

## **MENADŽMENT BEZBEDNOSTI U FORMULI 1**

**Luka Šiljak**

Fakultet za menadžment u sportu, Alfa BK Univerzitet

### **Apstrakt**

Predmet ovog rada se odnosi na bezbednosne zahteve i rizike u Formuli 1. Bezbednosne mere su prisutne u svakoj sportskoj grani, međutim, u Formuli 1 bezbednost je na najvišem i najzavidnijem nivou, jer su rizici od povreda i nesreća veliki, zbog same prirode trka. Prateći istoriju trka Formule 1 izgubljen je veliki broj života, kako vozača, tako i drugih lica. Danas je iza nas najduži period bez smrtnih slučajeva na zvaničnim trkama Formule 1. Rad je usmeren na pojašnjavanje promena u bezbednosti Formule 1 i uvođenja novih bezbednosnih zahteva od strane Međunarodne Automobilističke Federacije, uz pomoć kojih se Formula 1 izborila sa povredama, i smrtnim slučajevima. U radu su prikazane bezbednosne tehnologije koje se koriste u bolidima Formule 1, metode i načini kojim su napravljene staze gde se trke održavaju. Izložene su mere bezbednosti i procedure koje su nastale, kako bi se ljudski faktor u nesrećama sveo na minimum. Kroz retrospektivu događaja i nesreća u Formuli 1 od njenog nastanka pa do danas, koji su direktno uticali na razvoj bezbednosti, prikazani su i pojašnjeni bezbednosni propusti koji su doveli do tih događaja. Takođe, prikazan je razvoj određenih pojmova, kako bi se bolje shvatila problematika bezbednosti Formule 1, tehnologija i inovativnost koji su uloženi u nova rešenja. Rezultati rada objašnjavaju solucije uz pomoć kojih je smanjen rizik od ponavljanja istih bezbednosnih propusta.

**Ključne reči:** Formula 1, bezbednost, trke, nesreća, tehnologija

## Uvod

Zahtevi bezbednosti u Formuli 1, za razliku od zahteva bezbednosti u drugim sportskim granama, imaju drugačiju dimenziju, jer se ne radi o klasičnim zahtevima bezbednosti sportskog događaja od navijača, huligana i terorista, već o zaštiti vozača i gledalaca od samih bolida kojima vozači upravljaju. U slučaju nekog tehničkog problema na bolidu, ili ukoliko vozač izgubi kontrolu nad njim, životi vozača i gledalaca, kao i osoblja na stazi, mogu biti ugroženi.

Na bezbednost u održavanju trka Formule 1 možemo gledati kao na potrebu, koja motiviše ljude da stvore sigurno i bezbedno okruženje za sve prisutne na trkama Formule 1, jer svaki propust u stvaranju bezbednosti se u najgorem slučaju plaća nečijim životom. Bezbednost nije oduvek bila jedna od glavnih briga natrkama Formule 1. Od početka održavanja trka Formule 1 u prošlom veku pa do danas, bilo je mnogo tragedija i nesreća u kojima su stradali vozači, osoblje na stazi i posmatrači. U poslednjih par decenija, dosta je učinjeno po pitanju bezbednosti na trkama Formule 1, kako bih se izbegle tragedije i ozbiljnije povrede.

Sam proces stvaranja bezbednosti možemo okarakterisati kao veoma zahtevan i težak proces, jer se on delimično bazira i na iskustvu, odnosno nesrećama koje su se već dogodile. Takođe, Formula 1 je sama po sebi specifičan i ekstreman sport, gde nije lako predvideti i izračunati sve mogućnosti i ishode. Organizatori i timovi koji učestvuju u Formuli 1 imaju veoma složen zadatak pred sobom, da obezbede dalji uspeh takmičenja Formule 1 i da takmičenje zadrži svoj status "najbržeg cirkusa" na planeti, da gledaocima obezbede što bolji i bliži pregled trke, a da tom prilikom ne budu ugroženi ni vozači ni gledaoci.

Nažalost, bezbednosni zahtevi u Formuli 1 nikad ne mogu dostići maksimum, odnosno bezbednost ne može nikad stopostotno biti zagarantovana. Inženjeri bolida, inženjeri i arhitekta staza na kojim se održavaju trke, pomoćno osoblje na stazi, odlična usklađenost i organizacija timova za hitne slučajeve, poštovanje strogih bezbednosnih procedura od strane učesnika i gledaoca pomažu da se bezbednost dovede na maksimalni nivo, a rizici od povreda i nesreća svedu na minimum.

Danas je bezbednost na daleko višem i zavidnijem nivou nego ranije, zahvaljujući zaključcima koji su izvedeni iz tragedija i nesreća koje su se već odigrale, a pre svega savremenoj tehnologiji koja zaista u velikoj meri pomaže bezbednosti učesnika i gledalaca na trkama i razvija se konstantno.

Problem ovog rada je usmeren na oblast bezbednosti u trkama Formule 1. Specifičnosti ove sportske grane ukazuju i na specifične mere bezbednosti i njihov uticaj na bezbednost svih učesnika jedne trke Formule 1, sa različitih

tački gledišta. Predmet rada se odnosi na bezbednosne zahteve i rizike u Formuli 1.

Cilj ovog rada je da predstavi moderne i napredne sisteme bezbednosnih mera i bezbednosne procedure koje direktno utiču na bezbednost samog sportskog događaja tj. trke Formule 1.

### **Determinante koje su direktno uticale na zahteve bezbednosti**

Formula 1 je zvanično priznata kao sport 1950. godine, i regulisana je od Međunarodne Automobilističke Federacije (FIA). Mogla bi se nazvati ekstremnim sportom, jer na stazama vozači voze bolide do samih granica mogućnosti, ostvaruju velike brzine i zajedno sa bolidom trpe velike sile. Vozači se fizički pripremaju na treninzima, gde usavršavaju svoju kondiciju, a telo im se navikava na sile kojima su izloženi tokom jedne vožnje. Pred svaku sezonu i pred svaku trku oni prolaze razne testove, koji dokazuju njihovu izdržljivost. Poređenja radi, običan čovek ne bi ni fizički, ni psihički izdržao više od dva kruga vožnje na stazi, pri brzinama koje ostvaruju vozači Formule 1, dok je prosečna dužina trke od 50 do 70 krugova. Da bi što bolje upoznali stazu na kojoj se vozi sledeća trka i da bi odvezli trku sa što manje grešaka, vozači prethodno satima i danima uvežbavaju vožnju predstojeće staze na simulatorima nalik video igrama. Iz prethodno izloženog može se uočiti da je sve unapred precizno isplanirano i da je time rizik od eventualne nesreće umanjen. Međutim, postoje faktori koji se ne mogu predvideti, poput vremenskih uslova na stazi (temperatura asfalta, kiša, vetar). Ovi faktori imaju veliki uticaj na bolid i na samu vožnju, jer pneumatici na temperaturi od 18 stepeni celzijusa imaju najbolje karakteristike, dok u tropskim krajevima temperatura asfalta na stazi prelazi 30 stepeni. U slučaju iznenadne kiše vozač će provesti još bar dva kruga na stazi pre eventualnog montiranja pneumatika za kišu na bolid, prema pravilima i regulacijom samog takmičenja. Jačina vetra takođe utiče na aerodinamičnost bolida koji teži svega 650 kilograma.

Pored navedenih faktora, postoji i ljudski faktor, u ovom slučaju vozačevim, koji određuje način vožnje indirektno, određuje kada je vreme za promenu pneumatika, u pit stop-u vrši samu promenu pneumatika tokom trke i podešava aerodinamičnost bolida za postizanje željenih performansi. Svi ovi faktori direktno i indirektno utiču na bezbednost vozača i bezbednost same trke. Iako se svim regulacijama i sredstvima teži ka što bezbednijem održavanju trka i maksimalnom smanjenju rizika od neželjenih udesa i nesreća, zbog prevelikog broja faktora i same prirode sporta, totalna bezbednost nikad ne može biti zagarantovana.

Od 1950. godine do danas, 28 vozača i najmanje pet redaraje izgubilo život na zvaničnim vikendima Velikih Nagrada Formule 1. Uključujući takmičenja koja ne pripadaju zvaničnom šampionatu Formule 1, a na njima su učestvovali vozači i bolidi Formule 1, izgubljeno je ukupno 79 života. Na samom početku održavanja Formule 1, bezbednosne mere nisu bile ni približno nalik današnjim. Tokom godina se bezbednost razvijala i stvarala, najviše zahvaljujući tehnološkom napretku samih bolida. Međutim bezbednost nije oduvek bila jedna od glavnih briga Formule 1. Godina 1994. je bila prekretnica za razvoj bezbednosti u Formuli 1. Iako nesreće nisu bile toliko učestale, a prošlo je desetak godina od poslednje nesreće, na vikendu Velike Nagrade San Marina u razmaku od 3 dana, dva vozača su izgubila život. Austrijski vozač Roland Racenberger je poginuo na kvalifikacijama za trku, 30. aprila 1994. godine. Istog dana na kvalifikacijama, Rubens Barikelo je doživeo udes i imao je teške povrede. Dan kasnije, 1. maja 1994. godine na samoj trci poginuo je višestostruki šampion Formule 1 - Ajerton Sena. Dve nedelje kasnije, na trci u Monaku, Karl Vendlinger je završio u komatoznom stanju. Javnost je bila šokirana, vozači i sama FIA. Od tog trenutka FIA je aktivno krenula da donosi bezbednosne regulacije koje su se odnosile na vozila pre svega, kako bi povećali bezbednost i sprečili dalje gubitke života. Najbolje o tome govori podatak da posle 1994. godine, do danas, ni jedan vozač nije poginuo tokom trka. Na Velikoj Nagradi Italije 2000. godine, na stazi u Monci, život je izgubio redar kada ga je prilikom lančanog sudara bolida na samom startu trke pogodio točak koji je otpao sa jednog od bolida. FIA je nedugo zatim uvela pravilo da točkovi moraju biti sajlom privezani za bolid, kako bi prilikom eventualnog udesa ostali pričvršćeni uz bolid. Kroz retrospektivu trka Formule 1, primećuje se da su udesi neizbežni, ali se radilo, i dalje se radi na tome, da u slučaju udesa vozač i ostali prisutni ostanu nepovređeni.

Nedugo nakon pomenutih nesreća 1994. godine, bezbednost je postala prioritet broj jedan u trkama Formule 1. FIA se fokusirala na smanjenje brzina i jačanje zaštita od udarca prilikom udesa. Na bolidima su do tog momenta vršeni samo frontalni "crash" testovi. Predstavljeni su testovi koji su testirali izdržljivost bolida od bočnih i udaraca od pozadi. Takođe, vozači su dobili dodatnu zaštitu, produžena im je školjka unutar kokpita i izvršene su radikalne promene na dizajnu kaciga koje nose tokom trke. Staze koje su bile u opticaju za održavanje trka su pregledane od strane stručnjaka i indetifikovano je 27 visokorizičnih krivina. Predstavljene su nove zone za izletanje bolida, od specijalnog asfalta koji je bolje usporavao automobile, za razliku od dotadašnjih zona koje su bile od peska i šljunka. Gume koje su bile krajnja barijera za zaustavljanje bolida su delimično zamenjene, dokazano boljim i bezbednijim sistemom pre svega – burad punjena vodom. FIA je propisala 1999. godine, da svaki bolid mora da poseduje „crnu kutiju“, aparat koji snima audio komunikaciju između vozača i njegovog

tima, i podatke o brzini bolida. Podaci zabeleženi na aparatu u slučaju udesa se koriste za dalja istraživanja na polju bezbednosti. Početkom XXI veka povećane su brzine “crash” testova bolida, zidovi kokpita su ojačani, rol barovi su dobili gušću strukturu i dodatno su ojačani. Kao što je već napomenuto, zbog incidenta u kojem je život izgubio redar koji se nalazilo uz samu stazu 2000. godine od točka koji ga je pogodio, uvedene su sajle kojima točak ostaje pričvršćen za bolid u slučaju udesa. Uveden je i specijalni “HANS (Head and Neck Safety)” sistem koji je u velikoj meri povećao bezbednost i sigurnost vrata i glave vozača. Promene nisu zaobišle ni sam način vožnje – uvedene su plave signalne zastavice, koje opominju vozača za rizičnu vožnju i može biti kažnjen ukoliko se ogлуši na opomene. Uvedene su i lampice koje se nalaze na volanu i svetle u boji signalne zastavice koja u tom trenutku stupa na snagu. Zbog incidenta 2009. godine kada je Felipea Masu pogodio deo koji je otpao sa drugog bolida i pogodio ga u vizir kacige pri velikoj brzini tom prilikom povredivši ga, 2014. godine su otpočela nova testiranja bezbednosti bolida, i u toku su pregovori o eventualnom zatvaranju celog kokpita vozača. Zbog incidenta 5. oktobra 2014. godine, na Velikoj Nagradi Japana, kada je vozač Žil Bjanki udario u kran pored staze koji je transportovao drugi bolid, FIA je za sezonu 2015. godine napravila par promena u cilju poboljšanja bezbednosti. Pošto FIA smatra, da je udesu pored monsunske kiše doprinelo to što se trka vozila u sumrak, stoga će pet ovogodišnjih trka startovati sat vremena ranije radi bolje vidljivosti (<http://sport.blic.rs/Ostali-sportovi/Automoto/266320/Menjaju-se-pravila-zbog-Bjankija-Pet-trka-Formuli-1-pocinje-sat-vremena-ranije>). Iako je ovo najduži period bez gubitaka života vozača na stazi, Formula 1 je odlučna da i dalje radi na bezbednosti kako bi održala taj rekord.

## **Bezbednosna regulativa staza Formule 1**

Radi opšte bezbednosti svih vozača i regulacije načina vožnje na stazi u Formuli 1 sekoristi sistem zastavica koji obaveštava vozače o trenutnom stanju na stazi. Redari koji su raspoređeni pored staze drže te zastavice i mašu njima prema potrebi kakobi ih vozači uočili. Zastavice koje se koriste su sledeće:

- Crvena zastavica – obaveštava sve vozače da moraju odmah prestati sa trkom i da se upute u svoje boksove ili na predviđeno mesto. Vozači moraju biti pod velikim oprezom i biti spremni da stanu ako je potrebno.
- Žuta zastavica – *Statična*: Vozi u svojim granicama. Nemoj preticati. Pokraj staze se nalazi opasnost. *Pokretna*: Uspori. Nemoj preticati. Budi spreman na promenu smeru ili pratnju neuobičajene linije. Na stazi se nalazi opasnost (sl. 1). *Dvostruka pokretna*: Uspori. Nemoj

preticati. Budi spreman da staneš. Staza je potpuno ili delimično blokirana. Ne može se preticati dok se ne prođe zelena zastavica koja označava kraj opasnog područja.

- Zelena zastavica – Signalizuje kraj opasnosti i koristi se na kraju opasnog područja kontrolisanog žutim zastavicama.
- Plava zastavica – *Statična*: Upravo ćeš biti zaobiden za celi krug. Propusti auto iza sebe. Statična plava zastavica će biti prikazana vozačima koji izlaze iz boksa, ako ima prometa na stazi. *Pokretna*: Propusti odmah auto iza sebe. Možeš biti kažnjen.
- Bela zastavica – *Statična*: Upravo će te sustići mnogo sporije vozilo. *Pokretna*: Možete biti ozbiljno ometeni mnogo sporijim vozilom.
- Crveno – žuta zastavica na pruge – Ukazuje na pogoršanje prijanjanja uz podlogu. Informiše vozače da su se uslovi prijanjanja na površinu staze odjednom pogoršali u području nakon zastavice. Ova zastavica se obično pokazuje ukoliko je prosuto ulje po stazi, ali takođe može obavestiti vozače na lokvu vode koja može prouzrokovati klizanje po vodi ili zbog lokalnog pljuska vozači nailaze sa suve na mokru podlogu. Ako je ovo slučaj, zastavica će se prikazivati 4 kruga ili dok se situacija na površini ne normalizuje. Nije potrebno da se nakon područja na koje se odnosi ova zastavica prikaže zelena zastavica.
- Crno – bela zastavica – Dijagonalno je podeljena na crno i belo područje. Pokazuje se nepomična sa belim brojem bolida ma crnoj signalnoj tabli. Ovo obaveštava vozača bolida sa tim brojem na nesportsko ponašanje.
- Crna zastavica – Pokazuje se nepomična sa belim brojem bolida na crnoj signalnoj tabli. Ovo obaveštava vozača bolida sa tim brojem da mora zaustaviti bolid u boks u sledećem krugu.
- Crna zastavica sa narandžastim diskom – Pokazuje se zajedno sa belim brojem na crnoj signalnoj tabli. Ovo obaveštava vozača koji vozi bolid sa prikazanim brojem, da njegov bolid ima mehaničke probleme koji ugrožavaju njega ili ostale vozače i da mora zaustaviti svoj bolid u boks u sledećem krugu. Odmah nakon što je donešena odluka da se zaustavi vozač, njegov tim u boks mora biti obavešten da prikažu „STOP“ signal.
- Crno – bela zastavica sa kockastim poljima – Ova zastavica govori da je trka završena. Kada vozač prođe ovu zastavicu mora se zaustaviti.



Sl. 1 – Redar obaveštava vozače da uspire

(<https://f1simplified.wordpress.com/2011/11/09/f1-jargon-the-flag-rules/>)

Veliku ulogu u opštoj bezbednosti na stazi i regulisanju trke ima i sigurnosni automobil (safety car). Prvi put je zvanično predstavljen u sezoni 1993. godine, od strane FIA-e. Da bi se uočila drastična razlika između bolida Formule 1 i običnih vozila, dovoljan je primer sigurnosnog automobila koji se pojavljuje na svakoj trci Formule 1. Ova kola su veoma važan deo trke Formule 1 koji pomaže regulisanju trkeu slučaju udesa ili nepovoljnih vremenskih prilika. Njihova svrhaje da osigurajubezbedan nastavak trke posle većih nesreća ili izletanja bolida. Ona naravno ne izlaze na stazu vozeći punom brzinom koju postižu bolidi Formule 1. Kada ova kola izađu na stazu, bolidi u trci formiraju kolonu po redosledu u kojem su se nalazili u momentu njihovog izlaska i voze stazom tako poređani sve dok se ne ukloni uzrok ili prepreka prekida trke.

Čak ni najbrži automobili iz serijske proizvodnje ne mogu postići brzine i performanse koje postižu bolidi Formule 1. Pri sporijoj vožnji može doći do pregrevanja motora ili gubitka temperature u pneumaticima bolida Formule 1, pa je zbog toga potrebno da sigurnosni automobil ima dobre performanse. Od 2010. godine se koristi Mercedesov model SLS AMG (sl. 2). Ovaj model ima modifikovan (prilagođen) motor u odnosu na serijski model. Takođe ima i modifikovanu težinu i poboljšan kočioni sistem da bi mogao postići performanse što sličnije onima na bolidu Formule 1. Ali, čak i sa svim tim modifikacijama, ovaj automobil može da postigne samo pola snage koju proizvodi bolid Formule 1. Odatle proizilazi da je uz jak motor, veoma važna i činjenica ko se nalazi za volanom sigurnosnog automobila. Od 2000. godine, sigurnosnim automobilom upravlja Bernd Mejlender, bivši trkač. Iskustvo i sposobnost vozača da vozi ovaj automobil do njegovih krajnjih granica omogućava da se bolidi za vreme ove specifične vožnje ne pregreju i da ne dolazi do pada temperature u njihovim pneumaticima.

Kao i vozilo za Hitnu pomoć, sigurnosni automobil je u stanju pripravnosti tokom cele trke i spreman da u roku od nekoliko sekundi izađe na stazu. Savremena audio i video oprema mu omogućavaju stalnu komunikaciju sa kontrolorom trke. Kada kontrolor trke odluči da pošalje ovo vozilo na stazu, odmah po izlasku na stazu pali rotaciona svetla i od tog momenta nije dozvoljeno preticanje niti ulasci u boks. Ako sigurnosni automobil izađe na stazu u sredini redosleda, bolidi koji su ispred moraju da mu dozvole, kao i bolidima koji su ispred njih u redosledu da ih preteknu kako bi se formirala kolona sa njim na čelu. Kada se formira takva kolona onda se otvara ulaz u boks. Kada kontrolor trke odluči da je staza bezbedna i opozove ovo vozilo, tada se gasi rotaciona svetla na njemu. U tom momentu, bolidi koji su iza njega znaju da od sledećeg kruga napušta stazu i da se trka nastavlja, odnosno da smeju preticati i voziti maksimalnom brzinom. Na kraju tog kruga u kojem gasi rotaciju, sigurnosni automobil izlazi sa staze i ulazi u boks, i trka se nastavlja.



Sl. 2 – Bezbednosni automobil predodi kolonu bolida

(<http://www.telegraph.co.uk/sport/motorsport/formulaone/11141611/Japanese-Grand-Prix-2014-Lewis-Hamilton-wins-as-it-happened.html>)

Kokpit Formule 1 je veoma bezbedan. Unutar kokpita se nalazi školjka od karbon fibera, koji važi za jedan od najčvršćih materijala, a pritom najlakših i ima široku upotrebu u proizvodnji sportskih automobila i aviona. Takođe tu se nalazi i sedište koje je specijano dizajnirano prema svakom vozaču individualno, kao i kaciga. Najbitniji deo je svakako pojas za vezivanje, koji štiti vozača od ozbiljnijih povreda prilikom udesa. Uprkos brzom tehnološkom razvoju Formule 1, trebalo je dosta vremena da se shvati da pojas zapravo može spasiti život. Kacige su bile propisane od strane FIA-e, još početkom 1960-tih godina, a pojas je postao obavezan u bolidima tek 1972. godine. Vozači u kokpitu su privezani pojasom koji se sastoji od šest kaiševa, slično onim koji se nalaze u borbenim avionima. Dvakaiša preko ramena, dva za karlični deo tela i dva preko nogu, dozvoljavaju vozačima tek toliko pokreta da okreću volan i komande koje su im u vidokrugu. Ovo nije

jedina situacije gde je bezbednost stavljena ispred komfora. U svakodnevnom saobraćaju pojas i dalje drži prvo mesto kao spasilac života, uprkos vazдушnim jastucima, koje poseduju svi automobili proizvedeni u poslednjih dvadeset godina. U bolidu Formule 1 vozači su fiksirani za sedišta, tako da im treba pomoć njihovih mehaničara da bi vezali pojas. Ipak, u hitnim situacijama, oni su u mogućnosti da napuste auto iz te pozicije u roku od 5 sekundi, kako je propisano od strane FIA-e, jer svi pojedinačni kaiševi pojasa mogu biti odvezani jednim zaokretom ruke. Zadatak pojasa je jasan, on treba da u saradnji sa obaveznim „HANS“ sistemom spreči da vozač udari glavom o volan, i da apsorbuje deo sile udarca. „HANS“ sistem (sl. 3) je prvi put zvanično predstavljen u Formuli 1 2003. godine. Sistem se sastoji od kragne od ugljeničnih vlakana, koja se nalazi na ramenima vozača i pričvršćuje se za kacigu uz pomoć dve elastične opruge. Njegov cilj je da u slučaju udesa spreči vozača da udari glavom o volan, i istegne vratne pršljenove. Istraživanja su pokazala da „HANS“ umanjuje tipičan pokret glave prilikom udarca za 44%, silu koju vrat trpi za 86% i ubrzanje glave za 68%. Prema Frenku Derniu, konsultant-inžinjeru iz „Williams F1“ tima, „pojasevi treba da budu dovoljno jaki da sačuvaju vozača od udarca, a sa druge strane moraju i delimično da budu elastični da ne bi baš oni povredili vozača“ ([http://www.f1scarlet.com/safety\\_measuresinf1.html](http://www.f1scarlet.com/safety_measuresinf1.html)). Proizvođači pojaseva i timovi rešili su ovu dilemu putem intenzivnih eksperimenata koji testiraju jačinu i elastičnost materijala kaiša. Generalno, kaiševi od pojasa su napravljeni od tekstilnih vlakana poliestera, a ponekad imaju specijalna bočno utkana vlakna u sebi. Ovi kaiševi se ponašaju kao opruge i prijanjaju uz vozačevo telo tako da se opterećenje ravnomerno raspoređuje celom dužinom pojasa. Kopče i zateznici su napravljeni od titanijuma. U slučaju incidenta, spasilačke ekipe mogu ako je potrebno, da izvade vozača zajedno sa sedištem. Prema FIA standardu 8853/98, svaka vezna tačka pojasa mora da izdrži silu od 14,7 kilotona, što je slično sili od oko 1470 kilograma. Debljina kaiša za ramena i noge mora biti između 44 mm i 76mm, dok za karlični deo između 50 mm i 76mm, zavisno od najudobnije konfiguracije za vozača. Kako je bivši vozač Formule 1, Martin Brundle jednom rekao: „Ako te pojas ne boli, to znači da onda on nije dovoljno zategnut“ ([http://www.f1scarlet.com/safety\\_measuresinf1.html](http://www.f1scarlet.com/safety_measuresinf1.html)).



Sl. 3 – „HANS“ sistem (<http://www.racintoday.com/archives/24323>)

Dva elementa su ključna za inženjere Formule 1, brzina i bezbednost. Za brzinu su zaduženi motor, aerodinamičnost bolida i pneumatici, dok školjka bolida garantuje bezbednost vozača u kritičnim situacijama. Školjku je prvi put u Formulu 1 doneo Kolin Čapman, tadašnji direktor Lotusa, 1962. godine. U bolid je stavio izlivenuškoljku od lakih metala, umesto dotadašnjeg klasičnog cevastog rama. Izrada školjkije do danas napredovala toliko da je mala verovatnoća da će ih u skorije vreme zameniti neki drugi bezbednosni sistem. Prema Brajanu O Rurku, specijalisti za kompozitne materijale iz „Williams F1“ tima, „školjke u Formuli 1 su danas bezbednije nego ikad. Ali istraživanja i razvijanje na ovom polju će se i dalje nastaviti jer bezbednost vozača je najbitnija“ ([http://www.f1scarlet.com/safety\\_measuresinf1.html](http://www.f1scarlet.com/safety_measuresinf1.html)). „Crash“ testovi su propisani od strane FIA-e od 1985. godine i testiraju koliko silu može školjka da izdrži, a tokom godina su postali sve stroži. Od 1997. godine, na „crash“ testovima obavezno je testiranje strukture školjke na udarce odpozadi, sa strane i na prevrtanje, i to pre svake sezone. FIA je želela da podigne standarde još više, stoga je od sezone 2006. godine, povećala brzinu pri testu na udarce od pozadi sa 12 metara u sekundi, na 15 metara u sekundi. To je povećalo silu udarca za 56%, što pokazuje koliko su visoki zahtevi FIA-e kad je u pitanju bezbednost vozača. Školjke su napravljene od ugljeničnih vlakana, kompozitnog materijala koji je duplo jači od čelika, a istovremeno pet puta lakši. Zidovi školjke se sastoje od 12 slojeva ugljeničnih vlakana, a svaki sloj je 5 puta tanji od ljudske dlake. U sredini zida, u „sendviču“ između slojeva ugljeničnih vlakana se nalazi aluminijumsko ojačanje u obliku saća, čime se njena jačinadodatno povećava. Debljina zida školjke iznosi 3.5 mm. Cela školjka se onda zagreva pod pritiskom od skoro 7 bara u specijalnoj velikoj pećnici na 100 stepeni celzijusa. Nakon dva sata i trideset minuta, školjka je ojačana, ali se proces ponavlja još dva puta. Kao rezultat ovakvog procesa proizvodnje, školjka može da sačuva vozača od ozbiljnijih udesa, poput onog 1997. godine na stazi Silverstoun, kada je Đankarlo Fizikela izleteo sa staze. Crna kutija u njegovom Džordan bolidu je pokazala da je prilikom udarca pri brzini od 227 km/č, usporio do 0 km/č za samo 0.72 sekunde, što odgovara matematički slobodnom padu sa 200 metara visine. Vozač je prošao samo sa blažom povredom kolena, jednim delom zahvaljujući školjci bolida (sl. 4).



Sl. 4 – Školjka Renoovog bolida

[\(https://f1simplified.wordpress.com/2013/01/04/the-formula-one-monocoque/\)](https://f1simplified.wordpress.com/2013/01/04/the-formula-one-monocoque/)

Formula 1 svoju bezbednost ne duguje samo kompjuterskoj tehnologiji i specijalnim materijalima koji se koriste u konstrukciji bolida, već i kacigama i trkačkim odelima koja se konstantno poboljšavaju. Oni ne samo da štite vozače u kritičnim situacijama, već im daju osećaj sigurnosti. Na prvim trkama Formule 1 između 1950. i 1960. godine, način oblačenja vozača je bio okrenut ka eleganciji i komforu. Legendarni vozač Formule 1, Juan Manuel Fandó, je naprimer, preferirao da vozi trke u polo majci i farmerkama, sa zaštitnom maskom na glavi koja mu je u najboljem slučaju davala zaštitu samo od sunca. Sedamdesetih godina prošlog veka, trkačka odela su se pravila od lako zapaljivog pamuka, i tek posle incidenta na Nurburgringu 1976. godine, kada je Niki Lauda preživio teške opekotine, standardi su promenjeni. Već 1979. godine, neki vozači su imali odela od 5 slojeva nezapaljivog materijala, poput onih koje je NASA koristila za svoje astronaute. Danas, pored odela, čizme, donji veš, rukavice i zaštitne maske za lice seprave od specijalnog sintetičkog vlakna, Nomex-a. Materijal je toliko otporan na toplotu i vatru, da vozači u njemu mogu izdržati 35 sekundi na temperaturi od 850 stepeni, što je temperatura slična onoj koja se stvara u kućnom požaru. Ovaj materijal takođe štiti vozača od opasnih gasova i kiselina. Još jedna od prednosti Nomax-a je njegova mala težina. Celo odelo vozača koje se sastoji od 3 sloja nezapaljivog materijala, teži svega 1.9 kg, i specijalno je iskrojeno za svakog vozača individualno od strane krojača uz pomoć specijalnih kompjuterskih trodimenzionalnih programa. Ono ima dovoljno mesta da ne ograničava pokrete vozača i da ga ne zateže ili pukne negde. Specijalan fleksibilni materijal se koristi za deo oko ramena, a

nezapaljivi sloj koji je najbliži vozačevom telu nema uopšte šavove. Koriste se takođe materijali koji dozvoljavaju da vozačeva koža „diše“ i variraju u zavisnosti od debljine odela shodno zahtevima podneblja, gde se održava trka. Svaki vozač u proseku promeni 16 odela po sezoni.

U Formuli 1 svaka kaciga je unikatna. Prave se za svakog vozača individualno koristeći najmodernije tehnologije. Prvo se vozačeva glava skenira i pravi se model u realnoj veličini, oko koga se obmotavaju sloj po sloj, 120 niti specijalnih T 800 vlakana, gde se svaka nit sastoji od 12000 mikroniti, od kojih je svaka tanja 15 puta od čovekove dlake. Ukupna dužina svih niti na jednoj kacigi iznosi približno 16000 km. Tačan sastav svih 17 slojeva je dobro čuvana tajna svakog proizvođača kaciga. Specijalisti su otkrili samo 3 glavne komponente: ugljenična vlakna za jačinu, nezapaljivi aramid i polietilen, koji se koriste za pancire. Uz to se dodaju aluminijum i magnezijum, a kao vezivno sredstvo – epoksidna smola. Kacige su veoma istrajne i sa težinom od 1.2 kg su relativno lake, tako da smanjuju opterećenje na vrat i mišiće ramena, na stazama gde vozači trpe velike G-sile. U specijalnoj pećnici svaki sloj je zasebno vezan sa sledeći i ojačan pod visokim pritiskom i konstantnom temperaturom od 132 stepena. Delovi koji podležu izuzetnim opterećenjima kao što su donja površina kacige i okvir isečka za vizir, su dodatno ojačani aluminijumom i titanijumom. Unutrašnost zida kacige je ispunjena dvoslojnim nezapaljivim Nomax-om. Pri testiranju, kaciga je izložena plamenu od 800 stepeni, gde tokom 45 sekundi temperatura unutar kacige ne sme da pređe 70 stepeni celzijusa. Sistem ventilacije je dizajniran da propušta u unutrašnjost kacige oko 10 litara svežeg vazduha svake sekunde. Takođe, poseduje filter koji čisti vazduh od najčistijeg motornog ulja, ugljenika i čestica prašine koje se stvaraju prilikom kočenja. Dobra vidljivost vizira je bitna za svakog vozača u kritičnim situacijama. Vizir je 3 milimetra debeo i napravljen je od nezapaljivog polikarbonata, koji osigurava da vozač uvek ima čist vidik. Vizir je osenčen tako da se adaptira očima vozača u deliću sekunde pri nagloj promeni svetlosti, poput ulaska u tunnel u Monaku. Da bi se testirao kvalitet vizira, ispaljuju se projektili brzinom od 500 km/č, i ne smeju probiti u vizir dublje od 2.5 mm. Uz svu ovu tehnologiju, vizir poseduje grejanje, iako se Formula 1 ne vozi zimi.

Jedna od bitnih stavki za bezbednost trka Formule 1 se nalazi pored staze. Takozvane zone za izletanje pomažu smanjenju brzine bolida prilikom izletanja sa staze, a kao krajnja barijera su naređane gume. Zone za izletanje zajedno sa gumama su obavezne i čine standard u profesionalnim auto-moto trkama kada je u pitanju bezbednost. U slučaju da bolid izleti sa staze kad je vozač loše procenio tačku kočenja i putanju, ili je imao nekih tehničkih problema sa bolidom, onda se zona za izletanje ponaša kao neka vrsta pomoćne kočnice. Šljunak koji se nalazi u zoni izletanja je dubok 25 cm, i sastoji se od sferičnih kamenčića prečnika od 5 mm do 16 mm. Kamenčići su

dizajnirani tako da pruže što veći otpor i trenje, kako bih smanjili brzinu bolida brzo i efikasno. Često se pojavljuje problem u praksi sa ovim sistemom, pošto bolidi imaju klirens<sup>5</sup> od 50 mm i glatkopodvožje bolida. Zbog toga dolazi do proklizavanja preko šljunka, te im se brzina ne smanjuje dovoljno. Takođe, postoji rizik da bi se mogli prevrnuti ako naiđu na šljunak sa kolotrazima. Zbog toga se šljunak zamenjuje grubim i rapavim asfaltom-tarmakom koji ima prednost jer dozvoljava vozaču u slučaju blažeg proklizavanja da auto vrati pod kontrolu i vrati se na stazu. U slučaju prevrtanja, gornji deo školjke bolida neće potonuti u šljunak, i time bolje štiti vozačevu glavu. Jedina mana ovakvih zona za izletanje jeste što su vozači spremni na rizičniju i agresivniju vožnju, jer su svesni da im bolid neće ostati zaglavljnjen u šljunku. Zone za izletanje nisu najbolje rešenje za svaku sekciju staze. Za sekcije gde je uglao udarca manji od 30 stepeni, FIA preporučuje dugačak, kontinuirani zid koji ima glatku površinu, i bolidi će kliziti niz zid i smanjiti silu udarca i brzinu. Sa druge strane za sekcije gde je ugao udarca veći od 30 stepeni, zone za izletanje i gume kao krajnja barijera su nezamenljivi. Gumena barijera mora biti iste visine kao i granični zid iza nje, najmanje visine od jednog metra, i mora se sastojati od 2 ili 6 redi guma. Gume koje se koriste su sa serijskih automobila, ali ne smeju biti previše istrošene kako bi prilikom udarca pružile dovoljan otpor. Sve gume moraju biti povezane i prvi red guma pokriva gumeni zid debljine 12 mm. Pod idealnim okolnostima gumena barijera će apsorbovati 80% sile udarca. Na nekim sekcijama staze u Monaku, gde se nalazi 32 kilometara zida i jedva da se nalazi po koja zona za izletanje, na kritičnim sekcijama se nalazi burad napunjena vodom. Burad napunjena vodom, poznatija kao „mekani zid“ je napravljena prvobitno za veoma brzu krivinu pod nagibom na stazi Indianapolis Motor Speedway u SAD, i prvi put je korišćena 1995. godine. Burad su napravljena od specijalnog sintetičkog materijala i pričvršćena metalnim kablovima za betonski zid iza njih. Ceo sistem „mekanog zida“ je napravljen tako da se sva burad ponašaju kao jedna celina i u slučaju udarca automobil se neće zaglaviti između buradi, već će skliznuti niz barijeru i usporiti. Vazdušne barijere, koje se ponašaju slično vazдушnim jastucima u kolima su još uvek u test fazi.

## **Zaključak**

Protekle dve decenije su najbolji pokazatelj da je bezbednost u Formuli 1 napredovala veoma brzo i dostigla prilično visok nivo, dok su rizici smanjeni. Inženjeri u Formuli 1, kao i sama FIA su pokazali da je strogo poštovanje bezbednosnih zahteva jedna od najvažnijih stavki, ulažući veliki novac u istraživanja novih i boljih tehnologija. Trenutno se radi i pregovora

---

<sup>5</sup> Klirens je najniža tačka vozila u odnosu na zemlju.

o uvođenju novih bezbednosnih sistema koji će zameniti postojeće, ili se priključiti njima. Bezbednosni zahtevi u trkama Formula 1 su danas na veoma visokom nivou i zadovoljavaju kriterijume FIA-e, vozača i javnosti. FIA je istakla da teži ka savršenstvu, odnosno trkama Formule 1 gde neće biti mesta za povrede i gubitke života. Međutim, ako se uzme u obzir broj promenljivih faktora koji direktno i indirektno utiču na bezbednost u Formuli 1, apsolutna bezbednost će sačekati sigurno bar još deceniju. Nema sumnje da će inženjeri i konstruktori doći do novih otkrića koja će doprineti bezbednosti.

### **Literatura:**

1. Cockpit Safety, preuzeto sa [http://www.formula1.com/inside\\_f1/safety/cockpit\\_and\\_crash\\_tests/7435.html](http://www.formula1.com/inside_f1/safety/cockpit_and_crash_tests/7435.html).
2. Flander, M. (1975). *Enciklopedija Fizičke kulture*, Tom 1 (A-O), Zagreb: Jugoslavenski leksikografski zavod.
3. The Formula One Monocoque, preuzeto sa <https://f1simplified.wordpress.com/2013/01/04/the-formula-one-monocoque/>.
4. HANS, preuzeto sa [http://www.formula1.com/inside\\_f1/safety/helmets\\_hans\\_clothing/7437.html](http://www.formula1.com/inside_f1/safety/helmets_hans_clothing/7437.html).
5. Harris: In Age Of HANS, Some Are Asking 'What if?', preuzeto sa <http://www.racintoday.com/archives/24323>.
6. How Formula One Works, preuzeto sa <http://auto.howstuffworks.com/auto-racing/motorsports/formula-one10.htm>.
7. Hughes, M.; Arron, S. (2003). *The Complete Book of Formula One*, St. Paul: MBI Publishing Company.
8. Japanese Grand Prix 2014, Lewis Hamilton wins: as it happened, preuzeto sa <http://www.telegraph.co.uk/sport/motorsport/formulaone/11141611/Japanese-Grand-Prix-2014-Lewis-Hamilton-wins-as-it-happened.html> dana 22.01.2015
9. Menjaju se pravila zbog Bjankija: Pet trka Formuli 1 počinje sat vremena ranije, vest od 20.01.2015., preuzeto sa <http://sport.blic.rs/Ostali-sportovi/Automoto/266320/Menjaju-se-pravila-zbog-Bjankija-Pet-trka-Formuli-1-pocinje-sat-vremena-ranije> dana 21.01.2015
10. Part Two - black boxes & barriers, preuzeto sa [http://www.formula1.com/inside\\_f1/safety/did\\_you\\_know/7433.html](http://www.formula1.com/inside_f1/safety/did_you_know/7433.html)
11. Safety Measures in Formula 1, preuzeto sa [http://www.f1scarlet.com/safety\\_measuresinf1.html](http://www.f1scarlet.com/safety_measuresinf1.html).
12. Safety in autosport, preuzeto sa <http://www.formula1-dictionary.net/safety.html>.
13. Safety, rules and regulations, preuzeto sa [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_Formula\\_One#Safety.2C\\_rules\\_and\\_regulations](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Formula_One#Safety.2C_rules_and_regulations) dana 21.01.2015
14. Yellow Flag, preuzeto sa <https://f1simplified.wordpress.com/2011/11/09/f1-jargon-the-flag-rules/>.