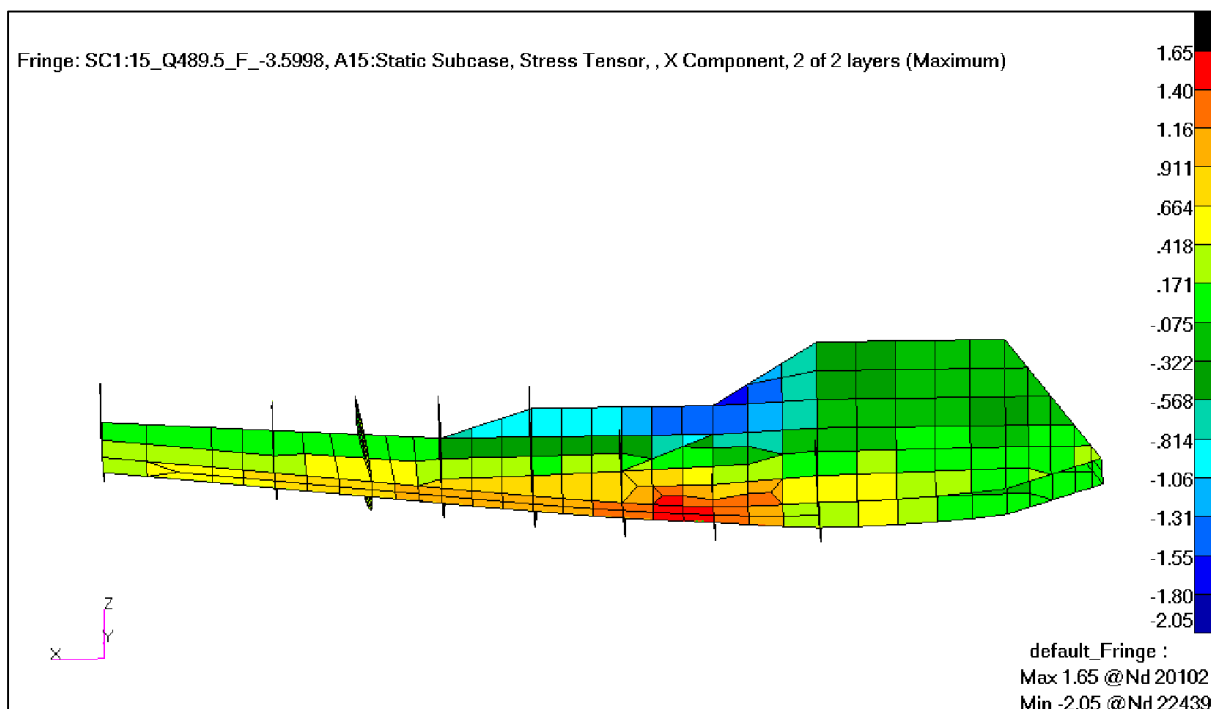
Rys. 427. Przypadek 15. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [22]

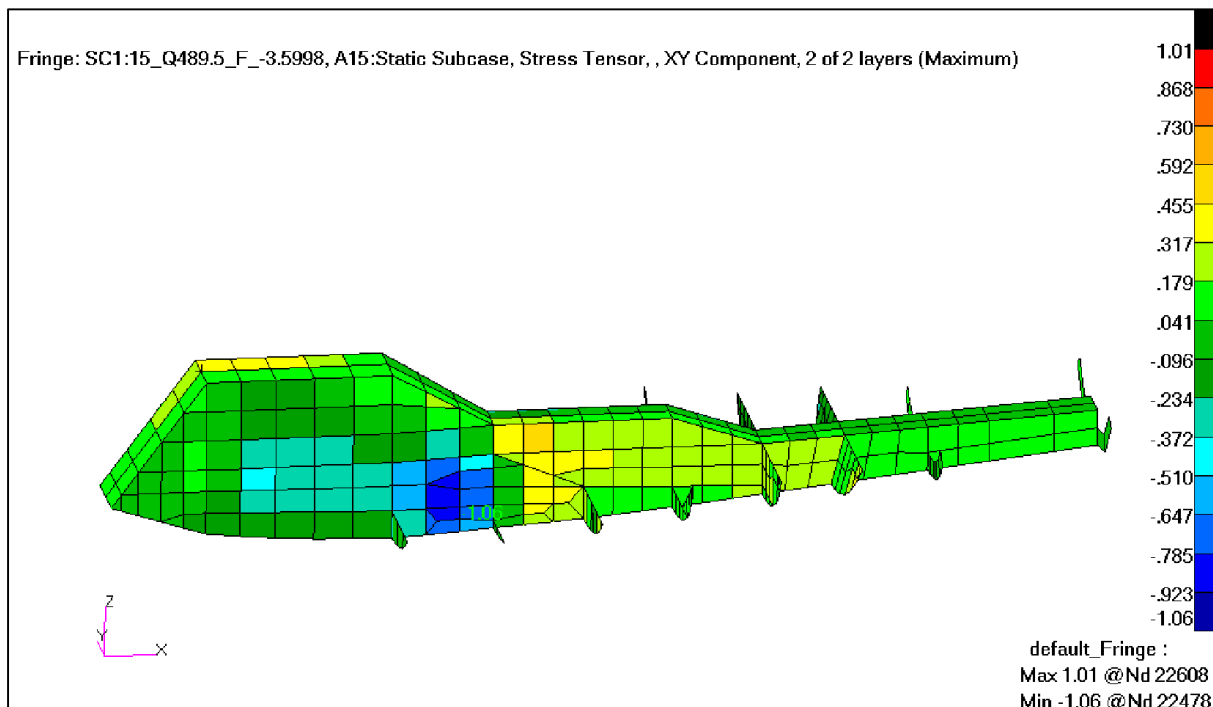
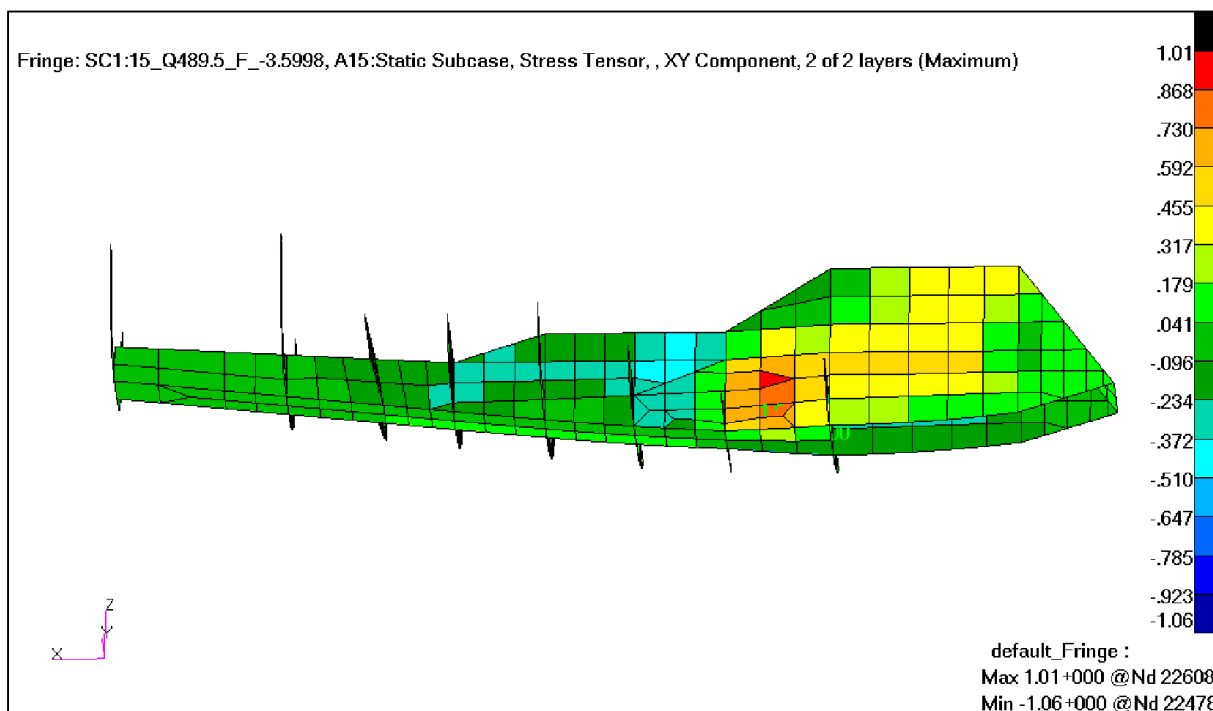


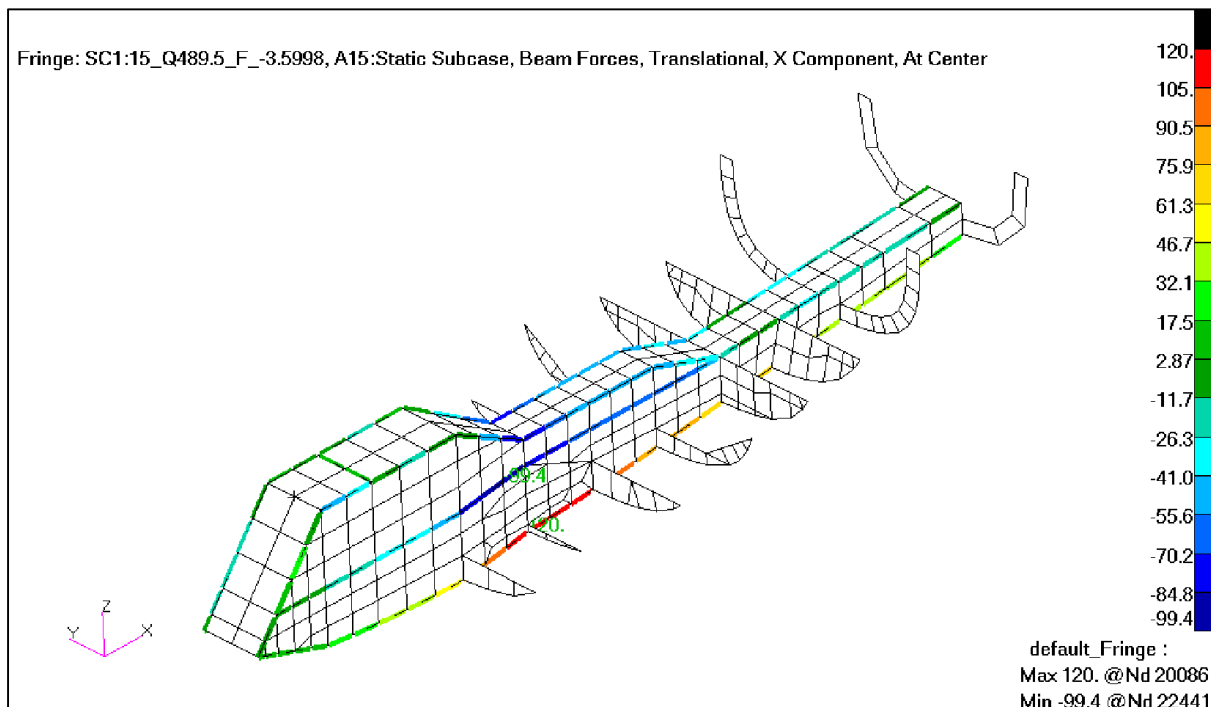
Rys. 428. Przypadek 15. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [22]



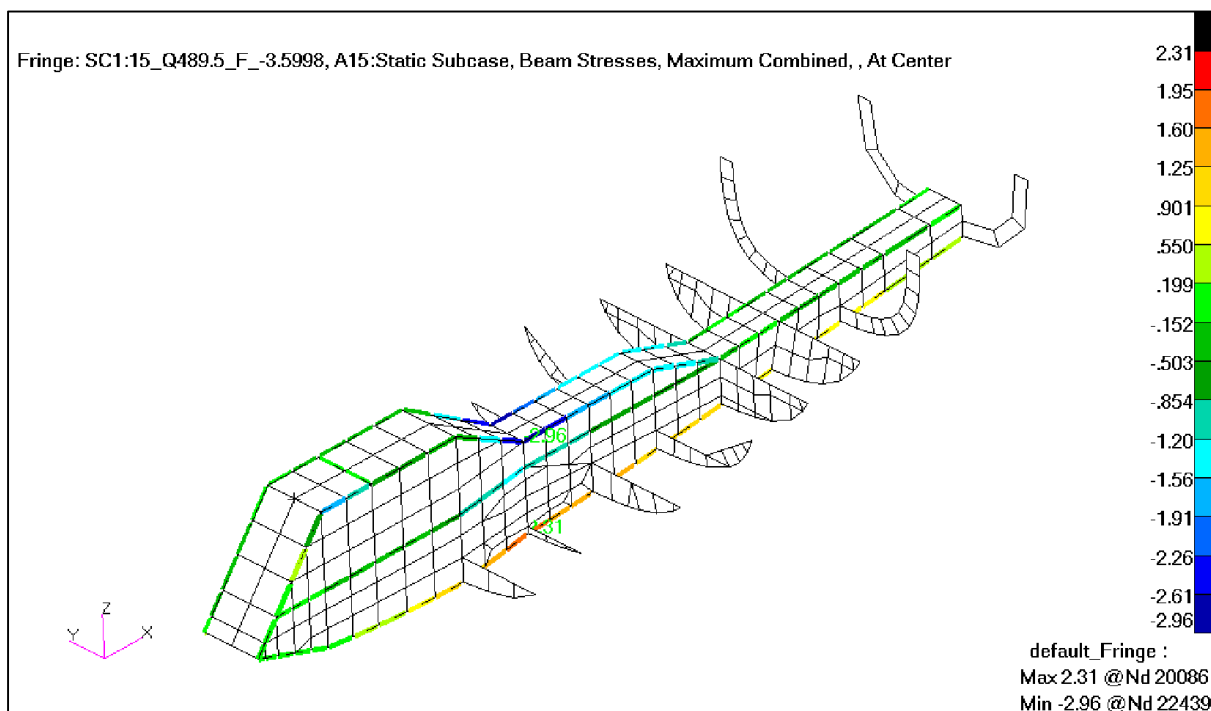
Rys. 429. Przypadek 15. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [22]

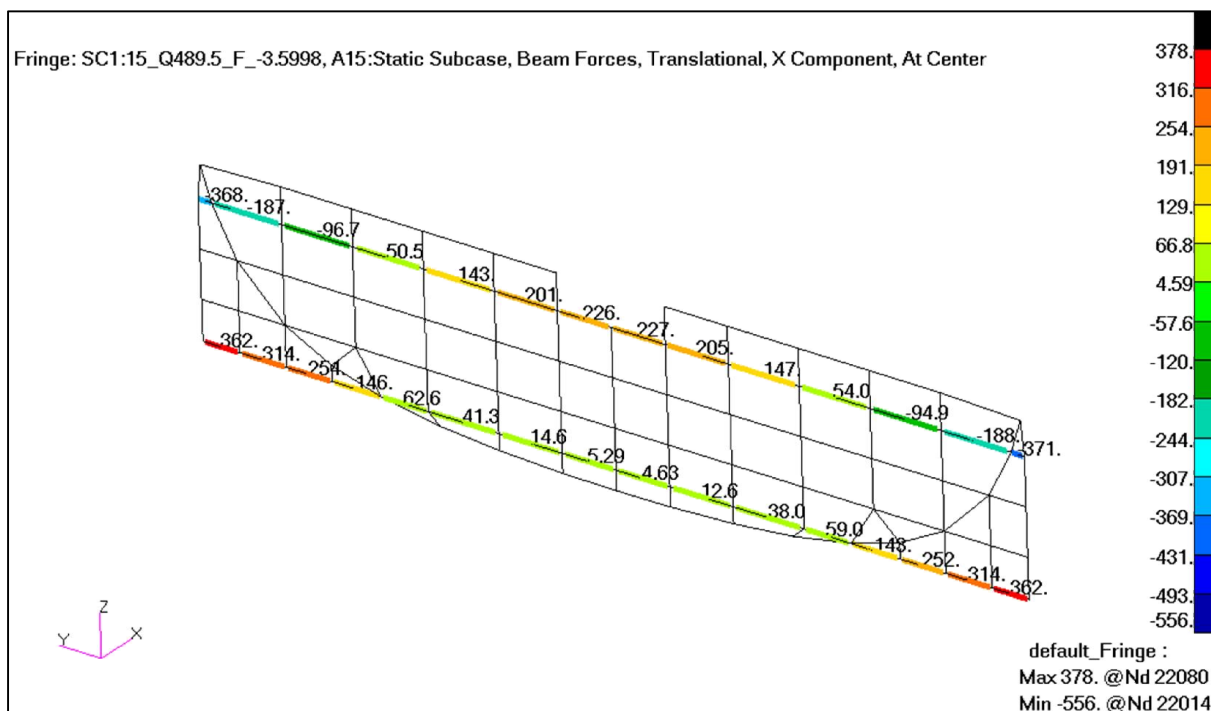
Rys. 430. Przypadek 15. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [22]Rys. 431. Przypadek 15. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [22]

Rys. 432. Przypadek 15. Naprężenia ścianaające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [22]Rys. 433. Przypadek 15. Naprężenia ścianaające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [22]

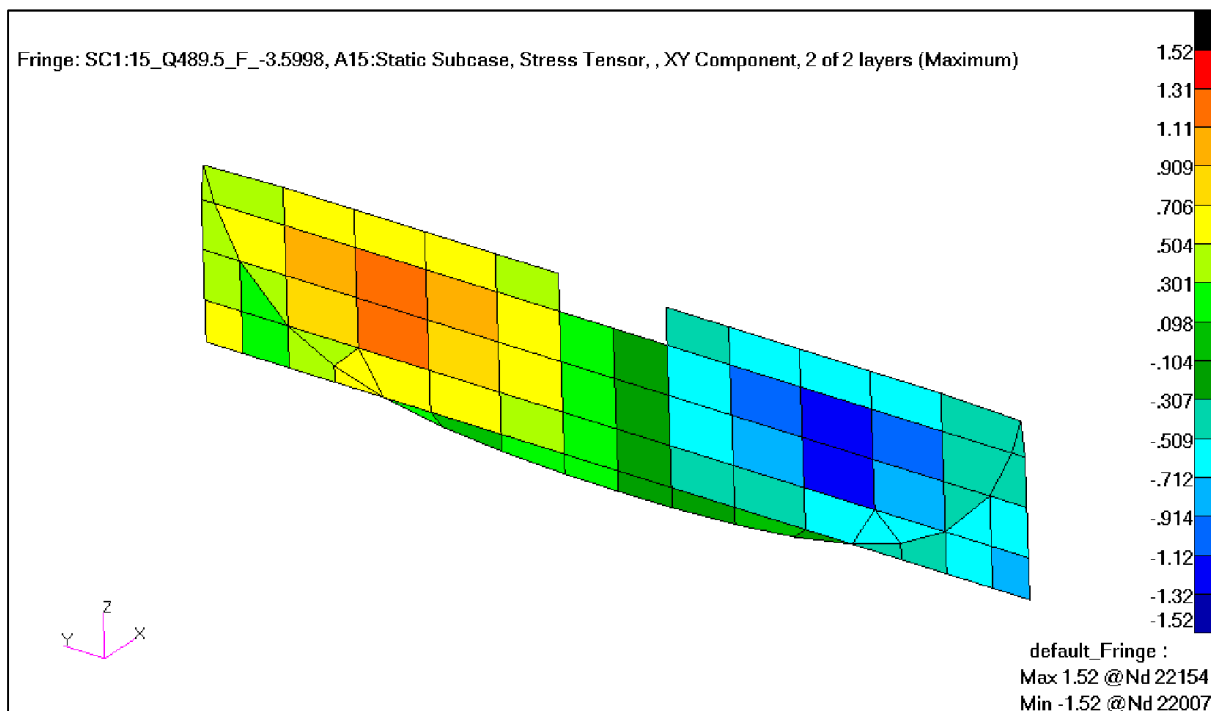


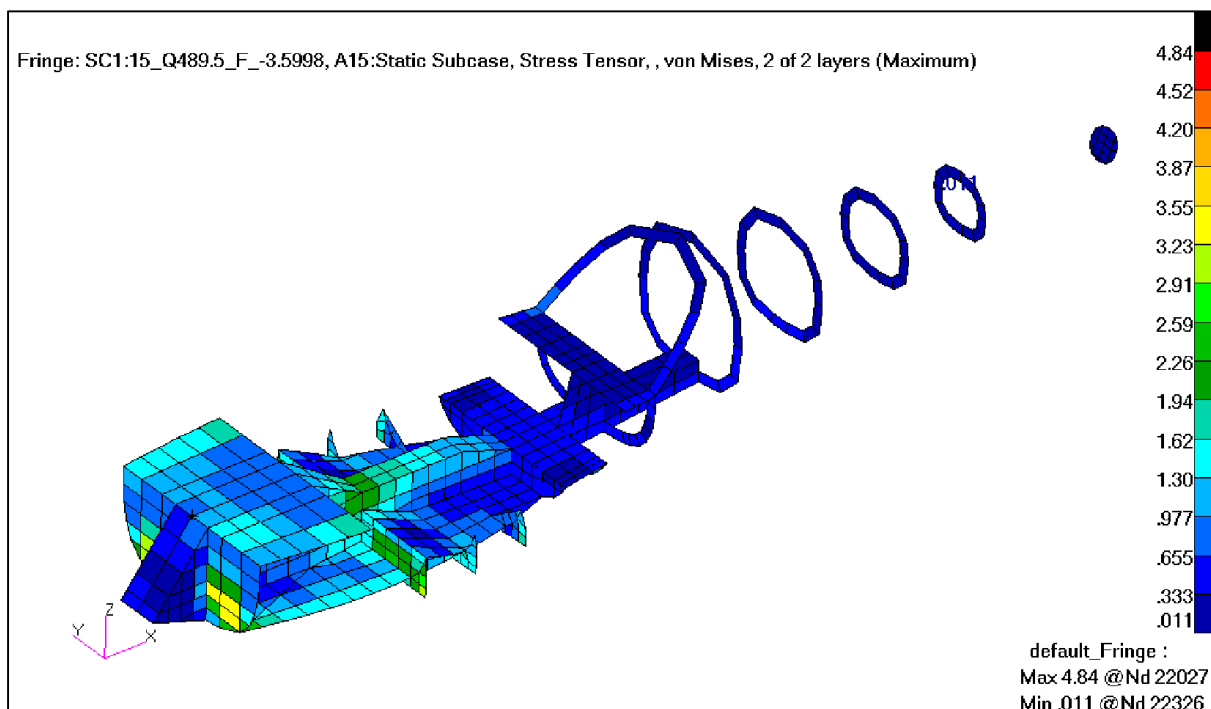
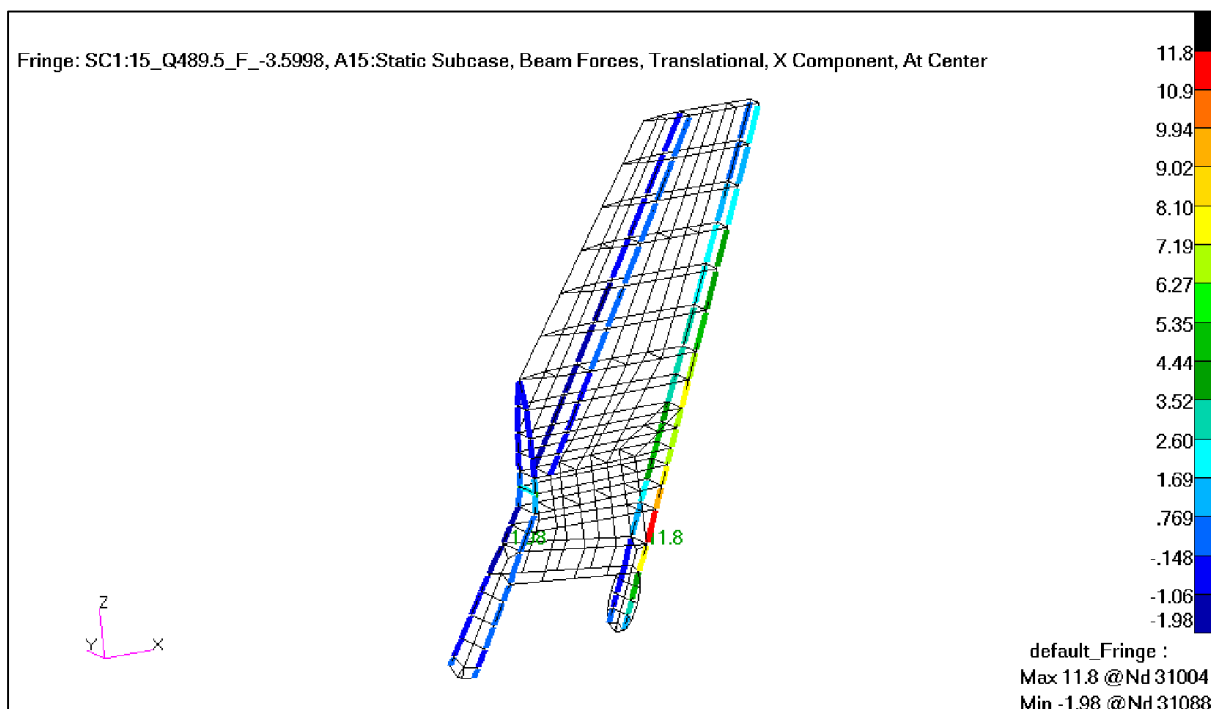
Rys. 434. Przypadek 15. Siły w kątownikach w kanale (kG). [22]

Rys. 435. Przypadek 15. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale  
(kG/mm<sup>2</sup>). [22]



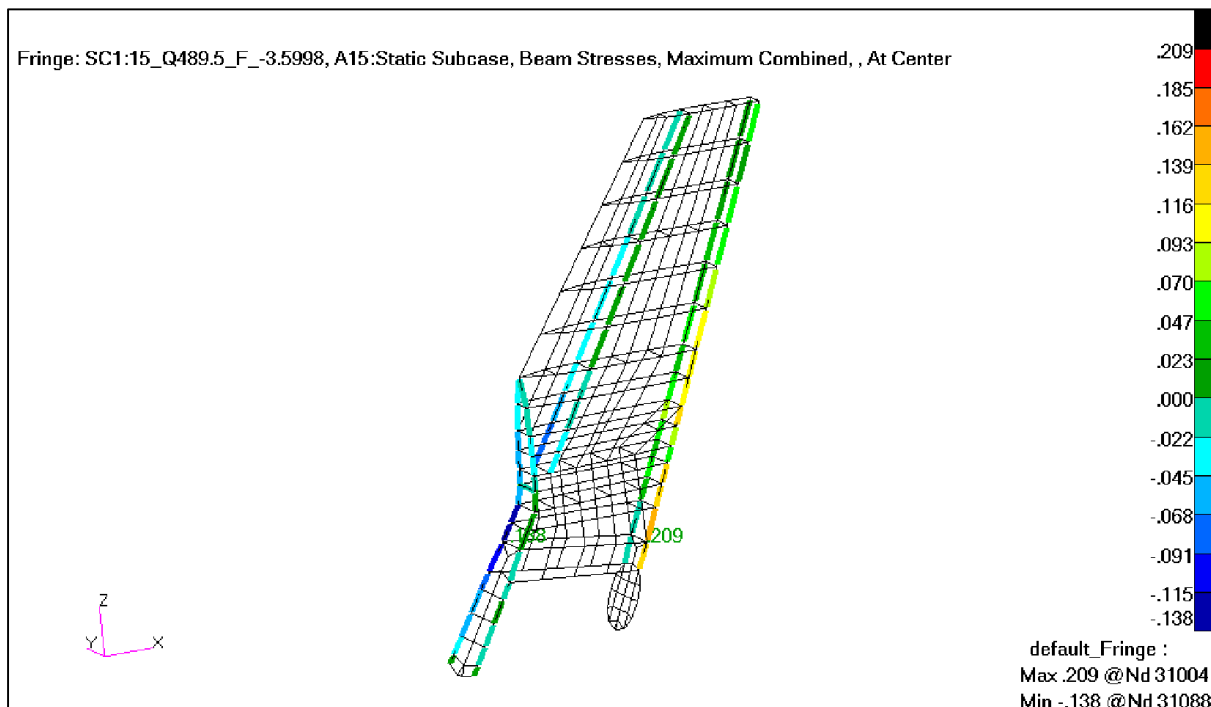
Rys. 436. Przypadek 15. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [22]

Rys. 437. Przypadek 15. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG/mm<sup>2</sup>). [22]

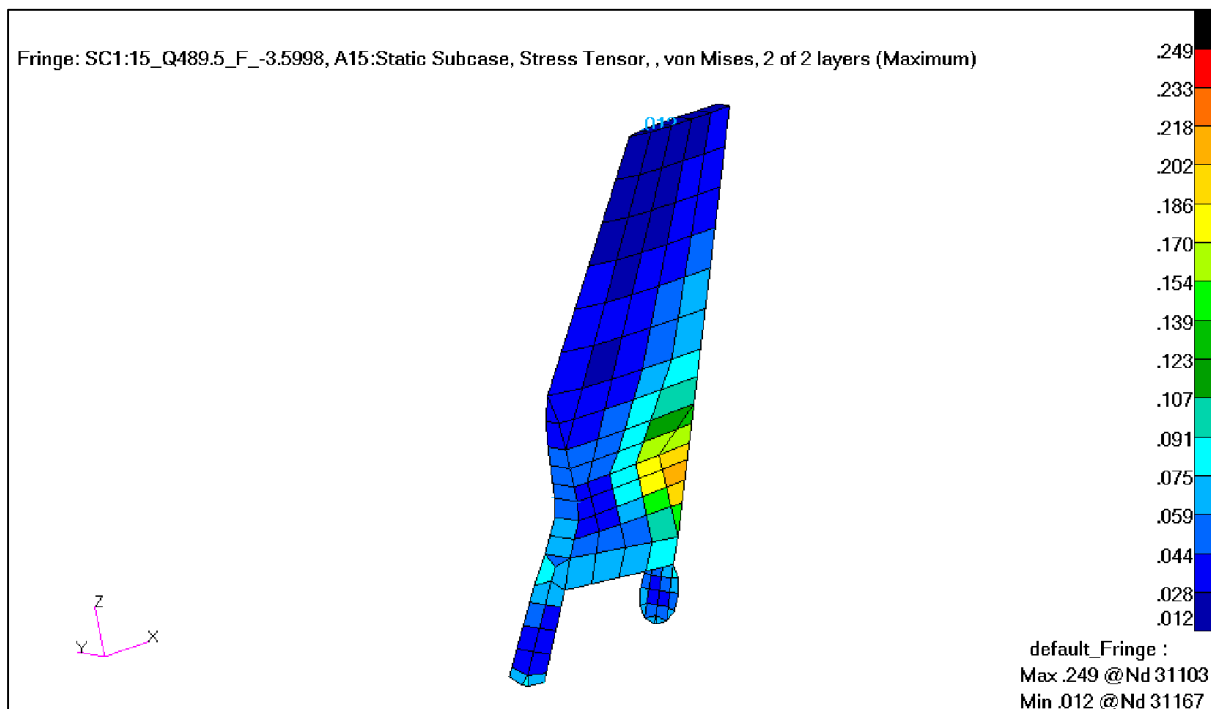
Rys. 438. Przypadek 15. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [22]

Rys. 439. Przypadek 15. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [22]

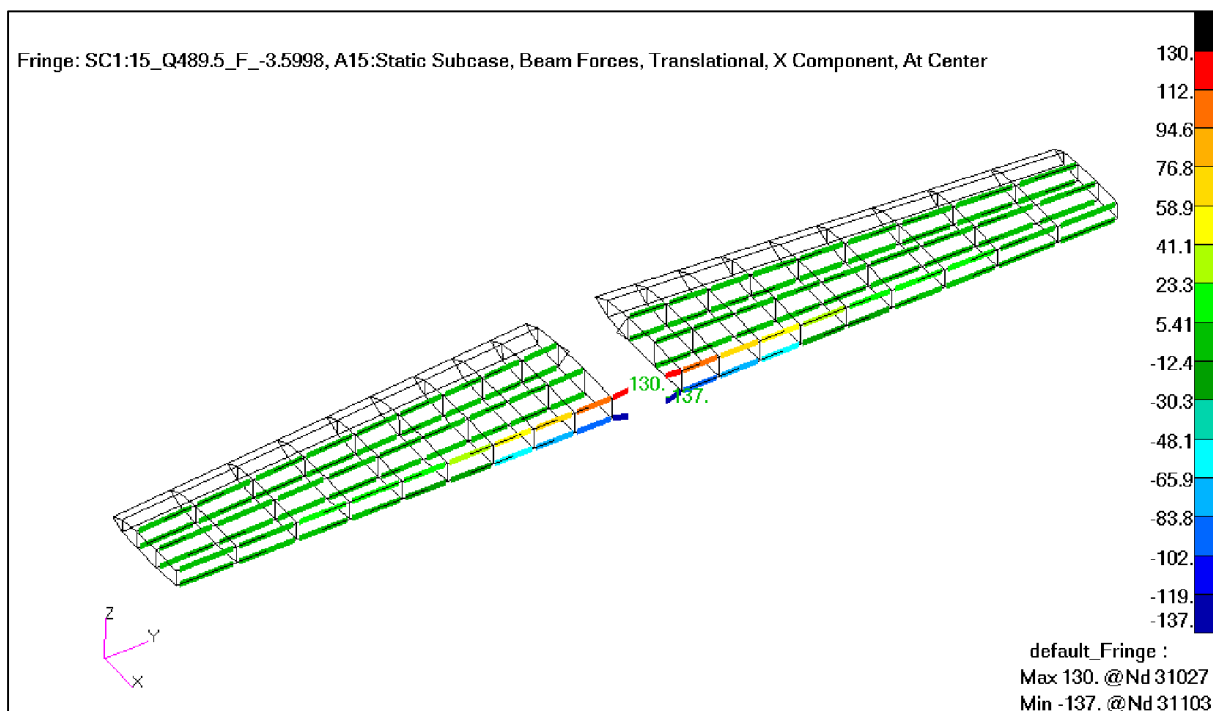




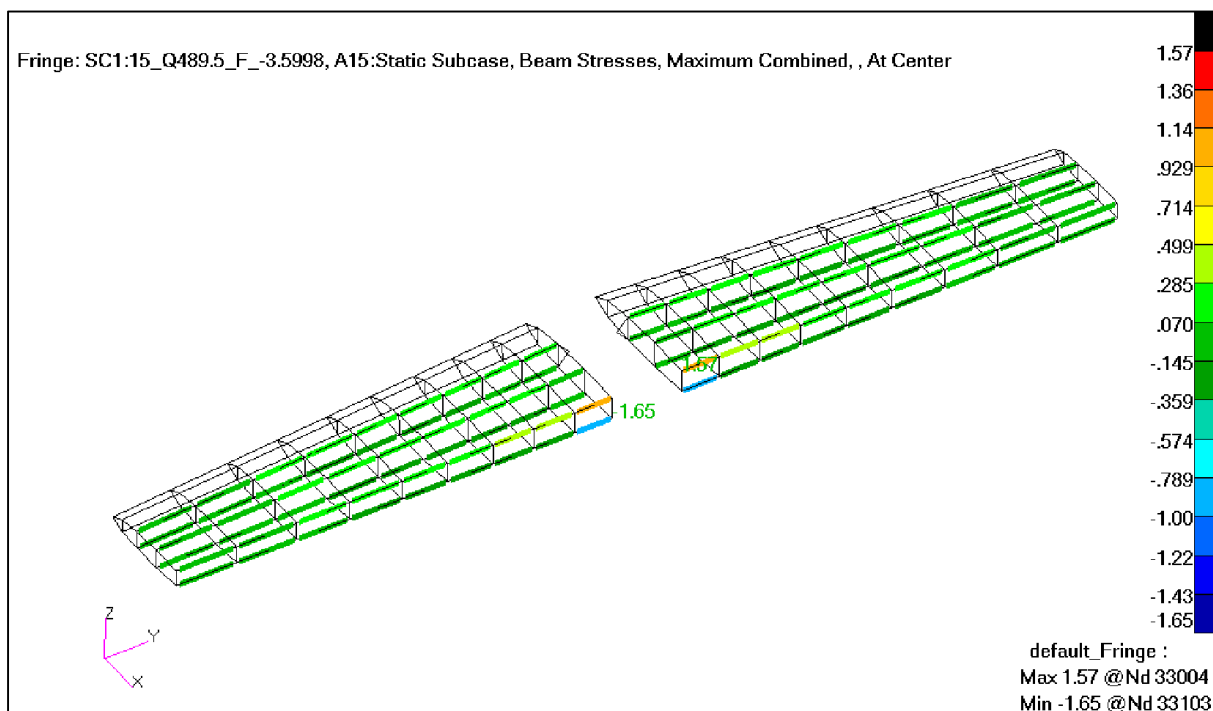
Rys. 440. Przypadek 15. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [22]

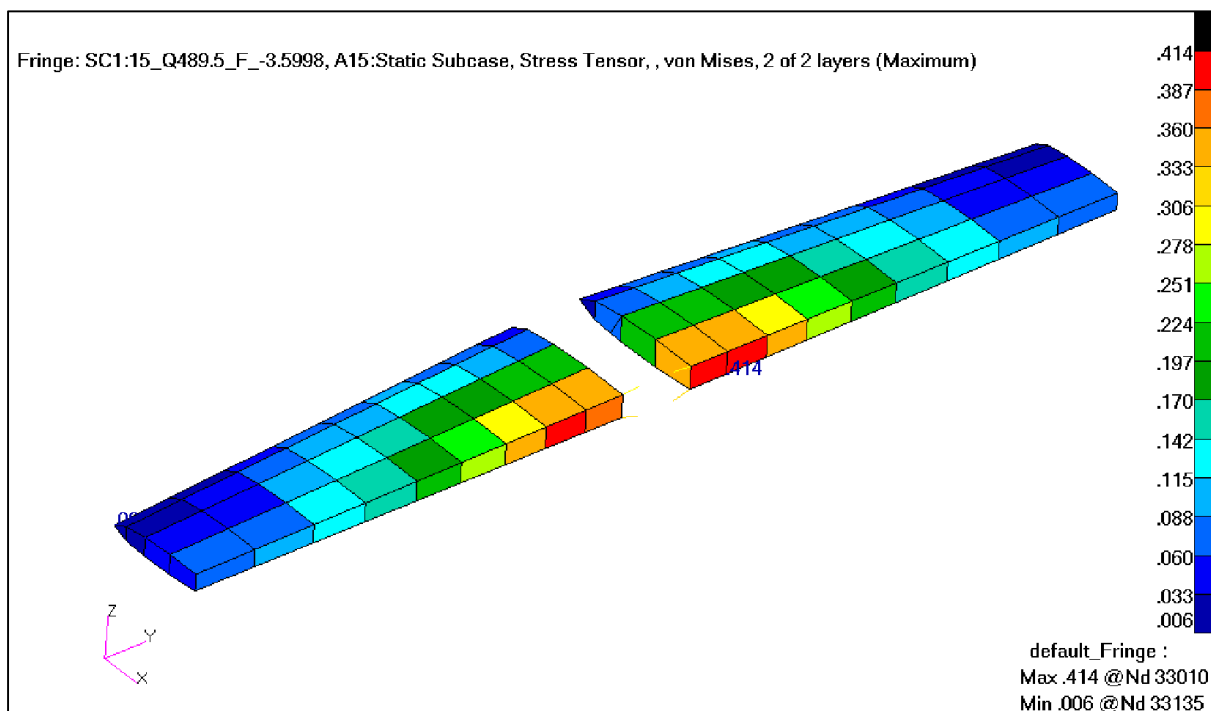


Rys. 441. Przypadek 15. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [22]



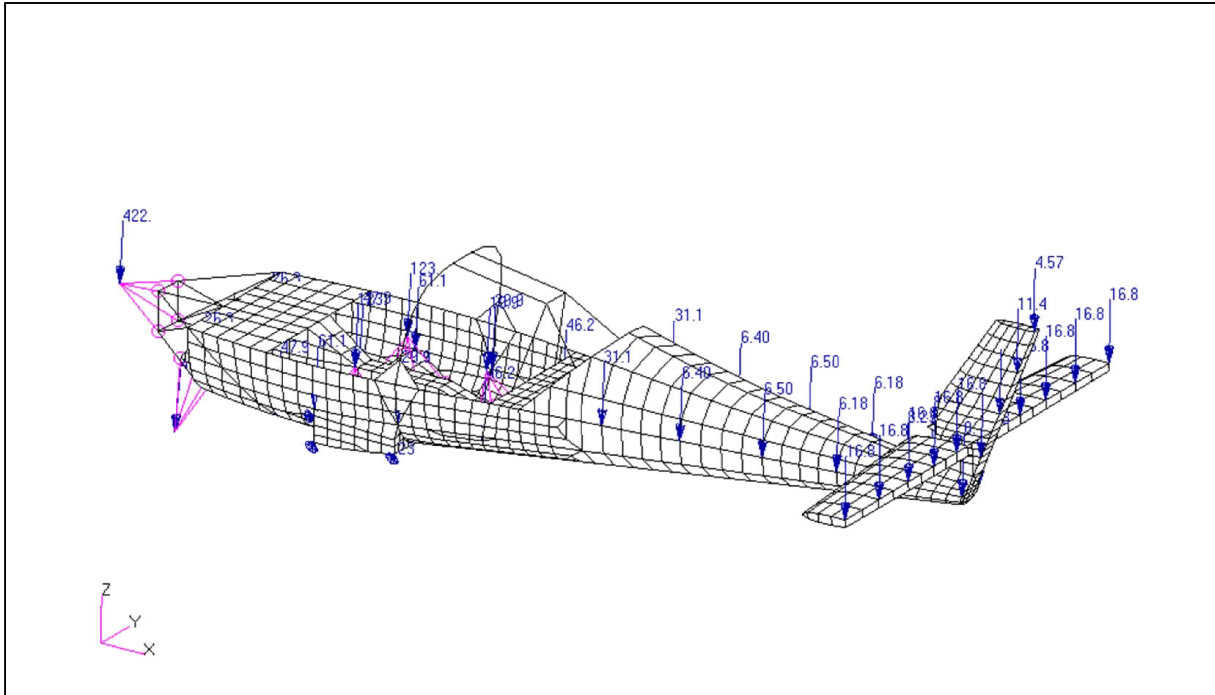
Rys. 442. Przypadek 15. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [22]

Rys. 443. Przypadek 15. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [22]

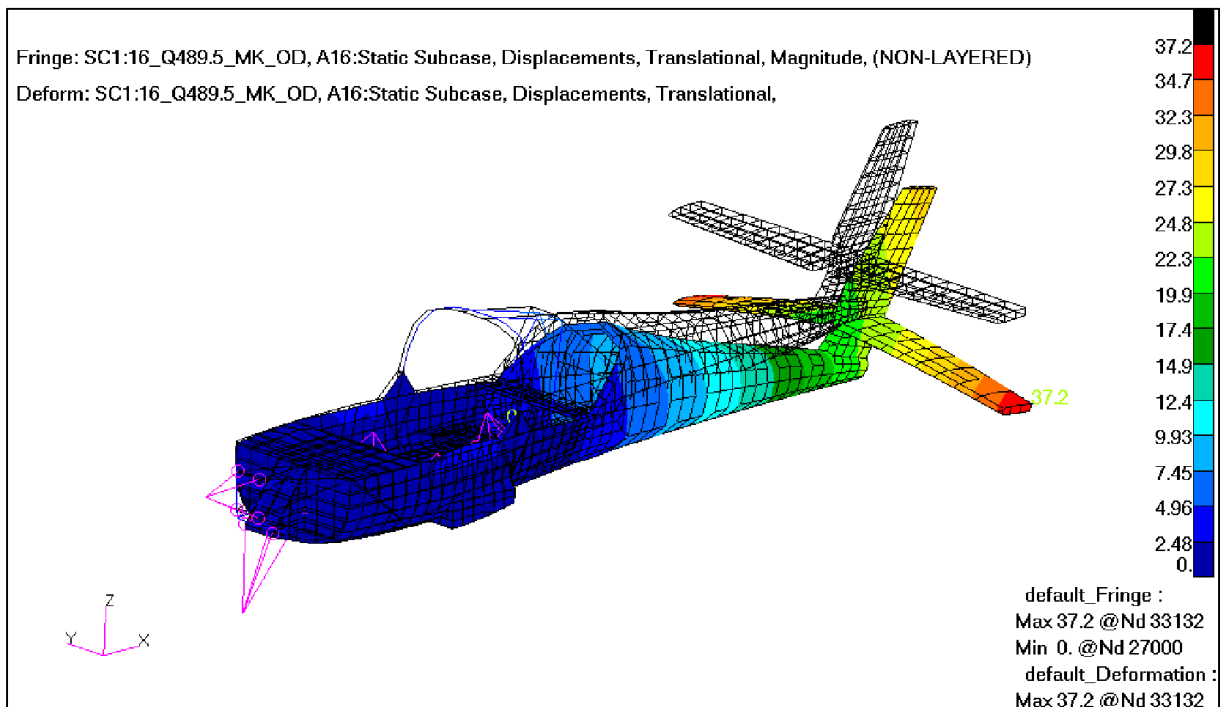


Rys. 444. Przypadek 15. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [22]

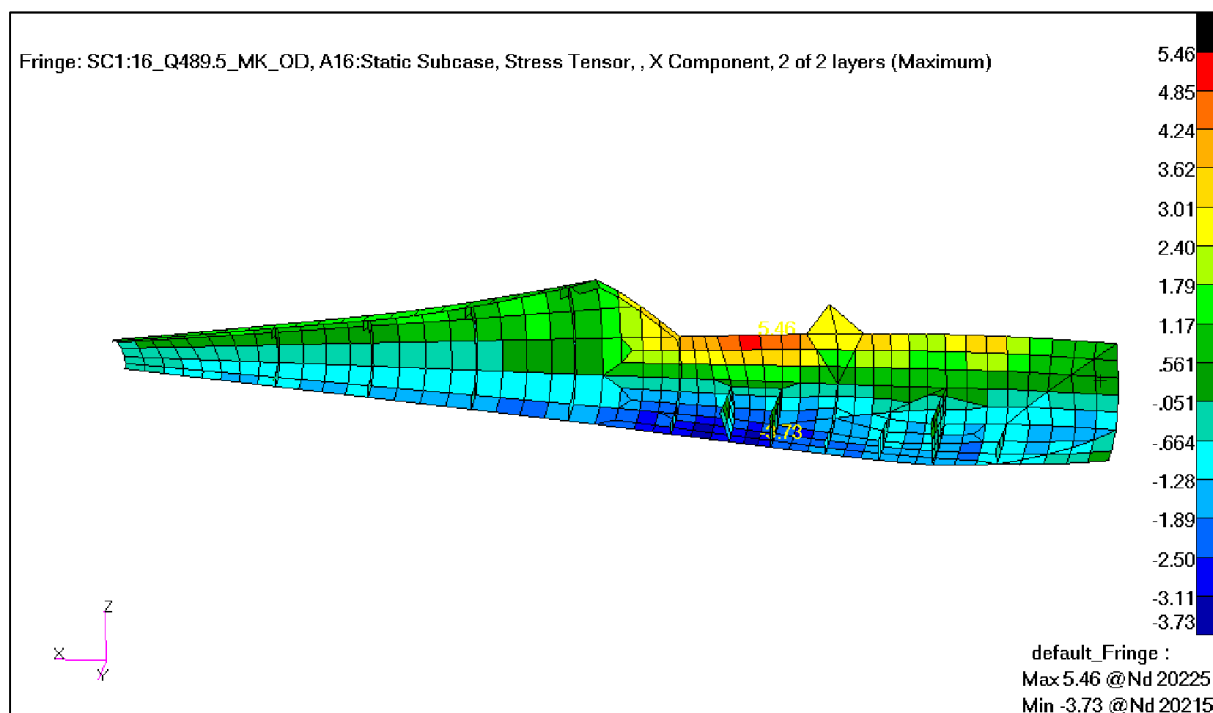
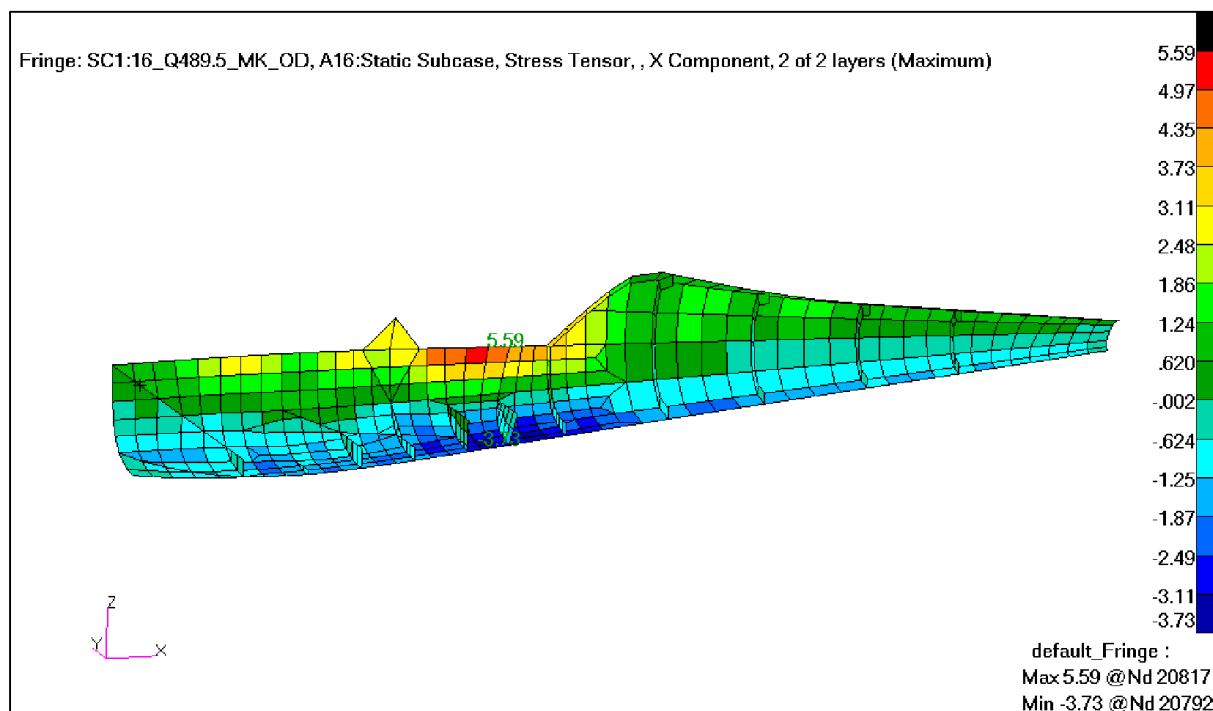
## 7.16. Przypadek 16 - masa 489,5 kg – manewr kontrolowany, oddanie drążka

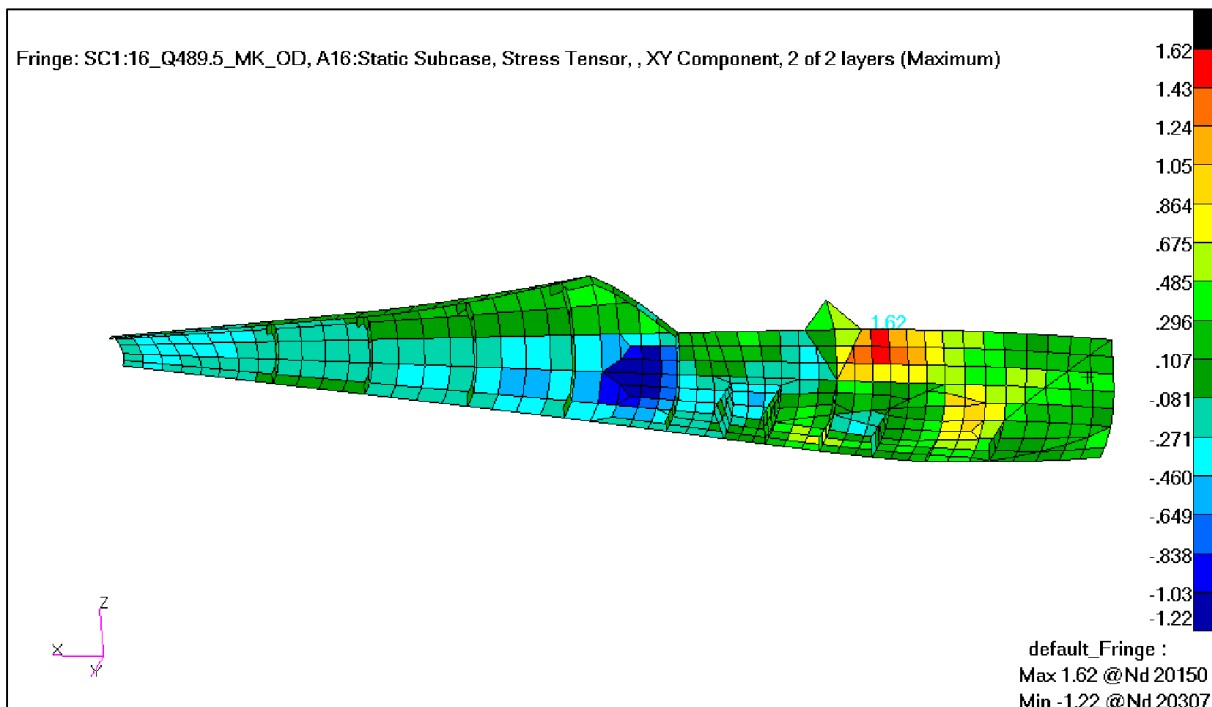
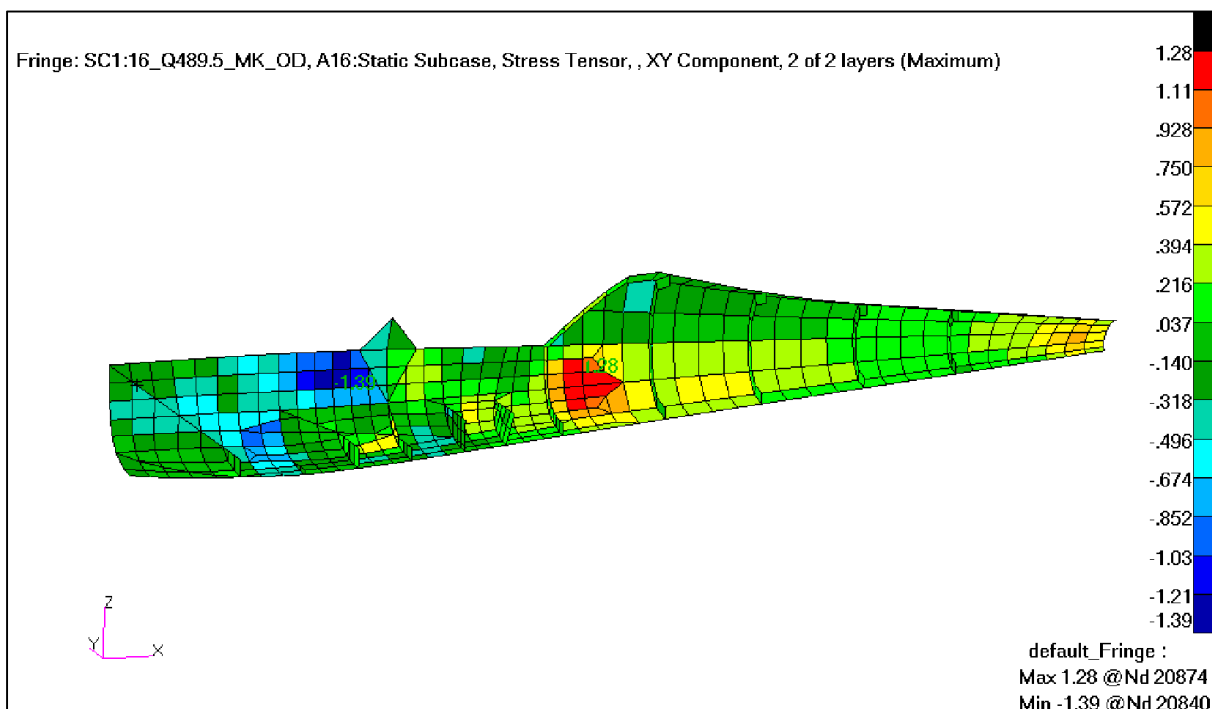


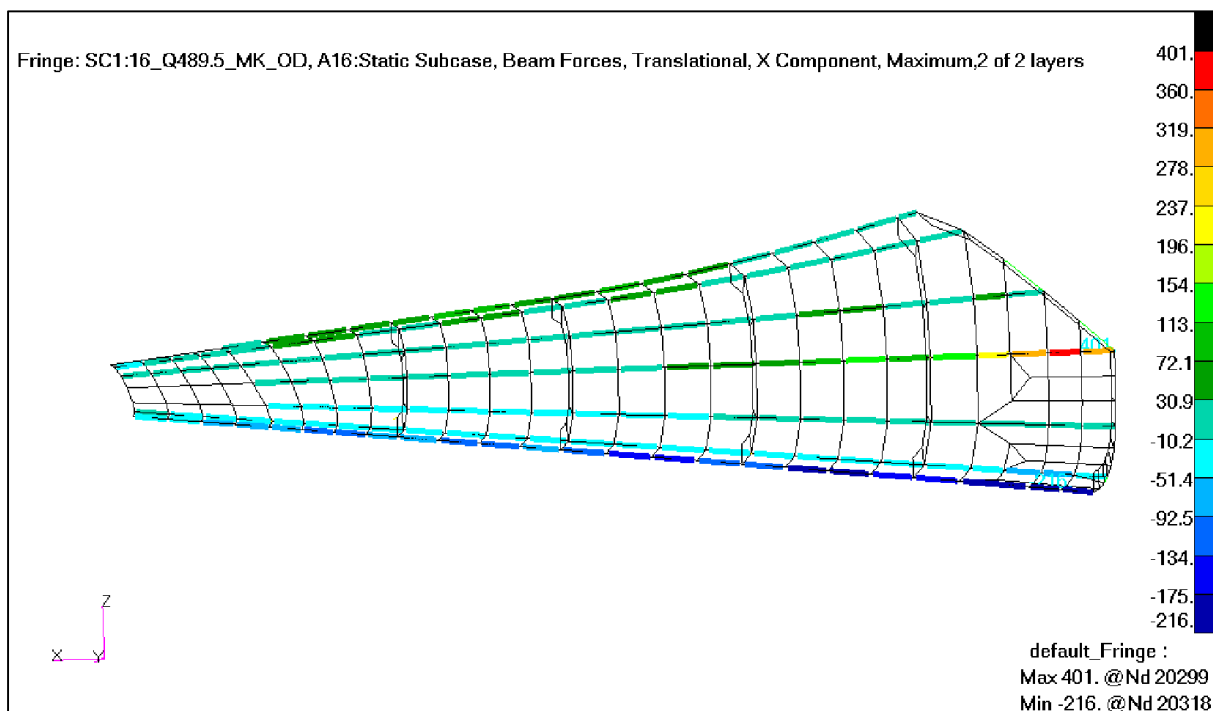
Rys. 445. Przypadek 16. Przyłożone obciążenie (kg). [23]



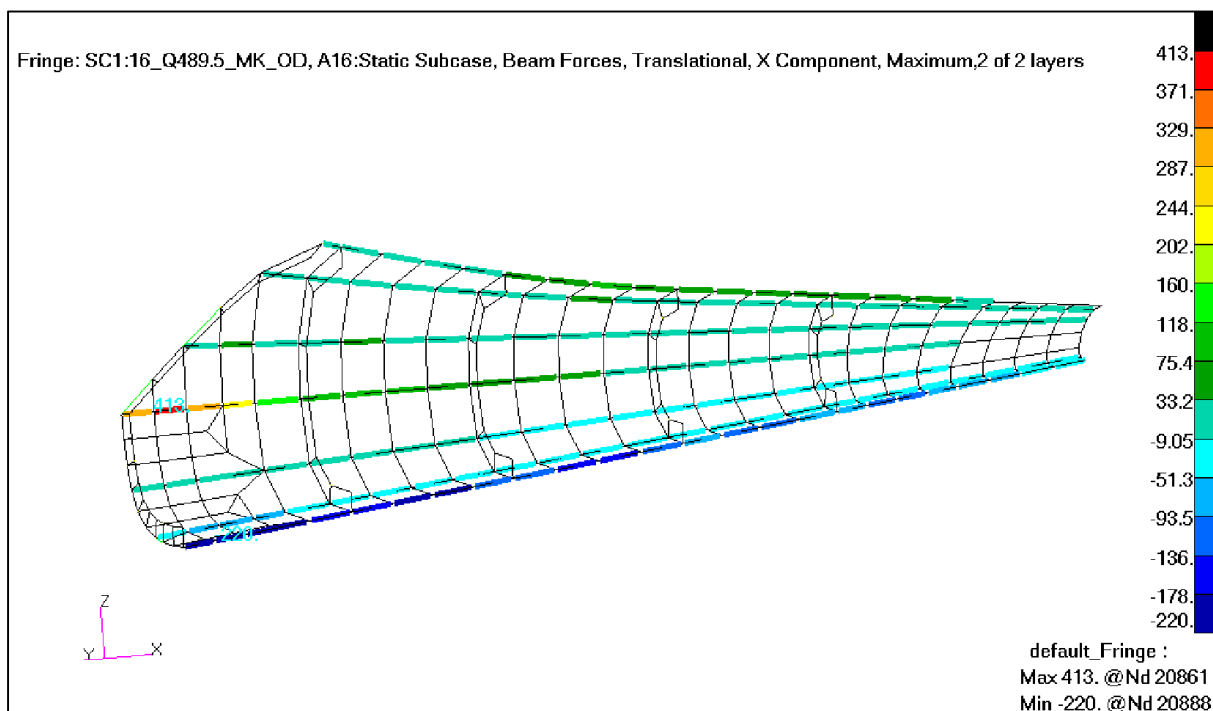
Rys. 446. Przypadek 16. Odształcenie struktury (mm). [23]

Rys. 447. Przypadek 16. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [23]Rys. 448. Przypadek 16. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [23]

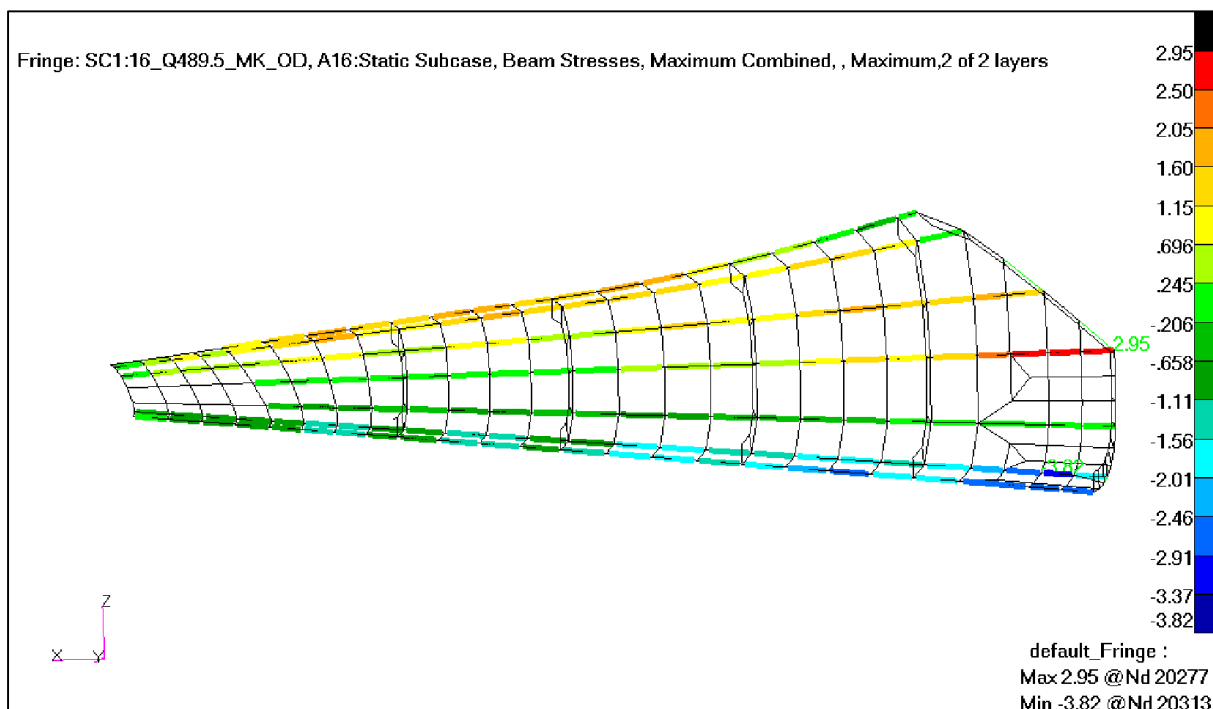
Rys. 449. Przypadek 16. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ). [23]Rys. 450. Przypadek 16. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG/mm}^2$ ). [23]



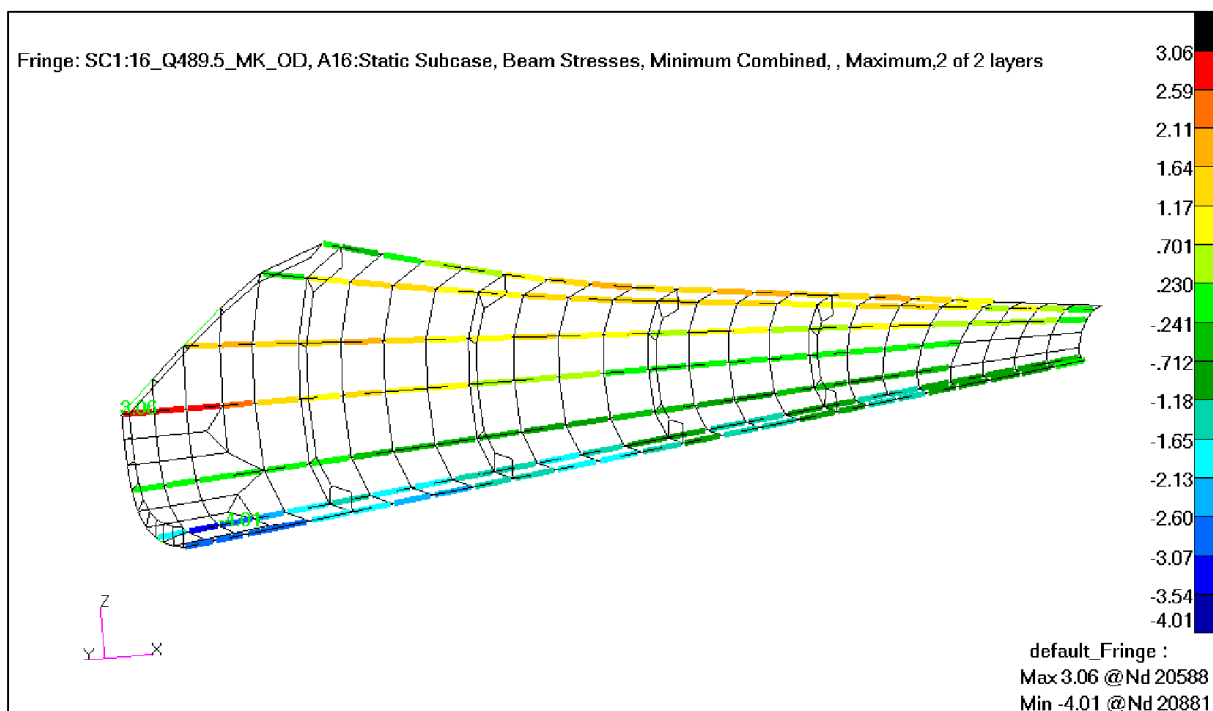
Rys. 451. Przypadek 16. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [23]



Rys. 452. Przypadek 16. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [23]

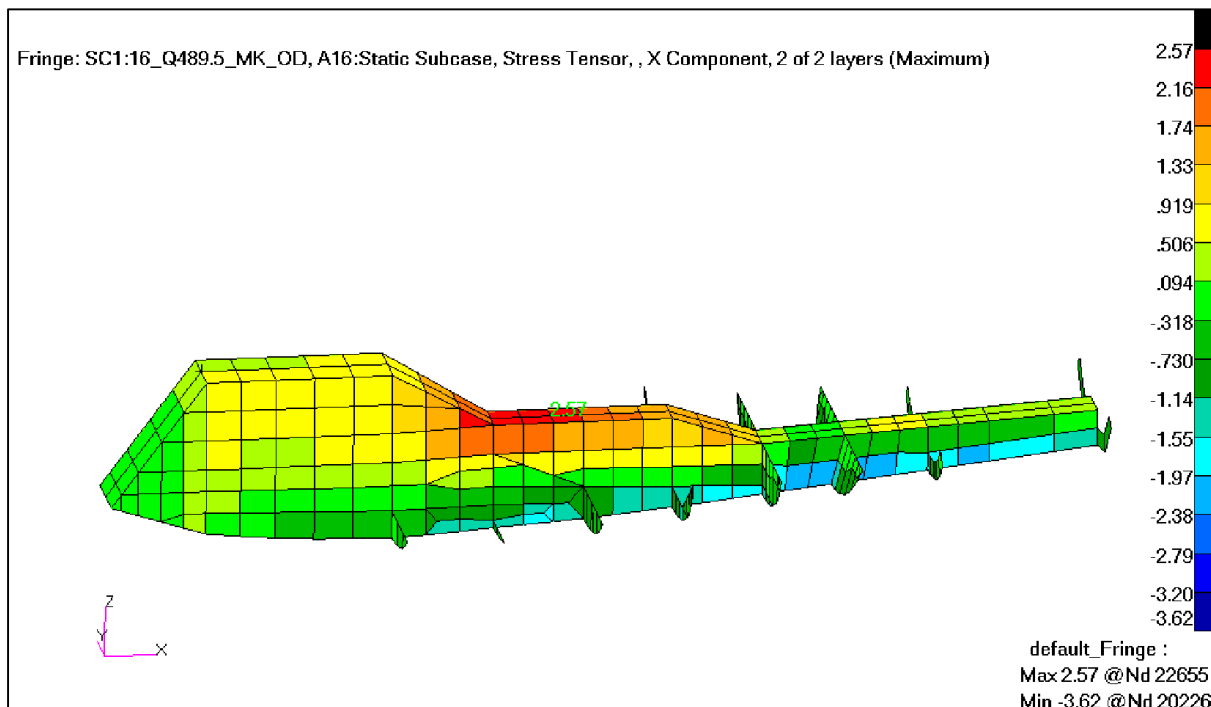
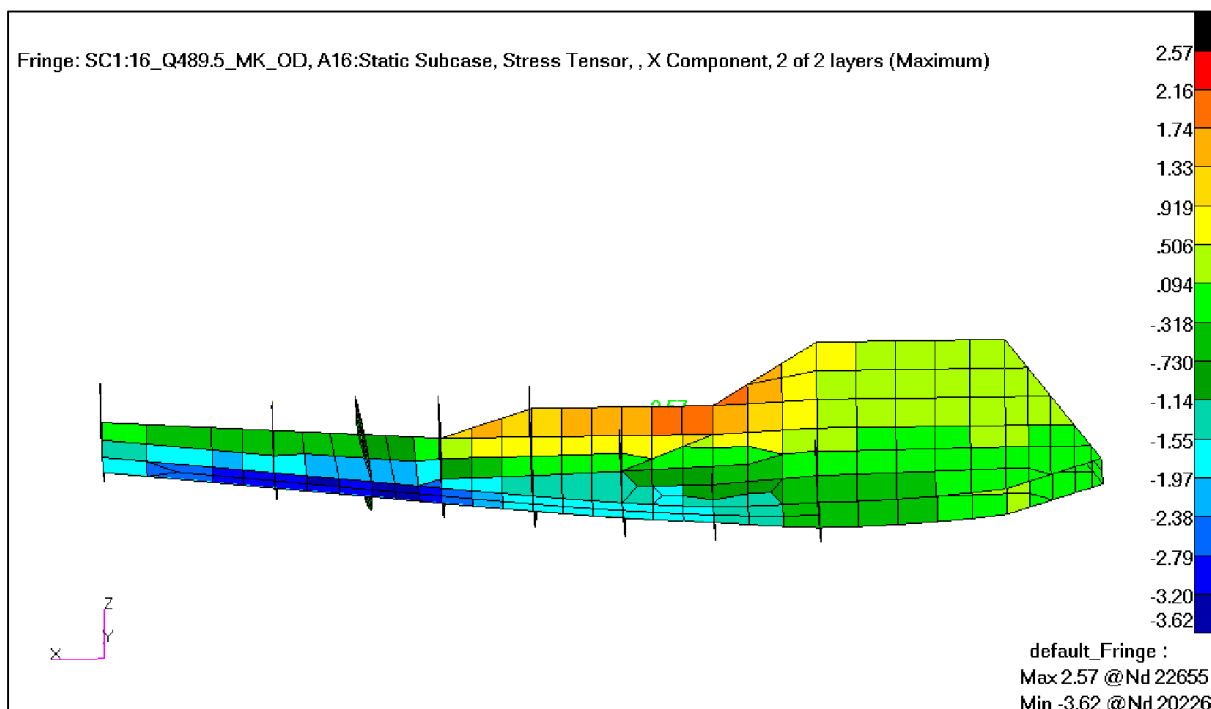


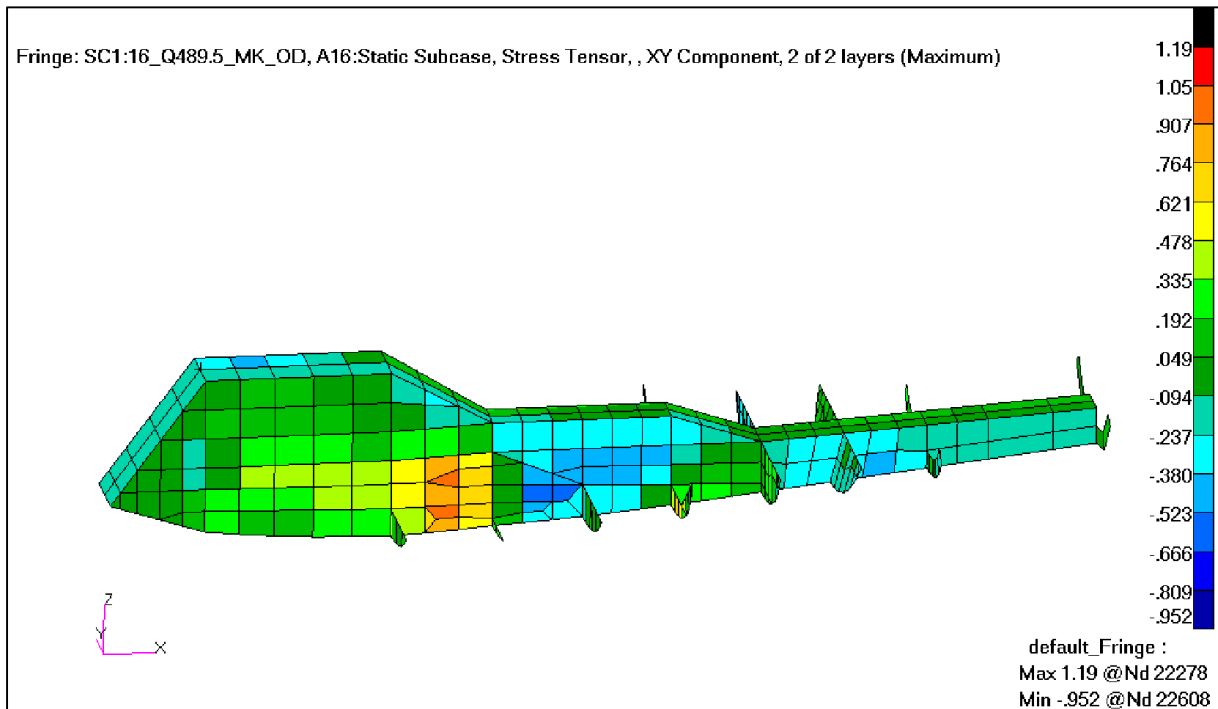
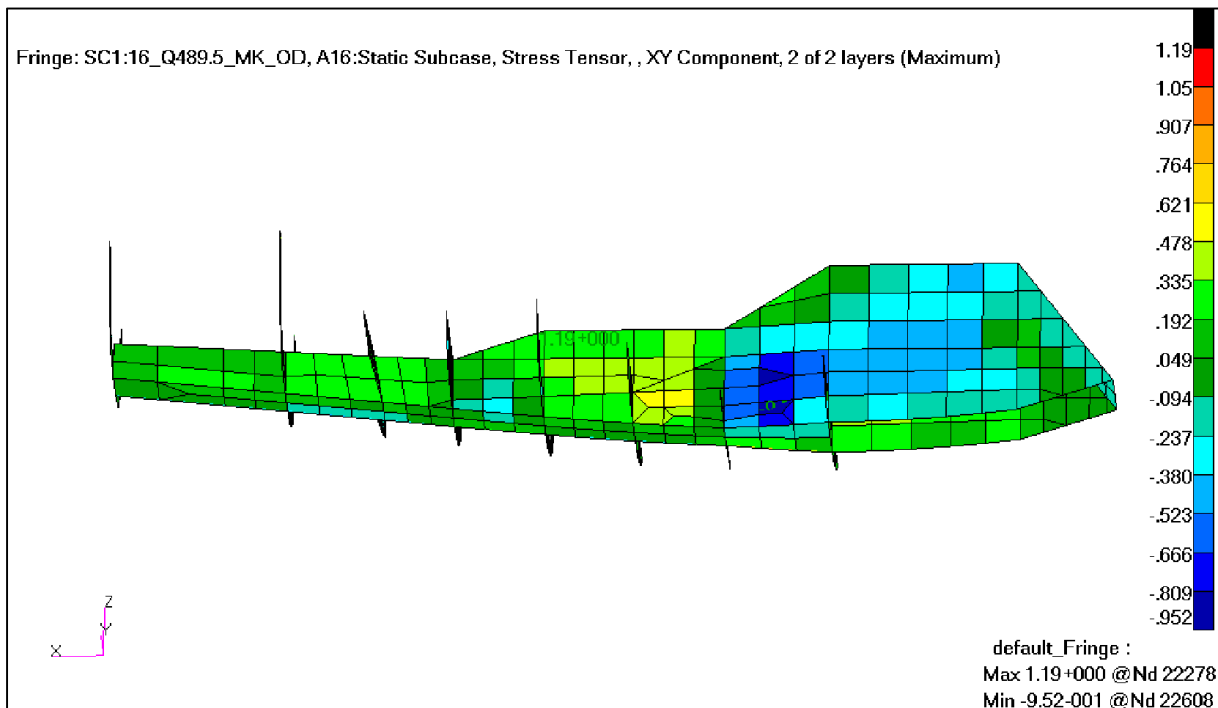
Rys. 453. Przypadek 16. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [23]

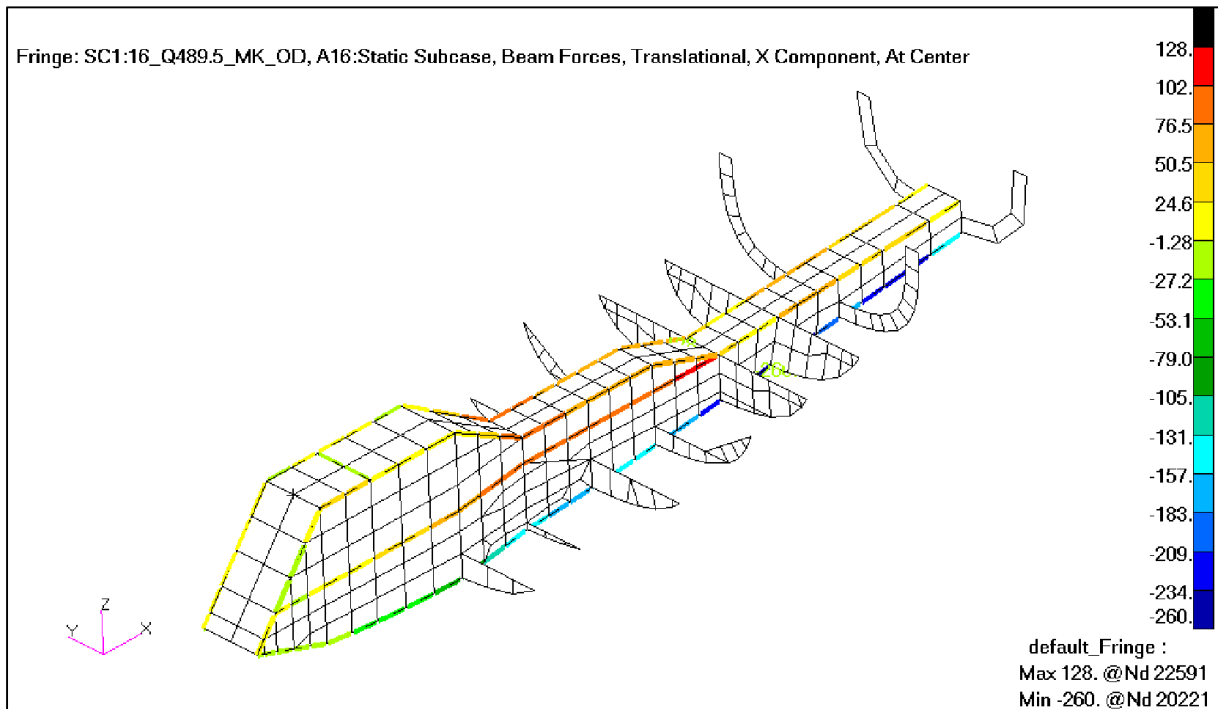


Rys. 454. Przypadek 16. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [23]

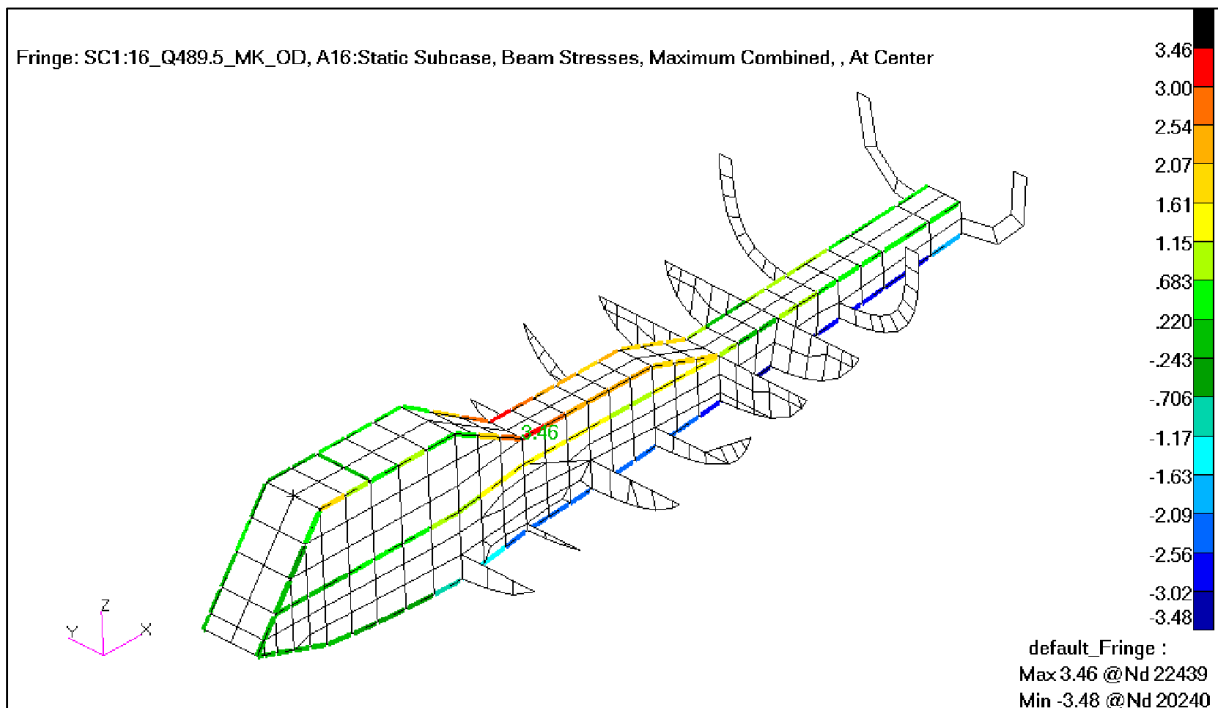


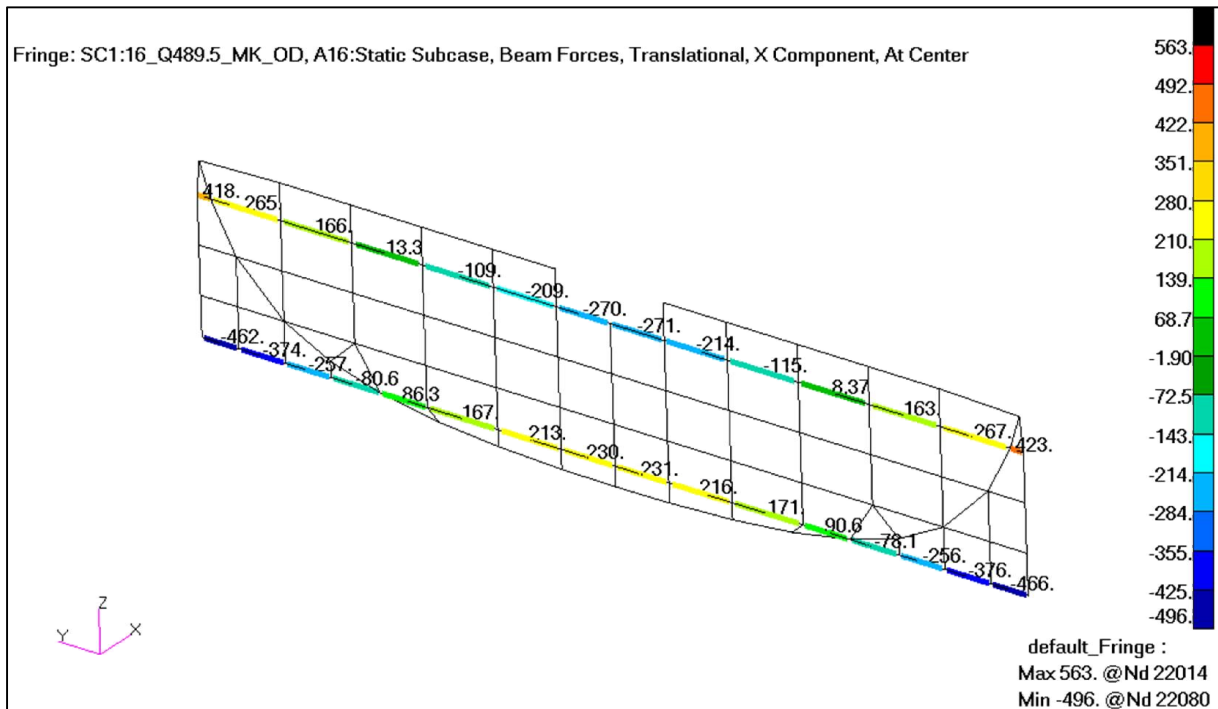
Rys. 455. Przypadek 16. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [23]Rys. 456. Przypadek 16. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG/mm}^2$ ). [23]

Rys. 457. Przypadek 16. Naprężenia ścianające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [23]Rys. 458. Przypadek 16. Naprężenia ścianające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [23]

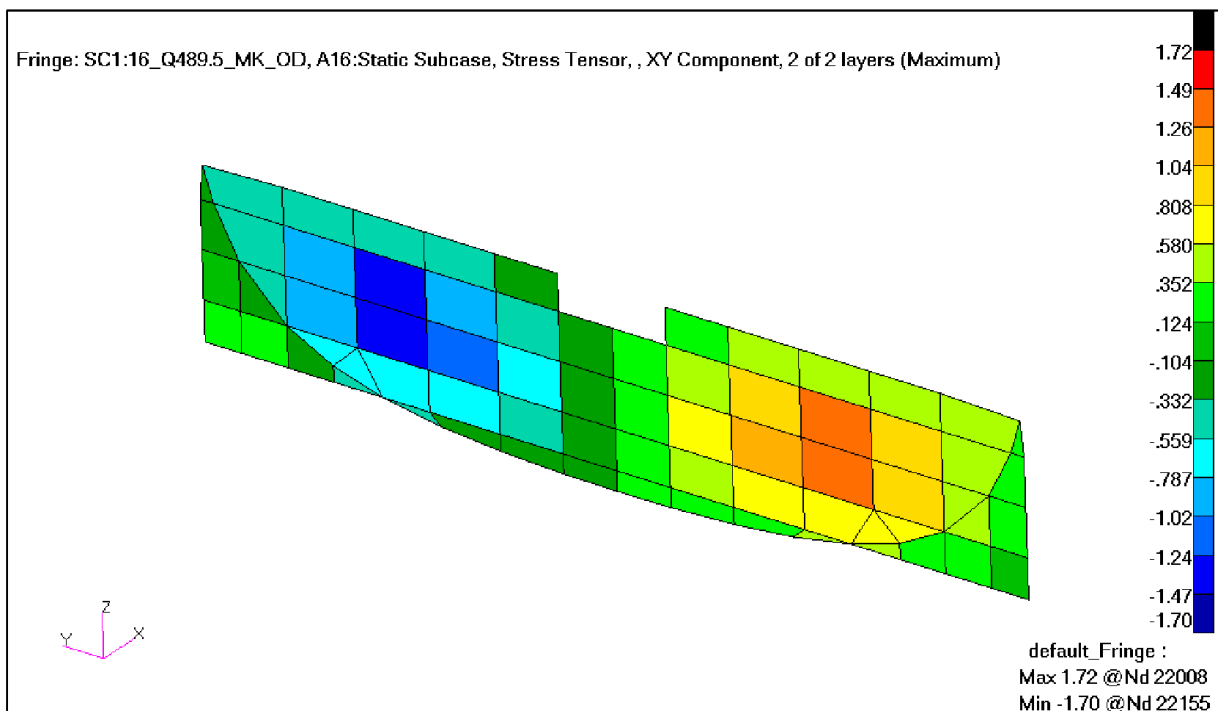


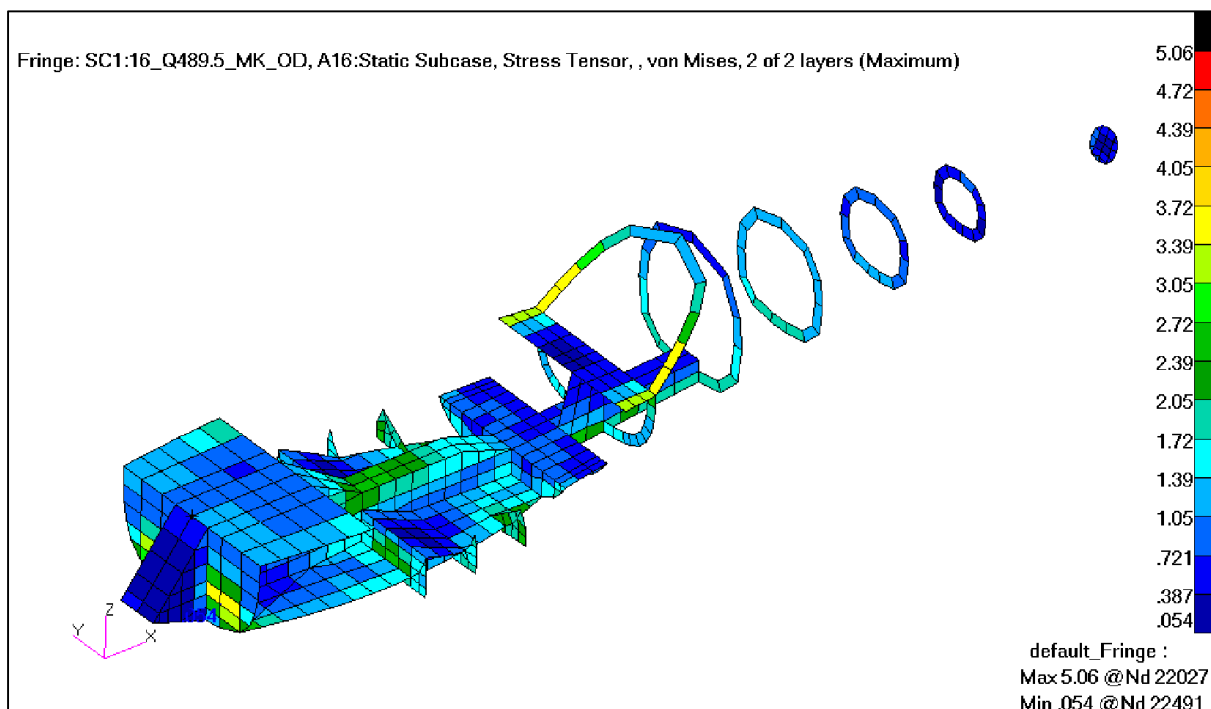
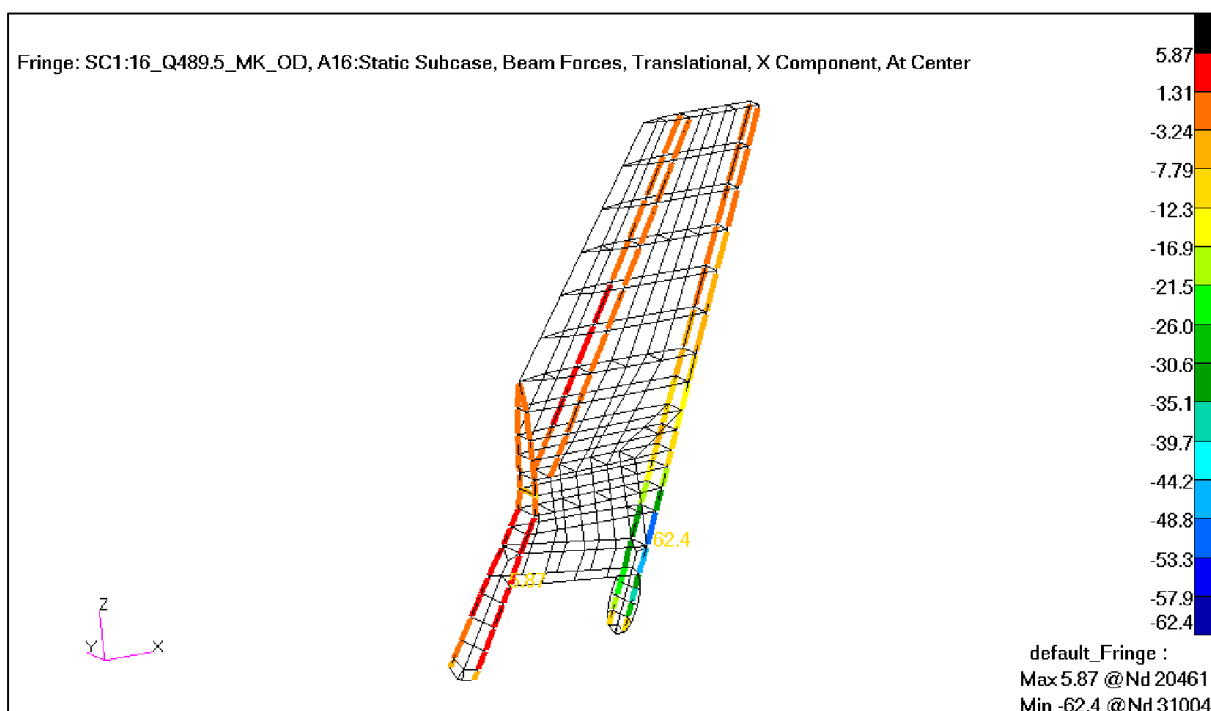
Rys. 459. Przypadek 16. Siły w kątownikach w kanale (kG). [23]

Rys. 460. Przypadek 16. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale (kG/mm<sup>2</sup>). [23]

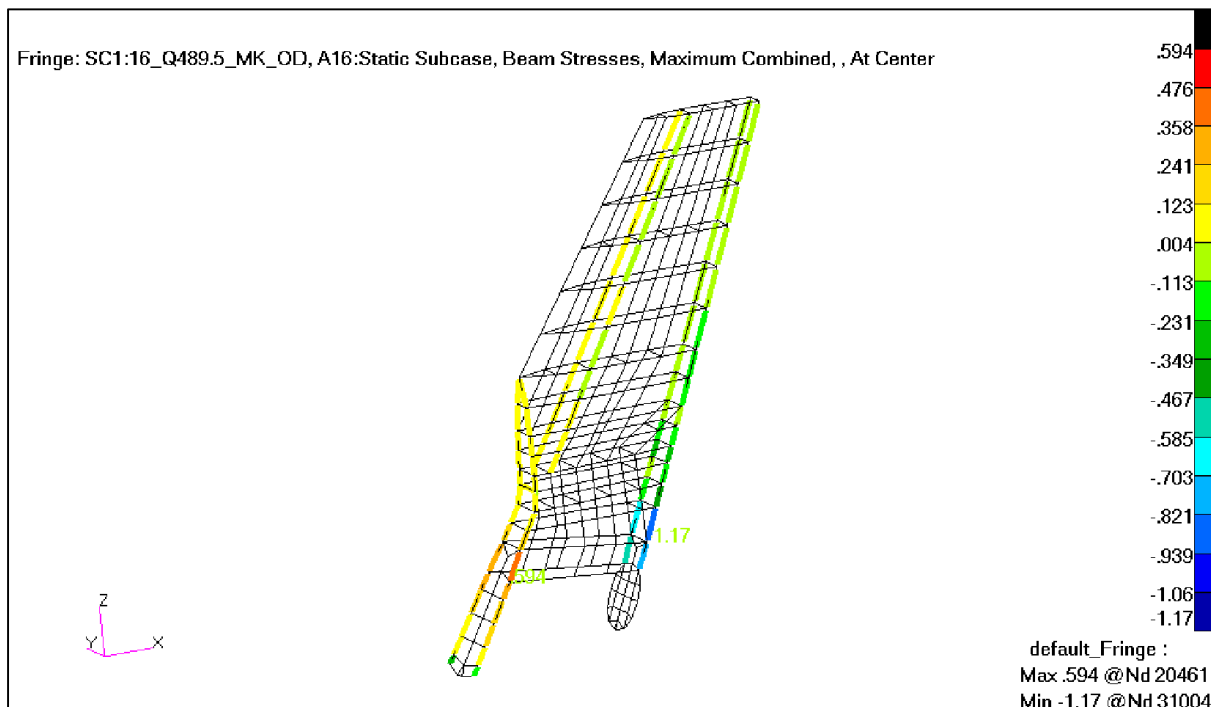


Rys. 461. Przypadek 16. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [23]

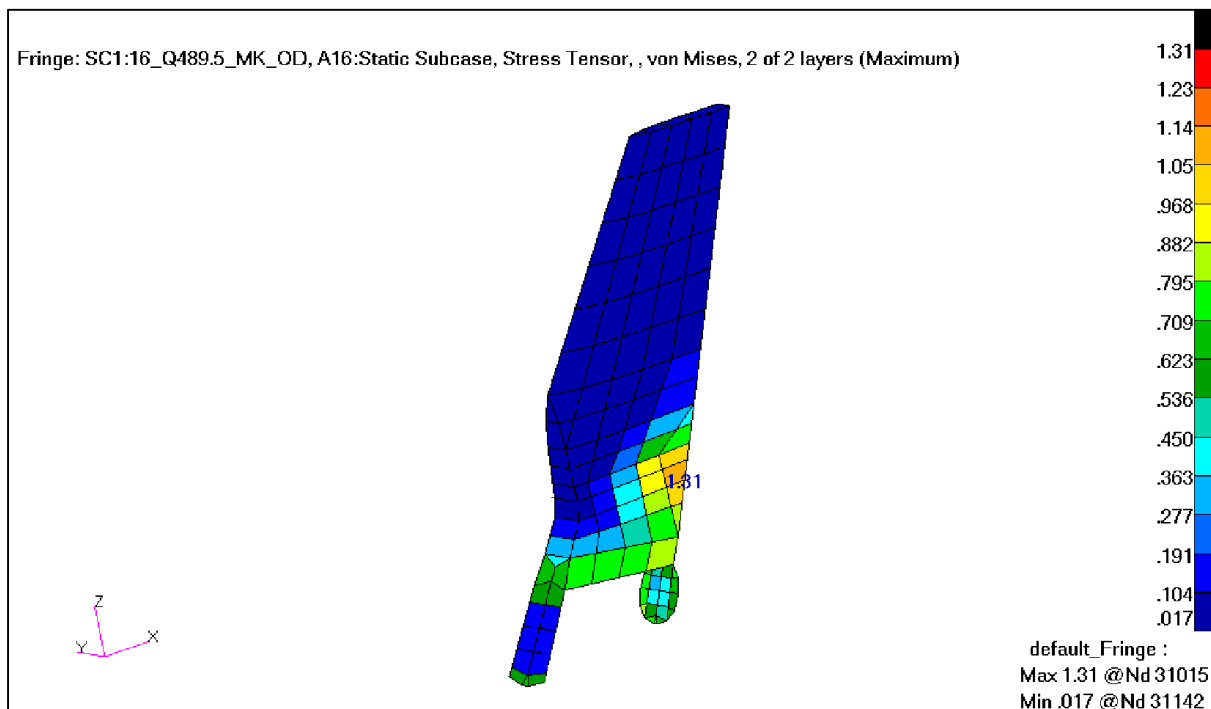
Rys. 462. Przypadek 16. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG/mm<sup>2</sup>). [23]

Rys. 463. Przypadek 16. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [23]

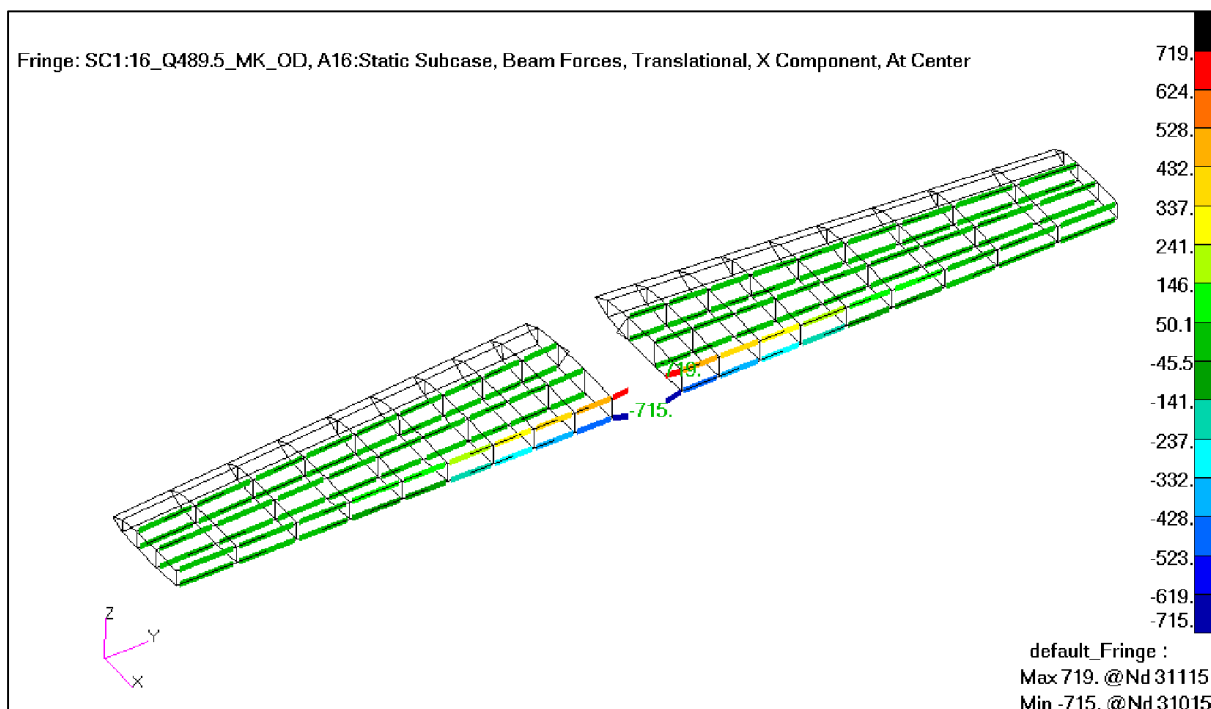
Rys. 464. Przypadek 16. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [23]



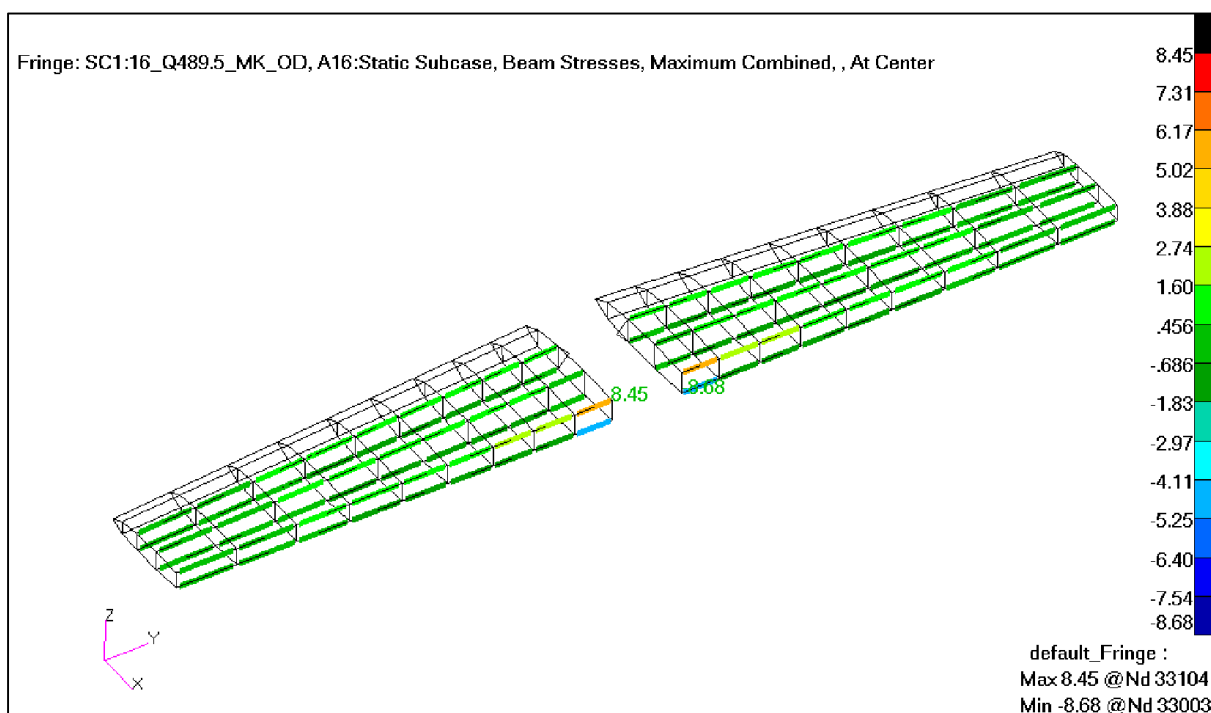
Rys. 465. Przypadek 16. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kG/mm}^2$ ). [23]

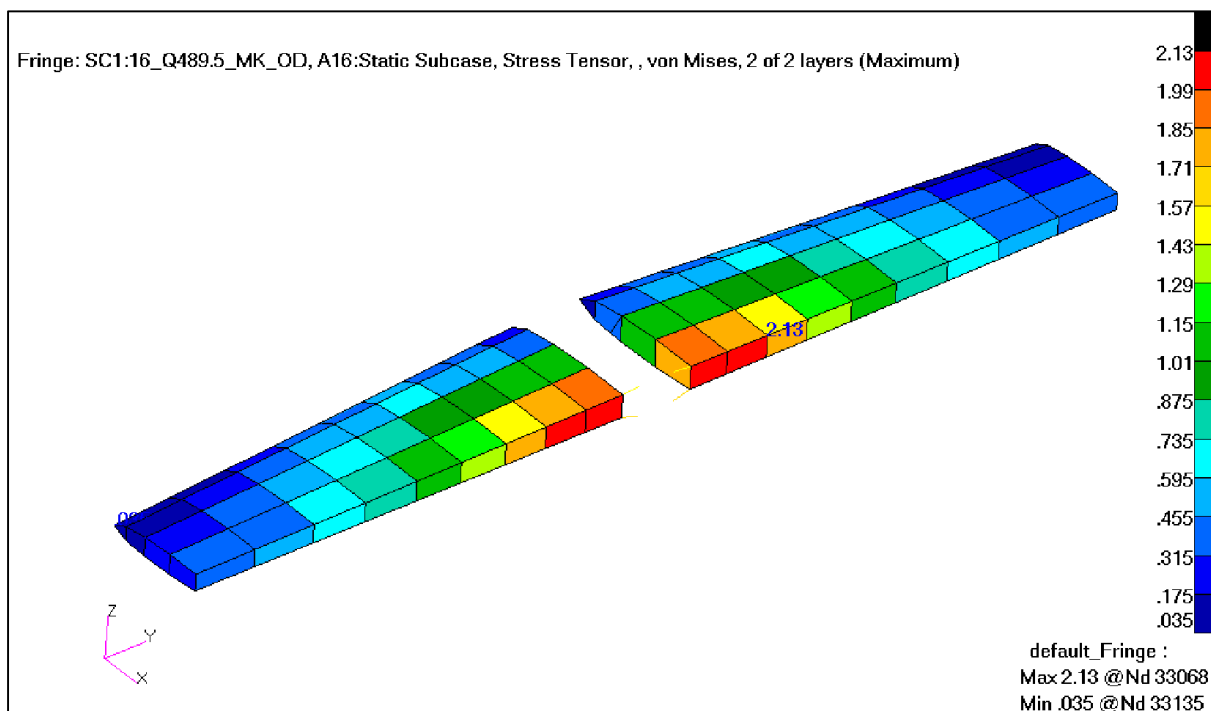


Rys. 466. Przypadek 16. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kG/mm}^2$ ). [23]



Rys. 467. Przypadek 16. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kg). [23]

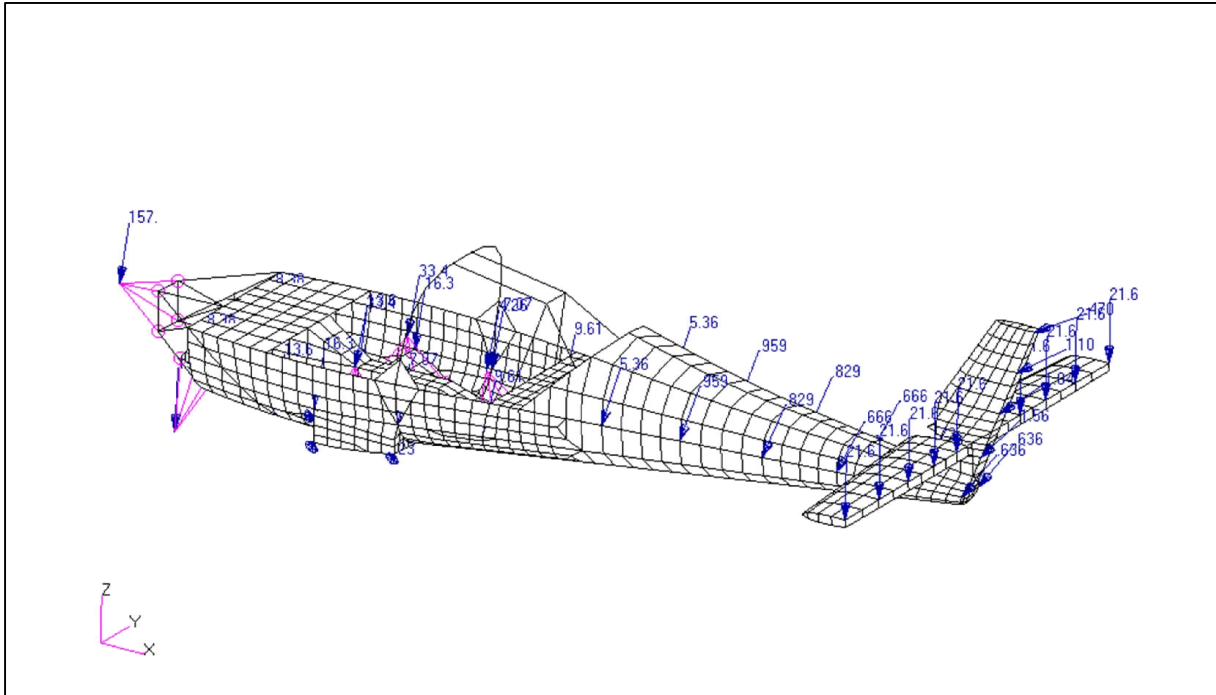
Rys. 468. Przypadek 16. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [23]



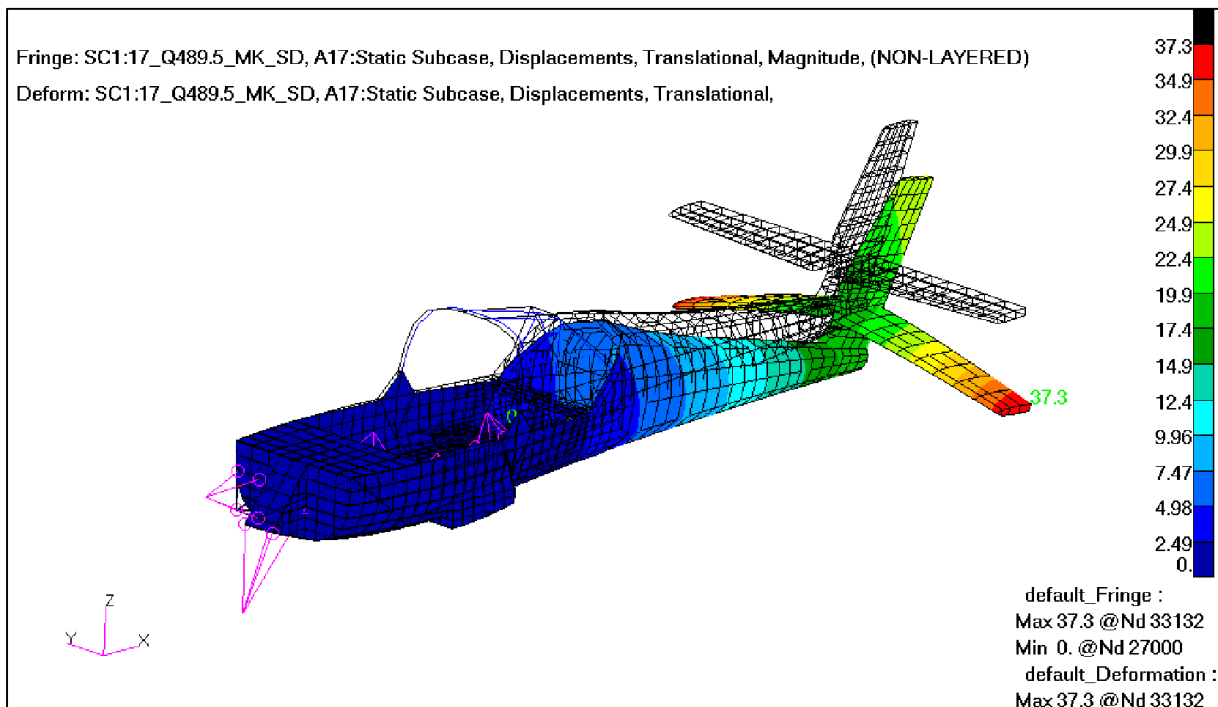
Rys. 469. Przypadek 16. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [23]



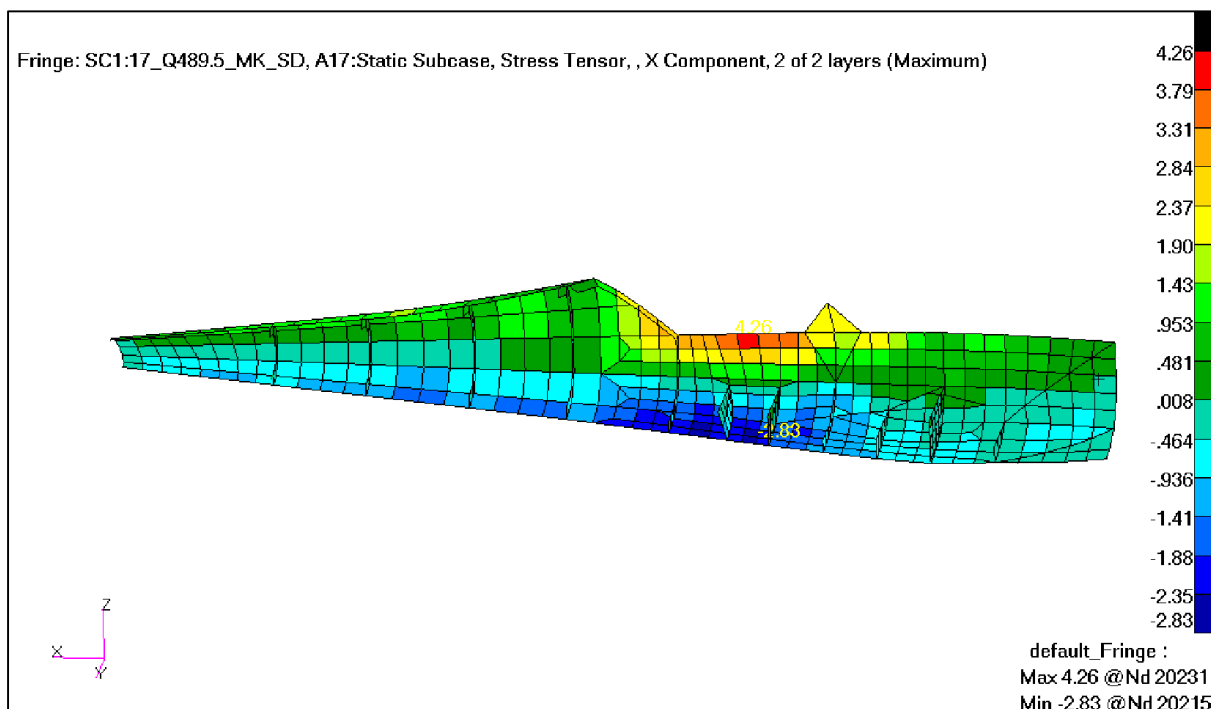
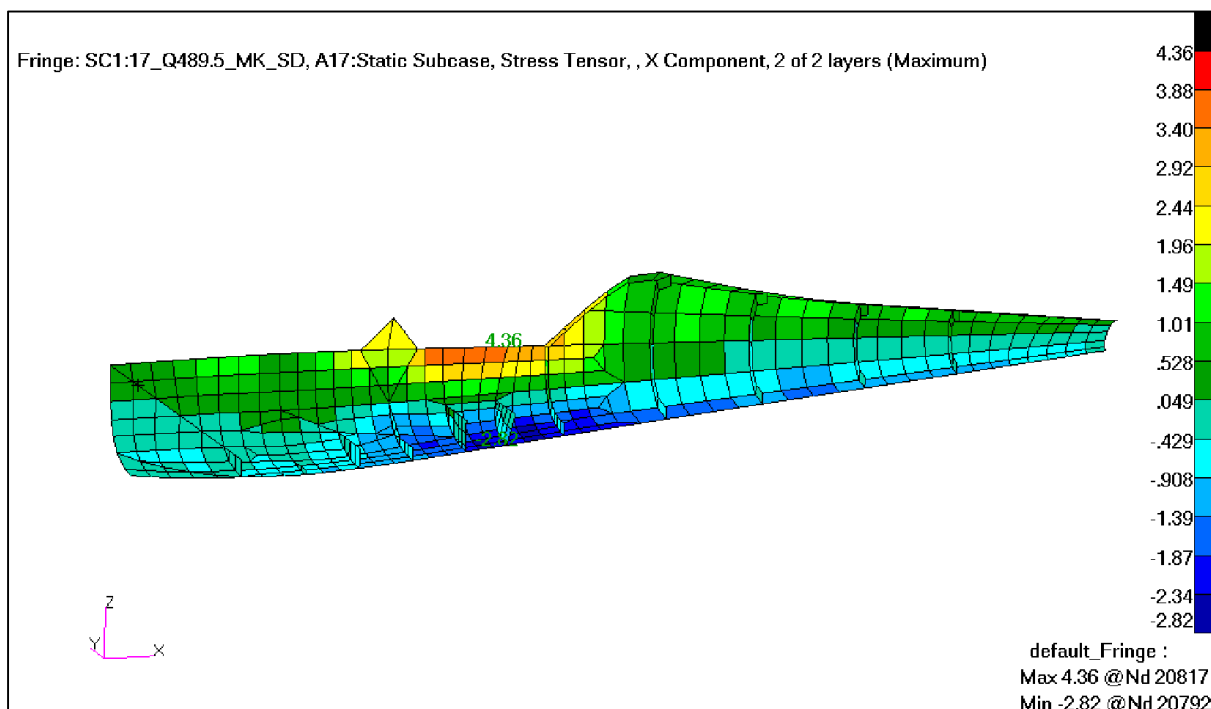
### 7.17. Przypadek 17 - masa 489,5 kg – manewr kontrolowany, ściągnięcie drążka

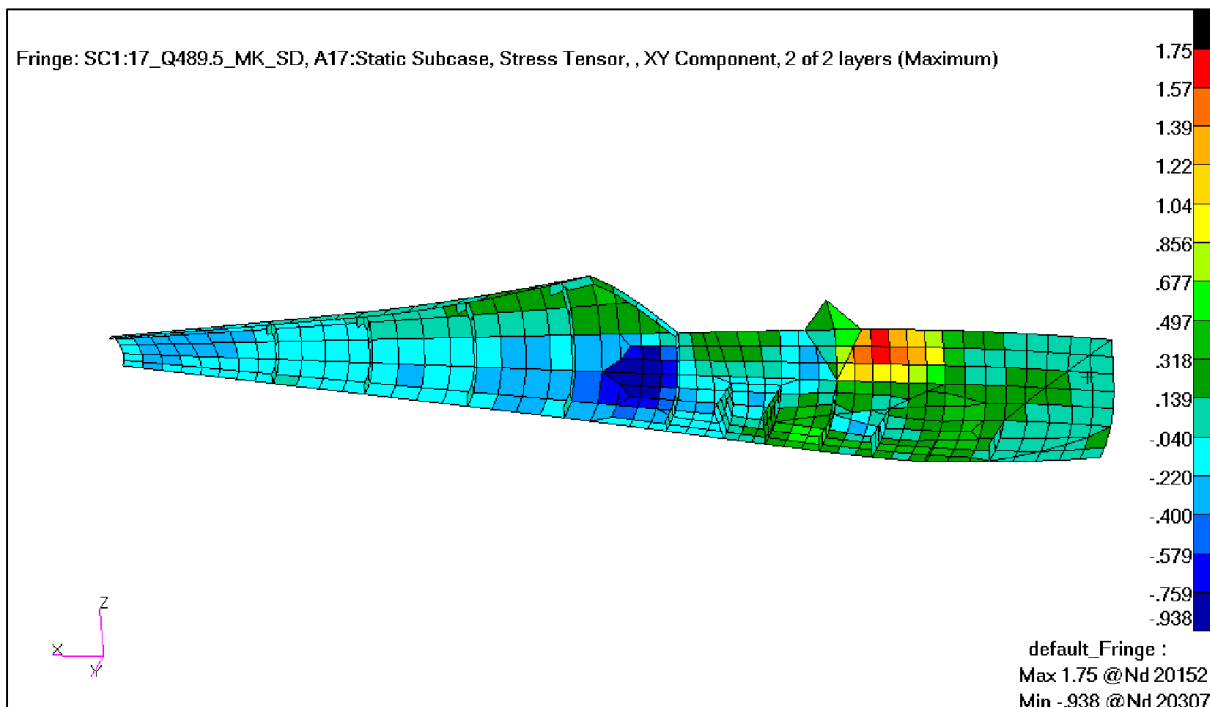
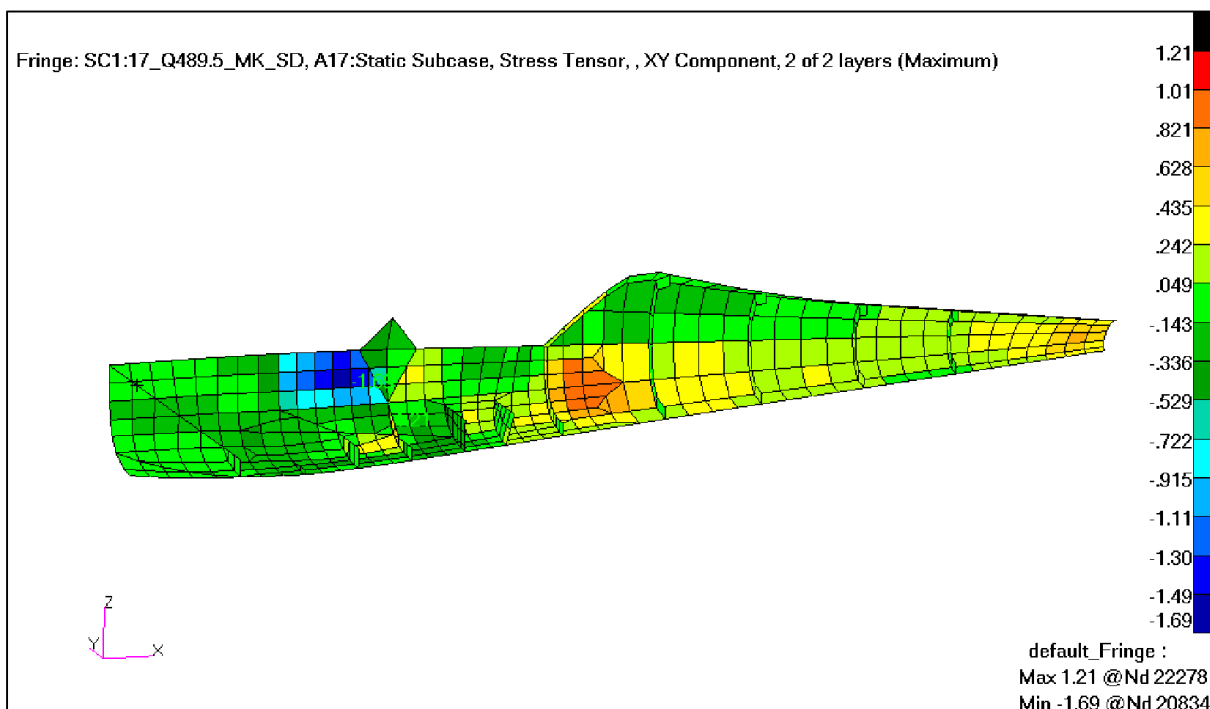


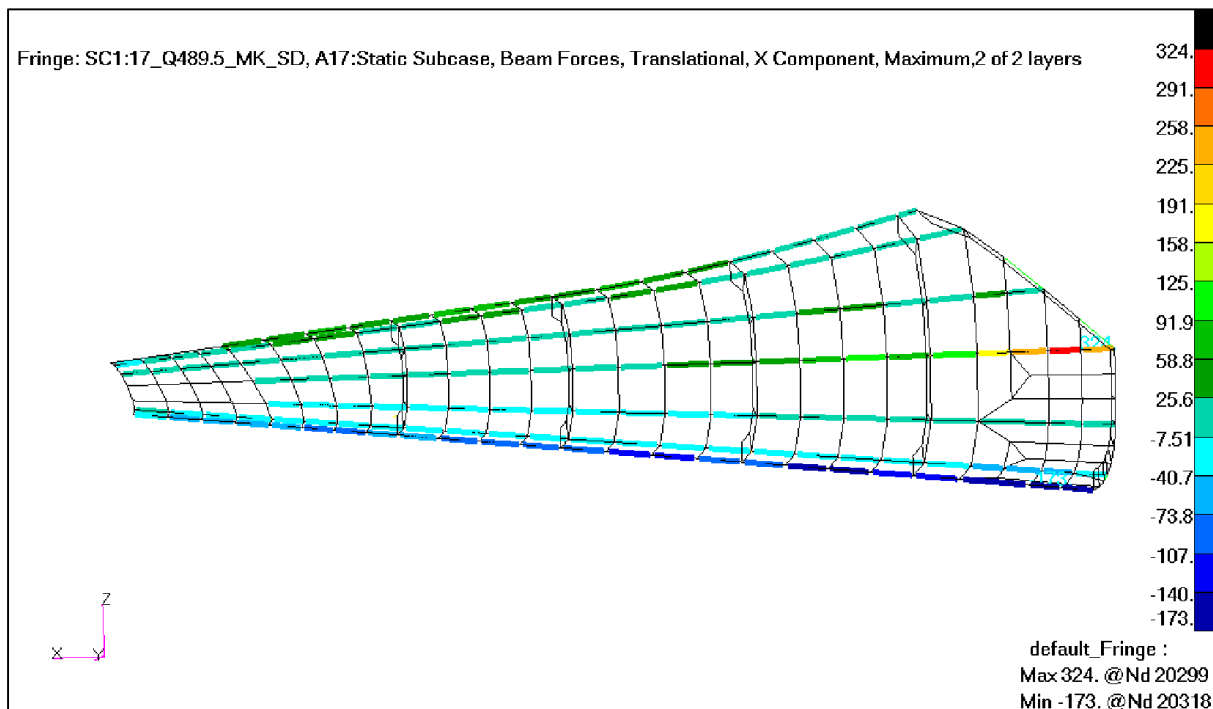
Rys. 470. Przypadek 17. Przyłożone obciążenie (kg). [24]



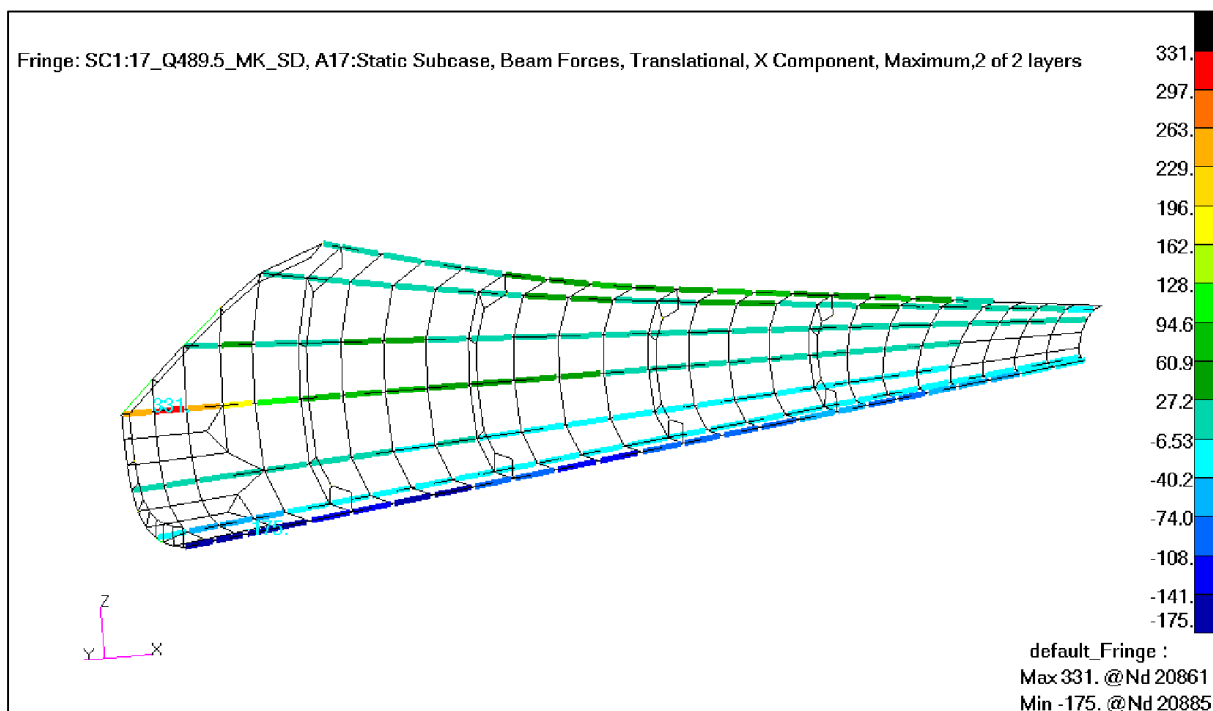
Rys. 471. Przypadek 17. Odształcenie struktury (mm). [24]

Rys. 472. Przypadek 17. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [24]Rys. 473. Przypadek 17. Naprężenia wzdłużne w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kg/mm}^2$ ). [24]

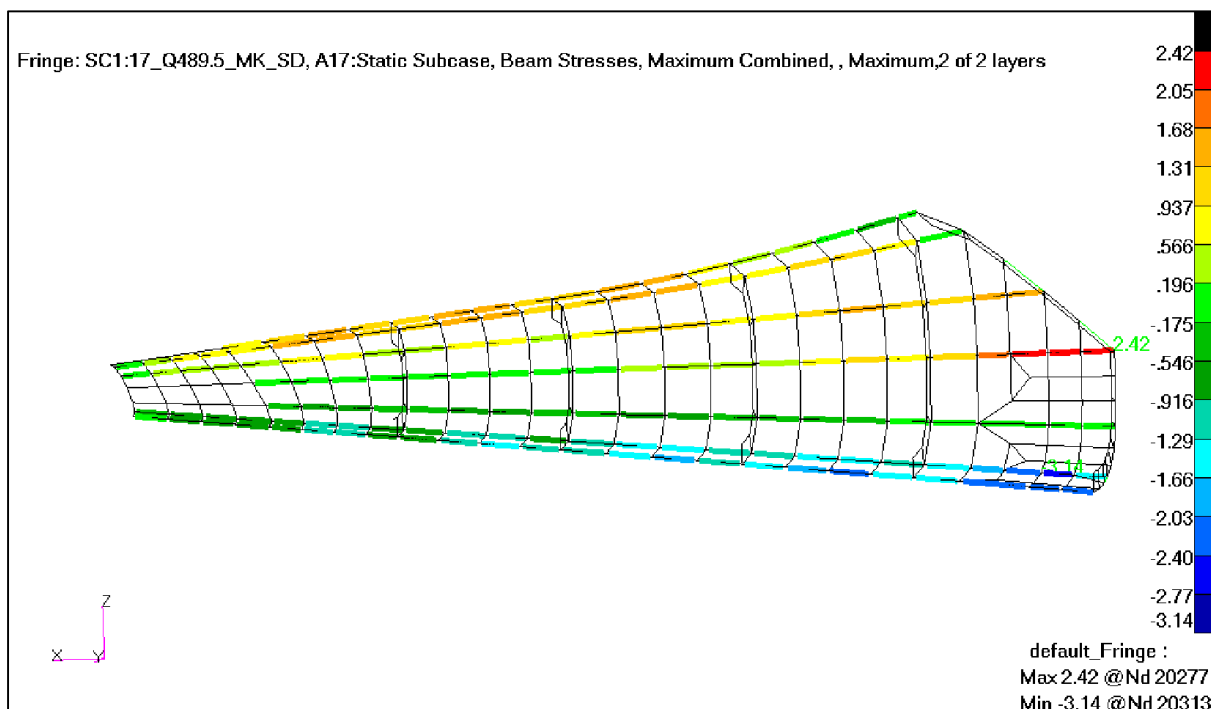
Rys. 474. Przypadek 17. Naprężenia ścinające w pokryciu – lewa strona kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [24]Rys. 475. Przypadek 17. Naprężenia ścinające w pokryciu – prawa strona kadłuba ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [24]



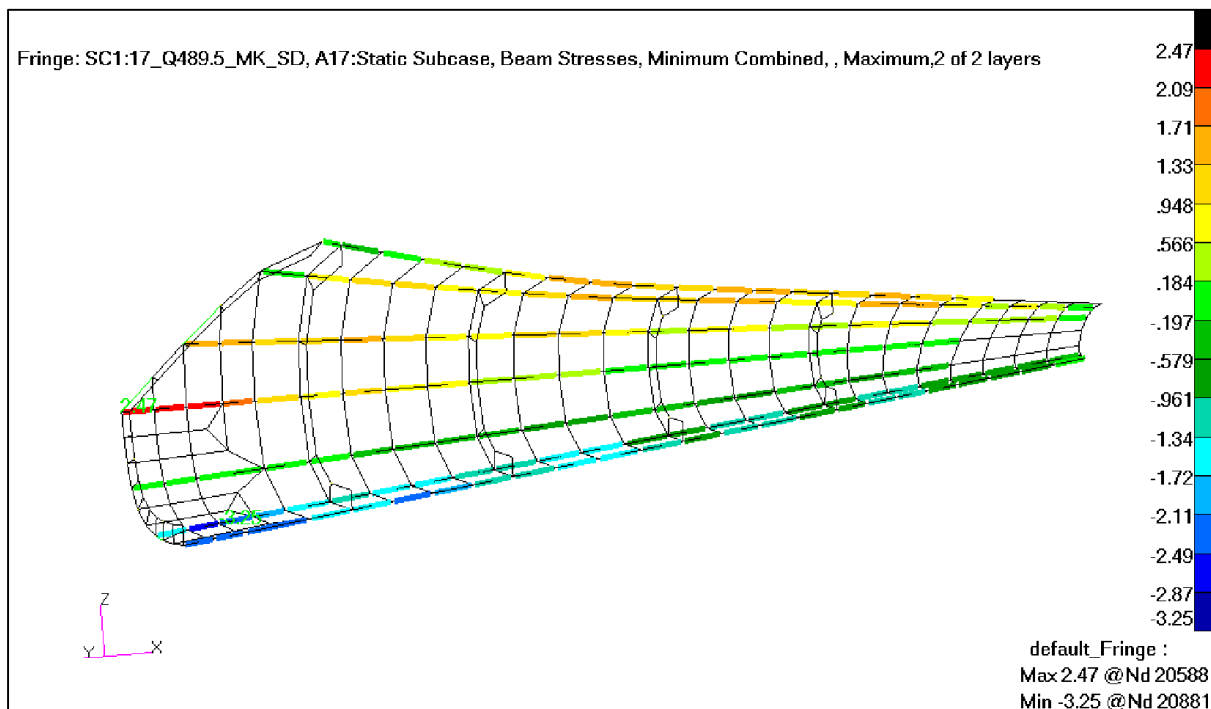
Rys. 476. Przypadek 17. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG). [24]



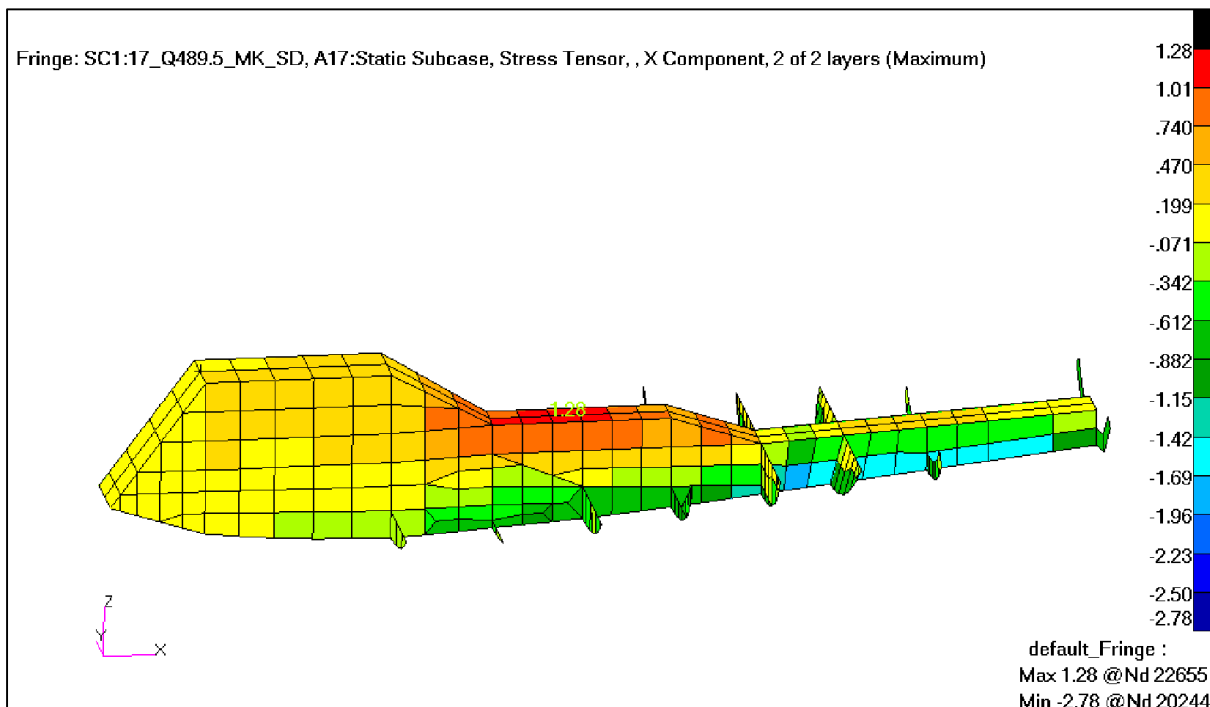
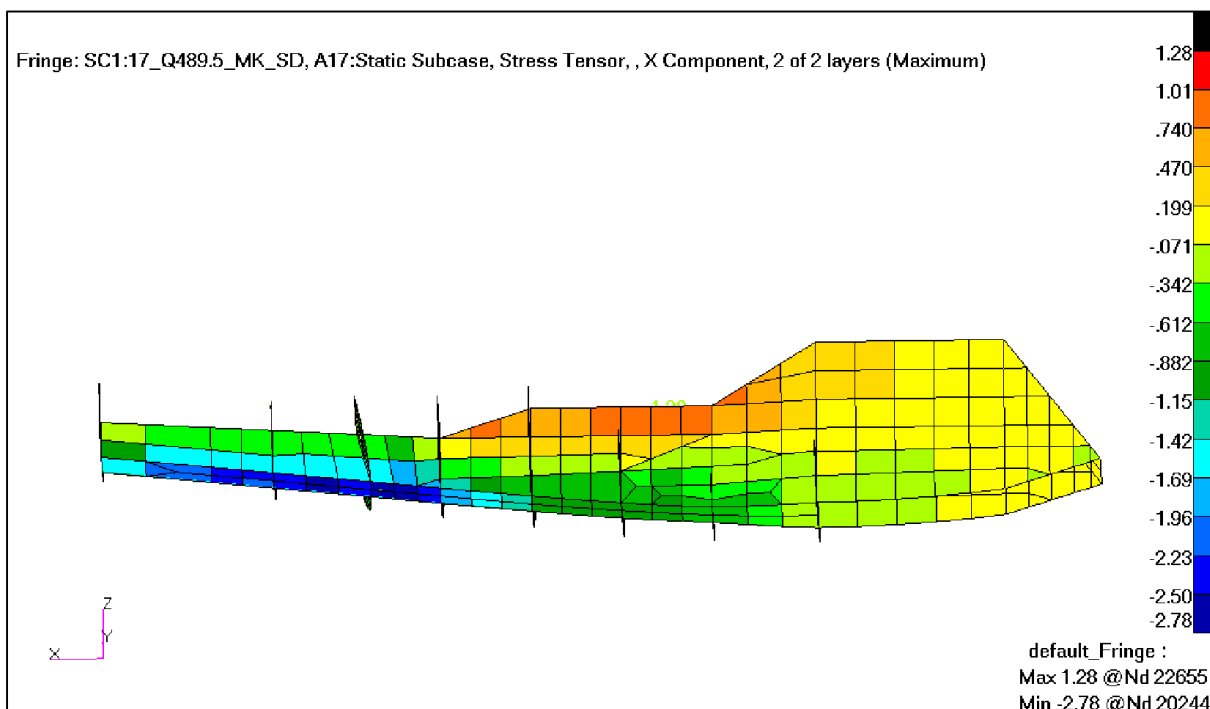
Rys. 477. Przypadek 17. Siły w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG). [24]

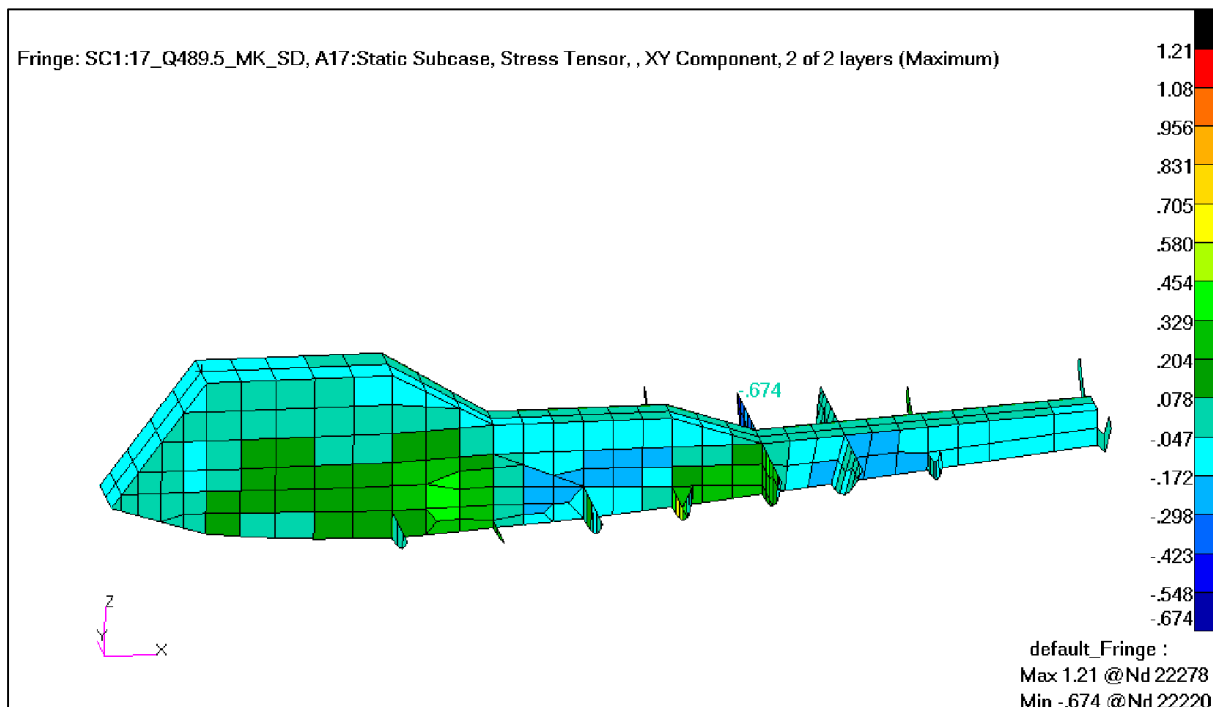
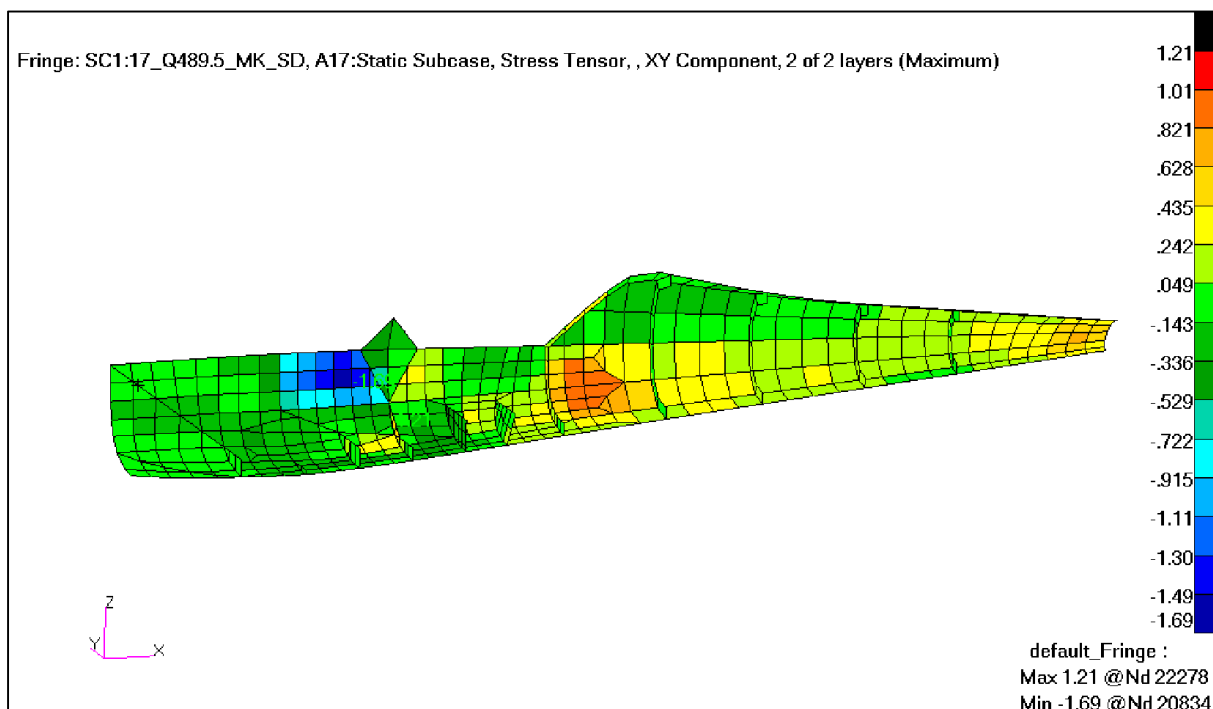


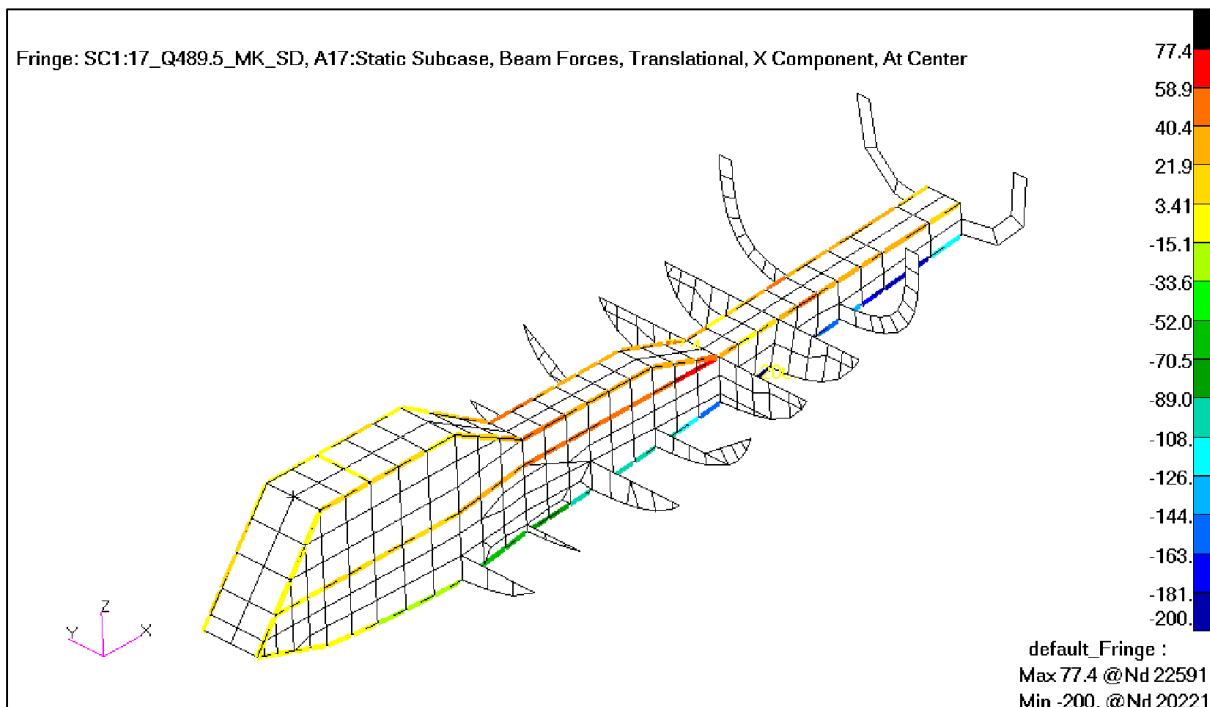
Rys. 478. Przypadek 17. Naprężenia od zginania i rościągania/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – lewa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [24]



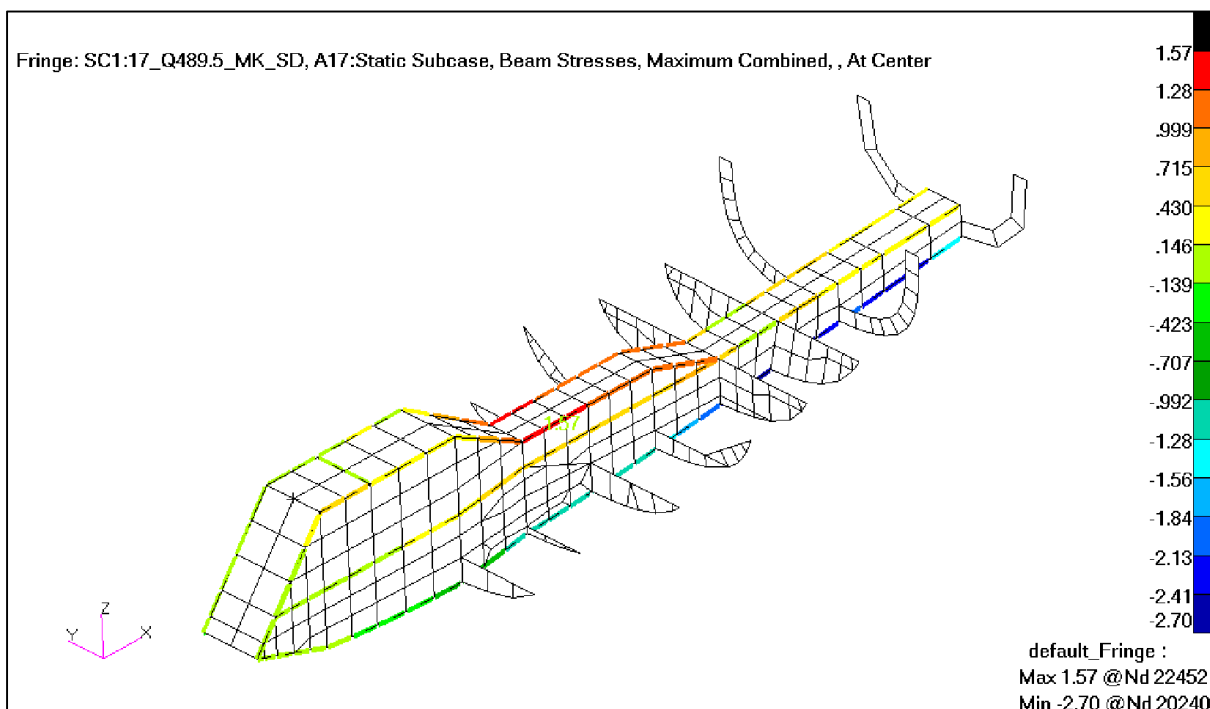
Rys. 479. Przypadek 17. Naprężenia od zginania i rościąganie/ściskania w podłużnicach w tylnej części kadłuba – prawa strona kadłuba(kG/mm<sup>2</sup>). [24]

Rys. 480. Przypadek 17. Naprężenia wzdłużne w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [24]Rys. 481. Przypadek 17. Naprężenia wzdłużne w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kg/mm}^2$ ). [24]

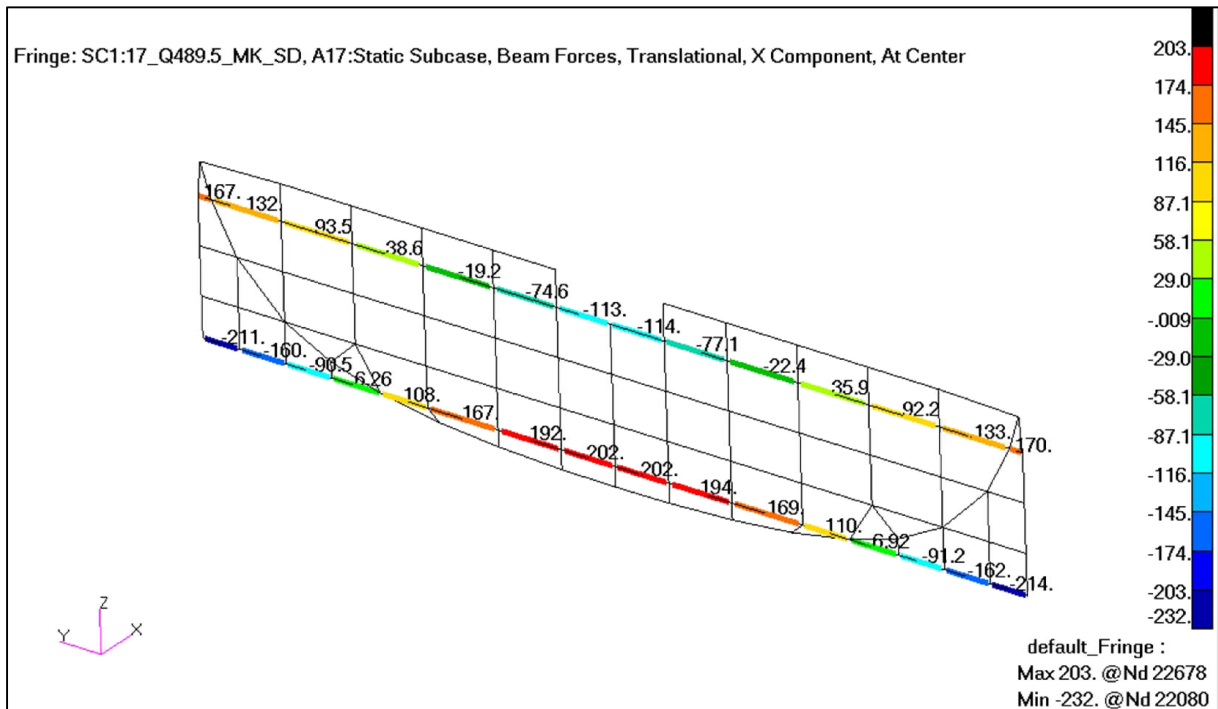
Rys. 482. Przypadek 17. Naprężenia ścianające w kanale – lewa i górna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [24]Rys. 483. Przypadek 17. Naprężenia ścianające w kanale – prawa i dolna część kanału ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [24]



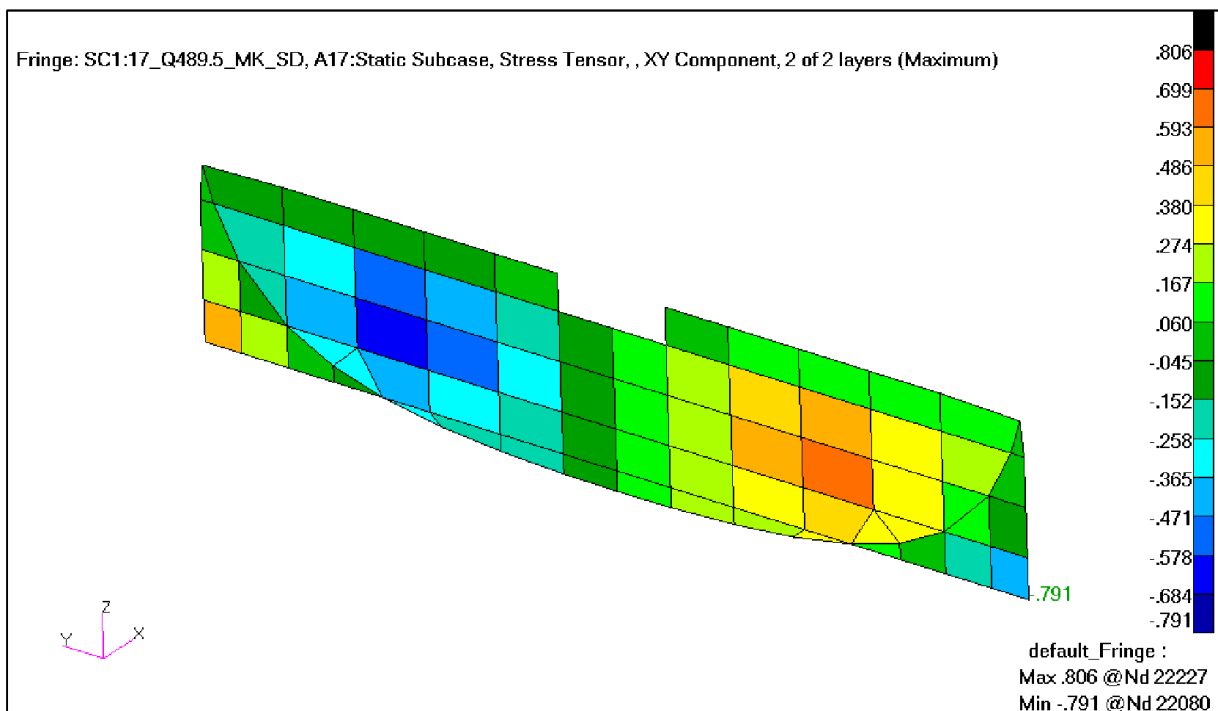
Rys. 484. Przypadek 17. Siły w kątownikach w kanale (kG). [24]

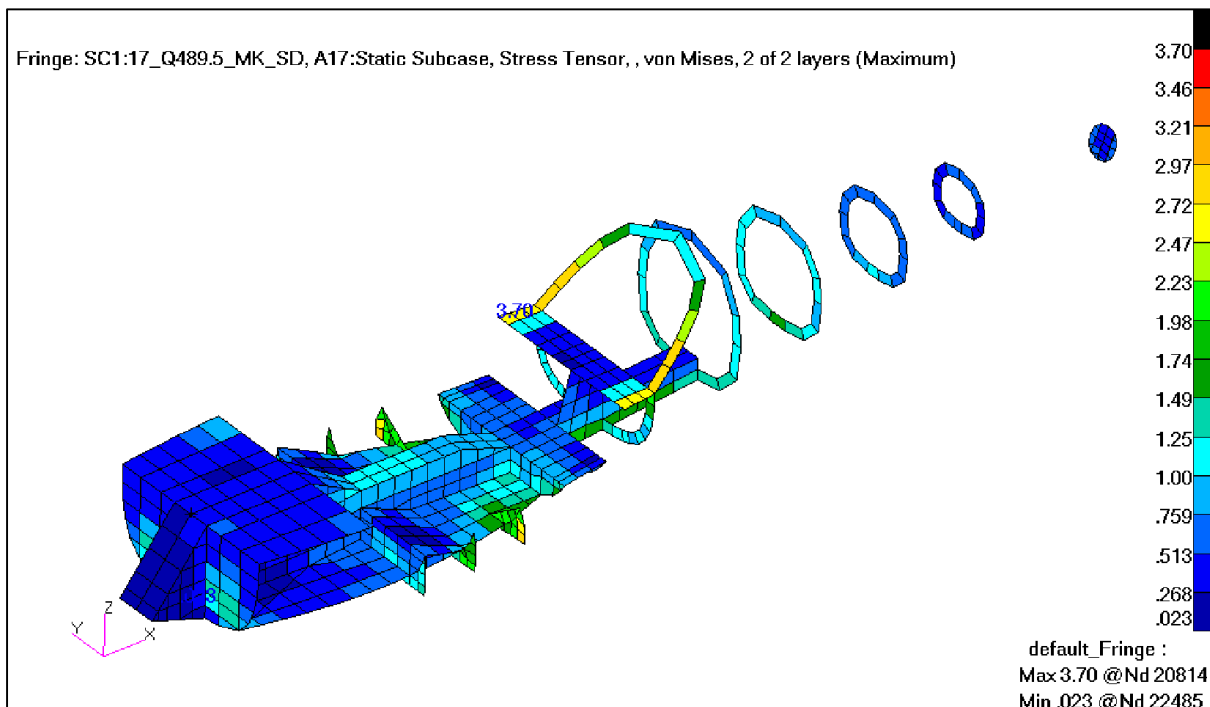
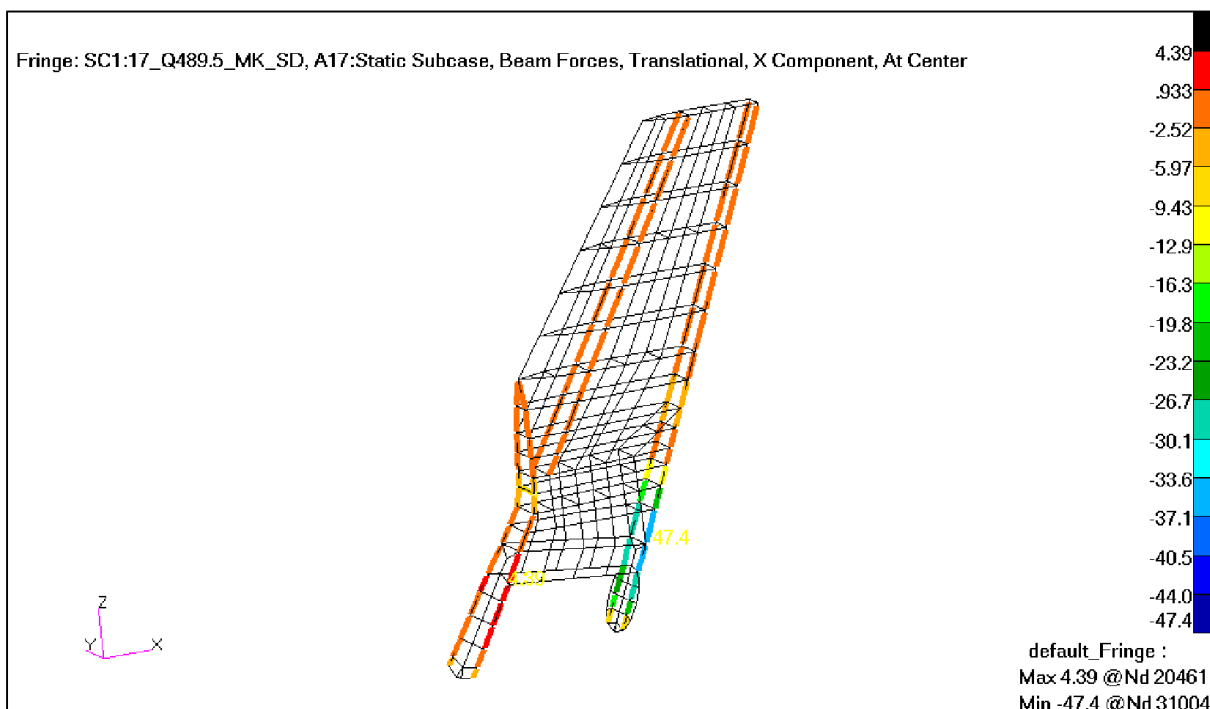
Rys. 485. Przypadek 17. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w kątownikach w kanale  
(kG/mm<sup>2</sup>). [24]



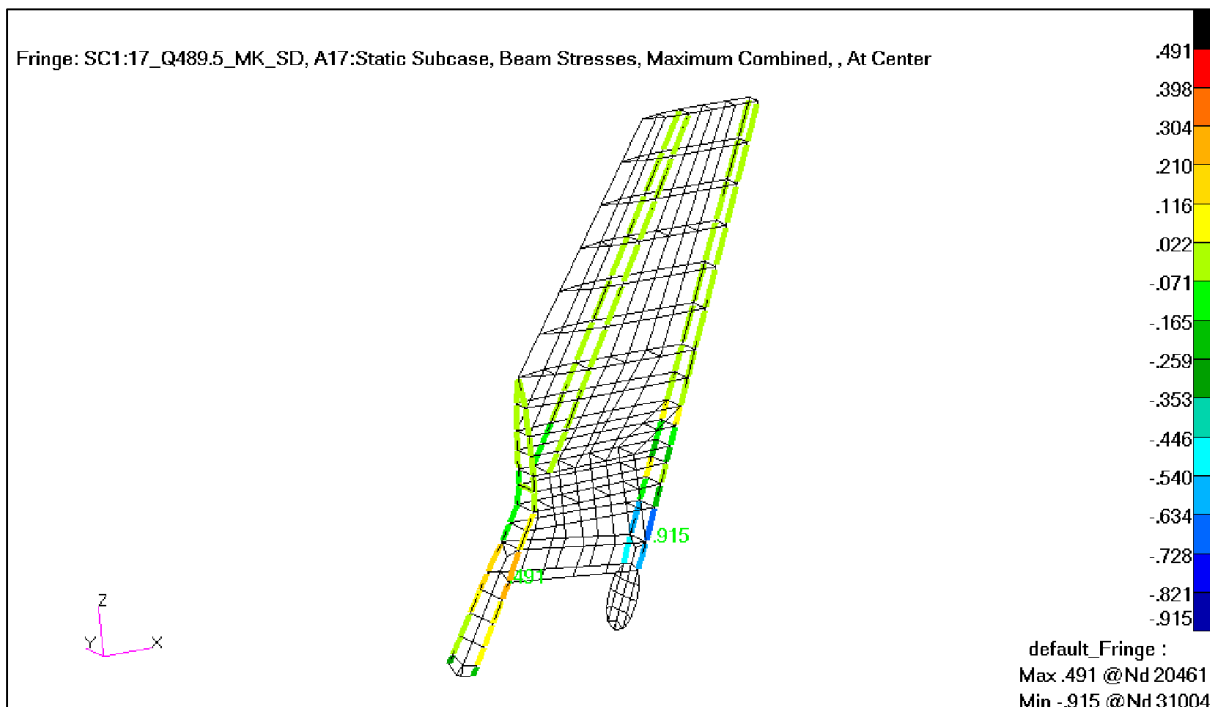


Rys. 486. Przypadek 17. Siły w pasach dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG). [24]

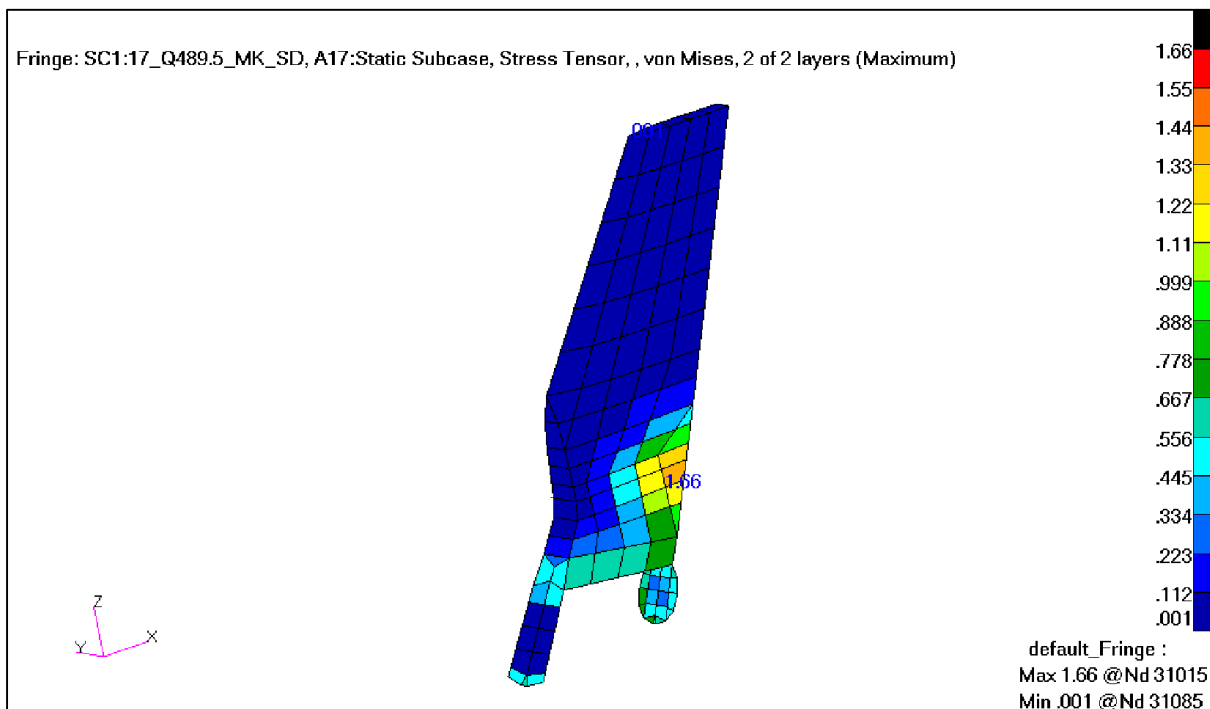
Rys. 487. Przypadek 17. Naprężenia ścinające w ścianie dźwigara kadłubowego na wręcie 3 (kG/mm<sup>2</sup>). [24]

Rys. 488. Przypadek 17. Naprężenia zredukowane w szkielecie kadłuba ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [24]

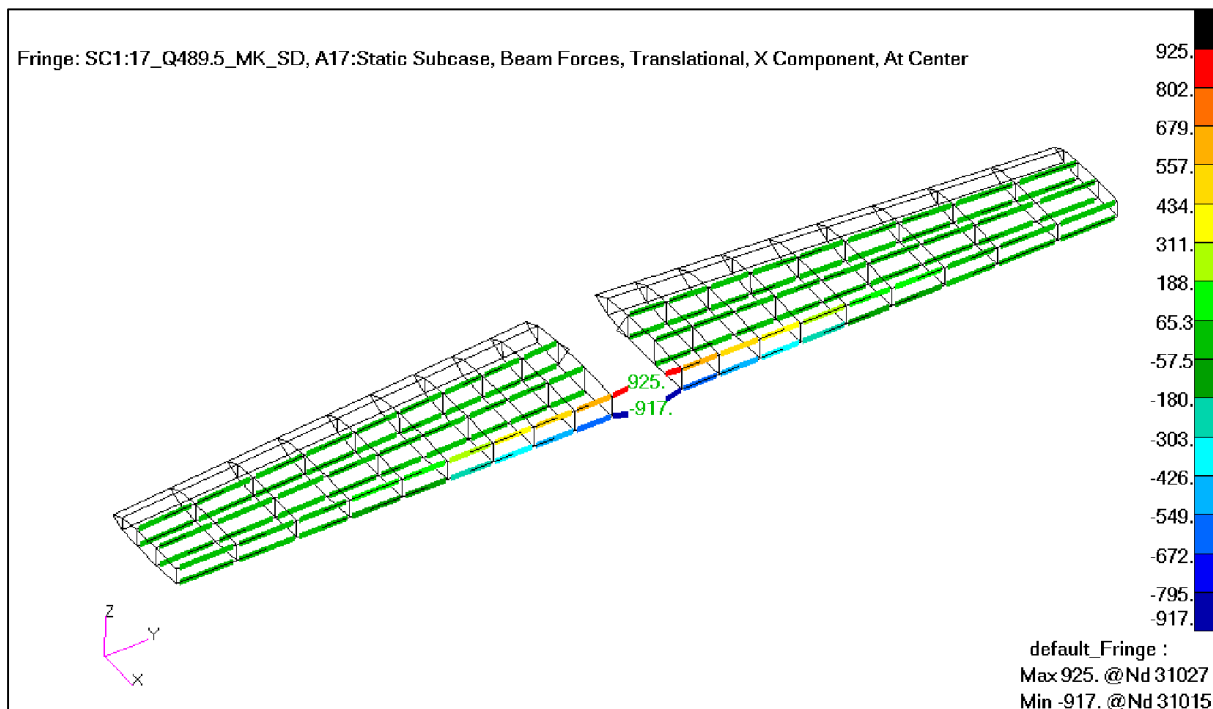
Rys. 489. Przypadek 17. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego (kg). [24]



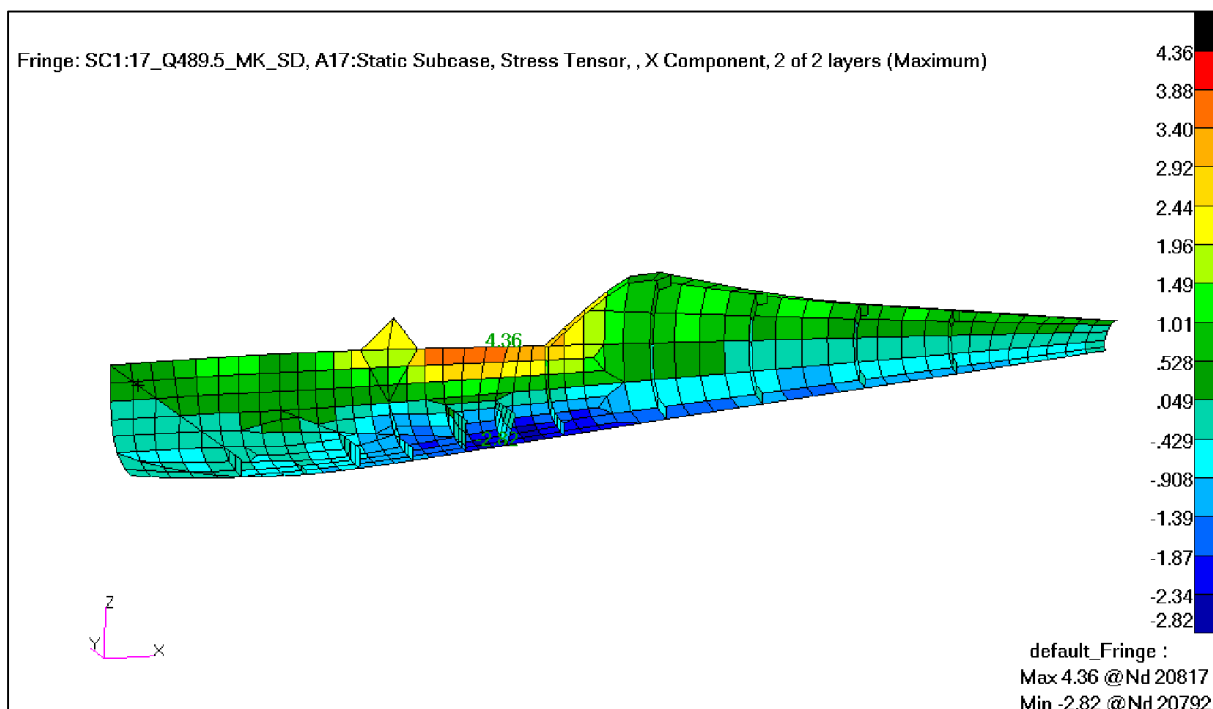
Rys. 490. Przypadek 17. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia pionowego ( $\text{kg/mm}^2$ ). [24]

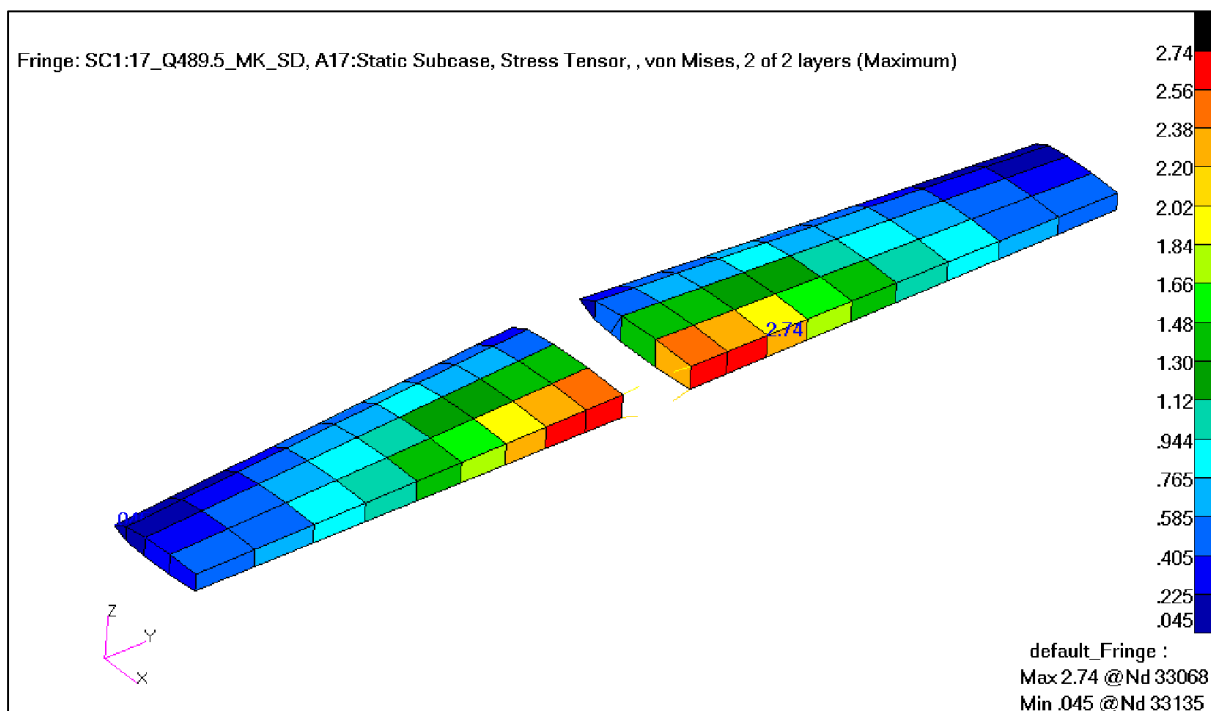


Rys. 491. Przypadek 17. Naprężenia zredukowane na usterzeniu pionowym ( $\text{kg/mm}^2$ ). [24]



Rys. 492. Przypadek 17. Siły w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego (kG). [24]

Rys. 493. Przypadek 17. Naprężenia od zginania i rozciągania/ściskania w pasach i podłużnicach usterzenia poziomego ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). [24]



Rys. 494. Przypadek 17. Naprężenia zredukowane na usterzeniu poziomym ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ). [24]

## Referencje

[1] AT5.21.000.00.7.prt	geometria teoretyczna kadłuba
[2]	model CAD struktury
[3]	uproszczona geometria do wykonania siatki
[4]	model CAD struktury z drugą wersją ogona
[5]	uproszczona geometria ogona do wykonania siatki
[6] at5_kadlub.db	baza programu patran z modelem kadłuba
[7] beam_section_prop.rpt	wydruk własności propertisów
[8] 01_Q780_A_3.8.xdb	baza wyników *.xdb dla 1 przypadku obciążeń
[9] 02_Q780_A_niesym.xdb	baza wników *.xdb dla 2 przypadku obciążeń
[10] 03_Q780_BS_OD.xdb	baza wyników *.xdb dla 3 przypadku obciążeń
[11] 04_Q780_BS_SD.xdb	baza wyników *.xdb dla 4 przypadku obciążeń
[12] 05_Q780_C_4.1506.xdb	baza wyników *.xdb dla 5 przypadku obciążeń
[13] 06_Q780_D_3.8.xdb	baza wyników *.xdb dla 6 przypadku obciążeń
[14] 07_Q780_G_-1.5.xdb	baza wyników *.xdb dla 7 przypadku obciążeń
[15] 08_Q780_MK_OD.xdb	baza wyników *.xdb dla 8 przypadku obciążeń
[16] 09_Q780_MK_SD.xdb	baza wyników *.xdb dla 9 przypadku obciążeń
[17] 10_Q489.5_BS_OD.xdb	baza wyników *.xdb dla 10 przypadku obciążeń
[18] 11_Q489.5_BS_SD.xdb	baza wyników *.xdb dla 11 przypadku obciążeń
[19] 12_Q489.5_C_5.5998.xdb	baza wyników *.xdb dla 12 przypadku obciążeń
[20] 13_Q489.5_D_3.8.xdb	baza wyników *.xdb dla 13 przypadku obciążeń
[21] 14_Q489.5_E_-2.1506.xdb	baza wyników *.xdb dla 14 przypadku obciążeń
[22] 15_Q489.5_F_-3.5998.xdb	baza wyników *.xdb dla 15 przypadku obciążeń
[23] 16_Q489.5_MK_OD.xdb	baza wyników *.xdb dla 16 przypadku obciążeń
[24] 17_Q489.5_MK_SD.xdb	baza wyników *.xdb dla 17 przypadku obciążeń