

Student roadster: ustvarjamo, ker znamo ...

Uroš ROSA, Matija FAJDIGA, Marko NAGODE

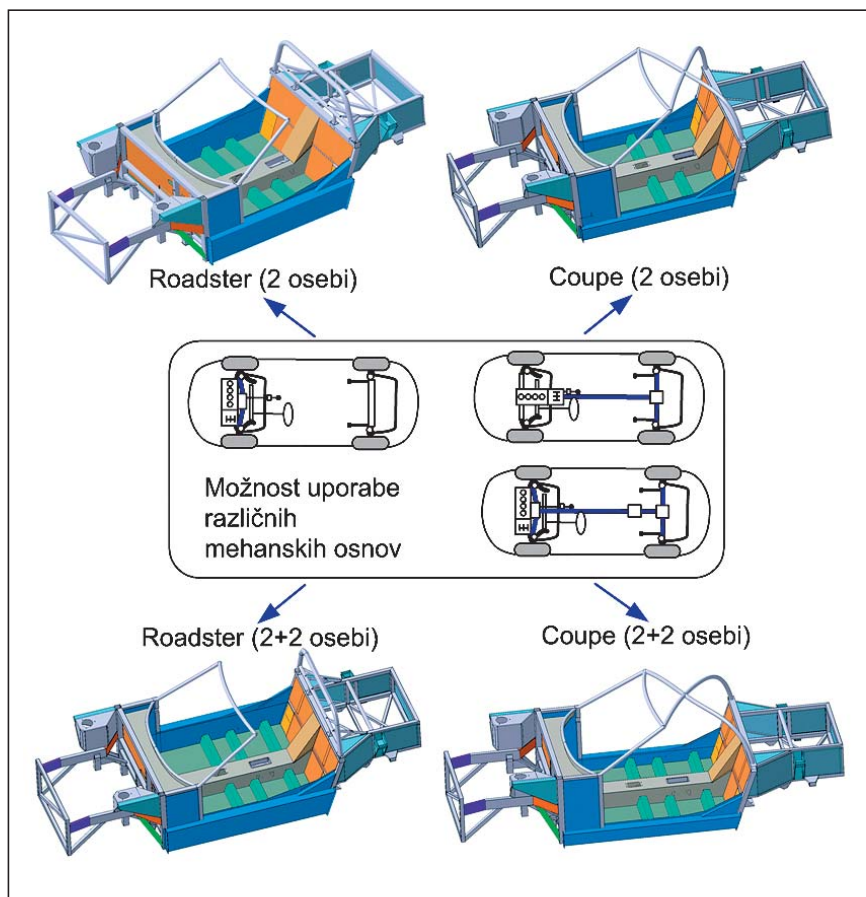
Uvod

Projekt Student roadster se je začel leta 2000 kot ideja petih študentov konstrukterstva v zaključnem letniku univerzitetnega študija na Fakulteti za strojništvo. V naslednjih letih je skoraj 40 študentov na najmodernejši opremi v Centru za razvojna vrednotenja razdelalo celoten razvojni proces, vključno s homologacijskimi zahtevami prototipnega vozila. Center za razvojna vrednotenja je bil ustanovljen pred desetletjem na Fakulteti za strojništvo kot dolgoročno sodelovanje razvojnoraziskovalnega dela Laboratorija za vrednotenje konstrukcij (LAVEK) in razvojnoraziskovalnih oddelkov podjetij Cimos, d. d., Hella Saturnus Slovenija, d. o. o., TPV, d. d., in drugih. Naše in tuje dosežke razvoja temeljnega znanja smo v medsebojnih dolgoročnih pogodbah povezali z aplikativnimi cilji in zato združili finančna sredstva, kadre in opremo. Ravno tovrstno partnerstvo je bilo predpogoj in temelj za začetek in uspešno realizacijo projekta Student roadster.

Prvi velik pokrovitelj projekta je bilo podjetje Peugeot Slovenija, d. o. o., ki je doniralo vozilo peugeot 406, ki je služilo kot mehanska osnova za nov prototip. S tega vozila so bile vzete prednja in zadnja prema, motor in prenos, krmilni sistem,

zavorni sistem, vetrobransko steklo ter vsa pripadajoča elektronika. Od leta 2000 do 2004 je potekal večji del razvojnoraziskovalnega dela. Do sedaj so študenti na projektu naredili skoraj 8 diplom, preko 30 seminarskih nalog in 5 samostojnih nalog. Najpomembnejša področja razvojnoraziskovalnega dela so bila: razvoj nosilne konstrukcije in vse potrebne trdnostne analize, ergonomija potniškega prostora, varnost vozila ter simulacije trka, vgradnja in priključna mesta različnih sklopov

ter oblika avtomobila. Leta 2005 se je začela izdelava prototipa, kar je tudi privedlo do sodelovanja in sponzorstva pomembnih podjetij: Cimos, d. d., Hella Saturnus Slovenija, d. o. o., in Akrapovič, d. d. Leta 2006 se je izdelava pospešila in v veliki meri zaključila novembra 2007 s predstavitvijo na Cimsovem forumu 2007. V naslednjih mesecih se je prototip še dokončal z dodelavo notranjosti ter doživel končno predstavitev 14. maja 2008 v kongresnem centru Mons.



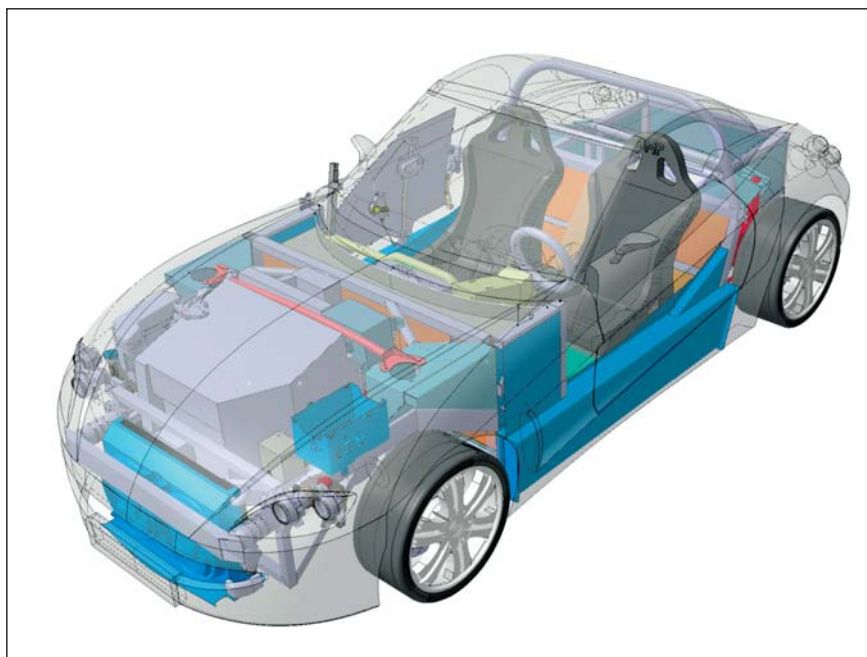
Slika 1. Različne izvedbe nosilne konstrukcije glede na postavitev motorja in tip pogona

Uroš Rosa, univ. dipl. inž., prof.
dr. Matija Fajdiga, univ. dipl. inž.,
izr. prof. dr. Marko Nagode, univ.
dipl. inž.; vsi Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo

Razvoj nosilne konstrukcije

Nosilna konstrukcija avtomobila je grajena po principu "prostorskega okvira" oz. space-frame, kar je bolj poznano kot način gradnje lotusa elise in audija A8.

V razvojnem postopku je bilo namenjene veliko pozornosti ergonomiji potniškega prostora. Na začetku je bil narejen trakovni načrt (tape-plan) v merilu 1 : 1 in nato atrapa potniškega prostora, ki je omogočala usedenje različnim ljudem ter s tem testiranje vseh nastavitev. Končne ugotovitve so bile prenesene v 3D-model v programski paket Catia V5, ki so skupaj z ostalimi sklopi in nosilno konstrukcijo tvorili celoten model avtomobila oz. t. i. package (slika 2).



Slika 2. 3D-model skupnega sestava vozila (package)

Glavna novost je modularna nosilna konstrukcija [1]. Cilj je bil izdelati enostavno, togo in cenovno ugodno nosilno konstrukcijo. To je bilo doseženo z modularnim konceptom, ki ga sestavljajo trije glavni deli: prednji del z motorjem in prenosom, osrednji del – kabina in zadnji del, kjer je nameščen rezervoar (slika 1).

Osrednji del je oblikovan tako, da se enostavno prilagaja različnim konfiguracijam vozila, od dvosedežnega roadsterja do kupeja 2 + 2. Glavni gradniki nosilne konstrukcije so jeklene cevi in krivljena jeklena pločevina. Na tak način sta doseženi velika vzvojna togost konstrukcije in enostavna izdelava. V razvojnem postopku je bilo v poteku optimizacije analiziranih 84 različnih verzij.

Razvojna vrednotenja

Numerične analize so v razvojno-raziskovalnem postopku izredno pomembne, kajti marsikateri preizkus v primeru unikatnega vozila ne more biti izveden (npr. preizkus trka). Večina linearnih MKE-analiz je bila izvedena v Catia V5. Kompleksne nelinearne analize in analize trka so bile narejene v programskih paketih Ansys in LS-Dyna.

Poleg določitve vzvojne (slika 3) in upogibne togosti so bili preučeni tudi različni načini vožnje, kot so: vožnja

čez ovire, speljevanje, zaviranje in različne kombinacije pravkar naštetih ([1], [2]). Za pohitritev analiz so bili določeni elementi, vzeti iz peugeota 406, poenostavljeni. Tak primer je prednja McPhersonova obesa, ki je bila modelirana z linijskimi elementi.

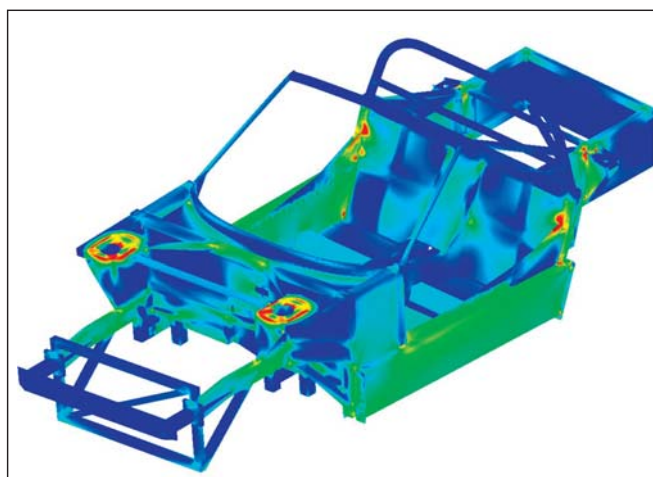
Varnost je eden najpomembnejših faktorjev pri konstruiranju avtomobila. Pritrnitev varnostnih pasov je ena od zahtev homologacije. Njihovi priključki so bili optimirani in ustrezno ovrednoteni, tako da izpolnjujejo vse zahteve [3]. Ena naj-kompleksnejših analiz je analiza trka. Na začetku je bilo opravljenega dosti dela na tem področju [4], kar je bila osnova za

vse naslednje analize. Trenutno se v sklopu diplomske naloge Ane Bižal [13] izvaja simulacija čelnega trka s 40-odstotnim prekritjem po predpisih EuroNCAP. 3D-model čelnega trka in delni rezultati pri času 0,005 sekunde so prikazani na sliki 4.

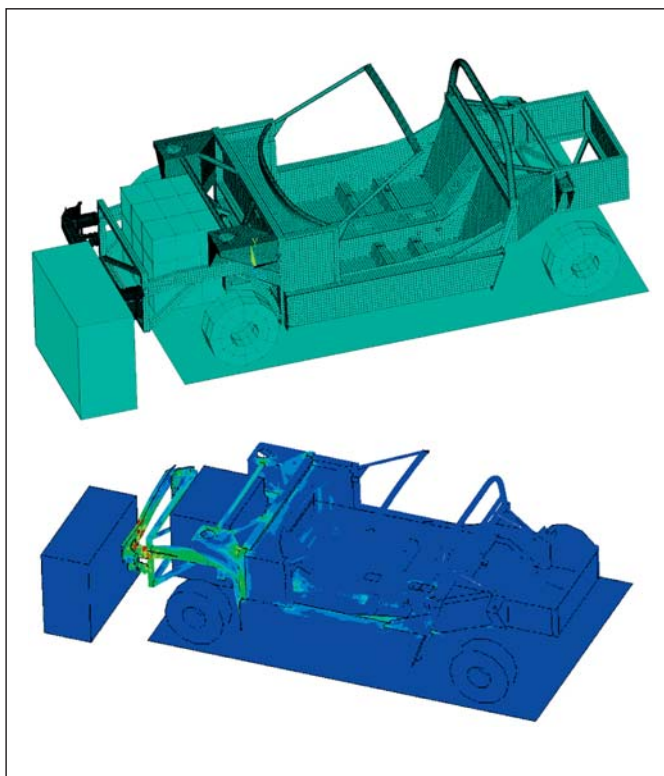
Izdelava prototipa

Izdelava prototipa je potekala v številnih korakih. Najprej je bilo razstavljeno in premerjeno vozilo peugeot 406. Vsi pomembni sklopi so bili zmodelirani in vneseni v skupen 3D-model vozila. Nosilna konstrukcija je bila zavarjena s pomočjo posebej izdelane varilne naprave, ki je omogočala natančno pozicioniranje priključ-

nih mest prem in motorja. Po končani izdelavi in antikorozijski zaščiti nosilne konstrukcije so bili vgrajeni vsi sklopi in elektronika. V zadnjem koraku je bila na osnovi 3D-modela oblike na petosnem frezalnem CNC-stroju iz trde poliuretanske pene izdelana oblika avtomobila. Pena



Slika 3. Analiza vzvojne togosti nosilne konstrukcije



Slika 4. Analiza čelnega trka s 40-odstotnim prekritjem pri času 0,005 sekunde

je bila nato s poliestrom in steklenimi vlakni utrjena s pomočjo vakuumske laminacije. Zunanost je bila nato ustrezno ličarsko obdelana in prebarvana s posebno večslojno barvo, ki pod različnim zornim kotom spreminja odtenek.

V avtomobil je bil vgrajen tudi računalnik, ki se krmili preko zaslona na dotik, vgrajenega v centralno konzolo. Ta omogoča upravljanje glasbe, telefonije, navigacije ter uporabe katerikoli aplikacije WinXP. Med drugim je bil v sodelovanju s študentom fizike iz Trsta Markom Torošem razvit tudi program za prepoznavanje prometnih znakov. Ta preko kamere, nameščene v vogalu vetrobranskega stekla, prepozna omejitve hitrosti in jih izpiše na zaslonu (slika 5). Kot zaščita pred krajo je vgrajen tudi čitalec prstnih odtisov, ki onemogoča zagon nepooblaščenim osebam.

■ Zaključek

FISITA, mednarodno združenje na področju avtomobilske industrije, je izbralo projekt Student roadster kot enega od petih študentskih projektov odličnosti. Predstavljen bo na samo-

stojnem razstavnem prostoru v osrednjem delu svetovnega avtomobilskega kongresa FISITA 2008 septembra v Münchnu. To predstavlja za vse, ki smo sodelovali pri projektu, veliko pohvalo in uspeh. Dokazali smo, da smo sposobni uspešno povezovati raziskovalno in pedagoško delo kot tudi fakulteto z gospodarstvom in družbo. Projekt je skoraj 40 študentom omogočil, da so se na konkretnih primerih naučili

timskega dela in osvojili inženirsko znanje, ki jim bo omogočilo, da se spopadejo z novimi izzivi, ki jih čakajo ob zaposlitvi v industriji.

Reference

- [1] Rosa, U., Konstrukcija šasijskega športnega vozila Student roadster: diplomska naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2003, mentor: izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: prof. dr. Matija Fajdiga.
- [2] Zaletelj, H., Analiza nosilne konstrukcije prototipnega vozila Student roadster: diplomska naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006, mentor: doc. dr. Gorazd Fajdiga, somentor: izr. prof. dr. Marko Nagode.
- [3] Povšič, R., Konstrukcija in analiza priključkov varnostnih pasov vozila Student roadster: diplomska naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006, mentor: izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: doc. dr. Gorazd Fajdiga.

diplomski naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006, mentor: izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: doc. dr. Gorazd Fajdiga.

[4] Grah, M., Rekonstrukcija in optimizacija con za akumulacijo energije ob čelnem trku vozila peugeot 406, diplomski naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2002, mentor: izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: prof. dr. Matija Fajdiga.

[5] Triplat, I., Rekonstrukcija in analiza volanskega droga vozila peugeot 406, diplomski



Slika 5. Sredinska konzola z zaslonom na dotik

naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2003, mentor:izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: prof. dr. Matija Fajdiga.

- [6] Umek, M.,. Virtualni simulator vožnje vozila, diplomska naloga univerzitetnega študija, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2003, mentor:izr. prof. dr. Marko Nagode, somentor: prof. dr. Matija Fajdiga.
- [7] Rosa, U., Nagode, M., Fajdiga, M., Razvoj nosilne konstrukcije prototipnega vozila Student roadster. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Kostanjevec, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 6. konferenca IAT'03, Koper/Portorož, Slovenija, 24.–25. april 2003. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ZSITS, SVM: Fakulteta za strojništvo, LAVEK, 2003.
- [8] Rosa, U., Nagode, M., Fajdiga, M., Študija ergonomije potniškega prostora prototipnega vozila Student roadster. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Kostanjevec, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 6. konferenca IAT'03, Koper/Portorož, Slovenija, 24.–25. april 2003. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ZSITS, SVM: Fakulteta za strojništvo, LAVEK, 2003.
- [9] Grah, M., Nagode, M., Fajdiga, M., Rekonstrukcija in optimizacija con za akumulacijo energije ob čelnem trku vozila. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Kostanjevec, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 6. konferenca IAT'03, Koper/Portorož, Slovenija, 24.–25. april 2003. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ZSITS, SVM: Fakulteta za strojništvo, LAVEK, 2003.
- [10] Rosa, U., Nagode, M., Fajdiga, M., Razvoj in izdelava koncepta nišnega avtomobila na primeru Student roadster. V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Zalazni, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 8. konferenca in razstava Inovativna avtomobilska tehnologija IAT'07, Rogla Slovenija, 10.–11. maj



Slika 6. Prototip Student roadster

2007. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ULJ-FS-LAVEK, cop. 2007, str. 343–35.
- [11] Rosa, U., Fajdiga, M., Nagode, M., Študijski projekt Student roadster. V: Orbanj, P. (ur.) Dan raziskav: 2. zbornik referatov, Koper, 17. november 2006, Koper: Cimos, cop. 2006, str. 151–154.
- [12] Zaletelj, H., Rosa, U., Fajdiga, G., Fajdiga, M., Analiza nosilne konstrukcije prototipnega vozila Student rodster = Analysis of a structure of a prototype vehicle Student Roadster. V: V: Fajdiga, M. (ur.), Klemenc, J. (ur.), Zalazni, A. (ur.), Trenc, F. (ur.), 8. konferenca in razstava Inovativna avtomobilska tehnologija IAT'07, Rogla Slovenija, 10.–11. maj 2007. Zbornik referatov (IAT, Inovativna avtomobilska tehnologija), Ljubljana: ULJ-FS-LAVEK, cop. 2007, str. 421–431.
- [13] Bižal, A., Klemenc, J., Rosa, U., Fajdiga, M., Simulacija trka prednjega odbijača vozila Student roadster. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 31–35.
- [14] Gosar, A., Rosa, U., Fajdiga, M., Študijski projekt Student roadster: izdelava prototipa. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 36–38.
- [15] Rosa, U., Oblika avtomobila Student roadster. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 50–51.
- [16] Rosa, U., Fajdiga, M., Nagode, M., Pregled študijskega projekta Student roadster. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 52–55.
- [17] Zadnik, Ž., Rosa, U., Fajdiga, M., Aktivni tečaj motornega pokrova. V: Cimosov forum: 3. zbornik referatov, 16. november 2007, Koper: Cimos, 2007, str. 61–62.

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

