

SAVREMENA AUTO INDUSTRIJA I NEOPHODNOST ISPUNJAVANJA NAJSTROŽIJIH ZAHTEVA KUPACA

Miloš Milošević¹⁾, Tijana Stojiljković²⁾, Milena Sibinović³⁾

Rezime: Ako se za neku granu industrije može reći da prati savremene trendove onda je to sigurno automobilska industrija. Savremeno auto tržište danas nikome ne dozvoljava da mirno spava i opstanak nikome nije zagarantovan. Skraćeni životni vek gotovih proizvoda i oštra konkurencija predstavljaju pokretačku snagu razvoja. U takvim uslovima uloga savremenih inženjerskih metoda i alata za upravljanje kvalitetom kao i brzih testova komponenti, sklopova i čitavih automobila u realnim uslovima dobijaju na značaju.

Ključne reči: Auto industrija, Projektovanje, Aluminium, FMEA

Abstract: If for some branch of industry can be said to follow contemporary trends then this is certainly the automotive industry. Modern auto market today does not allow anyone to peacefully asleep and no one is guaranteed survival. The shortened life expectancy finished products and tough competition are the driving force of development. In such circumstances the role of modern engineering methods and tools for quality management and rapid tests of components, assemblies and entire vehicles in real conditions are gaining in importance.

Key words: Automotiv industry, Design, Aluminium, FMEA

1. UVOD

Savremena automobilska industrija nalazi se u nezavidnoj situaciji jer auto tržište donosi sve veću konkurenciju i borbu za svakog kupca. Kupac danas traži gotovo sve bolje performanse, bolji kvalitet, veću sigurnost, manju potrošnju energenata i što nižu cenu uz što manje posledice po svoju okolinu. Svi ti zahtevi navode nas na zaključak da zadatak nimalo nije jednostavan što i pokazuju poslednja dešavanja na globalnom auto tržištu. Došlo se do jednostavnih i dijametralno suprotnih zaključaka, savremen automobil treba da bude što lakši, ekonomičniji, sa uštedom prirodnih resursa uz neizostavnu zaštitu životne sredine. U direktnu korelaciju postavljeni su mobilnost i brzina automobila sa ukupnom težinom a sve to povezano sa zahtevima aktivne i pasivne bezbednosti.

2. NEKE KARAKTERISTIKE NOVIH AUTOMOBILA

Velike brzine nose i velike rizike sa sobom, kako po putnike tako i po okolinu, odnosno

bezbednost drugih učesnika u saobraćaju. Realnost je da projektanti brinu kako o putnicima unutar vozila tako i onima koji se nadju u neposrednoj njegovoj blizini. Nove tehnologije i korišćenje novih materijala uvode i nove izazove u ključnim aspektima dizajniranja vozila koji se tiču bezbednosti, ekonomičnosti i ekologije, na primer:

- upotreba novih materijala, male specifične težine sa ojačanim konstruktivnim rešenjima
- pokrivenost unutrašnjosti vozila vazдушnim jastucima
- primena hibridnih motora i alternativnih goriva sa redukovanom emisijom ugljen dioksida
- poseban design prednje noseće strukture otporne na udare sa mogućnošću amortizovanja jakih udara
- široka primena elektronskih komponenti u cilju povećanja bezbednosti, ekonomičnosti i zaštite životne sredine.

Ovo su neka od široko zastupljenih rešenja koja direktno utiču na trenutno ključne aspekte dizajniranja modernog vozila. Šta više da bi kompanija preživela nije dovoljno da prati promene, neophodno je da predviđa promene [1,2]. Praćenje

1) Miloš Milošević, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet Niš, mail:

2) Tijana Stojiljković, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet Niš, mail:

3) Milena Sibinović, Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet Niš, mail:

promena omogućava kompaniji samo da se adaptira, ali joj ne daje mogućnosti da raste, a bez rasta nema opstanka kompanije. Kompanije koje pak imaju sposobnost predviđanja koriste priliku da se na vreme pozicioniraju i pripreme za nastupajuće promene. Design prednje noseće strukture je i presudan element jer kao takav direktno utiče na krutost čitave karoserije, a samim tim i voznih karakteristika i bezbednosti putnika u vozilu [5,6].



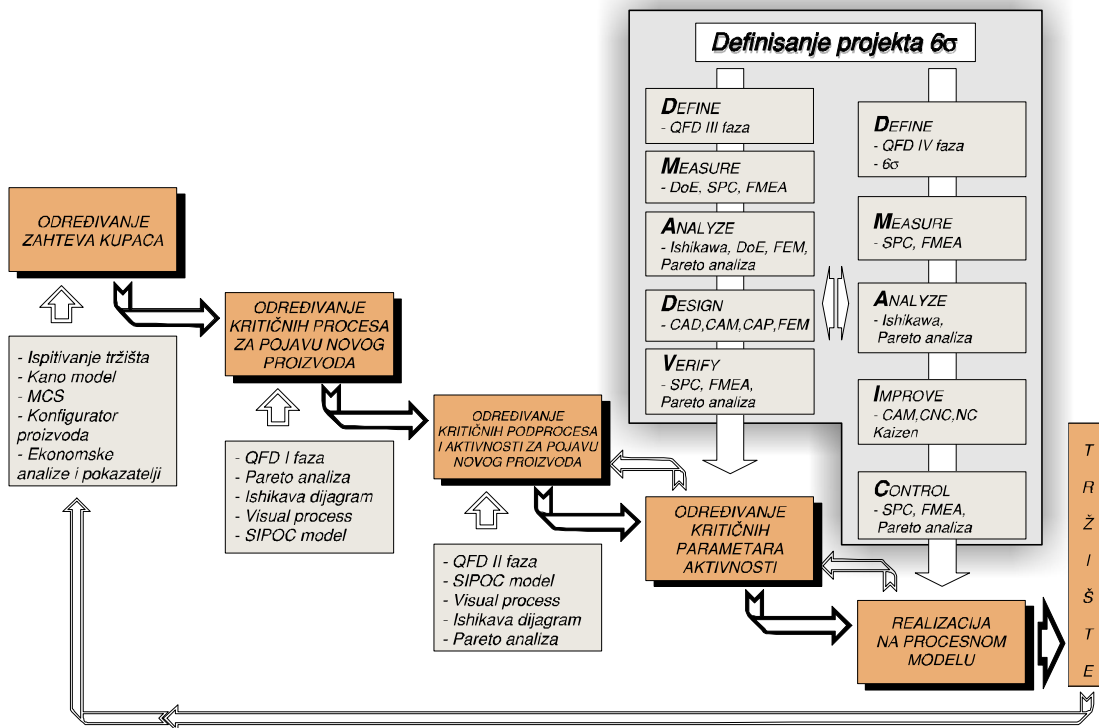
Slika. 1. EURO NCAP test, kao nezaobilazni test novih modela na Evropskom tržištu

Oštra konkurencija na tržištu automobila dovela je proizvođače u takav položaj da ništa više ne prepuštaju slučaju. Elementi aktivne i

pasivne bezbednosti sada su postali neizbežni deo standardne opreme koja se može naći kod gotovo svih kategorija automobila.

Konstruktori novih modela dobijaju stroge zadatke koji moraju biti rešeni u samom startu odnosno pri definisanju i izboru noseće konstrukcije, karakteristika i snage motora, sistema upravljanja itd. Ide se toliko daleko da standardne elemente menjaju potpuno novi sklopovi i podsklopovi koji po pravilu ne narušavaju uslove sigurnosti i bezbednosti [3,4]. Još u toku osnovnog razvoja novih modela posvećena je pažnja pravovremenom otkrivanju potencijalnih grešaka u dizajnu i softverskom simulacionom modeliranju i ispitivanju konstrukcija i delova. Ova ispitivanja obuhvataju i sledeće procene:

- Proračun i provera izdržljivosti i krutosti parametara prednje noseće konstrukcije od različitih materijala
- Simulacija ponašanja komponentii sklopova u kritičnim trenucima
- Procena rizika pojedinih odgovornih komponenti i sklopova, kao i predlog mera koje mogu da smanje rizik (FMEA)



Slika 2. Procesni model kompanije podržan alatima kvaliteta

Ove metode i postupci procene i ispitivanje materijala, konstrukcija i delova su standardne i definisane su standardom ISO-TS 16949 koji se odnosi na uvodjenje i primenu sistema kvaliteta. Na predhodnoj slici prikazan je šematski prikaz od ideje do realizacije proizvoda. Ključni momenat nove koncepcije uspešnog poslovanja je integrisani procesni model (sl.2) koji uključuje nova tehničko tehnološka dostignuća, stečene veštine sa bogatim iskustvom uz aktivnu podršku alata kvaliteta podržanih softverom. To je uzastopni sistemski pristup, na različitim nivoima, zasnovan na potpunoj analizi i obradi informacija koje dolaze sa tržišta. U njegovoj strukturi mogu se prepoznati pet ključnih zadataka, na različitim nivoima, koje je potrebno rešiti i sprovesti čime se dobijene informacije prenose i obrađuju od ulaza do nivoa same realizacije. To su:

- određivanje zahteva kupca,
- određivanje kritičnih procesa za pojavu novog proizvoda,
- određivanje kritičnih podprocesa i aktivnosti za pojavu novog proizvoda,
- određivanje kritičnih parametar aktivnosti i
- realizacija na procesnom modelu.

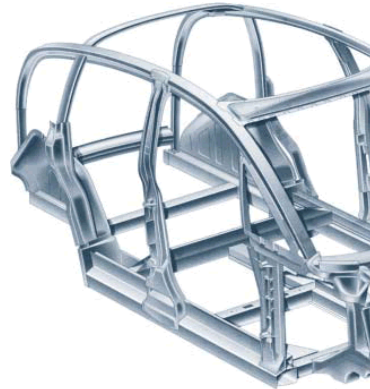
Procesnim modelom to se može ilustrovati vrlo jednostavno i slikovito gde se prepoznaje uzastopni tok informacija, ulaz i izlaz iz procesa, alati kvaliteta podržani softverom, povratne informacije i signali koji imaju za cilj da vrate pravu informaciju i uporede je sa zadatom vrednošću na ulazu. Kao što vidimo, prethodno navedene metode ispitivanja i procena kvaliteta su široko primenjene u više procesa tokom razvoja proizvoda, prototipa i same realizacije proizvodnje [2,3,4,5].

Prednosti ispitivanja, procena i primena računarskih simulacija na virtualnom modelu, tokom razvoja proizvoda, se najviše ogledaju u što realnijem formulisanju modela, analizi uticaja i kroz otkrivanje i eliminisanje mogućih grešaka (FMEA analize), slabih mesta, loših tehnoloških rešenja kao i nepravilnosti na finalnom proizvodu.

3. ANALIZA ELEMENATA NOSEĆE KONSTRUKCIJE

Celovita i sveobuhvatna analiza noseće konstrukcije savremenih automobila zahteva kompleksan teoretski i praktičan pristup uticaja velikog broja faktora. Kao što je pomenuto ona treba da ispuni više različitih zahteva. Ova analiza i testiranje odnose se samo na izdvojeni element noseće konstrukcije koji je sastavni deo čitavog

niza pozicija vezanih razdvojjim i nerazdvojjim vezama.



Slika 3. Noseća konstrukcija

Za složenije i vrlo skupe analize neophodno je sagledati celovit proizvod na crash testu koji je danas postao obavezan za sve modele proizvođača koji računaju na znatan udeo na svetskom a pogotovu evropskom tržištu.

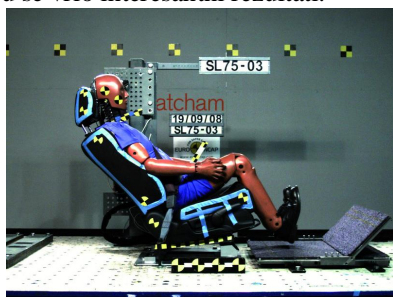
FMEA analiza je metoda koja izdvaja najbitnije elemente noseće konstrukcije, iz svih elemenata sklopa merodavanih za sigurnost i bezbednost (tabela 1). Aktivna i pasivna bezbednost podrazumeva nekoliko elemenata na koje treba obratiti posebnu pažnju, odnos snage motora i čvrstoće noseće konstrukcije, raspoloživa sila kočenja, broj i kvalitet vazdušnih jastuka, pojedinačna čvrstoća i krutost elemenata.

Jedan od najodgovornijih sklopova novih automobila u pogledu bezbednosti i sigurnosti putnika je noseća konstrukcija. Njoj se posvećuje sve veća pažnja jer ona s jedne strane zadržava neophodnu krutost i direktno štiti putnike dok s druge strane čini znatan udeo u celokupnoj težini finalnog proizvoda. Samim tim ta celokupna masa (od 1000 kg, 1500 kg, pa i više od 2000 kg) mora biti pokrenuta i do brzina od 150 km/h pa do 200km/h. Timovi stručnjaka bore se za svaki kilogram uštede sa ciljem smanjenja udela karoserije u ukupnoj težini primenom različitih lakih materijala i smanjivanjem specifične težine. Ne retko tu se mogu naći legure aluminijum, magnezijum ili ugljenična vlakna koja sa gotovo istim mehaničkim i deformacionim karakteristikama zamenjuju ne tako laku i "proverenu" čeličnu konstrukciju. Time dolazimo u oblast bezbednosti gde težinski smanjena i oslabljena konstrukcija predstavlja rizik za putnike u vozilu.

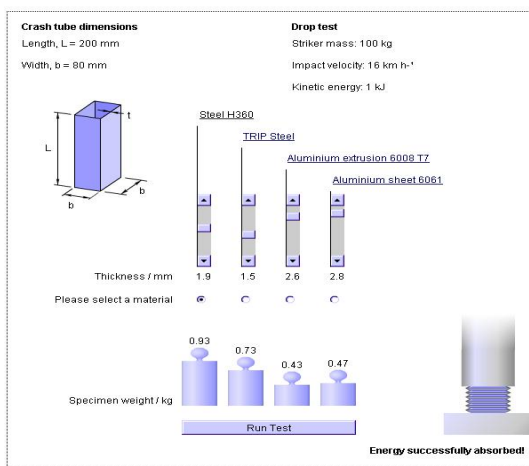
Efekat	Kriterijum Ozbiljnost uticaja na proizvod (Customer effect)	Ocena
Nemogućnost ispunjavanja bezbednosnih i/ili zakonskih obaveza	Potencijalni mod greške utiče na bezbedni rad vozila i/ili uključuje i nekompatibilnost sa vladinim propisima bez upozorenja	10
	Potencijalni mod greške utiče na bezbedni rad vozila i/ili uključuje i nekompatibilnost sa vladinim propisima sa upozorenjem	9
Gubitak ili degradacija primarnih funkcija	Gubitak primarnih funkcija (vozilo neupotrebljivo, ne utiče na bezbedni rad vozila.)	8
	Degradiranje primarnih funkcija (vozilo upotrebljivo, ali sa smanjenim performansama)	7
Gubitak ili degradacija sekundarnih funkcija	Gubitak sekundarnih funkcija (vozilo upotrebljivo, ali funkcije udobnosti / upotrebne neupotrebljive)	6
	Degradiranje sekundarnih funkcija (vozilo upotrebljivo, ali funkcije udobnosti / upotrebe smanjenih performansi)	5
Negativni / loš utisak u eksploataciji	Prisustvo buke, vozilo upotrebljivo, pojava primećena od većine korisnika (>75%)	4
	Prisustvo buke, vozilo upotrebljivo, pojava primećena od mnogo korisnika (50%)	3
	Prisustvo buke, vozilo upotrebljivo, pojava primećena od malog broja korisnika (<25%)	2
Bez efekta	Bez negativnih efekata	1

Tabela 1

Primeru radi noseća konstrukcija automobila može biti izrađena različitim tehnologijama koje podrazumevaju i upotrebu različitih materijala, oblika i debljine. Na samom početku tu nema mnogo razlike, ali konačan rezultat može biti u mnogome poboljšán ukoliko se izvrše detaljne analize. Naime ukoliko bi prednju noseću strukturu automobila analizirali preko najjednostavnijeg kutijastog modela koji se najčešće pojavljuje kao konstruktivno rešenje dobijaju se vrlo interesantni rezultati.



Slika 4. Element EURO NCAP testa posvećen bezbednosti putnika



Slika 5.

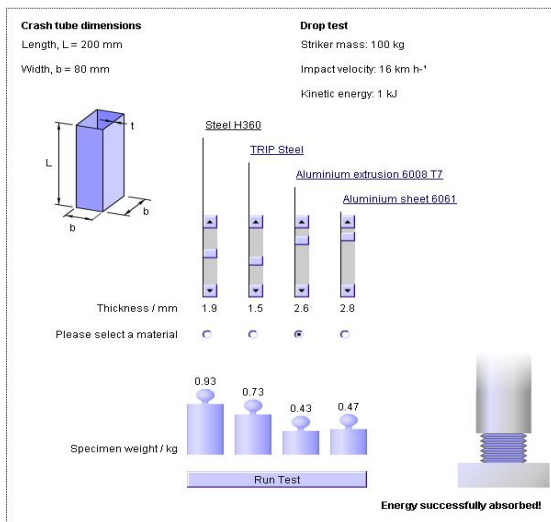
Na slici 5 prikazan je test čelične kutijaste cevi debljine zida 1.9 mm i specifične težine 0.93 kg. Na ovom testu vidimo da se kutijasta cev plastično deformisala usled udarnog dejstva tereta od 100 kg, brzinom od 16 km/h i prenetom kinetičkom energijom od 1kJ [4,5].

Noseća konstrukcija nije pretrpela mehanički lom ili razaranje pa samim tim zaključujemo da je

uspešno apsorbovana kinetička energija udara i da su rezultati zadovoljavajući samo po jednom kriterijumu. Ostao je problem ukupne težine koja predstavlja izazov za smanjenje potrošnje goriva odnosno konkurentnost novog modela automobila na tržištu.

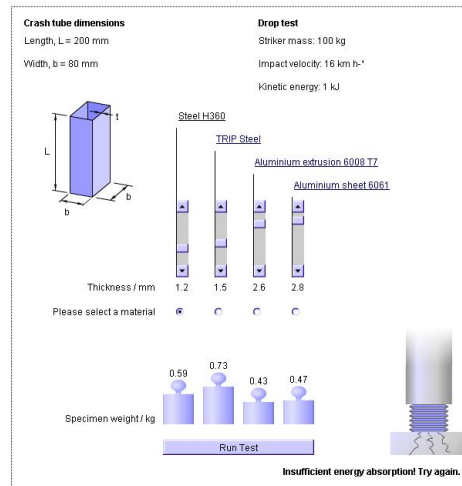
Uvođenjem aluminijuma u noseću strukturu automobila povećavamo efikasnost vozila kroz njegovu ekonomičnost, tj. smanjenjem potrošnje goriva. Manja potrošnja goriva kao direktnu posledicu ima i smanjenu emisiju CO₂ po pređenom kilometru, a samim tim i smanjeni štetni uticaj na životnu sredinu.

Na slici 6 prikazan je test istog profila noseće konstrukcije ali od aluminijumske kutijaste cevi debljine zida 2.6 mm i specifične težine 0.43 kg. U ovom testu kutijasta cev se plastično deformisala, ali nije došlo do razaranja njenog oslonca kao i u prethodnom slučaju. Osnovni zahtev time je ispunjen, odnosno kriterijum bezbednosti potencijalnih putnika unutar vozila je zadovoljavajući uz ispunjenje kriterijuma manje ukupne težine.



Slika 6.

Na slici 7. prikazan je test čelične kutijaste cevi debljine zida 1.2 mm i specifične težine 0.59 kg. U ovom testu kutijasta cev se plastično deformisala ali usled male debljine zida cevi došlo je do razaranja noseće konstrukcije, odnosno nije apsorbovana energija udara u potpunosti, pa samim tim dolazi do razaranja noseće konstrukcije i pojave pukotine. Ovim zaključujemo da ova konstrukcija sa ovim dimenzijama nije bezbedna za ugradnju kod finalnih modela automobila.



Slika 7.

4. ZAKLJUČAK

Sprovedena analiza ukazuje na neophodnost celovitog istraživanja svih novih rešenja koja nisu proverena i potvrđena u praksi. Od vrlo ozbiljnih nedostataka koji imaju presudnu ulogu u pogledu bezbednosti i sigurnosti, koji se rangiraju težinskim faktorom 10 odnosno 9, pa preko negativnih utisaka kod krajnjeg kupca koji će uticati na broj prodatih vozila vrši se neprekidna procena njihovog uticaja. Pored agresivnog nastupa na svetskom tržištu svedoci smo poslednjih godina, da tako brz razvoj auto industrije dovodi i velike proizvođače u nezavidnu situaciju. Ne retko oni moraju naknadno pozivati svoje kupce na dodatne intervencije i korekcije gotovih proizvoda gde je uočen nedostatak. To ostavlja ne tako male posledice u pogledu broja prodatih automobila i ukupne finansijske dobiti.

LITERATURA

- [1] Stoilković V, Integrirani sistemi menadžmenta ISO 9001 2000, ISO 14001 2004 ISO 18001 1999 – Mašinski fakultet Niš
- [2] Stoilković V, Mlosavljević P, Ranđelović S, Industrijski menadžment Praktikum, Mašinski fakultet u Nišu, Niš 2010.
- [3] Ranđelović S, Denić B, Mladenović S, Đorđević G, Aluminium industry, chance for mass customization and advancement of small enterprises, Proceedings, pp. 130 - 134, ISBN 978-86-7892-277-0, 4th International

- Conference MCP - CE 2010, September 22-24, Novi Sad, Serbia. 2010.
- [4] Randelović S, Milosavljević P, Sommitsch C, Hot extrusion technology generation on the basis of FEM and FMEA analysis, *Strojarstvo*, pp. 43-50, vol. 52, No1, ISSN 0562-1887, Croatia, 2010.
- [5] Randelovic S, "The new product development for mass customization on the base integrated process model" Proceedings, 3rd International Conference on Mass Customization and Personalization in Central Europe", Faculty of Technical Science in Novi Sad, pp. 149-153, Palic – Novi Sad, Serbia, June 3 - 6, 2008.
- [6] Kiuchi M, Present and future of extrusion analysis, Die Design supported by numerical simulation, International Symposium "Extrusion Process 2005" September 2005, pp. 1-22, Nagoya University, Japan
- [7] In Tai Jin, Extrusion-bending process of curved metal tube or rod, International Symposium "Extrusion Process 2005", pp. 23-32, Nagoya University, Japan, 2005