

Dizajn i sigurnosni aspekti zaštitnih hlača za motocikliste

Design and safety aspects of protective trousers for motorcyclists

Stručni rad / Professional paper

Betina Rogina-Car*

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod u odjevnu tehnologiju, Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska

*Korespondencija: betina.rogina-car@tff.unizg.hr

Sažetak

Cilj rada je prikazati analizu dizajna i sigurnosnih aspekata zaštitnih hlača za motocikliste. Analizirat će se motociklističke džins hlače s obzirom na segmente udobnosti i segmente zaštite. Zaštitni segment poput ergonomske konstrukcije štitnika za koljena optimalno je prilagođen čime je postignuta i udobnost tijekom vožnje. Razina opasnosti s kojom se suočava vozač motocikla usko je povezana s njegovim stilom vožnje. Preporuka vozačima motora je da odaberu zaštitnu odjeću u skladu sa stilom vožnje i potencijalnim opasnostima. Zaštitna odjeća certificirana prema standardima HRN EN 17092:2020 daje veću zaštitu od klasične odjeće, međutim čimbenici poput težine, ergonomskih ograničenja koja smanjuju pokretljivost i toplinskih svojstava mogu zaštitnu odjeću učiniti neprikladnim za određenu skupinu vozača ili određene uvjete vožnje.

Ključne riječi: zaštitna odjeća; hlače za motocikliste; džins; konstrukcija odjeće

Abstract

The aim of the paper is to present an analysis of the design and safety aspects of protective trousers for motorcycle riders. Motorcycle jeans will be analyzed with regard to the comfort and protection segments. The protective segment, such as the ergonomic construction of the knee protector, is optimally adapted, which also achieves comfort while riding. The level of danger faced by a motorcycle rider is closely related to his riding style. It is recommended that motorcycle riders choose protective clothing in accordance with their riding style and potential dangers. Protective clothing certified according to HRN EN 17092:2020 standards provides greater protection than classic clothing, however, factors such as weight, ergonomic restrictions that reduce mobility, and thermal properties may make protective clothing unsuitable for a certain group of riders or certain riding conditions.

Keywords: protective clothing; trousers for motorcyclists; jeans; clothing construction

1. Uvod

Osobna zaštitna oprema za motocikliste uključuje zaštitnu kacigu, zaštitnu odjeću (jakne, hlače, jednodijelna i višedijelna odijela), zaštitne rukavice, zaštitnu obuću, štitnike (koji mogu biti sastavni ili zasebni dio opreme) te različite dodatke i pribor. Glavna uloga zaštitne odjeće za motocikliste je stvaranje barijere između vozača i okoline s ciljem smanjenja težine ozljeda. Također, mora imati odgovarajuća toplinska svojstva s obzirom na okolinu. Dizajn, konstrukcija i izrada zaštitne odjeće temelji se na procjeni rizika kojem su vozači izloženi. Odjeća mora imati optimalan omjer zaštite, udobnosti, trajnosti i cijene. Ergonomsko oblikovanje zaštitne odjeće povećava pristalost i udobnost nošenja. Uvjet je i za postizanje visokog stupnja slobode pokreta što je vozačima motocikla vrlo važno. Udobnost odjeće ovisi o mikroklimi koja nastaje u međuprostoru između tijela i odjeće. Termoregulaciju tijela narušavaju sva stanja izvan temperature zraka 18-22 °C i vlažnosti zraka 50 %. Takva stanja su npr. vrućina – toplotni udar, hladnoća - ozeblina, sparina – teško hlađenje, veliko strujanje zraka kao posljedica brzine kretanja i vjetra [1, 2]. Korištenje materijala visoke izolacijske vrijednosti stvara poteškoće kod transporta vlage s površine kože. Pregled dostupne literature pokazuje da su upravo noge područje

najčešće distribucije ozljeda u sudaru motocikla. Anketa provedena na 796 vozača motocikla pokazala je da gotovo svi nose kacigu i zaštitnu motociklističku jaknu dok zaštitne motociklističke hlače nosi njih 45 % [3]. Studija autora De Rome i sur. pokazala je da korištenje motociklističkih hlača smanjuje rizik ozljede nogu za 40 %. Ozljede mekog tkiva nogu posljedica su abrazije i laceracije koja nastaje djelovanjem tupe sile poput udarca, pada ili sudara. Međutim, zaštitne hlače za motocikliste nemaju učinkovitu zaštitu od prijeloma kostiju nogu. Vjerojatnost ozljeđivanja mekog tkiva značajno se povećava s vremenom izloženim abraziji odnosno manja otpornost motociklističkih hlača na abraziju povećava težinu ozljeda mekog tkiva. Oštećenje mekog tkiva pri korištenju motociklističke odjeće s definiranim razinom 1 (CE Level 1) iznosi 40 - 60 % [3-7]. Istraživanje svojstva habanja, rezanja, probijanja i udara džins hlača u različitim mješavinama: pamuk/UHMWPE, pamuk/para-aramid i 100 % pamuka (jedan i dva sloja različite mase) pokazalo je da mješavina pamuk/UHMWPE ima najveću otpornost na habanje dok pamuk/para-aramida ima najveću otpornost na rezanje i probijanje. Dvoslojni 100 % pamuk pokazuje izvrsne rezultate otpornosti na habanje, probijanje, udarnu čvrstoću i apsorpciju energije [8].

2. Eksperimentalni dio

Analiza dizajna i sigurnosnih aspekata zaštitnih džins hlača proizvođača Trilobite (CE EN17092 AA) provedena je s obzirom na normu i sustav rizika s tri zone, slika 1.



Slika 1. Džins hlače proizvođača Trilobite

Dan je osvrt na ergonomsko oblikovanje i otpornost na habanje. Udobnost nošenja džins hlača postignuta je korištenjem elastičnog džinsa (98 % pamuk, 2 % elastin, mase 325 g/m²) te ergonomski oblikovanim elastičnim panelima smještenim u struku, međunožju i na koljenima, slika 2. Ovakvi elastični paneli uz udobnost omogućavaju i veću slobodu kretanja.



Slika 2. Prikaz elastičnih panela: A – na koljenima, B – na struku i C – na međunožju

Zaštitni aspekt odnosno visoka otpornost na habanje kod ovog modela hlača postignut je kombinacijom džinsa i Kevlar (DuPont) podstave u području koljena i stražnjeg sjedećeg dijela hlača. Upotrebom Kevlara osigurana je zaštita od klizanja u slučaju pada.

Ugrađeni štitnici (CE Level 2) u predjelu kukova i koljena podesivi su po visini te štite od udarca. Kevlar podstava prikazana je na slici 3.



Slika 3. Prikaz Kevlar (DuPont) podstave na stražnjem dijelu hlača

Kako bi se povećala udobnost nošenja tijekom vožnje u vrućim ljetnim danima Trilobite je na džins hlače dodao velike zračne džepove s patentnim zatvaračem na bedrima. Njihova zadaća je osigurati ventilaciju u području gdje je najpotrebnija, slika 4. Na stražnjem dijelu hlača struk je povišen kako bi se osigurala maksimalna pokrivenost lumbalnog dijela leđa.



Slika 4. Prikaz zračnih džepova na bedrima

Analizirane džins hlače proizvođača Trilobite pripadaju razini AA. Prema normi HRN EN 17092-3:2020 razina AA odnosi se na zaštitnu odjeću za motocikliste koja pruža visoku razinu otpornosti na udarce i habanje. Hlače moraju izdržati test klizanja na asfaltu 5 s pri brzini od oko 75 km/h simulirajući pad s motocikla. Put klizanja iznosi 35 m. Za usporedbu, put klizanja svakodnevnih džins hlače iznosi 2 m [2, 3].

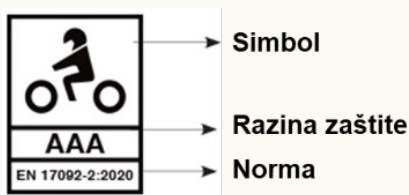
Razina AA predstavlja dobar kompromis između visoke razine zaštite i ergonomске udobnosti, težine i fleksibilnosti odjeće. Dok razina AAA ima maksimalnu zaštitu uz veća ograničenja u slobodi pokreta. Razina odjeće AA najprikladnija je za duža putovanja (touring) van grada uključujući veće brzine. Odjeća s AA certifikatom uključuje obavezne štitnike za laktove, ramena i koljena te mora zadovoljiti test habanja koji simulira klizanje po površini koji materijal mora izdržati u točno određenim zonama.

Zaštitna odjeća najviše razine AAA (EN 17092-2:2020) obično se odnosi na trkača odijela. Najčešće se izrađuje od goveđe ili klokanove kože debljine 1,2–1,4 mm. Zbog krutosti materijala i potrebne sigurnosti odjeća je teža i pruža manju slobodu kretanja u usporedbi s razinama AA ili A. Ima maksimalnu otpornost na habanje i udarce, ali je manje udobna. Dizajnirana je za ekstremne uvjete profesionalnih utrka na stazi gdje su rizici od pada pri velikim brzinama najveći. Korišteni materijali moraju izdržati test klizanja na asfaltu čiji ispitni parametri simuliraju pad pri brzini od oko 120 km/h [2, 3]. Obvezno uključuje štitnike za laktove, ramena, koljena i kukove (Level 2), dok je prostor za leđni štitnik standardno predviđen [1, 4].

Zaštitna odjeća razine A (EN 17092-4:2020) pruža osnovnu razinu zaštite namijenjenu gradskoj vožnji. U usporedbi s odjećom razine AA laganija je i udobnija, ali s manjom otpornošću na habanje. Razina B (EN 17092-5:2020) daje samo zaštitu od habanja i ne uključuje standardne štitnike. Koristi se uz dodatnu zaštitu. Razina C (EN 17092-6:2020) odnosi se na odjeću koja samo drži štitnike na mjestu, bez otpornosti na habanje.

Zaštitna odjeća razine AAA do A zadovoljava najviše zahtjeve zaštite od svih vrsta rizika navedenih u sustavu rizika s tri zone. Dok odjeća klase B i C ima nižu razinu zaštite te ne nudi zaštitu od svih vrsta rizika navedenih u sustavu rizika s tri zone. Odjeća klase B ne pruža nikakvu

zaštitu od udarca, a odjeća klase C pruža samo zaštitu od udara te se nosi u kombinaciji s odjećom iz ostalih klasa. Piktogram za zaštitnu odjeću za motocikliste prikazan je na slici 5.



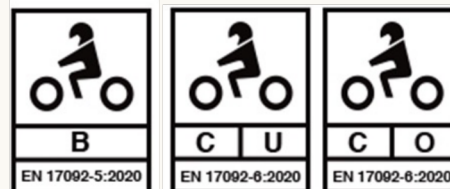
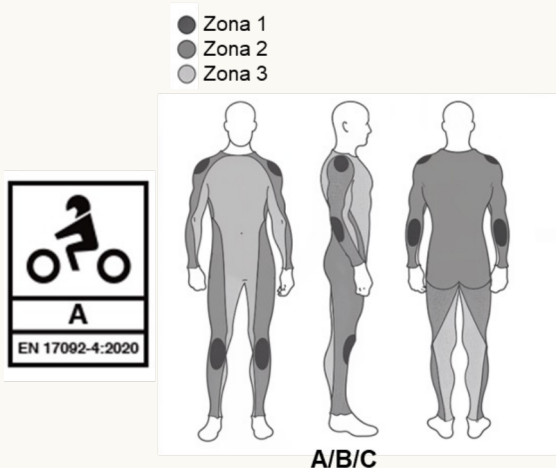
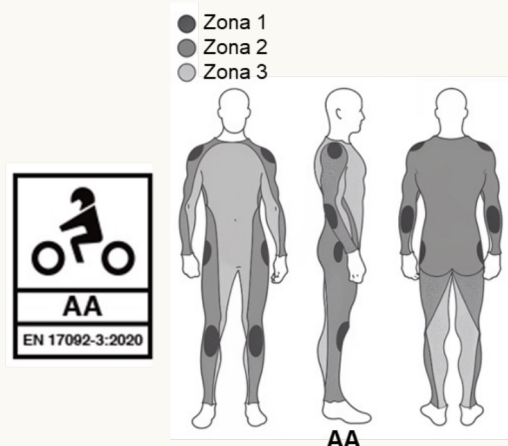
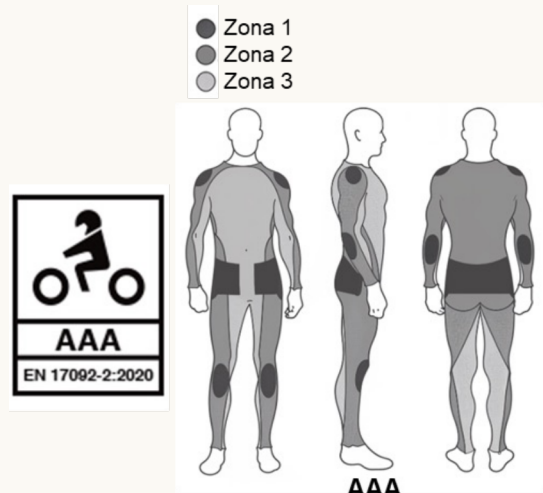
Slika 5. Piktogram za motociklističku zaštitnu odjeću [9]

Štitnici za motociklističku odjeću smanjuju rizik ozljeda u slučaju pada. Štitnici moraju zadovoljavati normu EN 1621 prema kojoj se dijele u dvije razine. Razina 2 (CE Level 2) predstavlja viši standard apsorpcije energije od razine 1 (CE Level 1). Štitnici razine 1 prenose maksimalnu prosječnu preostalu energiju od 35 kN, a štitnici razine 2 moraju sniziti ovaj prag na 20 kN. Istraživanje apsorpcije energije prilikom udarca pokazuje da dizajn i geometrija samog štitnika može značajno utjecati na apsorpciju energije udarca [11]. Slika ugradbenih štitnika za kukove i koljena razine 2 prikazana je na slici 6.



Slika 6. Shematski prikaz položaja ugrađenih štitnika na zaštitnim hlačama za motocikliste

Schema sustava rizika s tri zone prema normi HRN EN 17092 s pripadajućim piktogramima prikazani su na slici 7 [9].

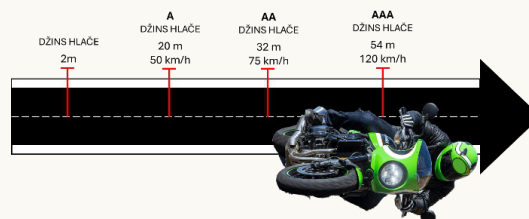


Slika 7. Prikaz sustava rizika s tri zone prema normi HRN EN 17092 [9, 10]

U zaštitnu odjeću za motocikliste sve se više integriraju sustavi zračnih jastuka (npr. Alpinestars Tech-Air) s ugrađenim senzorima za detekciju sudara. Također, radi veće aerodinamike koristi se mješavina karbonskih vlakana i aramida za stvaranje ergonomske opreme koja smanjuje umor vozača [11].

3. Rezultati i diskusija

Zaštitna odjeća za vozače motocikala propisana je europskom normom HRN EN 17092. Propisano je pet razina zaštite ovisno o zaštiti koju odjeća pruža prilikom pada (otpornost na habanje, kidanje i udarce): AAA, AA, A, B i C. Usporedba između razina prikazana je na slici 8. i tablici 1.



Slika 8. Prikaz puta i brzine klizanja uslijed pada prema normi HRN EN 17092

Otpornost na habanje jedan je od glavnih uvjeta za materijale od kojih se izrađuje zaštitna odjeća za motocikliste. Materijali se testiraju da izdrže klizanje po asfaltu. Koža pruža najbolju otpornost, dok tekstilni materijali koriste ojačanja i posebna vlakna za povećanje izdržljivosti. Rezultati usporedbe otpornosti na habanje po razinama od AAA do C prikazani su u tablici 1. [12].

Tablica 1. Otpornost na habanje zaštitne odjeće za motocikliste u skladu s normom HRN EN17092 [9, 12].

Otpornost na habanje	
AAA	Zona 1 – 4 s pri 707,4 o/min oko 120 km/h
	Zona 2 – 2 s pri 442,1 o/min oko 75 km/h
	Zona 3 – 1 s pri 265,3 o/min oko 45 km/h
AA	Zona 1 – 2 s pri 412,6 o/min oko 70 km/h
	Zona 2 – 1 s pri 265,3 o/min
	Zona 3 – 0,5 s pri 147,4 o/min oko 25 km/h
A	Zona 1 – 1 s pri 265,3 o/min oko 45 km/h
	Zona 2 – 0,5 s pri 147,4 o/min oko 25 km/h
B	Isto kao A, ali bez CE štitnika
C	Mrežasto pododijelo dizajnirano samo za držanje jednog ili više CE štitnika za laktove, ramena, koljena kukove i/ili leđa na ili ispod odjeće

Udobnost džins hlača postignuta je krojem što uključuje ergonomsko oblikovanje zbog specifičnog sjedećeg položaja. Krojni dijelovi osnovne tkanine džins hlača prikazani su na slici 9.



Slika 9. Krojni dijelovi osnovne tkanine motociklističkih džins hlača

Literatura

- [1] Havenith G., Heus R.: A test battery related to ergonomics of protective clothing, *Appl. Ergonomics* **35** (2004) 1, 3-20
- [2] Parsons K. C.: Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models, *Appl. Ergonomics* **31** (2000) 6, 581-594
- [3] De Rome L. et. al.: Motorcycle protective clothing: protection from injury or just the weather? *Accid Anal Prev.* **43** (2011) 6, 1893-1900
- [4] Struszczyk M. H. et. al.: Aspects of Design Thinking, Material and Usability Engineering in the Design of Suit for Police Officers Operating on Motorcycles—Part I: Design and Safety Aspects, *Materials* **18** (2025), 4156
- [5] Meredith L. et. al.: Validation of the abrasion resistance test protocols and performance criteria of EN13595: The probability of soft tissue injury to motorcycle riders by abrasion resistance of their clothing, *Journal of Safety Research* **61** (2017), 1-7
- [6] Meredith L., Brown J., Clarke E.: Relationship between skin abrasion injuries and clothing material characteristics in motorcycle crashes, *Biotribology* **3** (2015), 20–26
- [7] De Rome L. et. al.: Validation of the principles of injury risk zones for motorcycle protective clothing, *J. Saf. Res.* **50** (2014), 83–87
- [8] Natarajan G. et. al.: Critical properties of cotton, UHMWPE, and para-aramid blended fabrics for protective clothing applications, *The Journal of The Textile Institute*, **116** (2025) 12, 3141–3150
- [9] HRN EN 17092-1:2020 Zaštitna odjeća za vozače motocikla -- 1.-6. dio: Metode ispitivanja i Odjeća razreda od AAA do C (EN 17092-1:2020)
- [10] <https://www.seventy-70.com/certification>, Pristupljeno: 2025-12-14
- [11] <https://www.motoblouz.ie/enjoytheride/actualites/22228-normes-equipement-moto-2022-09-02?noamp=mobile>, Pristupljeno: 2025-12-16
- [12] Gayathri Nataraja, Palani Rajan T.: Review on the performance characteristics and quality standards of motorcycle protective clothing, *Journal of Industrial Textiles* **51** (2022), 74092S–7427S

Ergonomsko oblikovanje postignuto je povišenim strukom odnosno podignutom pojasnicom i ugrađenim rastezljivim panelom na koljenima i stražnjem dijelu sjedalnog šava. Također, radi bolje termoregulacije tijela ugrađeni su otvori za zrak koji omogućuju ventilaciju ljeti. Zahvaljujući kombinaciji pamuka i elastina džins hlače su rastezljive i udobne za nošenje, što je ključno za duže vožnje. U tablici 2. prikazana je usporedba korištenja zaštitne odjeće za motocikliste s obzirom na vrstu motocikla.

Tablica 2. Udio vozača prema vrsti motocikla koji koriste zaštitnu odjeću za motocikle [10].

Vrsta motocikla	Jakna	Hlače	Rukavice
Sportski	98 %	50 %	91 %
Tourer	97 %	49 %	86 %
Cruiser	95 %	33 %	83 %
Trail	90 %	38 %	71 %
Skuter	81 %	19 %	89 %

Vozači sportskih ili tourer motocikala najčešće nose kompletnu zaštitnu odjeću uključujući motociklističke hlače. Rezultati su pokazali da udio nošenja zaštitnih hlača iznosi od 19 do 50 %. Kada se uzme u obzir da su noge mjesto najčešćih ozljeda, korištenje zaštitnih hlača je poražavajuće [10].

4. Zaključak

Za sigurnu vožnju motocikla bitno je nošenje kompletne zaštitne opreme. Svaki element zaštitne opreme ima važnu ulogu u zaštiti vozača te može značajno smanjiti težinu ozljede u slučaju nesreće. Zaštitna odjeća mora zadovoljavati aspekt zaštite i aspekt udobnosti. Međutim, ne može spriječiti ozbiljne ozljede, prijelome koji su posljedica teških prometnih nesreća. Zaštitne hlače vozači motocikla najčešće ne nose što je pogrešno jer su upravo noge mjesto najčešćeg ozljeđivanja u prometnim nesrećama.

Zahvala

Rad je izrađen u okviru aktivnosti na Institucionalnom istraživačkom projektu RoDv, financiranog sredstvima NextGenerationEU – Mehanizam za oporavak i otpornost (RRF).