

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas
Jūrų inžinerijos katedra

Martynas Bertulis

**MOKSLINIŲ TYRIMŲ LAIVO „MINTIS“
REZONANSINIŲ DAŽNIŲ TYRIMAS**

Laivų projektavimo ir statybos studijų programos (6211EX068) magistro
baigiamasis darbas

Klaipėda, 2019

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO LYDRAŠTIS

Pildo magistro baigiamojo darbo autorius

.....
(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė)

.....
(magistro baigiamojo darbo pavadinimas lietuvių kalba)

Patvirtinu, kad magistro baigiamasis darbas parašytas savarankiškai, nepažeidžiant kitiems asmenims priklausančių autorių teisių, visas baigiamasis magistro darbas ar jo dalis nebuvo panaudotas Klaipėdos universitete ir kitose aukštosiose mokyklose.

.....
(magistro baigiamojo darbo autorius ir parašas)

Sutinku, kad bakalauro/magistro baigiamasis darbas būtų naudojamas neatlygintinai 5 m. Klaipėdos universiteto studijų procese.

.....
(magistro baigiamojo darbo autorius ir parašas)

Pildo magistro baigiamojo darbo vadovas

Magistro baigiamąjį darbą ginti

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....
(data)

.....
(magistro baigiamojo darbo vadovo vardas, pavardė ir parašas)

Pildo katedros, kuriojančios studijų programą, administratorius (sekretorius)

Baigiamasis darbas įregistruotas katedroje

.....
(katedros sekretorės vardas, pavardė ir parašas)

.....
(data)

Pildo katedros, kuriojančios studijų programą, vedėjas ir programų vadovas

Magistro baigiamąjį darbą ginti

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....
(data)

.....
(katedros vedėjo vardas, pavardė ir parašas)

Magistro baigiamąjį darbą gini

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....
(data)

.....
(programų vadovo vardas, pavardė ir parašas)

Recenzentu(-ais) skiriu

.....
(įrašyti recenzento(u) vardą, pavardę)

.....
(data)

.....
(programų vadovo vardas, pavardė ir parašas)

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
JŪROS TECHNOLOGIJŲ IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
JŪRŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Laivų projektavimo ir statybos magistro studijų (6211EX068)
baigiamasis darbas

Užduotis studentui: Martynas Bertulis

Temos pavadinimas: „Mokslinių tyrimų laivo „Mintis“ rezonansinių dažnių tyrimas“

Darbo sudėtis

IVADAS

I. LITERATŪROS APŽVALGA IR ANALIZĖ

- 1.1. Rezonanso reiškinyje laivuose
- 1.2. Metodai rezonansiniams dažniams nustatyti
- 1.3. Laivo „Mintis“ virpesių matavimų rezultatų apžvalga
- 1.4. Mokslinių straipsnių analizė

II. TEORINIAI IR EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI

- 2.1. Laivo teorinio modelio kūrimas
- 2.2. Laivo modalinė analizė
- 2.3. Gautų teorinių rezultatų palyginimas su eksperimentiniais duomenimis
- 2.4. Laivo galimi modifikavimo būdai siekiant išvengti tiltelio rezonanso.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

LITERATŪRA

Darbo vadovas: doc. Dr. Pranas Mažeika

(vardas, pavardė, parašas)

SANTRAUKA

Bertulis M. Mokslinių tyrimų laivo „Mintis“ rezonansinių dažnių tyrimas. Laivų projektavimo ir statybos magistratūros studijų programos baigiamasis darbas. Darbo vadovas doc. Dr. P. Mažeika, Klaipėdos universitetas: Klaipėda, 2019 – 86 p.

Raktiniai žodžiai: laivas, virpesiai, BEM analizė, modalinė analizė, mokslinių tyrimų laivas „Mintis“, Ansys.

Baigiamojo darbo teorinėje dalyje aprašoma laivo virpesių mažinimo būdai, aptariama laivo „Mintis“ virpesių matavimo rezultatai, aprašomi virpesių tyrimai BEM metodu, laivo modelio elementai Ansys programoje, savųjų virpesių skaičiavimo metodika.

Eksperimentinėje dalyje pateiktas laivo „Mintis“ virpesių teorinis modeliavimas. Pateikiama laivo modalinės analizės rezultatai, palyginama su eksperimentiniais duomenimis.

Paskutinėje dalyje pateikiamos išvados ir rekomendacijos.

SUMMARY

Bertulis M. Research of Resonance Frequencies of the Scientific Research Vessel „Mintis”. Final work of the master studies of ship design and building program. Academic supervisor doc. Dr. P. Mažeika, Klaipeda University: Klaipeda, 2019- 86 p.

Keywords: ship, vibrations, FEM analysis, modal analysis, research vessel „Mintis“, Ansys.

The thesis describes the theoretical part of the vessel vibration reduction techniques, discusses the results of Vessel vibration measurement, describes the vibration analysis by FEM method, the ship model elements in the Ansys program, natural vibrations calculation methodology.

The experimental part given theoretical modeling of vibrations of the vessel. The results of the ship's modal analysis are presented and compared with the experimental data.

The final section presents conclusions and recommendations.

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.2.1 lentelė. Laivo darbo režimai ir sraigto sukimosi greičiai	15
1.2.2 lentelė. Laivo sraigto žadinami virpesių dažniai.....	16
2.1.1 lentelė. Pieno cheminė sudėtis	34
2.1.2 lentelė. Plieno savybės.....	34
2.1.3 lentelė. Aliuminio cheminė sudėtis.....	34
2.1.4 lentelė. Aliuminio savybės	35

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.2.1 pav. Šesto laivo darbo režimo metu užfiksuoti virpesių dažniai MT03 taške (sraigto sukimosi greitis 280 aps./min).....	17
1.2.2 pav. Matavimo schema kapitono tiltelyje.....	17
1.4.1 pav. Vamzdyno virpesių formos	19
1.4.2 pav. Išmatuotas pagreitis ir virpesių dažnis	19
1.4.3 pav. Trečia veleno linijos virpesių forma	20
1.4.4 pav. Z komponentės vibracijų greičio reikšmės, susijusios su guolių jėgomis.....	21
1.4.5 pav. Padidintas pagrindinio denio konstrukcijos storis	21
1.4.6 pav. Papildoma sijos konstrukcijos standumui padidinti	21
1.4.7 pav. Virpesių mažinimo standinant konstrukciją ir naudojant prisitaikantį masės slopintuvą .	22
1.4.8 pav. Laivo baigtinių elementų modelis esant pilnai pakrautam kroviniu.....	23
1.4.9 pav. Laivo virpesių formos.....	23
1.4.10 pav. Laivo vidurio modalinis deformacijų pasiskirstymas, su reikšmėmis 1 ir 4 vietose	24
1.4.11 pav. Laivo modelio baigtinių elementų analizės tinklo sujungimas su modelio pagrindu	25
1.4.12 pav. Antroji virpesių forma (8,6 Hz)	25
1.4.13 pav. Išilginis jachtos modelio pjūvis	26
1.4.14 pav. Pridėtos apkrovos ant denio panaudojant SURF154 elementus	26
1.4.15 pav. Savieji virpesiai saulės denyje	27
1.4.16 pav. Konteinervežio virpesių formos.....	28
1.4.17 pav. Antra konteinervežio virpesių forma (0,463 Hz).....	29
1.4.18 pav. Panamax tipo laivo pirma virpesių forma. 3D modelio ir 1D modelio.....	29
1.4.19 pav. Vertikalaus lenkimo virpesių forma. Virpesių dažnis 3,35 Hz.....	30
2.1.1pav. BEAM elementų pavyzdys	31
2.1.2pav. SHELL elementų pavyzdys	31
2.1.3pav. BEAM 188 elemento geometrija	32
2.1.4pav. SHELL 188 elemento geometrija	33
2.1.5 pav. Laivo denio konstrukcija Ansys programoje	35
2.1.6 pav. Vertikalios stiprumo sijos kampuočiai 65x50x5 mm	36
2.1.7 pav. BEAM188 elemento L tipo skerspjūvio sijos matmenys	37
2.1.8 pav. Išilginiai T formos profiliai (raudona spalva)	38
2.1.9 pav. BEAM188 elemento T tipo skerspjūvio matmenys	38
2.1.10 pav. Bulbiniai profiliai	39
2.1.11 pav. Pilersai iš kvadratinio vamzdžio 100x100x6,3 mm	40

2.1.12 pav. BEAM188 elemento HREC tipo skerspjūvio matmenys	40
2.1.13 pav. Rėminiai špangoutai	41
2.1.14 pav. Laivo vairinės konstrukcija Ansys programoje	42
2.1.15 pav. Laivo vairinės grindys	43
2.1.16 pav. Laivo vairinė	45
2.1.17 pav. BEAM elementai laivo vairinės viršuje	45
2.1.18 pav. Masės elementai ant vairinės viršaus	47
2.2.1pav. Pilersų įtvirtinimai taškuose	49
2.2.2pav. Elementų taškų įtvirtinimai	50
2.2.3pav. Laivo konstrukcijos skaičiavimų rezultatai	51
2.4.1pav. Papildomi pilersai ties 35 špangoutu	53
2.4.2pav. Pirmas konstrukcijos modifikavimas. Rezultatai.	54
2.4.3pav. Plokštė grindų sutvirtinimui	55
2.4.4pav. Antras konstrukcijos modifikavimas. Rezultatai	56
2.4.5pav. Papildomos plokštės vairinės grindyse.....	56
2.4.6pav. Trečias konstrukcijos modifikavimas. Rezultatai	57

Turinys

IVADAS.....	10
I. LITERATŪROS APŽVALGA IR ANALIZĖ	12
1.1. Rezonanso reiškinyse laivuose.....	12
1.2. Metodai rezonansiniams dažniams nustatyti	14
1.3. Laivo „Mintis“ virpesių matavimų rezultatų apžvalga	15
1.4. Mokslinių straipsnių analizė.....	18
II. TEORINIAI IR EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI	31
2.1. Laivo teorinio modelio kūrimas	31
2.2. Laivo modalinė analizė.....	49
2.3. Gautų teorinių rezultatų palyginimas su eksperimentiniais duomenimis	52
2.4. Laivo galimi modifikavimo būdai siekiant išvengti tiltelio rezonanso.....	53
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	59
LITERATŪRA.....	60
PRIEDAI	62

IVADAS

Virpesių tyrimams laivuose turi būti skirtas didelis dėmesys dar projektavimo etapuose. Tik teisingai suprojektuotas laivo korpusas, teisingai parinktos laivo mašinos sudarys sistemą, kuri turės žemą virpesių lygį ir nekenks įgulos sveikatai, korpusas bus ilgaamžis, o mašinos tarnaus ilgus metus. Mašinos ir laivo korpusas turi būti suderinti taip, kad mašinų žadinami virpesiai nesutaptų su korpuso savaisiais virpesiais ir nerezonuotų. Dar projektavimo etape galima atlikti skaičiavimus pasitelkiant BEM analizės metodus ir parinkti laivo mašinas ar padaryti korpuso pakeitimus, kad nesutaptų mašinų priverstinių virpesių su konstrukcijų savųjų virpesių dažniu. Pastąčius laivą ir pastebėjus didelį virpesių lygį, problemai išspręsti reiktų daug lėšų arba tai būtų visai neįmanoma.

Didelis virpesių lygis gali iššaukti nuovarginius konstrukcijų pažeidimus, mašinų gedimus. Šiuo metu kuriamos įvairios sistemos, kurios slopina mašinų kuriamus virpesius ir neleidžia jų perduoti į laivo korpusą.

Šiame darbe pateikti Klaipėdos universiteto mokslinių tyrimų laivo „Mintis“ modalinės analizės rezultatai. Atlikus virpesių matavimus laive buvo aptiktas padidėjęs virpesių lygis kapitono tiltelyje. Siekiant surasti problemos sprendimo būdą nuspręsta sukurti laivo dalies teorinį modelį, atlikti modalinę analizę, atlikti galimus laivo konstrukcijos modifikavimo būdus siekiant išvengti tiltelio rezonanso.

Šį darbą sudaro du skyriai: pirmasis - literatūros apžvalga ir analizė bei antrasis - teoriniai ir eksperimentiniai tyrimai. Baigiamojo darbo pirmoje dalyje aprašoma laivo virpesių mažinimo būdai, aptariama laivo „Mintis“ virpesių matavimo rezultatai, aprašomi virpesių tyrimai BEM metodu, savųjų virpesių skaičiavimo metodika. Skyriaus pabaigoje pateikiamos įvairios mokslininkų tirtos problemos ir sprendimo būdai laivuose dėl padidėjusio virpesio lygio.

Antrajame skyriuje pateikti laivo teoriniam modeliui naudojami strypiniai ir plonasieniai elementai Ansys programoje, medžiagos, iš kurių pagamintas korpusas, teorinio modelio kūrimo komandos. Aprašoma teorinio modelio įtvirtinimo sąlygos, atliekama modalinė analizė, aptariami rezultatai. Palyginami laivo teoriniai rezultatai su eksperimentiniais duomenimis. Pateikiami galimi konstrukcijos modifikavimo būdai. Darbo pabaigoje pateikiamos išvados ir rekomendacijos virpesių lygiui sumažinti laive, efektyviausias konstrukcijos modifikavimo būdas.

Darbo tikslas - baigtinių elementų metodu sumodeliuoti laivo „Mintis“ konstrukcijos dalį siekiant nustatyti laivo teorinius rezonansinius dažnius, juos palyginti su atliktais eksperimentinių tyrimų rezultatais ir pateikti rekomendacijas laivo virpesių lygiui sumažinti.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti mokslinių straipsnių ir kitų informacijos šaltinių apžvalgą ir analizę;
2. Sukurti laivo teorinį modelį;
3. Atlikti laivo modalinę analizę;
4. Gautus teorinius rezultatus palyginti su eksperimentiniais duomenimis;
5. Atlikti laivo galimus modifikavimo būdus siekiant išvengti tiltelio rezonanso.
6. Pateikti rekomendacijas virpesių lygio mažinimui laive.

Tyrimo objektas:

Klaipėdos universiteto mokslinių tyrimų laivo „Mintis“ korpusas.

Darbo struktūra:

Magistro baigiamąjį darbą sudaro įvadas, du skyriai, išvados, literatūros sąrašas, santraukos lietuvių ir anglų kalbomis, 1 priedas. Darbo apimtis 86 puslapių, pateikta 6 lentelės, 48 paveikslų.

I. LITERATŪROS APŽVALGA IR ANALIZĖ

1.1. Rezonanso reiškiny laivuose

Rezonansas – fizikinis reiškinys, kai sistemą veikiančios jėgos kitimo dažnis sutampa su tos sistemos savuoju virpesių dažniu ir dėl to sistemai perduodama daugiausiai energijos bei ryškiai padidėja priverstinių svyravimų amplitudė. (Augustaitis V. 2000)

Rezonansas gali būti naudingas ir žalingas. Naudingas, kai reikia padidinti svyravimų amplitudę, pavyzdžiui kalant polius, plūkiant gruntą ar ardant kelio dangą. Nenaudingi tai mašinų, pastatų, tiltų suirimo priežastis. Pavyzdžiui elektros variklių besisukančios detalės gali subyrėti, jeigu jos bus blogai išcentruotos, nes dėl jų savųjų virpesių dažnis gali atsitiktinai sutapti su variklio svyravimo dažniu. Siekiant išvengti pavojingų rezonanso padarinių, konstruktoriai iš anksto apskaičiuoja mašinų savąjį dažnį ir numato galimus išorinius virpesius taip išvengdami rezonanso reiškinio.

Siekiant išvengti rezonanso reiškinio galimi keli būdai, padidinti ar sumažinti sistemos masę arba pakeisti sistemos standumą. Tai parodo virpesių dažnio formulė:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1.1)$$

čia k – sistemos standumas, N/m.

m – sistemos masė, kg.

(P. Žiliukas, R. Barauskas 2008)

Pakeitus vieną iš šių dydžių kūno savasis virpesių dažnis pasikeičia ir nebeatitinka su veikiančios jėgos kitimo dažniu, taip sistemą išvedant iš rezonanso reiškinio.

Siekiant, kad laivas būtų saugus ir komfortiškas jis turi turėti mažą virpesių lygį. Pagrindiniai virpesių šaltiniai laivuose yra laivo sraigta ir pagrindinis variklis. Jie turi didžiausią galią ir gali iššaukti žmogui jaučiamus virpesius. Yra ir mažesnių virpesių šaltinių: pagalbiniai varikliai, centrifugos, siurbliai, orapūtės. Krante dirbančios mašinos turi standžius ir masyvius pamatus, kas slopina mašinų virpesiui, priešingai laivuose, suvirintos vientisos konstrukcijos sudaro puikias sąlygas virpesiams sklisti po visą laivą. Dar projektavimo etape reiktų atkreipti dėmesį į laive dirbančias mašinas ir stengtis išvengti vibracijų. Pastačius laivą ir nustačius padidėjusį virpesių lygį, projektavimo klaidas ištaisyti kainuoja labai brangiai arba visai neįmanoma.

Dėl padidėjusio virpesių lygio gali įvykti laivo avarijos, dėl medžiagų nuovargio įtrūksta laivo korpuso konstrukcijos, vamzdynai, gali būti sugadintos laive esančios mašinos.

Taip pat didelę įtaką virpesiai turi laivo personalui. Virpesių poveikis žmogui priklauso nuo:

- virpesių perduodamos energijos kiekio kontakto vietoje;
- poveikio laiko;
- kontakto vietos;
- poveikio krypties ;
- kūno audinių virpesių slopinimo savybių;
- kūno rezonanso.

Žmogui ypač kenkia virpesiai kurių dažnis artimas kūno dalių savajam dažniui (pavyzdžiui žmogaus vidaus organų savasis dažnis yra 3-9 Hz, pečių juostos 16-20 Hz). Pagal ISO 6954:2000 standartą virpesių lygis, kuris neturi neigiamo poveikio žmonėms, įgulos gyvenamosiose patalpose yra 4 mm/s.

1.2 Metodai rezonansiniams dažniams nustatyti

Savasis dažnis – tai dažnis, kuriuo konstrukcija gali virpėti pagal harmoninį dėsnį, nesant išorinio žadinimo.

Tikrinė forma – tai savuoju dažniu harmoniškai virpančios konstrukcijos poslinkiai kraštinėje deformuotoje padėtyje.

Konstrukcijos savuosius virpesius apibūdina tiek savasis dažnis tiek tikrinė forma, ši reikšmių pora vadinama konstrukcijos moda. (P. Žiliukas, R. Barauskas 2008)

Didžioji dalis praktikoje esančių, su triukšmu ir vibracija susijusių problemų yra susiję su rezonanso reiškiniu, kai veikiančios jėgos žadina vieną ar kelias virpesių modas. Virpesių modos, kurios yra veikiančių išorinių jėgų dažnių diapazone visada atskleidžia galimas problemas.

Modalinės analizės metu nustatomi visi modaliniai sistemos parametrai, kurių reikia norint gauti matematinį dinamikos modelį. Matematinis modelis padeda suprasti kaip sistema veikia esant dinaminėms apkrovoms, imituoti ir prognozuoti atsaką į numanomas išorines žadinimo jėgas.

Matematinis modelis nėra konstrukcijos modelis. Tai yra sistemos dinaminių savybių apribotų prielaidomis ir suvaržymais modelis.

Modalinė analizė gali būti atlikta analitiniu arba eksperimentiniu būdu. Analitiniai metodai paremti apskaičiuotu masės ir standumo pasiskirstymu tam tikrose ribose. Praktikoje plačiausiai naudojamas savųjų virpesių apskaičiavimas analitiniu būdu, nes tai paprasčiau atlikti kompiuteriu, naudojant skaitinio integravimo metodus. Plačiausiai naudojamas savųjų virpesių dažnių nustatymo metodas tai – baigtinių elementų metodas.

Eksperimentiniai metodai. Sistema žadinama matuojama jėga, matuojant atsaką į žadinimą ir apskaičiuojant santykį tarp žadinimo jėgos ir atsako spektrų. Praktikoje eksperimentiškai atliekant modalinę analizę susiduriama su keletą problemų tai mechaninis triukšmas sistemoje, ribotas analizės tankis ir elektriniai triukšmai matavimų įrangoje. (K. Kilikevičienė 2015)

Šiomis dienomis modalinė analizė plačiausiai naudojama siekiant nustatyti objektų virpesių modas. Kiekvieno naujo įrengimo, kuris dirba dinaminiam režimui turėtų būti patikrinta dinaminė elgsena.

1.3 Laivo „Mintis“ virpesių matavimų rezultatų apžvalga

Klaipėdos universiteto mokslinių tyrimų laivas „Mintis“ – tai daugiafunkcinėmis jūrinių tyrimų katamarano tipo laivas.

39 metrų ilgio ir 12 m pločio, 3 m grimzlės laivas pastatytas 2014 m. Laivas turi pirmos klasės dinaminio pozicionavimo sistemą, kuri užtikrina tikslų laivo padėties išlaikymą esant iki 18 m/s stiprumo vėjui ir iki 3,5 m bangos aukščiui. Laive sumontuoti du pagrindiniai SCHOTTEL STP 550 varikliai, kurių kiekvieno galingumas siekia 700kW, taip pat du pagalbiniai STT 100 FTP, 150 kW. Laivo įgula 6 asmenys, tačiau vienu metu laive gali dirbti 12 mokslininkų ir tyrėjų. (<http://apc.ku.lt>).

Apžvelgsime Juliaus Aleksandravičiaus magistro baigiamajame darbe Laivo „Mintis“ virpesių tyrimas atliktus matavimus.

Atlikus mokslinių tyrimų laivo „Mintis“ virpesių matavimą buvo nustatyta, kad vyraujantys didžiausi virpesių lygiai yra sraigto sukeliami virpesiai.

Analizuoti darbo režimai su sraigto sukimosi greičiais, pateikta 1.2.1 lentelėje.

1.2.1 lentelė. Laivo darbo režimai ir sraigto sukimosi greičiai

Laivo darbo režimai	Sraigto sukimosi greitis aps./min
1	295
2	130
3	150
4	200
5	250
6	280

Pagal išanalizuotų šešių laivo darbo režimų (1.2.1 lentelė) duomenis visuose matavimo taškuose buvo nustatyti sraigto žadinami virpesiai. Kiekvienam darbo režimui buvo apskaičiuoti sraigto žadinami virpesiai.

Apskaičiuojame sraigto žadinamų virpesių dažnį, esant 295 aps./min:

$$f_{sr} = n_{alk} \cdot n_{men} = 4,91 \cdot 3 = 14,73 \text{ Hz} \quad (1.2)$$

čia f_{sr} – sraigto žadinamų virpesių dažnis, Hz;

n_{men} – sraigto menčių skaičius, vnt;

n_{alk} – alkūninio veleno sukimosi greitis, aps./min.

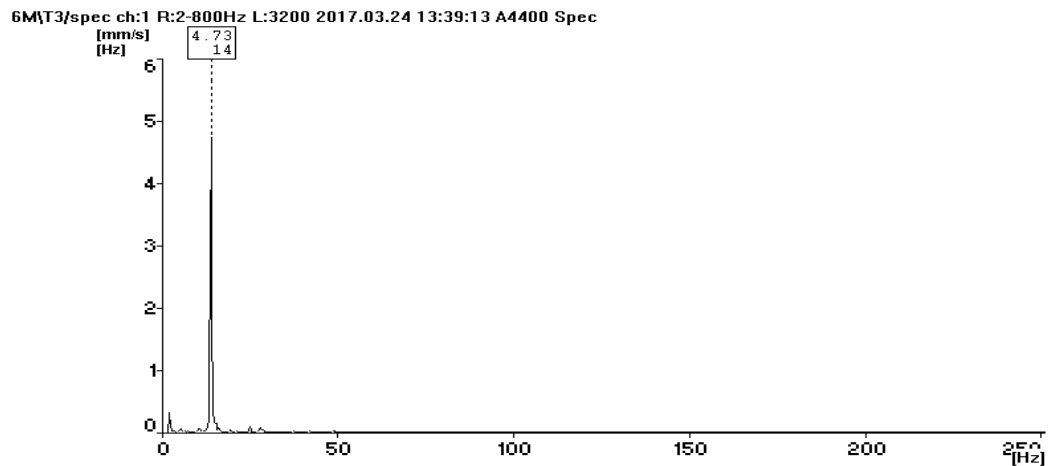
Analogiškai buvo apskaičiuoti kiekvieno darbo režimo sraigto žadinami virpesiai, rezultatai pateikiami 1.2.2 lentelėje.

1.2.2 lentelė. Laivo sraigto žadinami virpesių dažniai

Elektros generatoriaus sukiai aps./min	Sraigto žadinamų virpesių dažniai, Hz	Sraigto žadinamų virpesių 2x kartotiniai dažniai, Hz
295	14,73	29,5
130	6,5	13
150	7,5	15
200	10	20
250	12,5	25
280	14	28

Eksperimentinio tyrimo metu nustatyta, kad sraigto žadinamų virpesių amplitudės yra didesnės nei kitų virpesių žadinimo šaltinių. Didžiausi virpesių dydžiai nustatyti pirmo ir šešto laivo darbo režimo metu, kai laivo sraigtas sukasi 295 aps/min ir 280 aps/min apsisukimų greičiu. Pastebėta, kad dėl didėjančios virpesių žadinimo energijos padidėja ir virpesių greičių reikšmės.

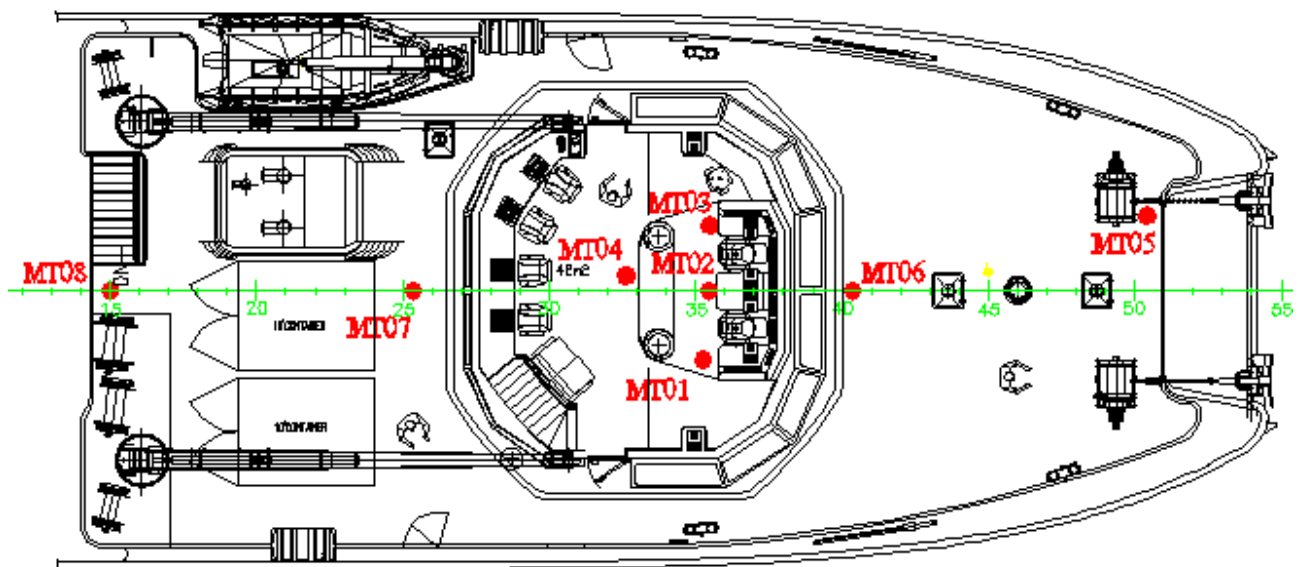
Didžiausios virpesių reikšmės nustatytos (J. Aleksandravičius Laivo „Mintis“ virpesių tyrimas) eksperimentiniame tyrime – 4 mm/s MT02 taške pirmo laivo darbo režimo metu ir 4,6 mm/s MT03 šešto darbo režimo metu (1.2.1 pav.).



1.2.1 pav. Šešto laivo darbo režimo metu užfiksuoti virpesių dažniai MT03 taške (sraigto sukimosi greitis 280 aps./min) (J. Aleksandravičius 2017)

Visų laivo darbo režimų metu nustatyti duomenys neviršijo ISO 6954:2000 standarto normų. Pastebėta, kad matavimų taškuose, esančiuose kapitonų tiltelyje (1.2.2 pav.), virpesių lygis gali sukelti diskomforto jausmą, kai sraigto apskos yra 280-300 aps./min. Virpesių lygis, kuris neturi neigiamo poveikio žmonėms, įgulos gyvenamosiose patalpose yra 4 mm/s, pagal šiuos duomenis ištirta, kad laive vyraujantys virpesių lygiai nėra pavojingi žmogui ir laivo konstrukcijoms, bet jaučiami virpesiai gali sukelti diskomforto jausmą.

Eksperimentinio tyrimo metu nustatytas pagrindinis virpesių šaltinis yra sraigtas, kurio žadinami virpesiai sutampa su kapitono tiltelio savaisiais virpesiais, ko pasekoje įvyksta rezonanso reiškinys.



1.2.2pav. Matavimo schema kapitono tiltelyje (J. Aleksandravičius 2017)

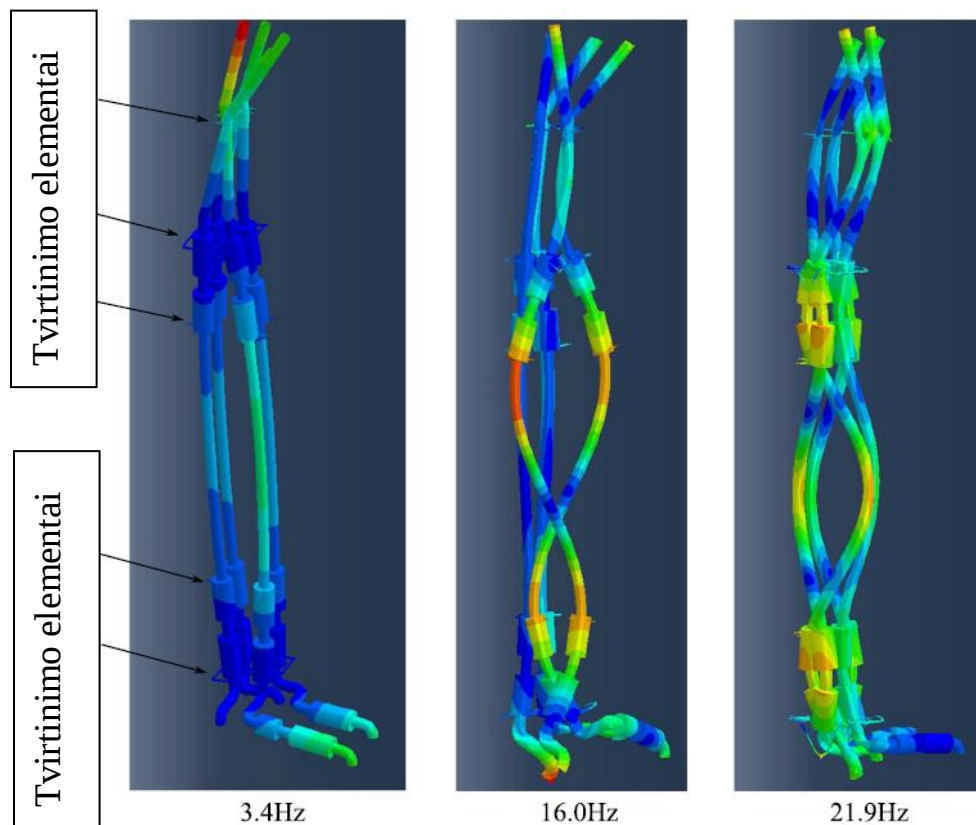
1.4 Mokslinių straipsnių analizė

S. Cinquemani et al. (2017) straipsnyje „Decentralized active vibration control in cruise ships funnels“ (Decentralizuota aktyvi vibracijos kontrolė kruizinių laivų išmetamųjų dujų vamzdynuose) analizavo kruizinio laivo išmetamųjų dujų vamzdyno vibracijas. Straipsnyje nagrinėjamas aktyvus įrenginys skirtas slopinti kruizinių laivų dujų vamzdyno vibracijas ir garsus. Pasyvūs triukšmo valdymo būdai naudojant garsą sugeriančias medžiagas tik iš dalies slopina triukšmo šaltinius, šiuo būdu sunaudojama daug medžiagų ir yra slopinami tik aukšto dažnio virpesiai.

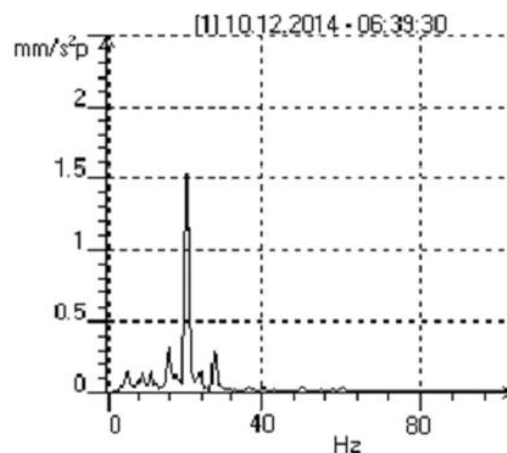
Vamzdynai yra pagrindinis energijos perdavimo kelias laive, jų projektavimas atliekamas atsižvelgiant į tai, kad jie prijungiami prie korpuso keliuose taškuose, kurie yra pagrindiniai vibracijos poveikio mazgai. Be to, jungtims naudojami slopintuvai, taip siekiant sumažinti į laivą perduodamas vibracijas. Nepaisant to, praktiškai šis būdas tinkamai neveikia. Pagrindinės priežastys yra susijusios su dideliu sistemos sudėtingumu ir dideliu vibracijos virpesių formų skaičiumi, mažų dažnių vibracijų izoliuotojo neveiksmingumu, o kartais ir su sunkumais, kai tvirtinamos tvirtinimo detalės netinkamai dėl vietos trūkumo.

1.4.1 pav. pateikiama kruizinio laivo vamzdyno baigtinių elementų metodu atlikta modalinė analizė. Apskaičiuotos trys savųjų virpesių formos su sekančiais savųjų virpesių dažniais - 3,4 Hz, 16,0 Hz ir 21,9 Hz. Esant pirmai virpesių formai visi vamzdyno tvirtinimai yra mazginiuose taškuose, o antroje ir trečioje virpesių formose, kai kurie tvirtinimo taškai yra antimazginiuose taškuose. Dėl to antruoju ir trečiuoju režimo metu vibracijų energija gali būti perduodama korpuso elementams. Išmatuoto pagreičio grafikas (1.4.2 pav.) parodo, kad vibracijų dažnis sutampa su trečiosios virpesių formos dažniu.

Aktyvi virpesių kontrolė gali sumažinti vibraciją visame virpesių diapazone. Straipsnyje analizuojamas aktyvus išmanus slopintuvas, kuris susideda iš inercinės pavaros ir elektroninės plokštės. Šis programuojamasis įrenginys gali savarankiškai įvertinti reikalingą informaciją, manipuluoti ja pagal valdymo algoritmą laive ir pritaikyti atitinkamą valdymo jėgą, reikalingą struktūrinių vibracijų sumažinimui. Šis universalus įrenginys nereikalauja sudėtingo įrengimo, kaip tradiciniai sprendimai.



1.4.1 pav. Vamzdyno virpesių formos (S. Cinquemani et al. 2017)

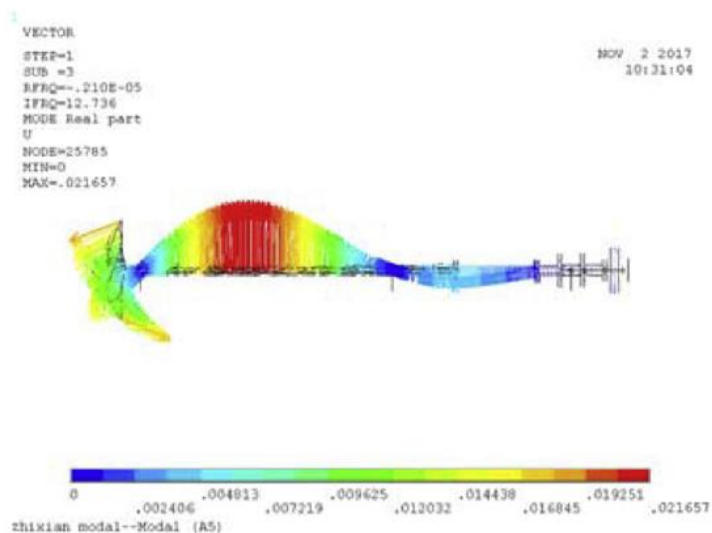


1.4.2 pav. Išmatuotas pagreitis ir virpesių dažnis (S. Cinquemani et al. 2017)

Guojun Lai et al. (2018) straipsnyje „Comprehensive optimization for the alignment quality and whirling vibration damping of a motor drive shafting“ analizavo laivų veleno linijos suliginimo kokybę, optimizavimą ir vibracijos slopinimą. Nagrinėta veleno linijos lygiavimo kokybės įtaka veleno vibracijai, laivo saugai ir patikimumui.

Šiame darbe apskaičiuota veleno deformacijos, sukimo kampai, ekvivalentiniai įtempimai. Siekiant išsiaiškinti veleno optimizavimo galimybes buvo atlikta veleno linijos modalinė analizė. Modalinė analizė atlikta įvairiose veleno derinimo būsenose, gautos pirmos keturios virpesių formos

su atitinkamais dažniai - 9.25Hz, 12.71Hz, 12.74Hz, 30.86Hz. (1.4.3 pav.). Veleno formos rodo, kad veleno apkabos jėga turi didelę įtaką jo sraigtui, laivagalio vidurio daliai ir jungties tarp tarpinio veleno ir traukos veleno.



1.4.3 pav. Trečia veleno linijos virpesių forma (Guojun Lai et al. 2018)

Darbe norint supaprastinti skaičiavimus, buvo sukurtas optimizavimo modelis trijų guolių padėčiai vertikalioje kryptyje sureguliuoti, o minimali tikslinės funkcijos vertė gaunama $k = (10, 5,68, 0,93)$ mm. Šiuo požiūriu, velenai veikia visapusiškoje optimizavimo lygiavimo padėtyje, kai laivagalio guolis pastumiamas žemyn 10 mm, priekinis laivo guolis juda aukštyn iki 5,68 mm, o traukos guolis aukštyn 0,93 mm vertikalia kryptimi. Šioje guolių padėtyje sumažinama galinio laivo guolio apkrova ir vibracijos, lyginant su jo linijiniu išlygiavimu. Darbe skaičiavimai atliekami programa Ansys panaudojant strypinį elementą Beam188, taip supaprastindami veleno linijos skaičiavimus.

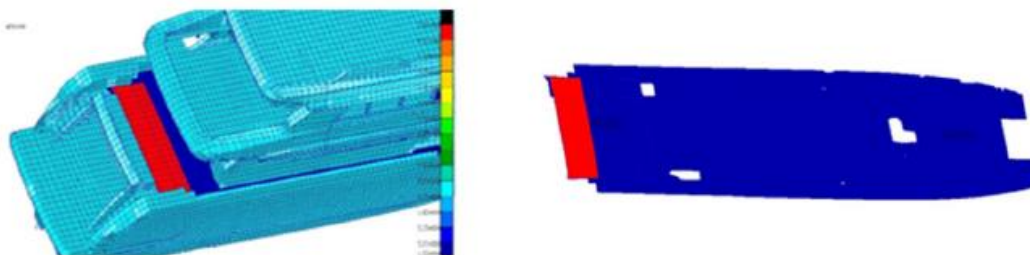
Pais Tatiana et al. (2018) straipsnyje „Vibration analysis for the comfort assessment of a superyacht under hydrodynamic loads due to mechanical propulsion“ nagrinėja projektuojamos 40 m ilgio jachtos variklio dinaminė elgsena. Vibracijos greičio spektrai, gaunami skaičiuojant jachtos teorinį modelį, lyginami su ISO6954: 1984 nustatytų lygio ribų verte. Tiriama skirtingi struktūriniai sprendimai, siekiant pagerinti komforto lygį laivo srityje, kur padidėjęs vibracijų lygis.

Modeliui buvo taikomi sužadinimo šaltiniai, buvo atlikta priverstinės vibracijos analizė. Jachtos laivagalyje prie dugno (1.4.4 pav.) rasta padidėjusių vibracijos zonų, kurios atsiranda dėl veikiančių hidrodinaminių jėgų (slėgio impulsų ir guolių jėgų). Rastas virpesių lygis viršija leistinas normas ir kenkia žmogaus sveikatai. Apskaičiuotas rezonansinis dažnis 37,4 Hz, virpesių greitis 10,03 mm/s. Skaičiavimai atliekami Nastran programa.

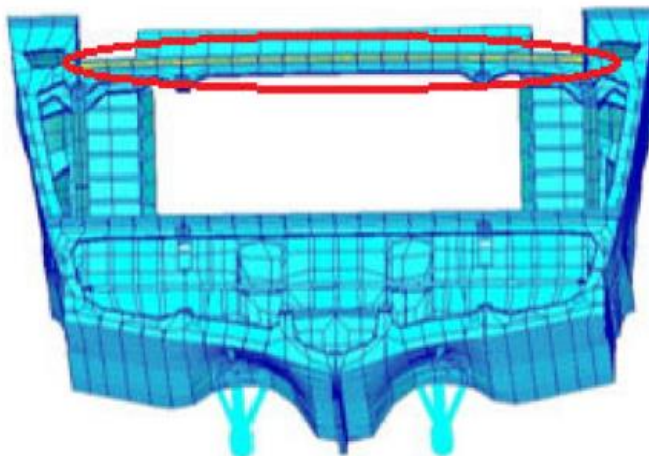


1.4.4 pav. Z komponentės vibracijų greičio reikšmės, susijusios su guolių jėgomis (Pais Tatiana et al. 2018)

Per didelės vibracijos lygis, atsižvelgiant į esamas komforto taisykles laive, buvo išspręstas taikant du skirtingus metodus. Pirmoji dizaino filosofija - padidinti zonų, turinčių aukštą vibracijos greitį, standumą, kad nesutaptų jachtos savųjų virpesių dažnis su laivo priverstinių virpesių dažniu (1.4.5 pav., 1.4.6 pav).

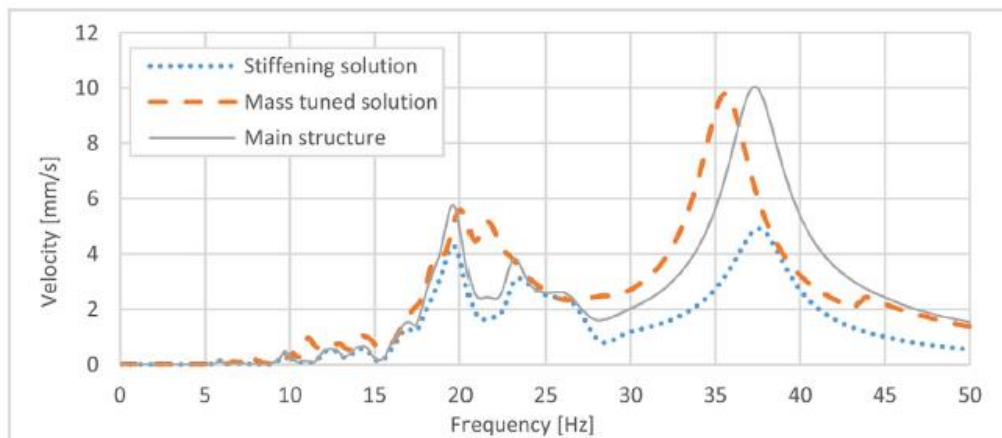


1.4.5 pav. Padidintas pagrindinio denio konstrukcijos storis (Pais Tatiana et al. 2018)



1.4.6 pav. Papildoma sijos konstrukcijos standumui padidinti (Pais Tatiana et al. 2018)

Antrasis metodas – panaudoti prisitaikantį masės slopintuvą. Šis sprendimas yra novatoriškas būdas jachtų gamyboje ir veikia taip, kad rezonansinė smailė būtų nukreipta tolyn nuo natūralaus virpesių dažnio. Virpesių lygio mažinimo metodų palyginimas pateiktas 1.4.7 pav. Pagal tai galima pastebėti, kad prisitaikančio masės slopintuvo rezultatai yra ryškesni, tačiau yra didelis svorio padidėjimas, kuris ne visada įmanomas jachtų gamyboje. Dėl šios priežasties konstrukcijos standinimas vis dar yra geriausias būdas išvengti vibracijos problemų pradiniam projektavimo etape.



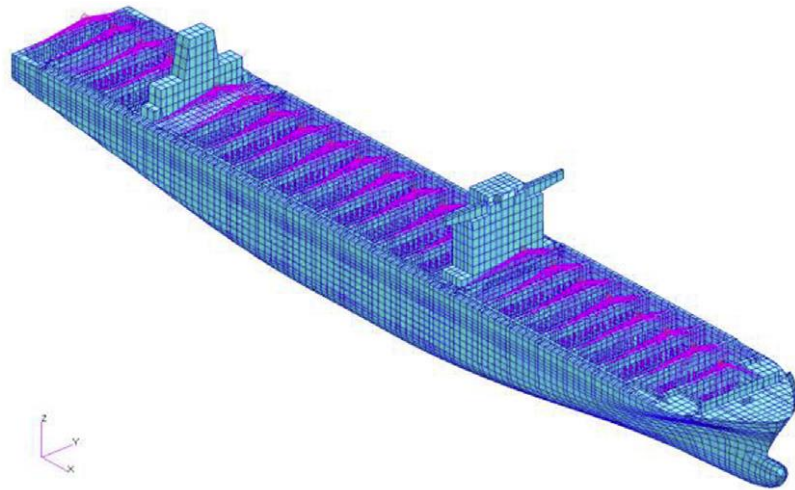
1.4.7 pav. Virpesių mažinimo standinant konstrukciją ir naudojant prisitaikantį masės slopintuvą (Pais Tatiana et al. 2018)

Yooil Kim et al. (2018) straipsnyje „On the torsional vibratory response of 13000 TEU container carrier – full scale measurement data analysis“ nagrinėjama 13000 TEU konteinernežis, kuris plaukioja tarp Europos ir Kinijos. Analizuojami vibracijų matavimo duomenų rezultatai, ypatingą dėmesį skiriama laivo sukimo deformacijai. Darbe teigiama, kad sukimo deformacijos dideliems konteinernežiams turi didelę įtaką nuovarginių pažeidimų atsiradimui ir plėtimuisi.

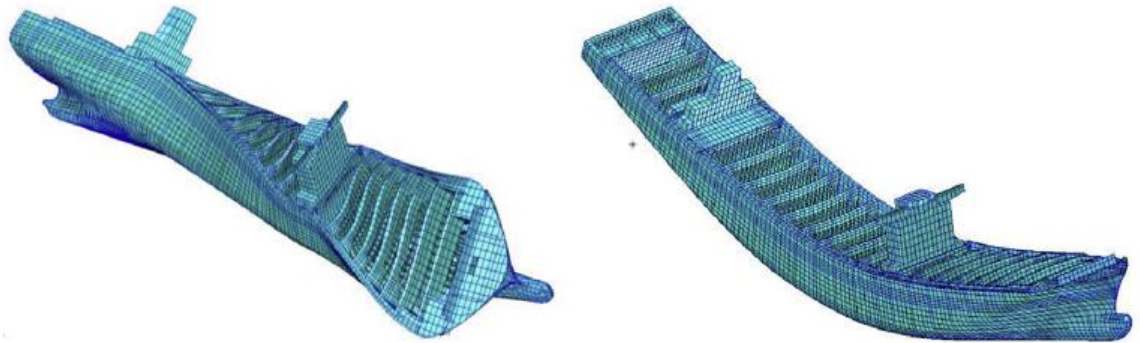
Pirma, sukimo režimo forma buvo išgaunama naudojant pagreičio duomenis, išmatuotus penkių skirtingų laivo ilgio vietose, o natūralūs dažniai buvo apskaičiuoti pagal modalinio dydžio laiko Furjė transformaciją. Tiriamojo režimo natūralus vibracijų dažnis per matavimo laikotarpį svyravo nuo 0,44 iki 0,53 Hz, o sukimo 2-mazgų režimas svyravo nuo 0,53 iki 0,66 Hz.

Darbe buvo atlikta baigtinių elementų modalinė analizė.

Bendras elementų skaičius buvo 102,329, o mazgų - 32,460. Konteineriai buvo modeliuojami kaip taškiniai masės elementai, išdėstytais išilgai laivo ilgio krypties ir prijungti prie korpuso, naudojant daugybę taškų buvo sukurtas visiškai pakrauto krovinio modelis.



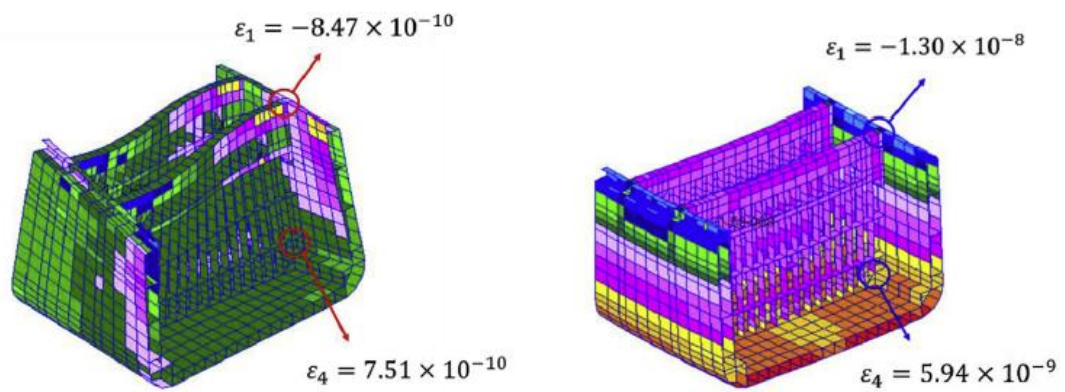
1.4.8 pav. Laivo baigtinių elementų modelis esant pilnai pakrautam kroviniu (Yooil Kim et al. 2018)



a) sukimo virpesių forma ($f_{1st} = 0,428 \text{ Hz}$) b) vertikalios lenkimo ($f_{3rd} = 0,749 \text{ Hz}$)

1.4.9 pav. Laivo virpesių formos (Yooil Kim et al. 2018)

1.4.9 pav. parodyti viso laivo virpesių formos. Pirma virpesių forma buvo sukimo režimas su savųjų virpesių 0,482 Hz dažniu, kurio virpesių forma parodyta 1.4.9 pav. (a). Antroji virpesių forma tai vertikalios lenkimo režimas su savuoju 0,749 Hz dažniu.



a) sukimo virpesių forma ($f_{1st} = 0,428 \text{ Hz}$) b) vertikalaus lenkimo ($f_{3rd} = 0,749 \text{ Hz}$)

1.4.10 pav. Laivo vidurio modalinis deformacijų pasiskirstymas, su reikšmėmis 1 ir 4 vietose (Yooil Kim et al. 2018)

Straipsnyje analizuojama problema aktuali ir nagrinėjamo laivo „Mintis“ tiltelio vibracijų problemai. Laive „Mintis“ taip pat bus atliekama modalinė analizė, nagrinėjama savųjų virpesių forma. Straipsnyje analizuojami virpesių nuovarginiai pažeidimai skatina atkreipti dėmesį į laivo „Mintis“ vibracijų problemos svarbą, nes nesprendžiant virpesių problemas galimi laivo pažeidimai.

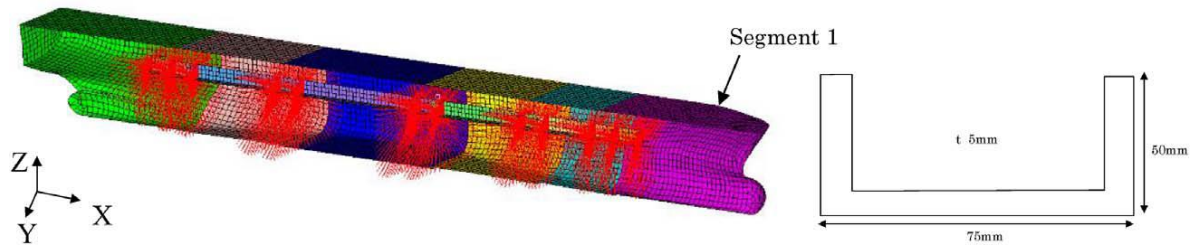
Tamoki Takami et al. (2018) straipsnyje „A numerical simulation method for predicting global and local hydroelastic response of a ship based on CFD and FEA coupling“ nagrinėjamas simuliacinis metodas nuspėti globalų ir lokalų laivo hidroelastinį atsaką jungiant skaičiuojamąją skysčių dinamiką ir baigtinių elementų analizę.

Straipsnyje aprašoma laivo modelio ir tikro dydžio laivo BEM analizė.

Darbe atliekant baigtinių elementų skaičiavimus eksperimentinis modelis buvo paverstas į plonasienius kūnus. Skaičiavimai buvo atliekami LS-DYNA programa. Atliekami šie žingsniai:

- U formos pagrindas yra paverčiamas plonasieniais elementais. Nustatomos medžiagų savybės ir inercijos momentai.
- Korpuso paviršiaus tinklelis yra suskaidomas į 20 mm x 20 mm dydžio elementus.
- Siekiant atkurti išmatuotą svorio pasiskirstymą, balasto svorių masė yra pridėjama prie pagrindinės masės. Visi korpuso elementų masės tankiai pakoreguoti atsižvelgiant į išmatuotą svorio centrą, greitėjimo spindulį ir eksperimento modelio masinį pasiskirstymą kiekvienoje sekcijoje.
- Korpusas ir modelio pagrindas yra tvirtai sujungiami standžiais spindulių elementais prie gretimų sekcijų (1.4.11 pav.).

- Norint išvengti modelio judėjimo, judesių poslinkiai išilgine kryptimi netoli gravitacijos centro yra apribojami. Apsisukimai aplink X ir Z kryptimi yra suvaržomi per korpusą, kad būtų galima slopinti vietinį sukimo režimą.



1.4.11 pav. Laivo modelio baigtinių elementų analizės tinklo sujungimas su modelio pagrindu (Tamoki Takami et al. 2018)

Darbe rasta antroji virpesių forma, savasis virpesių dažnis yra 8,6 Hz.



1.4.12 pav. Antroji virpesių forma (8,6 Hz) (Tamoki Takami et al. 2018)

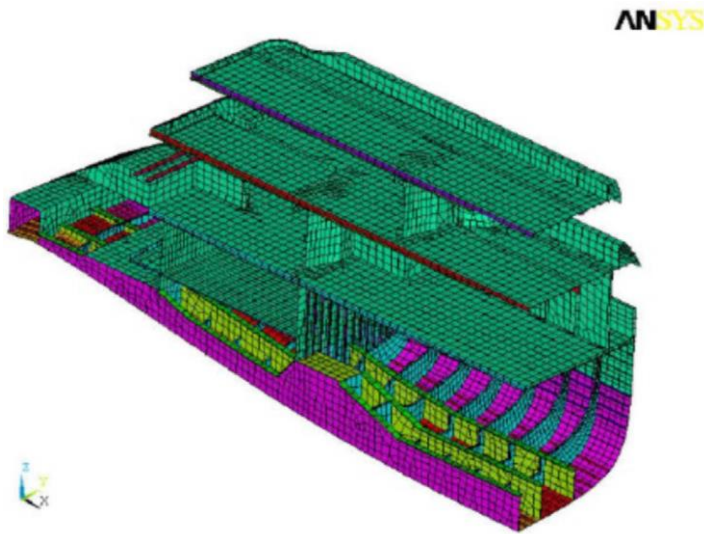
Tikro dydžio laivo BEM analizėje korpuso tinklelis suskaidomas į 900mmx900mm dydžio elementus, grindų sijos plotas padalijamas į 5 arba 6 plokštes. Rasta tikro dydžio laivo antroji viresių forma, savasis virpesių dažnis yra 0,66 Hz

Straipsnyje aprašyti BEM analizės žingsniai aktualūs tiriant nagrinėjamo laivo „Mintis“ tiltelio vibracijų problemą.

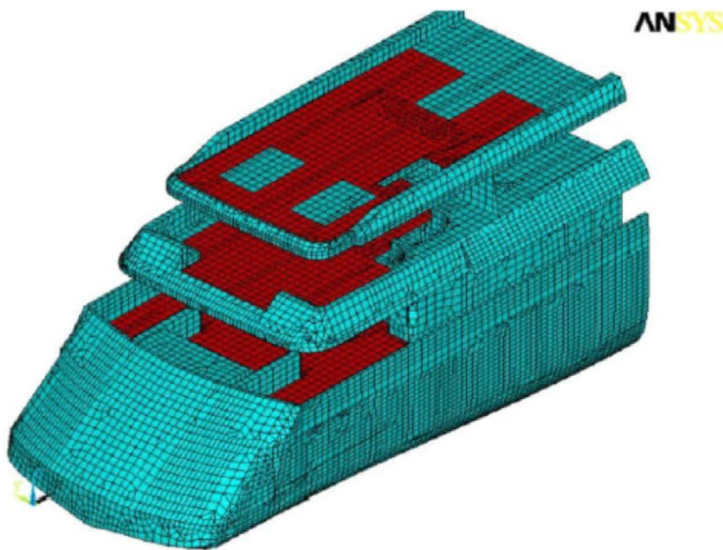
Pais Tatiana (2017) straipsnyje „Developments of Tuned Mass Damper for yacht structures“ nagrinėja laivo vibracijas, jų mažinimo būdus panaudojant prisitaikantį masės slopintuvą. Be slopintuvo tyrimo darbe taip pat analizuojama 60 m ilgio trijų aukštų ir 9,5 m grimzlės jachta. Jachta turi plieninius korpusus ir aliumininį antstatą, visa konstrukcija turi išilgai kampuočius žingsniu 1200 mm. Siekiant atlikti tikslus ir patikimus BEM skaičiavimus, darbe sukurtas išsamus skaitmeninis jachtos struktūros laivo dalies modelis, naudojant programą ANSYS.

Korpuso geometrija ir struktūros išdėstymas importuojami iš anksčiau sukurto 3D modelio. Tinklelis sukurtas naudojant ANSYS bibliotekos SHELL 181 elementus, skirtus apdailai ir grindims. Kad modelio dydis būtų kuo mažesnis, kitiems elementams supaprasti naudojama BEAM 188. Masės ir apkrovos ant pagrindinio denio ir ant dviejų antstatų denių modeliuojami MASS 21 elementai, kurie

ypač tinka dinaminei analizei (1.4.14 pav.). Spyruokliniams elementams supaprastinti naudojami COMBIN 14 elementai. Struktūros vidinis vaizdas rodomas išilginiu modelio pjūviu (1.4.13 pav.). Iš viso skaitmeninį modelį sudarė apie 100000 mazgų ir 90000 elementų.



1.4.13 pav. Išilginis jachtos modelio pjūvis (Pais Tatiana 2017)

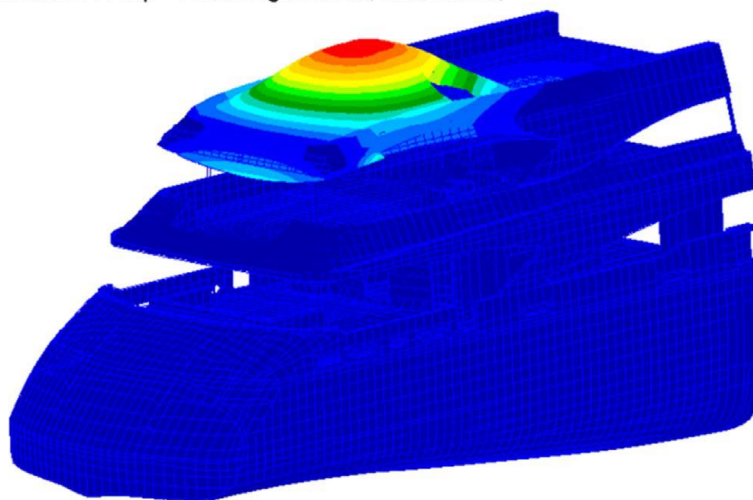


1.4.14 pav. Pridėtos apkrovos ant denio panaudojant SURF154 elementus (Pais Tatiana 2017)

Kiekviename denyje išdėstyta apkrova, atitinkanti apdailos ir įrangos svorį (apie $300 \text{ kg} / \text{m}^2$), kaip parodyta 1.4.14 pav. ant pagrindinio denio yra laikoma ir koncentruota krano ir garažo apkrova. Garažas yra laivagalio zonoje žemiau pagrindinio denio. Atitinkama apkrova naudojama pagrindinio denio sustiprintoms sijoms, kuriomis imituojamas krano buvimas; krano svoris yra maždaug 25 000 N ir laikomas taikant 10 taškų apkrovas, kurių kiekvienas yra 2500 N.

Skaiciavimo modelis yra įtvirtintas rėmo 16 skyriuje, kur korpusas yra perpjautas. Visi mazgai, esantys šiame skyriuje, yra visiškai įtvirtinti, todėl konstrukcija verčiama veikti kaip konsolė. Įtvirtinimai yra pakankamai toli nuo dominančios srities, kad jie neturėtų reikšmingos įtakos analizei. Savieji virpesių dažniai yra tiriami modalinės analizės būdu. Pirmasis savasis saulės denio virpesių dažnis 11,88 Hz ir parodytas 1.4.15 pav. Didžiausia deformacija mazguose 405, 507.

A1: Mode 9 : Freq. = 11.882 Eigenvectors, Translational,



1.4.15 pav. Savieji virpesiai saulės denyje (Pais Tatiana 2017)

Straipsnis aktualus tuo, kad išsamiai išnagrinėta modalinės analizės skaičiavimo žingsniai, naudojami elementai, apkrovų uždėjimo ir imitavimo būdai.

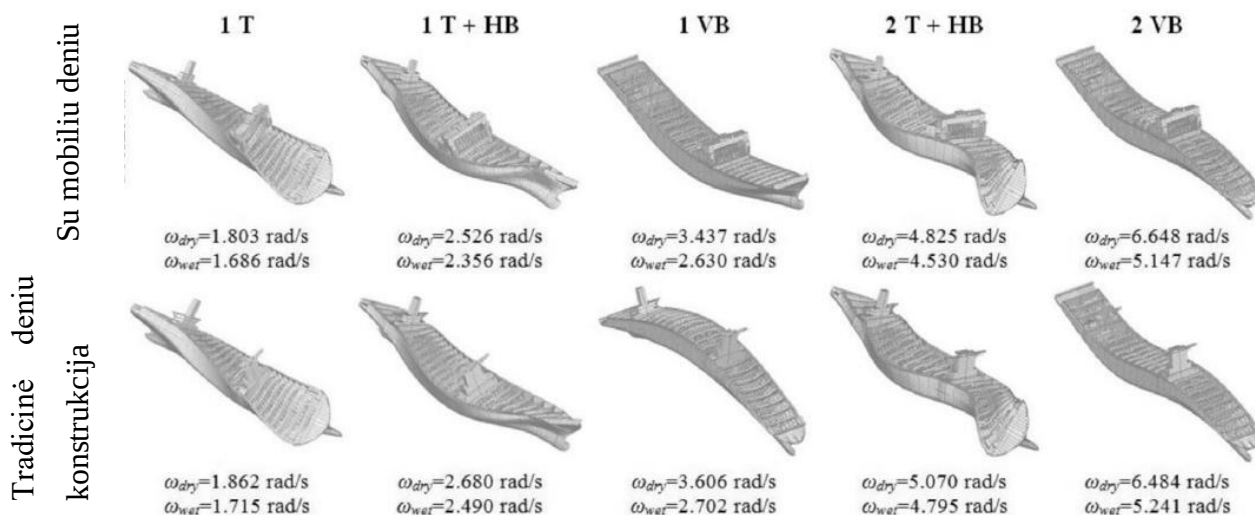
J. Lavroff et al. (2017) straipsnyje „Wave impact loads on wave-piercing catamarans“ nagrinėja bangų jėgos poveikį laivams, naudojant laivo modelį, tikro dydžio laivo bandymą ir BEM analizę.

2,5 m segmentinis modelis buvo sukurtas taip, kad būtų pakartotas 112 m INCAT katamarano pirmojo išilginio lenkimo režimas ir amortizacijos santykis, remiantis ankstesnių INCAT katamaranų laivų analizuojamais vibracijos duomenimis. Vibracijų formos nustatytos programomis NASTRAN/PATRAN.

Eksperimento metu modelio laivapriekyje nustatyta didžiulė slėgio apkrova, kuri yra lygi 2150 t masės (21,09 MN), o tai yra reikšminga 112 m ilgio laivui apkrova, tiesiogiai susijusi su konstrukcijos lenkimu ir laivo nuovargiu. Simuliacijos metodais nustatyta maksimali gniuždymo jėgos padėtis yra šiek tiek į priekį nei eksperimentų metu išmatuotos.

Hong-Il Im et al. (2017) straipsnyje „Hydroelastic response of 19,000 TEU class ultra large container ship with novel mobile deckhouse for maximizing cargo capacity“ lyginama dviejų labai

skirtingų konteinerinių laivų koncepcijos struktūrinį vientisumą, būtent įprastą laivų konstrukciją ir naujai sukurta novatorišką konteinerinį laivą su padidėjusiu krovos pajėgumu. Pagrindinis skirtumas tarp dviejų konstrukcijų yra tai, kad naujo dizaino atveju gyvenamojo denio konstrukcijos struktūra nėra fiksuota, jai leidžiama judėti išilgine kryptimi. Buvo atlikta laivo modalinė analizė, siekiant išsiaiškinti, kuri konstrukcija sumažina virpesių formos sukimo jėgą. Formos ir rezultatai pateikiami 1.4.16 pav. Galutinė konstrukcinio požiūrio išvada yra tai, kad su mobiliu deniu virpesių formos amplitudės yra šiek tiek mažesnės.

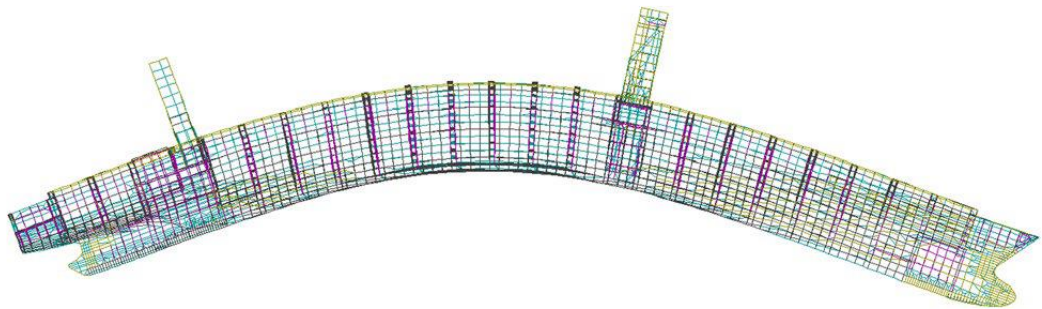


1.4.16 pav. Konteinervežio virpesių formos (J. Lavroff et al. 2017)

Lyginimai buvo atlikti pagal tiesioginę skaičiavimo procedūrą, kuri buvo taikoma pagal „Bureau Veritas“ (2016 m. 2015 m.) reikalavimus. Kalbant apie ekstremalias reakcijas (pasipriešinimą, įtempimą ir didžiausią jėgą), abu laivai turi panašų elgesį ir abu dizainai yra saugūs. Nuovargio atveju tradicinis dizainas yra šiek tiek geresnės struktūros, ypač kai lyginami duomenys šalia mobiliojo denio mechanizmo. Naudojant mobiliojo denio konstrukcija atsiranda mažesnis laivo virpesių formos amplitudės, o su tradicine konstrukcija padidėja vietinė įtempimų koncentracija. Kuri konstrukcija geresnė turėtų būti nustatyta tolesniais tyrimais atsižvelgiant į nuovargį visai konstrukcijai.

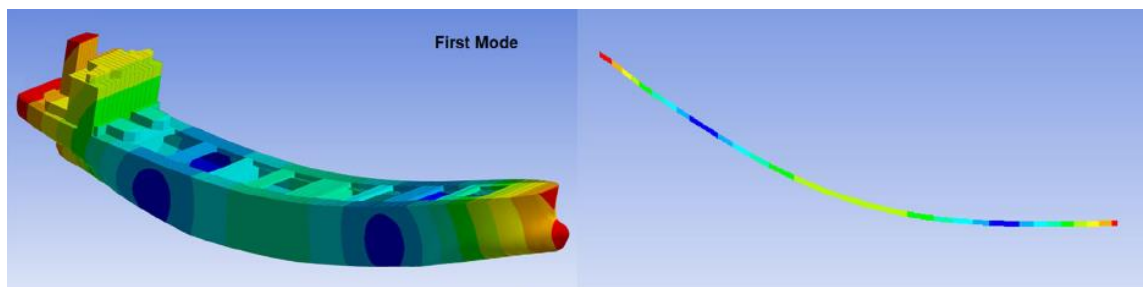
Yuxiao Cheng straipsnyje „Simulation of whipping response of a large container ship fitted with a linear generator on board in irregular head seas“ rašoma apie naują įrenginį, kuris galėtų panaudoti jūros bangų energiją. Autoriai pasiūlė laivų mūšos energijos konverterį, kuris naudoja linijinį generatorių, sukurta rezonansiškai reaguoti į laivą. Darbe buvo sukurtas 14000 TEU dydžio

konteinervežio baigtinių elementų modelis. Modelį sudaro 26035 elementai. Gauta virpesių forma nuo bangų mūšos parodyta 1.4.17 pav. , gautas virpesių dažnis 0,463 Hz.



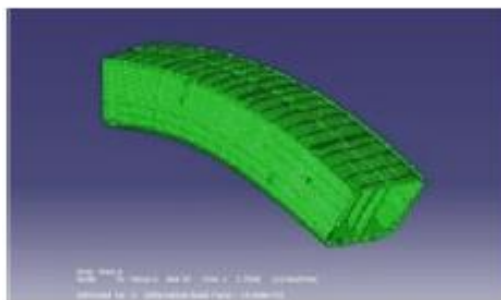
1.4.17 pav. Antra konteinervežio virpesių forma (0,463 Hz) (Yuxiao Cheng 2018)

Haro B. G. straipsnyje „Use of added mass and shear flow in thin-walled sections of ships for modal analysis using finite element method“ analizuojama Panamax tipo laivo korpuso savieji virpesiai. Sukurti ir apskaičiuoti 3D (100861 mazgai) ir 1D (529 mazgai) modeliai (1.4.18 pav.). Modelis sukurtas programa RHINOCEROS 5, naudota skaičiavimams baigtinių elementų programa ANSYS 15. Lewis pridėdamų masių metodas parodė geriausius rezultatus.



1.4.18 pav. Panamax tipo laivo pirma virpesių forma. 3D modelio ir 1D modelio (Yuxiao Cheng 2018)

Yucel Adil straipsnyje „Free and forced vibration analyses of ship structures using the finite element method“ analizuojamas 18000 DWT cheminis tanklaivis „Procida“. Skaičiavimai atlikti Abaqus programa. Baigtinių elementų modelyje naudojami kvadratiniai vidutiniškai 500mm dydžio elementai. Laivo vibracijų analizė atliekama vandenyje ir sausoje aplinkoje. Gauta virpesių forma lenkimo, dažnis 3,35 Hz (1.4.19 pav.)



1.4.19 pav. Vertikalaus lenkimo virpesių forma. Virpesių dažnis 3,35 Hz (Yucel Adil 2013)

Visuose straipsniuose sprendžiamos problemos susijusios su virpesiais laivuose. Atkreipiamas dėmesys, kad virpesiai laive kenkia ne tik laivo konstrukcijai bet ir įgulos sveikatai. Moksliniuose straipsniuose analizuojamos laivų konstrukcijos BEM metodu, ieškomos virpesių formos ir dažnis, pagal tai sprendžiamos virpesių atsiradimo priežastys ir galimos pasekmės. Daugelyje straipsnių atkreipiamas dėmesys, kad ir nedideli virpesiai per laiką gali iššaukti nuovarginius pažeidimus laivo konstrukcijoje. Atlikus straipsnių analizę nuspręsta naudoti programą Ansys Mechanical APDL. Konstrukcijos supaprastinimui bus naudojami BEAM ir SHELL elementai, kas leis atlikti didelės konstrukcijos skaičiavimus, sutrumpinamas skaičiavimų laikas, nereikalinga labai gera kompiuterinė įranga.

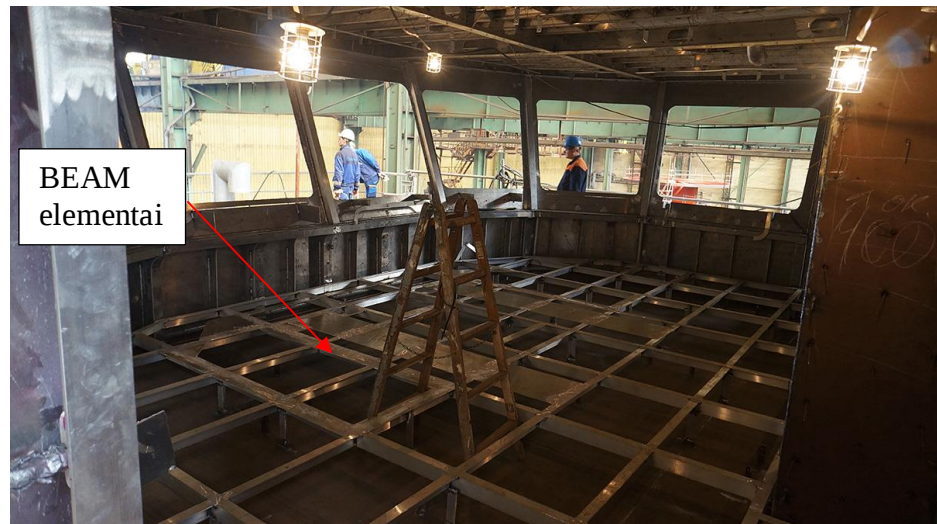
Pagrindinis ir paprasčiausias virpesių mažinimo būdas tai konstrukcijos standumo padidinimas sumontuojant papildomas detales, strypus antimazginiuose taškuose. Taip pakeičiant konstrukcijos standumą ir savąjį virpesių dažnį.

II. TEORINIAI IR EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI

2.1 Laivo teorinio modelio kūrimas

Laivo konstrukcijos teorinis modelis, kuriamas Ansys Mechanical APDL R18.2.

Pagrindiniai laivo elementai, kuriami iš standartinių Ansys bibliotekoje esamų elementų SHELL ir BEAM (2.1.1 pav.). Toliau aptarsime šiuos elementus.



2.1.1pav. BEAM elementų pavyzdys.

Iš kampuočių pagamintos vairinės grindys, tai vienas iš BEAM elementų pavyzdžių.



2.1.2pav. SHELL elementų pavyzdys.

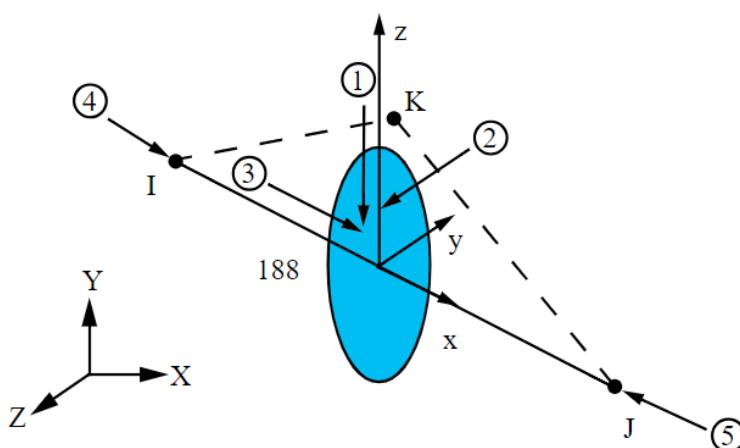
Iš lakštų pagaminta laivo korpuso apsiuva ir vairinė vienas iš SHELL elementų pavyzdys.

BEAM elementas

Laivo konstrukcijai modeliuoti naudosime BEAM 188 elementą.

BEAM188 elementas tinka analizuoti liaunas ir standžias strypines konstrukcijas. Elementas grindžiamas Timoshenko teorija, apimančia šlyties deformacijos efektus. Elementas suteikia galimybę neribotam deformavimui ir suvaržymui.

Elementas yra tiesinis, kvadratinis arba kūbinis dviejų mazgų strypinis elementas 3D koordinačių sistemoje. BEAM188 kiekviename mazge turi šešis ar septynis laisvės laipsnius. Tai apima poslinkius x, y ir z kryptimis ir sukimąsi apie x, y ir z ašis. Septintasis laisvės laipsnis (deformacijos dydis) yra neprivalomas.



2.1.3pav. BEAM 188 elemento geometrija

(https://www.sharcnet.ca/Software/Ansys/17.0/en-us/help/ans_elem/Hlp_E_BEAM188.html)

BEAM188 yra pagrįstas Timoshenko teorija, kuri yra pirmos eilės šlyties deformacijos teorija: skersinis pjūvis yra pastovus per skerspjūvį (tai reiškia, kad skerspjūviai išlieka plokšti ir neiškreipiami po deformacijos). BEAM188 nenaudojama aukštesnės eilės teorijoms, kad būtų atsižvelgta į šlyties įtempių pasiskirstymo skirtumus. Jei reikia atsižvelgti į tokį poveikį, naudojami erdviniai elementai.

BEAM188 palaiko „suvaržytos deformacijos“ analizę, suteikdama septintąjį laisvės laipsnį kiekviename mazge. Pagal numatytuosius nustatymus, elementai BEAM188 daro prielaidą, kad skerspjūvio deformacija yra pakankamai maža, kad ją galima nepaisyti (KEYOPT (1) = 0). Deformacijų laisvės laipsnį galite aktyvuoti naudodami KEYOPT (1) = 1. Suaktyvinus laisvumo laipsnį, kiekvienas mazgas turi septynis laisvės laipsnius: UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, ROTZ ir WARP. BEAM188 apibrėžiami mazgais I ir J globalioje koordinačių sistemoje (2.1.3 pav.). Mazgas K yra naudojamas apibrėžti elemento orientaciją. BEAM188 taip pat gali būti apibrėžtas be

orientacinio mazgo K. Šiuo atveju elemento x-ašis yra nukreipta nuo I mazgo (1 galas) link mazgo J (2 pabaiga). Elementams orientuoti į tašką arba linijos kryptimi galima panaudojus funkciją LATT. Apversti strypo orientaciją galima LREVERSE funkcija, elementas apsuikamas aplink savo ašį 180°.

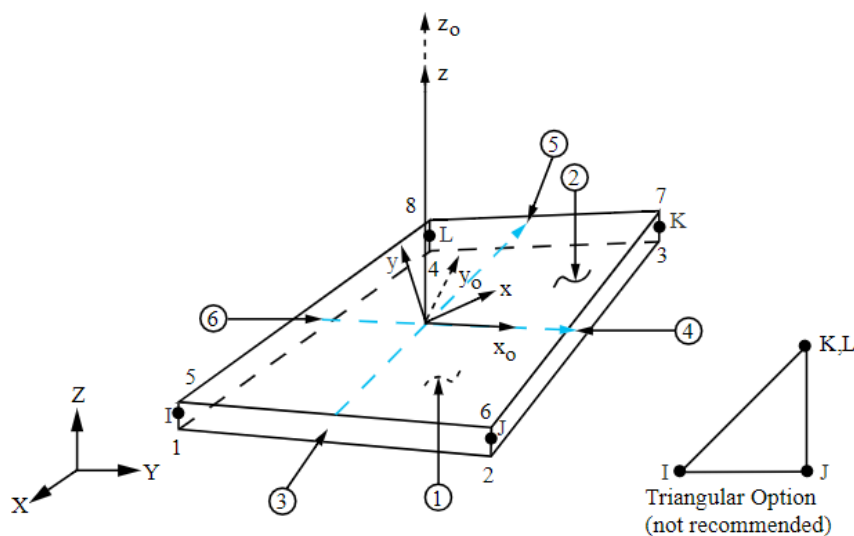
Skerspjūvio duomenys pateikiami atskirai per SECTYPE ir SECDATA komandas.

Strypinio elemento medžiaga apibrėžiama funkcija MAT.

Jėgos yra pridamos mazguose.

SHELL elementas

SHELL181 tinka analizuoti plonas arba vidutiniškai storas apvalkalo (plonasienio kūno) struktūras. Tai keturių mazgų elementas su šešiais laisvės laipsniais kiekviename mazge: poslinkiai x, y ir z kryptimis ir sukimas apie x, y ir z ašis. (Jei naudojama membrana, elementas turi tik poslinkio laisvės laipsnius). Degeneruotas trikampis turėtų būti naudojami tik kaip užpildo elementai tinklėlio gamyboje. SHELL181 gerai tinka linijinėms, didelėms sukimosi ir (arba) didelėms netiesinėms sistemoms. SHELL181 gali būti naudojamas sluoksniuotoms kompozitinių korpusų arba kompozitinių konstrukcijų modeliavimui.



2.1.4pav. SHELL 188 elemento geometrija.

(https://www.sharcnet.ca/Software/Ansys/16.2.3/en-us/help/ans_elem/Hlp_E_SHELL181.html)

Pateiktame 2.1.4 paveikslėlyje parodyta šio elemento geometrija, mazgų vietos ir elementų koordinatės sistema. Elementas apibrėžiamas korpuso sekcijos informacija ir keturiais mazgais (I, J, K ir L).

Norėdami nustatyti storį (ir kitą informaciją), naudojamos funkcijos:

SECTYPE , SECDATA.

Plonasienio elemento medžiaga apibrėžiama funkcija MAT. Apibrėžta medžiaga gali būti iššaukiama visoje programoje ir naudojama skirtingiems elementams.

Laivo „Mintis“ korpuso teorinio modelio kūrimas

Laivo korpusas pagamintas iš plieno NV A36.

Plieno parametrai pateikti lentelėje.

2.1.1 lentelė. Pieno cheminė sudėtis

[<http://www.jawaysteel.com/Ship-building-Steel-Plate-Bar.htm>]

Plieno markė	Cheminė sudėtis. Elementų kiekis, %							Ni
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	
A36	0,18	0,1-0,5	0,9-1,6	0,035	0,035	0,2	0,015-0,08	0,4

2.1.2 lentelė. Plieno savybės [<https://www.metalsupermarkets.com/grade-guide-a36-steel/>]

Plieno markė	Tamprumo modulis GPa	ρ , kg/m ³	Stiprumo riba σ_u , MPa	Puasono koeficientas
A36	200	7800	400-550	0,26

Kuriant laivo korpuso teorinį modelį programoje aprašoma medžiaga, įvedamas tamprumo modulis, Puasono koeficientas ir medžiagos tankis. Sukuriama medžiaga naudojant programos MP funkciją, plienas A36 sukuriamas sekančiai:

MP,EX,1,200e9 !. Tamprumo modulis. Plienas A36

MP,NUXY,1,0.26 ! Puasono koeficientas.

MP,DENS,1,7800 ! Medžiagos tankis

Sukurta medžiaga plienas A36, kuriai priskirtas numeris 1.

Laivo vairinė pagamintas iš aliuminio lakštų NV 5083 H116/321 ir aliuminio profilių NV 6082 T6. Aliuminio lydinių mechaninės savybės vienodos, todėl pateiksime tik vieno iš jų savybes.

Aliuminio lydinio NV 5083 H116/321 parametrai pateikti lentelėje.

2.1.3 lentelė. Aliuminio cheminė sudėtis

[<http://asm.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=ma5083h116>]

Aliuminio markė	Cheminė sudėtis. Elementų kiekis, %							Fe
	Al	Cr	Mn	Mg	Si	Ti	Zn	
5083 H116/321	0,92-0,95	0,05-0,25	0,4-0,1	4-4,9	0,4	0,15	0-0,25	0-0,4

2.1.4 lentelė. Aliuminio savybės

[<https://www.metalsupermarkets.com/grade-guide-a36-steel/>]

Aliuminio markė	Tamprumo modulis GPa	ρ , kg/m ³	Stiprumo riba σ_u , MPa	Puasono koeficientas
5083 H116/321	71	2660	228	0,33

Kuriant laivo korpuso teorinį modelį programoje aprašoma medžiaga, įvedamas tamprumo modulis, Puasono koeficientas ir medžiagos tankis. Sukuriamas aliuminio lydinys NV 5083 H116/321 sekančiai:

MP,EX,2,71e9 !. Tamprumo modulis. Aliuminis NV 5083 H116/321.

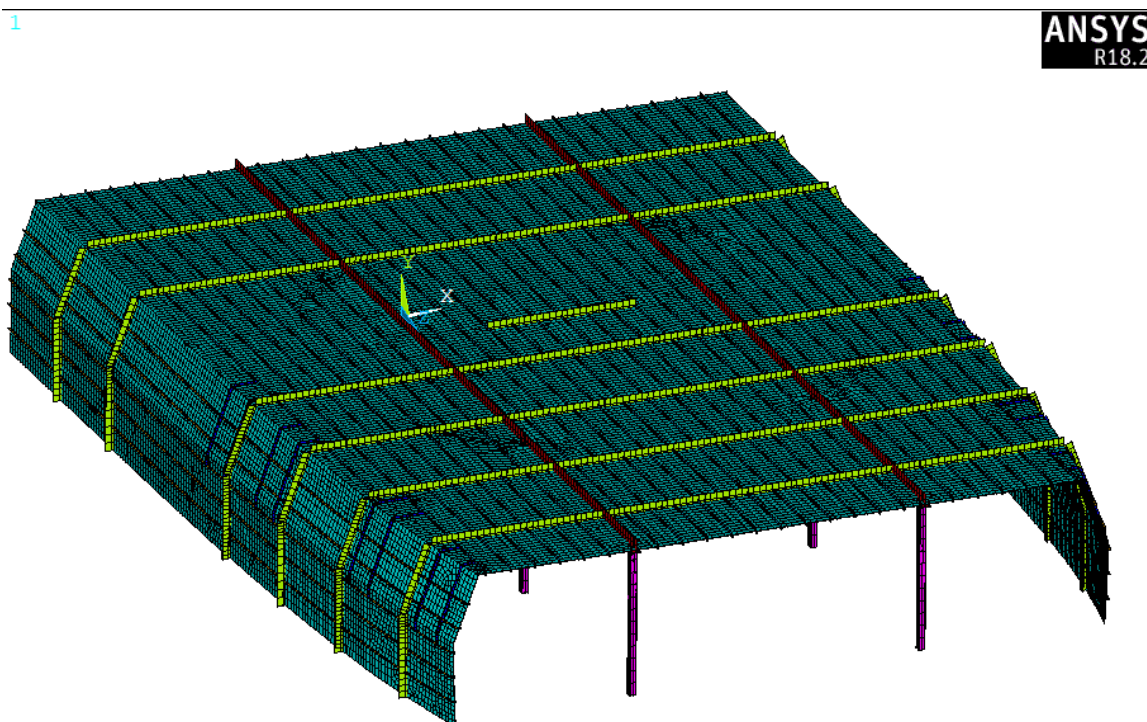
MP,NUXY,2,0.33 ! Puasono koeficientas.

MP,DENS,2,2660 ! Medžiagos tankis

Sukurta medžiaga Aliuminis NV 5083 H116/321, kuriai priskirtas numeris 2.

Laivo korpuso konstrukcijai naudojami elementai

Laivo denio konstrukcijai naudojami elementai pateikiami 2.1.5 pav.



2.1.5 pav. Laivo denio konstrukcija Ansys programoje (sukurta autoriaus)

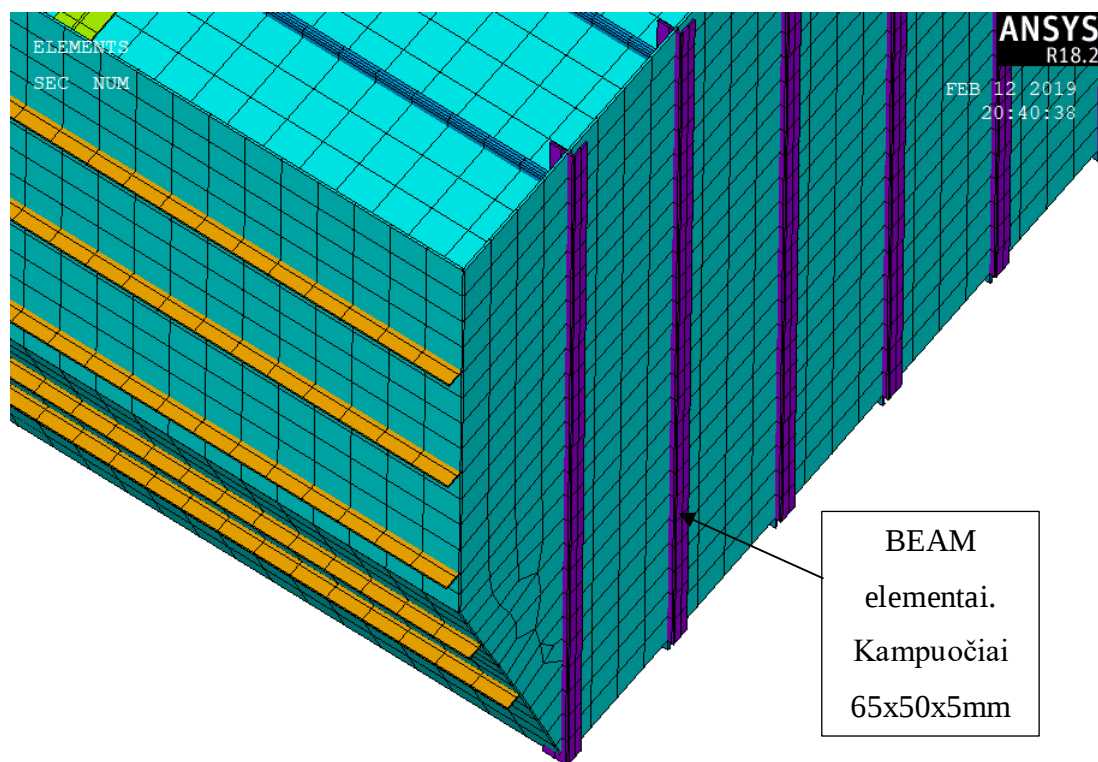
Laivo apkala pagaminta iš 6mm storio plieno A36. Korpuso denio paviršiams sukurti naudojamos komandos: A – paviršius sukuriamas panaudojant 4 taškus, AL - paviršius sukuriamas panaudojant 4 linijas. Borto siaurėjantys paviršiai sukuriami naudojant komandą ASKIN – paviršius

tempiamas per nurodytas linijas. Laivo apkalai naudojamas jau nagrinėtas plonasienis elementas SHELL 181. Toliau pateikiamas elemento sukūrimo tekstas:

```
ET,1,SHELL181  
SECTYPE,1,SHELL  
SECDATA,0.006  
TYPE,1  
MAT,1  
SECNUM,1  
ESIZE,0.1  
AMESH,all
```

Programoje nurodomas elemento tipas, jo numeris - 1, naudojamos medžiagos numeris - 1, elemento geometrinės savybės - lakšto storis 6 mm, tinklėlio dydis 0,1 m.

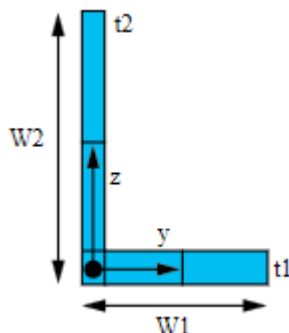
Skersinėse pertvarose ties špangoutais FR 21, FR 30, FR 31+550, FR33 naudojamos vertikalios stiprumo sijos kampuočiai 65x50x5 mm (2.1.6 pav.).



2.1.6 pav. Vertikalios stiprumo sijos kampuočiai 65x50x5 mm (sukurta autoriaus)

Šios sijos sukuriamos su elementu BEM188. Elemento tipas kampuočiai - L nurodomas SECTYPE komandoje. Elemento geometriniai parametrai nurodomi SECDATA,w1,w2,t1,t2 komandoje, matmenys nurodomi 2.1.7 pav. Šiuo atveju matmenys surašomi šia tvarka - w1=50mm,

$w2=65mm$, $t1=5mm$, $t2=5mm$. Sijų medžiaga plienas A36, kuri jau yra sukurta ir medžiagos numeris – 1. Elemento tipo numeris – 2.



2.1.7 pav. BEAM188 elemento L tipo skerspjūvio sijos matmenys (sukurta autoriaus)

Toliau pateikiamas elemento sukūrimo tekstas:

```
ET,2,BEAM188
SECTYPE,2,BEAM,L
SECDATA,0.050,0.065,0.005,0.005
TYPE,2
MAT,1
SECNUM,2
LESIZE,all,,10
LMESH,all
```

Išilginiai T formos profiliai sudaryti iš vertikalios 200 mm ir 6mm storio juostos ir horizontalios 150 mm ir 12 mm storio juostos (2.1.8 pav.).

Šios sijos sukuriamos su elementu BEM188. Elemento tipas - T nurodomas SECTYPE komandoje. Elemento geometriniai parametrai nurodomi SECDATA, $w1,w2,t1,t2$ komandoje, matmenys nurodomi 2.1.9 pav. Šiuo atveju matmenys surašomi šia tvarka - $w1=150mm$, $w2=212mm$, $t1=12mm$, $t2=6mm$. Sijų medžiaga plienas A36, kuri jau yra sukurta ir medžiagos numeris – 1. Sukurto naujo elemento tipo numeris – 3.

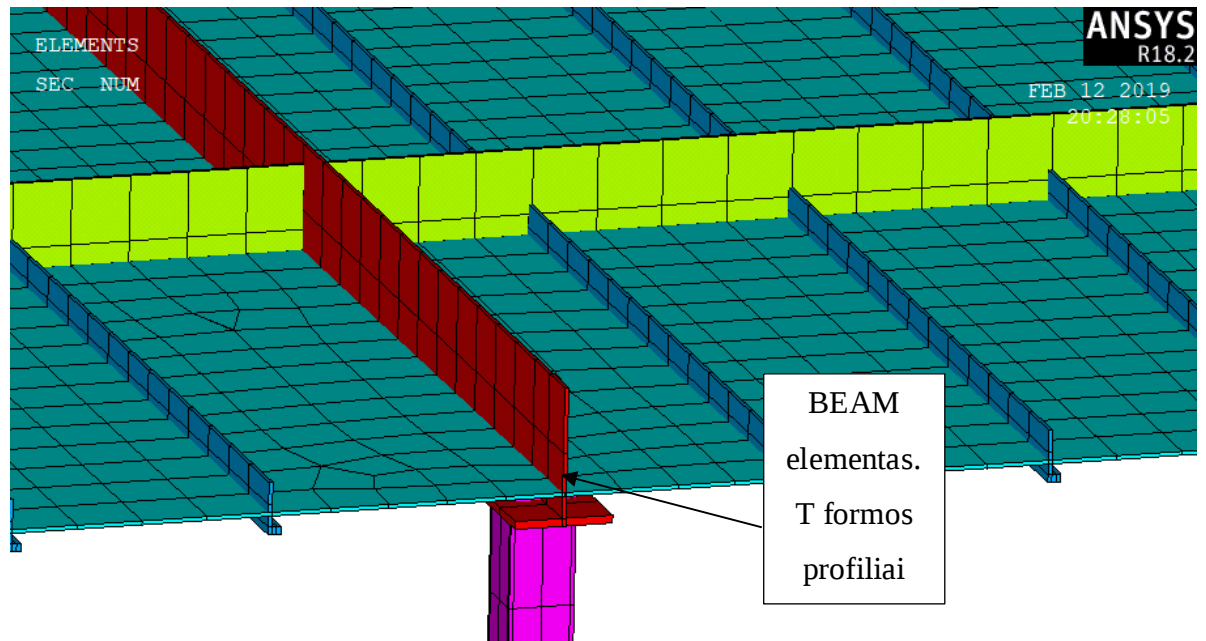
Toliau pateikiamas elemento sukūrimo tekstas:

```
ET,3,BEAM188
SECTYPE,3,BEAM,T
SECDATA,0.150,-0.212,0.012,0.006
TYPE,3
MAT,1
```

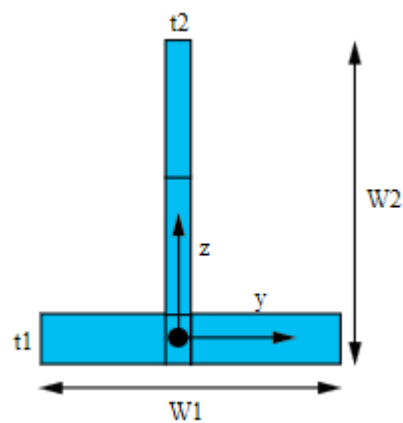
SECTNUM,3

ESIZE,all,,0.2

LMESH,all

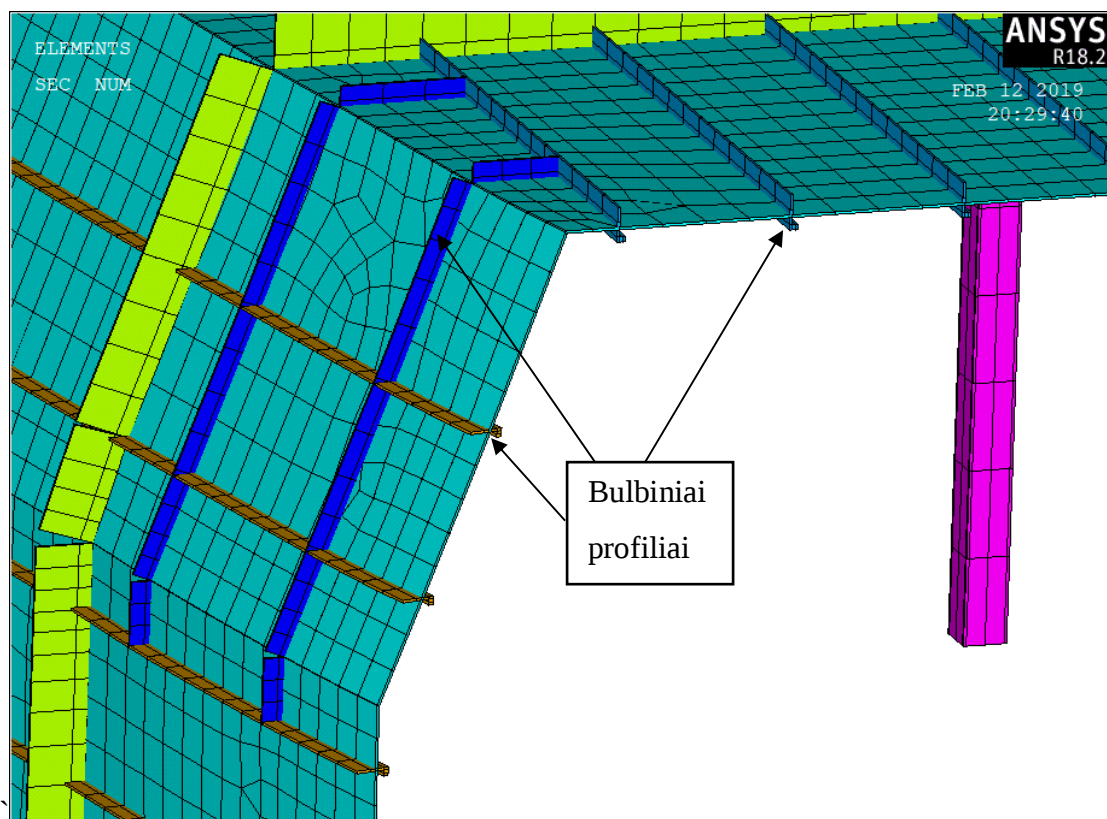


2.1.8 pav. Išilginiai T formos profiliai (raudona spalva) (sukurta autoriaus)



2.1.9 pav. BEAM188 elemento T tipo skerspjūvio matmenys (sukurta autoriaus)

Išilginiams denio tvirtumo sijoms, vertikalioms tvirtumo sijoms ir stingeriams naudojami bulbiniai profiliai, kurio aukštis 80mm. Kadangi šio elemento tipo nėra Ansys programos bibliotekoje, jį supaprastinsime ir laikysime kaip kampuočių. Bulbiniai profiliai pavaizduoti (2.1.10 pav.).



2.1.10 pav. Bulbiniai profiliai (sukurta autoriaus)

Šios sijos sukuriamos su elementu BEM188. Elemento tipas kampuotis - L nurodomas SECTYPE komandoje. Elemento geometriniai parametrai nurodomi SECDATA,w1,w2,t1,t2 komandoje, matmenys nurodomi 2.1.7 pav. Šiuo atveju matmenys surašomi šia tvarka - $w1=80mm$, $w2=20mm$, $t1=6mm$, $t2=12mm$. Sijų medžiaga plienas A36, kuri jau yra sukurta ir medžiagos numeris – 1. Elemento tipo numeris – 4.

Toliau pateikiamas elemento sukūrimo tekstas:

```
ET,4,BEAM188
```

```
SECTYPE,4,BEAM,L
```

```
SECDATA,0.080,0.020,0.006,0.012
```

```
TYPE,4
```

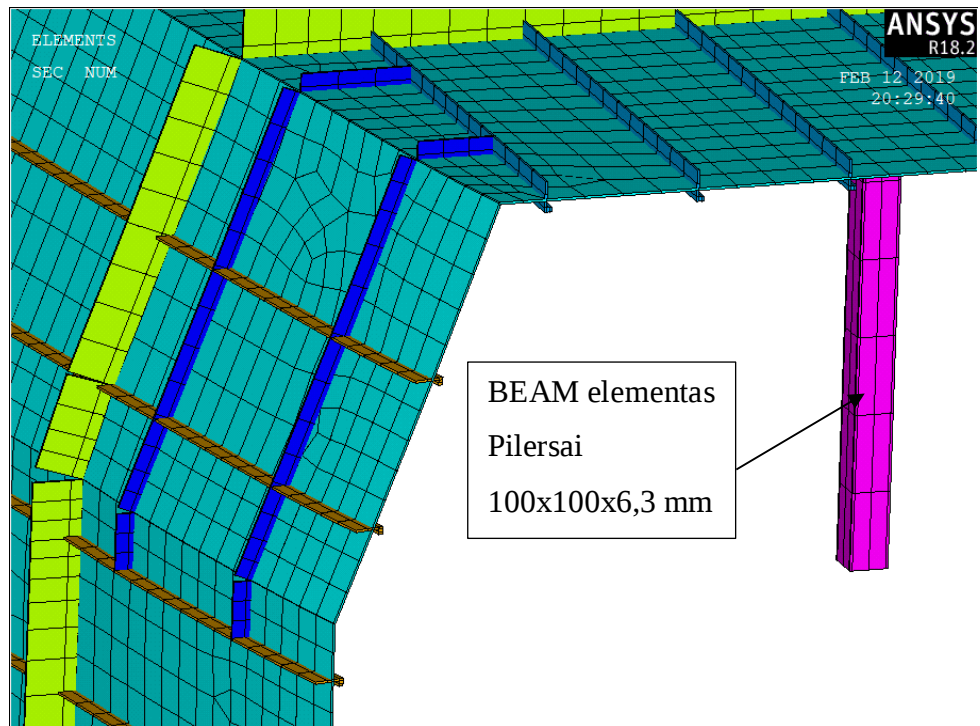
```
MAT,1
```

```
SECNUM,4
```

```
ESIZE,all,,,0.2
```

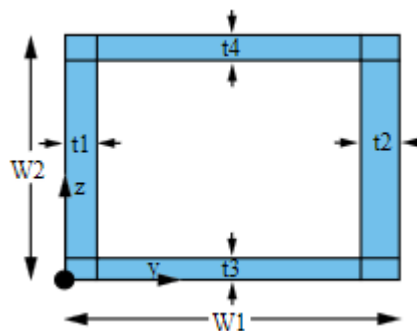
```
LMESH,all
```

Pilersai ties FR 38 +200 ir FR 44+500 špangoutais pagaminti iš kvadratinio vamzdžio 100x100x6,3 mm (2.1.11 pav.).



2.1.11 pav. Pilersai iš kvadratinio vamzdžio 100x100x6,3 mm (sukurta autoriaus)

Elemento tipas vamzdis - HREC nurodomas SECTYPE komandoje. Elemento geometriniai parametrai nurodomi SEC DATA, $w1, w2, t1, t2, t3, t4$ komandoje, matmenys nurodomi 2.1.12 pav. Šiuo atveju matmenys surašomi šia tvarka - $w1=100mm, w2=100mm, t1=6,3mm, t2=6,3mm, t3=6,3mm, t4=6,3mm$. Šių medžiaga plienas A36, kuri jau yra sukurta ir medžiagos numeris – 1. Elemento tipo numeris – 8.



2.1.12 pav. BEAM188 elemento HREC tipo skerspjūvio matmenys (sukurta autoriaus)

Toliau pateikiamas elemento sukūrimo tekstas:

ET,8,BEAM188

SECTYPE,8,BEAM,HREC ! skerspjūvis vamzdis

SEC DATA,0.1,0.1,0.0063,0.0063,0.0063,0.0063

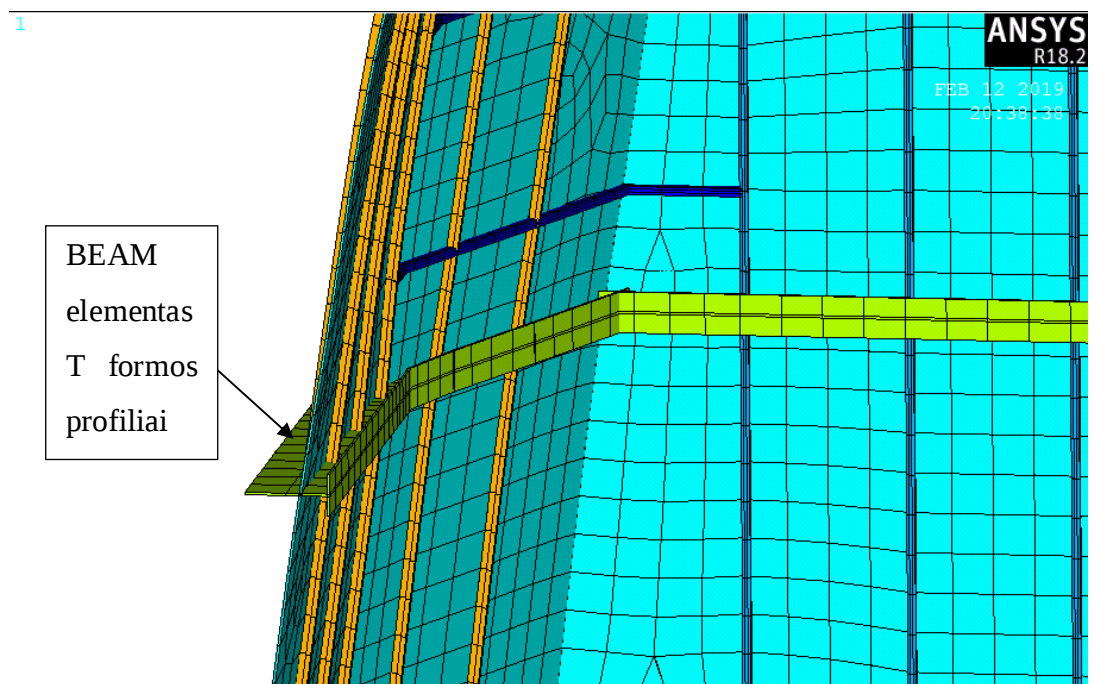
TYPE,8

```

MAT,1
SECTNUM,8
LESIZE,all,,,12
LMESH,all

```

Rėminiams špangoutams FR 24, FR 27, FR 34, FR 37, FR 40, FR 43 T formos profiliai sudaryti iš vertikalios 200 mm ir 6mm storio juostos ir horizontalios 100 mm ir 6 mm storio juostos (2.1.13 pav.).



2.1.13 pav. Rėminiai špangoutai (sukurta autoriaus)

Elemento tipas - T nurodomas SECTYPE komandoje. Elemento geometriniai parametrai nurodomi SECDATA,w1,w2,t1,t2 komandoje, matmenys nurodomi 2.1.9 pav. Šiuo atveju matmenys surašomi šia tvarka - $w1=100mm$, $w2=206mm$, $t1=6mm$, $t2=6mm$. Sijų medžiaga plienas A36, kuri jau yra sukurta ir medžiagos numeris – 1. Sukurto naujo elemento tipo numeris – 9.

Toliau pateikiamas elemento sukūrimo tekstas:

```

ET,9,BEAM188
SECTYPE,9,BEAM,T ! skerspjūvis T forma
SECDATA,0.10,-0.206,0.006,0.006
TYPE,9
MAT,1
SECTNUM,9

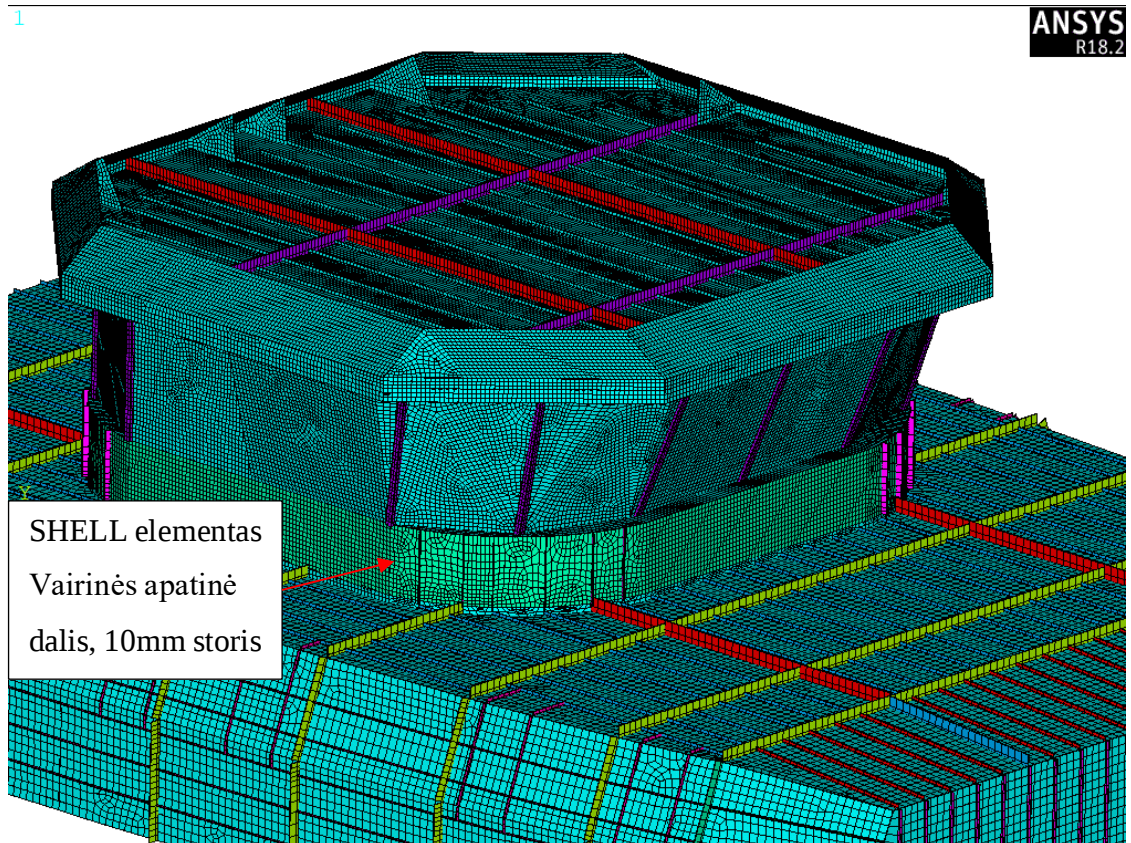
```

```
ESIZE,all,,0.2
```

```
LMESH,all
```

Laivo vairinės konstrukcijai naudojami elementai

Laivo vairinės konstrukcijai naudojami elementai pateikiami 2.1.14 pav.



2.1.14 pav. Laivo vairinės konstrukcija Ansys programoje (sukurta autoriaus)

Laivo vairinės apatinė dalis pagaminta iš 10mm storio aliuminio. Vairinės apatinės dalies lanko formos paviršiai sukuriama naudojant komandą ASKIN – paviršius tempiamas per nurodytas linijas. Vairinei naudojamas jau nagrinėtas plonasienis elementas SHELL 181.

```
ET,14,SHELL181
```

```
SECTYPE,14,SHELL
```

```
SECDATA,0.010
```

```
TYPE,14
```

```
MAT,2
```

```
SECNUM,14
```

```
ESIZE,0.05
```

```
AMESH,all
```

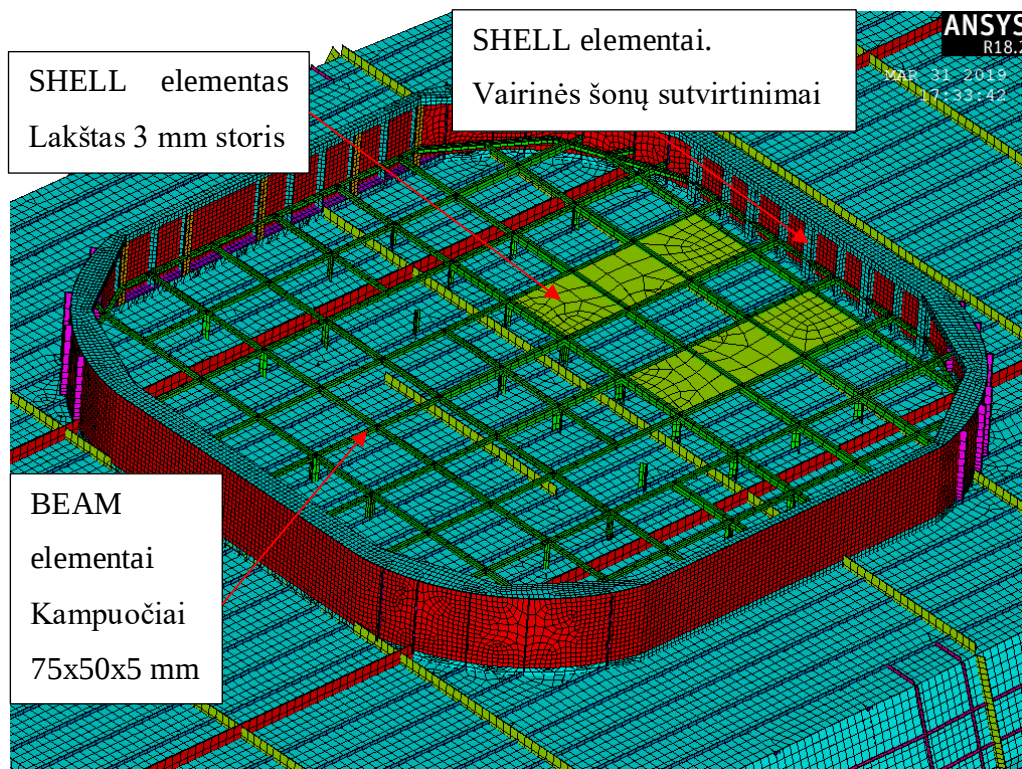
Programoje nurodomas elemento tipas, jo numeris - 14, naudojamos medžiagos numeris - 2 , elemento geometrinės savybės - lakšto storis 10 mm, tinklelio dydis 0,05 m.

Viršutiniai laivo vairinės paviršiai pagaminti iš 8 mm aliuminio storio lakštų. Programos tekstas pateiktas sekančiai:

```
ET,21,SHELL181  
SECTYPE,21,SHELL  
SECDATA,0.008  
TYPE,21  
MAT,2  
SECNUM,21  
ESIZE,0.05  
AMESH,all
```

Programoje nurodomas elemento tipas, jo numeris - 21, naudojamos medžiagos numeris - 2 , elemento geometrinės savybės - lakšto storis 8 mm, tinklelio dydis 0,05 m.

Laivo vairinės grindims naudojami elementai pateikiami 2.1.15 pav.



2.1.15 pav. Laivo vairinės grindys (sukurta autoriaus)

Laivo vairinės paviršiai pagaminti iš aliuminio kampuočių 75x50x5mm. Programos tekstas pateiktas sekančiai:

```
ET,17,BEAM188 !  
SECTYPE,17,BEAM,L ! skerspjūvis kampuotis  
SECDATA,0.050,0.075,0.005,0.005  
TYPE,17  
MAT,2  
SECNUM,17  
ESIZE,all,,,0.05  
LMESH,all  
ALLSEL
```

Elemento numeris - 17, naudojamos medžiagos numeris - 2 , kampuočio matmenys 50 mm, 75mm, storis 5mm, tinkelio dydis 0,05 m.

Vairinės grindų priekyje sumontuoti du aliuminio lakštai 3 mm storio (2.1.15pav.). Sukuriamas SHELL181 elementas:

```
ET,20,SHELL181  
SECTYPE,20,SHELL  
SECDATA,0.003  
TYPE,20  
MAT,2  
SECNUM,20  
ESIZE,0.05  
AMESH,all
```

Elemento numeris - 20, naudojamos medžiagos numeris - 2 , lakšto storis 3 mm, tinkelio dydis 0,05 m.

Vairinės apačios šonų sutvirtinimai modeliuojami su plonasieniais elementais SHELL, pagaminti iš privirintų juostų (2.1.15 pav.).

Vairinės langai sutvirtinami aliuminio kvadratiniais vamzdžiais 80x80x6 mm (2.1.16 pav.).

Vamzdžio elementas sukuriamas sekančiai:

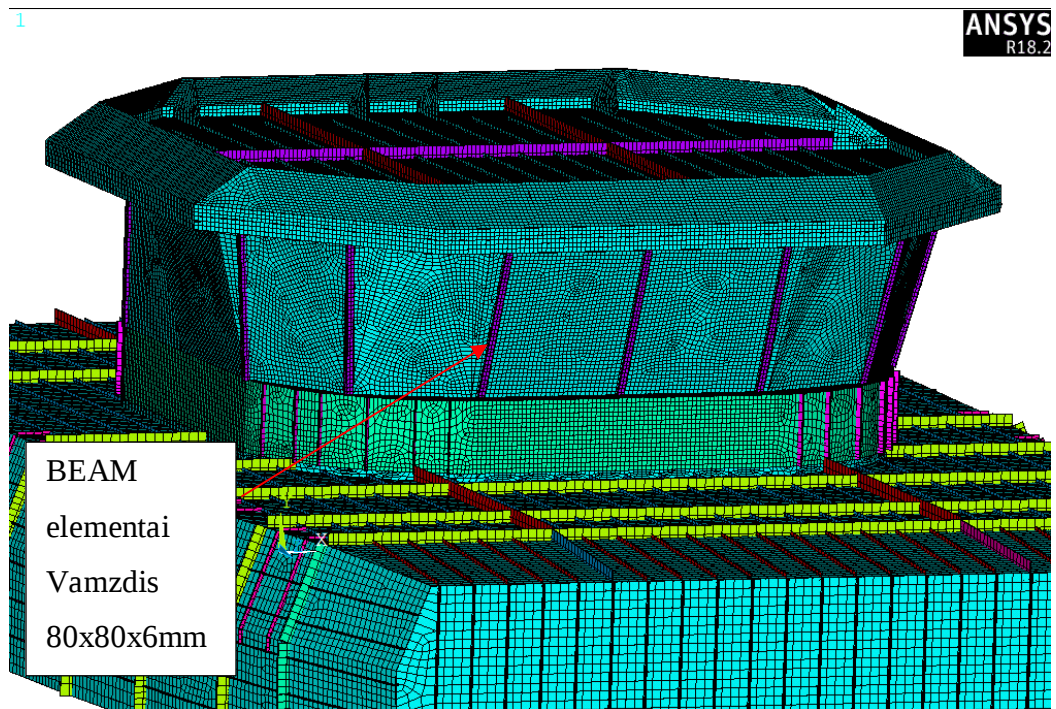
```
ET,24,BEAM188 !  
SECTYPE,24,BEAM,HREC ! skerspjūvis vamzdis  
SECDATA,0.08,0.08,0.006,0.006,0.006,0.006  
TYPE,24  
MAT,2
```

SECNUM,24

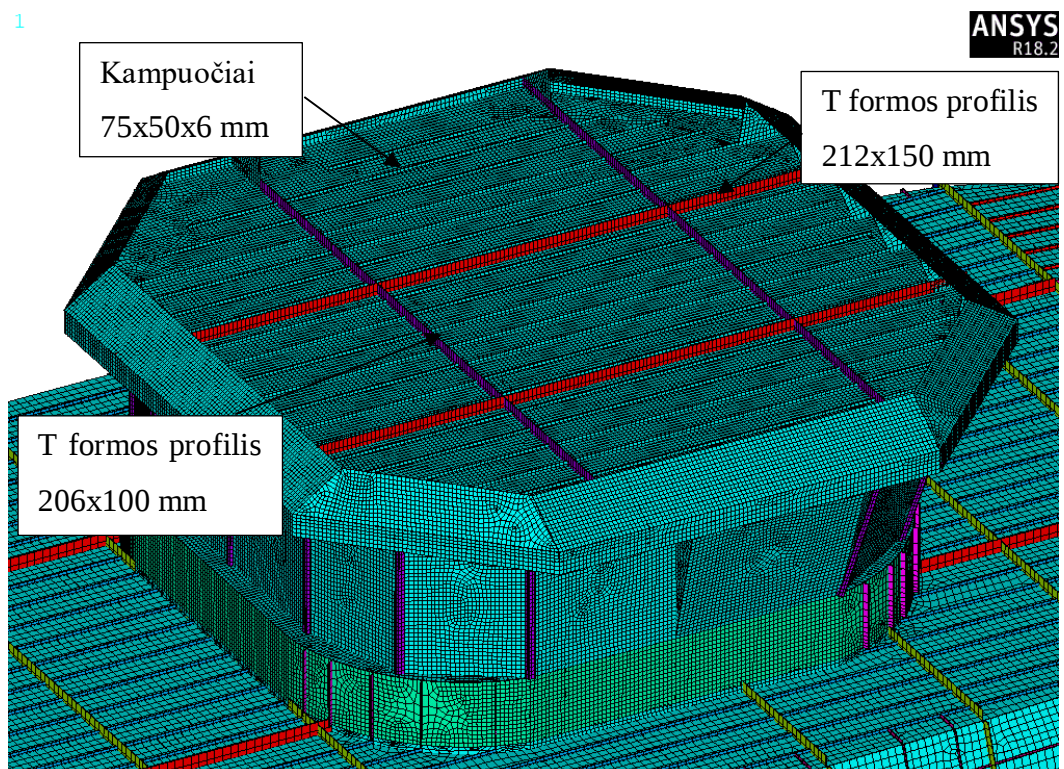
LESIZE,all,,0.1

LMESH,all

Elemento numeris - 24, naudojamos medžiagos numeris - 2, tinklės dydis 0,1 m.



2.1.16 pav. Laivo vairinė (sukurta autoriaus)



2.1.17 pav. BEAM elementai laivo vairinės viršuje (sukurta autoriaus)

Vairinės viršaus elementai pavaizduoti 2.1.17 pav.

Vairinės viršus sutvirtinamas kampuočiais 75x50x6 mm. Elemento programos tekstas nurodomas sekančiai:

ET,23,BEAM188 !

SECTYPE,23,BEAM,L ! skerspjūvis kampuotis

SECDATA,0.075,0.050,0.006,0.006

TYPE,23

MAT,2

SECNUM,23

ESIZE,all,,0.1

LMESH,all

Elemento numeris - 23, naudojamos medžiagos numeris - 2 , tinklelio dydis 0,1 m.

Vairinės viršuje panaudoti T formos profiliai, kurių matmenys 212 mm storis 8 mm, 150 mm storis 10 mm (2.1.17 pav.).

ET,36,BEAM188 !

SECTYPE,36,BEAM,T ! skerspjūvis T forma

SECDATA,0.15,-0.206,0.01,0.008

TYPE,36

MAT,2

SECNUM,36

ESIZE,all,,0.1

LMESH,all

Vairinės viršuje panaudoti T formos profiliai, kurių matmenys 206 mm storis 8 mm, 100 mm storis 10 mm (2.1.17 pav.).

ET,35,BEAM188 !

SECTYPE,35,BEAM,T ! skerspjūvis T forma

SECDATA,0.1,-0.206,0.01,0.008

TYPE,35

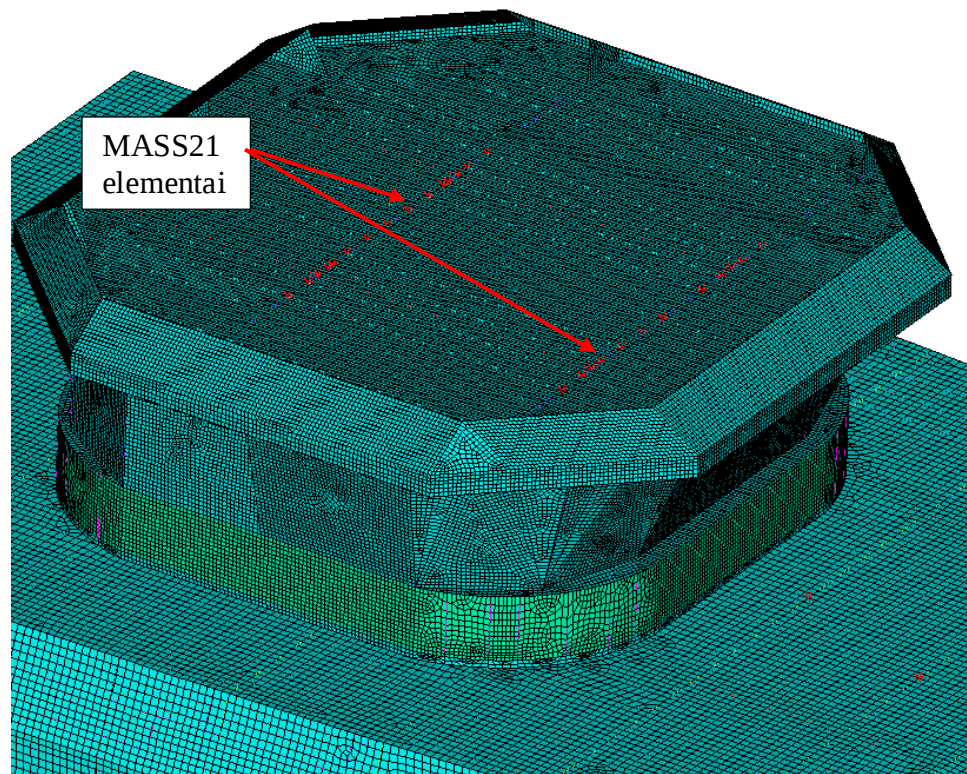
MAT,2

SECNUM,35

ESIZE,all,,0.2

LMESH,all

Masės elementai pateikiami 2.1.18 pav.



2.1.18 pav. Masės elementai ant vairinės viršaus (sukurta autoriaus)

Masės elementai sukuriama ant vairinės viršaus siekiant atkartoti svorį kuris susidarytu nuo ventiliacijos patalpos svorio. Šiems taškams užduodama po 20 kg. Programos tekstas pateikiamas sekančiai:

```
ET,37,MASS21,,2  
R,37,20 ! taškui priskiriamas svoris 20 kg.  
TYPE,37  
MAT,1  
REAL,37  
KMESH,all
```

Vairinės viduje ant grindų susidedami masės elementai siekiant atkartoti kompiuterinės įrangos svorį. Vienam taškui priskiriama po 15 kg.

```
ET,38,MASS21,,2  
R,38,15  
TYPE,38  
MAT,1  
REAL,38  
KMESH,all
```

Modelio kūrimas baigiamas komanda FINISH, taip užbaigiamas darbas pirminio apdorojimo procesoriuje (angl. Preprocessor).

2.2 Laivo modalinė analizė

Sukūrus konstrukcijos teorinį modelį pereinama prie modalinės analizės skaičiavimų.

Norint pereiti Ansys programoje į sprendimų procesorių (angl. solution processor) rašoma funkcija /SOLU. Toliau formuluojamos uždavinio sąlygos. Nustatomas modalinės analizės uždavinys sekančia komanda:

```
ANTYPE,MODAL
```

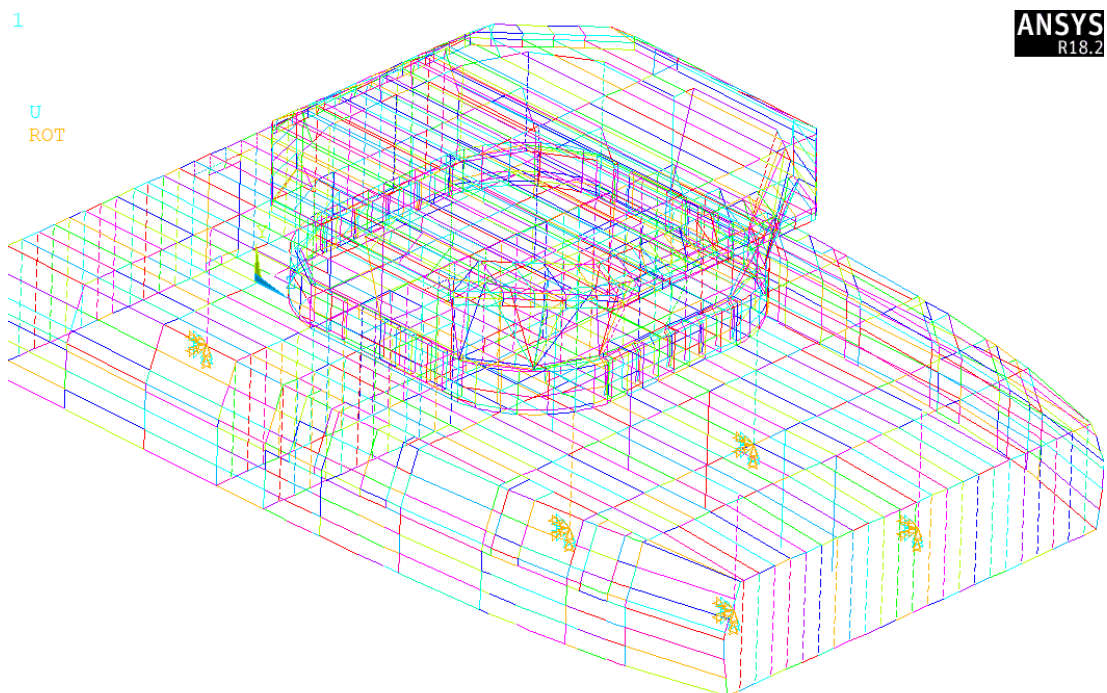
Toliau užduodama kokiose ribose bus ieškomos virpesių formos.

```
MXPAND,10, , ,0
```

```
MODOPT,LANB,10,10,20, ,OFF
```

Šios komandos nustato, kad virpesių formos bus ieškomos nuo 10 Hz iki 20 Hz intervale. Virpesių formų skaičius 10, jeigu surandama dešimt virpesių formų skaičiavimai yra baigiami. Kadangi konstrukcija gali turėti begalę virpesių formų šios funkcijos apibrėžia skaičiavimo intervalus taip sutrumpinant skaičiavimo laiką. Nurodomas modalinės analizės metodas

Pereinama prie įtvirtinimo sąlygų. Įtvirtinimai parodyti 2.2.1pav. Pilersų galai įtvirtinami standžiai pavyzdžiui DK,661,ALL. Funkcija DK apibrėžia apribojimus nurodytame taške šiuo atveju 661 taškas, ALL - reiškia, kad suvaržomi poslinkiai visomis kryptimis.

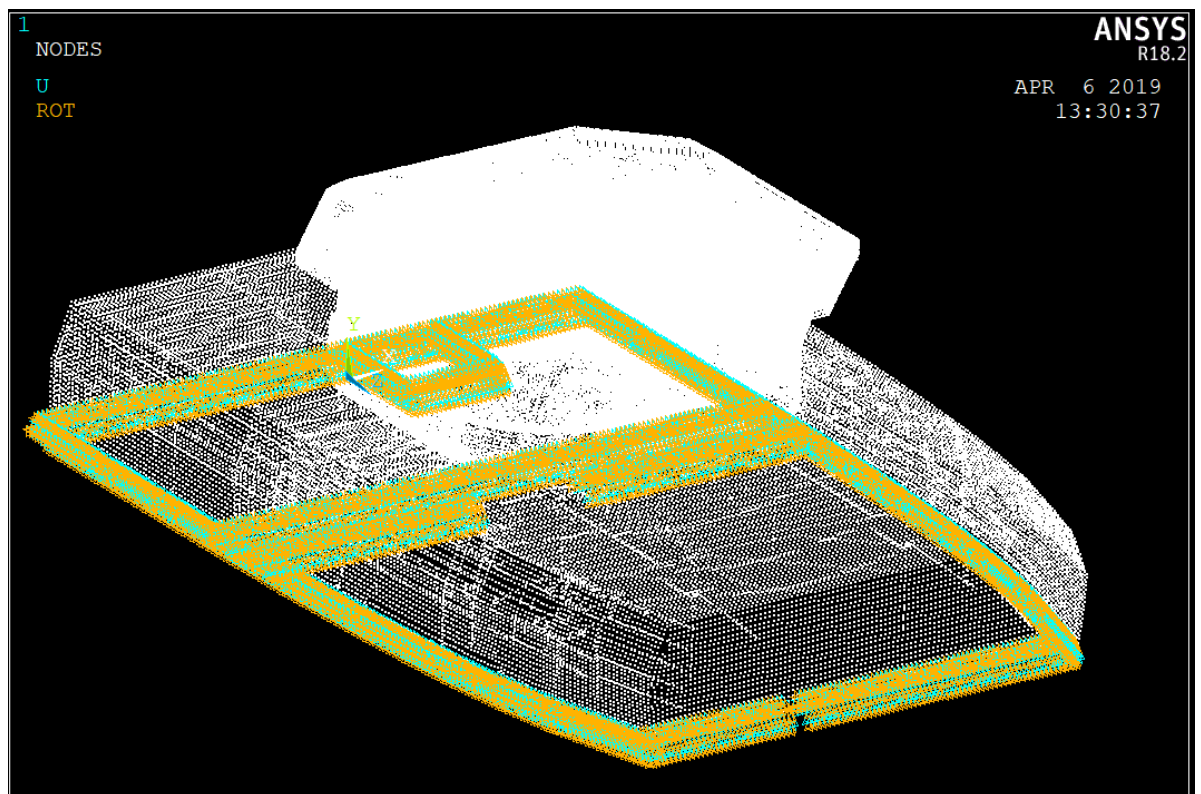


2.2.1pav. Pilersų įtvirtinimai taškuose (sukurta autoriaus)

Norint įtvirtinti kiekvieno suskaidytą elementą sužymėsime visas kraštines konstrukcijos linijas, kurias norime įtvirtinti, sužymimos linijos LSEL komanda. Suvaržomi visi elementų kraštiniai taškai, kurie priklauso pažymėtoms linijoms, tai atliekama sekančiomis komandomis:

NSLL,S,1 – sužymimi elementų taškai priklausantys pažymėtoms linijoms.

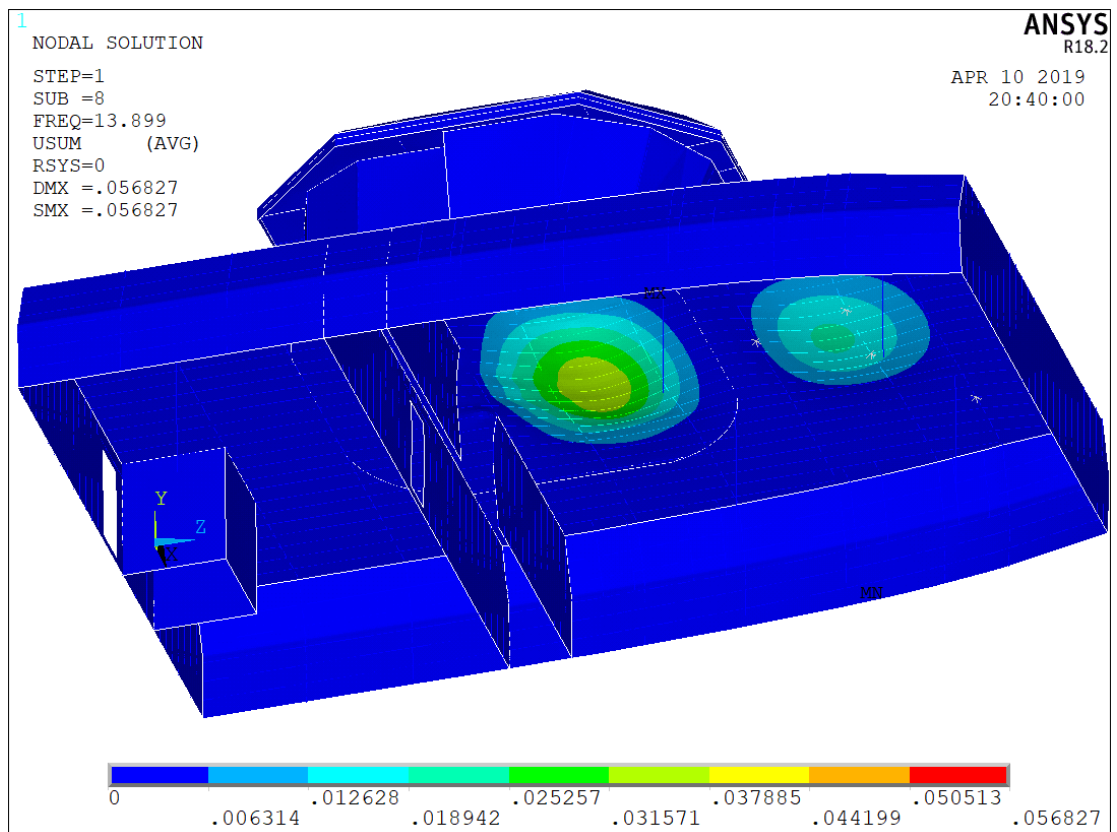
D,ALL,ALL – nurodoma, kad visiems pažymėtiems taškams suvaržomi poslinkiai visomis kryptimis. Konstrukcijos kraštų elementų taškų įtvirtinimai parodyti 2.2.2pav.



2.2.2pav. Elementų taškų įtvirtinimai (sukurta autoriaus)

Skaiciavimai pradedami komanda SOLVE. Programos skaiciavimai pagrįsti baigtinių elementų metodu. Modelio elementų dydžiai buvo sukurti modelio kūrimo etape.

Skaiciavimų rezultatai pateikiami 2.2.3pav.



2.2.3pav. Laivo konstrukcijos skaičiavimų rezultatai (sukurta autoriaus)

Skaičiavimų rezultatai rodo, kad denio netgi dviejose zonose randamos virpesių formos, kurios juda tarsi membrana dėl per mažo standumo. Didžiausi virpesiai randami po vairine esančioje zonoje tarp 32 ir 38 špangoutų, šioje zonoje nėra nei pilersų nei pertvarų, todėl sukuriamos puikios sąlygos šiai zonai judėti membranos forma. Virpesių formos randamos ties 13,899 Hz dažniu.

2.3 Gautų teorinių rezultatų palyginimas su eksperimentiniais duomenimis

Eksperimentinio tyrimo duomenimis, kuriuos aptarėme 1.3 skyriuje, didžiausi virpesiai sužadinami pirmo darbo režimo metu, MT02 taške (1.2.2 pav.), kai sraigto sukimosi greitis 295 aps./min, virpesių dažnis 14,73 Hz (1.2.2 lentelė.), greitis 4 mm/s ir MT03 taške (1.2.2 pav.), kai sraigto sukimosi greitis 280 aps./min, virpesių dažnis 14 Hz (1.2.2 lentelė.), greitis 4,6 mm/s.

Modalinės analizės metu rasta atitinkama virpesių forma ties 13,899 Hz dažniu.

Apskaičiuojame sraigto sukimosi greitį pagal gautą virpesių dažnį:

$$n_{teor} = \frac{f_{teor} \cdot 60}{n_{men}} = \frac{13.899 \cdot 60}{3} = 278 \text{ aps/min} \quad (2.1)$$

čia f_{teor} – sraigto žadinamų virpesių dažnis, Hz;

n_{men} – sraigto menčių skaičius, vnt;

n_{teor} – sraigto sukimosi greitis, aps./min.

Gauti teorinių rezultatų virpesių dažnis nuo eksperimentinių rezultatų šešto darbo režimo metu skiriasi neženkliai - $f_{\Delta} = f_{eks} - f_{teor} = 14 - 13.899 = 0.1 \text{ Hz}$. Skirtumas procentais siekia:

$$\frac{f_{\Delta}}{f_{eks}} \cdot 100\% = \frac{0.1}{14} \cdot 100\% = 0.71\% \quad (2.2)$$

Perskaičiavus sraigto teorinį virpesių dažnį į sukimosi greitį skirtumas gaunamas:

$$n_{\Delta} = n_{eks} - n_{teor} = 280 - 278 = 2 \text{ aps/min} \quad (2.3)$$

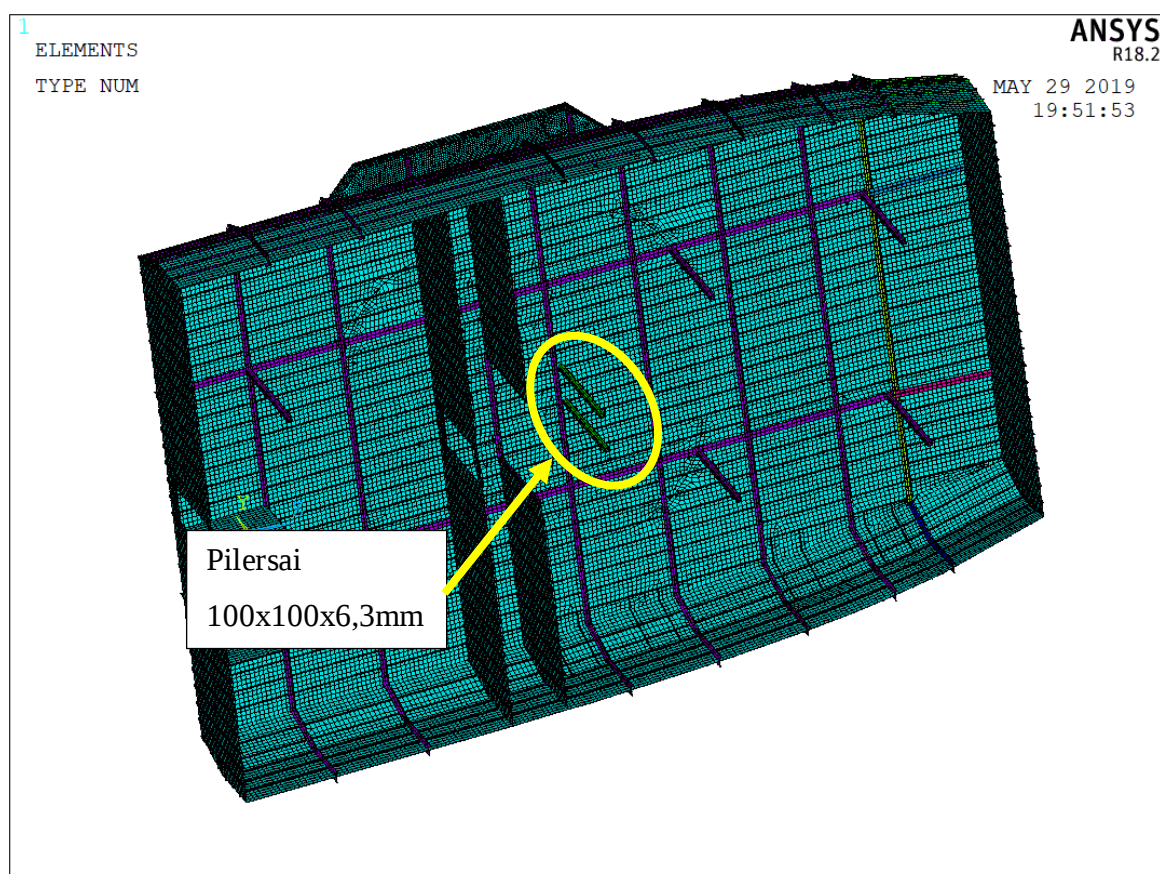
Atsižvelgiant į šiuos sąlyginai nedidelius eksperimentinių ir teorinių rezultatų virpesių dažnio skirtumus 0.71%, galime teigti, jog teoriniai rezultatai yra teisingi. Modalinės analizės metu rasta virpesių forma (2.2.3 pav.) aprėpia eksperimentinio tyrimo matavimo taškus MT03, MT02 ir MT01 (1.2.2 pav.), kuriuose rastas padidėjęs virpesių lygis. Remiantis šiais eksperimentinių ir teorinių rezultatų sutapimais dar kartą galime įsitikinti modalinės analizės rezultatų teisingumu.

2.4 Laivo galimi modifikavimo būdai siekiant išvengti tiltelio rezonanso

Siekiant išvengti rezonanso reiškinių, taip sumažinant laivo tiltelio virpesius, pagrindinis sprendimo būdas pakeisti konstrukcijos savuosius virpesius taip, kad nesutaptų su sraigto žadinamais virpesiais. Tai galima padaryti didinant konstrukcijos standumą, tai įrodo ir 1.1 formulė.

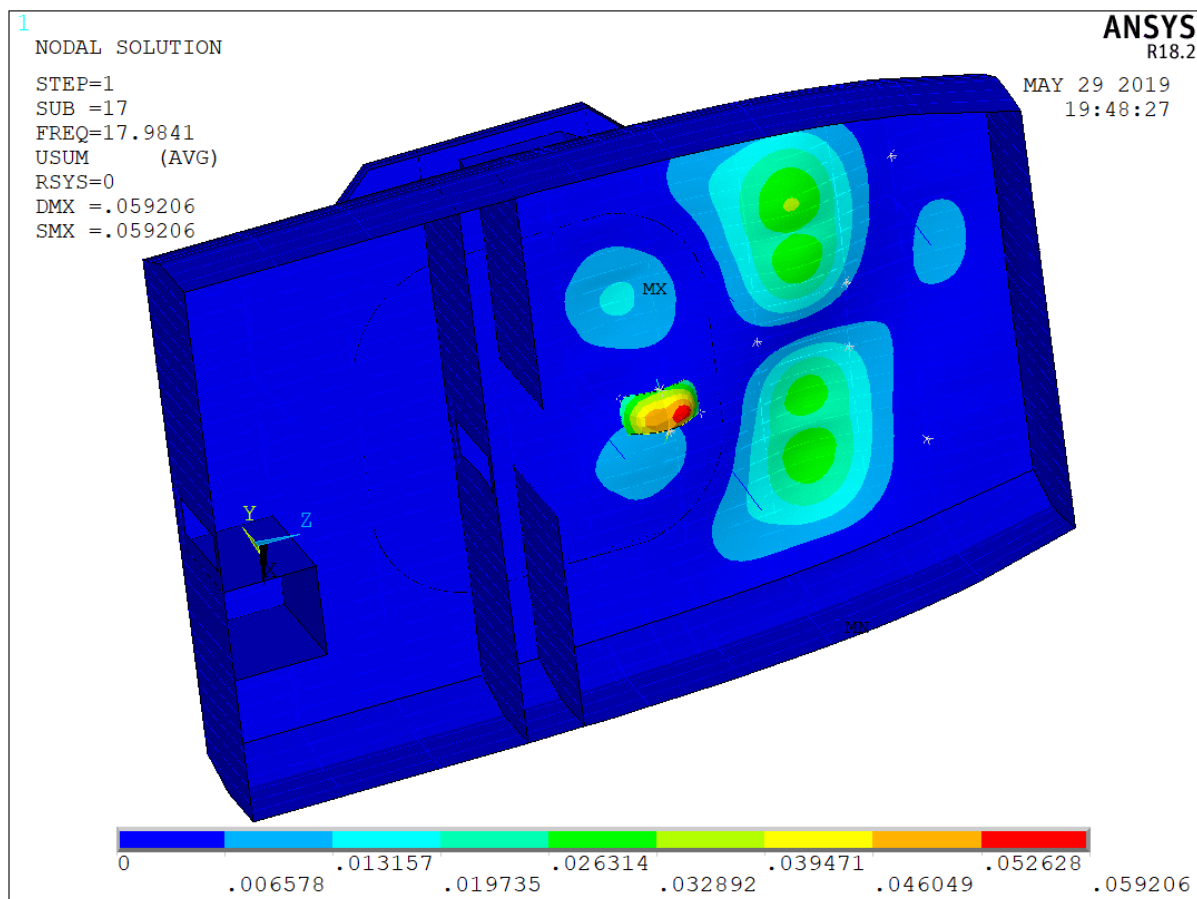
Pagal laivo konstrukciją matoma, kad zona po vairine, tarp 32 ir 38 špangoutų, laisvai gali judėti dėl po ja nesančių jokių atramų. Atliekami įvairūs konstrukcijos modifikavimo būdai. Modifikavimo būdai pakeitę konstrukcijos virpesių elgseną pateikiami sekančiai.

Pirmas konstrukcijos modifikavimas. Įdedami papildomi du pilersai ties 35 špangoutu nuo diametralinės plokštumos nutolusius 600 mm, pagal bendrą laivo išdėstymą pilersai montuojami koridoriaus pertvarose. (2.4.1 pav.).



2.4.1pav. Papildomi pilersai ties 35 špangoutu (sukurta autoriaus)

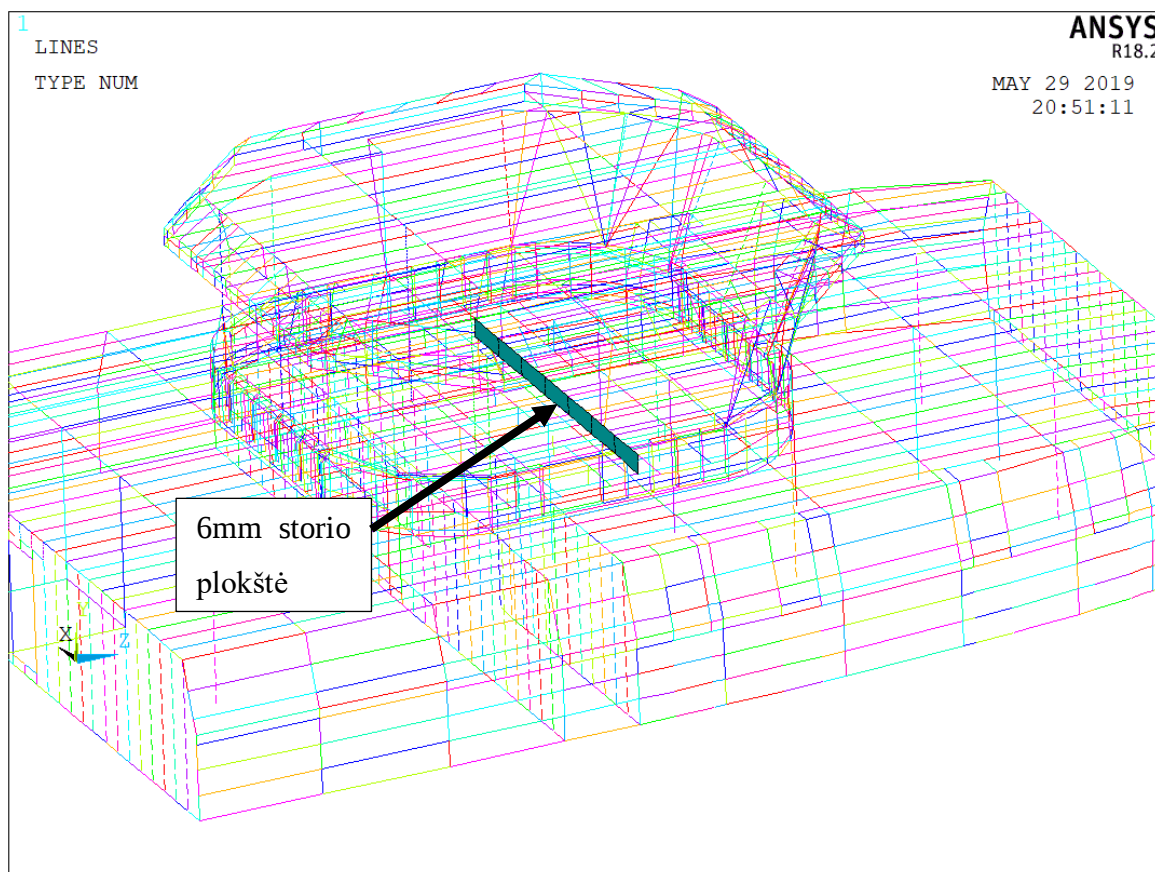
Atlikus šį pakeitimą atliekami skaičiavimai. Konstrukcijos savasis dažnis padidėjo, šiose zonose randamos virpesių formos ties 18 Hz dažniu (2.4.2 pav.).



2.4.2pav. Pirmas konstrukcijos modifikavimas. Rezultatai (sukurta autoriaus)

Virpesių dažnis padidėjo, virpesių zonos pasistūmėjo link laivapriekio, vairinės grindys išlieka nestabiliausia konstrukcija. Vairinės zonoje vis dar išlieka virpesių galimybė ties 18 Hz dažniu.

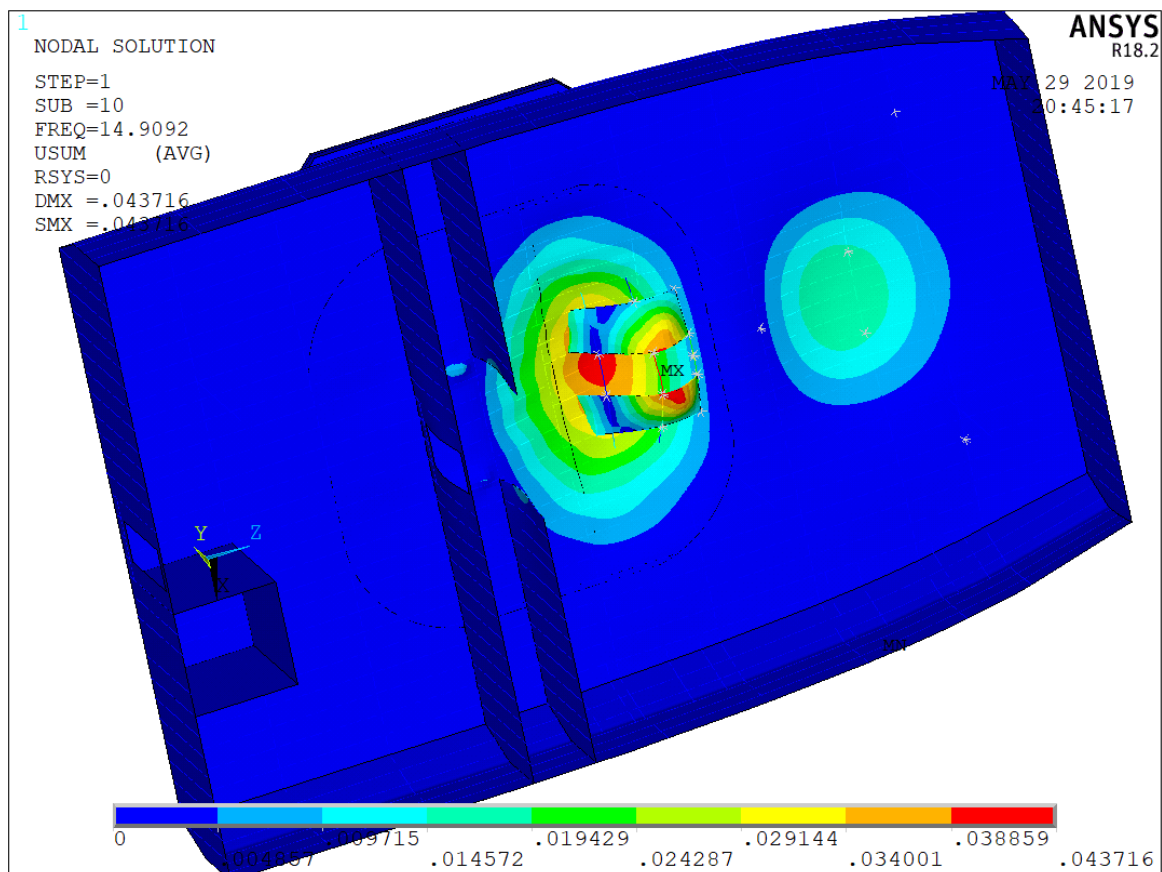
Antras konstrukcijos modifikavimas. Siekiant sustandinti vairinės grindis, kurios sudarytos iš kampuočių 75x50x5 mm (2.1.15 pav.), įdedama 6 mm storio aliuminio plokštė tarp vairinės grindų ir denio, ties 34 špangoutu. (2.4.3 pav.).



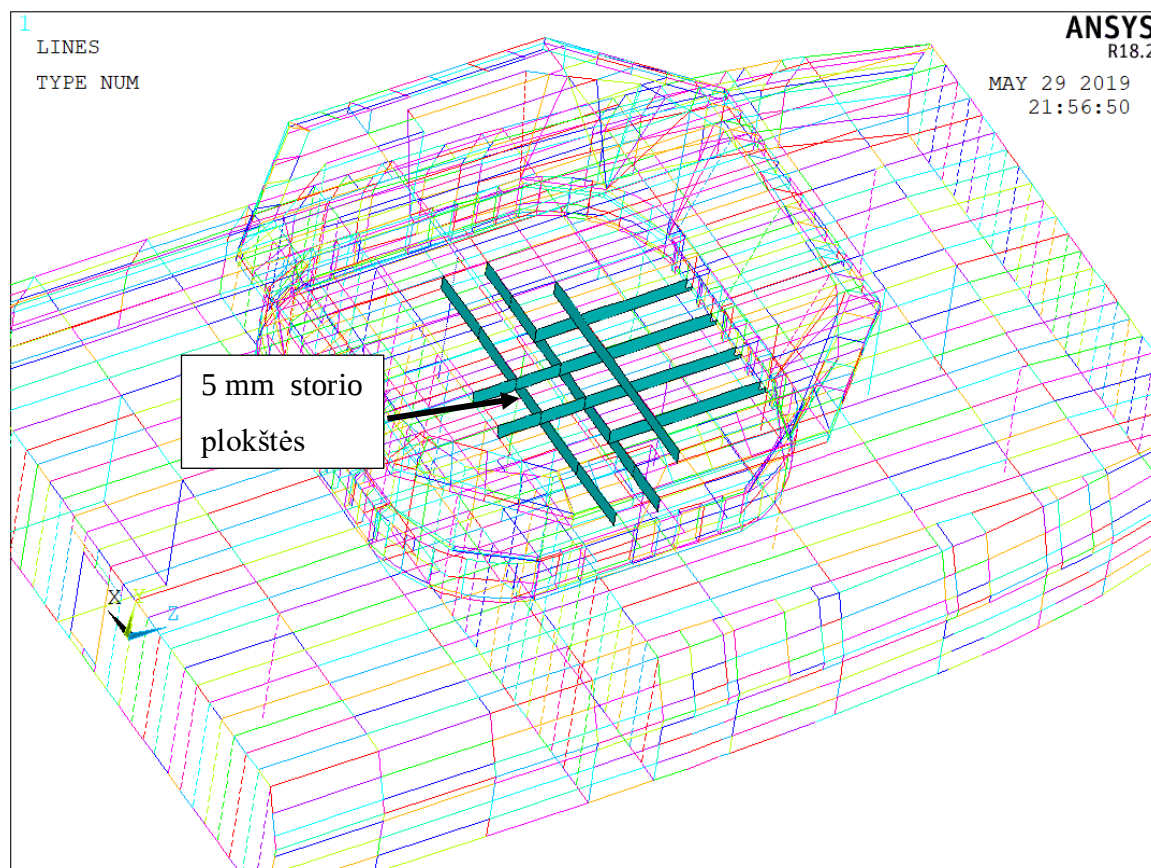
Atlikus ši pakeitimą atliekami skaičiavimai. Konstrukcijos savasis dažnis padidėjo, šiose zonose randamos virpesių formos ties 16,6 Hz dažniu (2.4.4 pav.).

Virpesių dažnis padidėjo iki 14,9 Hz. Vairinės grindys ties įdėta papildoma plokšte nebejudė, tačiau pasistūmėjo virpesių zonos link laivapriekio. Virpesių dažnis padidėjo nežymiai, tačiau matoma, kad grindys įgavo didesnį stabilumą.

Trečias konstrukcijos modifikavimas. Šis konstrukcijos modifikavimas tęsiamas tobulinant antrąjį modifikavimo būdą. Šiuo atveju įdedamos papildomos aliuminio plokštės 5 mm storio, sujungiant grindų kampuočius 75x50x5 mm su deniu (2.4.5 pav.). Tiek denio konstrukcija tiek grindys yra sutvirtinamos šiomis plokštėmis.

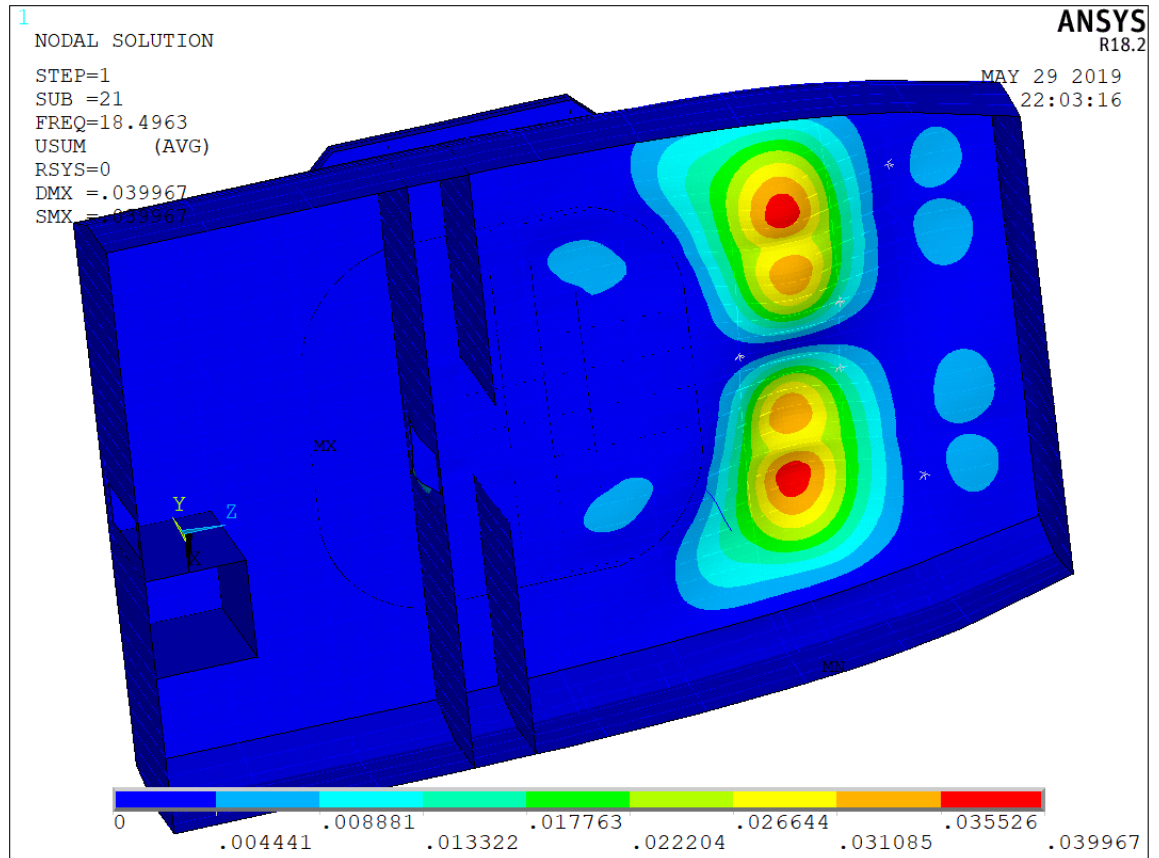


2.4.4pav. Antras konstrukcijos modifikavimas. Rezultatai (sukurta autoriaus)



2.4.5pav. Papildomos plokštės vairinės grindyse (sukurta autoriaus)

Atlikus šį pakeitimą atliekami skaičiavimai. Konstrukcijos savasis dažnis padidėjo, randamos virpesių formos ties 18,49 Hz dažniu (2.4.4 pav.).



2.4.6pav. Trečias konstrukcijos modifikavimas. Rezultatai (sukurta autoriaus)

Virpesių zona pasistūmėjo link laivapriekio. Vairinės zonoje jokių virpesių neberandama. Ši zona įgauna didesnę standumą ir konstrukcija negali judėti membranos forma. Grindys įgauna papildomą tvirtumą ir negali atskirai pradėti vibruoti.

Trečias konstrukcijos modifikavimo variantas priimamas, kaip efektyviausias, siekiant sumažinti laivo „Mintis“ virpesius ir išvengti tiltelio rezonanso. Modifikavus konstrukciją gautas virpesių dažnis skiriasi nuo nemodifikuotos konstrukcijos:

$$f_{\Delta M} = f_{M_{teor}} - f_{teor} = 18.5 - 13.9 = 4.6 \text{ Hz.} \quad (2.4)$$

$f_{\Delta M}$ – skirtumas tarp modifikuotos ir nemodifikuotos konstrukcijos virpesių dažnio, Hz.

$f_{M_{teor}}$ - modifikuotos konstrukcijos virpesių dažnis

Skirtumas procentais siekia:

$$(2.5)$$

$$\frac{f_{\Delta M}}{f_{teor}} \cdot 100\% = \frac{4.6}{13.9} \cdot 100\% = 33\%$$

Perskaičiavus sraigto teorinį virpesių dažnį po modifikacijos gaunama

$$n_{Mteor} = \frac{f_{Mteor} \cdot 60}{n_{men}} = \frac{18.5 \cdot 60}{3} = 370 \text{ aps/min} \quad (2.6)$$

Virpesių dažnis pakeliamas 33%, kad virpesių forma parodyta 2.4.6 pav. atsirastų, sraigtas turėtų sukis 370 aps/min greičiu. Toks darbo režimas nėra taikomas.

Konstrukcijos standumui padidinti reiktų išmontuoti įrangą, vairinėje esančią grindų dangą, įvirinti plokštes tarp kampuočių 75x50x5 mm ir denio. Vairinės grindų konstrukcija brėžiniuose nėra pateikta, tik gamybos proceso metu atlikta nuotrauka, kuri pateiktas 2.1.1 pav.. Atliekant konstrukcijos modifikavimą galimas ir didesnis įvirinamų plokščių kiekis nei 2.4.5 pav., dėl galimų grindų tinklėlio netikslumo teoriniame modelyje ir laive, taip užtikrinant pakankamą grindų standumą.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

Baigiamojo darbo metu išanalizuoti virpesių ir rezonanso atsiradimo priežastys laivuose, virpesių žala laivo konstrukcijai ir įgulos sveikatai. Remiantis moksliniais straipsniais galime daryti išvadą, kad ir nedideli virpesiai per laiką gali iššaukti nuovarginius pažeidimus laivo konstrukcijoje.

Atlikus straipsnių analizę nuspręsta naudoti programą Ansys Mechanical APDL. Konstrukcijos supaprastinimui buvo naudojami BEAM ir SHELL elementai, kas leido atlikti didelės konstrukcijos skaičiavimus sąlyginai greitai. Išanalizavus straipsnius išsiaiškinta, kad norint sužinoti virpesių šaltinį reikia surasti virpesių dažnį, o norint juos sumažinti reikia surasti virpesių formą. Pagrindinis ir paprasčiausias virpesių mažinimo būdas ir konstrukcijos išvedimas iš rezonanso, tai konstrukcijos standumo padidinimas sumontuojant papildomas detales, strypus antimazginiuose taškuose. Taip pakeičiamas konstrukcijos standumas ir savasis virpesių dažnis.

Baigiamajame darbe sukūrus laivo „Mintis“ konstrukcijos modelį atliekama modalinė analizė, jos metu nuspręsta laivo modelio kraštinių elementų taškus ir pilersus įtvirtinti standžiai.

Atlikus laivo „Mintis“ modalinę analizę surasta virpesių forma, kur dviejuose zonose atsiranda virpesiai, konstrukcija gali judėti tarsi membrana dėl per mažo standumo. Didžiausi virpesiai randami po vairine esančioje zonoje tarp 32 ir 38 špangoutų, šioje zonoje nėra nei pilersų nei pertvarų, todėl sukuriama puikios sąlygos šiai zonai judėti membranos forma. Virpesių formos randamos ties 13,9 Hz dažniu.

Gautus teorinius rezultatus palyginome su Juliaus Aleksandravičiaus Laivo „Mintis“ virpesių tyrimas magistro baigiamojo darbo eksperimentiniais duomenimis. Atsižvelgus į sąlyginai nedidelius eksperimentinių duomenų ir teorinių rezultatų virpesių dažnio skirtumus 0.71%, nustatėme kad teorinis modelis sukurtas teisingai. Modalinės analizės metu rasta virpesių forma aprėpia eksperimentinio tyrimo matavimo taškus, kuriuose rastas padidėjęs virpesių lygis.

Virpesių mažinimui pateikti trys konstrukcijos modifikavimo būdai. Palyginus visus modifikavimo būdus prieita išvados, kad geriausias trečias modifikavimo būdas įdedant papildomas plokštes tarp vairinės grindų, kurios pagamintos iš kampuočių, ir denio. Virpesių dažnis pakeliamas 33%, konstrukcija išvedama iš rezonanso. Rekomenduojama atlikti šiuos konstrukcijos modifikavimo darbus siekiant išvengti diskomforto jausmo, kai sraigčių apskukos siekia 280-300 aps./min.

Laivo „Mintis“ teorinio modelio programa gali būti panaudota tolesniems laivo virpesių konstrukcijos stiprumo ar kitokiems skaičiavimams. Modelio kūrimas gali būti tęsiamas, siekiant atlikti kitų zonų modalinę analizę.

LITERATŪRA

1. Aleksandravičius J. 2017. Laivo „Mintis“ virpesių tyrimas: magistro baigiamasis darbas. Klaipėda
2. Augustaitis V. 2000. Mechaninių virpesių pagrindai. Vilnius.
3. Cinquemani S., Braghin F. 2017. Decentralized active vibration control in cruise ships funnels.
4. Guojun Lai, Jinlin Liu 2018. Comprehensive optimization for the alignment quality and whirling vibration damping of a motor drive shafting.
5. Haro B. G. 2018. Use of added mass and shear flow in thin-walled sections of ships for modal analysis using finite element method.
6. Hong-Il Im, Nikola Vladimir 2017. Hydroelastic response of 19,000 TEU class ultra.
7. Yooil Kim, Byung-Hoon Kim 2018. On the torsional vibratory response of 13000 TEU container carrier – full scale measurement data analysis.
8. Yucel Adil 2013. Free and forced vibration analyses of ship structures using the finite element method.
9. Yuxiao Cheng 2018. Simulation of whipping response of a large container ship fitted with a linear generator on board in irregular head seas.
10. Kilikevičienė K. 2015. Žemagrindžio autobuso pakabos ir kėbulo dinaminės sistemos kryptys: daktaro disertacija. Vilnius.
11. Lavroff J. Davis M.R. 2017. Wave impact loads on wave-piercing catamarans.
12. Tamoki Takami, Sadaoki Matsui 2018. A numerical simulation method for predicting global and local hydroelastic response of a ship based on CFD and FEA coupling.
13. Tatiana Pais, Dario Boote 2017. Developments of Tuned Mass Damper for yacht structures.
14. Tatiana Pais, Dario Boote 2018. Vibration analysis for the comfort assessment of a superyacht under hydrodynamic loads due to mechanical propulsion.
15. Žiliukas P., Barauskas R., 2008 Mechaniniai virpesiai, VPU leidykla.
16. https://www.sharcnet.ca/Software/Ansys/17.0/en-us/help/ans_elem/Hlp_E_BEAM188.html - žiūrėta 2019-04-03.
17. https://www.sharcnet.ca/Software/Ansys/16.2.3/en-us/help/ans_elem/Hlp_E_SHELL181.html - žiūrėta 2019-04-03.
18. <http://www.jawaysteel.com/Ship-building-Steel-Plate-Bar.htm> - žiūrėta 2019-04-03.
19. <https://www.metalsupermarkets.com/grade-guide-a36-steel/> - žiūrėta 2019-04-03.

20. <http://asm.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=ma5083h116> - žiūrėta 2019-04-03.
21. <https://www.metalsupermarkets.com/grade-guide-a36-steel/> - žiūrėta 2019-04-03.

PRIEDAI

Laivo mintis konstrukcijos modelio programa Ansys Mechanical APDL programai.

finish	*ENDDO	K,,0,2.406,9.55
/CLEAR ! isvalo duonbaze	L,16,47	K,,5.478,2.406,9.55
/PREP7 ! modleio kurimo preprocesorius	L,47,48	K,,5.645,1.960,9.55
*ABBR,RUN,/INPUT,mintis.txt	L,48,17	K,,5.786,1.585,9.55
K,1,0,0,5	L,17,51	K,,5.876,1.350,9.55
K,2,0,2.406,5	L,51,50	K,,5.876,1.2,9.55
*DO,i,0.4,2,0.4	L,50,49	K,,5.876,0.8,9.55
K,,i,2.406,5	L,49,18	K,,5.876,0.4,9.55
*ENDDO	! FR 31+550	K,,5.876,0,9.55
K,,2.350,2.406,5	K,,0,0,6.2	*DO,i,111,119,1
*DO,i,2.8,5.2,0.4	K,,0,2.406,6.2	L,i,i+1
K,,i,2.406,5	K,,5.580,2.406,6.2	*ENDDO
*ENDDO	K,,5.748,1.952,6.2	LCSL,all
K,,5.596,2.406,5	K,,5.890,1.577,6.2	NUMMRG,ALL
K,,5.996,1.350,5	K,,5.980,1.350,6.2	LCOMB,101,102,0
K,,5.996,0,5	K,,5.980,1.2,6.2	LDEL,104
K,,0,2.406,14.75	K,,5.980,0.8,6.2	LDEL,101
*DO,i,0.4,2,0.4	K,,5.980,0.4,6.2	LDEL,102
K,,i,2.406,14.75		! skersinis FR 38+200
*ENDDO	K,,5.980,0,6.2	K,,2.350,2.406,10.400
K,,2.350,2.406,14.75	*DO,i,52,60,1	K,,2.350,0,10.400
*DO,i,2.8,4.8,0.4	L,i,i+1	L,134,135
K,,i,2.406,14.75	*ENDDO	LCSL,all
*ENDDO	LSEL,S,LINE,,19,29	NUMMRG,ALL
K,,5.2,2.406,11.5	LGEM,2,ALL,,,,,1.2	! FR 40
*DO,i,2,15,1	ALLSEL	K,,0,0,11.5
L,i,i+19-2	LCSL,all	K,,0,2.406,11.5
*ENDDO	NUMMRG,ALL	K,,5.355,2.406,11.5
!Statiniai	LDEL,103	K,,5.519,1.960,11.5
*DO,i,0.4,2,0.4	! FR 34	K,,5.659,1.585,11.5
K,,i,0,5	K,,0,0,7.6	K,,5.747,1.350,11.5
*ENDDO	K,,0,2.406,7.6	K,,5.747,1.2,11.5
K,,2.350,0,5	K,,5.550,2.406,7.6	K,,5.747,0.8,11.5
*DO,i,2.8,5.6,0.4	K,,5.719,1.960,7.6	K,,5.747,0.4,11.5
K,,i,0,5	K,,5.861,1.585,7.6	K,,5.747,0,11.5
*ENDDO	K,,5.950,1.350,7.6	*DO,i,136,144,1
L,2,1	K,,5.950,1.2,7.6	L,i,i+1
*DO,i,3,16,1	K,,5.950,0.8,7.6	*ENDDO
L,i,i+33-3	K,,5.950,0.4,7.6	LCSL,all
*ENDDO	K,,5.950,0,7.6	NUMMRG,ALL
K,,5.760,1.960,5	*DO,i,87,95,1	! FR 43
K,,5.907,1.585,5	L,i,i+1	K,,0,0,13.45
K,,5.996,0.4,5	*ENDDO	K,,0,2.406,13.45
K,,5.996,0.8,5	LCSL,all	K,,5.142,2.406,13.45
K,,5.996,1.2,5	NUMMRG,ALL	K,,5.306,1.960,13.45
*DO,i,2,15,1	! FR 37	K,,5.448,1.585,13.45
L,i,i+1	K,,0,0,9.55	K,,5.522,1.350,13.45

K,,5.522,1.2,13.45	LARC,237,238,127,2.3	K,,5.956,1.350,7.41
K,,5.522,0.8,13.45	L,238,239	K,,5.956,1.2,7.41
K,,5.522,0.4,13.45	LSEL,S,LINE,,305,308	K,,5.956,0.8,7.41
K,,5.522,0,13.45	LGEN,2,all,,0.09,	K,,5.956,0.4,7.41
*DO,i,158,166,1	ALLSEL	K,,5.956,0,7.41
L,i,i+1	K,,0,2.496,3.154	*DO,i,306,313,1
*ENDDO	L,240,245	L,i,i+1
LCSL,all	LSEL,S,LINE,,309,313	*ENDDO
NUMMRG,ALL	LGEN,2,all,,0.79,	! FR 35+320
*DO,i,19,30,1	ALLSEL	K,,5.2,2.406,8.545
L,i,i+1	! Vairines palange	K,,5.519,2.406,8.545
*ENDDO	K,,0,3.286,3.39	K,,5.687,1.960,8.545
! FR 45	K,,1.7,3.286,3.39	K,,5.828,1.585,8.545
K,,0,0,14.75	K,,2.885,3.286,3.9	K,,5.918,1.350,8.545
K,,4.923,2.406,14.75	K,,3.6,3.286,5	K,,5.918,1.2,8.545
K,,5.086,1.960,14.75	K,,3.6,3.286,8.78	K,,5.918,0.8,8.545
K,,5.230,1.585,14.75	K,,2.885,3.286,9.850	K,,5.918,0.4,8.545
K,,5.322,1.350,14.75	K,,1.7,3.286,10.360	K,,5.918,0.8,545
K,,5.322,1.2,14.75	K,,0,3.286,10.360	*DO,i,315,322,1
K,,5.314,0.8,14.75	*DO,i,251,258,1	L,i,i+1
K,,5.297,0.4,14.75	L,i,i+1	*ENDDO
K,,5.278,0,14.75	*ENDDO	! FR 36+285
L,19,180	L,250,259	K,,5.2,2.406,9.185
L,31,181	! Vairines grindys	K,,5.496,2.406,9.185
*DO,i,181,187,1	K,,0,2.7,3.27	K,,5.663,1.960,9.185
L,i,i+1	K,,1.7,2.7,3.27	K,,5.805,1.585,9.185
*ENDDO	K,,2.95,2.7,3.82	K,,5.895,1.350,9.185
! skersinis FR 44+500	K,,3.6,2.7,5	K,,5.895,1.2,9.185
K,,2.350,2.406,14.600	K,,3.6,2.7,8.78	K,,5.895,0.8,9.185
K,,2.350,0,14.600	K,,2.95,2.7,9.93	K,,5.895,0.4,9.185
L,189,190	K,,1.7,2.7,10.48	K,,5.895,0,9.185
LCSL,all	K,,0,2.7,10.48	*DO,i,324,331,1
! FR 27	*DO,i,260,266,1	L,i,i+1
LSEL,S,LINE,,30,50	L,i,i+1	*ENDDO
LGEN,2,all,,,-1.846	*ENDDO	! FR 40+215
ALLSEL	K,,0.4,2.7,3.27	K,,4.8,2.406,11.715
! FR 24	K,,0.4,2.7,10.48	K,,5.335,2.406,11.715
LSEL,S,LINE,,30,50	L,268,269	K,,5.500,1.960,11.715
LGEN,2,all,,,-3.881	LGEN,4,363,,0.8,,	K,,5.639,1.585,11.715
ALLSEL	LCSL,all	K,,5.725,1.350,11.715
*DO,i,2,15,1	LDEL,425,428	K,,5.725,1.2,11.715
L,i,i+213-2	! Papildomi spanhau tu sutvirtinimai	K,,5.725,0.8,11.715
*ENDDO	LSEL,S,LINE,,100	K,,5.725,0.4,11.715
LCSL,all	LSEL,A,LINE,,10	K,,5.725,0,11.715
! Vairines pagrindas	LSEL,A,LINE,,54,59	*DO,i,333,340,1
K,,1.700,2.406,3.154	LGEN,2,all,,0.595	L,i,i+1
K,,3.700,2.406,5	ALLSEL	*ENDDO
K,,3.700,2.406,8.777	! FR 33+460	! FR 41+185
K,,1.700,2.406,10.6	K,,5.2,2.406,7.41	K,,4.8,2.406,12.335
K,,0,2.406,10.6	K,,5.556,2.406,7.41	K,,5.280,2.406,12.335
LARC,235,236,88,2.3	K,,5.725,1.960,7.41	
L,236,237	K,,5.867,1.585,7.41	

K,,5.445,1.960,12.335	ASKIN,298,277,44,10,39,199,3,307,357,8	K,,1.2,2.406,5.942
K,,5.585,1.585,12.335	6,53,428,453,93,461,469,254	K,,0.8,2.406,5.942
K,,5.669,1.350,12.335	LCSL,all	L,441,442
K,,5.669,1.2,12.335	! Vairines grindys	LCSL,all
K,,5.669,0.8,12.335	K,,0,2,7,3.75	! Pavirsiai
K,,5.669,0.4,12.335	L,294,369	AL,297,580,276,346
K,,5.669,0,12.335	K,,0,2,7,3.75+0.8	*DO,i,268,275,1
*DO,i,342,349,1	K,,3,6,2,7,3.75+0.8	AL,i,i+338-268,i+289-268,i+339-268
L,i,i+1	L,370,371	*ENDDO
*ENDDO	LGEM,8,171,,,,,0.8	AL,288,337,400,401,338
! FR 43+295	LCSL,all	AL,266,337,287,336
K,,4.8,2.406,13.745	LDEL,640	AL,265,336,286,335
K,,5.094,2.406,13.745	LDEL,656	AL,264,335,285,334
K,,5.259,1.960,13.745	LDEL,658	AL,221,334,284,333
K,,5.402,1.585,13.745	K,,2,2.406,9.35	AL,401,402,407
K,,5.492,1.350,13.745	K,,2,2.406,8.55	AL,268,403,429,402
K,,5.492,1.2,13.745	K,,2,2.406,7.75	AL,403,269,404,430
K,,5.487,0.8,13.745	K,,2,8,2.406,7.75	AL,404,270,405,431
K,,5.479,0.4,13.745	K,,2,8,2.406,6.95	AL,405,271,406,432
K,,5.470,0,13.745	K,,2,2.406,6.15	AL,408,373,329,272,406
*DO,i,351,358,1	K,,2,2.406,5.35	AL,40,329,273,330
L,i,i+1	K,,2,8,2.406,5.35	AL,41,330,274,331
*ENDDO	K,,2,2.406,3.75	AL,42,331,275,332
! FR 44+255	K,,1.2,2.406,7.75	AL,43,332,276,493
K,,4.8,2.406,14.355	K,,0.4,2.406,7.75	AL,100,492,43,84
K,,5.002,2.406,14.355	K,,0.4,2.406,6.95	AL,116,84,42,83
K,,5.165,1.960,14.355	K,,1.6,2.7,6.95	AL,115,83,41,82
K,,5.309,1.585,14.355	K,,1.6,2.406,6.95	AL,114,82,40,81
K,,5.400,1.350,14.355	L,422,423	AL,375,81,373,409
K,,5.400,1.2,14.355	L,421,424	AL,100,508,197,477
K,,5.393,0.8,14.355	L,420,425	AL,197,588,198,484
K,,5.381,0.4,14.355	L,405,426	AL,137,478,198,516
K,,5.367,0,14.355	L,403,427	AL,149,131,116,477,484,478
*DO,i,360,367,1	L,414,428	AL,148,130,115,131
L,i,i+1	L,412,429	AL,147,129,114,130
*ENDDO	L,399,430	AL,378,433,375,129
LCSL,all	L,392,431	AL,137,479,306,517
!Pavirsiai bortu	L,416,432	AL,306,485,356,596
ASKIN,304,283,50,59,196,305,9,328,426,	L,402,434	AL,173,480,356,533
92,104,451,459,151,467,475,260	L,435,436	AL,185,170,149,479,485,480
ASKIN,303,282,49,58,195,267,8,327,425,	L,404,433	AL,184,170,148,169
91,103,450,458,98,466,474,259	K,,0.4,2.406,3.75	AL,183,169,147,168
ASKIN,302,281,48,57,181,207,7,326,366,	L,388,437	AL,182,168,378,410,411,386
90,102,449,457,97,465,473,258	K,,0.4,2.406,4.55	AL,434,386,388
ASKIN,301,280,47,56,167,202,6,325,365,	L,397,438	AL,532,193,157,173
89,101,448,456,96,464,472,257	LCSL,all	AL,194,157,185,206
ASKIN,300,279,46,55,146,201,5,324,362,	! Vamzdis 500x500	AL,219,206,184,205
88,85,447,455,95,463,471,256	K,,1.1,2.406,5.942	AL,218,205,183,204
ASKIN,299,278,45,54,113,200,4,308,361,	K,,1.1,5.2,5.942	AL,217,204,182,203
87,70,446,454,94,462,470,255	L,440,439	AL,216,203,388,435,399

AL,215,399,436,398	K,,0.4,0.165,5	A,223,224,465,467
AL,214,398,437,397	K,,0,0.165,5	A,222,223,467,469,470
AL,213,397,396,438	L,443,444	A,221,222,470,472
AL,212,396,412,413,395	L,445,446	A,220,221,472,474
AL,211,395,441,394	L,447,448	A,219,220,474,476
AL,210,394,440,393		A,218,219,476,478
AL,209,393,439,392	LC SL,all	A,217,218,478,480
AL,208,392,414,391	AL,32,18,320,756,754	A,216,217,480,482
AL,194,193,548,427,481	AL,31,754,757,753	A,215,216,482,484
AL,452,604,427,486	AL,757,756,165,755,760,761	A,214,215,484,487
AL,242,556,452,482	AL,30,753,759,752	A,213,214,487,492
AL,253,239,219,481,486,482	AL,759,761,749,758	!Pavirsiai po vairine
*DO,i,209,218,1	AL,750,751,74,755	AL,221,732,739,491,30,319
AL,i,i+229-209,i+243-209,i+230-209	!Pertvaru FR30	AL,264,321,31,491,739,732
*ENDDO	ASEL,S,AREA,,96,113	AL,265,322,32,321
AL,241,228,208,229	CM,pertvfr30,AREA	AL,266,323,33,322
AL,242,557,460,483	ALLSEL	AL,400,407,733,640,34,323
AL,460,612,468,487	! Pertvara FR 31+550	AL,429,368,35,640,733
AL,468,572,192,476	K,,1.2,0,6.2	AL,430,369,36,368
AL,190,226,253,483,487,476	L,86,450	AL,431,370,37,369
*DO,i,186,189,1	L,61,450	AL,432,372,38,370
AL,i,i+222-186,i+249-186,i+223-186	K,,5.58,0,6.2	AL,408,371,372
*ENDDO	L,54,451	AL,371,409,374,80
AL,150,262,263,248,222	LC SL,all	AL,38,80,112,79
AL,121,262,263,247,220	AL,10,54,55,56,57,58,59,73,17	AL,37,79,111,719,656
AL,120,156,246,220	AL,100,17,773,69	AL,36,656,719,110,77
AL,119,156,245,155	AL,116,69,772,68	AL,35,77,109,717,738,620
AL,118,155,244,154	AL,115,68,771,67	AL,34,620,738,717,108,75
AL,117,154,243,153	AL,114,67,770,66	AL,33,75,107,159,126
AL,52,153,241,152	AL,374,375,66,769,65	AL,32,126,161,163,123
ASEL,S,AREA,,1,95	AL,112,65,768,64	AL,161,163,133,106,159
CM,denpav,AREA	AL,111,64,767,63	AL,31,123,133,105,72
ALLSEL	AL,110,63,766,62	AL,30,72,99,71
!Pertvaros koridorias po vairine	AL,109,62,765,61	AL,99,720,722,136,122
L,18,1	AL,108,61,763,60	AL,105,720,722,138,134
LC SL,all	AL,107,60,764,15	AL,106,134,139,135
AL,50,49,48,47,46,45,44,29,78	!Pertvaru FR31+55	AL,107,135,140,724,658
AL,43,28,748,29	ASEL,S,AREA,,114,125	AL,108,658,724,141,124
AL,42,28,747,27	CM,pertvfr31,AREA	AL,109,125,142,124
AL,41,27,746,26	ALLSEL	AL,110,718,727,143,125
AL,40,26,745,25	! Pertvara FR 21	AL,111,127,144,727,718
AL,373,371,24,744,25	AGEN,2,96,113,,,-5.85	AL,112,128,145,127
AL,38,23,743,24	A,234,233,452,453	AL,374,433,376,128
AL,37,22,742,23	A,232,233,452,460	AL,376,410,411,377
AL,36,21,741,22	A,231,232,460,459	AL,145,377,434,387,166
AL,35,20,740,21	A,230,231,459,458	AL,144,166,180,731,726
AL,34,19,702,20	A,229,230,458,457	AL,143,726,731,179,164
AL,33,18,367,19	A,228,229,457,456	AL,142,164,178,730,736,737,725
K,,0.8,2.406-0.280,5	A,227,228,456,455	AL,141,725,737,736,730,177,162
K,,0,2.406-0.280,5	A,226,227,455,461	AL,140,162,176,729,723
K,,0.4,2.406-0.430,5	A,225,226,461,463	AL,139,723,729,175,160
K,,0,2.406-0.430,5	A,224,225,463,465	AL,138,160,174,728,721

AL,136,721,728,172,158	LSEL,A,line,,1228	SECDATA,0.006
AL,387,435,389	LSEL,A,line,,1231	TYPE,1
AL,180,389,436,385	LSEL,A,line,,1234	MAT,1
AL,179,385,437,390,13	LSEL,A,line,,1237	SECNUM,1
AL,178,13,390,438,384	LSEL,A,line,,1240	ESIZE,0.1
AL,177,384,412,413,383	LSEL,A,line,,1243,1244	AMESH,all
AL,176,383,441,382	LSEL,A,line,,1246	! Pertvaru kampuociai L65x50x5
AL,175,382,440,381	LSEL,A,line,,1247	CMSEL,S,stiffr31
AL,174,381,439,380	LSEL,A,line,,1253	CMSEL,A,stiffr30
AL,172,380,414,379	CM,stiffr30,line	CMSEL,A,stiffr21
!Pertvaru Denis po vairine	ALLSEL	ET,2,BEAM188 ! strypas beam
ASEL,S,AREA,,165,214	!Pertvaru stiffener FR 21 L65x50x5	SECTYPE,2,BEAM,L ! skerspjuvis
CM,vairden,AREA	LSEL,S,line,,775	kampuotis
ALLSEL	LSEL,A,line,,784	SECDATA,0.050,0.065,0.005,0.005
ARSYM,X,ALL	LSEL,A,line,,787	TYPE,2
NUMMRG,ALL	LSEL,A,line,,790	MAT,1
CM,FULL,AREA	LSEL,A,line,,793	SECNUM,2
! pavirsio skaicius 428	LSEL,A,line,,796	LESIZE,all,,10
LSYMM,X,11	LSEL,A,line,,800	LMESH,all
LSYMM,X,261	LSEL,A,line,,803	ALLSEL
NUMMRG,ALL	LSEL,A,line,,806	! suzymeti isilginiai T formos 2350
!Pertvaru FR31+550 stiffener L65x50x5	LSEL,A,line,,812	LSEL,S,LINE,,262,263
LSEL,S,line,,60,69	LSEL,A,line,,815	LSEL,A,LINE,,234
LSEL,A,line,,17	LSEL,A,line,,818,819	LSEL,A,LINE,,397
LSEL,A,line,,15	LSEL,A,line,,821,822	LSEL,A,LINE,,13
LSEL,A,line,,1268,1269	LSEL,A,line,,828,829	LSEL,A,LINE,,390
LSEL,A,line,,1272	LSEL,A,line,,1353	LSEL,A,LINE,,164
LSEL,A,line,,1274	LSEL,A,line,,1346,1347	LSEL,A,LINE,,125
LSEL,A,line,,1276	LSEL,A,line,,1343,1344	LSEL,A,LINE,,77
LSEL,A,line,,1279	LSEL,A,line,,1340	LSEL,A,LINE,,368
LSEL,A,line,,1282	LSEL,A,line,,1337	LSEL,A,LINE,,403
LSEL,A,line,,1285	LSEL,A,line,,1334	LSEL,A,LINE,,339
LSEL,A,line,,1288	LSEL,A,line,,1331	LSEL,A,LINE,,850
LSEL,A,line,,1291	LSEL,A,line,,1328	CM,ISILT1,line
LSEL,A,line,,1294	LSEL,A,line,,1325	ALLSEL
LSEL,A,line,,1297	LSEL,A,line,,1321	LSEL,S,LINE,,1189,1190
CM,stiffr31,line	LSEL,A,line,,1318	LSEL,A,LINE,,1159
ALLSEL	LSEL,A,line,,1315	LSEL,A,LINE,,1122
!Pertvaru stiffener FR 30 L65x50x5	LSEL,A,line,,1312	LSEL,A,LINE,,1465,1466
LSEL,S,line,,18,29	LSEL,A,line,,1309	LSEL,A,LINE,,1445
LSEL,A,line,,752,754	LSEL,A,line,,1300	LSEL,A,LINE,,1428
LSEL,A,line,,756,757	CM,stiffr21,line	LSEL,A,LINE,,1399
LSEL,A,line,,759	ALLSEL	LSEL,A,LINE,,1391
LSEL,A,line,,1205	! Pavirsius	LSEL,A,LINE,,1044
LSEL,A,line,,1213	ET,1,SHELL181	LSEL,A,LINE,,1003
LSEL,A,line,,1215	MP,EX,1,200e9 !medziagos property	LSEL,A,LINE,,1375
LSEL,A,line,,1217	STEEL A36	CM,ISILT2,line
LSEL,A,line,,1219	MP,NUXY,1,0.26 ! pansono koeficientas	ALLSEL
LSEL,A,line,,1221	MP,DENS,1,7800	! isilginiai T formos 2350
LSEL,A,line,,1225	SECTYPE,1,SHELL	CMSEL,S,ISILT1

LATT,,,3,,190,,beam	LSEL,A,LINE,,620	LSEL,A,LINE,,372
ET,3,BEAM188 ! strypas beam	LSEL,A,LINE,,319	LSEL,A,LINE,,406
SECTYPE,3,BEAM,T ! skerspjūvis T	LSEL,A,LINE,,491	LSEL,A,LINE,,342
forma	LSEL,A,LINE,,739	LSEL,A,LINE,,847
SECDATA,0.150,-0.212,0.012,0.006	LSEL,A,LINE,,732	CM,ISILB3,line
TYPE,3	LSEL,A,LINE,,321,323	ALLSEL
MAT,1	LSEL,A,LINE,,640	! Nuo 225 linijos
SECNUM,3	LSEL,A,LINE,,733	LSEL,S,LINE,,225
ESIZE,all,,0.2	LSEL,A,LINE,,402	LSEL,A,LINE,,238
LMESH,all	LSEL,A,LINE,,333,338	LSEL,A,LINE,,204
ALLSEL	LSEL,A,LINE,,851,856	LSEL,A,LINE,,168
	LSEL,A,LINE,,220	LSEL,A,LINE,,129
! isilginiai T formos 2350	CM,ISILB0,line	LSEL,A,LINE,,81
CMSEL,S,ISILT2	ALLSEL	LSEL,A,LINE,,329
LATT,,,3,,717,,beam	! Nuo 222 linijos	LSEL,A,LINE,,343
ET,3,BEAM188 ! strypas beam	LSEL,S,LINE,,222	LSEL,A,LINE,,846
SECTYPE,3,BEAM,T ! skerspjūvis T	LSEL,A,LINE,,235	CM,ISILB4,line
forma	LSEL,A,LINE,,398	ALLSEL
SECDATA,0.150,-0.212,0.012,0.006	LSEL,A,LINE,,385	! Nuo 226 linijos
TYPE,3	LSEL,A,LINE,,731	LSEL,S,LINE,,226
MAT,1	LSEL,A,LINE,,726,727	LSEL,A,LINE,,239
SECNUM,3	LSEL,A,LINE,,718	LSEL,A,LINE,,205
ESIZE,all,,0.2	LSEL,A,LINE,,719	LSEL,A,LINE,,169
LMESH,all	LSEL,A,LINE,,656	LSEL,A,LINE,,130
ALLSEL	LSEL,A,LINE,,369	LSEL,A,LINE,,82
! suzymeti isilginiai bulbinis 0	LSEL,A,LINE,,404	LSEL,A,LINE,,330
LSEL,S,LINE,,152,156	LSEL,A,LINE,,340	LSEL,A,LINE,,344
LSEL,A,LINE,,228,233	LSEL,A,LINE,,849	LSEL,A,LINE,,845
LSEL,A,LINE,,391,396	CM,ISILB1,line	CM,ISILB5,line
LSEL,A,LINE,,379,384	ALLSEL	ALLSEL
LSEL,A,LINE,,158	! Nuo 223 linijos	! Nuo 476 linijos
LSEL,A,LINE,,728,730	LSEL,S,LINE,,223	LSEL,S,LINE,,476
LSEL,A,LINE,,160	LSEL,A,LINE,,236	LSEL,A,LINE,,487
LSEL,A,LINE,,162	LSEL,A,LINE,,399	LSEL,A,LINE,,483
LSEL,A,LINE,,736,737	LSEL,A,LINE,,389	LSEL,A,LINE,,482
LSEL,A,LINE,,725	LSEL,A,LINE,,166	LSEL,A,LINE,,486
LSEL,A,LINE,,122	LSEL,A,LINE,,127	LSEL,A,LINE,,481
LSEL,A,LINE,,720	LSEL,A,LINE,,79	LSEL,A,LINE,,206
LSEL,A,LINE,,721,723	LSEL,A,LINE,,370	LSEL,A,LINE,,170
LSEL,A,LINE,,134	LSEL,A,LINE,,405	LSEL,A,LINE,,131
LSEL,A,LINE,,135	LSEL,A,LINE,,341	LSEL,A,LINE,,83
LSEL,A,LINE,,658	LSEL,A,LINE,,848	LSEL,A,LINE,,331
LSEL,A,LINE,,724	CM,ISILB2,line	LSEL,A,LINE,,345
LSEL,A,LINE,,124	ALLSEL	LSEL,A,LINE,,844
LSEL,A,LINE,,71,72	! Nuo 224 linijos	LSEL,A,LINE,,843
LSEL,A,LINE,,123	LSEL,S,LINE,,224	LSEL,A,LINE,,346
LSEL,A,LINE,,133	LSEL,A,LINE,,237	LSEL,A,LINE,,332
LSEL,A,LINE,,126	LSEL,A,LINE,,203	LSEL,A,LINE,,84
LSEL,A,LINE,,159	LSEL,A,LINE,,386	LSEL,A,LINE,,477
LSEL,A,LINE,,75	LSEL,A,LINE,,377	LSEL,A,LINE,,484
LSEL,A,LINE,,717	LSEL,A,LINE,,128	LSEL,A,LINE,,478
LSEL,A,LINE,,738	LSEL,A,LINE,,80	LSEL,A,LINE,,479

LSEL,A,LINE,,485	LSEL,A,LINE,,1400,1402	LSEL,A,LINE,,1019
LSEL,A,LINE,,480	LSEL,A,LINE,,1389,1390	LSEL,A,LINE,,1177
LSEL,A,LINE,,157	LSEL,A,LINE,,1043	LSEL,A,LINE,,1175
CM,ISILB6,line	LSEL,A,LINE,,1005	LSEL,A,LINE,,1172
ALLSEL	LSEL,A,LINE,,1182	LSEL,A,LINE,,1147
! Nuo 476 linijos	LSEL,A,LINE,,1161	LSEL,A,LINE,,1145
LSEL,S,LINE,,1200	LSEL,A,LINE,,1119	LSEL,A,LINE,,1142
LSEL,A,LINE,,1152	LSEL,A,LINE,,1464	LSEL,A,LINE,,1107
LSEL,A,LINE,,1138	LSEL,A,LINE,,1442,1443	LSEL,A,LINE,,1093
LSEL,A,LINE,,1471	LSEL,A,LINE,,1430,1431	LSEL,A,LINE,,1079
LSEL,A,LINE,,1459,1460	LSEL,A,LINE,,1397,1398	LSEL,A,LINE,,1065
LSEL,A,LINE,,1415,1416	LSEL,A,LINE,,1392	LSEL,A,LINE,,1058
LSEL,A,LINE,,1412	LSEL,A,LINE,,1047	LSEL,A,LINE,,1022
LSEL,A,LINE,,1382,1384	LSEL,A,LINE,,1007	LSEL,A,LINE,,1001
LSEL,A,LINE,,1038	LSEL,A,LINE,,1368,1374	LSEL,A,LINE,,1060
LSEL,A,LINE,,1376,1380	LSEL,A,LINE,,1181	LSEL,A,LINE,,1063
LSEL,A,LINE,,1198	LSEL,A,LINE,,1163	LSEL,A,LINE,,1072
LSEL,A,LINE,,1150	LSEL,A,LINE,,1116	LSEL,A,LINE,,1074
LSEL,A,LINE,,1135	LSEL,A,LINE,,1463	LSEL,A,LINE,,1077
LSEL,A,LINE,,1470	LSEL,A,LINE,,1440	LSEL,A,LINE,,1086
LSEL,A,LINE,,1457	LSEL,A,LINE,,1433	LSEL,A,LINE,,1089
LSEL,A,LINE,,1419	LSEL,A,LINE,,1396	LSEL,A,LINE,,1091
LSEL,A,LINE,,1410	LSEL,A,LINE,,1393	LSEL,A,LINE,,1105
LSEL,A,LINE,,1408	LSEL,A,LINE,,1049	CM,ISILB7,line
LSEL,A,LINE,,1386	LSEL,A,LINE,,1010	ALLSEL
LSEL,A,LINE,,1035	LSEL,A,LINE,,1184	! Bulbiniai profiliai
LSEL,A,LINE,,1196	LSEL,A,LINE,,1165	CMSEL,S,ISILB0
LSEL,A,LINE,,1153	LSEL,A,LINE,,1113	CMSEL,A,ISILB1
LSEL,A,LINE,,1132	LSEL,A,LINE,,1101	CMSEL,A,ISILB2
LSEL,A,LINE,,1469	LSEL,A,LINE,,1438	CMSEL,A,ISILB3
LSEL,A,LINE,,1454,1455	LSEL,A,LINE,,1435	CMSEL,A,ISILB4
LSEL,A,LINE,,1421	LSEL,A,LINE,,1395	CMSEL,A,ISILB5
LSEL,A,LINE,,1404,1405	LSEL,A,LINE,,1394	CMSEL,A,ISILB6
LSEL,A,LINE,,1387	LSEL,A,LINE,,1051	CMSEL,A,ISILB7
LSEL,A,LINE,,1032	LSEL,A,LINE,,1013	ET,4,BEAM188 ! strypas beam
LSEL,A,LINE,,1194	LSEL,A,LINE,,1186	SECTYPE,4,BEAM,L ! skerspjūvis
LSEL,A,LINE,,1155	LSEL,A,LINE,,1167	kampuotis
LSEL,A,LINE,,1129	LSEL,A,LINE,,1111	SECDATA,0.080,0.020,0.006,0.012
LSEL,A,LINE,,1468	LSEL,A,LINE,,1097	TYPE,4
LSEL,A,LINE,,1452	LSEL,A,LINE,,1083	MAT,1
LSEL,A,LINE,,1423,1424	LSEL,A,LINE,,1069	SECNUM,4
LSEL,A,LINE,,1403	LSEL,A,LINE,,1053	ESIZE,all,,0.2
LSEL,A,LINE,,1388	LSEL,A,LINE,,1016	LMESH,all
LSEL,A,LINE,,1029	LSEL,A,LINE,,1179	ALLSEL
LSEL,A,LINE,,1192	LSEL,A,LINE,,1149	! suzymeti bortu isilginiai kaires
LSEL,A,LINE,,1157	LSEL,A,LINE,,1109	LSEL,S,LINE,,578
LSEL,A,LINE,,1125	LSEL,A,LINE,,1095	LSEL,A,LINE,,618
LSEL,A,LINE,,1467	LSEL,A,LINE,,1081	LSEL,A,LINE,,569
LSEL,A,LINE,,1447,1450	LSEL,A,LINE,,1067	LSEL,A,LINE,,568
LSEL,A,LINE,,1426	LSEL,A,LINE,,1056	LSEL,A,LINE,,610

LSEL,A,LINE,,554
 LSEL,A,LINE,,544,545
 LSEL,A,LINE,,602
 LSEL,A,LINE,,528,529
 LSEL,A,LINE,,594
 LSEL,A,LINE,,514
 LSEL,A,LINE,,502,503
 LSEL,A,LINE,,586
 LSEL,A,LINE,,835
 CM,BRT1K,line
 ALLSEL
 K,, -100,0.4,6.2
 CMSEL,S,BRT1K
 LATT,, ,5,,732,,beam
 ET,5,BEAM188 ! strypas beam
 SECTYPE,5,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006
 TYPE,5
 MAT,1
 SECNUM,5
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL
 ! suzymeti bortu isilginiai kaires
 LSEL,S,LINE,,577
 LSEL,A,LINE,,617
 LSEL,A,LINE,,566,567
 LSEL,A,LINE,,609
 LSEL,A,LINE,,553
 LSEL,A,LINE,,542,543
 LSEL,A,LINE,,601
 LSEL,A,LINE,,526,527
 LSEL,A,LINE,,593
 LSEL,A,LINE,,513
 LSEL,A,LINE,,504,505
 LSEL,A,LINE,,585
 LSEL,A,LINE,,837
 CM,BRT2K,line
 ALLSEL
 K,, -100,0.8,6.2
 CMSEL,S,BRT2K
 LATT,, ,6,,742,,beam
 ET,6,BEAM188 ! strypas beam
 SECTYPE,6,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006
 TYPE,6
 MAT,1
 SECNUM,6
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all

ALLSEL
 ! suzymeti bortu isilginiai kaires
 LSEL,S,LINE,,576
 LSEL,A,LINE,,616
 LSEL,A,LINE,,564,565
 LSEL,A,LINE,,608
 LSEL,A,LINE,,552
 LSEL,A,LINE,,540,541
 LSEL,A,LINE,,600
 LSEL,A,LINE,,524,525
 LSEL,A,LINE,,592
 LSEL,A,LINE,,512
 LSEL,A,LINE,,506,507
 LSEL,A,LINE,,584
 LSEL,A,LINE,,838
 CM,BRT3K,line
 ALLSEL
 K,, -100,1.2,6.2
 CMSEL,S,BRT3K
 LATT,, ,7,,748,,beam
 ET,7,BEAM188 ! strypas beam
 SECTYPE,7,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006
 TYPE,7
 MAT,1
 SECNUM,7
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL
 ! suzymeti bortu isilginiai kaires
 LSEL,S,LINE,,574
 LSEL,A,LINE,,614
 LSEL,A,LINE,,560,561
 LSEL,A,LINE,,606
 LSEL,A,LINE,,550
 LSEL,A,LINE,,536,537
 LSEL,A,LINE,,598
 LSEL,A,LINE,,520,521
 LSEL,A,LINE,,590
 LSEL,A,LINE,,510
 LSEL,A,LINE,,500,501
 LSEL,A,LINE,,582
 LSEL,A,LINE,,840
 LSEL,A,LINE,,841
 LSEL,A,LINE,,581
 LSEL,A,LINE,,498,499
 LSEL,A,LINE,,509
 LSEL,A,LINE,,589
 LSEL,A,LINE,,518,519
 LSEL,A,LINE,,597
 LSEL,A,LINE,,534,535

LSEL,A,LINE,,549
 LSEL,A,LINE,,605
 LSEL,A,LINE,,558,559
 LSEL,A,LINE,,613
 LSEL,A,LINE,,573
 CM,BRT4K,line
 ALLSEL
 CMSEL,S,BRT4K
 LATT,, ,7,,748,,beam
 ET,7,BEAM188 ! strypas beam
 SECTYPE,7,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006
 TYPE,7
 MAT,1
 SECNUM,7
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL
 ! Apsukti profilius
 LSEL,S,LINE,,235,237
 LSEL,A,LINE,,482
 LSEL,A,LINE,,389
 LSEL,A,LINE,,385
 LSEL,A,LINE,,166
 LSEL,A,LINE,,127
 LSEL,A,LINE,,79
 LSEL,A,LINE,,726
 LSEL,A,LINE,,718
 LSEL,A,LINE,,656
 LSEL,A,LINE,,372
 LSEL,A,LINE,,329,332
 LSEL,A,LINE,,1404
 LSEL,A,LINE,,342
 LSEL,A,LINE,,203
 LSEL,A,LINE,,485
 LSEL,A,LINE,,479
 LSEL,A,LINE,,484
 LSEL,A,LINE,,477
 LSEL,A,LINE,,343,346
 LSEL,A,LINE,,476
 LSEL,A,LINE,,225,226
 LSEL,A,LINE,,377
 LSEL,A,LINE,,645
 LSEL,A,LINE,,404,405
 LSEL,A,LINE,,848,849
 Lreverse,all,0
 allsel
 LSEL,S,LINE,,1157
 LSEL,A,LINE,,1155
 LSEL,A,LINE,,1153
 LSEL,A,LINE,,1150

LSEL,A,LINE,,1152	LSEL,A,LINE,,1063	LSEL,A,LINE,,537
LSEL,A,LINE,,228,233	LSEL,A,LINE,,1065	LSEL,A,LINE,,541
LSEL,A,LINE,,1467,1471	LSEL,A,LINE,,1067	LSEL,A,LINE,,543
LSEL,A,LINE,,379,384	LSEL,A,LINE,,1069	LSEL,A,LINE,,545
LSEL,A,LINE,,1452	LSEL,A,LINE,,1395	LSEL,A,LINE,,518
LSEL,A,LINE,,1455	LSEL,A,LINE,,1051	LSEL,A,LINE,,520
LSEL,A,LINE,,1421	LSEL,A,LINE,,1049	LSEL,A,LINE,,524
LSEL,A,LINE,,1460	LSEL,A,LINE,,1398	LSEL,A,LINE,,526
LSEL,A,LINE,,721	LSEL,A,LINE,,1396	LSEL,A,LINE,,528
LSEL,A,LINE,,723	LSEL,A,LINE,,1430	LSEL,A,LINE,,837
LSEL,A,LINE,,725	LSEL,A,LINE,,1072	LSEL,A,LINE,,838
LSEL,A,LINE,,1415	LSEL,A,LINE,,1074	LSEL,A,LINE,,840
LSEL,A,LINE,,674,675	LSEL,A,LINE,,1079	LSEL,A,LINE,,841
LSEL,A,LINE,,1426	LSEL,A,LINE,,1081	Lreverse,all,0
LSEL,A,LINE,,1423	LSEL,A,LINE,,1083	allsel
LSEL,A,LINE,,124	LSEL,A,LINE,,1435	! Pilersai
LSEL,A,LINE,,135	LSEL,A,LINE,,1086	LSEL,S,LINE,,1141
LSEL,A,LINE,,1402,1405	LSEL,A,LINE,,1089	LSEL,A,LINE,,261
LSEL,A,LINE,,1457	LSEL,A,LINE,,1093	LSEL,A,LINE,,1041
LSEL,A,LINE,,158	LSEL,A,LINE,,1095	LSEL,A,LINE,,11
LSEL,A,LINE,,160	LSEL,A,LINE,,1097	ET,8,BEAM188 ! strypas beam
LSEL,A,LINE,,162	LSEL,A,LINE,,1433	SECTYPE,8,BEAM,HREC ! skerspjuvis
LSEL,A,LINE,,1450	LSEL,A,LINE,,1443	vamzdis
LSEL,A,LINE,,1412	LSEL,A,LINE,,1440	SECDATA,0.1,0.1,0.0063,0.0063,0.0063,
LSEL,A,LINE,,1389	LSEL,A,LINE,,1438	0.0063
LSEL,A,LINE,,1043	LSEL,A,LINE,,1107	TYPE,8
LSEL,A,LINE,,1376	LSEL,A,LINE,,1109	MAT,1
LSEL,A,LINE,,1377,1380	LSEL,A,LINE,,1111	SECNUM,8
LSEL,A,LINE,,1419	LSEL,A,LINE,,1113	LESIZE,all,,12
LSEL,A,LINE,,1408	LSEL,A,LINE,,1463	LMESH,all
LSEL,A,LINE,,122	LSEL,A,LINE,,1464	ALLSEL
LSEL,A,LINE,,71	LSEL,A,LINE,,1149	! suzymeti bortu isilginiai desines
LSEL,A,LINE,,1382,1383	LSEL,A,LINE,,1167	LSEL,S,LINE,,1360
LSEL,A,LINE,,856	LSEL,A,LINE,,1165	LSEL,A,LINE,,857,872
LSEL,A,LINE,,134	LSEL,A,LINE,,1163	CM,BRT1D,line
LSEL,A,LINE,,720	LSEL,A,LINE,,1161	ALLSEL
LSEL,A,LINE,,72	LSEL,A,LINE,,1142	K,,100,0.4,6.2
LSEL,A,LINE,,123	LSEL,A,LINE,,1145	CMSEL,S,BRT1D
LSEL,A,LINE,,126	LSEL,A,LINE,,1172	LATT,,7,,776,,beam
LSEL,A,LINE,,739	LSEL,A,LINE,,1175	ET,7,BEAM188 ! strypas beam
LSEL,A,LINE,,732	LSEL,A,LINE,,1047	SECTYPE,7,BEAM,L ! skerspjuvis
LSEL,A,LINE,,851,855	Lreverse,all,0	kamputotis
LSEL,A,LINE,,658	allsel	SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006
LSEL,A,LINE,,75	LSEL,S,LINE,,573,578	TYPE,7
LSEL,A,LINE,,620	LSEL,A,LINE,,558	MAT,1
LSEL,A,LINE,,733	LSEL,A,LINE,,560	SECNUM,7
LSEL,A,LINE,,402	LSEL,A,LINE,,564	ESIZE,all,,0.2
Lreverse,all,0	LSEL,A,LINE,,566	LMESH,all
allsel	LSEL,A,LINE,,568	ALLSEL
LSEL,S,LINE,,1368,1374	LSEL,A,LINE,,535	! suzymeti bortu isilginiai desines

LSEL,S,LINE,,1362
 LSEL,A,LINE,,891,906
 CM,BRT2D,line
 ALLSEL
 K,,100,0.8,6.2
 CMSEL,S,BRT2D
 LATT,,,7,,777,,beam
 ET,7,BEAM188 ! strypas beam
 SECTYPE,7,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006
 TYPE,7
 MAT,1
 SECNUM,7
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL
 ! suzymeti bortu isilginiai desines
 LSEL,S,LINE,,1363
 LSEL,A,LINE,,909,924
 CM,BRT3D,line
 ALLSEL

 K,,100,1.2,6.2

 CMSEL,S,BRT3D
 LATT,,,7,,778,,beam

 ET,7,BEAM188 ! strypas beam

 SECTYPE,7,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006

 TYPE,7
 MAT,1
 SECNUM,7
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL

 ! suzymeti bortu isilginiai desines
 LSEL,S,LINE,,1365
 LSEL,A,LINE,,945,960
 LSEL,A,LINE,,1366
 LSEL,A,LINE,,963,978
 CM,BRT4D,line
 ALLSEL

 K,,100,1.2,6.2

 CMSEL,S,BRT4D

LATT,,,7,,778,,beam

 ET,7,BEAM188 ! strypas beam

 SECTYPE,7,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006

 TYPE,7
 MAT,1
 SECNUM,7
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL

 LSEL,S,LINE,,1365,1366
 LSEL,A,LINE,,1362,1363
 LSEL,A,LINE,,862
 LSEL,A,LINE,,896
 LSEL,A,LINE,,914
 LSEL,A,LINE,,950
 LSEL,A,LINE,,968
 LSEL,A,LINE,,865
 LSEL,A,LINE,,899
 LSEL,A,LINE,,917
 LSEL,A,LINE,,953
 LSEL,A,LINE,,971
 LSEL,A,LINE,,869
 LSEL,A,LINE,,903
 LSEL,A,LINE,,921
 LSEL,A,LINE,,957
 LSEL,A,LINE,,975
 LSEL,A,LINE,,872
 LSEL,A,LINE,,906
 LSEL,A,LINE,,924
 LSEL,A,LINE,,960
 LSEL,A,LINE,,978
 Lreverse,all,0
 allsel
 ! Spanhauto 24 denio
 LSEL,S,LINE,,284,297
 LSEL,A,LINE,,1040
 LSEL,A,LINE,,1037
 LSEL,A,LINE,,1034
 LSEL,A,LINE,,1031
 LSEL,A,LINE,,1026
 LSEL,A,LINE,,1004
 LSEL,A,LINE,,1008
 LSEL,A,LINE,,1011
 LSEL,A,LINE,,1014
 LSEL,A,LINE,,1017
 LSEL,A,LINE,,1020

LSEL,A,LINE,,1023
 LSEL,A,LINE,,1025
 LSEL,A,LINE,,998,999
 LSEL,A,LINE,,980
 LSEL,A,LINE,,962
 LSEL,A,LINE,,944
 LSEL,A,LINE,,926
 LSEL,A,LINE,,908
 LSEL,A,LINE,,890
 LSEL,A,LINE,,298,304
 CM,SPD24,line
 ALLSEL
 K,,0,0,1.12

 ! spanhautai
 CMSEL,S,SPD24
 LATT,,,9,,780,,beam

 ET,9,BEAM188 ! strypas beam

 SECTYPE,9,BEAM,T ! skerspjuvis T
 forma
 SECDATA,0.10,-0.206,0.006,0.006

 TYPE,9
 MAT,1
 SECNUM,9
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL

 L,616,599
 L,599,582
 L,582,565
 L,565,548
 L,548,531
 L,531,497
 L,497,529

 K,,0,0,3.15

 ! Spanhauto 27 denio
 LSEL,S,LINE,,268,276
 LSEL,A,LINE,,400,401
 LSEL,A,LINE,,264,266
 LSEL,A,LINE,,221
 LSEL,A,LINE,,1039
 LSEL,A,LINE,,1036
 LSEL,A,LINE,,1033
 LSEL,A,LINE,,1030
 LSEL,A,LINE,,1027,1028
 LSEL,A,LINE,,1002

LSEL,A,LINE,,1006	LSEL,A,LINE,,1420	LSEL,S,LINE,,86,92
LSEL,A,LINE,,1009	LSEL,A,LINE,,1422	LSEL,A,LINE,,173
LSEL,A,LINE,,1012	LSEL,A,LINE,,1425	LSEL,A,LINE,,182,185
LSEL,A,LINE,,1015	LSEL,A,LINE,,1427	LSEL,A,LINE,,387,388
LSEL,A,LINE,,1018	LSEL,A,LINE,,1429	LSEL,A,LINE,,174,180
LSEL,A,LINE,,1021	LSEL,A,LINE,,1432	LSEL,A,LINE,,172
LSEL,A,LINE,,1024	LSEL,A,LINE,,1434	LSEL,A,LINE,,1458
LSEL,A,LINE,,1000	LSEL,A,LINE,,1436,1437	LSEL,A,LINE,,1456
LSEL,A,LINE,,277,283	LSEL,A,LINE,,1084	LSEL,A,LINE,,1453
LSEL,A,LINE,,1171	LSEL,A,LINE,,1082	LSEL,A,LINE,,1451
LSEL,A,LINE,,1202	LSEL,A,LINE,,1080	LSEL,A,LINE,,1446
LSEL,A,LINE,,1254	LSEL,A,LINE,,1078	LSEL,A,LINE,,1444
LSEL,A,LINE,,1256	LSEL,A,LINE,,1076	LSEL,A,LINE,,1441
LSEL,A,LINE,,1258	LSEL,A,LINE,,1358	LSEL,A,LINE,,1439
LSEL,A,LINE,,1354	LSEL,A,LINE,,1381	LSEL,A,LINE,,1103
LSEL,A,LINE,,1356	LSEL,A,LINE,,1385	LSEL,A,LINE,,1098
CM,SPD27,line	LSEL,A,LINE,,1414	LSEL,A,LINE,,1096
ALLSEL	LSEL,A,LINE,,1462	LSEL,A,LINE,,1094
	LSEL,A,LINE,,1472	LSEL,A,LINE,,1092
! spanhautai	LSEL,A,line,,1418	LSEL,A,LINE,,1090
CMSEL,S,SPD27	CM,SPD34,line	LSEL,A,LINE,,1473,1479
LATT,,,9,,840,,beam	ALLSEL	LSEL,A,LINE,,1461
		CM,SPD37,line
ET,9,BEAM188 ! strypas beam	! spanhautai	ALLSEL
	CMSEL,S,SPD34	
SECTYPE,9,BEAM,T ! skerspjuvis T	LATT,,,9,,87,,beam	! spanhautai
forma		CMSEL,S,SPD37
SECDATA,0.10,-0.206,0.006,0.006	ET,9,BEAM188 ! strypas beam	LATT,,,9,,111,,beam
TYPE,9	SECTYPE,9,BEAM,T ! skerspjuvis T	ET,9,BEAM188 ! strypas beam
MAT,1	forma	
SECNUM,9	SECDATA,0.10,-0.206,0.006,0.006	SECTYPE,9,BEAM,T ! skerspjuvis T
ESIZE,all,,,0.2		forma
LMESH,all	TYPE,9	SECDATA,0.10,-0.206,0.006,0.006
ALLSEL	MAT,1	
L,622,605	SECNUM,9	TYPE,9
L,605,588	ESIZE,all,,,0.2	MAT,1
L,588,571	LMESH,all	SECNUM,9
L,571,554	ALLSEL	ESIZE,all,,,0.2
L,554,537		LMESH,all
L,537,503		ALLSEL
L,503,524	L,625,608	
! Spanhauto 34 denio	L,608,591	L,626,609
LSEL,S,LINE,,3,9	L,591,574	L,609,592
LSEL,A,LINE,,137	L,574,557	L,592,575
LSEL,A,LINE,,147,149	L,557,540	L,575,558
LSEL,A,LINE,,378	L,540,506	L,558,541
LSEL,A,LINE,,136,145	L,506,521	L,541,507
LSEL,A,LINE,,376		L,507,520
LSEL,A,LINE,,1417	! Spanhauto 37 denio	

L,629,612	! Spanhauto 43 denio	
L,612,595	LSEL,S,LINE,,1487,1493	TYPE,9
L,595,578	LSEL,A,LINE,,1146	MAT,1
L,578,561	LSEL,A,LINE,,1148	SECNUM,9
L,561,544	LSEL,A,LINE,,1168,1169	ESIZE,all,,0.2
L,544,510	LSEL,A,LINE,,1166	LMESH,all
L,510,517	LSEL,A,LINE,,1164	ALLSEL
	LSEL,A,LINE,,1162	
! Spanhauto 39 denio	LSEL,A,LINE,,1160	L,620,603
LSEL,S,LINE,,1480,1486	LSEL,A,LINE,,1158	L,603,586
LSEL,A,LINE,,1104	LSEL,A,LINE,,1156	L,586,569
LSEL,A,LINE,,1106	LSEL,A,LINE,,1154	L,569,552
LSEL,A,LINE,,1108	LSEL,A,LINE,,1151	
LSEL,A,LINE,,1110	LSEL,A,LINE,,1170	L,621,604
LSEL,A,LINE,,1112	LSEL,A,LINE,,241,253	L,604,587
LSEL,A,LINE,,1114	LSEL,A,LINE,,93,98	L,587,570
LSEL,A,LINE,,1117	LSEL,A,LINE,,151	L,570,553
LSEL,A,LINE,,1120	CM,SPD43,line	
LSEL,A,LINE,,1123	ALLSEL	L,623,606
LSEL,A,LINE,,1126		L,606,589
LSEL,A,LINE,,1130	! spanhautai	L,589,572
LSEL,A,LINE,,1133	CMSEL,S,SPD43	L,572,555
LSEL,A,LINE,,1136	LATT,,,9,,158,,beam	
LSEL,A,LINE,,1139		L,624,607
LSEL,A,LINE,,208,219	ET,9,BEAM188 ! strypas beam	L,607,590
LSEL,A,LINE,,193,194		L,590,573
LSEL,A,LINE,,53	SECTYPE,9,BEAM,T ! skerspjuvis T	L,573,556
LSEL,A,LINE,,70	forma	
LSEL,A,LINE,,85	SECDATA,0.10,-0.206,0.006,0.006	L,627,610
LSEL,A,LINE,,101,104		L,610,593
	TYPE,9	L,593,576
CM,SPD39,line	MAT,1	L,576,559
ALLSEL	SECNUM,9	
	ESIZE,all,,0.2	L,628,611
! spanhautai	LMESH,all	L,611,594
CMSEL,S,SPD39	ALLSEL	L,594,577
LATT,,,9,,136,,beam		L,577,560
	! FR 31+550 T forma	
ET,9,BEAM188 ! strypas beam		L,630,613
	LSEL,S,LINE,,1409	L,613,596
SECTYPE,9,BEAM,T ! skerspjuvis T	LSEL,A,LINE,,1411	L,596,579
forma	LSEL,A,LINE,,1413	L,579,562
SECDATA,0.10,-0.206,0.006,0.006	LSEL,A,LINE,,99	
	LSEL,A,LINE,,105,106	L,631,614
TYPE,9		L,614,597
MAT,1	LATT,,,9,,52,,beam	L,597,580
SECNUM,9		L,580,563
ESIZE,all,,0.2	ET,9,BEAM188 ! strypas beam	
LMESH,all		K,,0,0,6.79
ALLSEL	SECTYPE,9,BEAM,T ! skerspjuvis T	K,,0,0,7.41
	forma	K,,0,0,8.54
	SECDATA,0.10,-0.206,0.006,0.006	K,,0,0,9.19

K,,0,0,11.7	SECNUM,10	ESIZE,all,,0.2
K,,0,0,12.3	ESIZE,all,,0.2	LMESH,all
K,,0,0,13.7	LMESH,all	ALLSEL
K,,0,0,14.4	ALLSEL	
! suzymeti sutvirtinimai	! suzymeti sutvirtinimai	! suzymeti sutvirtinimai
LSEL,S,LINE,,197	LSEL,S,LINE,,1087	LSEL,S,LINE,,427,428
LSEL,A,LINE,,39	LSEL,A,LINE,,1502,1505	LSEL,A,LINE,,446,448
LSEL,A,LINE,,113	LSEL,A,LINE,,306,308	LSEL,A,LINE,,1143
LSEL,A,LINE,,146	LSEL,A,LINE,,324,325	LSEL,A,LINE,,1510,1513
LSEL,A,LINE,,167	CM,SPST3,line	CM,SPST5,line
LSEL,A,LINE,,1073	ALLSEL	ALLSEL
LSEL,A,LINE,,1494,1497		CMSEL,S,SPST5
CM,SPST1,line	CMSEL,S,SPST3	LATT,,,10,,856,,beam
ALLSEL	LATT,,,10,,843,,beam	
		ET,10,BEAM188 ! strypas beam
CMSEL,S,SPST1	ET,10,BEAM188 ! strypas beam	
LATT,,,10,,841,,beam		SECTYPE,10,BEAM,L ! skerspjuvis
	SECTYPE,10,BEAM,L ! skerspjuvis	kampuotis
ET,10,BEAM188 ! strypas beam	kampuotis	SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006
	SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006	
SECTYPE,10,BEAM,L ! skerspjuvis		TYPE,10
kampuotis	TYPE,10	MAT,1
SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006	MAT,1	SECNUM,10
	SECNUM,10	ESIZE,all,,0.2
TYPE,10	ESIZE,all,,0.2	LMESH,all
MAT,1	LMESH,all	ALLSEL
SECNUM,10	ALLSEL	
ESIZE,all,,0.2		! suzymeti sutvirtinimai
LMESH,all	! suzymeti sutvirtinimai	LSEL,S,LINE,,1144
ALLSEL	LSEL,S,LINE,,356,357	LSEL,A,LINE,,1514,1517
	LSEL,A,LINE,,361,362	LSEL,A,LINE,,452,456
! suzymeti sutvirtinimai	LSEL,A,LINE,,365	CM,SPST6,line
LSEL,S,LINE,,198,202	LSEL,A,LINE,,1088	ALLSEL
LSEL,A,LINE,,1075	LSEL,A,LINE,,1506,1509	
LSEL,A,LINE,,1498,1501	CM,SPST4,line	CMSEL,S,SPST6
CM,SPST2,line	ALLSEL	LATT,,,10,,859,,beam
ALLSEL		
	CMSEL,S,SPST4	ET,10,BEAM188 ! strypas beam
CMSEL,S,SPST2	LATT,,,10,,844,,beam	
LATT,,,10,,842,,beam		SECTYPE,10,BEAM,L ! skerspjuvis
	ET,10,BEAM188 ! strypas beam	kampuotis
ET,10,BEAM188 ! strypas beam		SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006
	SECTYPE,10,BEAM,L ! skerspjuvis	
SECTYPE,10,BEAM,L ! skerspjuvis	kampuotis	TYPE,10
kampuotis	SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006	MAT,1
SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006		SECNUM,10
	TYPE,10	ESIZE,all,,0.2
TYPE,10	MAT,1	LMESH,all
MAT,1	SECNUM,10	ALLSEL

! suzymeti sutvirtinimai		A,890,898,897,896,889,267
LSEL,S,LINE,,460,464	SECTYPE,8,BEAM,HREC ! skerspjuvis	A,890,267,893,894
LSEL,A,LINE,,1173	vamzdis	A,889,892,893,267
LSEL,A,LINE,,1518,1521	SECDATA,0.1,0.1,0.0063,0.0063,0.0063,	
CM,SPST7,line	0.0063	AGEN,5,432,,0.4
ALLSEL		AGEN,3,433,437,1,0.8
	TYPE,8	
CMSEL,S,SPST7	MAT,1	
LATT,,,10,,884,,beam	SECNUM,8	LCSL,all
	LESIZE,all,,12	nummrg,all
ET,10,BEAM188 ! strypas beam	LMESH,all	
	ALLSEL	A,244,239,284,901
SECTYPE,10,BEAM,L ! skerspjuvis	K,,0.8,0,1.12	A,901,284,285,908
kampuotis	K,,2.8,0,1.12	A,908,285,286,915
SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006	A,215,484,486,485,887	A,915,286,287,922
	A,220,474,475,888	A,922,287,238,243
TYPE,10	A,215,216,217,218,219,220,888,887	
MAT,1	ASEL,S,AREA,,429,431	A,244,250,900,901
SECNUM,10		A,900,901,908,907
ESIZE,all,,0.2	ET,11,SHELL181	A,907,908,915,914
LMESH,all		A,914,921,922,915
ALLSEL	SECTYPE,11,SHELL	A,921,922,243,249
	SECDATA,0.01	KGEN,2,288,,0.88
! suzymeti sutvirtinimai		KGEN,2,289,292,1,,0.88
LSEL,S,LINE,,468,472	TYPE,11	KGEN,2,283,,0.88
LSEL,A,LINE,,1174	MAT,1	
LSEL,A,LINE,,1522,1525	SECNUM,11	L,288,779
CM,SPST8,line		L,292,931
ALLSEL	ESIZE,0.1	L,289,903
	AMESH,all	L,291,928
CMSEL,S,SPST8		L,290,917
LATT,,,10,,885,,beam	ALLSEL	L,283,936
	L,250,244	LCSL,all
ET,10,BEAM188 ! strypas beam	K,,0.2,5,10.48	
	K,,0.3,1,10.48	LGEN,2,1622,,0.2
SECTYPE,10,BEAM,L ! skerspjuvis	K,,0.3,21,10.36	LGEN,2,1655,1659,1,,0.2
kampuotis	L,244,889	LGEN,2,1621,,0.2
SECDATA,0.020,-0.080,0.012,0.006	L,889,267	LCSL,all
	L,267,890	
TYPE,10	L,890,891	
MAT,1	L,259,891	L,296,954
SECNUM,10		L,394,959
ESIZE,all,,0.2	LGEN,2,1534,1536,1,0.05	L,295,958
LMESH,all	LGEN,2,1534,1536,1,-0.05	L,387,956
ALLSEL	L,895,891	
	L,891,899	
K,, -2.35,0,1.12	L,892,889	ASKIN,1622,412
L,637,886	L,889,896	ASKIN,1659,438
	LCSL,422,1538	ASKIN,1658,437
LSEL,S,LINE,,1526	AL,1532,1533,1534,1535,1536,1537,355	ASKIN,1657,436
	A,890,898,899,891	ASKIN,1656,435
ET,8,BEAM188 ! strypas beam	A,891,895,894,890	ASKIN,1655,434

ASKIN,1621,411	L,280,1015	
	L,279,1014	A,1028,1063,1064,260
ASKIN,1622,311,1631	L,278,1013	A,260,1060,1059,1028
ASKIN,1659,1673,1643	L,277,1012	A,260,1064,1065,1029
ASKIN,1658,1605,1647	L,276,1011	A,260,1060,1061,1029
ASKIN,1657,1598,1646	LGEN,2,309,,,0.2	A,1029,1030,1066,1065
ASKIN,1656,1590,1649	LC SL,all	A,1029,1030,1062,1061
ASKIN,1655,316,1650	nummrg,all	
ASKIN,1621,1674,1630		AGEN,3,522,527,1,0.8
LC SL,all	A,283,106,72,11,280,1019,1010,1009,100	
	3,997,991,985,979,971,968,937	A,191,192,193,194,195,235,240,1052,104
LSEL,S,LINE,,1615	A,937,242,968	5,1038,1031,245
LSEL,A,LINE,,349,353	A,242,968,971,969	A,251,1037,1031,245
LGEN,2,all,,,,-0.076	A,969,971,979,967	A,1031,1037,1044,1038
allsel	A,979,967,980,985	A,1038,1044,1051,1045
KGEN,2,264,,,,-0.204	A,985,980,986,991	A,1045,1051,1058,1052
A,248,256,964,264,968,242,961	A,991,986,992,997	A,246,1016,240,1052,1058
KGEN,2,242,,,,-0.4	A,997,992,998,1003	nummrg,all
KGEN,2,248,,,,-0.4	A,1003,998,1004,1009	
L,969,970	A,1009,1004,241,1010	A,252,1030,1062,1035,1036
LGEN,2,1689,,,,-0.1	A,1010,241,1019	A,1036,1035,1075,1042,1043
		A,1043,1042,1076,1049,1050
LC SL,1690,351,1654,651	ASKIN,1781,408	A,1050,1049,1087,1056,1057
LC SL,1689,310,315	ASKIN,1802,432	A,1057,1056,1088,960,253
nummrg,all	ASKIN,1803,431	A,253,960,962,254
	ASKIN,1804,430	A,254,962,963,255
A,969,970,972,974,973,971	ASKIN,1805,429	A,255,963,1007,1006
	ASKIN,407,1779	A,1006,1007,1001,1000
AGEN,5,477,,,,,-0.4		A,1000,1001,995,994
AGEN,2,481,,,,,-0.95	ASKIN,1781,1801,1783	A,994,995,989,988
AGEN,2,482,,,,,-0.4	ASKIN,1802,1814,1797	A,988,989,983,982
LC SL,all	ASKIN,1803,1813,1795	A,982,983,977,976
nummrg,all	ASKIN,1804,1812,1793	A,976,977,974,972
	ASKIN,1805,1811,1791	A,972,974,964,256
A,237,242,969,967,980,986,992,998,1004	ASKIN,1779,1800,1782	A,256,964,965,257
,241,236		A,257,965,966,258
A,242,961,248,970,969	L,1027,386	A,258,966,944,926,927
A,969,970,975,967	L,294,1025	A,927,926,942,919,920
A,967,975,981,980	L,293,1023	A,920,919,932,912,913
A,980,981,987,986		A,913,912,930,905,906
A,986,987,993,992	KGEN,2,260,,,,-0.204	A,906,905,895,891,259
A,993,992,998,999	L,245,1028	
A,998,999,1005,1004	KGEN,2,1028,,,0.6	KGEN,2,262,,,0.586
A,1005,1004,241,247	KGEN,2,252,,,,-0.076	KGEN,2,265,,,0.586
	A,245,1028,260,1029,1030,252,251,245	L,247,1039
KGEN,2,11,,,0.09	AGEN,5,517,,,0.4	L,1039,253
A,1010,241,247,255,963,263	LGEN,2,1827,1829,1,0.05	L,248,1068
	LGEN,2,1827,1829,1,-0.05	L,1068,258
KGEN,2,276,280,1,,0.88	LC SL,all	
	nummrg,all	! Palanges pavirsius

A,250,259,906,900	LSEL,U,line,,651	ASEL,A,AREA,,494
A,906,900,907,913	LSEL,A,line,,621,632	ASEL,A,AREA,,648
A,913,907,914,920	LSEL,A,line,,1549	CM,vairdug1,AREA
A,920,914,921,927	LSEL,A,line,,1620	! Pavirsius
A,927,921,249,258	LSEL,A,line,,1623,1624	ET,12,SHELL181
	LSEL,A,line,,1617,1618	
AL,353,352,1668,1933,1934	LSEL,A,line,,421	SECTYPE,12,SHELL
AL,1934,1935,1631,1643,1647,1646,164	LSEL,A,line,,1589	SECDATA,0.008
9,1650,1630,1933	LSEL,A,line,,1606	
A,256,972,970,248	LSEL,A,line,,417,419	TYPE,12
A,972,970,975,976	LSEL,A,line,,1694	MAT,1
A,976,975,981,982	LSEL,A,line,,1752	SECNUM,12
A,982,981,987,988	LSEL,A,line,,1761	
A,988,987,993,994	LSEL,A,line,,1739,1745	ESIZE,0.05
A,994,993,999,1000	LSEL,A,line,,1774	AMESH,all
A,1000,999,1005,1006	LSEL,A,line,,1823,1825	
A,1006,1005,247,255	LSEL,A,line,,442	allsel
A,252,251,1037,1036	LSEL,A,line,,1876	
A,1036,1037,1044,1043	LSEL,A,line,,1880	ASEL,S,AREA,,649,658
A,1043,1044,1051,1050	LSEL,A,line,,1941	ASEL,A,AREA,,495,504
A,1050,1051,1058,1057	LSEL,A,line,,1996,1997	CM,vairdug2,AREA
A,1057,1058,246,253	LSEL,A,line,,1939	
AL,1931,1783,1797,1795,1793,1791,178	LSEL,A,line,,489,490	! Pavirsius
2,1936,1932	LSEL,A,line,,359,360	ET,13,SHELL181
A,255,247,1039,254	LSEL,A,line,,363,364	
A,253,254,1039	LSEL,A,line,,76	SECTYPE,13,SHELL
	LSEL,A,line,,444,445	SECDATA,0.030
!Vairine veidrodis	LSEL,A,line,,358	
ASEL,S,AREA,,437,590,1	LSEL,A,line,,488	TYPE,13
ASEL,U,AREA,,522,527,1	LSEL,A,line,,443	MAT,1
ASEL,U,AREA,,517	LSEL,A,line,,227	SECNUM,13
CM,vairapc1,AREA	LSEL,A,line,,240	
ARSYM,X,ALL	LSEL,A,line,,171	ESIZE,0.05
NUMMRG,ALL	LSEL,A,line,,132	AMESH,all
CM,vairapc2,AREA	LSYMM,X,all	allsel
ALLSEL	CM,vairgrind1,LINE	ASEL,S,AREA,,623,629
	allsel	ASEL,A,AREA,,639,646
LCSL,all	NUMMRG,ALL	ASEL,A,AREA,,665,670
nummrg,all		ASEL,A,AREA,,688,692
! grindys veidrodis	ASEL,S,AREA,,484	ASEL,A,AREA,,541,545
	ASEL,A,AREA,,505,510	ASEL,A,AREA,,511,516
LSEL,S,line,,634,716	ASEL,A,AREA,,540	ASEL,A,AREA,,485,492
LSEL,U,line,,658	ASEL,A,AREA,,687	ASEL,A,AREA,,469,475
LSEL,U,line,,656	ASEL,A,AREA,,659,664	ASEL,A,AREA,,457,461
LSEL,U,line,,640	ASEL,A,AREA,,638	ASEL,A,AREA,,611,615
LSEL,U,line,,702	ASEL,A,AREA,,616,622	CM,vairson1,AREA
LSEL,U,line,,648	ASEL,A,AREA,,606,610	ASEL,S,AREA,,715,729
LSEL,U,line,,645	ASEL,A,AREA,,452,456	ASEL,A,AREA,,730,737
LSEL,U,line,,642	ASEL,A,AREA,,462,468	ASEL,A,AREA,,568,590
		CM,vairpal1,AREA

	LSEL,A,LINE,,1591	Lreverse,623,0
! Vairines palange	LSEL,A,LINE,,1632	Lreverse,2326,0
ET,15,SHELL181	LSEL,A,LINE,,1548	Lreverse,2327,0
	LSEL,A,LINE,,1940	Lreverse,2312,0
MP,EX,2,71e9 ! Tamprumo modulis.	LSEL,A,LINE,,1979	Lreverse,2331,0
Aluminis NV 5083 H116/321.	LSEL,A,LINE,,1992	Lreverse,641,0
MP,NUXY,2,0.33 ! Puanson koef.	LSEL,A,LINE,,2222,2223	Lreverse,665,0
MP,DENS,2,2660 ! Medžiagos tankis	LSEL,A,LINE,,2208,2209	Lreverse,666,0
	LSEL,A,LINE,,318	Lreverse,1774,0
SECTYPE,15,SHELL	LSEL,A,LINE,,1875	Lreverse,1741,0
SECDATA,0.006	LSEL,A,LINE,,1878	Lreverse,1743,0
	LSEL,A,LINE,,1883	Lreverse,647,0
TYPE,15	LSEL,A,LINE,,1908	Lreverse,701,0
MAT,2	LSEL,A,LINE,,1910	Lreverse,2314,0
SECNUM,15		Lreverse,2334,0
	LATT,,,17,,10000,,beam	Lreverse,644,0
ESIZE,0.05		Lreverse,668,0
AMESH,all	ET,17,BEAM188 ! strypas beam	Lreverse,669,0
		Lreverse,2317,0
allsel	SECTYPE,17,BEAM,L ! skerspjuvis	Lreverse,2367,0
CMSEL,S,vairapc2	kampuotis	Lreverse,2368,0
CMSEL,U,vairdug1	SECDATA,0.050,0.075,0.005,0.005	Lreverse,2390,0
CMSEL,U,vairdug2		Lreverse,2392,0
CMSEL,U,vairson1	TYPE,17	Lreverse,2394,0
CMSEL,U,vairpal1	MAT,2	Lreverse,2159,0
ASEL,A,AREA,,522,527,1	SECNUM,17	Lreverse,2251,0
ASEL,A,AREA,,517	ESIZE,all,,0.05	Lreverse,2364,0
ASEL,A,AREA,,432,437	LMESH,all	
ASEL,A,AREA,,591	ALLSEL	Lreverse,2371,0
	Lreverse,1939,0	Lreverse,2370,0
! Vairines palange	Lreverse,1996,0	Lreverse,2319,0
ET,16,SHELL181	Lreverse,1880,0	Lreverse,2321,0
	Lreverse,2404,0	Lreverse,2373,0
SECTYPE,16,SHELL	Lreverse,2208,0	Lreverse,2374,0
SECDATA,0.008	Lreverse,2209,0	Lreverse,2322,0
	Lreverse,2406,0	Lreverse,2377,0
TYPE,16	Lreverse,2222,0	Lreverse,2378,0
MAT,2	Lreverse,2223,0	
SECNUM,16	Lreverse,2022,0	Lreverse,2383,0
	Lreverse,2033,0	Lreverse,2386,0
ESIZE,0.05	Lreverse,659,0	Lreverse,1548,0
AMESH,all	Lreverse,660,0	Lreverse,2380,0
	Lreverse,638,0	Lreverse,1620,0
allsel	Lreverse,2244,0	
K,10000,0,-100,6.2	Lreverse,2401,0	Lreverse,1607,0
CMSEL,S,vairgrind1	Lreverse,1825,0	Lreverse,1624,0
LSEL,U,LINE,,76	Lreverse,418,0	Lreverse,1591,0
LSEL,U,LINE,,1876	Lreverse,664,0	Lreverse,636,0
LSEL,A,LINE,,1607	Lreverse,661,0	Lreverse,421,0
LSEL,A,LINE,,1644	Lreverse,639,0	Lreverse,1761,0

Lreverse,1745,0	TYPE,19	K,,3.7,5.2,5
Lreverse,1752,0	MAT,2	K,,3.7,5.2,6.78
Lreverse,1694,0	SECNUM,19	L,1355,1356
Lreverse,624,0	ESIZE,all,,0.1	K,,2.95,5.2,3.82
Lreverse,626,0	LMESH,all	L,1355,1357
	ALLSEL	L,1357,1353
LSEL,S,LINE,,1691		K,,4.2,5.2,6.78
LSEL,A,LINE,,1693	A,391,389,408,418	L,1356,1358
LSEL,A,LINE,,1726,1727	A,408,418,417,406	K,,4.2,5.2,8.92
LSEL,A,LINE,,1720,1721	A,417,406,404,416	L,1358,1359
LSEL,A,LINE,,1702,1703	A,1316,1320,1349,1340	K,,0.5,2,11.2
LSEL,A,LINE,,1672	A,1340,1349,1348,1337	K,,1.83,5.2,11.2
LSEL,A,LINE,,1678	A,1337,1348,1234,1292	L,1360,1361
LSEL,A,LINE,,2062,2063		K,,3.24,5.2,10.45
LSEL,A,LINE,,2080,2081	ASEL,S,AREA,,738,743	L,1361,1362
LSEL,A,LINE,,2092,2093		L,1362,1359
LSEL,A,LINE,,2098,2099	!	
LSEL,A,LINE,,2130,2131	ET,20,SHELL181	LDEL,311
ET,18,BEAM188 ! strypas beam	SECTYPE,20,SHELL	LCSL,all
	SECDATA,0.003	NUMMRG,all
SECTYPE,18,BEAM,L ! skerspjuvis		!Buvusi klaida.....
kampuotis	TYPE,20	
SECDATA,0.010,0.092,0.008,0.008	MAT,2	CMSEL,S,vairson1
	SECNUM,20	
TYPE,18		!Vairines sonai
MAT,2	ESIZE,0.05	ET,14,SHELL181
SECNUM,18	AMESH,all	
ESIZE,all,,0.1		SECTYPE,14,SHELL
LMESH,all	allsel	SECDATA,0.010
ALLSEL	K,,0.5,2,2.74	
LSEL,S,LINE,,2043,2044	K,,2.53,5.2,2.74	TYPE,14
LSEL,A,LINE,,2046,2049	K,,4.63,5.2,4.84	MAT,2
LSEL,A,LINE,,2052,2053	K,,4.63,5.2,9.49	SECNUM,14
LSEL,A,LINE,,2055	K,,2.53,5.2,11.59	
LSEL,A,LINE,,1682	K,,0.5,2,11.59	ESIZE,0.05
LSEL,A,LINE,,1683,1687		AMESH,all
LSEL,A,LINE,,1675,1677	L,1074,1080	
LSEL,A,LINE,,1817,1820	L,1080,1132	allsel
LSEL,A,LINE,,2173	L,1132,1134	
LSEL,A,LINE,,2171	L,1134,1136	LDEL,2482,2489,1
LSEL,A,LINE,,2168,2169	L,1136,1139	
LSEL,A,LINE,,2166	L,1139,1074	A,253,1057,1050,1043,1036,252,1354,13
	LGEN,11,2412,,0.4	74,1376,1378,1390,1380,1353
LATT,,,19,,376,,beam	LGEN,2,2415,,0.2	A,253,1039,1357,1402,1384,1382,1353
	LGEN,2,2411,,,-2.1	A,1039,247,1355,1399,1401,1357
ET,19,BEAM188 ! strypas beam	L,1336,1134	A,247,1005,999,993,1356,1398,1355
	LGEN,2,2424,2425,,,-3.548	A,993,1356,1400,1358
SECTYPE,19,BEAM,L ! skerspjuvis		A,993,987,981,975,970,248,1359,1358
kampuotis	K,,1.7,5.2,3.39	A,258,927,1379,1361
SECDATA,0.010,0.142,0.008,0.008	K,,0.5,2,3.39	A,1360,1373,1375,1377,1389,1379,927,9
	L,1353,1354	20,913,906,259

A,248,1359,1403	LSEL,A,LINE,,2456	LGEN,2,all,,,-0.6,0.4
A,1419,1403,248	LSEL,A,LINE,,2466	allsel
A,248,1419,1068	LSEL,A,LINE,,2470,2471	
A,1068,1419,1405	LSEL,A,LINE,,2476	LSEL,S,LINE,,2483,2484
A,1405,1068,1362	LSEL,A,LINE,,2448,2449	LSEL,A,LINE,,2486
A,1362,1068,1404	LSEL,A,LINE,,2522,2524	LSEL,A,LINE,,2488
A,1068,1404,1412	LSEL,A,LINE,,2518,2520	LSEL,A,LINE,,2600,2601
A,1412,1068,1383	LSEL,A,LINE,,2439,2444	LSEL,A,LINE,,2604
A,1383,1068,258	LSEL,A,LINE,,2478	LSEL,A,LINE,,2436
A,1383,258,1381	LSEL,A,LINE,,2473,2474	LSEL,A,LINE,,2609,2611
A,1361,1381,258	LSEL,A,LINE,,2468	LSEL,A,LINE,,2482
	LSEL,A,LINE,,2458	LGEN,2,all,,0.4,-0.6
A,1360,1373,1393,1339	LSEL,A,LINE,,2454	allsel
A,1373,1375,1410,1393	LSEL,A,LINE,,2437	
A,1375,1377,1407,1410	LGEN,2,all,,0.12	L,1504,1493
A,1389,1377,1407,1418	allsel	L,1490,1491
A,1379,1389,1418,1408		A,1374,1149,1421,1479
A,1379,1408,1411,1381,1361	LSEL,S,LINE,,2450	A,1481,1423,1311,1384
A,1381,1411,1391,1383	LSEL,A,LINE,,2452	A,1498,1434,1145,1373
A,1391,1383,1412,1392,1336	LSEL,A,LINE,,2456	A,1495,1431,1307,1383
A,1392,1412,1404,1414	LSEL,A,LINE,,2466	A,1501,1439,1332,1389
A,1414,1404,1362,1405,1416	LSEL,A,LINE,,2470,2471	
A,1405,1416,1419	LSEL,A,LINE,,2476	A,1371,1134,1428,1493
	LSEL,A,LINE,,2448,2449	A,1492,1426,1352,1397
A,1339,1393,1396,1351	LSEL,A,LINE,,2522,2524	A,1491,1425,1132
A,1393,1410,1369,1396	LSEL,A,LINE,,2518,2520	
A,1410,1407,1370,440,1369	LSEL,A,LINE,,2439,2444	LDIV,2652,0.5,,2
A,1407,1418,1417,1370	LSEL,A,LINE,,2478	LDIV,2431,0.5,,2
A,1418,1408,1406,1417	LSEL,A,LINE,,2473,2474	LDIV,2653,0.5,,5
A,1408,1411,1409,1406	LSEL,A,LINE,,2468	LDIV,2434,0.5,,5
A,1411,1391,1394,1409	LSEL,A,LINE,,2458	
A,1391,1392,1395,1394	LSEL,A,LINE,,2454	A,1360,1373,1145,1139
A,1392,1414,1413,1395	LSEL,A,LINE,,2437	A,1373,1145,1153,1375
A,1414,1416,1415,1413	LGEN,2,all,,,-0.15	A,1375,1377,1287,1153
A,1398,1415,1416,1419,1403,1400,1356	allsel	A,1377,1389,1332,1287
A,1403,1359,1358,1400		A,1389,1379,1291,1332
	LSEL,S,LINE,,2429	A,1291,1379,1361,1381,1295
A,1351,1396,1374,1354	LSEL,A,LINE,,2605	A,1381,1295,1307,1383
A,1396,1369,1376,1374	LSEL,A,LINE,,2602,2603	A,1383,1307,1136,1372,1412
A,1369,440,1370,1378,1376	LSEL,A,LINE,,2489	A,1412,1372,1385,1404
A,1370,1417,1390,1378	LSEL,A,LINE,,2487	A,1404,1385,1387,1405,1362
A,1417,1406,1380,1390	LSEL,A,LINE,,2485	A,1405,1387,1365,1371,1419
A,1406,1409,1382,1353,1380	LSEL,A,LINE,,2428	A,1419,1371,1403
A,1409,1394,1384,1382	LSEL,A,LINE,,2430	A,1371,1365,1134
A,1394,1395,1402,1384	LSEL,A,LINE,,2606,2608	A,1134,1371,1403,1359,1358,1400,1397,
A,1395,1413,1401,1357,1402	LGEN,2,all,,0.4,0.6	1352
A,1413,1415,1399,1401	allsel	A,1400,1397,1398,1356
A,1415,1398,1355,1399		A,1398,1355,1399,1388,1364,1397
LSEL,S,LINE,,2450	LSEL,S,LINE,,2434	A,1352,1397,1364,1132
LSEL,A,LINE,,2452	LSEL,A,LINE,,2431	A,1399,1401,1386,1388

A,1401,1357,1402,1363,1386	A,1307,1136,1430,1431	ARSYM,X,ALL
A,1402,1384,1311,1080,1363	A,1295,1307,1431,1442	NUMMRG,ALL
A,1384,1382,1305,1311	A,1295,1307,1460,1471	CM,vairvirs1,AREA
A,1382,1353,1380,1293,1305	A,1442,1295,1291,1441	ALLSEL
A,1380,1390,1334,1293	A,1291,1295,1471,1470	LCSL,all
A,1390,1378,1289,1334	A,1332,1291,1441,1439	
A,1378,1376,1214,1289	A,1332,1291,1470,1468	CMSEL,S,vairvirs1
A,1376,1374,1149,1214	A,1287,1332,1439,1437	! Vairines virus
A,1149,1374,1354,1074	A,1287,1332,1468,1466	ET,21,SHELL181
	A,1153,1287,1466,1464	
A,1149,1074,1449,1450	A,1153,1287,1437,1435	SECTYPE,21,SHELL
A,1149,1074,1420,1421	A,1145,1153,1464,1463	SECDATA,0,0.008
A,1149,1214,1465,1450	A,1145,1153,1435,1434	
A,1149,1214,1436,1421	A,1433,1434,1145,1139	TYPE,21
A,1289,1214,1465,1467	A,1139,1145,1463,1462	MAT,2
A,1289,1214,1436,1438	A,1433,1434,1498,1497	SECNUM,21
A,1334,1289,1467,1469	A,1498,1499,1435,1434	
A,1334,1289,1438,1440	A,1499,1500,1437,1435	ESIZE,0.05
A,1334,1293,1472,1469	A,1437,1500,1501,1439	AMESH,all
A,1293,1334,1440,1443	A,1439,1501,1502,1441	allsel
A,1305,1293,1472,1473	A,1502,1441,1442,1503	
A,1305,1293,1443,1444	A,1503,1442,1431,1495	
A,1311,1305,1473,1452	A,1495,1431,1430,1494	LSEL,S,LINE,,1876
A,1311,1305,1444,1423	A,1494,1430,1432,1496	LSEL,A,LINE,,76
A,1080,1311,1452,1451	A,1432,1496,1506,1448	
A,1080,1311,1423,1422	A,1506,1448,1447,1505	ET,22,BEAM188 ! strypas beam
A,1363,1080,1422,1424	A,1505,1447,1429,1504	
A,1363,1080,1451,1453	A,1429,1504,1493,1428	SECTYPE,22,BEAM,HREC ! skerspjuvis
A,1386,1363,1453,1474	A,1428,1493,1509,1513	vamzdis
A,1386,1363,1424,1445	A,1513,1509,1510,1514	SECDATA,0.496,0.556,0.006,0.006,0.00
A,1388,1446,1445,1386	A,1510,1514,1515,1511	6,0.006
A,1388,1386,1474,1475	A,1511,1512,1516,1515	
A,1364,1388,1475,1456	A,1512,1516,1426,1492	TYPE,22
A,1364,1388,1446,1427	A,1426,1492,1507,1508	MAT,1
A,1132,1364,1456,1454	A,1507,1508,1425,1491	SECNUM,22
A,1132,1364,1427,1425	A,1425,1491,1490	LESIZE,all,,,0.1
A,1132,1352,1455,1454	A,1425,1490,1489,1427	LMESH,all
A,1352,1132,1425,1426	A,1427,1489,1488,1446	allsel
A,1352,1455,1457,1134	A,1446,1488,1482,1445	
A,1352,1426,1516,1515,1514,1513,1428,	A,1445,1482,1480,1424	LSEL,S,LINE,,2559
1134	A,1480,1424,1422	LSEL,A,LINE,,2553,2555
A,1134,1365,1458,1457	A,1480,1422,1423,1481	LSEL,A,LINE,,2548,2550
A,1134,1428,1429,1365	A,1481,1423,1444,1487	LSEL,A,LINE,,2543,2545
A,1387,1365,1458,1476	A,1487,1444,1443,1486	LSEL,A,LINE,,2539,2541
A,1387,1365,1429,1447	A,1486,1443,1440,1485	LSEL,A,LINE,,2534,2537
A,1385,1387,1447,1448	A,1485,1440,1438,1484	LSEL,A,LINE,,2528
A,1385,1387,1476,1477	A,1438,1484,1483,1436	LSEL,A,LINE,,2527,2532
A,1372,1385,1477,1461	A,1483,1436,1421,1479	LSEL,A,LINE,,2538
A,1372,1385,1448,1432	A,1421,1420,1478,1479	LSEL,A,LINE,,2535
A,1136,1372,1432,1430		LSEL,A,LINE,,2533
A,1136,1372,1461,1459	!Vairine veidrodis	LSEL,A,LINE,,2525
A,1307,1136,1459,1460	ASEL,S,AREA,,744,921,1	LSEL,A,LINE,,2521

LSEL,A,LINE,,2526	ET,24,BEAM188 ! strypas beam	
LSEL,A,LINE,,2494,2495		
LSEL,A,LINE,,2499	SECTYPE,24,BEAM,HREC ! skerspjuvis	L,1564,1567
LSEL,A,LINE,,2903	vamzdis	L,1567,1575
LSEL,A,LINE,,2878	SECDATA,0.08,0.08,0.006,0.006,0.006,0	L,1575,1587
LSEL,A,LINE,,2855	.006	L,1587,1590
LSEL,A,LINE,,2858		L,1590,1624
LSEL,A,LINE,,2881	TYPE,24	L,1624,1644
LSEL,A,LINE,,2905,2906	MAT,2	L,1644,1645
LSEL,A,LINE,,2908,2913	SECNUM,24	L,1645,1647
LSEL,A,LINE,,2883	LESIZE,all,,0.1	A,1564,30,31,1567
LSEL,A,LINE,,2888	LMESH,all	A,1567,31,181
LSEL,A,LINE,,2890	allsel	A,1563,1564,1567,1575,1587,1590,1624,
LSEL,A,LINE,,2892		1644,1645,1647
LSEL,A,LINE,,2895	K,,0,0,16.8	ASKIN,3177,254
LSEL,A,LINE,,2897	K,,0,2.27,16.8	ASKIN,3178,255
LSEL,A,LINE,,2899	L,1517,1518	ASKIN,3179,256
LSEL,A,LINE,,2902	LGEM,12,2426,,0.4	ASKIN,3180,257
LSEL,A,LINE,,2875		ASKIN,3181,258
LSEL,A,LINE,,2873	A,1517,1518,1520,1519	ASKIN,3182,259
LSEL,A,LINE,,2870	A,1519,1520,1522,1521	ASKIN,3183,260
LSEL,A,LINE,,2869	A,1521,1522,1530,1523	
LSEL,A,LINE,,2867	A,1523,1530,1539,1535	liki 48 spanhauto
LSEL,A,LINE,,2865	A,1535,1539,1541,1540	ASEL,S,AREA,,1100,1131,1
LSEL,A,LINE,,2860	A,1540,1541,1547,1546	ARSYM,X,ALL
ET,23,BEAM188 ! strypas beam	A,1546,1547,1549,1548	NUMMRG,ALL
	A,1548,1549,1552,1550	CM,denis48,AREA
SECTYPE,23,BEAM,L ! skerspjuvis	A,1550,1552,1556,1553	ALLSEL
kampuotis	A,1553,1556,1562,1561	
SECDATA,0.075,0.050,0.006,0.006	A,1561,1562,1564,1563	
	A,19,20,1520,1518	CMSEL,S,denis48
TYPE,23	A,20,21,1522,1520	! Pavirsius denio
MAT,2	A,21,22,1530,1522	ET,1,SHELL181
SECNUM,23	A,22,23,1539,1530	
ESIZE,all,,0.1	A,23,24,1541,1539	SECTYPE,1,SHELL
LMESH,all	A,24,25,1547,1541	SECDATA,0.006
ALLSEL	A,25,26,1549,1547	
LSEL,S,LINE,,2415	A,26,27,1552,1549	TYPE,1
LSEL,A,LINE,,2413	A,27,28,1556,1552	MAT,1
LSEL,A,LINE,,2821	A,28,29,1562,1556	SECNUM,1
LSEL,A,LINE,,2844	A,29,30,1564,1562	
LSEL,A,LINE,,2835		ESIZE,0.1
LSEL,A,LINE,,2421	K,,4.48,2.27,16.8	AMESH,all
LSEL,A,LINE,,2412	K,,4.61,1.96,16.8	allsel
LSEL,A,LINE,,2407,2409	K,,4.75,1.59,16.8	LSEL,S,LINE,,3250
LSEL,A,LINE,,1660	K,,4.85,1.35,16.8	LSEL,A,LINE,,3248
LSEL,A,LINE,,2792	K,,4.85,1.2,16.8	LSEL,A,LINE,,3246
LSEL,A,LINE,,2794	K,,4.83,0.8,16.8	LSEL,A,LINE,,3244
LSEL,A,LINE,,2800	K,,4.78,0.4,16.8	LSEL,A,LINE,,3242
	K,,4.72,0,16.8	LSEL,A,LINE,,3238

LSEL,A,LINE,,3236
 LSEL,A,LINE,,3234
 LSEL,A,LINE,,3234
 LSEL,A,LINE,,3232
 LSEL,A,LINE,,3229
 LSEL,A,LINE,,3105
 LSEL,A,LINE,,3103
 LSEL,A,LINE,,3107
 LSEL,A,LINE,,3166
 LSEL,A,LINE,,3168
 LSEL,A,LINE,,3169
 LSEL,A,LINE,,3171,3175

ET,25,BEAM188 ! strypas beam

SECTYPE,25,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.02,0.08,0.012,0.006

TYPE,25
 MAT,1
 SECNUM,25
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL

LSEL,S,LINE,,3240
 LATT,,,26,,1735,,beam

ET,26,BEAM188 ! strypas beam

SECTYPE,26,BEAM,T ! skerspjuvis T
 forma
 SECDATA,0.15,-0.212,0.006,0.012
 TYPE,26
 MAT,1
 SECNUM,26
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL

LSEL,S,LINE,,3170
 LATT,,,27,,1546,,beam

ET,27,BEAM188 ! strypas beam

SECTYPE,27,BEAM,T ! skerspjuvis T
 forma
 SECDATA,0.15,-0.212,0.006,0.012
 TYPE,27
 MAT,1

SECNUM,27
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL
 LSEL,S,LINE,,3264
 LSEL,A,LINE,,3266
 LSEL,A,LINE,,3270
 LSEL,A,LINE,,3272
 LSEL,A,LINE,,3274
 LATT,,,28,,778,,beam

ET,28,BEAM188 ! strypas beam

SECTYPE,28,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.02,-0.08,0.012,0.006

TYPE,28
 MAT,1
 SECNUM,28
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL

LSEL,S,LINE,,3190,3192
 LSEL,A,LINE,,3188
 LSEL,A,LINE,,3187

LATT,,,29,,748,,beam

ET,29,BEAM188 ! strypas beam

SECTYPE,29,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.02,-0.08,0.012,0.006

TYPE,29
 MAT,1
 SECNUM,29
 ESIZE,all,,0.2
 LMESH,all
 ALLSEL

LSEL,S,LINE,,2804,2805
 LSEL,A,LINE,,2799
 LSEL,A,LINE,,2793
 LSEL,A,LINE,,2780,2785
 LSEL,A,LINE,,2426,2427
 LSEL,A,LINE,,3196

LSEL,A,LINE,,3199
 LSEL,A,LINE,,3202
 LSEL,A,LINE,,3205
 LSEL,A,LINE,,3208
 LSEL,A,LINE,,3211
 LSEL,A,LINE,,3214
 LSEL,A,LINE,,3217
 LSEL,A,LINE,,3220
 LSEL,A,LINE,,3223
 LSEL,A,LINE,,3226

! Pertvaru kamuociiai L65x50x5

ET,30,BEAM188 ! strypas beam

SECTYPE,30,BEAM,L ! skerspjuvis
 kampuotis
 SECDATA,0.050,0.065,0.005,0.005

TYPE,30
 MAT,1
 SECNUM,30
 LESIZE,all,,10
 LMESH,all
 ALLSEL

LSEL,S,LINE,,1176
 LSEL,A,LINE,,1178
 LSEL,A,LINE,,1187
 LSEL,A,LINE,,1185
 LSEL,A,LINE,,1183
 LSEL,A,LINE,,1180
 LSEL,A,LINE,,1188
 LSEL,A,LINE,,1191
 LSEL,A,LINE,,1193
 LSEL,A,LINE,,1195
 LSEL,A,LINE,,1197
 LSEL,A,LINE,,1199
 LSEL,A,LINE,,1201
 LSEL,A,LINE,,52
 LSEL,A,LINE,,117,121
 LSEL,A,LINE,,150
 LSEL,A,LINE,,186,190
 LSEL,A,LINE,,192
 LATT,,,31,,180,,beam
 ET,31,BEAM188 ! strypas beam

SECTYPE,31,BEAM,T ! skerspjuvis T
 forma
 SECDATA,0.1,-0.206,0.006,0.006
 TYPE,31

MAT,1	LSEL,A,LINE,,2893	
SECNUM,31	LSEL,A,LINE,,2891	LATT,,,35,,112,,beam
ESIZE,all,,0.2	LSEL,A,LINE,,2889	
LMESH,all	LSEL,A,LINE,,2887	ET,35,BEAM188 ! strypas beam
ALLSEL	LSEL,A,LINE,,2884,2885	
	LSEL,A,LINE,,2882	SECTYPE,35,BEAM,T ! skerspjuvis T
LSEL,S,LINE,,254,260	LSEL,A,LINE,,2879	forma
LATT,,,32,,748,,beam	LSEL,A,LINE,,2500	SECDATA,0.1,-0.206,0.01,0.008
	LSEL,A,LINE,,2575	
ET,32,BEAM188 ! strypas beam	LSEL,A,LINE,,2446	TYPE,35
	LSEL,A,LINE,,2576,2579	MAT,2
SECTYPE,32,BEAM,T ! skerspjuvis T	LSEL,A,LINE,,2497,2498	SECNUM,35
forma	LSEL,A,LINE,,2580,2583	ESIZE,all,,0.2
SECDATA,0.1,-0.206,0.006,0.006	LSEL,A,LINE,,2501	LMESH,all
	LSEL,A,LINE,,2445	ALLSEL
TYPE,32	LATT,,,35,,439,,beam	LSEL,S,LINE,,2490,2491
MAT,1		LSEL,A,LINE,,2562,2564
SECNUM,32	ET,35,BEAM188 ! strypas beam	LSEL,A,LINE,,2987
ESIZE,all,,0.2		LSEL,A,LINE,,2907
LMESH,all	SECTYPE,35,BEAM,T ! skerspjuvis T	LSEL,A,LINE,,2886
ALLSEL	forma	LSEL,A,LINE,,2863
	SECDATA,0.1,-0.206,0.01,0.008	LSEL,A,LINE,,2932
LSEL,S,LINE,,997	TYPE,35	LATT,,,36,,10000,,beam
LSEL,A,LINE,,979	MAT,2	
LSEL,A,LINE,,961	SECNUM,35	ET,36,BEAM188 ! strypas beam
LSEL,A,LINE,,943	ESIZE,all,,0.2	
LSEL,A,LINE,,925	LMESH,all	SECTYPE,36,BEAM,T ! skerspjuvis T
LSEL,A,LINE,,907	ALLSEL	forma
LSEL,A,LINE,,873		SECDATA,0.15,-0.206,0.01,0.008
	LSEL,S,LINE,,2447	
LATT,,,33,,778,,beam	LSEL,A,LINE,,2574	TYPE,36
	LSEL,A,LINE,,2573	MAT,2
ET,33,BEAM188 ! strypas beam	LSEL,A,LINE,,2572	SECNUM,36
	LSEL,A,LINE,,2571	ESIZE,all,,0.1
SECTYPE,33,BEAM,T ! skerspjuvis T	LSEL,A,LINE,,2493	LMESH,all
forma	LSEL,A,LINE,,2492	ALLSEL
SECDATA,0.1,-0.206,0.006,0.006	LSEL,A,LINE,,2565,2570	
	LSEL,A,LINE,,2496	
TYPE,33	LSEL,A,LINE,,2856	
MAT,1	LSEL,A,LINE,,2859	KSEL,S,KP,,1396
SECNUM,33	LSEL,A,LINE,,2861,2862	KSEL,A,KP,,1369
ESIZE,all,,0.2	LSEL,A,LINE,,2864	KSEL,A,KP,,440
LMESH,all	LSEL,A,LINE,,2866	KSEL,A,KP,,1370
ALLSEL	LSEL,A,LINE,,2868	KSEL,A,KP,,1417
LSEL,S,LINE,,2940	LSEL,A,LINE,,2894	KSEL,A,KP,,1406
LSEL,A,LINE,,2971	LSEL,A,LINE,,2874	KSEL,A,KP,,1409
LSEL,A,LINE,,2900,2901	LSEL,A,LINE,,2876,2877	KSEL,A,KP,,1411
LSEL,A,LINE,,2898	LSEL,A,LINE,,2966	KSEL,A,KP,,1408
LSEL,A,LINE,,2896	LSEL,A,LINE,,2934	KSEL,A,KP,,1418

KSEL,A,KP,,1407	ET,38,MASS21,,,2	LSEL,A,LINE,,789
KSEL,A,KP,,1410	R,38,15	LSEL,A,LINE,,792
KSEL,A,KP,,1339	TYPE,38	LSEL,A,LINE,,797
KSEL,A,KP,,1574	MAT,1	LSEL,A,LINE,,799
KSEL,A,KP,,1576,1580	REAL,38	LSEL,A,LINE,,802
KSEL,A,KP,,1591,1593	KMESH,all	LSEL,A,LINE,,805
KSEL,A,KP,,1589	allsel	LSEL,A,LINE,,808
KSEL,A,KP,,1072	LSEL,S,LINE,,1	LSEL,A,LINE,,811
KSEL,A,KP,,1588	LSEL,A,LINE,,2	LSEL,A,LINE,,814
KSEL,A,KP,,1586	ET,39,BEAM188 ! strypas beam	LSEL,A,LINE,,817
KSEL,A,KP,,1351	SECTYPE,39,BEAM,HREC ! skerspjuvis	LSEL,A,LINE,,826
KSEL,A,KP,,396	vamzdis	LSEL,A,LINE,,834
KSEL,A,KP,,137	SECDATA,0.1,0.1,0.0063,0.0063,0.0063,	LSEL,A,LINE,,1359
KSEL,A,KP,,722	0.0063	LSEL,A,LINE,,1351
KSEL,A,KP,,169	TYPE,39	LSEL,A,LINE,,1342
KSEL,A,KP,,738	MAT,1	LSEL,A,LINE,,1339
KSEL,A,KP,,27	SECNUM,39	LSEL,A,LINE,,1336
	LESIZE,all,,,12	LSEL,A,LINE,,1333
ET,37,MASS21,,,2	LMESH,all	LSEL,A,LINE,,1330
	ALLSEL	LSEL,A,LINE,,1327
		LSEL,A,LINE,,1324
R,37,20	finish	LSEL,A,LINE,,1322
		LSEL,A,LINE,,1317
TYPE,37		LSEL,A,LINE,,1314
MAT,1	/solu	LSEL,A,LINE,,1311
REAL,37	ANTYPE,MODAL	LSEL,A,LINE,,1308
KMESH,all	MXPAND,40, , ,0	LSEL,A,LINE,,1299
allsel	MODOPT,LANB,40,10,30, ,OFF	LSEL,A,LINE,,1267
KSEL,S,KP,,391	DK,661,all	LSEL,A,LINE,,1270,1271
KSEL,A,KP,,389	DK,717,all	LSEL,A,LINE,,1273
KSEL,A,KP,,384	DK,135,all	LSEL,A,LINE,,1275
KSEL,A,KP,,1316	DK,190,all	LSEL,A,LINE,,1278
KSEL,A,KP,,1320	DK,886,all	LSEL,A,LINE,,1281
KSEL,A,KP,,1323	DK,87,all	LSEL,A,LINE,,1284
KSEL,A,KP,,418	DK,111,all	LSEL,A,LINE,,1287
KSEL,A,KP,,408	LSEL,S,LINE,,874,889	LSEL,A,LINE,,1290
KSEL,A,KP,,1340	LSEL,A,LINE,,1361	LSEL,A,LINE,,1293
KSEL,A,KP,,1349	LSEL,A,LINE,,579	LSEL,A,LINE,,1296
KSEL,A,KP,,1077	LSEL,A,LINE,,619	LSEL,A,LINE,,763,773
KSEL,A,KP,,1322	LSEL,A,LINE,,570,571	LSEL,A,LINE,,73
KSEL,A,KP,,1338	LSEL,A,LINE,,611	LSEL,A,LINE,,78
KSEL,A,KP,,1135	LSEL,A,LINE,,555	LSEL,A,LINE,,740,748
KSEL,A,KP,,1137	LSEL,A,LINE,,546,547	LSEL,A,LINE,,702
KSEL,A,KP,,403	LSEL,A,LINE,,603	LSEL,A,LINE,,367
KSEL,A,KP,,405	LSEL,A,LINE,,530,531	LSEL,A,LINE,,320
KSEL,A,KP,,407	LSEL,A,LINE,,595	LSEL,A,LINE,,165
KSEL,A,KP,,395	LSEL,A,LINE,,515	LSEL,A,LINE,,74
KSEL,A,KP,,396	LSEL,A,LINE,,496,497	LSEL,A,LINE,,1259
KSEL,A,KP,,422	LSEL,A,LINE,,587	LSEL,A,LINE,,1251
KSEL,A,KP,,406	LSEL,A,LINE,,836	LSEL,A,LINE,,1242
KSEL,A,KP,,1337	LSEL,A,LINE,,774	LSEL,A,LINE,,1239
KSEL,A,KP,,404	LSEL,A,LINE,,783	LSEL,A,LINE,,1236
KSEL,A,KP,,1292	LSEL,A,LINE,,786	

LSEL,A,LINE,,1233
LSEL,A,LINE,,1230
LSEL,A,LINE,,1227
LSEL,A,LINE,,1224
LSEL,A,LINE,,1222
LSEL,A,LINE,,1218
LSEL,A,LINE,,1216
LSEL,A,LINE,,1214
LSEL,A,LINE,,1212
LSEL,A,LINE,,1204
LSEL,A,LINE,,1527
LSEL,A,LINE,,1529
LSEL,A,LINE,,1531
LSEL,A,LINE,,3276
LSEL,A,LINE,,3193
LSEL,A,LINE,,3186
LSEL,A,LINE,,3049
LSEL,A,LINE,,2996
LSEL,A,LINE,,2946
LSEL,A,LINE,,2880
LSEL,A,LINE,,2850
LSEL,A,LINE,,2833
LSEL,A,LINE,,2831
LSEL,A,LINE,,2829
LSEL,A,LINE,,2817
LSEL,A,LINE,,2815
LSEL,A,LINE,,2813
LSEL,A,LINE,,3197
LSEL,A,LINE,,3200
LSEL,A,LINE,,3203
LSEL,A,LINE,,3209
LSEL,A,LINE,,3212
LSEL,A,LINE,,3215
LSEL,A,LINE,,3218
LSEL,A,LINE,,3221
LSEL,A,LINE,,3224
LSEL,A,LINE,,3227
LSEL,A,LINE,,3263
NSLL,S,1
D,ALL,ALL
ALLSEL
Solve
/eof
/COLOR,WBAK,WHIT,1
/COLOR,OUTL,BLAC