

Analiza indikatora za ocjenjivanje sigurnosti cestovnih vozila

Matija, Daniel

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:795908>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**ANALIZA INDIKATORA ZA OCJENJIVANJE SIGURNOSTI CESTOVNIH
VOZILA**

ANALYSIS OF INDICATORS FOR ROAD VEHICLE SAFETY ASSESSMENT

Mentor: doc. dr. sc. Željko Šarić

Student: Daniel Matija

JMBAG: 0135254364

Zagreb, rujan 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 7. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Cestovna prijevozna sredstva**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6411

Pristupnik: **Daniel Matija (0135254364)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza indikatora za ocjenjivanje sigurnosti cestovnih vozila**

Opis zadatka:

U Završnom radu potrebno je objasniti osnovne elemente sigurnosti cestovnih vozila. Navesti i analizirati indikatore za ocjenjivanje sigurnosti cestovnih vozila te prikazati način ispitivanja sigurnosti cestovnih vozila putem EuroNCAP testiranja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Željko Šarić

SAŽETAK

Sigurnost u cestovnom prometu ima veliku važnost. Čovjek, vozilo i cesta temeljni su čimbenici sigurnosti prometa. Čimbenik sigurnosti vozila se dijeli na aktivne i pasivne elemente. Za testiranje i ocjenjivanje sigurnosti vozila postoji više tvrtki dok je na području Europe najpoznatija tvrtka Euro NCAP osnovana 1997. godine sa sjedištem u Belgiji. Euro NCAP svoj sustav testiranja i ocjenjivanja temelji na četiri glavna indikatora: Sigurnost odrasle osobe, sigurnost djece, sigurnost ugroženog korisnika ceste, sigurnosni sustav pomoći vozaču. Za svaki od četiri indikatora provodi se niz testova. Kako bi se mogli analizirati provedeni testovi važnu ulogu imaju snimke i fotografije snimljene za vrijeme testiranja te lutke opremljene sensorima za bilježenje potrebnih podataka. Konačna ocjena je izražena brojem zvjezdica od jedan do pet, od čega vozilo kojem je dodijeljeno pet zvjezdica pruža najveću sigurnost.

KLJUČNE RIJEČI: Sigurnost vozila; Sigurnost odrasle osobe; Sigurnost djece; Sigurnost ugroženog korisnika ceste; Sigurnosni sustav pomoći vozaču

SUMMARY

Road safety is of great importance. Man, vehicle and road are fundamental factors of traffic safety. The vehicle safety factor is divided into active and passive elements. There are several companies for testing and assessing vehicle safety, while in Europe the most famous company is Euro NCAP, founded in 1997 with its headquarters in Belgium. Euro NCAP bases its testing and assessment system on four main indicators: adult safety, child safety, safety of vulnerable road users and driver assistance safety system. For each of the four indicators, tests are conducted. In order to be able to analyze the performed tests, the images and photographs taken during the testing and the dummies equipped with sensors for recording the necessary data play an important role. The final rating is expressed by the number of stars from one to five, where the vehicle with five stars has been awarded to provide the highest safety.

KEYWORDS: Vehicle safety; Adult safety; Child safety; Safety of vulnerable road users; Driver assistance safety system

Sadržaj

1.	UVOD.....	1
2.	ELEMENTI SIGURNOSTI CESTOVNIH VOZILA.....	3
2.1.	AKTIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA	3
2.2.	PASIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA	6
3.	Euro NCAP	8
3.1.	PROTOKOL SLIKANJA I SNIMANJA.....	9
3.2.	LUTKA ZA TESTIRANJE	11
4.	TESTIRANJE SIGURNOSTI CESTOVNIH VOZILA PUTEM Euro NCAP-a	13
4.1.	TESTIRANJE SIGURNOSTI ODRASLE OSOBE.....	13
4.1.1.	FRONTALNI SUDAR S POKRETNOM DEFORMABILNOM BARIJEROM	15
4.1.2.	FRONTALNI UDAR S PUNOM ŠIRINOM U NEPOMIČNU BARIJERU	16
4.1.3.	BOČNI SUDAR S POKRETNOM BARIJEROM.....	17
4.1.4.	BOČNI UDAR U STUP.....	18
4.1.5.	TESTIRANJE PODRUČJA KOLJENA.....	19
4.1.6.	TESTIRANJE NAGLOG TRZAJA GLAVE	19
4.1.7.	SPAŠAVANJE I IZVLAČENJE	20
4.2.	TESTIRANJE SIGURNOSTI DJECE	21
4.3.	TESTIRANJE SIGURNOSTI UGROŽENOG KORISNIKA CESTE	22
4.4.	TESTIRANJE SIGURNOSNIH SUSTAVA POMOĆI VOZAČU	26
4.4.1.	SUSTAV POMOĆI ODRŽAVANJA BRZINE	26
4.4.2.	AUTONOMNO KOČENJE U SLUČAJU NUŽDE.....	27
4.4.3.	SUSTAV POMOĆI ZADRŽAVANJA VOZILA UNUTAR TRAKA	28
5.	O CJENJIVANJE SIGURNOSTI VOZILA PUTEM Euro NCAP-a.....	29
5.1.	O CJENJIVANJE SIGURNOSTI ODRASLIH OSOBA	31
5.2.	O CJENJIVANJE SIGURNOSTI DJECE.....	34
5.3.	O CJENJIVANJE SIGURNOSTI UGROŽENOG SUDIONIKA U PROMETU.....	35
5.4.	O CJENJIVANJE SIGURNOSNIH SUSTAVA POMOĆI VOZAČU.....	36
6.	ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA.....	38
7.	ZAKLJUČAK	41
	LITERATURA	43
	POPIS KRATICA	47
	POPIS SLIKA	48
	POPIS TABLICA	49
	Prilog 1. Autorska prava Euro NCAP-a	50

1. UVOD

Ubrzani razvoj cjelokupnog prometnog sustava, a posebno cestovne grane prometa rezultirao je velikim brojem prometnih nesreća te samim time nedostatnom razinom sigurnosti prometa. Nesreće često za posljedice imaju teške ozljede i smrt. Čovjek, vozilo i cesta temeljni su čimbenici sigurnosti prometa. Završni rad se temelji na jednom od tri čimbenika sigurnosti prometa, a to je vozilo.

Tema završnog rada je: Analiza indikatora za ocjenjivanje sigurnosti cestovnih vozila. Cilj završnog rada je kroz nekoliko cjelina objasniti elemente sigurnosti vozila ta prikazati sustav testiranja i ocjenjivanja sigurnosti vozila od strane Euro NCAP-a.

Završni rad je podijeljen na sljedeće cjeline:

1. Uvod
2. Elementi sigurnosti vozila
3. Euro NCAP
4. Testiranje sigurnosti cestovnih vozila putem Euro NCAP-a
5. Ocjenjivanje sigurnosti vozila putem Euro NCAP-a
6. Analiza rezultata ispitivanja
7. Zaključak

U drugom poglavlju navedeni su i objašnjeni aktivni i pasivni elementi vozila koji utječu na sigurnost cestovnog prometa.

U trećem poglavlju navedeni su osnovni podaci o Euro NCAP-u. Euro NCAP je tvrtka koja se bavi testiranjem i ocjenjivanjem sigurnosti vozila te svojim radom potiče proizvođače vozila da se sve više energije i rada posvete sigurnosti vozila. Opisan je protokol slikanja i snimanja koji je obavezan kako za vrijeme testiranja, tako i kasnije kod ocjenjivanja vozila. Prikazane su i lutke koje se koriste za testiranja. Njihova svrha je za vrijeme testiranja simuliraju ljudske reakcije.

U četvrtom poglavlju prikazan je sustav testiranja koji je niz godina razvijao Euro NCAP te još uvijek razvija. Sustav testiranja temelji se na četiri glavna indikatora za ocjenjivanje sigurnosti vozila, a to su: testiranje sigurnosti odrasle osobe, testiranje sigurnosti djece, testiranje sigurnosti ugroženog korisnika ceste i testiranje sigurnosnih sustava pomoći vozaču.

U petom poglavlju je objašnjen sustav ocjenjivanja i prikazivanja rezultat dobivenih testiranjem objašnjenom u četvrtom poglavlju. Kao i testiranje i ocjenjivanje se temelji na četiri glavana indikatora za ocjenjivanje sigurnosti vozila.

U šestom poglavlju prikazani su ostvareni rezultati za *Cupru Formentora*. Vozilo je testirano i ocjenjeno početkom 2021. godine te je u pogledu sigurnosti ostvarilo svih pet zvjezdica.

2. ELEMENTI SIGURNOSTI CESTOVNIH VOZILA

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu ljudi i tereta, može se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzano ili usporeno. Svojom konstrukcijom i eksploatacijskim značajkama značajno utječe na sigurnost prometa. Elemente sigurnosti vozila dijelimo na aktivne elemente sigurnosti vozila i na pasivne elemente sigurnosti vozila.

2.1. AKTIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA

U aktivne elemente sigurnosti vozila ubrajaju se ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće, a to su:

- Uređaji za kočenje
- Upravljački mehanizam
- Gume
- Svjetlosni i signalni uređaji
- Uređaji za povećanje vidnog polja vozača
- Konstrukcija sjedala
- Usmjerivači zraka
- Uređaji za hlađenje, grijanje i provjetravanje unutrašnjosti vozila
- Buka
- Vibracija vozila

Osim navedenih tehničkih rješenja u aktivne elemente sigurnosti vozila mogu se ubrojiti i neki noviji sustavi pomoći vozaču kao što su: adaptivni tempomat te sustav zadržavanja vozila unutar traka.

Uređaji za kočenje služe za usporavanje i potpuno zaustavljanje vozila. Vozilo je potrebno opremiti sa dvije potpuno nezavisne kočnice (ručna i nožna). Za sigurnost prometa važnija je nožna kočnica. Postoji nekoliko sustava kočenja: kočenje pomoću disk-kočnica, kočenje pomoću bubnja i kombinirani sustav kod kojeg su na prednjoj osovini disk-kočnice, a na stražnjoj osovini sustav kočenja pomoću bubnja. Disk-kočnice učinkovitije su pri naglom kočenju i danas se najčešće koriste. Najveća opasnost za sigurnost prometa pri naglom kočenju je blokiranje kotača jer se pritom gubi oko 60% sile kočenja. U slučaju blokiranja prednjih kotača ne može se upravljati vozilom, dok prilikom blokiranja stražnjih kotača dolazi do zanošenja vozila. Kako bi se spriječilo blokiranje kotača ugrađuju se sustavi protiv blokiranja kočnica (ABS). [1]

Jedan od mogućih uzroka prometnih nesreća je neispravnost upravljačkog mehanizma. Do neispravnosti može doći zbog velike zračnosti u pojedinim elementima, zbog loma dijelova ili zbog kvara sigurnosne brave upravljačkog kola koja može zaključati kolo i onemogućiti njegovo okretanje. Stoga je potrebno na vrijeme zamijeniti istrošene elemente. [1]

Gume značajno utječu na sigurnost vozila. Njihova je svrha postizanje najboljeg mogućeg prijanjanja između kotača i podloge. Za sigurnu vožnju potrebno je da guma ima dobar gazni sloj. Gume se dijele na dijagonalne i radijalne. Prednosti radijalnih guma u odnosu na dijagonalne je ta da se za vrijeme vožnje manje griju, imaju dulji vijek trajanja, omogućavaju bolje iskorištenje snage motora kod većih ubrzanja, pružaju bolju stabilnost vozila, imaju kraći put kočenja, smanjuju potrošnju goriva te omogućuju lakše upravljanje vozilom. Postoje i niskoprofilne radijalne gume koje zbog manje visine smanjuju visinu težišta vozila čime se poboljšava njegova stabilnost. [1]

Svjetlosno signalni uređaji služe za osvjetljavanje ceste ispred vozila, označavanje položaja vozila na kolniku ceste i davanje potrebnih signala. Na prednjoj strani vozila nalaze se duga svjetla, kratka svjetla, svjetla za maglu, svjetla za označavanje vozila te pokazivači smjera. Na stražnjoj strani vozila nalaze se pokazivači smjera, stop-svjetlo, svjetla za označavanje vozila, svjetlo za osvjetljavanje registarske oznake te svjetlo za vožnju unatrag. Svjetlosni i signalni uređaji sa stajališta sigurnosti moraju zadovoljiti nekoliko uvjeta: za vrijeme vožnje noću moraju osvjetljavati cestu i njezinu blisku okolinu, moraju omogućiti prometovanje vozila u uvjetima slabe vidljivosti, moraju upozoriti ostale sudionike u prometu o svakoj promjeni pravca i brzine kretanja vozila te stalni svjetlosni izvori ili reflektirajuća svjetla moraju obilježavati vozila s prednje i stražnje strane vozila. [1]

U uređaje koji povećavaju vidno polje vozača ubrajaju se prozorska stakla na vozilu, brisači i preći vjetrobranskog stakla, vozačka zrcala. Vjetrobranska i bočna prozorska stakla moraju biti prozirna te ne smiju iskrivljavati sliku. Za vrijeme loših vremenskih uvjeta nužna je uporaba brisača iako ne čiste cijelu površinu vjetrobranskog stakla. Oscilacije brisača kreću se od 2 do 30 u minuti. Vozila se sve češće opremaju brisačima na stražnjem staklu i na farovima jer kod onečišćenih stakla na farovima jačina svjetla se smanjuje do 50%. Perači moče vanjsku površinu vjetrobranskog stakla sredstvom za čišćenje te se pomoću brisača otklanjaju nečistoće. Vozačka zrcala omogućavaju vozaču praćenje prometa iza vozila. Česta su dvodijelna zrcala s razlomljenom površinu koja povećavaju vidno polje. [1]

Kod konstruiranja sjedala potrebno je zadovoljiti nekoliko uvjeta: mora omogućavati udobno sjedenje, pridržavati vozača pri djelovanju centrifugalne sile u zavoju, omogućavati dobru vidljivost te da je optimalno udaljeno od uređaja za upravljanje vozilom. Sjedalo je potrebno konstruirati tako da se može jednostavno namještati u horizontalnom i vertikalnom smjeru. [1]

Usmjerivači zraka (spojleri) su dijelovi školjke vozila čija je zadaća smanjivanje otpora zraka i povećanje stabilnosti vozila kod velikih brzina. Smanjenjem otpora vozila ujedno se smanjuje i potrošnja goriva. Za vrijeme vožnje velikim brzinama smanjuje se težina prednjeg dijela vozila te se pomoću spojlera zrak pritišće na prednji dio školjke. Postavljanje spojlera zahtjeva posebna ispitivanja i testiranja u zračnom kanalu. [1]

Grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila bitno je za radnu sposobnost vozača. Jer radna sposobnost čovjeka opada kod temperature niže od 13 °C i više od 30 °C. Temperatura unutar vozila tijekom zime trebala bi iznositi od 17 do 22 °C, a ljeti do 28 °C. Uređaji za grijanje najčešće su izvedeni na način da istovremeno služe za hlađenje i provjetravanje vozila. [1]

Vozilo je složeni oscilatorni sustav koje svojim vibracijama djeluje na vozača i putnike iako su zaštićeni od izravnog djelovanja pomoću sjedala. Neugodno djelovanje vibracije povećava se kod čestih promjena ubrzanja vozila. [1]

Intenzivna buka štetno djeluje na živčani sustav i na unutarnje organe. Izaziva glavobolju, vrtoglavicu, razdražljivost te smanjuje radnu sposobnost vozača. Razina buke iznad 80 dB štetna je za organe sluha. Primjenom zvučne izolacije između prostora za smještaj motora i školjke vozila značajno se smanjuje buka u prostoru za putnike. [1]

Adaptivni tempomat sve se više ugrađuje u vozila srednje klase kao dio standardne opreme ili ga je moguće dobiti u dodatnom paketu opreme. Sustav se temelji na radaru koji se nalazi s prednje strane vozila te očitava brzinu i udaljenost vozila ispred. Sustav automatski prilagođava brzinu kretanja prema brzini vozila koje se kreće ispred. U slučaju da nema vozila ispred adaptivni tempomat se ponaša kao i klasični tempomat. Adaptivni tempomat je iznimno koristan u uvjetima smanjene vidljivosti (magla) jer sustav prepoznaje vozilo ispred i prilagođava brzinu čak i ako vozač još nije uočio vozilo. Osim prednosti koje navedeni sustav pruža postoji i nekoliko mana a to su da otupljuje reflekse vozača te djeluje uspavljujuće na vozača za vrijeme noćnih vožnja. [40]

Sustav održavanja vozila unutar trake u određenim situacijama nenamjernog prestrojavanja ili silaska s ceste sam okreće upravljačko kolo te tako ispravlja putanju vozila. Sustav funkcionira na mjerenju udaljenosti kotača vozila od linija trake s obje strane. Sustav ima i funkciju da upozori vozača u slučaju napuštanja trake. Vozač navedeni sustav prema potrebi može uključivati te isključivati. [41]

2.2. PASIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA

U pasivne elemente sigurnosti vozila ubrajaju se ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća da u slučaju nastanka prometne nesreće maksimalno ublaže posljedice, a to su:

- Školjka vozila
- Vrata
- Sigurnosni pojasevi
- Nasloni za glavu
- Vjetrobranska stakla i zrcala
- Položaj motora, spremnika, akumulatora i rezervnog kotača
- Odbojnik
- Sigurnosni zračni jastuk

Školjka (karoserija) služi za smještaj vozača i putnika. Pričvršćena je za šasiju vozila. U novijim vozilima izvodi se kao samonosiva konstrukcija. Školjka mora biti elastična, čvrsta, otporna na udarce, savijanje lom te aerodinamičkog oblika. Školjka se sastoji od tri dijela: prednjeg dijela koji služi za smještaj pogona motora, srednjeg dijela koji služi za smještaj vozača i putnika te stražnjeg dijela koji služi za smještaj prtljage. Temeljem provedenih ispitivanja prometnih nesreća ustanovljeno je da srednji dio karoserije mora biti izveden kao kruta konstrukcija neovisna o prednjem i stražnjem dijelu. Prednji i stražnji dio školjke u slučaju sudar trebali bi na sebe preuzeti što više kinetičke energije kako bi zaštitili srednji dio. [1]

Vrata moraju biti izvedena tako da izdrže sve vrste udarnog opterećenja i spriječe savijanje školjke vozila. Moraju imati ugrađen sastav blokiranja protiv otvaranja u trenutku udara koji će istovremeno omogućiti lako otvaranje zbog spašavanja nastradalih. [1]

Sigurnosni pojasevi su najvažniji element pasivne sigurnosti. Korištenjem sigurnosnih pojaseva u slučaju sudara sprječava se udar glave u vjetrobransko staklo i udar prsnim košem u upravljačko kolo. Primjenom sigurnosnih pojaseva smanjuje se broj smrtno stradalih za 60%. Sigurnosni pojas sastoji se od remena najmanje širine 43 mm koji omogućuje malo pomicanje naprijed, ali ne smije biti elastičan da odbaci putnika natrag te na taj način izazove ozljede kralježnice i vrata. Spojnice za pričvršćivanje remena moraju biti dovoljno čvrste te ne smiju imati oštrih rubova. Kopče za vezivanje moraju biti što jednostavnije konstrukcije. Razlikujemo dvije vrste pojasa: Y pojas, koji se najčešće koristi i H pojas, koji pruža maksimalnu zaštitu te se koristi u zrakoplovstvu i trkaćim vozilima. [1]

Naslone za glavu su važni jer pri iznenadnom udaru u stražnji dio vozila glava se kreće unatrag te može doći do ozljede vrata i kralježnice. Zadaća naslona je podupiranje glave i vrata te rasterećenje vratnih kralježaka. Prema europskim normama sigurnosni nasloni za glavu moraju izdržati silu od najmanje 1000 N. [1]

Vjetrobranska stakla uzrok su oko 90% svih ozljeda glave. Stoga kod konstrukcije vozila treba nastojati povećati razmak između vozača/putnika i vjetrobranskog stakla. Nosače vjetrobranskog stakla potrebno je izvesti s lakšom konstrukcijom kako bi se u slučaju udara vozača/putnika lako deformirali te na taj način smanjili mogućnost nastanka težih ozljeda. Postoje kaljena i višeslojna vjetrobranska stakla. U slučaju loma prednost ima kaljeno staklo jer se razbija u sitne komadiće bez oštarih rubova. [1]

Položaj motora najprikladniji je u prednjem dijelu vozila jer u slučaju sudara preuzima na sebe najveći dio kinetičke energije te na taj način štiti područje u kojem se nalaze putnici. Položaj spremnika za goriva najčešće je na suprotnom dijelu vozila u odnosu na motor. Akumulator ne smije biti smješten u istom prostoru kao i spremnik za gorivo jer je samozapaljiv, također ne smije biti smješten u srednjem djelu. Iako to najčešće nije slučaj, rezervni kotač najbolje je smjestiti u prednji dio vozila kako bi u slučaju nesreće smanjio oštećenje motora i štitio prostor za putnike. [1]

Odbojnik (branik) u slučaju sudara apsorbira dio kinetičke energije. Pričvršćuju se na prednju i stražnju stranu vozila te bi po mogućnosti trebali biti opremljeni gumenim elementima. Odbojnici se često izrađuju od posebne vrste plastike koja osigurava malu težinu, ne deformira se pri sudaru s manjim brzinama te nema štetnog utjecaja korozije. [1]

Sigurnosni zračni jastuk djeluje automatski u trenutku sudara. Vrijeme aktiviranja je 26 tisućinka sekunde. U tom vremenu jastuk se izbacuje iz upravljačkog kola ili prednjeg dijela vozila i puni se plinom (dušikom) kako bi mekano dočeka putnika. Jastuk ostaje napunjen oko pola sekunde, a zatim se prazni. Stoga zračni jastuk ne pruža zaštitu kod naknadnog sudara ili kod prevrtanja. [1]

3. Euro NCAP

The European New Car Assessment Program (Euro NCAP) osnovan je 1997. godine sa sjedištem u Belgiji. Slogan Euro NCAP-a glasi „FOR SAFER CARS“ (Za sigurnije automobile), logo po kojem je tvrtka poznata diljem svijeta prikazan je na slici 1.



Slika 1. Logo Euro NCAP-a, [2]

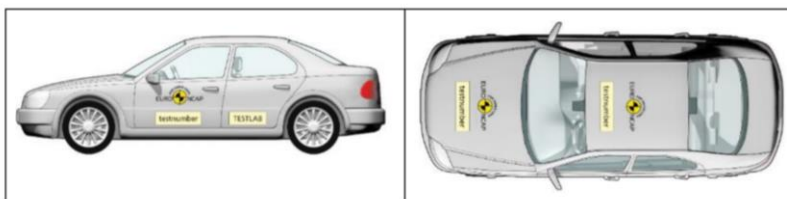
Tvrtka se bavi testiranjem i ocjenjivanjem sigurnosnih performansi za većinu najpopularnijih automobila koji se prodaju na području Europe, te dobivene rezultate objavljuje javno kako bi pomogli proizvođačima automobila, te trenutnim i budućim vlasnicima vozila. Uz *Euro NCAP* koji testira automobile koji su najprodavaniji na području Europe postoje i *ANCAP*, *ASEAN NCAP*, *China NCAP*, *Global NCAP*, *IIHS*, *Japan NCAP*, *Korean NCAP*, *Latin NCAP*, *U.S. NCAP*. Svaki od navedenih testiraju u ocjenjuju automobile koji su najzastupljeniji na njihovom području. [3] Provođenjem kvalitetnih testova *Euro NCAP* ubrzo je postao važno poboljšanje u pogledu sigurnosti novih automobila. *Euro NCAP* svoje ocjenjivanje temelji na sustavu s pet zvjezdica. Vozilo se ocjenjuje nakon niza provedenih testova koji predstavljaju moguće scenarije stvarnih nesreća kod kojih postoji mogućnost ozljeda i smrti sudionika nesreće. Navedeni sustav ocjenjivanja s pet zvjezdica uveden je desetak godina (2009. godine) nakon osnivanja kada prezali s tri pojedinačne ocjene na jednu ukupnu ocjenu. Ocjenjivanje i testiranje se provodi kroz četiri glavne kategorije. Ukupna ocjena uvedena je kako bi se omogućila procjena različitih aspekata sigurnosti vozila i dodala veća fleksibilnost sustavu ocjenjivanja. Omogućeno je dodavanje novih tehnologija i sustava bez potrebe za dodavanjem zvjezdica ili uvođenja novih kategorija ocjenjivanja. Unazad nekoliko godina *Euro NCAP* postao je sinonim za ispitivanje sudar i ocjenu sigurnosti novih vozila. Smatra se da je *Euro NCAP* imao velik utjecaj na poboljšanje sigurnosti vozila u Europi čime je broj poginulih na cestama unazad desetak godina smanjen za 25%, iako u istom razdoblju bilježimo značajan rast prometa. Prvi automobil kojem je dodijeljeno 5 zvjezdica je Renault Laguna u lipnju 2001. godine. *Euro NCAP* uvijek testira najprodavaniju varijantu modela kako bi svojim korisnicima pružio najrelevantniju ocjenu određenog vozila. Od 2007. godine *Euro NCAP* od proizvođače potiče da oprema važna za sigurnost bude standardno ugrađena ili u iznimnim slučajevima zadovoljava minimalnu razinu. U tome su uspjeli jer su proizvođači u svoja

vozila kao standardnu opremu počeli ugrađivati elemente i sustave koji nužno nisu propisani zakonom poput sustava za prihvat dječje sjedalice (*International Organization for Standardization – ISOFIX*), Elektronička kontrola stabilnosti (*Electronic stability control - ESC*). Stvarni dokaz učinkovitosti ocjenjivanja *Euro NCAP-a* nalazi se u podacima iz stvarnih nesreća. Od osnivanja provedeno je nekoliko analiza koje pokazuju učinak poboljšanja sigurnosti vozila, od kojih je na mnoge utjecao *Euro NCAP*. Sa sveučilište *Monash* nakon provedenog istraživanja objavili su da vozila s tri ili četiri zvjezdice sigurniji za oko 30% u usporedbi s vozilima s dvije zvjezdice ili vozila bez zvjezdice. Također istraživanja su prikazala da je predviđeni rizik od teških ili smrtnih ozljeda smanjen za 12% svakim povećanjem ocjene. [39]

3.1. PROTOKOL SLIKANJA I SNIMANJA

Od samih početaka *Euro NCAP* protokoli testiranja uključuju potrebu za snimanjem i fotografiranjem procesa. Kvalitetni vizualni elementi važni su za bilježenje situacija kod ispitivanja i za kasniju analizu testa. Kvalitetne slike i video materijal također je važan kod promocije tvrtke na društvenim mrežama, kroz TV emisije. Sve snimke se snimaju u HD formatu, osim snimke s kamere ugrađene u vozilu. Uzorci filmova trebaju biti snimljeni brzinom od najmanje 500 sličica u sekundi. Sve datoteke (uključujući inspekcijske filmove i podatke o ispitivanju sudara) odmah nakon ispitivanja potrebno je poslati u tajništvo *Euro NCAP-a*. [19]

Oznake *Euro NCAP-a* na vozilu koje se ispituje pričvršćene su na vanjskoj površini vozila u kontrastnoj boji, kako bi bile jasno vidljive pri većim brzinama. Mogu se upotrebljavati samo standardizirane oznake dimenzija 600x300 mm. Referentni broj *Euro NCAP* testa potrebno je postaviti ispod svake oznake *Euro NCAP-a*. Testni broj se sastoji od nekoliko kategorija: „20-NIS-123-FW1“, broj 20 označava godinu ispitivanja, NIS označava marku vozila, 123 je jedinstveni broj *Euro NCAP-a* te FW1 označava vrstu ispitivanja. Logotip laboratorija ispitivanja može se postaviti na donjoj polovici stražnjih vrata te se ne smije postavljati na krov i poklopac motora. [19] Na slici 2. prikazano je pravilno postavljanje *Euro NCAP* oznake, referentnog broja test te logotipa laboratorija ispitivanja.



Slika 2. Položaj oznake, referentnog broja i logotipa laboratorija ispitivanja, [19]

Prilikom postavljanja kamera na vozilo potrebno je uz pomoć sugestija proizvođača kamere postaviti na način da ne dođe do smanjenja sigurnosti i kvalitete vozila koja bi moglo utjecati na krajnje rezultate ispitivanja. Ugrađenu rasvjetu potrebno je koristiti za sve poglede kamere. Za vrijeme snimanja osoblje se ne smije vidjeti ni na jedno pogledu kamere te ako se snima i zvuk nije dozvoljen razgovor osoblja. Rezervne kamere nisu obavezne te o njihovom postavljanju odlučuje svaki laboratorij zasebno. [19]

Fotografije prije testa snimaju se s lutkama u njihovim konačnim položajima. Osoblje kao i na video snimkama ne smije biti vidljivo ni na fotografijama snimljenima prije i poslije testiranja. Uz fotografije prije i nakon testiranja ovisno o vrsti testa potrebno je snimiti niz fotografija tijekom sudara, zračnog jastuka u procesu aktiviranja, potpuno aktiviranog zračnog jastuka, maksimalnog trzaj sjedala, glave lutke u punom opsegu kretanja. [19]

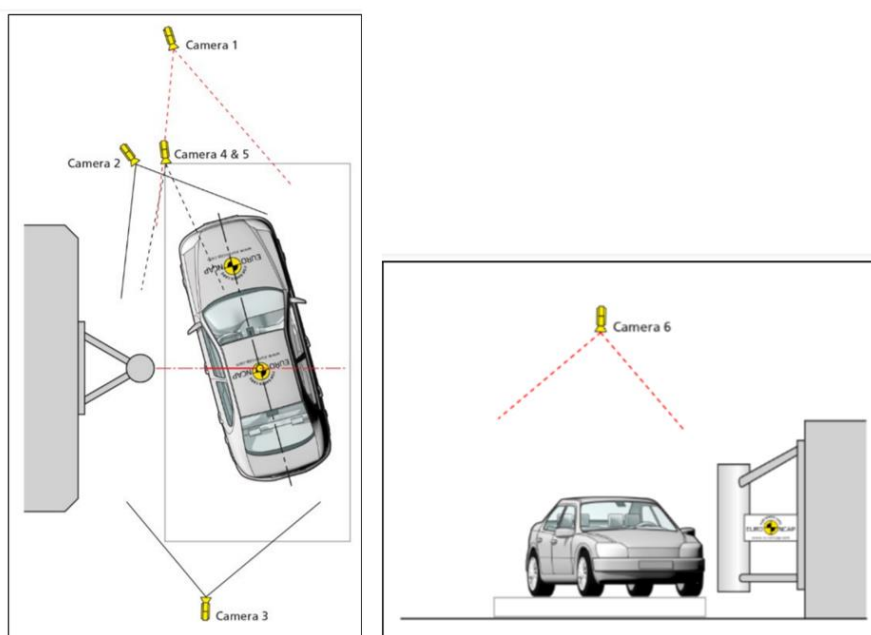
Broj fotografija koji je naveden u tablici 1. je okviran te ako laboratorijski fotograf uoči neke druge zanimljive i neuobičajene detalje njih je također dužan fotografirati. U slučaju praznih polja u tablici 1. za potreban broj fotografija potrebno je fotografirati samo oštećenja na vozilu nakon testiranja.

Tablica 1. Broj kamera i fotografija za potrebe testiranja

<i>Vrsta testa</i>	<i>Broj kamera izvan vozila</i>	<i>Broj kamera u vozilu</i>	<i>Broj fotografija</i>
<i>Frontalni sudar s pokretnom deformabilnom barijerom</i>	9	4	42
<i>Frontalni udar punom širinom u nepomičnu barijeru</i>	8	2	34
<i>Bočni sudar s pokretnom barijerom</i>	6	4	23
<i>Bočni udar u stup</i>	7	2	18
<i>Trzaj glavom</i>	2		21
<i>Testovi sa ugroženim korisnikom ceste</i>	1	1	
<i>Autonomno kočenje u slučaju nužde</i>	1	2	
<i>Potporna zadržavanja vozila na voznoj traku</i>	1	3	

Izvor: [19]

Na slici 3. je prikazan primjer postavljanja kamera za testiranje bočnog udara u stup. Kamera 1 snima prednju stranu vozila i zapreku te je poravnata sa centralnom osi vozila. Kamera 2 snima prednju stranu vozila i zapreku te je postavljena pod kutom od 45° u odnosu na centralnu os vozila. Kamera 3 snima stražnji dio vozila i zapreku te je postavljena okomito u odnosu na ravninu stupa. Kamera 4 snima glavu vozača te je postavljena u visini glave vozača u smjeru kretanja vozila. Kamera 5 snima gornji dio tijela vozača te je postavljena iznad kamere 4. Kamera 6 postavljena iznad vozila te snima vozilo i zapreku u trenutku sudara. Kamera 7 koristi se za isti prikaz kao i kamera 2. Kamera 8 je postavljena u kabini vozila te snima vozača i suvozača sa prednje strane. Kamera 9 je postavljena u kabini vozila te snima vozača i suvozača sa stražnje strane. [19]



Slika 3. Položaj kamera za testiranje bočnog udara u stup, [19]

3.2. LUTKA ZA TESTIRANJE

Lutke za sudar spadaju u kategoriju antropomorfnih ispitnih uređaja (*Anthropomorphic test device* - ATD). Namijenjene su za simuliranje ljudskih reakcija kod udara, ubrzanja, skretanja. Svaka je lutka dizajnirana da oblikom, težinom odgovara ljudskom tijelu. Lutke su opremljene stotinama senzora i pretvarača koji pružaju podatke kod ispitivanja, precizno mjereći sile koje djeluju na svaki dio tijela u slučaju sudara, te podatke mogu bilježiti preko 10 000 puta u sekundi. [4]

Danas širom svijeta postoji nekoliko tisuća lutaka za sudar, koje obuhvaćaju oba spola, dobne skupine i stas, od novorođenčadi do trudnica do starijih muškaraca s prekomjernom tjelesnom težinom. Prije nego što je počeo razvoj prvih lutaka, za testove su se koristili ljudski i životinjski leševi, posebno majmuni i svinje. Lutke nisu namijenjene samo automobilskoj industriji, nego se koriste i u zrakoplovstvu, željezničkom i pomorskom prometu, vojnom sektoru. [8] Cijene lutaka se kreću od 150 000 USD do 500 000 USD. Jedna lutka se može koristiti desetljećima s tim da se nakon određenog broja korištenja šalje na mehanički pregled i kalibraciju. Ako se neki od dijelova slomi potrebno ga je odmah zamijeniti. [6]

Ne postoji jedinstveni tip lutke koji se koristi kod svih vrsta sudara, nego je svaki dizajniran za određeno područje ispitivanja. Tako je *THOR* lutka namijenjena za frontalne sudare, *SID* za bočne udare, *BioRID* za sudare stražnjih krajeva, *CRABI Q6 i Q10* za testiranje dječjih sjedala i *Hybrid* za nesreće u kojima sudjeluju pješaci. Na slici 2 ja prikazan 3D model lutke *THOR-50M*



Slika 4. *THOR 50-M*, [7]

Prikazani model *THOR-50M* jedan je od najnaprednijih koji danas postoje na tržištu, te se još uvijek nadograđuje i poboljšava. Predstavlja odraslu mušku osobu težine 76.6 kg. Nastao je iz niza prototipova koji se neprekidno usavršavaju od 1995. godine. U odnosu na prethodnika ima poboljšane karakteristike vrata, fleksibilnije zglobove u torakalnoj i lumbalnoj kralježnici, manje kretanje bedrene kosti. [7]

Kostur lutke izrađen je od čelika i aluminija, a lubanja od lijevanog aluminija. Gumeni diskovi između koštanih elemenata čine kralježnicu fleksibilnom. Rebra su izrađena od čelika i polimernih materijal. Elastična koža pokriva cijelo tijelo. Tkivo ispod kože izrađeno je od pjene. Navedeni dijelovi u jednu cjelinu su povezani pomoću vijaka. [5] Neki od modela koje *Euro NCAP* koristi za potrebe testiranja su *THOR-50M*, *THOR 5F*, *Hybrid III 5th Female*, *WorldSID-50M*, *BioRID-II*, *Q-Series*. [4]

4. TESTIRANJE SIGURNOSTI CESTOVNIH VOZILA PUTEM Euro NCAP-a

Testiranje sigurnosti vozila provodi se kroz četiri kategorije, a to su testiranje sigurnosti odrasle osobe, testiranje sigurnosti djece, testiranje sigurnosti ugroženog korisnika ceste (pješač i biciklist) i testiranje sigurnosnih sustava pomoći vozaču. Tijekom pripreme ispitivanja poželjno je da proizvođači vozila budu u kontaktu s laboratorijem kako bi provjerili jesu li zadovoljni načinom postavljanja vozila za testiranje. Tamo gdje se proizvođač uoči da bi se neka stavka trebala promijeniti, dužni su zatražiti od laboratorijskog osoblja da učine potrebne promjene. Proizvođačima je zabranjeno mijenjati bilo koji parametar koji bi utjecao na ispitivanje, kao što je pozicioniranje lutaka, priprema vozila, uvjeti testiranja. Kako bi se ubrzao proces testiranja i ocjenjivanja vozila, potrebno je od strane proizvođača laboratoriju za testiranje i voditelju programa dostaviti određene informacije u elektroničkom obliku, kao što je kopija priručnika za vozilo. Proizvođač je također dužan dostaviti informacije o rasponu vozila: varijanta motora, vrsta prijenosa, izvedba karoserije, razina opreme, sigurnosna oprema ovisno o izvedbi modela. Za pripremu vozila potrebne su informacije poput kapaciteta spremnika za gorivo, mase praznog vozila, potrebnog pritiska u gumama, informacije o normalnom kretanju vozila, upute za uklanjanje zračnog jastuka, jesu li stražnja sjedala podesiva te za električna vozila detalji o prekidu baterije. [20]

4.1. TESTIRANJE SIGURNOSTI ODRASLE OSOBE

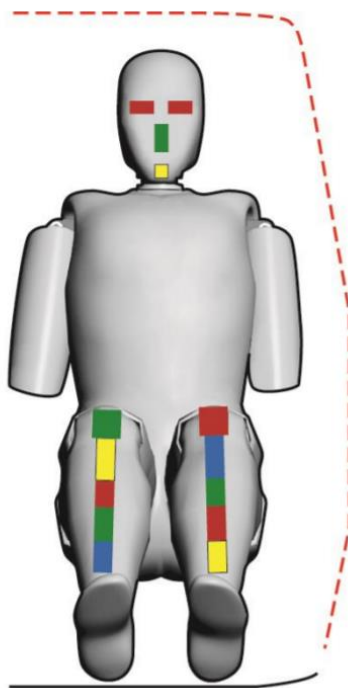
Testiranje sigurnosti odrasle osobe provodi se kroz nekoliko testova:

- Frontalni sudar s pokretnom deformabilnom barijerom
- Frontalni udar punom širinom u nepomičnom barijerom
- Bočni sudar s pokretnom deformabilnom barijerom
- Bočni udar u stup
- Testiranje područja koljena
- Testiranje naglog trzaja glavom
- Spašavanje i izvlačenje

Za testove frontalni sudar s pokretnom deformabilnom barijerom, frontalni udar s punom širinom u nepomičnom barijerom, bočni sudar s pokretnom deformabilnom barijerom i bočni udar u stup potrebno je prema uputama pripremiti vozilo, mjerne instrumente i lutke. Potrebno je provjeriti razinu tekućina u vozilu i po potrebi nadopuniti. Ako vozilo dolazi s rezervnim kotačem uz njega se u vozilu mora nalaziti potreban alat. Gume je potrebno napumpati prema uputama proizvođača i odrediti ukupnu težinu vozila. Za mjerenje deformacija vozila koristi se 3D

mjerni sustav koji je za potrebe snimanja koristiti trodimenzionalne koordinate točke u prostoru s tolerancijom +/- 1 mm. [21]

Lutke je potrebno opremiti sensorima za akceleraciju u području glave, prsa i zdjelice. Sensorima za određivanje sile na području vrata, zdjelice, kralježnice, bedrene kosti i potkoljenice. Sensorima za određivanje momenta na području vrata, zdjelice, kralježnice, bedrene kosti i potkoljenice. Sensorom za određivanje pomaka koljena. [22]

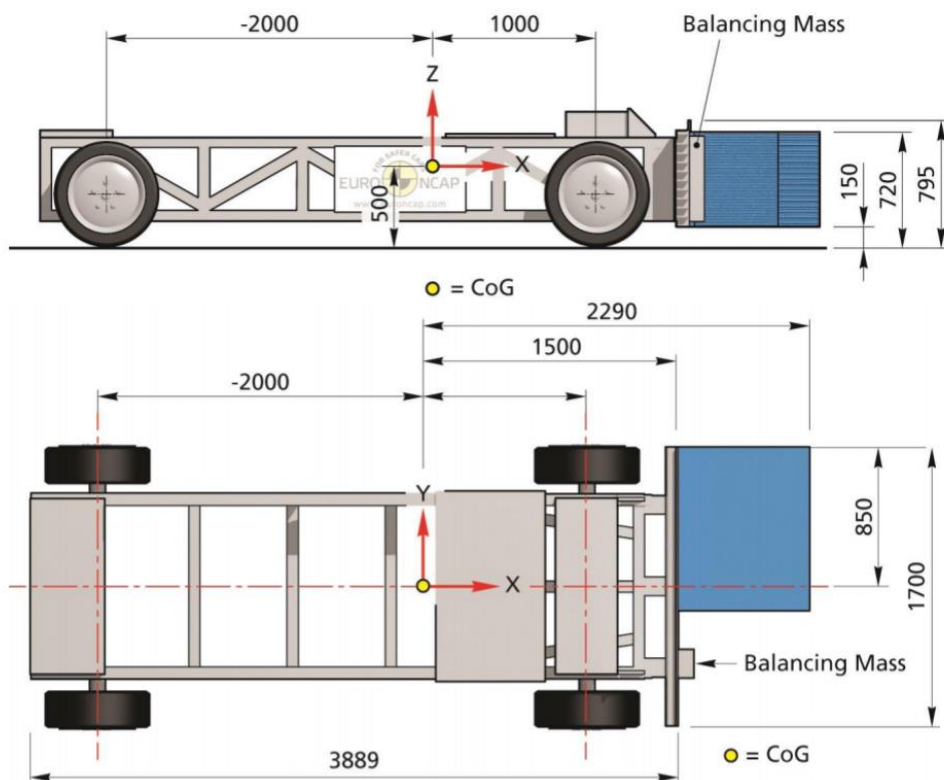


Slika 5. Način označavanja lutke, [21]

Neposredno prije testa potrebno je na određena područja lutke staviti ljepljivu traku i obojati ih na način prikazan na slici 5 kako se boja do trenutka testiranja ne bi osušila. Obrve je potrebno obojati u crveno, nos u zeleno, brada u žuto, lijevo koljeno u crveno, desno u zeleno, lijevu potkoljenicu gledano odozgo prema dole u plavu, zelenu, crvenu i žutu i desnu potkoljenicu također gledano odozgo prema dolje u žutu, crvenu, zelenu i plavu. Nakon provedenog testa potrebno je izvaditi lutke iz vozila bez pomicanja sjedala vozača i suvozača. Ako se lutke ne mogu ukloniti s sjedalima u početnom položaju potrebno je pokušati uz prilagodbu naslona i pomicanja sjedala u krajnji položaj. Ako se lutke i dalje ne mogu izvaditi potrebno je sjedala izrezati iz vozila. [21]

Ako se za potrebe testa koristi pokretna deformabilna barijera ona se sastoji od kolica i udarne glave prikazana na slici 6. Ukupna težina iznosi 1400 kg sa dopuštenim odstupanjem od 20 kg. Širina kolica iznosi 1500 mm sa dopuštenim odstupanjem od 10 mm, međuosovinski

razmak iznosi 3000 mm također sa dopuštenim odstupanjem od 5 mm. Visina barijere iznosi 550 mm sa dopuštenim odstupanjem od 10 mm. Kolica mogu biti opremljena sustavom za prekid u slučaju nužde, ali nije obavezno te o tome odlučuje laboratorij u kojem se provode testiranja. [23]

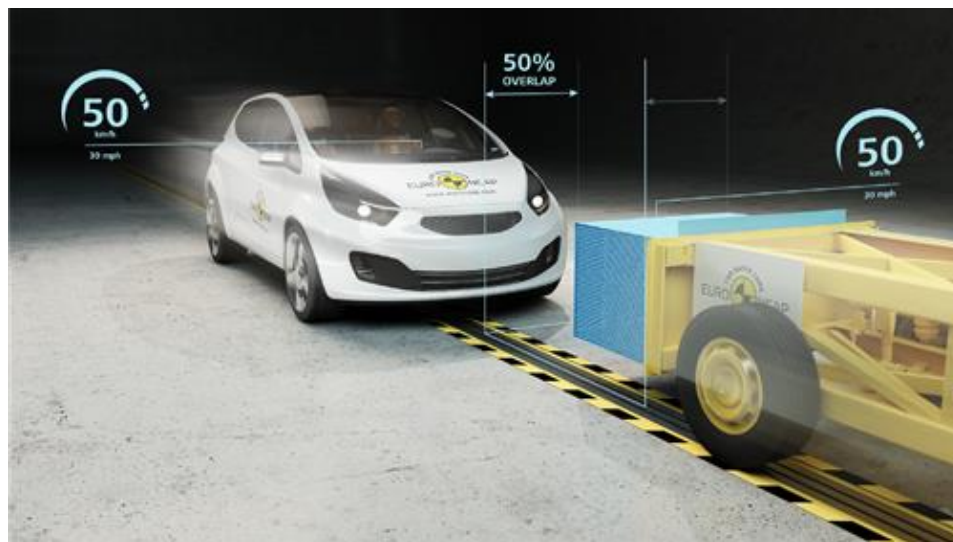


Slika 6. Pokretna deformabilna barijera, [21]

4.1.1. FRONTALNI SUDAR S POKRETNOM DEFORMABILNOM BARIJEROM

Za potrebe testiranja koristi se lutka *THOR 50M* na mjestu vozača i lutka *Hybrid III* na mjestu suvozača i pokretna progresivna barijera prikazana na prethodnoj slici. Lutke je potrebno ponovno certificirati nakon provedena tri testa. Ako se neki od dijelova lutke tokom testiranja polomi potrebno ga je zamijeniti. *THOR* lutka mora biti odjevena pamučnim rastezljivim hlačama koje ne pokrivaju područje koljena, preko torza mora imati samo jaknu te na stopalima mora imati jednake cipele s gumenim potplatom. Lutka *Hybrid III* mora biti odjevena u pamučnu odjeću koja ne prekriva područje koljena i cipelama s gumenim potplatom. Prije testa potrebno je stabilizirati temperaturu lutaka u rasponu od 19 °C do 22 °C. [21]

Kod izvođenja testa željena brzina vozila i pokretne barijere iznosi 50 km/h \pm 1 km/h i kut sudara 0° \pm 2°. Vozilo se sudara sa barijerom s 50% širine vozila sa vozačeve strane. Na slici 7 je prikazana postava testa.



Slika 7. Prikaz sudara s pokretnom deformabilnom barijerom, [8]

Nakon testa ako su vozilo i barijera povezani potrebno ih je odvojiti uz minimalne dodatne deformacije. Lutke je potrebno izvaditi prema ranije opisanom postupku. [21]

4.1.2. FRONTALNI UDAR S PUNOM ŠIRINOM U NEPOMIČNU BARIJERU

Kod frontalnog udara s punom širinom u nepomičnu barijeru postavljaju se veliki zahtjevi za sustave zadržavanje osoba na prednjim i stražnjim mjestima. Za potrebe testiranja na vozačevom mjestu i na mjestu iza suvozača nalaze se lutke *Hybrid-III 05F* koje predstavljaju odraslu žensku osobu. Navedene lutke je potrebno ponovno certificirati nakon provedenog svakog trećeg testa. Lutke je potrebno odjenuti rastezljivom pamučnom odjećom kratkih rukava i hlačama koje ne prekrivaju područje koljena. Prije testa potrebno je stabilizirati temperaturu lutaka u rasponu od 19 °C do 22 °C. Test se počeo provoditi 2015. godine. Kod izvođenja testa vozilo ubrzava na brzinu od 50 km/h \pm 1 km/h te pritom punom prednjom širinom vozila udara u nepomičnu barijeru kako je prikazano na slici 8. Barijera se sastoji od armiranog betonskog bloka najmanje širine 3 m i najmanje visine 1.5 m. Barijera mora biti takve debljine da bi težila najmanje 70 metričkih tona. Prednja strana barijere mora biti ravna i okomita na podlogu, na nju je potrebno postaviti šperploče debljine 20 mm \pm 2 mm. [22]



Slika 8. Prikaz udara punom širinom u nepomičnu barijeru, [9]

4.1.3. BOČNI SUDAR S POKRETNOM BARIJEROM

Bočni sudari čine drugu najveću mogućnost smrti i težih ozljeda. U usporedbi s frontalnim sudarom, u unutrašnjosti vozila postoji vrlo malo prostora za apsorpiranje energije, najčešće su teške ozljede glave i prsa. Test se počeo provoditi 1997. godine. Za potrebe testa na mjestu vozača postavljena je *WorldSID 50th* lutka, na mjestu iza vozača Q6 lutka i na mjestu iza suvozača lutka Q10. Lutke na stražnjim klupama smještene su u odgovarajuće sigurnosne sustave za djecu. Lutku *WorldSID 50th* potrebno je certificirati nakon svaka četiri provedena testa. Lutka za vrijeme testa mora imati stabiliziranu temperaturu od 19 °C do 22 °C. Kod izvođenja testa vozilo miruje te se u njegovu bočnu stranu (vozačevu) zabija pokretna deformabilna barijera sa 60 km/h \pm 1 km/h kao što je prikazano na slici 9. Nakon udara potrebno je primijeniti neki od sustava za sprječavanje naknadnog utjecaja između barijere i vozila. Jedan od mogućih sustava je kočenje u slučaju nužde instaliranom na kolicima. Važno je da sustav aktivira tek nakon udara jer bi u suprotnom kolica počela usporavati prije sudara s vozilom i ne bi se postigla željena brzina. [10]



Slika 9. Prikaz bočnog sudara s pokretnom deformabilnom barijerom, [10]

4.1.4. BOČNI UDAR U STUP

Bočnim udarom se smatra udar u krute premete uz cestu poput stupova i drveća. Takve nesreće često su posljedica gubitka kontrole nad vozilom zbog neprilagođene brzine, pogrešne procjene zavoja, proklizavanja zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta ili ulja i nečistoća na cesti. Kod ovog testa najviše se analizira sposobnost vozila u zaštiti glave vozača. S obzirom da na vozilo djeluje velika sila na maloj površini deformacija može biti vrlo velika i stup može prodrijeti duboko u putnički prostor vozila te bi bez učinkovite zaštite udario u glavu vozača. Test se provodi od 2001. godine. [11]

Kod ovog testa kao i kod prošlog koristi se lutka *WorldSID 50th* na mjestu vozača. Za potrebe testa koristi se i pomična platforma i kruti stup. Platforma mora imati dovoljnu veliku površinu koja omogućuje uzdužni pomak vozila od 1000 mm i rotaciju vozila tijekom izvođenja testa. Iako nije obavezno platforma prema odluci laboratorija u kojem se provodi testiranje može biti opremljena sustavom prekida u slučaju nužde. Kruti stup je metalna konstrukcija u obliku valjka promjera 245 mm \pm 3 mm. Stup je postavljen na visi najviše 102 mm iznad najniže točke gume na udarnoj strani vozila, a visina mora iznositi najmanje 100 mm iznad najviše točke na krovu vozila. Na platformu se postavi vozilo pod željenim kutom od 15° kako je prikazano na slici 10. Zatim pomoću platforme vozilo ubrzava na potrebnu brzinu od 32 km/h \pm 0.5 km/h kako je prikazano na slici 10. Ubrzanje platforme ne smije prelaziti 1.5 m/s². Kako bi se izbjeglo kretanje vozila prije udara, vozilo se može pričvrstiti na platformu, ali je veze potrebno otpustiti 5 m prije udara. [24]



Slika 10. Prikaz bočnog udara u stup, [11]

4.1.5. TESTIRANJE PODRUČJA KOLJENA

Kod testiranja područja koljena karoserija vozila se postavlja na kolica. Kut nagiba karoserije iznosi 0° prema specifikacijama proizvođača. Zadani kut zakretanja kolica također mora iznositi 0° , osim ako proizvođač vozila odredi potrebu za zakretanje kako bi se omogućio potreban kontakt. Ipak nije dopušteno zakretanje veće od 30° . Za potrebe testiranja vrata se mogu ukloniti i otvor vrata ojačati, kako bi se osigurao kvalitetniji pogled za kamere kako je prikazano na slici 11. Uglavnom se koristi se *Hybrid-III* lutka. Bez obzira koja se lutka koristi mora biti opremljena najmanje sa sensorima za bilježenje aksijalne sile bedrene kosti i pomaka klizača koljena za obje noge. Puls koji se koristi za ispitivanje koljena temelji se na pulsu zabilježenom na testu s pokretnom deformabilnom barijerom. [25]

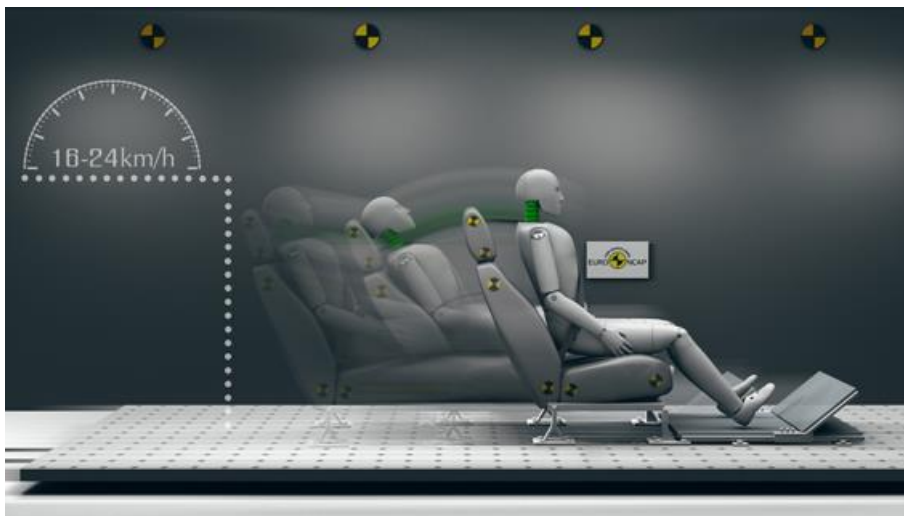


Slika 11. Prikaz testiranja područja koljena, [38]

4.1.6. TESTIRANJE NAGLOG TRZAJA GLAVE

Ozljede kod naglog trzaja glave povezane su s brzim i prekomjernim iskrivljenjem kralježnice te ostavljaju dugotrajne posljedice. Najčešće se javljaju pri udaru u stražnji dio vozila pri niskim brzinama te rijetko dovode do smrtnih slučajeva. Za potrebe testiranja koriste se sjedala sa naslonima za glavu postavljena na kolica u istom geometrijskom položaju kao i u automobilu. Test se provodi od 2009. godine. [12]

Koristi se *BioRID* lutka koja sjedi u standardiziranom položaju i povezana pojasom s tri točke. Lutku je potrebno ponovno certificirati nakon provedenih 15 testiranja. Testiranje se provodi sa dvije različite brzine 16 km/h i 24 km/h. [26] Postava testa prikazana je na slici 12.



Slika 12. Prikaz testiranja naglog trzaja glavom, [12]

Za razliku od prednjih sjedala, ozljede uzrokovane trzajem glave na sjedalima drugog i trećeg reda puno su rjeđe zbog manje zauzetosti. Prema sadašnjim zakonima proizvođači vozila nisu obavezi ugrađivati naslone za glavu na stražnjim sjedalima. U slučaju da su ugrađeni ne pružaju vrlo malu ili nikakvu zaštitu. [27]

4.1.7. SPAŠAVANJE I IZVLAČENJE

Sigurnost nakon sudara ima jednu od ključnih uloga u preživljavanju unesrećenih osoba. Tu se podrazumijeva koliko brzo hitne službe mogu locirati nesreću i pružiti potrebnu pomoć ozlijeđenima. Poboľjšanjem strukture vozila i ugradnjom zračnih jastuka u posljednjih nekoliko godina sigurnost vozila se značajno poboljšala. Zbog toga je sve manje slučajeva gdje unesrećeni ostaju zarobljeni u kabini vozila. Iako u slučajevima kada se to dogodi izvlačenje unesrećenih u većini slučajeva je teže nego prije. Zbog korištenja čelika visoke čvrstoće i kompozitnih materijala koji zahtjeva specijalnu opremu za rezanje. Prema tome *Euro NCAP* je 2020. godine kod testiranja vozila odlučio nagraditi ona vozila za koja proizvođač izdaje „Spasilački list“. [13]

Spasilački list je lako dostupan spasilačkim službama koje dolaze prve na mjesto nesreće te pomaže identificirati potencijalne opasnosti čime se bitno smanjuje vrijeme oslobađanja

unesrećenih. Spasilački list potrebno je isporučiti minimalno na engleskom, njemačkom, francuskom i španjolskom jeziku. U spasilačkim listovima navedene su lokacije zračnih jastuka, opasna mjesta s električnim instalacijama, najbolje mjesto za rezanje i otvaranje strukture vozila. [28]

Euro NCAP nakon provedenih testova sa ishodom sudara provjerava kolika je potrebna sila za otvaranje vrata, potrebna sila za otkopčavanje pojasa. Poželjno je da vozila budu opremljena sustavom *eCall* i sustavom za sprječavanje sekundarnih sudara. Sustav *eCall* prepoznaje kada se dogodi nesreća i automatski upozorava hitne službe. Postoje jednostavniji sustavi koji pružaju samo informacije o lokaciji nesreće, dok oni napredniji mogu prepoznati i izvijestiti o vrsti i ozbiljnosti nesreće. Sustav za sprječavanje sekundarnih sudara u slučaju sudara aktivira kočnice vozila kako ne bi došlo do dodatnih sudara s drugim vozilima ili opasnostima na cesti. [13]

4.2. TESTIRANJE SIGURNOSTI DJECE

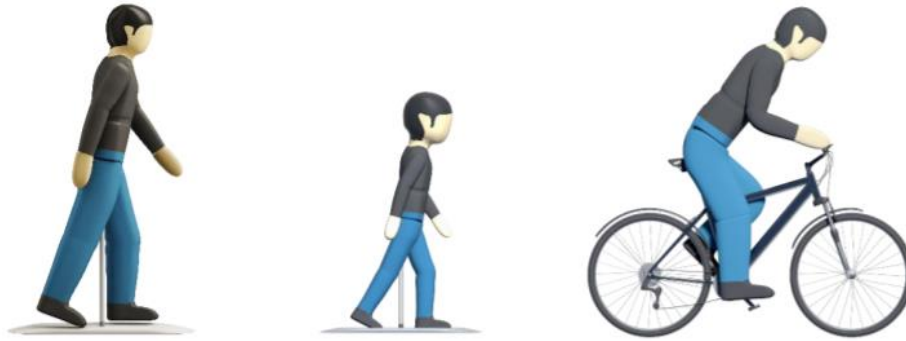
Protokol za procjenu zaštite djece uključuje provjeru jednostavnosti postavljanja dječjeg sigurnosnog sjedala s tvrdim naslonom (CRS), jednostavnost korištenja sustava za pričvršćivanje dječjih sjedalica (ISOFIX). Vozilo ispunjava uvjete postavljanja CRS-a na stražnje sjedalo ako se može postaviti bez pretjerane sile i poteškoća, namještanje prednjeg sjedala ne ometa postavljanje CRS-a, da se može jednostavno unijeti i izvaditi kroz otvor vrata te da u vozilu ima dovoljno prostora da dijete može pravilno sjediti u CRS-u. Nakon postavljanja CRS-a u vozilo provjerava se lakoća vezivanja i zatezanja pojasa tj. dali se pojas može zakopčati uz pomoć samo jedne ruke bez dodatnog pomicanja CRS-a. Korištenje vodilica pojasa, kopči ili drugih komponenti koje nisu sastavni dio CRS-a je zabranjen. ISOFIX zadovoljava uvjete ako je lako dostupan tj. ako se jastuci za sjedenje ne moraju ručno raširiti ili da se CRS mora podići kako bi se omogućio pristup kopčama i slično. [29]

Testiranje sigurnosti djece provodi se u sklopu bočnog sudara s pokretnom barijerom. U počecima testiranja koristile su se lutke od jedne i pol godine i tri godine. Koje su 2016. godine zamijenjene sa sadašnjim Q6 i Q10 lutkama koje predstavljaju šestogodišnje dijete sa 23kg i desetogodišnje dijete sa 36kg.[14] Q6 lutka sjedi u CRS-u iza vozača, dok lutka Q10 sjedi samo na pomoćnom jastuku iza suvozača. Glavni kriteriji testiranja su trzaj glave, opterećenje vrata i prsa. Lutke za vrijeme testa moraju imati stabiliziranu temperaturu od 18 °C do 22 °C. Potrebno ih je ponovno certificirati nakon provedenih 20 testiranja. Uz senzore koji se nalaze unutar lutaka potrebno je prije i nakon testa izmjeriti nekoliko udaljenosti Q10 lutke. Potrebno je izmjeriti:

- Vertikalna udaljenost vrha glave i krova
- Horizontalna udaljenost glave od prozora/vrata
- Horizontalna udaljenost ramena od prozora/vrata
- Horizontalna udaljenost donjeg dijela rebra od vrata
- Horizontalna udaljenost koljena od vrata
- Vertikalna udaljenost koljena do poda vozila
- Kut glave i zdjelice [29]

4.3. TESTIRNJE SIGURNOSTI UGROŽENOG KORISNIKA CESTE

U sustavu *Euro NCAP* testiranja osim testiranja sigurnosti osoba koje se nalaze u vozilu, provjerava se kako vozilo štiti ugrožene sudionike u prometu. Udari automobila u pješake jedna su od najčešćih nesreća koje se događaju na cestama zbog ometanja vozača ili pogrešne procjene. Tipične nesreće između automobila i pješaka događaju se pri gradskoj brzini gdje pješak presijeca put vozilu. Nesreće s ugroženim sudionicima u prometu obično za posljedicu imaju teške ozljede te ostavljaju vozaču vrlo malo vremena za aktiviranje kočnice. Kako bi pomogli vozačima u izbjegavanju gdje je to moguće ili ublažavanju takvih sudara, proizvođači automobila nude tehnologiju izbjegavanja udara koja u određenim situacijama reagira autonomnim kočenjem ili upozorava vozača na mogućnost nastanka nesreće. Dio testova koje provodi *Euro NCAP* vezano uz ugroženog korisnika ceste provodi se na otvorenom poligonu te dio u zatvorenom laboratoriju. Testove koji se izvode na otvorenom poligonu potrebno je provesti na suhom kolniku bez vidljive vlage na površini na temperaturi od 5°C do 40°C. Brzina vjetra mora biti ispod 10 m/s. Površina mora sadržavati minimalnim kočioni koeficijent 0.9, ne smije sadržavati vidljiva oštećenja ili opremu koja može uzrokovati nepravilno mjerenje senzora. Kod dnevnih ispitivanja prirodno svjetlo mora biti homogeno sa najmanje 2000 luksa. Za potrebe testiranja koriste se makete pješaka (odraslog i djeteta) i biciklista prikazane na slici 13. Makete su postavljene na pokretnu platformu te ih je potrebo odjenuti u crne košulje i plave hlače. Vozilo i makete je potrebno opremiti sustavom za praćenje brzine s točnošću ± 0.1 km/h. Prije početka testiranja potrebno je testno vozilo voziti 100 km kroz gradske ceste i ceste u naselju s ostalim prometom i prometnom opremom uz cestu zbog kalibracije sustava senzora. Potrebno je izbjegavati naglo ubrzanje i kočenje. Brzine navedene u intervalu kod svakog novog testa povećavaju se za 10 km/h. Završetkom testa u scenarijima u kojima pješak/biciklist prelazi cestu smatra se kada se vozilo zaustavi, a u scenariju da se pješak/biciklist i vozilo kreću uzdužnu kada vozilo prilagodi brzinu brzini pješaka ili se dogodi kontakt između vozila i pješaka/biciklista. U slučaju kontakta potrebno je ponoviti test s brzinom manjom za 5 km/h od brzine pri kojoj se dogodio kontakt. [30]



Slika 13. Makete za testiranje, [30]

Testiranje sustava na otvorenom provodi se kroz šest različitih scenarija za odraslog pješaka i dijete i četiri scenarija za bicikliste, a to su:

1. Pješak prelazi cestu s lijeve strane
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde
 - b. Brzina pješaka 8 km/h
 - c. Brzina vozila 10-60 km/h
 - d. Vozilo se kreće pravocrtno naprijed
 - e. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla
 - f. Pretpostavljena lokacija udarca: sredina prednje strane vozila [30]

2. Pješak prelazi cestu s desne strane
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde
 - b. Brzina pješaka 5 km/h
 - c. Brzina vozila 10-60 km/h
 - d. Vozilo se kreće pravocrtno naprijed
 - e. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla i preko noći sa uključenim kratkim svjetlima i uključenom uličnom rasvjetom
 - f. Pretpostavljena lokacija udarca: prednja strana vozila bočno u odnosu na uzdužnu os vozila [30]

3. Dijete prelazi cestu s desne strane
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde
 - b. Brzina pješaka 5 km/h
 - c. Brzina vozila 10-60 km/h
 - d. Vozilo se kreće pravocrtno naprijed
 - e. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla
 - f. Pretpostavljena lokacija udarca: sredina prednje strane vozila
 - g. Na strani s koje prilazi dijete parkirana su vozila kako bi ometala pogled [30]

4. Pješak se kreće po istoj uzdužnoj osi kao i vozilo
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde i audiovizualno upozorenje
 - b. Brzina pješaka u oba slučaja 5 km/h
 - c. Brzina vozila od 20 do 60 km/h za testiranje autonomnog kočenja u slučaju nužde
 - d. Brzina vozila od 50 do 80 km/h za testiranje audiovizualnu upozorenje
 - e. Vozilo se u oba scenarija kreće pravocrtno naprijed
 - f. Pretpostavljena lokacija udarca za autonomno kočenje u slučaju nužde: sredina prednje strane vozila
 - g. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla i preko noći sa uključenim dugim svjetlima i bez ulične rasvjete
 - h. Pretpostavljena lokacija udarca za audiovizualno upozorenje: prednja strana vozila bočno u odnosu na uzdužnu os vozila [30]

5. Pješak prelazi cestu na koju vozilo skreće
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde
 - b. Brzina pješaka u oba slučaja 5 km/h
 - c. Brzina vozila u slučaju lijevog skretanja 10, 15, 20 km/h
 - d. Brzina vozila u slučaju desnog skretanja 10 km/h
 - e. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla
 - f. Pretpostavljena lokacija udarca u oba slučaja: sredina prednje strane vozila [30]

6. Pješak prelazi cestu dok se vozilo kreće unazad
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde
 - b. Brzina pješaka u prvom slučaju 0 km/h
 - c. Brzina pješaka u drugom slučaju 5 km/h
 - d. Brzina vozila 4.8 km/h
 - e. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla
 - f. Pretpostavljena lokacija udarca za prvi slučaj: sredina stražnje strane vozila, stražnja strana vozila bočno lijevo u odnosu na uzdužnu os vozila, stražnja strana vozila bočno lijevo u odnosu na uzdužnu os vozila
 - g. Pretpostavljena lokacija udarca za drugi slučaj: sredina stražnje strane vozila [30]

1. Biciklist prelazi cestu bočno s desne strane
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde
 - b. Brzina biciklista 15 km/h
 - c. Brzina vozila od 10 do 60 km/h
 - d. Vozilo se kreće pravocrtno naprijed
 - e. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla

- f. Pretpostavljena lokacija udarca za prvi slučaj: sredina prednje strane vozila [30]
2. Biciklist prelazi cestu bočno s desne strane uz parkirana vozila koja ometaju pogled
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde
 - b. Brzina biciklista 10 km/h
 - c. Brzina vozila od 10 do 60 km/h
 - d. Vozilo se kreće pravocrtno naprijed
 - e. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla
 - f. Pretpostavljena lokacija udarca za prvi slučaj: sredina prednje strane vozila [30]
 3. Biciklist prelazi cestu s lijeve strane
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde
 - b. Brzina biciklista 20 km/h
 - c. Brzina vozila od 10 do 60 km/h
 - d. Vozilo se kreće pravocrtno naprijed
 - e. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla
 - f. Pretpostavljena lokacija udarca: sredina prednje strane vozila [30]
 4. Biciklist se kreće po istoj uzdužnoj osi kao i vozilo
 - a. Testira se autonomno kočenje u slučaju nužde i audiovizualno upozorenje
 - b. Brzina biciklista za potrebe testiranja autonomnog kočenja u slučaju nužde 15 km/h
 - c. Brzina biciklista za potrebe testiranja audiovizualnog upozorenja 20 km/h
 - d. Brzina vozila za potrebe testiranja autonomnog kočenja u slučaju nužde od 25 do 60 km/h
 - e. Brzina vozila za potrebe testiranja audiovizualnog upozorenja od 50 do 80 km/h
 - f. Vozilo se kreće pravocrtno naprijed
 - g. Testiranje se odvija za vrijeme dnevnog svjetla
 - h. Pretpostavljena lokacija udarca za potrebe testiranja autonomnog kočenja u slučaju nužde: sredina prednje strane vozila
 - i. Pretpostavljena lokacija udarca: prednja strana vozila bočno u odnosu na uzdužnu os vozila [30]

Pomoću testova koji se provode u laboratoriju testira se udarac glave, noge i zdjelice te potkoljenice u prednju stranu vozila. Prilikom testiranja vozilo je u mirujućem položaju, a pojedini dio tijela pomoću mehanizma udara u vozilo brzinom od 40 km/h. Navedeni testovi potiču proizvođače na razvijanje strukture vozila koja apsorbira energiju te ugrađuju vanjske zračne jastuke. [15]

4.4. TESTIRANJE SIGURNOSNIH SUSTAVA POMOĆI VOZAČU

Prema *Euro NCAP* testovima sigurnosni sustavi pomoći vozaču uključuju: sustav pomoći održavanja brzine (tempomat), autonomno kočenje u slučaju nužde i sustav pomoći zadržavanja vozila unutar traka. *Euro NCAP* ispitivanja je potrebno provesti na suhom poligonu s temperaturom od 5°C do 40°C. Najvećim uzdužnim nagibom od 1% i sa oznakama na kolniku ovisno o vrsti testa. Površina poligona mora imati minimalni vršni kočioni koeficijent od 0,9, mora biti asfaltirana i ne smije sadržavati nikakve nepravilnosti (npr. velike nagibe ili pukotine, poklopce šahtova ili reflektirajuće vijke) unutar bočne udaljenosti od 3,0 m do bilo kojeg sa strane središta ispitne trake i uz uzdužnu udaljenost od 30 m ispred vozila od točke nakon završetka ispitivanja. [31]

4.4.1. SUSTAV POMOĆI ODRŽAVANJA BRZINE

Za potrebe testiranja sustava za ograničenje brzine trenutna brzina vozila bilježi se pomoću GPS senzora s točnošću od ± 0.1 km/h, brzinom ažuriranja mora iznositi minimalno 10Hz te prikazom na dvije decimale. Provode se dva zasebna testa: test prepoznavanja ograničenja brzine i test sustav kontrole brzine. Testiranje sustava za prepoznavanje brzine uključuje vožnju od 100 km na javnim cestama (gradske, ceste u naseljima, ceste izvan naselja i autoceste). Potrebno je voziti kombinacijom uključenog i isključenog tempomata. Tijekom vožnje sustav za prepoznavanje ograničenja brzine registrira ograničenu brzinu te ju prikazuje vozaču. Pomoću opisanog testa potrebno je utvrditi postoje li odstupanja od ograničenja koja se nalaze na prometnim znakovima i ograničenja koja prepoznaje sustav vozila. Testiranje sustava kontrole brzine provodi se kroz nekoliko slučajeva. U prvom slučaju potrebno je brzinu tempomata postaviti 15 km/h iznad brzine kretanja vozila, potom vozilo bez dodatnih radnji treba ubrzati na zadanu brzinu. U drugom slučaju potrebno je ubrzati na brzinu od 120 km/h, zatim na tempomatu postaviti dovoljno nisku brzinu da se aktivira audiovizualno upozorenje. Potrebno je zabilježiti kako dugo je trebalo čekati na uključenje upozorenja. Za posljednji slučaj potrebno je postaviti brzinu na 50 km/h u uvjetima u kojim vozilo ne može zadržati postavljenu brzinu samo uz pomoć kočenja motora, npr. na nizbrdici. Potrebno je zabilježiti brzinu pri kojoj se uključuje upozorenje. [31]

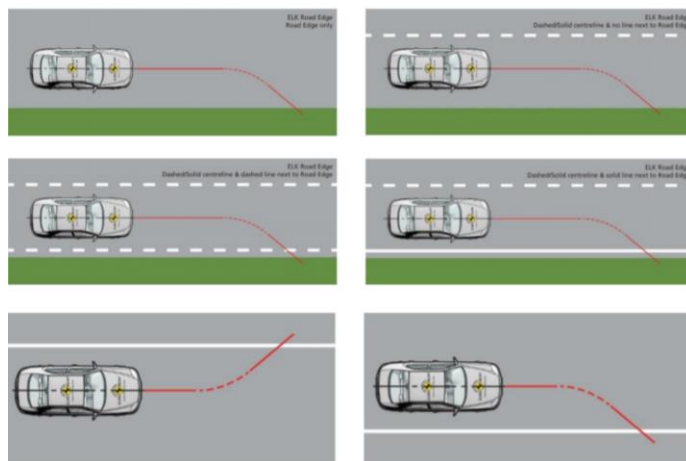
4.4.2. AUTONOMNO KOČENJE U SLUČAJU NUŽDE

Nalet stražnjeg vozila na prednje jedna je od najčešćih nesreća na cestama zbog ometanja vozača ili pogrešne procjene, procjenjuje se da od svih nesreća na cesti oko 25% otpada na nalijetanje stražnjeg vozila na prednje. Česte su u gradskim uvjetima vožnje pri relativno malim brzinama. Kod ovakvih nesreća postoji visoki rizik od ozlijede vrata i kralježnice. Postoji mogućnost nesreće i na otvorenoj cesti, pri većim brzinama, gdje je vozač ometen, ne primjećuje da se promet ispred njega zaustavlja ili je već zaustavljen. Kako bi se smanjila mogućnost nastanka ovakvih nesreća, proizvođači automobila sustave izbjegavanja koji upozoravaju na mogućnost nastanka nesreće ili uključuje odgovarajuće kočenje. Sustavi koji rade uglavnom pri manjim brzinama nazivaju se *AEB City*, dok oni koji rade pri većim brzinama nazivaju se *AEB Inter-Urban*. Kako bi se postigao dobar rezultat na testiranju potrebno je maksimalno smanjiti mogućnost nastanka ozlijede vrata i kralježnice. Testiranje autonomnog kočenja u slučaju nužde i audiovizualnog upozorenja na mogući sudar se sastoji od nekoliko scenarija naleta stražnjeg vozila na prednje stacionarno vozilo, nalet stražnjeg vozila na prednje vozilo koje je u pokretu, nalet stražnjeg vozila na prednje koje se kreće konstantnom brzinom te potom usporava i presijecanje puta vozilu koje se kreće u suprotnom smjeru (posljednji test se izvodi samo za autonomno kočenje u slučaju nužde). Testno i pomoćno vozilo potrebno je opremiti sustavom za praćenje brzine s točnošću ± 0.1 km/h, pomoćno vozilo također treba opremiti radarom, *LIDAR-om* i kamerom. U prvom slučaju naleta stražnjeg vozila na prednje mirujuće vozilo za potrebe testiranja autonomnog kočenja koriste se brzine od 10 do 80 km/h te za potrebe audiovizualnog upozorenja od 30 do 80 km/h. U drugom slučaju naleta stražnjeg vozila na prednje koje je u pokretu za potreben testa autonomnog kočenja u slučaju nužde koriste se brzine testnog vozila od 30 do 80 km/h, za potrebe audiovizualnog upozorenja od 50 do 80 km/h, dok je brzina prednjeg vozila konstantna od 20 km/h. Za treći slučaj oba vozila voze konstantnom brzinom od 50 km/h, a zatim prednje počinje usporavati. Vozila voze na dva razmaka od 12m i 40m. Za usporenu prednjeg vozila koriste se dvije brzine usporenja -2 m/s² i -6 m/s². Brzine koje su navedene u intervalima povećavaju se kod ponovnog testa za korak od 5 km/h od najmanje do najveće vrijednosti. Posljednji slučaj testiranja presjecanja puta vozilu koje se kreće u suprotnom smjeru testira se samo autonomno kočenje u slučaju nužde. Brzine vozila koje presjeca put iznose 10, 15, 20 km/h, dok za vozilo koje vozi pravocrtno u suprotnom smjeru brzine iznose 30, 45, 55 km/h. Završetkom testa smatra se jedan od sljedeća tri scenarija: stražnje vozilo se zaustavlja, stražnje vozilo usporava na brzinu manju od prednjeg vozila ili kontakt između vozila. U slučaju presjecanja puta vozilu koje se kreće u suprotnom smjeru kako bi se izbjegao sudar postoji mogućnost da laboratorij uključi automatsko kočenje robota kada se smatra da sustav autonomnog kočenja u slučaju nužde ne intervenira dovoljno. [32]

4.4.3. SUSTAV POMOĆI ZADRŽAVANJA VOZILA UNUTAR TRAKA

Skretanje s prometne trake jedan je od glavnih uzroka pojedinačnih sudara i frontalnih sudara. Implementacijom sustava bočne potpore značajno se smanjuje broj takvih nesreća. Nesreće se obično događaju zbog nenamjernog napuštanja trake gdje vrlo često vozač nije svjestan da je automobil u potencijalno opasnoj situaciji sve dok ne bude prekasno. Kasna spoznaja vozača može izazvati paničnu reakciju, vozač gubi kontrolu nad automobilom te često dolazi do nesreće. Da bi bili ispunjeni uvjeti za bodovanje za sustava održavanja vozila unutar traka vozilo također mora biti opremljeno sustavom elektroničke kontrole stabilnosti (ESC). Testiranje sustava za održavanje vozila unutar trake provodi se kroz nekoliko testova: održavanje trake u nuždi, pomoć za održavanje trake, upozorenje o napuštanju trake, dok za sustave praćenja mrtvih točaka se dodjeljuju bodovi iako nije potreban poseban test. [32]

Održavanje trake u nuždi ispituje se za šest različitih postava poligona: bez iscrtanih linija, sa jednom središnjom isprekidanom linijom, sa isprekidanom središnjom linijom i isprekidanom linijom uz rub kolnika, sa isprekidanom središnjom linijom i punom linijom uz rub kolnika, sa punom središnjom linijom bez linije uz rub kolnika te u posljednjem slučaju uz rub kolnika se nalazi puna linija bez središnje linije kako je prikazano na slici 14.



Slika 14. Postave poligona, [32]

Testovi se izvode na način da se pri određenoj brzini (72 km/h ili 80 km/h) laganim okretom upravljača do 15°, uz brzinu okretanja 1°/s vozilo nastoji izbaciti iz prometne trake te se pri tome promatra ponašanje sustava za održavanje vozila unutar trake. Također se ispituje ponašanje vozila kod mimoilaženja i pretjecanja. Kod mimoilaženja pomoćno vozilo vozi u suprotnom smjeru s uzdužnom osi vozila udaljenom 1.5 m od središnje isprekidane linije. Kod pretjecanja vozilo koje se ispituje kreće se brzinom 72 km/h, a pomoćno vozilo koje pretječe 80 km/h. Uzdužna os pomoćnog vozila i u ovom slučaju je udaljena 1.5 m od središnje isprekidane linije. [32]

5. OCJENJIVANJE SIGURNOSTI VOZILA PUTEM Euro NCAP-a

Euro NCAP je tijekom godina usavršavanja razvio sustav ocjenjivanja sigurnosti vozila pomoću pet zvjezdica kako bi budućim vlasnicima vozila olakšao kod odabira najsigurnijeg vozila za svoje potrebe. Sustav s pet zvjezdica se temelji na principu što više zvjezdica to bolje. Broj zvjezdica označava kako se vozilo ponašalo na *Euro NCAP* testovima, na broj zvjezdica također utječe sigurnosna oprema koju proizvođač vozila nudi na svakom tržištu. Zvjezdica koju dodjeljuje *Euro NCAP* nadilazi zakonske zahtjeve pa tako za vozilo koje zadovoljava minimalne zakonske zahtjeve postoji mogućnost da na *Euro NCAP* testiranju ne dobije nijednu zvjezdicu. Nakon što *Euro NCAP* na svojoj web stranici objavi osnovnu ocjenu zvjezdica i srodne podatke, vozilo je dobilo valjanu ocjenu. Sustav ocjenjivanja kontinuirano se razvija s dolaskom inovacija u automobilskom svijetu. Tako da se i testovi redovito nadograđuju (najčešće svake godine) te je za ispravno tumačenje rezultata važna godina testiranja. Uspoređivanje rezultata testiranja provedenih tijekom različitih godina moguće je samo ako su ažuriranja sustava ocjenjivanja bila mala. Najnovija ocjena uvijek je najrelevantnija. Od 2016. godine neka vozila ocjenjena su sa dvije različite ocjene. Jedna ocjena odnosi se na vozilo koje je opremljeno samo sigurnosnom opremom koja je standardna za svaku izvedbu modela u svim državama članicama Europske unije. Sva vozila koje je testirao *Euro NCAP* imaju navedenu osnovnu sigurnosnu ocjenu. Dok se druga ocjena temelji se na istom automobilu s sigurnosnim paketom koji se budućim vlasnicima nudi kao dodatna opcija kod odabira vozila. Dodatna sigurnosna oprema povećat će sigurnosnu ocjenu automobila. Kod ocjenjivanja druga ocjena nije obavezna, ali kada je dostupna, pruža uvid u pogledu razlike sigurnosti vozila sa dodatnom opremom i vozila bez dodatne opreme. [16]

Pojednostavljeno tumačenje zvjezdica

☆☆☆☆ Sveukupno izvrsne performanse zaštite u slučaju sudara te je vozilo opremljeno sustavom za izbjegavanje sudara.

☆☆☆☆ Sveukupno dobre performanse zaštite u slučaju sudara, kod vozila može biti prisutna dodatna tehnologija za izbjegavanje sudara

☆☆☆ Prosječna zaštita putnika, u većini slučajeva bez sustava za izbjegavanje sudara

☆☆ Osnovna zaštita u slučaju sudara, bez sustava za izbjegavanje sudara

☆ Neznačajna zaštita u slučaju sudara

Bez zvjezdice – zadovoljava standarde homologacije te se može legalno prodati. [32]

Proizvođač vozila dužan je kontaktirati *Euro NCAP* četiri mjeseca prije puštanja u rad redizajniran model kako bi se utvrdilo može li se prenijeti izvorna ocjena. Ako od proizvođača ne dobiju nikakve podatke, *Euro NCAP* smatra da redizajnirano vozilo ne udovoljava zahtjevima

izvorne ocjene. U slučajevima kada ocjena prestaje važiti, na web stranici navest će se identifikacijski broj vozila do kojeg ocjena vrijedi. Vozila nakon navedenog broja neće biti obuhvaćena ocjenom, a reklama za vozilo ne smije se dalje pozivati na ocjenu. Ocjene i informacije ostat će dostupne na web lokaciji za potrebe tržišta rabljenih automobila. Osnovna ocjena i neobavezna ocjena ako postoji ostaje na snazi najduže šest godina nakon objavljivanja rezultata. Očekuje se da će se u tom razdoblju sustav ocjenjivanja toliko promijeniti da bi stariji rezultati zavaravali buduće kupce vozila. Ako se tijekom tog razdoblja promijene specifikacije ocijenjenog vozila ili sigurnosnog paketa, na primjer zato što se standardna oprema briše ili postaje neobvezna, ocjena može ranije postati nevažeća. Kako bi nadzirao promjene na ocijenjenim vozilima, *Euro NCAP* primjenjuje godišnji pregled ocijenjenih vozila. Ukupna ocjena sastoji se od bodova postignutih u četiri kategorije na temelju kojih se provode i testiranja, a to su sigurnost odrasle osobe, sigurnost djece, sigurnost ugroženog korisnika ceste i sigurnosni sustavi pomoći vozaču. Bodovi za svaku kategoriju temelje se na rezultatima dobivenih pomoću ranije opisanih testova. Za svaku kategoriju ukupna ocjena se određuje s obzirom na najveću moguću ocjenu dostupnu za tu kategoriju. Na taj je način najveći rezultat za svaku kategoriju, a time i ukupni maksimalni rezultat, konstanta. Ukupna ocjena izračunava se iz pojedinačnih ocjena ocjenjivanja primjenom faktora težine. U tablici 2. prikazani su faktori težine ovisno o četiriju područja ocjenjivanja za razdoblje od 2020. do 2024 godine. Faktori težine za ukupnu ocjenu su fiksni, ali se mogu povremeno ažurirati kako se mijenjaju prioriteta i sadržaj pojedinog područja testiranja/ocjenjivanja. [33]

Tablica 2. Faktori težine za ocjenjivanje

Sigurnost odrasle osobe	40%
Sigurnost djece	20%
Sigurnost ugroženog korisnika ceste	20%
Sigurnosni sustav pomoći vozaču	20%

Izvor: [34]

U tablici 3. prikazano je koliko bodova u postocima u odnosu na maksimum vozilo mora ostvariti u pojedinom području ocjenjivanja za određeni broj zvjezdica. Konačna ocjena za svaku kategoriju se prikazuje u postocima, izračunava se na način da se za svaku kategoriju ostvareni broj bodova podijeli sa maksimalnim brojem bodova te se dobiveni rezultat pomnoži sa 100. [33]

Tablica 3. Odnos dodijeljene zvjezdice sa ostvarenim rezultatima

	Sigurnost odrasle osobe	Sigurnost djece	Sigurnost ugroženog korisnika ceste	Sigurnosni sustav pomoći vozaču
5 zvjezdica	80%	80%	70%	70%
4 zvjezdice	70%	70%	60%	60%
3 zvjezdice	60%	60%	50%	50%
2 zvjezdice	50%	50%	40%	40%
1 zvjezdica	40%	40%	30%	30%

Izvor: [33]

5.1. OCJENJIVANJE SIGURNOSTI ODRASLIH OSOBA

Početna točka za ocjenjivanja sigurnosti odraslih osoba su podaci zabilježeni tijekom testiranja sensorima koji se nalaze na lutkama. Te se za početak ne temelju tih rezultata dodjeljuje ocjena za pojedini dio tijela. Početni rezultati se na temelju dodatnih zahtjeva mogu prilagoditi. Ocjena također uzima u obzir strukturne performanse automobila uzimajući u obzir detalje poput pomaka upravljača i pomicanja papučica. Za kraj se primjenjuju tzv. modifikatori na temelju inspekcijskih i geometrijskih promatranja površine tijela. Ne postoji ograničenje broja modifikatora koji se mogu primijeniti. [34]

Kod frontalnog sudara s pomičnom barijerom rezultat za svako područje tijela prvenstveno se temelji na podacima vozača, osim ako je neki dio od putnika prošao lošije. Za frontalni sudar s punom širinom vozila rezultat se temelji na vozaču i suvozaču. Kod bočnog udara u stup i bočnog sudara s pokretnom barijerom rezultati se odnose na putnike sa strane udarca. Nagli trzaji glavom ocjenjuju se na temelju rezultata dobivenih od lutaka sa prednjeg i stražnjeg položaja. Za konačnu ocjenu zaštite odraslih osoba zbrajaju se bodovi ostvareni u pojedinom testu. Dobivena ocjena izražava se kao postotak maksimalnog mogućeg broja bodova. [34]

Za izračunavanje bodova za svaki relevantni kriterij koristi se klizni sustav bodovanja, koji uključuje dva ograničenja za svaki parametar: više i niže performanse. Ako je vrijednost testa ispod viših performansi dodjeljuje se maksimalna ocjena, ako je iznad nižih performansi ne dodjeljuju se bodovi. U slučaju da se vrijednost testa nalazi između ograničenja rezultat se izračunava linearnom interpretacijom. Kod frontalnih i bočnih udara za svako područje tijela dodjeljuju se maksimalno 4 boda, dok su za test naglog trzaja glavom maksimalna 3 boda. Tamo gdje postoji više kriterija za pojedini dio tijela za ukupnu ocjenu se uzima se parametar s najmanjim brojem bodova. [34]

Za ocjenjivanje frontalnog sudara s pokretnom deformabilnom barijerom i frontalnog udara s punom širinom u barijeru koristi se princip temeljem kojeg se analizira područje glave, vrata, prsa za oba testa, dok se za frontalni sudar s pokretnom deformabilnom barijerom analiziraju i područja trbuha, zdjelice, natkoljenice, koljena, potkoljenice, stopala. Za svako područje definirane su vrijednosti nižih i viših performansi na temelju kojih se dodjeljuju bodovi. Ako vozilo ima ugrađen zračni jastuk na upravljaču te u slučaju aktiviranja ne dolazi do čvrstog kontakta za područje glave i vrata dodjeljuju se maksimalna 4 boda. Ako postoji čvrst kontakt broj bodova se određuje linearnom interpretacijom. U slučaju da vozilo nema ugrađeni zračni jastuk na upravljaču ne dodjeljuju se bodovi. Pomoću modifikatora potrebno je provjeriti dali postoji potreba za oduzimanjem bodova za pojedino područje. Za područje glave oduzima se 1 bod u slučaju:

- nestabilnog kontakta na zračnom jastuku
- opasno aktiviranje zračnog jastuka
- neispravno aktiviranje zračnog jastuka
- pomak stupa upravljača [34]

Za područje prsa oduzima se 1 bod u slučaju kontakta prsnog koša s upravljačem te ako je ustanovljeno da je narušena struktura putničkog prostora. U slučaju da opterećenje pojasa prelazi 6 kN za područje prsa primjenjuje se kazna od 2 boda. U slučaju da vozač u trenutku sudara isklizne ispod pojasa bodovi za koljeno, nadlakticu i zdjelicu smanjuju se za 4 boda. 1 bod za potkoljenu se oduzima ako se dogodi preveliko pomicanje pedale prema gore, dozvoljena granica pomicanja prema Europskom odboru za sigurnost vozila iznosi 80 mm. Bodovi dodijeljeni stopalu se smanjuju ako dođe do odvajanja konstrukcije na zavarenim točkama u području za stopala. Kada se za vrijeme izvođenja testa otvore vrata na vozilu (uključujući i pomične krovove) za taj test se oduzima 1 bod. Dijelovi tijela kod frontalnog sudara s pokretnom barijerom se grupiraju: glava i vrat – 4 boda, prsa i trbuh – 4 boda, natkoljenica i zdjelica – 4 boda, koljeno, potkoljenica i stopalo – 4 boda. Za frontalni udar s punom širinom također se grupiraju neki dijelovi, dok neki ostaju zasebni: glava – 4 boda, vrat – 4 boda, prsa – 4 boda, zdjelica, natkoljenica i koljeno – 4 boda. [34]

Konačni rezultat se prikazuje brojem ostvarenih bodova te slikom lutke sa obojanim područjem u odgovarajuću boju prema ostvarenim bodovima kako je prikazano na slici 15. Lijeva slika se odnosi na sudar s pokretnom deformabilnom barijerom, a desna na frontalni udar punom širinom u nepomičnu barijeru. Odnosi boje i bodova prikazani su u tablici 4 te se odnose na frontalne i bočne sudare.



Slika 15. Prikaz rezultata pomoću boja, [17]

Tablica 4. Odnos boja i bodova za frontalne sudare, [34]

BOJA	BROJ BODOVA
ZELENA	4.000
ŽUTA	2.670 – 3.999
NARANČASTA	1.330 – 2.669
SMEĐA	0.001 – 1.329
CRVENA	0.000

Izvor [34]

Kod udara pokretne deformabilne barijere u bučnu stranu vozila i bočnog udara u stup ocjenjivanje je podijeljeno na četiri područja tijela: glava, prsa, trbuh, zdjelica. Kriteriji i granice su jednake osim za glavu i prsa te je za pojedino područje maksimalan broj bodova 4. Ako dođe do izravnog kontakta između glave i stupa ili nije dostupna zaštita glave za test udar u stup dodjeljuje se 0 bodova. U slučaju da je komponenta bočne sile ramena veća od 3 kN za područje prsa dodjeljuje se 0 bodova. Ako sustav za bočnu zaštitu glave ne pruža dovoljnu zaštitu oduzimaju se 2 boda za prednji dio te 2 boda za stražnji dio. [34]

Trzaj glave procjenjuje se i na prednjim i na stražnjim sjedalima. Maksimalan broj bodova 4. Od čega se maksimalno 3 boda dodjeljuju za prednja sjedala, a 1 bod za stražnja sjedala. Za pomak naslona za glavu veći od 45 mm oduzima se 1 bod. U slučaju rotacija sjedala od 32° ili više oduzimaju se 3 boda. 2 boda oduzet će se u slučaju ako sjedalo svojom konstrukcijom uzrokuje nepovoljno opterećenje na neko područje tijela. Krajnji rezultat naglog trzaja glavom prikazuje se shemom gornjeg dijela tijela gdje ja vrat obojen u odgovarajuću boju prema ostvarenim bodovima kao što je prikazano na slici. Odnosi boje i bodova prikazani su u tablici 5. [34]

Tablica 5. Odnos boje i bodova za nagli trzaj glavom

Boja	Prednja sjedala	Stražnja sjedala
	Bodovi	
Zelena	2.250 – 3.000	0.677 – 1.000
Narančasta	1.125 – 2.249	0.333 – 0.666
Crvena	0.000 – 1.124	0.000 – 0.332

Izvor: [34]

Za upute vezane uz spašavanje i izvlačenje mogući bodovi se kreću do -2 do 2. Ako upute nisu dostupne dodijelit će se -2 boda, ako nisu potpune dodjeljuje se -1 bod. 1 bod se postiže ako je vozilo opremljeno sustavom *eCall* te jedan bod ako je vozilo opremljeno sustavom za sprječavanje sekundarnih sudara. [34]

5.2. OCJENJIVANJE SIGURNOSTI DJECE

Maksimalan broj bodova iznosi 49. Ako je vozilo u standardnoj opremi opremljeno s najmanje jednim sustavom za prihvat CRS-a dodjeljuje se 1 bod, a ako je u standardnoj opremi opremljeno sa dva ili više sustava dodjeljuju se 3 boda. Gdje je moguća potpuno neovisne upotreba dva ili više CRS-a dodjeljuje se 1 bod. Kada je moguća instalacija CRS-a na sva mjesta za putnike dodjeljuje se 1 bod te ako su sjedala usklađena dodjeljuje se još 1 bod. Ako se u priručniku vozila ne nalaze informacije i upute vezane u CRS testiranje se ne provodi te se dodjeljuje 0 bodova za zaštitu djece. U priručniku se moraju nalaziti informacije na kojim sjedalima se određeni CRS može instalirati, upute o deaktiviranju sigurnosnih zračnih jastuka. [35]

Pravilno označavanje *iSize* osigurava se 3 boda. Ako je vozilo opremljeno automatskim sustavom aktiviranja i deaktiviranja sigurnosnih jastuka dodjeljuju se 4 boda, ako je opremljeno ručnim sustavom tada se dodjeljuju 2 boda. Za instalaciju CRS-a moguće je dobiti 12 bodova. 4 boda se odnose na univerzalni CRS, 2 boda na ISOFIX CRS, 4 boda na *i-Size* CRS. 1 bod se dodjeljuje ako postoji preporuka proizvođača za određeni CRS do visine djeteta od 135 cm te još 1 bod ako postoji preporuka proizvođača za određeni CRS do visine djeteta od 150 cm. [35]

Kod izračunavanja bodova ostvarenih u frontalnom i bočnom udaru koristi se klizni sustav bodovanja i modifikatora s principom istim kao kod ocjenjivanje sigurnosti odraslih osoba. Za frontalni sudar može se ostvariti maksimalno 8 bodova te se analiziraju područja glave (4 boda), vrata (2 boda) i prsa (2 boda). Dok je za bočni udar moguće ostvariti maksimalno 4 boda analizirajući područje glave (2 boda), vrata (1 bod) i zdjelice (1 bod). Rezultati bočnog i frontalnog sudara se prikazuju pomoću slike lutke s obojanim područjima sukladno ostvarenim bodovima kako je prikazano u tablici 6.

Tablica 6. Odnos boja i bodova za ocjenjivanje djece

BOJA	BROJ DOSTUPNIH BODOVA ZA PODRUČJE TIJELA		
	4 boda	2 boda	1 bod
ZELENA	4.000	2.000	1.000
ŽUTA	2.670 – 3.999	1.335 – 1.999	0.667 – 0.999
NARANČASTA	1.330 – 2.669	0.665 – 1.334	0.333 – 0.666
SMEĐA	0.001 – 1.329	0.001 – 0.664	0.001 – 0.332
CRVENA	0.000	0.000	0.000

Izvor: [35]

U slučaju da dođe do nedopuštenog pomaka pojasa, lutke ili cijelog CRS-a, ako dođe do loma dijelova CRS-a ili pojasa automatski se dodjeljuje 0 bodova. Ako dođe do pomicanja glave lutke Q6 prema naprijed od 550 mm ili više oduzimaju se 4 boda, dok se za pomicanje glave Q10 od 450 mm oduzimaju 2 boda, a za pomicanje od 550 mm ili više također oduzimaju 4 boda. [35]

5.3. OCJENJIVANJE SIGURNOSTI UGROŽENOG SUDIONIKA U PROMETU

Za ocjenjivanje testova koji se provode u laboratoriju koristi se klizni sustav bodovanja te nisu dostupni modifikatori. Maksimalan broj bodova iznosi 36 od čega se 24 boda dodjeljuju za područje udara glave (poklopac motora, vjetrobransko staklo), po 6 boda za područje udara noge i zdjelice (branik). Rezultati se prikazuju slikom na kojoj je prednji dio vozila podijeljen na kvadratiće te se prema ostvarenim rezultatima kvadratići ispune odgovarajućom bojom. Broj kvadratića jednak je maksimalnom broju bodova, za svaki kvadratić ovisno o ostvarenim rezultatima tijekom testiranja dodjeljuje maksimalno 1 bod i boji se u odgovarajuću boju. Odnos ostvarenih rezultata za testove provedene u laboratoriju, boje i bodova prikazan je u tablici 7. [36]

Tablica 7. Odnos boje, ostvarenih rezultata za testove provedene u laboratoriju i bodova za ocjenjivanje sigurnosti ugroženog korisnika ceste

BOJA	REZULTAT	BODOVI
ZELENA	Do 649	1
ŽUTA	Od 650 do 999	0,75
NARANČASTA	Od 1000 do 1349	0,50
SMEĐA	Od 1350 do 1699	0,25
CRVENA	Od 1700	0,00

Izvor [36]

Ocjenjivanje testova koji se provode na otvorenom poligonu se dijeli u dvije kategorije. Prva kategorija obuhvaća testove provedene s pješakom te maksimalni broj bodova iznosi 9. Druga kategorija obuhvaća testove provedene s biciklistom te je maksimalan broj bodova također 9. Nakon provedenih testova i određenih bodova rezultati se prikazuju za pojedini test posebno sa označenom bojom ispred vozila. Boja ovisi o broju ostvarenih bodova, odnos boja i bodova prikazan je u tablici 8. [36]

Tablica 8. Odnos boja i bodova za testove provedene na otvorenom poligonu za kategoriju ocjenjivanja sigurnosti ugroženog sudionika u prometu

BOJA	BODOVI
ZELENA	6.751 – 9.000
ŽUTA	4.501 – 6.750
NARANČASTA	2.251 – 4.500
SMEĐA	0.001 – 2.250
CRVENA	0.000

Izvor [36]

5.4. OCJENJIVANJE SIGURNOSNIH SUSTAVA POMOĆI VOZAČU

Ocjenjivanje sigurnosnih sustava pomoći vozaču provodi se kroz četiri kategorije. Prva kategorija se odnosi se na ocjenjivanje sustava pomoći održavanje brzine. Maksimalan broj bodova je iznosi 3. Bodovanje je podijeljeno u dvije osnovne skupine od kojih svaka nosi 1.5 bod. Broj bodova ovisi o razini opreme kojom je vozilo opremljeno. Prva skupina je funkcija informiranja o ograničenju brzine. Za osnovni sustav informiranja o ograničenju brzine te napredni sustav informiranja o ograničenju brzine dodjeljuje se 1 bod (za svaki 0.5 boda), za točnost sustava i funkciju upozorenja dodjeljuje se 0.5 boda (za svaki 0.25 boda). Druga skupina je funkcija kontrole brzine. Za funkciju ograničenja brzine s mogućnošću prepoznavanja ograničenja dodjeljuje se 1.25 bod, dok za funkciju bez mogućnošću prepoznavanja brzine 0.75 boda. [37]

U drugu kategoriju spada autonomno kočenje u slučaju nužde. Preduvjet za ostvarivanje bodova je da autonomno kočenje u slučaju nužde i audiovizualno upozorenje bude operativno do najmanje 130 km/h. Kriterij za ocjenjivanje uzima se relativna brzina udara. Relativna brzina se dobiva na način da se od brzine udara testnog vozila oduzme brzina pomoćnog vozila u trenutku udara. Maksimalna broj bodova je 6. Za scenarije u kojima testno vozilo s stražnje strane prilazi pomoćnom vozilu dodjeljuje se maksimalno 3.5 boda. Za scenarij kada testno vozilo presijeca put pomoćnom vozilu dodjeljuju se maksimalno 2 boda. Ako je sustav audiovizualnog upozorenja opremljen sofisticiranim rješenjima kao što je prikaz na *head-up* zaslonu, trzaj pojasa te trzaj kočnice dodjeljuje se 0.25 boda. Za sustav koji omogućava zatezanje pojasa u situaciji kada prepozna da postoji mogućnost nastanka nesreće također se dodjeljuje 0.25 boda. [37]

U treću kategoriju spada sustav pomoći zadržavanja vozila unutar traka. Da bi se ispunili uvjeti za bodovanje vozilo mora biti opremljeno sustavom elektroničke kontrole stabilnosti te vozač mora biti u mogućnosti nadjačati svaku intervenciju pojedinog sustava. Maksimalan broj bodova iznosi 4. 0.5 bodova se dodjeljuje za upozorenje o napuštanju trake koje se mora aktivirati na udaljenosti 20 cm od linije. Za sustav nadzora mrtvog kuta također se dodjeljuje 0.5 boda. Pomoć za održavanje trake boduje se za dva slučaja, za svaki slučaj dodjeljuje se 0.25 boda. Prvi slučaj je kada sustav održava vozilo minimalno 30 cm od jedne isprekidane linije, te drugi kada sustav održava vozilo 30 cm od jedne pune linije. Za ocjenjivanje sustava održavanja trake u nuždi bodovi se dodjeljuju prema uspješnosti provedenog testa ovisno o oznakama na kolniku kako je prikazano u tablici 9. Uz navedene slučajeve u tablici dodjeljuje se 1 bod za test mimoilaženja te 0.5 bod za test pretjecanja. [37]

Tablica 9. Broj bodova za pojedinu postavu poligona

OZNAKE NA KOLNIKU (LINIJE)	BODOVI
BEZ OZNAKA NA KOLNIKU	0.25
SREDIŠNJA ISPREKIDANA, UZ RUB KOLNIKA NEMA	0.25
SREDIŠNJA ISPREKIDANA, UZ RUB KOLNIKA ISPREKIDANA	0.25
SREDIŠNJA ISPREKIDANA, UZ RUB KOLNIKA PUNA	0.25
SREDIŠNJA PUNA, UZ RUB KOLNIKA NEMA	0.25
SREDIŠNJE NEMA, UZ RUB KOLNIKA PUNA	0.25

Izvor: [37]

Posljednja kategorija sastoji se od dva dijela te maksimalan broj bodova iznosi 3. Prvi dio obuhvaća dodjelu 2 boda za sustav upozoravanja o korištenju sigurnosnog pojasa na vozačevom mjestu, na mjestu za suvozača te na stražnjim mjestima. Princip bodovanja prikazan je u tablici 10, broj bodova ovisi o broju sjedala u vozilu i broju sjedala za koja sustav prepoznaje i upozorava vozača o korištenju sigurnosnih pojaseva. Drugi dio obuhvaća dodjelu 1 boda za sustav nadzora vozača. [37]

Tablica 10. Princip bodovanja za sustav upozorenja o korištenju sigurnosnog pojasa

Broj sjedala	Broj sjedala s funkcijom prepoznavanja	Broj bodova
5 (2 + 3)	5 (2 + 3)	2
5 (2 + 3)	4 (2 + 2)	1.667
7 (2 + 3 + 2)	5 (2 + 3 + 0)	1.600
7 (2 + 3 + 2)	4 (2 + 2 + 0)	1.400
7 (2 + 3 + 2)	4 (2 + 0 + 2)	1.000

Izvor: [37]

6. ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA

Vozilo za analizu rezultata je *Cupra Formentor*. Euro NCAP je rezultate testiranja objavio u ožujku 2021. *Formentor* je ocjenjen sa svih pet zvjezdica. U kategoriji zaštite odraslih osoba ostvario je najbolje rezultate sa 93%. Broj ostvarenih bodova za zaštitu odraslih osoba prikazan je u tablici 11. U frontalnom testu putnički prostor ostao je stabilan. Zaštita prsa vozača ocijenjena je kao prosječna, na temelju izmjerenih rezultata pomoću lutke. Mjerenja su pokazala dobru zaštitu koljena i natkoljenice i vozača i suvozača. *Formentor* je pokazao da će slična razina zaštite biti pružena putnicima različitih veličina i onima koji sjede na različitim položajima. Analiza barijere u koju se *Formentor* zabio pokazala je neka lokalizirana područja velike deformacije, zbog čega je smanjen rezultat za kategoriju frontalnog sudara. U testu udara punom širinom u nepomičnu barijeru, zaštita je bila dobra ili odgovarajuća za sve kritične dijelove tijela i za vozača i za suvozača. U testu bočne barijere, koji predstavlja sudar drugog vozila, zaštita svih kritičnih dijelova tijela bila je dobra za sva kritična područja tijela te je *Formentor* postigao maksimalne bodove u testovima bočnog udara. Ispitivanja na prednjim sjedalima i naslonima za glavu pokazala su dobru zaštitu od ozljede naglog trzaja glavom u slučaju sudara straga. Geometrijska procjena stražnjih sjedala također je pokazala dobru zaštitu od naglog trzaja glavom. Automobil je standardno opremljen sustavom kočenja za sprječavanje sekundarnih sudara. *Formentor* također ima napredni sustav *eCall* koji, u slučaju nesreće, automatski šalje poruku hitnim službama, navodeći lokaciju automobila te ja za kategoriju spašavanja i izvlačenja ostvario maksimalan broj bodova. [17]

Tablica 11. Ostvareni bodovi u kategoriji zaštite odrasle osobe

KATEGORIJA	BODOVI
Frontalni sudar	13.9/16
Bočni sudar	16/16
Trzaj glavom	3.6/4
Spašavanje i izvlačenje	2/2

Izvor: [17]

U kategoriji zaštite djece također je ostvaren odličan rezultat od 88%. Broj bodova za zaštitu djece prikazan je u tablici 12. U testu frontalnog pomaka, zaštita za djecu je dobra, osim zaštite vrata, čija je zaštita bila odgovarajuća. U testu bočne barijere, zaštita svih kritičnih područja tijela je dobra i *Formentor* je za ovaj dio procjene postigao maksimalne bodove. Zračni jastuk suvozača može se onemogućiti kako bi se omogućilo kako bi se na tom položaju za sjedenje mogao koristiti dječji sigurnosni sustav okrenut prema natrag. Vozaču se daju jasne informacije o statusu zračnih jastuka. Svi sustavi za djecu koja *Formentor* ima u ponudi mogu se pravilno instalirati i prilagoditi. [17]

Tablica 12. Ostvareni bodovi u kategoriji zaštite djece

KATEGORIJE	BODOVI
SUDARI	23.6/24
SIGURNOSNE ZNAČAJKE	8/13
CRS	12/12

Izvor: [17]

U kategoriji zaštite ugroženog korisnika ceste ostvaren je najgori rezultat od 68%. Broj bodova za zaštitu ranjivog korisnika ceste prikazan je u tablici 13. Površina poklopca motora pruža pretežno dobru ili odgovarajuću zaštitu glave, a slabi i loši rezultati zabilježeni su na krajevima vjetrobrana. Odbojnik pružao dobru zaštitu nogama pješaka. Zaštita zdjelice je dobra u središnjem području. *Formmentor-ov* sustav autonomnog kočenja u slučaju nužde može otkriti ugrožene sudionike u prometu poput pješaka i biciklista, kao i drugih vozila. U testovima je sustav reagirao na takve sudionike u prometu, pri čemu su sudari izbjegnuti ili ublaženi u većini slučajeva. Sustav ne otkriva pješake sa stražnje strane automobila te testovi za vožnju unatrag nisu provedeni. [17]

Tablica 13. Ostvareni bodovi u kategoriji zaštite ugroženog korisnika ceste

KATEGORIJA	BODOVI
ZAŠTITA GLAVE, ZDJELICE, NOGE	25.4 / 36
PJEŠAK	5.4/ 9
BICIKLIST	6.2 / 9

Izvor: [17]

U kategoriji sigurnosnih sustava pomoći vozaču ostvareno je jako dobar rezultat od 80%. Broj bodova za sigurnosne pomoći prikazan je u tablici 14. Autonomno kočenje u nuždi (AEB) standardno je ugrađeno. Sustav se dobro pokazao u testovima otkrivanja i reakcije na druga vozila, pri čemu su se posljedice u većini slučajeva izbjegavali ili ublažavali. Osim podsjetnika na pojaseve za prednja i stražnja sjedala, *Formmentor* ima ugrađen sustav za nadzor vozača koji koristi ulaze za upravljanje kako bi utvrdio je li vozač upozoren i usredotočen na vožnju ili je ometan zbog umora ili drugih čimbenika. Sustav upozorava vozača ako se otkrije otežana vožnja. Sustav za podupiranje prometne trake nježno ispravlja upravljanje automobilom ako se udaljava od trake, te intervenira mnogo agresivnije u nekim kritičnim situacijama. Tempomat je standardno ugrađen. Napredniji sustav koji prepoznaje ograničenja brzine dostupan je kao dodatna oprema. [17]

Tablica 14. Ostvareni bodovi u kategoriji sigurnosnih sustava pomoći vozaču

KATEGORIJA	BODOVI
ODRŽAVANJE BRZINE	1.3 / 3
PRAĆENJE STATUSA VOZAČA I PUTNIKA	3/3
ODRŽAVANJE TRAKE	3.5 / 4
KOČENJE U SLUČAJU NUŽDE	5.1 / 6

Izvor: [17]

U nastavku je prikazano nekoliko slika nakon provedenog testiranja *Formentora*.



Slika 16. Cupra Formentor nakon provedenih testova, [17]

7. ZAKLJUČAK

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu ljudi i tereta, može se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, usporeno ili ubrzano. Svojom konstrukcijom i eksploatacijskim značajkama utječe na sigurnost prometa. U aktivne elemente sigurnosti vozila ubrajaju se ona tehnička rješenja čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće. U pasivne elemente sigurnosti vozila ubrajaju se ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća u slučaju nastanka prometne nesreće maksimalno ublažiti posljedice.

Sustav ocjenjivanja s pet zvjezdica koji koristi Euro NCAP omogućuje dodavanje novih tehnologija i sustava bez potrebe za dodavanjem zvjezdica ili uvođenjem novih kategorija za ocjenjivanje. Smatra se da vozilo s tri ili četiri zvjezdice sigurnije za oko 30% u usporedbi s vozilom s dvije zvjezdice. Tijekom testiranja potrebno je snimiti fotografije i video materijal koji se kasnije koristi za potrebe ocjenjivanja te za potrebe promocije tvrtke na društvenim mrežama i kroz TV emisije. Lutke koje se koriste za testiranje nisu namijenjene samo automobilskoj industriji, nego se koriste i u zrakoplovstvu, željezničkom i pomorskom prometu te u vojnom sektoru.

Prilikom pripreme ispitivanja poželjno je da proizvođači vozila budu u kontaktu s laboratorijem kako bi provjerili jesu li zadovoljni načinom postavljanja vozila za testiranje. Kako bi se ubrzao proces testiranja i ocjenjivanja vozila, potrebno je od strane proizvođača laboratoriju za testiranje i voditelju programa dostaviti određene informacije u elektroničkom obliku, kao što je kopija priručnika za vozilo. Testiranje sigurnosti odrasle osobe provodi se kroz nekoliko testova, a to su: frontalni sudar s pokretnom deformabilnom barijerom, frontalni udar punom širinom u nepomičnom barijerom, bočni sudar s pokretnom deformabilnom barijerom, bočni udar u stup, testiranje područja koljena, testiranje naglog trzaja glavom, spašavanje i izvlačenje. Protokol za procjenu zaštite djece uključuje provjeru jednostavnosti postavljanja dječjeg sigurnosnog sjedala s tvrdim naslonom (CRS) te se procjenjuje zaštita djece u sklopu bočnog i frontalnog sudara. U sustavu *Euro NCAP* testiranja osim testiranja sigurnosti osoba koje se nalaze u vozilu, provjerava se kako vozilo štiti ugrožene sudionike u prometu (pješaci, biciklisti). Udari automobila u pješake jedna su od najčešćih nesreća koje se događaju na cestama zbog ometanja vozača ili pogrešne procjene. Dio testova koje provodi *Euro NCAP* vezano uz ugroženog korisnika ceste provodi se na otvorenom poligonu te dio u zatvorenom laboratoriju. Prema *Euro NCAP* testovima sigurnosni sustavi pomoći vozaču uključuju: sustav pomoći održavanja brzine (tempomat), autonomno kočenje u slučaju nužde i sustav pomoći zadržavanja vozila unutar traka.

Kao i testiranje i ocjenjivanje se temelji na iste četiri kategorije. Sigurnost odrasle osobe nosi 40% ukupne ocjene, dok ostale tri kategorije nose po 20%. Početna točka za ocjenjivanja sigurnosti odraslih osoba su podaci zabilježeni tijekom testiranja sensorima koji se nalaze na lutkama. Kod ocjenjivanja se koristi klizni sustav bodovanja. Konačni rezultat se prikazuje brojem

ostvarenih bodova te slikom lutke sa obojanim područjem. Ocjena sigurnosti djece uvedena je 2003. godine. Temelji se na jednostavnosti ugradnje CRS-a te na rezultatima frontalnog i bočnog sudara. Ocjenjivanje sigurnosti ugroženog korisnika ceste dijeli se na ocjenjivanje testova provedenih u laboratoriju, ocjenjivanje testova provedenih na poligonu sa pješakom i ocjenjivanje testova provedenih na poligonu s biciklistom. Ocjenjivanje sigurnosnih sustava pomoći vozaču dijeli se na četiri kategorije: ocjenjivanje sustava pomoći održavanja brzine, ocjenjivanje sustava autonomnog kočenja u slučaju nužde i audiovizualno upozorenje, ocjenjivanje sustava pomoći zadržavanja vozila unutar traka te ocjenjivanje upozorenja o korištenju sigurnosnog pojasa.

Cupra Formentor je nakon provedenih testiranja najbolje rezultate ostvario u kategoriji zaštite odraslih osoba. Na drugome mjestu su rezultati za zaštitu djece. Dok su na trećem mjestu sustavi sigurnosne pomoći vozaču. Posljednje mjesto pripalo je kategoriji zaštite ugroženog korisnika ceste.

LITERATURA

KNJIGE

[1] V. Cerovac. TEHNIKA I SGURNOST PROMETA. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2001.

MREŽNE STRANICE

[2] Euro NCAP: Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en> [Pristupljeno: travanj 2021.]

[3] Global NCAP: Preuzeto sa: <https://www.globalncap.org/ncaps> [Pristupljeno: travanj 2021.]

[4] Humanetics. Preuzeto sa:
<https://humanetics.humaneticsgroup.com/products/anthropomorphic-test-devices>
[pristupljeno: srpanj 2021.]

[5] The ZF Group. Preuzeto sa: https://www.zf.com/mobile/en/stories_26560.html
[pristupljeno: srpanj 2021.]

[6] MotorBiscuit Preuzeto sa: <https://www.motorbiscuit.com/heres-why-crash-test-dummies-costs-up-to-500000/> [pristupljeno: srpanj 2021.]

[7] Humanetics. Preuzeto sa:
<https://humanetics.humaneticsgroup.com/products/anthropomorphic-test-devices/frontal-impact/thor-50m/thor-50m> [pristupljeno: srpanj 2021.]

[8] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/frontal-impact/mobile-progressive-deformable-barrier/>
[pristupljeno: srpanj 2021.]

[9] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/frontal-impact/full-width-rigid-barrier/> [pristupljeno: srpanj 2021.]

[10] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/lateral-impact/side-mobile-barrier/> [pristupljeno: srpanj 2021.]

[11] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/lateral-impact/side-pole/> [pristupljeno: srpanj 2021.]

- [12] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/rear-impact/whiplash/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [13] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/adult-occupant-protection/rescue-and-extrication/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [14] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/child-occupant-protection/crs-performance/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [15] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/vulnerable-road-user-vru-protection/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [16] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/how-to-read-the-stars/> [pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [17] Euro NCAP. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/results/cupra/formentor/42254> [pristupljeno: kolovoz 2021.]

OSTALI IZVORI

- [18] Euro NCAP. TB002 - Application Area and Official Languages, 2021. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/supporting-information/technical-bulletins/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [19] Euro NCAP. Film & Photo Protocol, 2021. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/general/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [20] Euro NCAP. TB018 - Manufacturer Dana for Testing & Assessment, 2021. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/supporting-information/technical-bulletins/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [21] Euro NCAP. Frontal MPDB Test Protocol, 2019. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [22] Euro NCAP. Frontal FW Test Protocol, 2019. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [23] Euro NCAP. Side AE-MDB Test Protocol, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/> [pristupljeno: srpanj 2021.]

- [24] Euro NCAP. Side Oblique Test Protocol, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/>
[pristupljeno: srpanj 2021.]
- [25] Euro NCAP. Knee Mapping Sled Test Procedure, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/>
[pristupljeno: srpanj 2021.]
- [26] Euro NCAP. Whiplash Test Protocol, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/>
[pristupljeno: srpanj 2021.]
- [27] Euro NCAP. Rear Whiplash Test Protocol, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/>
[pristupljeno: srpanj 2021.]
- [28] Euro NCAP. Rescue, Extrication & Safety Test and Assessment Protocol, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/>
[pristupljeno: srpanj 2021.]
- [29] Euro NCAP. Testing Protocol – COP, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/child-occupant-protection/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [30] Euro NCAP. AEB VRU Test Protocol, 2021. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/vulnerable-road-user-vru-protection/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [31] Euro NCAP. LSS Test Protocol, 2019. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/safety-assist/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [32] Euro NCAP. AEB Car-to-Car Test Protocol, 2021. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/safety-assist/> [pristupljeno: srpanj 2021.]
- [33] Euro NCAP. Assessment Protocol – Overall Rating, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/general/> [pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [34] Euro NCAP. Assessment Protocol – AOP, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/adult-occupant-protection/>
[pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [35] Euro NCAP. Assessment Protocol – COP, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/child-occupant-protection/>
[pristupljeno: kolovoz 2021.]

- [36] Euro NCAP. Assessment Protocol – VRU, 2020. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/vulnerable-road-user-vru-protection/> [pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [37] Euro NCAP. Assessment Protocol – SA, 2021. Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/protocols/safety-assist/> [pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [38] https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2017/14/matecconf_gcmm2017_03004.pdf [pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [39] van Ratingen M, Williams A, Lie A, Seeck A, Castaing P, Kolke R, Adriaenssens G, Miller A - The European New Car Assessment Programme: A historical review, Chinese Journal of Traumatology. (2016) [pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [40] Euroauto. Preuzeto sa: <https://www.euroauto.hr/blog/adaptivni-tempomat-adaptive-cruise-control-acc-sustav-112/> [pristupljeno: rujan 2021.]
- [41] Euroauto. Preuzeto sa: <https://www.euroauto.hr/blog/sto-je-lane-assist-ili-ldws-113/> [pristupljeno: rujan 2021.]

POPIS KRATICA

Euro NCAP	(The European New Car Assessment Program)
ABS	(Anti-lock braking system)
ISOFIX	(International Organization for Standardization) Međunarodni standard za pričvršćenje sigurnosnih sjedala za djecu
ESC	(Electronic stability control) Elektronička kontrola stabilnosti
ATD	(Anthropomorphic test device) Antropomorfni ispitni uređaj
CRS	(Child restrain system) Sigurnosni sustavi za djecu
GPS	(Global Positioning System)
LIDAR	(Light Detection and Ranging)

POPIS SLIKA

Slika 1. Logo Euro NCAP-a	8
Slika 2. Položaj oznake, referentnog broja i logotipa laboratorija ispitivanja	9
Slika 3. Položaj kamera za testiranje bočnog udara u stup	11
Slika 4. THOR 50-M	12
Slika 5. Način označavanja lutke	14
Slika 6. Pokretna deformabilna barijera	15
Slika 7. Prikaz sudara s pokretnom deformabilnom barijerom	16
Slika 8. Prikaz udara punom širinom u nepomičnu barijeru	17
Slika 9. Prikaz bočnog sudara s pokretnom deformabilnom barijerom	17
Slika 10. Prikaz bočnog udara u stup	18
Slika 11. Prikaz testiranja područja koljena	19
Slika 12. Prikaz testiranja naglog trzaja glavom	20
Slika 13. Makete za testiranje	23
Slika 14. Postave poligona	28
Slika 15. Prikaz rezultata pomoću boja	32
Slika 16. Cupra Formentor nakon provedenih testova	40

POPIS TABLICA

Tablica 1. Broj kamera i fotografija za potrebe testiranja	10
Tablica 2. Faktori težine za ocjenjivanje	30
Tablica 3. Odnos dodijeljene zvjezdice sa ostvarenim rezultatima	30
Tablica 4. Odnos boja i bodova za frontalne sudare, [35]	33
Tablica 5. Odnos boje i bodova za nagli trzaj glavom	33
Tablica 6. Odnos boja i bodova za ocjenjivanje djece	34
Tablica 7. Odnos boje, ostvarenih rezultata za testove provedene u laboratoriju i bodova za ocjenjivanje sigurnosti ugroženog korisnika ceste	35
Tablica 8. Odnos boja i bodova za testove provedene na otvorenom poligonu za kategoriju ocjenjivanja sigurnosti ugroženog sudionika u prometu.....	35
Tablica 9. Broj bodova za pojedinu postavu poligona	37
Tablica 10. Princip bodovanja za sustav upozorenja o korištenju sigurnosnog pojasa	37
Tablica 11. Ostvareni bodovi u kategoriji zaštite odrasle osobe	38
Tablica 12. Ostvareni bodovi u kategoriji zaštite djece	39
Tablica 13. Ostvareni bodovi u kategoriji zaštite ugroženog korisnika ceste.....	39
Tablica 14. Ostvareni bodovi u kategoriji sigurnosnih sustava pomoći vozaču	40

Prilog 1. Autorska prava Euro NCAP-a

Kod izrade završnog rada korišteni su materijali koji su u intelektualnom vlasništvu Euro NCAP-a, koji odobrava korištenje u nekomercijalne i edukativne svrhe pod uvjetom da se izjava o autorskim pravima pojavljuje na reproduciranim materijalima. U nastavku je originalna izjava Euro NCAP-a o autorskim pravima.

Copyright ©Euro NCAP 2019 - This work is the intellectual property of Euro NCAP. Permission is granted for this material to be shared for non-commercial, educational purposes, provided that this copyright statement appears on the reproduced materials and notice is given that the copying is by permission of Euro NCAP. To disseminate otherwise or to republish requires written permission from Euro NCAP.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Analiza indikatora za ocjenjivanje sigurnosti cestovnih vozila**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 1.9.2021

Student/ica:

Daniel Matija
(potpis)