



PRIRUČNIK O STARENJU PLETIVA



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOST U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

Priručnik o starenju pletiva izrađen je u sklopu projekta „Tekstilni materijali za povećanu udobnost u sportu“ koji se na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu provodi u razdoblju 01. 01. 2021. – 30. 04. 2025.



Izradu ovog priručnika financirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2020-02-5041 Tekstilni materijali za povećanu udobnost u sportu – TEMPO.

Kontakt podatci:

Prof. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić, voditeljica projekta TEMPO
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Prilaz baruna Filipovića 28a
10000 Zagreb



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041



Impressum

Izdavač: Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet,
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb

Autori: Ivana Salopek Čubrić, Vesna Marija Potočić Matković, Goran
Čubrić

Grafički urednik: Antonija Petrov

ISBN (e-oblik): 978-953-8418-19-8

Zagreb, 2024.



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

Sadržaj

I. Starenje tekstilnih materijala	1
II. Procedura starenja pletiva	4
1. Korištenje i izloženost pletiva za odjeću za nogomet	5
2. Korištenje i izloženost pletiva za odjeću za plivanje	7
3. Protokol starenja	10
3.1. Protokol starenja odjeće za nogomet	11
3.1.1. Odabir ciljane skupine	11
3.1.2. Odabir uzoraka materijala	11
3.1.3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja	11
3.1.4. Definiranje čimbenika starenja	11
3.1.5. Definiranje redoslijeda provođenja starenja	11
3.1.6. Odabir metoda ispitivanja pletiva	12
3.1.7. Određivanje potrebnih dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na odabrane metode ispitivanja	12
3.2. Protokol starenja odjeće za plivanje	13
3.2.1. Odabir ciljane skupine	13
3.2.2. Odabir uzoraka materijala	13
3.2.3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja	13
3.2.4. Najznačajniji čimbenici starenja	13
3.2.5. Definiranje redoslijeda starenja	13
3.2.6. Odabir metoda ispitivanja pletiva	14
3.2.7. Dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na planirane metode ispitivanja	14
III. Korigirana Procedura starenja pletiva	15
1. Priprema Korigirane procedure pletiva za odjeću za nogomet	16
1.1. Osvrt na proceduru starenja pletiva za odjeću za nogomet	16
1.2. Korigirana procedura starenja pletiva za odjeću za nogomet	17
1.2.1. Korištenje i izloženost pletiva za odjeću za nogomet	17
1.2.2. Protokoli starenja	19



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

1.2.2.1. Odabir ciljane skupine	20
1.2.2.2. Odabir pletiva	20
1.2.2.3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja	20
1.2.2.4. Definiranje čimbenika starenja	20
1.2.2.5. Definiranje redoslijeda provođenja starenja	20
1.2.2.6. Odabir metoda ispitivanja pletiva	21
1.2.2.7. Određivanje potrebnih dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na odabrane metode ispitivanja	22
2. Priprema Korigirane procedure pletiva za odjeću za plivanje	23
2.1. Osvrt na proceduru starenja pletiva za odjeću za plivanje	23
2.2. Korigirana procedura starenja pletiva za odjeću za plivanje	24
2.2.1. Korištenje i izloženost pletiva za odjeću za plivanje	24
2.2.2. Protokoli starenja	27
2.2.2.1. Odabir ciljane skupine	28
2.2.2.2. Odabir uzoraka materijala	28
2.2.2.3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja	28
2.2.2.4. Najznačajniji čimbenici starenja	28
2.2.2.5. Definiranje redoslijeda provođenja starenja	28
2.2.2.6. Odabir metoda ispitivanja pletiva	29
2.2.2.7. Određivanje potrebnih dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na odabrane metode ispitivanja	29
IV. Objavljeni znanstveni radovi	30



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

Predgovor

Zahtjevi krajnjih korisnika za proizvodnjom sportske odjeće s poboljšanim performansama rastu te samim time misija znanstvenika da dizajniraju inovativne materijale postaje imperativom. Unutar projekta koji financira Hrvatska zaklada za znanost IP-2020-02-5041 Tekstilni materijali za povećanu udobnost u sportu – TEMPO okupljeni su znanstvenici različitih ekspertiza (dizajn materijala i vrednovanje svojstava, odjevno inženjerstvo, ljudski faktori i računalno modeliranje).

Njihova je namjera međusobno se povezati i iskoristiti različite kompetencije kako bi proveli istraživanje koje je usmjereno na:

- projektiranje inovativnih tekstilnih materijala
- optimalnih svojstava s
- dugotrajnom funkcionalnošću
- za personaliziranu odjeću
- podržano adekvatnim računalnim modelima.

U Radnom planu Projekta, kao rezultat istraživanja, planirana je izrada procedure starenja pletiva te korigirane procedure starenja pletiva. Obje procedure su planirane za dvije skupine tekstilnih materijala i to:

- (1) za odjeću za nogomet i
- (2) za odjeću za plivanje.

Predmetni priručnik daje prikaz obiju procedura, kao i pregled znanstvenih radova u kojima su objavljeni rezultati starenja prema primijenjenim procedurama.



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOST U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041



I. Starenje tekstilnih materijala



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

Starenje tekstilnih materijala odnosi se na proces degradacije ili promjene svojstava materijala tokom vremena pod utjecajem različitih faktora. Na vijek trajanja i kvalitetu tekstilnim materijala utječu brojni unutrašnji i vanjski čimbenici stoga je istraživanje starenja materijala vrlo važno za dugotrajnost tekstilnog proizvoda.

Općenito, materijali izrađenih iz prirodnih vlakana su osjetljiviji na starenje u usporedbi sa sintetskim vlaknima. Na primjer, pamučna vlakna se tijekom vremena mogu relativno lako oštetiti uslijed izlaganja sunčevoj svjetlosti i vlazi, što uzrokuje gubitak čvrstoće i promjenu boje. Nasuprot tome, sintetska su otpornija na mnoge čimbenike starenja te su čest izbor za izradu proizvoda koji se koriste na otvorenom. Ipak, i kod ove skupine materijala dolazi do degradacije pod djelovanjem različitih čimbenika.

Čimbenici starenja tekstila

Među najvažnijim čimbenicima koji utječu na starenje tekstila u prvom se redu izdvajaju UV zračenje, temperatura (toplina), vlaga, mehanička djelovanja i kemijska sredstva. Njihov je utjecaj moguć na sljedeće načine (Slika 1):

- UV zračenje: Sunčeva svjetlost, posebno UV zrake, uzrokuje fotooksidaciju tekstilnih vlakana, što dovodi do promjene boje, izbljedjivanja i smanjenja mehaničke otpornosti vlakana. To je najizraženije kod prirodnih materijala poput pamuka i vune.
- Temperatura i vlaga: Ekstremne temperature mogu dovesti do termalne degradacije vlakana, dok visoka vlažnost može izazvati pojavu plijesni ili bakterija, posebno kod prirodnih vlakana. Na primjer, vuna je osobito podložna oštećenju od strane moljaca.
- Mehanička oštećenja: Habanje i trenje tijekom nošenja te njege proizvoda uzrokuju oštećenje vlakana, što se očituje u formiranju mikropukotina, lomljenju pređe i prorjeđivanju samog materijala.



Slika 1. Čimbenici starenja tekstila



- Kemijska sredstva: deterdenti, izbjeljivači i razna sredstva za čišćenje tekstila mogu ubrzati starenje tekstila. Sintetski materijali su otporniji na djelovanje kemijskih sredstava u usporedbi sa materijalima izrađenim iz prirodnih vlakana, ali svejedno mogu pokazati znakove degradacije nakon dugotrajnog izlaganja agresivnim supstancama.

Kao posljedice starenja tekstilnih materijala moguće je smanjenje čvrstoće i elastičnosti, promjena karakteristika opipa i promjena boje.

Vezano uz smanjenje čvrstoće, materijali gube svoja prvotna mehanička svojstva tijekom vremena, postaju manje otporni na djelovanje sila, čvrstoća se smanjuje i lakše dolazi do kidanja materijala. Elastanske pređe u strukturi tekstilnih materijala s vremenom gube elastičnost, što često rezultira deformacijom samih materijala i predmeta koji su od njih izrađeni. Vezano uz osjet opipa, materijali mogu postati krući. Također, mnogi materijali, osobito oni izloženi djelovanju UV zraka, s vremenom gube originalnu boju ili postaju žućkasti.

Mogućnosti starenja materijala

Da bi se procijenilo starenje tekstilnih materijala, koriste se različite metode testiranja. Neki od standardnih testova uključuju simulaciju UV zračenja, mehaničkog habanja i izlaganja hemijskim agensima. Ovi testovi pomažu u procjeni koliko je tekstil otporan na različite utjecaje tijekom vremena. Starenje je moguće provesti u laboratorijskim uvjetima ili izlaganjem materijala realnom starenju na otvorenom ili u specifičnim uvjetima karakterističnim za korištenje pojedinog materijala.

Starenje tekstilnih materijala je prirodan proces, ali pravilnim održavanjem i korištenjem kvalitetnih vlakana može se značajno usporiti. Razumijevanje faktora koji utiču na starenje omogućava bolju zaštitu i duži vijek trajanja odjevnih predmeta i tekstilnih proizvoda.



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOST U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041



II. Procedura starenja pletiva



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

1. KORIŠTENJE I IZLOŽENOST PLETIVA ZA ODJEĆU ZA NOGOMET

U ovom su poglavlju opisane različite razine bavljanja nogometom, opis tipičnih aktivnosti u nogometu te navedeni intenzitet korištenja materijala i glavni čimbenici starenja s obzirom na učestalost treniranja.

Razina bavljanja nogometom

Bavljenje nogometom moguće je na rekreativnoj ili aktivnoj razini. Ako je riječ o aktivnom bavljenju nogometom, razlikuju se:

- a. početnici (do 14 godina)
- b. kadeti (14–16 godina)
- c. juniori (16–18 godina)
- d. seniori (stariji od 18 godina)
- e. veterani (stariji od 33 godine).

Opis tipičnih aktivnosti u nogometu

Tipične aktivnosti u nogometu ovise o razini bavljanja nogometom, kao i poziciji na kojoj igrač igra (napadač, vezni igrač, branič, vratar). Uobičajeni su sljedeći tipovi treninga:

- a. kondicijski trening
- b. elementi igre – taktički i
- c. obnavljajući trening (rekuperacijski).

Izloženost starenju

Materijali za nogometnu odjeću izloženi su habanju, utjecaju znoja, starenju uslijed njege i održavanja te, ovisno o načinu provođenja treninga, vanjskim utjecajima. Detalji su dani u tablici 1.

Υγ...@tyl Ι(@δ• μ° Ì Òì ÕÈ μ<Öìοσάμιν ί´ ...• μίττι ÕÈ μσ

(μ< μί γ< Òì ÕÈ μσ μ< ÕÈ μίμσ	L° ^ • Φίττι	3γ< • Õ	2Öμ° È	S• μ° È	h• ÕÈ Õμί
LÈ Ì « ^ γμì..È « ÕÈ μίμσ Ì< < μ°	2	2	2) 2	2) 2	
ΥÈ μσ μ< ÌÀ° « < ιμ° « ÕÈ μίμσ Ì´ ιμ			2)	2)	
] á« Òì ÕÈ μσ					
' γ..μ« ÌÖ ÌÀÈì Õ Õ° Ìí μ° σ	V	V	V	V	V
SÖ ° Ì γ..μ«	V	V	V	V	V
hγμ< ñì Õá« Õ					
á° Èμì ñì μ° «´ • Õ	2	2	2	2	2
h• Φίμ° «´ • Õ	V	V	V	V	V
A< Èγáyμ« Ìιμ« σ μγ-° μί άγ-° « ÕÈ μίμσ Ìì ÕÈ φ° ÌÀÈ μ« μγ Ì=)È μ° ÌÀÈ μ« Ìì Õ • μ« Ìμγ ì Èγ-Ö	V	V	V	V	V

' ÁÈáyìì< ÈÖσì@σ) Ì< ðìì@σ

• >ιμìÈ μ« Ìáyμ< ñì Ìá« Õì° άì μ° Ì« Ìì Ì° μί Ì-Φ γÖ-°´ ÌÀ° < ÈÖ « Òì áÈ´ • μÖìì@σ μγìì Õá« Õ γ ÕÈ μìÈ μγì, Õ´ Á• ÈγÖÈ Ìì ÈÖ μ« Ìì Èγ-γ Ì] h Ìì Èγ´ • μ« Ìáy< γ@μ• -



2. KORIŠTENJE I IZLOŽENOST PLETIVA ZA ODJEĆU ZA PLIVANJE

U nastavku su opisane različite razine bavljanja plivanjem, opis tipičnih aktivnosti, intenzitet korištenja materijala i glavni čimbenici starenja s obzirom na učestalost treniranja.

Razina bavljenja plivanjem

Pregled razina bavljenja plivanjem dan je u tablici 2.

Tablica 2. Razina bavljenja plivanjem

	Kategorije	Ž	M
1.	Početnici	Do 9	Do 10
2.	Mlađi kadeti	10	11-12
3.	Kadeti	11-12	13-14
4.	Mlađi juniori	13-14	15-16
5.	Juniori	15-16	17-18
6.	Mlađi seniori	17-18	19-20
7.	Seniori	19+	21+
8.	Veterani	25+	25+



Opis tipičnih aktivnosti u plivanju

Opis tipičnih aktivnosti s obzirom na razinu bavljenja plivanjem dan je u tablici 3.

Tablica 3. Opis tipičnih aktivnosti u plivanju

Početnici	Mlađi kadeti/ Kadeti	Mlađi juniori	Juniori	Mlađi seniori/ Seniori
• Opći razvoj • Agilnost, ravnoteža, koordinacija i brzina • Trčanje, skakanje i bacanje • Kinestetika, klizanje, plutanje i prolaz kroz vodu • Zahvat vode, rad nogu • Brzina i izdržljivost putem zabavnih vježbi	• Razvoj motoričkih sposobnosti • Stabilnost ramena, laktova leđa i gležnjeva • Osnovni pokreti, s uključivanjem specifičnih pokreta prema kraju faze • Medicinke, swiss lopte i vježbe s podizanjem vlastite težine	• Aerobni kapacitet • Individualizacija tehničkog i fitness treninga • Stabilnost ramena, laktova leđa i gležnjeva • Usavršavanje specifičnih plivačkih vještina • Osnove taktičke pripreme • Upoznavanje s mentalnim treningom	• Specifičan individualan tjelesni razvoj • Stabilnost ramena, laktova, leđa i gležnjeva • Trening taktičke pripreme • Individualizacija taktičkog i tehičkog treninga • Osnove mentalnog treninga	• Poboljšanje tjelesnih sposobnosti • Stabilnost ramena, laktova leđa i gležnjeva • Modeliranje svih mogućih aspekata treninga i natjecanja • Česte profilaktičke pauze • Napredne taktičke pripreme • Napredne mentalne pripreme • Individualizacija svih aspekata treninga



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

Izloženost uvjetima starenja pletiva za odjeću za plivanje

Pregled intenziteta treninga i s time povezane izloženosti pletiva za plivanje različitim čimbenicima starenja dan je u tablici 4.

Tablica 4. Izloženost uvjetima starenja pletiva za odjeću za plivanje

Intenzitet i trajanje treninga	Početcnici	Mlađi kadeti/ Kadeti	Mlađi juniori	Juniori	Mlađi seniori/ Seniori
Duljina i broj treninga	30–90 min 3–6 puta na tjedan	90–120 min 4–6 puta na tjedan	2 sata trening 6– 12 puta na tjedan	2 sata 8–12 puta na tjedan	2 sata 10–15 puta na tjedan
Broj sati u vodi i na suhom	2–6 sati/tjedan u vodi 1–2 sata/tjedan na suhom	6–12 sati/tjedan u vodi 1–2 sata/tjedan na suhom	12–24 sati/tjedan u vodi 2–3 sata/tjedan na suhom	16–24 sati/tjedan u vodi 3–4 sata/tjedan na suhom	20–24 sati/tjedan u vodi 3–6 sati/tjedan na suhom
Uvjet starenja					
Habanje u vodenom mediju, prisustvo klora i znoja	+	+	+	+	+
Suho habanje	+	+	+	+	+
UV zračenje, otvoreni bazen, ljetni mjeseci	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Održavanje i njega: nakon svakog treninga ispiranje čistom vodom i sušenje, tjedno strojno pranje 30 °C – 40 °C, sušenje na zraku, nije dozvoljeno kemijsko čišćenje, nije dozvoljeno glaćanje)	+	+	+	+	+



3. PROTOKOLI STARENJA

Protokol starenja pletiva za izradu sportske odjeće za nogomet i plivanje uključuje sljedeće pojedinačne radnje:

1. Odabir ciljane skupine
2. Odabir uzoraka materijala
3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja
4. Definiranje čimbenika starenja
5. Definiranje redoslijeda provođenja starenja
6. Odabir metoda ispitivanja materijala
7. Određivanje potrebnih dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na odabrane metode ispitivanja.



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

3.1. PROTOKOL STARENJA ODJEĆE ZA NOGOMET

3.1.1. Odabir ciljne skupine

Potrebno je što preciznije definirati sve ciljne skupine koje bi mogle biti korisnici predmetne sportske odjeće. Ako se starenje materijala ne provodi ciljano za pojedinu skupinu nogometaša, preporučeno je pratiti uvjete definirane za skupine kadeti ili juniori.

3.1.2. Odabir uzoraka materijala

Najčešće korišteni materijali su pletiva izrađena iz poliesterske pređe te kombinacije poliesterske, poliamidne i elastanske pređe. Poželjna je trajnost, niska sposobnost upijanja vlage (znoja) te brzo sušenje.

Ako su na raspolaganju za starenje materijali čije su vrijednosti prethodno ispitanih svojstva gotovo identične, nije potrebno provoditi starenje za sve uzorke, nego odabrati reprezentativne uzorke.

3.1.3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja

Uvjeti se definiraju sukladno Tablici 1. Izloženost uvjetima starenja.

3.1.4. Definiranje čimbenika starenja

Uvjeti se definiraju sukladno Tablici 1. Izloženost uvjetima starenja.

3.1.5. Definiranje redoslijeda provođenja starenja

Nakon što su u prethodnim fazama detaljno definirani svi čimbenici starenja, potrebno je jasno definirati redosljed provođenja aktivnosti starenja. Primjer definiranja redoslijeda dan je u nastavku.

Primjer redoslijeda starenja pletiva za odjeću za nogomet:

1. Nanošenje otopine praškastog znoja (alkalnog i/ili lužnatog) pripravljenog prema HRN EN ISO 105-E04:2013 uz omjer kupelji definiran od strane proizvođača.



PRIMJER: KADET KOJI
TRENIRA TIJEKOM 30
DANA JE U SVAKOM
TERMINU PROSJEČNO 45
MIN U SPORTSKOJ ODJEĆI
NATOPLJENOJ ZNOJEM.
AKO TRENIRA TRI PUTA
TJEDNO, ODNOSNO 12
PUTA MJESEČNO, UKUPNA
IZLOŽENOST ZNOJU JE
540 MINUTA, ODNOSNO 9
SATI.

2. Pranje i sušenje materijala nakon svakog treninga.

Materijal je potrebno oprati u perilici za rublje, na temperaturi 30 °C, uz normalnu mehaniku pranja i primjenu standardnog deterdženta ECE bez fosfata i optičkih bjelila. Moguće je praćenje uputa prema HRN EN ISO 6330:2021. Sukladno potrebama, moguće su modifikacije u definiranju procesa. Nakon svakog pranja, provodi se sušenje materijala na zraku, bez glačanja.



PRIMJER: KADET KOJI
TRENIRA TIJEKOM 30
DANA UKUPNO ODRADI 12
TRENINGA TE JE TOLIKO
PUTA POTREBNO OPRTI
MATERIJAL.





TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041



3. Izlaganje vanjskim uvjetima

Ovisno o namjeni materijala i ciljnoj skupini, moguće je uključiti i utjecaj vanjskih uvjeta. Definiranje vanjskih uvjeta ovisno je o sezoni, klimatskom području, vremenu izlaganja i uvjetima treniranja. Uviete je moguće simulirati temeljem ispisa podataka o vremenskim utjecajima dostupnih od strane hidrometeoroloških službi.

Također, moguće je izlaganje materijala starenju na otvorenom u trajanju koje je adekvatno vremenu treniranja u sezoni, uz bilježenje vremenskih uvjeta. Provođenje starenja materijala moguće je i u kontroliranim uvjetima, ovisno o dostupnosti.

4. Ispitivanje pletiva definirano točkama 3.1.6. i 3.1.7.

3.1.6. Odabir metoda ispitivanja pletiva

Za evaluaciju svojstava nestarenih i starenih pletiva, preporučeno je ispitivanje sljedećih svojstava:

- temeljni strukturnih parametri pletiva,
- debljina pletiva,
- plošna masa,
- vlačna svojstva pletiva,

- otpornost pletiva na probijanje kuglom,
- otpornost pletiva na habanje u suhom,
- otpornost pletiva na habanje u mokrom,
- otpornost pletiva na piling,
- sposobnost prijenosa vlage i
- vrijeme sušenja pletiva.

Dodatne metode ispitivanja moguće je dodavati u skladu s dodatnim zahtjevima koja se postavljaju na pletiva s obzirom na ciljnu skupinu, uvjete korištenja i sl.

3.1.7. Određivanje potrebnih dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na odabrane metode ispitivanja

- temeljni strukturnih parametri pletiva: dimenzije uzorka 10x10 cm
- debljina pletiva: 10 mjerenja, dimenzije uzorka 10x10 cm, norma HRN EN ISO 5084:2003
- plošna masa: 3 mjerenja, dimenzije uzorka 10x10 cm, norma HRN ISO 3801:2003

- vlačna svojstva pletiva: 10 mjerenja (5 smjer niza i 5 smjer reda), dimenzije uzorka 5x20 cm, norma HRN EN ISO 13934-1:2013
- otpornost pletiva na probijanje kuglom: 5 mjerenja, kružni uzorak promjera 50 mm, moguća primjene norme HRN EN ISO 13938-1:2019
- otpornost pletiva na habanje u suhom: 6 mjerenja, kružni uzorak promjera 38 mm, moguća primjene norme HRN EN ISO 12947-3:2008
- otpornost pletiva na habanje u mokrom: 5 mjerenja, kružni uzorak promjera 38 mm, moguća primjene norme HRN EN ISO 12947-3:2008 (moguća primjena i drugih normi)
- otpornost pletiva na piling: 5 mjerenja, kružni uzorak promjera 38 mm, moguća primjene norme HRN EN ISO 12945-2:2000
- sposobnost prijenosa vlage: 4 mjerenja, dimenzije uzorka 8x8 cm, moguća primjene norme AATCC TM195-2017
- vrijeme sušenja pletiva: 5 mjerenja, dimenzije uzorka 10x10 cm.
- analiza pletiva temeljem mikroskopske fotografije, broj mjerenja sukladno promatranom parametru, dimenzije uzorka 10x10 cm.



3.2. PROTOKOL STARENJA ODJEĆE ZA PLIVANJE

3.2.1. Odabir ciljne skupine

Potrebno je što preciznije definirati sve ciljne skupine koje bi mogle biti korisnici predmetne sportske odjeće. Ako se starenje materijala ne provodi ciljano za pojedinu skupinu sportaša koji se bave plivanjem, preporučeno je pratiti uvjete definirane za skupinu kadeta.

3.2.2. Odabir uzoraka materijala

Najčešće korištena pletiva izrađena su iz mješavine poliamidnih i elastanskih vlakana u različitim omjerima i različitim finoća. Trajnost pletiva, posebno otpornost na klor, istezljivost pletiva u svim smjerovima koja osigurava udobnost nošenja, i srednje jaka kompresija za potporu mišićima su željena svojstva materijala za ciljanu skupinu kadeta. Poželjno je svojstvo niskog upijanja vode koje smanjuje otpor kretanja tijela u vodi i brzo sušenje.

3.2.3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja

Definiranje uvjeta provodi se sukladno tablici 4. Ako promatramo kadeta koji trenira 120 min, 6 puta na tjedan, 10 sati/tjedan će provesti trenirajući u vodi, a 2 sata/tjedan trenirajući na suhom, obično uz bazen u odjeći za plivanje.

3.2.4. Najznačajniji čimbenici starenja

Najznačajniji čimbenici starenja odjeće za plivanje su klorirana voda, 10 sati tjedno, znoj u vodenom mediju i na suhom treningu, 12 sati tjedno, održavanje i njega odjeće nakon svakog treninga uz ispiranje čistom vodom i sušenje te tjedno strojno pranje na 30 °C – 40 °C i sušenje na zraku. Tijekom ljetnih mjeseci (lipanj do rujan) značajan čimbenik starenja odjeće za plivanje, uz uvjet treniranja na otvorenom bazenu, je i UV zračenje.

3.2.5. Definiranje redoslijeda starenja

Ubrzano starenje i starenje u laboratorijskim uvjetima treba što je moguće više oponašati prirodno starenje materijala. Primjer redoslijeda starenja dan je u nastavku:

1. CIKLUS:

- 100 SATI NAMAKANJA U KLORIRANOJ VODI, 25 °C (VARIJANTE UZ DODATAK ZNOJA, NAMAKANJE UZ UV ZRAČENJE),
- 10 PRANJA NA 30 °C – 40 °C I SUŠENJA NA ZRAKU.
- ISPITIVANJE MATERIJALA.

REPEAT!

2. CIKLUS:

- 100 SATI NAMAKANJA U KLORIRANOJ VODI, 25 °C (VARIJANTE UZ DODATAK ZNOJA, NAMAKANJE UZ UV ZRAČENJE),
- 10 PRANJA NA 30 °C – 40 °C I SUŠENJA NA ZRAKU.
- ISPITIVANJE MATERIJALA.





TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

3.2.6. Odabir metoda ispitivanja pletiva

Za evaluaciju svojstava pletiva, preporučeno je ispitivanje sljedećih svojstava:

- temeljni strukturnih parametri pletiva,
- vlačna svojstva pletiva,
- otpornost pletiva na probijanje kuglom,
- otpornost pletiva na habanje u suhom,
- otpornost pletiva na habanje u mokrom,
- otpornost pletiva na piling,
- sposobnost prijenosa vlage i
- analiza pletiva temeljem mikroskopske fotografije.

3.2.7. Dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na planirane metode ispitivanja:

- analiza parametara pletiva (Dh, Dv, m) – (10x10 cm) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- ispitivanje otpornosti tekstilnih materijala na djelovanje vlačnog opterećenja (norma HRN EN ISO 13934-1:2013) – (5x20 cm, 5 uzoraka u smjeru reda i 5 u smjeru niza pletiva) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- otpornost na probijanje kuglom (norma HRN EN ISO 13938-1:2019) – (5x5 cm, 5 uzoraka) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- otpornost pletiva na habanje u suhom (norma HRN EN ISO 12947-3:2008) – (38x38 mm x 6) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- otpornost pletiva na habanje u vodenom mediju (norma HRN EN ISO 12947-3:2008) – (38x38 mm x 6) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage, vrijeme sušenja – (4 mjerenja, dimenzije uzorka 8x8 cm, moguća primjene norme AATCC TM195-2017) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- mikroskopska istraživanja, mikrofotometrija – (10x10 cm) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOST U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

III. Korigirana procedura starenja pletiva



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

1. PRIPREMA KORIGIRANE PROCEDURE STARENJA PLETIVA ZA ODJEĆU ZA NOGOMET

1.1. OSVRT NA PROCEDURU STARENJA PLETIVA ZA ODJEĆU ZA NOGOMET

Osvrt na Proceduru starenja pletiva za odjeću za nogomet dan je s obzirom na:

- iskustvo u postupku provođenja starenja pletiva prema proceduri opisanoj u prethodnom poglavlju te provedenoj u prethodnom razdoblju,
- dodatne usmene razgovore s nogometašima kroz koje su prikupljeni korisni podatci o načinu korištenja i samim time starenja,
- rezultate ispitanih svojstava starenih pletiva te
- sugestije recenzenata dobivenih u postupku recenzije znanstvenih radova u kojima su bile opisane procedure starenja pletiva te dani rezultati ispitanih svojstava pletiva.

Eksperimentalno provođenje starenja uzoraka u realnim uvjetima okoline, provođeno in-vivo, pokazalo je da, iz praktičnih razloga i u svrhu veće ponovljivosti rezultata, broj uzoraka koji stare istovremeno ne treba biti veći od 5 jer je u suprotnom potreban značajno veći prostor kako bi se svi uzorci mogli izlagati vanjskim uvjetima istovremeno, što predstavlja značajno tehničko ograničenje. Također, za usporedivost rezultata, nužno je istovremeno izlaganje svih uzoraka čije se vrijednosti svojstava planiraju međusobno usporediti. Pri izlaganju pletiva vanjskim uvjetima, potrebno je odrediti točno vrijeme tijekom dana kada će biti provođeno starenje, a koje je u skladu s vremenima održavanja nogometnih treninga. Zbog toga je, prije definiranja svih detalja samog protokola, potrebno jasno definirati predmetnu skupinu nogometaša te vremena uskladiti s njihovim vremenima treninga.

Rezultati ispitivanja starenih pletiva ukazali su na promjene svojstava pletiva, i to već nakon izlaganju koje odgovara trajanju 12 treninga u zatvorenom prostoru (tj. bez izlaganja suncu). Primjerice, od dobivenih rezultata jednoznačno je uočena promjena debljine pletiva. Što se tiče drugih svojstava, uočeno je smanjenje prekidne sile pletiva, promjena svojstva istezljivosti pletiva te pojava pilinga i promjena na površini pletiva već nakon 2500 ciklusa habanja. Kod ispitivanja niza svojstava pletiva, uočeno je različito ponašanje pletiva, točnije kod dijela pletiva nije došlo do jednoznačnih promjena. Stoga je moguće protokol starenja, osim uz simuliranje provođenja 12 ili 24 treninga, povećati i na 36 treninga. Navedeno je uočeno i od strane recenzenta koji je navedeno dao kao preporuku u postupku recenziranja znanstvenog rada koji je u ovom projektnom razdoblju objavljen u časopisu Polymers, citiranom u Q1.

U nastavku donosimo korigiranu verziju protokola starenja predmetnih pletiva.



1.2. KORIGIRANA PROCEDURA STARENJA PLETIVA ZA ODJEĆU ZA NOGOMET

1.2.1. KORIŠTENJE I IZLOŽENOST PLETIVA ZA ODJEĆU ZA NOGOMET

U ovom su poglavlju opisane različite razine bavljenja nogometom, opis tipičnih aktivnosti u nogometu te navedeni intenzitet korištenja materijala i glavni čimbenici starenja s obzirom na učestalost treniranja.

Razina bavljenja nogometom

Bavljenje nogometom moguće je na rekreativnoj ili aktivnoj razini. Ako je riječ o aktivnom bavljenju nogometom, razlikuju se:

- a. početnici (do 14 godina)**
- b. kadeti (14–16 godina)**
- c. juniori (16–18 godina)**
- d. seniori (stariji od 18 godina)**
- e. veterani (stariji od 33 godine).**

Opis tipičnih aktivnosti u nogometu

Tipične aktivnosti u nogometu ovise o razini bavljenja nogometom, kao i poziciji na kojoj igrač igra (napadač, vezni igrač, branič, vratar). Uobičajeni su sljedeći tipovi treninga:

- a. kondicijski trening**
- b. elementi igre – taktički i**
- c. obnavljajući trening (rekuperacijski).**

Izloženost starenju

Materijali za nogometnu odjeću izloženi su habanju, utjecaju znoja, starenju uslijed njege i održavanja te, ovisno o načinu provođenja treninga, vanjskim utjecajima. Detalji su dani u tablici 1.



Tablica 1. Izloženost starenju i glavni čimbenici starenja

Intenzitet i trajanje treninga	Počelnici	Kadeti	Juniori*	Seniori	Veterani
Prosječan broj treninga tjedno	2-3	2-4	5-6/3-4	5-6/3-4	1
Trajanje pojedinog treninga, min	60	60	60-75/90	60-75/90	60
Uvjet starenja					
Habanje uz prisustvo znoja	+	+	+	+	+
Suho habanje	+	+	+	+	+
Vanjski uvjeti					
Dvoranski nogomet	-	-	-	-	-
Veliki nogomet	+	+	+	+	+
Održavanje i njega nakon svakog treninga strojno pranje na 30 °C/ručno pranje, sušenje na zraku	+	+	+	+	+

***prva i druga liga/ treća liga**

Definiranje vanjskih uvjeta ovisno je o sezoni, klimatskom području, vremenu izlaganja i uvjetima treniranja (temperatura, strujanje zraka, UV zračenje, padaline). Pri definiranju točnih uvjeta koji će se koristiti u pojedinom protokolu, svakako valja uzeti u obzir ciljanu skupinu nogometaša. Za provjeru podataka, moguće je prethodno provesti intervju ili anketu među nogometašima pojedine skupine.



1.2.2. PROTOKOLI STARENJA

Protokol starenja pletiva za izradu sportske odjeće za nogomet uključuje sljedeće pojedinačne radnje:

1. Odabir ciljane skupine
2. Odabir pletiva
3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja
4. Definiranje čimbenika starenja
5. Definiranje redoslijeda provođenja starenja
6. Odabir metoda ispitivanja materijala
7. Određivanje potrebnih dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na odabrane metode ispitivanja.



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

1.2.2.1. Odabir ciljne skupine

Potrebno je što preciznije definirati sve ciljne skupine koje bi mogle biti korisnici predmetne sportske odjeće. Ako se starenje materijala ne provodi ciljano za pojedinu skupinu nogometaša, preporučeno je pratiti uvjete definirane za skupine kadeti ili juniori, osim ako se ne radi na razvoju i evaluaciji materijala za vrhunske sportaše. U tom slučaju je nužno pratiti uvjete definirane za seniore.

1.2.2.2. Odabir pletiva

Najčešće korišteni materijali su pletiva izrađena iz poliesterske pređe te kombinacije poliesterske, poliamidne i elastanske pređe. Poželjna je trajnost, niska sposobnost upijanja vlage (znoja) te brzo sušenje.

Ako su na raspolaganju za starenje materijali čije su vrijednosti prethodno ispitanih svojstva gotovo identične, nije potrebno provoditi starenje za sve uzorke, nego odabrati reprezentativne uzorke. Također, ako se starenje pletiva provodi u realnim uvjetima, preporučeno je istovremeno stariti do maksimalno 5 pletiva.

1.2.2.3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja

Uvjeti se definiraju sukladno Tablici 1. Izloženost uvjetima starenja.

1.2.2.4. Definiranje čimbenika starenja

Uvjeti se definiraju sukladno Tablici 1. Izloženost uvjetima starenja.

1.2.2.5. Definiranje redoslijeda provođenja starenja

Nakon što su u prethodnim fazama detaljno definirani svi čimbenici starenja, potrebno je jasno definirati redoslijed provođenja aktivnosti starenja. Primjer definiranja redoslijeda dan je u nastavku.



PRIMJER: KADET KOJI
TRENIRA TIJEKOM 30
DANA UKUPNO ODRADI 12
TRENINGA TE JE TOLIKO
PUTA POTREBNO OPRATI
MATERIJAL.

Primjer redoslijeda starenja pletiva za odjeću za nogomet:

1. Nanošenje otopine praškastog znoja (alkalnog i/ili lužnatog) pripremljenog prema HRN EN ISO 105-E04:2013 uz omjer kupelji definiran od strane proizvođača.

PRIMJER: KADET KOJI
TRENIRA TIJEKOM 30
DANA JE U SVAKOM
TERMINU PROSJEČNO 45
MIN U SPORTSKOJ ODJEĆI
NATOPLJENOJ ZNOJEM.
AKO TRENIRA TRI PUTA
TJEDNO, ODNOSNO 12
PUTA MJESEČNO, UKUPNA
IZLOŽENOST ZNOJU JE
540 MINUTA, ODNOSNO 9
SATI.

2. Pranje i sušenje materijala nakon svakog treninga.

Materijal je potrebno oprati u perilici za rublje, na temperaturi 30 °C, uz normalnu mehaniku pranja i primjenu standardnog deterdženta ECE bez fosfata i optičkih bjelila. Moguće je praćenje uputa prema HRN EN ISO 6330:2021. Sukladno potrebama, moguće su modifikacije u definiranju procesa. Nakon svakog pranja, provodi se sušenje materijala na zraku, bez glačanja.



3. Izlaganje vanjskim uvjetima

Ovisno o namjeni materijala i ciljnoj skupini, moguće je uključiti i utjecaj vanjskih uvjeta. Definiranje vanjskih uvjeta ovisno je o sezoni, klimatskom području, vremenu izlaganja i uvjetima treniranja. Uvjet je moguće simulirati temeljem ispisa podataka o vremenskim utjecajima dostupnih od strane hidrometeoroloških službi. Također, moguće je izlaganje materijala starenju na otvorenom u trajanju koje je adekvatno vremenu treniranja u sezoni, uz bilježenje vremenskih uvjeta. Provođenje starenja materijala moguće je i u kontroliranim uvjetima, ovisno o dostupnosti.

4. Ispitivanje pletiva definirano točkama je u sljedećim točkama.

1.2.2.6. Odabir metoda ispitivanja pletiva

Za evaluaciju svojstava nestarenih i starenih pletiva, preporučeno je ispitivanje sljedećih svojstava:

- temeljni strukturni parametri pletiva (prema potrebi, za određena ispitivanja bit će dostatna vrijednost ispitane debljine i plošne mase),
- debljina pletiva,
- plošna masa,
- vlačna svojstva pletiva (usmjeriti se na vrijednosti prekidne sile i prekidnog istezanja)
- otpornost pletiva na probijanje kuglom (samo vrijednost prekidne sile),
- otpornost pletiva na habanje
- otpornost pletiva na piling,
- sposobnost prijenosa vlage i
- vrijeme sušenja pletiva.

Dodatne metode ispitivanja moguće je dodavati u skladu s dodatnim zahtjevima koja se postavljaju na pletiva s obzirom na ciljnu skupinu, uvjete korištenja i sl.



1.2.2.7. Određivanje potrebnih dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na odabrane metode ispitivanja

- temeljni strukturnih parametri pletiva: dimenzije uzorka 10x10 cm, moguće korištenje tekstilne lupe, no preporučljivo korištenje mikroskopske fotografije uz minimalno povećanje 50x i adekvatnog računalnog programa,
- debljina pletiva: 10 mjerenja, dimenzije uzorka 10x10 cm, norma HRN EN ISO 5084:2003,
- plošna masa: 3 mjerenja, dimenzije uzorka 10x10 cm, norma HRN ISO 3801:2003,
- vlažna svojstva pletiva: 10 mjerenja (5 smjer niza i 5 smjer reda), dimenzije uzorka 5x20 cm, norma HRN EN ISO 13934-1:2013,
- otpornost pletiva na probijanje kuglom: 5 mjerenja, kružni uzorak promjera 50 mm, moguća primjene norme HRN EN ISO 13938-1:2019,
- otpornost pletiva na habanje: 3 mjerenja, kružni uzorak promjera 38 mm, moguća primjene norme HRN EN ISO 12947-3:2008 (također, moguća primjena i drugih normi); kod ispitivanja otpornosti na habanje, pokazalo se da je praktičnije (i sličnije realnoj uporabi materijala) pratiti promjenu masu pletiva uslijed habanja, uz manji broj ciklusa habanja, a ne pratiti ponašanje do trenutka prohabavanja jer se sportska odjeća ne nosi do trenutka prohabavanja,
- otpornost pletiva na piling: 3 mjerenja, kružni uzorak promjera 38 mm, moguća primjene norme HRN EN ISO 12945-2:2000; također pratiti uz manji broj ciklusa habanja, što je realnije stvarnoj uporabi promatranih pletiva,
- sposobnost prijenosa vlage: 4 mjerenja, dimenzije uzorka 8x8 cm, moguća primjene norme AATCC TM195-2017,
- vrijeme sušenja pletiva: 5 mjerenja, dimenzije uzorka 10x10 cm.



2. PRIPREMA KORIGIRANE PROCEDURE STARENJA PLETIVA ZA ODJEĆU ZA PLIVANJE

2.1. OSVRT NA PROCEDURU STARENJA PLETIVA ZA ODJEĆU ZA PLIVANJE

Osvrt na Proceduru starenja pletiva za odjeću za plivanje dan je s obzirom na:

- iskustvo u postupku provođenja starenja pletiva prema proceduri opisanoj u D1.4. te provedenoj u prethodnom razdoblju i rezultate ispitanih svojstava starenih pletiva.

Rezultati ispitivanja starenih pletiva ukazali su na manje promjene svojstava pletiva nakon izlaganja od 100 sati koje odgovara trajanju 50 treninga u zatvorenom i otvorenom prostoru (tj. sa i bez izlaganja suncu), tako da je ciklus starenja od 100 i 200 sati izlaganja u redu. Ali pri tome veću pažnju treba obratiti na istovremeno izlaganje svih uzoraka čije se vrijednosti svojstava planiraju međusobno usporediti, te je potrebno paziti da UV zračenje utječe na čitavu površinu materijala koji se stari.

Eksperimentalno provođenje starenja uzoraka u realnim uvjetima okoline, provođeno in-vivo, pokazalo je da, iz praktičnih razloga i u svrhu veće ponovljivosti rezultata, broj uzoraka koji stare istovremeno ne treba biti veći od 5 jer je u suprotnom potreban značajno veći prostor kako bi se svi uzorci mogli izlagati vanjskim uvjetima istovremeno, što predstavlja značajno tehničko ograničenje.



2.2. KORIGIRANA PROCEDURA STARENJA PLETIVA ZA ODJEĆU ZA PLIVANJE

2.2.1. KORIŠTENJE I IZLOŽENOST PLETIVA ZA ODJEĆU ZA PLIVANJE

U nastavku su opisane različite razine bavljenja plivanjem, opis tipičnih aktivnosti, intenzitet korištenja materijala i glavni čimbenici starenja s obzirom na učestalost treniranja.

Razina bavljenja plivanjem

Pregled razina bavljenja plivanjem dan je u tablici 2.

Tablica 2. Razina bavljenja plivanjem

	Kategorije	Ž	M
1.	Početnici	Do 9	Do 10
2.	Mlađi kadeti	10	11-12
3.	Kadeti	11-12	13-14
4.	Mlađi juniori	13-14	15-16
5.	Juniori	15-16	17 i 18
6.	Mlađi seniori	17-18	19-20
7.	Seniori	19+	21+
8.	Veterani	25+	25+



Opis tipičnih aktivnosti u plivanju

Opis tipičnih aktivnosti s obzirom na razinu bavljenja plivanjem dan je u tablici 3.

Tablica 3. Opis tipičnih aktivnosti u plivanju

Početcnici	Mlađi kadeti/ Kadeti	Mlađi juniori	Juniori	Mlađi seniori/ Seniori
• Opći razvoj • Agilnost, ravnoteža, koordinacija i brzina • Trčanje, skakanje i bacanje • Kinestetika, klizanje, plutanje i prolaz kroz vodu • Zahvat vode, rad nogu • Brzina i izdržljivost putem zabavnih vježbi	• Razvoj motoričkih sposobnosti • Stabilnost ramena, laktova leđa i gležnjeva • Osnovni pokreti, s uključivanjem specifičnih pokreta prema kraju faze • Medicinke, swiss lopte i vježbe s podizanjem vlastite težine	• Aerobni kapacitet • Individualizacija tehničkog i fitness treninga • Stabilnost ramena, laktova leđa i gležnjeva • Usavršavanje specifičnih plivačkih vještina • Osnove taktičke pripreme • Upoznavanje s mentalnim treningom	• Specifičan individualan tjelesni razvoj • Stabilnost ramena, laktova, leđa i gležnjeva • Trening taktičke pripreme • Individualizacija taktičkog i tehičkog treninga • Osnove mentalnog treninga	• Pобољшanje tjelesnih sposobnosti • Stabilnost ramena, laktova leđa i gležnjeva • Modeliranje svih mogućih aspekata treninga i natjecanja • Česte profilaktičke pauze • Napredne taktičke pripreme • Napredne mentalne pripreme • Individualizacija svih aspekata treninga



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

Izloženost uvjetima starenja pletiva za odjeću za plivanje

Pregled intenziteta treninga i s time povezane izloženosti pletiva za plivanje različitim čimbenicima starenja dan je u tablici 4.

Tablica 4. Izloženost uvjetima starenja pletiva za odjeću za plivanje

Intenzitet i trajanje treninga	Početnici	Mlađi kadeti/ Kadeti	Mlađi juniori	Juniori	Mlađi seniori/ Seniori
Duljina i broj treninga	30–90 min 3–6 puta na tjedan	90–120 min 4–6 puta na tjedan	2 sata trening 6– 12 puta na tjedan	2 sata 8–12 puta na tjedan	2 sata 10–15 puta na tjedan
Broj sati u vodi i na suhom	2–6 sati/tjedan u vodi 1–2 sata/tjedan na suhom	6–12 sati/tjedan u vodi 1–2 sata/tjedan na suhom	12–24 sati/tjedan u vodi 2–3 sata/tjedan na suhom	16–24 sati/tjedan u vodi 3–4 sata/tjedan na suhom	20–24 sati/tjedan u vodi 3–6 sati/tjedan na suhom
Uvjet starenja					
Habanje u vodenom mediju, prisustvo klora i znoja	+	+	+	+	+
Suho habanje	+	+	+	+	+
UV zračenje, otvoreni bazen, ljetni mjeseci	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Održavanje i njega: nakon svakog treninga ispiranje čistom vodom i sušenje, tjedno strojno pranje 30 °C – 40 °C, sušenje na zraku, nije dozvoljeno kemijsko čišćenje, nije dozvoljeno glačanje)	+	+	+	+	+



2.2.2. PROTOKOLI STARENJA

Protokol starenja pletiva za izradu sportske odjeće za plivanje uključuje sljedeće pojedinačne radnje:

- 1) Odabir ciljane skupine
- 2) Odabir uzoraka materijala
- 3) Definiranje specifičnih uvjeta treniranja
- 4) Definiranje čimbenika starenja
- 5) Definiranje redoslijeda provođenja starenja
- 6) Odabir metoda ispitivanja materijala
- 7) Određivanje potrebnih dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na odabrane metode ispitivanja.



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠT U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041



2.2.2.1. Odabir ciljne skupine

Potrebno je što preciznije definirati sve ciljne skupine koje bi mogle biti korisnici predmetne sportske odjeće. Ako se starenje materijala ne provodi ciljano za pojedinu skupinu sportaša koji se bave plivanjem, preporučeno je pratiti uvjete definirane za skupinu kadeti.

2.2.2.2. Odabir uzoraka materijala

Najčešće korištena pletiva izrađena su iz mješavine poliamidnih i elastanskih vlakana u različitim omjerima i različitim finoća. Trajnost pletiva, posebno otpornost na klor, istezljivost pletiva u svim smjerovima koja osigurava udobnost nošenja, i srednje jaka kompresija za potporu mišićima su željena svojstva materijala za ciljanu skupinu kadeta. Poželjno je svojstvo niskog upijanja vode koje smanjuje otpor kretanja tijela u vodi i brzo sušenje.

2.2.2.3. Definiranje specifičnih uvjeta treniranja

Definiranje uvjeta provodi se sukladno tablici 4. Ako promatramo kadeta koji trenira 120 min, 6 puta na tjedan, 10 sati/tjedan će provesti trenirajući u vodi, a 2 sata/tjedan trenirajući na suhom, obično uz bazen u odjeći za plivanje.

2.2.2.4. Najznačajniji čimbenici starenja

Najznačajniji čimbenici starenja odjeće za plivanje su klorirana voda, 10 sati tjedno, znoj u vodenom mediju i na suhom treningu, 12 sati tjedno, održavanje i njega odjeće nakon svakog treninga uz ispiranje čistom vodom i sušenje te tjedno strojno pranje na 30 °C – 40 °C i sušenje na zraku. Tijekom ljetnih mjeseci (lipanj do rujan) značajan čimbenik starenja odjeće za plivanje, uz uvjet treniranja na otvorenom bazenu, je i UV zračenje.

2.2.2.5. Definiranje redoslijeda starenja

Ubrzano starenje i starenje u laboratorijskim uvjetima treba što je moguće više oponašati prirodno starenje materijala. Primjer redoslijeda starenja dan je u nastavku:

1. CIKLUS:

- 100 SATI NAMAKANJA U KLORIRANOJ VODI, 25 °C (VARIJANTE UZ DODATAK ZNOJA, NAMAKANJE UZ UV ZRAČENJE – PAZITI DA UV ZRAČENJE UTJEČE NA ČITAVU POVRŠINU MATERIJALA KOJI SE STARI),
- 10 PRANJA NA 30 °C – 40 °C I SUŠENJA NA ZRAKU,
- ISPITIVANJE MATERIJALA.

REPEAT!

2. CIKLUS:

- 100 SATI NAMAKANJA U KLORIRANOJ VODI, 25 °C (VARIJANTE UZ DODATAK ZNOJA, NAMAKANJE UZ UV ZRAČENJE – PAZITI DA UV ZRAČENJE UTJEČE NA ČITAVU POVRŠINU MATERIJALA KOJI SE STARI),
- 10 PRANJA NA 30 °C – 40 °C I SUŠENJA NA ZRAKU,
- ISPITIVANJE MATERIJALA.





2.2.2.6. Odabir metoda ispitivanja pletiva

Za evaluaciju svojstava pletiva, preporučeno je ispitivanje sljedećih svojstava:

- temeljni strukturnih parametari pletiva,
- vlačna svojstva pletiva,
- otpornost pletiva na probijanje kuglom,
- otpornost pletiva na habanje u suhom,
- otpornost pletiva na habanje u mokrom,
- otpornost pletiva na piling,
- sposobnost prijenosa vlage,
- brzina sušenja pletiva i
- analiza pletiva temeljem mikroskopske fotografije.

2.2.2.7. Dimenzija uzoraka za starenje s obzirom na planirane metode ispitivanja:

- analiza parametara pletiva (Dh, Dv, m) – (10x10 cm) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- ispitivanje otpornosti tekstilnih materijala na djelovanje vlačnog opterećenja (norma HRN EN ISO 13934-1:2013) – (5x20 cm, 5 uzoraka u smjeru reda i 5 u smjeru niza pletiva) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- otpornost na probijanje kuglom (norma HRN EN ISO 13938-1:2019) – (5x5 cm, 5 uzoraka) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- otpornost pletiva na habanje u suhom (norma HRN EN ISO 12947-3:2008) – (38x38 mm x 5) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- otpornost pletiva na habanje u vodenom mediju (norma HRN EN ISO 12947-3:2008) – (38x38 mm x 5) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage, vrijeme sušenja – (4 mjerenja, dimenzije uzorka 8x8 cm, moguća primjene norme AATCC TM195-2017) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja
- mikroskopska istraživanja, mikrofotometrija – (10x10 cm) x 2 radi ispitivanja materijala nakon 100 i nakon 200 sati starenja



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOST U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

IV. Objavljeni znanstveni radovi



Iz područja starenja pletiva, u sklopu HRZZ projekta objavljeni su sljedeći znanstveni radovi:

1. Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran; Potočić Matković, Vesna Marija: Behavior of Polymer Materials Exposed to Aging in the Swimming Pool: Focus on Properties That Assure Comfort and Durability, *Polymers*, 13 (2021), 15; 2414, 19. [doi:10.3390/polym13152414](https://doi.org/10.3390/polym13152414)
2. Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran: Behavior of Knitted Fabrics Exposed to Natural Aging, *Melliand international*, 27 (2021), 2; 73–75.
3. Brać, Petra; Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran: Characterization of Aging Responses in Materials for Sportswear, *MATRIB 2021 / Ćorić, D. ; Šolić, S.; Ivušić, F. (ur.)*, Zagreb: HDTM – Hrvatsko Društvo za materijale i tribologiju (2021), 76–90.
4. Milun, Kata; Čubrić, Goran; Salopek Čubrić, Ivana: Evaluating the Tactile Comfort of Sportswear Fabrics, *MATRIB 2021 / Ćorić, D.; Šolić, S.; Ivušić, F. (ur.)*. Zagreb: HDTM – Hrvatsko Društvo za materijale i tribologiju (2021), 376–384.
5. Krstović, Katarina; Potočić Matković, Vesna Marija; Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran: Physical-mechanical Properties of Aged Knitted Fabric for Swimsuits. *Tekstilec*, 65 (2021), (157–242), 181–193. [doi:10.14502/tekstilec.65.2022048](https://doi.org/10.14502/tekstilec.65.2022048).
6. Omerović, Tena; Škaper, Ivana; Krstović, Katarina; Salopek Čubrić, Ivana; Potočić Matković, Vesna Marija: Changes of the Mechanical Properties of Swimsuit Fabrics under Natural Outdoor Weathering. *Proceedings of the 22th International Conference on Materials, Tribology & Recycling – MATRIB 2022*, Bušić, M.; Leder Horina, J.; Tropša, V. (ur.). Zagreb: HD MT – Hrvatsko Društvo za Materijale i Tribologiju (2022), 306–317.
7. Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran; Katić Križmančić, Ines; Kovačević, Monika: Evaluation of Changes in Polymer Material Properties Due to Aging in Different Environments, *Polymers*, 14 (2022), 9; 1682, 23. [doi: 10.3390/polym14091682](https://doi.org/10.3390/polym14091682)



TEKSTILNI MATERIJALI ZA
POVEĆANU UDOBNOŠĆ U SPORTU

TEMPO
IP-2020-02-5041

8. Petrov, Antonija; Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran; Katić Križmančić, Ines: Assessing the impact of outdoor aging and test settings to abrasion of materials, MATRIB 2022 – 22th International Conference on Materials, Tribology & Recycling : Conference Proceedings / Bušić, Matija; Leder Horina, Jasna; Tropša, Vlado (ur.). Zagreb: Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju – HDMT (2022), str. 330–344.
9. Krstović, Katarina; Glogar, Martinia Ira; Lovreškov, Veronika; Potočić Matković, Vesna Marija: Colour Fading Of Aged Knitted Materials For Swimsuits, Colour and Colorimetry Multidisciplinary Contributions Vol. XVII A / Siniscalco, Andrea (ur.). Firenza : München: Gruppo del Colore – Associazione Italiana Colore (2022), str. 114–119.
10. Katić Križmančić, Ines; Salopek Čubrić, Ivana; Potočić Matković, Vesna Marija; Čubrić, Goran: Changes in Mechanical Properties of Fabrics Made of Standard and Recycled Polyester Yarns Due to Aging, *Polymers*, 15 (2023), 23; 4511, 17. [doi: 10.3390/polym15234511](https://doi.org/10.3390/polym15234511)
11. Petrov, Antonija; Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran: Influence of aging on the physical properties of knitted polymeric materials, *Polymers*, 16 (2024), 4; 513, 18. [doi: https://doi.org/10.3390/polym16040513](https://doi.org/10.3390/polym16040513)
12. Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran: Influence of Yarn and Fabric Properties on Mechanical Behavior of Polymer Materials and Its Retention over Time, *Polymers*, 16 (2024), 12; 1725–1–21. [doi: 10.3390/polym16121725](https://doi.org/10.3390/polym16121725)
13. Potočić Matković, Vesna Marija; Salopek Čubrić, Ivana; Krstović, Katarina: The Impact of Chlorinated Water and Sun Exposure on the Durability and Performance of Swimwear Materials, *Polymers*, 16 (2024), 21; 1–13. [doi: 10.3390/polym16213050](https://doi.org/10.3390/polym16213050)
14. Salopek Čubrić, Ivana; Čubrić, Goran: Evaluation of knitted fabrics exposed to natural aging, *Melliand international*, 30 (2024), 3; 28–30.
15. Čubrić, Goran; Salopek Čubrić, Ivana; Petrov, Antonija: Abrasion of Polyester Sportswear Materials: The Impact of Yarn Parameters and Aging, *Proceedings of the Tribology 2024 International Conference*, Beč: SETCOR, (2024), 1–4.