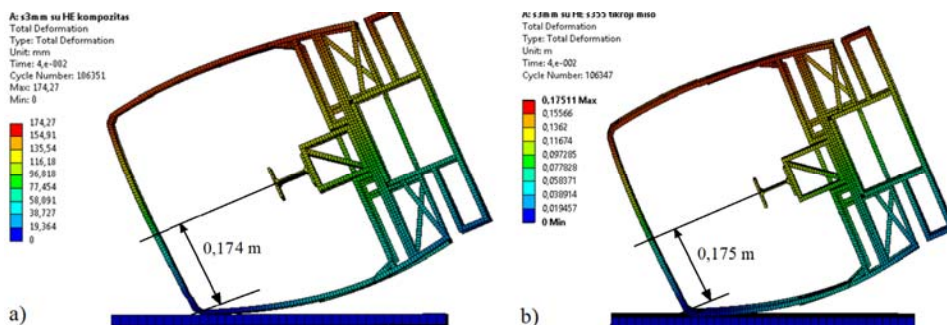


D priedas. Papildomi skaitinio modeliavimo rezultatai

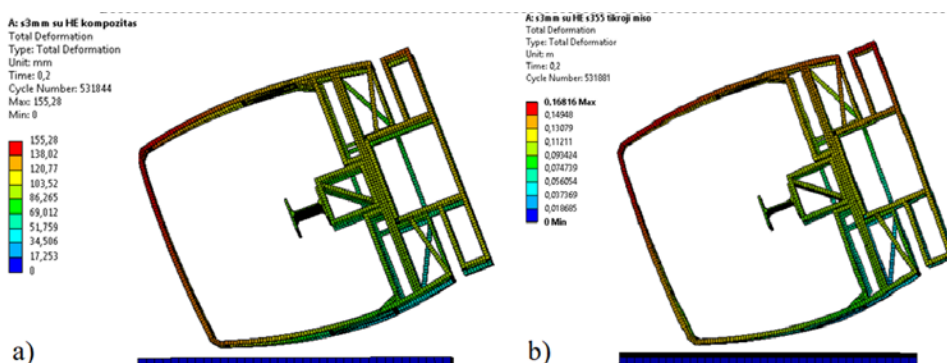


D1 pav. Rėmo konstrukcijų poslinkiai po 0,04 s kai fiksuojama tarpinė rėmo konstrukcijos deformacija: a) hibridinė rėmo konstrukcija; b) plieninė rėmo konstrukcija

Fig. D1. Frame structure displacements after 0.04 seconds when an intermediate deformation of the frame structure is recorded: a) hybrid frame structure; b) steel frame structure

Iš D1 paveikslo matoma, kad praėjus 0,04 s nuo smūgio pradžios, autobuso plieninės rėmo konstrukcijos deformacija siekia 0,175 m, o hibridinės rėmo konstrukcijos – 0,174 m. Šis minimalus deformacijų skirtumas fiksuojamas dėl sumažėjusios masės. Dėl mažesnės masės autobuso hibridinė rėmo konstrukcija į pagrindą atsitrenkė mažesniu greičiu ir tai lėmė mažesnę jos deformaciją.

D2 paveiksle pateikiami poslinkiai po 0,2 s nuo smūgio pradžios. Šiuo laiko momentu fiksuojamas pirmasis rėmo konstrukcijos atšokimas po smūgio į pagrindą.



D2 pav. Rėmo konstrukcijų poslinkiai po 0,2 s kai rėmo konstrukcija po smūgio atšoka nuo pagrindo: a) hibridinė rėmo konstrukcija; b) plieninė rėmo konstrukcija

Fig. D2. Frame structure displacements after 0.2 seconds when the frame structure bounces off the base after impact: a) hybrid frame structure; b) steel frame structure

Po 0,2 s konstrukcija pirmą kartą atsitrenkusi į pagrindą, dėl tamprios konstrukcijos deformacijos, atšoka. Po trumpalaikio kontakto, nuo pagrindo atšokusios plieninės rėmo konstrukcijos deformacija siekia 0,168 m, o hibridinės – 0,155 m. Šių deformacijų skirtumą taip pat būtų galima paaiškinti dėl sumažėjusios masės. Esant mažesnei konstrukcijos masei, hibridinė rėmo konstrukcija sukaupia mažiau smūgio energijos ir todėl mažiau deformuojasi, lyginant su plienine rėmo konstrukcija.

Modeliuojant priekinį smūgį, autobuso rėmo konstrukcijos ir barjero geometrinis modelis paruoštas Rhinoceros (Rhino 6 versija) programa. Toliau modelis įkeltas į *Ansys Workbench* programą. Šioje programoje sudaromas ir aprašomas netiesinis modelis.

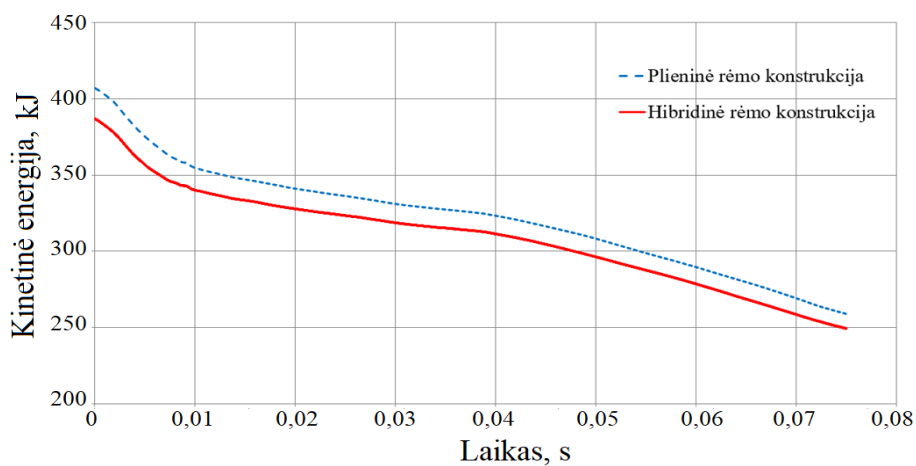
Priekinio smūgio modeliavime yra naudojami mišrūs kevaliniai ir kietakūniai (angl. *Shell* ir *solid*) baigtiniai. Plieninėje rėmo konstrukcijoje visi elementai tarpusavyje sujungti naudojant kieto kontakto (angl. *Bonded*) tipą, o hibridinėje – kieto kontakto (angl. *Bonded*) tipą ir darnios zonos modelį (angl. *Cohesive zone model* (CZM)). Rėmo konstrukcijos su pagrindu kontaktui aprašyti naudojamas trinties kontaktas (angl. *Frictional*). Automobilio padangos su sausa kelio danga trinties koeficiento reikšmės svyruoja nuo 0,8 iki 0,9 (Cebon 1999). Modelyje pasirinktas 0,8 trinties koeficientas.

Kitame tyrimo etape parinktos realioje rėmo konstrukcijoje naudojamos medžiagos. GFRP ir plieno savybės pateiktos atitinkamai 2.2 ir 3.4 lentelėse.

Paruošus modelį jis suskaidytas į BE. Rėmo skaičiuojamasis modelis suskaidytas kevaliniais tipo baigtiniais elementais, modelis sudarytas iš 24 980 baigtinių elementų ir 50 266 mazginių taškų, elementų dydis lokaliuose zonose yra nuo 20 iki 80 mm. Barjeras modelyje yra priimamas kaip besideformuojantis kūnas.

Sprendžiant priekinio smūgio į rėmo konstrukciją modeliavimo uždavinį, naudojamas *Ansys Workbench* programos papildinys *Ansys Autodyn*. Naudojantis komanda „greitis“ (angl. *Velocity*), į programą yra įvedamas pradinis 56 km/h greitis. Būtent tokiu greičiu judėdama autobuso rėmo konstrukcija atsitrenkia į barjerą. Po kontakto su barjetu rėmo konstrukcija juda iš inercijos. Barjero poslinkis taip pat apribotas X, Y ir Z ašies kryptimi. Visiems kūnams pridėtas laisvojo kritimo pagreitis Z ašies kryptimi.

Priekinio smūgio modeliavimo metu gautas kinetinės energijos kitimas pateiktas D3 paveiksle, ekvivalentinių plastinių deformacijų laukai pateikti D4 paveiksle, deformacija pateikta D5 paveiksle.

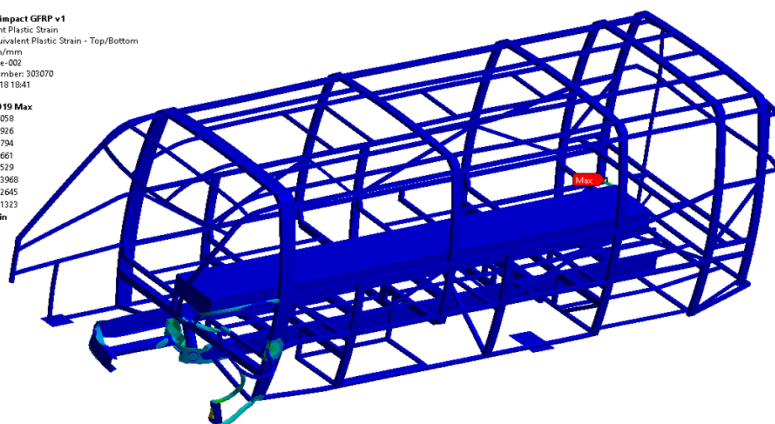
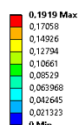


D3 pav. Hibridinės ir plieninės rėmo konstrukcijų kinetinės energijos palyginamasis grafikas, priekinio smūgio atveju

Fig. D3. Comparative graph of kinetic energy of hybrid and steel frame structures in the case of a frontal impact

B: Front impact GFRP v1

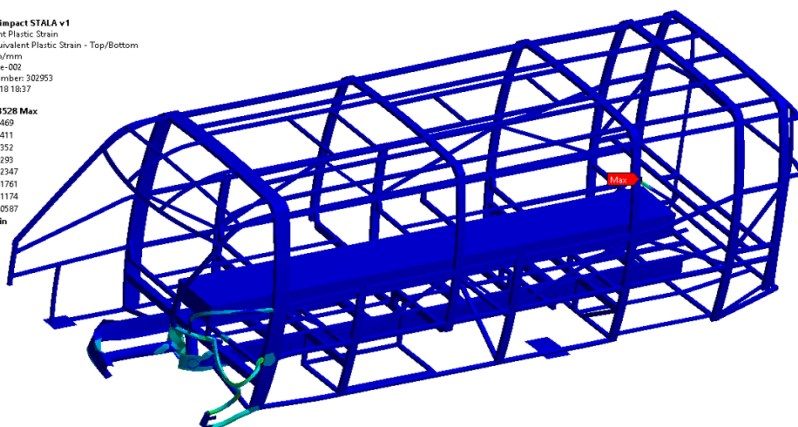
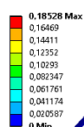
Equivalent Plastic Strain
 Type: Equivalent Plastic Strain - Top/Bottom
 Unit: mm/mm
 Time: 7.5e-002
 Cycle Number: 303070
 2021-09-18 18:41



a)

A: Front impact STALA v1

Equivalent Plastic Strain
 Type: Equivalent Plastic Strain - Top/Bottom
 Unit: mm/mm
 Time: 7.5e-002
 Cycle Number: 302953
 2021-09-18 18:37

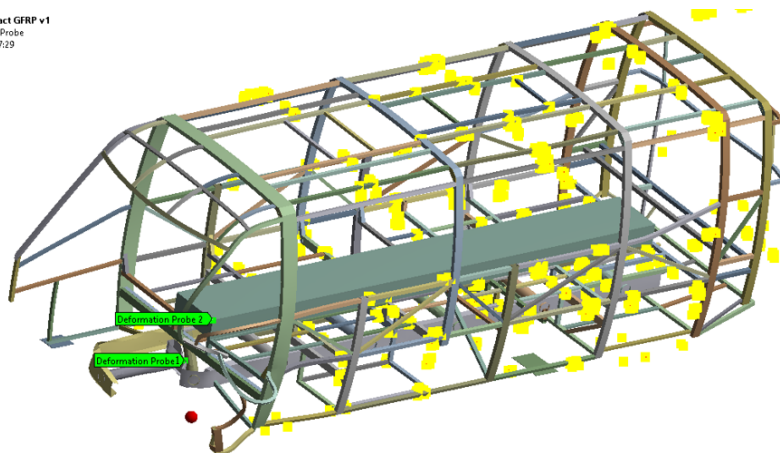


b)

D4 pav. Ekvivalentinių plastinių deformacijų laukai priekinio smūgio atveju:
 a) hibridinė rėmo konstrukcija; b) plieninė rėmo konstrukcija

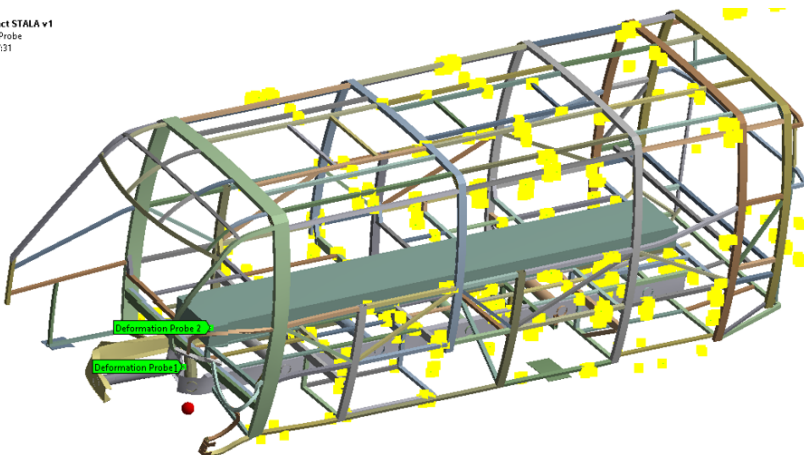
Fig. D4. Fields of equivalent plastic deformations in the case of a frontal impact:
 a) hybrid frame structure; b) steel frame structure

B: Front impact GFRP v1
Deformation Probe
2021-09-12 17:39



a)

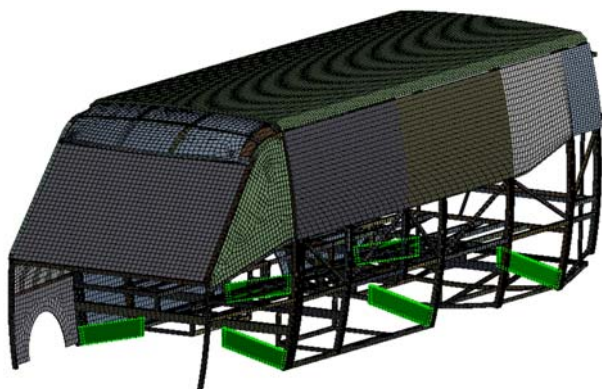
A: Front impact STALA v1
Deformation Probe
2021-09-12 17:31



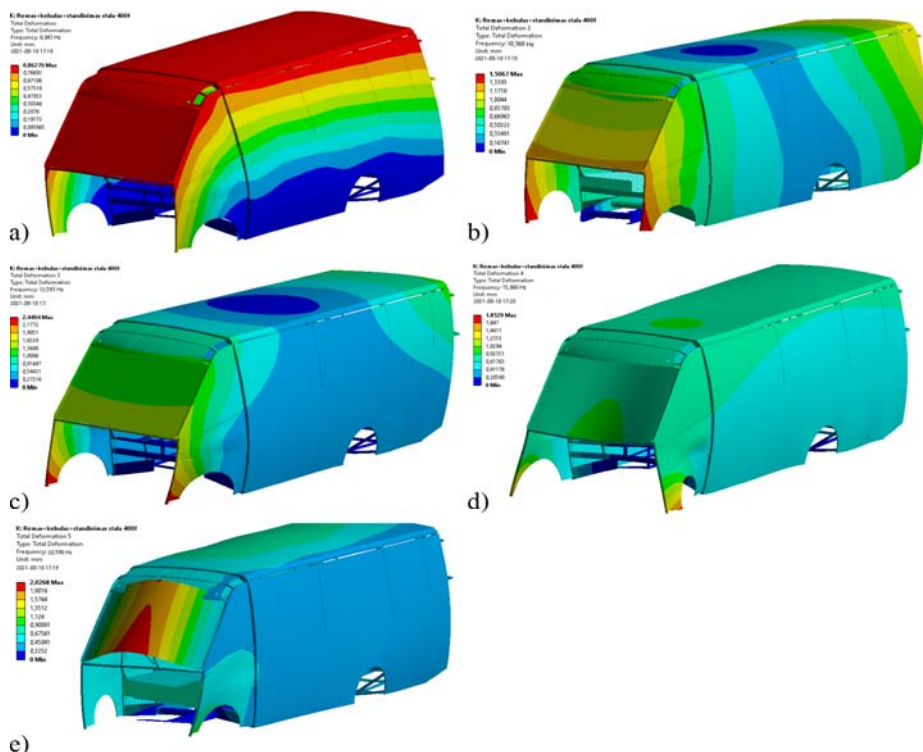
b)

D5 pav. Rėmo konstrukcijos deformacija priekinio smūgio atveju: a) hibridinė rėmo konstrukcija; b) plieninė rėmo konstrukcija

Fig. D5. Deformation of the frame structure after a frontal impact: a) hybrid frame structure; b) steel frame structure



D6. pav. Autobuso plieninė rėmo konstrukcija su sustandintais tvirtinimo elementais
Fig. D6. Bus steel frame structure with stiffened fastening elements



D7. pav. Autobuso plieninė rėmo konstrukcijos su sustandintais tvirtinimo elementais pirmosios penkios virpesių formos, kurių dažniai: a) 8,843 Hz; b) 10,37 Hz; c) 13,60 Hz; d) 15,87 Hz; e) 20,59 Hz

Fig. D7. Bus steel frame structure with stiffened fasteners first five modes with frequencies: a) 8.843 Hz; b) 10.37 Hz; c) 13.60 Hz; d) 15.87 Hz; e) 20.59 Hz