

Časopisni svet/*Publishing Council*

**Barbara Simončič**, predsednica/*President*

**Katja Burger**, Univerza v Ljubljani

**Silvo Hribernik**, Univerza v Mariboru

**Tatjana Kreže**, Univerza v Mariboru

**Gašper Lesjak**, Predilnica Litija, d. o. o.

**Nataša Peršuh**, Univerza v Ljubljani

**Petra Prebil Bašin**, Gospodarska zbornica

Slovenije

**Melita Rebič**, Odeja, d. o. o.

**Tatjana Rijavec**, Univerza v Ljubljani

**Daniela Zavec**, ZITTS

**Helena Zidarič Kožar**, Inplet pletiva d. o. o.

**Vera Žlabravec**, Predilnica Litija, d. o. o.

Glavna in odgovorna urednica/  
*Editor-in-Chief*

**Tatjana Rijavec**

Namestnica glavne in odgovorne  
urednice/*Assistant Editor*

**Tatjana Kreže**

Področni uredniki/*Associate Editors*

**Matejka Bizjak, Katja Burger, Andrej**

**Demšar, Alenka Pavko Čuden, Andreja**

**Rudolf, Barbara Simončič, Sonja Šterman,**

**Brigita Tomšič, Zoran Stjepanović**

Izvršna urednica za podatkovne baze/  
*Executive Editor for Databases*

**Irena Sajovic**

Mednarodni uredniški odbor/  
*International Editorial Board*

Arun Aneja, Greenville, US

Andrea Ehrmann, Bielefeld, DE

Aleš Hladnik, Ljubljana, SI

Petra Forte Tavčer, Ljubljana, SI

Darinka Fakin, Maribor, SI

Jelka Geršak, Maribor, SI

Karl Gotlih, Maribor, SI

Memon Hafeezullah, Shanghai, CN

Abu Naser Md. Ahsanul Haque, Daka, BD

Geelong, AU

Ilda Kazani, Tirana, AL

Svetlana Janjić, Banja Luka, BA

Igor Jordanov, Skopje, MK

Petra Komarkova, Liberec, CZ

Mirjana Kostić, Beograd, RS

Manja Kurečič, Maribor, SI

Rimvydas Milasius, Kaunas, LT

Olga Paraska, Khmelnytskyi, UA

Irena Petrinić, Maribor, SI

Željko Penava, Zagreb, HR

Tanja Pušić, Zagreb, HR

Zenun Skenderi, Zagreb, HR

Snežana Stanković, Beograd, RS

Jovan Stepanović, Leskovac, RS

Zoran Stjepanović, Maribor, SI

Simona Strnad, Maribor, SI

Jani Toroš, Ljubljana, SI

Mariana Ursache, Iai, RO

Antoneta Tomljenović, Zagreb, HR

Dušan Trajković, Leskovac, RS

Hidekazu Yasunaga, Kyoto, JP

**tekstilec** (ISSN: 0351-3386 tiskano, 2350-3696 elektronsko) je znanstvena revija, ki podaja temeljne in aplikativne znanstvene informacije v fizikalni, kemijski in tehnološki znanosti, vezani na tekstilno in oblačilno tehnologijo, oblikovanje in trženje tekstilij in oblačil. V prilogah so v slovenskem jeziku objavljeni strokovni članki in prispevki o novostih v tekstilni tehnologiji iz Slovenije in sveta, prispevki s področja oblikovanja tekstilij in oblačil, informacije o raziskovalnih projektih ipd.

**tekstilec** (ISSN: 0351-3386 printed, 2350-3696 online) the scientific journal gives fundamental and applied scientific information in the physical, chemical and engineering sciences related to the textile and clothing industry, design and marketing. In the appendices written in Slovene language, are published technical and short articles about the textile-technology novelties from Slovenia and the world, articles on textile and clothing design, information about research projects etc.

Dosegljivo na svetovnem spletu/*Available Online at*  
[www.tekstilec.si](http://www.tekstilec.si)



Tekstilec je indeksiran v naslednjih bazah/*Tekstilec is indexed in*  
**Emerging Sources Citation Index – ESCI (by Clarivate Analytics)**

Leiden University's Center for Science & Technology Studies

(2020: SNIP 0.705)

**SCOPUS/Elsevier (2020: Q3, SJR 0.270, Cite Score 1.6, H Index 11)**

Ei Compendex

**DOAJ**

WTI Frankfurt/TEMA® Technology and Management/

TOGA® Textile Database

World Textiles/EBSCO Information Services

Textile Technology Complete/EBSCO Information Services

Textile Technology Index/EBSCO Information Services

Chemical Abstracts/ACS

ULRICHWEB – global serials directory

LIBRARY OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ

dLIB

**SICRIS: 1A3 (Z, A', A1/2); Scopus (d)**

# tekstilec

## Ustanovitelj / *Founded by*

- Zveza inženirjev in tehnikov tekstilcev Slovenije /  
*Association of Slovene Textile Engineers and Technicians*
- Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje za tekstilno,  
oblačilno in usnjarsko predelovalno industrijo /  
*Chamber of Commerce and Industry of Slovenia – Textiles,  
Clothing and Leather Processing Association*

## Revijo sofinancirajo / *Journal is Financially Supported*

- Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta /  
*University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering*
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo /  
*University of Maribor, Faculty for Mechanical Engineering*
- Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije /  
*Slovenian Research Agency*

## Izdajatelj / *Publisher*

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta /  
*University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering*

## Sponzor / *Sponsor*

Predilnica Litija, d. o. o.

Revija Tekstilec izhaja štirikrat letno /  
*Journal Tekstilec appears quarterly*

Revija je pri Ministrstvu za kulturo vpisana v  
razvid medijev pod številko 583. Letna naroč-  
nina za člane Društev inženirjev in tehnikov  
tekstilcev je vključena v članarino.

Letna naročnina za posameznike 38 €  
za študente 22 €  
za mala podjetja 90 € za velika podjetja 180 €  
za tujino 110 €

Cena posamezne številke 10 €

Na podlagi Zakona o davku na dodano  
vrednost sodi revija Tekstilec med proizvode,  
od katerih se obračunava DDV po stopnji 5 %.

Transakcijski račun 01100–6030708186  
Bank Account No. SI56 01100–6030708186  
Nova Ljubljanska banka d. d.,  
Trg Republike 2, SI–1000 Ljubljana,  
Slovenija, SWIFT Code: LJBA SI 2X.

## Naslov uredništva / *Editorial Office Address*

Uredništvo Tekstilec, Snežniška 5, SI–1000 Ljubljana  
Tel./Tel.: + 386 1 200 32 00, +386 1 200 32 24  
Faks/Fax: + 386 1 200 32 70  
E–pošta/E–mail: [tekstilec@ntf.uni-lj.si](mailto:tekstilec@ntf.uni-lj.si)  
Spletni naslov / *Internet page*: <http://www.tekstilec.si>

Lektor za slovenščino / *Slovenian Language Editor* Milojka Mansoor

Lektor za angleščino / *English Language Editor* Glen David Champaigne

Oblikovanje platnice / *Design of the Cover* Tanja Nuša Kočevar

Oblikovanje / *Design* Miha Golob

Oblikovanje spletnih strani / *Website Design* Jure Ahtik

Tisk / *Printed by* PRIMITUS, d. o. o.

Copyright © 2021 by Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,  
Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje

Noben del revije se ne sme reproducirati brez predhodnega pisnega dovoljenja  
izdajatelja / *No part of this publication may be reproduced without the prior  
written permission of the publisher.*



IN MEMORIAM	<b>SI 5</b>	Prof. dr. Sonja Malej - Kveder (1931–2020)
STROKOVNI ČLANKI	<b>SI 7</b>	<i>Branko Neral, Suzana Arnuš</i> Higiena pranja tekstilij in pandemija Covid-19 <i>Textile Washing Hygiene and the Covid-19 Pandemic</i>
	<b>SI 18</b>	<i>Tadeja Penko, Andreja Rudolf</i> Pametna oblačila: Področja uporabe in primeri <i>Smart Garments: Areas of Application and Examples</i>
	<b>SI 36</b>	<i>Alenka Ojstršek, Veličković, Marjan Leber, Darinka Fakin</i> Conductive Textiles as a Base for the Co-creation of Assistive Technology' Clothing for Older People <i>Prevodne tekstilije kot osnova za soustvarjanje oblačil z vključeno podporno tehnologijo za starejše ljudi</i>
	<b>SI 44</b>	<i>Jaka Mušič, Nina Zvizdalo, Jasna Bahovec, Tilen Sinožič, Jaka Ceglar, Urška Stankovič Elesini</i> Študij na daljavo skozi izkušnjo študentov <i>Experience of Students on Distance Learning</i>
ŠTUDIJ NA DALJAVO	<b>SI 56</b>	<i>Olivera Šauperl, Jelka Geršak, Sonja Šterman, Silva Kreševič Vraz, Peter Ciuha, Aleksander Praper, Andreja Rudolf, Zoran Stjepanović, Andrej Cupar, Andreja Rudolf in Jasmin Kaljun – Izzivi dela na daljavo s področja tekstilnih materialov in oblikovanja izdelkov na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru</i>
ŠTUDENTSKI INOVATIVNI PROJEKTI (ŠIPK) ZA DRUŽBENO KORIST 2016–2020	<b>SI 71</b>	<i>Živa Zupin – Raziskovanje zgodovine nogavičarstva in oblikovanje sodobnih nogavic – akronim ŠTUMFI</i>
	<b>SI 74</b>	<i>Andreja Rudolf, Andrej Cupar – Stari materiali v novi podobi (SMaNoPo)</i>
PO KREATIVNI POTI DO ZNANJA (PKP) 2017–2020	<b>SI 76</b>	<i>Andreja Rudolf, Karl Gotlih – Razvoj pametnih športnih nogavic (SmartGo4Goal)</i>
	<b>SI 78</b>	<i>Brigita Tomšič – Je oprano perilo res čisto?</i>

- Zoran Stjepanović, Andreja Rudolf* – Cilji in rezultati mednarodnega projekta Skills4Smartex iz programa ERASMUS+ **SI 80** ERASMUS+
- Zala Orel* – BIEN je iz tekstila **SI 85** RAZSTAVE
- Marija Jenko, Katja Burger Kovič in Arijana Gadžijev* – Predstavitev razstav študentov Katedre za oblikovanje oblačil in tekstilij Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani na veliki razstavi BIEN 2020 v Kranju **SI 86**
- Damjana Celcar in doc. Jana Mršnik* – Študenti Fakultete za dizajn na veliki tekstilni razstavi BIEN 2020 v Kranju **SI 89**
- Almira Sadar* – Mala črna obleka **SI 91**
- Marija Jenko* – Novi načini rabe tekstilij in upodobitev interaktivnega interiera prihodnosti **SI 93**
- Damjana Celcar in Tanja Devetak* – Razstava in simpozij Preteklost oblikuje sedanost – ALMIRA **SI 95**
- Damjana Celcar, Jana Mršnik in Tanja Devetak* – Nagradi Perspektivni na Mesecu oblikovanja 2020 ter Priznanja DOS – Daljnogled in Oblikovalski presežki študentov Fakultete za dizajn **SI 97** NAGRADE
- Petja Zorec* – KOTOfolio **SI 100** SPLETNI PORTAL



*Zdaj bivaš vrh višave jasne,  
kjer ni mraka, ni noči;  
tam sonce sreče ne ugasne,  
resnice sonce ne stemni.  
(Simon Gregorčič)*

In memoriam

## Prof. dr. Sonja Malej - Kveder (1931–2020)

Ne da bi vedeli, je avgusta lani preminila prof. dr. Sonja Malej - Kveder. Tiho in mirno so se poslovili od nje v ožjem družinskem krogu, tako kot so zahtevali ukrepi ob epidemiji.

Rodila se je 21. januarja 1931. leta v Polju v Bohinju. Po končani gimnaziji na Jesenicah, kjer je leta 1950 maturirala, je vpisala študij kemije na kemijskem oddelku Fakultete za rudarstvo, metalurgijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani in diplomirala 22. februarja 1958. Prva štiri leta po diplomi je bila zaposlena v kemičnem laboratoriju Železarne Jesenice. Poleg rednega dela, reševanja kemijskotehnoloških tekočih problemov v obratih železarne, je z znanjem, pridobljenim na podiplomskem izobraževanju iz elektrokemijskih analitskih metod, fotometrije in masne spektroskopije, v laboratoriju uspešno uvajala moderne analitske metode. Postala je članica Zvezne komisije za standardizacijo in sodelovala pri izdelavi standardov JUS za železne rude. O rezultatih analitskih in tehnoloških raziskav je pisala v takratnem strokovnem glasilu *Železar*.

Življenjska pot jo je z Jesenic kmalu odpeljala nazaj v Ljubljano. Zaposlila se je na Zavodu za zdravstveno in tehnično varnost pri delu, vendar tam ni ostala dolgo. Junija 1962. leta se je vrnila na univerzo, tokrat kot asistentka na Katedri za tekstilne surovine in preiskave, na takratni Oddelek za tekstilno tehnologijo (OTT) Fakultete za naravoslovje in tehnologijo (FNT) Univerze v Ljubljani. Področje tekstilne tehnologije je boljše spoznala že med študijem in tudi njeno diplomsko delo je bilo povezano s tekstilstvom. Za raziskavo z naslovom "Racionalizacija postopka beljenja lanene preje" je prejela študentsko Prešernovo nagrado. Dobro desetletje je bila tesna sodelavka prof. dr. Franja Kočevarja, ki je bil utemeljitelj nove študijske smeri tekstilne tehnologije in podiplomskega študija tekstilstva. Diplomirana inženirka Malejeva je magistrirala 8. maja 1972. Z uspešno obrambo disertacije z naslovom »Vpliv frakcioniranega raztapljanja na mikrostrukturo in lastnosti poliamidnih 6 vlaken« pa je 4. novembra 1975 pridobila naziv doktorice tekstilnih znanosti.

Na Oddelku za tekstilno tehnologijo je bila 14. oktobra 1976 izvoljena v docentko za predmeta Nauk o vlaknih in Tekstilne preiskave, 19. februarja 1982 za izredno profesorico in 21. decembra 1987 za redno profesorico. V vseh letih službovanja je predano delovala na pedagoškem, raziskovalnem in strokovnem področju. Vzgojila je vrsto uspešnih študentov in diplomantov, ki so se uveljavili v tekstilnih tovarnah po vsej Jugoslaviji. Bila je mentorica mladim raziskovalcem, ki so pomladili, dopolnili in strokovno obogatili kadre na OTT.

Raziskovalno delo prof. Malejeve je bilo usmerjeno predvsem v študij vlaken: študij reakcij sinteze sintetičnih vlaken iz osnovnih surovin; študij fizikalnih in kemijskih lastnosti naravnih in sintetičnih vlaken z vplivom različnih kazalcev – proizvodnih in predelovalnih okoliščin na razvoj, urejevanje makromolekul, na njihovo nadmolekulsko strukturo, temeljno nosilko vseh končnih lastnosti vlaken; vpliv hitrega predenja in predilnih okoliščin na raztezno teksturirane filamente; razvoj vlaken s posebnimi lastnostmi; razvoj novih tekstilnih materialov, njihovo razširjeno uporabo; visokotrde tehnične poliestrske filamentne preje; ultrafina sintetična vlakna; diferencialno obarvljiva poliamidna vlakna; visokoraztegljiva vlakna; ojačitev cementnih izdelkov z armiranjem s polipropilenskim vlakni. Aktivno je sodelovala na domačih in tujih strokovnih srečanjih – simpozijih ter v priznanih domačih in mednarodnih uveljavljenih, uglednih strokovnih revijah objavljala rezultate raziskav v soavtorstvu skupaj s sodelavci. Vsa dokumentirana dela od 1962. do 1996. leta obsegajo 31 enot raziskav, elaboratov in ekspertiz, osem enot samostojnih publikacij in učbenikov, 70 znanstvenih in strokovnih člankov in en patentni spis.

Poleg pedagoškega in raziskovalnega dela je bilo izjemno pomembno njeno strokovno delo. Z dobrim poznavanjem stroke in razmer v tekstilni industriji je v programskem svetu Raziskovalne skupnosti Slovenije (RSS) prispevala svoj delež k oblikovanju raziskovalne politike v takratni Republiki Sloveniji. Pri pripravi tekstilnih

standardov in tekstilne strokovne terminologije je delovala v komisiji Jugoslovanskega zavoda za standardizacijo tekstilnih proizvodov, v komisiji za napredek kakovosti pri Gospodarski zbornici Slovenije (GZS) in pri izdelavi predlogov JUS-standardov za kemična vlakna. Tudi ko je bila že upokojena, je pri Inštitutu za slovenski jezik Frana Ramovša dobro desetletje sodelovala pri pripravi tekstilnih gesel za nov tehniški slovar. Prof. dr. Malejeva je uživala velik ugled v tekstilni industriji, s katero je med drugim še zlasti aktivno sodelovala kot dolgoletna vodja Inštituta za tekstilno tehnologijo (ITT) na Oddelku za tekstilno tehnologijo, kjer je skrbela za izdelavo ekspertiz, atestov in analiz za tekstilno industrijo in trgovino.

Njena skrb za uspešnejši študij in razvoj OTT se je kazala v predanem delu, sprva kot predstojnice Katedre za tekstilne surovine in preiskave, pozneje kot namestnice predstojnika OTT in od leta 1986 do konca leta 1992 kot predstojnice Oddelka za tekstilno tehnologijo. Pomembno je pripomogla k posodobitvi in dopolnitvi raziskovalne opreme in tudi k uspešni strokovni rasti ter razvoju celotnega oddelka. Nekatera oprema, kot je laboratorijska naprava za talilno oblikovanje kemičnih vlaken, se na oddelku še vedno koristno uporablja v raziskovalne namene.

Prof. dr. Sonja Malej - Kveder se je še vsa polna energije upokojila 1. marca 1993. leta. Po upokojitvi je še dve leti predavala in bila mentorica podiplomskim študentom in doktorandom ter recenzentka za strokovna časopisa Tekstil in Tekstilec ter učbenikov o vlaknih in tekstilnih preiskavah.

Prof. dr. Sonja Malej - Kveder je trajno prisotna in zapisana v zgodovini razvoja Oddelka za tekstilno tehnologijo, sedanjem Oddelku za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje Naravoslovnotehniške fakultete, kjer je s svojim pozitivnim delovanjem na pedagoškem, raziskovalnem in strokovnem področju delala kot lucidna raziskovalka, ki je verjela v timsko delo in pomembnost dopolnjevanja ter medsebojne presoje rezultatov. Bila je prijetna sodelavka, vedno pripravljena poslušati in razumeti sobesednika.

Ostajajo spomini prijateljskega družjenja, na izlete v gore, na njen čut za sočloveka in njeno skromnost. Mi, njeni sodelavci in prijatelji, smo ji hvaležni za vse, kar je storila za nas, za kakovost študija tekstilstva in za tekstilno stroko - ohranili jo bomo v lepem spominu.

*Sodelavci*

Branko Neral, Suzana Arnuš  
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija

---

# Higiena pranja tekstilij in pandemija Covid-19

## *Textile Washing Hygiene and the Covid-19 Pandemic*

### Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 3-2021 • Sprejeto/Accepted 3-2021

Korespondenčni avtor/Corresponding author:

Izr. prof. dr. Branko Neral

E-pošta: branko.neral@um.si

Telefon: +386 2 220 7893

---

### Izvleček

V letu, ko je bila razglašena pandemija Covid-19, je bilo veliko pozornosti namenjene različnim potem prenosa mikroorganizmov, širjenju okužb, splošnim higienskimi ukrepom, skorajda nič pa higieni nege tekstilij. Znano je, da so tudi tekstilije zaradi svojih strukturnih lastnosti mogoči vektor prenosa mikroorganizmov in s tem širjenja okužb. Tema je še posebej aktualna v industrijskih, obrtnih in drugih pralnicah, kjer se vsak dan razkuževalno perejo velike količine tekstilij z različnih področij uporabe in iz različnih ustanov. Pri industrijskem pranju ima, razen odstranjevanja madežev, velik pomen tudi uničevanje patogenih mikroorganizmov, s katerimi pridejo tekstilije v stik pri preiskavah, zdravljenju, negi in oskrbi v zdravstvenih in socialnovarstvenih ustanovah in domovih za ostarele. Pralnice, ki perejo in razkužujejo tekstilije iz bolnišnic, zdravstvenih domov, socialnovarstvenih ustanov ter drugih mikrobiološko tveganih področij, morajo zagotavljati in obvladovati kakovost in higieno nege, kar ima poseben pomen prav v času pandemije Covid-19.

Ključne besede: nega tekstilij, higiena nege, epidemija, RABC

### Abstract

*In the year when the Covid-19 pandemic was declared, much attention was paid to the various paths of microorganism transmission, the spread of infections and general hygiene measures, but almost no attention was given to textile care hygiene. Textiles are also known to be a possible vehicle for the transmission of microorganisms and thus the spread of infections due to their structural properties. This topic is especially pertinent in industrial, craft and other laundries, where large quantities of textiles are washed daily using disinfectants from various fields of application and from various institutions. Of great importance in industrial washing, in addition to removing stains, is the destruction of pathogenic microorganisms with which textiles come into contact during examinations, treatment, nursing and care in health and social care institutions and nursing homes. Laundries that wash and disinfect textiles from hospitals, health centres, social security institutions and other areas subject to microbiological risks must ensure and manage the quality and hygiene of care, which is of particular importance during the Covid-19 pandemic.*

*Keywords: textile care, hygiene care, epidemic, RABC*

---

## 1 Uvod

Tekstilije, ki se uporabljajo v zdravstvenih ustanovah, domovih starejših občanov in socialnovarstvenih zavodih (DSO-SVZ), farmacevtski, kozmetični in pre-

hrambni industriji, morajo ustrezati tako kriterijem udobja kot zaščite uporabnikov. Pri njihovi uporabi prihaja do kontaminacije, onesaženja z nečistočami in mikroorganizmi (MO), in to tako na kontakten kot tudi na aerosolen način. Zaradi prisotnosti patogenih

MO takšne tekstilije pomenijo resno nevarnost za bolnike, varovance in zaposlene. Že Robert Koch je leta 1886 dokazal [1], da so tekstilije lahko rezervoar in vektor prenosa patogenih mikroorganizmov, saj so zaradi velike hidrofilnosti (sposobnosti navzemanja zračne vlage in telesnih izločkov) in toplotnih lastnosti vlaken ugodno okolje za preživetje in rast virusov, bakterij in gliv. Naloga pralnic torej je, da tovrstne nečistoče odstranijo in biokontaminirane tekstilije očistijo in razkužijo ter jih vrnejo v ponovno uporabo. Prav tako morajo pralnice zagotavljati, da so pralno-razkuževalni in sušilni postopki okoljsko sprejemljivi ter ne povzročajo onesnaževanja okolja in poškodb tekstilij, s katerimi bi skrajšali njihovo življenjsko dobo.

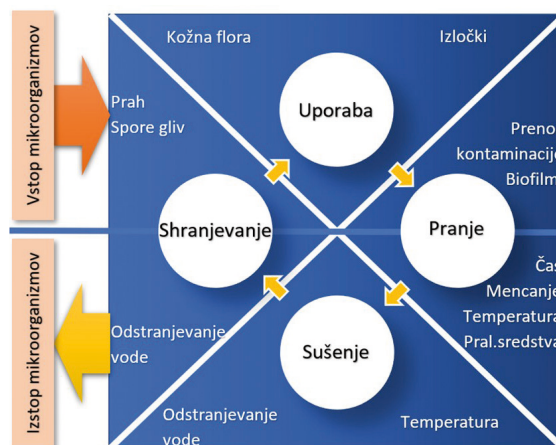
V dvajsetem stoletju je za nekaj časa prevladalo prepričanje, da bo javno zdravstvo ob podpori sodobnih cepiv sposobno preprečiti infekcijske bolezni. Dogaja pa se ravno nasprotno (slika 1). Periodični pojavi epidemij in pandemij (španska, azijska in hongkonška gripa, ebola, prašičja in ptičja gripa, aids, SARS) postavljajo pred znanost vedno nove izzive [2, 3]. Analiza podatkov o širjenju koronavirusa SarsCov-2 v Sloveniji, ki povzroča bolezen Covid-19, razkriva, da 2,11 odstotka okužb izvira iz bolnišnic in drugih zdravstvenih ustanov, 7,10 odstotka iz DSO-SVZ ter 18,80 odstotka z delovnih mest [4]. Rezultati raziskav, opravljenih pred in po izbruhom pandemije Covid-19 in po njej, dokazujejo, da je obvladovanje higijene nege tekstilij (zbiranje, razvrščanje in transport nečistih tekstilij ter pranje/razkuževanje tekstilij, sušenje, likanje, zlaganje in transport čistih tekstilij na oddelke ali v ustanove) eden izmed pomembnih dejavnikov pri preprečevanju okužb v zdravstvenih ustanovah in DSO-SVZ [5–8].

### Mikroorganizmi

V naravi obstaja nešteto vrst MO, med katere se uvrščajo tako virusi, bakterije, kot tudi glive in praživali. Med njimi obstaja samo manjše število MO, ki povzročajo bolezni rastlin, živali in človeka [9, 10]. Človeško telo poseljujejo najrazličnejši MO, ki sestavljajo t. i. normalno ali stalno mikrobno floro. V njej prevladujejo bakterije, ki so na človeškem telesu

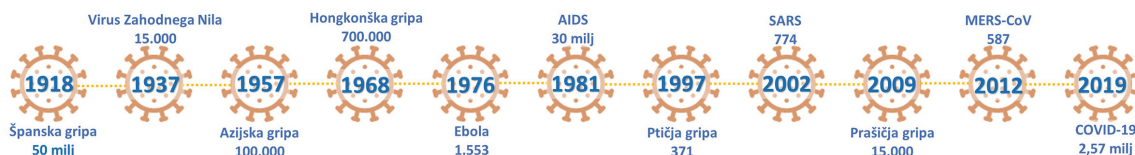
in v njem neškodljive ter lahko našemu organizmu celo koristijo. Zaviranje rasti človeškemu organizmu nevarnih bakterij in sodelovanje pri presnovnih procesih sta samo dva izmed takšnih pojavov. MO, ki ogrožajo človekovo zdravje, so t. i. patogeni MO, kjer je okužba posledica delovanja bakterije same ali presnovnih produktov bakterije, tj. toksinov, ki jih izloča bakterija. Opravka imamo tudi z oportunističnimi MO, ki v normalnih okoliščinah človeku niso nevarni, pri znižanju njegove telesne odpornosti in oslavitvi imunskega sistema pa povzročijo okužbe in pojave bolezni [10].

S stališča pranja tekstilij zdravstvenih ustanov in DSO-SVZ obstajata dva glavna vira biološkega onesnaženja tekstilij z MO (slika 2) [11].



Slika 2: Vstop in odstranjevanje MO ter postopek razkuževanja tekstilij [11]

Prvi vir je človeško telo. Razen kožne mikrobiote ali kožnih patogenov, ki lahko preidejo na tekstilijo med njeno nošnjo ali uporabo, se uvršča še naključno onesnaženje s hipotetično kontaminiranimi človeškimi izločki, npr. fekalijami, izbljuvki, izcedki iz ran itd. V končni fazi lahko na takšnih tekstilijah pričakujemo širok spekter različnih vrst MO, in to v večjem ali manjšem številu. Vrednotenje razkuževalnih učinkov pranja tekstilij iz zdravstvenih ustanov in DSO-SVZ je zasnovano na predpostavki, da tekstilije vsebujejo



Slika 1: Izbruhi virusnih bolezni in št. umrlih [43]. Podatki za Covid-19 na dan 4.3.2021.



razen različnih vrst nečistoč (zmes polarnih in nepolarnih nečistoč, različnih agregatnih stanj) tudi viruse, grampozitivne in gramnegativne bakterije ter glive. Drugi vir biokontaminacije tekstilij sta pralno-sušilna tehnika in stanje v delovnem okolju, kjer poteka nega tekstilij. Raziskave so potrdile, da pranje tekstilij ne vpliva samo na zmanjšanje (redukcijo) števila MO, temveč lahko pripomore tudi k njihovem povečanju. Opaženo je bilo, da se je v določenih okoliščinah po končanem razkuževalnem pranju število MO še celo povečalo [12]. Analize so pokazale, da je vzrok lahko okužena voda, ki vstopa v proces pranja, pomanjkljiva higijena pralnih strojev, dozirnih naprav, pralne tehnike (samorazkuževalna pranja) in ponovna redepozicija MO [13]. Prav tako je bilo ugotovljeno, da večkratno nizkotemperaturno pranje tekstilij brez periodičnih samorazkuževalnih pranj pralnih strojev in nastanek biofilmov (vlakna, pralna sredstva, nečistoče, MO) bistveno poslabša razkuževalne učinke pranja [14]. Med sekundarne vire biokontaminacije opranih tekstilij se prištevajo tudi pomanjkljivo čiščenje in razkuževanje sušilne opreme (ožemalne stiskalnice, bobenski sušilni stroji in komore, širinski likalniki) in delovnega okolja (odlagalne in zlagalne ter skladiščne površine, transportna sredstva in oprema), kot tudi osebna higijena zaposlenih (roke, koža, lasje, delovna in zaščitna oblačila).

### Preživetje MO

Fijanová s sodelavci je izvedla raziskavo, da bi ovrednotili preživetje treh patogenih bakterij *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*, ki so najpogostejši povzročitelji bolnišničnih okužb [15]. Kontaminaciji vzorcev bombažne tkanine z bakterijami je sledila inkubacija pri 25, 5 in 50 °C. Preživetje vsake od bakterij je bilo ovrednoteno s klasično števno metodo in z molekularno metodo detektiranja specifične DNA. Raziskava je pokazala, da je *E. faecium* najodpornejša bakterija pri vseh treh izbranih temperaturah. *E. faecium* in *S. aureus* sta pri najvišjem začetnem inokulumu na bombažni tekstiliji pri 20 °C preživeli do 21 dni. *E. faecium* in *P. aeruginosa* sta preživeli pri 50 °C samo do devetega in tretjega dne. Vse bakterije so pri 5 °C na bombažnih vzorcih preživele: *E. faecium* 12 dni, *P. aeruginosa* in *S. aureus* manj kot 6 dni. Preživetje izbranih bakterij za več kot tri dni v odvisnosti od temperature okolice dokazuje, da je površina bolnišničnih tekstilij primerno okolje za preživetje in razvoj MO ter eden od vektorjev prenosa patogenov, ki povzročajo zdravju nevarne infekcije.

Že leta 2003, ob pojavu infekcijske bolezni SARS, so ugotovili, da je povzročitelj virus Sars-Cov drugačen od vseh prej poznanih virusov iz te družine, in to tako pri ljudeh kot živalih [16]. Ugotovili so, da SARS povzroča popolnoma nov virus, proti kateremu človeštvo ni imuno. Koronavirusi so enovijačni virusi z maščobno ovojnico, so okrogle ali eliptične oblike, veliki med 60 nm in 140 nm, občutljivi na čistila z neionskimi tenzidi [17]. Prenašajo se najpogosteje kapljično in na kontaminiranih površinah.

Članki, ki so bili objavljeni ob pojavu pandemije Covid-19, navajajo zelo različne in pogosto celo nasprotujoče si podatke o preživetju virusa SarsCov-2 na zaščitnih obraznih maskah ali tekstilijah, kar bi lahko pripisali pomanjkanju znanja o vlaknih. V nekaterih raziskavah so uporabljali industrijske tekstilne izdelke, ne da bi jih prej obdelali. Upravičeno lahko torej sklepamo, da so ostanki plemenitilnih sredstev (tekstilna pomožna sredstva, belila, barvila, tiskarske gošče) vplivali na preživetje MO.

Aboubakr je ugotovil, da virus SarsCov ter drugi človeški in živalski virusi preživijo na visokoporoznih tekstilnih materialih več dni, medtem ko na bakreni površini le nekaj ur. Koronavirusi naj bi preživeli na zunanem ali notranjem sloju zaščitne kirurške maske od štiri do sedem dni, bistveno manj pa na oblačilih (en ali dva dni) [18].

Ridell je raziskoval vpliv temperature (20, 30 in 40 °C) na preživetje virusa SarsCov-2 na različnih trdnih ter gibkih in poroznih površinah. Inokulirani vzorci bombažne tkanine z izolatom virusa in začetno koncentracijo 10<sup>4</sup> cfu/ml so bili v inkubatorju pri 50-odstotni relativni vlagi in določeni temperaturi od ene ure do 28 dni. Ugotovil je, da virusa iz vzorca bombažne tkanine pri temperaturi zraka inkubatorja 20 °C ni bilo mogoče izolirati po 14 dneh od inokulacije. Pri temperaturi zraka 30 °C je bilo mogoče zaznati prisotnost virusa še tri dni po inokulaciji. Medtem ko prisotnosti virusa pri temperaturi 40 °C na vzorcu bombažne tkanine ni bilo mogoče več zaznati po 24 urah in na preostalih preskušanih trdnih površinah (papirni in polimerni bankovci, nerjavno jeklo, steklo, PVC) po 48 urah. Začetna koncentracija virusa se je pri temperaturi zraka 40 °C pri vseh preskušanih vzorcih znižala za več kot štiri log stopnje, kar je enakovredno 99,99-odstotni redukciji virusa [19].

### Razkuževanje tekstilij

Sterilizacija je proces, s katerim se odstranijo in uničijo vsi MO, vključno z najodpornejšimi bakterijskimi sporami [20, 21]. Izvaja se na fizikalen (nasičena



in pregreta vodna para, vroč zrak, UV in IR sevanje), kemičen (alkoholi, aldehidi, fenol, halogeni, etilen oksid, plazma) ali kombiniran način ter se uporablja predvsem za trdne površine. Za porozne površine, med katere se uvršča večina bolnišničnih tekstilij in tekstilij DSO-SVZ, pa se uporabljajo postopki razkuževanja, ki zmanjšajo število patogenih in oportunističnih MO do stopnje, ko ne ogrožajo več zdravja in ne morejo povzročiti okužbe. Vendar ni nujno, da razkuževalni postopek uniči tudi spore.

Po Jaski in Fredellu [22] ni pomembnih bistvenih razlik med procesoma odstranjevanja nečistoč in MO iz tekstilij. Na odstranjevanje bakterij, gliv in virusov iz tekstilij pri negi odločilno vplivajo temperatura pranja, kopelno razmerje, dodatek belilno-razkuževalnih sredstev, čas pranja ter z njimi povezani mehansko-kemijski mehanizmi [22, 23]. Ugotovljeno je bilo, da se pri temperaturah pralnih kopeli, nižjih od 50 °C, iz tekstilije v kopel ostrani 95 % MO, vendar ti preživijo proces pranja [24, 25]. Zadovoljive razkuževalne učinke pri negi bolnišničnih tekstilij ali tekstilij DSO-SVZ dosežejo pralnice s konvencionalnimi postopki pranja, kot so termični (visokotemperaturno pranje) in kemijski postopek (peroksiocetna kislina, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ozon) ter kombinacija obeh postopkov (kemijsko-termično pranje). Pred začetkom pandemije Covid-19 so se najpogosteje izvajali kombinirani nizkotemperaturni kemijsko-termični postopki razkuževanja tekstilij, manj pa klasični kemijski in termični postopki, predvsem zaradi velike porabe energije, vode in pralno-razkuževalnih sredstev, ki lahko prav tako odločilno vplivajo na skrajšanje življenjske dobe tekstilij in strojnih delov opreme za pranje [26].

Chin je s sodelavci raziskal vpliv okolja na obstojnost virusa SarsCov-2 [27]. Ugotovil je, da je v območju pH vrednosti od 3 do 10 virus izredno obstojen. Na drugi strani pa se je izkazalo, da enourna izpostavitve pri pH od 12 do 14 virus popolnoma inaktivira, v čemer se razlikuje od izpostavitve samo temperaturam 4 °C, 25 °C in 37 °C. Prav tako ta virus popolnoma onesposobi kombinacija temperature 25 in 37 °C in pH vrednosti med ena in tri.

Dovzetnost virusov za razkuževalna sredstva je odvisna od njihove lipofilne ali hidrofilne narave, tj. ali imajo maščobno ovojnico ali ne [17]. Leta 1983 sta Klein in Deforest razvrstila viruse v tri skupine. V skupini A so lipofilni virusi z ovojnico, v skupini B hidrofilni brez ovojnice in v skupini C, intermediatne topnosti brez ovojnice. Prav tako sta razdelila razkužila v skupino lipofilnih sredstev, ki ne onesposobijo

virusov z maščobno ovojnico, in na sredstva z inaktivacijo širokega spektra virusov. Na podlagi njune klasifikacije virus SarsCov-2 uspešno onesposobijo lipofilna razkuževala, kot so: halogeni, aldehidi, kvaternarne aminijeve spojine, fenoli, alkoholi, peroksidi, proteaze in pralna sredstva, ki vsebujejo neionske površinske aktivne snovi.

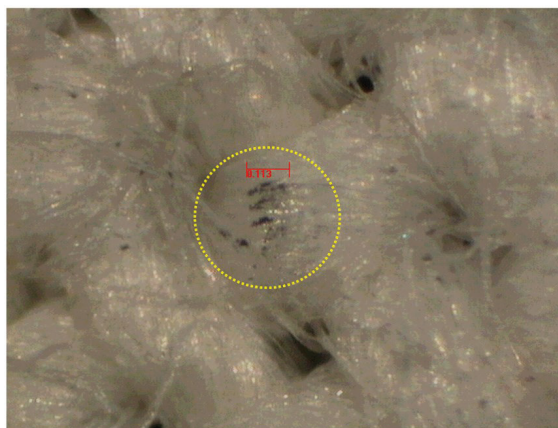
### SIST EN 16616, Vrednotenje razkuževalnih učinkov pranja

Posledica neustreznih razkuževalnih učinkov pranja je preživetje MO, s čimer obstaja možnost primarnega ali sekundarnega prenosa in biokontaminacije drugih tekstilij. Do leta 2016 so se razkuževalni učinki pranja vrednotili na podlagi priporočil nemškega inštituta za javno zdravje in biomedicino Robert Koch Institut (*RKI, nem. Robert Koch Institute Berlin*) ter združenja za higieno in mikrobiologijo DGHM (*nem. Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie Hannover*).

V letu 2015 je začel veljati standard SIST EN 16616:2015, ki določa metodo in vrednotenje učinkovitosti preskušanih pralno-razkuževalnih sredstev [28]. Namenjen je ustanovam, kjer obstaja možnost biokontaminacije ter se zahteva nadzor higiene tekstilij in preprečevanje širjenja okužb. Med te prištevajo bolnišnice in druge zdravstvene ustanove, DSO-SVZ, šole, vrtce, prehrabno, farmacevtsko in kozmetično industrijo, hotele in pralnice zaščitnih oblačil.

Standardna metoda je zasnovana na tekstilnih bioindikatorjih z različnimi MO (bakterije, glive), razkuževalnem pranju v laboratorijskem bobenskem pralnem stroju (70 % polnitev), enokopelnem programu pranja ter razmerah, ki jih predpiše proizvajalec razkuževalnega sredstva (temperatura pranja, kontaktni čas, kopelno razmerje). Opisana je priprava tekstilnih bioindikatorjev, kjer je kot nosilec MO uporabljena standardna bombažna tkanina DIN ISO 6627:2016 [29], vrste MO in njihovo začetno minimalno število kolonij (*cfu, angl. Colony forming Unit*) (slika 3). Razkuževalni učinek pranja se ovrednoti na podlagi klasične metode štetja števila kolonij MO na selektivnih gojiščih in izračunu stopnje redukcije MO *REDcfu*.

Razkuževalni učinek kemijsko-termičnega procesa pranja s priporočeno koncentracijo pralnega/razkuževalnega sredstva (pri preskušani temperaturi pralne kopeli, ki je nižja od 60 °C, času pranja in kopelnem razmerju) se oceni kot učinkovit, če zmanjša začetno število kolonij bakterij (*Pseudomonas aeruginosa*,



Slika 3: Kolonije *Enterococcus faecium* na bombažni tkanini

*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus hirae*) za več kot sedem logaritemskih stopenj ali gliv (*Candida albicans*) za več kot šest logaritemskih stopenj.

Razkuževalni učinek kemijsko-termičnega procesa pranja s priporočeno koncentracijo pralnega/razkuževalnega sredstva (pri preskušani temperaturi pralne kopeli, ki je višja ali enaka 60 °C, času pranja in kopelnem razmerju) se oceni kot učinkovit, če zmanjša začetno število kolonij bakterij *Enterococcus faecium* za več kot sedem logaritemskih stopenj.

### Poti prenosa v pralnico in v njej

Najpogosteje prihajajo mikroorganizmi v pralnice z nečistimi in okuženimi tekstilijami, ki so bile v neposrednem stiku z bolniki ali varovanci, katerih zdravstveno stanje ni vedno znano. Zato je pomembno, da se tekstilije ustrezno razvrstijo že na mestu nastanka okužbe ter v primeru znane kužne bolezni tudi primerno označijo. Cilj razvrščanja in označevanja sta preprečevanje mešanja okuženih in neokuženih nečistih tekstilij in zagotavljanje higiene tekstilij po končanem pranju ter s tem prekinitev morebitnih poti prenosa okužb [30].

MO se v pralnici lahko prenašajo neposredno ali posredno. Neposredno se MO prenašajo z okuženimi rokami, predmeti, pripomočki, pralno-sušilnimi stroji in delovnimi površinami. Med posredne poti prenosa štejejo okužene tekstilije, zrak, voda in delovno okolje pralnice.

V okviru triletnega projekta so bile raziskane vrste, številčnost in poti prenosa MO v nizu bolnišničnih pralnic in pralnic DSO-SVZ v ZRN [5, 30]. Rezultati so pokazali, da se na tekstilijah nahaja širok spekter različnih vrst MO, katerih število je odvisno od

področja uporabe tekstilije. Ugotovili so, da se na tekstilijah iz DSO-SVZ nahaja do 1012 kolonij MO/kg nečistih tekstilij, medtem ko so tekstilije z različnih aseptičnih bolnišničnih oddelkov vsebovale do 1010 kolonij MO/kg nečistih tekstilij. Avtorji sklepa, da kilogram fekalno nečistih tekstilij iz DSO-SVZ vsebuje toliko MO, kot jih vsebuje 100 kg tekstilij iz aseptične operacijske dvorane bolnišnice.

V manjšem obsegu je bila izvedena tudi raziskava, ki sta jo izvedla Center za nego tekstilij Fakultete za strojništvo Univerze v Maribor in Center za mikrobiološke analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor. Cilj raziskave je bil zbrati podatke o izvoru MO, analiza morebitnih poti prenosa v pralnici in izvedba korekturnih in sanacijskih ukrepov v skladu s sistemom zagotavljanja kakovosti higiene v pralnicah [31]. V pralnicah, ki negujejo bolnišnične tekstilije, tekstilije zdravstvenih domov, laboratorijev, zdravilišč, tekstilije iz DSO-SVZ, vrtcev, živilske industrije, gostinske in turistične dejavnosti, so bile opravljene preveritve higiensko-tehnične ustreznosti za pridobitev certifikata kakovostne nege tekstilij. Mikrobiološke analize so vključevale vrednotenje razkuževalnih učinkov pranja, vzorcev vstopnih in izpiralnih vod, odtise vlažnih opranih in posušenih tekstilij, pralne in sušilne tehnike, odlagalne in skladiščne površine opranih in zloženih tekstilij in rok zaposlenih. Pri vrednotenju mikrobiološke ustreznosti so bile upoštevane definirane kritične mejne vrednosti v skladu s standardom SIST EN 16616 [28] in sistemi zagotavljanja kakovosti higiene v pralnicah [31-35]. V raziskavi smo se osredotočili na bakterije, ki so v več kot 90 odstotkih primerov povzročitelj bolnišničnih okužb [10], za dokazovanje prisotnosti virusov pa bi morali uporabiti zahtevne molekularne tehnike PCR. Rezultati so prikazani v preglednici 1. Pričakovana je ugotovitev, da MO pridejo v pralnice najpogosteje z okuženimi tekstilijami. Nekoliko presenetljiva pa je večja pojavnost MO v vodah, ki vstopajo v pranje kot posledica neprimerne in pomanjkljivega vzdrževanja naprave za mehčanje vode. Dokaj pogosta so tudi onesnaženja, ki izvirajo iz mikrookolja pralnice. Vzroki so najpogosteje pomanjkljiva higiena, čiščenje in vzdrževanje strojno-sušilno-dozirne opreme in motnje v njihovem delovanju, nastanek rdečih oblog in plesni na vlažnih mestih pralnice, pomanjkljivo čiščenje in servisiranje klimatskih ter prezračevalnih naprav.

Ugotovili smo, da je pomanjkljiva higiena pralne in sušilne opreme najpogostejši vzrok za biokontaminacijo opranih in razkuženih tekstilij. Prav tako se

Preglednica 1: Pregled najpogosteje najdenih skupin MO v pralnicah RS (2010–2020)

Skupina	Izvor	Mogoče poti prenosa v pralnici	Mogoča ogroženost zdravja	Korekturni ukrepi
<i>Rod Staphylococcus (Staphylococcus spp., Staphylococcus aureus)</i>	Kožna flora, flora v dihalih (sluznica nosne votline in žrela)	Nečiste tekstilije, roke zaposlenih	Nekateri predstavniki so patogeni in izločajo toksine in encime ( <i>Staphylococcus aureus</i> )	Optimiziranje pranja, izboljšanje higiene rok zaposlenih
<i>Koagulazno negativni stafilokoki (Staphylococcus epidermidis)</i>	Kožna flora, flora v dihalih (sluznica nosne votline in žrela)	Roke zaposlenih	Oportunistično patogene bakterije	Izboljšanje higiene rok zaposlenih
<i>Aerobne sporigene bakterije (rod Bacillus)</i>	Okužena voda, črevesna flora, okužena zemlja	Kolonizacija trdnih površin (biofilm), nečiste tekstilije	Nekateri predstavniki so patogeni ( <i>Clostridium difficile</i> , <i>Bacillus cereus</i> ), obstojnost v ekstremnih razmerah	Optimiziranje higienskega načrta čiščenja, razkuževanja celotne pralnice
<i>Rod Pseudomonas (Pseudomonas aeruginosa in Pseudomonas spp.)</i>	Okužena voda	Priprava vode, rezervoarji, napeljava, odvajanje vode iz strojev	Nekateri predstavniki so oportunistično patogeni ( <i>Pseudomonas aeruginosa</i> )	Optimiziranje pranja in higienskega načrta čiščenja, razkuževanje tehnične opreme
<i>Rod Enterobacter (Enterobacteriaceae)</i>	Črevesna flora, okužena voda	Nečiste tekstilije, priprava vode, rezervoarji, napeljava, odvajanje vode iz strojev	Nekateri predstavniki so patogeni ( <i>Salmonella spp.</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter spp.</i> )	Optimiziranje pranja in higienskega načrta čiščenja, razkuževanje tehnične opreme, izboljšanje higiene rok zaposlenih
<i>Rod Enterococcus (Enterococcus faecium, Enterococcus faecalis)</i>	Črevesna flora, okužena voda	Nečiste tekstilije, priprava vode, rezervoarji, napeljava, odvajanje vode iz strojev	Nekateri predstavniki so patogeni ( <i>Enterococcus faecalis</i> )	Optimiziranje pranja in higienskega načrta čiščenja, razkuževanje tehnične opreme
<i>Rod Serratia (Serratia marcescens)</i>	Povsod v okolju navzoče (zemlja, zrak, voda)	Obloge na tehnični opremi	Oportunistično patogene bakterija	Optimiziranje higienskega načrta čiščenja, razkuževanje tehnične opreme
<i>Rod Micrococcus (Micrococcus spp.)</i>	Kožna flora, povsod v okolju navzoče (zemlja, zrak, voda)	Tehnična oprema, roke zaposlenih	Bakterije rodu <i>Micrococcus</i> lahko preživijo daljši čas, tudi v ekstremnih razmerah	Optimiziranje higienskega načrta čiščenja in razkuževanje tehnične opreme, izboljšanje higiene rok zaposlenih
<i>Glive kvasovke</i>	Črevesna flora	Nečiste tekstilije	Nekateri predstavniki so oportunistično patogeni ( <i>Candida albicans</i> )	Optimiziranje pranja in higienskega načrta čiščenja, razkuževanje tehnične opreme
<i>Plesni</i>	Povsod v okolju navzoče (kondenzacijska, kapilarna vlaga)	Zrak	Tvorjenje toksinov, povzročitelj alergij in različnih sistematskih obolenj (meningitis, pljučnica, bronhitis, mikoze), obstojnost v ekstremnih razmerah	Optimiziranje higienskega načrta čiščenja, razkuževanje celotne pralnice

je pokazalo, da je večja pojavnost MO sorazmerna s prostorskimi dimenzijami pralnice in tehničnimi rešitvami. Dejstvo je, da večina pregledanih pralnic uporablja tunnelske pralne stroje (dolžina 10 m in več, višina 2 m in več), kjer je izjemno težko zagotoviti dostopnost in ustrezno čiščenje in razkuževanje vseh delov opreme. Težko dostopna mesta so izhod iz pralne linije, tla ožemalne stiskalnice in za njo nameščen dvizni transportni trak. Rešitev je stalen nadzor higijene, rednega čiščenja in razkuževanja kritičnih mest. Analiza rezultatov pregledov je prav tako pokazala, da se ob pojavu MO na eni kontrolni točki le-ti začnejo počasi, a vztrajno širiti tudi na preostale točke v pralnici, bodisi prek tekstilij, tehnične opreme, transporta ali rok zaposlenih, ki tudi znatno pripomorejo k njihovemu širjenju v pralnici.

MO se ob ugodnih razmerah v pralnici (vlaga, toplota, hranila, pretok zraka) razmnožijo ter pomembno vplivajo na stopnjo higijene in kakovost pranja ter ogrozijo predvsem zdravje osebja pralnice. Na podlagi odkrivanja izvorov patogenih MO ter sledenja njihovega prenosa v pralnici lahko hitro predvidimo morebitne zaplete. Hkrati pa njihovo odkrivanje zahteva takojšnjo uvedbo sprememb v procesu dela ter uvedbo organizacijskih, higienskih in tehničnih ukrepov v pralnico [31, 36, 37].

### **Sistem upravljanja kakovosti in higijene v pralnici**

Tekstilije, ki se dnevno dostavljajo v bolnišnično pralnico ali pralnico DSO-SVZ, se med seboj razlikujejo tako po nečistočah kot po številčnosti in vrsti MO, kar zahteva ustrezen nadzor in primerno organizacijo dela. Prav tako je potreben sistem upravljanja kakovosti in higijene, ki omogoča vrednotenje, sledljivost, nadzor in stalnost skozi vse faze procesa, od sprejema, pranja/razkuževanja, do vračila tekstilij oddelkom.

Belgijskemu sistemu upravljanja kakovosti in higijene C4Q in nemškima *Siegel WFK* in *RAL-GZ 992* se je leta 2018 pridružil še hrvaški *HNSP-Hrvatski standardi pranja i održavanja rublja u kliničkim i bolničkim zdravstvenim ustanovama (HR-SPOR)*. Vsem naštetim sistemom je skupen standard SIST EN 14065.

### **SIST EN 14065:2016, Tekstilije v postopku pranja – Sistem kontrole biokontaminacije**

Senzorična čistost opranih tekstilij je pomembna tako za pralnice kot tudi za naročnike njihovih storitev. Oprane tekstilije naj bi bile vizualno čiste, brez madežev, pravilno posušene ali zlikane. Prav tako naj

bi bile prijetne na otip, dišeče oz. brez kakršnegakoli neprijetnega vonja. Poleg tega je za številna področja pomembno tudi biološko onesnaženje tekstilij (bolnišnice, prehrambna, farmacevtska in kozmetična industrija, industrija medicinskih pripomočkov), katerega ni tako lahko preveriti v pralnici ter lahko pomembno vpliva na ljudi, izdelke, materiale in okolje. Pralnice, ki opravljajo storitve nege tekstilij tovrstnim naročnikom, morajo izpolnjevati njihova pričakovanja in zahteve.

Namen standarda je ponuditi sistem upravljanja, ki lahko zagotavlja stalen nadzor mikrobiološke kakovosti negovanih tekstilij glede na namen njihove uporabe [38]. Ne glede na razlike med pralnici, postopke nege ali proizvode so vse tekstilije, ki prihajajo v pralnico, hipotetično onesnažene. Cilj nege tekstilij je torej doseči in ohraniti ustrezno mikrobiološko kakovost tekstilij vse do trenutka, ko nadzor nad kakovostjo prevzame naročnik storitve.

Standard je zasnovan na načelih razpoznave tveganja in upravljanja procesov nege v povezavi s sistemom kontrole biokontaminacije RABC (*angl. Risk Analysey and Biocontamination*). Prvi element sistema RABC je splošen operativni program PRP (prekvizitni program), ki zajema pogoje in dobre proizvodne prakse, potrebne za doseg in obvladovanje higijene delovnega okolja, procesov nege in tekstilij. Drugi element sistema je akcijski program PRP, ki zajema nadzorne ukrepe za zaščito opranih, posušeni tekstilij pred biokontaminacijo in navzkrižno biokontaminacijo, dokler le-te niso varno zapakirane. Končni element sistema RABC pa je sedem načel, ki se nanašajo na najpomembnejše in odločilne korake nege in razkuževanja tekstilij z določitvijo kritičnih kontrolnih točk (KKT).

Načela sistema RABC so:

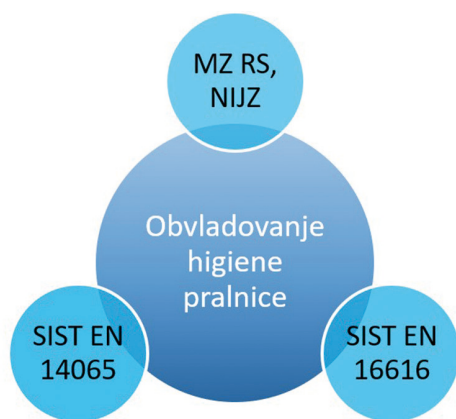
1. Priprava seznama mikrobiološkega tveganja in pomen nadzora: definiranje potencialnih nevarnosti v posameznih fazah (razkužene tekstilije se lahko ponovno onesnažijo z MO, ki so na rokah zaposlenih) in nadzorom (z monitoringom higijene se izvede: kontrola rok zaposlenih, vlažnih in suhih kontaktnih površin z odvzemom odtisov in kontrolo na biološko onesnaženje).
2. Določitev kritičnih kontrolnih točk, KKT (*angl. Critical Control Point -CCP*): točke/faze/okolje delovnega procesa, ki jih je treba nadzorovati ter izvesti ukrepe za preprečitev ali zmanjšanje tveganja.
3. Določitev mejnih vrednosti in dovoljenih odstopanj za vsako KKT: določitev vrednosti za vsako



KKT, ki ne sme biti presežena, da bi se zagotovila mikrobiološka kakovost nege tekstilij. Kritična mejna vrednost je vrednost, ki na KKT ločuje sprejemljivo od nesprejemljivega. Mejne vrednosti se potrjujejo z rednimi preiskavami.

4. Vzpostavitev sistema nadzora in spremljanja KKT: kontinuiran monitoring KTT. Priporočljiv je vizualni nadzor ali fizikalno-kemijske meritve namesto mikrobioloških. Hitra izvedba ter dobljeni rezultati meritev morajo pokazati, da je nadzor bioloških parametrov ustrezen.
5. Vzpostavitev sistema korektivnih ukrepov, ki bodo uvedeni, če je sistem nadzora pokazal, da v določeni točki/fazi/okolju pogoji delovnega procesa niso pod nadzorom.
6. Vzpostavitev postopkov preverjanja učinkovitosti delovanja sistema RABC: validacija KTT, pregled sistema RABC, interna presoja.
7. Vzpostavitev dokumentacije sistema in njihovega vzdrževanja: priročnik, dnevnik pranj, zapisniki sestankov.

Pri tem je treba posebej opozoriti, da standard SIST EN 14065:2016 ne definira mejnih vrednosti parametrov posameznih KTT. Ob vzpostavitvi sistema RABC v pralnici (slika 4) se te ponavadi določijo tako, da ustrezajo zakonskim zahtevam, priporočilom, standardom, ali pa so podprte z drugimi znanstvenimi podatki. Viri za specificiranje mejnih vrednosti KKT so lahko tudi znanstvene publikacije, priporočila strokovnih skupin (konzultanti, mikrobiologi, kemiki, proizvajalci razkuževalnih sredstev itd.) ali raziskovalni projekti (»in-house« raziskave, sodelovanje z zunanjimi laboratoriji in inštituti).



Slika 4: Sistem obvladovanja kakovosti in higiene nege v pralnicah tekstilij za zdravstvene ustanove in DSO-SVZ

### Zagotavljanje kakovosti in higiene pralnic med pandemijo Covid-19

Ob razglasitvi pandemije Covid-19 je bilo v večini pralnic občutiti pomanjkanje tako zaščitno-varovalne opreme kot tudi strokovnih navodil v zvezi z nego tekstilij s sumom ali s potrjeno kontaminacijo z virusom SarsCov-2. Sčasoma pa so se med prvim valom pandemije le oblikovala in posredovala splošna priporočila za zagotavljanje kakovosti in higiene nege tekstilij [39]:

- Pred transportom tekstilij s sumom okuženosti v pralnico morajo biti le te zbrane, razvrščene in ustrezno označene v neprepustnih vrečah že na mestu odvzema (oddelek, zdravstvena ustanova, DSO-SVZ).
- Pri transportu tekstilij do pralnice je treba preprečiti nevarnosti širjenja in prenosa okužb.
- Tekstilije, kontaminirane z virusom SarsCov-2, se ne uvrščajo v skupino visokookuženih tekstilij, pa kljub temu morajo biti prane v razmerah, ki zagotavljajo inaktivacijo patogenih MO.
- Pralnice, ki imajo vzpostavljen sistem zagotavljanja kakovosti in higiene, uporabljajo za razkuževalna pranja tovrstnih tekstilij programe pranja, ki vključujejo področje baktericidnega, fungicidnega in mikobaktericidnega ter virucidnega učinkovanja.
- Oprane, razkužene, posušene in zlikane tekstilije je treba na ustrezen način zapakirati ter dostaviti na mesto odvzema, pri čemer je treba preprečiti njihovo biološko kontaminacijo.
- Razkuževanje rok zaposlenih in površin se izvaja glede na posebnosti delovnega mesta in oceno tveganja za prenos okužb. Pri uporabi razkužil se upoštevajo: spekter delovanja, koncentracija in kontaktni čas ter skladnost z evropskimi standardi.
- Pri rokovanju z nečistimi tekstilijami morajo zaposleni v pralnici uporabljati osebno varovalno opremo: delovna oblačila, nepremočljiv predpasnik, zaščitne rokavice, obrazno masko in zaščitna očala.
- Zaposleni morajo skrbeti za splošno osebno higieno, da bi se s tem pri rokovanju s čistimi (opranimi in razkuženimi) tekstilijami preprečila njihova biološka kontaminacija.
- Dosledno izvajanje čiščenja in razkuževanja pralne-sušilne-likalne opreme, delovnih površin in okolja pralnice.
- Oprane, razkužene, posušene in zlikane tekstilije je treba na ustrezen način zapakirati, skladiščiti ter dostaviti na mesto odvzema, pri čemer je treba preprečiti njihovo biološko kontaminacijo.

Še bolj podrobna so priporočila Inštituta Roberta Kocha (RKI) in evropske agencije European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) v zvezi z nego tekstilij s sumom kontaminacije ali s potrjeno kontaminacijo z virusom SarsCov-2, v katerih priporočajo [40, 41]:

- termično razkuževanje: temperatura pranja 90 °C s časom pranja 10 minut ali temperatura pranja 85 °C s časom pranja 15 minut in z dodatkom pralnega sredstva (ob upoštevanju priporočil proizvajalca) v kopelnem razmerju 1 : 5. Postopka sta primerna za uničenje vegetativnih oblik bakterij (razred A, vključno z mikobakterijami, glivami in njihovimi sporami) in inaktivacijo virusov z ovojnico ali brez nje (razred B),
- kemijsko-termično razkuževanje: uporaba razkužil ob doslednem upoštevanju pogojev, navedenih v seznamu razkužil in postopkov razkuževanja nemškega združenja VAH (*nem. Verbund für Angewandte Hygiene*) in seznamu RKI.

Seznam RKI [42], pogosto imenovan tudi RKI-lista, vsebuje vsa razkužila in postopke razkuževanja, ki so bili preizkušeni na Inštitutu Roberta Kocha ter dokazano zagotavljajo razkuževalni učinek, so skladni z nemškim zakonom o nalezljivih boleznih, ne ogrožajo človeškega zdravja ali okolja ter ustrezajo zahtevam nemške agencije za okolje UBA (*nem. Umweltbundesamt*). Seznam se nenehno dopolnjuje, je javno dostopen, uvrstitev proizvoda na seznam pa je prestižnega pomena.

Razkužila in postopki razkuževanja tekstilij so zbrani v poglavju 3 ter zagotavljajo zmanjšanje začetnega števila bakterij (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus hirae* ali *Enterococcus faecium*) za več kot sedem logaritemskih stopenj ali gliv (*Candida albicans*) za več kot šest logaritemskih stopenj.

Primerni postopki razkuževanja tekstilij se izvajajo v bobenskem ali tunelskem pralnem stroju, kjer je mogoče uravnavati količino pralne kopeli in s tem kopelno razmerje, temperaturo, ki ne sme biti nižja od nastavljene, čas razkuževalnega pranja ter doziranje pralnih in razkuževalnih sredstev. Termično razkuževanje tekstilij poteka pri že omenjenih pogojih. Na seznamu RKI iz leta 2017 je 111 razkužil. Za vsako od njih so navedeni: proizvajalec, njegovo trgovsko ime in pogoji uporabe, ki zagotavljajo njegovo razkuževalno učinkovitost:

- koncentracija pralno-razkuževalnega sredstva (ml/L pralne kopeli),

- temperatura razkuževanja (°C),
- čas delovanja (min),
- kopelno razmerje (razmerje med maso suhih tekstilij (kg) in količino kopeli (L)),
- področje uporabnosti: razreda A in B.

Pri tem je posebej poudarjeno, da navedena razkužila in postopki razkuževanja niso primerni za razkuževanje tekstilij, ki so opazno umazane s krvjo. Razkuževalna učinkovitost sredstva je bila dokazana po preskusni metodi, po kateri je bilo kopeli dodanih še 12,5 mL krvi/ kg tekstilnega balasta. Če je nečistoč veliko, je priporočljivo dvakratno razkuževalno pranje.

## Viri

1. KOTAR, S.L., GESSLER, J.E. *Cholera: a world-wide history*. Jefferson : McFarland, 2014.
2. SOČAN, M., LUŽNIK-BUFON, T., PROSENC-TRILAR, K. Ukrepi ob pojavu visokopatogenega virusa influence H5N1 in možnost prenosa na človeka. *Zdravniški vestnik*, 2005, **74**(2), 69–74.
3. Van DOREMALEN, N., MORRIS, D.H., HOLBROOK, M.G., GAMBLE, A., WILLIAMSON, B.N., TAMIN, A., HARCOURT, J.L., THORHBURG, N.J., GERBER, S.I., LLOYD-SMITH, J.O., de WIT, E., MUNSTER, V.J. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *The New England Journal of Medicine*, 2020, **382**, 1564-1567, doi: 10.1056/NEJMc2004973.
4. Dnevno spremljanje okužb s SARS-CoV-2 (COVID-19) [online]. Nacionalni inštitut za javno zdravje Republike Slovenije [accessed 18.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.nijz.si/sl/dnevno-spremljanje-okuzb-s-sars-cov-2-covid-19>>.
5. MUCHA, H., FUSENIG, R., SWEREV, M. *Integrierter umweltschutz in der textilindustrie: Reduzierung der Umweltbelastung durch Textilien aus Krankenhäusern und Altenheimen, TV 1*. Bonningheim : Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein E.V., 2003.
6. NERAL, B. Quality of the household ozone laundering. *Industria textila*, 2018, **69**(4), 304-309, doi: 10.35530/IT.069.04.1454.
7. BOCKMÜHL, D.P., SCHAGES J., REHBERG, L. Laundry and textile hygiene in healthcare and beyond. *Microbial Cell*, 2019, **6**(7), 299–306, doi: 10.15698/mic2019.07.682.

8. RADONOVICH, L.J., SIMBERKOFF, M.S., BESSESEN, M.T. *et al.* N95 Respirators vs medical masks for preventing influenza among health care personnel: a randomized clinical trial. *JAMA*, 2019, **322**(9), 824–833, doi: 10.1001/jama.2019.11645.
9. DRAGAŠ, A.Z., ŠKERL, M. Higiena in obvladovanje okužb: izbrana poglavja. Ljubljana: Založba ZRC, 2004.
10. RIBIČ, H., KRAMAR, Z. *Preprečevanje okužb, povezanih z zdravstvom: skripta za študijski program Zdravstvena nega (VS)*. Jesenice : Fakulteta za zdravstvo Jesenice, 2016.
11. BOCKMÜHL, D.P. Laundry hygiene - how to get more than clean. *Journal of Applied Microbiology*, 2017, **122**(5), 1124–1133, doi: 10.1111/jam.13402.
12. LUCASSEN, R., BLÜMKE, H., BORN, L., FRITZ, A., GEURTZ, P., HOFFMANN, N., HOFFMANN, L., STEINER, R., MERETTIG, N., BOCKMÜHL, D. The washing machine as a source of microbial contamination of domestic laundry – a case study. *H&PC Today - Household and Personal Care Today*, 2014, **9**(5), 54–57.
13. FIJAN, S., ŠOSTAR TURK, S., ARNUŠ, S. Problemi pri mehčanju vode v pralnicah: okužba ionskih izmenjevalcev. *Tekstilec*, 2003, **46**(11–12), 361–368.
14. BLOCK, C., TEN BOSCH, C., HARTOG, B., LEMAIRE, P., STELTER, N. Determination of the microbial effect of laundry detergents. *Tenside, surfactants, detergents*, 2001, **38**(3), 140–146.
15. FIJAN, S., PAHOR, D., ŠOSTAR-TURK, S. Survival of *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* on cotton. *Textile Research Journal*, 2016, **87**(14), 1711–1721, doi: 10.1177/0040517516658514.
16. SLEMENJAK, J., REZAR, L., TRAMPUŽ, A. SARS\* – nova nevarnost za zdravstvene delavce. *Obzornik zdravstvene nege*, 2003, **37**(4), 281–286.
17. SCHELLER, C., KREBS, F., MINKNER, R., ASTNER, I., GIL-MOLES, M., WATZIG, H. Physicochemical properties of SARS-CoV-2 for drug targeting, virus inactivation and attenuation, vaccine formulation and quality control. *Electrophoresis*, 2020, **41**(13-14), 1137–1151, doi: 10.1002/elps.202000121.
18. ABOUBAKR, H.A., SHARAFELDIN, T.A., GOYAL, S.M. Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: a review. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2021, in press, doi: 10.1111/tbed.13707.
19. RIDDELL, S., GOLDIE, S., HILL, A., EAGLES, D., DREW, T.W. The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces. *Virology Journal*, 2020, **17**(1), 1–7, doi: 10.1186/s12985-020-01418-7.
20. STROPNIK, Z. Pomen bakteriološkega testa za dokaz uspešne sterilizacije. *Obzornik zdravstvene nege*, 1975, **9**(3), 186–190.
21. RUBIO-ROMERO, J.C., PARDO-FERREIRA, M. del C., TORRECILLA-GARCÍA, J.A., CALEROCASTRO, S. Disposable masks: disinfection and sterilization for reuse, and non-certified manufacturing, in the face of shortages during the COVID-19 pandemic. *Safety Science*, 2000, **129**, 1–11, doi: 10.1016/j.ssci.2020.104830.
22. JASKA, M.J., FREDELL, D. Impact of detergent systems on bacterial survival on laundered fabrics. *Applied and Environmental Microbiology*, 1980, **39**(4), 743–748.
23. BLASER, M.J., SMITH, P.F., CODY, H.J., WANG, W.L., LAFORCE, F.M. Killing of fabric-associated bacteria in hospital laundry by low-temperature washing. *The Journal of Infectious Diseases*, 1984, **149**(1), 48–57, doi: 10.1093/infdis/149.1.48.
24. CUNCLIFFE, V., GEE, R., AINSWORTH, P. An investigation into some aspects of the efficiency of low-temperature laundering. *Journal of Consumer Studies and Home Economics*, 1988, **12**(1), 95–106, doi: 10.1111/j.1470-6431.1988.tb00470.x.
25. AINSWORTH, P., FLETCHER, J. A comparison of the disinfectant action of a powder and liquid detergent during low-temperature laundering. *Journal of Consumer Studies and Home Economics*, 1993, **17**(1), 67–73, doi: 10.1111/j.1470-6431.1993.tb00154.x.
26. EBERLE, U., LANGE, A., DEWAELE, J., SCHOWANEK, D. Study and environmental benefits for low temperature disinfection process in commercial laundry. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2007, **12**(2), 127–138, doi: 10.1065/lca2006.05.245.
27. CHIN, A.W.H., CHU, J.T.S., PERERA, M.R.A., HUI, K.P.Y., YEN, H.-L., CHAN, M.C.W., PEIRIS, M., POON, L.L.M. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe*, 2020, **1**(1), doi: 10.1016/s2666-5247(20)30003-3.
28. SISTEN I6616:2015. *Kemična razkužila in antiseptiki - Termokemično razkuževanje tekstila - Preskusna*



- metoda in zahteve (faza 2, stopnja 2). Ljubljana : Slovenski inštitut za standardizacijo, 2015.
29. DIN ISO 2267:2016. *Surface active agents - evaluation of certain effects of laundering - methods of preparation and use of unsoiled cotton control cloth (ISO 2267:1986)*. Berlin : Beuth Verlag, 2016.
  30. TIPPELT, F., MUCHA, H. Workshop 1: Effizientes Hygienemanagement. Sicherer Erfolg durch effektive Betriebshygiene in den Gütezeichenbetrieben. Gütezeichen-Jahrestagung 2014, p. 11–22, <https://d-nb.info/1071065831/04>.
  31. RAL GÜTEZEICHEN RAL-GZ 992 – Mehr als eine Urkunde [online]. Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e.V. [accessed 23.3.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.waeschereien.de/guetezeichen/ral-gz-992>>.
  32. *Anforderungen der Hygiene an die Wäsche aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, die Wäscherei und den Waschvorgang und Bedingungen für die Vergabe von Wäsche an gewerbliche Wäschereien. Anlage zu den Ziffern 4.4.3 und 6.4 der „Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention“*. In *Richtlinie Krankenhaushygiene und Infektionsprävention*. Berlin : Robert Koch Institute, 1995.
  33. *Requirements and methods for VAH certification of chemical disinfection procedures*. Edited by VAH Disinfectants Commission. Wiesbaden : mhp-Verlag, 2016, 17-1–17.2-7.
  34. CARE 4 QUALITY: Kwalitatieve textielverzorging zichtbaar gemaakt voor het blote oog [online]. Care for Quality [accessed 23.3.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.care4quality.be/>>.
  35. Nacionalni standardi pranja i održavanja rublja [online]. Republika Hrvatska, Ministarstvo zdravstva [accessed 23.3.2021]. Available on World Wide Web: <<https://zdravlje.gov.hr/pristup-informacijama/zakoni-i-ostali-propisi/zakoni/nacionalni-standardi-pranja-i-odrzavanja-rublja/3432>>.
  36. *Strokovni seminar v okviru zagotavljanja higijene po RAL-GZ 992*. Uredili Suzana Arnuš in Sonja Šostar Turk. Maribor : Fakulteta za strojništvo, Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje, 2009.
  37. *Strokovni seminar Zagotavljanje higijene v pralnici, Maribor, 9. oktober 2014: zbornik predavanj*. Uredili Suzana Arnuš in Sonja Šostar Turk. Maribor : Fakulteta za strojništvo, 2014.
  38. SIST EN 14065:2016. *Tekstilije - Tekstilije v postopku pranja - Sistem kontrole biokontaminacije*. Ljubljana : Slovenski inštitut za standardizacijo, 2016.
  39. *Saubere Sache: Magazin*. Bönningheim: Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e.V., 2020.
  40. Empfehlungen des RKI zu Hygienemaßnahmen im Rahmen der Behandlung und Pflege von Patienten mit einer Infektion durch SARS-CoV-2 [online]. Robert Koch Institute [accessed 22.3.2021]. Available on World Wide Web: <[https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Hygiene.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Hygiene.html)>.
  41. Disinfection of environments in healthcare and nonhealthcare settings potentially contaminated with SARS-CoV-2 [online]. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) [accessed 22.3.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/disinfection-environments-covid-19>>.
  42. Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 2017, **60**(11), 1274–1297, doi:10.1007/s00103-017-2634-6.
  43. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard [online]. World Health Organization [accessed 22.3.2021]. Available on World Wide Web: <<https://covid19.who.int/>>.

Tadeja Penko<sup>1</sup>, Andreja Rudolf<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Igriška ulica 11, 2000 Maribor, Slovenija

<sup>2</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija

---

# Pametna oblačila: področja uporabe in primeri

## *Smart Garments: Areas of Application and Examples*

### Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 2-2021 • Sprejeto/Accepted 3-2021

Korespondenčna avtorica/Corresponding author:

Izr. prof. dr. Andreja Rudolf

E-pošta: andreja.rudolf@um.si

---

### Izvleček

Pametna oblačila ali nosljivi pametni sistemi uporabniku zagotavljajo izboljšano funkcionalnost z možnostjo njihovega zaznavanja, reagiranja in/ali prilagajanja dražljajem iz okolja, ki so jim izpostavljena. Razvijajo se že vrsto let predvsem na področju zdravja in športa in ob razvoju pametnih tekstilij in posebnih aplikacij omogočajo spremljanje in varovanje zdravja, medicinsko diagnostiko in rehabilitacijo ter povečanje varnosti uporabnika ali pa s sledenjem in analiziranjem treningov rekreativnih ali poklicnih športnikov omogočajo izboljšanje njihovih zmogljivosti, zdravja in počutja. Prispevek podaja pregled pametnih oblačil s področja zdravja in športa, ki so zaradi obilice virov zbrana le za nekaj zadnjih nekaj let.

Ključne besede: pametna oblačila, pametne tekstilije, e-tekstilije, zdravje, šport

### Abstract

*Smart clothing or wearable smart systems provide the user enhanced functionality with the ability to detect, react and/or adapt to stimuli from the environment they are exposed to. These systems have been developing for many years now, especially in the field of health and sports. With the development of smart textiles and special applications, they enable health monitoring, medical diagnostics and rehabilitation, and increase user safety, or contribute by tracking and analysing the trainings of recreational or professional athletes to improve their performance, health and well-being. The article provides an overview of smart garments in the field of health and sports, which are due to the abundance of resources collected for the last few years.*

*Keywords: smart garments, smart textiles, e-textiles, health, sports*

---

### 1 Uvod

Pametno oblačilo je „pametni sistem“, ki je sposoben zaznavati okolje ter pogoje in dražljaje uporabnika in z njimi komunicirati. Dražljaji in odzivi so lahko električni, toplotni, mehanski, kemični, magnetni ali v drugih oblikah [1, 2]. Z drugimi besedami so pametna oblačila oblačilni izdelki, izdelani iz pametnih tekstilnih materialov, ki lahko zaznavajo, reagirajo ali prilagajajo vedenje različnim okoliščinam [3]. Pametna oblačila se od nosljivih računalnikov razlikujejo po tem, da pametna oblačila poudarjajo

pomen oblačil, hkrati pa imajo senzorske in komunikacijske sposobnosti [2, 4]. Nosljivi računalniki po navadi uporabljajo tehnologije za povezovanje razpoložljive elektronike in se na oblačila pričvrstijo. Njihovi funkcionalni sestavni deli so še vedno precej veliki in togi ter izdelani iz netekstilnih materialov. Napredna pametna oblačila imajo pametne komponente izdelane iz tekstilnih materialov, da zagotavljajo udobje pri nošenju. Pametna oblačila morajo biti preprosta za vzdrževanje in uporabo in pralna, tako kot navadna oblačila. Zato je za nosljivost pametnih

oblačil ključna kombinacija nosljive tehnologije in znanosti o oblačilih in tekstilijah [2].

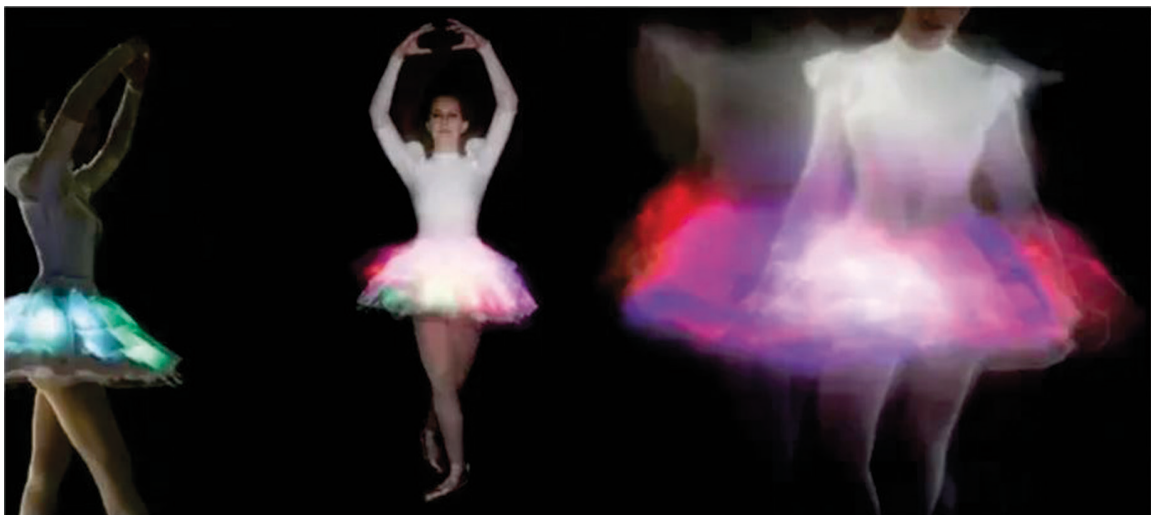
Pametne tekstilije so tekstilije, ki vsebujejo tehnologije za zaznavanje in odzivanje na razmere v okolju, ki so jim izpostavljene, in tako omogočajo uporabniku, da izkusi njihovo povečano funkcionalnost. Zaznavanje razmer ali dražljajev je lahko mehansko, toplotno, kemično ali kombinirane narave [5, 6]. To področje se razvija z novimi tehnologijami, novimi vlakni in tekstilnimi materiali. Proizvodnja pametnih ali inteligentnih tekstilij sodeluje z drugimi vedami znanosti, kot so nanotehnologija, znanost o tekstilnih materialih, oblikovanje, elektronika, računalniški inženiring itd. Pametne ali inteligentne tekstilije se imenujejo tudi tekstilije naslednje generacije. V literaturi je na voljo veliko klasifikacij, povezanih s pametnimi tekstilijami. Ena od klasifikacij deli pametne tekstilije glede na estetske in izvedbene funkcije (pasivne, aktivne in ultra pametne tekstilije) [7]. Ob tem estetske pametne tekstilije opredeljujejo kot tiste, ki uporabljajo pametno tehnologijo za modo in modno oblikovanje, predvsem v obliki osvetljevanja in spreminjanja barve oblačila. Svetlobna oblačila in svetleče se obleke so tipični in komercialni primeri estetskih pametnih tekstilij. Vključevanje svetlobnih učinkov zasledimo tudi pri oblačilih za ples in balet. Tako npr. baletna obleka LIGHTness skupaj z baletnimi čevlji ter programsko opremo in vgrajenimi elektronskimi komponentami omogoča brezžično komuniciranje med interaktivno obleko, elektronsko obdelavo podatkov in baletnimi čevlji [8]. Baletna obleka ima vgrajen merilec pospeška in dva senzorja pritisknih sil, vstavljena v konice čevljev, ki zaznavajo

vrsto gibanja in njegovo intenziteto, katerih učinke v vidni obliki skozi svetlobo in barvo oddajajo LED-žarnice. Konjugacija svetlobe in gibanja v obleki deluje kot ojačevalec koreografije, ki poudarja fizično zahtevno gibanje plesalke, slika 1.

Pametne tekstilije najpogosteje razvrščamo v tri kategorije: pasivne, aktivne ali ultra (ali zelo) pametne tekstilije [6, 9]. Pasivne pametne tekstilije se ne odzivajo na okolje oziroma z drugimi besedami, zasnova tekstilija ne omogoča, da se tako ali drugače spremeni njeno stanje. Torej pasivna pametna tekstilija lahko zazna samo okolje, saj je le senzor. Oblačila, ki varujejo pred UV-žarki, prevodna vlakna, oblačila, obdelana s plazmo, in nepremočljive tekstilije so tipični primeri pasivnih pametnih tekstilij [7].

Aktivne pametne tekstilije so v primerjavi s pasivnimi pametnimi tekstilijami novejša generacija. Aktivne pametne tekstilije se prilagajajo spremembam v okolju, zaznajo dražljaje iz okolja in se nanje tudi odzovejo. Poleg funkcije senzorja imajo tudi funkcijo aktuatorja. Fazno spremenljivi materiali, materiali s spominom in toplotno občutljiva barvila so primeri aktivnih pametnih tekstilij [2, 7].

Solarno polnjena jakna je bila po oceni revije TIME leta 2018 izbrana kot najboljša inovacija za športno opremo. Izdelana je iz svetlobno odzivnega materiala, ki lahko absorbira kateri koli vir svetlobe (sonce, žarnica itd.) in ga nato v temi odda, slika 2 [10]. Jedro tehnologije, ki omogoča, da jakna sveti, je njena membrana, ultratanka plast, nameščena v prosojni mreži, ki zadržuje dež in je paroprepustna. Obdelana je s fosforescentno spojino, ki shrani vso svetlobo, s katero pride v stik, in jo v temi počasi oddaja.



Slika 1: Baletna obleka LIGHTness [8]



Slika 2: Solarno polnjena jakna [10]

V zadnjih letih so pametne tekstilije sposobne zaznavati, reagirati in se prilagajati okolju ali dražljajem. Tovrstne napredne tekstilije so znane pod imenom ultrapametne tekstilije, ki lahko npr. na podlagi izmerjene temperature oblačilo segrejejo ali ohladijo [2, 6]. Pametno grelno jakno Mercury, ki se lahko odzove na spremembe temperature in ustvari individualno mikroklimo uporabnika, so razvili trije študenti v okviru zagonskega podjetja, slika 3 [11]. Ta visokotehnološka jakna uporablja tri grelnne blazinice iz ogljikovih vlaken, ki omogočajo samodejno ogrevanje oblačila s postopkom, imenovanim uporovno ogrevanje. Jakna ima notranji in zunanji termometer in merilnik pospeška, ki merijo temperaturo in gibanje, mikrokrmilnik pa obdeluje signale temperature in gibanja ter odloča, koliko moči naj pošlje grelnim blazinicam.

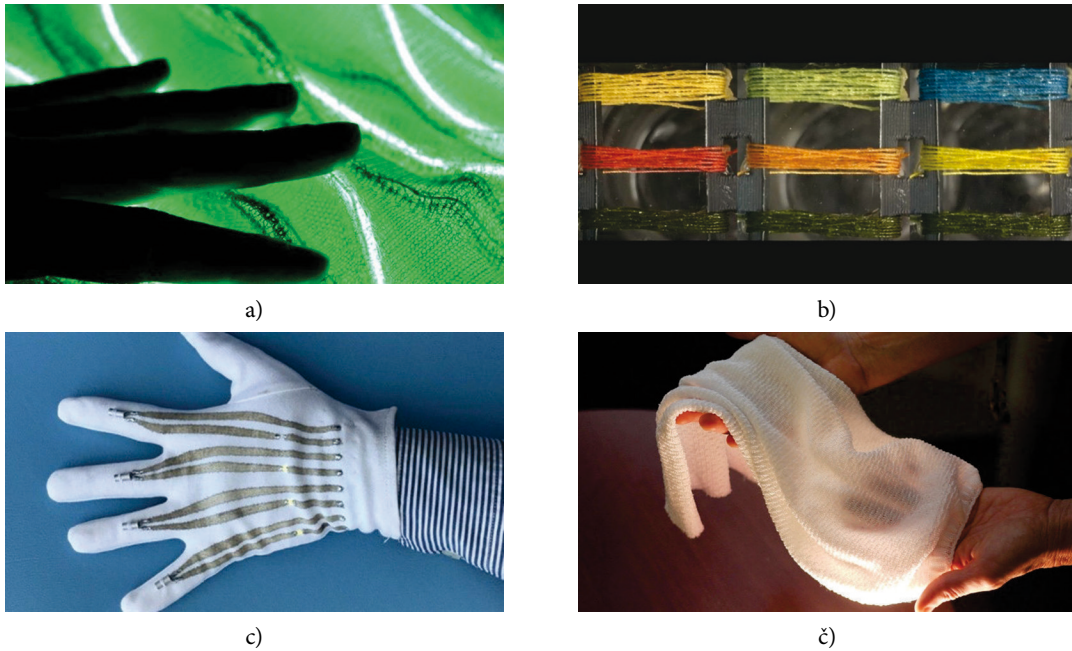


Slika 3: Pametna grelna jakna Mercury [11]

Številne pametne tekstilije, ki imajo vgrajeno elektroniko, imenujemo tudi e-tekstilije ali elektronske tekstilije [6]. E-tekstilije imajo vgrajene kapacitivne, uporovne in optične senzorje, ki tekstiliji omogočajo zaznavanje dotika, napetosti, tlaka, temperature in vlage. Senzorji so ponavadi povezani z nadzornimi ploščami, odgovornimi za obdelavo informacij [12]. Proizvodnja e-tekstilij ni le raziskovalno zahtevna, temveč je tudi izziv za njihovo industrijsko proizvodnjo. V e-tekstilijah so uporabljene številne naprave za zaznavanje (senzorji) in izhodne naprave s pritisknimi gumbi, senzorji tlaka, radiofrekvenčno identifikacijo (RFID) ali senzorji elektrokardiografije (EKG) v elektronskih nogavicah in športnih modrčkah. Ob tem se senzorji za elektromiografijo (EMG) uporabljajo za nadzor aktivne ortotike, protez, pripomočkov za mobilnost in zagotavljajo električno stimulacijo [12 - 19]. Merilniki pospeška se v e-tekstilijah uporabljajo za zaznavanje nevarnosti padca in za spremljanje funkcionalnih sposobnosti oseb na domu [12, 15].

V viru [20] iz leta 2019 zasledimo poudarek na naslednjih petih tehnoloških inovacijah, za katere se predvideva, da bodo močno pospešile razvoj pametnih oblačil: (1) triboelektrika, (2) tekstilija, ki zaznava plin, (3) umetna inteligentna volna, (4) prevodna tehnologija in (5) metatekstil. Triboelektrična tekstilija je sposobna iz različnih virov, kot so veter, dež in človeško gibanje, pretvarjati kinetično energijo v električno energijo (materiali dosežejo fazo zbiranja energije, ko pride do trenja med specifičnimi materiali), slika 4 (a). Tekstilija oz. preja ob zaznavi različnih plinov spremeni barvo. Sprememba barve se zazna s prostim očesom ali s pomočjo kamere pametnega telefona, slika 4 (b). Tekstilija se razvija predvsem za uporabo v oblačilih, ki bi zaznavale CO<sub>2</sub> in bile v pomoč v vojski, pri reševanju, v zdravstvu in težki industriji. AI Silk so inovativna prevodna vlakna, izdelana s tehniko barvanja [21]. Naravna svila z dodano prevodnostjo deluje kot elektroda, ki zmanjšuje nekatera tveganja in izzive navadnih medicinskih elektrod, ki lahko povzročijo nelagodje ali vnetje kože in slabe meritve telesnih parametrov zaradi znoja ali drugih elementov. Britanski izdelovalec Pireta [20] je naredil preboj s prevodno elastično tekstilijo, vgrajeno v tekstilijo v obliki vzorca, kar oblikovalcem omogoča razvoj novih dimenzij pametnih oblačil, slika 4 (c). Metatekstilija dinamično skrbi za udobje človeka, hkrati pa se prilagaja glede na razmere v okolici in skrbi, da njegovemu uporabniku ni prevroče ali premrzlo, slika 4 (č), [20].





Slika 4: Tehnološke inovacije pri razvoju pametnih oblačil [20]

Iz predstavljenega lahko povzamemo, da so pametna oblačila oziroma v njih vgrajene pametne tekstilije ali e-tekstilije zasnovane predvsem z namenom vključevanja aplikacij za spremljanje zdravja in športnih aktivnosti ter odzivanja na zajete parametre in kot take omogočajo varovanje in izboljšanje zdravja, izboljšanje počutja in športnih aktivnosti, ki jih predstavljamo v nadaljevanju.

## 2 Področja uporabe in primeri

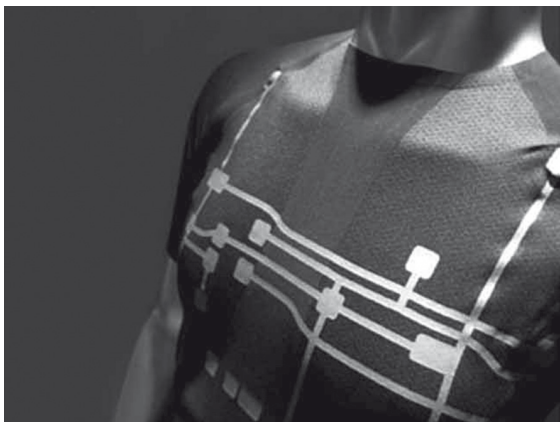
Na trgu so na voljo številna pametna oblačila, številna so tudi v razvoju. Večina pametnih oblačil je bila zasnovana za zbiranje podatkov o telesnih parametrih uporabnika, predvsem v zdravstvene ali športne namene. V oblačila vgrajene pametne tekstilije omogočajo zbiranje podatkov, kot so srčni utrip, hitrost znojenja, hitrost dihanja, mišična napetost, telesna drža, telesna temperatura, lokacija idr. Nekatera pametna oblačila samo sporočajo izmerjene parametre, druga pa prilagajajo in spreminjajo svoje lastnosti, da uporabniku zagotovijo izboljšanje njegovih funkcionalnih zmogljivosti.

### 2.1 Pametna oblačila za spremljanje zdravja

Spremljanje zdravja je splošna skrb za bolnike, ki potrebujejo stalno medicinsko pomoč in zdravljenje in je pomembno v vseh življenjskih obdobjih. Zato si

številni raziskovalci že vrsto let prizadevajo razviti nosljive pametne sisteme za spremljanje fizioloških parametrov, kot so dihanje, srčna aktivnost ali telesna temperatura. Pametne tekstilije imajo pri tem razvoju vedno izjemno vlogo, saj so primerne za nošenje in pralne, kar uporabniku zagotavlja večje udobje pri nošenju v primerjavi z danes že izjemno majhnimi, pa vendar togimi elektrokomponentami. V literaturi so na voljo raznolike aplikacije pametnih oblačil za medicinske in zdravstvene namene, zato smo se osredotočili le na posamezne primere zadnjih let in na tiste v razvoju.

Vital Jacket je medicinski pripomoček za elektrokardiografijo (EKG) oz. za zbiranje EKG-podatkov, ki združuje najnovejšo tekstilno tehnologijo in napredne inženirske rešitve podjetja Biodvices, slika 5 [22-24]. Razvit je bil za uporabo v bolnišnicah, doma ter med gibanjem zunaj doma oziroma povsod, kjer je potrebno kakovostno spremljanje vitalnih znakov uporabnika [23]. Glede na potrebe uporabnika se sistem lahko nastavi za spremljanje vitalnih znakov (EKG, temperatura, dihanje, gibanje/padec, drža, nasičenost kisika) in psihosocialnih spremenljivk (gumb za paniko, dostava zdravil, spremljanje navad in lokacije). Sistem sestavljajo majica, ki je nosilec prevodnih poti, EKG, SD-kartica, polnilec baterije in elektrode za enkratno uporabo [23, 24]. Oblačilo je pralno in preprosto za nošenje. Vse vitalne spremenljivke se prenašajo brezžično, shranjujejo



Slika 5: Vita Jacket [24]

in obdelujejo, podatke pa lahko analizira le zdravstveni delavec.

Pametna oblačila Hexoskin spremljajo uporabnikove vitalne znake s tekstilnimi senzori, vgrajenimi v oblačilni sistem. Sistem sestavljajo EKG-elektrode ter e-modul s senzori dihanja in gibanja, ki merijo srčni utrip, spremembe srčnega utripa, hitrost dihanja in volumen predihanega zraka, gibanje, korake, stopnjo aktivnosti, porabljene kalorije in kakovost spanja [25]. Oblačilo je izdelano iz lahke in zračne tekstilije in se lahko nosi pod drugimi oblačili. S komunikacijsko tehnologijo Bluetooth se lahko podatki o zdravju bolnika posredujejo njegovemu osebemu zdravniku. Pametni oblačilni sistem, prvotno izdelan za osebno uporabo, zdaj številni raziskovalci uporabljajo za raziskave na področju

fiziologije človeškega telesa in zdravja ljudi [26], elitni in poklicni športniki pa za optimizacijo svoje telesne pripravljenosti ter astronauti za usposabljanje na vesoljske odprave, slika 6 [27].

Spremljanje zdravja je pomembno v vseh življenjskih obdobjih. Zato na trgu opazimo kar nekaj pametnih oblačil za spremljanje življenjskih funkcij najmlajših. Oblačila z vgrajeno elektroniko omogočajo spremljanje vitalnih znakov novorojenčkov, kot so srčni utrip, dihanje, temperatura, gibanje itd. Eno takih podjetij je podjetje Owlet Baby Care, ki je s pomočjo tehnologije pulzne oksimetrije razvilo pametno nogavico za spremljanje srčnega utripa in ravni kisika dojenčka [28]. Pametni senzor se nahaja v nogavici, ki se ovije



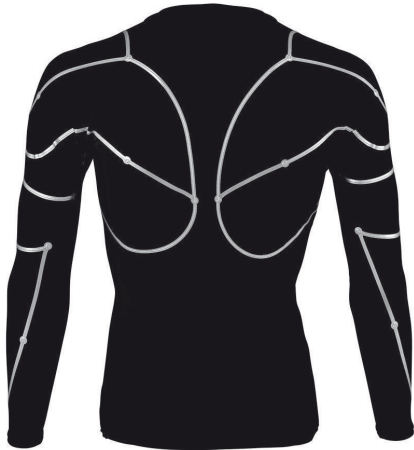
Slika 7: Podjetje Owlet Baby Care je na trg poslalo že tretjo generacijo pametne nogavice, za katero trdijo, da je še mehkejša in bolj prilagodljiva kot prejšnji dve [29]



Slika 6: Pametno oblačilo Astroskin za spremljanje vitalnih znakov uporabnika [27]

okrog dojenčkovega stopala, slika 7 [29], ter meri in sporoča ključne podatke o zdravju in počutju dojenčka s komunikacijsko tehnologijo Bluetooth [30]. Na njihovi platformi Connected Care se dnevno zbirajo podatki, na podlagi katerih se lahko ugotovijo tudi morebitne zdravstvene težave dojenčka, kot so nepravilnosti spanja, okužbe z respiratornimi virusi, pljučnica, bronhitis, kronične pljučne motnje in srčne napake [31].

E-skin Sleep & Lounge je kolekcija pametnih oblačil, namenjenih dobremu počutju in spremljanju zdravja starejših in bolnikov z demenco. Pametno oblačilo, ki ga izdeluje podjetje Xenoma, odlikuje tehnologija, imenovana e-skin, ki zaznava gibanje, dihanje, pritisk, potenje, telesno temperaturo itd. Ob tem pa lahko pametno oblačilo tudi analizira in prilagaja okolje sobe stanju spanja uporabnika [32]. Posebnost vseh e-skin pametnih oblačil je na tekstilijo natisnjeno vezje, slika 8 [33].



Slika 8: Pametno oblačilo e-skin z natisnjenim vezjem [33]

Slika 9 prikazuje pametno pižamo, ki spremlja tako dnevne aktivnosti uporabnika kot tudi njegove spal-



Slika 9: Pametna pižama [34]

ne navade. Vezje, ki je vgrajeno v zgornji in spodnji del oblačila, zaznava gibanje uporabnika. Ko senzorji v pižami ugotovijo, da je uporabnik padel, se sproži alarm [34].

Ob oblačilih, ki omogočajo spremljanje vitalnih parametrov uporabnika, najdemo tudi druge tekstilne izdelke za tovrstni namen. Tako je npr. podjetje Visserio razvilo univerzalno sedežno blazino, s katere se zajeti podatki posredujejo in shranijo v aplikaciji Visserio Cloud, slika 10 [35]. Sistem posredovane podatke samodejno analizira ter posreduje odstopanja in nepravilnosti vitalnih parametrov, kot so srčni utrip, hitrost in amplituda dihanja, in parametrov gibanja. Sistem deluje s pomočjo patentiranih senzorjev, ki delujejo z visoko občutljivimi senzorskimi elementi. Ti so vgrajeni v sedežno blazino, v visokoelastični gel, ki zagotavlja visoko udobje, saj so senzorji neopazni ter popolnoma zaščiteni tako pred poškodbami kot pred vlago [35].



Slika 10: Pametna sedežna blazina [35]

Preležanine so velik problem pri ljudeh s težkimi bolezenskimi stanji, ki omejujejo njihovo sposobnost spreminjanja položaja, in pri ljudeh, ki večino časa preživijo sede ali v postelji. Da bi preprečili njihov nastanek, raziskovalci s področja pametnih oblačil in tekstilij razvijajo temu primerne specializirane materiale in vzmetnice [36]. V ta namen je skupina raziskovalcev Fakultete za elektroinženirstvo in informacijsko tehnologijo Univerze v Žilini na Slovaškem razvila pametni sistem, ki s pomočjo tekstilnih tlačnih senzorjev zaznava položaj v postelji ležeče osebe [37]. Osnovni namen oblikovanja sistema je, da opozori negovalno osebo, da je bolnik predolgo v določenem položaju in da ga je treba premakniti oziroma obrniti. Sistem sestavljajo krmilniki, senzorji tlaka, pritrjeni na prevleko vzmetnice, strežnik, računalnik in aplikacija na osebnem računalniku. Pametna prevleka vsebuje 64 senzorjev, ki zaznavajo porazdelitev



pritiska ležeče osebe, slika 11 [37]. Senzorje sestavljajo električne prevodne niti in Velostat, tekstilni senzor pritiskne sile [38].



Slika 11: Pametna prevleka za vzmetnico za preprečevanje preležanin [37]

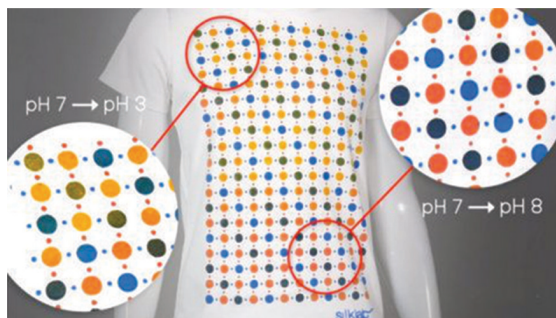
Skupina študentov Inštituta za tehnologijo Lausanne v Švici je z zagonskim podjetjem IcosaMed razvila pametni nedrček, slika 12 [39]. To je prvo pametno oblačilo za zgodnje odkrivanje raka dojk. Pri snovanju oblačila so za diagnostiko uporabili neinvazivno, nebolečo metodo, ki temelji na kontroli z ultrazvočnimi valovi [40]. V nasprotju z obstoječimi tehnologijami za odkrivanje raka tehnologija podjetja IcosaMed oddaja ultrazvočne valove, ki nastajajo s pomočjo piezoelektričnih senzorjev, ki so tako majhni, da se



Slika 12: Prototip pametnega nedrčka za zgodnje odkrivanje raka dojk [39]

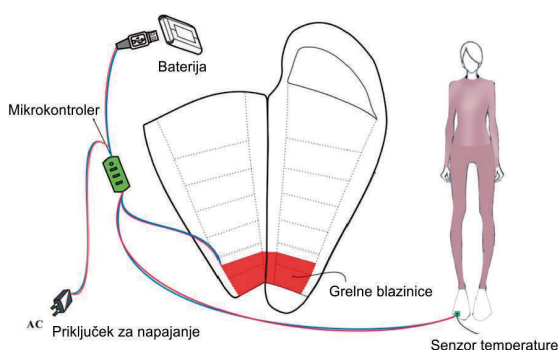
lahko vgradijo v pametni nedrček. Če sistem zazna nenavadno maso celic v dojki, opozori uporabnico, da mora obiskati specialista. Raziskovalci upajo, da bo ta sistem nekega dne ne samo odkrival raka, temveč z nadzorovanim oddajanjem neprekinjenih majhnih odmerkov ultrazvočnih valov spodbudil manjšanje rakastih celic v dojkah [41].

Raziskovalci z Univerze Tufts so razvili črnila na osnovi biomateriala, ki se odzivajo na spremembe okolice s spreminjanjem barve in kvantificirajo kemikalije, ki se sproščajo iz telesa (npr. znoj in potencialne druge biološke tekočine) [42]. Črnila se lahko natisnejo v obliki drobnih vzorcev visoke ločljivosti na oblačila, obutev ali celo obrazne maske. Njihov napredek je v odkrivanju in kvantificiranju širokega spektra bioloških pogojev, molekul in patogenov s površine telesa z navadnimi oblačili in uniformami, slika 13.



Slika 13: Na majici natisnjena bioaktivna črnila nadzirajo patogene s površine telesa s spreminjanjem barve [42]

Neprijetnosti, povezane s temperaturo, kot so vročinski udar, vročinski izpuščaji, ozeblina, podhladitev idr., so stalna težava številnih oseb. Spremljanje temperature z nosljivimi senzorji in pametno hlajenje ali ogrevanje uporabnika je druga veja pametnih aplikacij, ki jih je mogoče vgraditi v oblačila in druge tekstilne izdelke za varovanje zdravja ter povečanje udobja in dobrega počutja posameznika [43, 44, 45]. Za izboljšanje lokalnega toplotnega udobja v območju stopal je bila razvita pametna električno ogrevana spalna vreča, ki ima v tradicionalno spalno vrečo vključen sistem za nadzor ogrevanja, slika 14. Pametna spalna vreča vzdržuje temperaturo nog v toplotno nevtralnem območju človeka (25,0 – 34,0 °C) tako, da samodejno v realnem času prilagaja toplotno moč v območju stopal na podlagi realno izmerjene temperature prstov nog s senzorjem temperature [46].



Slika 14: Skica pametne grelne spalne vreče [46]

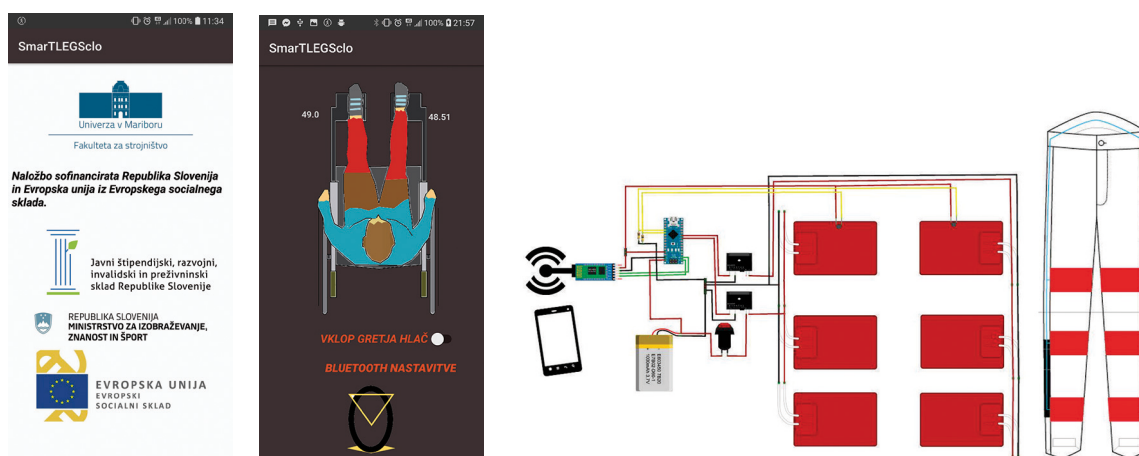
Izjemen napredek v razvoju številnih pametnih oblačil v zadnjih letih zasledimo za starostnike in invalide osebe z namenom varovanja njihovega zdravja in preprečevanja poškodb ter omogočanja njihovega enakovrednega vključevanja v urbano družbeno okolje.

Prototip pametnega oblačila za toplotno zaščito spodnjih okončin uporabnikov invalidskega vozička so razvili tudi študenti v okviru projekta SmarTLEGS'Bag, ki je v letu 2019 tekkel pod okriljem projektov 'Po kreativni poti do znanja' [47]. Ob njihovih spoznanjih, da je termoregulacijski center paraplegikov zaradi poškodbe hrbtenjače moten in sta tako motena njihovo zaznavanje in uravnavanje temperature spodnjih okončin ter posledično pogosti problemi s hipotermijo spodnjih okončin, so bile izvedene raziskave temperature spodnjih okončin in raziskave dovoljene nevrnalne temperature spodnjih okončin. Z interdisciplinarnim raziskovanjem in sinergijo znanj s področja medicine, oblikovanja in tehnologij izdelave oblačil, funkcionalnih tekstilnih materialov in mehatronike so bile razvite grelne hla-

če, ki temperaturo kože paraplegika približajo temperaturi kože zdravega posameznika (pod oblačili je to približno 36 °C). Hlače, imenovane SmarTLEGS'clo, uporabnika informirajo o temperaturi v hlačnicah in omogočajo samodejno uravnavanje temperature v hlačnicah na podlagi aplikacije za komunikacijo sistema z regulacijskim sistemom. Uporabljena je bila komunikacijska metoda s protokolom Bluetooth za telefone z operacijskim sistemom Android, ki posamezniku omogoča spremljati zunanjo temperaturo in temperaturo v obeh hlačnicah, slika 15.

Stopala zagotavljajo primarno površino interakcije z okoljem med gibanjem. Zato je pomembno, da težave s stopali diagnosticiramo v zgodnji fazi za preprečevanje poškodb, obvladovanje tveganj in splošno dobro počutje. Eden od pristopov k merjenju zdravja stopal, ki se pogosto uporablja v različnih aplikacijah za zdravje in šport, je proučevanje pritiskne sile stopala s tlemi in temperature stopal. V zvezi z aplikacijami, ki vključujejo diagnozo bolezni, so se številni raziskovalci osredotočili na težave z razjedami stopal zaradi diabetesa, ki lahko izhajajo iz čezmernega plantarnega pritiska stopala na določene predele podplata. Ob tem je neustrezna porazdelitev plantarnega pritiska stopala lahko povezana tudi z nestabilnostjo hoje pri starejših in drugih posameznikih z motnjami ravnotežja, ploskim stopalom idr. [48].

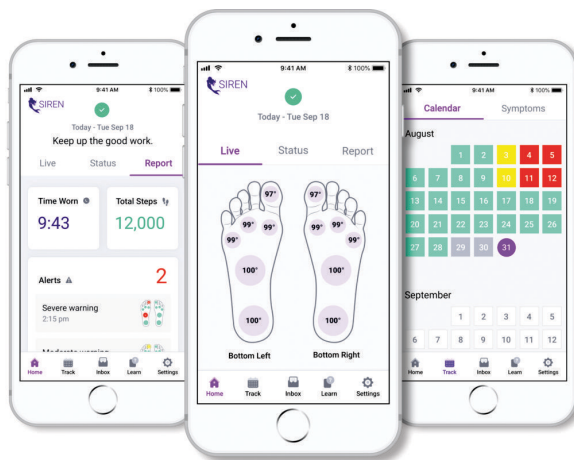
Sistem SurroSense Rx z vložkom za čevlje (podjetje Orpyxov) zbira podatke o pritisknih silah stopala s tlemi in je v pomoč pri preprečevanju razjed na diabetičnem stopalu pri osebah z blago do zmerno izgubo občutka, povezano z diabetično periferno nevropatijo, slika 16 (a) [49]. Vložek za čevlje je debel 0,5 mm in se namesti pod standardni vložek za čevlje. Podatki o pritisknih silah stopala se zbirajo in pretvorijo v profil



Slika 15: Pametne hlače za toplotno zaščito spodnjih okončin uporabnikov invalidskega vozička [47]



a)



b)

Slika 16: (a) Sistem SurroSense Rx s pametnim vložkom za čevlje, ki zbira podatke o pritisnih silah stopala [49], (b) aplikacija za pametne nogavice Siren za diabetike [51]

tveganja, ki se brezžično pošlje bodisi v pametno uro, ki jo nosi pacient, ali v aplikacijo za mobilni telefon. Prikaže se tlačni diagram stopala, ki pacienta opozori na lokacije območij podplata, na katere je bil v določenem časovnem obdobju stalni pritisk (vsaj 15 minut), kar omogoča osebi, da identificira in spremeni svoje vedenje ali situacije, zaradi katerih obstaja tveganje za nastanek razjed na nogah [49].

Navadne diabetične nogavice pomagajo preprečevati razjede stopal s funkcionalnostjo izboljšanja cirkulacije stopal in preprečevanja potenja stopal. Pametne nogavice Siren nenehno spremljajo temperaturo stopal in zdravniku pošiljajo informacije, da lahko sledi težavam pacienta, ki so povezane z vnetjem stopal. Pametne nogavice delujejo takole: (a) nogavica ima vgrajenih šest termistorjev, ki merijo temperaturo stopal, (b) aplikacija primerja temperaturi obeh stopal v istih točkah merjenja in išče spremembe v temperaturi, (c) podatki o temperaturi se zajemajo v daljšem časovnem obdobju, da se lahko ugotovi morebitno vnetje ali poškodba, (d) takoj ko senzori zaznajo težavno območje, pošljejo opozorilo v aplikacijo Siren Care, ki je nameščena na uporabnikovem pametnem telefonu, slika 16 (b) [50, 51].

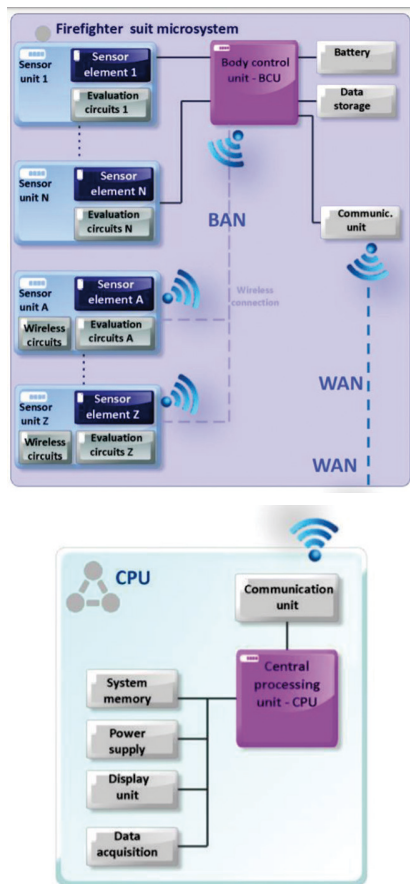
### 2.1.1 Pametna oblačila za spremljanje zdravja v različnih delovnih okoljih

Stalno spremljanje fizioloških parametrov oseb ni le cilj medicinske uporabe. Pametna delovna oblačila potrebujejo različni strokovnjaki, astronauti, vojniki, gasilci, policija idr. za zaščito pred nevarnimi situacijami in poškodbami ter za spremljanje in va-

rovanje zdravja posameznika. Pametna oblačila, ki so usmerjena v profesionalno uporabo, uporabljajo že razvite tehnologije, kot so prevodni senzori za merjenje srčnega utripa, dihanje, ravni kisika v krvi, telesne temperature itd., in te možnosti uvajajo npr. v kontekst situacije gasilca med gašenjem požara. V številnih poklicih je temperatura velik izziv z vidika toplotnega udobja in varnosti pri delu zaposlenih. Temperatura v nujnih nalogah gasilskih in reševalnih služb, pa tudi v rudnikih in na gradbiščih ter drugih delovnih razmerah pogosto povzroča izredno fizično obremenitev.

V prispevku [52] avtorji predstavljajo razvit pametni zaščitni sistem na tekstilni osnovi, namenjen zagotavljanju večje varnosti gasilcev. Sistem je v celoti vgrajen v gasilsko zaščitno obleko in je sposoben spremljati srčni utrip (HR), zaznavati premike oz. lokacijo gasilca, zaznavati strupene in gorljive pline v okolju ter meriti temperaturo (T) in relativno vlažnost (RH) v gasilski obleki in zunaj nje. Zaščitni sistem je sestavljen iz razvitih integriranih senzorskih modulov, e-tekstilnih kabelskih snopov, krmilne enote telesa (BCU), centralne procesne enote (CPU), karserijskega omrežja (BAN) in širokega omrežja (WAN). Izmerjeni podatki se brezžično prenašajo po širokem omrežju z avtomatsko usmerjenim algoritmom na centralno procesno enoto, ki jo preverja vodja gasilske operacije in je tako sproti obveščen o dejanskem stanju posameznih gasilcev. Če kateri od nadzorovanih parametrov prekorači vnaprej nastavljene mejne vrednosti, BCU samodejno obvesti gasilca z zvočnim alarmom o prihajajoči nevarnosti [52].





Slika 17: Osnovni koncept pametne gasilske obleke [52]

Znanstveniki z Univerze v Manchesteru so razvili novo vrsto pametne tekstilije na osnovi grafena, ki bi lahko dobila prostor med toplotno prevodnimi oblačili, ki so sposobna uporabnika hladiti, ko mu je vroče, in ogreti, ko ga zebe, v različnih delovnih okoljih ali med izvajanjem drugih aktivnosti na prostem. Za predstavitev dinamične kontrole toplotnega sevanja so izdelali prototip oblačila z aktivno napravo, ki se nahaja na prsih v obliki našitka in jo je mogoče vklopiti in izklopiti, slika 18 [53].



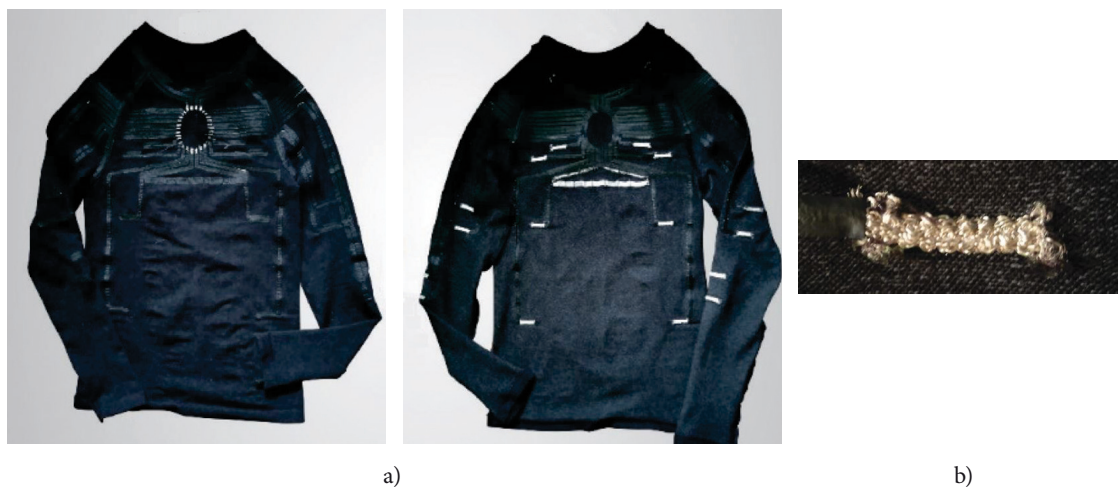
Slika 18: Majica z našitkom iz grafena [53]

Prvo idejo za vgradnjo senzorjev v oblačila na vojaškem področju so imeli raziskovalci s Tehnološkega inštituta Georgia v okviru donacije ameriške Agencije za napredne raziskovalne projekte [54]. Glavni cilj je bil spremljati status vojaka ter razkrivati morebitne poškodbe in njihov vpliv na njegovo zdravje. V prispevku Scataglinija s sodelavci [55] je podan pregled uporabe pametnih oblačil za vojake z vidika spremljanja zdravja, spremljanja okoljske varnosti, obvladovanja stresa in krepitev človeških funkcij.

## 2.2 Pametna oblačila za šport

Pametne tehnologije so vključene v številna športna oblačila za izboljšanje zdravja, počutja in zmogljivosti športnikov. Uporaba pametnih oblačil v športnem sektorju se vseskozi povečuje, raznolikost aplikacij pametnih oblačil, ki so na voljo v literaturi, je izjemno obsežna [3]. V številnih študijah so raziskovali uporabo senzorjev za merjenje bioloških parametrov (tj. srčnega utripa, nasičenosti mišic in kisika) in z varnostjo povezanih parametrov (tj. položaj, gibanje in učinek) za izboljšanje zdravja, dobrega počutja in zmogljivosti športnikov [3, 56, 57]. Paiva s sodelavci [58] je npr. razvil pametno oprijeto majico in športne hlače za merjenje srčne in mišične aktivnosti, hitrosti dihanja in temperature, slika 19. Komplet vključuje senzorje za EKG in elektromiografijo (EMG), senzorje dihanja in temperature za konstantno ocenjevanje fizioloških podatkov športnika ali pacienta. V majico in hlače so vpleteni prevodni elementi (elektrode in prevodne poti) oziroma poliamidno/srebrna preja - Elitex 110/f34, kot jih prikazuje slika 19b. Elektrode tvorijo 3-D strukturo, medtem ko imajo prevodne poti enako strukturo pletenja kot preostalo oblačilo [58].

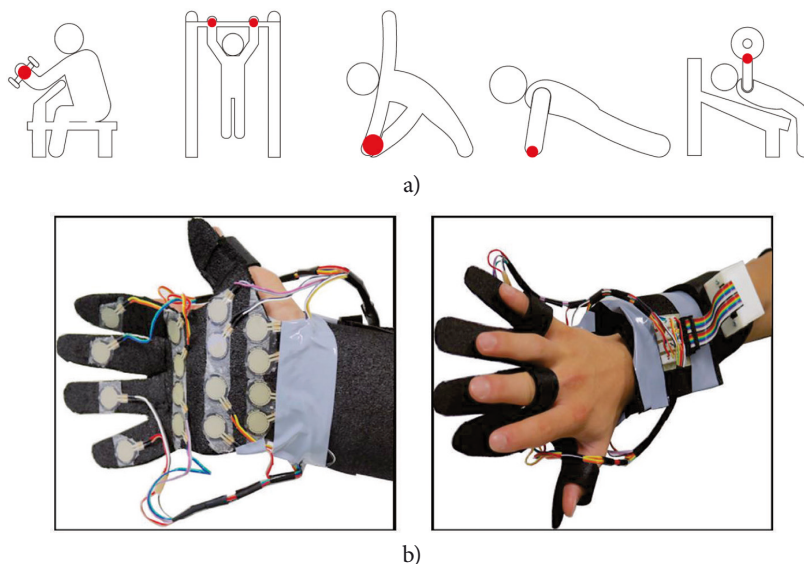
Druga veja razvoja pametnih športnih oblačil se osredotoča na sledenje in analiziranje treningov poklicnih in rekreativnih športnikov za spremljanje in prilagajanje treningov njihovim telesnim specifikam in za izboljšanje napredka športnikov. Tako so npr. razvili napredno različico pametne nogavice, imenovane DAid® Pressure Sock System (DPSS), ki omogoča podrobno proučevanje časovno povezanih parametrov hoje ali teka, kot so kadenca, biomehanika in kinetika teka ali hoje itd. [59]. Namen razvoja pametne športne nogavice SmartGo4Goal je bil spremljati statistike med treningi športnikov in na podlagi teh z usmerjenimi treningi spremljati napredek poklicnih in rekreativnih športnikov [60]. Izdelan je bil prvi prototip pametne



Slika 19: Pametna športna majica: (a) zunanja stran majice, (b) notranja stran majice s pletenimi elektrodami [58]

športne nogavice, ki uporabnika po vnosu njegovih osnovnih podatkov informira o treh pomembnih pritisnih silah stopala s tlemi, številu korakov, razdalji in hitrostih med tekom ter o porabljenih kalorijah in GPS lokaciji na podlagi aplikacije za komunikacijo sistema s protokolom Bluetooth za telefone z operacijskim sistemom Android. V nogavico so vgrajeni tekstilni senzorji pritisnih sil na treh mestih podplata in senzor srčnega utripa v predelu gležnja. Položaji vseh senzorjev so natančno določeni na podlagi izvedenih meritev in izračunov odtisov stopal, srčnega utripa na različnih predelih telesa in meritev značilnih faz teka. Senzorji so povezani z enoto za sprejem, obdelavo, izračun in pošiljanje podatkov s prevodnim sukancem [60].

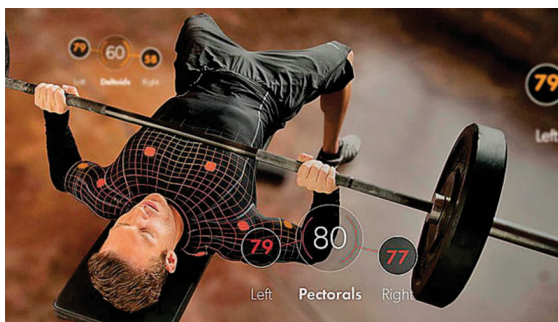
Intenzivne medicinske študije so pokazale, da lahko športna aktivnost izboljša duševno in fizično zdravje oseb [61]. V zadnjih letih je fitness postal najpogostejši način motiviranja in vključevanja ljudi v različne športne aktivnosti. Večina športnih aktivnosti (razen aerobnih aktivnosti, kot je tek) vključuje eno ali več interakcij med športnikovimi dlanmi in telesom ali med dlanmi in predmetom za vadbo, slika 20 (a). Tako so raziskovalci [61] izkoristili biomehanske interakcije dlani za sledenje športnih aktivnosti s pametno rokavico, ki temelji na uporovnih senzorjih (FSR - force-sensitive resistor), integriranih v športno rokavico in občutljivih na pritisno silo, slika 20 (b). Le-ti omogočajo prepoznavanje in štetje športnih aktivnosti s pomočjo analize časovno porazdeljenih serij obremenitev dlani med športno vadbo.



Slika 20: (a) Primeri športnih aktivnosti in (b) pametna športna rokavica za sledenje športnih aktivnosti [61]



Tekstilne površinske elektrode, vgrajene v športno oblačilo, se lahko uporabljajo za merjenje mioelektričnih potencialov skeletnih mišic s pomočjo snemalne tehnike, imenovane EMG [62]. Po tem principu deluje tudi Athos, pametni sistem športnih oblačil, ki meri aktivnosti mišic med vadbo, srčni utrip, porabljene kalorije ter razliko med aktivnim časom in časom počitka [63]. Sistem sestavljajo majica in hlače, tekstilne elektrode in e-modul, imenovan Athos Core, prek katerega se uporabnik lahko poveže z aplikacijo na pametnem telefonu, slika 21 [64, 65]. Oblačila uporabljajo tako rekreativni kot poklicni športniki, podjetje pa predvideva, da se bodo njegova oblačila uporabljala tudi v kliničnih okoljih, kot so bolnišnice in rehabilitacijske klinike. Pametna oblačila na osnovi elektromiografije bi lahko koristila bolnikom z različnimi zdravstvenimi težavami, vključno s srčnimi boleznimi in debelostjo [66].



Slika 21: Pametna majica Athos, ki deluje na principu elektromiografije [65]

Pametni kompresijski rokav podjetja Komodotec je izdelan iz mehke, fleksibilne in antimikrobne tekstilije, ki vsebuje prevodne niti, povezane s senzoričnimi napravami, slika 22 [67]. S pomočjo rokava

pridobimo podatke o uporabnikovem srčnem utripu, opravljeni razdalji med aktivnostjo, kakovosti spanja, posredno pa tudi informacije o telesni odvisnosti od alkohola in drog, času regeneracije telesa po vadbi, stopnji stresa in reakcije na določeno hrano [67]. Rokav vsebuje tudi senzorje za spremljanje telesne temperature, kakovosti zraka in moči UV-žarkov. Podjetje načrtuje, da bo pametni rokav poleg uporabe med ljubitelji športa uporaben tudi za merjenje stresa in zaznavanje vnetja srca, kot tudi za ugotavljanje srčno-žilnih bolezni [68].



Slika 22: Pametni kompresijski rokav Komodotec [67]

Ameriški podjetji Levi's in Google sta združili moči in oblikovali pametno jakno, namenjeno kolesarjem v velikih mestih, slika 23 (a). Jakna skupaj s prevodnimi nitmi, vtkanimi v rokav, deluje kot elektronska platforma in je digitalno povezana prek naprave, imenovane Jacquard, ki je pritrjena na zapestnik jakne, slika 23 (b) [69]. Jakna uporabnika opozarja na sporočila in klice s pametnega telefona z vgrajenimi LED-žarnicami in vibracijami. Prek stranske perforacije na zapestniku jakne, slika 23 (b), lahko uporabnik odgovarja na klice in sporočila brez rokojanja z mobilno napravo, kot tudi upravlja in posluša glasbo [70].



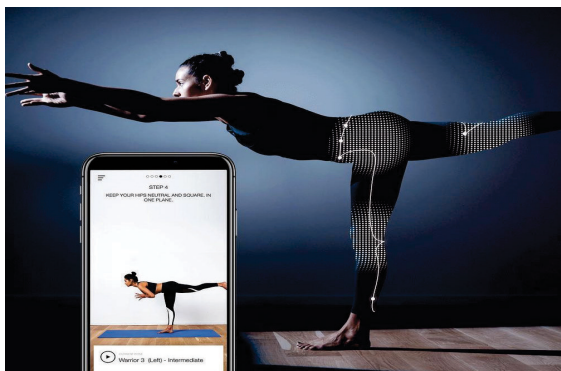
a)



b)

Slika 23: Pametna jakna, zasnovana v sodelovanju podjetij Levi's in Google [70]

Nadi X so pametne oprijete športne hlače, ki imajo vgrajen merilnik pospeška in haptično povratno tehnologijo za treniranje joge, slika 24 [71]. Hlače z vrsto senzorjev spremljajo uporabnikove gibe in zagotavljajo povratne informacije v obliki majhnih vibracij, zato ob uporabi aplikacije med treningom delujejo kot osebni inštruktor joge [71].



Slika 24: Nadi X, pametne oprijete športne hlače za trening joge [72]

Tehnološko podjetje Spinali Design izdeluje različna pametna oblačila z vgrajenimi senzorji in inteligentnimi funkcijami [73]. Ena takih funkcij je v pametne kopalke vgrajen UV-senzor, ki prek aplikacije na pametnem telefonu opozori uporabnika, da naj se



Slika 25: UV-senzor v kopalках [73]

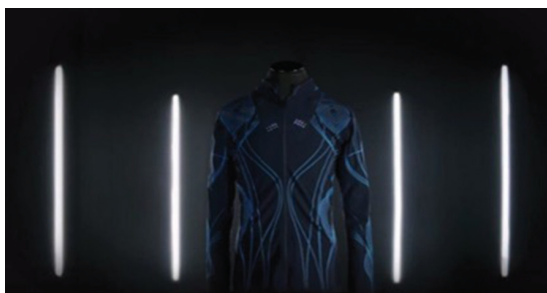
namaže z zaščitno kremo za sončenje ali umakne v senco. UV-senzor se nahaja v snemljivem medaljonu na kopalakah, slika 25. Ko uporabnik vnese v aplikacijo podatke o svojem tipu kože, aplikacija ves čas spremlja temperaturo in pošilja opozorila [73].

Zadnje pametno oblačilo podjetja Spinali Design so pametne rokavice, ki varujejo pred virusi in bakterijami [73]. Zahvaljujoč načelu fotokatalize se rokavice, ko so enkrat izpostavljene UV-A ali UV-B sevanju naravne ali umetne svetlobe, razkužijo same [73]. Rokavice imajo vgrajen senzor, ki omogoča merjenje UV-svetlobe v določenem časovnem obdobju. Če na voljo ni dovolj dnevne svetlobe, si uporabnik lahko pomaga z UV-lučjo. Zadnje tovrstne pametne rokavice so namenjene tudi zaščiti pred novim korona virusom, slika 26 [74].

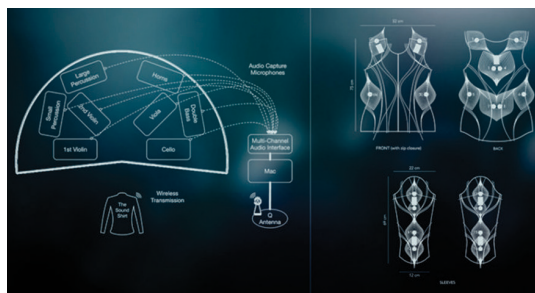


Slika 26: Pametne rokavice, namenjene tudi zaščiti pred novim korona virusom [74]

Soundshirt je pametna zvočna majica tehnološkega podjetja CuteCircuit, ki omogoča gluhim osebam, da uživajo v glasbi, slika 27 (a) [75]. Oblačilo je izdelano iz tekstilije, v katero je vgrajenih 16 mikropogonov, slika 27 (b) [76]. Mikropogoni pretvarjajo zvok v dražljaje, ki jih uporabnik pametne majice občuti na koži. Tehnologija je brezžična, uporabljene so samo prevodne tekstilije, zato je oblačilo prilagajajoče se in udobno za nošenje. Zvočna majica ima zaradi visokoločljivega digitalnega tiska na površini pletiva edinstven videz.



a)



b)

Slika 27: Soundshirt, pametna zvočna majica za gluhe [76]



### 3 Sklep

Prispevek obravnava pametna oblačila z vidika področij njihove uporabe in prikazuje primere pametnih oblačil, razvitih v zadnjih letih. Uvodni del prispevka pojasnjuje, kaj pametna oblačila so, in v nadaljevanju na kratko prikaže razvoj generacij pametnih tekstilij, od pasivnih in aktivnih do ultrapametnih tekstilij, in se zaključuje z razlago o e-tekstilijah.

Predstavljena so pametna oblačila oziroma vanje vgrajene pametne tekstilije ali e-tekstilije, katerih zasnova temelji predvsem na vključevanju aplikacij za spremljanje zdravja in športnih aktivnosti ter odzivanja na zajete parametre za varovanje in izboljšanje zdravja, izboljšanje počutja in napredka vadečih pri športnih aktivnostih.

Spremljanje zdravja je splošna skrb za bolnike, ki potrebujejo medicinsko pomoč v vseh življenjskih obdobjih. Večina nosljivih pametnih sistemov oziroma pametnih oblačil, ki jih ponuja trg, najpogosteje spremlja fiziološke parametre, kot so dihanje, srčna aktivnost, količina kisika v krvi, telesna temperatura idr. Veliko pozornosti zasledimo pri razvoju pametnih oblačil za starostnike tudi pri spremljanju kakovosti spanja, nadzoru med spanjem, nadzoru jemanja zdravil in bolnikom z demenco in na drugi strani spremljanju gibanja bolnikov z vidika medicinske rehabilitacije, kot tudi zgodnjem odkrivanju nastanka preležanin in ran diabetičnih stopal. Spet druga veja razvoja pametnih oblačil in drugih tekstilnih izdelkov je spremljanje in varovanje zdravja z vidika spremljanja zunanje in telesne temperature z nosljivimi senzorji, katerih pametni sistem omogoča načrtovano hlajenje ali ogrevanje uporabnika. Novo vejo razvoja pametnih oblačil pa zasledimo v inovaciji pametnega nedrčka za zgodnje odkrivanje raka dojke, katerega razvoj je usmerjen v tehnologijo, vgrajeno v nedrček in namenjeno manjšanju rakastih celic v dojkah.

Za stalno spremljanje fizioloških parametrov so razvita tudi pametna delovna oblačila, ki jih potrebujejo različni strokovnjaki, astronauti, vojaki, gasilci, policija idr. za zaščito pred nevarnimi situacijami in poškodbami ter na splošno za spremljanje in varovanje njihovega zdravja.

Pametne tehnologije so vključene v aplikacije športnih oblačil za izboljšanje zdravja, počutja, zmogljivosti in napredka športnikov. Uporaba pametnih oblačil v športnem sektorju se vseskozi povečuje, zato zasledimo raznolike aplikacije pametnih športnih oblačil za rekreativne in poklicne športnike. Nekatera

od njih pa se uporabljajo tudi v kliničnih okoljih, kot so bolnišnice in rehabilitacijske klinike.

Najnovejše tehnološke inovacije pri razvoju pametnih tekstilij, ki jih navajajo zadnji viri, ki bodo močno pospešile razvoj pametnih oblačil, so (1) triboelektrične tekstilije, ki so sposobne iz različnih virov, kot so veter, dež in človeško gibanje, pretvarjati kinetično energijo v električno, (2) preje, ki ob zaznavi različnih plinov spremenijo barvo, (3) metatekstilije, ki skrbijo za udobje človeka in se prilagajajo glede na razmere v okolici tako, da njenemu uporabniku ni prevroče ali prehladno, (4) različne vrste novih prevodnih vlaken in (5) črnila na osnovi biomateriala, ki se odzivajo na spremembe okolice s spreminjanjem barve in kvantificirajo kemikalije, ki se sproščajo iz telesa.

Kljub številnim dosežkom v razvoju pametnih oblačil, pametnih tekstilij in e-tekstilij je v teh raziskavah vedno poudarek tudi na njihovi trajnostni uporabi oziroma negi oblačil in njihovi cenovni dostopnosti.

### Viri

1. TAO, Xiaoming. Smart technology for textiles and clothing. In *Smart fibres, fabrics and clothing: fundamentals and applications*. Edited by Xiaoming Tao. Cambridge : Woodhead Publishing, 2001.
2. CHO, Gilsoo, LEE, Seungsin, CHO, Jayoung. Review and reappraisal of smart clothing. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2009, **25**(6), 582–617, doi: 10.1080/10447310902997744.
3. AL MAHMUD, Abdullah, WICKRAMARATHNE, Tharushi Indeewari, KUYS, Blair. Effects of smart garments on the well-being of athletes: a scoping review protocol. *BMJ Open*, 2020, **10**(11), 1–4, doi: 10.1136/bmjopen-2020-042127.
4. WOODROW, Barfield, MANN, Steve, BAIRD, Kevin, GEMPERLE, Francine, KASABACH, Chris, STIVORIC John, BAUER Malcolm, MARTIN Richard, CHO Gilsoo. Computational clothing and accessories. In *Fundamentals of wearable computers and augmented reality*. Edited by Woodrui Barfield and Thomas Caudell. CRC Press, 2001, 471–509, doi: 10.1201/9780585383590.
5. STOPPA, Matteo, CHIOLERIO, Alessandro. Wearable electronics and smart textiles: a critical review. *Sensors*, 2014, **14**(7), 11957–11992, doi: 10.3390/s140711957.
6. VAGOTT, Jakob, PARACHURU, Radhakrishnaiah. An overview of recent developments

- in the field of wearable smart textiles. *Journal of Textile Science & Engineering*, 2018, 8(4), 1–10, doi: 10.4172/2165-8064.1000368.
7. CANAN ÇELIKEL, Dilan. Smart e-textile materials. In *Advanced functional materials*. Edited by Nevin Tasaltin, Paul Sunday Nnamchi and Safaa Saud. IntechOpen, 2020, doi: 10.5772/intechopen.92439.
  8. CARDOSO, Virginia, BOLDT, Rachel, CARVALHO, Helder, FERREIRA, Fernando. LIGHTness: interactive luminous ballet outfit. In *HELIX 2018: Innovation, engineering and entrepreneurship. International conference on innovation, engineering and entrepreneurship (Lecture Notes in Electrical Engineering, vol. 505)*. Edited by J. Machado, F. Soares and G. Veiga. Cham : Springer, 2019., 214–220, doi: 10.1007/978-3-319-91334-6\_30.
  9. PAILES-FRIEDMAN, Rebeccah. Smart textiles for designers: inventing the future of fabrics. London: Laurence King Publishing, 2016.
  10. Solar charged jacket. [Part running jacket. Part high tech toy.] Winner of TIME's Best Inventions [online]. Vollebak [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.vollebak.com/product/solar-charged-jacket/>>.
  11. Self-heating smart jacket responds to changes in temperature [online]. Dezen [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.dezen.com/2018/02/28/ministry-of-supply-self-heating-smartjacket-responds-temperature-changes-technology/>>.
  12. GONÇALVES, Carlos, FERREIRA DA SILVA, Alexandre, GOMES, João, SIMOES, Ricardo. Wearable e-textile technologies: a review on sensors, actuators and control elements. *Inventions*, 2018, 3(1), 1–13, doi: 10.3390/inventions3010014.
  13. DE ROSSI, Danilo, VELTNIK, Peter. Wearable technology for biomechanics: e-textile or micro-mechanical sensors? *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 2010, 29(3), 37–43, doi: 10.1109/MEMB.2010.936555.
  14. HELMER, Richard, BLANCHONNETTE, Ian, FARROW, Damian, BAKER, John, PHILLIPS, Elissa. Interactive biomechanics and electronic textiles. In *Proceedings of the 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports*. Edited by Elizabeth J. Bradshaw, Angus Burnett and Patria A. Hume. Melbourne: International Society of Biomechanics in Sports, 2012, 223–226, <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5269>.
  15. TOGNETTI, Alessandro, LORUSSI, Federico, DALLE MURA, Gabriele, CARONARO, Nicola, PACELLI, Maria, PARADISO, Rita, DE ROSSI, Danilo. New generation of wearable goniometers for motion capture systems. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 2014, 11(56), 1–17, doi: 10.1186/1743-0003-11-56.
  16. SHORTER, K. Alex, KOGLER, Géza F., LOTH, Eric, DURFEE, William K. in HSIAO-WECKSLER, Elizabeth T. A portable powered ankle-foot orthosis for rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 2011, 48(4), 459–472, doi: 10.1682/jrrd.2010.04.0054.
  17. FARINA, Dario, LORRAIN, Thomas, NEGRO, Francesco, JIANG, Ning. High-density EMG e-textile systems for the control of active prostheses. In *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology, Buenos Aires, Argentina, 31 August - 4 September 2010*. Engineering in Medicine and Biology Society, 2010, 3591–3593, doi: 10.1109/IEMBS.2010.5627455.
  18. PARK, Yong-Lae, CHEN, Bor-rong, YOUNG, Diana, STIRLING, Leia, WOOD, Robert, GOLDFIELD, Eugene in NAGPAL, Radhika. Bio-inspired active soft orthotic device for ankle foot pathologies. In *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2011, 4488–4495, doi: 10.1109/IROS.2011.6048620.
  19. OESS, Nina P., WANEK, Johann, CURT, Armin. Design and evaluation of a low-cost instrumented glove for hand function assessment. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 2012, 9, doi: 10.1186/1743-0003-9-2.
  20. 5 inovacij, ki bodo pomagale pri razvoju pametnih oblek [online]. Računalniške novice [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<http://m.racunalske-novice.com/index.php?id=5-inovacij-ki-bodo-pomagale-pri-razvoju-pametnih-oblek.html>>.
  21. Turning SILK into SENSORS [online]. AI Silk [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<http://www.ai-silk.com/english/>>.
  22. Vital Jacket Holter [online]. Biodevices [accessed 10.2.2021]. Available on World Wide Web: <<http://www.vitaljacket.com/en/vitaljacket-holter-2/>>.
  23. CUNHA, João P. Silva, CUNHA, Bernardo, SOUSA PEREIRA, António, XAVIER, William, FERREIRA, Nuno in MEIRELES Luis. Vital-Jacket: a wearable wireless vital signs monitor for patient's mobility in cardiology and sports.

- In *4th international conference on pervasive computing technologies for healthcare, Munich, Germany, 7 June 2010*, 1-2, <https://ieeexplore.ieee.org/document/5482268>.
24. Vital jacket will monitor your health [online]. The future of things [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://thefutureofthings.com/6389-vital-jacket-will-monitor-your-health/>>.
  25. Health research [online]. Hexoskin [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.hexoskin.com/pages/health-research>>.
  26. Hexoskin white paper. Implementing a remote patient monitoring platform to support home-based pulmonary rehabilitation programs [online]. Hexoskin Health Sensors & AI [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <[https://www.hexoskin.com/pages/white-paper-pulmonaryrehab?\\_pos=1&\\_sid=883aedb01&\\_ss=r](https://www.hexoskin.com/pages/white-paper-pulmonaryrehab?_pos=1&_sid=883aedb01&_ss=r)>.
  27. Atroskin vital signs monitoring platform [online]. Hexoskin Health Sensors & AI [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.hexoskin.com/pages/astroskin-vital-signs-monitoring-platform-for-advanced-research>>.
  28. Owlet smart sock 3rd generation [online]. Owlet [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://owletcare.ca/products/smart-sock-3>>.
  29. Owlet smart sock [online]. Owlet [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://owletbabycare.co.uk/products/owlet-smart-sock>>.
  30. Smart sock technology - a closer look [online]. Owlet [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://blog.owletcare.com/smart-sock-technology/>>.
  31. Owlet introduces new smart sock 2 and connected care platform for parents [online]. Owlet [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://blog.owletcare.com/owlet-introduces-new-smart-sock-2-and-connected-care-platform-for-parents/>>.
  32. E-skin sleep & lounge [online]. Xenoma [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://xenoma.com/products/eskin-sleep-lounge/>>.
  33. Xenoma [online]. Ryosho Europe [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://ryosho-europe.com/xenoma/>>.
  34. Xenoma's smart pajamas are for well-being of the elderly [online]. Gadgets & Wearables [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://gadgetsandwearables.com/2020/01/06/xenoma-smart-pajamas/>>.
  35. Product [online]. Visseiro [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.visseiro.com/en/product/>>.
  36. SIKKA, Monica, GARG, Samridhi. Functional textiles for prevention of pressure ulcers – a review. *Research Journal of Textile and Apparel*, 2020, 24(3), 185-198, doi: 10.1108/RJTA-10-2019-0047.
  37. HUDEC, Robert, MATUŠKA, Slavomir, KAMENCAY, Patrik, BENCO, Miroslav. A smart IoT system for detecting the position of a lying person using a novel textile pressure sensor. *Sensors*, 2020, 21(1), 1-21, doi: 10.3390/s21010206.
  38. Pressure-sensitive conductive sheet [online]. Digi-Key [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.digikey.com/catalog/es/partgroup/pressure-sensitive-conductive-sheet-velostat-linqstat/71881>>.
  39. Turck Duotec S.A. supports the early detection of breast cancer [online]. Duotec [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.turck-duotec.com/en/news/turck-duotec-s-a-supports-the-early-detection-of-breast-cancer.html>>.
  40. ‚Smart bra‘ to detect early-stage breast cancer [online]. Healthcare in Europe [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://healthcare-in-europe.com/en/news/smart-bra-to-detect-early-stage-breast-cancer.html>>.
  41. A smart bra for detecting early-stage breast cancer [online]. EPFL [accessed 11.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://actu.epfl.ch/news/a-smart-bra-for-detecting-early-stage-breast-cance/>>.
  42. New smart fabrics with bioactive inks monitor body and environment by changing color [online]. Tufts Now [accessed 25.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://now.tufts.edu/news-releases/new-smart-fabrics-bioactive-inks-monitor-body-and-environment-changing-color>>.
  43. PAUL, Gregory, GIM, Edward, WESTERFELD, David. Battery powered heating and cooling suit. In *IEEE Long Island Systems, Applications and Technology (LISAT) Conference 2014*, 1-5, doi: 10.1109/LISAT.2014.6845221.
  44. SUZUKI, Yuta, TOYOZUMI, Naoya, TAKAHASHI, Junji, LOPEZ, Guillaume, HOSAKA, Hiroshi, ITAO, Kiyoshi. Wearable individual adapting cooling system using smartphone and

- heart beat sensor. In *55th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)*, 2016, 531–536, doi: 10.1109/SICE.2016.7749266.
45. LI, Hongqiang, YANG, Haijing, LI, Enbang, LIU, Zhihui, WEI, Kejia. Wearable sensors in intelligent clothing for measuring human body temperature based on optical fiber Bragg grating. *Optics Express*, 2012, **20**(11), 11740–11752, doi: 10.1364/OE.20.011740.
  46. ZHANG, Chengjiao, REN, Chongguang, LI, Ying, SONG, Wenfang, XU, Pengjun, WANG, Faming. Designing a smart electrically heated sleeping bag to improve wearers' feet thermal comfort while sleeping in a cold ambient environment. *Textile Research Journal*, 2017, **87**(10), 1251–1260, doi: 10.1177/0040517516651104.
  47. RUDOLF, Andreja, GOTLIH, Karl, MAROLT, Boštjan, ERMENC, Hana, ŠTAMPFER, Jasna, SADEK, Jan, SURLA-PAVLOVIČ, Boris, HUDOURNIK, Monika, KOLANOVIČ, Vanja, NOVAK, Jakob, BOROVEC, Matej, BELŠAK, Rok. Pametno oblačilo za toplotno zaščito spodnjih okončin uporabnikov invalidskega vozička (SmartLEGS' bag): končno poročilo. Projekt Po kreativni poti do znanja 2017-2020. Ljubljana : Javni študentski, razvojni, invalidski in preživninski sklad RS, RS MIZŠ, EU evropski socialni sklad, UM Fakulteta za strojništvo, Prevent&Deloza, Zveza paraplegikov Slovenije, 2020.
  48. RAZAK, Abdul Hadi Abdul, ZAYEGH, Aladin, BEGG, Rezaul, WAHAB, Yufridin. Foot plantar pressure measurement system: a review. *Sensors (Basel)*, 2012, **12**(7), 9884–9912, doi: 10.3390/s120709884.
  49. The SurroSense Rx™ system for prevention of diabetic foot ulcers NIHR [online]. Horizon Scanning Centre [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<http://www.io.nihr.ac.uk/wp-content/uploads/migrated/2501.57fe19e0.FinalOrpyxSurroSenseRxforpreventionofdiabeticfootulcers.pdf>>.
  50. Siren care weaves temperature monitoring into diabetic socks [online]. Wearablezone [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://wearablezone.com/news/diabetic-socks-siren-smart-socks/>>.
  51. Temperature monitoring for better foot care [online]. SIREN [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://siren.care/>>.
  52. SOUKUP, Radek, BLECHA, Tomas, HAMACEK, Aleš, REBOUN, Jan. Smart textile-based protective system for firefighters. In *Proceedings of the 5th Electronics System-integration Technology Conference (ESTC) Helsinki*, 2014, 1–5, doi: 10.1109/ESTC.2014.6962821.
  53. Graphene smart textiles developed for heat adaptive clothing [online]. Tectales [accessed 12.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://tectales.com/wearables-sensors/graphene-smart-textiles-developed-for-heat-adaptive-clothing.html>>.
  54. SCATAGLINI, Sofia, ANDREONI, Giuseppe, GALLANT, Johan. Smart clothing design issues in military applications. In *Advances in human factors in wearable technologies and game design. International conference on applied human factors and ergonomics. (Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 795)*. Edited by Tareq Z. Ahram. Cham : Springer, doi: 10.1007/978-3-319-94619-1\_15.
  55. SCATAGLINI, Sofia, ANDREONI, Giuseppe, GALLANT, Johan. A review of smart clothing in military. In *WearSys ,15: Proceedings of the 2015 workshop on wearable systems and applications, May 2015*, 53–54, doi: 10.1145/2753509.2753520.
  56. HOLLECZEK, Thomas, RÜEGG, Alex, HARMS, Holger, TRÖSTER, Gerhard. Textile pressure sensors for sports applications. In *SENSORS, 2010 IEEE, Waikoloa, HI, USA, 2010*, 732–737, doi: 10.1109/ICSENS.2010.5690041.
  57. SESHADRI, Dhruv R., LI, Ryan T., VOOS, James E., ROWBOTTOM, James R., ALFES, Celeste M., ZORMAN, Christian A., DRUMMOND, Colin K. Wearable sensors for monitoring the internal and external workload of the athlete. *npj Digital Medicine*, 2019, **2**(71), 1–18, doi: 10.1038/s41746-019-0149-2.
  58. PAIVA, André, FERREIRA, F, CATARINO, André, CARVALHO, Miguel. Design of smart garments for sports and rehabilitation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, **459**(1), 1–7, doi: 10.1088/1757-899X/459/1/012083.
  59. OKS, Alexander, KATASHEV, Alexei, EIZENTALS, Peteris, ROZENSTOKA, Sandra, SUNA, Dance. Smart socks: new effective method of gait monitoring for systems with limited number of plantar sensors. *Health and Technology*, 2020, **10**, 853–860, doi: 10.1007/s12553-020-00421-w.



60. RUDOLF, Andreja, GOTLIH, Karl. Razvoj pametnih športnih nogavic (SmartGo4Goal): končno poročilo. Projekt Po kreativni poti do znanja 2017-2020. Maribor : Fakulteta za strojništvo, 2020.
61. ELDER AKPA, A.H., FUJIWARA, M., SUWA, H., ARAKAWA, Y., YASUMOTO, K. A smart glove to track fitness exercises by reading hand palm. *Journal of Sensors*, 2019, **2019**, 1-19, doi: 10.1155/2019/9320145.
62. GARCIA, M.C., VIEIRA, T.M.M. Surface electromyography: why, when and how to use it. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 2011, **4**(1), 17-28.
63. Athos connected apparel; next level smart clothes [online]. Body Hacks [accessed 12.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://bodyhacks.com/athos-connected-apparel-next-level-smart-clothes/>>.
64. Athos [online]. Athos [accessed 12.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://shop.liveathos.com/>>.
65. Athos reises \$35.5 million provide unique touch wearable technology [online]. Sport Techie [accessed 12.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.sporttechie.com/athos-raises-35-5-million-provide-unique-touch-wearable-technology/>>.
66. Will smart clothing amp up your workout? [online]. NPR [accessed 12.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.npr.org/sections/health-shots/2015/04/03/397108232/will-smart-clothing-amp-up-your-workout?t=1612999314559>>.
67. AIO smart sleeve [online]. Komodotec [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://komodotec.com/>>.
68. The best smart clothing: from biometric shirts to contactless payment jackets [online]. Wareable [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.wareable.com/smart-clothing/best-smart-clothing>>.
69. Levi's and Google unveil new smart jacket with smaller Jacquard tech [online]. Wareable [accessed 10.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.wareable.com/smart-clothing/levi-commuter-trucker-jacket-2-google-price-release-date-specs-7657>>.
70. This Levi's jacket with a smart sleeve is finally going on sale for \$350 [online]. The Verge [accessed 10.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.theverge.com/2017/9/25/16354712/google-project-jacquard-levis-commuter-trucker-jacket-price-release-date>>.
71. [The world's smartest yoga pants for men and women] [online]. Wearable X [accessed 10.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.wearablex.com/collections/nadi-x-smart-yoga-pants>>.
72. Wearablex activated yoga apparel [online]. ANA Marketing futures [accessed 10.2.2021]. Available on World Wide Web: <<http://marketingfutures.ana.net/VFTrend01/landing-129H1-988Y8.html>>.
73. Neviano [online]. Spinali Design. [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.spinali-design.com/pages/neviano>>.
74. Spinali glows [online]. Spinali Design [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.spinali-design.com/pages/smart-gloves>>.
75. COVID-19: Forget about hydroalcoholic gel thanks to these self disinfecting gloves [online]. Stech infos [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://www.stech-infos.com/en/2020/09/covid-19-forget-about-hydroalcoholic-gel-thanks-to-these-self-disinfecting-gloves.html>>.
76. Cutecircuit's soundshirt [online]. CUTECIRCUIT [accessed 7.2.2021]. Available on World Wide Web: <<https://cutecircuit.com/soundshirt/>>.



Alenka Ojstršek<sup>1,2</sup>, Sanja Veličkovič<sup>1,3</sup>, Marjan Leber<sup>3</sup>, Darinka Fakin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, Institute for Engineering Materials and Design, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenia

<sup>2</sup> University of Maribor, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Institute of Automation, Koroška cesta 46, 2000 Maribor, Slovenia

<sup>3</sup> Innovation Service Network, d. o. o., Zgornja Hajdina 159, 2288 Hajdina, Slovenia

---

## Conductive Textiles as a Base for the Co-creation of Assistive Technology' Clothing for Older People

*Prevodne tekstilije kot osnova za soustvarjanje oblačil z vključeno podporno tehnologijo za starejše ljudi*

### Professional Article/Strokovni članek

Received/Prispelo 11-2020 • Accepted/Sprejeto 2-2021

Corresponding author/Korespondenčna avtorica:

Assist. Prof. Dr.Sc. Alenka Ojstršek

E-mail: alenka.ojstrsek@um.si

ORCID ID: 0000-0001-6619-9006

---

### Abstract

The goals of this study, conducted in the scope of the MATUROLIFE project, were i) to fabricate innovative conductive fabric for the further integration of electronic items; and ii) to include a co-creation approach for the designing of two aesthetically pleasing and functional Assistive Technology (AT) clothing for older people. First, the selected fabric was electroless copper (Cu) plated to obtain a highly conductive textile. In addition, the conductive part was protected with modified acrylate resin (AR) using a spray-drying technique, washed for up to 30 washing cycles and characterised, i.e. the morphological, optical, wettability features and conductivity changes on the surfaces (Cu and Cu/AR) were analysed. Secondly, two workshops were organised taking into account the user-centred design, i.e. involving older adult participants (aged 65+), fashion designers, clothing manufacturers, psychologists and material experts. As a result, two clothing concepts were developed, which predicted the inclusion of copper metallised textile and ATs: Concept 1 – a dress included a sensor for monitoring blood sugar and a help button; and Concept 2 – a coat included a sensor for body temperature control with a heating element. The aim was to address the needs of elderly end-users.

Keywords: metallisation, smart textiles, co-creation design, clothing, assistive technology, older adults

### Izvleček

Namen predstavljene raziskave, ki je bila izvedena v okviru projekta MATUROLIFE, je bil: i) izdelati inovativno prevodno tkanino za nadaljnjo integracijo elektronskih elementov in ii) vključiti koncept soustvarjanja (co-creation) za oblikovanje dveh estetskih in funkcionalnih oblačil z integrirano podporno tehnologijo (AT - Assistive Technology) za starejše ljudi. Najprej smo s selektivno metalizacijo (electroless plating) na poliestrno tkanino nanесли baker (Cu), s čimer smo dobili visokoprevodno tkanino. Prevodni del smo z uporabo tehnike pršenja zaščitili z modificirano akrilatno smolo (AR). Sledila je karakterizacija opranih vzorcev (do 30 ciklov pranja), analizirali smo morfološke, optične in prevodne spremembe na površinah vzorcev Cu in Cu/AR. V nadaljevanju sta bili organizirani dve delavnici z upoštevanjem k uporabniku usmerjenega oblikovanja, v kateri so bili vključeni starejši odrasli udeleženci (starost 65+), modni oblikovalci, izdelovalci oblačil, psihologi in strokovnjaki s področja znanosti o materialih. Kot rezultat sta bila zasnovana dva kon-

cepta oblačil, ki sta predvidela vključitev metalizirane tekstilije in podporno tehnologijo: Koncept 1 – obleka z vključenim senzorjem za spremljanje krvnega sladkorja in gumbom za pomoč, in Koncept 2 – plašč z vključenim senzorjem za spremljanje temperature telesa z ogrevalnim telesom, ki zadovoljujeta potrebe starejših končnih uporabnikov. Ključne besede: metalizacija, pametne tekstilije, soustvarjalno oblikovanje, oblačila, podpora tehnologija, starejši ljudje

## 1 Introduction

The population of older people in Europe is increasing, and there is a growing trend of older people to live in urban environments. It is a key European societal challenge to ensure that they have happy, secure, independent and healthy lives. To that end, Assistive Technology (AT) plays an important role in ensuring that this is achieved, i.e. through the wearing of alarms and tracking devices around the arm or neck to alert carers to falls, or the location of elderly people if they wander, etc. [1]. Despite the availability of ATs, there are significant issues in terms of their use and acceptance due to their aesthetics and unattractive appearance [2]. Smart textiles and fabrics could revolutionise AT, enabling the production of more discreet, subtle and aesthetically pleasing AT with improved functionality, promoting the increased independence of elderly people [3].

The application of electrical conductivity on the surface of textiles leads to the production of high-added value textiles, with high capabilities to be used for conductive coverage and electronic sensors, data storage, optoelectronics, photonics and catalysts, etc. for diverse fields of applications, i.e. sport, protective, healthcare and technical purposes [4]. Wearable electronic systems typically require conductive tracks to form electrical interconnections between components [5,6]. Although copper is one of the cheapest metal options for application on flexible substrates using ink-jet printing, chemical vapour deposition or electroless plating, it is prone to oxidation and corrosion upon exposure to sweat, extreme temperatures and a water environment. Also, the poor adhesion between the coating layer and substrate limits the widespread application of wearable devices [7]. Thus, to enhance flexibility, and washing and wearing durability, diverse protective compounds can be applied using different techniques, such as coating, laminating and (screen) printing, in order to prevent the degradation of conductive tracks. These highly conductive washable textile materials will enable the embedding of 'smart' technology without a significant increase in weight.

The second part of the research outlines how smart textile solutions have been co-designed with older adults. Co-creation design is an active, creative and social process based on collaboration between producers, designers and users in order to generate value for customers [8]. It is based on the belief that users' presence is essential in the creative process. In practice, this often takes the form of a collaborative workshop in which business stakeholders, researchers, designers and end-users explore a problem and generate solutions together, taking into account their different approaches, needs and points of view to identify a solution that provides users with better experiences, and organisations with improved and innovative services [9].

## 2 Experimental

### 2.1 Preparation of conductive textiles

Experiments were carried out using an industrially dyed/finished black woven fabric composed of 55% viscose, 36% polyamide and 9% elastane (supplied by Łuksja Sp. Z.o.o., Poland) with a mass/unit area of  $201.7 \pm 0.6$  g/m<sup>2</sup> and a thickness of 0.47 mm, a warp density of 24 threads/cm and a weft density of 22 threads/cm.

The fabric was electroless copper (Cu) plated utilising a commercially available process supplied by A-Gas Electronic Materials Ltd., UK, as explained by Ojstršek et al. [10] in order to obtain highly conductive fabric, which will be used further to produce AT clothing prototypes for older adults (ongoing research). Cu conductive tracks on the fabric surface were protected against corrosion with Elpeguard SL 1307 FLZ-S (modified acrylate resin – AR) supplied by Lackwerke Peter GmbH & Co., Germany, using a spraying procedure by means of a Harder & Steenbeck Colani airbrush with pre-optimised parameters, i.e. a nozzle setting of 0.4 mm, a working pressure of 1 bar and a distance between the sample and airbrush of 15 cm. The coated sample was dried at room temperature for 24 hours, and then cured at 100 °C for 5 minutes to form a cross-linked network. The schematic of the proposed processes is presented in Figure 1.

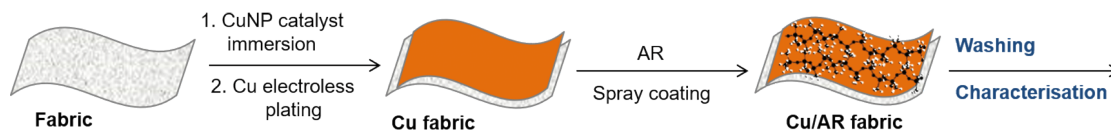


Figure 1: Schematic presentation of samples preparation

Both samples, Cu-metallised (Cu) and Cu-metallised/AR-protected (Cu/AR), were washed for up to 30 cycles in a Labomat (Werner Mathis AG, Switzerland) at 40 °C for 30 minutes, using 1 g/L of standard detergent and a liquor-to-fabric weight ratio of 50:1. After each washing cycle, the samples were rinsed three times under tap water for 1 minute and dried at room temperature.

## 2.2 Characterisation of conductive textiles

Electrical resistivity, reflectance and the colour of samples were determined before and after a selected set of washing cycles; electrical resistivity after 5, 10, 20 and 30, and colour after 5, 15 and 30 washings. Also, the changes in surface morphologies of samples after the washing tests were inspected using Optical Microscopy (OM) and Scanning Electron Microscopy (SEM).

The electrical resistivity of samples was measured and the average value was calculated using a set of standardised measuring electrodes between two measuring points (2, 3 and 4 cm) at three positions on each test sample, using a 34410A 6½ digital multimeter (Agilent Technologies, USA). Reflectance measurements of samples were carried out within a spectral range of 400-700 nm wavelengths by a two-ray spectrophotometer Spectraflash SF 600 PLUS (Datacolor, USA) equipped using an Ulbricht sphere and measuring geometry of d/8° under a standard illuminant D65 (LAV/Spec. Incl.), from which CIE  $L^*a^*b^*$  colour values were calculated using Datacolor QC 600, V3.3 software. In addition, the CIE colour differences ( $da^*$ ,  $db^*$ ,  $dL^*$  and  $dE^*$ ) were calculated from the coordinate differences in all three directions of the colour space, i.e. brightness  $L^*$ , red/green axis  $a^*$  and yellow/blue axis  $b^*$ , as stated in [11]. The surface appearance of samples after 30 washing cycles was observed using an Axiotech 25 HD (+pol) Zeiss optical microscope (Carl Zeiss NTS GmbH, Germany) equipped with an Axiocam MRc (D) high-resolution camera. All measurements were performed in light transmission mode, with a halogen light as the light source using 10x magnification. In addition, the surface morphologies of the Cu and Cu/

AR fabrics after 30 washing cycles were inspected by attaching a fabric sample measuring approximately 0.5 cm<sup>2</sup> to an adhesive carbon band fixed to a brass holder, and observed using a Zeiss Gemini Supra 35 VP Scanning Electron Microscope (Carl Zeiss NTS GmbH, Germany). The hydrophilic/ hydrophobic features of the washed samples were determined by Water Contact Angle (WCA) measurement using the sessile drop technique on a Goniometer (DataphysicApparatus). A detailed description of the method is provided in [12].

## 2.3 Designing of clothing concept using a co-creation approach

Two co-design workshops with an average length of four hours were organised in two countries (Slovenia and France), with a focus on the design of smart clothing [13]. Seventeen older adults (65+) took part in co-creation activities, working together with fashion designers, clothing manufacturers, psychologists and material experts. First, the participants were asked to highlight possible health-related concerns or problems, generating ideas or solutions in response. There were also active discussions about the acceptability of the existing AT, with the aim of discerning the participants' views and concerns, and challenges associated with their independent living. The participants were then given 11 factors affecting independence, and were asked to agree on their top four. After that, participants were asked to sift through a collection of product images (provided by designers for these workshops) and indicate which they would purchase and wear for which activities, and the features they liked/did not like and why. Finally, the participants (teamed with an engineer, human factor specialist, designer and/or manufacturer) proposed several design ideas, embedding smart textiles and providing assistive functionality that would address the key independence needs while considering their style preferences. The design brief was translated by the designer into two clothing concepts, a dress and a coat, that predicted the inclusion of copper metallised textile and different ATs.

### 3 Results and discussion

#### 3.1 Characterisation of conductive textile

Cu and Cu/AR samples were washed for up to 30 cycles and analysed: i) determination of electrical resistivity before and after 5, 10, 20, and 30 washing cycles (Figure 2); ii) study of optical properties by measuring the fabrics' reflectance before and after 5, 15, and 30 washing cycles, followed by the calculation of CIE total colour differences (Table 1); and iii) evaluation of surface morphologies by means of OM and SEM (Figure 3), and the evaluation of the hydrophilic/hydrophobic features of samples (Table 2).

It is evident from Figure 2 that the electrical resistance of the Cu sample was  $0.11 \pm 0.06 \Omega$ , while Cu/PDMS was a bit higher at  $0.42 \pm 0.09 \Omega$ , revealing the good conductivity of both samples, irrespective of the upper silicone protective coating. Compared to other engineering materials, textiles are not homogeneous and anisotropic products. Thus, electrical resistivity (and consequently, conductivity) varied within the same sample, as also reported in [10]. Also, electrical resistance is associated with the uniformity and thickness of electroless Cu deposition across the entire fabric surface, which depends on the specific surface and physical-mechanical properties of the textile material. Washing increased samples' electrical resistivity, depending on the number of cycles and presence of AR as a protective coating. The Cu sample without AR became non-conductive after 20 wash-

ing cycles compared with Cu/AR, which remained conductive after 30 washing cycles ( $5.23 \pm 0.52 \Omega$ ), providing successful protection of Cu-metallised surfaces against water, detergent and mechanical forces during washings, meaning it could be employed for the fabrication of AT clothing prototypes.

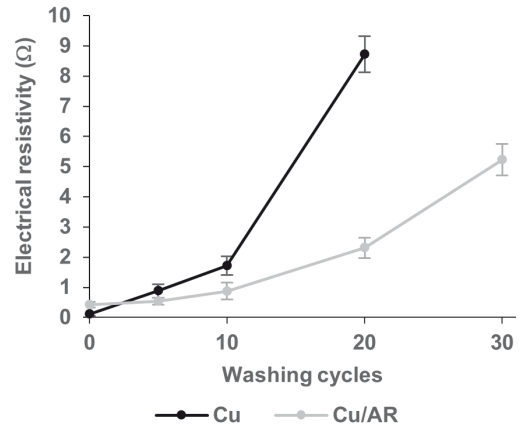


Figure 2: Electrical resistivity before and after washing of Cu and Cu/AR samples

It is evident from Table 1 that lightness decreased drastically after the application of AR protective coatings, resulting a darker hue. Moreover, the sample became less red and less yellow (greener and bluer) than the Cu sample. The metallised sample had enormous  $dE^*$  after 30 washing cycles compared to the Cu/AR

Table 1: CIE  $L^*a^*b^*$  colour values and colour differences ( $dL^*$ ,  $da^*$ ,  $db^*$  and  $dE^*$ ) of two samples, Cu and Cu/AR, non-washed and washed samples (up to 30 cycles)

Sample	CIE values			CIE colour differences / Washing cycles											
				5				15				30			
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$dL^*$	$da^*$	$db^*$	$dE^*$	$dL^*$	$da^*$	$db^*$	$dE^*$	$dL^*$	$da^*$	$db^*$	$dE^*$
Cu	46.32	17.05	19.01	-3.34	-3.49	-5.94	7.65	-3.24	-6.13	-7.78	10.42	-10.8	-9.4	-11.8	18.5
Cu/AR	37.34	13.14	18.77	-0.38	-1.13	-0.84	1.46	-1.73	-2.36	-1.76	3.41	-1.57	-3.09	-2.18	4.10

Table 2: WCA of samples after 30 washings

Sample	Reference	Cu	Cu/AR
Drop images			
WCA [°]	47 ± 2.8	115 ± 5.5	133 ± 3.4



sample, revealing the corrosion process on the surface of the fabric, as could also be perceived from the electrical resistivity measurement. These changes are not linear, and are dependent on the uniformity of Cu deposition and polymer coatings, as well as the location of the measuring area on an individual sample. Figure 3 displays, in the upper row, a uniform coating of dense Cu particles on the surface of the fabric obtained through electroless plating, wrapping the entire surface of an individual fibre. The AR changed the surface in that it became smoother, although the Cu particles are still visible because of the transparency of the AR. It is also evident from the SEM images that AR filled the pores between fibres, forming a thick film on the surface. In addition, AR remained on the surface after 30 washing cycles, although some deterioration/cracking of the polymer film can be observed. It is evident from Table 2 that the reference sample was hydrophilic in character ( $47 \pm 2$ ), and became hydrophobic after electroless Cu deposition, with a WCA of  $115 \pm 5.5^\circ$ . The application of the AR protective polymer increased the fabric's hydrophobicity, although it was washed 30 times. This result implies the good protection of AR against the corrosion of Cu in washing conditions, providing sound confirmation of the aforementioned results.

### 3.2 Clothing concept with AT inclusion

The study sought to prioritise the daily and future needs of older adults in the context of their daily activities. Based on the results of the co-creation workshops, the “top 4” priorities were identified, taking into account a specific country. Slovenia: i) alert others when I need help; ii) provide information

regarding my vital signs; iii) the ability to control body temperature; and iv) remind and/or help me to keep moving. France: i) remind and/or help me to keep moving; ii) the ability to control body temperature; iii) help check hydration levels and remind to eat; and iv) help manage medications.

The older adult participants participated actively and debated the use of smart technology and how it could be adapted to make it functional, discreet and unobtrusive. The majority of participants prioritised comfort over high fashion, but they still wanted to be elegant and not old-fashioned. The most important characteristics were comfort, functionality, easy maintenance and a little or no ironing. Moreover, many elderly people have problems with maintaining constant body temperature; it changes and causes an unpleasant cold-warm feeling. AT products should be mindful of their personalities, and encourage social interaction and physical activity. Some comments are presented below:

“I like dresses, but they need to be functional! I do not like feeling restricted”.

“The textile should consider changes in the body, particularly for women, especially the elderly”.

“I like young fashion, not things for old people”.

“Clothes for strong people tend to be, excuse the expression, granny, old-fashioned and for all”.

“I like to be warmed when I am cold, but I also like to be cooled when I am hot”.

“The fabrics for the elderly should keep the body warm and maintain a constant temperature”.

Based on the priorities, suggestions and comments, two clothing concepts were designed, which predicted the inclusion of Cu metallised textile and ATs: Concept

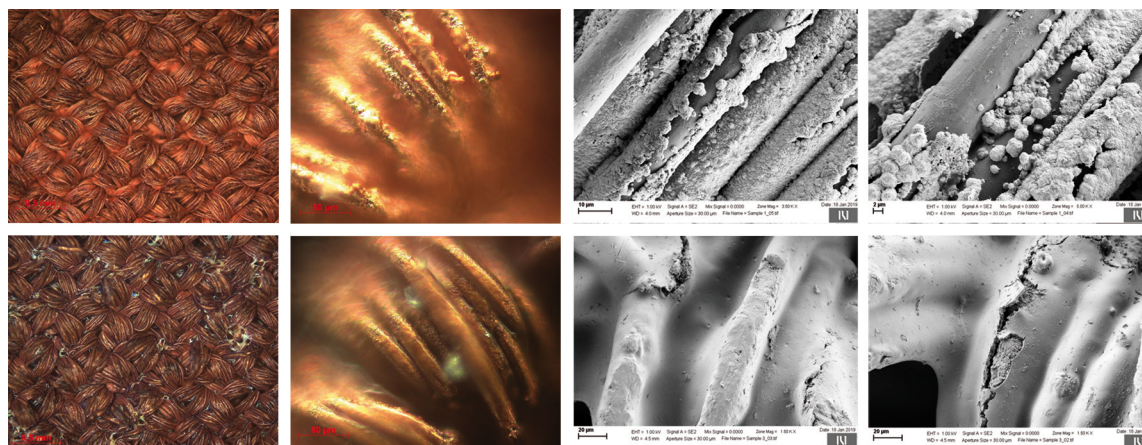


Figure 3: OM (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> column) and SEM (3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> column) micrographs of Cu (1<sup>st</sup> row) and Cu/AR samples (2<sup>nd</sup> row) after 30 washings, at different magnifications



1 – a dress included a sensor for monitoring the blood sugar and a help button (Figure 4); and Concept 2 – a coat included a sensor for body temperature control with a heating element (Figure 5). The aim was to address the needs of elderly end-users.

Figure 4 presents the smart clothing concept of a comfortable and soft woman's outfit, with a model that hides unwanted body changes, which, in most cases, cannot be avoided over time. The sensor button for monitoring blood sugar level is located on the sleeve for easier accessibility when self-control is needed/desired. Depending on the length of the sleeve, the button can be positioned differently. The idea of button operation is as follows: when the user simply wants to check their sugar level, they press the button and an audible function provides information about the sugar level. If the user does not want or forgets to self-check, they will be warned promptly by an audio signal to take action.

On the other hand, the help button with a built-in loudspeaker and a call sensor on the collar area should be near the mouth due to the need for communication. The concept of the help button function is as follows: by pressing the help button, a signal

is sent to a dispatch centre, which simultaneously receives all the basic information about the caller: diseases, psychological problems, etc. There are two options available for providing help: i) communication with the caller, if possible; and ii) if there is no response, the help desk will immediately dispatch someone to the address of the caller.

Figure 5 shows a woman's double-layered coat for different seasons. The presented coat is basically composed of two outer and inner layers and hidden "pockets" in the shoulder area, where heating elements can be inserted additionally. The coat has a sensor in the button that automatically detects rises and falls in body temperature, sending a message to heating elements that activate the cooling or heating of the body. The shape of the coat allows for the choice of different clothing too be worn under it. During a warm period, it is possible to have only a suit, a shirt or a blouse under the coat, while in a cold period, a warm inner layer can be added. It fastens with buttons, from which only the first (elegant) button with a sensor is visible, while the others are hidden. Instead of a fixed collar, a scarf is added, which can be worn or removed according to individual needs.

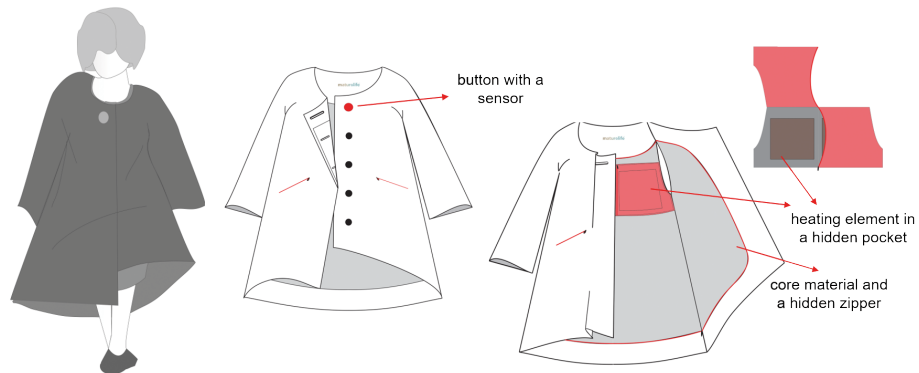


Figure 5: Clothing concept with a sensor for controlling body temperature (collar area) with heating element (shoulder area)

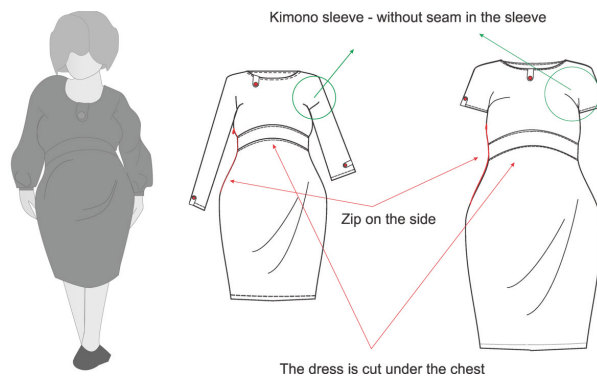


Figure 4: Clothing concept with a sensor for monitoring blood sugar (sleeve area) and a help button (collar area)

## 4 Conclusion

In the first part of this study, dyed/finished blue woven fabric was coated successfully using the Cu electroless plating process to obtain a highly conductive material (electronic connectivity), as confirmed by SEM images and electrical resistivity measurement. The electroless Cu deposit was then protected for durability using an AR polymer (through a spray-drying procedure), which was confirmed by the determination of electrical resistivity, colour differences, SEM and WCA after 30 washing cycles. The developed Cu conductive textile enables the embedding of AT without a significant increase in weight, and will be employed in the development of 'smart' clothing prototypes (an ongoing project). The second part of the study resulted in the designing of two smart clothing concepts with the inclusion of ATs: Concept 1 – a dress included a sensor for monitoring the blood sugar and a help button; and Concept 2 a coat included a sensor for body temperature control with a heating element. The aim was to address the needs of older adults. To that end, a co-creation approach was used, where seventeen older adults (65+), together with a design team and material specialists, participated in two workshops in Slovenia and France.

Ongoing activities focus on the inclusion of a combination of integrated electronic AT items on conductive textiles, taking into account the co-created smart clothing concept for older people outlined here. The process of development is iterative, with the aim of involving older adults in continued development. In the latter stage of the project, the resulting prototypes will be tested with end-users.

### Acknowledgement

The MATUROLIFE project leading to this research has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program, under grant agreement no. 760789. The authors acknowledge the Textile chemistry programme (P2-0118) under financial support from the Slovenian Research Agency (ARRS).

### References

- BLOOM, David E., CHATTERJI, Somnath, KOWAL, Paul, LLOYD-SHERLOCK, Peter, MCKEE, Martin, RECHEL, Bernd, ROSENBERG, Larry, SMITH, James P. Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses. *The Lancet*, 2015, **385**(9968), 649–657, doi: 10.1016/S0140-6736(14)61464-1.
- MCCARTHY, Avril D., MOODY, Louise. Assistive technology (AT) usability and adoption: future drivers. In *Design of assistive technology for ageing populations*. Edited by A. Woodcock et al. Cham : Springer, 2020, pp. 105–125, doi: 10.1007/978-3-030-26292-1\_6.
- MOODY, Louise, COBLEY, Andrew J. MATUROLIFE: Using advanced material science to develop the future of assistive technology. In *Design of assistive technology for ageing populations*. Edited by A. Woodcock et al. Cham : Springer, 2020, pp. 189–202, doi: 10.1007/978-3-030-26292-1\_10.
- GOVAERT, Filip, VANNESTE, Myriam. Preparation and application of conductive textile coatings filled with honeycomb structured carbon nanotubes. *Journal of Nanomaterials*, 2014, **2014**, pp. 6–12, doi: 10.1155/2014/651265.
- WILLS, K. A., KRZYZAK, K., BUSH, J., ASHAYER-SOLTANI, R., GRAVES, J. E., HUNT, C., COBLEY, A. J. Additive process for patterned metallized conductive tracks on cotton with applications in smart textiles. *The Journal of the Textile Institute*, 2018, **109**(2), 268–277, doi: 10.1080/00405000.2017.1340822.
- TAGHAVI POURIAN AZAR, Golnaz, FOX, Daryl, FEDUTIK, Yirij, KRISHNAN, Latha, COBLEY, Andrew J. Functionalised copper nanoparticle catalysts for electroless copper plating on textiles. *Surface and Coatings Technology*, 2020, **396**, 1–9, doi: 10.1016/j.surfcoat.2020.125971.
- ZHU, Chuang, LI, Yi, LIU, Xuqing. Polymer interface molecular engineering for E-textiles. *Polymers*, 2018, **10**(6), 1–18, doi: 10.3390/polym10060573.
- BERTINI, Patrizia, PLUMLEY, Elsa. Co-creation: designing with the user, for the user [online]. UX BOOTH [accessed: 15.10.2020]. Available on World Wide Web: <<https://www.uxbooth.com/articles/co-creation-designing-with-the-user-for-the-user>>.
- CALLARI, Tiziana C., MOODY, Louise, MAGEE, Paul, YANG, Danying. 'Smart – not only intelligent!' Co-creating priorities and design direction for 'smart' footwear to support independent ageing. *International Journal of Fashion Design,*

- Technology and Education*, 2019, **12**(3), 313–324, doi: 10.1080/17543266.2019.1628310.
10. OJSTRŠEK, Alenka, VIRANT, Natalija, FOX, Daryl, KRISHNAN, Latha, COBLEY, Andrew. The efficacy of polymer coatings for the protection of electroless copper plated polyester fabric. *Polymers*, 2020, **12**(6), 1–14, doi: 10.3390/polym12061277.
  11. FAKIN, Darinka, STANA KLEINSCHEK, Karin, KUREČIČ, Manja, OJSTRŠEK, Alenka. Effects of nanoTiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> on the hydrophilicity/dyeability of polyester fabric and photostability of disperse dyes under UV irradiation. *Surface and Coatings Technology*, 2014, **253**, 185–193, doi: 10.1016/j.surfcoat.2014.05.035.
  12. OJSTRŠEK, Alenka, FAKIN, Tomaž, STANA KLEINSCHEK, Karin, FAKIN, Darinka. Modification of polyamide knitted fabric using different zeolites. *Tekstilec*, 2017, **60**(2), 116–125, doi: 10.14502/Tekstilec2017.60.116-125.
  13. YANG, Danying, MOODY, Louise. Challenging stigma by embodying smart functionalities and fashion in assistive clothing co-designed with older adults. In *The 6th International Conference on Design4Health: Proceedings*. Edited by Kirsty Christer, Claire Craig and Paul Chamberlain. Amsterdam : Lab4Living, Sheffield Hallam University, 2020, pp. 755–756.

Jaka Mušič, Nina Zvizdalo, Jasna Bahovec, Tilen Sinožič, Jaka Ceglar, Urška Stankovič Elesini  
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje,  
Snežniška 5, 1000 Ljubljana

# Študij na daljavo skozi izkušnjo študentov

## *Experience of Students on Distance Learning*

### Strokovni članek/Professional article

Prispelo/Received 2-2021 • Sprejeto/Accepted 4-2021

Korespondenčna avtorica/Corresponding author:

**Prof. dr. Urška Stankovič Elesini**

E-pošta: urska.stankovic@ntf.uni-lj.si

### Izvleček

V marcu 2020 smo se morali učitelji in študenti čez noč preusmeriti s klasičnega študija na študij na daljavo (v nadaljevanju ŠND). O tem, kako so se temu prilagodili učitelji, je bilo zapisanega že veliko, kako na prilagoditve gledajo študenti, pa precej manj. Prav zato smo se odločili, da na podlagi pridobljenih informacij iz različnih virov, tako znanstvenih in strokovnih kot tudi poljubnih spletnih, zapišemo ugotovitve ter podamo svoje (subjektivno) mnenje, ki temelji predvsem na doživetih izkušnji ŠND ter pogovorih, ki smo jih imeli tako s svojimi vrstniki kot tudi z učiteljem. ŠND smo natančneje proučili s petih vidikov: 1. vrsta in uporabnost programskih orodij, 2. ustreznost (pripravljenih) gradiv za izvedbo študijskega procesa na daljavo, 3. časovna in prostorska organiziranost dela študentov, 4. motivacija študentov in 5. interakcija med študenti ter študenti in učitelji v času ŠND.

Ključne besede: študij na daljavo, programska orodja, časovna in prostorska organizacija, motivacija, interakcija

### Abstract

In March 2020, teachers and students had to switch from in-person to distance learning (hereafter DL) practically overnight. A lot has already been written about the way teachers have adapted to the situation, while significantly less has been written about the students, how they have dealt with the adjustments. Therefore, we decided to write down the findings based on information from various academic, professional and online sources, and in addition, add our (subjective) opinion based mainly on the experiences of DL and conversations with peers as well as teachers. DL was studied from different (five) aspects: 1) type and usability of software tools, 2) suitability of (prepared) materials for conducting the DL process, 3) time and workspace organisation of students' work, 4) student motivation, 5) interaction among students, and between students and teachers during DL.

Keywords: distance learning, software tools, time and space organisation, motivation, interaction

## 1 Uvod

Zaradi nepredvidljive situacije s COVID-19 smo morali v poletnem semestru študijskega leta 2019/2020 tudi na Katedri za informacijsko in grafično tehnologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v

Ljubljani (KIGT NTF UL) izobraževanje preusmeriti iz klasične oblike študija v študij na daljavo (ŠND). Ta sprememba je prinesla tako študentom<sup>1</sup> kot tudi učiteljem zanimivo in uporabno izkušnjo. Učitelji so se zavedali, da morajo k ŠND pristopiti na način, ki bo študentom omogočil usvojiti

1 V nadaljevanju se uporablja samo moški spol samostalnika, čeprav se vse nanaša na oba spola, tj. študent/študentka, učitelj/učiteljica.



maksimalno količino novega znanja. Čas prilagajanja na drugačen način poučevanja je bil izjemno kratek, znanje, spretnosti in sposobnosti učiteljev pa zelo raznolike, kar je vplivalo na uspešnost izvajanja študijskega procesa na daljavo. Ne glede na vse se je vključevanje sodobnih metod in IKT-tehnologij v poučevanje pokazalo kot zaželeno nujnost [1]. Seveda pa nastali položaj ni zahteval le prilagajanja učiteljev, saj so si morali tudi študent zagotoviti ustrezno opremo in prostor ter se ustrezno časovno organizirati.

Odločili smo se, da bomo izvedeni ŠND proučili s petih vidikov glede na vrsto in uporabo programskih orodij, ustreznost (pripravljenih) gradiv, časovno in prostorsko organiziranost študentov, motivacijo študentov in interakcije med študenti ter študenti in učitelji. Na podlagi informacij, pridobljenih iz različnih virov, tako znanstvenih in strokovnih, kot tudi poljubnih spletnih virov smo v nadaljevanju podali ugotovitve ter dodali svoja (subjektivna) mnenja, ki temeljijo predvsem na doživeti izkušnji ŠND v poletnem semestru študijskega leta 2019/2020 ter pogovorih, ki smo jih imeli s svojimi sovrstniki in tudi z učitelji. Večina avtorjev tega sestavka smo bili v omejenem študijskem letu študenti tretjega letnika smeri Grafične in interaktivne komunikacije na KIGT.

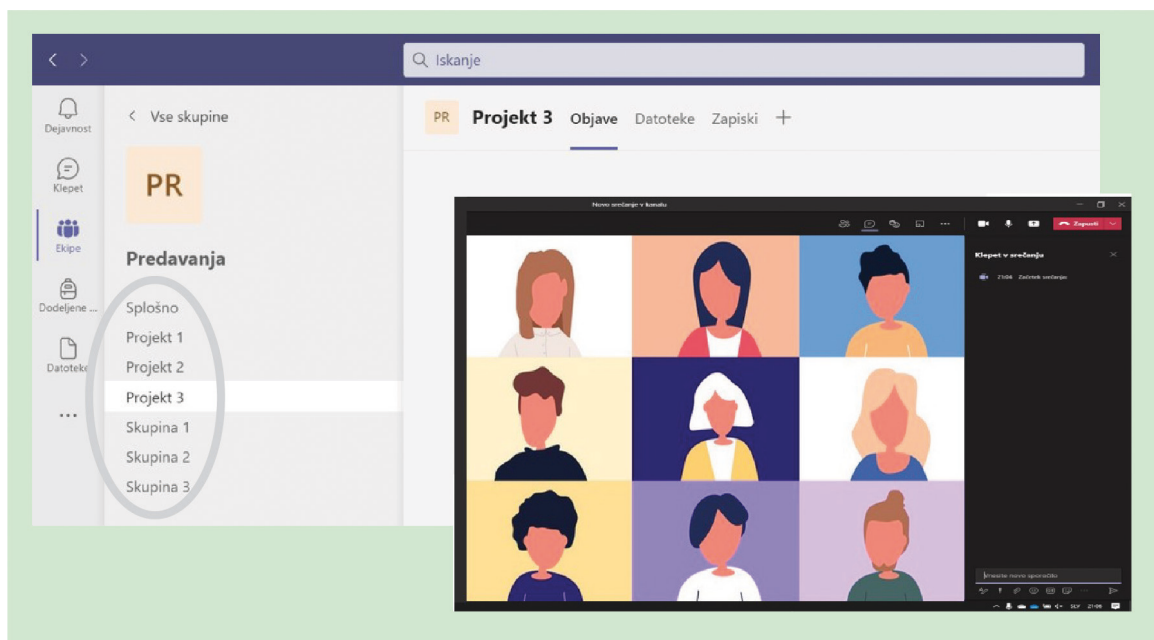
## 2 Uporaba aplikacij pri ŠND

Za namene ŠND obstaja več tehnologij in veliko komunikacijskih rešitev, ki omogočajo nemoten prenos znanja od učitelja do učenca, sinhrono<sup>2</sup> ali asinhrono<sup>3</sup>.

Ob uvedbi ŠND je večina učiteljev na KIGT za **izvedbo predavanj na daljavo** uporabljala videokonferenčno orodje Teams (Microsoft, ZDA), manjši del učiteljev pa se je odločil za Zoom (Zoom Video Communications, ZDA).

Aplikacija **Teams** je dostopna na vseh večjih operacijskih sistemih, kot so Android, iOS, MacOS in Windows. Omogoča tudi dodajanje vtičnikov, kar je nekaj učiteljev na KIGT pridno uporabljalo (npr. ankete, glasovanje ipd.). Učitelji so pri svojih predmetih oblikovali skupine, skozi katere je bila vzpostavljena komunikacija tudi z manjšimi skupinami študentov pri skupinskih projektih, seminarjih ipd. (slika 1) ter s tem zagotovili večjo interakcijo med učiteljem in študentom. Nekateri študenti so ustvarjene kanale izkoristili tudi za komunikacijo v skupini.

Medtem ko ima Teams lahko hkratno prikazanih 49 kamer, Zoom nima omejitve, a jih prikazuje na več straneh. Večje število videopretokov seveda vpliva



Slika 1: Aplikacija Teams

- 2 Primer sinhronega prenosa je, ko študijski proces poteka v živo prek videokonferenčnih sistemov, tako učitelj kot študenti pa so sočasno prisotni, medsebojno komunicirajo itd.
- 3 Primer asinhronega prenosa je, ko so npr. gradivo in vnaprej posneta predavanja študentom dostopna prek spletnih aplikacij, do njih pa so lahko dostopali kadarkoli od kjerkoli.

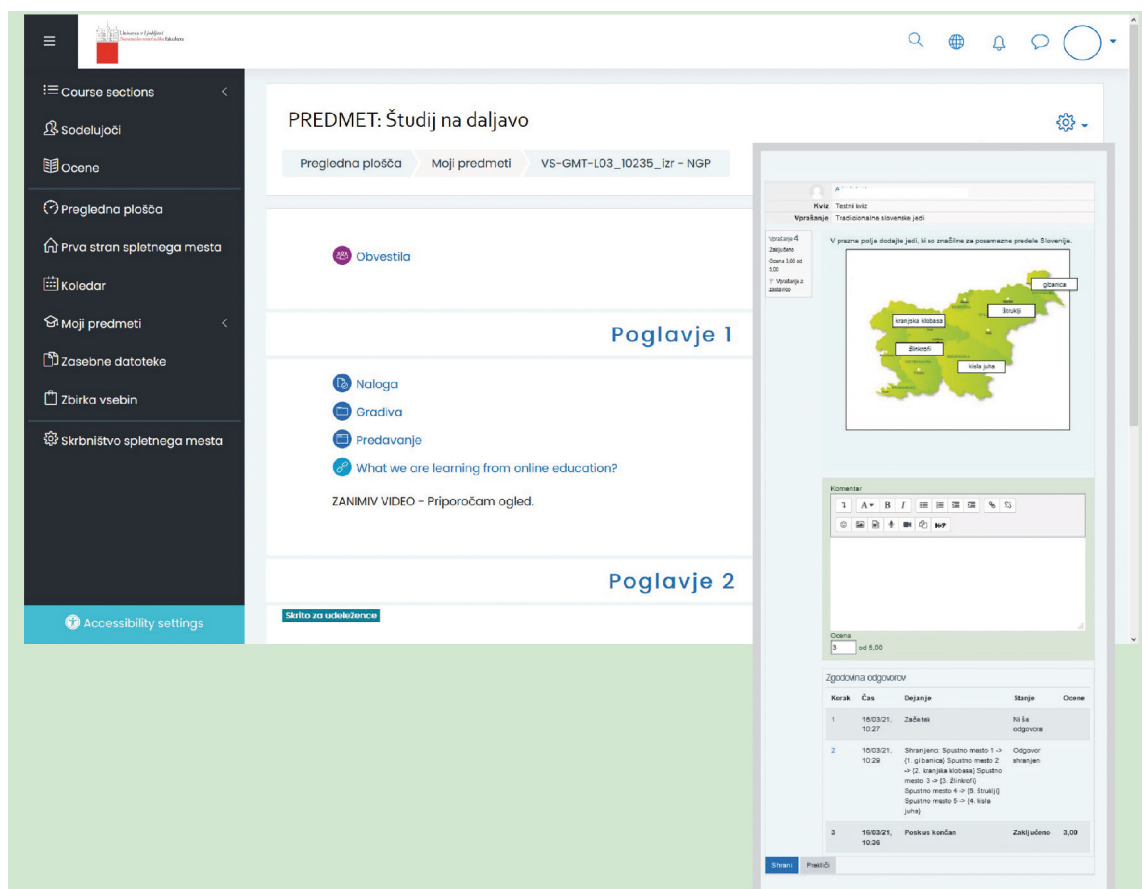
na kakovost, ki pa jih večina internetnih linij za zdaj še ne premore. Tekom covida 19, je imel Zoom veliko varnostnih težav, npr. kraja gesel, nepooblaščen dostop do kamere in mikrofona ali pridobitev skrbniških pravic na računalniku javne povezave, zato se je pogosto dogajalo, da so se v sestanke vključili nepovabljeni gosti in počeli neumnosti (to so v ZDA poimenovali Zoombombing) [2–4].

Študenti smo do **gradiv dostopali** po platformi Teams, spletni aplikaciji Google Drive (Google, ZDA), Googlovem Classroomu in drugih Googlovih rešitvah (npr. Docs), nekateri učitelji pa so za hranjenje in deljenje gradiv uporabljali spletne učilnice, postavljene na brezplačni odprtokodni izobraževalni platformi Moodle. Spletna učilnica je digitalna oblika klasične učilnice, kjer udeleženci lahko pregledujejo gradiva, rešujejo kvize in teste (primerne tudi za izvajanje izpitov), oddajajo domače naloge/seminarje itd. Gradiva se lahko razdelijo v sklope (po semestrih, temah, predavanjih ...) ter se sprotno odkrijejo/odklepajo šele, ko je sklop aktualen. V učilnicah je mogoče udeležence ocenjevati, vklopi se lahko tudi

forum za prosto diskusijo (slika 2). Za uporabnike (učitelje in študente) je uporaba relativno preprosta, ko se navadijo vmesnika. Spletne učilnice se nenehno nadgrajujejo in vzdržujejo. Zgradba spletne učilnice omogoča tudi samostojne nadgradnje funkcionalnosti in ima veliko vtičnikov [5–6].

Čeravno so nekateri učitelji na KIGT že preizkusili Googlov Classroom, pa se njegova uporaba ni razširila. Po oceni nekaterih študentov na KIGT ima Classroom nekoliko bolj intuitiven uporabniški vmesnik kot spletna učilnica Moodle. Aplikacija je na voljo za Android in iOS. Glavne funkcionalnosti, ki jih omogoča, so objavljanje poglavij in gradiv, možnost oddajanja in ocenjevanja nalog, odprt forum ter ustvarjanje kvizov oziroma testov. Omogoča tudi vključevanje vtičnikov za dodatno funkcionalnost, ne omogoča pa vgradnje svojih rešitev, kot je to mogoče pri spletnih učilnicah Moodle [7–8].

**Pisna komunikacija** se je izvajala prek že omenjenih orodij Teams, spletnih učilnic, e-pošte in visokošolskega informacijskega sistema (VIS).



Slika 2: Spletna učilnica na odprtokodni platformi Moodle

### 3 Priprava gradiv in izvedba videopredavanj v času ŠND

**Gradivo**, ki ga učitelji posredujejo v digitalni obliki, študenti pogosto prebirajo prek računalniških zaslonov, tablic in celo mobilnih telefonov, zato mora biti temu ustrezno pripravljeno. V raziskavah, ki jih povzema Khan [9], je bilo ugotovljeno, da je branje z zaslona za približno 25 odstotkov počasnejše od branja tiskanih gradiv (podatki iz različnih raziskav se gibljejo med 20 in 30 odstotki) in da neustrezno pripravljeno gradivo lahko pri branju z zaslona povzroča utrujenost oči, slabšo koncentracijo in osredotočenost na zaslon, zmedenost, zmanjšano pozornost ipd. Zato mora biti besedilo, namenjeno digitalnemu prebiranju, napisano pregledno in urejeno. Prezentirano mora biti od zgoraj navzdol, z leve proti desni, po možnosti z levo poravnavo besedila zaradi lažje prepoznavnosti, kje se vrstica konča, lažje branje pa je s tem omogočeno tudi npr. študentom z disleksijo. Daljša besedila morajo biti razdeljena na poglavja, označena s številkami, alinejami, dodane naj bodo preglednice za boljšo preglednost. Medtem ko se za tiskane vire priporoča serifna pisava Times New Roman, se za digitalna priporoča njen digitalni ekvivalent Georgia. Pri uporabi linearne (brezserifne) pisave se priporočajo Helvetica, Arial, Verdana, Calibri ter Trebuchet MS. Velikost pisave se razlikuje glede na medije, sicer pa se najpogosteje uporablja velikost od 12 do 19 pt za telo besedila in od 14 do 26 pt za naslove, z medvrstičnim razmikom od 1,5 do 1,6. Optimalno število znakov na vrstico je približno 55-75 oz. 12-20 besed [10].

**Predstavitve**, s katerimi si učitelj pomaga pri razlagi snovi, so pomemben del tako klasičnih kot tudi videopredavanj. Učitelji so jih najpogosteje pripravili z orodji PowerPoint (Microsoft Corp.), redko pa tudi v aplikaciji SlideShare (SlideShare Inc.). Besedilo v predstavitev mora biti zapisano v kratkih stavkih, s katerimi se podajo osnovne/bistvene informacije, ki so izhodišče za obravnavo teme, pa tudi za razpravo, pogovore ipd. V predstavitev se priporoča uporaba linearnih (neserifnih) pisav, kot sta Arial in Helvetica, medtem ko se serifne pisave (npr. Times New Roman ali Palatino) odsvetujejo. Velikost pisave besedila naj ne bi bila manjša od 24 pt, medtem ko se za naslove lahko uporablja velikost od 35 do 45 pt. Besedilo mora biti zapisano z ustreznimi razmiki med vrsticami, saj je branje zgoščenega besedila oteženo. Oteženo je tudi, če je besedilo zapisano na

preveč raznobarvni/vzorčasti podlagi. Raje naj bo enovito/enobarvno, kontrast med ozadjem in besedilom pa branju primeren: medtem ko nekateri prisegajo na belo/črno kombinacijo, spet drugi predlagajo pastelne barve. Po priporočilih naj bo na stran največ šest alinej [11]. Ljudje si zapomnimo le 10 odstotkov informacij, ki jih slišimo ali preberemo. Če vključimo slikovno gradivo, ki nadomešča in ponazarja besedne informacije, je 65 odstotkov več možnosti, da si informacije zapomnimo in jih pomnimo dlje. Uporaba slik, infografik, nazornih prikazov in drugih grafičnih elementov (seveda v ustrezni ločljivosti, ki omogoča jasne in čiste slike tudi na velikih platin) popestrijo gradivo, naredijo ga bolj zanimivo ter učinkovito, študenti pa naučeno snov povežemo z vizuali [12]. V predstavitvi so zaželeni tudi animacije in videoposnetki [13], s katerimi se tematika lažje vizualizira in razloži, a mora biti uporaba le-teh zmerna. Predstavitve ne sme biti predolga, saj je ob nenehnem nalaganju strani branje in sledenje snovi oteženo, pozornost in koncentracija študentov pa se s tem zmanjšata.

Čedalje bolj priljubljena in dobrodošla tako pri klasičnem načinu študija kot tudi pri ŠND je uporaba študijskih nalog/izzivov v smislu igrifikacije (pogitve, angl. gamification). Igrifikacija se pogosto uporablja v osnovnih in srednjih šolah, medtem ko je na visokošolski ravni njena uporaba redka, načeloma zato, ker je snov precej bolj kompleksna in težja za pretvorbo v izobraževalno igro. Da pa ni čisto tako, je dokazal Faghghi s sodelavci [14], ko je v svoji raziskavi ugotovil, da na visokošolski ravni igrifikacija pripomore k učenju matematike. Lister [15] v svoji raziskavi ugotavlja, da vključevanje elementov igrifikacije motivira visokošolske študente, poveča njihovo udeležbo na predavanjih ter tako pozitivno vpliva na njihovo uspešnost. Na trgu obstaja veliko aplikacij, ki omogočajo izdelavo iger, kot so npr. H5P (h5p.org), Flexquiz (www.flexiquiz.com), LearningApps (learningapps.org), Crossword compiler (www.crossword-compiler.com), Mindmeister (www.mindmeister.com) itd. Lahko pa nekatere od iger ustvarimo tudi s pomočjo vtičnikov v spletni učilnici Moodle.

V času ŠND so na KIGT nekateri učitelji vnaprej poslali/naložili na spleto ali v spletno učilnico gradiva, da smo jih študenti lahko prebrali in se s tematiko seznanili pred predavanjem, spet drugi so to storili po predavanjih. Študenti večinoma še vedno radi prebiramo in se učimo iz gradiv v fizični obliki (na papirju), zato je zaželeno, da so gradiva pripravljena tako, da jih študenti lahko tudi natisnemo.

Učitelji so med videopredavanjem večinoma delili svoje predstavitve, da smo študenti lahko sledili tematiki. Pri videopredavanjih so nas učitelji ponavadi pozvali, da izklopimo kamere ter tako zmanjšamo obremenitve povezav in strežnikov ter utišamo zvok, da nismo motili predavanj, vključili pa smo jih, ko smo postavili vprašanje ali bili neposredno pozvani s strani učitelja.

#### 4 Prostorska in časovna organiziranost študentov v času ŠND

Na učinek dela študentov pri ŠND vpliva več parametrov, med katere lahko uvrstimo tako prostorsko kot tudi časovno organiziranost dela.

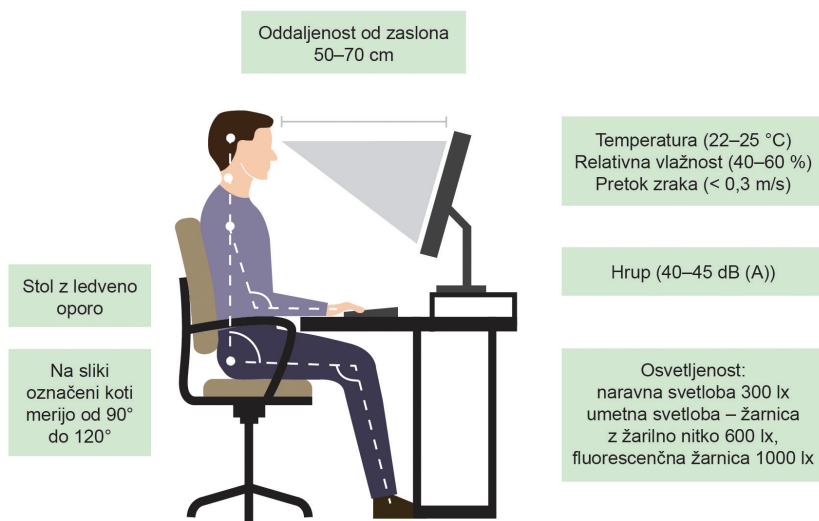
##### 4.1 Prostorska organiziranost študentov v času ŠND

Pri prostorski organiziranosti govorimo o *antropometrično in fiziološko oblikovanem delovnem mestu*, ki vpliva na naše fizično počutje [16]. Ker študenti večinoma delamo v sedečem položaju za mizo z računalniki, bi morali upoštevati nekatera priporočila, kot na primer višino mize, višino stola, ki naj ima po možnosti tudi oporo v ledvenem delu hrbta, primerno višino in osvetljenost zaslona itd. (slika 3). Na učinkovitost dela vplivajo tudi dejavniki iz okolja, in sicer osvetljenost delovnega mesta, temperatura in vlaga v prostoru (med 20 °C in 24 °C ter 20 % in 60 %) ter hrup [17]. Kot navaja Weule [18], na učinkovitost dela pozitivno vplivata dobra internetna povezava in

zaščita pred izgubo podatkov. Medtem ko sta močan hrup in kričanje zagotovo moteča, pa lahko nekatere vrste zvoka pozitivno vplivajo na delo ter študente naredijo celo bolj učinkovite in osredotočene na delo. Klemm [25] je raziskoval vpliv zvokov okolja (ang. background noise, white noise), ki niso preglasni ali moteči za otroke. Ugotovil je, da se je pri otrocih, ki imajo težave s pozornostjo, ob izpostavljenosti zvokom iz okolja produktivnost povečala, poslabšala pa pri otrocih, ki s pozornostjo nimajo težav.

Na učinkovitost študentovega dela močno vplivajo **psihološki dejavniki**, kot so barve, rastline in glasba.

- Barva je močan element, ki povzroča globoke psihološke in fiziološke reakcije. Skozi različne študije je dokazano tudi razmerje med barvnimi preferencami, čustvi in akademsko uspešnostjo študentov [19]. Modra npr. spodbuja razmišljanje, kreativnost in produktivnost, rdeča stimulira možgane, zelena zmanjšuje tesnobo, nas umiri ter pomaga pri utrujenosti oči zaradi predolgega gledanja v zaslone [20–21].
- Tako kot barve tudi *rastline* lahko pozitivno vplivajo na počutje, saj pomirjajo, zmanjšujejo stres, zvišujejo produktivnost (do 15 %), pa tudi čistijo zrak [22].
- Zanimiv je tudi vpliv *glasbe*. Habetova [23] navaja, da Mozartova glasba (Sonata za klavir v D-duru K.448) vpliva na prostorsko inteligentnost (slušne in govorne sposobnosti, čustveno zdravje in miselno prožnost), medtem ko Leigh [24] ugotavlja, da Vivaldijeva skladba Štirje letni časi (predvsem Pomlad) pozitivno vpliva na koncentracijo in hitrost reševanja problemov. Na to temo obstaja



Slika 3: Delovno okolje pri delu z računalnikom



veliko raziskav, a se velikokrat izkaže, da so si nasprotujoče, zato je odgovor na to, ali je glasba moteča ali ne, močno odvisen od posameznika in okoliščin. Avtorji tega sestavka radi poslušamo raznovrstno glasbo tudi ob svojem delu, a le tedaj, ko delamo na seminarških ali projektnih nalogah, ko pa se moramo v študijsko snov poglobiti, se nanjo osredotočiti, pa nas v večini kakršnakoli vrst glasbe moti.

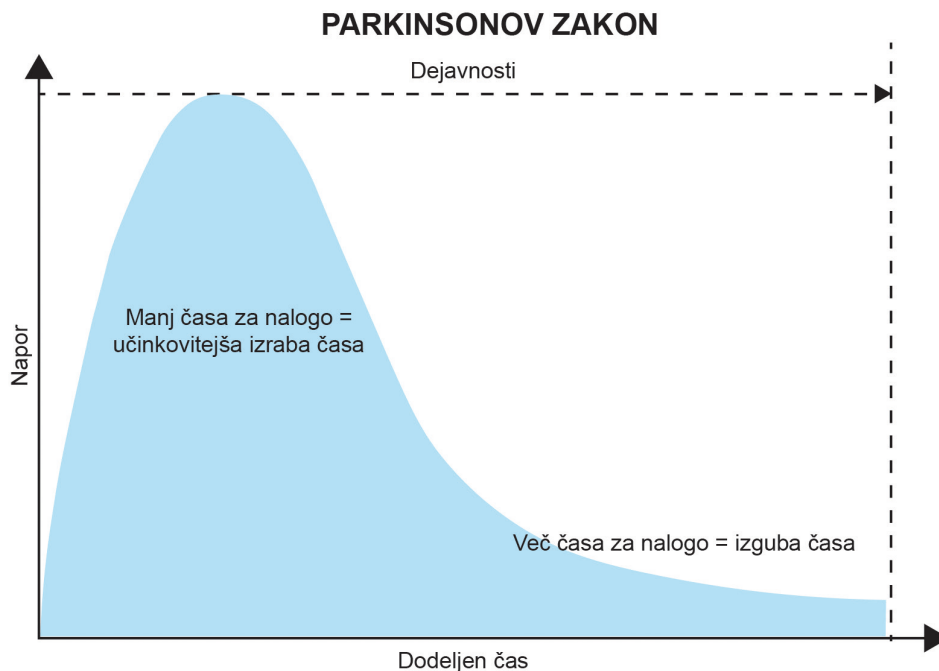
#### 4.2 Časovna organiziranost študentov v času ŠND

Časovna organiziranost pri klasičnem študiju je najpogosteje povezana z urnikom predavanj in vaj. V času ŠND so se nekateri učitelji držali obstoječega urnika, medtem ko so drugi svoje ure predavanj premaknili na druge termine (na željo učiteljev pa tudi študentov). Študenti smo se v nastali situaciji morali prilagoditi, predvsem pa si sami postaviti takšen dnevni ritem, da smo še vedno uspešno in motivirano naredili vse, kar je potrebno za študij. Ker se nismo dnevno selili iz domačih prostorov v fakultetne, smo lahko prihranili na času, tega pa koristno namenili izpolnjevanju študijskih obveznosti. Seveda pa pri tem ne smemo prezreti Parkinsonovega zakona, ki pravi, da se v vsaki situaciji lahko naloge, ki jih moramo dokončati, razširijo in zavzamejo ves čas, ki ga imamo na voljo za njihovo izvedbo. To pomeni, da

si moramo za nalogo vzeti natanko toliko časa, kot ga potrebujemo za njeno izvedbo, da je ne »vlečemo« predolgo. V nasprotnem primeru imamo občutek, da smo veliko delali, naredili pa v resnici nič. Posledično smo neučinkoviti, naša produktivnost je slabša, nižja pa je tudi motivacija (slika 4). Poleg omenjenega je gospod Parkinson, izumitelj zakona, opazil, da se celo preproste naloge zapletejo, če se čas za njihovo izvedbo podaljša. In nasprotno, da je nalogo lažje dokončati, ko se predvideni čas za njihovo dokončanje skrajša [26].

Da bi učinkovito izrabili dan, se študentom priporoča tudi uporaba rokovnikov v fizični ali digitalni obliki. Obstaja veliko zanimivih računalniških/mobilnih aplikacij (Trello, TimeTree, Asana itd.), s pomočjo katerih si študenti lahko organiziramo delovni dan. Izpolnjene naloge so lahko študentu dobra motivacija za nadaljnje delo.

Seveda med delom študenti ne smemo pozabiti na odmore. Bolj priporočljivo je več krajših odmorov kot manj daljših. Kratki odmori so koristni pri koncentraciji, ustvarjalnosti, sprejemanju odločitev, obdelavi in ohranjanju informacij ter pomagajo videti »večjo sliko«. Pomembno je tudi, da si odmora ne vzamemo, ko smo v stanju popolne koncentracije (ang. flow state) [27]. Če delo v tem stanju prekinemo, potrebujemo v povprečju 23 minut, da se na delo ponovno skoncentriramo [28]. Med odmorom



Slika 4: Parkinsonov zakon

so najprimernejši gibanje, sprememba okolja, zdrava malica/kosilo, kratek počitek, meditacija oz. tiste dejavnosti, ki pomirjajo možgane in zmanjšujejo vznemirjenost ali napetost zaradi dela.

Poleg navedenega smo ugotovili, da je za učinkovito delo zelo pomembno naše fizično počutje, ki je posledica zadostne količine spanja in fizične dejavnosti. Pomemben dejavnik, ki močno vpliva na zbrano pri delu, je tudi mobilni telefon, zato mora biti med poslušanjem predavanj ali učenjem zunaj dosega rok, nastavljen na tihi način.

## 5 Motivacija študentov pri ŠND

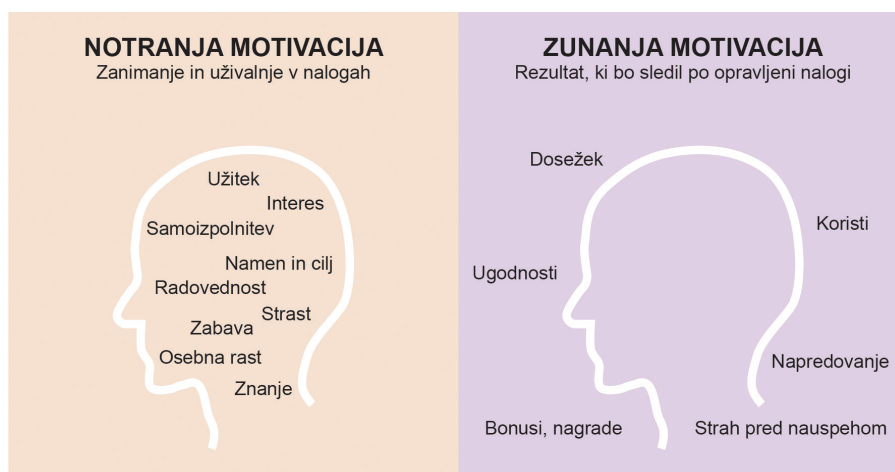
Za nekatere študente je ŠND bolj primeren, za druge pa je najprimernejši način klasični študij. Uspeh študenta pri ŠND je večinoma odvisen od njegove stopnje zavzetosti, motivacije in sposobnosti določiti prednostne naloge. Brez ustrezne organizacije ali načrta lahko študent v ŠND dolgoročno slabo deluje. Zato je klasično izobraževanje boljša možnost za tiste, ki potrebujejo disciplino in motivacijo, da opravijo delo. Strukturiran urnik, obiskovanje pouka nekajkrat na teden, in rutinska osebna interakcija z učitelji lahko študentom pomagata pri opravljanju nalog. Z zavzetostjo in trdim delom je uspeh na katerikoli stopnji ali programu tako zagotovljen [29–30].

Pri ŠND je pomembna *notranja motivacija*, katere cilj delovanja je v dejavnosti sami, vir podkrepitve pa v študentu. To pomeni, da študent želi razviti svoje sposobnosti, doseči nekaj, kar ga zanima, spoznati in razumeti nekaj novega. Gre za samostojno in samoodločljivo obliko motivacije. Tudi tehnologijo samo lahko razumemo kot motivirajočo, saj zago-

taavlja številne lastnosti, ki so pomembne pri spodbujanju notranje motivacije, npr. izziv, radovednost, novost in ustvarjanje, obvladovanje področja znanja ali spretnosti. A dejavnik novosti se navadno izčrpa, ko se uporabnik navadi na tehnologijo ali pa ima z njo težave. Lastna motivacija se zmanjša. Na drugi strani je zunanja motivacija, katere oblike (zunanja regulacija, introjekcija, identifikacija in integracija) se razlikujejo po ravni znanega nadzora; najbolj avtonomna oblika zunanje motivacije je integracija, ko študent sam naredi neko dejanje, ker se mu zdi to smiselno in razume, kaj s tem pridobi. Zunanja motivacija ni trajna, njen cilj pa ni v dejanju, temveč v določeni posledici [31] (slika 5).

Na motivacijo močno vpliva učitelj, tako pri klasični obliki študija kot tudi pri ŠND. Pri tem mislimo na jasno definiranje ciljev predmeta in tudi posameznih študijskih tematik, s čimer se doseže povezovanje z lastnimi cilji študentov, definiranje pravil pri predmetu ter pri ocenjevanju, obrazložitve, kako se uporablja spletno okolje, bogatenje predavanj z različnimi (interaktivnimi) elementi, ki lahko služijo tudi za preverjanje razumljivosti posredovanega znanja (npr. kvizi) itd. Poleg omenjenega naj bi učitelj v času ŠND spodbujal tudi interakcijo in sodelovanje med svojimi študenti, naredil študijske skupine, pomagal študentom pri komuniciranju ter sodeloval s svojimi študenti tako, da jih spremlja in jim posreduje povratne informacije.

Avtorji sestavka menimo, da je ŠND prav tako sprejemljiv način učenja, a na kratek rok, ko so študenti motivirani predvsem zaradi nenadne spremembe iz klasičnega študija v ŠND. Nastala motiviranost pa začne, če ni osebnega stika z učiteljem, padati. Dejavniki spremembe se izčrpa, ko se študenti



Slika 5: Zunanja in notranja motivacija

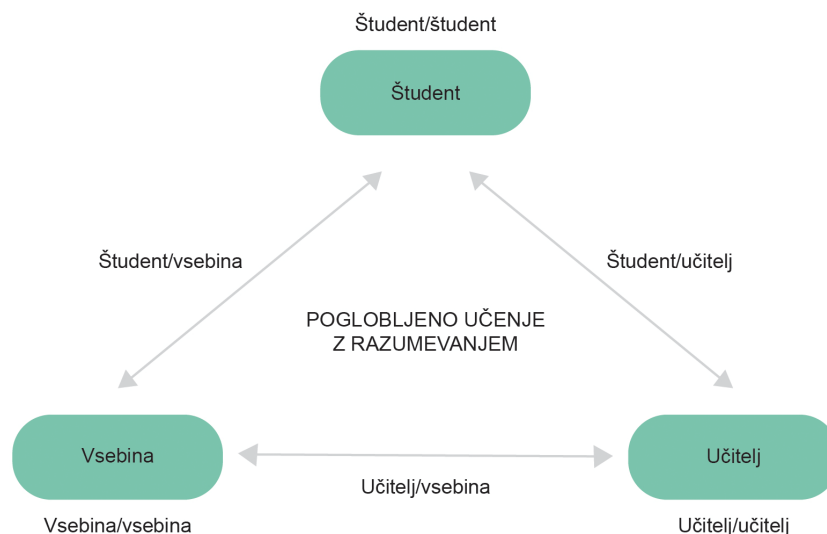
navadijo na tehnologijo, in lastna motivacija lahko popusti. Že sam prihod na predavanja in vaje pri klasični obliki študija je bil spodbuda k določenim dejavnostim, te pa k motivaciji (in disciplini). Strukturiran urnik obiskovanja pouka nekajkrat na teden in rutinska osebna interakcija z učitelji lahko pomagata študentom pri opravljanju nalog. Čas izvajanja ŠND je bil v našem primeru relativno kratek, zato menimo, da motivacija študentov med ŠND ni bistveno upadla ter da jih je misel na ponovno vrnitev na fakulteto ohranjala v stanju pripravljenosti in tekočega dela.

## 6 Interakcija med dejavniki ŠND

Marentič Požarnikova [31] interakcijo definira kot obojesmerno vplivanje ter dodaja, da socialna interakcija vsebuje medsebojno delovanje ljudi, ki zavzemajo določena stališča drug do drugega in si vzajemno določajo način ravnanja. Izobraževanje je interakcija, ta pa je bistvenega pomena za izobraževanje, saj je učenje v osnovi družbeno posredovana dejavnost [32]. Pri izobraževanju ločimo šest tipov interakcij. Med posameznimi deležniki procesa obstajajo interakcije študent-učitelj, študent-učna vsebina ter učitelj-učna vsebina, medtem ko obstajajo interakcije tudi med deležniki, in sicer študent-študent, učitelj-učitelj in učna vsebina-učna vsebina [33] (slika 6). Pri komunikaciji med *učiteljem* in študentom je vzpostavljena določena hierarhija, pri čemer Barforder [34] navaja, da naj »bi bil učitelj poleg obvladovanja različnih didaktičnih in pedagoških

pristopov zmožen ustvariti za učenje ugodno okolje in med drugim vzpostaviti stik s svojimi študenti.« Učitelj ima pri ŠND enake naloge kot pri klasičnem študiju, le da se spremeni okolje in s tem način podajanja znanja. Pri klasičnem študiju so študenti v istem prostoru z učiteljem. Študenti učitelja najprej vidijo in potem slišijo. Učitelj na študente vpliva z besednim in nebesednim vedenjem [31]. Pri klasičnem študiju študente za določeno temo lahko motivira z glasom in telesno govorico, medtem ko pri ŠND to stori veliko težje, saj so študenti manj perceptivni do subtilnih signalov, ki jih v resničnem svetu opazijo, tudi podzavestno. Z uporabo omenjenega slikovnega gradiva, infografik, preglednih tabel in končno tudi videopredavanj, prek katerih lahko opazujejo tudi učiteljeve kretnje, govor itd., lahko učitelj ohranja na predstavitev zanimanje študentov. Seveda pa je pri tem pomembna tudi sposobnost študentov, da sami ustrezno ocenijo in ponotranjijo prednje postavljeno znanje (vsebine).

Ena večjih slabosti ŠND je odsotnost oziroma omejenost verbalnih in drugih odzivov, ki jih dajejo študenti pri klasičnem študiju in zaradi česar lahko učitelj sproti prilagodi sam proces učenja, ga reorganizira. Tudi pri ŠND lahko učitelj prekine predavanje in postavi vprašanje, vzpostavi neposredno (sinhrono) interakcijo. Pri tem mora upoštevati, da se proces predavanja zaradi takšnih interakcij lahko zelo upočasni. V raziskavi avtoric Kemp in Grieve [35] so ugotavljali uspešnost izvedbe nalog, ki so bile študentom dodeljene v klasični obliki študija z neposredno možnostjo komunikacije študentov z učiteljem ter v obliki ŠND, kjer je bila komunikacija



Slika 6: Interakcije med dejavniki študijskega procesa

omejena. Čeprav so bili rezultati naloge primerljivo uspešni v obeh primerih, pa so študenti izrazili podporo klasičnemu pristopu študija, kjer so se lahko pogovorili z učiteljem ter o tematiki ustrezno neposredno razpravljali.

Živimo v času, ko obstaja množica komunikacijskih kanalov, zato je vzpostavitev vsaj osnovne komunikacije med študentom in učiteljem načeloma preprosta in hitra. Na voljo imamo elektronska sporočila, videopredavanja, telefonske klice, klepetalnice in še veliko drugih načinov. Ponavadi učitelj določi kanal, po katerem se bo odvijala komunikacija in v kakšen namen. Eno bolj priljubljenih orodij za neposredno komunikacijo ostaja *elektronska pošta*, ki ohranja uradnost. *Videopredavanja*, ki so v zadnjem času priljubljena, sicer omogočajo vizualno dvosmerno komunikacijo, a so povratne informacije lahko popačene, stik pa dokaj neoseben. Kljub temu so videopredavanja, kjer vsaj delno zabrišemo pomanjkanje socialnih stikov, postala uporabna in priljubljena orodja ŠND. Seveda obstajajo tudi *družabna omrežja*, pri katerih pa se uradnost kaj hitro zabriše, zato je njihovo uporabo treba načrtovati glede na namen [36]. Po drugi strani so lahko družabna omrežja dobra priložnost za interakcijo med študenti. Učitelj lahko spodbudi interakcijo z diskusijo, nalogami, projekti, ki jo lahko (pa tudi morajo) študenti nadaljevati med seboj.

Kako bo potekala interakcija med študenti, je v veliki meri odvisno od učitelja, a tudi od samih študentov, v kolikšni meri so vključeni v sam učni proces, katerega del so tudi socialni odnosi med študenti. Po izkušnjah avtorjev članka naj bi interakcija med učitelji in študenti tudi v času ŠND potekala dobro, tekoče. Je pa bilo očitno manj komunikacije med študenti oziroma je bila ta zaradi situacije izključno digitalna, kar je vplivalo na vzdušje med njimi. Z učitelji so komunicirali po elektronski pošti, v spletni učilnici in videokonferenčnem okolju Teams. Največ so se uporabljali prav zadnji, saj omogočajo komunikacijo v tekstovni obliki, video in zvočne klice, deljenje zaslona in številne druge uporabne lastnosti. Predavanja so potekala z deljenjem zaslona, kjer je na predstavitvi obravnavana tematika, ob tem pa je učitelj razlagal snov (z vključeno ali izključeno kamero). Avtorji sestavka si o tem, ali naj ima učitelj med predavanjem na daljavo vključeno kamero ali ne, nismo bili enotni. Eno od mnenj je bilo, da z opazovanjem obrazne mimike (ki je del neverbalne komunikacije) dobimo občutek, da je učitelj pred nami, kar približa ŠND klasični obliki predavanja. K temu pripomore tudi dvosmerna interakcija (razprave, pogovori, razgovori

itd.). Osebnega stika seveda ne more nadomestiti nobeno videopredavanje, a v sili razmer so se vse nujne stvari lahko dogovorile z učitelji (tudi z uporabo drugih navedenih komunikacijskih orodij), ki so bili študentom skoraj vedno na voljo.

Študenti veliko svojega časa porabijo tudi v *interakciji z različnimi študijskimi vsebinami*. Pri klasičnem študiju to pomeni uporabo besedil in drugih knjižničnih gradiv, medtem ko smo bili študenti pri ŠND vsaj na začetku večinoma vezani predvsem na vsebine v digitalni obliki. Te vsebine so lahko zvočne, besedilne, grafične, video ali virtualne [33], za njihovo ustvarjanje pa obstajajo številne spletne aplikacije. O tem, kako naj bodo vsebine (predvsem besedilne) pripravljene, smo že govorili v tretjem poglavju. Z upoštevanjem priporočil lahko učitelji to vrsto gradiv že precej nadgradijo glede spodbujanja študentove pozornosti in motivacije. Priprava multimedijskih vsebin zahteva nekoliko več znanja in spretnosti, a tudi ta gradiva za učitelje niso nedosegljiva, vsekakor pa povečajo študentovo interakcijo z učnimi gradivi.

## 7 Povzetek in predlogi

Skozi pet opisanih področij smo prišli do konca našega razmišljanja, zato le še povzemamo pomembnejše navedbe, s katerimi lahko izvajanje ŠND nadgradimo ter morebiti še izboljšamo.

- Učitelji se morajo na uporabo aplikacij pri predmetu ustrezno usposobiti ter pripraviti, saj nepoznavanje aplikacij lahko vpliva na slabšo kakovost izvedbe študijskega procesa.
- Učitelj naj študentom predstavi delovanje in uporabo aplikacij(e).
- Navodila za potek študijskega procesa na daljavo naj bodo jasna, učitelj pa naj jih po potrebi razloži pred predavanjem ali med njim; ta navodila naj bodo vedno dostopna, objavljena v spletni učilnici oziroma poslana študentom.
- Učno gradivo je treba pri ŠND ustrezno prilagoditi. Besedilo naj bo razumljivo in pregledno ter obogateno s slikovnimi elementi ali videoposnetki za lažje pomnjenje in popestritev študijskega procesa.
- Pred začetkom predavanja naj učitelj povzame vsebino, ki bo obravnavana, ter gradivo za lažje spremljanje po potrebi pošlje vnaprej.
- Učitelj naj študente aktivno vključi v predavanja s pozivanjem k sodelovanju ali s pomočjo interaktivnih nalog, kvizov, iger ipd.



- Videopredavanja lahko učitelj obogati z interaktivnimi elementi (tudi elementi igrifikacije), ki študente dodatno motivirajo.
  - Videopredavanja naj učitelj raje izvede »v živo«, posnetke videopredavanj pa naloži na splet oz. v spletno učilnico, kjer si jih študenti lahko ogledajo tudi pozneje.
  - Pri videopredavanjih naj ima učitelj vključeno kamero, saj ga študenti tako lahko vidimo, spremljamo njegovo mimiko, gibe itd., kar pozitivno vpliva na doživljanje predavanj.
  - Videopredavanja naj bodo dolga od 60 do 90 minut (priporočljivo), da študenti še lahko ohranimo koncentracijo. Seveda so lahko tudi daljša, a se delež aktivno prisotnih študentov lahko začne kaj hitro zmanjševati.
  - Pri videopredavanjih ne smemo pozabiti na odmore, npr. pri predavanju, ki traja do 90 minut, naj učitelj naredi vsaj en kratek odmor.
  - Učitelji so iz bojazni, da jim ne bo uspelo predelati vse snovi, posredovali dodatne individualne ali skupinske naloge, s katerimi so študente med ŠND dodatno obremenili. Res je, da smo študenti prihranili čas, namenjen prevozu na/s fakultete, a to še ne pomeni, da moramo ta čas nameniti dodatnim študijskim obveznostim.
  - Učitelj naj s študenti v čim večji meri komunicira in sodeluje, jim razloži cilje predmeta ter spodbuja skupinsko delo npr. po spletnih kanalih.
  - Tudi na daljavo je mogoče izvesti veliko zanimivih projektov, potrebne je le malo več volje in angažiranosti učitelja.
  - Kratka navodila o tem, kako naj si študenti uredimo delovni prostor, kako naj se časovno organiziramo, bi vsekakor pripomogla k naši dodatni motivaciji ter lažjemu in uspešnejšemu delu.
3. PETERS, Jay. Thousands of Zoom recordings exposed because of the way Zoom names recordings [dostopno na daljavo]. The Verge [citirano 16. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.theverge.com/2020/4/3/21207134/zoom-recordings-exposed-thousands-identical-naming-search>>.
  4. Odpravljene ranljivosti Zoom videokonferenčnega sistema [dostopno na daljavo]. SI-CERT [citirano 16. 6. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.cert.si/si-cert-2020-04/>>.
  5. Moodle [dostopno na daljavo]. Modle [citirano 15. 4. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://moodle.org/>>.
  6. Uporabniški vodič [dostopno na daljavo]. Arnes učilnice [citirano 10. 4. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://ucilnice.arnes.si/>>.
  7. To help expand learning for everyone [dostopno na daljavo]. Google [citirano 12. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <[https://edu.google.com/?modal\\_active=none](https://edu.google.com/?modal_active=none)>.
  8. Compare Meet with classic Hangouts [dostopno na daljavo]. Google [citirano 12. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://support.google.com/a/answer/7303775?hl=e>>.
  9. KHAN, Muzammil, KHUSHDILL. Comprehensive study on the basis of eye blink, suggesting length of text line, considering typographical variables the way how to improve reading from computer screen. *Advances in Internet of Things*, 2013, 3(1), 9-20, doi: 10.4236/ait.2013.31002.
  10. MACKARE, Kristine, JANSONE, Anita. Research of guidelines for designing e-study materials. In *Environment. Technology. Resources, 11th International Scientific and Practical Conference*. Rezekne : Rezekne Higher Education Institute, 2017, 90-96, doi: 10.17770/etr2017vol2.2560.
  11. Tips for making effective PowerPoint presentations [dostopno na daljavo]. National Conference of state Legislatures [citirano 20. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.ncsl.org/legislators-staff/legislative-staff/legislative-staff-coordinating-committee/tips-for-making-effective-powerpoint-presentations.aspx>>.
  12. CAPLAN, Brian. Pictures speak louder than words: visual content strategies for small businesses [dostopno na daljavo]. Score [citirano 06. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.score.org/event/visual-content-strategies-for-small-businesses>>.

## Viri

1. MÜLLER, Mirella, BEGOVIĆ, Ines, BAUMGÄRTNER, Ralf. Information and communication technologies and teacher education in the new paradigms of higher education. *Croatian Review of Economic, Business and Social Statistics*, 2018, 4(1), 27-41, doi: 10.2478/crebss-2018-0003.
2. PETERS, Jay. *Zoom adds new security and privacy measures to prevent Zoombombing* [dostopno na daljavo]. The Verge [citirano 16. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <[https://www.theverge.com/2020/4/3/21207643/zoom-security-](https://www.theverge.com/2020/4/3/21207643/zoom-security-privacy-zoombombing-passwords-waiting-rooms-default)

13. SAKSIDA, Matej. 10 nasvetov za uspešno pripravo PowerPoint predstavitev [dostopno na daljavo]. Računalniške novice [citirano 14. 3. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.racunalniske-novice.com/novice/piano/10-nasvetov-za-uspesno-pripravo-power-point-predstavitev.html>>.
14. FAGHIHI, Usef, BRAUTIGAM, Albert, JORGENSON, Kris, MARTIN, David, BROWN, Angela, MEASURES, Elizabeth, MALDONADO-BOUCHARD, Sioui. How gamification applies for educational purpose specially with college algebra. *Procedia Computer Science*, 2014, **41**, 182-187, doi: 10.1016/j.procs.2014.11.102.
15. LISTER, Meaghan. Gamification: the effect on student motivation and performance at the post-secondary level. *Issues and Trends in Educational Technology*, 2015, **3**(2), 1-22, doi: 10.2458/azu\_itet\_v3i2\_lister>.
16. POLAJNAR, Andrej, VERHOVNIK, Vekoslav, TABORŠAK, Drago, HRAŠOVEC, Bogomil. *Oblikovanje dela in delovnih mest*. Maribor : Fakulteta za strojništvo, 2000.
17. WOODWARD, Woody. Why frigid office temperatures can be bad for business [dostopno na daljavo]. Fox Business [citirano 12. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.foxbusiness.com/features/why-frigid-office-temperatures-can-be-bad-for-business>>.
18. WEULE, Genelle. Working from home during coronavirus shutdown? These hacks may help keep ease the pain of your home office [dostopno na daljavo]. NEWS [citirano 18. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.abc.net.au/news/health/2020-03-31/working-from-home-how-to-set-up-your-office/12098540>>.
19. GAINES, Kristi S., CURRY, Zane D. The inclusive classroom: the effects of color on learning and behavior. *Journal of Family & Consumer Sciences Education*, 2011, **29**(1), 46-57, <https://www.nate-facs.org/Pages/v29no1/v29no1Gaines.pdf>.
20. DZULKIFLI, Mariam Adawiah, and MUSTAFAR, Muhammad Faiz. The influence of colour on memory performance: a review. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 2013, **20**(2), 3-9.
21. ROPER, Claire. The psychology of colour in the workplace [dostopno na daljavo]. CONDECO [citirano 14. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.condecsoftware.com/blog/psychology-of-colour-workplace/>>.
22. MALIK, Shiv. Plants in offices increase happiness and productivity [dostopno na daljavo]. The Guardian [citirano 13. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.theguardian.com/money/2014/aug/31/plants-offices-workers-productive-minimalist-employees>>.
23. HABE, Katarina, VIZJAK PAVŠIČ, Mojca. Vpliv Mozartove glasbe na umske sposobnosti. *Delo*, 2006, **48**(27), 23.
24. RIBY, Leigh. The joys of spring: changes in mental alertness and brain function. *Experimental Psychology*, 2013, **60**(2), 71-79, doi: 10.1027/1618-3169/a000166.
25. KLEMM, R. William. Does white noise help you learn? [dostopno na daljavo]. Psychology Today [citirano 16. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.psychologytoday.com/intl/blog/memory-medic/201706/does-white-noise-help-you-learn-0>>.
26. FALCONER, Joel. How to use Parkinson's law to your advantage [dostopno na daljavo]. Lifehack [citirano 19.05.2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.lifehack.org/articles/featured/how-to-use-parkinsons-law-to-your-advantage.html>>.
27. SELIG, Meg. How do work breaks help your brain? 5 surprising answers [dostopno na daljavo]. Psychology Today [citirano 16. 5. 2020]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.psychologytoday.com/us/blog/changepower/201704/how-do-work-breaks-help-your-brain-5-surprising-answers>>.
28. The ultimate home office setup guide: 18 must-have items [dostopno na daljavo]. Develop Good Habits [citirano 16. 5. 2020] Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.developgoodhabits.com/home-office-setup/>>.
29. Online education vs traditional education: which one is better [dostopno na daljavo]. ezTalks [citirano 16. 5. 2020] Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.eztalks.com/online-education/online-education-vs-traditional-education-which-one-is-better.html>; <[https://issuu.com/eztalks2017/docs/online\\_education\\_vs\\_traditional\\_edu](https://issuu.com/eztalks2017/docs/online_education_vs_traditional_edu)>.
30. FRANCIS, K. Michelle, WORMINGTON, V. Stephanie, HULLEMAN, Chris. The costs of online learning: examining differences in motivation and academic outcomes in online and face-to-face community college developmental mathematics courses. *Frontiers in Psychology*, 2019, **10**, 1-12, doi: 10.3389/fpsyg.2019.02054.

31. MARENTIČ POŽARNIK, Barica. *Psihologija učenja in pouka. Od poučevanja k učenju*. Ljubljana : DZS, 2018.
32. XIAO, Junhong. Learner-content interaction in distance education: The weakest link in interaction research. *Distance Education*, 2017, **38**(1), 123–135, doi: doi:10.1080/01587919.2017.1298982.
33. ANDERSON, Terry. Modes of interaction in distance education: recent developments and research questions, In *Handbook of distance education*. Edited by Michael Grahame Moore and William G. Anderson. Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates, 2003, 129-144.
34. BARDORFER, Ana. Medosebni stik med učiteljem in študenti: nova opredelitev za visokošolski prostor. *Psihološka obzorja*, 2013, **22**, 105–114, doi: 10.20419/2013.22.381.
35. KEMP, Nenagh, GRIEVE, Rachel. Face-to-face or face-to-screen? Undergraduates' opinions and test performance in classroom vs. online learning. *Frontiers in Psychology*, 2014, **5**, 1-11, doi: 10.3389/fpsyg.2014.01278.
36. How much communication with my professor can I expect in an online class? [dostopno na daljavo]. Best colleges [citirano 19.05.2020] Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.bestcollegesonline.org/faq/how-much-communication-with-my-professor-can-i-expect-in-an-online-class/>>.

# Izzivi dela na daljavo s področja tekstilnih materialov in oblikovanja izdelkov na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru

Izzivi dela na daljavo so postali globalna izkušnja in vsi, študenti, pedagoški delavci in podporne službe, celoten stroj torej, je čez noč doživel spremembo, ki smo se ji morali na hitro prilagoditi, saj je nov koronavirus SARS-CoV-2 spremenil delovanje sveta na svetovni ravni. Od začetka pandemije mineva že dobro leto dni, zato je razlika, kadar je govor o prvi, spomladanski pedagoški izkušnji v letu 2020 ali jesenski v letu 2021. Za prvo načeloma velja, da je bilo potrebno hitro prilagajanje na novo nastalemu položaju z usvajanjem novih pristopov na področju podajanja pedagoških vsebin, za drugo pa, da je bila že mogoča presoja pozitivnih in negativnih posledic teh pristopov, ki se kaže v ugotovitvi, da na strokovnih področjih, kot so tekstilni materiali in oblikovanje celotnih pedagoških vsebin, ni mogoče učinkovito podajati na daljavo. Gre namreč za zahtevno strokovno področje, podrejeno številnim materialom in tehnologijam, ki jih je treba povezati tudi z laboratorijskim delom.

Danes smo bogatejši za pozitivne in negativne izkušnje, s katerimi smo se sodelavci na Katedri za tekstilne materiale in oblikovanje in sodelavci študijskega programa Inženirsko oblikovanje izdelkov Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru (FS UM) soočili po zaključenem spomladanskem semestru. Izvajalci vsebin na dodiplomskem študijskem programu Tehnologije tekstilnega oblikovanja in magistrskem študijskem programu Inženirsko oblikovanje izdelkov smo na podlagi anketiranja pridobili tudi mnenja študentov. Ti so se v anketi poletnega semestra študijskega leta 2019/2020 izrekli, da želijo čimprej nazaj na fakultete, kar so potrdili tudi v povratnih informacijah v pogovorih po zimskem semestru tekočega študijskega leta. Narava dela sodelavcev je na posameznih področjih tekstilnih materialov in oblikovanja podana z vidika obravnavanih vsebin, zato so mnenja posameznikov obdelana v različnih, dopolnjujočih se kontekstih in so sklenjena v zaključene celote, kar je zapisano v nadaljevanju. Delo pedagoških kadrov je v glavnem potekalo iz domačega (delovnega) okolja, zato je zahtevalo prilagojeno pripravo in skrbno načrtovano izvedbo. Pedagoško delo v obliki predavanj, vaj in seminarjev je bilo izvedeno s ciljem odprtega sodelovanja s študenti ob nudenju vse

potrebne podpore (npr. shematsko bogatejše predstavitve, dodatna razlaga itd). Vse oblike pedagoškega dela, še zlasti pa izvedba vaj, so zahtevali veliko mero iznajdljivosti posameznikov, saj so prav vaje področje, ki ga je relativno težko izvesti na daljavo, zato so tudi kritike sodelavcev pogosto povezane prav s to obliko pedagoškega dela.

Informacijska tehnologija je v tem pogledu pokazala dva obraza, in sicer, da brez računalnikov in dobre spletne povezave delo na daljavo ni mogoče, hkrati s tem pa anomalijo, da relativno poceni računalniška oprema za primer kompleksnejšega podajanja in sprejemanja pedagoških vsebin na daljavo ni dovolj. Prav to pa zbuja dvom o enakih možnostih študentov, saj sta dobra računalniška oprema in hitra spletna povezava (če je na voljo primerna pokritost mobilnega omrežja) pogojena s finančno zmoglostjo posameznika, ki pa se od primera do primera razlikuje. Če se osredotočimo na pozitivne vidike dela na daljavo, pa je mogoče reči, da sta prav informacijska tehnologija in dobra IT-podpora sodelavcev, zadalženih za področje računalništva, omogočila, da je delo na daljavo v glavnem potekalo brez večjih težav. Prav tako je bilo v veliki meri mogoče uporabiti številne aplikacije, s pomočjo katerih je bilo mogoče izboljšati virtualno komunikacijo, skupinsko delo na splošno in vrednotenje znanja, česar v preteklosti nismo uporabljali prav pogosto. S tem smo vsi, tako pedagoški delavci kot študenti, doumeli pomen izkušnjskega učenja. Skozi prispevke se v nadaljevanju kristalizirajo pogledi posameznikov, vpetih v lastno pedagoško poslanstvo, kar je v zaključnem delu sklenjeno v smislu prednosti dela na fakulteti, prednosti in pomanjkljivosti dela na daljavo ter priložnosti, ki se lahko pokažejo s potencialno združitvijo obeh prej omenjenih načinov pedagoškega dela v novo realnost, ki nas morda čaka v prihodnosti.

## **Prilagajanje novi realnosti in področje tekstilnih preiskav, red. prof. dr. Olivera Šaupelr**

Vsi slovenski pedagoški delavci se že od marca 2020 soočamo s posledicami koronavirusa SARS-CoV-2, ki nas je postavil pred dejstvo, da bo treba predvidene študijske vsebine tako rekoč čez noč podati v obliki študija na daljavo. V tem pogledu so se na samem



začetku porajala številna vprašanja, najprej glede ustreznosti razpoložljive tehnične opreme, zatem pa glede kakovosti študija, predvsem vsebin, povezanih z izvedbo vaj. Za te vemo, da so predvsem tedaj, ko je govor o strokovnih predmetih, tehnično zahtevnejše od predavanj, saj je njihov namen teoretične osnove določenih pedagoških vsebin prenesti na praktično raven, kar za študente v okviru posameznih strokovnih predmetov pomeni tudi relativno veliko ur dela v laboratoriju. Velik izziv je bil in je še vedno način podajanja študijskih vsebin dodiplomskim študentom prvega letnika Tehnologij tekstilnega oblikovanja FS UM, ki prihajajo z različnih srednjih šol iz Slovenije in tudi iz tujine (Hrvaška, Srbija), kar pomeni tudi različno raven znanja, česar pa v okviru študija na daljavo (še) ni mogoče presojati. Zato se v tem pogledu poraja zelo resna potreba po fizični prisotnosti študentov na fakulteti in ne doma za računalniki. V povezavi s študenti prvih letnikov dodiplomskega in podiplomskega študija (če to prej niso bili diplomski študenti določene članice) je treba omeniti še dejstvo, da jih nismo imeli priložnosti videti, saj so na začetku študijskega leta, ko je študij potekal v fizični obliki, med pedagoškim procesom nosili obrazne maske, pri študiju na daljavo pa imajo, da bi se izognili tehničnim neprijetnostim (motnje pri prenosu slike in zvoka) kamere izklopljene, tako da se med seboj tako rekoč poznamo le bežno. Velik problem so pri izvedbi vaj tudi nekateri zahtevnejši predmeti, kot so to na primer Tekstilne preiskave, saj je namen teh vaj študente usposobiti za pravilno rabo in izvedbo meritev na relativno velikem številu merilnih naprav, ki so ob pravilni uporabi pripadajočih standardov pogoj za pridobivanje ustreznih znanj in veščin s področja zelo zahtevne tekstilne stroke. Podobno je delo oteženo pri korekturah dela na področju oblikovanja in razvoja modelov, pri modeliranju krojev ter še posebej izdelave izdelkov, saj študenti doma večinoma nimajo primerne strojne opreme in pripomočkov za tovrstno delo. Na Katedri za tekstilne materiale in oblikovanje smo se pri tem in številnih drugih predmetih sicer opremili z laboratorijskimi posnetki izvedbe vaj po posamezni metodi, ki so bili med »izvedbo vaj« tudi posredovani in natančno razloženi študentom, kljub vsemu pa študenti najverjetneje niso mogli pridobiti vseh potrebnih veščin, da bi se lahko primerjali s študenti iz generacij, ki so tovrstne vaje opravili v laboratoriju. Pri preverjanju znanja je sicer velika večina študentov na daljavo izkazala zgledno znanje, vseeno pa ni mogoče presojati njihove dejanske praktične usposo-

bljenosti. Omenjeno pomeni, da bo študentom, ki so bili deležni študija na daljavo, po vrnitvi na fakulteto treba določene vsebine ponoviti in jih naučiti npr. dejanskega rokovanja z aparati, kar pomeni, da bodo pedagoški delavci kljub velikim naporom, ki so jih vložili v izvedbo študija na daljavo, veliko energije in truda za podajo istih vsebin vložili v te iste študente, ki so posamezne predmete že zaključili s pozitivno oceno. V nasprotnem primeru ne bomo mogli trditi, da je bilo naše poslanstvo dobro opravljeno.

### **Izobraževanje v času pandemije COVID-19 na področju oblačilnega inženirstva, red. prof. dr. Jelka Geršak**

Pandemija COVID-19 je močno zaznamovala tudi izobraževalni sistem v inženirskih poklicih. Izziv, s katerim smo se soočili med pandemijo, je bilo hitro spreminjanje tradicionalnega pristopa poučevanja na učenje na daljavo, kjer ni poudarek zgolj na poučevanju, temveč tudi na tem, kako študentom omogočiti učinkovito učenje, da bodo doseženi pričakovani učni izidi.

Na področju oblačilnega inženirstva smo izvajanje učnih enot preoblikovali tako, da se vse informacije, od poučevanja, virov in podpore, izvajajo na daljavo z uporabo orodja Microsoft Teams (MS Teams) [1]. Da bi lahko študenta vključili, usmerjali in obdržali skozi proces študija na daljavo, sta poučevanje in učenje na daljavo potekali kot nekakšno kombinirano učenje z uporabo različnih usklajenih in načrtovanih načinov in metod za izvajanje učnega načrta, ki študentom omoči čim učinkovitejše učenje.

Izvajanje študijskih aktivnosti je potekalo v majhnih skupinah. Za ta namen so bili študenti vnaprej seznanjeni z vsebino (predavanj in vaj) in oblikami poučevanja, pogoji za vključitev v delo in za opravljanje študijskih obveznosti, temeljno literaturo in viri ter načinom poučevanja.

Poučevanje je potekalo z uporabo orodja MS Teams na podlagi predstavitev PowerPoint ob podpori grafičnega zaslona Wacom [2] in virtualnih predstavitev. Čeprav sodelovanje v aplikaciji MS Teams vključuje zvok, video in skupno rabo zaslona, kar je eden ključnih načinov za sodelovanje, sta učinkovitost in kakovost izobraževalnega procesa odvisna od narave dela, vloženega dela in tehnične podpore. Poleg tega se moramo zavedati, da študij na daljavo vključuje manj neposredne interakcije z učiteljem, zato so za izvedbo učinkovitega izobraževalnega procesa pomembne povratne informacije o učenju. Učenje na daljavo je treba z vidika zagotavljanja povratne informacije o

učenju zasnovati bolj sistematično, kot to velja pri kontaktni izvedbi izobraževanega procesa.

Delo na daljavo pri vsebinah, ki imajo naravo predavanj, zahteva več vlaganj, saj zahteva čim učinkovitejši prenos intelektualnega znanja študentom in povratne informacije o učenju glede na kontaktni način, medtem ko izvedba praktikuma in/ali laboratorijskih vaj zahteva bistveno večje napore, vlaganja in ustrezne podporne tehnike ob manjšem učinku. Kot izziv lahko omenim dva vidika poučevanja na daljavo, in sicer;

a) Delo na daljavo pri izvedbi predavanj kot posredovanja in prenosa intelektualnega znanja različnim skupinam študentov, s katerimi sem se soočila v zimskem semestru:

- domači študenti,
- gostujoči program Erasmus+ na Fakulteti za strojništvo in
- program CEEPUS mobilnosti, ki je potekal v obliki študija na daljavo (Tekstilno-tehnološka fakulteta Univerze v Zagrebu).

b) Delo na daljavo pri izvedbi praktikuma.

Pri tem je zanimivo, da je bil kljub različnim skupinam študentov odziv študentov pri študiju na daljavo podoben. Dosežena je bila skoraj stoo odstotna udeležba študentov na predavanjih in pri praktikumu. Efektivna izkoriščenost časa je bila višja kot pri kontaktnem poučevanju, saj so se študenti iz vseh treh skupin redno vključevali v oblikovane ekipe glede na časovno načrtovane termine. Žal prisotnost v skupini še ne potrjuje vedno tudi njihovega aktivnega sodelovanja. Ker se novo znanje gradi na obstoječem znanju in razumevanju ter na ustvarjanju trdnih in uporabnih kognitivnih struktur v spominu, je bilo treba to doseči s skrbno izbranimi temami domačih nalog, ki so kot motivacija pripomogle k višji stopnji razumevanja obstoječih in posredovanih znanj, kot tudi k interaktivnemu sodelovanju (domače naloge so študenti predstavili v ekipi, kjer se je razvijala razprava).

Veliko več truda je zahtevalo delo na daljavo pri izvedbi praktikuma, kjer so se pokazale bistveno višje zahteve tako pri tehnični podpori kot tudi pri predstavitvenih tehnikah. Praktikum na daljavo je potekal v obliki kombiniranega učenja z uporabo različnih usklajenih in načrtovanih načinov in metod, ki so omogočili realizacijo učnega načrta posamezne učne enote. Za ta namen so bila skrbno pripravljena

jasna navodila (za obe ekipi študentov podiplomskega študija: ekipa domačih študentov in študentov v okviru CEEPUS mobilnosti) za pripravo na izvedbo in za izvedbo posameznih vaj, ki so bile zasnovane kot individualne vaje, kot tudi navodila za pripravo poročila o izvedenem praktikumu. Vsakemu študentu je bil posredovan svoj vzorec materiala - tkanine, ki jo je uporabil za pripravo preizkušancev za vse načrtovane eksperimentalne raziskave - vaje, in sicer z namenom, da na podlagi že pridobljenih znanj in ustreznih navodil izvede karakterizacijo prejetega materiala - tkanine ter pripravi preizkušance za posamezne raziskave. Izvedba karakterizacije in priprave preizkušancev je potekala interaktivno z orodjem MS Teams. V naslednjem koraku so bile izvedene eksperimentalne raziskave - meritve na ustrezni raziskovalni opremi, in sicer za vse preizkušance. Vzporedno je bilo tudi izvedeno snemanje celotnega procesa izvajanja meritev. Potek izvajanja meritev v obliki videopredstavitve je bil v aplikaciji MS Teams predstavljen študentom, ki so po predstavitvi prejeli tudi rezultate meritev (vsak za svojo tkanino). Na podlagi skrbno pripravljenih navodil in pisnih priporočil za sestavo poročila z jasno definiranimi elementi (uvod, cilj in namen posamezne vaje, postopek [opis raziskave], prikaz merilne naprave, metoda in pogoji merjenja, eksperimentalni rezultati s statistično obdelavo in razpravo, zaključek, uporabljena literatura) so študenti pripravili poročilo o izvedenem praktikumu oz. vajah.

Kljub bistveno večjemu vlaganju v proces realizacije praktikuma - eksperimentalnih vaj (priprava smernic, jasnih navodil, eksperimentalnega izvajanja meritev, da sem podatke lahko posredovala študentom) je bilo zaznati manjšo motivacijo, predvsem na podlagi vloženega individualnega ustvarjalnega dela, ki se odraža v oblikovanih poročilih kot povratni informaciji o učenju.

Iz obeh primerov lahko na splošno povzamemo, da študij na daljavo zahteva bistveno večje napore in angažiranje, da dosežemo določeno raven kakovosti izobraževalnega procesa, kakovost katerega je nedvomno odvisna od narave dela, prav gotovo pa ne more popolnoma nadomestiti kontaktnega dela.

Ob dejstvu, da so naši programi močno odvisni od predavanj, vaj in dela v majhnih skupinah, je treba v prihodnje razmisliti, kako zasnovati in oblikovati novo platformo, ki bo oblikovala sistematično učenje na daljavo in omogočala pomembne povratne informacije o učenju, kajti le tako bo mogoče zmanjšati razliko med poučevanjem in učenjem na daljavo in

kontaktnim študijem, kar mora postati izziv vodstvu fakultet in univerze.

## Viri

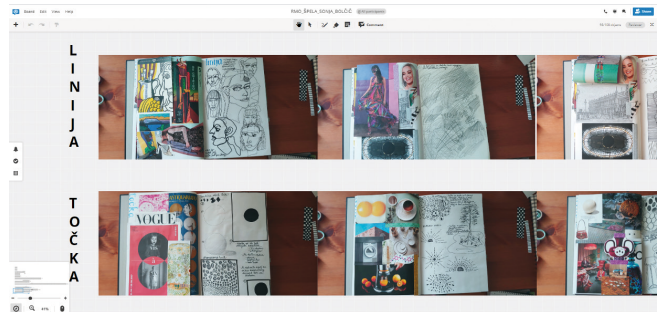
1. Microsoft [dostopno na daljavo]. Microsoft Teams [citirano 14. 2. 2021]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.microsoft.com/sl-si/microsoft-teams/group-chat-software>>.
2. Wacom [dostopno na daljavo]. Wacom for a creative world [citirano 21. 2. 2021]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.wacom.com/en-us>>.

### Izvedba predmetov oblikovanja in povratne informacije študentov ob končanem semestru, izr. prof. dr. Sonja Šterman

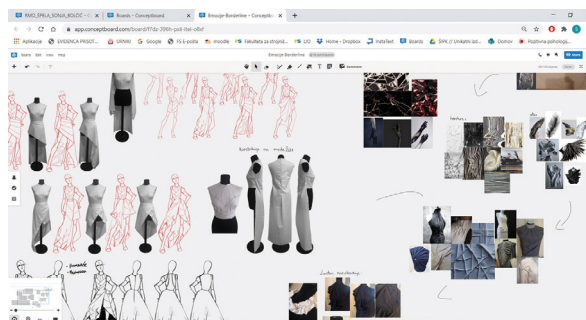
Pri delu na daljavo lahko tako s svojega vidika kot z vidika študentov, ki so v okviru različnih predmetov oblikovanja podali povratne informacije, poudarim tako pozitivne kot negativne strani tovrstnega načina dela.

Največja skupina študentov oblikovanja je v prvem letniku dodiplomske stopnje, v višjih letnikih in na magistrskih stopnjah pa so skupine manjše in je tako

tudi lažje usklajevati delo na daljavo. Študenti prvih letnikov prihajajo z različnih srednjih šol in se večinoma med seboj prej niso poznali. Žal je bilo spoznavanje oteženo zaradi nošenja mask, poleg tega pa smo po manj kot treh tednih študija prešli na študij na daljavo. Večino študentov smo brez mask tudi pedagogi prvič »videli« s pomočjo aplikacije MS Teams [1]. Glede na to, da se nismo mogli spoznati v živo, smo pri predmetu Razvoj in metode oblikovanja v okviru predavanj uvedli kratke predstavitve kreativnih vsebin, ki vsakega posameznega študenta najbolj navdušujejo. Tako smo bili seznanjeni z zanimivimi vsebinami, inovacijami s področja oblikovanja in razvoja tekstilij in oblačil, slogi oblačenja, kreacijami modnih oblikovalcev in drugimi zanimivimi vsebinami, ki pomenijo izbrana področja posameznika. S tem so študenti sproščeno prispevali informacije o svojih interesnih področjih in se tako dodatno predstavili in spoznavali med seboj, kolikor je to bilo mogoče v okviru predavanj. Prav tako smo v aplikacijo MS Teams naložili datoteke, npr. o aktivnih odmorih, ter dali različna priporočila za knjige, članke in dodatno literaturo. Skoncentrirano podajanje učnih vsebin smo popestrili z aktualnimi informacijami o oblikovanju, ki so dodatno pripomogle k razumevanju osnovnih podanih informacij.



Slika 1: Skicirka na temo likovni elementi, pregled v programu Conceptboard, predmet Razvoj in metode oblikovanja (študentka S. Š. Bolčič)



Slika 2: Razvoj kolekcije oblačil v skicirki, pregled v programu Conceptboard, predmet Oblikovanje tekstilnih izdelkov (študentka S. Oprešnik)

Pomanjkljivost, da nimamo fizičnega vpogleda v skicirke študentov, se je v kontekstu skupinskih korektur izkazala kot prednost takrat, ko so razvoj idej v skicirkih študenti pri vseh predmetih oblikovanja na obeh ravneh študija tedensko prenašali na aplikacijo Conceptboard [2]. Ta je v veliki meri olajšala pregled obdelanih vsebin in njihove tedenske nadgradnje. Sočasen pogled vseh študentov na izpostavljen del sošolcev je omogočil veliko boljše preglednost del (sliki 1 in 2), kot jo imamo lahko v predavalnicah, kjer je vsak študent osredotočen na svoje delo in dela najbližjih sošolcev. Domnevam, da so bili ravno preglednost del in komentarji, ki so jih študenti dobili skozi korekture sošolcem, odločilni tudi za hiter napredek razvoja lastnih idej.

Pri določenih predmetih nas je bilo pri urah oblikovanja prisotnih več pedagogov. S tem smo tudi sami veliko pridobili, se bolje dopolnjevali in dosegli boljše rezultate, kot bi jih sicer, saj ni bilo fizičnih premikov, ki so v realnem okolju prisotni in v tem kontekstu omejujoči. Zaradi pogostega vključevanja sonosilcev oz. predavatelja k asistentom in nasprotno smo posledično delovnik pogosto potegnili čez ves dan. To je tudi ena od negativnih stvari, ki jih navajamo vsi, ki smo vključeni v študijski proces. Mejniki med službenim in prostim časom je prepogosto začel prehajati preveč in prostega časa je bilo čedalje manj.

Tisti študenti, ki so v Mariboru sicer nastanjeni v študentskem domu, so opozorili še na eno prednost dela od doma, in sicer to, da so imeli vse, kar so potrebovali (papirji, šivalni stroj, barve ...) že doma. Če bi namesto od doma morali delati iz študentskih domov, bi marsikomu prostorska omejitev dela od tam pomenila težavo.

Velika pomanjkljivost je povezana z realizacijo na vajah, kjer je pri izdelavi izdelkov manjkal osebni stik. Občasno so študenti težje razumeli kakšno navodilo, saj so pogrešali fizičen prikaz izvedbe posameznih delov naloge, prav tako prikaz del preteklih generacij, kar bi bilo zagotovo veliko boljše videti v živo. Ker gre za individualen razvoj del posameznega študenta, predvsem pri prehodu iz 2-D v 3-D, gre za sprotno spontano svetovanje, kako posamezne dele nalog izboljšati. Zato je bilo v reševanje posameznih situacij vloženega veliko več dela in prizadevanja tako študentov kot pedagogov. Velika večina študentov si ravno zaradi oteženega dela od doma, ki bi naj potekalo v laboratorijih, želi pouk na fakultetah.

Pogosto študenti navajajo tudi težave s koncentracijo in motečimi dejavniki v domačem okolju. Študenti pravijo, da jim je bilo fokus pri delu od doma lažje

vzdrževati pri predavanjih kot pri vajah, kjer so težje ostali dalj časa zbrani, zato so včasih tudi manj zavzeto sodelovali. Prav tako ocenjujejo, da je ključnega pomena dela od doma koncentracija, za katero morajo vložiti več truda. Poleg tega je okrog njih doma več motečih dejavnikov. Nekateri opažajo, da so v tem času izboljšali koncentracijo pri delu tudi v manj idealnih razmerah. Opozarjajo tudi na problem prehajanja med študijskimi obveznostmi in prostim časom. Včasih so imeli pouk z manjšimi odmori razporejen čez ves dan, kar jim je otežilo organizacijo drugih dnevnih aktivnosti. Ta čas ponavadi zavzemata priprava hrane in individualno delo študenta. S tem ugotavljajo, da predvsem preveč sedijo, pogosto na neudobnih stoli. Študenti menijo, da med urami potrebujejo več krajših odmorov. Ugotavljajo tudi, da imamo pedagogi različne navade tudi pri izvedbi odmorov, kar niha od združevanja ur z daljšimi odmori do kontinuiranega dela brez vmesnih odmorov.

Vsi, ki smo vključeni v delo na daljavo, opažamo, da je za aktivno sodelovanje na daljavo treba vložiti več energije. Pogrešamo tudi povratno neverbalno komunikacijo vključenih študentov, saj so kamere zaradi prenosa podatkov pogosto izklopljene. Če bomo prisiljeni na ta način delati tudi v prihodnje, bo treba temu področju nameniti še več pozornosti in po krajših sklopih vsebin še bolj aktivno vključevati v pogovor vse sodelujoče. Čeprav si vsi želimo načina dela, ki omogoča nemoteno sodelovanje v najustrežnejših okoljih naših predavalnic in laboratorijev, nam je delo na daljavo prineslo nekaj pozitivnih izkušenj. Za svoje področje dela lahko sklenem, da bom na novo usvojene prakse, ki jih ponuja informacijska tehnologija, zagotovo obdržala tudi takrat, ko se vrnemo v novo realnost.

## Viri

1. Microsoft [dostopno na daljavo]. Microsoft Teams [citirano 14. 2. 2021]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.microsoft.com/sl-si/microsoft-teams/group-chat-software>>.
2. Conceptboard [dostopno na daljavo]. An infinite canvas for your whole team [citirano 21. 2. 2021]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://conceptboard.com>>.



**Področje oblikovanja in konfekcijske tehnologije – vaje, viš. pred. mag. Silva Kreševič Vraz**

Že v spomladanskih mesecih prejšnjega študijskega leta sem se srečala s problemom izvedbe vaj pri predmetih oblikovanja, in to pri študentih, ki so vpisani v prvi letnik. V prvem letniku se srečujemo s študenti, ki prihajajo z različnih srednjih šol, z različnim predznanjem oblikovalske tematike, tistimi, ki so odločeni za študij oblikovanja, in tudi drugimi, ki jih zanimajo tekstilni materiali.

V prvem valu epidemije je bilo treba zelo hitro pripraviti gradivo za popolnoma drugačen način izvedbe vaj, ki so v veliki večini praktične, a jih je treba izvesti prek monitorja. To je zahtevalo nešteto ur dela za pripravo vsebin in potem tudi za realizacijo. Velikokrat je bilo treba s posameznimi študenti oddelati še dodatne termine, da smo lahko vsaj v veliki meri realizirali zastavljeno. Znanja in veščine, ki so jih pridobili na ta način, pa nikakor niso primerljivi z znanji, ki bi jih pridobili sicer.

Glede na razmere v svetu in tudi pri nas sem se za tekoče študijsko leto začela pripravljati že veliko prej, saj v jesenskem semestru izvajam druge predmete kot v poletnem. Poleg predmetov z oblikovalskimi vsebinami izvajam tudi vaje s tehnološkimi vsebinami.

Pri izvedbi vaj, kot je predmet Konfekcijska tehnologija, je še toliko pomembnejše, da bi vaje lahko izvajali v laboratoriju, saj so to popolnoma praktične vaje, pri katerih je za izvedbo potrebna tudi tehnološka oprema, ki nam je na voljo v laboratoriju. Tako sem poleg tega, da sem za vaje pripravila veliko slikovnega gradiva v videoposnetkih, sama izvajala vaje iz laboratorija in sem tako študentom prikazala realen potek vaj. Študentke so izvedle vaje na materialih, ki sem jim jih poslala, in na opremi, ki jo imajo doma. Del vaj smo v oktobru lahko izvedli tudi na fakulteti in nam je tako bilo delo na daljavo vsaj malo olajšano.

Oblikovanje tekstilnih izdelkov je predmet, pri katerem oblikovalske vsebine nadgradimo z realizacijo izdelkov. Študentke, s katerimi sem v tekočem študijskem letu izvajala vaje pri tem predmetu, so iste, kot smo v prvem valu epidemije, torej v prvem letniku, predmeta Kreativna delavnica in Digitalne in prostoročne predstavitvene tehnike, izvajale na daljavo. Pri sedanjem izvajanju vaj se jim pozna velik primanjkljaj v razmišljanju, kreativnosti, idejah za realizacijo, kar je posledica dela na daljavo. S študenti nam je v oktobru še uspelo izdelati anketo Blagovna znamka na različnih prodajnih mestih,

tako da smo si postavili osnovo za nadaljnje delo. Z nosilko predmeta sva tudi zastavili naloge v spremenjeni obliki, z veliko različnega raziskovanja v skicirki, izvedbo detajlov z različnimi materiali, s poglobljenim brainstormingom. V tem delu je bilo delo precej uspešno, se je pa zataknilo, ko je bilo treba izdelovati strukture, detajle, celostne podobe oblačil z drapiranjem na lutkah. Čeprav sem v tem delu sama delala iz laboratorija in realizirala detajle ter svetovala, kako se lotiti dela, so študenti želeli, da se nam v tem delu omogoči delo na fakulteti.

Kot sem že zapisala, je najtežje delo s študenti, ki so v prvem letniku študija. Različna predznanja, pristop k likovnemu ustvarjanju, tehnike, ki jih mnogi ne poznajo ali slabo poznajo, so nam pri vajah pri predmetu Razvoj in metode oblikovanja povzročali kar nekaj težav. Za vsako vajo sem pripravila veliko slikovnega gradiva, videov o izdelavi različnih likovnih tehnik, načinov izdelave, sama sem vajo prezentirala, študenti so imeli ves čas dela vklopljene kamere, tako da sem jih lahko sproti korigirala. Vse pripravljeno gradivo sem jim sproti nalagala na MS Teams in z njimi opravljala sprotne tedenske korekture njihovega dela. Prav tako so študenti sproti nalagali v Conceptboard vse svoje slike, skice, razmišljanja, tako da sva obe z nosilko predmeta tudi tako spremljali razvoj in napredek pri delu.

Način dela, kot ga izvajam v danih razmerah, od mene zahteva veliko več napora, moram tudi bolj motivirati za delo, saj so vse prevečkrat zadovoljni s prvim, kar izdelajo. Po vrnitvi na fakulteto bo treba določene vsebine ponoviti in utrditi, čeprav bodo študenti imeli opravljene izpite. Tudi z določeno tehnološko opremo bomo morali študente naučiti rokovati in jih poučiti o varnem načinu dela.

**Umetniško ustvarjanje na daljavo, doc. mmag. Peter Ciuha**

Pri delu na daljavo je kakovost pedagoškega dela moč ohraniti le pri vsebinah, ki imajo naravo predavanj, torej kjer gre vsebinsko zgolj za intelektualno znanje in podatke. Pri vseh drugih oblikah dela se soočamo z neizogibnim poslabšanjem kakovosti in ugotavljam, da bolj ko je vsebina praktične narave, večja je ta izguba.

Tako je na področju risanja in oblikovanja neizvedljivo skupno delo, ki študente naravno „potisne“ v izkušnje ustvarjalnih stanj »desne možganske hemisfere«. Glede na to, da so pozitivne značilnosti teh stanj tudi velik motivacijski element za samo likovno delo, se neizogibno soočamo s slabšo motivacijo stu-

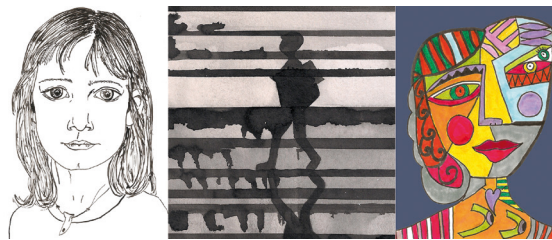
dentov, kar seveda oteži vse nadaljnje delo – padamo v negativno spiralo.

Če naj to misel nekoliko utemeljim, mi dovolite nekaj dodatnih besed.

Za doseganje stanj desne možganske hemisfere sam uporabljam pet različnih pristopov risanja oziroma ustvarjanja:

- Igro, ki vključuje gibanje, ples, čustva, energijo in uporabo naključja.
- Simbolično ustvarjanje, ki izhaja iz pomena in namena ter vključuje različna znanja in tehnike – npr. prostorskega predstavnega risanja, tehnike ilustracije ...
- Abstrakcijo ali nepredmetno risanje brez namena, ki izhaja iz praznine (belega lista), brez idej, kot pot v neznano in ki vleče črto s čim bolj počasnim in pozornim gibanjem roke. Risba tako postane posoda za pozornost, v delo pa se spontano sama vključi nebesedna desna hemisfera, ki v tem procesu naravno uživa. Proces se nadaljuje z vajami iz likovnega jezika, likovnih izraznih elementov – točke, linije, svetlo-temnega, barve, ploskve in prostora, do mehkih, oblik in praznin, kompozicije in urejenosti v celoto, sorodnosti in harmonij, študija nasprotij in kontrastov, oblikovnih principov prve šole oblikovanja BAUHAUS ...
- Opazovanje, kopiranje ali risanje po naravi, kjer risanje „stvari“ ali vnaprej znanih simbolov zamenja risanje poti oziroma potovanja očesa po motivu, ter na tem temelječe tehnike opazovanja. Risanje robov, zaprtih oblik ali oblik prostorov, določanje oblik na mehek način – mehko širjenje navzven iz njihove notranjosti, risanje oblik praznin ali „negativnega prostora“, kopiranje oblik v mreži, opazovanje osi in presekov med telesi, medsebojno merjenje – viziranje, risanje celot in sklopov – obeh rok skupaj, obeh nog skupaj, opazovanje kotov in nagibov, pa usklajevanje medsebojnih svetlosti in barv ...
- Sinteze starega v novo, naravnega v umetno, vse do avtorskega izraza – umetnosti, kar vključuje sintezo vseh drugih pristopov, podobno tudi delujejo tehnike „možganske nevihte“, pri risanju pa je pomembno še razumeti princip, da celota določa pomen in vlogo sestavnim delom. „Obraz“ je tako lahko sestavljen iz česarkoli, dokler ohranja svojo notranjo strukturo – kar nam je npr. čudovito pokazal Picasso.

V tem procesu ima prav posebno vlogo tudi tehnika kolaža in plasti. Elementi kolaža s premikanjem



Slika 3: »Ur A + Šolar + Picasso«, risba, predmet Estetika in Semiotika (M. Belič)



Slika 4: »MeM + Plankton«, risba in digitalni kolaž, predmet Estetika in semiotika (M. Belič)



Slika 5: »Dve kolažni figuri + Dali + Katran«, risba in kolaž, predmet Estetika in semiotika (M. Belič)

po podlagi oblikujejo tudi prostor okoli njih in med njimi ali oblike praznin. Aktivacija praznin v partnerje, enakovredne vidnim oblikam, spremeni

likovne izdelke amaterjev v profesionalne. Podobno vlogo ima oživljanje tišine v glasbi.

Kolaž, plasti ali sinteza pa so tudi osnova za skoraj vse digitalne tehnike oblikovanja vsebin.

Kar lahko naredim na študijskem programu Inženirsko oblikovanje izdelkov kot mentor predmetov Estetika in semiotika ter Risarsko eksperimentiranje, je, da pogosteje objavljam učna in motivacijska gradiva ali svoje lastno delo in izdelke, na kar pa študenti zelo verjetno reagirajo precej zadržano, saj posegam v njihovo življenje zunaj dogovorjenega urnika. Obstajajo pa tudi določeni zadržki/vprašanja glede samega objavljanja in npr. avtorstva.

Tudi forme za te objave so še »v povojih«. Na primer, objave vsebin v imenikih samega MS Teamsa so med predavanjem izrazito počasi dostopne, saj vsako brskanje po njih posega v samo pasovno širino prenosa.

Pozitivni vidik dela na daljavo sta sprotno objavljane del v Conceptboardu in postopno preoblikovanje dnevniške ali delovne zbirke fotografij del v strnjeno virtualno zaključno razstavo.

Čeprav se življenje zelo digitalizira, je risanje še vedno najhitrejši način brušenja in razvoja začetnih idej do faze dozorelosti. V tej fazi računalniško oblikovanje precej ovira spontan tok idej in njihove naravne transformacije. V sami zaključni fazi – tehnični izvedbi – pa imajo računalniška orodja nedvomno prednost virtuoznosti „tehnične perfekcije“ pred ročnimi.

Tako bi bilo, če bi se nadaljevalo delo na daljavo, zelo smiselno spremeniti urnike v smeri pogostejših krajših časovnih enot in določenih rednih individualnih terminov, kjer bi pedagogi lahko sploh osebno spoznali posameznika in našli najboljše motivacijske

prijeme ter tako dosegli določene povezave »energij«, kar bi dalo našim medsebojnim besedam in dejanjem več teže ter krepilo medsebojno odgovornost.

Na mojem pedagoškem področju se z delom na daljavo kakovost študija in znanja resno poslabšuje, kar pomeni, da bo pot do enako kakovostnih rezultatov za študente bistveno težja. In menim, da to ni niti pošteno niti prav!

Po drugi strani pa je zelo verjetno, da bo delo na daljavo postalo veliko pogostejše in bolj normalno ter da bo treba najti nove komunikacijske rešitve in tehnike, s katerimi bomo odpravili ali vsaj omilili sedanje težave.

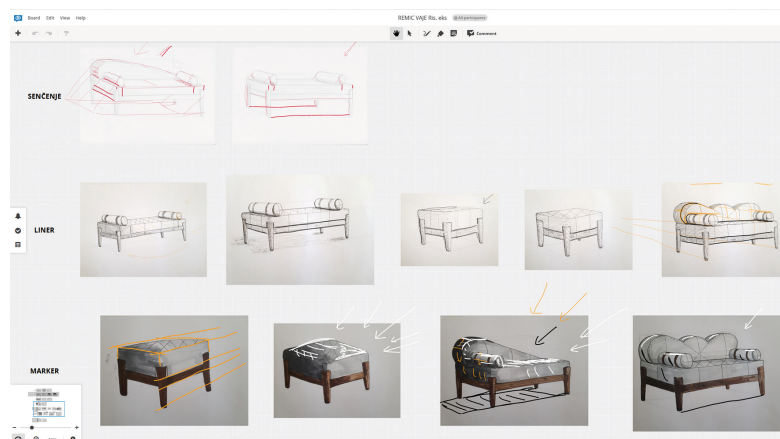
To najprej pomeni hkratno skupno delo, kar pomeni opremljenost študentov tako z vsemi materiali in potrebščinami za načrtovano delo, ustrezno opremljenim delovnim prostorom, svetlobo, kakovostno in ustrezno postavljeno kamero in visoko pretočno digitalno povezavo. V tem trenutku so to še za vse nas visoke zahteve.

In dokler se to bistveno ne spremeni, bi morali kombinirati delo na daljavo tudi s pravim skupnim delom.

### Vaje pri predmetu Teorija in praksa v dizajnu in risarsko eksperimentiranje, Aleksander Praper, univ. dipl. inž. str.

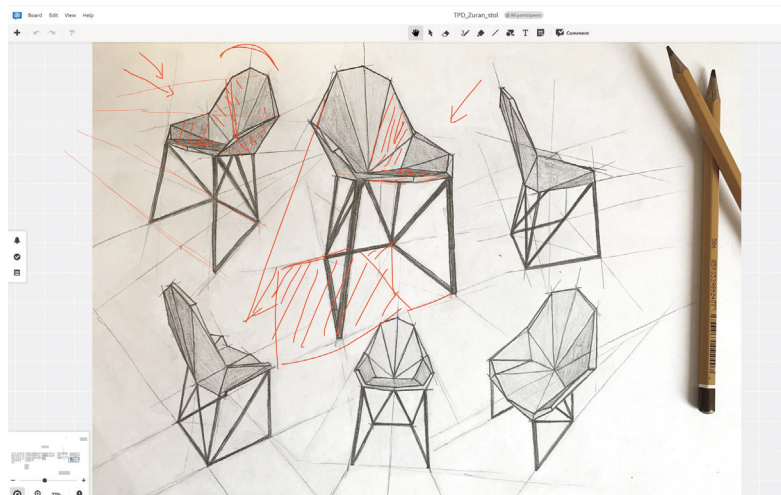
Najprej moram omeniti, da moja izkušnja poučevanja na daljavo brez osebnega stika s študenti ni merodajna, saj je to sploh moje prvo poučevanje študentov. Torej za zdaj nimam primerjave, kako bi potekalo drugače.

Manjše število študentov na ŠP Inženirsko oblikovanje izdelkov omogoča lažjo obojestransko komunikacijo, še zlasti na daljavo je delo v manjših skupinah prednost. Večji izziv prihaja pri nasled-



Slika 6: Oblikovanje kolekcije oblažjenega pohištva, pogled v Conceptboardu, predmeta Teorija in praksa v dizajnu in Risarsko eksperimentiranje (K. Remic)





Slika 7: Oblikovanje stola, pogled v Conceptboardu, predmeta Teorija in praksa v dizajnu in Risarsko eksperimentiranje (L. Žuran)

njih vajah, kjer bo študentov precej več. Na podlagi opravljenih vaj pa ugotavljam, da so bili začetni dvomi pretirani. Človek je učeče se bitje in izzivi so za oblikovalce vsakodnevna stalnica, zato smo se, po mojem mnenju, razmeram dobro prilagodili. Poučevanje v učilnici bi mi res omogočilo, da bi v realnem času spremljal njihov način dela, videl njihov pristop in s tem morebitne vzroke, ki privedejo do napak. Temu bi lahko prilagodil svoje komentarje in popravke, kar je na daljavo težko izvedljivo, saj so študenti zgolj pokazali svoja dela, ne pa tudi procesa. Težava je lahko motivacija, saj študenti niso v nekem namenskem prostoru, kamor so prišli zgolj in samo 'študirat'. A po drugi strani sem prepričan, da so po zaslugi poučevanja na daljavo dobili marsikaj, česar sicer ne bi. Čeprav študij inženirskega oblikovanja spada v okvir strojništva, oblikovalski poklic zahteva drugačen način razmišljanja in dela. Preveč discipline lahko zamori ustvarjalnost in morda je ta način študija, v domačem okolju, marsikomu omogočil več sproščenosti, manj stresa in s tem boljše ideje. Ko smo sedeli vsak za svojim računalnikom, smo si ob nejasnostih lahko hitro poiskali zglede in primere ter jih pokazali. Nedvomno smo vsi prihranili čas, ki bi ga porabili na poti do fakultete, in ta čas smo se potrudili porabiti za delo. Največja pridobitev za vse, ki smo bili povezani pri teh predmetih – tako za študente kot predavatelje in zame kot asistenta – je bila možnost, da smo prisotni 'drug pri drugem'. Sam sem lahko spremljal, kaj so študenti spoznavali na predavanjih, predavatelji pa so lahko sodelovali pri komentiranju del in dajali napotke. Tako so

študenti dobili veliko širše in bolj raznolike poglede na svoje ideje, kar se v učilnici gotovo ne bi zgodilo. Oblikovalci praviloma iščemo množico rešitev nekega problema in na koncu poskusimo izbrati najboljšo od njih. Zato raznolike konstruktivne kritike vedno širijo obzorja in nedvomno koristijo.

Ne glede na način dela še vedno verjamem, da velja rek: »Kjer je interes je tudi pot.« V današnjem času ima vsakdo, ki ima željo po pridobivanju novih znanj, nešteto možnosti, da jih pridobi. Fizična prisotnost ni nepomembna, saj smo ljudje vendarle živa bitja in je človeški dejavnik še posebej pri ustvarjalnih poklicih pomemben. A nezmožnost sedenja v določenem prostoru nikakor ne sme biti izgovor, da je zato postalo znanje nedostopno. Morda bi to bil realen izgovor, če bi ne bilo knjig, kaj šele vseh sodobnih možnosti pridobivanja in prenosa informacij. Poučevanje (in na splošno delo) na daljavo z mojega vidika že zdavnaj ne bi smelo biti zgolj zasilna rešitev! To je ena nujnih rešitev za obvladovanje prenatrpanih velemest, počasnega prometa, nepotrebne izgube časa in nedvomno tudi ena od rešitev za zmanjševanje okoljskih problemov. Seveda ni najboljša rešitev za vse primere, za vsako delo, za vse vrste študija, za vsa predavanja in vse vaje. Za nekatere je lahko slabša, za druge primerljiva, za določene pa celo boljše kot fizična prisotnost na točno določeni lokaciji. V iskanje optimalnega ravnovesja ob ustrezni tehnični podpori, brez pretirano zapletenih digitalnih rešitev in nepotrebne birokracije, bi bilo vredno vložiti vsaj toliko truda kot v reševanje mestne mobilnosti.





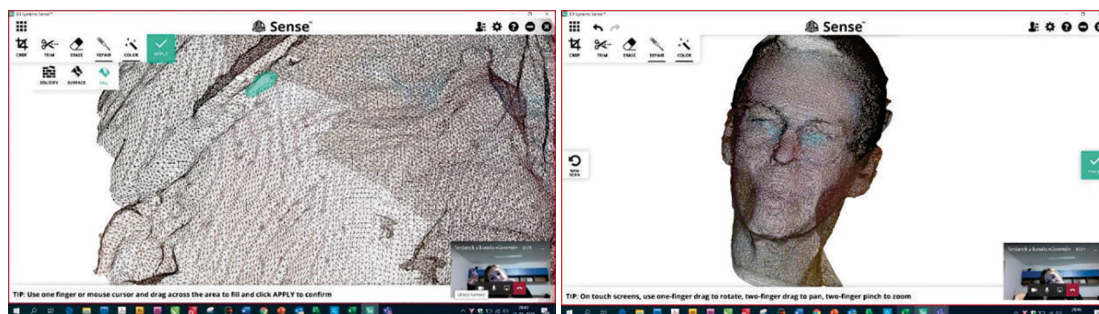
Slika 8: Priprava videovsebin za predmet *Struktura tehnoloških operacij*

### Področje razvoja in izdelave prototipov v realnem in virtualnem okolju, izr. prof. dr. Andreja Rudolf

V času, ko so fakultetni prostori prazni in so se napolnile spletne učilnice tako za predavanja kot za laboratorijske, računalniške in avditorne vaje pri nas doma že spomladi 2020, smo bili prisiljeni za večino oblik študija pripraviti tako rekoč čez noč nove učne pripomočke in prilagoditi načine poučevanja na daljavo. Poseben izziv so bili predmeti s področja oblačilnega inženirstva pri praktičnem delu predmetov, kjer po učnem načrtu načrtovanih ciljev študenti ne morejo doseči brez šivalnih, fiksirnih in drugi delovnih sredstev ali merilnih naprav, CAD programske opreme ali materialov, ki so jih potrebovali za razvoj svojih idej in njihovo realizacijo. Nabava materialov je marsikomu povzročala težave z vidika pestrosti v tedaj dostopnih spletnih trgovinah in dostavnih rokih, kar se je v drugem valu COVID-19 izboljšalo. Pri praktičnem delu predmeta *Struktura tehnoloških operacij*, ki se je odvijal v poletnem semestru 2020, je bilo treba vaje prilagoditi delovnim sredstvom, ki jih imajo študenti doma, in hkrati ohraniti kakovost vaj in izvesti z učnim načrtom predpisane vsebine predmeta. V okviru tega predmeta so nastale nove videovsebine, ki obravnavajo strukturo tehnoloških operacij izdelave detajlov oblačil oz. videoposnetki vsake posamezne faze izdelave določenega detajla oblačila (slika 8), da so študenti lahko doma samostojno sešili izdelke in jih dopolnili z načrti tehnoloških operacij šivanja.

Predmeta *Prototipna delavnica* iz drugega letnika poletnega semestra in njegova nadgradnja *Izdelava prototipov* v tretjem letniku zimskega semestra zahtevata od študentov, da za izbrane modele iz projektne kolekcije tekočega študijskega leta razvijejo iz modnih skic konstrukcijske skice in modele skozi proces prototipiranja njihovih zahtevnejših detajlov ali celotne zasnove realizirajo v izdelke, ki bodo

predstavljeni na modni reviji tekočega študijskega leta ali razstavi. Razvoj prototipov oblačil, ki obsega ob konstrukcijski skici načrtovanje izbire tekstilnih materialov, modeliranja kroja in izdelave prototipa skozi izbor ustreznih tehnik in tehnologij izdelave, je od študentov zahteval izjemno samostojno delo z vidika razvoja krojev oblačil in prototipiranja izdelkov. Največjo težavo smo zasledili pri razvoju krojev in njihovih korekturah na daljavo. Korekture krojev ali razlage njihovega modeliranja so potekale s pomočjo hitrih skic, njihovega fotografiranja in pošiljanja študentom, ali s pomočjo različnih programov za merjenje in risanje ob deljenju zaslona in shranjevanju tovrstnih korektur za nadaljnje delo študentov. Iskanje napak v merah ali neprileganja oblačila je zahtevalo vodenje študentov skozi analizo izmerjenih telesnih mer, mer temeljnega in modeliranega kroja ter dodatkov za šive in na drugi strani mer izdelanega prototipa. Izzivi, s katerimi so se študenti in asistenti srečevali pri teh dveh predmetih, so velikokrat prinesli dodatne korekture in ure dela, ki jih pri klasičnem poučevanju ne bi bilo. Na drugi strani pa so okrepili študentovo samostojnost in natančnost pri delu in samokritičnost do svojega dela, s čimer so še dodatno razvili svoja znanja, spretnosti in veščine. Jeseni 2020 smo se na podlagi izkušenj lahko bolje pripravili na poučevanje na daljavo. Predmete, ki na vajah zahtevajo uporabo različne programske opreme, smo v prvem valu epidemije izvajali pretežno demonstracijsko ali z uporabo razpoložljive prosto dostopne programske opreme. V drugem valu epidemije smo za predmete s področja računalniškega konstruiranja krojev in virtualnega prototipiranja oblačil študentom omogočili dostop do računalniške programske opreme na fakulteti s povezavo VPN (virtual private network), ki omogoča poučevanje, enakovredno tistemu na fakulteti. Razlikuje se le v hitrosti delovanja in včasih oteženem delu pri delitvi



Slika 9: Učenje na daljavo – demonstracijska izvedba vaje skeniranja in modeliranja 3D-modelov za potrebe simulacij personaliziranih oblačil

dostopa do istega računalnika. Kljub dobri izkušnji z računalniškimi vajami na daljavo pa še vedno ostaja vrzel pri tistem delu računalniških vaj na daljavo, kjer naj bi študenti sprva samostojno rokovali z napravami in nato z različno programsko opremo obdelovali podatke. Tako smo pri skeniranju objektov in subjektov za potrebe virtualnega prototipiranja tekstilnih form prvi del vaje izvedli demonstracijsko. Skeniranje smo izvedli z ročnim optičnim skenerjem SENS ter prikaz rekonstruiranja in modeliranja 3D-modela z delitvijo zaslona, slika 9. V nadaljevanju so študenti dobili skenirane podatke za samostojno rekonstruiranje in modeliranje 3D-modelov z razpoložljivo računalniško programsko opremo.

#### Področje računalniško podprtih tehnologij, red. prof. dr. Zoran Stjepanović

Od marca 2020 je pandemija novega koronavirusa povzročila delno ali popolno zaprtje izobraževalnih institucij po vsem svetu. Ker se izobraževalni procesi morajo nadaljevati, je bil mogoč le prehod na izobraževanje na daljavo. Za vse vpletene v študijski proces je prehod na študij na daljavo velik izziv. A kljub številnim težavam, povezanim z delom od doma, ni vse le negativno. Študij na daljavo namreč v veliki meri tudi spodbuja ustvarjalnost in inovativnost profesorjev, asistentov in študentov.

Pri izvajanju študijskega procesa smo izvajalci v čim večji meri upoštevali vse zahteve, določene s študijskimi programi in predmetniki. Na splošno lahko rečemo, da je bilo lažje izvesti predmete s področja računalniških tehnologij kot strokovne predmete, povezane s proizvodnimi tekstilnimi/konfekcijskimi tehnologijami. V to skupino spadata predmeta prvega letnika visokošolskega študijskega programa Tehnologije tekstilnega oblikovanja, Računalništvo in Digitalne in prostoročne predstavitvene tehnike in predmeti magistrskega študijskega programa Inženirsko oblikovanje

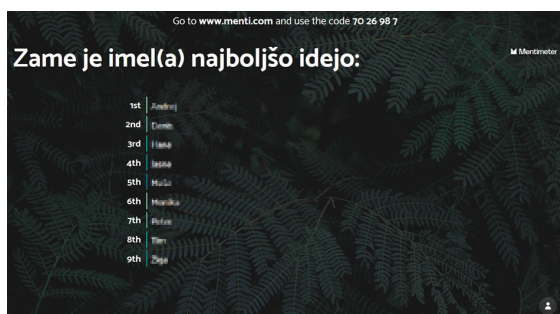
izdelkov, Predstavitvene tehnike in virtualni katalogi, Multifunkcionalnost v oblikovanju in Simulacija in vizualizacija 3-D tekstilnih form. Vsebine navedenih predmetov je bilo mogoče relativno celovito in nazorno podati tudi pri študiju na daljavo. To velja za vse oblike študijskega procesa, tudi za vaje.

Pri izobraževanju na daljavo smo zelo odvisni od informacijsko-komunikacijske tehnologije. To velja tako za izvajalce študijskega procesa kot tudi za študente. Če so tehnične razmere slabe, se to izjemno močno pozna pri kakovosti izvedbe. Tukaj zaznavamo težave pri opremljenosti nekaterih študentov z računalniško opremo in hitrosti njihovih spletnih povezav. Na Univerzi v Mariboru je bil za izobraževanje na daljavo izbran program MS Teams. Ta presega zmogljivosti navadnih videokonferenčnih sistemov. Gre za »središče za skupinsko sodelovanje v okolju Microsoft 365, ki povezuje ljudi, vsebino in orodja za izboljšanje sodelovanja in učinkovitosti skupine« [1]. V navezavi z odprtokodnim sistemom za postavitve spletnih učilnic Moodle je to učinkovita in uporabna rešitev za izobraževanje na daljavo.

Posebej pomemben je vidik komunikacije med predavatelji in študenti. Izvajalci predavanj, seminarjev in vaj po navadi od študentov ne zahtevamo, da imajo ves čas vključene kamere. Vključeni mikrofoni bi motili kakovost zvoka. Težava je torej v tem, da nam pri študiju na daljavo manjkajo pomembne informacije o tem, kako in v kolikšni meri študenti spremljajo izvajanje študijskega procesa. Ponavadi smo izvajalci popolnoma osredotočeni na podajanje snovi. Vidimo svoj zaslon in elektronske prosojnice oz. druge vsebine, ki jih želimo jasno in nazorno predstaviti študentom. Ti pa so na zaslonu sodobnih videokonferenčnih sistemov, npr. MS Teams ali Zoom, popolnoma virtualni, največkrat predstavljeni le z obkroženima inicialkama. Sčasoma pri enosmerni komunikaciji predavatelj-študenti izgubimo občutek, koliko stu-

dentov podajanje snovi sploh aktivno spremlja. Zato je zelo pomembno sprotno motiviranje študentov in njihovo vključevanje v razprave. Pri tem se je najbolj poslužiti poimenskega vabila določenemu študentu, ki mu damo iztočnico ali postavimo vprašanje. Tako študente spodbujamo k aktivnemu spremljanju podajanja snovi, predvsem predavanj. Pri seminarjih in vajah so namreč študenti aktivnejši, saj določene naloge izvajajo po navodilih izvajalcev.

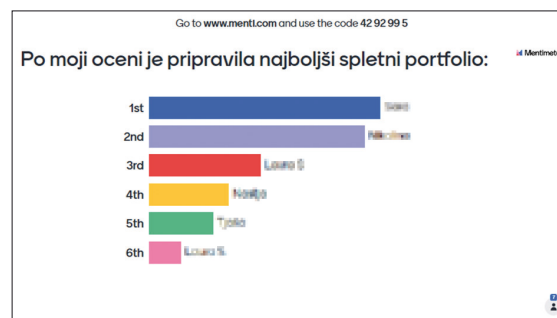
Za preverjanje aktivnosti študentov je mogoče uporabiti več različnih pristopov. Nekateri vključujejo programsko opremo, namenjeno vključevanju občinstva na splošno, v interakcijo s predavateljem. Eden takšnih programov je Mentimeter, [4]. To je interaktivna predstavljena aplikacija, ki omogoča preprosto oblikovanje predstavitev in sprejemanje prispevkov občinstva z anketami, grafikoni, kvizi, vprašanji in odgovori in drugimi interaktivnimi funkcijami. Mentimeter lahko torej koristno uporabimo pri študiju na daljavo, na sestankih, konferencah in pri drugih skupinskih dejavnostih. Študentom je takšno vključevanje ponavadi všeč, saj postanejo aktivnejši udeleženci študijskega procesa. Med predavanji je na primer mogoče preprosto in hitro oblikovati vprašanja, povezana s snovjo. Tako lahko večkrat preverimo razumevanje študijskih vsebin. Študente lahko vključimo tudi v druge oblike interakcije. V primeru na sliki 10 je skupina devetih študentov izbirala najboljšo idejo v zvezi z realizacijo naloge pri predmetu Multifunkcionalnost v oblikovanju. Po kratkem času, namenjenem razmisleku, so z uporabo namenske kode na vrhu e-prosojnice prek računalnika ali mobilne naprave poslali svoj odziv.



Slika 10: Mentimetrova e-prosojnica z vprašanjem<sup>1</sup>

Po vnosu odzivov program takoj obdela odgovore in pripravi rezultate, največkrat v nazorni grafični obliki. Slika 11 prikazuje rezultat glasovanja pri predme-

tu Digitalne in prostoročne predstavivene tehnike za skupino šestih študentk.



Slika 11: Rezultat Mentimetrovega glasovanja pri predmetu Digitalne in prostoročne predstavivene tehnike<sup>2</sup>

Predmete s področja računalniških tehnologij je bilo torej na splošno lažje izvesti kot strokovne predmete, povezane s proizvodnimi tekstilnimi/konfekcijskimi tehnologijami. To velja za predavanja in seminarje, še bolj pa za laboratorijske vaje. Pri strokovnih predmetih, povezanih s proizvodnimi tekstilnimi/konfekcijskimi tehnologijami, namreč manjka nazorna strokovna razlaga delovanja in sestave strojne opreme za predelavo/preoblikovanje tekstilnih materialov. Izvajalci smo sicer pripravili videoposnetke delovanja strojne opreme, ki je na voljo v laboratorijih fakultete. Študentom smo nato delovanje strojne opreme poskušali čim bolj razložiti ob posnetkih.

## Viri

1. Microsoft [dostopno na daljavo]. Microsoft Teams [citirano 14. 2. 2021]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.microsoft.com/sl-si/microsoft-teams/group-chat-software>>.
2. Mentimeter [dostopno na daljavo]. Create interactive presentations & meetings, wherever you are [citirano 14. 2. 2021]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.mentimeter.com/>>.

## Računalniško oblikovanje, doc. dr. Andrej Cupar

Pri predmetu Računalniško oblikovanje na študijskem programu Inženirsko oblikovanje izdelkov študenti spoznavajo program Autodesk Fusion360. Podajanje znanja v obliki dela na daljavo poteka v manjši skupini, kar je gotovo prednost. Vsebinsko prip-

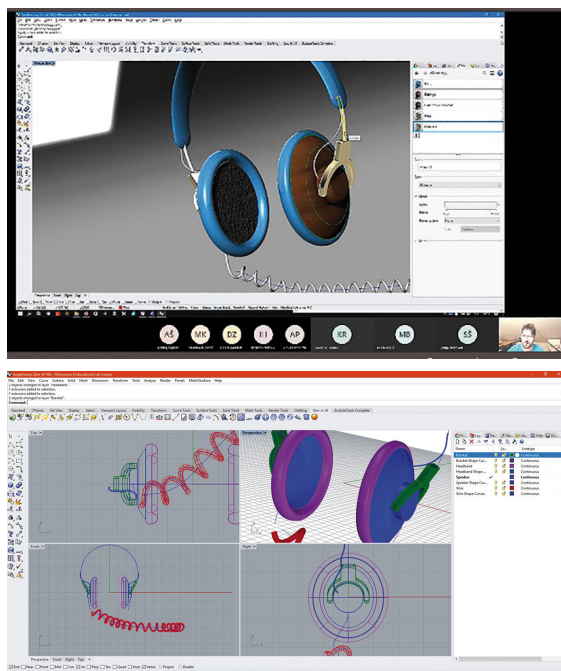
1 Zaradi varovanja osebnih podatkov študentov so imena zamegljena.

2 Zaradi varovanja osebnih podatkov študentov so imena zamegljena.



ravim vnaprej in jo s 3-D modeliranjem tudi preizkusim. Pred vsakimi vajami študentom obrazložim koncept dela, vzporedno z njimi modeliram in jih vodim korak za korakom z vmesnimi razlagami in odgovori na vprašanja. Ker je oblika, ki jo modelirajo, poljubna, ima na koncu vsak študent svojo različico modela.

Tako sem izvedel tudi del tečaja za program Rhinoceros 3-D, v katerem smo izvedli hiter pregled in predstavitev zmožnosti programa za oblikovanje izdelkov (slika 12). Prednost tečaja na daljavo je gotovo ta, da smo celoten tečaj posneli, česar pri izvedbi v živo ne bi naredili.



Slika 12: Tečaj programa Rhinoceros 3-D na daljavo

Računalniške vaje 3-D modeliranja so gotovo ustrezna oblika poučevanja na daljavo, a seveda zahtevajo tehnične predispozicije za uspešno realizacijo: računalniško opremo, ustrezno zmogljivo spletno povezavo in ne nazadnje mirno okolje brez motenj in hrupa. Ugotavljam, da je prednost dela na daljavo pri tem predmetu lažja dostopnost do študentovega namizja (Remote access), kjer mu lahko na njegovem modelu pokažem pravilne korake dela in mu pomagam premagati težave. Prav tako kot prednost ocenjujem to, da se vaje lahko snemajo. Tako lahko študenti posnetek po potrebi večkrat pregledajo, medtem ko doma samostojno delajo.

Kot slabost dela na daljavo ocenjujem pomanjkanje osebnega stika, predvsem ker študenti neradi vključijo

kamero in se pokažejo, če jo sploh imajo. Pri tem mi najbolj manjka nebesedna govorica, s katero je ponavadi mogoče hitro zaznati, ali ima študent kakšne težave. Pri delu na daljavo morajo te težave naznaniti besedno, kar pripomore h krepitvi samozavesti študentov, torej da si upajo vprašati.

## Viri

1. Microsoft [dostopno na daljavo]. Microsoft Teams [citirano 14. 2. 2021]. Dostopno na svetovnem spletu: <<https://www.microsoft.com/sl-si/microsoft-teams/group-chat-software>>.

## Promocija študijskih programov na daljavo, izr. prof. dr. Andreja Rudolf in doc. dr. Jasmin Kaljun

Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru (FS UM) deluje Delovna skupina za promocijo študijskih programov FS (DSP FS), ki vsako leto načrtuje promocijske aktivnosti, katerih sklopi obsegajo promocijo na srednjih šolah in njihovih študijskih tržnicah, promocijo na kariernih sejmih (Informativa, Festival znanost, Karierni sejmi itd.), oglaševanje študija na FS v raznih medijskih portalih in časnikih (FaxVpisnik, dijaški.net, studentski.net, Maribor24.si idr.), organiziranje informativnih dni, skrb za grafično podobo FS ter njene spletne strani, Facebook in Instagram, pripravo promocijskih gradiv FS. V skupino so vključeni predstavniki študijskih programov, predstavnik ekipe Formula Student ter študentskega sveta in tutorjev FS, ki vzajemno sodelujejo s prodekanom za izobraževalno dejavnost FS na področju promocije študijskih programov FS. Že ob izteku preteklega študijskega leta je skupini kmalu postalo jasno, da bo treba ob morebitnem ponovnem zaprtju srednjih šol in fakultet zaradi epidemije COVID-19 načrtovati nove pristope promocije. Z zavedanjem, kako pomembna in težka je včasih odločitev dijakov za študij, ki se pogosto ne zgodi v trenutku in je daljši proces razvoja dijaka, je skupina začela načrtovati promocijske aktivnosti, da bi zapolnila vrzel neposrednega stika s svetovalnimi delavci in dijaki na njihovih šolah in na naši fakulteti ter jim tako še pred informativnimi dnevi ponudila odgovore na njihova vprašanja o študiju na FS. Kot podporo dijakom so bila izdelana nova videogradiva o fakulteti in njenih dodiplomskih študijskih programih: Strojništvo, Mehatronika, Gospodarsko inženir-



stvo – smer Strojništvo, Okoljsko inženirstvo ter Oblikovanje in tekstilni materiali in Tehnologije tekstilnega oblikovanja. S posnetim 360° ogledom prostorov, predavalnic in laboratorijev fakultete smo nadomestili voden ogled dijakov po naši fakulteti na dnevih odprtih vrat in informativnih dnevih. S sodelovanjem na virtualnih kariernih sejmih in organiziranjem spletnih predinformativnih dnevov smo okrepili stik s svetovalnimi delavci srednjih šol in njihovimi dijaki in spodbudili interes dijakov, da se vključijo v Informativne dneve FS 2021. Spletni predinformativni dnevi, ki smo jih organizirali v tretjem tednu januarja 2021, so zbudili izjemen interes svetovalnih delavcev na srednjih šolah, da so svojim dijakom posredovali informacije o njih. Izvedeni so bili na Teams Life Eventu. Obiskani so bili odlično. Udeleženci posamičnih dnevnih dogodkov oz. predstavitev študijskih programov pa so na zastavljena vprašanja o študiju dobili odgovore profesorjev, asistentov in študentov tutorjev. Sledile so priprave na zaključni, najobsežnejši del promocije dodiplomskih študijskih programov, Spletni informativni dnevi 2021. Platforma <https://informativni.um.si/> je omogočala vstop na spletno stran posamične fakultete Univerze v Mariboru, slika 13.

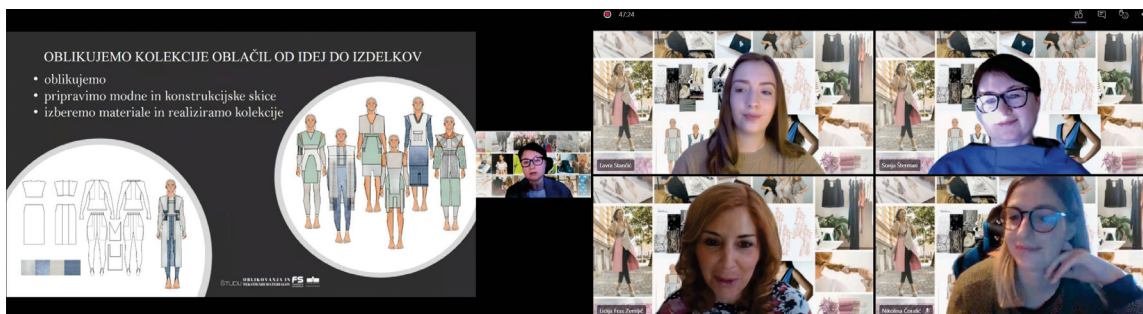


Slika 13: Videz platforme *Spletni informativni dnevi Univerze v Mariboru 2021*

Informativna spletna stran naše fakultete <https://informativni.fs.um.si/> je bila opremljena z bogatimi vsebinami o dodiplomskem študiju, hkrati pa je vabila dijake na informativne dneve s povezavami do informacijskih točk študijskih programov na MS Teams in uvodne predavitve na MS Teams Life Event, ki smo jo posneli vnaprej, slika 14. Stik z dijaki, ki smo ga vzpostavili v okviru t. i. informacijskih točk



Slika 14: Spletna stran Fakultete za strojništvo UM, postavljena za informativne dneve 2021



Slika 15: Utrinki z informativne točke študijskih programov *Oblikovanje in tekstilni materiali ter Tehnologije tekstilnega oblikovanja s spletnih informativnih dnevov 2021*

za vse študijske programe, se je odražal v prijetnem pogovoru z dijaki v živo ali z odgovori na vprašanja, zastavljena v klepetalniku. Udeležba na informativnih dnevih FS je bila zelo lepa, sploh če upoštevamo, da smo na fakulteti organizirali predinformativne dneve za vse študijske programe že v januarju, ko je nekaj interesentov gotovo že takrat pridobilo želene informacije. Zaznali smo zanimanje za vse naše študijske programe, kar nas izjemno veseli.

Obisk informacijske točke študijskih programov Oblikovanje in tekstilni materiali in Tehnologije tekstilnega oblikovanja je bil dober, primerljiv z obiskom informativnih dnevov iz preteklih let. Predstavili smo študij na obeh študijskih smereh programov, s področja tekstilnih materialov ter področja oblikovanja in razvoja izdelkov. Svoje izkušnje o študiju na obeh smereh in sodelovanju pri številnih projektih med študijem ter možnostih obštudijskih dejavnosti pa so dijakinjam in dijakom delile tudi naše študentke, slika 15.

Sklenemo lahko, da sta nas dani položaj in možnost le spletne promocije študijskih programov spodbudila k novim izzivom in pristopom promocije, katerih številne izvedene aktivnosti so tudi naložba za prihodnost, ko bomo na fakulteti zopet v živo in v polnih skupinah naših študentk in študentov privabljali v naše klopi nove dijakinje in dijake.

## Sklep

Po skoraj enoletnem delu na daljavo, ki je korenito spremenilo način priprave in izvedbe pedagoškega procesa ter presojo znanja posameznega študenta, hkrati pa poseglo tudi na področje promocije študijskih programov in drugih oblik dela, je mogoče sklepati, da se v enako »normalo«, kot smo jo poznali pred pandemijo, verjetno nikoli ne bomo povsem vrnili. Res je, da smo bogatejši za številne pedagoške izkušnje, a se je žal treba soočiti tudi z določenimi negativnimi dejavniki, ki jih je prineslo delo na daljavo. Med temi velja posebej omeniti predvsem izvedbo vaj, ki so naravnane predvsem na pridobivanje določenih praktičnih spretnosti na področju tekstilnih materialov in oblikovanja, kar pa na daljavo praviloma ni mogoče, in pa težave z informacijsko tehnologijo. Negativne dejavnike lahko pri zdajšnji generaciji do neke mere izboljšamo s preišljeno in predvsem varno kombinacijo dela na daljavo in v laboratoriju, če bodo fakultete odprte

za študente, vsekakor pa bo treba razmišljati tudi o virtualnih načinih izvedbe laboratorijskih vaj, kar pomeni, da bosta potrebna sprotno učenje in prilagajanje novim izzivom dela na daljavo predvsem z vidika informacijske tehnologije. Razen naštetega pa se pri večini udeležencev kaže potreba po osebnih stikih in delu na profesionalni opremljenosti z jasnimi prikazom in možnostjo aktivnega sodelovanja, saj vse to pripomore k pozitivni atmosferi in ustvarjanju potrebne energije za delo. Anketa razkriva še, da je za študente ohranjanje večurne koncentracije relativno dolgega pedagoškega procesa, ki izvira iz dela na daljavo, težavno in da koncentracija pogosto dodatno pade zaradi domačega okolja in oseb v skupnem gospodinjstvu, ki lahko med samim izobraževalnim procesom preusmerijo pozornost od pedagoških vsebin na vsebine osebne narave.

Študij na daljavo pa prinaša tudi določene pozitivne izkušnje in prednosti. To so predvsem novi izzivi in hiter odziv nanje, inovativnost pri uporabi razpoložljivih aplikacij za skupinsko delo, boljša preglednost določenih faz razvoja idej skupaj s podpornim videogradivom za posamezno fazo dela, ki tako ostaja kot zanimiv učni pripomoček tudi za prihodnje generacije študentov s področja tekstilnih materialov in oblikovanja.

Pozitivna izkušnja dela na daljavo je, da za delo ni potreben prevoz na delovno mesto, s čimer se je mogoče ogniti prometu, ki je pogosto vir stresa še pred prihodom na delo, kakor tudi negativnemu vplivu na okolje, ki izhaja iz izpustov plinov različnih prevoznih sredstev.

Iz vsake situacije se kaj naučimo. Pomembno je, da iz nje pridemo močnejši in z novimi pogledi, zato se pogosto porajajo tudi določene rešitve za nastali problem. Ena teh je ponujanje pedagoških vsebin tudi v poletnem času. Seveda je taka rešitev povezana z določeno pobudo in dobro organizacijo dela ter določeno mero odrekanja, je pa verjetno edina možnost in priložnost, da bi študenti za vpis v višji letnik pridobili vsebine, za katere menijo, da jih niso popolnoma usvojili. Za pedagoške udeležence pa načeloma velja, da bo pri nakupu novih računalnikov potrebno dobro sodelovanje z IT-podporo, da bo zmogljivost računalnikov čim bolj optimalna, saj bo le tako mogoče kakovostno podajanje učnih vsebin, če bo študij na daljavo v neki določeni obliki obstajal tudi v prihodnje.

*Izr. prof. dr. Sonja Šterman*



SLOVENSKI  
ETNOGRAFSKI  
MUZEJ

Univerza v Ljubljani  
Naravoslovnotehniška fakulteta



Javni študentski, razvojni,  
invalidski in preživinski  
sklad Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

## Raziskovanje zgodovine nogavičarstva in oblikovanje sodobnih nogavic – akronim ŠTUMFI

V okviru razpisa Projektno delo z negospodarstvom in neprofitnim sektorjem – študentski inovativni projekt za družbeno korist 2016-2020 za študijsko leto 2019/2020 je bil izveden projekt z naslovom Raziskovanje zgodovine nogavičarstva in oblikovanje sodobnih nogavic (akronim ŠTUMFI). Pri njem sta sodelovala Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje in Slovenski etnografski muzej (SEM). Vodja projekta, ki je trajal od marca do julija 2020, je bila doc. dr. Živa Zupin, mentorici pa sta bili še doc. dr. Petja Zorec in mag. Ana Motnikar iz Slovenskega etnografskega muzeja. Pri projektu je sodelovalo deset študentov: Maruša Turk in Lara Vidmar, študentki visokošolskega strokovnega študija Tekstilno in oblačilno inženirstvo, Elizabeta Petrovič, študentka univerzitetnega študija Načrtovanje tekstilij in oblačil, Iris Vrhovski, študentka magistrskega študija Načrtovanje tekstilij in oblačil, Zala Mavrič, študentka magistrskega študija Grafične in interaktivne komunikacije, Zala Hrastar in Anita Miklavčič, študentki univerzitetnega študija Oblikovanje tekstilij in oblačil, Klara Rešetič in Gašper Gajšek, študenta magistrskega študija Oblikovanje tekstilij in oblačil, in Petra Schwarzbartl, študentka univerzitetnega študija Dvopredmetni učitelj biologije in gospodinjstva na Pedagoški fakulteti. Temeljni cilj projekta je bil raziskati razvoj nogavic od samih začetkov do sodobnih nogavic za različne namene, izdelati gradivo, ki bi temeljilo na trajnosti in ročnih tehnikah izdelave ter bi ga bilo mogoče uporabiti na delavnicah za različne ciljne skupine, ki jih organizirajo v Slovenskem etnografskem muzeju, ter na razstavi predstaviti izdelke, ki se navezujejo na nogavice, izdelane na podlagi kreativnega recikliranja, ponovne uporabe in slovenske tekstilne tradicije. Projekt se je navezoval tudi na poslanstvo SEM, ki bogati kulturno ponudbo prestolnice in turistično ponudbo Ljubljane in Slovenije. S študenti smo raziskali nogavičarstvo od samih začetkov nošenja nogavic, razvoja strojnega pletenja od prvega Leejevega pletilnika do sodobnih pletilnih nogavičarskih

strojev, nogavice za različne namene (športne, za medicinske namene, pametne nogavice), razvoj nogavičarske industrije na Slovenskem s poudarkom na največjih proizvajalkah nogavic pri nas, Tovarni nogavic Polzela in Tekstilni tovarni Prebold, našli smo zanimivosti o najlonkah, raziskali različne načine popravljanja nogavic in najlonk, se posvetili že pozabljeni tehniki repasiranja najlonk ter ugotavljali, kako ravnamo s tekstilnimi odpadki, ki jih je čedalje več, in podali ideje, kaj z odpadnimi nogavicami lahko naredimo, da jim podaljšamo življenjsko dobo. Vse te ugotovitve, raziskave in pregled literature smo zapisali v projektni nalogi, ki je nastala pri projektu. Pripravili smo gradivo za ročne delavnice za različne starostne skupine (predšolske, šolske otroke, družine in upokojenke), kjer smo predstavili tradicionalno ročno pletenje in izdelavo nogavic, izdelavo igrača iz odpadnih, odsluženih in neuporabnih nogavic, ki se navezuje na koncept ponovne uporabe in trajnostni odnos do tekstila. Gradivo je bilo narejeno v obliki kratkih filmov, dostopnih na spletni platformi YouTube, in navodil, ki so primerna tudi za samoučenje in hobijsko izdelavo. Delavnice niso bile izvedene,



Slika 1: Način popravljanja najlonskih dokolenk Klare Rešetič Krčne cvetice (foto: Zala Mavrič)





Slika 2: Vaze Gašperja Gajška, narejene iz najlonk (foto: Zala Mavrič)

saj so bile v času, ko je potekal projekt, kulturne ustanove in šole zaradi epidemije Covid-19 zaprte.

Izvedli smo spletno anketo, s pomočjo katere smo ugotovili, kakšne nogavice ljudje radi nosijo, katere so njihove priljubljene barve, kakšne so njihove nakupovalne navade, kar je zanimivo tudi z etnološkega vidika. Zanimalo nas je tudi, kaj naredijo z odsluženimi nogavicami. Z anketo smo ugotovili, da večina anketirancev nosi kratke nogavice, tako za službo kot za prosti čas. Nogavice povezujejo s pojmi toplota, gretje, ugodje, zaščita pred mrazom, oblačilo, uporabnost, udobje ipd. Le manj kot polovica

anketirancev nosi hlačne nogavice iz najlona, pa še ti le ob posebnih priložnostih. Najpogosteje obujejo nogavice v kožni ali črni barvi, pri čemer so pri večini potrošnikov zastopane debeline 10 DEN, 15 DEN in 20 DEN.

Anketa je prikazala tudi mnenje anketirancev o trajnostnem vidiku uporabe in ravnanja že uporabljenih nogavic. Večina potrošnikov poškodovane (strgane, stanjšane ali obrabljene) nogavice še nekaj časi nosi za doma ali jih vsaj enkrat zašije, medtem ko odslužene nogavice, ki jih ne nosijo več, uporabijo za čiščenje ali za izdelavo velikonočnih pirhov. Večina anketirancev bi se odločila za nakup izdelkov iz nogavic po metodi kreativnega recikliranja oziroma preoblikovanja (upcycling).

Projekt se je zaključil 3. julija 2020 z odprtjem razstave ŠTUMFI v Slovenskem etnografskem muzeju. Razstava ŠTUMFI se smiselno pridružuje osrednji razstavi muzeja Bosi. Obuti. Sezuti., ki govori o sobivanju nog in obuval. Na podlagi raziskav o nogavicah v umetnosti, njihovem dejanskem in simbolnem pomenu ter njihovi raznoliki estetiki skozi zgodovinska obdobja so nastali tudi izdelki z dodano ali umetniško vrednostjo. Z uporabo tehnik (re)intepretacije nogavic, odkrivanjem možnosti ponovne uporabe odsluženih nogavic ter kreativno reciklažo lahko nogavice postanejo uporabne na nove načine. Na razstavi so predstavljeni študentski izdelki; vaze za rože, narejene z odsluženimi najlonk (Vaze), na zanimiv, izviren način popravljene strgane najlonske dokolenke (Krčne cvetice), podložke, narejene iz industrijskih odpadkov proizvodnje nogavic (Živjo Živjo) ter na podlagi tekstilne tradicije izdelane športne dokolenke (Planita). Poleg tega pa so prikazane



Slika 3: Družina podložk Živjo Živjo iz odpadnih nogavic Zale Hrastar (foto: Zala Mavrič)



tudi igrače, izdelane iz odpadnih nogavic, in potek ročnega pletenja nogavic.



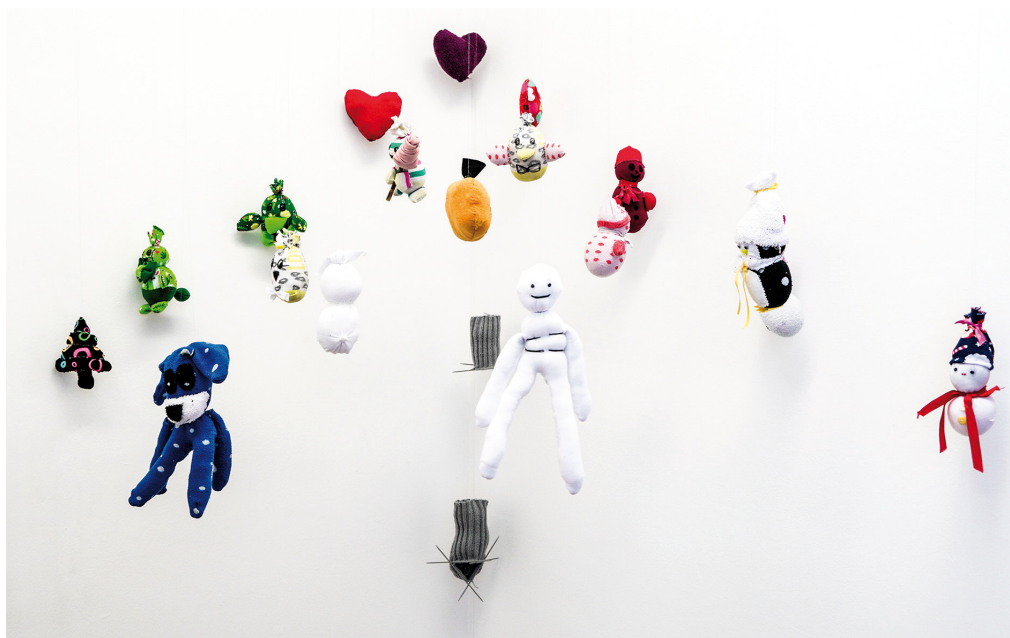
Slika 4: Športne nogavice Planita Anite Miklavčič (foto: Zala Mavrič)

Rezultati projekta so koristni za poznavanje slovenske kulturne in tehniške dediščine, razvoja pletilnih strojev za nogavice, poznavanje industrijskega pletenja v Sloveniji ter popularizacijo ročnih tehnik.

Projekt krepi tudi okoljevarstveno in trajnostno zavest in samooskrbo, saj vključuje kreativno recikliranje in ponovno uporabo že odsluženih nogavic oziroma uporabo industrijskih odpadkov pri proizvodnji. Popularizira tudi tekstilstvo in tekstilno oblikovanje. Naravoslovnotehniška fakulteta je okrepila sodelovanje s Slovenskim etnografskim muzejem. Raziskali smo teme, ki bodo muzeju v pomoč pri nadaljnjem raziskovalnem delu. Med najkoristnejše spadajo raziskava razvoja slovenskih tovarn, ki so izdelovale nogavice, blagovnih znamk in sodobnih trendov v proizvodnji nogavic. Raziskava tehničnega razvoja pletilnih strojev je muzeju v pomoč pri dataciji predmetov, ki jih hrani muzej. V okviru projekta smo raziskali že pozabljeno tehniko nekoč zelo razširjene obrti – repasiranje nogavic, ki je pomembna za poznavanje kulturne in tehniške dediščine. Muzej pa je pridobil tudi stroj za popravljanje oziroma repasiranje najlonk.

Gradivo, ki je nastalo za delavnice, je vsesplošno uporabno tako za muzej kot tudi za izvedbo delavnic v vrtcih, osnovnih šolah in drugod za različne starostne skupine.

Vsa gradiva, ki so nastala pri projektu, so dostopna na spletni strani Slovenskega etnografskega muzeja; <https://www.etno-muzej.si/sl/raziskovanje-zgodovine-nogavicarstva-ter-oblikovanje-sodobnih-nogavic>.



Slika 5: Igračke, izdelane iz odpadnih in odsluženih nogavic, in prikaz ročne izdelave nogavic v ozadju Maruše Turk in Zale Mavrič ter prikaz ročno pletenih nogavic Petre Schwarzbartl v ozadju (foto: Zala Mavrič)

Pripravila doc. dr. Živa Zupin



Fakulteta za strojništvo



Evropski kulturni in tehnološki center Maribor



Javni štipendijski, razvojni, invalidski in preživninski sklad Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

## Stari materiali v novi podobi (SMaNoPo)

Projektno delo z negospodarskim in neprofitnim sektorjem –  
Študentski inovativni projekti za družbeno korist 2016–2020 za  
študijski leti 2018/2019 in 2019/2020

*Partnerja:* Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, in Evropski kulturni in tehnološki center Maribor, so.p.

*Strokovna sodelavka:* Tanja Jakopič Rojec

*Pedagoška mentorja:* izr. prof. dr. Andreja Rudolf in doc. dr. Andrej Cupar

Projekt SMaNoPo se je izvedel v okviru Projektnega dela z negospodarskim in neprofitnim sektorjem – Študentskih inovativnih projektov za družbeno korist 2016–2020 za študijsko leto 2019/2020. Naložbo sta sofinancirali Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada. Projekt je trajal od 1. marca do 30. junija 2020. Pri njem je sodelovala interdisciplinarna ekipa osmih študentov s treh fakultet Univerze v Mariboru; Fakultete za strojništvo, Fakultete za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo ter Fakultete za naravoslovje in matematiko iz petih visokošolskih, univerzitetnih in magistrskih študijskih programov; Tehnologije tekstilnega oblikovanja, Inženirsko oblikovanje izdelkov, Arhitektura, Biologija in Izobraževalna biologija. Hitri gospodarski rasti sledi tudi večja poraba. Večja je predvsem poraba tekstila, plastike in drugih materialov, posledica pa sta kopičenje teh materialov in še vedno prav pogosto neodgovoren odnos posameznikov do okolja. Breme današnje družbe je, kaj storiti s toliko odpadnega tekstila, plastike in drugih materialov. V svetu se že dalj časa vzpostavlja sistem recikliranja odpadnega tekstila in plastike za razvoj materialov z visoko dodano vrednostjo. To pa ni dovolj, saj so potrošniški mrzlici najbolj naklonjeni prav mladi, na katere smo pri tem projektu merili z ozaveščanjem o pravilni potrošniški miselnosti in s problematiko onesaženosti okolja z različnimi materiali skozi kreativne delavnice.

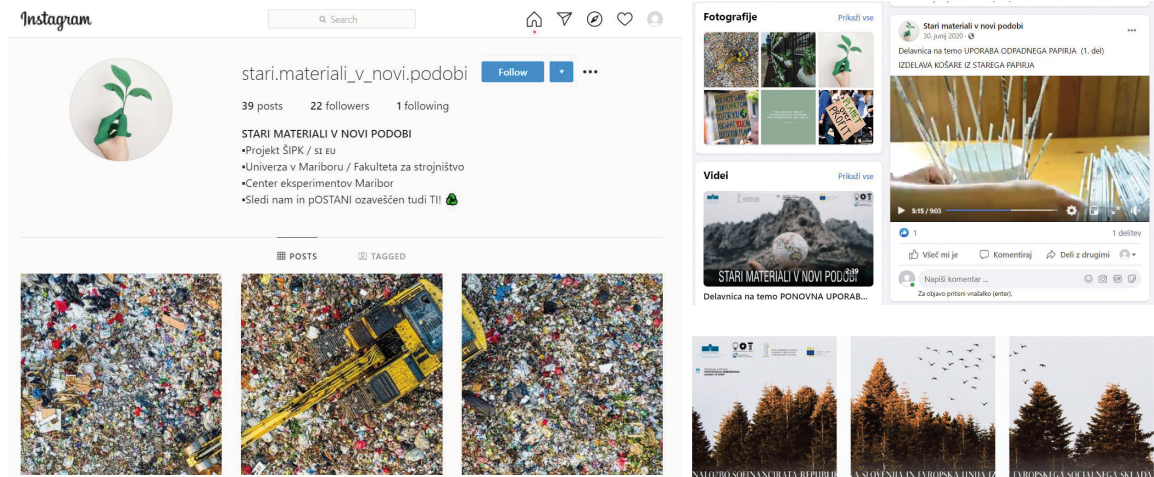
Namen projekta je bil prek usposabljanja študentov različnih disciplin in strok z različnimi kreativnimi delavnicami za osnovnošolce in(al) dijake,

obiskovalce Centra eksperimentov Maribor (CEM), ki deluje v okviru Evropskega kulturnega in tehnološkega centra Maribor (EKC Maribor), ozaveščati o problematiki odpadkov v lokalnem in regionalnem okolju ter jih prek kreativnih in inovativnih rešitev ponovne uporabe odpadnih materialov seznaniti z materiali in jim privzgojiti odgovornost za trajnostno ravnanje z okoljem.

Tekom projektne aktivnosti so sodelujoči študenti ob poglobljenem študiju o ravnanju z odpadki v lokalnem in regionalnem okolju posameznika ter globalno pristopili k objavljanju gradiv za ozaveščanje na profilih Instagram in Facebook in s tem k realizaciji prvega pričakovanega projektne rezultata – ozaveščanja in senzibiliziranja ciljnih skupin o odpadkih (dijakov, študentov in odraslih) in ciljih glede ločevanja in zmanjšanja količine odpadkov (slika 1).

V nadaljevanju smo pristopili k programu usposabljanja študentov za izvedbo štirih delavnic ter študente enakovredno in sorodno študijskemu programu razdelili na delavnice: Tekstilni materiali in njihova nega (Tehnologije tekstilnega oblikovanja, Biologija, Izobraževalna biologija), Ponovna uporaba zavrženega tekstila (Tehnologije tekstilnega oblikovanja, Inženirsko oblikovanje izdelkov), Ponovna uporaba lesnih, papirnih in drugih odpadkov, odpadne embalaže (Arhitektura, Inženirsko oblikovanje izdelkov) in Ponovna uporaba odpadne plastike (Biologija, Izobraževalna biologija, Arhitektura).

Zaradi razmer, v katerih je projekt potekal spomladi leta 2020, in posledično onemogočene izvedbe načrtovanih delavnic z osnovnošolci in(al) dijaki na Evropskem kulturnem in tehnološkem centru Maribor, CEM, smo pripravili kreativne delavnice s spremnimi učnimi vsebinami v videoobliki tako, da jih bo CEM lahko uporabljal v prihodnjih šolskih letih. Objavljene so tudi na profilu Facebook projekta (slika 1). Tako so študenti s proučevanjem ravnanja



Slika 1: Ozaveščanje in senzibiliziranje ciljnih skupin o odpadkih na profilih Instagram in Facebook projekta SMaNoPo

z odpadki v lokalnem in regionalnem okolju posameznika in globalno in s pripravo učnih gradiv in številnih kreativnih delavnic pripomogli k novim načinom promocije znanosti in znanja v EKTC Maribor, CEM.

Razstavo v okviru projekta nastalih kreativnih in inovativnih izdelkov smo pripravili v sodelovanju in na sedežu partnerja, Evropskem kulturnem in tehnološkem centru Maribor, CEM, in je bila na ogled od 24. junija 2020 (slika 2).

S pripravljenimi kreativnimi delavnicami za EKTC, Center eksperimentov Maribor, in nastalimi uporabnimi izdelki iz odpadnih materialov, gradivi za ozaveščanje in komunikacijsko strategijo objav o odpadkih in ravnanju z odpadki prek profilov projekta Instagram in Facebook smo v času COVID19 imeli priložnost s pomočjo mreženja študentov različnih disciplin in strok poglobiti njihovo lastno okoljsko ozaveščenost na področju kopičenja in ravnanja z odpadki v lokalnem okolju in neposredno na druge generacije.



Slika 2: Razstava v okviru projekta SMaNoPo nastalih kreativnih in inovativnih izdelkov na Evropskem kulturnem in tehnološkem centru Maribor, CEM, junij 2020

Prispevek sta pripravila izr. prof. dr. Andreja Rudolf in doc. dr. Andrej Cupar, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.





Javni študijski, razvojni,  
invalidski in preživninski  
sklad Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI SKLAD  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

## Razvoj pametnih športnih nogavic (SmartGo4Goal)

Projektno delo z gospodarstvom in negospodarstvom v lokalnem in regionalnem okolju – Po kreativni poti do znanja 2017–2020

*Partnerji:* Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Go4Goal, d. o. o., Fizioterapevt Samo Mikl, s. p.

*Delovna mentorja:* Tadej Glavač in Samo Mikl

*Pedagoška mentorja:* izr. prof. dr. Andreja Rudolf in izr. prof. dr. Karl Gotlih

Zdrav življenjski slog je osnova za zdravje, ki poleg opustitve nezdravih življenjskih navad in izogibanja stresu vključuje zdravo prehrano in predvsem telesno aktivnost. Med telesne aktivnosti spadajo športne (tek, kolesarjenje, hoja, igre z žogo, funkcionalni treningi, fitnes itd.) in gibalne tehnike (joga, pilates, ples, tai čī itd.). Danes ima skoraj vsak športno aktiven posameznik vsaj eno mobilno aplikacijo za spremljanje npr. srčnega utripa, kadence teka, trajanja aktivnosti, porabljenih kalorij, kisika v krvi itd. Tovrstne aplikacije posamezniku pomagajo slediti telesnim aktivnostim in analizirati njihov napredek. Še zlasti pa je pomembno sledenje in analiziranje treningov poklicnih športnikov, da treninge prilagajajo svojim telesnim specifikam.

Športne aktivnosti lahko danes spremljamo z aplikacijami na mobilnih napravah ali s pomočjo Polar trakov, zapestnimi urami, prek ročk ali pedal kolesa itd. in s pametnimi oblačili, vložki za čevlje, čevlji, športnimi nogavicami itd.

Eden najpomembnejših ortopedskih problemov pri vrhunskih in rekreativnih športnikih so njihova stopala, ki so po svoji unikatni zgradbi z drugimi deli gibalnega aparata odgovorna za amortizacijo, prožnost, elastičnost in varnost gibanja vsakega športnika. Stopala športnikov so izpostavljena velikim mehanskim obremenitvam, ki lahko povzročijo najrazličnejše poškodbe. Nogavica deluje kot pregrada med stopalom in obuvalom in zagotavlja zaščito stopala z nadzorovanjem gibanja in z optimizacijo temperature stopala ter izmenjavo vlage.

Tek je sestavni del skoraj vsake športne tehnike, zato je dobra športna nogavica pomemben sestavni del športne opreme. Pametne športne nogavice, ki jih najdemo na spletu, večinoma informirajo uporabnika o

silah stopal pri teku, kar pa nam da premalo informacij za ciljno doseganje napredka poklicnega športnika. Glede na navedena dejstva smo k projektu SmartGo4Goal pristopili iz potrebe po razvoju pametne športne nogavice kot nadgradnje obstoječe športne nogavice Go4Goal, ki bo uporabnika (poklicnega ali rekreativnega športnika) in (ali) trenerja informirala o trenutni lokaciji in lokaciji, kjer se je uporabnik najdlje zadrževal, trenutni in največji hitrosti, številu sprintov, kontaktnem času stopal s podlago pri sprintu, pospeških, silah pri teku, pretečeni razdalji, srčnem utripu in porabljenih kalorijah. Projekt se je izvedel v okviru Projektnega dela z gospodarstvom in negospodarstvom v lokalnem in regionalnem okolju – Po kreativni poti do znanja 2017–2020. Naložbo sta sofinancirali Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada. Projekt je trajal od 1. februarja do 30. junija 2020. Pri njem je sodelovala interdisciplinarna ekipa osmih študentov z dveh fakultet Univerze v Mariboru; Fakultete za strojništvo in Pedagoške fakultete ter Alma Mater Europaea – ECM s šestih visokošolskih, univerzitetnih in magistrskih študijskih programov; Tehnologije tekstilnega oblikovanja, Inženirsko oblikovanje izdelkov, Gospodarsko inženirstvo – smer Strojništvo, Mehatronika, Športno treniranje in Fizioterapija.

V prvem sklopu aktivnosti smo obiskali Pomursko gospodarsko zbornico (PZG), kjer nam je predstavnik podjetja Go4Goal, d. o. o., predstavil celoten razvoj nogavice Go4Goal od ideje do izdelka in koordinator s PGZ njihovo vlogo k podpori mladim podjetnikom. Imeli smo nekaj posamičnih pogovorov z rekreativnimi in poklicnimi športniki glede potrebe po pametnih športnih nogavicah. To je študentom ob sočasnem proučevanju strokovnih virov pomagalo pripraviti anketni vprašalnik in prvo zasnovo pametne športne nogavice za potrebe naročanja senzorjev, prevodnih sukancev in drugih elektrokomponent.

V drugem sklopu aktivnosti smo izvedli temeljito analizo anketnega vprašalnika in intervju s



poklicnimi športniki in trenerji. Analizirali smo odtise stopal udeležencev projekta, meritve in izračune sorazmerij stopal ter se seznanili s tekom in osnovnimi parametri merenj med tekom z izbrano aplikacijo. Pridobili smo vse potrebne senzorce in nekatere elektrokomponente, saj je bila nabava materialov v času spomladanskega COVID 19 otežena. Vse meritve in analize so bile študentom ob sočasnem proučevanju strokovnih virov v pomoč pri nadgraditvi konstrukcijske zasnove pametne športne nogavice z vgradnjo senzorjev zajemanja treh pritisknih sil stopala na pravilne položaje v nogavici. Hkrati smo začeli razvijati pametno nogavico za potrebe fizioterapije, izvedli smo analizo managementa v športnih organizacijah in nadaljevali programiranje zajemanja in obdelave podatkov s pametne športne nogavice. V zadnjem, tretjem sklopu projektnih aktivnosti smo izvedli še meritve in analizo srčnega utripa na različnih delih telesa, da smo pridobili podatke o smiselnosti vključitve senzorja srčnega utripa v pametno nogavico. Pristopili smo k izdelavi tekstilnih senzorjev za nogavico za potrebe fizioterapije (izvedba dveh senzorjev in testiranje delovanja spremembe signala pri tlaku), (slika 1) in razvijali prvi prototip pametne športne nogavice Go4Goal z vidika vgradnje senzorjev, programiranja in graditve aplikacije za prikaz merjenih parametrov z nogavico in izračunanih parametrov.



Slika 1: Analiza sorazmerij stopal in priprave na izdelavo tekstilnega senzorja za fizioterapevtsko pametno nogavico

Projektne aktivnosti smo vse do junija izvajali doma, nato se je ekipa sestala zunaj prostorov fakultete na prostem ter usklajevala in izvajala aktivnosti, potrebne za realizacijo ciljev projekta do izteka projekta v

juniju 2020, ko smo izvedli prvi test pametne športne nogavice (slika 2).



Slika 2: Ekipa študentov projekta SmartGo4Goal končno na srečanju v živo junija 2020

Rezultat projekta je prvi prototip pametne športne nogavice Go4Goal, ki uporabnika po vnosu njegovih osnovnih podatkov informira o treh pomembnih pritisknih silah stopala, številu korakov, razdalji in hitrosti ter porabljenih kalorijah in GPS-lokaciji na podlagi aplikacije za komunikacijo sistema prek protokola Bluetooth za telefone z operacijskim sistemom Android (slika 3). Izdelan je tudi idejni prototip pametne nogavice za fizioterapevtsko obravnavo ploskega stopala na podlagi izdelanega tekstilnega senzorja z načrtovanimi sedmimi merilnimi območji, od teh so tri v predelu stopalnega loka. Izveden projekt in rezultati projekta z možnostjo njegove nadgradnje dajejo smernice za razvoj tržno zanimivega pametnega tekstilnega izdelka in so hkrati korak k družbenemu razvoju z vidika zdravega načina življenja ob redni telesni aktivnosti.



Slika 3: Prvi prototip pametne športne nogavice Go4Goal in aplikacija za spremljanje parametrov med tekom

Prispevek pripravila: izr. prof. dr. Andreja Rudolf in izr. prof. dr. Karl Gotlih



Javni študentski, razvojni, invalidski in preživninski sklad Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

Univerza v Ljubljani  
Naravoslovnotehniška fakulteta

Univerza v Ljubljani  
Zdravstvena fakulteta



belinka perkemija

## Je oprano perilo res čisto?

Na podlagi velikih količin porabljene električne energije in odpadne pralne vode EU opozarja, da je nujna uporaba programov nege perila pri nižjih temperaturah (30–40 °C) in manjši porabi vode. To skupaj z naraščajočim trendom uporabe tekočih detergentov pri gospodinjski negi tekstilij zbuja resen dvom o učinkovitosti postopka gospodinjskega pranja tekstilij z estetskega in higienskega vidika. Več neodvisnih študij je namreč pokazalo, da so na površini tekstilij po opravljenem gospodinjskem pranju pri nizki temperaturi pranja prisotni patogeni mikroorganizmi. Tržni proizvodi za gospodinjsko nego tekstilij sicer vključujejo belilna sredstva, ki vplivajo na odstranjevanje trdovratnih obarvanih madežev, kot tudi na dezinfekcijo površine tekstilij in notranjih delov pralnega stroja, a so v tekoči formulaciji nestabilna in zato v tekočih detergentih niso prisotna. Rezultat uporabe takšnih tekočih pralnih sredstev ob nizkotemperaturnem programu nege perila se tako izkazuje v higiensko oporečnih tekstilijah in notranjih delih pralnega stroja, kar se odraža v nastanku neprijetnih vonjav opranega perila in notranjosti pralnega stroja. Ne nazadnje lahko kontaminirano perilo pomeni tudi možnost širitve patogenih mikroorganizmov s človeka na človeka.

V okviru javnega razpisa Po kreativni poti do znanja (PKP) 2017–2020, ki ga je razpisal Javni študentski, razvojni, invalidski in preživninski sklad Republike Slovenije ter ga sofinancirata Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport ter Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada, je bil izveden projekt z naslovom *Je oprano perilo res čisto?*. Namen projekta je bil zagotoviti »varno« nego perila z optimizacijo postopka gospodinjskega pranja perila, ki bo pri nizkih temperaturah pranja zagotovil učinkovito odstranjevanje trdovratne umazanije ter omogočal vzpostavitev higiensko snažnih površin tekstilij in notranjih delov pralnega stroja po vsakem ciklu pranja.

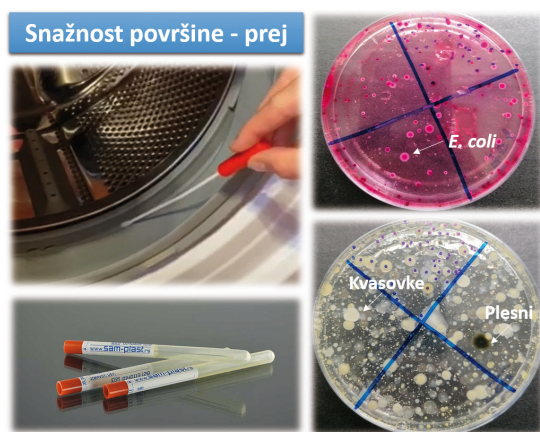
Projektna skupina je bila interdisciplinarna in je vključevala študentke študijskih programov magistrskega študija Načrtovanje tekstilij in oblačil in diplomskega študija Tekstilno in oblačilno inženirstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani

(Tanja Furlan, Dominika Glažar, Anja Modic, Iris Vrhovski in Laura Cimperman, Ana Gerl) in magistrskega študijskega programa Sanitarne inženirstvo Zdravstvene fakultete Univerze v Ljubljani (Eva Jug in Teja Pirnat) pod vodstvom treh pedagoških mentorjev, doc. dr. Brigitte Tomšič, prof. dr. Petre Forte Tavčer z Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in doc. dr. Roka Finka z Zdravstvene fakultete Univerze v Ljubljani ter delovnih mentorjev dr. Nine Špička in mag. Ivana Grčarja iz podjetja Belinka Perkemija kemična industrija, d.o.o. Delo je potekalo v treh sklopih. Prvi sklop je vključeval proučitev navad pri negi tekstilij v slovenskih gospodinjstvih, drugi in tretji sklop pa sta vključevala določitev učinkovitosti postopka gospodinjskega pranja s komercialnimi in tekočimi pralnimi sredstvi z dodatkom različnih koncentracij vodikovega peroksida z vidika odstranjevanja trdovratnih madežev in vidika zagotavljanja snažnosti notranjosti gospodinjskih strojev in higiene opranih tekstilij. V laboratorijih Naravoslovnotehniške fakultete je bilo opravljenih več kot 300 laboratorijskih pranj vzorcev standardnih umazanij s petimi komercialnimi pralnimi sredstvi pri treh temperaturah pranj 30, 40 in 60 °C in ob dodatku vodikovega peroksida v koncentracijah 0,02–5,0 % glede na volumen kopeli pri nevtralnem in alkalnem pH. Za določitev objektivne ocene higienskega stanja površin notranjih delov pralnega stroja so bili odvzeti brisi tesnilnih gum pralnih strojev članov projektne skupine. Mikrobiološka analiza je bila izvedena v laboratorijih Zdravstvene fakultete, kjer so bili opravljeni tudi mikrobiološki testi določitve higiene tekstilij za gramnegativno bakterijo *E. coli*. Na podlagi opravljenih 216 anket je bilo ugotovljeno, da je v slovenskih gospodinjstvih povprečna temperatura pranja perila 40 °C. Pri pranju perila vprašani največkrat uporabljajo pralni prašek in tekoči detergent (53 %), medtem ko jih samo tekoči detergent uporablja dobra četrtina (27 %). Večina vprašanih sicer redno čisti notranje dele pralnega stroja, medtem ko petina anketirancev tesnilne gume sploh ne čisti. To zagotavlja idealne razmere za rast enterobakterij, plesni in kvasovk, ki so bile dokazane pri polovici odvzetih brisov tesnilnih gum pralnih strojev. Na



podlagi rezultatov laboratorijskih pranj je bilo ugotovljeno, da je za doseg učinkovitega odstranjevanja umazanije pri pranju pri 30 in 40 °C potreben dodatek vodikovega peroksida od 0,5 do 1,0 % na volumen kopeli in žlička sode za doseg alkalnega pH, kar zagotovi odlično odstranjevanje madežev ob še dopustnem razbarvanju pisanega in črnega tekstila. Prisotnost nižje, 0,5-odstotne koncentracije vodikovega peroksida zagotovi zmanjšanje količine biofilma na površini bombaža za kar 82 % relativno glede na število celic pred pranjem pri nizki temperaturi.

Rezultat interdisciplinarnega sodelovanja študentov različnih študijskih smeri je optimiziran postopek nizkotemperaturnega gospodinjskega pranja. Priporoča se dodatek vodikovega peroksida v koncentraciji 0,5–1 % na volumen pralne kopeli in žličko sode za doseg alkalnega pH, s čimer pri nizkih temperaturah pranja (30–40 °C) zagotovimo učinkovito odstranjevanje trdovratne umazanije s površine vlaken in učinkovito odstranjevanje mikroorganizmov s površine tekstilij in notranjih delov pralnega stroja po vsakem ciklu pranja. Takšna higiena perila onemogoča prenos in širjenje patogenih mikroorganizmov s človeka na človeka s kontaminiranega perila, kot tudi morebitno križanje mikroorganizmov iz različnih okolij in nastanek novih bolezni. Pri tem naj poudarimo, da smo ohranili vrednote trajnostnega razvoja, saj poleg prihranka energije ob pranju pri nižjih temperaturah dodajamo belilno sredstvo na podlagi aktivnega kisika, ki je ekološko prijazno. Ne nazadnje pa so pridobljeni rezultati trden temelj za širitev prodajnega programa izdelkov sodelujočega podjetja na področje nege tekstilij v gospodinjstvu, pri čemer so optimalne koncentracije vodikovega

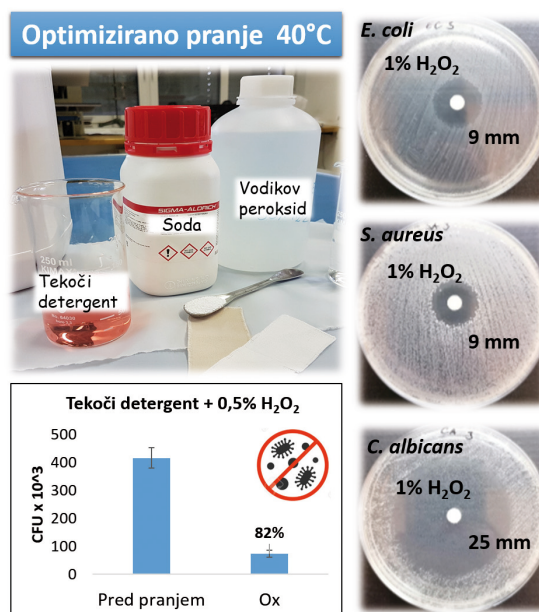


Slika 1: Ugotavljanje snažnosti notranjih površin gospodinjskega pralnega stroja po večkratnem pranju pri nizki temperaturi

peroksida, določene v projektu, orientacijska vrednost za količino sproščene aktivnega kisika, ki je potrebna za učinkovito odstranjevanje nečistoč in mikroorganizmov med gospodinjskim pranjem perila pri nizkih temperaturah.



Slika 2: Številna laboratorijska pranja vzorcev štirih standardnih umazanij s trznimi trdnimi in tekočimi pralnimi sredstvi ob dodatku vodikovega peroksida različnih koncentracij pri temperaturah pranja 30 °C, 40 °C in 60 °C



Slika 3: Optimiziran postopek gospodinjskega pranja pri 40 °C vključuje dodatek vodikovega peroksida v koncentraciji 0,5–1 % na volumen pralne kopeli in žličko sode za doseg alkalnega pH pralne kopeli

# Cilji in rezultati mednarodnega projekta Skills4Smartex iz programa ERASMUS+

## 1 Uvod in namen projekta

Erasmus+ je program Evropske unije (EU) za sodelovanje na področju izobraževanja, usposabljanja, mladine in športa za obdobje 2014–2020. Namenjen je izboljšanju spretnosti in zaposljivosti mladih in posodobitvi izobraževanja, usposabljanja in mladinskega dela. Evropska komisija je programu Erasmus+ namenila kar 14,7 milijarde evrov, s čimer želi EU več kot pet milijonom Evropejcev omogočiti študij, usposabljanje, pridobivanje delovnih izkušenj ali opravljanje prostovoljnega dela v tujini. V Sloveniji za izvajanje programa v obdobju 2014–2020 skrbita dve nacionalni agenciji: CMEPIUS, Center RS za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja, ki vključuje področja izobraževanja, usposabljanja in športa, in MOVIT, Zavod za razvoj mobilnosti mladih, ki obravnava področje mladine [1–3]. Namen projekta Skills4Smartex je izboljšanje znanja, razumevanja in zaposljivosti študentov in dijakov z usposabljanjem po načelu STEM (Science/Znanost, Technology/Tehnologija, Engineering/Inženirstvo, Mathematics/Matematika) z zagotavljanjem ustreznih instrumentov za razumevanje multidisciplinarnega razvoja in uporabe pametnih tekstilnih izdelkov.

## 2 Projektni partnerji

Projekt Skills4Smartex je pripravila in izpeljala skupina šestih partnerjev iz petih držav Evropske unije:

- INCDTP – The National R&D Institute for Textiles and Leather, Bukarešta, Romunija (glavni koordinator),
- University of Minho, Department of Textile Engineering, Guimaraes, Portugalska,
- Ghent University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Materials, Textiles and Chemical Engineering, Centre for Textile Science and Engineering, Belgija,
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje, Maribor, Slovenija,
- Technical University »Gh. Asachi«, Faculty of Textiles, Leather and Industrial Management, Iasi, Romunija in

- TZU – The Textile Testing Institute, Brno, Češka republika.

Jedro projektnega konzorcija so preizkušeni partnerji, ki so v preteklosti uspešno izpeljali dva projekta iz programa Erasmus+, namenjena izdelavi sodobnih e-gradiv s področja tekstilstva: Advan2Tex in TexMatrix [4, 5]. Med aktivnimi partnerji je že od začetka Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru.

## 3 Cilji in rezultati projekta Skills4Smartex

Projektne aktivnosti so bile zasnovane in izvedene na način, ki je omogočil doseg ključnih ciljev projekta. Prvi rezultat je bil **Vodič dobrih praks s področja pametnih tekstilnih izdelkov za podporo inovacijskih procesov v tekstilnih in konfekcijskih podjetjih**. Projektni konzorcij je raziskal in opisal prenos inovativnih praks v ciljna izobraževalna in proizvodna okolja. Skupaj je bilo v ta del raziskave vključenih 63 različno velikih evropskih tekstilnih podjetij, med njimi deset slovenskih. Raziskava je temeljila na analizi obsežne ankete (33 vprašanj) s področja pametnih in tehničnih tekstilij. Vodnik vsebuje prikaz inovacijskega potenciala nekaterih ključnih tekstilnih in konfekcijskih podjetij iz držav članic konzorcija. Prikaz realnih prototipov in multidisciplinarnosti pametnih tekstilnih izdelkov bo pripomogel k prepoznavanju novih priložnosti v tekstilnih dejavnostih. Tako bodo poklici v tekstilnih dejavnostih privlačnejši za študente in dijake. Zvišala se bo tudi raven njihovega znanja, spretnosti in zaposljivosti.

V drugem, najboljšežnejšem sklopu projektnih aktivnosti je projektni konzorcij zasnoval **sodobna e-gradiva**, ki celovito obravnavajo področje pametnih tekstilnih izdelkov. Gradiva so bila najprej razvita v angleškem jeziku, nato pa prevedena v nacionalne jezike držav partneric projekta. Razdeljena so v naslednjih sedem poglavij:

- Nove vrste vlaken in prej,
- Materiali in metode,
- Virtualno prototipiranje senzorjev na oblačila,
- Oblikovanje pametnih tekstilij,
- Prototipi pametnih tekstilij,



- Obdelava podatkov,
- Nove metode preskušanja pametnih tekstilij.

Vsako poglavje ima štiri STEM-module: Matematika, Fizika, Materiali/Kemija in Elektrotehnika. Poglavja so obravnavana predvsem z vidika »STEM 2 SMART«, kar pomeni pristop od teorije k praksi. Pristop »SMART 2 STEM«, ki je obravnavan v manjšem obsegu, pa pomeni razumevanje temeljnih znanosti, katerih načela so zajeta v določene pametne tekstilne izdelke. Vsak modul vsebuje vprašanja za utrjevanje snovi v obliki kviza.

Tretji sklop projektnih aktivnosti sta bili **izdelava e-učnega okolja** in namestitve oblikovanih e-gradiv na spletno projektno platformo ([www.skills4smartex.eu](http://www.skills4smartex.eu); [www.advant2tex.eu/portal/](http://www.advant2tex.eu/portal/)). Uporabljeno je bilo preizkušeno, zmogljivo in robustno učno okolje Moodle. Vsako poglavje je predstavljeno v obliki e-knjige (v angleškem jeziku) in predstavitvene datoteke (v nacionalnih jezikih partnerskih držav), slika 1 [6]. Zaključujejo ga vprašanja za utrjevanje in preizkus znanja v obliki kviza (15 naključno generiranih vprašanj za vsak modul).

V okviru tega sklopa aktivnosti je bil 240 študentom, dijakom in zaposlenim v dejavnostih s področja tekstilstva omogočen dostop do e-gradiv.

V okviru skupnih **konzorcijskih delavnic** (Joint Staff Events), ki sta bili izvedeni v belgijskem Gentu in portugalskem Guimarãesu, so bili izdelani primeri prototipov pametnih tekstilnih izdelkov, ki so bili uporabljeni za promocijske aktivnosti in izobraževalne tečaje.

## 4 Promocijske in diseminacijske aktivnosti

Pomemben kriterij evalvacije uspešnosti evropskih projektov so ustrezne promocijske in diseminacijske aktivnosti. Projektni konzorcij je temu področju namenil veliko pozornost in načrtovane promocijske aktivnosti izpeljal, diseminacijske pa presegel kljub težavnemu obdobju v letu 2020.

### 4.1 Predstavitev projekta Skills4Smartex na Srednji šoli za oblikovanje v Mariboru

Dijaki poklicnega izobraževanja v okviru tehničnega izobraževanja spoznavajo osnovne discipline, kot so matematika, fizika, tehnično risanje, kemija, biologija in mehanika, vendar končne aplikacije in uporabnost teh osnovnih disciplin pogosto niso podane z vidika potreb v stroki. Zato je bil namen tovrstne predstavitve projekta dijakom približati osnovne naravoslovne discipline z vidika oblikovanja in načrtovanja razvoja pametnih oblačil, jih povabiti na izobraževalni tečaj ter jih tako pripraviti za bodočo kariero v STEM-industriji in raziskavah. Dijakom Srednje šole za oblikovanje Maribor (SŠOM) smo v začetku septembra 2020 predstavili oba učna pristopa, STEM v SMART in SMART v STEM na podlagi poglavja Virtualno prototipiranje senzorjev na oblačila in jih na kratko popeljali skozi preostala poglavja e-učnih gradiv na projektni platformi. Ob tem smo dijakom predstavili prototipe pametnih tekstilij in z njimi izvedli kratko delavnico izdelave prototipov pametnih tekstilij, slika 2.

The screenshot shows an e-learning platform interface. On the left is a 'MAIN MENU' with various navigation options like 'Guide for smart practices', 'Modules upload', 'Modules PPT', 'Useful\_Doc', 'Latest news...', 'Discussion forum', 'upload files', 'Guide for intercultural partnership', 'Guide for new project Ideas', 'Guide for best practices', 'Guide for upgrading the e-learning platform', 'Guide for intercultural partnership', 'Guide for new business and research ideas', 'Guide for courses evaluation and upgrading', 'Guide for Best Practices of the Courses', 'Erasmus+ documents', 'KMI adaptation', 'Public user manual of the e-learning platform', 'Public user manual TexMatrix', 'Knowledge Matrix for Innovation', 'Benchmarking Report on consortium level', 'Benchmarking Report Romanian companies', 'Benchmarking Report Italian companies', and 'Benchmarking Report Slovenian companies'. The main content area displays a presentation slide titled 'C5.1 Presentation' with the subtitle '6 od 14'. The slide content is as follows:

**Svetloba: pogost aktuator v pametnih tekstilijah**

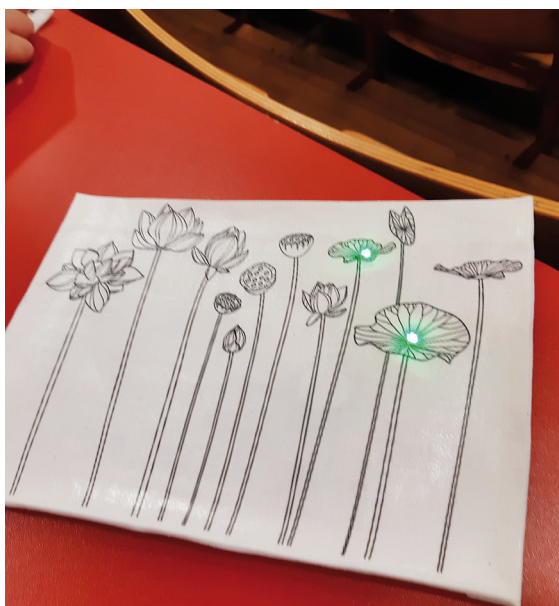
Pri izbiri svetlobe oz. svetlobnega izvora (npr. LED diode) za vgradnjo v tekstilije moramo upoštevati porabo energije in intenziteto svetlobe.

Svetlobna moč je izražena v luminih, svetlost je izražena v mcd, trenutna moč pa v mA. Kaj so te enote?

**Lumen (lm)** je enota svetlobnega toka ( $\Phi_v$ ). To je **zaznana moč** svetlobnega vira, torej ne skupna moč svetlobe in predstavlja odziv človeškega očesa na različne barve (valovne dolžine svetlobe).

There is a small image of a circuit board with a red LED diode on the right side of the slide. At the bottom of the slide, it says 'Last modified: Monday, 14 September 2020, 8:28 AM'.

Slika 1: Zaslonska slika e-učnega okolja za poglavje Prototipi pametnih tekstilij, modul Matematika



Slika 2: Predstavitev projekta Skills4Smartex in izdelava prototipov pametnih tekstilij z dijaki SŠOM

#### 4.2 Predstavitev projekta Skills4Smartex na strokovnem srečanju v podjetju Prevent Deloza

Strokovno srečanje je organizirala Zveza tekstilcev Slovenije, gostitelj srečanja pa je bilo podjetje Prevent & Deloza, d.o.o. Namen srečanja je bil predstaviti rezultate razvojno-raziskovalnih projektov, ki jih različni izvajalci izvajajo na nacionalni ravni in na ravni EU. Tako so bili predstavljeni razvojni rezultati s področja pametnih oblačil – KinSHIRT v okviru projektne konzorcija Prevent Deloza, Inplet, Sistemi INES in rezultati projekta Skills4Smartex. Ti so zajemali predstavitev vodnika dobrih praks s področja pametnih tekstilnih izdelkov s poudarkom na prikazu inovacijskega potenciala nekaterih ključnih tekstilnih in konfekcijskih podjetij iz držav članic konzorcija ter predstavitev oblikovanih e-učnih gradiv, učnih pripomočkov pametnih tekstilij in e-učne platforme. Srečanje smo sklenili z razpravo v obliki okrogle mize o možnostih in potencialih slovenske tekstilne industrije, slika 3.

#### 4.3 Diseminacija projekta Skills4Smartex

Projektne konzorcij je na začetku izvajanja projekta izdelal obsežen načrt objav in drugih diseminacijskih aktivnosti. Vsaka partnerska organizacija je izvedla okrog dvajset aktivnosti. Najpomembnejše med njimi so: objava informacij o projektu na spletnih straneh univerz/inštitutov, socialnih, raziskovalnih in strokovnih mrež, izdelava plakatov in zloženek, objava člankov v revijah, na kongresih, seminarjih in simpozijih ter postavitve plakatov in posterjev na znanstvenih in strokovnih srečanjih. Izvedba velikega števila



Slika 3: Predstavitev projekta Skills4Smartex na srečanju tekstilcev v podjetju Prevent & Deloza, d.o.o.

diseminacijskih aktivnosti je znatno pripomogla k prepoznavnosti projekta Skills4Smartex.

## 5 Izvedba izobraževalnega tečaja

Za projektne konzorcij je bila ena najpomembnejših aktivnosti izvedba izobraževalnega tečaja s poudarkom na multidisciplinarnosti področja pametnih tekstilij. Zaradi pandemije so bili tečaji izvedeni šele jeseni, čeprav so bili prvotno načrtovani za junij 2020. Zamišljeni so bili kot kombinacija klasičnega in e-poučevanja. Promocijsko srečanje s študenti študijskega programa Tehnologije tekstilnega oblikovanja je bilo na Fakulteti za strojništvo UM oktobra. Tečaj je bil po sili razmer izveden na daljavo s pomočjo informacijsko-komunikacijske tehnologije (poslovna komunikacijska platforma MS Teams), slika 4. Trije termini so bili namenjeni spoznavanju pametnih tekstilnih izdelkov v obliki predavanj. Vsak udeleženec tečaja je dobil uporabniško ime in geslo za dostop do projektnega portala in e-gradiv.

Ker je tečaj potekal na daljavo, ni bilo mogoče izvesti predvidene izdelave primerov pametnih tekstilij. Namesto tega smo tečajnikom predstavili, kako celostno pristopiti k oblikovanju in načrtovanju pametnih oblačil in njihovi izdelavi s pomočjo izdelanih učnih pripomočkov in razvitih prototipov pametnih oblačilnih izdelkov v okviru PKP-projektov. Ob tem

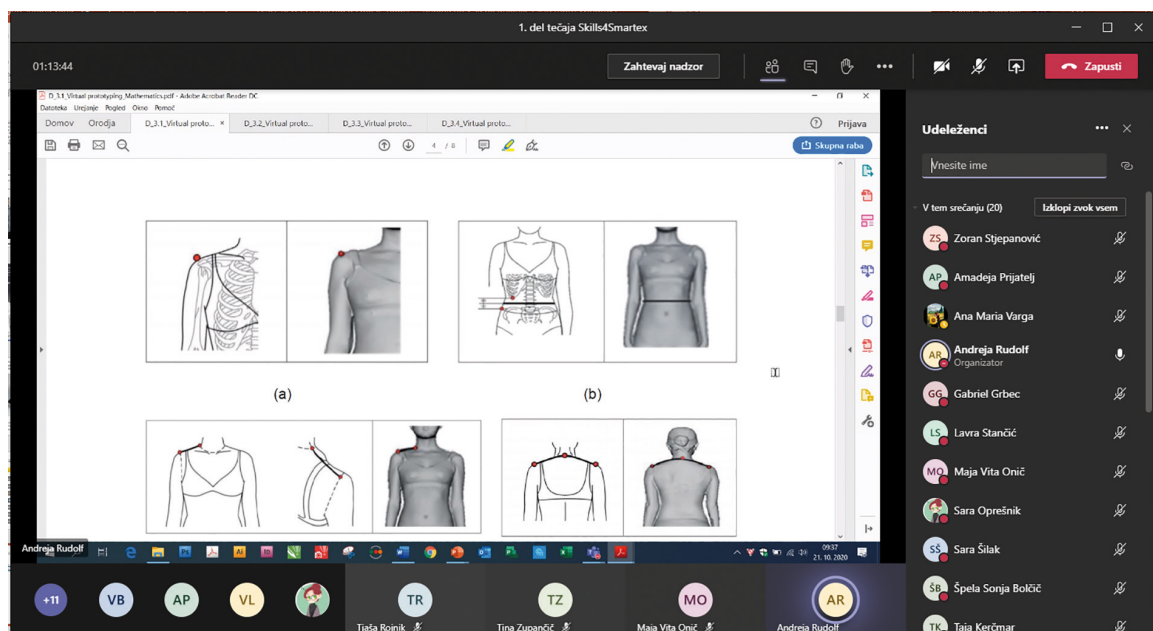
smo jim pripravili videoposnetek s prikazom razvoja pametnega oblačila za ponovno uporabo zavržene-ga, vendar še uporabnega tekstilnega izdelka. Če bi izobraževalni tečaj o razvoju primerov inovativnih in unikatnih pametnih tekstilnih izdelkov lahko izvedli v normalnih okoliščinah, bi potekal v prostorih fakultete v manjših skupinah.

## 6 Sklep

V prispevku so predstavljeni projekt Skills4Smartex iz programa Erasmus+, njegovi cilji, aktivnosti in rezultati. Namen projekta sta oblikovanje in izdelava sodobnih e-učnih gradiv in izvedba izobraževalnih tečajev po načelu STEM (Science/Znanost, Technology/Tehnologija, Engineering/Inženirstvo, Mathematics/Matematika) z zagotavljanjem ustreznih instrumentov za razumevanje multidisciplinarnega razvoja in uporabe pametnih tekstilnih izdelkov. Izvedene aktivnosti projekta bodo pripomogle k boljšemu razumevanju načrtovanja, oblikovanja, prototipiranja, izdelave in uporabe pametnih tekstilnih izdelkov.

### Zahvala

Projekt Skills4Smartex je financiran v okviru programa Erasmus+; oznaka projekta: 2018-1-RO01-KA202-049110.



Slika 4: Predavanje v okviru tečaja na daljavo z uporabo poslovne komunikacijske platforme MS Teams



## Viri

1. Erasmus+ [dostopno na daljavo]. Erasmus+ [10. 11. 2020]. Dostopno na <http://www.erasmusplus.si/>.
2. Ključni ukrep 2 (KA2) [dostopno na daljavo]. Erasmus+ [10. 11. 2020]. Dostopno na <http://www.erasmusplus.si/kljucna-aktivnost-2/>.
3. Ključni ukrep 3 (KA3) [dostopno na daljavo]. Erasmus+ [10. 11. 2020]. Dostopno na <http://www.erasmusplus.si/kljucna-aktivnost-3/>.
4. Projekt Advan2Tex - E-learning course for innovative textile fields [dostopno na daljavo]. E-Portal [12. 11. 2020]. Dostopno na [www.advan2tex.eu/](http://www.advan2tex.eu/).
5. Projekt TexMatrix - Matrix of knowledge for innovation and competitiveness in textile enterprises [dostopno na daljavo]. E-Portal [12. 11. 2020]. Dostopno na <http://www.texmatrix.eu/>.
6. Projekt Skills4Smartex - Smart textiles for STEM training [dostopno na daljavo]. E-Portal [12. 11. 2020]. Dostopno na [www.skills4smartex.eu/](http://www.skills4smartex.eu/).

*Red. prof. dr. Zoran Stjepanovič in izr. prof. dr. Andreja Rudolf,  
slovenska koordinatorja projekta Skills4Smartex  
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje,  
Smetanova 17, 2000 Maribor  
E-pošta: zoran.stjepanovic@um.si, andreja.rudolf@um.si*

## Povzetek

Projekt Skills4Smartex je že tretji projekt, ki ga je v okviru razpisa Erasmus+ uspešno prijavil in pridobil konzorcij evropskih univerz in inštitutov iz Romunije, Portugalske, Belgije, Češke republike in Slovenije. Dveletni projekt je začel teči 1. oktobra 2018 in bi se moral zaključiti 30. septembra 2020, vendar je bil zaradi pandemije podaljšan do konca leta 2020. Akronim Skills4Smartex izhaja iz naslova projekta **Smart textiles for STEM training – Skills4Smartex** oz. v prevodu **Pametne tekstilije za izobraževanje po načelu »STEM«** (Science/Znanost, Technology/Tehnologija, Engineering/Inženirstvo, Mathematics/ Matematika). Namenjen je oblikovanju in izdelavi sodobnih e-učnih gradiv in izvedbi učnih tečajev s področja pametnih tekstilij. Ključne besede: Erasmus+, Skills4Smartex, STEM, Pametne tekstilije, e-učno gradivo

## Abstract

*The Skills4Smartex is already the third project for which a consortium of European universities and institutes from Romania, Portugal, Belgium, Czech Republic and Slovenia has successfully applied for the Erasmus + call. The two-year project started on October 1, 2018 and was supposed to end on September 30, 2020, but was extended until the end of 2020 due to a pandemic. The acronym Skills4Smartex comes from the title of the project Smart textiles for STEM training according to the "STEM" principle (Science, Technology, Engineering, Mathematics). The project is intended for the design and production of modern e-learning materials and the implementation of training courses in the field of smart textiles.*

*Keywords: Erasmus+, Skills4Smartex, STEM, Smart Textiles, e-learning materials*



## BIEN je iz tekstila

BIEN je nov bienale tekstilne umetnosti in oblikovanja. Ustanovljen je bil v Kranju, povezuje pa se tudi z drugimi mesti na Gorenjskem, kot sta Radovljica in Škofja Loka. Cilji bienala so spodbujanje interdisciplinarnega umetniškega povezovanja z razstavnimi projekti in rezidencami, predstavljanje del mednarodnih in domačih umetnikov s posebnim poudarkom na aktualni študentski produkciji ter prikazovanje razvejenosti tekstilnega medija v galerijskem, javnem in digitalnem prostoru.

BIEN je bil kot pilotni projekt prvič izveden konec pomladi 2020. Na njem se je med 16. junijem in 5. julijem na različnih lokacijah projektu predstavilo 136 študentov študijskih smeri umetnosti ter oblikovanja tekstila in notranje opreme. BIEN organizira Zavod Carnica skupaj s številnimi kranjskimi javnimi zavodi in izobraževalnim sektorjem. Fakulteti, ki sta umetniško vrednost projekta ne le prepoznali, temveč potrebo po oznamovanju tekstila kot sodobnega umetniškega medija v Sloveniji tudi spodbudili,

sta Fakulteta za dizajn, pridružena članica Univerze na Primorskem, in Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, njena Katedra za oblikovanje tekstilij in oblačil Oddelka za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje.

Interpretacije dediščine se pojavljajo v programu, ki ga želi BIEN še posebej negovati, to so predstavitve študentov tekstilnih umetniških in oblikovalskih smeri. Cilj povezovanja s talentirano domačo in tujo študentsko populacijo je razvijati pomene in vrednote, ki jih prinašajo tekstilije. Tekstilije so večpomenke, so umetniške, taktilne, narativne. So trajnostne in vzdržne, so pa tudi nišna umetniška vsebina, ki je v Sloveniji do danes ni namensko nihče razvijal. Prav zato izjemen odziv fakultet, avtorjev in občinstva ni presenetljiv. BIEN želi graditi na identiteti prostora, ki ima močne korenine v tekstilu. Ne zgolj v Kranju, temveč po vsej Sloveniji in regiji.

*Zala Orel, vodja bienala*

## Predstavitev razstav študentov Katedre za oblikovanje oblačil in tekstilij Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani na veliki razstavi BIEN 2020 v Kranju

Velika razstava BIEN 2020 je nastala v poklon tekstilni tradiciji Kranja, njegovi zgodovini, arhitekturi in kulturi, njegovi naravi ter načinu življenja tamkajšnjih prebivalcev. Študenti smeri Oblikovanje tekstilij in oblačil Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani so z raznovrstnimi ročnimi in strojnimi tekstilnimi zvrstmi oblikovanja skozi edinstvene tekstilne in umetniške izdelke ovekovečili in realizirali svoja razmišljanja o bogati tekstilni in kulturni zapuščini, oplemeniteni s sodobnimi idejami boljšega jutri.

*Mentorice:* prof. Marija Jenko, doc. Katja Burger Kovič in asist. Arijana Gadžijev

*Tehniški sodelavci:* Marjeta Čuk, Andrej Vilar in Stanka Kek

*Razstavne lokacije v Kranju:*

Layerjeva hiša, Medprostor in Češnjev vrt Layerjeve hiše, Galerija Stolpa Škrlovec, Vovkov vrt, Mestna knjižnica Kranj, Mergentalerjeva ulična galerija Layerjeve hiše in Inštituta TAM-TAM, Gasilski trg, Kranj, Slovenija

### Nitne strukture × Kranj

V Kranju so tekstilne dejavnosti pustile sledi, ki so umetnine že same po sebi. Študenti so pri svojih projektih izhajali iz tekstilne tehnike vezenja, ki je blizu risbi, likovni tehniki. S šivi so risali po temeljnikih, jih hkrati prevezovali, utrjevali in sestavljali



Slika 1: Martin Kaluža, Pia Wallner in Gašpar Marinič, Okno v preteklost, zunanja instalacija iz PA-niti, Vovkov vrt

Fotografija: Maša Pirc za Layerjevo hišo

li v nove celote. Nekatere so navdušili Plečnikova arhitektura, Prešernov lik ali modrotisk, druge sita iz konjske žime ali Šinkovčeva vrvarna in mlina na Kokri. Osebna doživetja so zaznamovala njihove ročne vezenine, uporabne ali umetniške, in jih povezala v prepoznavno celoto.

Študenti, ki so sodelovali pri predmetu Oblikovanje tekstilij 1a v študijskem letu 2019/2020

### Žakarske tkanine – sotočja vtisov, barv in tekstur

Mesto Kranj leži na polotoku med sotočjem Kokre in Save. Motiviko, ki jo ponuja voda s svojo "živostjo", so študenti povezali z osebnimi vtisi o Kranju, kjer nekateri živijo že od rojstva, drugi pa ga prej niso poznali. Vodo so primerjali s pletenjem, tekstilno tehniko, s katero ustvarimo, nasprotno od togih tkanih struktur, mehka in gibka pletiva. Risbe so z računalniškim programom Arah Weave pripravili za žakarsko tkanje, "visoko pesem tkanja", s katerim lahko v tkanino prenesemo katerokoli obliko.

Študenti, ki so sodelovali pri predmetu Oblikovanje tekstilij 2a v študijskem letu 2019/2020



Slika 2: Žakarsko tkanje, 24 kosov, vsak 50 x 100 cm, Galerija Layerjeve hiše

Fotografija: Maša Pirc za Layerjevo hišo

### Pletivo kot sodobno pohištvo v Layerjevi hiši

V hiši iz poznega 18. stoletja, kjer je danes center sodobnih umetnosti, je takrat domoval slikar Leopold Layer. Zgodovinsko vzdušje je v mladih oblikovalcih prebudilo ustvarjalno razmišljanje. Za samosvoj poseg v oblikovanje izdelkov za dom so izbrali pletivo, izrazito sodoben in oblikovtven tekstilni materi-

al. Ročno izdelana pletiva so uporabili za različne namembnosti v prostoru. Svoje videnje sedanje bivalne kulture so predstavili v okrilju nekdanje bivalne kulture.

Študenti, ki so sodelovali pri predmetu Oblikovanje tekstilij 2a v študijskem letu 2019/2020



Slika 3: Žiga Brezovnik, *Primitivizacija pletiva 1.*, volnena, bombažna in poliestrna preja, les, ogledalo  
Fotografija: Maša Pirc za Layerjevo hišo

### Hommage à Tekstilindus

Kranjski Tekstilindus je s svojimi 22 leti in enim mesecem med rekorderji stečajnih postopkov pri nas. Temu „paradnemu konju“ slovenske tekstilne industrije smo se poklonili s kolekcijo sodobnih interpretacij tiskanih vzorcev iz vzorčnih knjig tovarne, ki jih hrani Gorenjski muzej. Odpirajo se vprašanja: kakšna oblika tekstilne proizvodnje pri nas lahko „preživi“, ali je tekstilija za nas vrednota in ali bomo tekstilna znanja znali predati našim zanamcem ali se bomo zadovoljili s proizvodnjo tekstila daleč od naših oči.

Študenti, ki so sodelovali pri predmetu Oblikovanje tekstilij 3a v študijskem letu 2019/2020.



Slika 4: Digitalno tiskane tekstilije, 22 kosov, vsak 75 x 150 cm, Galerija Stolpa Škrlovec  
Fotografija: Maša Pirc za Layerjevo hišo

### Špela Košir: ranljivost/ranjenost

Špela Košir je absolventka Naravoslovnotehniške fakultete in v svojem ustvarjanju velik poudarek namenja risbi. S tremi deli pod skupnim naslovom RANLJIVOST/RANJENOST je sodelovala na razstavi BIEN 2020, ki je bila na ogled od 12. junija do 5. julija 2020 kot poklon tradiciji Kranja ter napoved prvega tekstilnega bienala, ki bo prihodnje leto. Špela je pri ustvarjanju črpala iz poglobljanja v družinsko zgodovino in travmatska doživetja, ki so izoblikovala vezi v njej. Dela omogočajo katarzo, s katero avtorica ozavešča in sprejema svojo dediščino.



Slika 5: Špela Košir, *Ranljivost/Ranjenost*, digitalni tisk, trije plakati 199 cm x 136 cm, Mergentalerjeva ulična galerija Layerjeve hiše in Inštituta TAM-TAM  
Fotografija: Maša Pirc za Layerjevo hišo

### Hana Podvršič: Horsesh\*t (BIEN 2020)

Navdih za kolekcijo printov izhaja iz obiska Pirčeve barvarne, kjer je na ogled slika, na kateri so delavci in konj, ki poganja stroj za barvanje. Konji so bili takrat glavna gonilna sila in brez njihove moči ljudje ne bi zmogli barvanja v takšnem obsegu. Za konja je bilo delo naporno in neprijetno. S kolekcijo sem želela



Slika 6: Hana Podvršič, *Horsesh\*t*, Mergentalerjeva ulična galerija Layerjeve hiše in Inštituta TAM-TAM  
Fotografija: Maša Pirc za Layerjevo hišo



počastiti konje in njihov napor. Iz njihovega okostja sem digitalno sestavljala nove oblike. Okostje predstavlja njihovo telo in moč, nove oblike pa svobodo in prostost.

#### **Hana Tavčar: Sita (BIEN 2020)**

Razstava magistrske študentke Hane Tavčar je poklon tekstilni tradiciji Kranja in napoveduje prvi tekstilni bienale v prihodnjem letu v Kranju. Umetniška instalacija izhaja iz rokodelskega izročila barvanja konjske žime, s katerim so se nekoč ustvarjale karirasto povzorčene tkanine za sita. Na kosih rjuh, najdenih v babičini skrinji, so se v tehniki sitotiska in ročnega vezenja zgodile intervencije, ki predstavljajo vez z izročilom.



*Slika 7: Hana Tavčar, Sita, bombažno platno, ročni sitotisk, vezenje, Galerija Mahlerca  
Fotografija: Maša Pirc za Layerjevo hišo*

*Pripravile prof. Marija Jenko,  
doc. Katja Burger Kovič in asist. Arijana Gadžijev.*



## Študenti Fakultete za dizajn na veliki tekstilni razstavi BIEN 2020 v Kranju

**BIEN 2020** je poklon tekstilni tradiciji Kranja in prelomni dogodek, ki odpira pomembna vrata tekstilni ustvarjalnosti. Na veliki razstavi, na kateri glavno vlogo odigra tekstil, je sodelovalo 136 študentov s Fakultete za dizajn, pridružene članice Univerze na Primorskem, in Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, ki so se v starem delu Kranja predstavili z 12 projekti. Na Fakulteti za dizajn smo se z mentorji projektnih nalog lotili na smeri Tekstilije in oblačila ter Notranja oprema. Rezultati nastalih projektov so bili od 12. junija do 5. julija 2020 na ogled na petih lokacijah v Kranju.

V Kavarni Khislstein 12.56 so za dober spomin poskrbeli študenti 1. letnika smeri Tekstilije in oblačila, ki so se pod mentorstvom višje pred. Martine Šušteršič predstavili s projektom **Vtkani spomini**. Študenti so oblikovali paravane in tekstilne slike, ki so se navezovale na mesto Kranj in okolico ter dediščino sitarstva. Na lesenih paravanah so nastale tekstilne kompozicije v različnih kombinacijah ročnih tekstilnih tehnik, ki orisujejo značilnosti Kranja in okolice, njegovih prebivalcev, zgodovine, arhitekture, narave, dediščine itd. in se razprostirajo vse od bridkosti druge svetovne vojne do prešernih portretov znamenitih gorenjskih pesnikov.

V Layerjevi hiši so bili razstavljeni pleteni stoli, ki vsak na svoj način, v barvitim in veselem jeziku, pri-

povedujejo zgodbe odsluženih in zavrženih stolov. Stole **Pripovedovalce zgodb** so pod mentorstvom izr. prof. Metoda Črešnarja in višje pred. Martine Šušteršič preoblikovali in poustvarili študenti 2. letnika smeri Tekstilije in oblačila, ki so svoje ideje črpali iz mesta Kranj in njegove tekstilne dediščine. Študenti so inspiracije poiskali v predelavi konjske žime, ki je bila osnovni material za izdelavo sit. Barvanje žime, prepletanje kombinacij barv in vpenjanje na okvir so osnovni elementi, ki so vodili študente pri implementaciji tekstilnega materiala na okvir že izdelanega in v ta namen predelanega končnega izdelka.

V popolni belini so bili v prodajalni Kèlèke predstavljeni sodobni tekstilni izdelki za interier študentov 2. letnika smeri Tekstilije in oblačila ter Notranja oprema, ki so nastali pod mentorstvom doc. Jane Mršnik in doc. Tamare Hajdu. V sklopu projekta Čipka in prostor so v tehniki laserskega reza v sodelovanju z RogLabom nastala tekstilna svetiila, paravani in drugi prostorski objekti, pri katerih so študenti čipko interpretirali kot pomemben del slovenske kulturne dediščine.

Nekoliko bolj črno-belo, a nič manj veselo, so se predstavile študentke 3. letnika smeri Tekstilije in oblačila, ki so v Kleti Mestne hiše Gorenjskega muzeja pod mentorstvom doc. Jane Mršnik razstavile



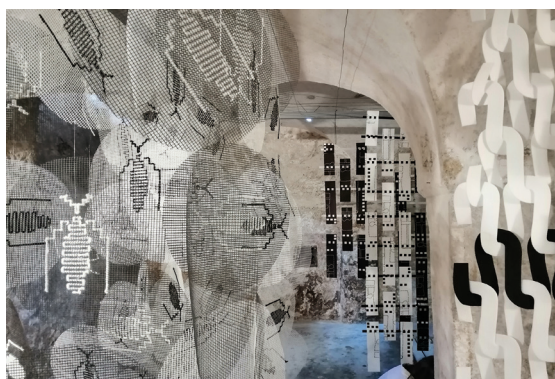
Slika 1: Tekstilni paravani *Vtkani spomini* študentk 1. letnika (Lucija Srebre, Marija Stojkowska in Aleksandra Lazić), foto: Maša Pirc/Layerjeva hiša in Ana Stojkowska



Slika 2: Pleteni stoli Pripovedovalci zgodb študentov 2. letnika (Pia Šilec, Nagaya Florjan-Gorjup in Lan Krebs), foto: Pia Šilec, Nagaya Florjan-Gorjup in Lan Krebs



Slika 3: Tekstilna svetila študentov 2. letnika, foto: Maša Pirc/Layerjeva hiša



Slika 4: Prostorske tekstilije študentk 3. letnika (Maja Vranjek, Monika Primc, Hana Jerlah in Katja Tonkovič), foto: Maša Pirc/Layerjeva hiša in Jana Mršnik

**Prostorske tekstilije in projekcijo tekstilnih vzorcev za interior.** Nad vse zanimiv ambient, za katerega smo imeli to čast, da je naša razstava bila njegov prvi dogodek, se tudi likovno lepo ujema s predstavljenimi prostorskimi tekstilijami oziroma sestavljivimi, v prostoru visečimi tekstilnimi paravani, v katerih brenčijo miroljubne kranjske sivke ter ropotajo kretnice 150 let stare kranjske železnice. Predstavljene 3-D tekstilne strukture, prostorske čipke, so se v vseh primerih razvile v modularno strukturo, ki uporabniku omogoča,

da ritme, velikost, namenskost in končno obliko kompozicije prilagodi svojim željam. Kot spremljevalni projekt k prostorskimi tekstilijam so bili na razstavi v obliki videoprojekcije predstavljeni tekstilni vzorci za interior, izhajajoči iz avtorskih fotografij, ki so jih študentke posnale v urbanih in naravnih okoljih Kranja in njegove okolice.

Pripravili: izr. prof. dr. Damjana Celcar in doc. Jana Mršnik



## Mala črna obleka

Razstava oblek študentov Katedre za oblikovanje tekstilij in oblačil, OTGO, NTF Univerze v Ljubljani

Projekt MALA ČRNA OBLEKA je eksperimentalni del projekta Fenomen Chanel Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, ki je bil del Evropske noči raziskovalcev – Humanistika, to si ti!

Pri projektu so sodelovali študenti Katedre za oblikovanje tekstilij in oblačil, OTGO, NTF, Univerze v Ljubljani, pod mentorstvom prof. Almire Sadar, prof. Nataše Peršuh, prof. Elene Fajt in doc. Petje Zorec. Ob svojem nastanku, v dvajsetih letih 20. stoletja, je mala črna obleka spreminjala ustaljene družbene vzorce oblačenja, saj je v odnosu do telesa ponujala nov, svoboden način oblačenja. Sto let po svojem nastanku je še vedno aktualna predvsem zaradi svoje trajnosti. V mnogoterih oblikah, ki jih ponujajo oblikovalci in prirejajo kreativni uporabniki, je mala črna obleka danes aktualno, trajnostno, modno, multifunkcionalno in brezčasno oblačilo.

Cilj projekta je bil oblikovati kolekcijo malih črnih oblek kot kreativen odgovor na trenutno realnost v sodobni modi: sodobna mala črna oblačila naj bi bila prav tako inovativna, radikalna in aktualna, kot je bila mala črna obleka pred sto leti, ko se je v zgodovini mode prvič pojavila.

V avtorskih oblačilih so študenti raziskovali nove vizije oblačenja, upoštevajoč čim več kriterijev

trajnostnega oblikovanja: upcikiranje, recikiranje, uporaba novih tehnologij, krojenje brez ostanka, ročno delo ...

Vsako oblačilo je individualna zgodba, v okviru katere so študenti razvijali prepoznavnost in izvirnost osebnega umetniškega izraza. Pri tem so poudarili popolno demokratizacijo sodobne oblačilne kulture, ki poudarja družbeno komponento inkluzije, oblačenje za vse vrste primernosti, spolov, starosti in postav. V okviru projekta je nastalo okoli 80 različnih oblačil, izbrana oblačila so razstavljena v obliki ulične instalacije.

Namen razstave malih črnih oblačil v okviru novih uličnih stilov je ozaveščanje širše javnosti o izzivih sodobne mode in reinterpretacija misli Coco Chanel, prve oblikovalke male črne obleke, ki je že pred sto leti dejala:

“Moda ne pomeni le oblačil; moda je v zraku, na ulici, je povezana z idejami, načinom življenja in z vsem, kar se nam dogaja.”

Razstava Mala črna obleka je bila odprta od 18. februarja do 23. marca 2021 v Mali galeriji Banke Slovenije.

*Almira Sadar*



*Alenka More*



*Anže Mrak*



*Eva Jelenc*



*Lenart Šolar*



*Maja Gazvoda*



*Natalija Krašovec*



*Neža Dapčević*



*Pia Wallner*



*Sara Šmid*



*Špela Hudobivnik*



## Novi načini rabe tekstilij in upodobitev interaktivnega interiera prihodnosti

*Avtor:* Lovro Ivančić, Naravoslovnotehniška fakulteta  
*Soavtor:* Jan Rugelj, Fakulteta za strojništvo

*Mentorja:* prof. Marija Jenko, Naravoslovnotehniška fakulteta, in doc. dr. Marjan Jenko, Fakulteta za strojništvo)

Na vprašanje, kako bo videti interier prihodnosti, Lovro Ivančić odgovarja z ugibanjem o alternativni sedanjosti ali potencialni prihodnosti. Vizualizacija tega koncepta je interaktivna tekstilna instalacija, ki temelji na odnosu človeka z naravo in tehnologijo. Po vzoru naravnih sistemov je ustvaril raztegljivo opno, ki je predmet oblikovanja tekstilij, ta pa je vodila v razvoj njenega interaktivnega delovanja, področje mehatronike. Zavedamo se, da bo človek, uporabnik prostorov, v prihodnosti čedalje bolj ozaveščen in bo od ustvarjalcev bivalnega okolja pričakoval tehnološko visoko razvito, oblikovno pa občutljivo, posebej izkušnjo. Za ta napredek bo treba zgraditi interdisciplinarni jezik, s pomočjo katerega se bo uporabnik lahko interaktivno sporazumeval s svojim okoljem in ga prilagajal svojim trenutnim potrebam. K temu bo pripomogel razvoj tehnologije, ki je že zdaj čedalje bolj prisotna v našem življenju. Oblikovalci in drugi ustvarjalci na področju bivalne kulture, ki prepoznajo te hitro razvijajoče se tehnološke zmožnosti in se povezujejo z različnimi znanstvenimi disciplinami, so uspešnejši in izvirnejši v razvijanju celostnih prostorskih in bivalnih rešitev. Proces je vzajemen: rešitve na področju znanosti so boljše, jasnejše in lepše v sodelovanju z umetniškimi, oblikovnimi področji. Sklepna podoba, postavitve in interaktivno delovanje fleksibilne stene je torej plod interdisciplinarnega sodelovanja, o katerem avtor, Lovro Ivančić, meni, da je edina pot za prostorsko ustvarjanje v prihodnosti, ki bo njegov poklic. Za interier prihodnosti predlaga dinamične in spremenljive rešitve, razvite iz procesov, ki jih prepoznava v svetu, v katerem biva. V naravi se

vse nenehno spreminja. Zato bi se tudi bivalni prostor, ki je del narave, lahko njej podobno spreminjal. Tako bi se oba prostora prilagajala drug drugemu; ne izključevala, kot se pogosto dogaja dandanes.

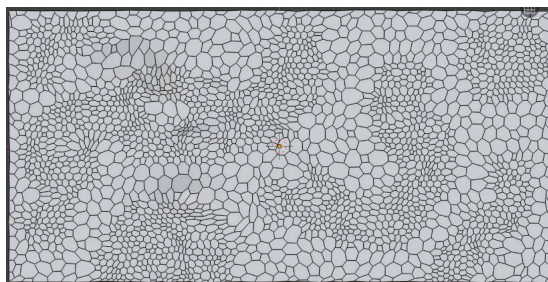
Predlog interaktivne uporabnostne prilagodljivosti prostorske opne, ki ima širši pomen za človekovo bivanjsko okolje v prihodnosti, razkriva avtorjevo občutljivo razumevanje tekstilnega medija. Za pronicljivo vizijo bolj prijaznega in smiselnega sodelovanja z naravo je bil lani nagrajen s fakultetno študentsko Prešernovo nagrado.

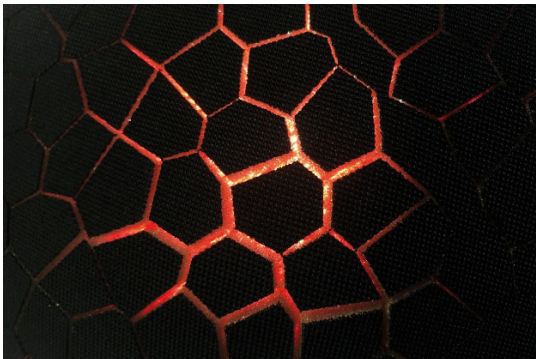
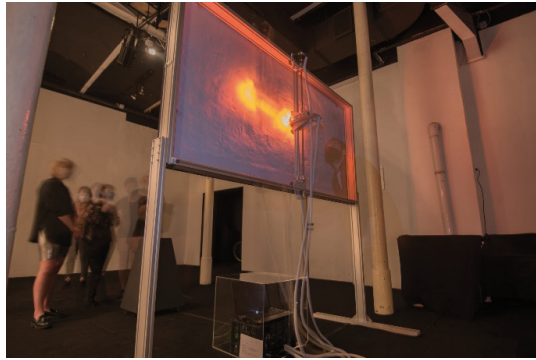
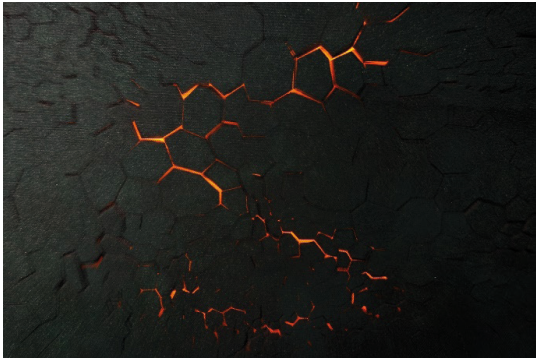
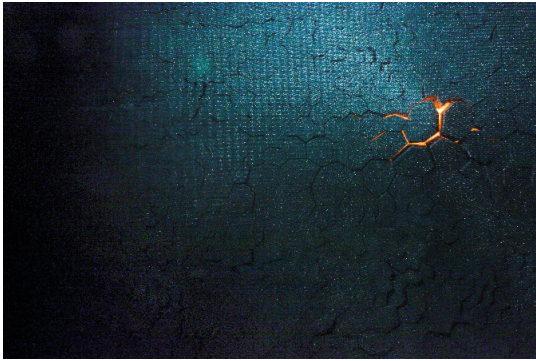
Vpogled v interdisciplinarni ustvarjalni proces se je širši javnosti odprl na predstavitvi na mednarodnem festivalu Svetlobna gverila maja 2020. Na razstavi so obiskovalci sami lahko premikali tekstilno opno in začutili odzivnost arhitekturnega elementa – stene, ki se je pri tem točkovno razpirala. Skozi razpoke v opni, podobni suhi puščavski zemlji, je v prostor prodirala svetloba. Tako se je model stene v tem primeru spremenil v uporabno svetlobno telo.

Projekt je skladje dveh navidezno nasprotnih si svetov, narave in tehnologije. Umestitev stene v bivalni prostor je poenostavljena simulacija notranje arhitekture prihodnosti. Ustvarja vzdušje – čutno doživetje, ki s pomočjo domišljije zapelje človeka v drug, alternativni svet. V njem bo človek lahko neposredno vplival na obliko in videz prostora, v katerem se bo nahajal.

Ustvarjanje različnih vzdušij, netipičnih zgodb in nenavadnih čutnih objektov vodi v spremembo človeškega razmišljanja in videnja. Več načinov gledanja prepoznamo, več možnosti za napredek imamo. Lovro Ivančić se nadeja, da odgovori na problematiko prihodnosti še sledijo, saj le-ta še ni dorečena, a konstanta, ki nam vedno znova pomaga pri oblikovanju bodočega življenja, ostaja. To je sprememba.

*Prof. Marija Jenko*







## Razstava in simpozij Preteklost oblikuje sedanjost – ALMIRA

Tretjega decembra 2020 je po spletu potekal Simpozij Preteklost oblikuje sedanjost, ki je del programa v okviru razstave *Alpska modna industrija – ALMIRA; Preteklost oblikuje sedanjost*, na kateri je bil predstavljen del bogatega gradiva Almire, ki ga hrani Mestni muzej Radovljica, in dela študentov Fakultete za dizajn, pridružene članice Univerze na Primorskem. Sodelujoči predavatelji in avtorji prispevkov (izr. prof. Tanja Devetak, dr. Petra Bole, Katja Praprotnik, izr. prof. dr. Damjana Celcar, dr. Estera Cerar, doc. dr. art. Ivana Bakal, izr. prof. dr. Mateja Habinc in izr. prof. dr. Katarina Nina Simončič) so na spletnem simpoziju in v zborniku *Preteklost oblikuje sedanjost*, ki so ga konec leta 2020 izdali Muzeji radovljiške občine, predstavili različne vidike pojavnosti mode in oblačenja. Avtorice prispevkov so raziskovale vprašanja splošnega konteksta mode in pojav slovenske pletilne industrije s poudarkom na radovljiški Almiri. Teme muzealizacija mode, moda in tehnologija, moda in kulturna dediščina ter moda in politična identiteta, ki so bile predstavljene na simpoziju in v zborniku, so nastavek daljšega raziskovalnega projekta, ki bo omogočal kakovostno razumevanje slovenske modne identitete.

Razstava *Alpska modna industrija – ALMIRA, Preteklost oblikuje sedanjost* v Galeriji Šivčeva hiša/ Muzeji radovljiške občine v Radovljici beleži slovensko blagovno znamko pletenin v kontekstu časa in prostora njenega nastanka in njen odsev v sodobnih delih študentov Fakultete za dizajn, pridružene članice Univerze na Primorskem. Uspešen razvoj družbe mora temeljiti na povezavi preteklosti in prihodnosti. Ni enega brez drugega. Spoštovanje rezultatov preteklosti zagotavlja razumevanje sodobnosti. Razstava vključuje del bogatega gradiva depoja Almire, ki ga hrani Mestni muzej Muzejev radovljiške občine. Gradivo je bilo delno pridobljeno po stečaju Almire leta 2000, del pa so ga muzeju podarili občani Radovljice, ki so bili s podjetjem tesno povezani. Predstavljeno gradivo – nagrajene kolekcije, nagrade, modne skice, specifikacije, fotografije – je izbrano v kontekstu razumevanja razvoja slovenske modne identitete. Pomen Almire je orisan v relaciji do dveh stebrov mode – oblikovanja/proizvodnje in izobraževanja. Študentska dela, ki so se inspirativno navezovala na tovarno Almira, pletenine, arhiv fotografij in



Slika 1: Razstavljeno gradivo depoja Almire, ki ga hrani Mestni muzej Muzejev radovljiške občine (foto: Damjana Celcar, Tanja Devetak)



Slika 2: Utrinki z razstave Almira – izdelki študentov Fakultete za dizajn (foto: Jana Mršnik, Damjana Celcar)

oblačil ter zgodb iz Almire, so nastala pod mentorstvom višje pred. Martine Šušteršič, izr. prof. Metoda Črešnarja in doc. Jane Mršnik. Razstavljeni dela so rezultat vseh smeri Fakultete za dizajn – Notranja oprema, Vizualne komunikacije, Dizajn management ter Tekstilije in oblačila, in so v Galeriji Šivčeva hiša Muzejev radovljjske občine v Radovljici bila na ogled od 5. avgusta 2020 do konca leta 2020.

S potiskanimi in pletenimi oblačili ter tekstilnimi vzorci so se pod mentorstvom izr. prof. Metoda Črešnarja in višje pred. Martine Šušteršič predstavili študenti 2. letnika oblikovanja tekstilij in oblačil, ki so se poglobili v zgodovino Alpske modne industrije Almira – v duha časa, ki se je odražal v takratni lokalni družbi, zlasti v okolju, povezanem s tekstilnim podjetjem. Raziskovali so vzorce, materiale in modele pletenih oblačil, ki so orali ledino takratnega časa, za današnji čas pa so izjemno inspirativni in nekateri tudi zelo sodobni. Pripadnost družbi, podjetju in okolju se lepo poveže skozi zgodbo vzorcev, ki so nastali pod "rokami" bodočih oblikovalcev.

Pod mentorstvom doc. Jane Mršnik se je s tekstilno modularno instalacijo Twing, ki prikazuje preplet zank kot modula, predstavila Hana Jerlah, študentka 3. letnika oblikovanja tekstilij in oblačil. Sestavljanje modulov v različne smeri ustvarja veliko prostorsko pletivo, ki lahko postane paravan, preproga ali stenska tapiserija.

Študentke 3. letnika oblikovanja tekstilij in oblačil ter magistrski študenti oblikovanja notranje opreme in dizajn managementa so se pod mentorstvom doc. Jane Mršnik predstavili s tekstilnimi vzorci za interjer, ki so nastali na temo nekdanjega gorenjskega tekstilnega podjetja Almira. Inspiracije nastalih vzorcev se navezujejo na pletiva in različne tehnike pletenja, ki so neposredno ali posredno prevedene v vzorce za tisk; elementi predstavljajo vse, od pletilnih petelj, pletilskega orodja do neskončnosti tekstilnih niti in ritmov, ki jih ustvarjajo pletilni stroji.

Pripravili: izr. prof. dr. Damjana Celcar in  
izr. prof. Tanja Devetak



## Nagradi Perspektivni na Mesecu oblikovanja 2020 ter Priznanja DOS – Daljnogled in Oblikovalski presežki študentov Fakultete za dizajn

Začetek študijskega leta 2020/2021 je Fakulteta za dizajn, pridružena članica Univerze na Primorskem, oznamovala z nekaj lepimi uspehi svojih študentov in diplomantov.

Valentina Kolander in Maja Vranjek, diplomantki smeri Tekstilije in oblačila, sta na Mesecu oblikovanja 2020, ki je tokrat potekal virtualno, prejeli nagradi Perspektivni za področje modnega oblikovanja. Maja Vranjek in študent Lan Krebs sta konec leta 2020 za svoja tekstilna izdelka prejela priznanji Daljnogled Društva oblikovalcev Slovenije (DOS), Valentina Kolander pa še priznanje Oblikovalski presežek DOS. Omenjene nagrajence in njihova dela predstavljamo v nadaljevanju.

**Valentina Kolander** je diplomantka in študentka magistrskega študija Fakultete za dizajn na smeri Tekstilije in oblačila. Pri svojem študijskem delu je vedno raziskovala lastni oblikovalski izrazni medij s poudarkom na razvoju različnih ročnih tehnik in uresničevanju izvirne konceptualne oblikovalske rešitve. Končne oblikovane kolekcije Valentine Kolander izkazujejo večpomenske vizualne učinke pretanjene individualne izraznosti, pri čemer izvedbeni postopek izpelje v estetsko in sporočilno

visokokakovostno zaključeno formo. O kakovosti njenega dela pričajo reference v slovenskem in mednarodnem modnem prostoru. V času študija, med letoma 2017 in 2019, je s predstavitvami sodelovala na Ljubljanskem tednu mode (LJFW). Z zaključno kolekcijo Ples v dežju, katere mentorica je bila izr. prof. Tanja Devetak, je bila leta 2019 izbrana med osem finalistov natečaja STYLO v Kopru in bila finalistka natečaja NOIZZ v okviru Belgrade Fashion Weeka v Srbiji. Za isto kolekcijo je na LJFW prejela nagrado WOW za najboljšo študentsko kolekcijo. Leta 2020 je bila njena diplomska kolekcija Politically Incorrect, katere mentorica je bila izr. prof. Tanja Devetak, izbrana med finalistke natečaja IYDC – International Young Designers Contest v ukrajinskem Kijevu, ter med pet finalistov natečaja STYLO v Kopru. Z diplomsko kolekcijo se je samostojno predstavila tudi na modni reviji Ljubljanskega tedna mode (LJFW 2020) in na Mesecu oblikovanja 2020 prejela nagrado Perspektivni za modno oblikovanje. Konec leta 2020 je za svoje delo prejela še priznanje Društva oblikovalcev Slovenije (DOS) za oblikovalske presežke. Valentina Kolander pri svojem delu razvija likovno oblikovno dovršenost in tehnične rešitve, ki



Slika 1: Nagrajena kolekcija oblačil Politically Incorrect študentke Valentine Kolander, foto: Valentina Kolander



Slika 2: Nagrajena modularna tekstilna instalacija RoShade diplomantke Maje Vranjek, foto: Maša Pirc/Layerjeva hiša, arhiv Maje Vranjek

jih izpili v estetsko celoto kolekcij s prefinjeno rokodelsko realizacijo. Poleg vizualnih karakteristik je pri njenem delu zaznati izrazito razumevanje družbeno odgovornega konteksta mode, s čimer izkazuje mlado avtorico z izjemnim oblikovalskim potencialom.

**Maja Vranjek**, diplomantka Fakultete za dizajn na smeri Tekstilije in oblačila, je skozi vsa študijska leta izkazovala pridnost, predanost, zagnanost in željo po raziskovanju. V letu 2019 je na jesenskem Ljubljanskem tednu mode (LJFW) za svojo pleteno kolekcijo oblačil, ki jo je izdelala pod mentorstvom izr. prof. Metoda Črešnarja in višje pred. Martine Šušteršič, prejela pohvalo za perspektivno študentko 2. letnika. S svojimi tekstilnimi vzorci, ki jih je oblikovala pod mentorstvom doc. Jane Mršnik, je sodelovala na razstavi *Alpska modna industrija – Almira; Preteklost oblikuje sedanjost*, ki je bila do konca leta 2020 na ogled v Galeriji Šivčeva hiša Muzejev radovljjske občine v Radovljici ter na veliki tekstilni razstavi *BIEN 2020* v Kranju. Njena modularna prostorska tekstilija RoShade, ki jo je izdelala pod mentorstvom doc. Jane Mršnik, je bila uvrščena na razstavo izbranih del študentov Fakultete za dizajn *Ustvarjalni prepleti*, ki je bila do sredine septembra 2020 na ogled v Galeriji Društva likovnih umetnikov Ljubljane (DLUL) v Ljubljani, premierno pa je bila predstavljena v juniju 2020 na odmevni razstavi tekstilne ustvarjalnosti *BIEN 2020* v Kleti Mestne hiše Gorenjskega muzeja v Kranju. V svojem delu RoShade je Maja Vranjek za izhodišče uporabila avtorsko fotografijo detajla železniške kompozicije. Elemente fotografije je z likovnim raziskovanjem prevajala v ploskovne in prostorske elemente, pri

čemer so nastali kolekcija tekstilnih vzorcev za tisk ter sestavljivi prostorski gradniki. Modularne značilnosti železniške kompozicije, nizanje vagonov, zvoki kovinskih elementov, premikanje kretnic, ritmično zaporedje reber v tračnicah, ... se spretno odslikavajo in prepletajo v likovnih ritmičnih sodobnih, praktičnih in domiselnih prostorskih tekstilijah. Modularnost uporabniku omogoča, da ritme, velikost, namenskost in končno obliko kompozicije prilagodi svojim željam. Izdelek je primeren tako za javne kot zasebne prostore, kolekcija, ki je hkrati poklon 150. obletnici kranjske železnice, pa je rezultat premišljenega in poglobljenega pristopa k snovanju tekstilno-likovnega dela, razvita z občutkom in poslušom za potrebe sodobnega uporabnika. Za svoje delo RoShade je Maja Vranjek na Mesecu oblikovanja 2020 prejela nagrado Perspektivni, konec leta 2020 pa še priznanje Daljnogled Društva oblikovalcev Slovenije; omenjeno društvo ga podeljuje najboljšemu delu avtorja ali skupini, ki v času prijave dela še ni dopolnil trideset let. **Lan Krebs** je absolvent oblikovanja tekstilij in oblačil na Fakulteti za dizajn. Kot študenta ga odlikujejo izrazit talent, delovna vnema, želja po raziskovanju, discipliniranost in odgovornost. Študijskih projektov se loteva ambiciozno in vedno teži k doseganju rezultatov, ki presegajo zahteve študijskih nalog. Njegova dela zrcalijo pretanjen občutek za estetiko, likovno skladnost, občutljivost za detajle, natančnost tehnične izvedbe, s katerimi izhodiščno idejo izpili v visokokakovosten, zrel in uporaben izdelek. Vse naštetu pri tako mladem avtorju še posebej preseneča. Pestra paleta interesov in širina oblikovalskih kvaliteta Lana Krebsa se odražajo v opaženih delih, s katerimi se v

zadnjih letih uspešno predstavlja tako na področju oblikovanja oblačil kot tudi oblikovanja tekstilij in produktnega oblikovanja. V letu 2019 je sodeloval na Ljubljanskem tednu mode (LJFW), kjer je za kolekcijo oblačil prejel pohvalo za perspektivnega študenta 1. letnika Fakultete za dizajn. V letu 2020 je kot študent 2. letnika z več izdelki sodeloval na odmevni razstavi tekstilne ustvarjalnosti *BIEN 2020* v Kranju, kmalu zatem pa s kolekcijo pletenih oblačil še na razstavi *Alpska modna industrija – Almira; Preteklost oblikuje sedanost* v Galeriji Šivčeve hiše v Radovljici. S svojim izdelkom *Ginko*, ki ga je premierno predstavil na razstavi *Bien 2020* v Kranju, se je uvrstil še na razstavo izbranih del študentov Fakultete za dizajn *Ustvarjalni prepleti* v galeriji DLUL na Bregu v Ljubljani, v decembru pa je za isti izdelek prejel še priznanje Daljnogled Društva oblikovalcev Slovenije (DOS) za mladega oblikovalca do 30 let. Za svoje dosežke je na Fakulteti za dizajn v letu 2021 prejel še Rozmanovo pohvalo za najboljšega študenta 2. letnika smeri Tekstilije in oblačila.



Slika 3: Nagrajeno svetilo *Ginko* študenta Lana Krebsa, foto: Lan Krebs

Pripravile: izr. prof. dr. Damjana Celcar, doc. Jana Mršnik in izr. prof. Tanja Devetak



# KOTOfolio: Spletni portfolio Katedre za oblikovanje tekstilij in oblačil

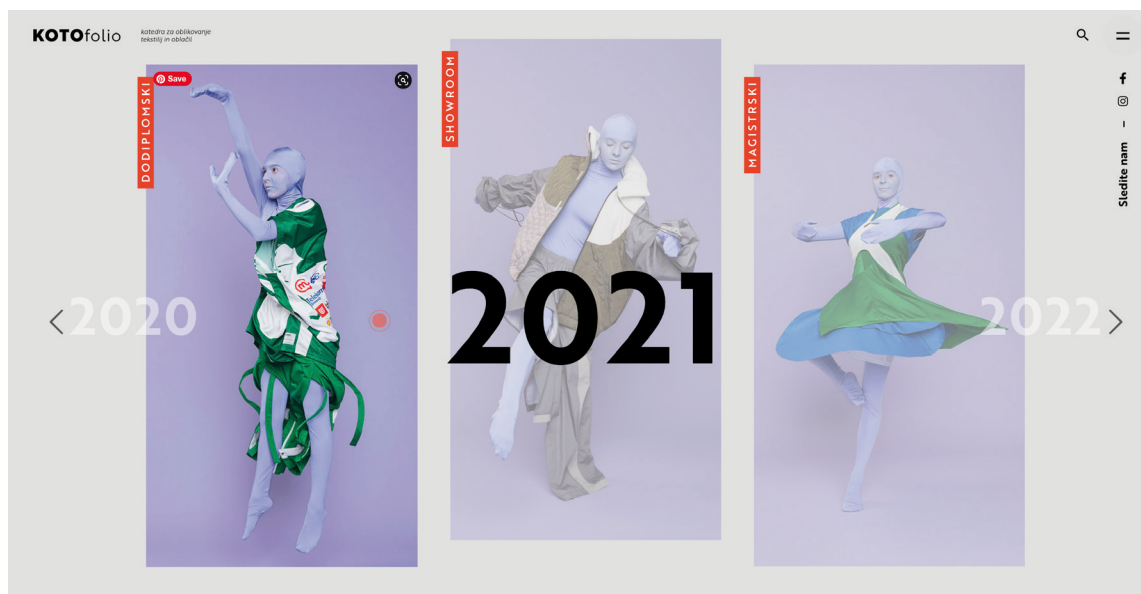
[www.kotofolio.si](http://www.kotofolio.si)

Izbruh pandemije v pričetku leta 2020 je močno vplival na modno industrijo, ki se je tako rekoč čez noč ustavila in spremenila življenje ljudi, ki na različnih segmentih delujejo v njeni verigi. Prav tako je močno vplivala na življenje prihodnje generacije oblikovalcev oblačil. Teoretični pouk in praktični študijski proces sta se preselila v spletne učilnice, kar je zahtevalo skoraj nemogoče prilagoditve. Izzivi, s katerimi smo se soočili tako pedagoški delavci kot študenti, so bili nepredstavljeni. Panogi, katere poglobitvi značilnosti sta taktilnost in materialnost, je bil onemogočen otip, pogled od blizu, 3-D zaznava v prostoru, na telesu.

Katedra za oblikovanje tekstilij in oblačil na Oddelku za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje Naravoslovnotehniške fakultete študentom vsako leto omogoči predstavitve najboljših projektov na različnih razstavah in modnih revijah, ki so izjemnega pomena za njihovo uveljavitev na slovenskih tleh in drugod. Ker jih je bilo v času epidemije nemogoče izpeljati, smo duhu časa, ki je zahteval

prilagoditve tudi v načinu predstavitev, ustvarili spletno platformo KOTOfolio. Sodobno oblikovana spletna stran širši javnosti predstavlja najbolj inovativne in relevantne študentske projekte v študijskih letih 2019/2020 in 2020/2021, obenem pa omogoča vpogled v izhodiščne koncepte, raziskovanja, razvoj idej in končne izdelke skozi fotografije in gibljive slike. Spletna platforma je uporabniku prijazna in razdeljena na tri poglobitvene segmente: dodiplomski študij, magistrski študij in »showroom«. Prva dva ločeno predstavljata dela študentov na prvi in drugi stopnji, ki so plod glavnih predmetov (Oblikovanje oblačil, Oblikovanje tekstilij) ter drugih podpornih in izbirnih predmetov (Modni stilizem, Modni dodatki, Tekstilni interier, Digitalno oblikovanje idr.), »showroom« pa je namenjen beleženju pomembnih aktivnosti, razstav, modnih revij, poletnih šol in drugih skupnih projektov katedre.

*Doc. Petja Zorec*



Spletni portfolio Katedre za oblikovanje tekstilij in oblačil je dostopen na naslovu [www.kotofolio.si](http://www.kotofolio.si).