



**Šolski center Novo mesto**  
**Višja strokovna šola**

# **STROKOVNJAK**

**zbornik strokovnih prispevkov**

številka 2, letnik II, leto 2018



## UVODNIK

Ob pripravi 1. številke zbornika smo si člani uredniškega odbora zadali cilj, da bomo vsako leto izdali novo številko, ki bo nastala v sodelovanju med študenti ter mentorji v šoli in v podjetju.

Strokovni prispevki v zborniku predstavljajo teme, ki teoretična izhodišča nadgradijo z raziskavo v podjetju. Ugotovitve in priporočila pogosto odgovarjajo na številne spremembe današnjega časa v gospodarstvu in storitveni dejavnosti.

Zahteve trga dela od poklicnih in strokovnih višjih šol terjajo drugačen pristop dela. Tudi priprava seminarских, diplomskih in raziskovalnih nalog je odgovor na to, saj prinaša drugačen način dela tako študenta kot mentorja. Mentorji od tradicionalne vloge prenašalca znanja preidejo v vlogo usmerjevalca, spodbujevalca ... V proces priprave, še zlasti praktičnega dela naloge, je vključeno tudi podjetje. Prav sodelovanje vseh sodelujočih in svetovanje ter usmerjanje študentovega dela pri ustvarjanju naloge zahteva timski pristop.

Predstavitev in reševanje problemov iz realne prakse v podjetjih prinaša zanimive prispevke, ki so v zborniku razdeljeni po poglavjih glede na strokovne programe, ki jih izvajamo na šoli: elektronika, informatika, kozmetika, lesarstvo, logistično inženirstvo, strojništvo, varstvo okolja in komunala. V prispevkih se odraža prepletenost teorije in prakse, kar je tudi izhodišče vseh višješolskih strokovnih programov; praktične raziskave pa pogosto prinašajo zanimive rešitve pri izboljšanju dela v podjetjih.

Vsem avtorjem se za opravljeno delo zahvaljujem, prav tako tudi članom uredniškega odbora za sodelovanje z avtorji pri izbiri in urejanju prispevkov, prav tako oblikovalki revije in gospodu ravnatelju za spodbudo. Prepričana sem, da bo soustvarjanje strokovnih prispevkov za zbornik Strokovnjak tudi v prihodnje izziv in priložnost za študente ter mentorje v šoli in podjetju za inovativen pristop pri predstavitvi aktualne strokovne tematike.

mag. Zvonka Krištof, urednica

## KAZALO

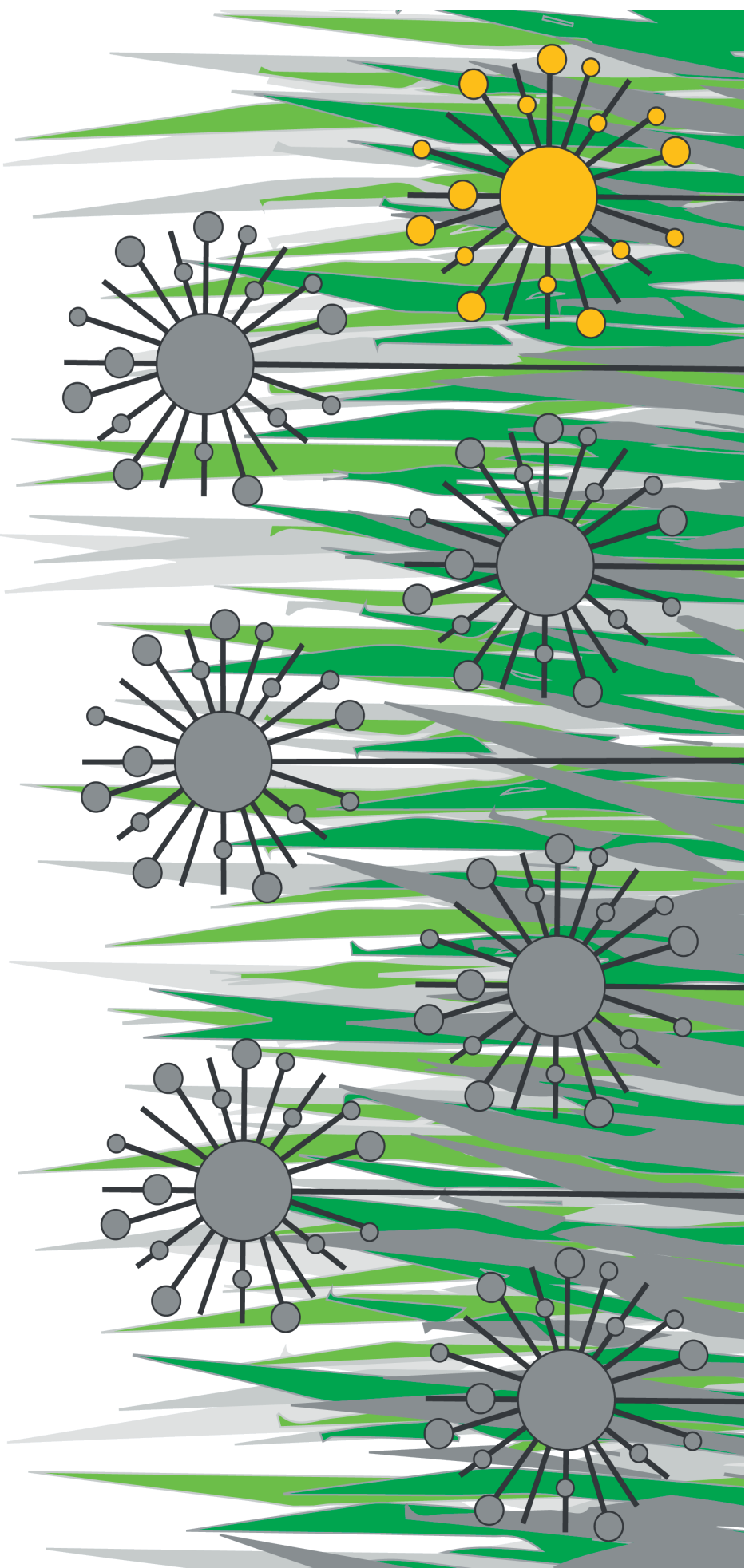
Program ELEKTRONIKA	David Franko, Matevž Čadonič: <b>Merjenje škodljivih visokofrekvenčnih tokov skozi ležaje motorjev</b>	1
	Aleš Kaplan, Matevž Čadonič: <b>Načrtovanje in izdelava valilnika jajc z Arduino platform</b>	5
	Andraž Pust, Matevž Čadonič: <b>Postavitev nove transformatorske postaje</b>	10
	Črt Omahen, dr. Mitja Veber: <b>Nadzorni sistem telekomunikacijskih naprav</b>	16
Program INFORMATIKA	Žiga Barbuč, mag. Janez Bauer: <b>Testiranje programske opreme</b>	23
	Jernej Erman, dr. Igor Korelič: <b>Predstavitev izdelave Java aplikacije z ogrodjem LibGDX</b>	29
	Denis Hribar, Davor Katanovič: <b>Uvedba tehnologij 3D tiska v podjetju</b>	32
	Andrej Tomažin, Gregor Mede: <b>IP video nadzorni sistem</b>	39
Program KOZMETIKA	Maša Čutuk, Barbara Stopar: <b>Ličenje skozi zgodovino</b>	47
	Tamara Mandelj, mag. Stanislav Matjaž Ferkolj: <b>Vpliv alternativne oblike prehranjevanja in telesnega gibanja na telesno sestavo</b>	53
	Aida Muminović, Mirjam Bauer: <b>Indijska antistresna masaža glave</b>	57
	Anja Stepan, Marjan Hočevar: <b>Mini beauty shop v kozmetičnem salonu</b>	61
Program LESARSTVO	Matej Bevc, Goran Delajković: <b>Problematika ročnega brušenja v proizvodnem procesu Podgorje d. o. o.</b>	67
	Dragotin Mrgole, Goran Delajković: <b>Izboljšava delovnega procesa s pretočnim CNC-strojem</b>	72
	Borut Pirc, Marko Vodopivec: <b>Inovativna zasnova kuhinje za počitniška vozila</b>	81
	Lovro Rozman, Marko Vodopivec: <b>Izdelava protipožarnih vrat in pridobitev certifikata (EI30)</b>	87



Program LOGISTICNO INŽENIRSTVO	Marko Birtič, mag. Marino Medeot: <b>Implementacija električnih vozil v transportni logistiki</b>	95
	Matjaž Miglič, mag. Štefan Novak: <b>Zagotavljanje zdravja z ergonomijo in preprečevanje poklicnih bolezní pri dolgotrajni uporabi vozila in pisarne</b>	101
	Osman Mušič, mag. Marino Medeot: <b>Implementacija viličarjev v logistične procese</b>	108
	Eva Škufca, Marjan Hočevar: <b>Varnost slovenskih in evropskih predorov v cestnem prometu</b>	114
Program STROJNIŠTVO	Pavel Bačar, mag. Tomaž Blatnik: <b>Ureditev vhoda robotske celice stranice L/D</b>	121
	Tine Jerman, Aleksander Vrščaj: <b>Konstruiranje naprave za obračanje gradbenih panelov</b>	129
	Klemen Kobe, Drago Simončič: <b>Optimizacija povezovalne letve posteljnega dna v avtodomu</b>	134
	Branko Novak, dr. Marica Prijanovič Tonkovič: <b>Optimizacija proizvodnega procesa izdelave melafilma</b>	139
Program VARSTVO OKOLJA IN KOMUNALA	Tadej Cimerman, Vlasta Medvešek Crnkovič: <b>Možnosti uporabe blata s centralne čistilne naprave Grosuplje</b>	149
	Denis Hren, dr. Jani Zore: <b>Uporaba odlagališnega plina na odlagališču Mala Mežekla</b>	153
	Matjaž Ostojič, Jožef Preskar: <b>Obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja v občinah na območju UE Novo mesto</b>	158
	Stane Penca, Goran Makar: <b>Popis točkovnih vtokov v reko Krko</b>	164
	Erika Novak, dr. Jani Zore: <b>Organizacija sistema varstva pred naravnimi nesrečami v občini Žužemberk</b>	169



# ELEKTRONIKA



# MERJENJE ŠKODLJIVIH VISOKOFREKVENČNIH TOKOV SKOZI LEŽAJE MOTORJEV

David Franko, Matevž Čadonič

*Škodljivi visokofrekvenčni tokovi lahko močno vplivajo na delovanje elektromotorja oziroma elektromotornega pogona. V zadnjih letih je bilo ugotovljeno, da lahko sodobni frekvenčni pretvorniki s svojimi hitro naraščajočimi napetostnimi impulzi in visokimi preklopnimi frekvencami povzročijo ponavljajoče tokovne impulze ter s tem močno vplivajo na delovanje elektromotornih pogonov. Ti visokofrekvenčni tokovi se zaradi parazitnih kapacitivnosti med statorjem in rotorjem prenašajo na gred motorja in se proti zemlji zaključujejo skozi ležaje. Preskušeno je bilo nekaj načinov priklopa frekvenčnega pretvornika in elektromotorja in ugotovljeno, ali je možno z ustrezno izvedbo priklopa zmanjšati vpliv visokofrekvenčnih tokov na ležaje motorja. Za vsak način priklopa frekvenčnega pretvornika so bile izvedene meritve. S primerjavo rezultatov meritev je bilo ugotovljeno, katera vezava je najprimernejša za priklope elektromotornih pogonov in njen vpliv na elektromagnetno združljivost.*

**Ključne besede: frekvenčni pretvornik, asinhronski motor, meritve, visokofrekvenčni tokovi**

## 1 UVOD

Na nekaterih novih napravah z elektromotornimi pogoni lahko kmalu pride do poškodb ležajev. Poškodbe povzročajo visokofrekvenčni tokovi frekvenčnega pretvornika, ki se zaključujejo skozi ležaje motorja. Vzrok je v tem, da sodobni frekvenčni pretvorniki s svojimi hitro naraščajočimi napetostnimi impulzi in visokimi preklopnimi frekvencami povzročijo ponavljajoče tokovne impulze, ki se zaradi parazitnih kapacitivnosti med statorjem in rotorjem prenašajo na gred motorja in proti zemlji zaključujejo skozi ležaje. Tu prihaja do tako imenovanih prebojev, kar ima za posledico poškodbe ležajev elektromotorja. [1]

Z meritvami bomo poskušali ugotoviti, kateri izmed nekaterih ukrepov v največji meri zmanjšajo visokofrekvenčne tokove skozi ležaje motorja in s tem zmanjšajo njihove poškodbe.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Elektromagnetna združljivost (EMC) je sposobnost komponente, naprave ali sistema, da zadovoljivo deluje v elektromagnetnem okolju, ne da bi pri tem vnašala nedopustne elektromagnetne motnje v okolje. Za neko električno komponento, napravo ali sistem lahko rečemo, da je elektromagnetno združljiva, če:

- med delovanjem ne moti drugih električnih komponent, naprav ali sistemov,
- ni dovzetna na emisije motenj drugih električnih komponent, naprav ali sistemov in
- ne moti sama sebe. [2]

Frekvenčni pretvornik nam v osnovi omogoča, da s spreminjanjem frekvence in napetosti spreminjamo hitrost vrtenja motorja. Izbira tipa frekvenčnega pretvornika je odvisna od aplikacije. Če želimo frekvenčni pretvornik uporabljati samo za mehki zagon, lahko izberemo osnovnejši model, medtem ko je za zahtevnejše aplikacije potrebno izbrati frekvenčni pretvornik z možnostjo vektorske regulacije in nadzorom večjega števila parametrov. Frekvenčni pretvorniki se med seboj razlikujejo po načinu montaže, moči in velikosti ter po načinu parametriranja. Nekateri frekvenčni pretvorniki podpirajo parametriranje lokalno s pomočjo tipkovnice na sami napravi ali pa preko vmesnika na osebnem računalniku.

Asinhronski motorji [3] so stroji majhnih in srednjih moči, ki spreminjajo električno energijo v mehansko. Njihove prednosti pred ostalimi vrstami motorjev so nizka cena, enostavna konstrukcija in zanesljivost med obratovanjem. Glavna sestavna dela motorja sta stator in rotor. Stator je sestavljen iz ohišja, ki je lahko iz silumina ali litega železa, ležajev, priključne omarice s priključno ploščico, ventilatorja, feromagnetnega jedra in trifaznega navitja, ki je nameščeno v utorih. Zaradi zmanjševanja izgub je jedro lamelirano. Rotor je enako kot stator lameliran, v njegove utore pa je vloženo navitje, speljano na drsne obroče (asinhronski motor z navitim rotojem) ali palice, ki se zaključujejo v obroču (asinhronski motor s kratkostično kletko). Statorska navitja trifaznih motorjev so med sabo premaknjena za  $120^\circ$  in so lahko vezana v zvezdo ali trikot, nanje pa priključimo trifazni sistem napetosti. Ta požene skozi navitja trifazni magnetilni tok, ki ustvari vrtilno magnetno polje, ki se vrti s sinhrono hitrostjo:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p}, \quad (1)$$

kjer je:

$f$  – frekvenca in

$p$  – število polovih parov.

Vrtilno magnetno polje seka navitje ali palice rotorja zaradi česar se v rotorju inducira napetost, ki požene tok in s tem ustvari silo, ki zavrti rotor v smeri vrtenja magnetnega polja. Ker je pogoj za inducirano napetost sekanje silnic magnetnega polja, se motor vrti malenkost počasneje kot magnetno polje, zaradi česar te vrste motorjev tudi imenujemo asinhronski motorji. Zaostajanje rotorja za magnetnim poljem imenujemo slip:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 \% \quad (2)$$

kjer je:

$n_s$  – sinhrona hitrost (1) in

$n$  – hitrost rotorja.

Da bi se izognili poškodbam ležajev zaradi škodljivih tokov (slika 1), je potrebno zagotoviti ustrezne ukrepe, ki v čim večji meri onemogočijo, da se ti tokovi vrnejo do frekvenčnega pretvornika preko ležajev motorja [1]:

- simetrični kabel,
- EMC zaključevanje motorskega kabla,
- preklopna frekvenca,
- vgradnja in povezovanje frekvenčnega pretvornika,
- ozemljevanje in izenačevanje potencialov postroja,
- induktivni filtri in
- dodatni ukrepi na elektromotorju.

Z uporabo simetričnih kablov dosežemo boljše nizko impedančno povezavo med motorjem in frekvenčnim pretvornikom kot s klasičnimi opletenimi kabli. S simetričnim razporedom zaščitnih in linijskih vodnikov se preprečuje pojav tokov v ležajih pri osnovni frekvenci 50 Hz. Da bi bil oplet kabla učinkovit pri visokih frekvencah, mora njegova prevodnost znašati vsaj 1/10 prevodnosti linijskih vodnikov.

Pri EMC zaključenem motorskem kablu s  $360^\circ$  zaključkom je obvezna uporaba EMC objemk in uvodnic.

Z uporabo IGBT tranzistorjev na izhodih frekvenčnih pretvornikov se je preklopna frekvenca povečala tudi do dvajsetkrat glede na preklopne frekvence izpred 10 let, s tem se je tudi oblika toka

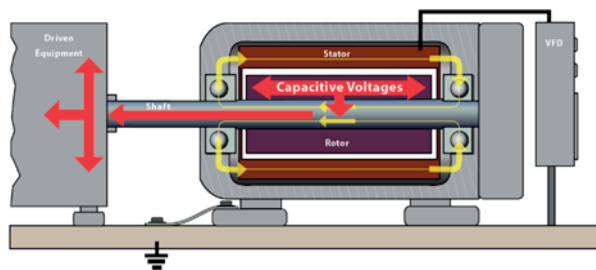
močno približala sinusni obliki. Z ustrezno nastavitvijo preklonpe frekvence lahko zmanjšamo višje harmonske tokove skozi ležaje motorja.

Pri vgradnji in povezovanju frekvenčnih pretvornikov je potrebno striktno upoštevati proizvajalčeva navodila za vgradnjo in priklop. Še posebej so pomembne razdalje med napajalnimi, motorskimi in krmilnimi kablji ter ozemljitev.

Pri izenačitvi potencialov je poleg zaščite uporabnikov pomembna tudi njihova učinkovitost pri višjih frekvencah.

Induktivni filtri v obliki feritnih obročev absorbirajo napetostne konice, s čimer učinkovito zmanjšujejo višje harmonske tokove.

Med dodatne ukrepe na elektromotorju spadajo npr. uporaba keramičnih ležajev ali/in drsni obročev na gredi motorja, s katerimi premostimo tok skozi ležaje.



Slika 1: Škodljivi tokovi skozi motor [3]

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

S pomočjo osciloskopa smo merili napetost na gredi elektromotorja. V primeru preboja smo dobili na osciloskopu viden impulz (slika 2). Nastavili smo ustrezno vrednost praga proženja (trigger) in nastavili en prehod žarka preko zaslona. Nastavitev časovne baze je bila 100  $\mu$ s, šteli smo pa število prebojev v 1 ms. Za vsako vezavo smo opravili 20 meritev pri stikalnih frekvencah 4 kHz in 6 kHz.



Slika 2: Primer preboja

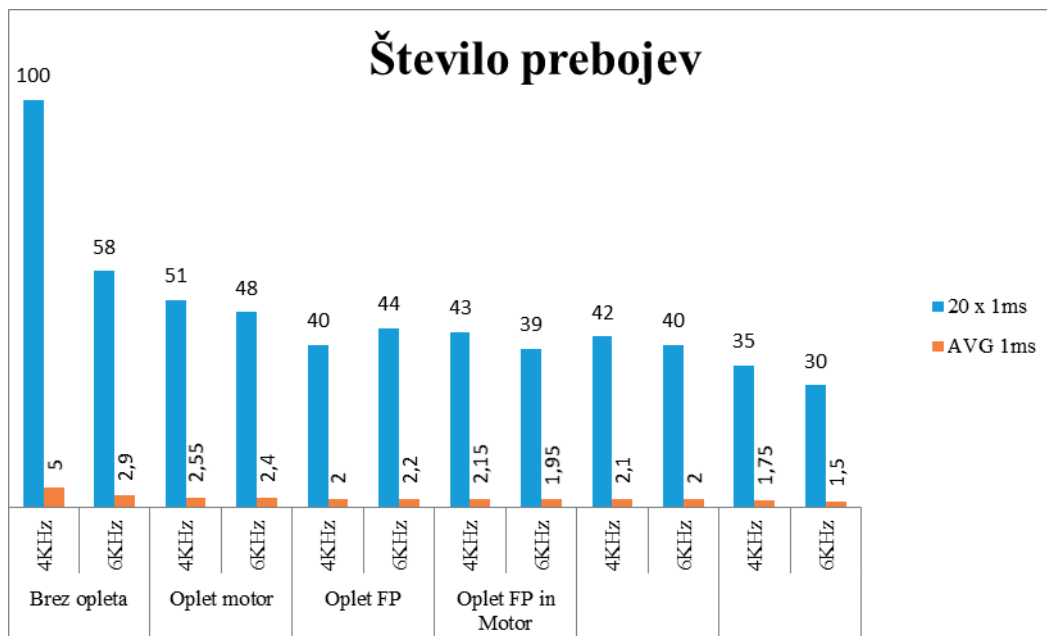
Za izvedbo meritev smo uporabili tri načine vezav elektromotorja in frekvenčnega pretvornika. Uporabljene vezave so najpogosteje uporabljane v praksi in nenazadnje tudi najučinkovitejše glede elektromagnetne združljivosti:

- uporaba opletene kabla s PVC uvodnicami,
- uporaba opletene kabla z EMC uvodnicami in
- uporaba simetričnega kabla z EMC uvodnicami.

### 4 REZULTATI

Pri uporabi opletene kabla s PVC uvodnicami smo oplet vezali enkrat na motor, enkrat na frekvenčni pretvornik in enkrat na motor ter frekvenčni pretvornik. Opravili smo tudi meritev pri nepriklopljenem opletu.

Rezultate (število prebojev) prikazuje graf 1.



Graf 1: Število prebojev pri različnih vezavah

## 5 ZAKLJUČEK

Pri meritvah smo ugotovili, kako pomembna je ustrezna in pravilna vezava vseh komponent ter kako velik vpliv ima na delovanje naprave in elektromagnetno združljivost. Potrebno je striktno upoštevanje navodil za elektromagnetno združljivost in navodila proizvajalcev komponent ter opreme. S tem lahko zagotovimo ustrezno in učinkovito delovanje naprave, hkrati pa preprečimo nastanek motenj in okvar.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Gipron, „Zaščita ležajev v modernih pogonskih sistemih,“ 8. 9. 2016. [Elektronski]. Available: <https://www.gipron.si/si/aktualno/zascita-lezajev-v-modernih-pogonskih-sistemih/>. [Poskus dostopa 2. 9. 2018].
- [2] Z. Njegovec, „Elektromagnetna združljivost,“ 2009. [Elektronski]. Available: <https://static.2014.gorenje.cc/files/default/corporate/Professional-contributions/2009/gib-1-2-2009.pdf>. [Poskus dostopa 4. 9. 2018]
- [3] Neznani avtor, „Električni stroji,“ [Elektronski]. Available: [http://lu-rogaska.si/cms/controls/warehousehandler.ashx?path=/Vsebina/E\\_gradiva/Elektrotehnik\\_energetik/661](http://lu-rogaska.si/cms/controls/warehousehandler.ashx?path=/Vsebina/E_gradiva/Elektrotehnik_energetik/661). [Poskus dostopa 4. 9. 2018].
- [4] Aegis, „Bearing Protection Handbook Ed. 3,“ 2016. [Elektronski]. Available: <https://ec.kamandirect.com/content/products/suppliers/downloads/aegis-bearing-protection-handbook.pdf>. [Poskus dostopa 2. 9. 2018].



# NAČRTOVANJE IN IZDELAVA VALILNIKA JAJC Z ARDUINO PLATFORMO

Aleš Kaplan, Matevž Čadonič

*V prispevku bosta prikazana načrtovanje in izdelava avtomatiziranega valilnika jajc s kontrolo ter avtomatsko regulacijo vlage in temperature v odvisnosti od časa. Izdelek temelji na mikrokrmilniku Atmel, programski ploščici Arduino UNO in perifernih napravah. Programski jezik za izdelavo kode je prilagojen razvojni ploščici Arduino, zato je izdelana koda, kjer so uporabljeni ukazi za mikrokrmilnik z naloženim zagonskim nalagalnikom. Avtomatizirana naprava ustvari idealne pogoje za uspešno inkubacijo različne perjadi. Naprava je sestavljena iz dveh delov, valilnika in elektronskega sklopa, s pomočjo katerega bomo spremljali postopek valjenja. Zasnova valilnika je izdelana iz 40 mm ekstrudiranega polistirena, katerega prednost je v dobri temperaturni izolativnosti, vodoodporni obstojnosti in možnosti obdelave. V valilnik bo montiran poseben mehanizem s servo motorjem za obračanje jajc, črpalka vode, zalogovnik z vodo, bazenček za vodo, senzor za merjenje temperature in vlage, žarnica s funkcijo grelnika ter ventilator. Elektronski sklop vsebuje potrebne komponente za delovanje valilnika in bo razdeljen na posamezne dele, ki predstavljajo funkcijo celote z napajalnim, programskim in regulacijskim delom. Za potrebe različnih napetosti bo uporabljen stabiliziran 12 V usmernik. Za napajanje komponent in mikrokrmilnika bodo izdelana vezja z napetostnimi regulatorji, s katerim dobimo potrebna napajanja za mikrokrmilnik in uporabljene komponente. Regulacija temperature in vlage bo izvedena z žarnico s funkcijo grelca in dodajanjem vode.*

**Ključne besede:** Arduino, mikrokrmilnik, C++, avtomatizacija, valilnik jajc

## 1 UVOD

Idejo za izdelavo valilnika lahko uresničimo z razvojno ploščico Arduino UNO ali katero drugo izvedbo Arduina. Dodajanje novih komponent ne bi smelo biti ovira za nove ideje in ne bi smelo omejevati pri novih različicah, ki bi jih bili primorani zamenjati. Razlika v razvojnih ploščicah je v mikrokrmilniku, ki je srce ploščice. Za potrebe tega projekta bo v osnovi zadostoval Atmelov ATmega328P s 14 digitalnimi priključki, za potrebe večjega števila vhodov bomo uporabili 8-bitno vhodno-izhodno razširitveno integrirano vezje PCF8574, ki s pomočjo vmesnika I2C razširi število digitalnih priključkov. Cilj projekta je izdelati popolnoma avtomatiziran in delujoč valilnik jajc za različno perjad. Na LCD zaslonu naj bo omogočeno spremljanje dogajanja v valilniku, s tipkovnico naj uporabnik izbere ustrezno vrsto perjadi, valilni postopki za posamezne perjadi pa bodo shranjeni v mikrokrmilniku. Pred sestavo kompletne elektronike bomo testirali delovanje vsakega modula posebej, da se izognemo težavam pri iskanju morebitnih napak v sestavljenem vezju.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Za priklop tipkovnice in LCD bosta uporabljena modula proizvajalcev WaveShare [1] in TronixLabs [2]. Oba temeljita na integriranem vezju PCF8574 [3], z namenom razširitve števila digitalnih priključkov preko vmesnika I2C. Z I2C modulom WaveShare bo uporabljena tipkovnica 4×4 z 8 povezavami, z I2C modulom TronixLabs pa tekstovni LCD s štirimi vrsticami po 20 znakov.

Meritev temperature bo izvedena s senzorjem DHT22, ki komunicira po vodilu 1-wire. Razpon merjenja temperature znaša od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  s točnostjo  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , relativne zračne vlage pa od 0 do 100 % s točnostjo  $\pm(2-5)\%$ . Meritev temperature in vlage se vrši vsaki 2 s oziroma po potrebi regulacije.



Meritev časa nam zagotavlja modul ure realnega časa RTC DS3231, ki komunicira preko vmesnika I2C. Prednost modula je v prikazu točnega časa, prikazom temperature modula oziroma vezja, obdelavi podatkov iz modula ter zaščite podatkov v primeru izgube električnega napajanja z lastnim napajanjem iz baterije CR2032. Vmesnik I2C deluje s frekvenco 400 kHz.

Za premikanje mehanizma nosilca jajc bo uporabljen servo motor Jamara Q7, ki zmore silo premikanja 7 kg/cm, kar bo zadostovalo za naš primer. Napajalna napetost je lahko v razponu 4,8–7,2 V, hitrost premikanja pa  $60^\circ$  v 0,14 s. Kot rotacije je omejen na  $200^\circ$ .

Za vklopljanje in izklopljanje naprav z večjim tokom oziroma napetostjo, kot jo zmore mikrokrmilnik, bomo uporabili štirikanalni relejski modul. Navitje relejev krmilimo z napetostjo 5 V in tokom do 20 mA in jih zato lahko krmilimo direktno z digitalnimi izhodi. Preklopni kontakti lahko preklaplajo do 10 A pri izmenični napetosti do 250 V ali enosmerni napetosti do 30 V.

V valilniku bo uporabljen tudi ventilator KD1204PFS2 z napajanjem brezkrtačnega motorja 12 V in tokovne porabe 90 mA, dimenzij  $40 \times 40$ . Največji pretok  $0,139 \text{ m}^3/\text{min}$  doseže pri vrtljajih  $5500 \text{ min}^{-1}$ . Ventilator omogoča tudi merjenje vrtljajev, ki pa ne bo uporabljeno.

Za črpanje vode med zalogovnikom in bazenčkom bo uporabljena 12 V peristaltična črpalka s sposobnostjo pretoka do 100 ml/min in možnostjo točnega doziranja.

Za grelec bo uporabljena žarnica z močjo 60 W nazivne napetosti 230 V.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Inkubacijska doba in dinamika temperature ter vlage je odvisna od vrste perjadi. Valilni postopki so prikazani v tabeli (tabela 1).

Tabela 1 : Valilni postopki [9]

Vrsta	Temperatura, v $^\circ\text{C}$		Vlaga, v %		Obračanje	
	Kokoš	1.–17. dan 18.–21. dan	37,8–38 37	1.–19. dan 20.–21. dan	55–60 80	1.–17. dan
Puran	1.–22. dan 23.–28. dan	37,5–37,8 37	1.–24. dan 24.–28. dan	60 80	1.–24. dan	štirikrat dnevno
Gos (od 10. dne dvakrat ohladiti do $22^\circ\text{C}$ )	1.–16. dan 17.–27. dan 28.–30. dan	37,5–37,8 37,3 36,5–37	1.–28. dan 30. dan	60 80	1.–25. dan	dvakrat dnevno za $120^\circ$
Raca (nema raca ima čas valjenja do 35 dni)	1.–22. dan 23.–28. dan	37,8 37–37,5	1.–22. dan 23.–28. dan	55–60 80	2.–22. dan	dvakrat dnevno za $180^\circ$

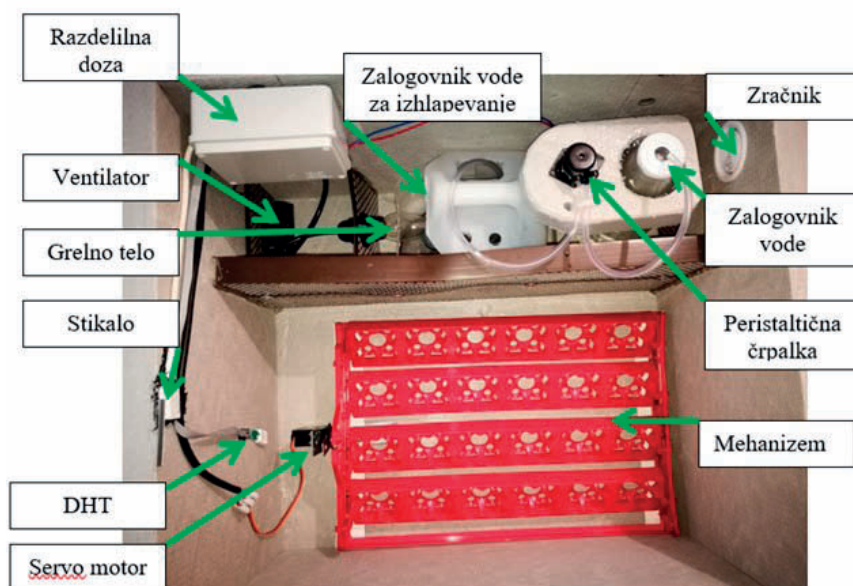
Procesorski del bo predstavljal mikrokrmilnik ATmega328P, ki ima za naše potrebe zadostno število vhodno-izhodnih priključkov. Za delo z mikrokrmilnikom bomo nanj naložili zagonski nalagalnik Arduina UNO in sicer z USB AVR-programatorjem USBtinyISP V20. Tako bo delo z mikrokrmilnikom identično delu z Arduinom, za programiranje mikrokrmilnika in komunikacijo z osebnim računalnikom bomo potrebovali USB/serijski pretvornik CH340, ki ga je bilo potrebno še modificirati za pravilno delovanje. Mikrokrmilnik sicer vsebuje interni 8 MHz oscilator, vendar bomo v izogib težavam z nastavitvijo časa in serijske komunikacije uporabili eksterni oscilator s kristalom in dvema kondenzatorjema 22 pF. Priklop perifernih naprav na mikrokrmilnik prikazuje tabela (tabela 2).

Tabela 2 : Priklop prefiernih naprav na mikrokrmilnik

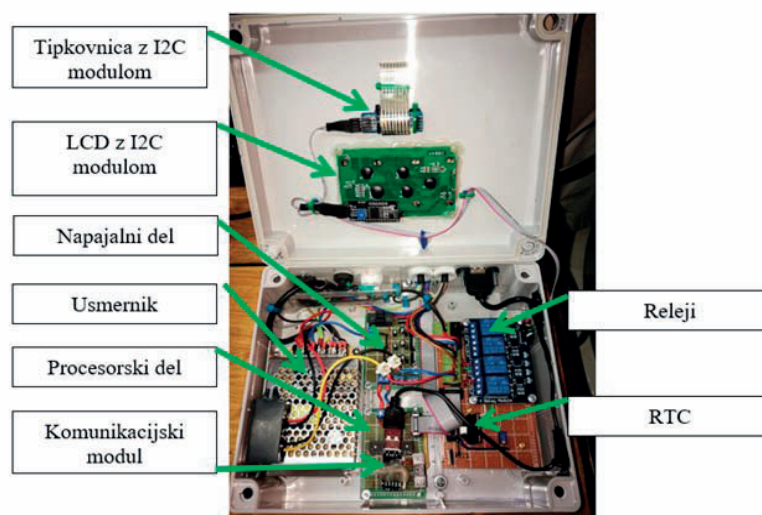
Vrata/bit	Funkcija	Vhod/izhod	Opomba
PD6	DI6/PWM	Izhod	Grelec
PD7	DI7	Izhod	Črpalka
PB0	DI8	Izhod	Ventilator
PC5	AI5/SCL	I2C	Vrata uporabljena za I2C-komunikacijo, priklop je izveden iz modulov ure realnega časa, tipkovnice in LCD zaslona
PC4	AI4/SDA	I2C	
PC0	AI0	Vhod	Tipka, kontrola zaprtosti vrat
PB5	DI13	Izhod	LED dioda, preverjanje delovanja procesorja
PB4	DI12	Izhod	Priklop servo motorja
PB1	DI9/PWM	Vhod	DHT/ merjenje temperature in vlage

Za izvor vseh potrebnih enosmernih napetosti bomo uporabili stabiliziran usmernik S-60-12, ki omogoča izhodno napetost 12 V (nastavljivo 11,5–12,5 V) in moč 60 W. Za napajanje 5 V komponent bodo usmerniku dodani še tri napetostni regulatorji L7805, katerim bodo dodani filtrirni kondenzatorji in diode za zaščito pred napačno polariteto.

Na slikah sta prikazana sestavljena komora valilnika (slika 1) in vgrajena elektronika (slika 2).



Slika 1: Komora valilnika



Slika 2: Elektronika valilnika

## 4 REZULTATI

Zaslon LCD, povezan preko modula TronixLabs [2], ima I2C naslov 0x3F. Uporabljena je knjižnica NewliquidCrystal\_1.3.4, ki vsebuje tudi vse potrebno za delovanje LCD zaslonov z I2C moduli. Za nazoren prikaz na zaslonu valilnika (slika 3) so bili izdelani tudi dodatni simboli za uro, datum, za prikaz temperature (termometer), stopinje in simbol za prikaz vlage (kapljica).



Slika 3: Primer uporabe lastnih znakov

Prikaz točnega časa je bil realiziran z RTC modulom DS3231. Uporabljena je bila knjižnica DS3232RTC, s katero lahko komuniciramo tudi z našim modulom DS3231. V kodi knjižnice so imena in kratice dni in mesecev prevedena v slovenščino. Za prikaz na LCD zaslonu smo zaradi boljše preglednosti in tudi manjše porabe prostora na samem zaslonu uporabili kratek zapis časa, dneva in datuma.

Za delo s senzorjem DHT22 smo izbrali knjižnico dht, različice v0.1.19. Senzor je priključen na digitalni priključek 9.

Razvojno okolje Arduina ima kar nekaj knjižnic že vgrajenih, med njimi je tudi knjižnica Servo, s pomočjo katere krmilimo delovanje servo motorjev, tako tistih z omejenim kot tudi neomejenim kotom zasuka. Naš servo motor je priključen na digitalni priključek 12, za premikanje mehanizma za obračanje jajc potrebujemo zasuk od 0 do 70°. Za obračanje servo motorja skrbi lastna uporabniška funkcija premikservo(), ki jo kličemo po potrebi glede na valilni postopek (Tabela 1).

Tipkovnica 4×4 je priključena preko I2C modula WaveShare [1] z I2C naslovom 0x3C, vrstice tipkovnice se nahajajo na priključkih 4 do 7 konektorja tipkovnice, stolpci pa na priključkih 0 do 3. Uporabljena je knjižnica Keypad\_I2C.

Za štetje časa je uporabljen časovnik 2 mikrokrmilnika, nastavljen na frekvenco 2 kHz, prekinitve časovne baze smo nastavili na sekundno natančnost.

Poleg že omenjene lastne uporabniške funkcije premikservo() smo izdelali tudi lastne funkcije meritev(), meritev(), regulacijat(), regulacijarh() za meritve in regulacijo temperature in relativne zračne vlage ter kokos(), puran(), raca() in gos() za valilne postopke teh perjadi.

Po vklopu valilnika se pojavi vstopni meni z besedilom »Inkubator za jajca«, ki se po 4 s izbriše in nato izpiše ter preveri delovanje DHT22 z ustrežno analizo. Po kontroli delovanja senzorja DHT22

se izpišejo čas, datum, dan v tednu in temperatura RTC modula. V glavnem meniju je določena izbira valjenja jajc štirih možnosti: kokoši, puranov, gosi in rac. Izbiro potrdimo z ustrezno številko pred imenom, s tipko C potrdimo izbor. Primer izbire programa omogoča vpogled delovanja črpalke z izpisom »Vlažim!«, delovanje grelca z »Gretim!«, izpis preostalih minut valjenja, stanje temperature in vlage, ime programa (vrsta perjadi) ter grafični prikaz poteka s pomikom za sekundo. Grafični prikaz smo uporabili za prikaz odprtosti vrat valilnika. V primeru, da so vrata valilnika odprta, se grafični prikaz poteka ustavi in prikazuje napako v delovanju valilnika. Na zaslon se prikažejo minute, ki se odštevajo vse do konca cikla valjenja. Valilnik samodejno uravnava temperaturo, vlago, preprihava valilnik s svežim zrakom in obrača jajca po vgrajenem postopku glede na izbrano vrsto perjadi. Valjenje lahko kadarkoli prekinemo s tipko A. S tem se postavimo na začetni meni na zaslonu. Valilnik se prav tako ustavi po izteku cikla valjenja, ustavi se regulacija in zaslon se postavi na začetni meni.

Za pravilno delovanje valilnika moramo poznati vse njegove karakteristike in tudi delovanje gretja, vlaženja, pretoka zraka in še kopico nepredvidenih dejavnikov. Osnovna veličina, ki jo moramo upoštevati, je velikost valilnika, ki vpliva na odzivnost regulacije. Za testiranje meritev temperature in zračne vlage smo uporabili dva merilnika HTC-1, s katerima smo preizkušali odziv temperature na maksimalno moč gretja. Nato je sledilo preizkušanje regulacije temperature in delovanje dvopoložajne regulacije, ki je bila uporabljena. Pokazalo se je, da se temperatura ne spreminja z večjim odstopanjem. Ravno tako ni bilo opaznega vpliva odpiranja valilnika na odstopanje temperature. Hkrati je potekalo tudi preizkušanje meritve in regulacije vlage, prvič brez vode in drugič z vlaženjem in brez dodajanja vode ter vklopom in izklopom grelca. Tu se je pojavilo večje odstopanje v primeru odpiranja valilnika. V valilniku je izvedeno tudi preprihovanje z ventilatorjem in s tem dovajanje svežega zraka. S tem vplivamo na klimatsko ravnovesje, zato moramo valilnik greti in vlažiti glede na izgubljeno toploto in vlago. Iz podatkov ventilatorja pretoka zraka skozi valilnik, podatkov zunanjih in notranjih parametrov temperature in vlage lahko izračunamo izgubo vlažnosti pri preprihovanju, s čimer dobimo količino vode, ki jo moramo dodati, da uravnovesimo klimo v valilniku. Izračun se je prikazal za natančen za pokrivanje izgub zaradi preprihovanja, za začetni zagon valilnika in doseganje pogojev vlage pa je potrebno večje doziranje vode. Preizkus delovanja z regulacijo temperature in vlage smo izpopolnjevali s preizkušanjem spreminjanja časa gretja in vlaženja ter časom vzorčenja podatkov. S prilagajanjem regulacije smo uspeli približati temperaturo na 0,3 °C natančno.

## 5 ZAKLJUČEK

S težavami smo se srečevali ves čas projekta. Preizkusili smo različne module s področja napajanja, »step-down« modulom, merilnih modulov, senzorjev, motorjev in treh izvedb Arduina. Na koncu je prevladala izvedba samo z mikrokrmilnikom ATmega 328P-PU, s katerim smo pridobili na prostoru in porabi električne energije. Rečemo lahko, da je bilo veliko večino časa porabljenega za programiranje. Izdelava kode za komunikacijo s perifernimi napravami ni tako zahtevna za razliko od uporabe časovnikov, prekinitvev in delovanje regulacije. Nove težave so se pojavile z zagonom valilnika, kjer so prišle do izraza motnje zaradi kablov in vezij. Kakorkoli, na koncu je bil ves trud poplačan z uspešnim delovanjem valilnika.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] WaveShare, „PCF8574 IO Expansion Board,“ [Elektronski]. Available: <https://www.waveshare.com/pcf8574-io-expansion-board.htm>. [Poskus dostopa 13. 6. 2018].
- [2] TronixLabs, „Serial I2C backpack for HD44780-compatible LCD modules,“ 2018. [Elektronski]. Available: <https://tronixlabs.com.au/display/lcd/serial-i2c-backpack-for-hd44780-compatible-lcd-modules-australia/>. [Poskus dostopa 13. 6. 2018].
- [3] Texas Instruments, „PCF8574 REmote 8-Bit I/O Expander for I2C Bus,“ 2015. [Elektronski]. Available: [www.ti.com/lit/ds/symlink/pcf8574.pdf](http://www.ti.com/lit/ds/symlink/pcf8574.pdf). [Poskus dostopa 13. 6. 2018].

# POSTAVITEV NOVE TRANSFORMATORSKE POSTAJE

Andraž Pust , Matevž Čadonič

*V prispevku je opisan postopek reševanja slabih napetostnih razmer. Prikazani so razlogi za slabe napetostne razmere, kako te vplivajo na odjemalce in kako jih zaznamo. Sledi razlaga poteka iskanja primernih rešitev in kako pridemo do ugodne rešitve. Opisan je tudi postopek načrtovanja in realizacije rešitve slabih napetostnih razmer, ki smo jih v našem primeru odpravili z izgradnjo nove transformatorske postaje in nizkonapetostnega voda ter voda srednje napetosti. Rezultati postavitve nove transformatorske postaje morajo izpolnjevati začetne cilje, ki si jih postavimo pred izdelavo projekta. Zato je potrebno dobro predvidevanje, ki je podprto z izračuni in ugotovitvami. Namen končanega projekta je bil, da območje, na katerem so se pojavile slabe napetostne razmere, oskrbimo z dobro elektroenergetsko infrastrukturo in posledično z dobro električno energijo.*

**Ključne besede:** transformatorska postaja, padec napetosti, dimenzioniranje vodov, ozemljitev

## 1 UVOD

V današnjih časih si življenja brez električne energije ne moremo predstavljati. Za zagotavljanje konstantne in uporabne električne energije do uporabnikov so potrebni izgradnja, nadzor in vzdrževanje elektroenergetskega omrežja. To delo izvajajo elektroenergetske družbe. Problemi se pojavijo ob različnih naravnih katastrofah, ko se elektroenergetska infrastruktura poškoduje ali uniči. Do pomanjkanja električne energije pride tudi takrat, ko dejanska poraba območja preseže napajalno zmogljivost določenega območja. Da je ta problem dovolj natančno opredeljen, se izvedejo meritve, s katerimi se ugotovi, na katerih območjih primanjkuje električne energije. V takšnih trenutkih se mora elektroenergetsko podjetje odločiti za primerno rešitev, ki največkrat pomeni izgradnjo nove elektroenergetske infrastrukture. S tem zagotovijo primerno električno energijo območju, ki je imel prej problem. Podjetje mora zato najprej izvesti ustrezne preračune, da ugotovi, kakšna bo najprimernejša rešitev. Ko se opredeli, kakšna bo ta rešitev, se začne pridobivati dovoljenja udeležencev, za spremembe elektroenergetskega omrežja oziroma dovoljenja za lokacije, na katerih se bo to nahajalo. Ko so pridobljena vsa dovoljenja in izdelani vsi načrti, se začne izgradnja nove infrastrukture. Po končanem delu se preveri delovanje in ustreznost infrastrukture. Šele nato se lahko ta infrastruktura poveže z elektroenergetskim sistemom. Po priključitvi se ustreznost še enkrat preveri.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Slabe napetostne razmere so se na območju dela omrežja pojavile zato, ker je odjem prebivalcev območja presegal zmogljivosti dovoda električne energije. Na to območje sta dovajala električno energijo dva dovoda, vendar se je s časoma pojavil prevelik padec napetosti. Dovoljen izračunan padec napetosti mora biti manjši ali enak 10 %. Na omenjenih dovodih je bil padec povečan na 11,1 % in 16,6 % kar je pomenilo, da je potrebno spremeniti napajanje. To je zapisano v standardih, po katerih delujejo elektroenergetska podjetja. Zagotoviti je namreč potrebno dovolj nizek padec napetosti, saj v nasprotnem primeru naprave, ki se napajajo z omrežno napetostjo, ne bi delovale ustrezno ali pa celo sploh ne. [1]



### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Da se lahko izbere primerna rešitev za omenjeno območje, je potrebno najprej preveriti možne rešitve. To se naredi tako, da se najprej pregleda območje problema, nato se pregledajo vsi dovodi električne energije. Naredijo se okvirni preračuni, da se zmanjša število različnih rešitev. Po tem se predvidi, koliko finančnih sredstev se lahko porabi za reševanje tega problema in se izbere najbolj optimalna rešitev od vseh možnih. Še enkrat se izvedejo okvirni preračuni, da se preveri, ali je res to primerna rešitev. Ko se naredijo okvirni preračuni, se ponovno pregleda področje in določi, kje bo postavljena nova infrastruktura. Ko se izdelajo okvirni načrti, se ti posredujejo odgovornim družbam in podjetjem, ki skrbijo za zaščito ali pa imajo v lasti zemljišča. Kajti za postavitev nove infrastrukture je potrebno pridobiti dovoljenja vseh teh družb in podjetji. Ko pridobimo vsa potrebna dovoljenja se izdelajo natančni preračuni, po katerih bo potem zgrajena nova infrastruktura. Izdelan projekt se še enkrat pošlje v pogled odgovornim družbam. Te projekt še enkrat potrdijo in nato se lahko prične z gradnjo nove elektroenergetske infrastrukture. Ko se ta izdelata, se jo temeljito pregleda in opravijo meritve. Meritve morajo ustrezati predpisom in morajo biti zelo podobne izračunanim vrednostim. Nato se lahko transformatorska postaja priklopi na že obstoječi elektroenergetski del. Po priklopu se preveri delovanje in opravijo se ponovne meritve. Ko tudi te meritve ustrezajo predpisom, je projekt narejen in zaključen. [1]

### 4 REZULTATI

Po ogledu obravnavanega območja je bila najbolj primerna rešitev postavitev nove transformatorske postaje. Ta rešitev je pa najbolj primerna zaradi pogojev okolice in prednosti, katere bo prinesla območju. Prvi pogoj okolice, ki je bil izpolnjen, je ta, da je lokacija zelo primerna, saj je dovolj oddaljena od stanovanjskih objektov in je na primerni razdalji od glavne ceste, ki omogoča lažje vzdrževanje. Lokacija je tudi zraven že obstoječega nizkonapetostnega voda ter v bližini srednjenapetostnega voda. Tako lokacija omogoča preprosto priključitev transformatorske postaje na elektroenergetsko omrežje. Nato smo idejo lokacije okvirno označili na načrtih in zemljevidih ter jih poslali odgovornim družbam in podjetjem. Lokacijo so potrdili in odobrili, da lahko začnemo izdelovati načrte in preračune za novo transformatorsko postajo in pripadajoče elektroenergetske vode.

Izvedel se je ponoven popis in meritev odjemalcev na območju, ki je bil izveden z  $n = 15$  enakovrednih trifaznih merilnih mest. To je pokazalo, da je povprečna moč odjemalca  $P_i = 5,4$  kW. Ocena konične enofazne moči je bila v velikosti  $P_k = 2,6$  kW. Ko so bili pridobljeni ti podatki, se je lahko začel natančnejši preračun.

Najprej je bilo potrebno narediti izračun faktorja istočasnosti:

$$f_i = \frac{P_k}{P_i}, \quad (1)$$

njegova vrednost je  $f_i = 0,48$ . Nato je bilo potrebno izvesti izračun faktorja prekrivanja:

$$f_p(n) = f_{p\infty} + (1 - f_{p\infty}) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

pri čemer smo za faktor prekrivanja za neskončno mnogo stanovanjskih enot vzeli vrednost  $f_{p\infty} = 0,2$ , kar je dalo vrednost faktorja prekrivanja  $f_p(15) = 0,407$ . Nato smo morali izračunati konično enofazno moč:

$$P_{kl} = f_p \cdot f_i \cdot P_i, \quad (3)$$

ki je  $P_{kl} = 1,063 \text{ kW}$ —z njo lahko izračunamo konično obtežbo transformatorja za število faz  $l_x = 3$ :

$$P_{ko} = l_x \cdot n \cdot P_{kl}, \quad (4)$$

ki je znašala  $P_{ko} = 48 \text{ kW}$ . S konično obtežbo transformatorja izračunamo minimalno nazivno moč novega transformatorja:

$$P_{tr} = \frac{P_{ko}}{\cos \varphi} \quad (5)$$

Kljub izračunani minimalni nazivni moči transformatorja  $P_{tr} = 50,5 \text{ kVA}$  smo se odločili, da se bo na mesto nove transformatorske postaje postavil transformator z nazivno močjo  $100 \text{ kVA}$ . Takšna odločitev je bila sprejeta zaradi dveh razlogov, in sicer je bil prvi razlog to, da bomo omogočili območju širjenje prebivalstva, saj ima to območje dobro prometno povezanost, drugi razlog pa je bil ta, da je v tistem območju odjemalec z večjim odjemom, ki potrebuje za delovanje podjetja. Izbira velikosti transformatorja nam je tudi omogočila izbiro in dimenzioniranje transformatorske postaje. V našem primeru smo se odločili za postavitev majhne kompaktne transformatorske postaje, narejene iz pločevine. Priključena je na  $20 \text{ kV}$  srednje napetosti in oddaja nizko napetost  $400 \text{ V}$ . V transformatorsko postajo je tudi mogoče vgraditi celici s srednjo ter nizko napetostjo.

Naslednja stvar, ki je bila potrebna, je bil načrt in dimenzioniranje priključka srednje napetosti. Ker je obstoječi vod srednje napetosti v podzemni obliki, je bilo smiselno tudi ta dovod izdelati v podzemni obliki. Vendar preden smo lahko načrt narisali in izdelali, smo morali narediti preračune, da bo odcep pravilno dimenzioniran. Najprej smo izračunali nadomestno upornost elektroenergetskega sistema:

$$Z_m = \frac{1,1 \cdot U^2}{P_k} \approx X_m, \quad (6)$$

ki je pri kratkostični moči  $P_k = 500 \text{ MVA}$  znašala  $Z_m = 0,88 \Omega$ . Vrednost kratkostičnega toka:

$$I_k = \frac{1,1 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{sk}}, \quad (7)$$

kjer je:

$$Z_{sk} = \sqrt{(\sum l_i \cdot R_{mi})^2 + (X_m + (\sum l_i \cdot X_{mi}))^2}, \quad (8)$$

znaša  $I_k = 2,12 \text{ kA}$ . Minimalni prerez dovodnega kabla:

$$S_{min} = \frac{k \cdot I_{k\text{ef}} \cdot \sqrt{t}}{100} \quad (9)$$

smo dobili  $S_{min} = 13 \text{ mm}^2$ . To pomeni, da morajo biti vsi kabli večji ali enaki temu prerezu. Ta pogoj je bil izpolnjen, saj je bil najmanjši prerez v vodu  $70 \text{ mm}^2$ . Vseeno se je do nove transformatorske postaje položil dovodni kabel s prerezom  $150 \text{ mm}^2$ . To je bilo storjeno zato, ker deluje del tega voda kot arterijski vod, kabel omenjenega prereza pa lahko prenese  $11,9 \text{ MVA}$  pri  $20 \text{ kV}$  napetosti. S tem smo zaključili preračune dovoda srednje napetosti, zato smo ga lahko natančno vrisali v načrte. Dodala so se tudi navodila izvedbe in kako je potrebno pravilno položiti kabel.

Nato smo morali preračunati še nizkonapetostne vode. Najprej so se obdelali podatki, ki so bili pridobljeni z meritvami na območju. Ti podatki so nam prikazali povprečno porabo, konično porabo in preko tega smo lahko predvideli faktor istočasnosti. Da bi lažje odpravili prekomerne padce napetosti na vodih in da bi omogočili območju širjenje, smo se odločili, da bomo izdelali tri nizkonapetostne izvode. Predno smo pričeli z izračunom padca napetosti, smo morali narediti okvirni

potek nizkonapetostnega voda. To smo storili zato, da smo dobili približke dolžin nizkonapetostnih vodov. Potem smo lahko izračunali padce napetosti v odstotkih:

$$\Delta u = \frac{10^5}{U^2} \sum (P \cdot Z \cdot l \cdot k) \quad (10)$$

kjer je:

- $P$  – enofazna moč na odseku,
- $Z$  – impedanca vodnika na kilometer dolžine,
- $l$  – dolžina zanke in
- $k$  – faktor induktivnosti.

Rezultati so pokazali, da je največji padec napetosti 8,3 %, kar zadostuje pogoju, da je največji dovoljen padec napetosti 10 %. Nato se je izračunal še dejanski tok po odsekih:

$$I_{dej} = \frac{10^3 \cdot P}{U \cdot \cos \varphi} \quad (11)$$

impedanca transformatorja:

$$Z_t = \frac{3 \cdot 10^{-5} \cdot U^2 \cdot w_k}{P_n} \quad (12)$$

in impedance vodov:

$$Z_{voda} = 10^{-3} \cdot \sum (Z \cdot l \cdot k) \quad (13)$$

Impedanci smo potrebovali za izračun kratkostičnih tokov na koncu vodov:

$$I_k = \frac{U}{Z_{voda} + Z_t} \quad (14)$$

ki so nam omogočili dimenzionirati varovalne sisteme. Izpolniti je bilo potrebno nekaj pogojev, ki so zapisani v zadevnih standardih. Ti pogoji so bili, da mora biti:

- dejanski tok manjši od dopustnega toka,
- dejanski tok manjši od nazivnega toka varovalk,
- nazivni tok varovalk manjši od dopustnega toka,
- kratkostični tok 2,5 krat večji od nazivnega toka varovalk in
- čas izklopa izbrane varovalke manjši od 5 sekund.

Ker so bili vsi ti pogoji izpolnjeni, smo lahko vrisali potek nizkonapetostnih vodov in pripravili navodila za njihovo izgradnjo, ki so bila priložena načrtu. Rezultati vseh izračunov so prikazani v tabeli (tabela 1).



Tabela 1: Rezultati izračunov nizkonapetostnega dela omrežja [1]

Tabela za izračun nizkonapetostnega omrežja po postavitvi nove transformatorske postaje																																							
Transformator			Uk (%)	Pn (kVA)	Zt (Ω)	Un (V)		cos φ																															
			4%	100	0,06	230		0,95																															
Zaporedna številka izvoda	Število odjemalcev	Zaporedna številka dojemalca	Dožina (m)	Varovalka I <sub>ovar</sub> (A)	Število elektromotorjev	P <sub>el</sub> (kW)	k	Z (Ω/km)	Z <sub>meda</sub> (Ω)	I <sub>max</sub> (A)	I <sub>obj</sub> (A)	Δu (%)	I <sub>sk</sub> (A)	f <sub>sk</sub> (s)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	I <sub>skp</sub> (kA)	f <sub>ms1</sub> (kW)	P <sub>ms</sub> (kW)	P <sub>i</sub> (kW)	P <sub>b</sub> (kW)	f <sub>i</sub>	f <sub>m</sub>	f <sub>s</sub>	f <sub>g</sub>	P <sub>k1</sub> (kW)	P <sub>k2</sub> (kW)	P <sub>kmax</sub> (kW)	
1	4	1	124	50	0	1,1	1,03	1,6	0,4	138	5	1,7%	491	0,1	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,5	1,7	0,31	0,2	0,2	0,6	1	4,1	4,1
		2	16	50	0	1,1	1,02	16,5	0,54	83	5	2,3%	384	0,4	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,5	1,7	0,31	0,2	0,2	0,6	1	4,1	4,1	
		3	52	50	0	0,9	1,03	5,3	0,57	130	4	2,3%	365	0,4	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,5	1,7	0,31	0,2	0,2	0,6	1	4,1	4,1	
		4	24	50	0	1,1	1,03	12,3	0,61	130	5	1,2%	343	0,6	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,5	1,7	0,31	0,2	0,2	0,6	1	4,1	4,1	
3	10	1	24	50	0	1,7	1,03	14,6	0,72	130	8	2,3%	292	1,4	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,8	1,7	0,3	0,2	0,3	1	1,7	1,7	1,7	
		1	37	63	0	1,1	1,03	2,5	0,19	130	5	2,4%	920	0	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
		2	10	63	0	1,5	1,01	9,4	0,19	64	7	3,0%	903	0	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
		3	83	63	0	0,9	1,03	3,9	0,66	130	4	7,8%	316	3,4	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
		4	33	35	0	1,1	1,03	8,4	0,57	130	5	7,7%	361	0,1	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
		5	85	35	0	1,1	1,05	3,4	0,6	179	13	8,0%	349	0,1	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
		6	32	35	0	0,9	1,03	9,9	0,65	130	4	8,1%	321	0,2	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
		7	49	35	0	0,9	1,03	6,7	0,68	130	4	8,2%	308	0,3	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
		8	18	63	0	1,1	1,03	12,9	0,48	135	5	7,1%	424	0,8	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
		9	37	63	0	0,9	1,03	7,5	0,57	138	4	7,3%	362	2	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10	
10	95	63	0	0,9	1,03	3,5	0,69	130	4	7,5%	305	3,6	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	0	0	0	5,4	2,2	0,41	0,2	0,19	0,45	1	10	10			

Naslednja in zadnja stvar, ki je bila potrebna pred izgradnjo infrastrukture, je bila dimenzionirati in narediti načrte za ozemljitvene sisteme. Ti so zelo pomemben del pri delovanju zaščit in morajo biti izvedeni popolno. Ker ima razklopna transformatorska postaja nevtralno točko povezano z zemljo z nizkoohmskim uporom, je kratkostični tok omejen na 150 A. Poleg tega so vsi nevtralni vodniki nizkonapetostnih izvodov iz transformatorske postaje ozemljeni več kot enkrat. Zato vrednost združene ozemljitve transformatorske postaje ne sme presegati 2,7 Ω. Ker je bila izmerjena specifična upornost tal na območju nove transformatorske postaje 164,3 Ωm, smo se odločili, da bomo okoli nove transformatorske postaje in novega A droga, ki omogoča nizkonapetostne vode preprosto povezati z odjemalci, vkopali valjanec iz pocinkanega železa. Odločili smo se, da bomo položili tri obroče okoli obeh objektov. Prvi obroč je vkopan na globini 0,2 m in z dolžino 7,8 m, drugi obroč je vkopan na globini 0,6 m z dolžino 10,9 m in tretji obroč je vkopan na globini 1 m in z dolžino 17,2 m. Vsi obroči so med seboj tudi povezani s trakovi, ki so narejeni iz valjanca iz pocinkanega železa. Pri A drogu so se ozemljili tudi prenapetostni odvodniki, kateri so bili dimenzionirani po standardu za nizkonapetostne vode. To smo vrisali v načrte in zraven njih priložili navodilo o postavitvi. Po končanem procesu izgradnje so se opravile meritve in naredili preračuni, da je upornost tal dovolj nizka. Za transformatorsko postajo je:

$$R_{TP} = \frac{1}{\frac{1}{R_{oTP} + R_{kTP1} + R_{kTP2}} + \frac{1}{R_{oA} + R_{kA1} + R_{kA2}}} \quad (15)$$

Izračunana upornost ozemljitve je  $R_{TP} = 2,65 \Omega$  in je za 0,05 Ω manjša od največje dovoljene za transformatorsko postajo. Preverjanje ozemljitve prenapetostnih odvodnikov je bilo izvedeno z meritvami A droga, ki smo jih vstavili v:

$$R_{ANN} = \frac{1}{\frac{1}{R_{oANN} + R_{kANN1} + R_{kANN2} + 17,6 \Omega}} \quad (16)$$

kar je prineslo rezultat  $R_{ANN} = 3,74 \Omega$ , ki je še v dovoljenem območju za nizkonapetostne odvodnike, saj je maksimalna dovoljena upornost 5 Ω.

[1], [2], [3]

Ko so bila vsa dela končana, so se ponovno izvedle meritve, ki so potrdile preračune, in pokazale, da je nova infrastruktura primerna za uporabo. Potem smo novo transformatorsko postajo priključili na omrežje in preventivno še enkrat opravili meritve. Rezultati se niso spremenili, kar smo tudi pričakovali. Tako smo lahko zaključili projekt.

## 5 ZAKLJUČEK

Postavitev nove elektroenergetske infrastrukture je zahteven projekt. Takšni projekti so zahtevni zato, ker je, kot smo videli v prispevku, najprej potrebno pridobiti ogromno potrdil in pooblastil, da sploh lahko pričnemo z načrtovanjem. Poleg tega pri načrtovanju ne smemo narediti napak, saj bi nas lahko vsaka manjša napaka zaustavila zaradi finančnih ali pa terenskih ovir. Tudi če so vsi preračuni natančni in imamo pridobljena vsa dovoljenja, je še vedno možnost, da se zgodi nekaj, kar ni bilo načrtovano. Pri celotnem delu je pomembno, da se načrt in dejansko delo popolnoma ujemata. Da je verjetnost ujemanja čim večja, je potrebno zelo dobro in natančno predvidevanje. To predvidevanje pa mora biti vedno podprto s preračuni ali ugotovitvami. Na srečo se je v tem primeru postavitve transformatorske postaje izšlo vse dobro.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Elektro Ljubljana d.d., DE Trbovlje, TP Podklanec s SN KB in vključitvijo v NNO, Trbovlje, 2017.
- [2] Elektro Ljubljana d.d., DE Trbovlje, Interno gradivo podjetja.
- [3] B. Lilija, Projektiranje električnih inštalacij: tehnični izračuni, Ljubljana: Viharnik, 2003.

# NADZORNI SISTEM TELEKOMUNIKACIJSKIH NAPRAV

Črt Omahen, dr. Mitja Veber

*V članku je predstavljena nadgradnja nadzornega sistema za preverjanje delovanja telekomunikacijskih naprav v srednje velikem podjetju. Opisane so zahteve, ki so morale biti upoštevane ob nadgradnji, proces izbire najbolj primerne nadzornega sistema in njegova implementacija.*

*Pred implementacijo končne rešitve je bil izveden podroben in natančen popis vseh telekomunikacijskih naprav in povezav med njimi ter izris pregledne sheme omrežja. Sledilo je iskanje najbolj primerne programske opreme za spremljanje delovanja sistema, njena izbira in preizkušanje.*

*Izmed mnogih nadzornih sistemov smo po tehtnem razmisleku in natančnem preučevanju izpopolnjevanja zahtev v ožji krog izbora uvrstili tri nadzorne sisteme. Najbolj so nas prepričali nadzorni sistemi OpManager, Nagios in The Dude. Za vsakega izmed njih smo pridobili brezplačno testno licenco in izvedli poskusno namestitev za obstoječ telekomunikacijski sistem.*

*Nadzorni sistem The Dude je bil enostaven za namestitev in uporabo. Zelo sta nam bila všeč grafični prikaz zasedenosti povezav med napravami in sposobnost avtomatskega alarmiranja ob mejnih vrednostih, ki jih lahko sami nastavimo. Vse našete lastnosti, še najbolj pa ta, da je nadzorni sistem The Dude z vsemi razširitvenimi moduli popolnoma brezplačen, so nas prepričale, da je pravi za naš novi enotni nadzorni sistem.*

*Z implementacijo novega nadzornega sistema se je nivo in ažurnost informiranosti sistemskih administratorjev o napakah in izpadih dvignili na višjo raven. Posodobili smo popise telekomunikacijskih naprav in sheme povezav. Časi izpadov in časi za odpravo napak so se bistveno zmanjšali.*

**Ključne besede: telekomunikacijske naprave, nadzorni sistem, sistemska administracija, dostopnost, The Dude**

## 1 UVOD

Zahteve po vedno dostopnih internetnih povezavah, spletnih aplikacijah in storitvah nenehno rastejo, zaradi česar je spremljanje razpoložljivosti omrežja temeljna osnova za sodobne telekomunikacijske (TK) centre. Nadzorni sistemi imajo v informacijsko-komunikacijski tehnologiji zaradi velike količine naprav v sistemih in zahtev po visoki razpoložljivosti velik pomen. S preglednostjo in nazornostjo zagotavljajo visoko razpoložljivost TK sistemov ter dober pregled nad TK napravami. Kakovostni nadzorni sistemi lahko v navezi z usposobljenimi administratorji preprečijo delen ali pa popoln izpad storitve, ob morebitnih napakah pa se potencialna škoda hitreje omeji, napake pa odpravijo.

Osnovni cilj dela, ki ga želiva predstaviti, je vpeljava nove aplikacije za nadzor TK naprav, ki administratorjem omogoča lažje in hitrejše odkrivanje napak. S tem se čas od odkritja napake do rešitve problema bistveno zmanjša, poveča se čas razpoložljivosti telekomunikacijskih naprav in zmanjša število nevšečnosti ob dolgotrajnih reševanjih izpadov. Za vpeljavo nadzorne aplikacije je potrebno izvesti podroben in natančen popis TK naprav in povezav med njimi ter izrisati pregledno shemo širokopasovnega in lokalnega omrežja. Ob napakah ali izpadih naprav je iz nje možno razbrati, na katere uporabnike in ostale naprave ima nedelujoča naprava vpliv. Naveden popis je vmesni cilj, ki ga je potrebno doseči za posodobitev sistema. Končni cilj je obveščanje administratorjev (alarmiranje) o napakah in izpadih prek e-pošte, saj se na ta način informiranost

administratorjev postavi na visoko raven. Veliko lažje in bolj uporabno je ob napakah prejeti SMS sporočilo ali e-pošto, kot pa ves čas spremljati samo nadzorno aplikacijo.

Omrežje v podjetju sestoji iz hrbteničnega omrežja oziroma širokopasovnega omrežja (wide area network – WAN) in lokalnih omrežij (local area network – LAN). Naloga obstoječih sistemov je nudenje storitev govorne in podatkovne komunikacije končnim odjemalcem storitev. Prenosni medij omrežja so optični kabelski sistemi in neoklopljene sukane parice. Naprave znotraj omrežja so tretjenivojska stikala, ki skrbijo za usmerjanje paketov in povezav med LAN omrežji, drugonivojska stikala, ki skrbijo za povezanost končnih uporabnikov s storitvijo, usmerjevalniki, ki so v veliki večini namenjeni za oddaljene dostope, brezžične dostopne točke, telefonske centrale, telekomunikacijske omarice in sistemi za zagotavljanje brezprekinitvenega napajanja.

Pred pričetkom dela se je za nadzor obstoječega omrežja uporabljalo več aplikacij. Nobena izmed njih ni nudila pregleda nad vsemi napravami. Podatki o obstoječih napravah niso bili točni, zato so bile obstoječe aplikacije nezanesljive. Nobena izmed uporabljenih nadzornih aplikacij ni bila uporabniku prijazna, saj je bilo upravljanje s podatki zelo zamudno in zahtevno. Za eno izmed aplikacij je bilo potrebno za vsako dodano napravo v nadzornem sistemu plačevati licenčnino. Nobena od trenutnih aplikacij ni podpirala večnivojskega alarmiranja glede na prioriteto napak. Ob izpadih in napakah ni bilo vzpostavljeno javljanje administratorjem, zato so se napake odkrivale pozno, kar je povzročalo občasno nezadovoljstvo strank, nedelovanje različnih sistemov, kršenje pogodb o dosegljivosti storitev in celo enostranske prekinitve pogodb ter posledično upad ugleda podjetja.

Metode dela obsegajo sistematičen popis telekomunikacijskih naprav, njihovih povezav in namembnosti, pregled aplikacij za spremljanje delovanja TK naprav, izbiro in preizkus delovanja ožjega nabora aplikacij ter izvedbo končne rešitve.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Za zbiranje statističnih podatkov, kreiranje alarmov, generiranje poročil in prikazovanje alarmov se večina nadzornih sistemov zanaša na simple network management protocol (SNMP). Ker je protokol SNMP tako rekoč standard za spremljanje zdravja omrežnih naprav, so SNMP agenti v veliki večini že implementirani v infrastrukturne naprave, namenjene za komercialno rabo. To vključuje naprave, kot so usmerjevalniki, stikala, brezžični usmerjevalniki, sistemi brezprekinitvenega napajanja, osebni računalniki, strežniki, tiskalniki in še mnogi drugi. Prav zato je SNMP osnovni protokol, ki se uporablja za nadzor in upravljanje velikih, raznovrstnih in neenotnih omrežij, sestavljenih iz naprav različnih proizvajalcev, saj omogoča nadzor in upravljanje celotnega omrežja z uporabo enotnega nadzornega sistema. V kolikor nadzorni sistem ne deluje na osnovi SNMP protokola, je potrebno preveriti njegovo kompatibilnost s protokoli različnih naprav drugih proizvajalcev, saj nas lahko tak nadzorni sistem priklene le na določenega proizvajalca. [1]

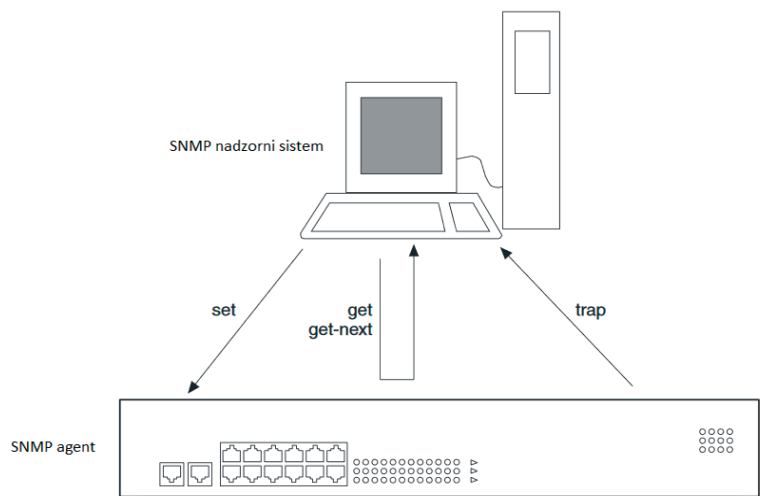
Za uspešno delovanje SNMP protokola potrebujemo v splošnem tri glavne komponente.

- Upravljanje naprave – vse so omrežne naprave. Te vsebujejo SNMP agenta in podpirajo SNMP protokol.
- Agenti, ki je del programske opreme in se nahaja na upravljani napravi. Odgovoren je za prejemanje navodil nadzornega sistema in zbiranje informacij stanja upravljane naprave ter posredovanje teh informacij nazaj nadzornemu sistemu.
- Nadzorni sistem, ki je centraliziran sistem in nadzira ter upravlja upravljane naprave.

Nadzorni sistem opravlja več nalog.

- Pridobi vrednost (GET Request). Nadzorni sistem zahteva informacijo od agenta, kot na primer, koliko uporabnikov je vpisanih ali pa status kritičnega procesa na napravi. Agent dobi zahtevo in vrne zahtevano informacijo nadzornemu sistemu.
- Izda zahtevo za pridobitev naslednje vrednosti v tabeli ali seznamu vrednosti v nadzornem sistemu (GET-NEXT Request).
- Spremeni nastavitve na agentu (SET Request).
- Sprejema pasti agenta (TRAPS). Pasti so sporočila agenta, ki lahko prikazujejo težave naprav ali prekoračitve vnaprej določenih omejitvenih pragov. Pasti se konfigurira na nadzornem sistemu. [1]

Na sliki 1 lahko vidimo prikaz komuniciranja SNMP agenta in nadzornega sistema.



Slika 1. Komunikacija med SNMP agentom in nadzornim sistemom [2]

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Eksperimentalni del je obsegal v grobem deset korakov za implementacijo novega nadzornega sistema:

- načrtovanje,
- definiranje funkcionalnih zahtev za nov nadzorni sistem,
- izbira nadzornega sistema,
- priprava okolja za nadzorni sistem,
- zmanjšanje varnostnih tveganj,
- popis TK naprav,
- postavitve novega nadzornega sistema,
- nastavitve TK naprav,
- nastavitve klienta nadzornega sistema in vpis TK naprav,
- izris sheme omrežja in
- nastavitve obveščanja prek e-pošte.

#### Definiranje funkcionalnih zahtev

Na podlagi popisanega obstoječega WAN in LAN omrežja, finančnega vidika, smernic podjetja ter prioriteta pri nadzoru in vodenju omrežja smo prišli do določenih zahtev pred samo implementacijo

novega nadzornega sistema. Te zahteve morajo biti v veliki meri izpolnjene, da se bo zadovoljilo potrebam uspešnega in preglednega nadzora TK sistema ter izboljšalo zadovoljstvo uporabnikov storitev in administratorjev nadzornega sistema.

### **Izbira nadzornega sistema**

Nadzornih sistemov je zelo veliko, vsak izmed njih pa ima svoje prednosti in slabosti, zato je bilo potrebno izbrati takšnega, ki je pokrival največ zahtev za nadzor obstoječega TK omrežja. Izmed mnogih nadzornih sistemov smo po tehtnem razmisleku in natančnem preučevanju izpopolnjevanja zahtev v ožji krog izbora uvrstili tri nadzorne sisteme. Najbolj so nas prepričali nadzorni sistemi OpManager, Nagios in The Dude. Za vsakega izmed njih smo pridobili brezplačno testno licenco in izvedli testno implementacijo v obstoječ TK sistem. Na podlagi preizkušanja smo izbrali nadzorni sistem The Dude, ker je bil enostaven za namestitev in uporabo. Strežnik nadzornega sistema se lahko izvaja v ozadju računalnika, komunikacija s strežnikom pa poteka z ločenim uporabniškim programom. Zelo sta nam bila všeč grafični prikaz zasedenosti povezav med napravami in sposobnost avtomatskega alarmiranja ob vrednostih, ki jih lahko sami določimo. Nadzorna plošča je nazorna in pregledna, njena pomanjkljivost pa je, da je ni mogoče modificirati našim željam in potrebam. Nadzorni sistem nam nudi veliko brezplačnih razširitvenih modulov. Všeč so nam bila poročila, ki nam jih nadzorni sistem The Dude avtomatično izpiše in jih lahko celo modificiramo, da bolje zadostimo našim in uporabnikovim zahtevam. Poleg vsega navedenega je nadzorni sistem The Dude z vsemi razširitvenimi moduli popolnoma brezplačen.

### **Priprava okolja za nadzorni sistem**

Nadzorni sistem The Dude je zelo nezahtevna aplikacija. V našem primeru deluje na operacijskem sistemu Microsoft Windows 7. Za evidentiranje točnega časa potrebuje sinhronizirano uro. Nadzorni sistem The Dude za delovanje ne potrebuje veliko prostega mesta na trdem disku, saj za nadzor do 300 naprav zasede le 250 megabajtov.

### **Zmanjšanje varnostnih tveganj**

Sistem smo logično razdelil v funkcionalne skupine in raziskali, saj morajo biti ti sistemi zaščiteni. Večina TK naprav ima fiksni dostopni račun, ki je dodeljen več uporabnikom. To otežuje sledenje, kateri uporabnik je dostopal do sistema in kaj je spreminjal. Prav zaradi tega smo ustvarili unikatne uporabniške račune za vsakega uporabnika posebej na vseh TK napravah in v nadzornem sistemu. Vsak uporabnik ima dodeljeno tudi uporabniško prioriteto, ki omeji in določi, kaj lahko uporabnik na sistemu počne. Dostop do naprav je omejen, saj je vpisana varnostna politika za dostop le določenim napravam iz natančno določenega omrežja. Aplikacija avtomatsko shranjuje zadnjo konfiguracijo vsak dan ob polnoči na oddaljen strežnik.

### **Popis TK naprav**

Naprave smo identificirali in ločili s pomočjo Media Access Control naslovov (MAC naslovov), naslov je unikatna za vsako napravo. Na vsaki napravi smo s pomočjo nastavitvenih ukazov natančno ugotovili, kaj je priklopljeno na vsakem priključku in kam se pot vsakega priključka nadaljuje. Nekatere naprave so bile popisane fizično na lokaciji. Najprej je bil izveden popis naprav hrbteničnega omrežja oziroma WAN omrežja, nato pa je sledil še popis LAN omrežij.

### **Postavitev novega nadzornega sistema**

Nadzorni sistem smo namestili na virtualni strežnik, ki teče v ozadju operacijskega sistema Windows 7. S programom WinBox smo odprli na računalnik naloženi virtualni strežnik. Nato smo iz uradne spletne strani MikroTik naložili datoteke za strežnik nadzornega sistema The Dude. Za končni zagon in delovanje strežnika je bilo potrebno še aktivirati naložene datoteke in strežnik nadzornega sistema



je bil dokončno naložen. Po uspešni namestitvi virtualnega strežnika nadzornega sistema The Dude je bilo potrebno nastaviti še parametre mreže in naslov strežnika za sinhronizacijo ure.

### Nastavitve TK naprav

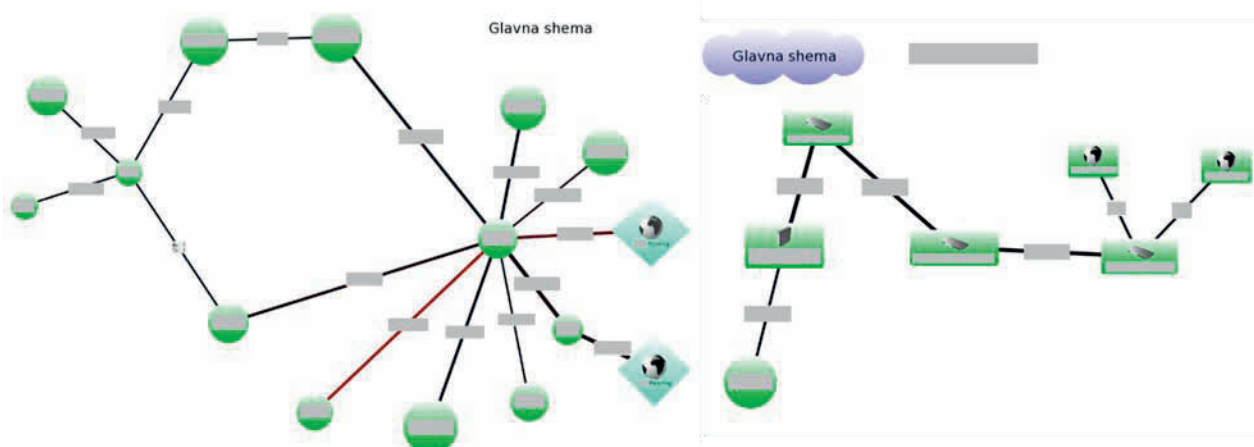
Strežnik nadzornega sistema pošilja SNMP zahteve vsem vnaprej določenim SNMP agentom to je TK napravam, ki jih želimo nadzirati. Na nekaterih TK napravah so SNMP nastavitve nastavljene že tovarniško, na nekaterih pa je bilo potrebno ročno konfiguriranje.

### Nastavitve klienta nadzornega sistema in vpis TK naprav

Klient nadzornega sistema je aplikacija, v kateri lahko izvajamo nastavitve in manipulacije z nadzornim sistemom. Ob zagonu je potrebno vnesti IP naslov strežnika in privzet uporabniški račun z uporabniškim imenom »Admin«, in sicer brez gesla. Samostojno in postopno smo vpisali TK naprave. Sledila je nastavitvev uporabniških računov in pravic ter splošnih nastavitvev nadzornega sistema. Na koncu so bile izvedene še nastavitve grafične podobe omrežnih shem, v katerih so barvno kodirana stanja naprav.

### Izris sheme omrežja

Shemo nadzornega omrežja smo razdelili na glavno shemo omrežja in več manjših podomrežnih shem. Primer glavne in pomožne sheme vidimo na sliki 2. Na vseh shemah so zaradi varstva korporativnih podatkov s sivimi kvadrati zakrite pomembne informacije, kot so imena naprav, IP naslovi, lokacije, uporabniški računi, hitrosti povezav in imena podomrežnih shem. Na shemah vidimo vse naprave in njihovo stanje. Zelena barva označuje pravilno delovanje naprave.



Slika 2: Glavna shema nadzornega sistema (levo) in podomrežna shema na lokaciji 3 (desno)

### Nastavitve obveščanje prek e-pošte

Alarmiranje prek e-pošte sem nastavi pod zavihkom »Notifications«. Tam se izbere nov način alarmiranja in nastavi ustrezne parametre. Glavni prejemniki so administratorji nadzornega sistema, ostali prejmejo kopije alarmov. V predmetu sporočila prejemnik prejme ime naprave in njen status, v telesu pa podrobnejši opis problema oziroma napake.

## 4 REZULTATI

Z integracijo novega, enotnega nadzornega sistema The Dude smo eliminirali predhodno stanje nadzora s pomočjo treh nezanesljivih in nepopolnih nadzornih sistemov. S preverjeno in realno bazo TK naprav ter povezav med njimi smo pridobili tehnološko sodoben sistem nadzora, ki administratorjem omogoča pregledno in učinkovito delo pri nadzoru omrežja ter reševanju in odpravi napak. Nov nadzorni sistem je uporabnikom prijazen in je enostaven za uporabo. Njegov grafični vmesnik omogoča hierarhičen način obravnave TK naprav. Možna/Podprta je konfiguracija vseh

naprav proizvajalca MikroTik in poteka kar preko nadzornega sistema The Dude, brez uporabe dodatnih aplikacij. Nudi nam prikazovanje in arhiviranje vseh alarmov, ki sporočajo okvare in napake TK naprav ter povezav med njimi. Alarme lahko filtriramo in sortiramo po resnosti ali po osebnih nastavitvah, možen pa je tudi podroben pregled vsakega alarma posebej. Morebitne širitve in nadgradnje v prihodnosti ne predstavljajo težav. Vse spremembe konfiguracij, alarmi o napakah in obvestila nadzornega sistema se shranjujejo, za kar poskrbi sistem za zapisovanje dogodkov (logov). V njem lahko natančno vidimo, kateri administrator je naredil neko spremembo v nadzornem sistemu in kdaj. Izdelamo lahko tudi časovno natančen in kronološko urejen izpis napak, ki ga lahko uporabimo za načrtovanje servisnih posegov in nadgradenj. Za časovno usklajevanje nadzornega sistema skrbi sistem NTP.

Z implementacijo novega nadzornega sistema The Dude so se občutno zmanjšali investicijski in vzdrževalni stroški. Ker imamo v vsakem trenutku na voljo realno stanje TK naprav in povezav med njimi, se lažje odločamo, kje so tako imenovana ozka grla omrežja, ki so naši šibki členi, in se skoncentriramo na njihovo odpravo oziroma nadgradnjo. Posledično več ne vlagamo v nepotrebne nadgradnje.

Konfiguracija nadzornega sistema se enkrat dnevno shrani na oddaljen strežnik, kar nam zagotavlja visoko stopnjo varnosti nadzornega sistema. V kolikor bi prišlo do hekerskega napada ali večje napake na nadzornem sistemu, zaradi katere delovnega stanja ne bi bilo moč vzpostaviti, lahko z varnostno kopijo celoten nadzorni sistem v zelo kratkem času obnovimo na zadnjo delujočo različico. Čas odprav napak se je močno zmanjšal. S preglednim nadzornim sistemom in integracijo obveščanja z e-pošto smo izboljšali odzivnost administratorjev, nadzor nad sistemom pa postavili na visok nivo. Zaradi dobrega nadzornega sistema in kratkega odzivnega časa administratorjev veliko napak in izpadov rešimo še preden uporabnik zazna prekinitev storitve.

Vse izboljšave, ki nam jih nudi nov nadzorni sistem The Dude, pripomorejo k manjšemu številu incidentov, večjemu zadovoljstvu uporabnikov s storitvijo in njihovo razpoložljivostjo, manj prekinitvam pogodbenih razmerij uporabnikov, večjemu ugledu podjetja in visoki stopnji dosegljivosti TK naprav ter storitev.

## 5 ZAKLJUČEK

Z uvedbo novega nadzornega sistema The Dude se je občutno izboljšalo predhodno stanje nadzora TK naprav. Zmanjšal se je strošek vzdrževanja, občutno se je zmanjšal čas za odpravo napak, olajšalo se je tudi delo dežurnega administratorja. Z ažuriranjem popisa vseh TK naprav je podjetje veliko pridobilo, saj ob pojavu napake to lažje in bolj natančno definiramo in celo določimo končne uporabnike, ki bodo zaradi napake prizadeti. Konkurenčnost podjetja, ki z dobrim nadzornim sistemom zagotavlja visoko stopnjo dosegljivosti TK naprav in storitev, se je izboljšala.

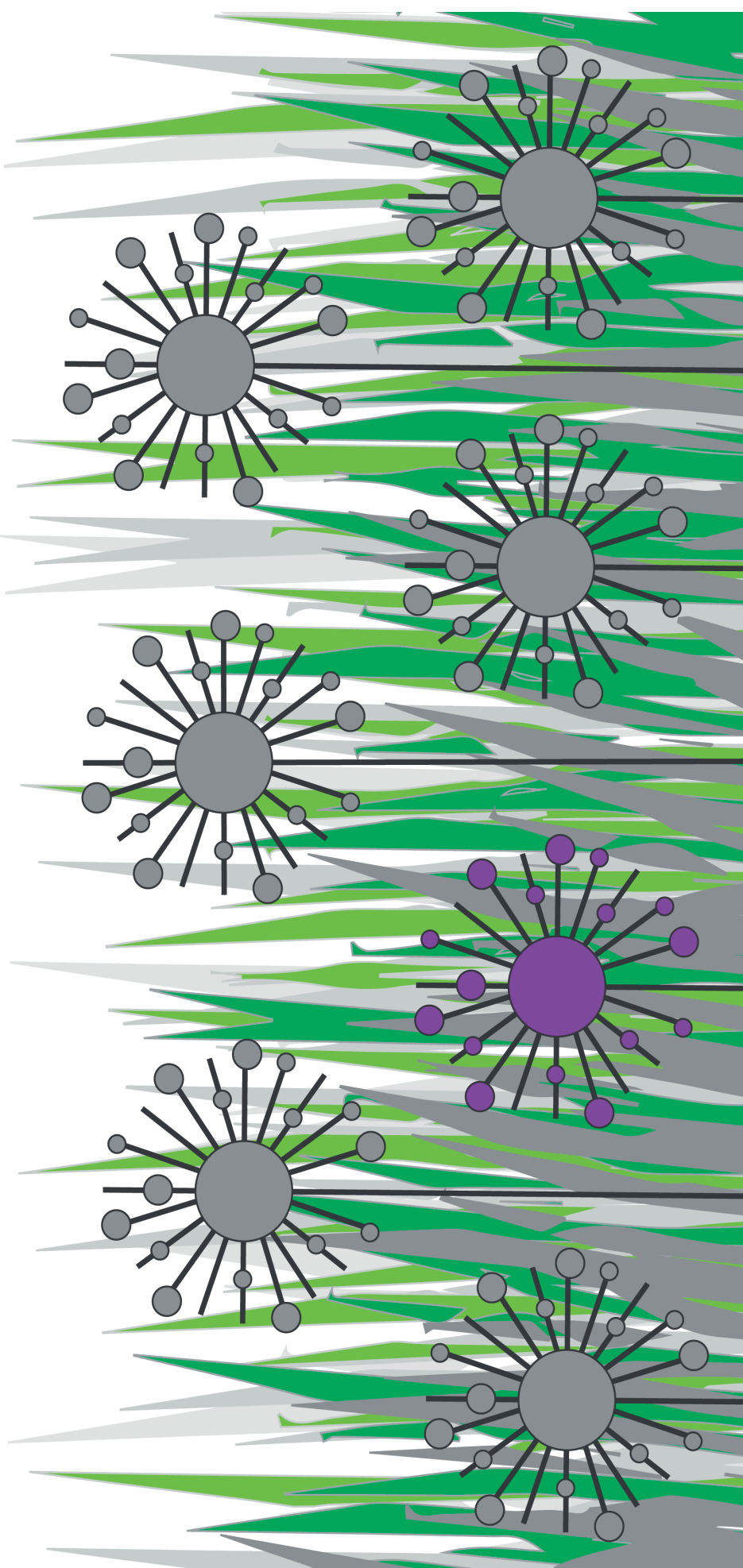
Za izboljšanje obstoječega nadzornega omrežja bi bilo smiselno podpreti oddaljen dostop do vseh TK naprav. S tem bi olajšali nastavitve TK naprav in eliminirali kopico različnih programov, saj skorajda vsak proizvajalec za konfiguriranje svojih TK naprav priporoča svojo aplikacijo. Veliko dodano vrednost bi imel tudi razširitveni modul, ki bi podpiral komunikacijo med nadzornim sistemom in sistemom za podporo poslovanja, v katerem bi spremljali čas, ki se porabi za beleženje, spremljanje in razreševanje incidentov. Na ta način bi podjetje bolj učinkovito upravljalo s človeškimi viri.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Scott Ferguson, »Getting a start with network management – what is SNMP?«, spletni vir, uporabljeno: 2. 4. 2018, dostopno na: <https://content.extremenetworks.com/extreme-networks-blog/getting-a-start-with-network-management-what-is-snmp>
- [2] Cisco.com, »Configuring Simple Network Management Protocol (SNMP)«, spletni vir, uporabljeno: 5. 4. 2018, dostopno na: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/app\\_ntwk\\_services/data\\_center\\_app\\_services/css11500series/v8-20/configuration/administration/guide/admgd/SNMP.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/app_ntwk_services/data_center_app_services/css11500series/v8-20/configuration/administration/guide/admgd/SNMP.pdf)



# INFORMATTICA



# TESTIRANJE PROGRAMSKE OPREME

Žiga Barbuč, mag. Janez Bauer

*Testiranje programske opreme je faza v razvoju programske opreme, ki pomembno vpliva na uporabniško izkušnjo. Faza testiranja predstavlja aktivnosti, s katerimi potrdimo vhodne zahteve, ki jih lahko razdelimo v funkcionalne in nefunkcionalne, slednje v tehnološke, varnostne, ergonomske in regulatorne. Omenjena delitev je prisilna in nenaravna, saj na primer tehnološke in ergonomske zahteve neposredno vplivajo na funkcionalnost rabe oziroma uporabniško izkušnjo. V primeru jasnih in podrobno opisanih zahtev za razvoj programske opreme je faza testiranja olajšana, saj lahko na relativno enostaven preslikamo zahtevo v pripadajoči test, s katerim potrdimo skladnost z zahtevo ali ugotovimo neskladnost. Še poseben izziv predstavlja testiranje programske opreme, za katero nimamo podrobnih zahtev in se usmerjamo predvsem v testiranje funkcionalnosti na podlagi navodil za uporabo in védenj o referenčnih rabah v posameznih dejavnostih in poslovnih procesih. Vidik uporabniškega testiranja bo predstavljen v našem prispevku.*

**Ključne besede: kakovost programske opreme, testiranje, uporabnik, funkcionalnost, poslovno informacijski sistem**

## 1 UVOD

V času opravljanja praktičnega izobraževanja smo si zadali cilj izboljšati uporabniško izkušnjo pri uporabi celovite modularne poslovno-informacijske rešitve dotBusiness, temelječe na zasnovi odjemalec – strežnik za uporabo v proizvodno-storitvenih dejavnostih. Podrejeni cilj je zagotoviti zaupanja vredno – zanesljivo, stabilno, enostavno za uporabo – intuitivno programsko rešitev, ki bo hkrati predstavljala referenčno funkcionalno zasnovo za njeno tehnološko prenovo v oblačno storitev.

Za doseg cilja zasnujemo plan testiranja, ki temelji na uporabniških navodilih, znanju in izkušnjah uporabnikov ter metodoloških navodilih za izvedbo funkcionalnega testiranja. V pripravljanih aktivnostih na testiranje spoznamo delovanje, poslovno logiko in pravila, izberemo module in nabor funkcionalnosti za testiranje.

Namen prispevka je predstaviti pristop k testiranju programske opreme, zasnovo plana in samo izvedbo testiranja ter rezultate in ugotovitve, na podlagi katerih izdelamo predloge za odpravo ugotovljenih napak in funkcionalne izboljšave.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Danes je kakovost programske opreme odločilen dejavnik izbora. Pomembna lastnost programske opreme je privlačen, pregleden in intuitiven uporabniški vmesnik. Poleg tega upravičeno pričakujemo učinkovitost njene rabe, vzdrževanost, varnost, skladnost s predpisi, redno posodabljanj. Zato je testiranje programske opreme eden ključnih korakov, ko potrdimo njeno skladnost z zahtevami. Ne glede na velikost organizacije, ki razvija programsko opremo, moramo izvesti vsa potrebna testiranja. Od teh nekatera izvajamo sproti ob pisanju programske kode, ki ima svojo podlago v metodoloških pristopih programiranja, izbiri samega razvojnega okolja in prevajalnika, dobri inženirski praksi, izkušnjah. Drugo izvajamo na ravni posameznih modulov, tretjo kot testiranja celovitosti delovanja, medsebojnih odvisnosti in končne stopnje – uporabniškega testiranja sprejemljivosti. Pri tem ne smemo pozabiti na pregled celotne dokumentacije projekta razvoja programske opreme.

Če povzamemo, so osnovne lastnosti, za katere pričakujemo, da jih bo imela programska oprema:

- funkcionalnost(i): omogočajo uporabniku izvajanje rutinskih, enostavnih in naprednejših opravil;
- uporabnost: uporabnik pričakuje, da s programsko opremo opravila naredi hitreje in enostavneje, pri tem pa so nekatera izmed njih že avtomatizirana ali pa jih je moč avtomatizirati;
- učinkovitost: uporabnik pričakuje, da programska oprema deluje brezhibno, hitro, ponovljivo;
- vzdrževanost: programska oprema ima možnost (samodejnega) posodabljanja in posledično odpravljanja napak, krpanja varnostnih lukenj, dodajanja novih funkcionalnosti;
- zanesljivost: programska oprema deluje neprekinjeno, kar pomeni, da je na voljo vedno in se njena odzivnost bistveno ne spreminja glede na trenutne obremenitve;
- prenosljivost: programska oprema mora imeti možnost prenosa in uporabe na drugih operacijskih sistemih (Windows, Linux, OS X, android, iOS);
- varnost: programska oprema zagotavlja zaupnost, integriteto in razpoložljivost podatkov, ima možnost samodejnega izdelovanja varnostnih kopij, varnost je vgrajena že z zasnovo rešitve;
- razpoložljivost: programska oprema mora biti na voljo od kjerkoli – preko spletnega vmesnika, preko oddaljene povezave, na namiznih in mobilnih napravah ipd.

Pri testiranju programske opreme lahko uporabimo več pristopov. V osnovi ločimo dva pristopa, in sicer pristop »črne škatle« in pristop »bele škatle« ter tudi dinamično in statično testiranje:

- **Testiranje po pristopu »črne škatle«** (angl. Black box) uporabimo takrat, ko ne poznamo strukture programske opreme in nimamo dostopa do njene izvorne kode. Pri tem pristopu je nemogoče preizkusiti vse možne testne primere, saj preizkuševalec ne ve, kje in kako se vhodni podatki predelajo v izhodne in obratno. Prednosti tega pristopa so: preizkuševalec ne potrebuje dostopa do izvorne kode; primerna je za testiranje vseh programov, ki vsebujejo obsežnejšo programsko kodo; uporabnik ne potrebuje predhodnega znanja o programu, ki ga bo testiral, saj testira samo uporabniški vmesnik in njegove funkcionalnosti; jasno se ločita vlogi programerja in preizkuševalca. Pristop »črne škatle« prinaša tudi slabosti. Ena izmed njih je, da omogoča zgolj omejeno testiranje programske opreme, kar je lahko vzrok za to, da spregledamo nekatere možne napake. Pristop namreč ne omogoča, da se programska oprema testira v celoti, saj izvedemo samo določene planirane scenarije uporabe. Slaba stran tega pristopa je tudi, da preizkuševalci aplikacij nimajo zadosti znanja oziroma izkušenj. Zato se največkrat poslužujejo slepega preizkušanja in posledično ne preizkusijo vseh napakam pogosteje izpostavljenih funkcionalnosti aplikacije. [1]
- **Testiranje po pristopu »bele škatle«** se od pristopa »črne škatle« razlikuje v tem, da se pri programski opremi odločimo podrobno testirati izvorno kodo in predlagati poenostavitev kode oziroma funkcionalnosti. Pogoj, da lahko preizkuševalec testira določeno aplikacijo, je poznavanje strukture oziroma zgradbe programske opreme. Le tako lahko ugotovi, kateri del izvorne kode povzroča težave. Prednost pristopa »bele škatle« je, da preizkuševalec zaradi poznavanja programske kode lažje ugotovi, kaj potrebuje za testiranje in predlaga optimalne teste ter predloge za optimizacijo kode. Slabosti te metode so, da je nemogoče pregledati vse dele kode in posledično odkriti vse skrite napake, še posebej v obsežnih aplikacijah. [1]
- **Statično testiranje** se osredotoča na preverjanje izvorne kode. Ugotavljamo, ali koda in njeni algoritmi delujejo pravilno in brezhibno. Kodo običajno pregledujemo ročno. Pri tem imamo večjo možnost, da odkrijemo napake v programu in jih dokumentiramo. Značilnost te metode je, da se programska oprema, ki jo testiramo, ne zaganja, dokler ni testiranje končano, in da to testiranje lahko izvede le tisti, ki je kodo napisal. Pogosto se dogaja, da se preizkuševalec sploh ne loti statičnega testiranja, kar ni dobra praksa. V tem primeru tvegamo,

da v kodi ostanejo skrite napake, ki jih je ceneje in lažje odpraviti takoj, kot pa kasneje v nadaljnjih fazah razvoja programske opreme. [3]

- **Dinamično testiranje** uporabimo takrat, ko se programska oprema v fazi testiranja uporabi prvič. Običajno preučujemo njeno odzivnost in hitrost. Značilnost tega pristopa je, da ga lahko izvajamo, še preden je program dokončno narejen. To pomeni, da lahko v testnem okolju testiramo samo določene module in funkcionalnosti. [3]

Pri testiranju programske opreme se srečamo še z dvema pojmom [2]:

- **Verifikacija** je proces, pri katerem preverjamo, ali produkt tekoče faze ustreza zahtevam, postavljenim v predhodni fazi. Verifikacija se vedno nanaša na določen objekt, ki mu pravimo objekt verifikacije. Ključna lastnost, ki jo morajo imeti vsi sistemi, je razumljivost. Objekt verifikacije lahko razumemo tudi kot stanje ali lastnosti produkta, na primer skladnost z zahtevami, standardi, prijaznost programa, ažurnost.
- **Validacija** pa je proces vrednotenja programske opreme na koncu njenega razvoja z namenom, da ugotovimo skladnost izdelane programske z zahtevami. Glede na verifikacijo, kjer preverjamo pravilnost programske opreme oziroma izhoda posameznega koraka, je objekt validacije končni produkt. Validaciji običajno sledi potrditev za prevzem. Namen validacije je, da neka storitev oziroma produkt izpolnjuje svojo nalogo, namen. Sama validacija pa je izvedena v skladu z določenim standardom.

Testiranje programske opreme pa lahko razvrstimo še v:

- **Funkcionalno testiranje** temelji na funkcijah oziroma zahtevah programa. S tem preverimo, ali se program odziva tako, kot je predvideno. To vrsto testiranja izvajamo ob koncu razvijalskega cikla, ko je program že napisan. Lahko tudi prej, odvisno od velikosti aplikacije. Funkcionalno testiranje je najpogostejša oblika testiranja, katerega značilnost je obravnavanje programa, katerega notranjosti ne poznamo. Preverjamo samo delovanje posameznih funkcionalnosti, sama struktura programa pa nas ne zanima. Namen funkcionalnega testiranja je preverjanje odzivnosti programa, izvajanje ukazov uporabnika, iskanje uporabniške zaslonske maske in manipulacija podatkov. Testiramo tudi funkcionalnosti programa ob posodobitvah, saj se lahko zgodi, da katera izmed novih ali posodobljenih in prej delujočih funkcionalnosti po posodobitvi ne bo delovala. [2]
- **Varnostno testiranje**, katerega namen je ugotoviti, kako je programska oprema varna pred zlorabami, nepooblaščenimi dostopi, krajo podatkov, poškodbami in spremembami kode. Varnostno testiranje je usmerjeno v štiri področja: omrežna varnost, varnost strežnika, varnost odjemalca, varnost same programske opreme rešitve.
- **Strukturno testiranje** je ena izmed pogostejših testnih metod, pri kateri uporabimo princip bele škatle. Značilnost tega testiranja predstavlja tvorjenje testnih vzorcev na podlagi strukture programa in vgrajenih algoritmov. To metodo testiranja lahko uporabimo povsod in pod pogojem, da lahko opišemo strukturo sistema z usmerjenim grafom. Cilj testiranja je enak kot pri vseh testiranjih, in sicer odkrivanje prisotnosti napak v strukturnih elementih. Za razliko od funkcionalnega testiranja, kjer testiramo funkcionalnosti programa, v tem primeru testiramo strukturne elemente programa (zanke v programu). Običajno pri testiranju aplikacij ne uporabljamo zgolj strukturnega testiranja, ker z njim ne moremo odkriti vseh napak, zato ta pogosto vsebuje tudi elemente funkcionalnega testiranja. [2]
- **Z zmogljivostnim testiranjem** želimo ugotoviti, kako se programska oprema oziroma aplikacija odziva pod določenimi obremenitvami, ki lahko nastopijo v času uporabe aplikacije. Poznamo več vrst zmogljivostnega testiranja: vzdržljivostno testiranje: je testiranje, pri katerem aplikacija deluje dlje časa pod večjo obremenitvijo; obremenitveno testiranje: pri tem testiranju ugotavljamo odzivnost sistema ob povečani obremenitvi;

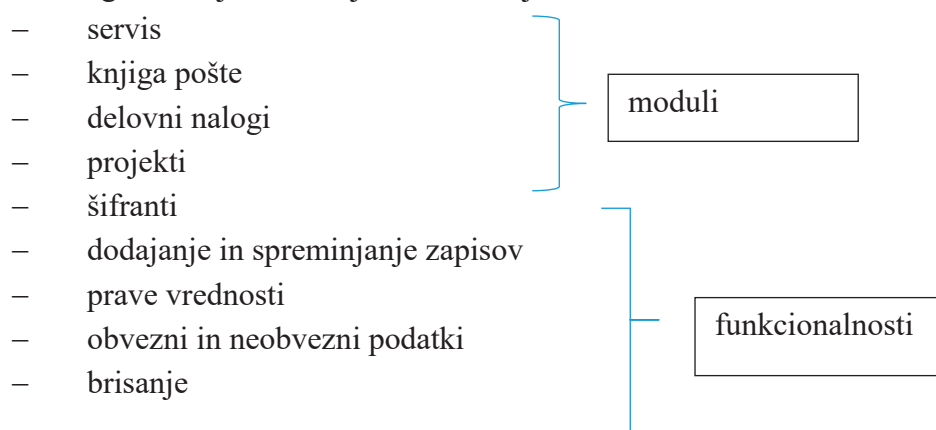
konično testiranje: je vrsta testiranja, kjer se obremenitev nenadoma poveča; stresno testiranje: kjer ugotavljamo, kako se sistem oziroma aplikacija obnaša pri večjih ali presežnih obremenitvah. [1]

- **Testiranje uporabnosti** je eno ključnih, saj je od rezultata testiranja odvisno, ali bo uporabnik kupil določen produkt. Testiranje izvajamo s perspektive končnega uporabnika z namenom, da preverimo, ali je sistem enostavno uporabljati. Priporočljivo je, da programsko opremo testirajo tudi uporabniki, ki nimajo strokovnega znanja s tega področja, z namenom, da ugotovimo, kako oni vidijo program in se z njim spoznavajo. Cilji so omejitev in zmanjšanje težav za uporabnike ter prilagoditve programa za boljšo uporabnost. Smiselno je tudi testirati, koliko časa uporabniki porabijo za upravljanje s pogovornimi okni in kako pogosto se pojavljajo morebitne napake oziroma sporočila za pomoč in podobno. [1]
- **Alfa testiranje** izvedemo v organizaciji, ki razvija programsko opremo. Običajno ga izvajajo preizkuševalci v podjetju, lahko pa tudi končni uporabniki. Razvijalci programske opreme opazujejo in beležijo morebitne napake v programu in jih skušajo odpraviti pred začetkom beta testiranja, ki predstavlja naslednjo fazo. Alfa testiranje se izvaja pred koncem razvojnega cikla, zato so manjši popravki v kodi še dopustni v primeru, da pride do napak. V prvi fazi programsko opremo testirajo samo razvijalci v organizaciji s posebnimi orodji za razhroščevanje programske in strojne kode. [1]
- **Beta testiranje** v primerjavi z alfa testiranjem poteka tako, da razvito aplikacijo pošljemo strankam, ki jo bodo uporabljale in so jo pripravljene tudi predhodno testirati. Pomembno je, da jo poganjajo v produkcijskem okolju, v katerem bo tekkel tudi končni produkt. Slednje sicer ni dobra praksa z vidika ločevanja informacijskih okolij. S tem načinom povečamo možnosti različnih scenarijev uporabe, na katere razvijalci morda niti niso pomislili. Pomembno je, da takšne primere izkoristimo ter ugotovljene napake odpravimo, preden izdamo končno različico programske opreme. [4]

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

V praktičnem delu smo izvedli testiranje celovite programske rešitve DotBusiness po principu »črne škatle«. Kot smo opisali v teoretičnih izhodiščih, gre za princip, katerega značilnost je nepoznavanje arhitekture programske opreme in omejen dostop do izvorne kode programa.

V obseg testiranja smo vključili naslednje module in funkcionalnosti:



### 4 REZULTATI

Za izbrane module in funkcionalnosti smo izdelali plan testiranja, ki ga prikazujemo na spodnji sliki. V nadaljevanju plana smo opredelili še obseg in same podatke za testiranje.

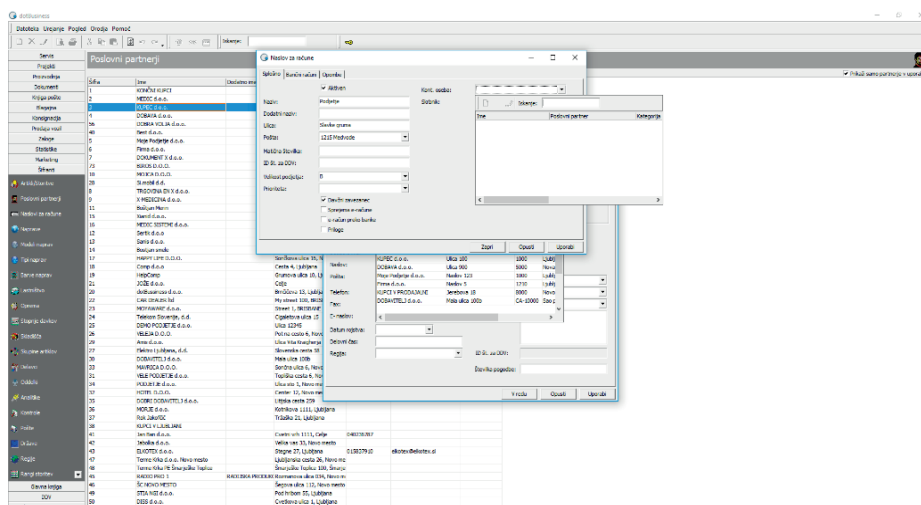


**I. PLAN TESTIRANJA**

1. Datum plana:	3. 5. 2017
2. Organizacijska enota:	Medic sistemi d.o.o.
3. Odgovorna oseba OE:	Janez Bauer
4. Predmet testiranja:	Testiranje osnovnih funkcionalnosti ERP sistema dotBusiness
5. Cilj in namen testiranja:	S testiranjem funkcionalnosti ERP sistema dotBusiness: znotraj izbranih modulov želimo ugotoviti morebitne napake v delovanju programa, ugotoviti pogoje za nastanek napak in ponovljivost napake ter po odpravi napak izboljšati uporabniško izkušnjo. Naloga predstavlja poenostavljen pristop k testiranju funkcionalnosti produkcijske verzije programske opreme.
6. Vodja testiranja:	Janez Bauer
7. Izvajalci testiranja:	Žiga Barbuč
8. Plan testiranja izdelali:	Janez Bauer, Marko Sedlar, Žiga Barbuč
9. Datum/obdobje testiranja:	3. 5. – 23. 6. 2017
10. »Master plan« testiranja:	<input type="checkbox"/> Da <input checked="" type="checkbox"/> Ne Referenca:
11. Vista testa:	<input type="checkbox"/> Modul (Programer) <input checked="" type="checkbox"/> Funkcionalnosti <input type="checkbox"/> Integracijski <input type="checkbox"/> Obremenitveni 1 <input type="checkbox"/> Obremenitveni 2 <input type="checkbox"/> Sprejemljivost <input type="checkbox"/> Uporabnost
11. Kategorija ugotovitve:	<b>Napaka</b> <b>Opozorilo</b> Predlog za spremembo
12. Opis sistema:	ERP sistem dotBusiness
13. Avtor:	Medic sistemi d.o.o.
14. Verzija:	6.2.44
15. Posebnosti:	n.p.


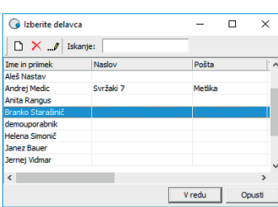
Slika 1: Plan testiranja

Testiranje smo izvedli v skladu s planom, kjer smo kot uporabnik s pravicami uporabe vseh funkcionalnosti vnašali podatke, preverjali obnašanje aplikacije ob vnosu napačnih podatkov, manjkajočih podatkov in podobno. Primer vnosa podatkov o poslovnem partnerju v osnovnem modulu »Šifranti« prikazujemo na sliki 2.



Slika 2: Vnos testnih podatkov

Na podlagi izvedenih testov smo ugotovitve zapisali v plan in priložili zaslonske slike, kar prikazujemo na sliki 3.

2.4	Vnos dogodka samo z načinom plačila in zadevo	<input checked="" type="checkbox"/> Da	<input type="checkbox"/> Ne	Dogodek sem lahko kreiral, uporabnik pa bi pričakoval, da dogodka ne moreš vnesti če ne izbereš vsaj poslovnega partnerja ali naprave oziroma kontaktne osebe, ki so zelo pomembni pri samem plačilu.
2.5	Kreiranje dogodka z rezervacijo kjer rezerviramo datum, ki je že pretekel	<input type="checkbox"/> Da	<input checked="" type="checkbox"/> Ne	Pri kreiranju dogodka sem vnesel rezervacijo datuma 15.2. 2017, ki je že potokeel, uporabnik bi pričakoval, da dogodek ne moremo rezervirati za nazaj. 
2.6	Določitev izvajalca pri kreiranem dogodku	<input checked="" type="checkbox"/> Da	<input type="checkbox"/> Ne	Določitev izvajalca je bila uspešna. 
2.7	Tiskanje dogodkov oziroma delovnih nalogov	<input type="checkbox"/> Da	<input checked="" type="checkbox"/> Ne	Delovni naloga, in dogodkov ne morem natisniti (predvidevam da zaradi tega ker nimam pravic)

Slika 3: Zapis o testu funkcionalnosti in ugotovitvah

## 5 ZAKLJUČEK

Izvedbo testiranja ocenjujemo kot uspešno, saj smo poleg planiranih testov na podlagi sprotnih ugotovitev izvedli še dodatne. Zapisali smo vse ugotovitve in predloge za izboljšave. Tako so rezultati testiranja vhod za razvijalce, ki so jih glede na oceno pomembnosti oziroma resnosti vključili v projektne naloge. Pomembnost ugotovitev, resnosti in prioritet v fazi testiranja nismo ocenjevali.

Povsem se lahko strinjamo z uvodoma opisano hipotezo, da je testiranje programske opreme neločljiva in pomembna aktivnost v procesu samega razvoja. Testiranje samo še ne zagotovi dobre uporabniške izkušnje, saj nanjo vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so na primer izhodiščna opredelitev uporabniških zahtev, zasnova funkcionalnosti, dizajn rešitve z izbiro tehnološke platforme, poznavanje dobrih praks na področju namembnosti programske opreme, dobra inženirska praksa, vpeljani postopki zagotavljanja in kontrole kakovosti. Slednji se izvajajo na različnih ravneh razvoja.

Testiranje programske moramo planirati skrbno in mu nameniti dovolj časa, vanj pa vključiti heterogen tim – razvijalce, poslovne analitike, uporabnike. S takšnim pristopom zmanjšujemo tveganja za napake v delovanju in zagotavljamo dobro uporabniško izkušnjo. Dejansko je testiranje nenehen proces, saj imamo na voljo omejene vire. Še zlasti to velja za današnji čas. Tehnološke platforme, razvojna orodja in agilni pristopi omogočajo izjemno hiter razvoj programske opreme, kar je tudi rezultat hitro spreminjajočih se potreb uporabnikov. Lahko govorimo o latentnosti beta verzij programske opreme. Zato je še toliko pomembnejše vključiti zagotavljanje in kontrolo kakovosti programske opreme kot integralen del njenega razvoja.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Brenčič, B. Izbira programskega orodja za avtomatizacijo testiranja programske opreme v izbranem podjetju, Ljubljana, Ekonomska fakulteta, 2015. (online), uporabljeno: 16. 6. 2017, dostopno na <http://www.cek.ef.uni-lj.si/magister/brencic1896-B.pdf>.
- [2] Dogša, T. Verifikacija in validacija programske opreme. Univerza v Mariboru. 1993.
- [3] Kuzem, R. Načrtovanje testiranja pri razvoju IS v manjših razvojnih skupinah, Ljubljana, Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2011. (online), uporabljeno 12. 6. 2017, dostopno na: [http://eprints.fri.uni-lj.si/1266/1/Kuzem\\_R.\\_-\\_diplomsko\\_delo.pdf](http://eprints.fri.uni-lj.si/1266/1/Kuzem_R._-_diplomsko_delo.pdf).
- [4] Moharič, T. Testiranje programske opreme, Maribor, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, 2015. (online), uporabljeno: 12. 6. 2017, dostopno na: <https://dk.um.si/Dokument.php?id=82738>.

# PREDSTAVITEV IZDELAVE JAVA APLIKACIJE Z OGRODJEM LibGDX

Jernej Erman, dr. Igor Korelič

*Prispevek se navezuje na področje programiranja, bolj natančno na področje izdelave računalniške igre. Namen dela je bilo izvedeti, kako se lahko študent z nekaj znanja programiranja nauči izdelati računalniško igro. Cilji so bili priti do znanja o izdelavi računalniških aplikacij, kakšni so pristopi, kakšna orodja so potrebna, kako narediti načrt, kako se motivirati ter na koncu tudi narediti nek izdelek, v tem primeru klon igre Breakout. Metode, ki so bile uporabljene, so predvsem raziskovalne narave, s pomočjo spleta pa smo prišli do osnovnih idej in informacij, da je bilo možno začeti z izdelavo igre. Za večji del učenja, kako se gradijo igre, pa je bila uporabljena namenska literatura.*

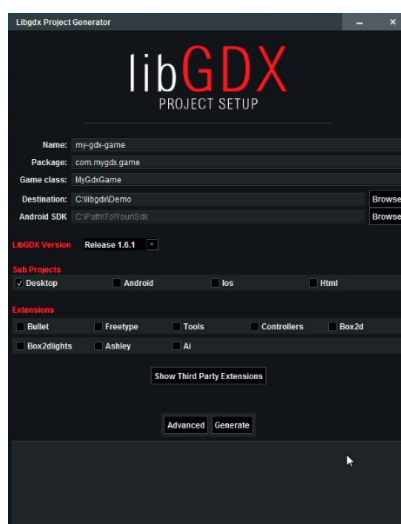
**Ključne besede: razvoj računalniških iger, Java, LibGDX, aplikacija, igra**

## 1 UVOD

Problem, zaradi katerega je nastal ta prispevek, izvira iz izbire modulov na Višji strokovni šoli. Kljub zanimanju in želji za obiskovanje predmetov Programiranje II in Razvoj programskih aplikacij, se ta dva predmeta nista izvajala. Da bi vseeno dosegli željeni nivo znanja, smo se odločili, da se bomo učili na praktičnem primeru. Računalniška igra je logični izbor, saj bomo tako točno vedeli, do kakšnega rezultata želimo priti, napake in neoptimizacija v kodi pa ne bodo tako usodni.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Dandanes obstaja ogromno orodij, ki olajšajo izdelavo računalniških iger. V nadaljevanju smo pregledali in obdelali vsa glavna orodja in knjižnice, ki na različnih platformah omogočajo hitro grajenje igrice. Iskali smo ustrezno knjižnico, ki bi pokrivala največji nabor naših zahtev po funkcionalnosti in platformi. Vendar je bil naš cilj, da se naučimo procesa razvoja, zato smo se izognili uporabi orodij, s katerimi bi preskočili korake razvoja. Zaradi vsega navedenega smo izbrali orodje (framework) libGDX.



Slika 1: Nastavitev projekta v libGDX



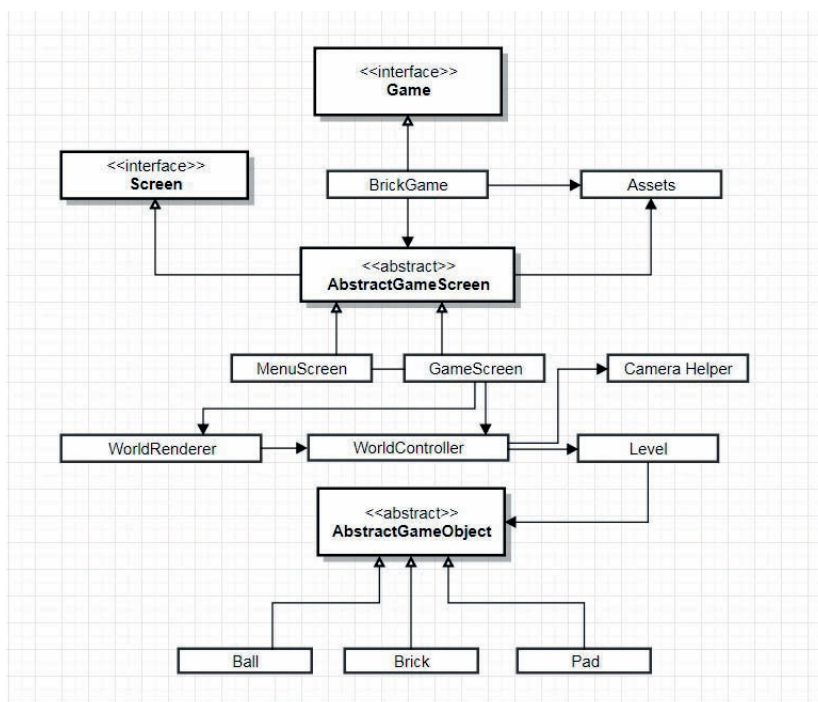
### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Logičen začetek iskanja informacij je seveda internet. Internet je sedaj že ogromna zakladnica znanja, ki je prosto dostopna vsem, ki imajo dostop do svetovnega spleta. Z nekaj ključnimi besedami v priljubljenem spletnem brskalniku lahko pridemo do mnogo zadetkov do virov za začetnike, ki bi želeli ustvarjati računalniške igre. Mi smo se poslužili članka na podforumu [https://www.reddit.com/r/gamedev/wiki/getting\\_started](https://www.reddit.com/r/gamedev/wiki/getting_started). V članku »getting started« je zapisanih mnogo koristnih nasvetov in dejstev, ki jih je vredno prebrati, če želimo začeti z razvojem računalniških iger. Od tu lahko svojo raziskavo bolj usmerimo in raziščemo pristope, ki se uporabljajo pri razvoju aplikacij. Ne škodi, če si preberemo pristope razvoja resnejših programskih aplikacij, saj lahko tudi tako izvemo koristne informacije in nasvete. Po raziskavi pristopov smo se osredotočili na razne nasvete in razloge, zakaj nekateri programerji obupajo nad projekti. Želeli smo priti do kakršnegakoli znanja, ki nam bo pomagalo razviti aplikacijo in povečalo možnosti uspeha. Izvedli smo tudi raziskavo o programskih orodjih in knjižnicah, ki se uporabljajo za razvoj računalniških iger. Preučili smo njihove lastnosti, jih primerjali in na podlagi lastnosti in naših potreb, izbrali najbolj primerna orodja.

### 4 REZULTATI

Prvi problem po raziskavi je bil, da smo morali izdelati lasten pristop. Imeli smo določene potrebe in omejitve, s pomočjo pridobljenega znanja smo lahko izluščili najpomembnejše in koristnejše elemente pristopov ter ustvarili svojega. Zaradi strojnih omejitev in lastnosti programskih knjižnic in orodij smo morali biti izbirčni ter se odločiti za nam najbolj primerna orodja.

Prvi korak je bil narediti seznam elementov, ki jih bo igra vsebovala. Zaslona za glavni menu, okno za spreminjanje lastnosti igre, igralni zaslon, opeke, žogica, pak ... Naštete elemente smo morali tudi podrobneje razdelati ter ustvariti UML diagram potrebnih razredov za implementacijo. Pri tem nam je pomagal prej omenjen seznam elementov, kjer smo razdelali lastnosti elementov in videli, da imajo nekateri elementi določene lastnosti skupne, kar nam je pomagalo pri načrtovanju razredov.



Slika 2: Uml diagram igre

Po razdelanem načrtu pa smo začeli s programiranjem. Najprej so nastali jedrni razredi, brez katerih igra ne more delovati. Sledilo je nekaj testne kode, s katero smo preverjali, če se stvari izrisujejo in

posodabljaajo, kot morajo. Po tem je bilo potrebno ustvariti razrede elementov igre, opeke, pak ter žogice, razred za gradnjo stopenj in nekaj primitivne logike za premikanje paka in odboje žogice. Nato so sledili razredi za zaslon glavnega menuja ter gradnja tega, nekaj kode se je premaknilo, saj je igralni del tudi dobil svoj zaslon. Sledilo je pisanje kode za logiko igre, pravilno premikanje paka, žogice, preverjanje trkov, uničevanje opek in veliko testiranja v smislu igranja igre, preverjanja, če se je koda izvajala kot se mora. Potrebni je bilo nekaj popravkov, kozmetičnih sprememb, kot je izdelava delcev in grafičnih učinkov za razbitje opeke ter sled žogice, in ustvarjanje razredov za igranje zvočnih učinkov ter prelive med zaslone. Za implementacijo zvočnih učinkov je bilo potrebno tudi ustvariti zvočne učinke z uporabo spletnih aplikacij, kot je orodje »bfxr«.



Slika 3. Končni videz igralnega zaslona z oknom za pavzo

## 5 ZAKLJUČEK

V zadnjem delu diplomske naloge smo predstavili končno računalniško igro, jo opisali, kako deluje, kaj je cilje igre in kako se jo igra. Ugotovili smo, da je možno tudi samostojno priti do zelenega znanja razvoja aplikacij in malo večjega obsega znanja programiranja. Na spletu je skoraj neskončno koristnih odgovorov na vprašanja, ki smo si jih zastavili. Vendar smo morali spletnim informacijam dodati tudi bolj podrobne informacije iz namenske literature. Z uporabo te literature smo prišli do boljših informacij in odgovorov, ki so bili boljše razloženi in razdelani.

Dejstvo je, da smo uspešno izdelali računalniško igro, naučili smo se nekaj koristnih prijemov in šli skozi večji del življenjskega cikla razvoja aplikacije. Naleteli smo tudi na kakšen problem, ki pa nas pri izvedbi ni ustavil, ampak smo ga s do tedaj pridobljenim znanjem tudi uspešno rešili.

Napotki za nadaljnje delo bi bili v smeri razvoja različnih aplikacij ali iger z uporabo različnih orodij. S tem bi ugotovili, kaj nam najboljše odgovarja. Priporočeno bi bilo tudi izboljšati ali razširiti že končan projekt.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] „getting\_started - gamedev,“ [Elektronski]. Available: [https://www.reddit.com/r/gamedev/wiki/getting\\_started](https://www.reddit.com/r/gamedev/wiki/getting_started). [uporabljeno 9. 9. 2017].
- [2] Z. Quinn, „A beginner's guide to making your first video game,“ [Elektronski]. Available: <https://kotaku.com/5979539/a-beginners-guide-to-making-your-first-video-game>. [uporabljeno 6. 10. 2017].
- [3] S. Balakrishnan in A. Oehlke, „Learning LibGDX Game Development,“ v *Learning LibGDX Game Development*, Birmingham, Packt Publishing Ltd., 2015.

# UVEDBA TEHNOLOGIJ 3D TISKA V PODJETJU

Denis Hribar, Davor Katanovič

*Zaradi širjenja obsega dela na gradnje betonskih objektov smo se v podjetju Interelab d. o. o. odločili za izdelavo 3D tiskalnika. Z njim bodo pridobili konkurenčne prednosti na tržišču: hitrejša in stroškovno učinkovitejša izdelava betonskih objektov ter krajši čas njihove izdelave in minimalna delavna sila. V tem delu bo predstavljeno teoretično ozadje delovanja 3D tiskalnikov, njihova uporabnost v praksi ter materiali, ki se uporabljajo za tiskanje 3D modelov. Na osnovi obstoječe literature in analize stroškov bo izdelana primerjava klasične gradnje in gradnje s 3D tiskalnikom. V praktičnem delu bo predstavljen razvoj in izdelava lastnega 3D tiskalnika, ki se bo v podjetju uporabljal za izdelavo škarp, jaškov ter kasneje tudi za izdelavo hiš. Na osnovi obstoječe literature in člankov bodo podane njihove prednosti na različnih področjih.*

**Ključne besede: tehnologija 3D tiska, 3D tiskalnik, gradnja, stroškovna učinkovitost**

## 1 UVOD

V podjetju opravljamo različna vzdrževanja in gradbena dela. Odločili smo se za razširitev dejavnosti, v prvi fazi za gradnjo škarp in betonskih blokov ter kasneje hiš. Ker je gradbeništvo trenutno v krizi, je projektov malo, konkurenca med izvajalci pa huda, posledično potrebujemo v našem podjetju konkurenčne prednosti, da se bo podjetje uspešno prebilo na omenjeni trg.

Ključni cilj je sprememba procesov v samem podjetju z uvedbo modernih tehnologij, ki bi nam prinesle višjo stroškovno in časovno učinkovitost in višjo kakovost končnega izdelka.

Ostali cilji tega dela so:

- predstaviti področje 3D tiska, same tehnologije in načine izdelave prototipov.
- razvoj in izdelava lastnega 3D tiskalnika v podjetju.
- opis programa Sktch Up, ki se ga uporablja za izdelavo maket.
- predstavitev programa Repeteir Host ter njegova uporabnost v 3D tisku.
- z uporabo 3D tiska pridobiti čas in vire pri izdelavi betonskih izdelkov ter na ta način zmanjšati stroške njihove gradnje za 20 do 30 % in s tem zagotoviti konkurenčno prednost našega podjetja na trgu.

V nadaljevanju bom proučil literaturo ter predstavil teoretična izhodišča iz področja 3D tiska in njegovo uporabnost v gradbeništvu. Na podlagi predračunov bom analiziral stroške in koristi klasične gradnje betonskih objektov ter gradnje betonskih objektov s 3D tiskalnikom in ju primerjal. Pri sami izdelavi dela bom uporabil deskriptivno metodo, saj bom pri opisovanju posameznih pojmov in pojavov uporabil in predstavil že napisano literaturo. Za zaključek pa bom uporabil induktivno metodo, ko bom na podlagi dejstev iz prakse v zaključku povzema njeno vsebino.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

3D tisk je postopek izdelave trdih 3D objektov različnih oblik in velikosti, ki jih izdelamo iz poprej narejenih 3D digitalnih modelov. Osnovna sestavina vseh navedenih tehnologij je navidezni ali virtualni model, ki ga vidimo na zaslonu računalnika, ni pa še ustvarjen v 3D obliko. Prototip bodočega izdelka lahko izdelajo modelarji ročno.

Razvoj 3D tehnologije se je začel v inštitutu MIT-u (Massachusetts Institute of Technology) in je relativno mlada veja hitre izdelave prototipov. Prvi 3D tiskalnik je bil narejen leta 1988 (črno beli), prvi barvni 3D tiskalnik pa je narejen leta 2000. 3D tiskalniki kot takšni so zelo funkcionalni, ker imajo širok spekter uporabnosti, vendar so hkrati zelo kompleksni. Z njihovo uporabo izdelamo končne fizične izdelke. Na podlagi poljubne 2-dimenzionalne slike s 3D tiskalniki ustvarimo 3D izdelek, ki je otipljiv, visokokakovosten in uporaben. Za izdelavo 2D in 3D slik so potrebni programi, kot je npr. CAD (Computer Aided Design). Mnogi strokovnjaki trdijo, da bodo imeli v prihodnosti 3D tiskalniki veliko vlogo tudi v naših gospodinjstvih, saj bomo lahko tiskali igrače, hišne pripomočke, dele za avtomobile itd. Trenutno so 3D tiskalniki še zelo dragi in zato niso dostopni širšemu krogu ljudi. Prednosti 3D tiskalnikov so, da zmanjšujejo stroške izdelave izdelkov, ustvarja se boljša in hitrejša komunikacija s potrošniki ter pri izdelavi ne nastaja odpada, kar vsekakor zmanjšuje stroške. [1]

Za 3D tiskanje potrebujemo naslednje komponente:

- material, iz katerega bomo ustvarili izdelek,
- način, kako bomo ta material nalagali oziroma vnašali na delovno površino,
- način obdelave materiala za stabilizacijo (trdoto, videz).

Poznamo več vrst tehnologij tiska: Stereo Litografija (SLA), Selective Laser Sintering (SLS), Laminar Object Manufacture (LOM), Solid Ground Curing (SGC), brizgalna tehnologija (3DP) in Fusion Depositing Modeling (FDM).



Slika 1: SLS 3D tiskalnik [3]

Za 3D tisk obstaja že veliko materialov, iz katerih se da izdelovati 3D izdelke. Skoraj praktično vse je že mogoče natisniti kar doma v svojem gospodinjstvu, od gumba za hlače, igrač do čokolade. V bližnji prihodnosti se nam lahko obeta zelo spremenjen način življenja, ko si bomo lahko hrano po želji natisnili doma. Materiali, ki se uporabljajo za izdelovanje 3D modelov, so:

- PLA
- ABS
- kovina
- les

- čokolada
- glina in porcelan

Za izdelavo samega 3D modela moramo čez določene postopke, ki so nujni za izdelavo otipljivega 3D predmeta:

- oblikovanje 3D modela z namenskimi programi,
- izbira materiala in priprava tiskalnika za 3D tisk.

Želeni izdelek najprej oblikujemo s programsko opremo za tridimenzionalno oblikovanje (npr. AutoCAD, SketchUp). S slednjimi idejo 3D modela oblikujemo ter datoteko izvozimo v STL formatu. Od tu naprej delo prevzame programska oprema tiskalnika, ki 3D model razreže na tanke plasti in STL datoteko spremeni v G-code, tiskalniku prepoznavni jezik. Istočasno tudi določi položaj objekta v komori ali platformi, tako da je čas izdelave najkrajši, kar pomeni, da mora biti postavljen tako, da je njegova višina (os z) najmanjša. Vseskozi pa je treba paziti tudi na geometrijo izdelka in njegovo strukturno trdnost. Zaradi načina izdelave (lepljenja) je izdelek najtrdnější v smeri osi x in y. Tako je zaradi dejstva, da postopek lepljenja poteka neprekinjeno po oseh y in x, smeri po osi z pa gre za lepljenje novo nastale plasti na že narejeno plast in s tem manj trdno. Tiskalnik uporablja različne izboljšave, da je končni rezultat kar se da trden in čim hitrejši. Pri izbiri materiala se odločamo glede na samo uporabnost izdelka. Če na primer hočemo izdelati igračo, bomo izbrali plastiko, če pa hočemo izdelati kljuko za vrata, pa kovino, odvisno od namena izdelka. Moramo pa tudi vedeti, da za določene izdelke in materiale uporabljamo različne tehnologije 3D tiska kakor tudi različne tiskalnike. Trenutno je 3D tehnologija še predraga, da bi si lahko vsako gospodinjstvo privoščilo tiskalnik, verjamem pa, da bo v bližnji prihodnosti tudi to mogoče. [2]

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

V podjetju smo se odločili za izdelavo 3D tiskalnika, s katerim bi se zmanjšali stroški in čas gradnje ter potrebno delovno silo.

#### Programski del 3D tiskalnika

Za delovanje samega tiskalnika potrebujemo programsko opremo, s katero izrišemo virtualni model, ki ga želimo natisniti, ter programsko opremo za komunikacijo med računalnikom in tiskalnikom. Programske opreme za ta namen je danes na trgu veliko: Google Sketch Up, AutoCad, Xara 3D, Maya 3D, ZW 3D, Catia in drugi. Programi za komunikacijo med računalnikom in tiskalnikom pa so: Repetier Host, Slic3r, Octo Print, Cura in drugi. Za naš 3D tiskalnik bomo uporabili za oblikovanje virtualnih modelov pred natisom program Sketch Up, za komunikacijo med računalnikom in tiskalnikom pa program Repetier Host.

Program Repetier Host, ki ga bomo uporabili za komunikacijo med računalnikom in 3D tiskalnikom, je odličen program. Želen 3D model skeniramo, ga obdelamo v programu za 3D modeliranje, ali pa ga, če obstaja, prenesemo s spleta. Model nato izvozimo v STL formatu. Posamezni model razdelimo na sloje, ter na ta način načrtamo pot glave 3D tiskalnika. Slednje lahko izvedemo s programom Repetier Host, ki spremeni STL format v G-code obliko, ki je prepoznavna 3D tiskalniku. Program preveri G-code za morebitne napake in ali je model v dosegu površine tiska. Nato pošlje G-code v tiskalnik in 3D tiskanje se začne.

Ko uvozimo našo STL datoteko v program Repetier Host, jo slednji sam pretvori v jezik G-code, ki je prepoznaven našemu 3D tiskalniku. V našem primeru imamo škarpo dolgo 20 m, visoko 1 m ter debelo 0,2 m. Spodaj je naveden G-code, za naš primer, ki ga 3D tiskalnik prepozna in na podlagi zapisa natisne 3D izdelek:



```
; generated by Slic3r 0.9.10b on 2013-11-04 at 17:45:12
; layer_height = 0.100
; perimeters = 3
; top_solid_layers = 4
; bottom_solid_layers = 3
; fill_density = .3
; perimeter_speed = 45
; infill_speed = 60
; travel_speed = 75
; nozzle_diameter = .4
; filament_diameter = 1.68
; extrusion_multiplier = .7
; perimeters extrusion width = 0.42mm
; infill extrusion width = 0.42mm
; solid infill extrusion width = 0.42mm
; top infill extrusion width = 0.42mm
; first layer extrusion width = 0.42mm
G21 ; set units to millimeters
M107
G90 ; use absolute coordinates
G92 E0
M82 ; use absolute distances for extrusion
G1 F9000.000 E-2.50000
```

### Opis komunikacije med računalnikom in Basic PRO krmilnikom

Da lahko vzpostavimo celotno komunikacijo med računalnikom in 3D tiskalnikom, je potrebno povezati računalnik s krmilnikom. Ta komunicira z računalnikom preko porta X6, ki je na krmilniku. Komunikacija poteka po protokolu RS-422 z max. frekvenco 500 KHz in 5 V diferencialni napetosti. V ta namen smo naredili elektronsko vezje, ki lahko deluje na večjih razdaljah do 1500 m. To vezje se imenuje komunikacijski tokovni pretvornik. Imamo 4 vhode in 8 izhodov. Za en servo motor potrebujemo signal za smer (DIR) in impulz (PULSE). Za drugi motor prav tako. Te signale dobimo na paralelnem portu računalnika in jih pošljemo po komunikaciji v krmilnik.

Komunikacija med računalnikom in pretvornikom poteka v eni smer, medtem ko nadaljnje komunikacije potekajo povratno. Pretvornik je priklopljen na krmilnik port X6. Krmilnik pošlje ukaze naprej na motorne pogone osi X; Y; Z. Komunikacija deluje vedno v eni smeri. Program v računalniku preko paralelnega porta na konektorju DB25 pošlje signale krmilniku Basic PRO na vhodni enoti X6. Če hočemo na primer zavrteti servo motor preko krmilnika Basic PRO v eno smer za en impulz v načinu Pulse /Dir, moramo preko računalniškega porta poslati impulz za določitev smeri vrtenja motorja in impulz za korak vrtenja motorja. Za en obrat servo motorja potrebujemo 5000 impulzov. Vsak motor uporablja torej dve komunikaciji Pulse, kar pomeni, v kateri poziciji inkrementalnega dajalnika je motor in komunikacija Dir, ki da ukaz motorju za pomik levo ali desno. Potekajo pa po protokolu RS422. Komunikacija računalnik-krmilnik direktno poganja servo motorje.

### Priklop ter opis krmilnika

Krmilnik je ena ključnih komponent za komunikacijo med računalnikom in tiskalnikom. Bistvo je, da vsak podatek ali ukaz, ki ga mi podamo v računalniškem programu, ki smo ga dobili ob nakupu krmilnika, krmilnik prevede in posreduje ukaz naprej tiskalniku ali motorjem, ki so na njem in obratno. Krmilnik je vmesnik med računalnikom in tiskalnikom. Krmilnik za krmiljenje dveh motorjev, ki bosta vozila našo tiskalno glavo, nam je dalo podjetje Motor Power Company in nam poleg gonilnika dalo tudi navodila za uporabo. Krmilnik lahko krmili dva servo motorja.



Inkrementalni dajalnik, znan tudi kot relativni rotacijski dajalnik, se uporablja za spremljanje gibanja, za ugotavljanje pozicije (kota zasuka) in hitrosti. Inkrementalni dajalnik je elektromehanska naprava v servo motorjih, uporabljena za zagotavljanje povratnih signalov iz gibajoče kontrolne aplikacije. Povratne signale lahko uporabimo za različno vrsto informacij o rotacijskem oziroma linearnem mehanizmu. Lahko mu določimo pozicijo, smer rotacije in hitrost glave 3D tiskalnika.

### **Priklop servo motorjev na krmilnik**

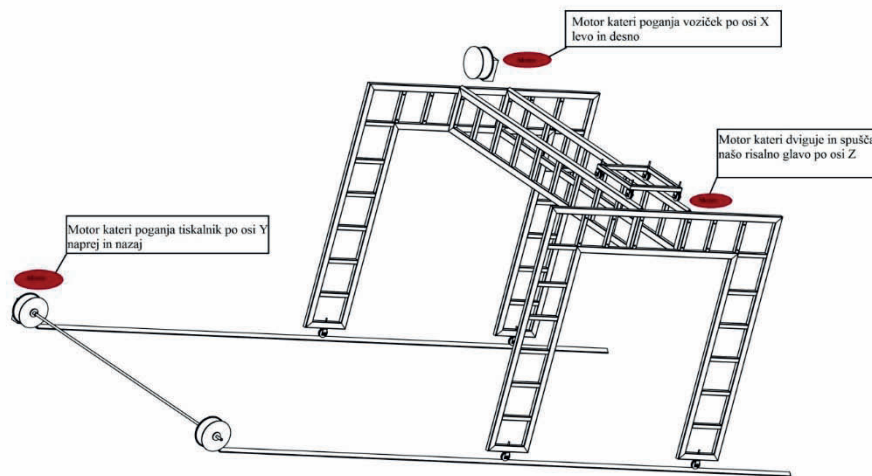
Za tiskalnik smo se odločili uporabiti motorne pogone, ki so zmogljivi in dovolj hitri. Poganjali bodo našo tiskarsko glavo po osi X,Y in Z, prav tako pa nosili težo materiala. Praktično smo si zastavili cilj, da os X in Y potujeta pri max. hitrosti 0,5 m/s. Nositi morata breme 26 kg s svojo konstrukcijo vred. Takoj smo ugotovili, da koračni motorji ne bodo zadostovali našim potrebam, ker nimajo zadosti moči. Prišli smo do sklepa, da je to možno narediti samo s servo pogoni, ker so dovolj močni za naše potrebe. Pri iskanju dobavitelja opreme za servo motorje nam bo te zagotovilo podjetje Motor Power Company, ker je znano na tržišču v Sloveniji, v naši rešitvi bomo uporabili njihov krmilnik. Izbira delov za tiskalnik je ključna, saj moramo upoštevati moč tiskalnika in hitrost, vse pa je odvisno od namembnosti in uporabe tiskalnika.

### **Polžji reduktor**

Eden ključnih elementov za točno delovanje našega tiskalnika je reduktor, ki ima nalogo ustaviti motor točno na ukazni točki, ki smo jo določili inkrementalnemu dajalniku. Ker bo pri tiskanju z betonom pri premiku glave delovala sila, je zelo pomembno, da se ta sila izniči ter da se naša risalna glava pravočasno ustavi. Pri izbiri reduktorja smo se odločili uporabiti reduktor, ki je kos tej nalogi. To lastnost imajo samo polžji reduktorji. Druga lastnost, ki je za nas pomembna, je, da mora narediti reduktor 1 obrat, ko jih bo motor naredil 40. S tem smo pridobili moč, ki je max. 32 Nm izhodnega momenta. Reduktor smo kupili pri podjetju VARVEL z oznako FRT40,  $i=40$ . Dejanski izhodni moment je 26 Nm. Vlečna sila pri bobnu  $\varnothing 200\text{mm} = 260\text{ Nm}$ . Za potrebe našega tiskalnika bomo porabili 2 takšna reduktorja za os X in os Y.

### **Preostali deli 3D tiskalnika**

Na samem tiskalniku bo nameščena tudi risalna glava, pritrjena na zobati letvi, ki predstavlja os Z. Njena vloga je nanašati material na delovno površino 3D izdelka. Sestavljena je iz držala, cevi premera 3 cm, brizgalne šobe ter gladilne lopatice. Za pomik X in Y bodo skrbeli motorji, ki bodo povezani z jekleno žico, ki se bo navijala na jeklene bobne (glej sliko 2). Sama konstrukcija tiskalnika bo aluminijasta, sestavljena iz dveh levih in dveh desnih med sabo povezanih stebrov. Te stojijo v profilih in se pomikajo z nameščenimi kolesi. Stebri bodo zgoraj tudi med sabo povezani, saj bo na tej povezavi pritrjen voziček, ki bo držal glavo tiskalnika. Tako imamo omogočene vse poti X, Y, Z za nemoteno delovanje tiskalnika. Predvideni stroški same izdelave tiskalnika bodo znašali okoli 5000 EUR.



Slika 2: Prikaz konstrukcije 3D tiskalnika ter postavitve motorjev

#### 4 REZULTATI

3D tiskalnik se med tiskanjem pomika po X smeri najhitreje 0,5 m/s. Enako velja za pomik v Y smeri. Pomik po Z smeri je za 1 impulz 1-5 cm. Debelina brizgalne šobe za nanašanje materiala na 3D izdelek je 3 cm. Za 1 sloj nanosa materiala (20 m dolžine, 3 cm širine in višine 5 cm) bomo porabili 40 sekund časa. Za en celoten sloj nanosa naše škarpe bomo potrebovali 280 sekund časa. Za 1 meter naše škarpe potrebujemo 20 slojev nanosa, to je 20'280 sekund, kar skupno nanese 1,5 ure časa, da naš 3D tiskalnik dokonča delo.

Škarpa, ki smo jo izdelali s 3D tiskalnikom, je bila zaključena v 1,5 ure. Priprava za izdelavo škarpe nam je vzela 2 uri. To je postavitve 3D tiskalnika plus nastavitve ter 1 uro za pripravo materiala v dozirne posode, iz katerih se prečrpava snov v 3D tiskalnik. Za samo pripravo ter izdelavo škarpe smo potrebovali dva človeka.

Pri pregledu našega podanega predračuna pridemo do ugotovitev, da se zelo zmanjša čas izdelave iz 59 ur na 4,5 ure, kar je znatna prednost v korist izdelavi s 3D tiskalnikom. Za 1,5 ure dela s 3D tiskalnikom smo porabili 1,5 kWh električne energije. Pri predpostavki, da je material za izdelavo, to je: beton ( $1,6 \text{ m}^3 = 232 \text{ €}$ ) ter aditiv za hitro strjevanje ( $1,6 \text{ m}^3 = 160 \text{ €}$ ), je končna cena dosti manjša kakor pri klasični izdelavi in znaša 610 €.

#### 5 ZAKLJUČEK

V sklopu diplomske naloge sem predstavil teorijo in dosedanje ugotovitve na področju 3D tiska. Danes obstaja že več vrst 3D tiskalnikov za različne namene tiska, obstaja tudi več tehnologij 3D tiska, ki služijo vsaka svojemu namenu. Največ se uporabljajo tehnologije Fusion Depositing Modeling (FDM) in Selective Laser Sintering (SLS).

Rezultati naše raziskave in razvoja svojega 3D tiskalnika so pokazali, da so se končni stroški izdelave betonske škarpe zelo zmanjšali v primerjavi s ponudbo, ki jo je dalo podjetje za izdelavo škarpe na klasičen način. Ugotovili smo, da je 3D tiskalnik prihodnost v gradbeništvu, kajti v celoti zamenja človeške zmogljivosti in hitrost, da ne govorimo o natančnosti. Samo delo je lažje in enostavnejše z veliko manj napora. Točnost in natančnost sta pod nadzorom 3D tiskalnika in posredno računalnika in ne človeka kot pri klasični gradnji. Zato je možnost napak minimalna.

3D tiskalniki so tehnologija prihodnosti, ki se še razvija in še ni dosegla svojega vrhunca. V našem podjetju smo šli v razvoj svojega 3D tiskalnika, ki nam bo olajšal delo v prihodnosti. Pri njegovem razvoju smo se osredotočili na samo namembnost slednjega in možnosti kasnejše nadgradnje. Izbiro

komponent nam je zagotovilo podjetje Motor Power Company, konstrukcijo samega 3D tiskalnika pa smo izdelali sami.

Naš glavni cilj je bil rešiti stroškovni problem pri izdelavi betonskih objektov. Ta problem smo uspešno rešili z izdelavo svojega 3D tiskalnika in se je pokazal kot zelo učinkovit. Naše nadaljnje delo bo temeljilo na tem, da bi še zmanjšali stroške za izdelavo betonskih objektov in povečali obseg delovanja 3D tiskalnika do izdelave stanovanjskih objektov. Ugotovili smo, da je največji strošek material, ki ga kupujemo. Naš trenutni cilj je zmanjšati stroške nabave materiala za izdelavo, poiskati naravne vire ter raziskati obstojnost in trdnost drugih cenejših mešanic za izdelavo objektov. Ko bo razvoj dosegel svoj polni zagon v svetu, bo tudi cena materiala znatno padla in bo postal dostopnejši.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Strajnar, H. 3D tisk. Revija Grafičar, 2010, str. 14-17.
- [2] Strajnar, H. 3D tehnologija tiska. Revija Grafičar, 2009, str. 14-16.
- [3] Direct Industry (online), Dostopno na: <http://www.directindustry.com/prod/3d-systems/selective-laser-sintering-machines-for-rapid-tooling-19418-907767.html>, 2013.

# IP VIDEO NADZORNI SISTEM

Andrej Tomažin, Gregor Mede

*Prispevek predstavlja delovanje IP video nadzornega sistema, predstavitev njegovih sestavnih komponent ter opis možnih načinov uporabe. Največji poudarek je na možnostih uporabe na oddaljenih lokacijah in spoznanje, da praktično ni lokacijskih omejitev. Predstavljen je zakonik o videonadzoru, IP tehnologija video nadzornega Sistema ter predstavitev vseh komponent, ki so uporabljene v praktičnem delu. V nadaljevanju je opisano povezovanje nedostopnih objektov z IP video nadzornim sistemom. Rezultat eksperimentalnega dela je delujoč videonadzor nad objektom »X« s pomočjo IP tehnologije in vključenih komponent. S tem je potrjeno, da se lahko videonadzor opravlja na praktično vseh objektih, tudi takih, ki niso blizu električne in internetne mreže.*

**Ključne besede: IP kamera, usmerjene antene, snemalnik, oddajen dostop, video nadzorni sistem**

## 1 UVOD

Potrebe po zagotavljanju varnosti je človek oblikoval že od začetka obstoja. Prav iz tega razloga potreba po varovanju objektov in odprtih prostorov v zadnjih letih strmo narašča. V prispevku bomo predstavili novejši digitalni video nadzorni sistem, ki je v zadnjem času najbolj popularen, saj je cenovno vedno bolj dostopen. Cilj je, da je zagotovljena visoko ločljiva slika in dolgo shranjeni videoposnetki.

Video nadzorni sistemi imajo navidezni dvojni učinek. Prvotni namen sistemov je, da snemajo varovane objekte in posnetke shranjujejo. Posnetke lahko v primeru kraje ali nastale škode uporabimo kot dokaz in z njimi identificiramo storilce. Po drugi strani delujejo preventivno oziroma psihološko na mogoče storilce ter tako zmanjšujejo poskuse kraje in drugih prekrškov.

Cilj prispevka je predstaviti IP video nadzorni sistem in ga prikazati v praktičnem delu. Na praktičnem primeru bomo poskusili vzpostaviti IP video nadzor na oddaljeni lokaciji, kjer ni električnega ter internetnega omrežja.

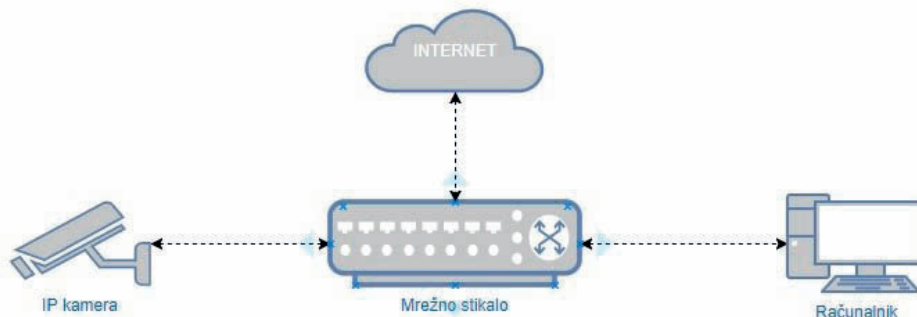
## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Izvajanje video nadzora je že vrsto let urejeno v Zakonu o varstvu osebnih podatkov (ZVOP-1), v praksi pa kljub temu vedno znova naletimo na nove izzive, ki terjajo nove prijeme in podrobnejše razlage. ZVOP-1 v svojih definicijskih določbah (6. člen) oziroma področnih določbah o video nadzoru (74. do 77. člen) ne definira pojma video nadzora. Za IP video nadzor se je sprejela definicija, kot jo je izoblikovala praksa. Za video nadzor, v najširšem smislu, se šteje uporaba video kamer za sistematično snemanje, prenos in shranjevanje žive slike z ene lokacije na drugo, praviloma z namenom zagotavljanja varnosti. Prav tako se za video nadzor štejejo rešitve, ki zajemajo zgolj prenos žive slike brez snemanja (podaljšano oko). [1]

Po odločbah 74. člena ZVOP-1 mora fizična ali pravna oseba, ki izvaja video nadzor, obvestiti druge in objaviti obvestilo. To obvestilo mora biti napisano na način, ki vsakemu posamezniku omogoča, da se seznanj z izvajanjem video nadzora, ko se nad njim začne izvajati video nadzor. Obvestilo, ki obvešča osebe o video nadzoru, mora biti obešeno na viden način in trajno, dokler se izvaja video nadzor. Zgolj enkratno obvestilo ni dovolj. [1] Za podrobnejša navodila ob vzpostavitvi videonadzora pa se priporoča preučitev omenjenega zakona.

V zadnjih letih so vse pogosteje v uporabi mrežne kamere ali pogosteje imenovane IP kamere. Že ime pove, da so kamere povezljive v IP omrežje, kamor se dandanes povezujejo že vse pametne

naprave. Te so dohitele analogne in se sedaj predstavljajo z veliko boljšimi specifikacijami, kot so jih imele analogne kamere. Video posnetki, ki jih mrežna kamera zajame, se takoj digitalizirajo in šele nato pošljejo naprej, s tem pa ne izgubimo kvalitete slike. Video se potem prenaša preko IP omrežja, mrežnih stikal do strežnika, na katerem jih obdelata programska oprema ter shrani na shranjevalno enoto. Tak sistem je popolnoma digitaliziran, saj v njem ni analognih komponent, dostopen je praktično iz vse povsod, kot je to prikazano na sliki 1.



Slika 1: Mrežni video nadzorni sistem

Mrežno kamero oziroma pogosto ji rečemo tudi IP kamera, lahko opišemo kot kamero in računalnik, ki sta združena v eno. Kot računalnik ima tudi mrežna kamera svoj IP-naslov, je priklopljena direktno v omrežje in lahko do nje dostopamo od kjerkoli, kjer imamo dostop do omrežja. Poleg zajemanja in shranjevanja slik številne mrežne kamere omogočajo upravljanje dogodkov in inteligentne video funkcije, kot so; odkrivanje oziroma prepoznavanje gibanja (ang. »motion detection«), zvočno zaznavanje, samodejno sledenje. Možnosti se razširijo, če ima kamera vhodno/izhodna vrata, ki omogočajo povezovanje drugih naprav, kot so senzorji in releji. Zelo popularna je podpora za POE (ang. »Power Over Ethernet«), ki omogoča napajanje preko mrežnega kabla. [2]

Najpomembnejše naloge sistema za upravljanje video nadzora so gledanje žive slike, snemanje, predvajanje in shranjevanje videa. Če je sistem sestavljen samo iz ene ali nekaj kamer, je sistem mogoče upravljati in nastavljati osnovne funkcije preko vgrajenega vmesnika na kamerah. Ko sistem preraste v nekaj več kamer, je priporočljivo, da si uredimo nekakšen sistem, ki nam bo zagotovil lažje upravljanje s celotnim sistemom. Upravljanje video nadzora, ki temelji na strežniški platformi, nam omogoča lažjo nadgradnjo sistema, kot je povečanje ali zmanjšanje pometilnika za hranjenje podatkov, zaščito pred virusi, požarni zid, namestitev inteligentnih video algoritmov, vzporedno s programom za upravljanje z video nadzorom. Mrežni snemalnik (NVR) je kos strojne opreme s predhodno nameščeno programsko opremo, namenjeno izključno za upravljanje z video nadzorom. NVR je zasnovan tako, da nudi optimalno zmogljivost za določeno število kamer in je običajno manj prilagodljiv sistem kot sistem, ki je zasnovan na PC strežniku. Zaradi tega je enota primerna za manjše sisteme, kjer število kamer ne preseže karakteristik snemalca. NVR je po navadi lažje namestiti kot strežniški sistem in je z njim lažje rokovati saj ima namensko programsko opremo z uporabniku prijazno grafično podobo. [3]

Glede na to kako in kje bomo uporabljali Wi-Fi omrežje, moramo vedeti, kateri tip antene bomo uporabili. Najbolj znana je vsesmerna in usmerjena antena. Medtem ko vsesmerna antena pošilja in sprejema signale z vseh strani, usmerjena antena usmerja signale le v določeno smer. Ker usmerja energijo le v eno smer, s tem poveča doomet. Navadno se uporabljajo za razširitev Wi-Fi omrežja, kot so po navadi težko dostopni objekti ali v drugih posebnih okoliščinah, kjer pokritost 360° ni potrebna. [4]

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Izbira komponent je prva in najpomembnejša začetna faza. Od komponent bo na koncu odvisna kakovost delovanja, in če le-ta ne bo zadovoljiva, se lahko cena celotnega projekta podraži. Vedeti moramo, koliko denarja smo pripravljeni vložiti. Mi smo za projekt uporabili polprofesionalne komponente, kar pomeni, da niso visokega cenovnega razreda, niso tako kakovostne ter nimajo velikega nabora funkcij, kot jih imajo profesionalne komponente.

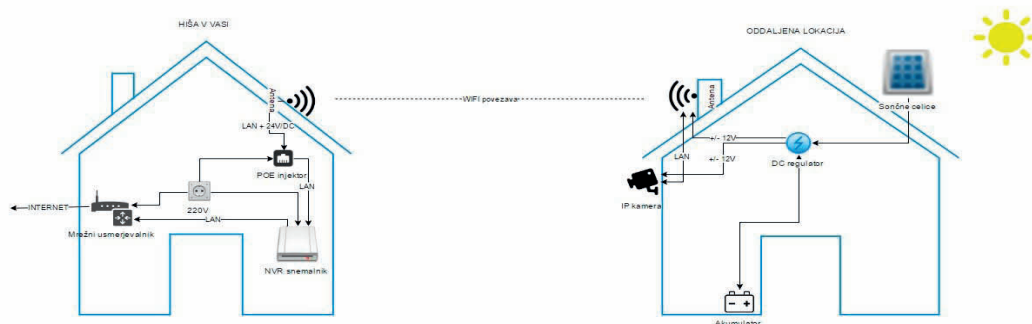
Za sistem smo morali izbrati naslednje komponente: mrežni snemalnik, mrežno kamero, »Point to point« mrežni anteni (sprejemno-oddajna) 2 kosa in komponente za sončno elektrarno.

Na trgu je veliko vrst komponent z različnimi funkcijami z različnimi cenami. Če je cena ena glavnih kriterijev, se moramo prvič ravnati po njej in glede na to potem izbiramo komponente po ostalih, nam pomembnih funkcijah. Snemalnik naj omogoča: podporo različnim protokolom zaradi združljivosti komponent, različne možnosti shranjevanja, podpora visoki ločljivosti, mrežni dostop, CMS oddaljen dostop za krmiljenje snemalnika. Pri izbiri kamere se osredotočamo na cilj nadzora in kakovost slike, območje pokritosti, opcijo za zunanjo uporabo, snemanje zvoka, podpora POE tehnologiji in enostavnosti uporabniškega vmesnika. V našem primeru smo za videonadzor z eno kamero izbrali snemalnik proizvajalca HikVision s podporo do štirih kamer in snemanja na en disk velikosti do 4 TB. Cenovni rang je do 200 €. Da bomo med kamero in snemalnikom dosegli maksimalno ujemanje, je dobro, da izberemo kamero istega proizvajalca. Na objektu hočemo zaznavati gibanje, ga posneti v visoki kvaliteti, pri kateri bomo lahko prepoznavali obraze ljudi podnevi in ponoči na razdalji do 15 m.

Glede na to smo v ožji izbor dali tri kamere v cenovnem razponu od 150 do 300 €. Mi smo se odločili za kamero Hik-Vision 4MP ločljivosti s podporo POE v cenovnem rangju 200 €. Ta izbira je kompromis med ceno in kvaliteto kamere.

Povezava med objektoma je kritičen element projekta. Da bo delovala brez motenj, izpadov, hitro ter varno, moramo izbrati dobre antene. Pri izbiri le-teh moramo vedeti, kakšno hitrost prenosa želimo, kakšen domet morajo imeti prenosno frekvenco in podporo varnostnim standardom. Imamo kamero, ki snema z 2688x1520 resolucijo in H.264 video kompresijo ter 20 sličic na sekundo. To pomeni, da potrebujemo približno 10 Mb/s hitro povezavo, ki se za vsako kamero več pomnoži s številom kamer. Mi smo izbrali anteni proizvajalca »Ubiquiti Networks«, ker so s tovrstnimi rešitvami zelo dobra izbira. Sprejemno – oddajni anteni modela Nanostation Loco M2 delujejo na razdalji do 5 km pri idealnih pogojih in pravilni konfiguraciji. Cena le-teh se giblje nekje okoli 50 € za kos. Delujejo na 2,4 Ghz pasovni širini, podpirajo najnovejše varnostne nastavitve in prenašajo do 150 Mb/s in več, odvisno od razdalje in pogojev.

Na začetku izvedbe postavitve smo najprej narisali enostaven diagram komponent in povezave, ki bodo tekle med njimi, kar je vidno na sliki 2.



Slika 2: Prikaz povezav med komponentami



Objekt »Y« se nahaja v vasi in ima dostop do hitrega interneta, električnega napajanja in vse potrebno za normalne življenjske pogoje. Objekt »X« je oddaljen od vasi, ampak je viden na oddaljenosti okoli 300 m. Ta podatek je zelo pomemben, saj smo se zato odločili za vzpostavitev komunikacije preko usmerjenih anten. V hiši, kjer je snemalnik, ni prav veliko posebnosti. Snemalnik je priključen v električno omrežje (220 V) in povezan z anteno, ki je usmerjena proti oddaljeni lokaciji. Antena se napaja preko POE-injektorja, ki sprejme 220 V in LAN povezavo, ven odda POE (24 V), preko katerega se antena napaja ter oddaja/sprejema signal. Vse LAN povezave med mrežnimi komponentami smo povezali z navadnim UTP kablom kategorije 5 (cat5).

Na objektu »X« je zgodba veliko bolj zanimiva. Ker je ta brez električnega omrežja, smo si zato zamislili, da bi elektriko priskrbeli kar iz sonca, natančneje iz sončnih celic. Glede tega smo morali najprej izračunati porabo porabnikov ter na podlagi tega izbrati dovolj močne sončne celice ter akumulator.

Seštevek porabe vseh naprav, od katerih podatke smo pridobili v tehnični dokumentaciji naprav, prikazan v tabeli 1, bo pokazal dnevno potrebo po energiji, ki jo bo moral zagotoviti solarni sistem.

Tabela 1: Izračun porabe porabnikov za en dan delovanja

	Moč	Čas delovanja	Poraba
IP kamera	7 W	24 h/dan	168 Wh
Antena	5 W	24 h/dan	120 Wh
<b>SEŠTEVEK</b>			<b>288 Wh</b>

Vzemimo ciklični akumulator 12 V kapacitete 60 Ah. Ta akumulator omogoča porabo 720 Wh (12 V \* 60 Ah). Podatek DoD (ang. Depth of Discharge), ki je v tehničnem opisu akumulatorja, število ciklov pri 50 % izpraznitvi, nam pove, da nam je na voljo le 50 % razpoložljive energije, ki jo akumulator sicer nudi za svoje optimalno delovanje. Namesto 720 Wh bomo pri izračunu upoštevali le 360 Wh.

Pri izračunu porabe energije smo izračunali, da dnevno za naše porabnike potrebujemo 288 Wh energije. Ko primerjamo podatka o potrebni energiji, ki je 288Wh in podatka, da akumulator omogoča porabo 360 Wh energije se izkaže, da bo akumulator 12V/60Ah več kot zadostil potrebam.

Za izračun moči solarnih modulov je treba računati še nekaj izgub (okoli 20 %), ki se pojavijo tudi v lepem vremenu. V Sloveniji se poleti računa okoli 6 ur kot optimalnih za delovanje sončnih modulov, na obali okoli 7 ur. Pozimi se zmanjša na le okoli 2-3 ure delovanja. Torej bo formula za izračun moči:

MOČ SOLARNEGA MODULA (W)\*0,8 (izgube)\*6 (sončne ure)

Vzamemo sončne celice moči 80 W in izračunamo (80Wh\*0,8\*6 = 384Wh), da bodo sončne celice nudile okoli 384 Wh energije dnevno.

Kot je razvidno na sliki 1, smo kamero in anteno direktno povezali z UTP kablom, ker antena omogoča dostop do LAN povezave. Kamera kot tudi antena se napajata preko regulatorja, ki oddaja 12 V napetosti.

Kamero montiramo na zeleno mesto, to mora biti tam, kjer kamera vidi in pokrije čim več scene, ki jo želimo pozneje snemati in pregledovati. Pred vandalizmom se ognemo tako, da kamere ne postavimo v doseg rok, v skrajnem primeru jo lahko zaščitimo z zaščitnimi elementi (dodatna ohišja proti vandalizmu).

Montaža antene je v tem primeru bolj zapletena. Prvič moramo z mesta, kamor jo hočemo namestiti, videti objekt z vasi (objekt »Y«). Na tem mestu anteno fiksiramo in usmerimo proti

anteni, ki smo jo že prej zmontirali na objektu »Y«. Prav tako moramo paziti, da antena ni izpostavljena mimoidočim, saj je bistvenega pomena za zagotavljanje lokalne mreže.

Sončne celice namestimo na streho objekta. Največ sonca lahko na njih ulovimo, če so le-te obrnjene proti jugu, jugozahodu ali jugovzhodu, pod naklonom med 20 in 60 stopinj. V nasprotnem primeru nastajajo izgube. S kablom povežemo sončne celice in solarni regulator, iz regulatorja pa naprej na akumulator. Solarni regulator ščiti solarne akumulatorje pred prenapoljenostjo, obenem preskrbuje porabnike z električno energijo podnevi in ponoči.

Ko antene priklopimo na napajanje, je čas, da jim nastavimo IP, poskrbimo za varnost in nazadnje pogledamo signal ter ga še izboljšamo, če je to mogoče. Na antene se povežemo preko računalnika s privzetimi nastavitvami proizvajalca in jih zaradi varnosti spremenimo za potrebe svojega IP-omrežja. Vsaki anteni določimo svoj IP-naslov, določimo isto masko in privzeti prehod. Vsaki anteni moramo v tem koraku določiti funkcijo, ki jo bo opravljala v omrežju. Anteni bosta v našem primeru delovali kot povezava iz ene lokacije na druge. To pomeni, da mora biti ena antena dostopna točka (ang. »AP – Access Point«), na katero se druga antena oziroma postaja (ang. »Station«) poveže nanjo. Da bo povezava med antenama varnejša in če nam programska oprema anten to omogoča, se s postajo priklenemo na MAC naslov dostopne točke. Če se v okolici pojavi omrežje z istim imenom, se bo postaja vedno povezala samo z našo dostopno točko. Pomembno je zavarovati brezžično povezavo. V zavihku »Varnost« izberemo WPA2-AES (PSK) protokol in vpišemo varnostno geslo, ki mora biti na obeh straneh povezave (na obeh antenah) enako. Varnostno geslo naj bo dolgo; dobro je, da vsebuje znake, črke in številke. Tako zagotovimo večjo varnost in se ognemo nezaželenim vdorom.

Do kamere se povezujemo po istem postopku, kot smo to naredili pri povezavi računalnika z mrežno anteno. Računalnik mora biti v isti lokalni mreži kot kamera. Tako antena kot kamera ima tovarniško nastavljen IP, uporabniško ime in geslo, s katerim se povežemo nanjo. Kamero nastavimo IP-naslov, masko in privzeti prehod. Naslov IP mora biti v istem razponu omrežja, kot ga ima snemalnik in anteni. Povezavo med antenama preizkusimo preko računalnika z ukazom ping v cmd.exe.

Če je naš NVR snemalnik novejšje generacije in podpira funkcijo P2P, je to najboljša izbira. Enostaven za nastavitvev, zanj ne potrebujemo veliko predznanja in le z nekaj kliki po nastavitvah se bomo lahko s telefonom ali osebnim računalnikom povezali na snemalnik ter tako dostopali do živih slik kamer ali posnetkov za nazaj. Najprej nastavimo mrežne nastavitve. Ko delamo s P2P, lahko na snemalniku nastavimo, da dodeli mrežne nastavitve DHCP strežnik. Ta bo avtomatsko dodelil prosti IP-naslov ter vse ostale parametre, kot so maska omrežja, prevzeti prehod. Funkcijo DHCP strežnika izvaja usmerjevalnik v omrežju, kamor je povezan tudi računalnik in ostale komponente na objektu »Y«. Ko nastavimo mrežne nastavitve, moramo omogočiti P2P funkcijo, običajno jo je potrebno le obkljukati. V naslednjem koraku na snemalniku le še najdemo serijsko kodo in QR kodo, ki jo lahko z aplikacijo na telefonu preberemo in že je pripravljena za uporabo.

V primeru, da snemalnik nima možnosti P2P povezave, moramo nastavitve nastaviti sami. Obvezno moramo ponudniku internetnih storitev sporočiti, da hočemo imeti za dostop do našega mrežnega usmerjevalnika statični IP-naslov. Statični IP-naslov se za razliko od dinamičnega ne spreminja. Ker bomo preko tega IP-naslava dostopali do našega snemalnika, nočemo, da se nam spremeni, saj bi v tem primeru izgubili povezavo. Nato na snemalniku nastavimo IP-naslov, masko in mrežni prehod našega usmerjevalnika. Na koncu moramo nastaviti še vrata, preko katerih bomo dostopali na snemalnik. Nastavitve vrat pridobimo v tehnični dokumentaciji snemalnika. Na koncu moramo na mrežnem usmerjevalniku ta vrata še odpreti s funkcijo posredovanja vrat.

Na opremi imamo nastavljene vse mrežne nastavitve. Sedaj lahko s snemalnikom poiščemo kamero v omrežju in jo dodamo. Če je vse, kot smo nastavili v zgornjih nastavitvah, bi se morala slika kamere prikazati na ekranu oziroma v zavihku, kjer dodajamo kamero.

#### 4 REZULTATI

Ko smo vse povezali po shemi s slike 2 in uredili vse nastavitve, ki smo jih omenili, se nam je na ekranu računalnika prikazala vsebina slike 3, kar je bil tudi cilj.



Slika 3: Slika kamere

Kameri lahko določimo ime, omejimo zaznavanje gibanja na področja, ki jih potrebujemo in kako občutljiva naj bo kamera na gibanja. Imamo tudi možnost spreminjati kontrast, svetlost in nasičenost slike ter ostale nastavitve.

#### 5 ZAKLJUČEK

Pri raziskovanju in realizaciji našega projekta smo ugotovili, da je zelo pomembno, katero tehnološko rešitev izberemo. Pri reševanju problemov za zagotavljanje električne energije in mrežnega dostopa na oddaljenem objektu smo imeli kar nekaj možnosti. Izbrali smo rešitev, ki je v prvi vrsti okolju prijazna in učinkovita, po drugi strani pa cenovno ugodna in enostavna za namestitev in nastavitve. Prav tako je možnosti za povezavo v internetno omrežje neskončno. Tu poznamo LTE/4G omrežje, satelitsko omrežje, preko katerih se lahko povežemo v internet, ampak so cenovno neugodne glede na našo rešitev. Če je lokacija vidna iz objekta, kjer imamo internetni dostop, lahko enostavno objekta »združimo« v eno lokalno omrežje preko usmerjenih anten, ki smo jih uporabili. Negativne stvari te tehnologije so motnje, ki jih ustvarjajo in oddajajo ostale naprave v bližini, ter fizične ovire, vendar se jim s pravo konfiguracijo ter postavitvijo lahko ognemo.

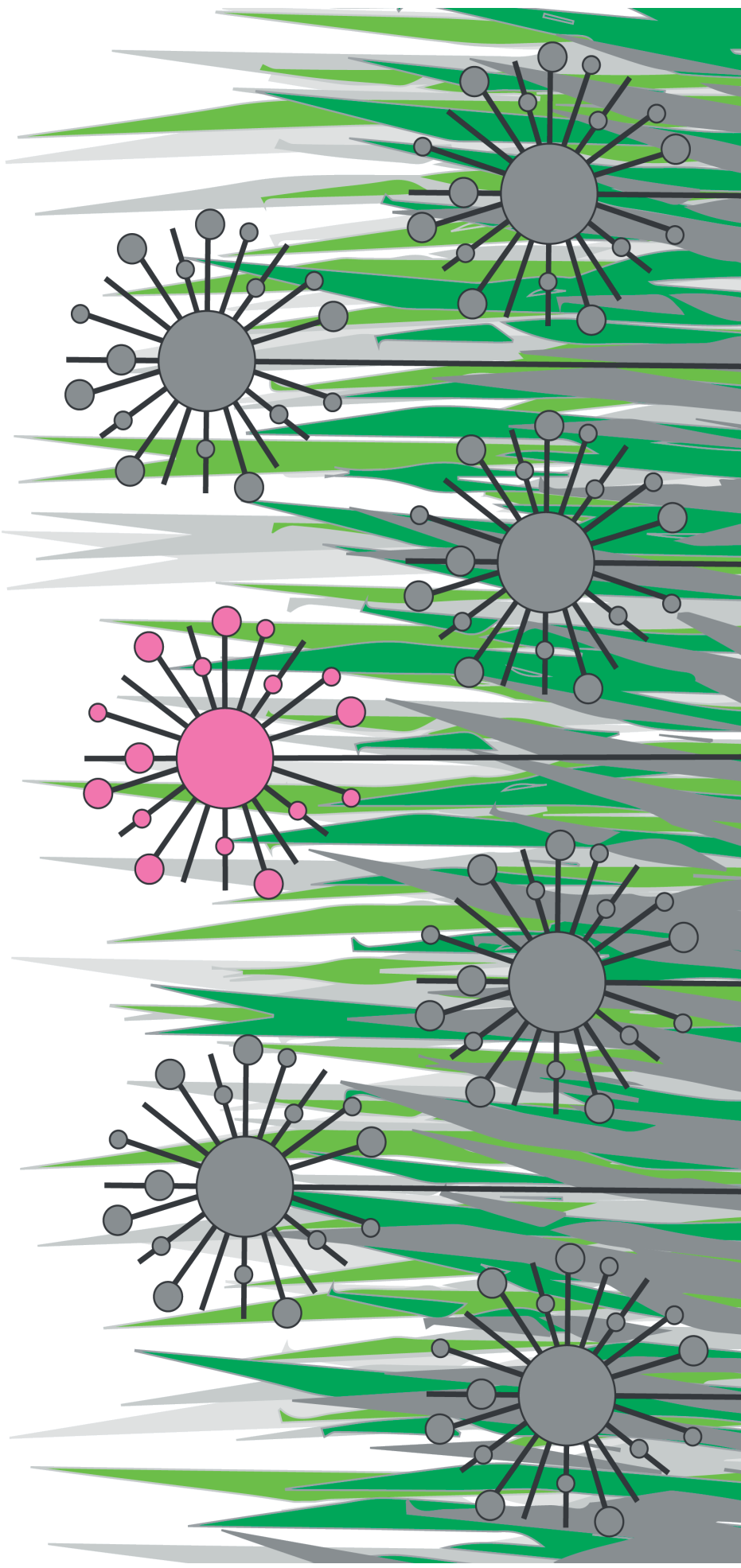
Ko smo priskrbeli vse osnovne potrebe za delovanje IP video nadzornega sistema, je vprašanje, kakšno kvaliteto zajemanja slike hočemo. Tu je kakovost mrežne kamere pogojena s ceno. Kot smo videli v poglavju, kjer smo izbrali kamero, smo videli, da je glede na resolucijo zajemanja slik, cena rasla.

Glede na končno delovanje sistema lahko rečemo, da je projekt dobro načrtovan in postavljen. Če bi se v prihodnosti pojavilo zanimanje za postavitve dodanih kamer, sistem to omogoča, saj je dovolj zmogljiv. V primeru izpadov energije na oddaljeni lokaciji se sistem lahko nadgradi z več sončnimi paneli in z več akumulatorji in tako zagotovi več energije za več naprav.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] »Zakon o varstvu osebnih podatkov«, Uradni list RS, št. 94/2007, 16. 10. 207
- [2] Axis communications, »Technical guide to network video«, (online), uporabljeno: 16. 12. 2017, dostopno na: [http://www.noushouse.com.au/brochures/Axis%20Cameras/bc\\_techguide\\_33334\\_en\\_0811\\_lo.pdf](http://www.noushouse.com.au/brochures/Axis%20Cameras/bc_techguide_33334_en_0811_lo.pdf).
- [3] Nilsson, F. »Intelligent network video«, (online), 2017, uporabljeno: 16. 12. 2017, dostopno na: <https://books.google.si/books?id=y6WiDQAAQBAJ>.
- [4] Cisco, »Omni antenna vs. Directional antenna«, (online), 2007, uporabljeno 16. 12. 2017, dostopno na: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/82068-omni-vs-direct.html#topic3>.

# KOZMETIKA





# LIČENJE SKOZI ZGODOVINO

Maša Čutuk, Barbara Stopar

*V prispevku je predstavljen razvoj ličenja skozi zgodovino, opisani so produkti, ki so zaznamovali določeno zgodovinsko obdobje, sestavine, katerih so se posluževali za njihovo izdelavo, ter predstavljene muze, ki so s svojim načinom življenja, videzom ali ljubeznijo do lepega pustile svoj pečat v zgodovini in modernem svetu ličenja.*

*S pomočjo intervjuja in poustvarjanja make upa je izvedena študija primera na modelih. Ugotovljale so se vsakodnevne navade modelov v zvezi z ličenjem, njihova pričakovanja ob poustvarjanju določenega make upa, doživljanje tovrstnega načina ličenja in njihovo razmišljanje o tem, kako se lahko elementi zgodovinskega ličenja zlijejo z modernimi. Rezultati so bili pozitivni, saj so se vsi modeli počutili lepo, dobro in samozavestno in bi elemente tovrstnega ličenja vključile v uporabo.*

**Ključne besede: zgodovina ličenja, ličenje, pripomočki za ličenje, produkti za ličenje**

## 1 UVOD

Ličenje je kompleksen umetniški proces, s katerim lahko poudarimo že prisotno lepoto obraza, skrijemo nepravilnosti ali se prelevimo v nekoga drugega. V današnjem svetu imajo ličila še posebno močno vlogo, tako v svetu žensk kot nekaterih moških.

Namen raziskovalnega dela je ugotoviti, ali lahko elementi ličenja iz različnih zgodovinskih obdobj delujejo tudi v modernem svetu.

V eksperimentalnem delu prispevka bodo s študijo primera na modelih prikazani praktični primeri, na katerih se bo videlo, kako elementi iz zgodovine delujejo kot navdih za moderno ličenje. Z intervjuji modelov bomo poizkusili prikazati njihova občutja.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Skozi stoletja se je make up neprestano spreminjal ter doživljal vzpone in padce. Že v pradavnini so ljudje nanašali barve na svoj obraz, res da ne z namenom ličenja, ampak so čutili potrebo po dekoraciji obraza in telesa zaradi krinke pred napadalnimi živalmi ali z namenom, da bi pri nasprotnikih zbudili strah.

Začetke make upa beležimo v času egipčanske civilizacije. Make up so sprejemali kot nekaj vsakdanjega in so ga nosili tako moški kot ženske različnih družbenih razredov. Podoba egipčanskega ličenja je simbolizirala jasnovidnost in močno povezanost z mističnim svetom, predstavljala pa naj bi tudi vseh šest čutov. Njihov stil ličenja so predstavljale močno obrobljene oči s črnim črtalom, znanim pod imenom kohl. Kohl je ličilo, najpogosteje narejeno iz antimona, zažganih mandljev, svinca, oksidirane bakra, okra, saj in krizokola. Veke so krasile močne modre ali zelene barve, imeli pa so tudi močno poudarjene obrvi (Pointer, 2005, str. 16–18 in Eldridge, 2015, str. 20–21, 63–72).

V starodavni Grčiji se je prisotnost make upa zmanjšala. Veljalo je, da je manj več. Popularen je bil rahel sloj belega pudra, rožnata lica in rdečkaste ustnice. Moderno je bilo tudi rahlo poudariti obrvi in če so se srečale na sredini, je bilo še toliko boljše. Ta učinek je bil dosežen z uporabo zažgane plute. Bleda polt je simbolizirala plodnost, mladost in je bila odraz socialnega statusa (Eldridge, 2015, str. 23–24).

V srednjem veku je make up prišel na zelo slab glas, saj so ga v tistih časih povezovali s prevaro. Spremeniti videz nekoga s kozmetiko je pomenilo nekaj neokusnega oziroma boljše rečeno grešnega. Na še obstoječih portretih iz srednjega veka je mogoče opaziti, da je idealna podoba



takratnega časa vključevala bled, ovalen obraz, katerega so obdajali gosti svetli lasje, populjene obrvi ter visoko čelo, ki so ga dosegli z britjem oziroma puljenjem obstoječe lasne linije. Bleda polt je bila odraz standarda. Ženske so se zato v varnosti svojih domov posluževale različnih tehnik, da so dosegle poenoteno luminozno popolno polt (Eldridge, 2015, str. 48–53).

V 16. stoletju so bile Benetke glavna prestolnica mode in zabav. Takratni aristokrati so izstopali z edinstvenim nanosom ličil. Popularen je bil močan, dramatičen make up, v obliki snežno bele kože, močno rožnato ali rdeče poudarjenih lic in rdečih ustnic, namesto lepotnih pik pa so si ženske na lica risale različne geometrične oblike. Zelo popularna je bila oblika srca. Za kontrasten videz so ženske na belo polt dodale velike količine rdečila, tako na lica kot na ustnice, kar je dajalo videz naslikanosti. Večina kozmetičnih izdelkov je bila narejena iz visoko toksičnih sestavin, kot je na primer vermilion (Eldridge, 2015, str. 24–30).

Make up sredine 18. stoletja je bil odraz statusa. V tem času je bilo zelo popularno pretiravanje z nanosom rdečila, katerega so nosili tudi moški in otroci. Ljudje na dvorih so se ličili vsakodnevno. Francija je kot močna država dajala modne smernice vsem ostalim evropskim državam. Čedalje bolj popularna so postajala rdečila, ki so bazirala na rastlinskem izvoru. Uporabniki kozmetike so se vedno bolj zavedali nevarnosti uporabe živega srebra in svinca v produktih. V tem obdobju je bilo posebno popularno rdečilo pod imenom Španska volna. To je bilo blago različnih barv in velikosti, barvano z barvilom narejenim iz žuželk košeniljke in narezano na štiri centimetre široke trakove. Ti trakovi so puščali barvo, ko so si z njimi drgnili lica in ustnice (Eldridge, 2015, str. 30–33).

V času kraljice Viktorije je bil make up razglašen za nekaj vulgarnega in je bilo moralno nesprejemljivo. Ženske, ki so želele ustvariti rožnat odsev svojih lic, so to lahko storile tako, da so se vanje ščipale. Za poudarjeno rožnato barvo ustnic pa so se posluževale grizenja. Manj boleča metoda je bil rahlo obarvan vazelin, ki je moral biti na koži popolnoma neviden. Nekateri izmed njih pa so se posluževale rdečega papirja za zavijanje, ki so ga pomočile v vodo in nato kos obarvanega papirja vtirale v lica ali ustnice. Edini uradni make up, ki so se ga viktorijanci posluževali, je bilo le malo pudra, ki pa ga nikoli niso smeli uporabljati v javnosti. Ne glede na upad popularnosti ličenja v tem obdobju so ženske še vedno stremele k določenim lepotnim idealom. Želele so videz blede, luminozne zdrave polti, vendar pa niso želele, da so ličila na njihovem obrazu očitna. Zato je bila v tistem času popularna nega kože s posvetljevalnimi izdelki. Različni kozmetični losjoni so vsebovali hialuronsko kislino (Muriatska kislina), amonijak, vodikov peroksid, arzenik in živo srebro (Eldridge, 2015, str. 32–33 in Pointer, 2005, str. 140–146).

Dvajseto stoletje imenujemo čas modernega make upa, ki se je razvijal iz desetletja v desetletje. Ženske so počasi dobivale svoj glas v družbi in s tem tudi več svobode pri odločanju, kako izraziti bo njihov make up. Poleg razvoja nohtne industrije je v tem času velik razvoj dosegla tudi parfumska industrija. Na kozmetični trg so začeli prodirati parfumi s sintetičnimi sestavinami. Eden izmed nasvetov je bil, da naj se parfüm nanese na predel telesa, kjer oseba želi, da se jo poljubi (Hughes, 2016, str. 6). Lepotni ideal začetka dvajsetega stoletja predstavlja skica ženske z visoko speto valovito pričesko. Tovrstne pričeske so bile popularne vse do dvajsetih let, ko so dosegle svoj vrh in bile prepoznaven del fizične podobe »Flapper girls«. Nivo nanašanja ličil v javnosti je v dvajsetih letih dvignila prva šminka v kovinski pomični embalaži. Da so bile žive barve na koži videti bolj naravno, so ženske rdečilo nanesle pod puder. Značilne so bile tanke populjene obrvi, močno zasenčene oči in poudarjene ustnice. Ličila, ki so se uporabljala za doseg tega stila ličenja, so imela zelo temno barvno paletu. V dvajsetih letih 20. stoletja je prišlo do velikega preobrata v odnosu do tena kože. K temu je pripomogla večna ikona Coco Chanel, ki je nekega poletja zaspala na soncu in je s postavitvijo novega trenda opravičila svojo bronasto polt. Kratki opisi korakov ličenja so se pojavljali v različnih revijah. V njih so ličila na svoj obraz nanašale hollywoodske zvezde, ki so na ta način tudi oglaševale kozmetične produkte.

Šestdeseta leta dvajsetega stoletja so bila pravi preobrat v stilu ličenja. Poudarjene rdeče ustnice so zamenjale poudarjene oči z izrazitimi trepalnicami. Kozmetična produkta, ki sta dosegla svoj vrh, sta bila maskara in umetne trepalnice. Spektru barv, kjer je prevladovala rdeča, so dodali še različne nevtralne barve.

V sedemdesetih letih so bili v modi bolj nevtralen videz, zagorela polt in svetlikajoče (glossy) ustnice. V tem obdobju so se na trgu pojavile tekoče sence s svetlikajočimi elementi. Zaradi ponudbe tovrstnih produktov je bil tudi make up sedemdesetih let bolj svetlikajoč od predhodnih obdobj. Šele v tem obdobju se je kozmetična industrija začela zavedati, kako pomembno je razširiti barvni spekter pudrov. Dosedanji izbor ni bil primeren za ženske temne polti.

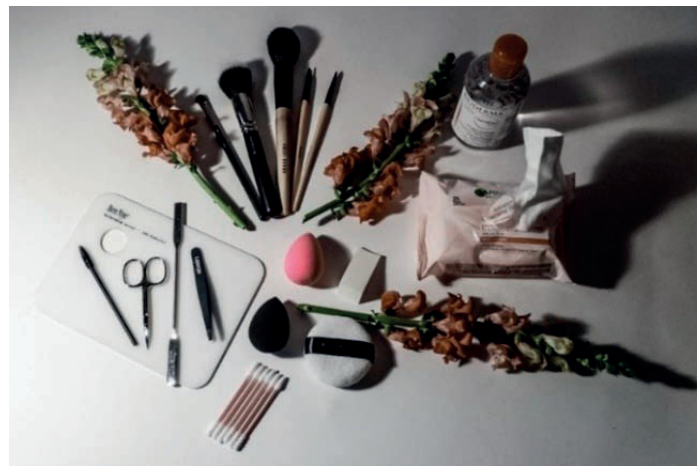
Pravi razcvet v zavesti nakupovanja je bil v osemdesetih letih dvajsetega stoletja, ko so se na trgu začela uveljavljati podjetja, ki svojih produktov niso testirala na živalih in so večinoma uporabljala naravne sestavine.

Od devetdesetih let dvajsetega stoletja je bila uporaba kozmetike že popolnoma samoumevna in svetovno razširjena. Velik poudarek je bil na videzu embalaže. Embalaža je morala biti privlačna, mladostna da je pritegnila potrošnika. Postavljena so bila tudi pravila o obveznem zapisu sestavin produkta na embalaži, v kateri le-ta je. Tako je bilo potrošnikom omogočeno, da so bili seznanjeni s tem, kaj kupljeni produkt vsebuje. Vedno več podjetij je svoje oglaševanje in produkte usmerilo tudi v najstnike. Popularni so bili manjši kozmetični tretmaji, kot so kemični pilingi in vbrizgavanje kolagena (Pointer, 2005, str. 155–161 in Eldridge, 2015, str. 105–108).

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

V eksperimentalnem delu bomo s pomočjo študije primerov, ki bo temeljila na poustvarjanju make upa, ugotavljali, na kakšen način lahko elementi zgodovinskega make upa delujejo v modernem svetu. Izbranih je 5 stilov ličenja, ki bodo prikazani na modelih. Kot vir navdiha so bili izbrani naslednji stili: stari Egipt, stara Grčija, vamp flapper stil, ličenje v stilu Sophie Loren in moderno ličenje.

Na sliki 1 so prikazani pripomočki, ki so bili uporabljeni pri vseh modelih, le da jih je bilo potrebno po vsakem zaključenem ličenju ustrezno očistiti, dezinficirati ter nekatere sterilizirati.



Slika 1: Pripomočki za ličenje

Vir: Lasten (2017)

Stari Egipčani so bili znani po močno poudarjenih očeh, katere so krasile zelene ali modre barve, radi so si poudarili tudi obrvi. Pri poustvarjanju egipčanskega stila ličenja z modernim pridihom smo se zato odločili pozornost usmeriti na poudarjene oči in definirane obrvi. Model je zaradi svojih definiranih, izrazitih obraznih potez in zagorele polti idealen za prikaz egipčanskega stila ličenja. Produkti, uporabljeni za ta model, so prikazani na sliki 2 A.

Za grški stil ličenja, kot je bilo že omenjeno, je značilen rahel sloj belega pudra, rdečilo na ustnicah in licih ter poudarjene obrvi, ki so se velikokrat srečale na sredini. Za poustvarjanje stila smo se odločili za naraven make up, s poudarkom na luminozni enotni polti, obrveh in rahlo obarvanih ustnicah. Za prikaz tovrstnega načina ličenja smo izbrali model, za katerega menimo, da njene obrazne poteze pravilno interpretirajo poustvarjen stil ličenja. Produkti, uporabljeni za ta model, so prikazani na sliki 2 B.

Za poustvarjanje vamp flapper stila iz konca 19. stoletja smo se odločili osredotočiti na zadimljene, močno poudarjene oči in temne definirane ustnice, kar je bilo značilno za takratni čas. Izbran je bil model zaradi njegove blede polti, navzdol obrnjenih oči in tanjših ustnic. Produkti, uporabljeni za ta model, so prikazani na sliki 2 C.

Tretji model je tudi idealen za prikaz ličenja Sophie Loren v šestdesetih letih dvajsetega stoletja. Make upu smo želeli dodati moderen pridih. Glavni poudarek je na očeh, kjer sta prisotna definirana črn in bel eyeliner, s sivkastimi sencami na vekah. Produkti, uporabljeni za ta stil, so prikazani na sliki 2 D.

Kot zadnjega smo želeli ustvariti in prikazati moderen stil ličenja. Za tovrstno ličenje navdiha nismo črpali iz zgodovine, ampak iz današnjega časa. Odločili smo se za prikaz na dveh modelih različnih generacij. Pri modelu mlajše generacije smo se odločili za stil, ki bo poudaril lepoto modela s kančkom glamurja. Zaradi izrazitih oči in mehkih obraznih potez je bil idealen za prikaz. Izbrali smo toplo barvno paletu ličil. Produkti, uporabljeni za ta model, so prikazani na sliki 2 E.

Ker smo način modernega ličenja želeli prikazati tudi na osebi, ki je starejša od predhodnih modelov, smo izbrali še zadnji model zrelih let. Zanimala so nas tudi njegova občutja in doživljanje tovrstnega make upa. Inspiracijo za tovrsten stil ličenja smo iskala v obraznih potezah, stilu življenja, čemur smo želeli dodati moderne tehnike ličenja. Produkti, uporabljeni za ta model, so prikazani na sliki 2 F.



Slika 2: Produkti, uporabljeni pri ličenju posameznih modelov

Vir: Lasten (2017)

S pomočjo intervjujev smo želeli ugotoviti vsakodnevne navade modelov v zvezi z ličenjem, njihova pričakovanja ob poustvarjanju določenega make upa, doživljanje tovrstnega načina ličenja in njihovo razmišljanje o tem, kako se lahko elementi zgodovinskega ličenja zlijejo z modernimi.



## 4 REZULTATI

Končni rezultati poustvarjenega ličenja so izgledali, kot prikazuje slika 3. Zaradi različne svetlobe so barve na fotografiji prikazane drugače, kakor v naravnem okolju.



Slika 3: Fotografije posameznih modelov z določenim stilom

A – stari Egipt, B - stara Grčija, C – vamp flapper stil, D – stil Sophie Loren, E – moderno ličenje mlade osebe, F – moderno ličenje zrele osebe

Vir: Lasten (2017)

Po izvedbi intervjujev z modeli so rezultati pokazali, da so se počutili dobro in bolj samozavestno. Bili so mnenja, da jim pristaja. Vsak od njih bi se tovrstnega ličenja še posluževal, večinoma za posebne priložnosti. Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko zaključimo, da elementi iz zgodovine delujejo kot izvrsten vir navdiha za ličenje v modernem svetu.

## 5 ZAKLJUČEK

Ljudje se vse od pradavnine trudimo s pomočjo različnih pripomočkov in produktov izboljšati ali prirediti svoj fizični videz zaradi različnih razlogov. Vsako zgodovinsko obdobje ima zato svoje značilne kozmetične produkte in pripomočke, s katerimi so ljudje lahko dosegli želene cilje.

V teoretičnem delu lahko vidimo, da se določeni elementi in produkti skozi zgodovino ponavljajo in razvijajo. Eden izmed primerov je črno črtalo za oči, ki so ga uporabljali že stari Egipčani, ponovno

pa je postalo nepogrešljivo v dvajsetih letih dvajsetega stoletja kot eden od bolj priljubljenih elementov ličenja v moderni rutini.

Eden izmed glavnih ciljev raziskave je bil ugotoviti, ali lahko elementi iz različnih zgodovinskih obdobj delujejo v današnjem času. Do ugotovitev smo prišli s pomočjo izvedbe intervjuja. Vsi modeli so se v svojem načinu ličenja počutili dobro in bolj samozavestno.

Na osnovi ugotovljenega lahko sklepamo, da danes ličenje nima cenzure omejitev in pravil. Lahko se naličimo v katerem koli stilu in po katerem koli trendu želimo. Moderni svet nam ponuja številne oblike, barve in načine ličenja in ličil. Naučili smo se, da danes make up prilagajamo sami sebi, temu v čemer se dobro počutimo, našemu stilu in našim oblikam obraza, raje, kot da sledimo izključno trendom. Danes so skrivnosti in postopki nanašanja ličil dostopni na mnogih socialnih platformah, kar nam omogoča, da smo skoraj takoj seznanjeni s svetovnimi trendi. Trende v ličenju pa danes postavljajo zvezdniki, umetniki ličenja, modna industrija in nova skupina ljudi, to so modni in lepotni blogerji.

## 6 LITERATURA IN VIRI

Čutuk, M. *Ličenje skozi zgodovino*. Diplomaska naloga. Novo mesto: ŠC Novo mesto, Višja strokovna šola, 2018.

Eldridge, L. *Face paint*. New York: Abrams New York, 2015.

Hughes, S. *Pretty Iconic*. London: 4th Estate, 2016.

Pointer, S. *The The Artifice of Beauty: A History and Practical Guide to Perfume and Cosmetics*. Gloucestershire: Sutton Publishing Limited, 2005.

# VPLIV ALTERNATIVNE OBLIKE PREHRANJEVANJA IN TELESNEGA GIBANJA NA TELESNO SESTAVO

Tamara Mandelj, mag. Stanislav Matjaž Ferkolj

*Danes razni strokovnjaki vse bolj poudarjajo pomen gibanja za zdravje in njegov vpliv na telesno sestavo ter dokazujejo, da se ob pravilni kombinaciji prehrane in gibanja zmanjšuje delež maščob v telesu. Ob skrbnem načrtovanju obrokov lahko tudi alternativne oblike prehranjevanja zadostijo kriterijem in sledijo smernicam ter priporočilom zdravega prehranjevanja.*

*Cilj raziskave je bil ugotoviti vpliv štiridesetdnevnega programa veganskega prehranjevanja in rednega telesnega gibanja na telesno sestavo. V raziskavi smo pokazali, da se z veganskim načinom prehranjevanja da dosežati priporočene vrednosti in slediti smernicam zdravega prehranjevanja. Ugotovili smo, da je pri merjenjih prišlo do sprememb pri skoraj vseh merjenih spremenljivkah telesnih parametrov. Zmanjšali so se skupna telesna masa, vrednost indeksa telesne mase (ITM) ter maščobni delež v telesu, poleg tega so se zmanjšale vrednosti skoraj vseh spremenljivk telesnih obsegov in kožnih gub.*

**Ključne besede: prehrana, veganstvo, telesna sestava, telesna vadba**

## 1 UVOD

V prispevku je predstavljena povezanost pojmov prehrana, gibanje in zdravje. Debelost je eden glavnih krivcev za porast smrtnosti v razvitem svetu kot posledica bolezni, ki so pogojene z njo. Telesno težo lahko vzdržujemo z redno in uravnoteženo prehrano ter z redno telesno aktivnostjo. Tudi alternativne oblike prehranjevanja lahko zadostijo kriterijem in sledijo smernicam ter priporočilom zdravega prehranjevanja, zahteva pa taka oblika prehranjevanja skrbno načrtovanje uravnoteženih obrokov.

Glavni cilj raziskave je ugotoviti vplive veganskega načina prehranjevanja in redne telesne vadbe na telesno sestavo. V ta namen bo izvedena 40-dnevna raziskava, v katero sta bila vključena dva merjenca.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Splošno znano je, da ima redna telesna aktivnost pozitivne učinke na psihofizično počutje človeka, deluje preventivno pri boleznih in bolezenskih stanjih, ki so v razvitem svetu v porastu, zavira dejavnike staranja, vzdržuje in izboljšuje funkcionalne sposobnosti človeka, hkrati pa bolj zdrava populacija razbremeni tudi zdravstveni in finančni vidik neke družbe. V sodobni družbi je zunanji videz postal tudi statusni simbol in postaja pomemben dejavnik identifikacije posameznika (Tušak, 2003, str. 425). Pomembno je poudariti, kot navaja tudi Mišigoj – Duraković (2003, str. 160), da že sama raven telesne dejavnosti lahko pogojuje debelost, saj se razmerje med energijskim vnosom in porabo regulira s prehrano. Redna telesna vadba mora biti za »zdravljenje« debelosti v kombinaciji z redukcijsko dieto intenzivnejša in mora trajati dalj časa, še bolj pomembno pa je spremeniti življenjski slog (iz neaktivnega v aktivnega in hkrati spremeniti prehranjevalne navade) za ohranjanje normalne telesne teže (Mišigoj – Duraković, 1999, 2003, str. 161).

Načini prehranjevanja se delijo na tradicionalne in alternativne. Tradicionalne oblike prehranjevanja so tiste, ki so splošno sprejemljive v določeni družbi in okolju. Alternativne oblike prehranjevanja pa so tiste, ki kakor koli odstopajo od teh uveljavljenih načel, prepričanj in »priznanih« oblik (tradicionalnega) načina prehranjevanja. Način prehranjevanja mora biti osebna in svobodna odločitev



posameznika, saj je smiselno, da predvsem pri alternativnih oblikah prehranjevanja ne zajemajo le prehranskega vidika, ampak postanejo del življenjskega sloga.

Veganstvo je način življenja, kot je večina (strožjih) oblik alternativnega prehranjevanja, saj zajema celoten pristop in spremembo načina življenja. Tako veganstvo ne pomeni samo izločitev določenih živil z jedilnika, posamezniku narekuje življenje in delovanje na vseh področjih življenja tako, da ne škoduje posredno niti neposredno nobenemu živemu bitju. Vegani se izogibajo vsem živilom živalskega izvora, živilom, ki so jim dodani živalski proizvodi, kar pomeni, da se izogibajo tudi živilom, ki so na prvi pogled popolnoma rastlinskega izvora, vsebujejo pa nek aditiv, ki je v postopku proizvodnje bil pridobljen iz živalskega vira, in tako živilo prav tako spada na seznam t. i. prepovedanih živil. Vegani (etični) se striktno izogibajo tudi medu (Torres, 2010, str. 169).

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Z raziskavo smo želeli poudariti pomen gibanja za zdravje in njegov vpliv na telesne parametre ter tako dokazati, da se ob pravilni kombinaciji prehrane in gibanja zmanjšuje delež maščobe v telesu (glavni krivec za nastanek debelosti).

Prehranjevalni program je bil zasnovan po načelih veganstva (izločitev vseh živalskih produktov iz prehrane), program vadbe pa je bil zastavljen na podlagi priporočil zdravega življenjskega sloga oziroma priporočil Svetovne zdravstvene organizacije in slovenskega inštituta CINDI (Center za preprečevanje kroničnih bolezni).

V 40-dnevno raziskavo sta bila vključena dva merjenca (moški in ženska) z različnimi predhodnimi prehranjevalnimi navadami in različno stopnjo telesne aktivnosti. Z raziskavo smo želeli primerjati odziv moškega in ženskega organizma na spremembo načina prehranjevanja in stopnjo telesne aktivnosti. Merjenca sta bila telesno aktivna petkrat tedensko po najmanj pol ure, ves čas raziskave pa sta se prehranjevala na veganski način. S pomočjo programa OPKP (Odprta platforma za klinično prehrano) so bili spremljani in analizirani jedilniki, da smo dosegali priporočene vrednosti za dnevni energijski vnos makro- in mikrohranil. Naredili smo primerjalno analizo izbranih spremenljivk, dobljenih z začetnimi in končnimi meritvami

Pred začetkom programa smo merjencema opravili meritve s pomočjo telesnega analizatorja Tanita BC-601 in izmerili nekatere antropometrične spremenljivke. Izmerili smo telesne obsege nadlahti, pasu, bokov in stegna ter kožne gube tricepsa, stegna in abdominalno kožno gubo. Enake meritve smo ponovili po koncu 40-dnevnega programa

### 4 REZULTATI

V raziskavi smo primerjali dobljene vrednosti spremenljivk pred in po programu ter odziv moškega organizma v primerjavi z ženskim. Dobljeni rezultati meritev so prikazani v tabeli številka 1.

Tabela 1: Primerjava merjenih spremenljivk za oba merjenca

	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> – X <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub> – Y <sub>2</sub>
Starost [leta]	24	30	24	30	/	/
Višina [cm]	173	180	173	180	/	/
Stopnja TA	1	2	2	2	/	/
TM [kg]	60,2	76,4	59,1	73,4	- 1,1	- 3
SDTM [%]	20,3	6,7	17,5	6,2	- 2,8	- 0,5
SMM [kg]	45,6	67,7	46,3	65,5	+ 0,7	- 2,2
KM [kg]	2,4	3,5	2,5	3,4	+ 0,1	- 0,1
ITM	20,1	23,6	19,7	22,7	- 0,4	- 0,9
DEP [kcal]	2253	3654	2390	3523	+ 137	- 131
OSP [let]	12	15	12	15	/	/
DVT [%]	59,1	70	61,1	70,9	+ 2	+ 0,9
NMTP [1 - 59]	1	1	1	1	/	/
TO (pas) [cm]	72	77	65	80	- 7	- 3
TO (boki) [cm]	90	88,4	86	86,5	- 4	- 1,9
TO (triceps) [cm]	26	29,6	26	29,5	/	- 0,1
TO (stegno) [cm]	52, 5	52,6	49,3	52	- 2,9	- 0,6
KG (triceps) [mm]	10,3	4,6	9,63	5,0	- 0,67	+ 0,4
KG (stegno) [mm]	18,7	10,3	17,23	7,83	- 1,47	- 2,47
KG (abdom.) [mm]	8,4	7,7	9,93	6,8	+ 1,53	- 0,9

**Legenda:** X<sub>1</sub> - merjenino začetno stanje, Y<sub>1</sub> - merjenčevo začetno stanje, X<sub>2</sub> – merjenino končno stanje, Y<sub>2</sub> - merjenčevo končno stanje, X<sub>1</sub>-X<sub>2</sub> - razlika med začetnim in končnim merjenjem za merjenko X, Y<sub>1</sub>-Y<sub>2</sub> - razlika med začetnim in končnim merjenjem za merjenca Y, TA - telesna aktivnost, TM - telesna masa, SDTM - segmentni delež telesne maščobe, SMM - segmentna mišična masa, KM - kostna masa, ITM - indeks telesne mase, DEP - dnevna energijska poraba, OSP - ocena starosti presnove, DVT - delež vode v telesu, NMTP - nakopičena maščoba v trebušnem predelu, TO - telesni obseg, KG - kožna guba.

Vir: Lasten, 2015

Iz tabele je razvidno, da sta oba merjenca po 40–dnevnu eksperimentu zmanjšala telesno maso, znižala segmentni delež maščobe v telesu, merjenka je povišala delež mišične mase v telesu, pri merjencu pa se je tudi ta delež zmanjšal (lahko je prišlo do napake v izračunu dnevnega energijskega vnosa ali zaradi zmanjšane vnosa beljakovin). Kostna masa se je pri merjenki za malenkost povišala, pri merjencu pa znižala, delež vode v telesu pa se je povišal pri obeh. Oba merjenca sta znižala svoj ITM. Dnevna energijska poraba kalorij se je pri merjenki povišala, pri merjencu pa znižala. Pri obeh merjencih so se znižali vsi telesni obsegi, razen obsegi tricepsov, za kar bi bil verjetno potreben daljši čas.

Tako smo dokazali, da se z alternativnim načinom prehranjevanja da dosežati priporočene vrednosti in slediti smernicam zdravega prehranjevanja. Ugotovili smo, da je prišlo do sprememb pri skoraj vseh spremenljivkah telesnih parametrov.

## 5 ZAKLJUČEK

Obstajajo številne študije in raziskave, ki dokazujejo, da je smrtnost v razvitem svetu v porastu zaradi kroničnih bolezni, ki so pogosto posledica nepravilnega prehranjevanja in premajhne telesne aktivnosti. Posamezniki, ki se pogosto spopadajo s prekomerno telesno težo in debelostjo, le-to najpogosteje odpravljajo z različnimi oblikami diet ali s prehranskimi dodatki, redkeje pa s spremembo življenjskega stila.

Z raziskavo, v katero sta bila vključena dva merjenca (moški in ženska), smo pokazali, da se z veganskim načinom prehranjevanja da dosežati priporočene hranilne vrednosti in slediti smernicam zdravega prehranjevanja. Ugotovili smo, da je pri obeh merjencih prišlo do zmanjšanja telesne mase, vrednosti indeksa telesne mase ter maščobnega deleža v telesu, poleg tega so se zmanjšale vrednosti skoraj vseh spremenljivk telesnih obsegov in kožnih gub, s čimer lahko potrdimo na začetku postavljeno hipotezo. Določene razlike so verjetno tudi zaradi različnih predhodnih načinov prehranjevanja pri obeh merjencih.

Zaključimo lahko, da morata način prehranjevanja in vrsta telesne aktivnosti ustrezati življenjskemu slogu posameznika, ker le tako lahko postaneta del njegovega življenja, doseženi rezultati pa bodo dolgoročni in bodo zagotavljali vse naštete pozitivne vidike.

## 6 LITERATURA IN VIRI

Mišigoj – Duraković, M., Slapšak, M., Kovač, M., Strel, J., Vidmar, J. *Telesna vadba in zdravje: znanstveni dokazi, stališča in priporočila*. Ljubljana: Zveza društev športnih pedagogov Slovenije: Fakulteta za šport: Zavod za šport Slovenije. Zagreb: Kineziološka fakulteta, 2003.

Torres, B. in Torres, J. *Being vegan in a non-vegan world, 2nd edition*. Oakland: PM Press, 2010.

Tušak, M. *Psihologija športa*. Ljubljana: Znanstveni inštitut filozofske fakultete, 2003.

# INDIJSKA ANTISTRESNA MASAŽA GLAVE

Aida Muminović, Mirjam Bauer

*V sodobnem svetu, kjer se vsakodnevno srečujemo z različnimi obremenitvami, smo pod precejšnjim stresom, kar se čedalje bolj pogosto odraža tudi na našem zdravju. Ta stres pogosto občutimo kot hude glavobole, napetost v mišicah in slabše psiho-fizično stanje, posledično pa je tudi slabša kakovost življenja. Nasprotno od sodobne medicine pri uporabi alternativnih tehnik zdravljenja odpravljamo vzrok težav, metode zdravljenja delujejo sproščujoče in so brez stranskih učinkov.*

*V prispevku je na podlagi raziskave ugotovljeno, da so ljudje dnevno izpostavljeni stresu, ki ga ne znajo ali pa nimajo časa odpraviti, da večkrat mesečno čutijo glavobole in migrene, ki pa jih žal najpogosteje odpravljajo z uporabo kemičnih zdravil, le poredko pa z različnim metodami sproščanja ali s koriščenjem različnih vrst masaž.*

*V nadaljevanju raziskave so ugotovljeni pozitivni učinki indijske antistresne masaže glave, kot so zmanjšanje intenzivnosti stresa, zmanjšanje tako pogostosti kot tudi intenzivnosti glavobolov ter migren.*

**Gljučne besede: masaža glave, stres, glavobol, migrenski glavobol**

## 1 UVOD

Zaradi današnjega hitrega načina življenja in pomanjkanja časa za sprostitev se zdi, da je negativen stres neizbežen. Posledice negativnega stresa so lahko fizične in psihične. Stres vpliva na človekov srčno-žilni, živčni ter endokrini sistem. Vse pogostejše pa so nevropsihološke motnje, kot so anksioznost, nespečnost, glavoboli, depresija, panični napadi in podobno.

Cilj raziskave je ugotoviti učinke indijske antistresne masaže na odpravo stresa, glavobolov in migren pri posamezniku. V ta namen bomo s pomočjo v anketnega vprašalnika ugotavljali, v kolikšni meri so Slovenci izpostavljeni stresu, kako pogosto čutijo glavobole in migrene ter kako se spopadajo z omenjenimi težavami.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Ajurveda, kot veda o zdravem načinu življenja, s svojimi vejami uspešno »samozdravi« in na tak način preprečuje stres ter njegove negativne posledice. Že v starih indijskih, kitajskih, egipčanskih rokopisih je masaža omenjena kot oblika zdravljenja. V Indiji je masaža še danes del ajurvedske medicine. Ena od mnogih ajurvedskih masaž je tudi antistresna masaža glave, s katero vplivamo na pretočnost energijskih poti, prekrvavitev in sproščanje mišic. Energijsko ravnovesje pomeni usklajenost uma, duha in telesa.

Akupresura je stimulacija energijskih točk s pomočjo pritiska na določeno točko s prsti. Poleg zdravljenj, akupresuro uporabljamo za ohranjanje dobrega zdravja. S pritiski na energijske točke spodbujamo samozdravilne procese v telesu (Wagner, 2007, str. 17).

Meridijani so energijske poti, ki tečejo skozi naše telo. Povezani so z organom ali sistemom, ki mu služijo. Akupunkturne točke ležijo na določenih linijah meridijanov ter uravnavajo energijo v samem meridijanu. Meridijani delujejo po principu krvno-žilnega sistema in napajajo organe z energijo ter vplivajo na vsak fiziološki sistem. Motnje v energetskih poteh določenih organov so povezane z boleznijo. Zato se stanje meridijanov uporablja kot diagnoza ter za preprečevanje bolezni (Eden in Feinstein, 2012, str. 115–120).

Indijska antistresna masaža glave je starodavna metoda zdravljenja v Indiji. S pomočjo akupresure kot primarne masažne tehnike indijske masaže glave ter drugih masažnih prijemov se odpirajo energijske

poti in s tem se vzpostavlja energijsko ravnovesje v telesu. Pri odprtih energijskih poteh, energija teče nemoteno, vse celice v telesu lahko dobijo energijo, potrebno za pravilno delovanje. Masaža zagotavlja sprostitvev in notranji mir. Velja za najboljšo metodo za odpravljanje posledice stresa ter bolezni, ki so neposredno povezane s stresom. Poleg glavobolov in migren s pomočjo indijske antistresne masaže glave rešujemo tudi težave, kot so nespečnost, depresija, anksioznost, občutek napetosti v glavi in vratu, umsko in telesno napetost.

Stres nastane kot posledica zunanjih vplivov in ga lahko razdelimo na fizični in psihični stres. Ko pride do stresa, se naše telo najprej zakrči, mišice so napete in telo izloča adrenalin ter povzroča blokado energije. Takrat lahko pridemo v energijsko neravnovesje. V kakšni meri stres vpliva na človeka, je odvisno od samega posameznika ter njegove sposobnosti obvladavanja stresa. (<http://www.bizinaizi.si/stres-in-energijsko-neravnovesje/>, 5. 10. 2017)

Glavobol je odziv telesa na neprimerno fizično ali duševno okolje. S protibolečinskimi zdravili povečini bolečino odpravimo, ampak vzrok za glavobol ostane. Če ne odpravimo vzroka za nastanek glavobola, se bo bolečina spet pojavila. Ni pa tudi redek pojav, da določena zdravila povzročajo glavobol Kancler (1990, str. 18–39).

Migrena sodi pod posebne vrste glavobolov. Nastopa v napadih in zanjo je značilno, da oseba čuti močno bolečino na eni strani glave. Migrene so glavoboli, ki nas lahko popolnoma onespobijo. Osebe, ki imajo migrene, imajo pogosto potrebo po bruhanju in so v času trajanja bolečine občutljive na različne vonjave, svetlobo in zvoke. Migrene lahko trajajo od nekaj ur pa tudi do nekaj dni (Kancler, 1990, str. 89).

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Da bi ugotovili, v kolikšni meri so Slovenci izpostavljeni stresu, kako pogosto čutijo glavobole in imajo migrenske napade ter na kakšen način jih odpravljajo, smo opravili on-line anketo. V anketi je sodelovalo 106 anketirancev, od tega 21 moških in 85 žensk. Povprečna starost anketirancev je bila 32 let.

V drugem delu raziskave smo s pomočjo metode zbiranja in analize podatkov raziskovali vplive indijske antistresne masaže glave na posameznika. V raziskavi so sodelovale 4 stranke, na katerih smo 1-krat tedensko, 10 tednov izvajali indijsko antistresno masažo glave. Pred začetkom raziskave smo za vsako stranko, z namenom seznaniti se z njenimi zdravstvenimi težavami in pričakovanji, opravili analizo začetnega stanja. Po koncu vseh tretmajev smo opravili analizo končnega stanja in v rezultatih raziskave primerjali začetno in končno stanje za vsako stranko posebej ter jih primerjali med seboj.

### 4 REZULTATI

Rezultati ankete so pokazali, da so vsi sodelujoči v anketi podvrženi stresu. S telesnim gibanjem stres odpravlja 30 odstotkov anketirancev, 20 odstotkov ga odpravlja z različnimi metodami sproščanja, kamor smo uvrstili tudi masažo, zaskrbljujoč pa je predvsem podatek, da kar 50 odstotkov vseh anketirancev stresa ne odpravlja. Glavobolom je podvrženo 58 odstotkov anketirancev, od tega se jih 12 odstotkov spopada tudi z migrenami. Težave z glavoboli in migreno rešujejo predvsem z zdravili, le redki so tisti, ki svoje težave odpravljajo z različnimi metodami sproščanja in masažami

Z rednim 10-tedenskim izvajanjem indijske antistresne masaže glave na štirih strankah smo dokazali, da je omenjena masaža kot ena od oblik alternativnih metod odpravljanja posledic stresa, glavobolov in migrenskih glavobolov uspešna pri reševanju omenjenih težav. Iz tabele 1 je razvidno, da so bile po koncu raziskave stranke sicer še vedno pod stresom, za popolno odpravo le-tega bi bilo potrebno opraviti večje število masaž, ki bi jih izvajali tudi pogosteje, se je pa njegova intenzivnost zmanjšala v povprečju za 1,5 stopnje. Pri vseh štirih strankah smo uspeli zmanjšati tako število kot tudi intenzivnost glavobolov, ki se je zmanjšala v povprečju za 2,3 stopnje. Tudi intenzivnost migren, ki jih je imela pred raziskavo ena stranka, se je po končani raziskavi zmanjšala za 2 stopnji

Tabela 1: Primerjava začetnega in končnega stanja strank

	STRES		GLAVOBOL		MIGRENSKI GLAVOBOL	
	Začetno stanje	Končno stanje	Začetno stanje	Končno stanje	Začetno stanje	Končno stanje
STRANKA 1	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 3)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 1)	Nekajkrat na teden (intenzivnost 4)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 2)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 5)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 3)
STRANKA 2	Večkrat na mesec (intenzivnost 3)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 2)	Večkrat na mesec (intenzivnost 3)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 1)	Nima težav z migreno	Nima težav z migreno
STRANKA 3	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 3)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 1)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 5)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 2)	Nima težav z migreno	Nima težav z migreno
STRANKA 4	Večkrat na teden (intenzivnost 3)	Nekajkrat na mesec (intenzivnost 2)	Nima težav z glavoboli	Nima težav z glavoboli	Nima težav z migreno	Nima težav z migreno



## 5 ZAKLJUČEK

Ljudje se vsakodnevno spopadajo s stresom, kar negativno vpliva na njihovo zdravje. Posamezniki se pogosto spopadajo z glavoboli in migrenami, ki jih redko odpravljajo z različnimi metodami sproščanja in masažami, najpogosteje omenjene težave odpravljajo z zdravili.

Raziskava, v kateri smo na 4 strankah 1-krat tedensko, 10 tednov izvajali indijsko antistresno masažo glave, je pokazala, da je indijska antistresna masaža glave učinkovit in naraven način, ki blaži posledice stresa in blagodejno vpliva na zdravje posameznika, brez škodljivih stranskih učinkov. Za popolno odpravo posledic stresa, glavobolov in migren pa bi bilo potrebno masaže izvajati pogosteje in še daljše časovno obdobje.

Zmanjšanje negativnega stresa, glavobolov in migrenskih glavobolov, če že ne njihovo popolno odpravljanje, lahko dosežemo tudi s pravilno izbrano telesno aktivnostjo, ustrezno količino počitka, upoštevanjem dnevnega ritma in letnih časov, starosti ter ustrezne prehrane. Vse naštetu pa mora biti usklajeno s posameznikovim energetskim ravnovesjem, ki je edinstveno za vsakega posameznika posebej.

## 6 LITERATURA IN VIRI

Akademija za osebno in poslovno rast. *Stres in energijsko neravnovesje*, (online). 2017. Dostopno na: <http://www.bizinaizi.si/stres-in-energijsko-neravnovesje/>

Eden, D. in Feinstein, D. *Energijska medicina: Uravnovešanje telesnih energij za optimalno zdravje, radost in vitalnost*. Ljubljana, 2012.

Kancler, K. *Glava me boli: Kaj vemo o glavobolu in kako ga zdravimo*. Maribor: Založba Obzorja, 1990.

Wagner, F. *Akupresura*. Ljubljana: Mladinska knjiga, 2007 .

# MINI BEAUTY SHOP V KOZMETIČNEM SALONU

Anja Stepan, Marjan Hočevar

*Zaradi vse večje konkurence prihaja v ospredje tudi kakovostna izvedba storitev, ki je pogojena z znanji, kompetencami in usposobljenostjo kadra. V tem kontekstu je potrebno poudariti, da se bo v kozmetični salon vračala le tista stranka, ki bo zadovoljna s celotno kozmetično storitvijo, morda še posebej zato. V najboljšem primeru bo svoje zadovoljstvo prenesla še na svoje znance, prijatelje in sorodnike.*

*Da bi dobili neko celostno sliko upravičenosti uvedbe prodajnega oddelka v kozmetičnem salonu, bomo izvedli tristopenjsko raziskavo, v kateri bomo najprej opravili navidezne prodajne postopke v izbranih drogerijah, analizirali prodajo kozmetičnih izdelkov v izbranih kozmetičnih salonih ter izvedli anketiranje med obiskovalci teh izbranih kozmetičnih salonov, preko katerega bomo dobili vse ustrezne podatke o zadovoljstvu uporabe celostne kozmetične storitve. Glavni cilj diplomske naloge je poiskati način, skozi katerega bi lahko dvignili konkurenčnosti in uspešnost poslovanja kozmetičnega salona.*

**Ključne besede:** izdelek, storitev, drogerija, kozmetični salon, pospeševanje prodaje

## 1 UVOD

Namen raziskave je analizirati ali je možno s pomočjo uvedbe prodajnega oddelka v kozmetičnem salonu dvigniti njegovo konkurenčnost in uspešnost poslovanja. V tem kontekstu prihaja v ospredje možnost kombiniranja storitev s prodajo kozmetičnih izdelkov, kar pa želimo preveriti s poglobljeno analizo različnih metod raziskovanja.

V ta namen smo si zadali naslednje cilje naloge:

- opredelitev trga in potrošnikov oziroma podrobnejša predstavitev prostora, kjer se srečujeta ponudba in povpraševanje z značilnim vedenjem obiskovalcev kozmetičnih salonov;
- analiza prednosti in slabosti prodaje kozmetičnih storitev s kombinacijo prodaje kozmetičnih izdelkov;
- analiza razlik v poslovanju in prodaji kozmetičnih izdelkov v drogerijah Drogerie Markt in Müller, v primerjavi s prodajo v kozmetičnih salonih;
- na podlagi analize podatkov raziskovalnega dela oceniti primernost kombiniranja prodaje storitev s prodajo izdelkov v kozmetičnem salonu;
- na podlagi ugotovitev iz teoretičnega in raziskovalnega dela raziskave podati mnenje in predloge za izboljšave.

Tako bomo v sklopu raziskave poskušali odgovoriti na osnovno raziskovalno vprašanje: *Ali bi lahko povečali promet v kozmetičnem salonu z uvedbo prodajnega oddelka.*

Da bi lahko dobili koristen odgovor na zastavljeno osnovno raziskovalno vprašanje, smo si zastavili še nekaj dodatnih podvprašanj, in sicer:

1. Kakšne so prednosti in slabosti prodaje kozmetičnih izdelkov v kozmetičnem salonu, če jo primerja s prodajo v drogerijah?
2. Kakšni so rezultati poskusne uvedbe prodajnega oddelka v kozmetični salon?
3. Kako so obiskovalci kozmetičnih salonov zadovoljni s storitvami v kozmetičnem salonu?

4. Kako so obiskovalci kozmetičnih salonov zadovoljni s prodajo izdelkov v kozmetičnem salonu?

V raziskavi bomo uporabili naslednje metode raziskovanja:

- metoda deskripcije je metoda, s katero bomo izvedli postopek opisovanja dejstev in procesov v tržnem okolju ter njihovih odnosov in zvezo;
- metoda kompilacije je metoda, s katero bomo izvedli postopek povzemanja tujih rezultatov znanstveno-raziskovalnega dela.
- metoda anketiranja, kateri je merski instrument anketni vprašalnik za obiskovalce izbranih kozmetičnih salonov,
- metoda raziskovanja, v kateri je merski instrument zapisnik navideznega nakupovanja za analizo aktivnosti prodajnega osebja v drogerijah DM in Müller.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Kozmetični saloni predstavljajo storitveno dejavnost, ki pa se jo da do določene mere dopolnjevati tudi s prodajo izdelkov. Izhajamo namreč iz dejstva, da se kozmetiki konstantno srečujejo s strankami, ki potrebujejo pomoč pri izvajanju nege telesa ali pa želijo svoje telo polepšati (Carsten, 2000). Na tak način kozmetiki podrobneje spoznavajo želje in potrebe posameznih strank in jim lahko svetujejo, kako lahko sami aktivno skrbijo za nego v domačem okolju. Če bi jim poleg svetovanja še neposredno ponudili izdelke, s katerimi lahko negujejo svoje telo, bi tako povečali svoj zaslužek, si izboljšali položaj na trgu in si pridobili stalne stranke. Vse navedeno pa seveda zahteva svoj napor in premišljeno načrtovanje (Majcen, 2010). V nadaljevanju podajamo ključna področja, na katera morajo biti kozmetični saloni pozorni, ko se bodo odločali za posodobitev svoje osnovne dejavnosti. Izhajati moramo iz predpostavke, da je lahko vsak izvajalec kozmetičnih storitev tudi uspešen prodajalec kozmetičnih izdelkov, če se drži določenih vnaprej postavljenih kriterijev (Skok, 2012). Ravno tako mora imeti določene kompetence, ki se navezujejo na prodajne in pogajalske sposobnosti, komunikativnost, empatijo ipd.

Izvajalec estetske manikire lahko prodaja storitve in tretmaje, ki se izvajajo v kozmetičnem salonu, ter izdelke za stranke za domačo uporabo. Da bo prodajna aktivnost uspešna, mora pri tem upoštevati, da:

- prodaja samo izdelke in storitve, ki so učinkoviti in kakovostni,
- dobro pozna izdelke in storitve, ki jih ponuja,
- pozna potrebne in kritične zaloge blaga v kozmetičnem salonu,
- konstantno informira stranke, pri čemer se izogiba vsiljevanju,
- posluša in spozna stranke ter upošteva njihove potrebe in želje,
- uporablja promocijske materiale.

## 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Osnovni cilj raziskave v izbranih prodajalnah je bil preveriti kakovost prodajnih storitev v obiskanih drogerijah s kozmetičnimi izdelki. V raziskavi smo opazovali delo prodajalcev in ocenjevali nekatere lastnosti, ki naj bi jih imel dober prodajalec. Pri navideznem nakupovanju imamo opravka z enim opaznim, merljivim obnašanjem osebja in s tem, kaj in kako je bilo izročeno stranki. Z raziskavo lahko ugotovimo, ali je določeno obnašanje prisotno ali ne (ali manjka nasmeh, se prodajno osebje posveti kupcu itd.). Navidezni kupci vnaprej vedno, kaj se ocenjuje (Gec, 2017). Pri izvajanju raziskave se navidezni kupci obnašajo po vnaprej določenem scenariju. Scenariji morajo biti dovolj kompleksni, da v celoti testirajo osebje, in hkrati dovolj nevtralni, da ne zbujajo sumov osebja.

Navidezni kupci takoj, ko zapustijo prostor, izpolnijo ocenjevalni list oziroma pisno poročilo o opravljeni interakciji.

Raziskava je bila izvedena v januarju 2017, opravile so jo tri izbrane kandidatke, stare med 25 in 35 let, po izobrazbi diplomirane ekonomistke ali diplomirane kozmetičarke. V vseh primerih so bile poučene o postopku izvedbe navideznega procesa nakupovanja in področjih, ki jih je potrebno ocenjevati. Potrebno je še poudariti, da so lahko posamezni izvajalci navideznega nakupovanja ocenjevali vsakega izbranega prodajalca le enkrat, vendar lahko prihaja do primerov, da so različni ocenjevalci dejansko ocenili istega prodajalca. V raziskavi so bile zajete drogerije z Dolenjske in Bele krajine. Vsa opazovanja so bila narejena v mesecu januarju 2017, kjer je bilo v vsaki drogeriji izvedeno več opazovanj.

Pri analizi uspešnosti prodaje izdelkov LCN v kozmetičnem salonu, nas je zanimalo, kako se bo prodaja kozmetičnih izdelkov obnesla v praksi. V ta namen smo naključno izbrali pet kozmetičnih salonov iz dolenjske in belokranjske regije ter izvedli omenjeni postopek. Vnaprej smo določili količino nabavljenih kozmetičnih izdelkov, ki smo jih februarja 2017 dostavili v izbrane kozmetične salone. Slednji so imeli na voljo 90 dni, da nabavljene izdelke prodajo v čim večjem obsegu.

Glavni cilj raziskave poslovanja kozmetičnega salona je bila preučitev koncepta zadovoljstva obiskovalcev kozmetičnih salonov, ki poleg storitve kupujejo tudi kozmetične izdelke. Zanimala nas je povezanost med pričakovanji, kakovostjo in zadovoljstvom ter vpliv teh dejavnikov na uporabnika, da se bo ponovno odločil za obisk kozmetičnega salona. V diplomski nalogi je uporabljena klasična metoda merjenja zadovoljstva uporabnikov, torej metoda anketiranja obiskovalcev kozmetičnega salona. Gre za terensko anketiranje, ki je bilo izvedeno v kozmetičnih salonih, v katerih smo uvedli poskusno obdobje prodaje kozmetičnih izdelkov LCN. Anketiranje je potekalo od februarja do maja 2017. Kriterij za izbor anketirancev je bil obisk enega izmed izbranih kozmetičnih salonov v prej omenjenem obdobju. Glede na velikost izbranih kozmetičnih salonov smo določili okvirno število populacijskega vzorca, ki je na koncu zajemal 80 anketirancev. Anketni vprašalnik je sestavljen iz 13 vprašanj zaprtega tipa, ki od anketirancev zahtevajo, da se odločijo za enega od ponujenih odgovorov. V nekaterih primerih lahko izberejo tudi več ponujenih odgovorov hkrati. Zbrane podatke smo nato analizirali, primerjali in tabelarično ter grafično predstavili.

#### 4 REZULTATI

Da bi lahko upravičili uvedbo prodajnega oddelka v kozmetični salon, je potrebno najprej preveriti, ali njegova uvedba prinaša dodaten zaslužek.

V prvem delu empirične raziskave smo ugotovili, da ljudje kozmetične izdelke najpogosteje kupujejo v drogeriji Müller in Drogerie Markt, zato smo v teh poslovalnicah na Dolenjskem in v Beli krajini opravili navidezno nakupovanje, s pomočjo katerega smo ocenjevali, kakšne prodajne lastnosti imajo prodajalci v teh drogerijah ter jih nato primerjali z lastnostmi, ki jih imajo kozmetiki v kozmetičnih salonih. Ugotovili smo, da imajo kozmetiki veliko več znanja o lastnostih in značilnostih kozmetičnih izdelkov in morda nekoliko manj znanja o prodajni strategiji, medtem ko imajo prodajalci v drogerijah več znanja s področja prodajne strategije, veliko manj pa so usposobljeni v poznavanju lastnosti in značilnosti kozmetičnih izdelkov. Pri tem je potrebno poudariti, da se kozmetik vsaki stranki posebej posveti in preveri lastnosti njene kože, nohtov itd. ter posledično predlaga način in vrsto nege, ki bi bila za to stranko najbolj primerna. Tega prodajalec v drogeriji ne zmore, saj nima toliko strokovnega znanja, da bi na

podlagi vizualnega pregleda stranke ocenil, kaj natanko stranka potrebuje. Če pa že, nikakor nima časa, da bi se lahko pri stranki pozanimal, ali ima še kakšne alergije, bolezni itd., ki bi lahko vplivale na uporabnost in učinkovitost določenega kozmetičnega izdelka. Zaključujemo torej, da imajo kozmetiki dovolj strokovnega znanja za prodajo kozmetičnih izdelkov, nekoliko bolj pa bi jih bilo potrebno poučiti še o načinu in strategiji uspešne prodaje.

Pri analizi uspešnosti prodaje kozmetičnih izdelkov LCN v kozmetičnih salonih smo izvedli dejanski postopek nabave kozmetičnih izdelkov s področja dekorativne manikire in realizirali njihovo prodajo v petih kozmetičnih salonih iz dolenske in belokranjske regije. Zanimalo nas je, kako se bo prodaja kozmetičnih izdelkov obnesla v praksi. Zaradi zagotavljanja anonimnosti izbranih kozmetičnih salonov smo posamezne salone poimenovali z velikimi tiskanimi črkami. Kozmetični salon A je od skupno 136 kupljenih kozmetičnih izdelkov prodal 110 in tako z njihovo prodajo zaslužil 178,95 EUR. Kozmetični salon B je od skupno 125 kupljenih kozmetičnih izdelkov prodal 96 in tako zaslužil 155,65 EUR, kozmetični salon C je od skupno 122 kupljenih kozmetičnih izdelkov prodal 102 in tako zaslužil 179,65 EUR. Kozmetični salon D je od skupno 145 kupljenih kozmetičnih izdelkov prodal 106 in tako zaslužil 160,45 EUR, kozmetični salon E pa je od skupno 135 nabavljenih kozmetičnih izdelkov prodal 115 in tako zaslužil 184,05 EUR s prodajo kozmetičnih izdelkov. Vsi izbrani kozmetični saloni so torej imeli možnost ustvariti dodatni zaslužek s prodajo kozmetičnih izdelkov za nego in dekoracijo rok oziroma nohtov. Kozmetični saloni so navedeno izkoristili in svoj standardni zaslužek povečali za več kot 150 EUR, kar pomeni, da je uvedba prodaje izdelkov v kozmetične salone dejansko izvedljiva, če ne celo priporočljiva.

V tretjem sklopu raziskovalnega dela diplomske naloge smo obiskovalce izbranih kozmetičnih salonov anketirali s klasično metodo merjenja zadovoljstva uporabnikov storitev – z anketnim vprašalnikom. Tako smo dobili odgovor na zadnji dve podvprašanji, kako so obiskovalci kozmetičnih salonov zadovoljni s storitvami in prodajo izdelkov v kozmetičnih salonih. Anketirali smo 68 obiskovalcev izbranih kozmetičnih salonov, od katerih je bilo 50 (73,53 %) žensk in 18 (16,47 %) moških. Anketirani so bili v večini stari med 21 in 35 let (22 oziroma 32,35 %) oziroma med 36 in 50 let (19 oziroma 27,94 %). Pri oceni splošne kakovosti storitev v obiskanem kozmetičnem salonu je večina anketiranih ocenilo, da gre za odlično (26 oziroma 38,23 %) oziroma zelo dobro (31 oziroma 45,58 %) kakovost izvedbe storitev. Uresničitev pričakovanj s storitvami je večina anketiranih ocenila kot odlično (19 oziroma 27,94 %) oziroma zelo dobro (38 oziroma 55,88 %). Ugotovili smo, da sta ključna dejavnika za obisk kozmetičnega salona predvsem zaupanje v kozmetika (47 oziroma 69,20 %) in predhodne izkušnje s tem salonom (43 oziroma 63,20 %). Večina anketiranih, torej 57 (83,80 %), meni, da bodo v prihodnosti ponovno obiskali kozmetični salon, v katerem so bili tedaj, ko smo jih anketirali, obenem pa jih bi 55 (80,90 %) ta kozmetični salon priporočilo svojim prijateljem, znancem in sorodnikom. Po zaključku ocene storitev v kozmetičnem salonu smo se osredotočili predvsem na izdelke, ki jih je mogoče kupiti v njem. Ugotovili smo, da je kozmetičarka kar 59 (86,76 %) anketiranim priporočila izdelke, s pomočjo katerih lahko sami skrbijo za nego telesa doma. Kozmetičarka je 53 (77,94 %) anketiranim podala tudi nasvete in priporočila o vrsti kozmetičnega izdelka, pri čemer je pri 48 (70,59 %) anketiranih upoštevala njihove specifične potrebe in želje. Večina anketiranih (65 oziroma 95,59 %) meni, da bi se o nakupu kozmetičnega izdelka raje posvetovali v kozmetičnem salonu, ravno tako bi jih večina (61 oziroma 89,70 %) kozmetične izdelke raje kupilo prav tam. Večina (62 oziroma 91,17 %) tudi verjame, da bi v kozmetičnem salonu kupili kakovostnejši kozmetični izdelek kot v drogeriji.

## 5 ZAKLJUČEK

Trženje izdelkov in storitev je v današnjem času izredno težka naloga, saj so stranke vse bolj izobražene – o izdelku oziroma storitvi včasih vedo več kot celo prodajalec, ki izdelek oziroma storitev prodaja. Poleg tega so pogosto dovolj dobro informirane o trgu ter o tem, kaj in po kakšnih cenah ponuja konkurenca. Zaradi navedenega so zelo ključni dobri prodajalci, ki se znajo vživeti v vlogo kupca, znajo razbrati njegove potrebe in želje, si znajo pridobiti njegovo zaupanje ter ga prepričati v nakup. Za uspešno prodajo je potrebno dobro poznavanje izdelka oziroma postopka izvajanja neke storitve. Vendar pa to še zdaleč ni dovolj, saj kupci od prodajalca ne pričakujejo, da bo imel le primerno strokovno izobrazbo ter osnovna znanja o tistem, kar prodaja, pač pa tudi osebnostne lastnosti in sposobnosti, zaradi katerih bo kupec zadovoljen in si obenem želel ponovno obiskati trgovino, drogerijo, salon itd.

Sodobne smernice uspešne prodaje poleg navedenega poudarjajo še zaznavanje kupčevih interesov in želja ter oblikovanje vzajemnega odnosa, v katerem prodajalec postaja svetovalec. Diplomaska naloga je nastajala na podlagi ideje o dopolnitvi osnovne dejavnosti kozmetičnega salona (storitev) s prodajo kozmetičnih izdelkov, primernih za nadaljnjo nego v domačem okolju. Izkušnje z delom v kozmetični stroki namreč kažejo, da moramo kozmetiki vse bolj stremeti k zelenim rezultatom in opaznim spremembam, kar pa je možno najbolj učinkovito doseči z nadaljnjo nego v domačem okolju. Strankam torej kozmetik svetuje, da si kupijo kozmetične izdelke, s pomočjo katerih bodo lahko skrbeli za nego doma vse do naslednjega obiska v kozmetičnem salonu. Stranke so zaradi doseženega pričakovanega oziroma zelenega rezultata zadovoljne, posledično pa si želijo tudi ponovnega obiska kozmetičnega salona. Nemalokrat se zgodi, da te zadovoljne stranke obisk kozmetičnega salona in nakup kozmetičnih izdelkov za domačo uporabo priporočajo še znancem, prijateljem in sorodnikom, kar povečuje krog strank.

## 6 LITERATURA IN VIRI

Carsten, L. *Lepota skozi letne čase*. Ljubljana: Prešernova družba, 2000.

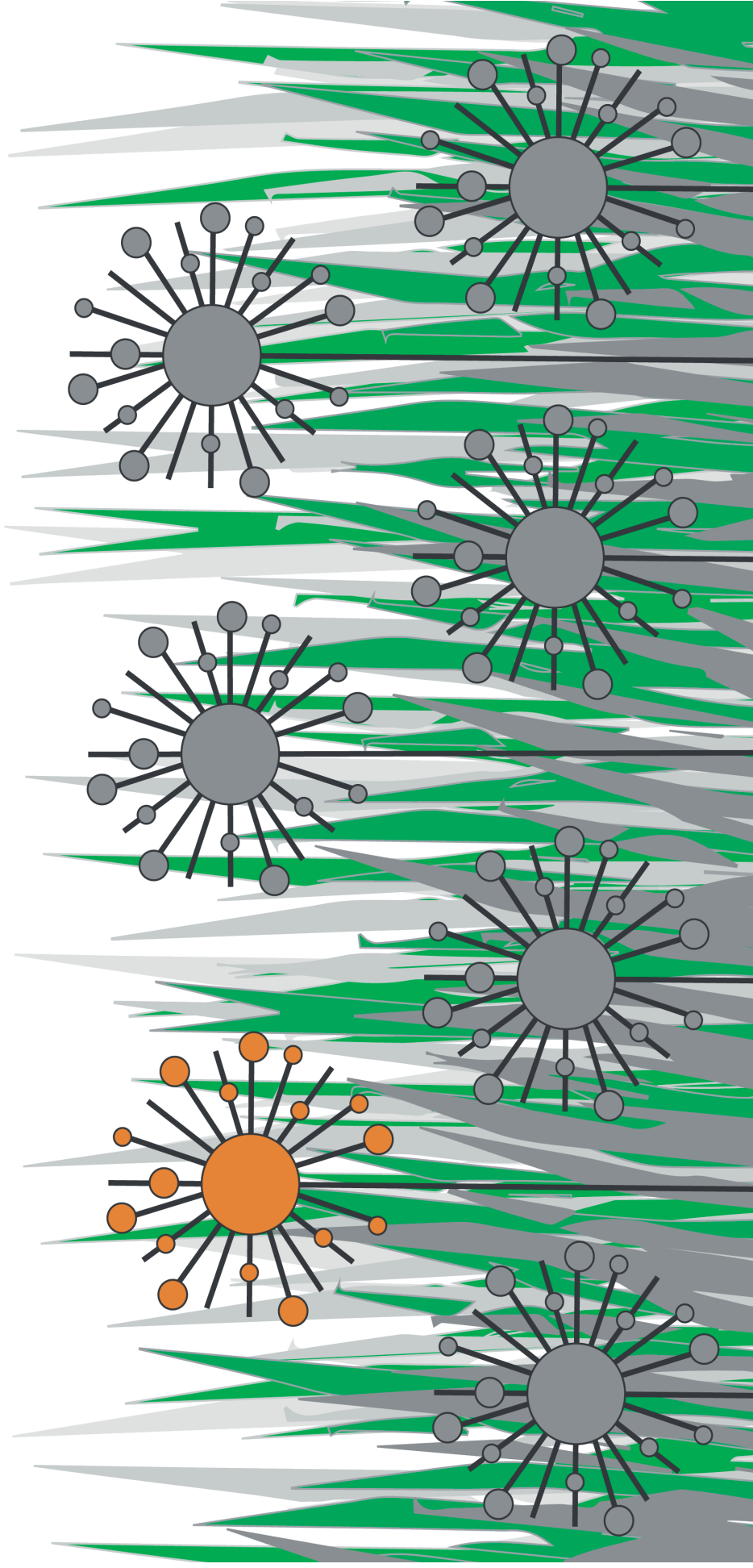
Gec, E. *Kako uspešno poslovati v kozmetičnem salonu*. Ankaran: Studio aktiva, 2017.

Majcen, M. *Analiza trga uporabnikov kozmetičnih storitev (Diplomska naloga)*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, 2010.

Skok, T. *Psihologija prodaje*. Ljubljana: GZS, Center za poslovno usposabljanje, 2012 .



# LESARSTVO



# PROBLEMATIKA ROČNEGA BRUŠENJA V PROIZVODNEM PROCESU PODGORJE D. O. O.

Matej Bevc, Goran Delajković

*Prispevek predstavlja proces ročnega brušenja, ki še vedno poteka v podjetju Podgorje, d. o. o. Glavni namen je bil analizirati problematiko procesa ročnega brušenja ter v čim večji meri zmanjšati udeležbo tega procesnega časa, da bo še vedno zadovoljivo z vidika kvalitete obdelave. Ker je podjetje zelo moderno in inovativno, je bilo treba poiskati rešitve, ki bi pripomogle, da bi proces brušenja v čim večji meri avtomatizirali. Z investiranjem v novo tehnologijo bi lahko prihranili čas in izboljšali kvaliteto dela. Investicija bi bila mogoča le, če bi se na trgu našel stroj, ki je optimalen za več različnih del in ni fokusiran zgolj na en izdelek. Predvidevanja so bila, da ročnega brušenja ne bo možno popolnoma odstraniti, zato se je iskalo rešitve tudi v novih ročnih strojih, ki bi pripomogli k ročnemu brušenju. Cilj je urediti sistem brušenja oziroma izboljšati učinkovitost, kar je možno doseči s stalnim nadzorom celotne linije brušenja. Z nadzorom se lahko opazi vse malenkosti, ki se dogajajo pri ročnem brušenju, za lažje doumevanje, kako deluje linija kot celota. Prispevek je osredotočen na določene izdelke kot reprezentante proizvodnje, pri katerih je poraba časa za brušenje najbolj prisotna. Na podlagi izbranega reprezentanta je bil narejen poizkus, s katerim je preverjeno, ali je ročno brušenje v izbranem podjetju potrebno. Analiza je prikazala, kakšno je dejansko stanje in kaj vse je potrebno za kvalitetno brušenje. Sekundarni cilj je bil, da se uredi linijo za brušenje, v okviru tega pa zmanjšati predvsem zaprašenost linije ter delovnih prostorov in odlagalnih mest, da so ta čim bolj dostopna in ne ovirajo pretoka materiala skozi linijo, pri čemer govorimo o ergonomiji dela.*

**Ključne besede: ročno brušenje, reprezentant, tehnologija, ergonomija, procesni čas**

## 1 UVOD

Podjetje Podgorje, d. o. o. je moderno in inovativno ter izdeluje večje serije izdelkov iz različnih materialov in oblik. Tehnologija v podjetju je tako močno razvita, da večina tehnoloških postopkov izdelka temelji na obdelavi na stroju. Problem nastaja pri brušenju, ki se v podjetju še vedno obdeluje večinoma ročno.

Stroji, kot so CNC in ostali, imajo pri serijah zelo kratek čas obdelave oziroma je njihov čas obdelave izdelka enak ne glede na velikost serije. Pri ročnem brušenju pa ta čas predstavlja problem, saj je delo zamudno in težavno, poleg tega pa je težko opredeliti točen čas obdelave, kar velja še posebej pri večjih serijah. Prav tako je zelo težko ohranjati enako kakovost pri obdelavi, če ta še vedno temelji na človekovih sposobnostih, izkušnjah in motiviranosti do dela. V podjetje prihajajo novi delavci, ki še niso povsem seznanjeni z njihovim načinom dela. Problem nastane, ko ti delavci izberejo drug način obdelave (dela po svoje), ki se lahko izkaže kot napačen in privede do slabše kvalitete obdelave, če ne celo do izmeta kosov iz serije zaradi poškodbe, napačne obdelave ipd.

Glede na to, da govorimo o brušenju, se moramo zavedati, da so tako delovna mesta kot tudi linija precej zaprašeni. Razlog za zaprašenost so prašni delci lesa in temeljnega laka, ki nastane ob stiku lesa ali temeljnega laka z brusnim sredstvom. To predstavlja problem z vidika kakovosti pri temeljnem in končnem lakiranju izdelka, saj se prašni delci na laku primejo in nastane grudica, ki je vidna s prostim očesom in se lahko otipa. Še hujši problem pa nastane, če je delavec konstantno izpostavljen zaprašeni liniji in mora zato na bolniški stalež.

Namen pričujočega dela je v podjetju preveriti, ali lahko zmanjšamo ročno brušenje in ga nadomestimo s strojnimi, prav tako pa je treba urediti delovna mesta, da so ta do delavca naravnana čim bolj ergonomsko. Glede na to, da je podjetje razvojno na visoki tehnološki ravni, želimo z uvedbo

nove tehnologije ali načina dela na področju brušenja razbremeniti delo, ki še vedno poteka ročno. V podjetju se že uporabljajo stoji za brušenje, vendar želimo preveriti, ali v podjetju izkoristimo vse, kar nam lahko stroj ponudi ter ali lahko z manjšimi popravki izboljšamo stanje.

V okviru tega prispevka se bomo osredotočili na izdelke, pri katerih sicer porabimo največ časa za samo brušenje. Na podlagi pridobljenih podatkov bomo analizirali trenutno stanje in preverili, kakšno bi bilo stanje brez ročnega brušenja, kakšno s strojnim in kakšno z ročnim brušenjem. Namreč le tako bomo lahko preverili, ali bi lahko z manjšim številom ročnih gibov dosegli isto kakovost obdelave ter s tem prihranili čas in zmanjšali napor pri obdelavi (Črnčec, 2009). Z ustrezno analizo bomo pridobili podlago, na osnovi katere se lahko kasneje išče nova tehnologija, v katero bi v podjetju investirali, saj bi s tem razbremenili ročno delo in po možnosti izboljšali in lažje opredelili čas obdelave.

Zaradi zaprašnosti proizvodnje bomo poskušali delovna mesta, na katerih poteka brušenje, postaviti tako, da bi nastal čim boljši izkoristek odsesavanja prahu, ki nam je že sedaj na voljo, vendar ni izkoriščen, kot bi moral biti. S tem naj bi pripomogel pri odpravi dveh večjih težav – kvalitete lakiranja ter počutja delavcev.

Zaradi zaprašnosti linije za brušenje in tudi sosednjih linij bom iskal tehnologijo odsesavanja prahu, ki bi v čim večji meri odstranila prah z delovnega mesta in okolice, pri tem pa ne bi ovirala obdelave in delavcev na liniji.

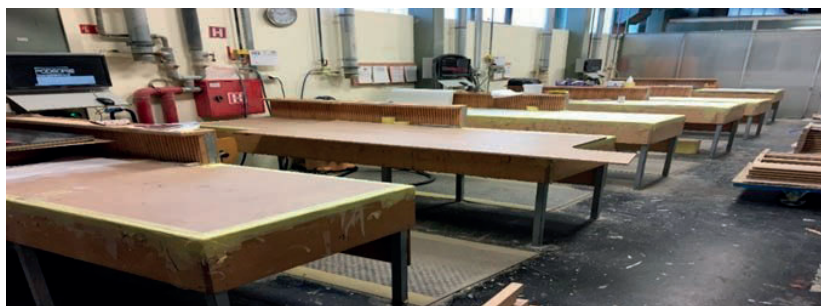
## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Med osnovne in zelo pomembne dejavnike priprave površine spadajo brušenje, glajenje in odpraševanje, ki jih opravljamo v različnih fazah površinske obdelave. Z uporabo brusilnih in gladilnih sredstev ter naprav dosežemo različne stopnje gladkosti površine, istočasno pa površine izravnamo ali jih oblikujemo. Brušenje in glajenje predstavljata najpomembnejšo pripravo podlage za nanos površinskega premaznega sredstva. Med strokovnjaki je dobro poznano geslo »dobro obrušeno – pol lakirano«. Po drugi strani pa napake, ki jih naredimo pri brušenju, s še tako dobrimi premaznimi sredstvi in postopki le težko odstranimo. Brušenje je način obdelave, kjer odrezujemo zelo majhne delce materiala – lesa ali temeljnih premaznih sredstev z velikim številom »rezil« (brusnih zrn oz. abraziva). Brusilno sredstvo vsebuje zelo veliko delcev abraziva, ki so nepravilnih geometrijskih oblik, njihovi robovi pa so zelo ostri. (Vranjek, 2009)

S pravilnim brušenjem in pozneje tudi s pravilnim lakiranjem zvišamo kvaliteto izdelka ter posledično tudi ceno. Zato je potrebno preveriti, ali v podjetju brusimo pravilno ali napačno. Če se brusi napačno, podaljšujemo čas obdelave in zmanjšujemo kvaliteto obdelave.

Ker velja brušenje za ročno opravilo, je še toliko pomembneje, da na delo gledamo z ergonomskega vidika, s pomočjo katerega ga lahko olajšamo in s tem zmanjšamo obremenitev delavca. Velika obremenitev delavca lahko vpliva na storilnost, počutje in tudi splošno zdravje, zato je treba vsako delovno mesto pripraviti tako, da je čim bolj dostopno in ustreza zahtevam delavca. V primeru prestavljanja delovnih mest je treba delo ponovno preveriti z ergonomskega vidika (Polajnar, 2009).

Če hočemo, da je delo brez večjih obremenitev, je treba oblikovati celotno delovno površino oz. delovno mizo (slika 1) na enega delavca. Le s tem bomo dosegli, da bo delo potekalo zanesljivo in humano.



Slika 1: Delovne mize nastavljive po višini

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Raziskavo smo izvedli, da bi preverili, ali v podjetju uporabljamo preveč operacij brušenja, ali bi bilo mogoče odstraniti ročno brušenje, strojno brušenje in kombinacijo ročnega brušenja s strojnim brušenjem. V tem primeru bi to pomenilo hitrejšo obdelavo in manj ročnega dela. Najbolje bi bilo, če bi z raziskavo dokazali, da ni potrebe po brušenju, vendar se je lahko že pri izbranih letvah opazilo ostre robove, ki jih bo treba brusiti, razpoke in barvo na letvah pa popraviti. V nasprotnem primeru nam končna kontrola zavrne vse kose, kar pomeni, da moramo najprej vsem letvam pobrusiti lak, nato pa še enkrat pravilno pobrusiti letve in jih znova prelakirati. To nam prinese dvojno izgubo časa in laka. Ravno zaradi takega primera smo morali podrobno preveriti, kateri način obdelave ustreza naši proizvodnji, končni kontroli ter seveda naročniku oziroma končnemu kupcu.

Za preizkus smo določil štiri različne operacije in kombinacije brušenja, in sicer za vsako letev posebej, kar torej pomeni štiri letve za štiri preizkuse (slika 2). Letve smo označili s številkami od 1 do 4, vsaka pa ima predpisane postopke:

- Letev št. 1: brez ročnega in strojnega brušenja, nanos temeljnega laka, brušenje temeljnega laka, nanos končnega laka.
- Letev št. 2: strojno brušenje s ščetkami, nanos temeljnega laka, brušenje temeljnega laka, nanos končnega laka.
- Letev št. 3: ročno brušenje s kladico, nanos temeljnega laka, brušenje temeljnega laka, nanos končnega laka.
- Letev št. 4: strojno brušenje s ščetkami, ročno brušenje s kladico, nanos temeljnega laka, brušenje temeljnega laka, nanos končnega laka.



Slika 2: Označene letve pred začetkom preizkusa

Vsem letvam pri preizkusu je bilo skupno, da so bile po nanosu temeljnega laka pobrušene z brusno gobico ter finim brusnim papirjem granulacije 320, za brušenje in poliranje premazov, kar je vedno potrebno zaradi kepice temeljnega laka, ki nastanejo zaradi neenakomernega nanosa in različnega vpijanja laka v material.

### 4 REZULTATI

Z raziskavo smo prikazali, da je ročno brušenje (slika 3) potrebno, če želimo doseči kakovost, ki jo sedaj zagotavljamo našim strankam. Brez ročnega brušenja ne moremo zagotoviti ustreznega izgleda in otipa letev.





Slika 3: Ročno brušenje masivnih letev

V spodnji tabeli (tabela 1) je prikazano, kakšen postopek obdelave brušenja je bil predpisan vsaki letvi ter ali je bil ta postopek ustrezen za odpremo takih letev. Letvi št. 1 in št. 2 je delavka in končna kontrola zavrnila, saj se nista skladali z načrtom, prav tako nista bili skladni z vidika kakovosti. Letev št. 3 je v postopku vsebovala samo ročno brušenje, zato jo je lahko delavka pobrusila skladno z načrtom. Letev je delavka in končna kontrola odobrila. Letev št. 4 je vsebovala obe operaciji – tako strojno kot ročno, kar pa je prineslo končno odobritev delavke in končne kontrole.

Tabela 1: Prikaz postopkov in ustreznosti letev

	<b>Ročno</b>	<b>Strojno</b>	<b>Avtokontrola</b>	<b>Končna</b>
Letev št. 1	NE	NE	ZAVRAČA	ZAVRAČA
Letev št. 2	NE	DA	ZAVRAČA	ZAVRAČA
Letev št. 3	DA	NE	ODOBRI	ODOBRI
Letev št. 4	DA	DA	ODOBRI	ODOBRI

Iz spodnje tabele (tabela 2) je razvidno, koliko časa je treba nameniti obdelavi letve. Za letev št. 1 ni bilo treba porabiti nič časa, saj se ni brusila niti strojno niti ročno. Letev št. 2 se je strojno brusila 26 sekund, vendar je končen rezultat pokazal, da je bila obdelava nezadostna. Za ročno brušenje letve št. 3 se je porabilo 94 sekund, saj je bilo treba letev brusiti ročno tako ploskovno kot robovno. Najboljši rezultat je prikazala letev št. 4, ki je imela skupen rezultat 61 sekund. Pri tej letvi je bil pri vsaki operaciji najboljši izkoristek. Strojno brušenje je bilo hitrejše, ker se je brusilo predvsem ploskve, ročno brušenje pa se je uporabilo, da je letev izgledala tako, kot je narisano v načrtu.

Tabela 2: Čas, porabljen za obdelavo letve

	<b>Čas, porabljen za ročno brušenje</b>	<b>Čas, porabljen za strojno brušenje</b>	<b>Skupaj porabljen čas (sekunde)</b>
Letev št. 1	/	/	/
Letev št. 2	/	26	26
Letev št. 3	94	/	94
Letev št. 4	37	24	61

Letev št. 1 ni bila izdelana v skladu z načrtom, imela je slabo obdelano površino, kar se je ob koncu lahko tudi otipalo, prav tako ni imela lepo obdelanih robov.

Za letev št. 2 smo pričakovali, da bo imela vsaj lepo obdelano površino, za kar se je na koncu izkazalo, da ni povsem tako. Površina je bila po nekaterih območjih še vedno hrapava. Pravilno pa smo predvidevali glede slabe obdelave robov in radijev.

Prav tako smo pravilno predvidevali za letev št. 3, ki je imela predolg čas ročnega brušenja. S takim načinom dela sicer zagotovimo ustrezno obdelano letev, vendar porabimo preveč nepotrebne časa. Čeprav se zdi 94 sekund malo, nas lahko to stane precej časa in denarja, ko govorimo o 1000 in več letvah.

## 5 ZAKLJUČEK

Vprašanje, ki smo si ga skozi celotno raziskavo postavljali, je bilo, ali je mogoče kako zmanjšati ročno brušenje in ga nadomestiti s strojnimi. V raziskavi, kjer smo prikazali, da se v izbranem podjetju, najpogosteje brusijo ojačilne letve, je privedlo do odgovora, da imamo v podjetju že vso potrebno opremo za brušenje letev. Še vedno pa se bomo morali za kakovost zanašati na človeško roko in znanje delavca. To niti ni slaba stvar, saj imamo tako 100 % kontrolo oziroma avtokontrolo nad obdelavo obdelovancev. Ročno delo dá izdelku določen čar, saj je moral nekdo ta izdelek vzeti v roke in vanj vložiti svoj čas in znanje. Čeprav v podjetjih vedno govorimo o serijah in kratkem času izdelave, lahko v primeru podjetja Podgorje, d. o. o. rečemo, da so izdelki kljub vsej CNC-tehnologiji, še vedno izdelani z nekim znanjem, ki se prenaša s starejših delavcev na mlajše. To je pravi pomen tradicije, ki pri nas v podjetju traja že več kot 60 let.

Z vidika razvoja letev za avtodome in prikolice se v prihodnosti načrtuje zamenjava vseh masivnih in lakiranih elementov z lažjimi materiali. Dober primer take zamenjave je že vpeljan v naši proizvodnji in se uporablja z oplaččenjem vrat. V nadaljevanju bi se lahko masivne letve zamenjalo z MDF-profilom ter njihovim oplaččenjem. Razlogi za to so: hitrejši izdelavni čas, konstantna kvaliteta ter lažji materiali.

Sekundarni namen je bil, da poiščemo rešitve, ki bi pripomogle k zmanjšanju zaprašnosti, boljšemu počutju in izboljšanju odnosov. V ta namen smo iskali rešitve v novih delovnih mizah in opremi, ki imajo zelo dobro zmogljivost odsesavanja prahu iz linije. V prihodnosti bo treba preveriti možnost implementacije predlaganih rešitev v podjetje z več različnih perspektiv (obremenitev službe vzdrževanja, vplivanje na delovanje proizvodnega procesa, urejanje tlorisa ...) kot tudi izračunati povratek investicije (povratek se bo iskal na podlagi manjšega števila bolniških staležev skozi leto in večje produktivnosti).

## 6 LITERATURA IN VIRI

Črnčec, M. *Študij dela v lesarstvu*, Ljubljana: Višješolski strokovni program Lesarstvo, 2009.

Polajnar, A. *Študij dela*, Maribor: fakulteta za strojništvo, 2009.

Vranjek, M. *Površinska obdelava in zaščita lesa*. Ljubljana, Narodna in univerzitetna knjižnica, 2009.



# IZBOLJŠAVA DELOVNEGA PROCESA S PRETOČNIM CNC-STROJEM

Dragotin Mrgole, Goran Delajković

*Raziskava obravnava izboljšavo delovnega procesa s pretočnim CNC-strojem. Na začetku prispevka je predstavitev podjetja Podgorje, d. o. o., ki je predstavljeno skozi časovna obdobja, s čimer je pojasnjeno, kakšna je bila prvotna dejavnost, s čim se ukvarja danes, kako raste in se razvija, sledi pa tudi predstavitev vizije in cilja podjetja.*

*V nadaljevanju prispevka je prikazan opis procesa dela v proizvodnji podjetja, pretoka pozicij skozi linije in izdelave elementov na CNC-strojih. Sledi opredelitev problema, ki nastaja v proizvodnem procesu – s tehnološkega vidika nastanejo izgube pri nastavitvenih časih na CNC-strojih, ki so bistveno daljši od izdelovalnega časa, kar velja predvsem pri manjših serijah od 1 do 10 kosov (prototip, dodatna naročila in rezervni deli).*

*Majhne stalne izboljšave prinesejo veliko korist za podjetje in velikokrat pomenijo večje premike k izboljšanju projektov. Z metodo KVP (nem. Kontinuierlichen Verbesserungs Prozess; slo. proces stalnih izboljšav) smo skušali izboljšati delovni proces in pretočnost serij od 1 do 10 kosov. Pred nabavo novega CNC-stroja je prikazana primerjalna analiza med klasičnim CNC-strojem in pretočnim CNC-strojem. V prispevku je predstavljen celoten projekt (iskanje primerjalnih ponudb strojev, upravičenost stroja, prihod stroja, postavitve stroja v proizvodnjo (ang. layout), zagon stroja, prva testiranja in upravičenost stroja). Glede na novo tehnologijo sledi opredelitev organizacijske spremembe, pretoka materiala, hitrosti dela ter alternativnih delovnih mest. S tem so bile pridobljene ustrezne informacije in končni rezultati.*

*Na koncu raziskave je bila izvedena primerjalna analiza med klasičnim CNC-strojem in novim pretočnim CNC-strojem; prikazani pa so tudi rezultati organizacijskih izboljšav ter čas, kdaj se bo investicija povrnila.*

**Ključne besede: pozicije, pretočnost, pretočni CNC-stroj**

## 1 UVOD

Podgorje, d. o. o., je podjetje, ki se ukvarja z lesno obdelovalno panogo, izdeluje pohištvo iz lahkih materialov za karavaning in jahting program ter specialno pohištvo. V današnjem svetu se razmere v gospodarstvu in razvoju zelo hitro spreminjajo. Tako se soočamo s hitrimi gospodarskimi in družbenimi spremembami domačega in tujega trga. Konkurenca na trgu je zelo velika, zato se vsak podjetnik ali podjetje nenehno bori za obstanek. Tudi izbrano podjetje se tega zelo dobro zaveda in v zadnjih letih ogromno vlaga v razvoj, se organizacijsko spreminja, prilagaja proizvodni proces dela, s čimer skuša biti korak pred konkurenco. Kljub razvoju in vlaganju se v podjetju še vedno srečamo s tehnološkimi ter drugimi procesnimi težavami. Prav zaradi tega je v proizvodnem procesu nastala težava na CNC-obdelovalnih strojih.. [1]

V raziskavi želimo predstaviti pretočno CNC-tehnologijo strojev, ki je namenjena izdelavi pozicij od 1 do 10. S to novo tehnologijo CNC-strojev bi izboljšali produktivnost, nastavitvene čase, pospešili proces izdelave ter posledično izboljšali pretočnost elementov v proizvodnem procesu. Cilj raziskave je izboljšati delovni proces s pretočnim CNC-strojem, ki bi pri manjših serijah nadomestil klasični CNC-stroj.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Skoraj v vsakem podjetju se srečujejo s problemi v tehnološkem ali proizvodnem procesu. Da bi se temu izognili, si marsikje pomagajo z metodami TQM. Za reševanje problemov si tudi v našem podjetju pomagamo z metodo TQM.

Znotraj posameznega sistema uporabljamo predvsem naslednje metode: SMED, KVP, 5S, FMEA, PDCA, POKA YOKE in 7 (8) IZGUB.

### Metoda KVP

Metoda KVP (nem. Kontinuierlichen Verbesserungs Prozess; slo. proces stalnih izboljšav) spodbuja timsko delo in aktivno vključevanje vsakega posameznika v delovni proces. Majhne stalne izboljšave prinesejo podjetju veliko korist in velikokrat pomenijo večje premike k izboljšanju projektov. [2]

V podjetju imamo interni obrazec za metodo KVP; ko se izpolni obrazec, se določi tudi termin sestankov.

Za prijavo metode KVP je treba izpolniti obrazec in navesti naslednje podatke:

- kdo je predlagatelj,
- naziv KVP-delavnice,
- cilje,
- kakšna so izhodišča,
- kakšni so pričakovani rezultati,
- kdo je vodja delavnice,
- kateri člani so v delavnici,
- termin delavnice,
- načrtovan zaključek delavnice,
- spremljanje aktivnosti,
- zaključek in predstavitev KVP in
- gospodarska korist.

Pod rubriko *predlagatelj* se vpiše ime in priimek predlagatelja. Pod rubriko naziv KVP-delavnice se vpiše naslov, v našem primeru je to Izboljšava delovnega procesa s pretočnim CNC-strojem.

Pod rubriko *cilji* sodijo:

- zmanjšanje nastavitvenih časov za 50 %,
- funkcionalnost stroja,
- opredelitev celotnega postopka dela,
- ureditev delovnega mesta (talne označbe, delovna navodila, ang. layout),
- opredelitev načina programiranja (vsi programi se pripravijo v tehnologiji).

Pod rubriko *izhodišča* sodijo:

- kakovost obdelave,
- zagotovitev tolerance  $\pm 0,2$  mm,
- pospešitev dela,
- logistika in pretok materiala,
- tehnične težave in izboljšava na stroju.

Pod rubriko *pričakovani rezultati* sodijo:

- tehnološka rešitev,
- boljši in hitrejši pretok serije, prototipov, problematike od 1 do 10 kosov,
- izboljšana produktivnost,
- izboljšana fleksibilnost,
- avtomatizacija delovnega procesa,
- nemoteno delo,
- določitev normativa in postopka dela,
- usposobitev operaterjev (osnovno programiranje in upravljanje s strojem).

Pod rubriko *člani v delavnici* se vpiše ime in priimek člana – to je lahko:

- tehnolog,
- generalni direktor,
- tehnični direktor,
- skupinovodja,
- oddelkovodja,
- izmenovodja,
- vodja službe vzdrževanja,
- vodja investicije,
- vodja finančnega sektorja ali
- vodja tehnološke priprave dela.

Najpomembnejši kazalniki pri zagonu in uspešnosti metode KVP so navedeni v zgornji rubriki. Na osnovi teh podatkov se spremljajo vse aktivnosti, kaj se v določenim terminskem obdobju dogaja, kakšni so bili sklepi in katere načrtovane naloge so bile opravljene pri uresničevanju zastavljenih ciljev.

Načrt zaključka delavnice je formalen – določi se časovno obdobje, za katero se predvideva, da bi se delavnica zaključila, kar po navadi traja od enega do treh mesecev. Po zaključeni delavnici se predstavi povzetek aktivnosti, realizacijo zastavljenih ciljev in odprte naloge. Če je delavnica uspešna in ima gospodarsko korist, se članom in vodji delavnice izplača 10 % premija, ki jo odobri direktor družbe.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

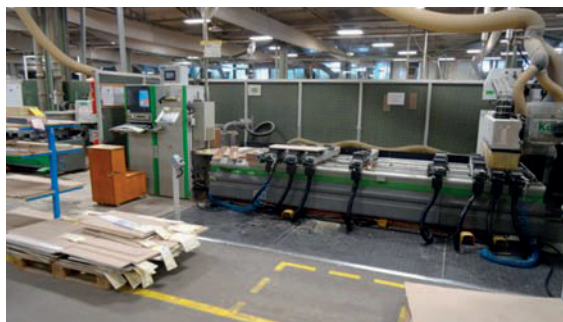
V podjetju ugotavljamo, da se skozi leta serije kosov na pozicijo zmanjšujejo, zahteve kupca in raznolikosti elementov pa se vedno bolj večajo. Danes gre 70 % vseh izdelanih elementov skozi CNC-tehnologijo; osnovni material, ki ga uporabljamo, pa je vezana plošča 12 mm. Največji problem predstavljajo manjše serije naročil, prototipov, dodatnih naročil in rezervnih delov, ki imajo pozicije od 1 do 10 kosov, te pa je potrebno izdelati v čim krajšem možnem času.

Z omenjenim problemom se srečujemo na liniji 3, kjer se nahajajo CNC-stroji. Na omenjeni liniji je 10 takšnih CNC-strojev, ki nam povzročajo težave predvsem zaradi priprave in nastavitve stroja pri manjših pozicijah od 1 do 10 kosov (slika 1). Če govorimo o nastavitvah CNC-stroja, je to postopek priprave stroja in čas do izdelave ter kontrole prvega kosa. V tem času stroj ne proizvaja produktov in ni učinkovit, saj izkoriščenost kapacitet ni v polni meri. Veliko nastavitvev je daljših kakor sam izdelovalni čas, nekatere trajajo več minut, pri zahtevnih elementih pet- in šest osnih obdelav pa celo ure, kar je največja ovira za fleksibilnost podjetja. Pri majhnih serijah to pomeni, da operater 70 % delovnega časa porabi za nastavitvev CNC-stroja, 30 % časa pa porabi za dejansko izdelavo. Tem časom se ne moremo kar tako izogniti, ker so ti CNC-stroji namenjeni izdelavi pozicij večjih serij in

imajo večjo število kosov. Že pred nekaj meseci smo skušali rešiti problem z metodo SMED. Uspelo nam je zmanjšati izgube pri sami organizaciji dela, menjavi orodja in pripravi programov za CNC-stroje. Pri samih nastavitvenih časih pa nam ta metoda ni prinesla uspeha. Povprečni čas, ki ga porabimo zaradi nastavitvev na CNC-strojih, je približno 15 minut. Zaradi hitrega naraščanja trenda raznolikosti proizvodov in manjšanja velikosti serij je skrajšanje nastavitvenih časov ključnega pomena za dobičkonosnost našega podjetja.

Ključne izgube zaradi nastavitvenih časov so:

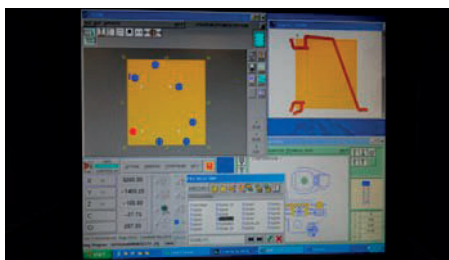
- vpoklic ter priprava programa;
- ročen premik konzol;
- nastavljanje vakuumskih prijemal;
- simuliranje programa in
- merjenje prvega kosa



Slika 1: CNC-stroj na liniji 3

### Vpoklic ter priprava programa

Pred vsakim CNC-strojem so označene lokacije, na katerih so postavljene palete. Na paletah so zložene pozicije in vsaka med njimi ima priložen načrt z vsemi podatki, ki jih operater potrebuje. Preden operater prične z delom, najprej pregleda načrt, iz katerega odčita številko programa in ga poišče v datotečni bazi, ki se nahaja v stroju. Po končanem iskanju se program odpre in na grafičnem zaslonu se prikažejo oblike konture ter poti, po kateri se bo rezkalo in vrtalo (slika 2). Program se pregleda in preveri, če je skladen z načrtom; po potrebi se ga prilagodi in optimizira. S tem je program pripravljen za zagon, vendar je treba pripraviti še konzole, vakuumске podloge in prijemala.



Slika 2: Grafični zaslon, ki prikazuje oblike konture

### Ročen premik konzol

Naši CNC-stroji ne omogočajo grafičnega in programskega prikaza premika konzol. Omogočajo samo izbiro delovnega polja, vendar ga morajo operaterji ročno izbrati (slika 3). Delovno polje lahko združimo kot celoto ali pa se ga razdeli na dva dela – vse je odvisno od dimenzije pozicije. Če se delovno polje razdeli na dva dela, lahko na stroju delamo dve poziciji izmenično, maksimalna velikost elementa je 1250 mm x 500 mm. Če je element večji od predpisanega formata, se mora delovno polje združiti, maksimalna velikost elementa je 3200 mm x 1250 mm. Pozicije od 1 do 10 kosov se vedno izdelujejo samo na enem delovnem polju; če bi delali na dveh delovnih poljih, bi bil nastavitveni čas še bistveno daljši. Dve delovni polji se aktivirata samo takrat, ko imamo na voljo pozicijo z večjim številom kosov. Vsako delovno polje ima po štiri konzole, skupno pa je na stroju 8 konzol, ki jih je

treba ročno nastaviti glede na velikost obdelovanca. Konzole se lahko premaknejo samo po osi x oziroma po dolžini stroja. Na sliki je označena konzola pod številko 3.



Slika 3: Konzole na klasičnem CNC-stroju

### Nastavljanje vakuumskih prijemal

Na CNC-strojih so ključnega pomena vakuumske prijemala, brez katerih praktično ne moremo izdelati elementa, sicer pa imajo to funkcijo, da držijo surovec, ko se ga obdeluje. Vakuumska prijemala so narejena tako, da se jih vstavi v prilagojenega sedišča na konzolah, ki omogočajo tudi rotacijo (slika 4). Operaterji si jih pripravijo glede na obliko elementa. Na voljo imajo štiri tipe podlog, ki se jih porazdeli na konzole. CNC-stroj ne omogoča grafičnega prikaza prijemal, zato si operaterji pomagajo s surovcem in vakuumska prijemala približno postavijo na prvotno mesto. Za odmik surovca od vakuumskih prijemal si pomagajo z merilnim trakom. Proces pri nastavitvah je dolgotrajen in zamuden, odvisen pa je od zahtevnosti elementa.



Slika 4: Vakuumska prijemala na klasičnem CNC-stroju

### Simuliranje programa

Po končanih nastavitvah vakuumskih podlog in prijemal operater simulira program in izvede se obdelava brez obdelovanca. Operater medtem spremlja pomik stroja, sproti opazuje pot rezkarja, da prepreči morebitni trk z vakuumskimi podlogami (slika 5). Ob morebitnem trku orodja z vakuumskimi prijemali operater stroj ustavi in varno odmakne konzolo ali pa zamakne vakuumska prijemala. Po končanem simuliranju programa in nastavljenih podlog lahko operater prične z izdelavo prvega kosa pozicije. Za vsako nadaljnjo izdelano pozicijo se celoten postopek dela ponovi od predhodne priprave. Pri nastavitvah pozicijah od 1 do 10 kosov zaradi tega nastanejo največje izgube.

Operater CNC-stroja po končani izdelavi prvega kosa premeri celoten izdelan element. Izvede se avto kontrola izdelanega elementa oziroma pozicije, s katero se preveri, ali dimenzijsko ustreza po načrtu. Če je element skladen z načrtom, se operater podpiše na spremni list in na rob obdelovanca, s čimer zagotavlja, da je element pravilno narejen. Medtem ko se izvaja avtokontrola prvega kosa, stroj stoji in ne proizvaja, zato nastajajo izgube.





Slika 5: Simuliranje programa na klasičnem CNC-stroju

Čas merjenja in preverjanja prvega kosa lahko traja tri do pet minut, odvisno od velikosti in zahtevnosti elementa. Za merjenje uporabljamo kljunasto merilo in tekoči meter. Če ima pozicija več kot en kos, se ponovi samo postopek izdelave, vsa predhodna priprava, nastavitve in merjenje pa za to pozicijo niso potrebne. Večje kot je število kosov v poziciji, manjši je delež časa nastavitve in merjenja ter obratno – manjše kot je število kosov v poziciji, večji je delež časa nastavitve in merjenja.

#### 4 REZULTATI

Prednosti pretočnega CNC-stroja v primerjavi s klasičnim CNC-strojem so naslednje:

- ne potrebuje vakuumskih črpal, ki povzročajo hrup in segrevajo prostor;
- ne potrebuje vakuumskih prijemal, pri klasičnem CNC-stroju brez vakuumskih prijemal ne gre;
- zaradi konstrukcijske izvedbe pretočnega CNC-stroja ni možnosti, da se rezkar zaleti ob pritiskne valje, pri klasičnih CNC-strojih je večja verjetnost, da se rezkar zaleti ob vakuumске podloge, s tem lahko povzroči škodo na samih podlogah ter zvin ali lom rezkarja;
- pretočni CNC-stroj deluje brez vakuumskih prijemal, element potuje po traku;
- ne potrebuje šablon in dodatnih podlog za obdelavo (nekateri CNC-stroji potrebujejo šablono, v primeru sprememb artikla jih je treba zavreči, povzročajo strošek izdelave);
- ne potrebujemo nobenega regala za shranjevanje šablon in dodatnih podlog, s čimer pridobimo prostor v sami proizvodnji;
- revolver glava pri menjavi orodja potrebuje 2 sekundi, pri klasičnih CNC-strojih pa za isto stvar potrebuje 10 sekund, torej so izguba časa in mrtvi hodi preveliki;
- nastavitveni čas na stroju je bistveno krajši, ta traja v povprečju 3 minute, pri klasičnih CNC-strojih v povprečju traja 15 minut, to so izgube pri nastavitvah;
- obdelovanec je možno izdelati z vseh strani naenkrat (rezkanje in vrtanje),
- obračanje elementov je avtomatsko;
- iz ergonomskega vidika je delo na pretočnem CNC-stroju lažje, fizična obremenitev se za operaterja zelo zmanjša;
- več položajni nalagalnik ima 12 mest in je avtomatski, operater lahko naloži elemente v zalogovnik, ki jih stroj nato avtomatsko pošlje v obdelovalno enoto stroja;
- zaporedje elementov pred obdelavo je lahko različno – pri klasičnih CNC-strojih je treba za vsak različni element zamenjati šablono ali pa narediti premik konzol, kar pomeni izgubo časa pri nastavitvah;
- izpihovanje ostankov ni potrebno, raznih odrezkov iveri ne odnaša po celotnem delovnem mestu kot pri klasičnem CNC-stroju;
- hrup motorja je bistveno manjši kot pri klasičnih CNC-strojih, kar omogoča protihrupna kabina;



- pretočni CNC-stroj je možno nadgraditi linijsko – vstavljanje moznikov, razna okovja, nosilci.

Slabosti pretočnega CNC-stroja v primerjavi s klasičnim CNC-strojem so:

- pri pretočnem CNC-stroju je treba večje izreze narediti z zavihki (mostički);
- dodatno obrezovanje zavihkov (mostički) z ročnim rezkarjem;
- dimenzijska omejitev širine in debeline;
- ne moremo delati lahke konstrukcije;
- slabša vidnost delovnega območja stroja med tem, ko se izdeluje obdelovanec (kabina).

Da bi se prepričali o pravi izbiri delovnega sredstva, smo naredili primerjalno analizo izdelanih pozicij na klasičnem CNC-stroju in na pretočnem CNC-stroju. Izbrali smo deset naključnih pozicij, vsaka izmed njih pa je imela po en kos.

Celoten postopek dela od nastavitvenega časa do izdelovalnega časa se je meril s štoparico. Enake izbrane pozicije so se izdelale na klasičnem CNC-stroju in pretočnem CNC-stroju (slika 6), vsi meritveni časi pa prikazani v tabeli.



Slika 6: Klasični in pretočni CNC-stroj

### Analiza izdelanih pozicij na klasičnem CNC-stroju

Tabela 1: Rezultati izdelanih testov na klasičnem CNC-stroju

Zap.št.	Ime programa	Čas nastavitve	Čas izdelave	Nastavitev + čas izdelave	Št. kosov
1	46375	13,2	1,2	14,4	1
2	50012	13,5	1,4	14,9	1
3	41290	17,6	3,1	20,7	1
4	44861	16,9	2,3	19,2	1
5	44915	14,6	1,5	16,1	1
6	39849	15,3	2,9	18,2	1
7	53124	16,2	0,25	16,45	1
8	47426	14,7	1	15,7	1
9	46361	17,1	1,5	18,6	1
10	P1317	11,4	0,33	11,73	1
Skupaj čas:		150,5	15,48	165,98	10
Povprečni čas:		15,05	1,55	16,6	

Rezultat analize desetih izdelanih pozicij na klasičnem CNC-stroju nam prikaže skupni čas nastavitve, za katerega se je porabilo 150,5 minute oziroma 15,05 minute povprečno na kos. Skupni čas izdelave

vseh desetih pozicij je 15,48 minute oziroma 1,55 minute povprečno na kos. Za deset izdelanih pozicij po en kos se je z nastavitvami in izdelovalnim časom porabilo 165,98 minute, povprečni čas nastavitvenega in izdelovalnega časa na pozicijo enega kosa pa znaša 16,6 minute.

Na klasičnem CNC-stroju smo za celoten postopek dela od priprave do končnega produkta porabili 165,98 minute.

### Analiza izdelanih pozicij na pretočnem CNC-stroju

Tabela 2: Rezultati izdelanih testov na pretočnem CNC-stroju

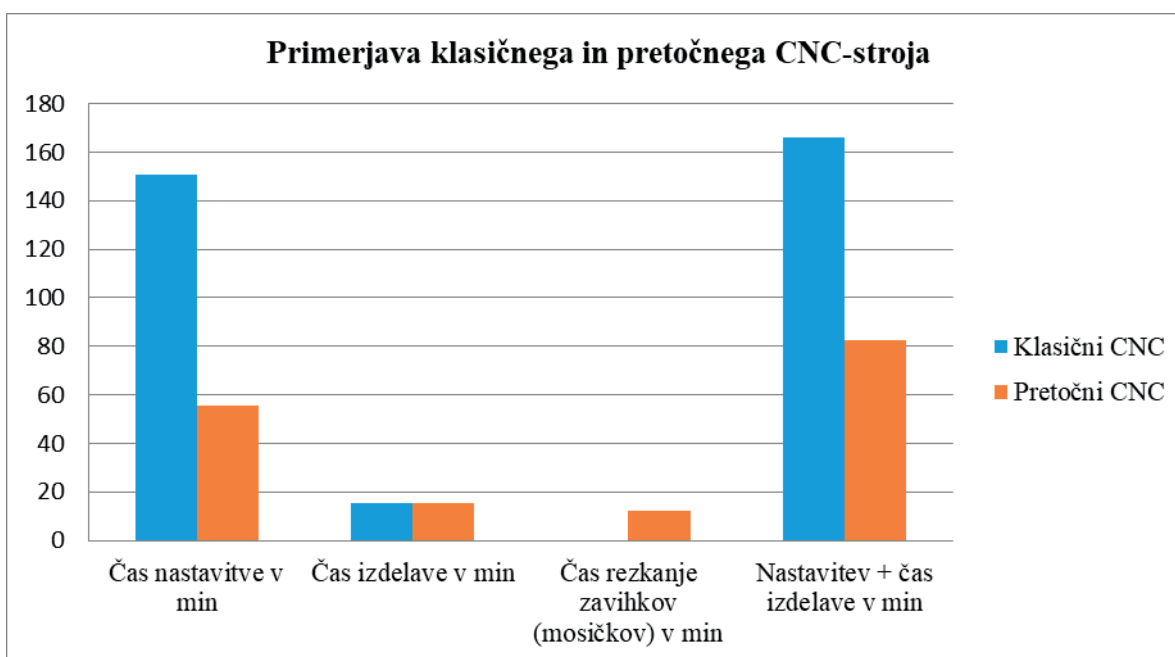
<u>Zap. št.</u>	<u>Ime programa</u>	<u>Čas nastavitve</u>	<u>Čas izdelave</u>	<u>Rezanje mostičkov</u>	<u>Nastavitev + čas izdelave</u>	<u>Št. kosov</u>
1	46375	4,73	1,3	1	7,03	1
2	50012	5,2	0,92	1,4	7,62	1
3	41290	6,5	2,5	1,2	10,2	1
4	44861	7,5	2,48	1,3	11,78	1
5	44915	7,2	2,02	2	11,22	1
6	39849	4,66	2,9	1,2	8,76	1
7	53124	4,55	0,61	0,9	6,06	1
8	47426	4,45	0,68	0,8	5,93	1
9	46361	5,1	0,72	1,2	7,02	1
10	P1317	5,5	1,08	1,1	7,08	1
Skupaj čas:		55,39	15,21	12,1	82,7	10
Povprečni čas:		5,54	1,52	1,21	8,27	

Rezultat analize desetih izdelanih pozicij na pretočnem CNC-stroju nam prikaže skupni čas nastavitve, za katerega se je porabilo 55,39 minute oziroma 5,54 minute povprečno na kos. Skupni čas izdelave vseh desetih pozicij je 15,21 minute oziroma 1,52 minute povprečno na kos. Za deset izdelanih pozicij po en kos se je z nastavitvami in izdelovalnim časom ter rezkanjem mostičkov z ročnim rezkarjem skupno porabilo 82,27 minute. Povprečni čas nastavitve in izdelovalnega časa ter rezkanja mostičkov z ročnim rezkanjem na pozicijo enega kosa znaša 8,27 minute.

Na pretočnem CNC-stroju smo za celoten postopek dela od nastavitve do končne izdelave porabili 82,7 minute.

### Rezultati primerjalne analize

Rezultati primerjalne analize izdelanih desetih pozicij med klasičnim CNC-strojem in pretočnim CNC-strojem kažejo, da je pretočni CNC-stroj pri nastavitvah 63 % hitrejši od klasičnega CNC-stroja. Izdelovalni čas na pretočnem CNC-stroju je bil hitrejši za 1,7 %. Glede na skupni čas nastavitve in čas izdelave so se pozicije na pretočnem CNC-stroju izdelale hitreje za 83,28 minute, kljub temu pa je bilo treba še z ročnim rezkarjem odstraniti zavihke (mostičke).



Grafikon 1: Primerjava klasičnega in pretočnega CNC-stroja

## 5 ZAKLJUČEK

Končna analiza je pokazala, da je bil nakup pretočnega CNC-stroja Biesse Brema Vektor 15 smiseln. Izboljšal se je pretok na poziciji od 1 do 10 kosov, zmanjšali so se nastavitveni časi in stroški dela. Delo na stroju je sedaj operaterjem bistveno lažje tudi z ergonomskega vidika. Izognemo se nastavitvam vakuumskih podlog, kar je bilo prvotno za operaterja na klasičnem CNC-stroju zelo zamudno in stresno. Avtokontrola se lahko izvaja sproti, ne da bi medtem ustavljali stroj.

Zaradi nabave novega delovnega sredstva so se zmanjšali nastavitveni časi – danes se pozicije od 1 do 10 kosov izdelajo enkrat hitreje. Investicija pretočnega CNC-stroja se bo povrnila v časovnem obdobju 3,2 leta.

Glede na trenutna naročila pozicij od 1 do 10 kosov se je podjetje odločilo, da nabavi še dva pretočna CNC-stroja, ki bosta stala na isti lokaciji kot prvotni CNC-stroj.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Podgorje, d. o. o. Šentjernej. Elektronski. 2018. Uporabljeno 15. 2. 2018. Dostopno na naslovu: <http://www.podgorje.si/si/opis-podjetja.html>
- [2] QM. Partner, d. o. o. Ljubljana. Elektronski. 2018. Uporabljeno 27. 2. 2018. Dostopno na naslovu: [http://qm-partner.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=176&Itemid=243](http://qm-partner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=176&Itemid=243)

# INOVATIVNA ZASNOVA KUHINJE ZA POČITNIŠKA VOZILA

Borut Pirc, Marko Vodopivec

*Prispevek prikazuje postopek oblikovanja in razvoja kuhinjskega bloka za počitniška vozila, pri čemer je osredotočenost na zložljivi izvlečni delovni pult.*

*Izvlečni pult je dodatna površina, ki služi za pripravljanje hrane in za odlaganje stvari ter omogoča lažje kuhanje. Mehanizem delovanja izvlečnega pulta je preprost. Kadar se pojavi potreba po pomanjkanju delovne površine, se pult preprosto izvleče iz notranjosti, kadar ga ne potrebujemo več, pa ga pospravimo nazaj v notranjost.*

*Razvit je bil delovni pult, ki se nahaja v zgornjem delu predala, ki je prikazan tudi z načrti in vizualizacijo. Upoštevani so bili vsi ergonomski standardi glede dimenzij. Rezultati dela so bili prikazani z načrti, v katerem je predstavljena razlika pred in po zasnovi kuhinjskega bloka z izvlečnim pultom. Vse skupaj je bilo prikazano tudi s stroški, ki bi nastali pri izdelavi enega kuhinjskega bloka.*

**Ključne besede:** zložljiva kuhinja, pomanjkanje delovne površine, ergonomija

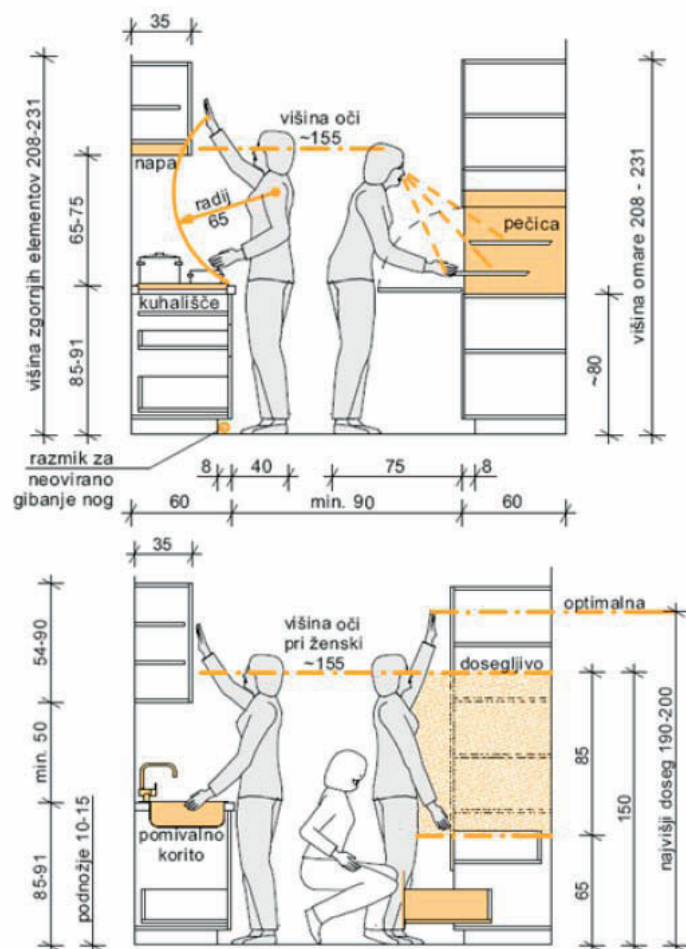
## 1 UVOD

Vedno več je povpraševanja po premikajočih se vozilih za bivanje, kot nalašč za to so narejena počitniška vozila in mobilne hišice ter počitniške prikolice Adrie Mobil. Vedno več uporabnikov letih produktov pa je vedno bolj zahtevnih, to se kaže tudi v kuhinji teh produktov. Kuhinje, kot jih poznamo v stanovanjih, zavzamejo veliko prostora, zato je še težje v počitniških vozilih omogočiti vse vrste kuhinjske opreme, saj je v počitniških vozilih vedno veliko vprašanje glede prostora in omejitve. Projekt je obravnaval problematiko, ki se pojavlja v kuhinjah počitniških vozil. Ključni problem je bila delovna površina, kjer se pripravlja in odlaga hrano ter ostale pripomočke za kuhanje. Namen projekta je bil da se razvije dodatni delovni pult, ki bo prinesel večjo uporabnost in tudi dodaten čar.

Začetki Adrie Mobil segajo v leto 1965, kar nam pove, da ima podjetje dolgoletne izkušnje z izdelavo produktov ter da skozi zgodovino razvija, tako kot se je razvijal naš produkt delovnega pulta.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Ergonomija zelo vpliva na naše počutje in zadovoljstvo pri delu, zato jo je potrebno upoštevati. Največ zanimanja je potrebno pokazati za standarde, ki opredeljujejo, katera višina je najbolj optimalna za določeno delo. S tem želimo izboljšati dostopnost do predmetov, in narediti produkt kar se da optimalen za človeško telo (slika 1).



Slika 1: Dosegljivost predmetov v visečih in stoječih omarah

Vir: <http://www.ecnm.si/moodle1415/mod/folder/view.php?id=2011> (1. 5. 2016)

Pri delu v kuhinji je zelo pomemben delovni trikotnik. Kuhinja naj bi bila načrtovana v smislu delovnih centrov, kot so: shranjevanje živil, priprava živil, kuhanje in peka, shranjevanje kuhinjske posode in pripomočkov, čiščenje posode. Osnovno izhodišče za dober kuhinjski načrt predstavlja t. i. delovni trikotnik, za katerega velja, da naj vsota razdalj med tremi glavnimi delovnimi centri (hladilnik, pomivalno korito, kuhalna plošča) ne znaša več kot 6,6 m.

Poznamo več vrst postavitve kuhinje, kot so: enovrstna kuhinja, dvovrstna kuhinja, kuhinja v obliki črke L, kuhinja v obliki črke U, kuhinja s polotokom in kuhinja z otokom.

Delovna površina v kuhinji avtodoma se razlikuje od modela do modela. V vozilih, ki so daljša, je navadno tudi kuhinja večja in je s tem tudi več delovne površine. V vozilih, v katerih je dolžina krajša, pa so tudi kuhinje temu primerno manjše. Za krajša vozila z manjšo kuhinjo je vedno problem delovna površina, ki vedno predstavlja problem v tovrstnih vozilih.

Za kuhinjo v počitniških vozilih se predvsem uporablja vezana plošča, ki je zaradi svoje sestave in lahkotnosti najbolj primerna za tovrstna vozila. Vezana plošča je primerna tudi zato, ker je kljub svoji lahkosti trdna in čvrsta. Poleg vezane plošče se za ojačitev vezi in trdnosti uporablja tudi smrekove letve, ki dajejo oporo in se uporabljajo poleg črnih spojnih elementov tudi za pritrjevanje pohištva na stene ali pod počitniškega vozila. Uporablja se predvsem topolovo vezano ploščo zaradi njene teže in drugih lastnosti.

V kuhinjskem bloku počitniškega vozila se uporabljajo vezane plošče debeline 12 mm, 18 mm in 27 mm. Po preračunavanju količine vezane plošče za kuhinjski blok bi potrebovali za izdelavo takšnega kuhinjskega bloka približno 3 m<sup>2</sup> vezane plošče debeline 12 mm.



Debeline 18 mm bi potrebovali 0,8 m<sup>2</sup> ter debeline 27 mm bi za delovni pult potrebovali 0,9 m<sup>2</sup>.

Teža je v počitniških vozilih zelo pomembna, saj so tu zelo stroge omejitve. Za kuhinjski blok smo naredili izračun teže v kg.

Za izdelavo potrebujemo 0,038 m<sup>3</sup> vezane plošče 12 mm, 0,0144 m<sup>3</sup> vezane plošče debeline 18 mm in 0,025 m<sup>3</sup> vezane plošče debeline 27 mm. Vse skupaj je to 0,0724 m<sup>3</sup> vezane plošče, kar v primeru uporabe lesa topola znese 34,83 kg celotnega materiala vezanih plošč v kuhinjskem bloku, če upoštevamo, da je teža vezane plošče 450 kg/m<sup>3</sup>.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

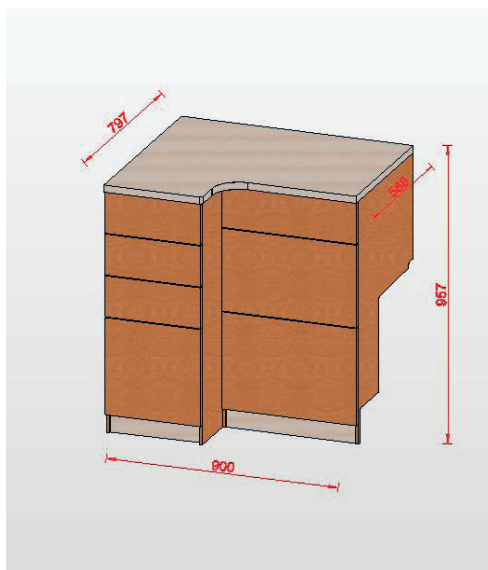
Vse skupaj se je začelo pri ideji, ki je bila sprva drugačna, saj je bil namen izvleči celotni del kuhinje in ne samo delovnega pulta, vendar zaradi svoje praktičnosti to ni bilo možno.

Vse se je nato nadaljevalo v posodobitev ideje, z vsakim razmišljanjem so prišle nove in nove ideje, kar na koncu prikazuje končni izdelek.

Pri zasnovi smo morali upoštevati omejitve tako širine kot globine. V širino smo bili omejeni na 450 mm, kar je dovolj za pripravo hrane, v globino pa 250 mm, kar je skupaj znašalo potem 500 × 500 mm delovne površine.

Kuhinjski blok je bil sestavljen iz vseh delov, kakor so ostali kuhinjski bloki. Sestavni deli kuhinjskega bloka so: delovni pult, pomivalno korito, plinski kuhalnik, vodila, odmične sponse in obod kuhinje.

Vsi načrti so nastali v programu MegaCAD. Nastal je načrt s strani narisa, tlorisa in stranskega risa in v obliki 3D za lažjo predstavo. Uporabila sta se barva in tekstura (slika 2).

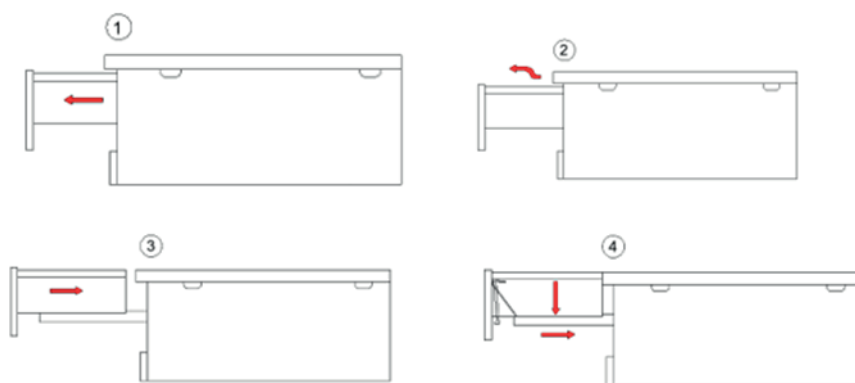


Slika 2: Vizualizacija izdelka 3D

Vir: Lasten (2017)

Z vizualizacijo smo želeli поблиžje prikazati resnično podobo izdelka, ki se nahaja v počitniških vozilih. Izdelek je tehnično zahteven tako za konstruiranje kot izdelavo zaradi svojih nepravilnih oblik.

Ko je nastala vizualizacija izdelka, je bilo potrebno preurediti zgornji desni predal v izvlečni pult. Način, kako bi to izgledalo v praksi, smo tudi prikazali z načrti (slika 3).



Slika 3: Izvlek delovnega pulta

Vir: Lasten (2017)

Za točno ta primer bi bilo potrebno s proizvajalci vodil stopiti v stik, saj bi moralo biti vodilo prilagojeno dimenzijam kuhinjskega bloka, ker na trgu ni vodila na tak način in s takimi dimenzijami. Za naš primer smo vodilo prilagodili našim potrebam in tako razvili svoje navodilo za montažo.

Splošno je znano, da so barve okoli nas izredno pomembne za dobro počutje in zdravje, zato je prav, da pri izbiri barve za kuhinjski blok pogledamo tudi s stališča počutja.

Barvo vidimo kot obarvano svetlobo, odbito od predmeta. Svetlobni spekter zajema svetlobe od tople rdeče barve do hladne vijolične barve, sledijo si v naslednjem vrstnem redu: rdeča, oranžna, rumena, zelena, turkizna, modra in vijolična. Točno takšne vidimo tudi barve in seveda še vse druge vmesne odtenke. Vsaka od naštetih barv ima na naše razpoloženje in zdravje svoj poseben vpliv. (Gradim, 2010)

Pohišstvo v počitniških vozilih je še do nedavnega bilo izključno v imitacijah lesa, zdaj pa je vedno več enobarvnih barv, ki se ujemajo med seboj in z estetiko vozila.

Za vsako stvar je potrebno imeti okus oz. občutek ter predvsem znanje, kakšne barve in kombinacije gredo skupaj, pri tem so zelo pomembne tudi izkušnje konstruktorjev oz. razvijalcev novih produktov.

#### 4 REZULTATI

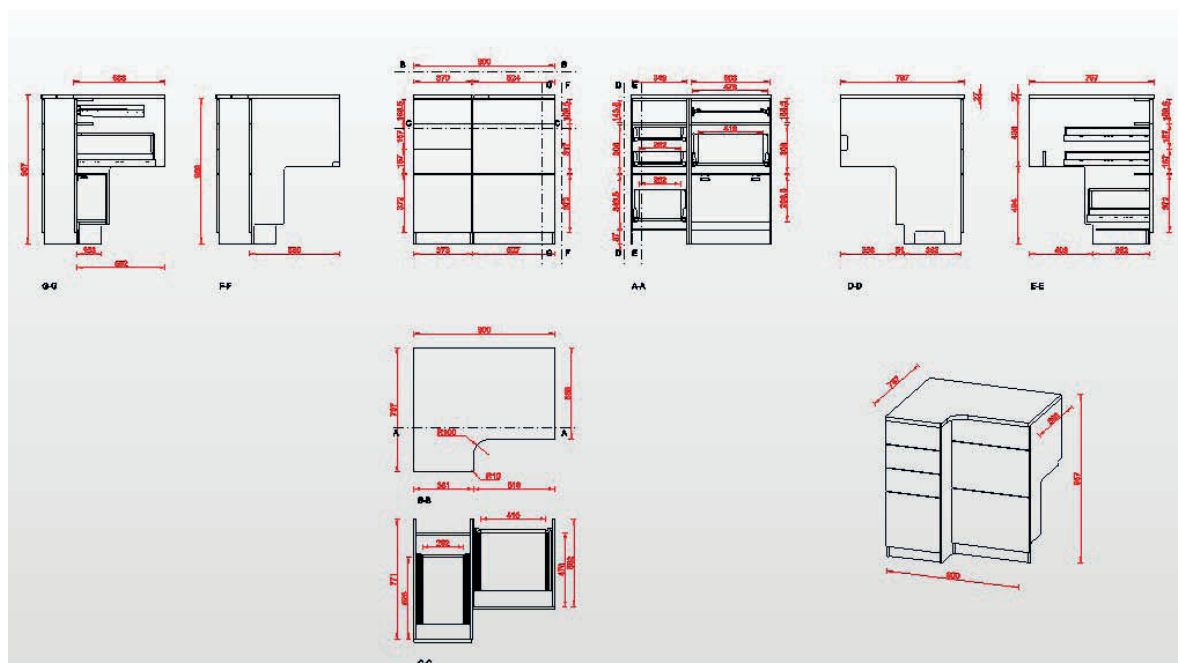
Med zasnovanjem kuhinjskega bloka za počitniška vozila je bila vseskozi upoštevana tehnična izvedljivost, zato se zunanost kuhinjskega bloka ni spreminjala. Nastala je tudi groba konstrukcijska zasnova, sprva narisana ročno kot skica, kasneje pa je bila risana v programu AutoCAD, vendar smo kaj hitro vse skupaj nadaljevali v programu MegaCAD, ki je prvotno namenjen ploskovnemu pohištvu. Z dobrim poznavanjem programa smo lahko naredili tudi konstrukcijski načrt za kuhinjski blok, ki nima pravilnih oblik. Med zasnovanjem smo posodabljali in preurejali prvotno idejo. Uvedli smo tudi novo vodilo, ki smo ga od standardnega tipskega vodila za izvlečne pulte preuredili za to dimenzijo delovnega pulta ter dodali navodila za montažo. Poleg tega smo pustili kot možnost tudi cenejši način dodatnega delovnega pulta z izvlekom iz notranjosti, vendar se ta ne dvigne na višino delovnega pulta kuhinjskega bloka.

Na slikah so prikazani rezultati dela in razvoja izvlečnega delovnega pulta, prva slika prikazuje že omenjeno dražjo verzijo, druga pa enostavnejšo cenejšo verzijo (slika 4). Prikazani pa so tudi končni načrti (slika 5).



Slika 4: Vizualizacija primera prve, druge in končne ideje za izvlečni delovni pult

Vir: Lasten (2017)



Slika 5: Načrt kuhinjskega bloka za počitniška vozila

Vir: Lasten (2017)

Vsi radi tudi vidimo, kako rezultat izgleda v številkah, zato smo naredili še okvirni izračun cene izdelka, če bi ga delali v individualni izvedbi. Izračunano je bilo vse: od vezanih plošč, njenega razreza in mehanske obdelave in ostalega materiala.

Celotni stroški bi tako znašali 1837,46 € za individualno proizvodnjo.

## 5 ZAKLJUČEK

Cilje, ki smo si jih zastavili, so bili doseženi. Na osnovi ergonomske študije je bila zasnovana in oblikovana navzven podobna kuhinja, kot je bila že predhodno v modelih A. Oblikovana je ergonomsko in je prilagojena počitniškim vozilom. Rezultat je prikazan tudi z načrti izdelka in z vizualizacijo oz. slikami, kako deluje izvlečni predal v praksi in kako bi izgledalo to na kuhinjskem bloku, za primerjavo pa je prikazan tudi tloris delovnega pulta, da se vidi, koliko smo pridobili delovne površine.

## 6 LITERATURA IN VIRI

Adria Mobil d. o. o., 2013. *Od leta 1965 ... Že petdeset let navdihujemo vaša doživetja*. [spletni vir]. Dostopno na: <http://si.adria-mobil.com/info/o-nas/adria-ze-od-leta-1965-navdihuje-vasa-doizivetja/> [15. 4. 2016].

Adria Mobil d. o. o., 2013. *Predstavitev podjetja*. [spletni vir]. Dostopno na: <http://si.adria-mobil.com/info/o-nas/predstavitev-podjetja-profil-podjetja-uprava/> [15. 4. 2016].

Alples, 2015. *Kaj je dobro vedeti pri načrtovanju kuhinje*. [spletni vir]. Dostopno na: [http://alples.si/wp-content/uploads/2015/12/Kako\\_nacrtovati\\_kuhinjo.pdf](http://alples.si/wp-content/uploads/2015/12/Kako_nacrtovati_kuhinjo.pdf) [1. . 2016].

Gradim, 2010. *Pomen barv v prostoru*. [spletni vir]. Dostopno na: <http://www.gradim.si/prostor-pohistvo-oprema/pomen-barv-v-prostoru.html> [26. 5. 2016].

# IZDELAVA PROTIPOŽARNIH VRAT IN PRIDOBITEV CERTIFIKATA (EI30)

Lovro Rozman, Marko Vodopivec

*V članku je predstavljeno, kakšne so zahteve za pridobitev certifikata EI30. Podjetja, ki se ukvarjajo s protipožarnimi vrati, se odločajo med različnimi materiali, kako so zgrajeni, zakaj se odločiti za njih, pa je potrebno še raziskati.*

*Izvedena je raziskava med dvema polniloma, in sicer med Egger eurospan flamex B1 in PROMATECT®-AD. Oba materiala sta bila preizkušena na testu protipožarnosti, njun odziv pri protipožarnem testu in končni rezultati so bili ključnega pomena. Skozi raziskavo so prikazani standardi, ki se morajo upoštevati, kadar se izvajajo takšne stvari, in so podrobno opisani. Prikazani in opisani so različni razredi protipožarnih vrat in kje naj bi se uporabljale ter kakšni pogoji vplivajo na njihovo uporabo. Materiali imajo različne lastnosti, kot je predstavljeno.*

*Opredeljen je problem z vlago v masivnem lesu in ugotovitev, kaj najbolj ustreza. Pred preizkusom se preverja mnogo dejavnikov, ki se nanašajo na uspešnost protipožarnih vrat.*

*Cilj je bil izdelava protipožarnih vrat z različnimi polnili in ugotoviti, kateri bolj ustreza izdelavi, ceni ter ima še vedno izpolnjuje pogoje EI30.*

**Ključne besede: protipožarna vrata, konstruiranje vrat, izdelava vrat, test protipožarnosti, certifikat EI30**

## 1 UVOD

Vhodna protipožarna vrata so danes pogoj na vseh večstanovanjskih zgradbah in javnih zgradbah. Njihov namen je, da v primeru požara zagotovijo dovolj časa za evakuacijo.

Pri pridobitvi certifikata se najbolj posvečamo izbiri materiala in izbiri konstrukcije, saj mora izdelek prenesti velike toplotne obremenitve in mora biti odporen na neposreden stik z ognjem. Testirali bomo različne vrste materialov, lepil, površinske zaščite in izbirali med materiali, ki nam cenovno in fizikalno najbolj odgovarjajo.

Cilj je zastavljen na podlagi omejene izdelave vrat in posledično nekonkurenčnega poslovanja podjetja. Zastavljeni so tudi manjši cilji in z njihovo izpolnitvijo omogočili kvalitetnejšo izvedbo izdelka, cenovno in časovno konkurenčnost na trgu ter lažjo izvedbo za proizvajalca izdelka. Pomembno je izbrati kvalitetne materiale za certifikat. Cilj je izdelek izdelati čim hitreje, a še vedno dovolj kvalitetno. Namen vseh manjših ciljev je opraviti test protipožarnosti in pridobiti certifikat EI30.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

V podjetju izdelujejo tako notranja kot zunanja vrata, nikoli pa še niso izdelovali protipožarnih, zato je izdelava cenovno dostopnih, tehnološko izvedljivih, estetsko privlačnih in dovolj kvalitetnih, da opravijo test protipožarnosti (EI30) (Požarna varnost v stavbah, 2010).

Požarna vrata morajo zagotavljati požarno varnost v stenskih odprtinah, namenjenim vratom. V primeru, da ni določeno, kakšno obremenitev morajo prenesti, je potrebno vgraditi vrata, ki imajo enako odpornost kot stena, v katero so vgrajena. Razredi, ki določajo, kakšno odpornost morajo prenesti so zapisani v standardu SIST EN 1350 1-2.

Tabela 1 prikazuje razrede tehnične smernice požarne odpornosti.



Tabela 1: Razredi požarne odpornosti

Oznaka	Čas v minutah			
	30	60	90	120
E	30	60	90	120
EI <sub>1</sub>	30	60	90	120
EI <sub>2</sub>	30	60	90	120
EW	30	60		

Če želimo doseči določen razred protipožarnosti, je potrebno preučiti materiale in njihovo kombinacijo. Zaradi cene preizkusa smo se v projekt temeljito poglobili in preučili zadevo. Problemi so se pojavljali predvsem pri izbiri materialov ter ugotovitev najprimernejše vlage v masivnem lesu.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Za začetek je potrebno pridobiti podatke materialov in okovja pri dobaviteljih ter preveriti, ali nam cenovno, konstrukcijsko ustreza kot tudi, ali imajo certifikat ognjeodpornosti. Materiale in okovje smo med seboj primerjali in jih preizkušali.

Materiali, ki se uporabljajo za izdelavo protipožarnih vrat, se razlikujejo v ceni, načinu obdelave, toplotno in zvočno izolativnostjo, gostoto in težo. Za masiven les je najbolje, da se uporablja gostejše listavce, kot je na primer hrast. V našem primeru je stranka želela vrata z izgledom hrasta, kar nam je ustrezalo, saj je hrastov les zelo trpežen in primeren za tovrstno stavbno pohištvo. Pri masivnem lesu je ključnega pomena vlaga v lesu. V našem primeru smo najprimernejšo vlago v lesu ugotavljali s poizkusi, ki smo jih opravili, ter z opazovanjem ter primerjanjem testnih kosov prišli do rezultatov.

Decimirane elemente hrastovega lesa s predhodno meritvijo vlage smo pri enakih pogojih in obremenitvi ognja testirali, kako se les odziva na ogenj. Izvedli smo 3 poskuse. Element A je vseboval 9 % vlago v lesu, element B 12 % vlago v lesu in element C 16 % vlago v lesu. V časovnem obdobju 20 minut se je najbolje izkazal element B, saj ni prišlo do pretiranega gorenja materiala in ne do prevelikega zvijanja. S poizkusom smo se odločili, kakšno vlago v masivnem lesu bomo uporabljali za tovrstno izdelovanje stavbnega pohištva.

V tabeli 2 je prikazana primerjava dveh polnil, ki smo jih uporabili. Materiala se razlikujeta že v sami sestavi, saj je Egger eurospan flamex B1 zgrajena iz iveri in ognjeodporne primesi, PROMATECT®-AD pa temelji na silikatni osnovi s cementnim vezivom. Zaradi različne zgradbe imata materiala različne lastnosti. Primerjava je predstavljena na debelini, ki so si najbližje glede na dobavljive plošče. Številke, označene s **krepko pisavo**, predstavljajo boljšo lastnost glede na material, s katerim se primerja. (EGGER, 2017, Promat, 2017)

Tabela 2: Primerjava polnil

	ENOTE	PROMATECT®-AD	Egger eurospan flamex B1
Dimenzije dobave	[mm]	2500 × 1200	<b>2800 × 2070</b>
Debelina dobave	[mm]	40	<b>38</b>
Gostota	[Kg/m <sup>2</sup> ]	<b>500</b>	640-680
Toplotna prevodnost	[W/m <sup>2</sup> K]	<b>0,09</b>	0,18
Vsebnost vlage	[%]	3-5	5-10
Upogibna trdnost	[N/mm <sup>2</sup> ]	3	<b>8,5</b>
Natezna trdnost	[N/mm <sup>2</sup> ]	12	<b>1200</b>
Tlačna trdnost	[N/mm <sup>2</sup> ]	<b>5,5</b>	1
Razred gorljivosti materiala	EN 13501-1	<b>A1</b>	B-s1,d0
Cena	Cenejši		<b>X</b>

Vir: EGGER, 2017; Promat, 2017

Za materiale smo se odločili na podlagi kvalitete, obdelave, enostavne uporabe in cene glede na kvaliteto.

Konstruiranje vrat, postavitev tečajev ter ključavnice so dejavniki, ki preprečujejo deformacijo vrat pri toplotni obremenitvi ter obstojnost. Vse izbrane konstrukcije je potrebno definirati in priložiti k načrtom protipožarnih vrat. V načrtih je potrebno natančno definirati vsak izbran material, lepilo in okovje. Ker smo se odločili, da v preizkus ognjeodpornosti preizkusimo dve različni sestavi vratnega krila, je bilo potrebno izdelati načrte za oba izdelka. Podboji se niso med seboj razlikovali, vratna krila pa so imela drugačne konstrukcijske vezi in polnila. Konstrukcijske vezi smo skrbno izbrali na podlagi funkcionalnosti, kvaliteti vezi in izdelavi, ki je primerna za naše pogoje v delavnici (zmogljivost strojev, možnost obdelave, vrste rezil).

Izbrane materiale je potrebno naročiti in jih pripraviti za strojno obdelavo. Preden se material začne uporabljati, ga skladiščimo na pravilni vlagi in temperaturi, saj mora biti pravilno uravnan zaradi strojne obdelave, lepljenja in nezaželenega kasnejšega delovanja lesa. Da izdelek izdelamo, je potrebno skozi različne postopke izdelave. Začne se s pravilnim skladiščenjem in uravnavanjem temperature in vlage na temperaturo v proizvodnji. Sledi grobi razrez, furniranje, izdelava vratnega krila, pri katerem se porabi največ časa in gre skozi največ operacij. Sledi izdelava podboja ter zaključkov, brušenje in lakiranje.

Datum preizkusa protipožarnosti določi ZAG (Zavod za gradbeništvo Slovenije). Vrata je potrebno vstaviti in pripraviti na preizkus. Pred preizkusom protipožarnosti preizkusijo tesnjenje, prepust hrupa, odpiranje ter izdelavo. Na dan preizkusa protipožarnosti namestijo merilne naprave, ki merijo temperaturo, deformacijo. Merilne naprave namestijo na obe strani vrat.



Slika 1: Prikaz začetka preizkusa ter merilne naprave

Test poteka, dokler vrata ne padejo s tečajev oziroma dokler ogenj ne prodre skozi vrata.



Slika 2: Prikaz prodora ognja v 47. minuti – konec testa

Ko ogenj prodre skozi vrata, se opravi test z vato. To pomeni, da če vata zagori, vrata izgubijo celovitost in test se konča.



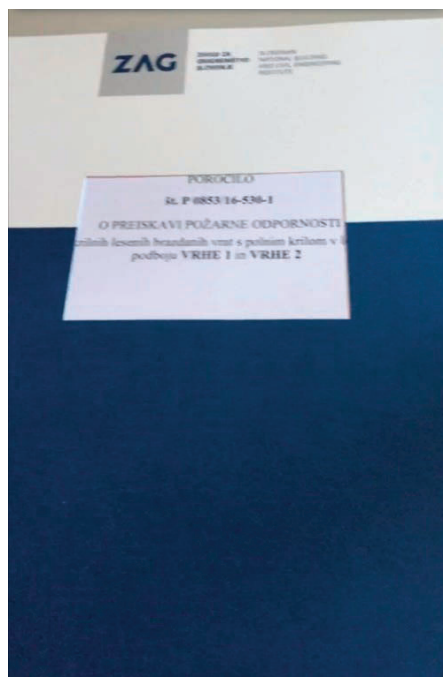
Slika 3: Izpostavljena stran vrat po preizkusu

#### 4 REZULTATI

Da bi pridobili projekt opremljanja objekta s stavbnim pohištvom (vrata), je stranka zahtevala, da ima delež protipožarnih vrat vso potrebno dokumentacijo (certifikat EI30). Zato smo se odločili, da projekt prevzamemo, opravimo preizkus, pridobimo certifikat in tako lahko začnemo izdelovati zahtevana vrata.

Glede na določene standarde so vrata prinesle presenetljivo dobre rezultate, saj so pridobile certifikat EI45.

Vrata smo delali iz dveh različnih polnil. Ena so imele polnilo Egger eurospan flamex B1, druga pa smo naredili iz polnila PROMATECT®-AD. Ugotovili smo, da so preizkus ognjeodpornosti bolje prenesle vrata s polnilom (Egger Eurospan flamex B1). Z dokazom preizkusa so vrata še praktično potrjena, da so ognjeodporna, tako da bomo v podjetju izdelovali vrata s takšno sestavo vratnega krila.



Slika 4: Prikaz certifikata opravljenega testa

## 5 ZAKLJUČEK

Cilj dela je dosežen, preučili smo obstoječe materiale. Raziskali in primerjali smo materiale, ki so primerni za tovrstno uporabo. Ko smo zbrali vse potrebne materiale, smo začeli z izdelavo konstrukcijskih vezi in z načrti. Na preizkusu so preseгла naša pričakovanja in pridobila certifikat EI45.

Zastavljena hipoteza se nam je izpolnila, saj smo si pridobili certifikat E30. Vrata so vzdržala vse obremenitve in pogoje, ki jih je zahteval certifikat EI30. Novo hipotezo bi si lahko zastavili v primeru, da vrata ne bi opravila preizkusa ali v primeru, da bi stranka zahtevala višjo stopnjo certifikata oziroma višjo vzdržljivost vrat pri ognjeodpornosti.

## 6 VIRI IN LITERATURA

Bregant, A. (2017). *Poročilo št. P0853/16-530-1 o preiskavi požarne odpornosti enokrilnih lesenih brazdanih vrat s polnim krilom v lesenem podboju VRHE 1 in VRHE 2*. Ljubljana: Zavod za gradbeništvo Slovenije.

Egger. (20. 8 2017). *EGGER*. Pridobljeno iz Eurospan Flammex E1 P2 B CE: [https://www.egger.com/shop/sl\\_SI/Surove-iverne-plo%C5%A1%C4%8De/EUROSPANFLAMMEX-Eurospan-Flammex-E1-P2-B-CE/p/EUROSPANFLAMMEX](https://www.egger.com/shop/sl_SI/Surove-iverne-plo%C5%A1%C4%8De/EUROSPANFLAMMEX-Eurospan-Flammex-E1-P2-B-CE/p/EUROSPANFLAMMEX) (dostopno 21. junija 2018).

Hajdukovič, M.. *Preizkušanje požarnih lastnosti gradbenih materialov*. Ljubljana: Zavod za gradbeništvo Slovenije, 2005.

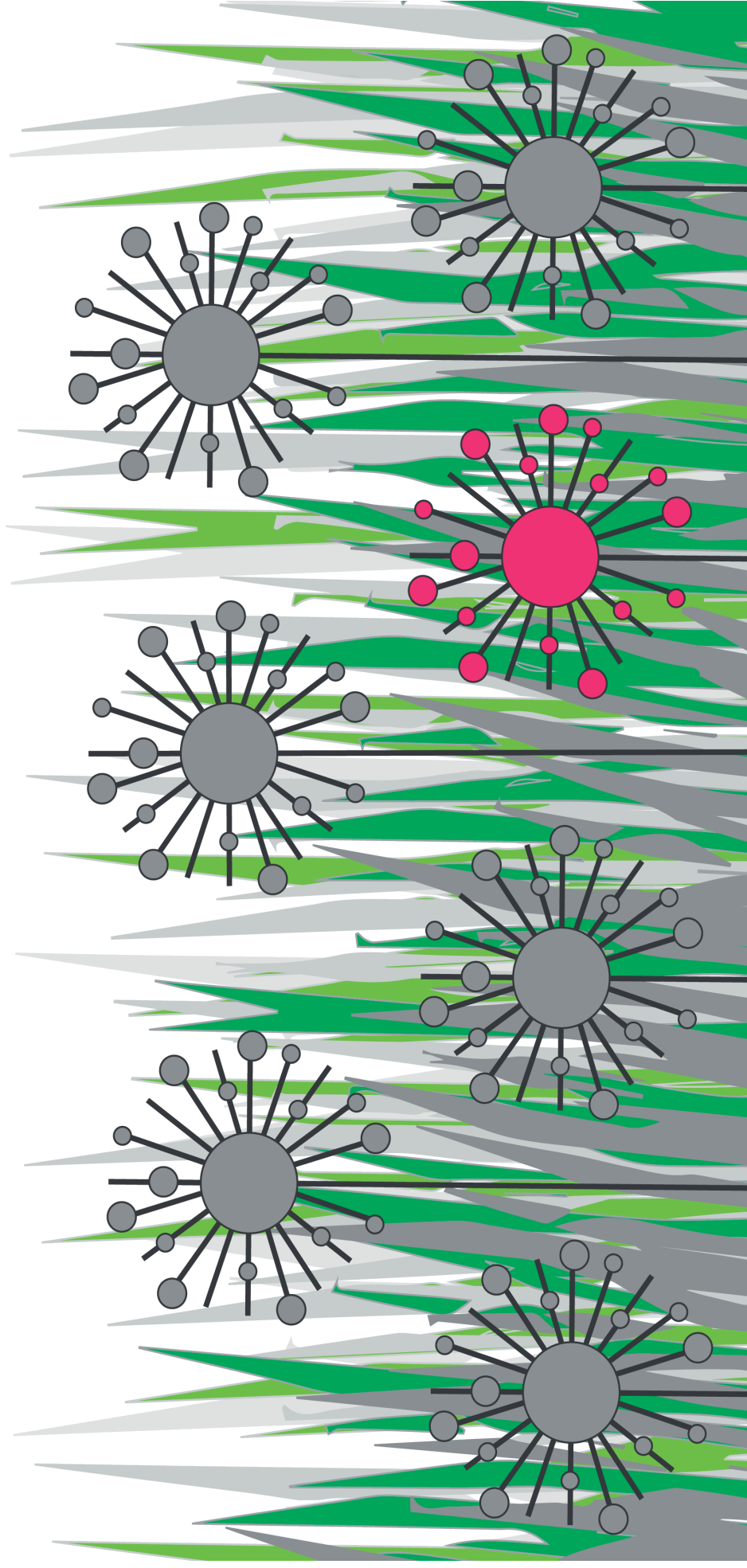
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR. *Ministrstvo za okolje in prostor*. Pridobljeno iz Požarna varnost v stavbah: [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev\\_objektov/TSG\\_1\\_001\\_2010\\_pozarna\\_varnost.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/graditev_objektov/TSG_1_001_2010_pozarna_varnost.pdf) (dostopno 21. junija 2018).

Promat. (20. 8 2017). *Promat SEE*. Pridobljeno iz PROMATECT®-AD Požarna plošča: <http://www.promat-see.com/download/file/sl/329f9c25aef546e59320a69400ccb997?rev=4b966147-532e-4790-ab5b-cfa77f11c178>, (dostopno 21. junija 2018)





# LOGISTIČNO INŽENIRSTVO



# IMPLEMENTACIJA ELEKTRIČNIH VOZIL V TRANSPORTNI LOGISTIKI

Marko Birtič, mag. Marino Medeot

*Čeprav kazalniki na področju onesnaževanja ozračja s škodljivimi toplogrednimi plini kažejo na določene izboljšave pri določenih plinih, se pri najpomembnejšem vrednosti nevarno povzdigujejo. Višje izpuste CO<sub>2</sub> plinov lahko povežemo z naraščajočo motorizacijo prebivalstva, gospodarsko rastjo in vedno večjim pomenom cestnega transporta. Delež emisij CO<sub>2</sub> iz cestnega transporta je prehitel sektor energetike, zato ne preseneča dejstvo, da se vladne strategije osredotočajo predvsem na omejevanje emisij iz tega naslova, kar pa ni nujno slabo. Električna vozila kažejo določene prednosti pri zmanjševanju emisij, a jih še vedno pestijo težave, zaradi katerih so že pred stotimi leti izgubila bitko s konvencionalnimi vozili. Glavne skrbi transportno logističnih organizacij se skrivajo v njihovi funkcionalnosti, omejitvah, infrastrukturi in ceni. Visoka vrednost specifične energije in izgrajena infrastruktura omogočajo konvencionalnim vozilom sanjski doseg, električna vozila po drugi strani bolj izkoriščajo energent, hkrati pa imajo zaradi manjšega števila gibljivih delov minimalne stroške vzdrževanja.*

**Ključne besede:** električna vozila, baterija, elektrika

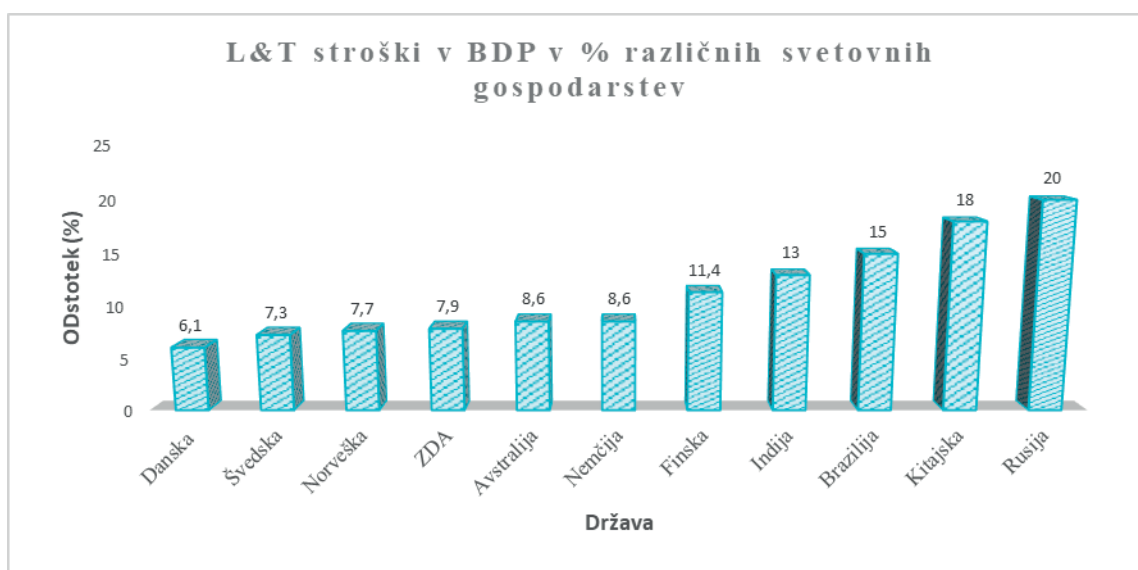
## 1 UVOD

Namen prispevka je dokazati, da imajo električna vozila poleg okoljskih tudi politične in ekonomske prednosti, zato je njihova implementacija že skorajda nuja za podjetja, ki se želijo uspešno soočiti z izzivi, ki jih prinaša »zeleni« jutri. Popusti pri plačilih dajatev in prispevkov, finančne spodbude in tudi posebni privilegiji so naredili iz električnih vozil privlačno alternativo konvencionalnim vozilom, zato se moramo vprašati le, ali je že prišel čas za vpeljavo električnih vozil v vozni park transportno-logističnih organizacij in lahko električna vozila enakovredno oz. podobno opravljajo dela kot konvencionalna vozila. Vprašanje oz. pomislek, ki je ključnega pomena, je, ali je električni vozni park že ekonomsko smotrna odločitev.

Okoljska vprašanja cestnega transporta dandanes ponujajo nekaj uporabnih in tržno zanimivih rešitev. Naftni plin je med nami že dlje časa, vedno bolj se uveljavlja zemeljski plin, tudi zametki vodikovega pogona so na obzoru, mi pa si bomo pogledali, kako so se v tej vlogi izkazala BEV-električna vozila. Marsikoga preseneti, da so električna vozila med nami že dolgo časa, bitko s konvencionalnimi vozili pa so izgubila v prvih desetletjih prejšnjega stoletja. Zanimivo bo torej pogledati zgodovino električnih vozil, njihovo delitev ter spoznati njihove prednosti in slabosti, s katerimi se spopadajo. Da bi uspešno odgovorili na ta vprašanja, se bomo morali soočiti s temami, kot so: baterije, elektrika, recikliranje in tudi (ne)finančne spodbude za nakup električnih vozil.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Logistične in transportne dejavnosti (L&T) predstavljajo ključen dejavnik svetovnega gospodarstva in pomembno vplivajo k socialnemu in ekonomskemu razvoju modernih družb. Zato ni presenetljivo, da stroški L&T sektorja predstavljajo velik del BDP-ja (Bruto domači proizvod) posameznih držav. Ti stroški se gibljejo od 7 (skandinavske države) do kar 20 % (države v razvoju, članice BRICS-a – skupina več držav: Brazilije, Rusije, Indije, Kitajske in Južnoafriške republike), odvisno od razvitosti države, infrastrukture, industrije, logistike, logističnega sistema in rigidnosti političnega sistema (graf 1).



Graf 1: Logistično-transportni stroški, izraženi v % BDP-ja različnih gospodarstev

Vir: Havenga, in durgi (2016)

Največje logistične stroške predstavlja transport, ki na območju EU raste skladno z rastjo BDP-ja oz. približno 2 % letno (Schwemmer, 2017), od tega predstavlja največji delež cestni promet, in sicer kar 78,12 % vsega transporta znotraj EU-30 (Evropske unije z 28 državami članicami, ter nečlanicami Švico in Norveško) v letu 2016 (Schwemmer, 2017).

Cestni transport se sooča s številnimi izzivi. Povpraševanje po transportu naj bi se po nekaterih ocenah do leta 2050 zvišalo za 80 %, prav tako pa se bo nadaljeval trend urbanizacije. Ker je transport večinoma odvisen od nafte, njena cena neprestano niha, njena bodoča distribucija pa se lahko zaradi izkoriščanja in zmanjšanih zalog postavi pod velik vprašaj kot primarno gorivo prihodnosti. Iskanje ustreznih alternativ tako ni več videti kot znanstvena fantastika, temveč kot nuja, ki nas bo popeljala v varnejšo in okolju prijaznejšo prihodnost. Prevlada konvencionalnih vozil v zadnjem stoletju v nas zbuja lažno prepričanje, da so električna vozila plod sodobnih znanj in konstruktivnih rešitev v tehniki novodobnih znanstvenikov in inženirjev.

## 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Električna vozila so že dolgo med nami, nove politične in okoljske smernice pa botrujejo k obujeni priljubljenosti. Z nizkimi emisijami in relativno cenenim energentom pa se med menedžerji pojavljajo pomisleki, ali se vpeljava električnih vozil v vozni park tudi ekonomsko že obrestuje, saj je najpomembnejši kriterij za marsikaterega menedžerja ravno nakupna cena vozil, kar ni ravno prednost električnih vozil (Nesbitt, in drugi, 2001). Po raziskavi Van Amburga in Pitkanena (2012) je cena električnih vozil razlog, zakaj se menedžerji transportno-logističnih podjetij ne odločajo za

zamenjavo klasičnih vozil z električnimi. Zato je tudi prav, da smo pri vprašanju zamenjave klasičnega vozila povsem racionalni in si pogledamo vse stroške vozil ter poskušamo priti do točke, v kateri so električna vozila konkurenčna konvencionalnim, seveda če taka točka sploh obstaja.

### Izračun celotnih, skupnih stroškov lastništva vozila

TCO (skupni stroški lastništva vozila) predstavlja funkcijo različnih parametrov, ki so posredno ali neposredno vezani na: nakupno ceno, stroške registracije, strošek zavarovanja, cestnine, vzdrževanje, tehnični pregledi, gume, stroške izposoje baterij, stroški zamenjave baterij, stroške goriva ali elektrike.

**Začetna nabavna cena:** Trenutno so električna vozila še vedno dražja od klasičnih vozil, predvsem zaradi dragih baterij in pomanjkanja ekonomije obsega (dolgoročnega upadanja povprečnih stroškov).

**Davek na motorna vozila:** Stopnja davka je odvisna od več dejavnikov, povezanih z vrsto in lastnostmi vozila.

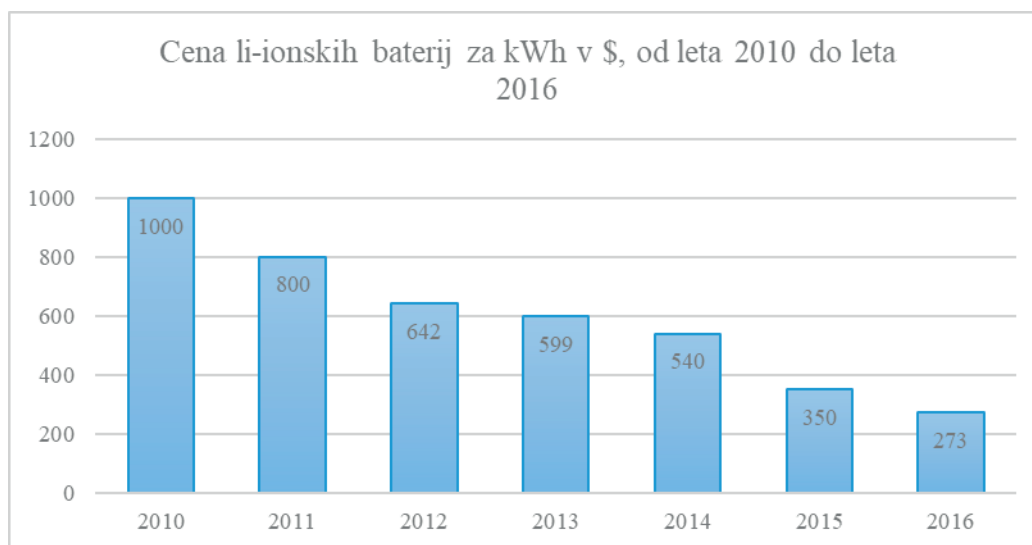
**Cena goriv oz. elektrike:** povprečna cena bencina v letu 2017 je bila 1,27 €, povprečna cena dizla pa okrog 1,19 €, cene električne energije pa se gibljejo od 0,07 € (brez DDV) za negospodinjstva in 0,16 € (z vsemi davki) za gospodinjstva (SURS 2017).

**Obdobje lastništva:** zaradi povečane konkurenčnosti težijo podjetja v logističnem svetu k čimdaljši uporabi vozil v svoji floti.

**Letna dajatev za uporabo cest v cestnem razredu:** po ZDajMV (Zakon o dajatvah za motorna vozila) so električna vozila (samo BEV) v Republiki Sloveniji oproščena plačila letne dajatve za uporabo vozil v cestnem prometu (8. člen). Višina letne dajatve za konvencionalna vozila se giblje od 62 do 565 EUR, odvisno od prostornine motorja.

**Avtomobilska odgovornost oz. zavarovanje:** po Zakonu o obveznih zavarovanjih v prometu (Uradni list RS, št. 70/94) mora lastnik vozilo, preden ga začne uporabljati v prometu, obvezno zavarovati pred nesrečo in odgovornostjo za škodo, povzročeno tretjim osebam.

**Baterije:** Na srečo lastnikov električnih vozil strošek Li-ionskih baterij od leta 2010 beleži konstanten padec, kar lahko opazimo tudi na grafu 2. Če je bila še leta 2010 cena za kWh v ameriških dolarjih 1000 \$, je ta leta 2016 padla za 73 % in se je gibala okrog 272 \$ za kWh.



Graf 2: Cena li-ionskih baterij v \$ za kWh, od 2010 do 2016

Vir: Curry (2017)

**Stroški vzdrževanja:** vključujejo vsa male in velike servise v življenjskem obdobju vozila. Ti stroški so nujni za operativnost vozil in vključujejo vse od menjave olja do zamenjave zavor. Mali servisi se običajno opravljajo na vsakih 15.000 kilometrov, veliki pa na približno 30.000 kilometrov,

čeprav lahko z mirno vestjo trdimo, da je pri novejših vozilih ta številka vseeno malo višja, torej po 20.000 prevoženih kilometrov opravljamo male servise, velike servise pa po 40.000 prevoženih kilometrov. Zaradi manjšega števila gibljivih delov so stroški vzdrževanja BEV nižji, manj občutljivi na temperature in ne potrebujejo menjav olja ter filtrov. Zaradi zmožnosti regeneriranja energije med zaviranjem jim tudi zavore trajajo dlje. Po nekaterih ocenah naj bi bili stroški vzdrževanja električnih vozil za 65 % nižji v primerjavi s konvencionalnimi (Lebeau, in drugi, 2013).

**Pnevmatike:** naj bi se menjale na vsakih 40.000 prevoženih kilometrov. Upoštevati moramo tudi stroške menjave štirih pnevmatik pri vulkanizerju. Za izhodiščno ceno bomo vzeli 36 € na dan 9. 11. 2017, po kateri menjajo pnevmatike pri AMZS-ju po celotni Sloveniji (Šujica, 2017).

#### 4 REZULTATI

Kalkulacije, ki sledijo, so narejene po metodologiji DEMS-a, društva za e-mobilnost Slovenije. Primerjava stroškov je narejena med električnim Nissanom e-NV200 s 24 kWh baterijo, 720-kilogramsko nosilnostjo in 4,2 m<sup>3</sup> tovornim prostorom ter primerljivim dizelskim dostavnikom Peugeot Expert L2. Garancija na baterije znaša pri Nissanu 5 let oz. 100.000 kilometrov.

Maloprodajna cena Nissana e-NV200 Pro z DDV-jem do registracije in s prevzemom v Ljubljani je **32.253 €**. Tej ceni lahko odštejemo še subvencijo Eko sklada v višini **4.500 €** ter DDV v višini **5.816 €**, saj gre za vozilo, ki se bo uporabljalo za osnovno dejavnost podjetja. Končna nabavna cena za podjetje je torej **21.937 €** (Završnik, 2017).

Maloprodajna cena Peugeota Expert L2 z upoštevano subvencijo in odbitim DDV-jem znaša **16.115 €**. Dizelski Peugeot torej začneja s prednostjo od **5.822 €** oz. cena dizelskega dostavnika predstavlja **73,46 %** cene električnega dostavnika. Opazimo, da je kljub subvenciji Eko sklada konvencionalni dostavnik za dobro četrtno cenejši od primerljivega električnega vozila (Završnik, 2017).

Primerjava za omenjena dostavnika se nanaša za obdobje lastništva treh let in dnevnom povprečju prevoženih 160 kilometrov oz. 58.400 kilometrov na letni ravni. Razlika med zavarovanji, registracijo, cestninami in vinjetami je razvidna v tabeli 1, stroški pnevmatik so enaki za obe vozili, kar je razvidno v tabeli 2, stroške vzdrževanja pa navedeni v tabeli 3.

Tabela 1: Primerjava stroškov zavarovanja, registracije, cestnin in vinjet med Nissan e-NV200 Pro in Peugeot Expert L2

	Nissan e-NV200 Pro			Peugeot Expert L2		
<b>Polni kasko</b>	3*	420	1.260 €	3*	420	1.260 €
<b>Nadomestilo za uporabo cest</b>	3*	0	0 €	3*	110	330 €
<b>Registracija, tehnični pregled</b>	3*	20	60 €	3*	20	60 €
<b>Vinjeta</b>	3*	110	330 €	3*	110	330 €
<b>Skupaj</b>			<b>1.650 €</b>			<b>1.980 €</b>

Vir: Završnik (2017)

Tabela 2: Primerjava stroškov pnevmatik med Nissan e-NV200 Pro in Peugeot Expert L2

	Nissan e-NV200 Pro			Peugeot Expert L2		
<b>Komplet pnevmatik</b>	4*	356 €	1.424 €	4*	356 €	1.424 €
<b>Montaža</b>	4*	36 €	144 €	4*	36 €	144 €
<b>Skupaj</b>			<b>1.568 €</b>			<b>1.568 €</b>

Vir: Završnik (2017)

Tabela 3: Primerjava stroškov vzdrževanja med Nissan e-NV200 Pro in Peugeot Expert L2

	Nissan e-NV200 Pro		Peugeot Expert L2			
	6*	65 €	390 €	9*	300 €	2.700 €
Skupaj	Redni servis 30.000 km		390€	Redni servis 20.000 km		2.700 €

Vir: Završnik (2017)

Zdaj, ko imamo izračunane povprečne stroške, si pogledjmo končne izračune, ki nam bodo dali jasnejšo sliko o zmagovalcu. Tabela 4 prikazuje končni izračun za Nissan e-NV200 Pro.

Tabela 4: Končni izračun stroškov za Nissan e-NV200 Pro

Element	Cena
36 mesecev	175.200 km
Nakup z upoštevanjo subvencije in odbitimi DDV-jem	21.937 €
Vzdrževanje	390 €
Registracija	1.650 €
Gorivo	2.891 €
Gume	1.568 €
Skupaj	28.436 €

Vir: Završnik (2017)

Napoved po Eurotaxu je približna, saj na trgu še ni vozil, ki bi bila stara tri leta. Okvirna cena je **13.000 €**. Skupnih stroškov v 36 mesecih za prevoženih 175.200 kilometrov je po odbitem EURO TAXU torej **15.436 €**, kar nanese strošek vozila na mesec **429 €** oz. **0,088 €** na vsak prevoženi kilometer.

Tabela 5: Končni izračun stroškov za Peugeot Expert L2

Element	Cena
36 mesecev	175.200 km
Nakup z upoštevanjo subvencije in odbitimi DDV-jem	16.115 €
Vzdrževanje	2.700 €
Registracija	1.980 €
Gorivo	15.838 €
Gume	1.568 €
Skupaj	38.201 €

Vir: Završnik (2017)

Pri DEMS-u so EURO TAX izračunali na podlagi podatkov s spletnega portala avto.net, kjer so dobili okvirno oceno 10.000 € za 3 leta staro vozilo s 165.000 prevoženimi kilometri. Po odbitem EURO TAXU je skupni strošek v 36 mesecih za prevoženih 175.200 kilometrov **28.201 €**. Mesečni stroški znašajo 783 € oz. 0,161 € na vsak prevožen kilometer.



Po samostojni raziskavi DEMS-a je električno dostavno vozilo za 46 % cenejše od klasičnega vozila. Kot je logično pričakovati, je največji prihranek pri energentu, sledijo nepovratna sredstva (4.500 €), servisi in cestnine, prav tako pa Eko sklad omogoča subvencioniran kredit z obrestnimi merami 1,3 %, kar je dosti nižje kot pri komercialnih ponudnikih posojil (Završnik, 2017).

## 5 ZAKLJUČEK

Samo primerjava med električnimi in konvencionalnimi vozili je izredno nevhvaležna, saj je zelo težko oceniti celotne stroške in prihranke, pa tudi različne študije pri primerjavi običajno upoštevajo različne kriterije. Pri našem izračunu smo opazili, da z upoštevanjem subvencije električna vozila dražje nakupno ceno upravičijo z nižjimi stroški energenta in stroški servisov. Z leti uporabe postanejo električna vozila že popolnoma konkurenčna in nas prevoženi kilometer stane skoraj 50 % manj (0,088 € za električna vozila in 0,16 € za konvencionalna vozila) v primerjavi s konvencionalnimi vozili.

Če bodo napovedi in trde zaveze evropskih vlad uresničene, vprašanje upravičenosti električnih vozil v transportni logistiki niti ne bo več vprašanje upravičenosti, temveč vprašanje nujnosti. Tista logistično-transportna podjetja, ki bodo na to obdobje boljše pripravljena (strategija uvajanja električnih vozil v vozni park, cenovne analize, spoznavanje vozil, vrst baterij, izkoriščanje subvencij, spoznavanje tehnologije, izdelava lastnih izboljšav), bodo prehod preživela brez večjih pretresov, medtem ko bodo tista, ki bodo čakala do zadnjega, verjetno soočena s vprašanjem obstoja.

## 6 LITERATURA IN VIRI

Curry, C. 2017. Bloomberg. *Lithium-ion Battery Costs and Market*. Online. Uporabljeno: 5. 7 2017. Dostopno na: <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF-Lithium-ion-battery-costs-and-market.pdf>.

Ekosklad. 2018. Ekosklad. *ekosklad.si*. Online. Uporabljeno: 3. 1 2018. Dostopno na: <https://www.ekosklad.si/fizicne-osebe/nameni/prikazi/actionID=141>.

Lebeau, Kenneth, in drugi. 2013. How expensive are electric vehicles? A total cost of ownership analysis. 2013, str. 1–12.

Nesbitt, K. in Sperling, D. 2001. Fleet purchase behavior: decision processes and implications for new vehicle technologies and fuels. *Fleet purchase behavior: decision processes and implications for new vehicle technologies and fuels*. Volume 9, 2001, Izv. Issue 5, str. 297–318.

Schwemmer, M. *Top 100 in European Transport and Logistics Services*. Hamburg : DVV Media, 2017.

Van Amburg, B. in Pitkanen, W. *Best Fleet Uses, Key Challenges and the Early Business Case for E-Trucks*. Pasadena : Calstart, 2012.

Završnik, I. 2017. DEMS. *Koliko nas stane električno dostavno vozilo na mesec*. Online.

Uporabljeno: 17. 1 2018. Dostopno na: <http://dems.si/koliko-nas-stane-elektricno-dostavno-vozilo-na-mesec/>.

# ZAGOTAVLJANJE ZDRAVJA Z ERGONOMIJO IN PREPREČEVANJE POKLICNIH BOLEZNI PRI DOLGOTRAJNI UPORABI VOZILA IN PISARNE

Matjaž Miglič. mag. Štefan Novak

*Cilj, ki ga bomo predstavili v prispevku, je prikazati pomen poklicnih voznikov v cestnem transportu, ki večinoma opravljajo »sedeče poklice«, kot je delo v vozniški kabini, in ki bodo tudi v bodoče predstavljali pomemben del v strukturi vseh zaposlenih, tako v svetu kot pri nas. Delovno mesto v pisarni se zdi na področju ergonomije dokaj dobro raziskano, vendar raziskave kažejo, da v Sloveniji ostaja skoraj popolnoma neraziskano področje pojava bolezenskih simptomov, ki se kažejo kot akutno nelagodje, so neznanega izvora, pojavnost in trajanje sta pogojena z bivanjem v določenih prostorih. Ta pojav imenujemo sindrom bolne stavbe (Sick Building Syndrome).*

*Raziskava je pokazala, da je skupna značilnost obravnavanih delovnih mest izpostavljena tveganjem za nastanek mišično-kostnih obolenj kot posledice neustrezne uporabe sicer razpoložljivih, kakovostnih in dovršenih ergonomskih elementov na obeh delovnih mestih. Ustrezno ergonomsko oblikovanje in pravilno prilagajanje ergonomskih elementov kabine vozil voznikom ima neposreden vpliv na povečanje varnosti v prometu.*

*Rezultati ergonomskih ukrepov za izboljšanje zdravja pri delu v vozniški kabini so glede na razpoložljivost virov bistveno slabše raziskani od tistih za delo v pisarni, še posebej v Sloveniji. Dejstvo je, da voznik vozila, posebej v mednarodnem prometu, preživi v vozilu ne samo devet ur ampak tudi po več dni skupaj. Zato mora kabina vozila vozniku nuditi čim boljšo urejenost, funkcionalnost in udobnost.*

*Raziskava je pokazala na neposredno povezavo med ergonomskimi značilnostmi delovnega okolja obravnavanih poklicev in problematiko številnih poklicnih obolenj, katerih posledice so lahko kroničnima obolenja in trajna posledica za zdravje zaposlenih. Namen prispevka je ugotoviti skupne značilnosti dela v pisarni in v vozniški kabini s stališča ergonomije delovnih mest ter definirati predvsem skupne kritične točke, ki so vzrok za nastanek akutnih bolezni in ki s ponavljanjem zelo hitro preidejo v poklicne bolezni. Na podlagi teh ugotovitev bodo izpeljane korelacije ter predlagani ukrepi za zmanjšanje delovnega absentizma v smislu izboljšanja delovnega okolja in drugih ukrepov, predvsem na delovnem mestu voznika v kabini tovornega vozila.*

**Ključne besede: ergonomija, antropometrija, delovni absentizem, poklicna obolenja, pisarna, kabina vozila**

## 1 UVOD

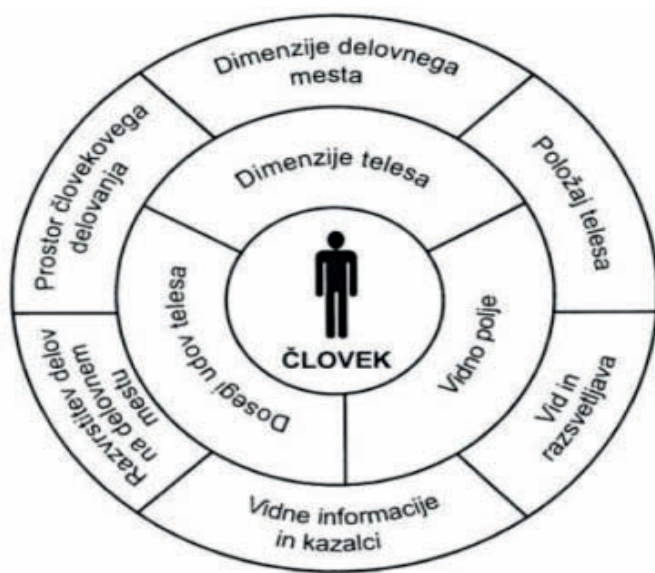
Kljub znanstveno utemeljenim negativnim posledicam škodljivih vplivov plinov, ki nastajajo pri izgorevanja fosilnih goriv v motorjih z notranjim izgorevanjem, na ekologijo in zdravje ljudi ter stalnim prizadevanjem po zmanjšanju le-teh, tudi s selitvijo transporta ljudi in blaga s cest na ekološko manj obremenjujoče transportne površine in transportna sredstva, statistični podatki ne kažejo na skorajšnji drastični zasuk v tej smeri.

Svetovna globalizacija in z njo selitev delovno intenzivnih gospodarskih panog na vzhod je povzročila, da se v zahodnem svetu krepijo dejavnosti s tako imenovanimi »sedečimi poklici« tudi v cestnem transportu. Slovenija pri tem ni izjema.

Dejavnost cestnega transporta združuje predvsem dve skupini izrazito »sedečih« delovnih mest v transportnih podjetjih; to so delovna mesta v pisarnah in delovna mesta voznikov.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Na človeka v njegovem delovnem okolju vplivajo razni dejavniki, ki prihajajo iz okolja, narave dela in oblikovanosti delovnega mesta. V kolikšni meri in kako vplivajo na njega, pa je odvisno od samega človeka, od njegovih psihofizičnih lastnosti.



Slika 1: Odnos delavec – delovno mesto

Vir: Polajnar in Verhovnik (2007)

Zato se mora pri oblikovanju delovnih mest upoštevati naslednja temeljna področja:

- antropometrično oblikovanje delovnih mest: prilagajanje elementov delovnega mesta dejanskim meram populacije z namenom zmanjšanja telesnih naporov in izogibanja prisiljeni drži;
- psihološko oblikovanje delovnih mest: upošteva človekove psihološke značilnosti in potrebe, kar naj vpliva na zagotavljanje prijetnega delovnega okolja;
- ekološko oblikovanje delovnih mest: delovna mesta se oblikuje tako, da so negativni ekološki vplivi (toplota, hrup, sevanje ...) čim manjši;
- oblikovanje delovnih mest v skladu z zahtevami varnosti pri delu.

V prispevku se bomo osredotočili predvsem na tiste ergonomске dejavnike, za katere je dokazano, da imajo največji vpliv in najhujše posledice na počutje in zdravje zaposlenih.

Antropometrični in fiziološki elementi delovnega okolja imajo izrazit in neposreden vpliv na držo telesa ter obolenja kostno mišičnega sistema, medtem ko ekološki elementi ergonomije prostora vplivajo predvsem na trenutno počutje in storilnost, imajo pa lahko dolgoročne posledice na psiho in kardiovaskularni sistem.

Mejne vrednosti in priporočene ekološke lastnosti delovnega okolja v vozniških kabinah niso zakonsko definirane, je pa narava dela podobna tistemu v pisarnah.

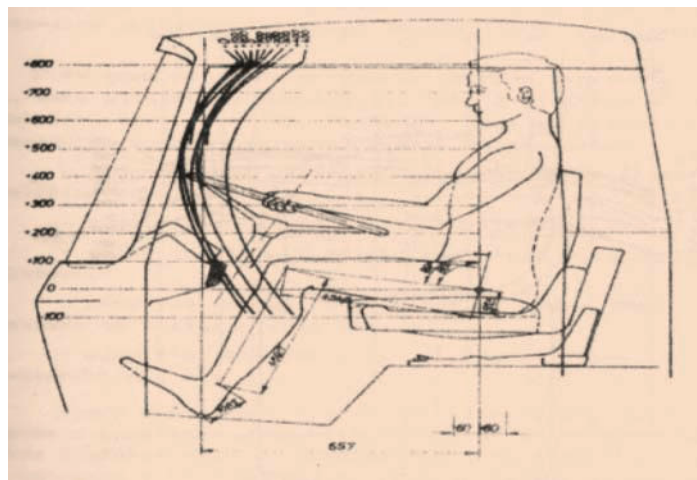
Priporočila za pisarne po ISO 9241 so:

- temperatura: med 19 in 23 °C;
- vlažnost zraka: 40 % v zimskem času in 60 % v poletnem času;
- prezračevanje: 1,31 l/s/m<sup>2</sup>;
- gibanje zraka: < 0,25 m/s;
- hrup:

- < 55 dB(A) za naloge, kjer je potrebna zbranost,
- < 60 dB(A) za druge naloge.

Delovno mesto v pisarni, za razliko od tistega v kabini tovornega vozila, omogoča izredne možnosti prilagajanja dejanskim potrebam in psihofizičnim značilnostim zaposlenih. Razen dimenzij in oblike prostora, položaja in velikosti vrat in oken ter klimatizacijskih in ogrevalnih sistemov, ki morajo biti pravilno dizajnirani že v fazi projektiranja stavbe, je vse ostalo mogoče prilagoditi ergonomskim zahtevam zaposlenih. Delo v pisarnah danes praviloma poteka sede za mizo z računalnikom in telefonom. Tako imajo zaposleni na dosegu roke vsa sredstva za delo in, tudi za komuniciranje. Potreba po vstajanju in hoji je tako minimalizirana. Zato je še toliko pomembnejša pravilna ergonomska oblikovanost delovnega prostora in samega delovnega mesta.

Z zatonom lastnega razvoja slovenske avtomobilske industrije, ki se je zgodil s koncem obstoja Tovarne avtomobilov in motorjev Maribor (TAM) v začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja, se je praktično končala kratka zgodovina resnejšega razvoja ergonomske znanosti s tega področja pri nas. Slika je rezultat ergonomskih študij, ki so nastale v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja v TAM-u v okviru razvoja nove prekucne »B« kabine. Ergonomsko področje razvoja kabine je vodil dipl. inž. str. Franc Gradišnik.



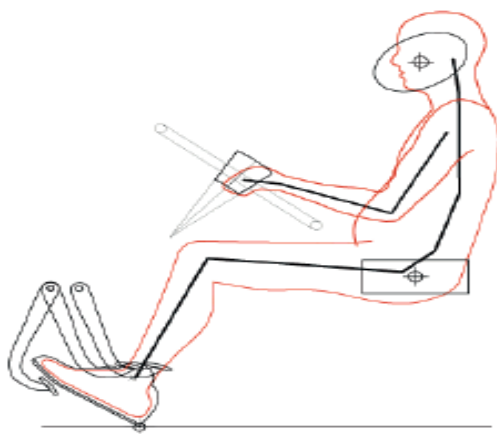
Slika 2: Študija dinamičnega vertikalnega dosega rok voznika v »kabini B« proizvajalca vozil TAM

Vir: Kolenc (1997)

Poleg dizajna in tehničnih karakteristik je ergonomija vozila eden od ključnih dejavnikov, ki vplivajo na izbor vozila ob nakupu. Udobnost vstopa v vozilo in sedeža, vidno polje, dosegljivost naprav za upravljanje, vidnost in oblika prikazovalnikov za armaturni plošči ter položaj volanskega obroča, so značilnosti, ki jih kupec zazna in preveri takoj, ko sede v vozilo. Dobra ergonomija prodaja vozilo, zato ni presenetljivo, da je voznikovo okolje verjetno eno od najbolj, če ne kar najbolj, ergonomsko proučenih in dorečenih okolij.

Prevozi na mednarodnih relacijah zahtevajo specifično oblikovanje kabin, saj te voznikom na poti ne predstavljajo zgolj delovnega mesta, ampak so namenjene tudi njihovem dnevemu in nočnemu počitku.

Ker je kabina tovornega vozila v celoti projektirana in prilagojena zahtevam voznika, lahko rečemo, da je tako rekoč »grajena okoli voznikovega telesa«. Vsi parametri in značilnosti so podrejeni maksimalni funkcionalnosti, varnosti in udobju. Da bi lahko to dosegli, so bili sprejeti številni standardi, ki določajo tehnične parametre za doseganje določenih kriterijev. Osnovni elementi, ki določajo in omogočajo ustrezen položaj telesa so sedež, volanski obroč, v času počitka ležišče ter doseg, preglednost in možnost upravljanja naprav za nadzor in upravljanje.



Slika 3: Študija položaja telesa voznika

Vir: Reed (2011)

Med vožnjo mora imeti voznik nenehen pregled nad delovanjem vseh sistemov vozila. Spremljanje delovanja mu omogočajo merilni instrumenti in opozorilno signalne naprave, praviloma nameščene na armaturni plošči. Njihov položaj mora biti takšen, da so vidne iz položaja oči voznika, točke »E«, pri njegovi najustreznejši telesni drži. Vidne in zaznavne morajo biti že pri minimalnem odmiku pogleda voznika s cestišča.



Slika 4: Voznikov delovni prostor prihodnosti – konceptno vozilo IVECO Glider

Vir: Iveco SpA (2011)

Naprave za upravljanje vozila, kot so krmilno kolo, pedal zavore, pedal sklopke, pedal za plin, ročica ročne zavore itd., morajo biti nameščene tako, da so hitro dosegljive ves čas vožnje in ne zahtevajo posebnega napora za voznika.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

V Sloveniji izvajajo številne antropometrijske raziskave, vendar so te namenjene predvsem statističnim potrebam ali pa so ozko specifične za potrebe raziskav s področja športa, zdravja ipd. V nadaljevanju podajamo kot zelo nazoren primer antropometrijsko raziskavo z naslovom »Antropometrija specifične skupine v ergonomskem oblikovanju«, katero je opravila Katja Nagel, dipl.biol., zaposlena pri DeimmlerChrysler AG (Nagel, 2001). V uvodu avtorica ugotavlja, da so za prilagoditev delovnega mesta neki določeni ciljni populaciji potrebne številne informacije. Poleg tehničnih danosti ali profila izvajanih dejavnosti je še posebej pomembno poznati telesne značilnosti oseb, za katere se delovno mesto projektira.



Iz razpoložljivih podatkovnih baz se da dokaj natančno ugotoviti značilnosti celotne populacije, vendar je zaželeno, da se za točno določeno delovno mesto uporabljajo bolj natančni podatki. Na podlagi te raziskave se bodo antropometrične in demografske značilnosti voznikov lahko upoštevale tudi pri ergonomskem oblikovanju kabin vozil.

Med ugotovitvami te raziskave so posebej pomembne naslednje:

- v kolikšni meri se obravnavana skupina voznikov tovornih vozil in avtobusov razlikuje od celotnega prebivalstva,
- v katerih telesnih merah se razlikuje od celotnega prebivalstva,
- katere posledice iz tega izhajajo za oblikovanje voznikovega delovnega mesta.
- V okviru raziskave je bilo opravljenih 1012 antropometričnih preiskav. Preiskali so:
- 423 (419 moških, 4 ženske) voznikov/–ic turističnih avtobusov,
- 68 voznikov avtobusov,
- 495 voznikov tovornih vozil.

#### 4 REZULTATI

Rezultati raziskave kažejo, da telesne mere voznikov tovornih vozil odstopajo od mer skupnega prebivalstva. Na podlagi analize odstopanj so zaključki naslednji:

- vozniki tovornih vozil ne kažejo relevantnih odstopanj glede telesne višine, dolžine zgornjih ekstremitet ter velikosti stopal, rok in prstov;
- skupaj imajo vozniki tovornih vozil (čez celotno porazdelitev teže in vrednosti percentil P5, P50 in P95) občutno višjo telesno težo kot primerjalna skupina;
- vozniki tovornih vozil imajo občutno večji obseg trupa, ustrezno temu so vrednosti širine ramen, komolcev, sedala in premer trebuha ustrezno višje;
- vozniki tovornih vozil kažejo tendenco po primerjalno večji višini zgornjega dela telesa in manjšim dolžinam nog (višina kolen in višina spodnjega dela noge), kar v odnosu na telesno višino kaže na odmik proporcev; avtorica uporabi izraz »Sitzriesen«, kar je sestavljanica, ki v slovenščini pomeni sedež in velikan, dejansko pa beseda opisuje človeka z nizko postavo in dolgim telesom, ki zglada velik, ko sedi.

Definiranje percentil za vsako posamično telesno mero predstavlja temelj, na podlagi katerega lahko opišemo porazdelitve telesnih mer znotraj obravnavane skupine. Pri ergonomskem oblikovanju lahko te vrednosti uporabimo za oblikovanje 3D modelov (P5 ženske, P95 moški). Kako se vozniki tovornih vozil razlikujejo od povprečnega predstavnika populacije.

Spreminjanje narave dela, pojav novih tehnologij in materialov, novih delovnih mest, spreminjanje značilnosti populacije itd. prinašajo nove izzive in naloge, s katerimi se bodo v prihodnosti morali spopasti strokovnjaki s področja ergonomije in z njo povezanih znanstvenih panog. Ključni izzivi, s katerimi se bodo morali ukvarjati, bodo predvsem s področij antropometrije, biomehanike in okoljske fizike.

Pri obravnavi delovnih mest v pisarni in v vozniški kabini smo ugotovili naslednje potencialne probleme, ki jih bo treba obravnavati v prihodnosti.

Že danes se proizvajalci različne opreme, pri kateri je treba upoštevati antropometrične in biomehanske karakteristike uporabnikov, srečujejo s problemom definiranja spodnje in zgornje meje dimenzij in sposobnosti ciljnih uporabnikov. Rezultati antropometričnih in biomehanskih raziskav prebivalstva posameznih držav po spolih že dolgo ne zadoščajo več.



Ključni razlogi zato so:

- brisanje meje med t. i. moškimi in ženskimi poklici: porast odstotka voznic tovornih vozil in avtobusov;
- globalizacija trga dela: na ozkem geografskem področju opravljajo enako delo pripadniki različnih ras;
- atipične karakteristike zaposlenih v določenem poklicu v primerjavi s povprečjem celotne populacije: narava dela sčasoma vpliva na tipične spremembe na organizmu zaposlenih;
- spreminjanje antropometričnih podatkov skozi čas: v zadnjih sto letih se je povprečna višina Američanov povečala za približno 100 mm.

Rešitev se kaže v ozko, ciljno naravnanih raziskavah in delovnih mestih »krojenih po meri« vsakega zaposlenega.

Eden od problemov, s katerim se srečuje svetovna ekonomija, je tudi staranje prebivalstva oz. daljšanje povprečne življenjske dobe. Po navedbah Evropske agencije za varnost in zdravje pri delu (2012), bo leta 2025 več kot 20 % evropskih prebivalcev starih 65 let ali več, zlasti pa bo naraslo število starostnikov nad 80 let.

S staranjem prebivalstva se višajo tudi starostne meje za upokojitev, kar zahteva dodatne prilagoditve delovnih mest. 30 % delovnih mest moških in žensk v starostni skupini 50–65 let potrebuje nujno prilagoditev, da bi se preprečilo tveganje za predčasno upokojitev in nezmožnost za delo. Zaradi prilagodljivosti ergonomskih elementov se zdi problem delovnega mesta v pisarni lažje rešljiv kot problem ergonomije kabine tovornih vozil.

S staranjem padajo psihofizične sposobnosti voznikov in se večajo tveganja za poklicna obolenja. Oboje bo treba nadomestiti z ustreznimi tehničnimi rešitvami in pomagali, ki bodo omogočala zadostno varnost v prometu, ustrezno storilnost in kvaliteto življenja voznikov.

Primer SBS, ki so ga zaznali šele v relativno bližnji preteklosti in ki še danes ni v celoti pojasnjen, kaže na verjetnost nastanka podobnih pojavov tudi v prihodnosti. Pojav obolenj, ki jih medicina v preteklosti ni beležila oz. jih ni povezovala z delovnim okoljem, je realno pričakovati tudi v prihodnje, zato bo potrebno pozorno spremljanje zdravja zaposlenih ter premišljeno uvajanje novih tehnologij in materialov, s preventivnim preučevanjem možnih negativnih vplivov na počutje in zdravje zaposlenih.

## 5 ZAKLJUČEK

Delovni mesti v pisarni in v vozilu imata veliko skupnega, razlikujeta pa se predvsem po nekaterih dejavnikih, ki vplivajo na dobro počutje in ki povzročajo trajne posledice na zdravje zaposlenih. Tako je za delo v pisarni velikega pomena pravilna osvetlitev prostora, ki pri vozniku nima tolikšnega pomena (razen osvetlitve signalno kontrolnih naprav in cestišča), pri vozniku pa je dodaten dejavnik vpliv vibracij, ki v običajnih pisarniških prostorih ni prisoten.

Skupna značilnost z največjim vplivom na morebiten razvoj poklicnih boleznih za obe delovni okolji, predvsem v smislu mišično-kostnih obolenj in trajnih poškodb ledvenega predela hrbtenice, je predvsem ustrezna postavitve in prilagoditve ter kakovost tistih elementov, ki omogočajo pravilno držo telesa zaposlenih. V pisarniškem okolju sta to stol in delovna površina (miza z računalnikom), v kabini vozila pa so to sedež ter volan in komandno kontrolne naprave. Znatno izboljšanje fizičnega počutja in zmanjšanje obolenj zaposlenih je mogoče doseči že z manjšimi finančnimi vložki v ergonomijo delovnih mest, predvsem pa s sistematičnim preventivnim delovanjem, spremljanjem počutja zaposlenih ter ozaveščanjem in usposabljanjem zaposlenih o pomenu pravilne telesne drže ter rednih počitkov z izvajanjem telesno razgibalnih vaj.

Ekonomski učinek varčevalnih ukrepov, ki vodijo v zmanjševanje ergonomskih standardov, ima lahko zaradi povečanega absentizma in zmanjšane storilnosti bistveno večje negativne ekonomske učinke, kot znaša prihranek samih ukrepov. Usposabljanja v sklopu obveznih tečajev o varstvu pri delu ne zadoščajo. Še posebej za voznike velja, da teh usposabljanj praktično niso deležni ali so le-ta

pomanjkljiva, delno zaradi dejanskih organizacijskih težav kot posledice stalne odsotnosti, delno pa preprosto zaradi nezadostne skrbi nadrejenih. Predlagamo, da se na državnem nivoju oz. v sklopu programov posameznih gospodarskih in interesnih združenj, pripravijo in izvajajo programi usposabljanj vseh struktur zaposlenih o dejstvih in ukrepih na delovnih mestih, ki lahko olajšajo delo ter zagotovijo boljše počutje in zmanjšajo nevarnost nastanka obolenj kot posledice ergonomije delovnega okolja. Usposabljanja, ki jih predlagamo, bi morala biti prilagojena vsakemu tipu delovnega mesta posebej in bi morala vsebovati točno določena in jasna navodila.

Ne glede na vrsto delovnega mesta predlagamo:

- obvezno uvedbo periodičnih 5–10 minutnih razgibalnih vaj na delovnih mestih,
- pogostejše preventivne preglede pri zdravnikihspecialistih medicine dela, prometa in športa.

Predlagamo nadaljnje raziskave vpliva ergonomije na delovnih mestih v pisarni, zaradi slabe raziskanosti pa še posebej na delovnem mestu voznika v Sloveniji. Predvsem bi bilo potrebno raziskati:

- stopnjo implementacije dognanj ergonomske znanosti pri oblikovanju delovnih mest v pisarni in na delovnem mestu voznika v Sloveniji,
- stopnjo zavedanja managementa in zaposlenih o pomenu ergonomije v delovnem okolju v Sloveniji,
- stopnjo zavedanja managementa in zaposlenih o možnostih lastnega vpliva na izboljšanje počutja in zdravja na delovnih mestih v Sloveniji,
- z delom povezane in poklicne bolezni ter število, trajanje in trajne posledice obolenj zaradi specifičnih pogojev dela v pisarni in še posebno v kabini tovornega vozila v Sloveniji,
- prisotnost sindroma bolnih stavb v Sloveniji,
- možnosti nadaljnjih ukrepov za zmanjšanje odsotnosti z dela kot posledice ergonomskih dejavnikov na delovnih mestih v pisarni in delovnem mestu voznika.

## 6 LITERATURA

- Lukić, J. *Ergonomija motornih vozila*. Kragujevac: Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2008
- European Commission. Eurostat. *Transport/Data* (online). 2012. (citirano 22. 12. 2011). Dostopno na naslovu: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/data/database>
- Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. *Ergonomsko urejena pisarna* (online). 2012. (citirano 5. 1. 2012). Dostopno na naslovu: <http://osha.europa.eu/sl/publications/e-facts/efact13>
- Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. *Kaj so mišično-kostna obolenja, povezana z delom?* (online). 2012. (citirano 15. 2. 2012). Dostopno na naslovu: <http://osha.europa.eu/sl/faq/pogostavprasanja/kaj-so-misicno-kostna-obolenja-povezana-z-delom>.
- Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu. *Staranje prebivalstva - Politika* (online). 2012. (citirano 18. 4. 2012). Dostopno na naslovu: [http://ec.europa.eu/health/ageing/policy/index\\_sl.htm](http://ec.europa.eu/health/ageing/policy/index_sl.htm).
- Farmer, J., *Ergonomicsfordrivers* (online). 2010. (citirano 3. 7. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.personneltoday.com/articles/2010/05/07/55394/ergonomics-for-drivers.html>.
- Kolenc, J.: *Ergonomija upravljanja avtomobilom*. Zagreb: Tehnička vojna akademija kopnene vojske JNA, 1977.
- Reed, P.M. *TruckErgonomics: FieldandLaboratoryResearch* (online). *Universityof Michigan TransportationResearch Institute*. 2012. (citirano 5. 3. 2012). Dostopno na naslovu:
- Zakon o varnosti cestnega prometa. *Uradni list Republike Slovenije*, 14 (2004) 83, 29.VII. Str. 10017.

# IMPLEMENTACIJA VILIČARJEV V LOGISTIČNE PROCESSE

Osman Mušič, mag. Marino Medeot

*Uporaba fizične delovne sile za potrebe manipulacij v logistiki se je v zadnjem obdobju drastično zmanjšala. Med logistične manipulacije prištevamo aktivnosti kot so: natovarjanje, raztovarjanje in pretovarjanje transportnih sredstev, premeščanje blaga iz ali v skladišča, dostava blaga do proizvodnih mest idr.. Velika paleta problemov s katerimi se srečujemo v logističnih procesih zahteva rešitve, ki so smotrne le z uporabo napredne tehnologije in s sodobnimi sredstvi manipulacij. Prav tako nenehno spreminjajoče naloge v procesih proizvodnje logističnih storitev terjajo pri organizaciji in načrtovanju dela individualne aplikacije oz. natančno konkretizacijo opravil z vnaprej določenim parametri in argumenti. Pomen racionalne uporabe manipulativne mehanizacije je viden v zagotavljanju večje varnosti pri delu, v zmanjševanju različnih stroškov, povečani produktivnosti dela oz. povečanem materialnem pretoku. Hkrati pa tudi dviguje nivo humanizacije dela. Organiziranost logistike ni več stvar kakšnega referenta ali entuziasta, ki poskuša svoje nadrejene prepričati o pomenu in potrebi uvajanja logističnih procesov, ampak je naloga menedžmenta, logistična zasnova poslovanja pa je strateški element vodenja podjetij.*

*Vse večja globalizacija gospodarstva vpliva na to, da se najboljša podjetja osredotočijo na svojo osrednjo dejavnost. Bistvo sodobnega pristopa k transportno-logistični dejavnosti je nivo kakovosti transportno-logističnih storitev, ki zagotavlja, da se vsako blago v zahtevani količini in kakovosti prenese varno do katere koli zahtevane lokacije v zahtevanem času.*

**Ključne besede: viličar, logistični proces, prevozna pot, količnik varnosti**

## 1 UVOD

Potrebe po učinkoviti transportno logistični podpori znotraj proizvodnih in drugih organizacij, njihovem sodelovanju z ožjim in širšim okoljem zahtevajo sodoben logistični pristop, za katerega je značilna učinkovitost proizvodnje, skladiščenja, notranjega transporta, varnosti pri delu in ostalih spremljajočih aktivnosti.

Dobra dodelava sistematike prometa v podjetju, tako njegovega notranjega kot tudi zunanjega transporta, se odraža v kvaliteti, hitrosti razpoložljivosti na trgu in ekonomičnosti proizvoda. Posledice zaradi nespametnega ali nepravilnega reševanja problema so lahko za podjetje usodne. Reševanje različnih situacij je dosti lažje, če potek dela načrtno preučimo in ga kot takega tudi predpišemo neposrednim izvajalcem. Pomembno funkcijo v notranjem transportu imajo viličarji. V logističnih procesih, danes predstavljajo nepogrešljivo manipulacijsko sredstvo povsod tam, kjer se srečujemo z zahtevami, nakladanja, razkladanja, prekladanja in premeščanja tovorov. Na trgu se pojavljajo najrazličnejši modeli in izvedbe. Izbira ustreznega viličarja, ki ima potrebne lastnosti, lahko tehnologijo in koncept notranjega transporta podjetja izboljša, obogati, predvsem pa omogoča lažji, natančnejši in hitrejši nadzor nad transportom ob hkratnem obvladovanju tveganj pred delovnimi nezgodami. [1]

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Sodoben način pojmovanja logistike je kompleksen, kar pomeni, da moramo posamezne elemente logistike obravnavati povezano in v medsebojni odvisnosti. Proizvodnjo je potrebno povezati z notranjim in zunanjim transportom, skladiščenje z zalogami, proizvodnjo, transportom. Notranji transport in manipulacije pa z manipulativnimi napravami, katerih najvidnejši predstavniki so viličarji. Bistvena prednost viličarjev je, da so majhni in okretni ter zato primerni za uporabo na ozkih poteh in prehodih. Okretnost pa je tudi njihova pomanjkljivost, saj so dokaj nestabilni in zato nevarni. So težki,

zato morajo imeti na transportnih poteh ustrezno nosilnost. Prav zato, ker so težki, niso primerni za delo na večjih razdaljah.

Manjši, predvsem baterijski, so gospodarni in primerni za delo in prevoze na razdaljah do 50 metrov, večji, dizelski in plinski, pa do 100 metrov. Notranji transport se mora v okviru skupnega logističnega koncepta stalno prilagajati obratovanju uporabnika. Transportni sistemi brez voznika so za to optimalni. V nasprotju s fiksno instaliranimi napravami omogočajo hitro in enostavno spreminjanje ter razširjanje delovanja in smeri vožnje.

Ker viličarje uporabljajo v različne namene, jim proizvajalci tudi prilagajajo raznim tovorom.

Delavec, ki upravlja viličarja, mora dosledno spoštovati smernice pravilnika o nakladanju in razkladanju transportnih sredstev, ki med drugim določajo:

- Breme mora ležati na vilicah, čim bliže zadnjemu delu vilic. Težišče bremena nikakor ne sme ležati preblizu konici vilic.
- Med premeščanjem, nakladanjem oz. razkladanjem bremen moramo zagotavljati stabilnosti moment z ustreznim varnostnim faktorjem.
- Prevoz bremena se opravlja z vilicami, nagnjenimi nazaj v transportni položaj. Višina najnižjega dela vilic od tal ne sme biti večja od 500 mm.
- Nagib terena ne sme presegati  $3^\circ$ .
- Viličarja ne smemo preobremeniti ...

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

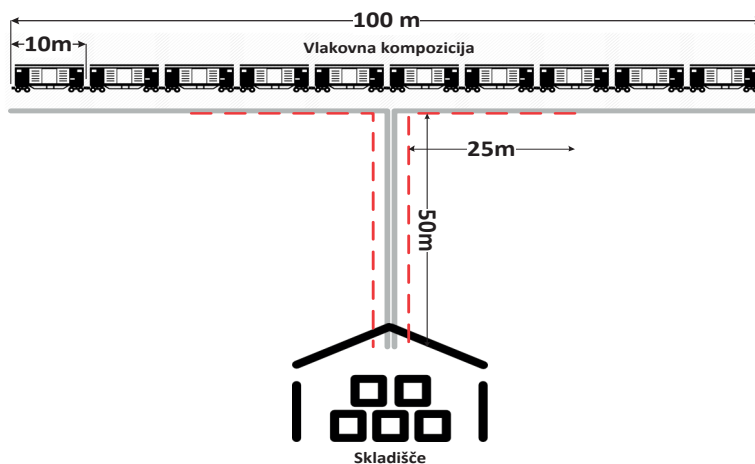
Spremembe na področju dvigovanja storilnosti manipulacijskih sredstev notranjega transporta, ki so danes v teku, se nanašajo predvsem na minimizacijo transportnih časov. Ti pa so odvisni od razdalje premeščanja tovora hitrosti in potrebnega časa za nakladanje oz. razkladanje viličarja ob hkratni zagotavljanja ustrezne varnosti. To pa od delavcev, ki upravljajo viličarje, zahteva več znanja in veščin in brezpogojno spoštovanje delovnih navodil. Delovna navodila za zahtevnejše naloge mora viličarist prejeti od pooblaščenega organizatorja logističnih procesov v podjetju.

V nadaljevanju je na konkretnem primeru prikazana rešitev za izvajanje prevozov z viličarjem, po v naprej določeni prevoznici poti ustrezne konfiguracije terena z izračunanimi kazalci storilnosti in varnosti.

#### Dispozicija problema

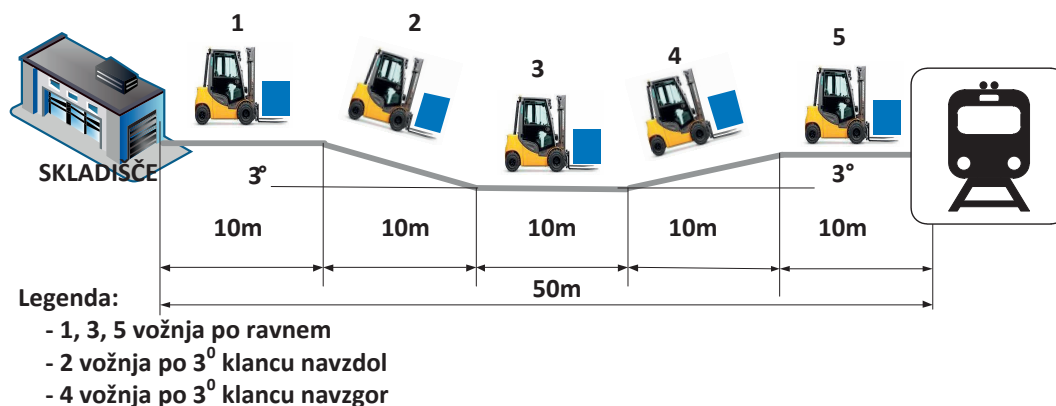
V zbirno železniško skladišče tedensko pripeljana 360 ton tovora v nestandardnih paletah skupne mase 1800 kg. Tovor je potrebno ob dogovorjenem času odpremiti z vlakovno kompozicijo v sestavi 10 vagonov. Za prevoz palet iz skladišča in za nakladanje na vlak imamo dodeljena dva viličarja. V vsak vagon postavimo 20 palet. Dolžina posameznega vagona s sklepom (vračunana je tudi potrebna razdalja za spenjanje) je 10 m (slika 1). Kompozicija je postavljena pravokotno na sredino dovozne poti skladišča. Oddaljenost skladišča do nakladalne klančine je 50 m. Hitrost naloženega viličarja na ravnem terenu in na  $3^\circ$  vzponu je 1,5 m/s, pri vožnji po  $3^\circ$  klancu navzdol pa 1 m/s. Konfiguracija poti z nagibi voznih površin je prikazana na sliki 2. Hitrost praznega viličarja je na celotni prevoznici poti enaka in znaša 2 m/s. Za nakladanje palete na viličarja v skladišču potrebujemo 25 sekund, za razkladanje na železniškem vagonu pa 35 sekund. Vsi relevantni podatki in mere viličarjev, s katerimi se izvaja transport, so razvidni iz priloženih slik v računskem delu tega poglavja.

Zaradi potrebe organizacije dela izdelave pisnih navodil upravljavcema viličarjev je potrebno ugotoviti in izračunati, kako varen je prevoz tovora z viličarjem na vseh odsekih prevozne poti na osnovi količnika varnosti proti prevrnitvi in izračunati čas dela oz. odpreme tovora iz skladišča na železniške vagone.



Slika 1: Shematski prikaz prevozne poti glede na lego skladišča in vlakovne kompozicije

Vir: Lasten



Slika 2: Konfiguracija prevozne poti

Vir: Lasten

## Rešitve problema

### Izračun količnika varnosti proti prevrnitvi na ravni podlagi

Sila teže viličarja  $F_g$  je 33,5 kN (masa viličarja brez bremena je 3270 kg in masa voznika 80 kg), sila teže tovora  $F_t$  znaša 18 kN.

Prevrtilni moment  $M_p$  na ravnem delu prevozne poti znaša:

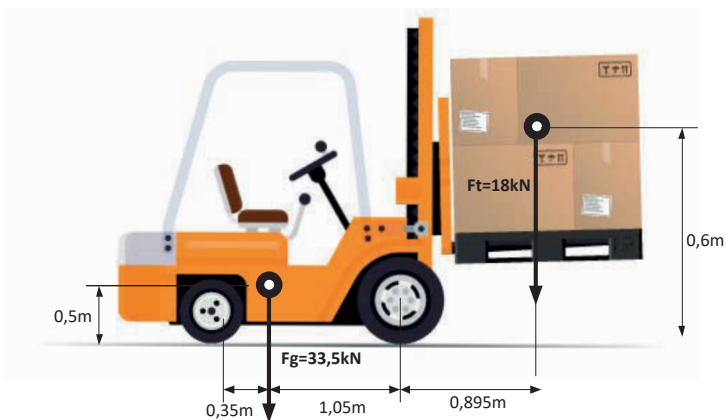
$$M_p = 18 \text{ kN} \cdot 0,895 \text{ m} = 16,11 \text{ kNm}$$

Stabilitetni moment  $M_s$  na ravnem delu prevozne poti znaša:

$$M_s = 33,5 \text{ (kN)} \cdot 1,05 \text{ (m)} = 35,175 \text{ kNm}$$

Faktor varnosti  $V$  na ravnem delu prevozne poti  $V$ :

$$V = M_s/M_p = 35,175/16,11 = 2,18$$



Slika 3: Viličar z merami in obremenitvami na ravni podlagi

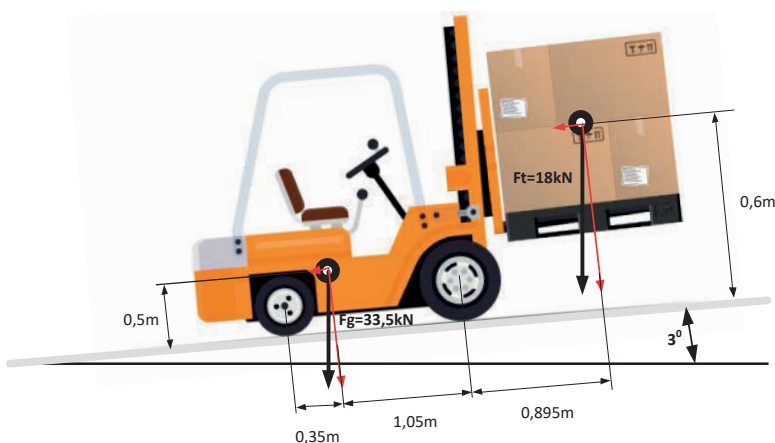
Vir: Lasten

2. Izračun količnika varnosti proti prevrnitvi pri gibanja viličarja po 3° klancu navzgor:

Prevrčilni moment:  $M_p = 18 \cdot \cos 3^\circ \cdot 0,895 - 18 \cdot \sin 3^\circ \cdot 0,6 = 16,08 - 0,56 = 15,52 \text{ kNm}$

Stabilitetni moment:  $M_s = 33,5 \cdot \cos 3^\circ \cdot 1,05 + 33,5 \cdot \sin 3^\circ \cdot 0,5 = 36 \text{ kNm}$

Faktor varnosti:  $V = M_s/M_p = 36 / 15,52 = 2,32$



Slika 4: Viličar z merami in obremenitvami na strmini v smeri vožnje navzgor

Vir: Lasten

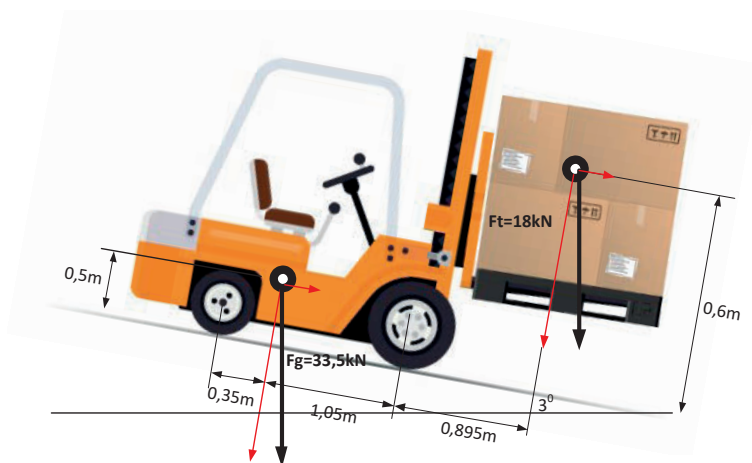
3. Izračun količnika varnosti proti prevrnitvi pri gibanja viličarja po 3° klancu navzdol:

Prevrčilni moment:  $M_p = 18 \cdot \cos 3^\circ \cdot 0,895 + 18 \cdot \sin 3^\circ \cdot 0,6 = 16,64 \text{ kNm}$

Stabilitetni moment:  $M_s = 33,5 \cdot \cos 3^\circ \cdot 1,05 - 33,5 \cdot \sin 3^\circ \cdot 0,5 = 34,25 \text{ kNm}$

Faktor varnosti:  $V = M_s/M_p = 34,25 / 16,64 = 2,05$





Slika 5: Viličar na strmini v smeri vožnje navzdol

Vir: Lasten

#### 4. Čas premeščanja tovora in nakladanja tovora na železniške vagonne

Ker delamo istočasno z dvema viličarjema, mora vsak viličar premestiti 100 palet, kar pomeni da mora vsak viličar opraviti 100 voženj oz. delovnih ciklusov. Čas enega delovnega ciklusa ( $t_c$ ) zajema čas vožnje s tovorom ( $t_{vt}$ ), čas vožnje viličarja brez tovora, ko se vrača v skladišče ( $t_{vb}$ ), čas nakladanja palete ( $t_n$ ) in čas razkladanja palete ( $t_r$ ). Dolžina vlakovne kompozicije ( $l_v$ ) je 100 m. Dolžino prevozne poti določimo kot vsoto razdalje od skladišča do fronta vlakovne kompozicije (50 m) in povprečno razdaljo, ki jo viličar prevozi do vsakega vagona od sredine vlakovne kompozicije, do zadnjega v vrsti postavljenega vagona in znaša 25 m. Povprečna razdalja prevozne poti je torej:  $L_v = 50 + 25 = 75$  m. Čas vožnje viličarja s tovorom in brez njega znašata:

$$t_{vt} = \frac{L_v}{v_t} = \frac{10}{1,5} + \frac{10}{1} + \frac{10+10+25}{1,5} = 53,33 \text{ s}$$

$$t_{vb} = \frac{L_v}{v_b} = \frac{75}{2} = 37,5 \text{ s}$$

Čas enega ciklusa zajema čas nakladanja, vožnje viličarja s tovorom, čas razkladanja in povratni čas vožnje praznega viličarja in znaša:

$$t_c = t_n + t_{vt} + t_r + t_{vb} = 25 + 53,3 + 35 + 37,5 = 150,83 \text{ s}$$

Ker mora vsak viličar opraviti 100 delovnih ciklusov, znaša čas dela 15083 s ali 4 ure in 11 minut.

## 4 REZULTATI

Pri ugotavljanju stabilnosti viličarja v različnih voznih situacijah glede na konfiguracijo nagibov prevozne poti so izračuni pokazali vrednosti varnostnih faktorjev :

- pri vožnji po ravni podlagi: 2,18
- pri vožnji po 3° klancu navzdol: 2,05
- pri vožnji po 3° klancu navzgor: 2,32

Vsi varnostni faktorji imajo vrednost večjo kot 1,5. To pomeni, da je pri prevozih na obravnavani prevozni poti zagotovljena varnost z vidika tveganja pred prevrnitvijo. [1]

Kalkulacija proizvodnosti oz. potrebnega delovnega časa za odpremo 200 palet tovora iz skladišča na železniško kompozicijo znaša 4 ure in 11 minut. V modelu so zajeti vsi parametri za določanje

tehnične storilnosti, zato se obravnavani model lahko uporablja za normiranje dela z viličarji pri analognih transportnih nalogah.

## 5 ZAKLJUČEK

Viličarji so transportni stroji, ki se uporabljajo za razkladanje, nakladanje in prevoz blaga oz. tovora na krajše razdalje. So v funkciji optimizacije manipulacij v notranjem prometu. Hkrati pa so viličarji najpogostejši dejavnik tveganja in udeleženci v delovnih nezgodah pri logistični opravilih. Daleč najpogostejši vzrok za delovno nesrečo je človeški faktor. V izogib temu se toplo priporoča, da organizatorji kompleksnih manipulacij v logistiki, še posebej tistih, ki temeljijo na ponavljajočih se prevoznih poteh opravijo izračun analizo varnosti postopkov in na njenih rezultatih predpišejo relevantne parametre in navodila za delo. Prav tako je, tudi z vidika produktivnosti oz. z vidika izkoriščanja delovnega časa smotrno, da se opravijo kalkulacije delovnih postopkov in na osnovi teh predpišejo delovni normativi. Na tak način dosežemo transparentnost delovnih postopkov, enostavnejšo organizacijo in nadzor dela.

## 6 LITERATURA

- [1] Medeot., M. Manipulacijska mehanizacija: Novo mesto, 2018.
- [2] Rak., G. Logistika notranjega transporta in skladiščenja (on line), 2011, uporabljeno: junij 2018, dostopno na naslovu: [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/vs/Gradiva\\_ESS/Impletum/IMPLETUM\\_203LOGISTICNO\\_Logistika\\_Rak.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/vs/Gradiva_ESS/Impletum/IMPLETUM_203LOGISTICNO_Logistika_Rak.pdf)
- [3] Gorše, Š. Varno delo z viličarji: Revoz d. d., 2016
- [4] Stropnik, J., Šterk, P., Juhart, K.. Statika. Ljubljana: TZS, 2002.

# VARNOST SLOVENSКИH IN EVROPSKIH PREDOROV V CESTNEM PROMETU

Eva Škufca, Marjan Hočevnar

*Leta 2004 je v veljavo stopila Evropska direktiva o minimalnih varnostnih zahtevah za predore na trans evropski cestni mreži, ki nalaga obveze za zagotovitev zadostne varnosti v vedno bolj prometno obremenjenih predorih. Minimalne varnostne zahteve za predore so nastale zaradi večje varnosti v vseevropskem cestnem omrežju. Strožja zakonodaja je s tem zavezala države Evropske skupnosti, da zagotovijo sredstva in posodobijo svojo mrežo starejših predorov. Direktiva je opozorila na vse vidike, ki vplivajo na varnost predorov, ki so daljši od 500 m. Varen predor je kakovostno izveden gradbeni objekt, v katerem so izvedene dovolj odporne inštalacije, ustrezna razsvetljava, prometna signalizacija, hidrantna mreža, zmogljiv prezračevalni sistem in avtomatski sistemi detekcije.*

*Evropska programa za ocenjevanje predorov Eurotest in EuroTAP, ki temeljita na nacionalnih predpisih in Evropski direktivi, sta od leta 1999 do leta 2010 testirala in ocenila 316 predorov v 21 državah, med njimi tudi sedem slovenskih predorov. Splošno stanje evropskih predorov je zadovoljivo in se izboljšuje. Pomemben dejavnik varnosti poleg opreme je pravilno ravnanje uporabnikov predorov, pri čemer sta največja in najpogostejša prekrška prekomerna hitrost in neupoštevanje varnostne razdalje. Ocenjevalci predorov ugotavljajo, da ostaja človeška napaka glavni razlog nesreč v predorih.*

**Ključne besede: varnost, tveganje, predori, EuroTAP, Eurotest, ADAC, AMZS**

## 1 UVOD

Pomanjkanje opreme v predorih in napačne odločitve uporabnikov predorov ter odgovornih oseb pri ukrepanju v nesrečah so privedle do dejstva, da je potrebno izboljšati varnost v evropskih cestnih predorih. Komisija Evropske skupnosti je predlagala, da naj bodo vsi delujoči predori, daljši od 500 m, predori v gradnji ali v načrtovanju ter pripadajo čezevropskemu cestnemu omrežju (Trans-European transport network-TEN) podvrženi novim varnostim zahtevam.

Na podlagi državnih revizij varnosti za cestne predore in diskutiranj je nastala Evropska direktiva 2004/54/ES. Direktiva daje smernice za:

- implementacijo in uporabo orodij, namenjenih prepoznavanju in preprečevanju nevarnih dogodkov ter z njimi povezana tveganja;
- odpravljanje in zmanjšanje nezaželenih posledic takih dogodkov ter;
- vzpostavitev in uporabo orodij, namenjenih upravljanju varnosti v cestnih predorih.

Zahteve te direktive morajo izpolniti države članice Evropske unije do leta 2019. V evropskem prostoru so nastale različne delovno projektne skupine (Safe-T, EU projekti ...) na temo varnosti, tveganja in upravljanja cestnih predorov. Delovanje teh skupin je najprej zajemalo področja razvoja, legalizacije ter podporo novostim, stroškovnih analiz v funkciji preventive, detekcije, nadzora uporabe predorov ter ublažitve morebitnih neobičajnih dogodkov. Na podlagi tega so začeli razvijati kvantitativne modele tveganja, s katerimi načrtovalci in upravitelji predorov že v predhodni fazi ustrezno ukrepajo in s tem onemogočijo nastanek potencialnega incidenta v predoru. [1]

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Evropske predore je od leta 1999 ocenjevala inšpekcija za predore v sklopu Eurotesta. Leta 2005 je svojo funkcijo predala ocenjevalnemu projektu EuroTAP (EuropeanTunnelAssessmentProgramme), ki ga izvaja nemški avtomobilski klub ADAC v sodelovanju z drugimi nacionalni klubi, med katerimi je tudi slovenski AMZS. EuroTAP je najmanjši izmed osmih raziskovalnih in ocenjevalnih programov pod pokroviteljstvom Evropske komisije. V okviru projekta EuroTAP naj bi bilo vsako leto pregledano približno 50 evropskih predorov, kar pomeni oceno 150 predorov v treh letih (2005–2007).

Cilji programa EuroTAP so [2]:

- izboljšati evropske varnostne standarde na podlagi sistematičnega raziskovanja;
- slediti varnosti predorov skozi leta (ocenjevanje);
- obveščati javnost o varnosti cestnih predorov;
- ozaveščati uporabnike predorov o pravilni uporabi in obnašanju v prometu skozi predor.

Za EuroTAP predstavljajo pravno podlago za ocenjevanje predorov nacionalni predpisi in evropska direktiva. Vsak predor se ocenjuje na podlagi tveganja potencialne nevarnosti ter varnostnega potenciala. Varnostni potencial vključuje vse strukturne, tehnične in organizacijske ukrepe, ki se lahko izvajajo za predor. Pri izračunu končnega rezultata se upoštevata potencialna nevarnost in varnostni potencial. Na ta način se ustvari splošno veljavna lestvica za vse predore, ki odraža posamezne lastnosti posameznega predora. Merila za ocenjevanje in ocenjevalne lestvice se letno preverja in posodablja. Na ocenjevalni lestvici so naslednje ocene: »zelo dober«, »dober«, »sprejemljiv«, »slab«, »zelo slab«. Vsi predori, ki izpolnjujejo zahteve evropske direktive, dobijo najmanj oceno »sprejemljiv«. Upoštevati je potrebno, da v posameznih evropskih državah zahteve Evropske direktive presegajo nacionalne predpise. [2]

## 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Varnostni potencial opisuje vse konstrukcijske, tehnične in organizacijske ukrepe za preprečevanje izrednih razmer ali za omejitve njihovega obsega. Pri pregledu varnosti evropskih predorov (varnostnega potenciala) so vključili v ocenjevanje 8 kategorij:

- predorni sistem (število cevi, širina in postavitve prometnih pasov, geometrija in postavitve odstavnih pasov, geometrija in postavitve zasilnih poti, svetlost sten predora);
- razsvetljava in električna podpora (razsvetljava v celotnem predoru in po območjih, napajanje, oskrba z električno energijo v sili);
- promet in nadzor prometa (preobremenjenost v predoru, omejitve hitrosti, nadzorni center, omejitve glede prevoza nevarnih snovi, samodejno zaznavanje prometa in zastoji, video nadzor, vodenje prometa s semaforji in znaki, oprema za vizualno vodenje);
- komunikacija (zvočniki, informativni radio, telefoni za klic v sili);
- zasilne in reševalne poti (razdalja med zasilnimi izhodi, znaki za izhod v sili, zunanji dostop do gasilske in reševalne pomoči, dostopne poti za gasilce in reševalce);
- požarna zaščita (požarna zaščita konstrukcije predora, ognje odporni kabli, protipožarni alarmni sistemi, sistemi za gašenje, drenažni sistem, čas, ki je potreben za gasilce, da pridejo, usposabljanje in oprema gasilcev);
- prezračevanje;
- krizno upravljanje (načrti zaščite in reševanja, samodejno povezovanje sistemov, ukrepi v primeru nesreče ali požara). [3]

Potencialna nevarnost opisuje statistično možnost nesreč in pričakovano škodo. Pri ugotavljanju tveganja potencialne nevarnosti se upošteva naslednje parametre:

- letni obseg prometa glede na dolžino predorskih cevi;
- delež težkih tovornih vozil (HGV) na dan in na cev;
- vrsta prometa;
- število vozil na uro in na prometni pas;
- ureditev prevoza nevarnega blaga.

Večje kot je tveganje potencialne nevarnosti, več je zahtevanih varnostnih ukrepov v predoru. Tveganje potencialne nevarnosti je ocenjeno z naslednjimi nivoji: »zelo visoko«, »visoko«, »srednje«, »nizko«, »zelo nizko«.

Praviloma so upravljavci izbranih predorov za ocenjevanje obveščeni o pregledu nekaj tednov pred testiranjem. ADAC in izvajalci predora se dogovorijo o datuma testiranja. Pregled traja od 4 do 6 ur, odvisno od kompleksnosti predora in njegovega geografskega položaja. Splošno naj bi test potekal po naslednjih točkah:

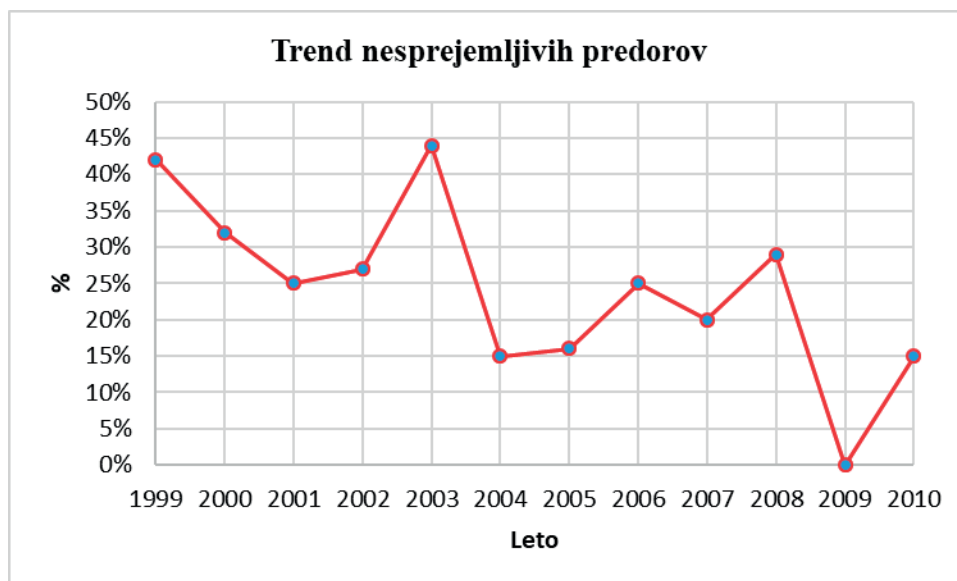
- sestanek z upravljavcem predora;
- razprava o podatkih in informacijah o predoru, ki jih zagotovi upravljavec;
- vožnja skozi predor v prisotnosti upravljavca in ustavljanje na pomembnih mestih (odstavne niše, portali, izhodi v sili ...), med vožnjo skozi predor so posnete fotografije pomembne varnostne opreme predora;
- pregled nadzornega centra predora;
- pogovor z upravljavcem o težavah glede varnosti predora in o načrtih za opremljanje in obnovo predora (upravljavec je vnaprej obveščen o dokumentih, ki morajo biti na voljo ob pregledu). [2]

#### 4 REZULTATI

Od leta 1999 do leta 2010 je bilo pregledanih 316 predorov v 21 državah. Skupni rezultati so zadovoljivi, saj je bilo 30 % predorov ocenjenih z »zelo dobro«, 22 % predorov je dobilo oceno »dobro«, 24 % predorov oceno »sprejemljivo«, 12 % predorov oceno »slabo« in 12 % predorov oceno »zelo slabo«. Rezultati kažejo, da je manj kot tretjina predorov pod povprečjem, več kot polovica predorov pa je nad povprečjem.

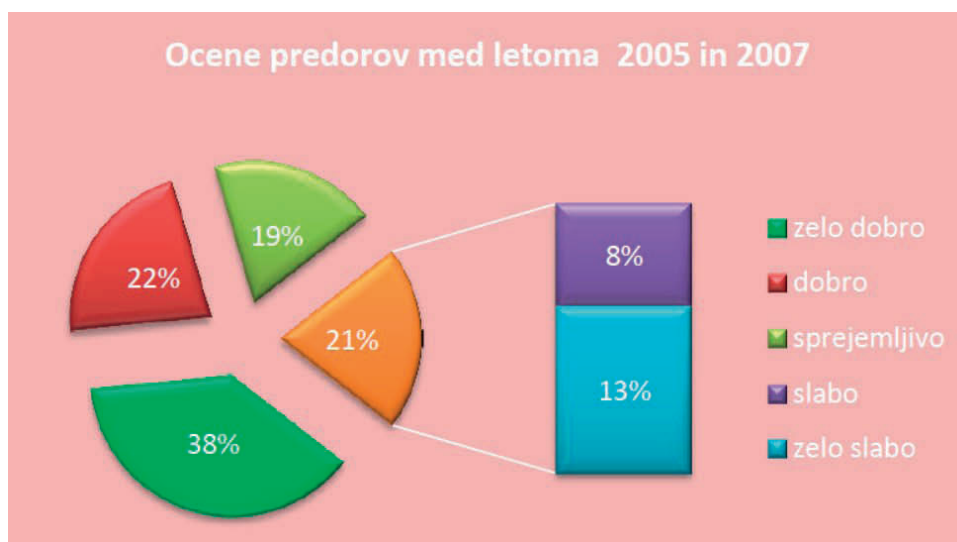
Pri tveganju potencialne nevarnosti je bilo ugotovljeno, da ima 1 % predorov zelo nizko tveganje, 18 % nizko tveganje, 58 % srednje oziroma povprečno tveganje, 21 % visoko tveganje in 2 % predorov zelo visoko tveganje. [2]

Graf 1 prikazuje gibanje nesprejemljivih predorov med letoma 1999 in 2010. Iz grafa je razvidno, da se stanje evropskih predorov izboljšuje, kar ni presenetljivo, saj evropske predore zavezujejo zahteve oziroma minimalni standardi, ki jih predpisuje Evropska direktiva o varnosti v predorih (2004). Po letu 2004 število negativno ocenjenih predorov ne presega tretjine.



Graf 1: Trend nesprejemljivih predorov med letom 1999 in 2010

Med letom 2005 in 2007 je bilo v okviru projekta EuroTAP testiranih 152 predorov v 18 evropskih državah. Iz grafa 2 je razvidno, da je večina predorov bilo ocenjenih s pozitivno oceno. 60 % predorov je bilo ocenjeno z »dobro« ali »zelo dobro«, 19 % predorov je dobilo oceno »sprejemljivo«, 21 % predorov pa je dobilo negativno oceno, kar pomeni vsak peti predor. [2]



Graf 2: Rezultati testiranja predorov med letom 2005 in 2007

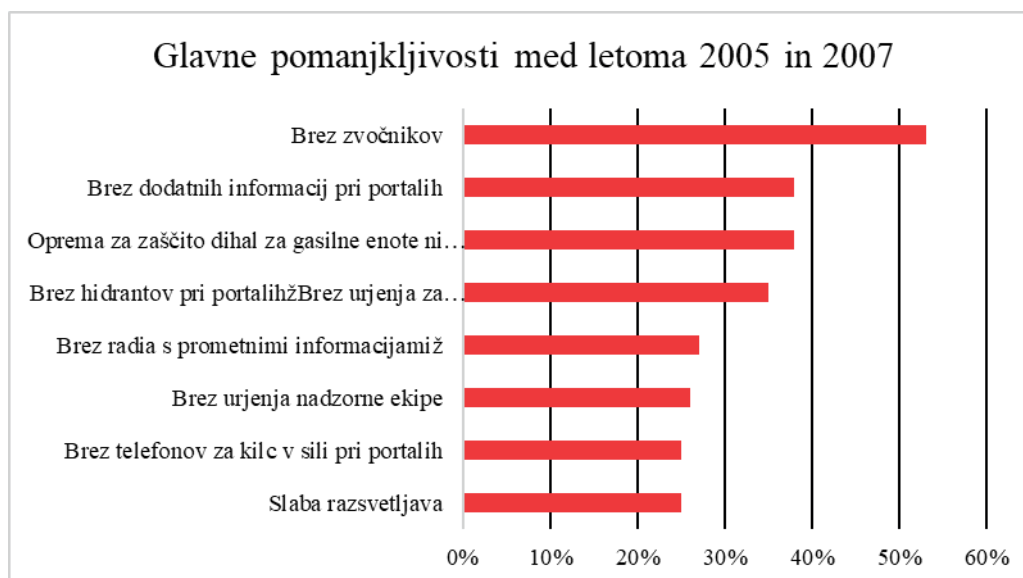
Najboljše rezultate so dobili predori na Hrvaškem (98,3 %), v Sloveniji (95,9 %) in v Avstriji (91,1 %). Najslabši predori so bili ocenjeni na Norveškem (67 %) in v Italiji (51 %). Zlato sredino tvorijo Švica, Nemčija, Nizozemska, Francija in Španija.

Glavne pomanjkljivosti v posameznih kategorijah so zbrane v naslednjih sekcijah:

- ugotovljeno je bilo, da več kot polovica predorov nima zvočnikov;
- pri približno 38 % predorov je bil edini način za zaprtje predora preklon semaforja pri portalih na rdečo luč; dodatne informacije o razlogih za zaprtje niso bile podane, tudi nobena strojna oprema za zapiranje ni bila nameščena;
- slaba oskrba gasilskih enot z opremo za zaščito dihal;



- slaba razsvetljava pri 25 % predorov;
- četrtnina predorov ni imela prometnega radia, hidrantov in telefona za klic v sili pri portalih;
- pri več kot tretjini predorov ni bilo organiziranih urjenj za izredne dogodke (za primer sile);
- pri približno četrtnini predorov za osebje niso zagotavljali rednega usposabljanja.



Graf 3: Glavne pomanjkljivosti evropskih predorov med letom 2005 in 2007

Rezultati testov evropskih predorov so pokazali, da je človeška napaka glavni razlog za nesreče v predorih. Povečanje števila nesreč in požarov v zadnjih letih pa se nanaša na predore z dvosmernim prometom, še posebej glede na porast obsega prometa in visok odstotek težkega tovornega prometa na tranzitnih cestah. Do leta 2010 je bilo pregledanih in ocenjenih tudi sedem slovenskih predorov, ki so bili zelo dobro ocenjeni. Varnostne analize kažejo, da večji obseg prometa pomeni višjo stopnjo nesreč in da so težka tovorna vozila prepogosto odgovorna za požare. [2]

## 5 ZAKLJUČEK

Predori kljub izredno majhnemu odstotku prometnih nesreč spadajo med varnostno zahtevnejše objekte in sisteme. Zato ostaja potreba po celostnem, sistematiziranem in organiziranem pristopu do varnosti in njenega upravljanja v cestnih predorih. Ocena varnosti predora je odvisna od dejstva, ali gre za enocevni ali dvocevni predor, ali promet poteka enosmerno ali dvosmerno, kakšna je osvetljenost in energetska oprema, kakšni so zasilni izhodi in reševalne poti, kako so urejene komunikacijske zveze z ljudmi v primeru nesreče, kakšna je požarna varnost, kako je urejeno prezračevanje in kako poteka krizni menedžment ob nesreči v predoru.

Varnost evropskih predorov se je od leta 1999, ko se je začelo ocenjevanje predorov, do danes vidno izboljšala. K izboljšanju opreme in s tem varnosti evropskih predorov je pripomogla predvsem Evropska direktiva o minimalnih varnostnih zahtevah za predore na transevropski cestni mreži, ki je stopila v veljavo leta 2004 in predstavlja tudi temelj pri ocenjevanju predorov. Do leta 2010 je bilo v sklopu ocenjevalnih programov Eurotest in EuroTAP pregledanih 316 predorov v 21 državah. Skupni rezultati so zadovoljivi. Pregledanih in ocenjenih je bilo tudi sedem slovenskih predorov, ki so bili zelo dobro ocenjeni.

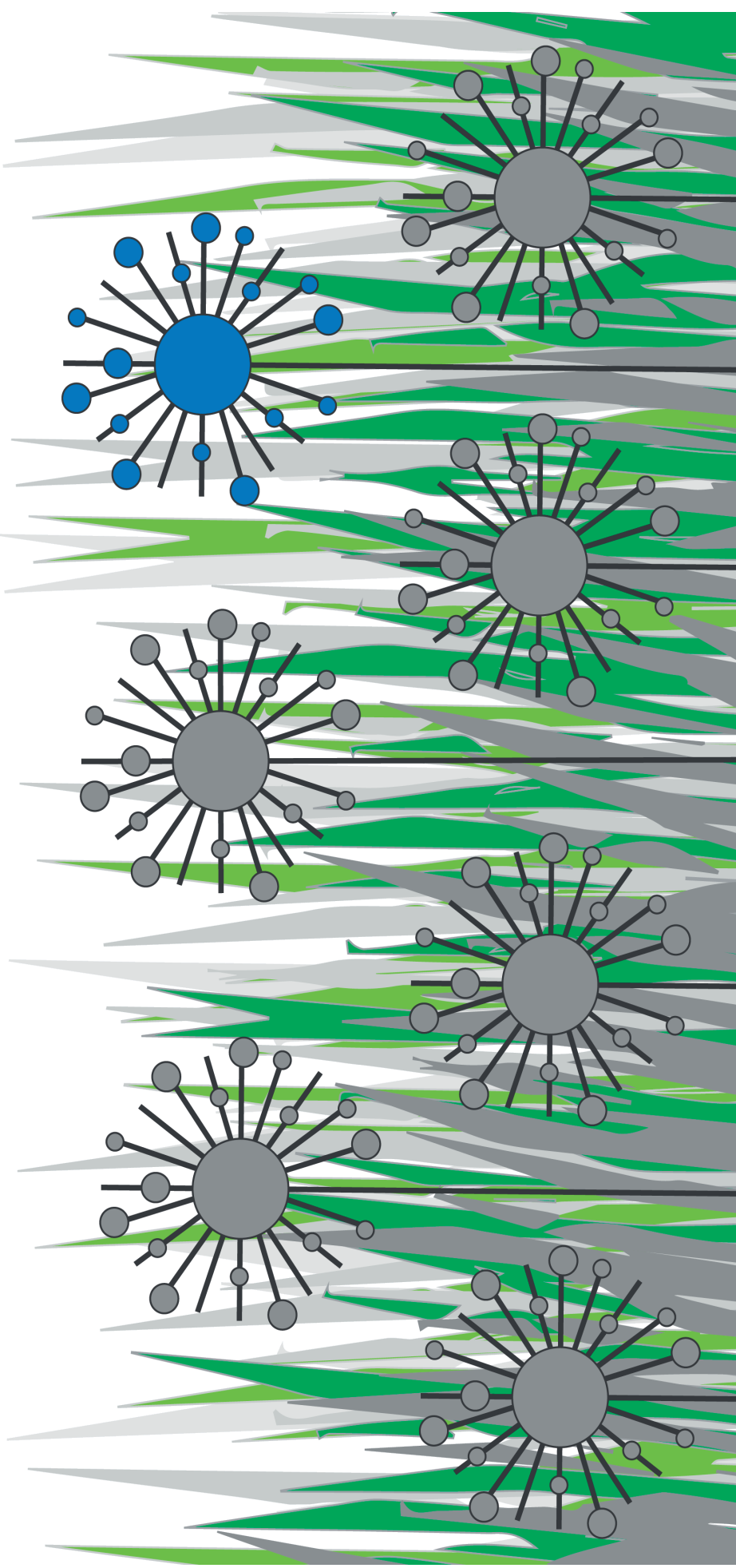
Kljub dobro strukturirani in izdelani zakonodaji, obnovljenimi ali novimi predori, zelo dobrim ocenam predorov pa še vedno prihaja do tragičnih nesreč, ki jih glede na teoretično plat ne bi smelo

biti. Vzrok neskladja med teorijo in prakso so v največji meri uporabniki predorov. Rezultati testov evropskih predorov so pokazali, da je človeška napaka glavni razlog za nesreče v predorih.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Stijepić, et al., »Varnosti v cestnih predorih«, (online), 2006, uporabljeno: 15. 9. 2014, dostopno na :<http://www.drc.si/Portals/1/Referati/T2-Stijepic.pdf>.
- [2] R. Sauter, »EuroTAP: EuropeanTunnelAssesmentProgramme« (online), 2010. uporabljeno 13. 9. 2014, dostopno na: <http://www.nvfnorden.org/lisalib/getfile.aspx?itemid=4185>
- [3] M. Polič, »Varnost v predorih«, (online), 2003/2004, uporabljeno 15. 9. 2014, dostopno na: <http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2004/predori.pdf>

# STROJNIŠTVO



# UREDITEV VHODA ROBOTSKE CELICE STRANICE L/D

Pavel Bačar, mag. Tomaž Blatnik

*V prispevku je predstavljen problem preoblikovanja delovnega mesta za izdelovanje zunanjih sten vozila. Delovno mesto je treba preurediti tako, da bo na njem lahko izdelovati tako obstoječe kot tudi nove leve in desne tipe sten. Trenutno se na delovnem mestu izdelujejo levi in desni tip stene za tri različne avtomobile. Konec leta 2018 pa naj bi se na delovnem mestu začelo izdelovati še četrti tip stene X. Obstoječe delovno mesto je bilo potrebno preurediti tako, da lahko operater še vedno sam izdeluje stene za vse štiri tipe avtomobilov, pri tem moramo upoštevati, da je delovno mesto zanesljivo, prilagodljivo, ergonomsko in varno. Najprej je bilo potrebno analizirati vse operacije, ki jih operater opravlja pri obstoječem stanju, nato se je za te operacije naredila še analiza časov. Preučilo se je novo stanje in podalo zahteve, ki jih je potrebno upoštevati na delovnem mestu. Narejene so tri možne rešitve, ki ustrezajo zahtevam za izdelovanje vseh štirih tipov sten. Vsako rešitev je vrisana v prostor in zanjo narejena analiza časov za vse operacije. Na koncu je s pomočjo ekonomske in tehnične analize izbrana najbolj ustrezna rešitev dve.*

**Ključne besede:** zasnova delovnega mesta, AVP metoda, analiza rešitev

## 1 UVOD

V proizvodnem procesu avtomobilskih tovarn je vse bolj prisotna zahteva po fleksibilnosti proizvodnje [1, 2]. Časi tovarn za eno vozilo so za nami. Čeprav je mono-proizvodnja iz vidika optimizacije procesa, tako iz vidika trenutne investicije in izrabljenosti virov, zelo zanimiva, je fleksibilnost dolgoročno edini odgovor na nestabilnost trga in potrebe po hitrem prilagajanju procesa novim proizvodom [3, 4, 5, 6].

V raziskavi smo se sočili s problemom ureditev vhoda robotske celice stranice levo in desno. Problem je nastal v podjetju Revoz d. d. v oddelku sestave karoserije – naprej Karosernici. Na obstoječem delovnem mestu se izdelujejo trije različni tipi sten za tri različne tipe avtomobilov. Z začetkom izdelave novega avtomobila je potrebno vsa delovna mesta za izdelavo levih in desnih sten preurediti in prilagoditi izdelavi novemu tipu stene. Namen raziskave je bil obstoječe delovno mesto preurediti in na novo postaviti delovno mesto za sestavljanje sten vseh tipov. Postavitev mora razrešiti vse prilagoditve in izboljšati proces dela. Zasedenost operaterja mora biti optimalna ter mu omogočiti ergonomsko in varno delo tudi pri novi postavitvi delovnega mesta. Pogoji pa je tudi, da lahko operater še vedno sam izvaja celoten proces izdelovanja sten vozila za vse tipe avtomobilov.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Za postavitev novega delovnega mesta smo najprej podrobno preučili sedanje stanje. V tovarni Revoz Novo mesto se trenutno izdelujejo stene tipa R, S in B v dveh delovnih celicah. Vsaka delovna celica vsebuje dve delovni mesti polovične kapacitete. V eni delovni celici se izdelujejo leve, v drugi pa desne stene za avtomobile tipa R, S in B. Delovni celici za izdelavo levih oziroma desnih sten sta integrirani v film proizvodnje, kar omogoča ujemanje operacij in optimalno količino sestavnih delov na delovnem mestu. Za izdelavo levih in desnih sten imamo torej štiri delovna mesta, po dve delovni mesti za levo oziroma delovni mesti za izdelavo desnih sten so združeni v delovno celico. Delovni celici sta med seboj identični, zato sta tudi postopek dela in postavitev na delovnih mestih enaka. Takt proizvodnje v oddelku Karosernica je 109 cmin, kar je nekoliko hitreje, kot je takt na departmaju montaže avtomobila – izhajajoč iz simulacijske potrebe po večji kapaciteti celice, ki ima kompleksnejšo zasnovo. Tako zagotovimo, da tudi ob manjših zastojih v Karosernici poteka montaža

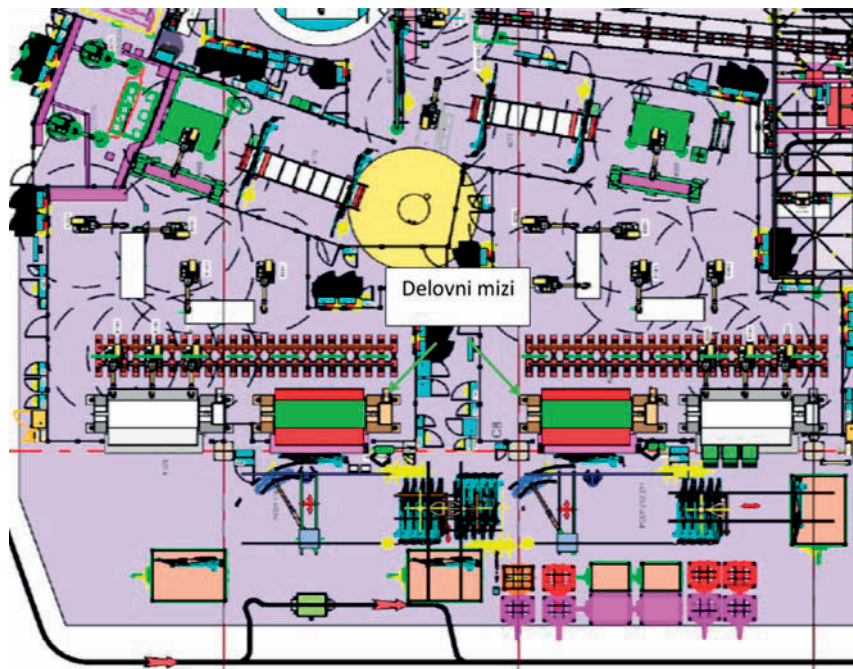
avtomobila v oddelku Površinske zaščite in montaže nemoteno. Za ergonomsko delo in lažje doseganje takta proizvodnje ima operater na delovnem mestu razna pomagala kot so vtiskovalnik matic, pomagalo za premikanje sten in manipulator sten, ki mu pomagajo izvesti ali olajšajo izvajanje delovnih aktivnosti.

Vse operacije operaterja smo vnesli v metodo za določanje analize časov (AVP) in ugotovili, da operater potrebuje za izdelavo ene stene vozila 220 cmin. Ker je delovno mesto za vlaganja stene polovično, za celotno kadenco sta na voljo dve delovni mesti, vsako po pol kadence, znaša čas vlaganja in dela 210 cmin. Ker je delovno mesto zanesljivo, smo glede na rezervo v metodi AVP sprejeli čas takta kot sprejemljiv.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Za razvoj možnih rešitev smo morali poleg zahtev za obstoječe tri tipe sten dodati še omejitve, ki jih prinaša izdelava novega četrtega tipa stene. Novo delovno mesto je bilo potrebno prilagoditi operaterju, tako da bo lahko sam vstavljal in prenašal sestavne kose stene različnih tipov na vrtljivo delovno mizo. Pri novem stanju operater ne izdeluje več pomožnih operacij (nanos tesnilne mase, sestava manjših kosov itd.). Tako prihrani dovolj časa, da lahko sam vstavlja kose na dve delovni mizi – podaljšanje premikov zaradi dimenzijskega povečanje delovnega mesta, ki izhaja iz dodatnih embalaž. Načrtovanje proizvodnega procesa zahteva delovno mesto, ki bo operaterju omogočalo učinkovito delo z dobrim izkoristkom, varno in ob normalnem utrujanju. Pri načrtovanju delovnega mesta smo si pomagali s floris načrtom, metodo za analizo časov (AVP), ter z izkušnjami, predlogi iz ostalih podobnih projektov. Načrte različnih izvedb smo med seboj primerjali, dopolnjevali in po potrebi tudi prilagajali (premik mest – upoštevanje različne velikosti delovnih mest, izogibanje stebrov, transportne poti pravilnih oblik, vmesna skladišča sestavnih kosov, priključki inštalacij, zidovi, stopnišča), dokler ne izdelamo možne rešitve. Proizvodnji celic za izdelovanje levih in desnih tipov sten moramo ustrezno organizirati, tako da bo izdelovanje vseh obstoječih sten B, S, R in nove stene X potekalo nemoteno.

Za preureditev delovnega mesta, ki bo omogočalo dovolj hitro izdelovanje stene vozila in bo pri tem fleksibilno in ergonomsko izpolnjevalo vse zahteve, smo izdelali več ustreznih rešitev. Izdelali smo tri najustreznejše rešitve, vsaka ima svoje prednosti in slabosti.

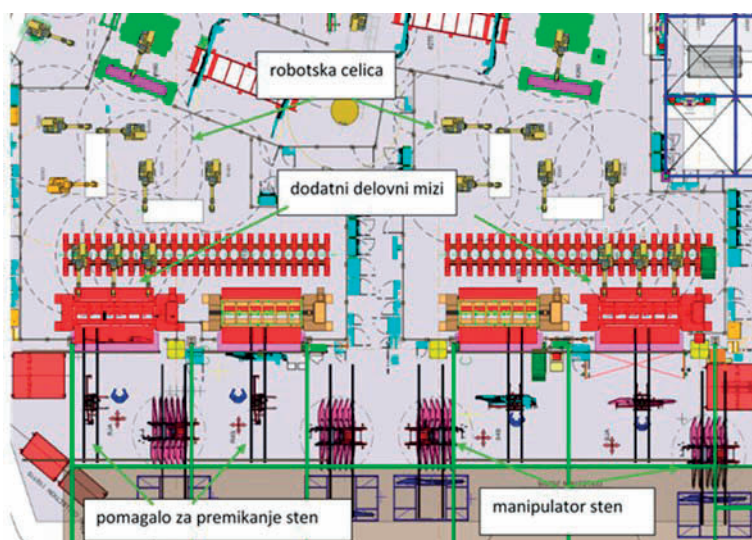


Slika 1: Obstoječe delovno mesto



**Rešitev 1** je najbolj podobno obstoječemu stanju. Samo predelavo delovnega mesta in prilagoditev novemu stanju bi lahko izvedli hitro in poceni. V obstoječem stanju (slika 1) lahko na dveh delovnih mizah izdelujemo največ štiri tipe vozil. Trenutno se na dveh delovnih mizah izdeluje zunanji tip stene R. Na prvi delovni mizi bo operater še vedno izdeloval zunanjo steno tipa R in S, medtem, ko bo na drugi delovni mizi operater izdeloval zunanjo steno tipa B in X. Obstoječe stanje se ne spreminja veliko. Potrebno je predelati pomagalo za premikanje sten, in sicer tako, da bi lahko operater na delovni mizi vpenjal zunanjo steno tipa B in X. Sedanjo postavitev sestavnih elementov je potrebno preurediti tako, da bi v delovni prostor dodali še prostor za sestavne dela stene tipa X. Zalogo je potrebno urediti tako, da se isti sestavni deli združijo v skupno zalogo in tako pridobimo nekaj prostora. Pri tej izvedbi delovnega mesta je glavna prednost, da se lahko delovno mesto hitro preuredi brez večjih sprememb v obstoječem delovnem prostoru. Slabosti te postavitve so, da ima operater na delovnem mestu manjšo zalogo sestavnih delov in pa da delovno mesto ni prilagodljivo spremembam filma (proizvoda).

**Rešitev 2** je v podvojitvi. S podvojitvijo obstoječega delovnega mesta smo povečali fleksibilnost in zanesljivost delovnega mesta – vse spremembe v procesu so že zajete v zasnovi celice. Delovni prostor na posameznem delovnem mestu smo spremenili tako, da ustreza vsem tehničnim, ergonomskim in varnostnim zahtevam. Za preureditev delovnega mesta je potrebno tudi nekaj nove opreme, ki bo operaterju omogočala, da sam opravi cikel izdelave v zato predpisanem času. Obstoječe delovno mesto smo v celoti podvojili. Na novem delovnem mestu imamo tako dve vrtljivi delovni mizi, vsaka delovna miza ima svojega manipulatorja sten, pomagalo za premikanje sten in zalogo, ki jo operater potrebuje za nemoteno delovanje. Vsaka delovna miza bo lahko izdelovala dva tipa sten od trenutno štirih možnih. Od števila različnih tipov sten, ki jih bomo izdelovali za posamezno delovno mizo, je odvisno tudi število manipulatorjev sten, ki jih bomo potrebovali.



Slika 2: Postavitev delovnega mesta pri rešitvi 2

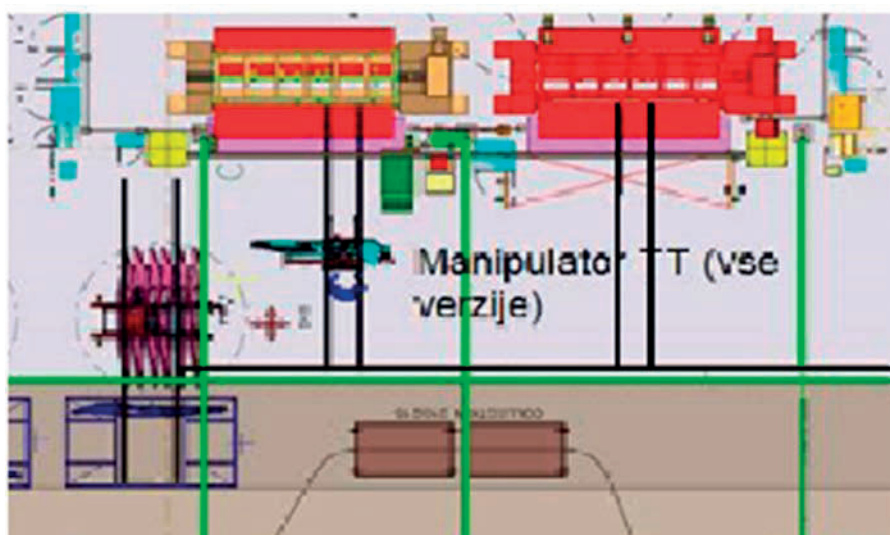
Za vsak tip stene imamo za delovno mizo svoj manipulator sten (slika 2). Vsaka delovna miza ima tudi svoje pomagalo za premikanje sten, ki mora biti prilagojeno tako, da lahko vpne tiste tipe sten, ki jih bomo izdelovali na dani delovni mizi in omogoči premik od manipulatorjev sten, do delovne mize. Zaloga, ki jo potrebujemo na obeh delovnih mizah, bo skupna v enem zalogovniku, medtem ko bo ostala zaloga razporejena ob posamezni delovni mizi, in sicer zaloga manjših sestavnih delov je še vedno postavljena na skladiščnih regalih na levi in desni strani delovne mize. Medtem se je pozicija zaloge večjih kosov spremenila tako, da imamo na sredini med delovnimi mizami zalogo tistih sestavnih delov, ki jih operater vstavlja na obeh delovnih mizah. Operacije človek/stroj potekajo prepleteno. Medtem ko operater na eni delovni mizi vstavlja sestavne kose na delovno mizo, se na



drugi delovni mizi izvaja varjenje vstavljenih kosov v celoto. Za novo postavitev smo naredili tudi novo časovno analizo. Potek operaciji se za isti tip avtomobila od obstoječega stanja ne spremeni veliko. Operater za vstavljanje in premikanje posameznih sestavnih delov potrebuje enako časa, kot pri obstoječem stanju. Operater potrebuje le nekoliko več čas za pot, ki jo opravi, ko zaključi cikel na eni delovni mizi in gre do druge delovne mize. Iz diagrama smo razbrali, da se čas od obstoječega stanja podaljša za 5min. Operater potrebuje za izdelavo sten 225 cmin časa. Iz izkušenj vemo, da si operater minimalno prilagodi delovno mesto in ko podzavestno osvoji vse operacije vlaganja za vsak tip vozila, se čas cikla v dejanskem času še nekoliko skrajša.

Slabosti te postavitve so, da je potrebno za vsako delovno mesto poleg že obstoječega manipulatorja in pomagala za premikanje sten potrebno dokupiti nov manipulator sten in pomagalo za premikanje sten. Za delovanje dveh delovnih miz na enem delovnem mestu potrebujemo dodaten prostor, kamor bomo namestili novo delovno mizo in vso potrebno opremo za izvajanje cikla. Čas izdelave se od obstoječega časa podaljša za 5 cmin.

**Rešitev 3** tudi predvideva podvojitev delovnih mest. S tem smo delovnemu mestu povečali fleksibilnost in zanesljivost delovnega mesta. Na vsakem delovnem mestu ima operater dve delovni mizi za izdelovanje različnih tipov zunanjih sten vozila. Za preureditev delovnega mesta je potrebno kupiti nov manipulator sten in pomagalo za premikanje sten. Nov manipulator sten je potrebno predelati tako, da je sposoben za izvzem zunanjih oblog po filmu proizvodnje, kakor tudi za manipulacijo (korak po korak). Na novem manipulatorju bojo tako iz proizvodnje prišle stene po že v naprej določenem filmu zaporedja. Za premikanje zunanjih sten vozila bomo predelali vodila in obstoječe pomagalo sten. Novo pomagalo mora biti prilagojeno vsem tipom sten. Tako lahko z enim pomagalom vpnemo vse tipe sten in jih premikamo od manipulatorja sten do obeh delovnih miz na delovnem mestu.



Slika 3: Delovno mesto pri rešitvi 3

S pomočjo AVP analize časov smo ugotovili, da je čas, ki ga potrebujemo za izdelavo pri tej rešitvi enak, kot je pri rešitvi dve. Operater ima na delovnem mestu prav tako dve delovni mizi, le da se pri tej rešitvi s pomagalom sten vedno giblje od enega manipulatorja do ene ali druge delovne mize. Postopek izdelave stene ostaja enak kot pri obstoječem stanju. Problem, ki nastane pri tej rešitvi, je, da trenutno stene iz proizvodnje prihajajo zložene na za to predelanih vozičkih.

Proizvodnja je trenutno prilagojena tako, da se vsak tip sten avtomatsko zloga na vozičke. Za izvedo te rešitve je potreben 'PICKING' zunanjih oblog sten, kjer operater stene različnih tipov vlaga na en manipulator sten, (možna rekuperacija obstoječega manipulatorja). Za zlaganje sten po filmskem traku mora operater s pomočjo asistencije na manipulator sten nalagati štiri tipe sten. Predelati je potrebno tudi prostor, kjer bi operater zlagal stene po filmskem traku na voziček. Pomagalo za premikanje sten

mora biti prilagojeno tako, da lahko z enim pomagalom operater vpne in premika vse tipe zunanjih oblog sten in jih premika od skladiščnih regalov do transportnega vozička. Transportni vozički morajo biti predelani tako, da lahko na njih vlagamo stene vseh štirih tipov po zaporedju filma.

#### 4 REZULTATI

Za izbor najbolj primerne rešitve smo najprej izvedli analizo prednosti in slabosti. Upoštevali smo zanesljivost in fleksibilnost delovnega mesta, prostor, ki ga potrebujemo za novo delovno mesto, ceno, ki jo potrebujemo za predelavo obstoječega stanja novemu tipu vozila, čas, ki ga operater potrebuje za izdelavo cikla, ter število operaterjev, ki jih potrebujemo za izdelovanje celotnega cikla (tabela 1).

Tabela 1: Analiza rešitev

	Prednosti	Slabosti
<b>Rešitev 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ hitra preureditev delovnega mesta</li> <li>+ za izvedbo so potrebni majhni finančni vložki</li> <li>+ krajši čas cikla</li> <li>+ za uporabo se porabi le obstoječi prostor</li> <li>+ cikel izvaja samo en operater</li> <li>+ uporaba obstoječe opreme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zaloga sestavnih delov je manjša od obstoječe</li> <li>- delovno mesto ni več fleksibilno</li> <li>- manjša zanesljivost na delovnem mestu</li> <li>- na delovnem mestu se lahko izdelujeta samo dva tipa sten</li> </ul>
<b>Rešitev 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ večja zaloga</li> <li>+ zanesljivost proizvodnje</li> <li>+ cikel izvaja samo en operater</li> <li>+ na delovnem mestu se lahko izdelujejo štirje tipi sten</li> <li>+ večja fleksibilnost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- potreben nakup novih manipulatorjev in pomagal</li> <li>- za izvedo potrebujemo več prostora</li> <li>- daljši čas izdelave cikla</li> </ul>
<b>Rešitev 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ na delovnem mestu se lahko izdelujejo štirje tipi sten</li> <li>+ bolj prostorno delovno mesto</li> <li>+ večja fleksibilnost</li> <li>+ ekonomičnost proizvodnje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- treba je izdelati novo picking cono za nalaganje sten po filmskem traku</li> <li>- nakup novih manipulatorjev, pomagal za premikanje sten</li> <li>- predelava vseh transportnih vozičkov</li> <li>- za izvedo potrebujemo več prostora</li> <li>- daljši čas izdelave cikla</li> </ul>

Vir: lasten

Iz tega je izhajala najprej tehnična analiza (tabela 2), kjer smo podali glavne zahteve, ki jih mora delovno mesto vsebovati. Tako smo po tehnični plati ugotovili, da sta najboljše ocenjeni rešitvi dve in tri. Rešitev ena bi bila primerna, če bi morali to delovno mesto preurediti le za krajši čas. Ker pa vemo, da bomo na tem delovnem mestu v novem stanju izdelovali stene za različne tipe dalj časa, prideta v poštev le rešitvi dve in tri, saj so pri daljšem delu in izdelavi stroški predelave upravičeni.

Tabela 2: Tehnična analiza rešitev

Rešitev	1		2		3		Idealna rešitev		
	utež	ocena	utež * ocena	ocena	utež * ocena	ocena	utež * ocena	ocena	utež * ocena
Zahteva									
Fleksibilnost proizvodnje	4	1	4	4	16	4	16	4	16
Varnost	4	2	8	4	16	4	16	4	16
Čas preureditve	1	4	4	2	2	2	2	4	4
Čas cikla	4	4	16	3	12	3	12	4	16
Vzdrževanje	3	2	6	4	12	2	6	4	12
Zanesljivost	4	3	12	4	16	3	12	4	16
Vsota točk			50		74		64		80
Tehnična vrednost			62,5 %		92,5 %		80,0 %		100 %

Sledila je ekonomska analiza (tabela 3, tabela 4), kjer smo na osnovi ocenitve po funkcijah (nomenklaturni postopek) upoštevali le rešitev dve in tri.

Tabela 3: Ekonomska analiza za rešitev 2

Potrebna nova oprema pri rešitvi 2				
Predmet	Št.	Opomba	Cena na kos	Skupna cena
Manipulator	4	Št. novih manipulatorjev	31.079 €	124.316 €
Pomagalo za premikanje sten	4	Št. novih pomagal	4.996 €	19.864 €
Vozički	16	Prilagajanje četrtemu tipu	500 €	8.000 €
Skupaj				152.180 €

Tabela 4: Ekonomska analiza za rešitev 3

Potrebna nova oprema pri rešitvi 3				
Predmet	Št.	Opomba	Cena na kos	Skupna cena
Manipulator	6	Št. novih manipulatorjev	31.079 €	186.474 €
Pomagalo za premikanje sten	6	Št. novih pomagal	4.996 €	39.728 €
Vozički	32	Izdelava novih vozičkov	2.000 €	64.000 €
Skupaj				280.450 €

Po narejeni ekonomski analizi smo ugotovili, da je rešitev dve najcenejša. Cena, ki smo jo dobili po opravljeni ekonomski analizi, je le okvirna. Služi kot osnova za pogajanje nabavnika z zunanjim dobaviteljem. Nabavnik tako doseže, da je izdelek zanesljiv in kvaliteten pri normalni ceni. Če je previsoka, je treba poiskati drugega dobavitelja ali prilagoditi tehnične zahteve.

Končni rezultati tehnične in ekonomske analize so prikazani v tabeli. Rešitve v tabeli 5 so razporejene po ustreznosti.

Tabela 5: Izbira ustrezne rešitve

Rešitev/analiza	Tehnična analiza	Ekonomska analiza
1	62,5 %	/
3	80,0 %	280.450 €
2	92,5 %	152.180 €

Ker je rešitev dve najboljše ocenjena tako pri tehnični kot ekonomski analizi, smo jo izbrali kot najustreznejšo. Rešitev dve nam zagotavlja najvišjo zanesljivost, fleksibilnost, varnost in ergonomijo pri najnižji ceni.

## 5 ZAKLJUČEK

V današnjem času je nadvse pomembno, da je izdelek kvaliteten, funkcionalen, estetsko ustrezen, obenem pa so stroški izdelave čim nižji. Na vse to vpliva dobro organizirano delovno mesto in proizvodnja. Fleksibilen proces izdelave sten različnih tipov sten na osmih delovnih mizah, to vsekakor omogoča.

Zasnovali in razvili smo novo postavitev delovnega mesta za izdelovanje levih in desnih tipov sten za več različnih tipov avtomobilov. Izdelali smo posamezne rešitve, ki imajo določene prednosti in slabosti. Po natančni analizi posameznih rešitev je trenutno za nas najbolj ugodna in sprejemljiva rešitev dve, saj najbolj ustreza danim kriterijem pri normalni ceni. Pri našem delu smo s končno rešitvijo zadovoljni, saj le-ta zajema vse zahteve in pogoje, ki smo si jih zadali. Obstoječe delovno mesto smo prilagodili novemu tipu avtomobila, tako da poteka delo vseh tipov nemoteno.

Pri obravnavanem delu, ki smo ga opravili, je v bodoče naš predlog popolna avtomatizacija delovnega mesta. Delovno mesto bi bilo potrebno preurediti in prilagoditi robotom, tako da bi robot sam vstavljaj sestavne kose na obe delovni mizi. Sestavni kosi bi na delovno mesto prihajali z AGV vozičkom. S popolno avtomatizacijo delovnih mest bi delo na delovnem mestu potekalo brez operaterjev. Glede na ceno delovne sile v RS je takšna izvedba še nerentabilna, vendar pa je rešitev v primeru spremenjenih okoliščin tehnično pripravljena.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- [1] Buchmeister, B., Polajnar, A. »Priprava proizvodnje za delo v praksi«. Maribor. Fakulteta za strojništvo, 2000.
- [2] Polajnar, A., Buchmeister, B. in Leber, M. »Organizacija proizvodnje«. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2002.
- [3] Polajnar, A., Verhovnik, V. »Oblikovanje dela in delovnih mest«. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2000.
- [4] »Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih«, Uradni list RS, št. 89/99, 4. 11. 1999, 4. in 6. člen.
- [5] Žvoklej, J., Kosec, L., Šebenik, A. in Kolar, D. »Strojno tehnološki priročnik«. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1998.
- [6] »Zakon o varnosti in zdravju pri delu« Uradni list RS, št. 43/11, 03.06.2011, 9. člen.

# KONSTRUIRANJE NAPRAVE ZA OBRAČANJE GRADBENIH PANELOV

Tine Jerman, Aleksander Vrščaj

*Proizvodnja v podjetju Trimo se že dalj časa sooča s težavo, da obračalna naprava ne more obračati nekaterih vrst gradbenih panelov. To pa zato, ker imajo paneli različne površine in jih vseh obstoječa naprava ne more obračati. Cilj prispevka je bil skonstruirati napravo za manipulacijo gradbenih panelov, ki bi se lahko prilagajala različnim vrstam gradbenih panelov.*

*V teoretičnem delu so predstavljane različne vrste panelov ter obstoječa zlagalna naprava. Raziskane so različne možnosti za izvedbo fleksibilne zlagalne naprave. Sestavljenih je več variant, ki so ocenjene in upoštevani vsi dejavniki, ki bi lahko vplivali na kakovost prijemanja in obračanja panelov. Na napravo so dodana dodatna prijemala, ki bi bila lahko mehanska, magnetna, vakuumska ali več kombinacij skupaj. Na koncu je izbrana kombinacija, ki se je pokazala kot najustreznejša.*

**Ključne besede:** zlagalna naprava, obračalna naprava, prenašalni most, prijemala, gradbeni paneli

## 1 UVOD

Podjetje Trimo, d. d. se poleg ostalih stvari ukvarja z izdelavo lahkih gradbenih izolacijskih panelov. Poznamo strešne in fasadne panele, ki se med drugim razlikujejo tudi po obliki površine. [1]

Cilj raziskave je bil skonstruirati oz. dodelati obračalno napravo, ki bi imela zmožnost prenašanja vseh vrst panelov. Osredotočili smo se na mehanska, vakuumska in magnetna prijemala, katere smo analizirali, na koncu pa izbrali najugodnejšo rešitev.

Glavna sestava lahke gradbene plošče oz. t. i. izolativnega sendviča je kamena volna, ki je odličen toplotni in zvočni izolator, povrh vsega pa je še negorljiva. Na vsaki strani je obdana s pločevino, katera je lahko preoblikovana tako, da imamo različne vrste profilov. Pločevina in kamena volna sta skupaj zlepljeni s posebnim lepilom.

Problem je nastal na zlagalni napravi, pri fazi zlaganja in obračanja TPF strešnega panela v pakete, kar lahko vidimo na sliki 1. Večina panelov v proizvodnji ima na obeh straneh dokaj ravno in gladko površino, na katero vakuumsko prijemalo odlično prime, tako da lahko ostale panele naprava zлага brez problemov. Ker pa je TPF strešni panel izdelan samo iz profilirane pločevine in prilepljenega filca na eni strani, je stran, na kateri je prilepljen filc, neugodna za vakuumsko prijemalo, zato prijemalo ne prime na omenjeno površino. Linija je zasnovana tako, da se filc prilepi na zgornjo stran panela in ne na spodnjo. Če bi bil filc prilepljen na spodnjo stran, tega problema ne bi bilo, ker bi bila gladka površina na vrhu panela, na katero pa bi vakuumska prijemala lahko prijela.





Slika 1: TPF panel [2]

V našem primeru imata obračalna naprava, kot tudi prenašalni most skoraj enaka vakuumska prijemala, zato panela ne moremo obračati z nobeno od teh naprav. Seveda so vakuumska prijemala na napravi sestavljena s kombinacijo mehanskih prijemal. Ta prijemala so pritrjena na robu naprave, v principu pa delujejo tako, da s pomočjo stisnjenega zraka odpirajo in zapirajo cilindre, na katerih so pritrjene klešče, katere pritisnejo panel ob napravo. Ker pa so ta prijemala skonstruirana z namenom, da služijo za varnost in ne za samo prenašanje panelov, je samo z njimi nemogoče obračati panele, to pa zato, ker so prekratka oz. bi morala biti daljša in močnejša, da bi lahko zajela in pritisnila večjo površino panela ob napravo.

Problem teh panelov je tudi ta, da so zelo upogljivi oz. niso togi. Trenutno so na prenašalnem mostu in obračalni napravi nameščena tudi mehanska prijemala. Z njimi bi načeloma lahko obračali panele, če bi bili narejeni drugače. Ker so ta prijemala zelo majhna oz. primejo panel samo po robovih in ne po celi površini, panel pa je zelo tanek in upogljiv po širini, bi lahko panel vmes padel ven. Prijemala bi morala biti daljša, vendar je bilo zaradi prostorske stiske na napravi to praktično neizvedljivo.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Naprava za obračanje panelov, ki jo lahko vidimo na sliki 2, ni bila tako fleksibilna, da bi manipulirala z paneli TPF, predvsem zaradi njihove slabe togosti in karakteristik. Vakuumska prijemala, katera so nameščena na obračalni napravi in prenašalnem mostu, niso prisesale panela dovolj, ker je panel na tisti strani, kjer naj bi prijela vakuumska prijemala, prevlečen s filcem. Poleg vakuumskih prijemal so zraven nameščena še mehanska prijemala, ki panel primejo z obeh strani, vendar tudi od teh prijemal ni bilo veliko koristi, ker imajo prekratke ročice, katere primejo panel.

Izboljšana konstrukcija obračalne naprave mora ustrezati pogojem, ki jih določa Pravilnik o varnosti strojev iz Uradnega lista RS, št. 75/2008, ker le tako lahko proizvajalec da izdelek na trg oziroma v uporabo. [1]

Narejena je morala biti tako, da je vzdržala vse napetosti, katerim je bila naprava izpostavljena in da ni prišlo do utrujenosti naprave ob upoštevanju njihovega namena uporabnosti. V našem primeru so morala biti prijemala dosti močna, da so lahko panel velike dimenzije brez problemov prijela in z njim manipulirala, ne da bi se paneli deformirali in da naprava ne bi ogrožala človekovo varnost. To pa pomeni, da je operaterjevo kontrolno mesto na takem mestu, da ima zagotovljen pregled nad vsem obratovanjem in da je dovolj oddaljeno od gibajočih se delov. To načrtovanje obravnava tudi vse principe varnostne tehnike in predvideva zaščitno varnostno opremo.

Zahteve za konstruiranje prijemal so bila sledeča:

- Prijemala so morala biti skonstruirana tako, da bi prijela panel kljub prilepljenemu filcu na zgornji površini.
- Rekonstruirati je bilo potrebno samo obračalno napravo, kajti obrnjen panel lahko kasneje prenašamo s prenašalnim mostom.
- Prijemala so morala biti skonstruirana tako, da bi zdržala težo panela in ga zaradi njegove velike upogljivosti tudi togo vpela na napravi.
- Zaradi prostorske stiske na prenašalnem mostu in obračalni napravi niso smela biti prijemala prevelika.
- V primeru izpada elektrike je moral biti sistem narejen tako, da ni izpustil panela.
- Naprava je morala biti skonstruirana tako, da je upoštevala vse varnostne zahteve, katere predpisuje Pravilnik o varnosti strojev. To pa pomeni, da naprava pri obratovanju ne bi ogrožala človekove varnosti.
- Prijemala oz. naprava je morala biti označena s CE oznako, to pa pomeni, da izdelek izpolnjuje vse zahteve glede varnosti, varovanja okolja in zdravja.

V raziskavi smo uporabili naslednje metode:

- metoda kompilacije (metoda uporabe izpisov in pregledov raznih člankov, pregled zahtev zakonodaje),
- analitična metoda (metoda razčlenjevanja celote na posamezne dele),
- metoda sistematičnega konstruiranja (izdelava koncepta rešitve, snovanje rešitve),
- izdelava tehnične dokumentacije.

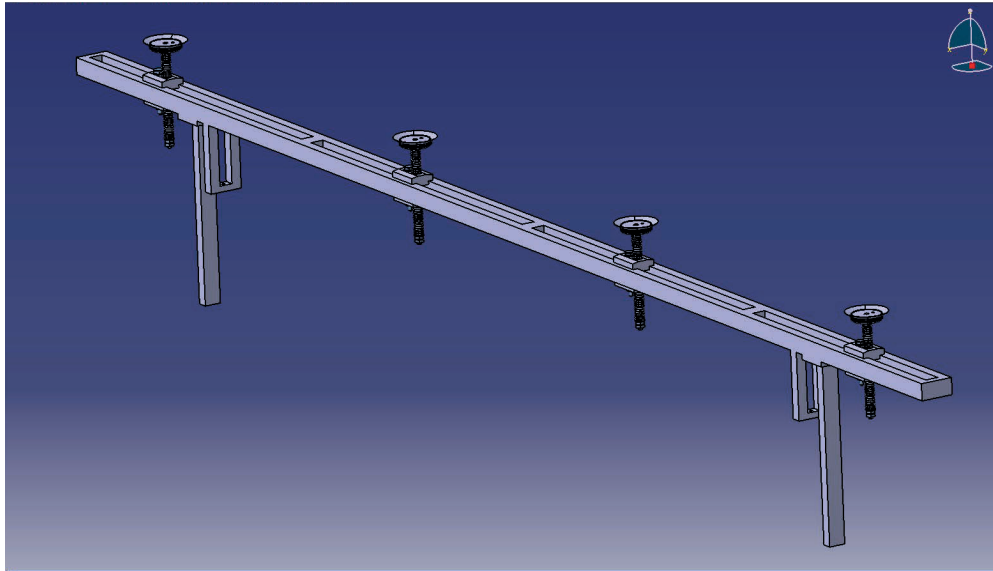


Slika 2: Zlagalna naprava [2]

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Obračalno napravo je bilo potrebno na novo skonstruirati oz. dodati še eno dodatno vrsto prijemal, ki jo lahko vidimo na sliki 3. Skonstruirano je moralo biti tako, da so nova prijemala nastavljiva in naj ne bi ovirala procesa obračanja ostalih vrst panelov.

Izbrati je bilo potrebno novo vrsto prijemal, ki so bila dovolj zmogljiva za prenašanje TPF panela. Izbirali smo med magnetnimi, vakuumskimi in mehanskimi prijemali.



Slika 3: Skonstruirana nosilna palica, na kateri so novejšje sesalke. [2]

Najprej smo proces razdelili na delne funkcije, s katerimi smo imeli jasnejši pregled nad nalogo. Nato smo s pomočjo morfološke skrinjice sestavili več rešitev in na podlagi dejavnikov (varnost, stroški ...) izbrali najugodnejšo rešitev za to nalogo in se odločili za vakuumske sesalke.

#### 4 ZAKLJUČEK

Na obračalno napravo smo morali namestiti toliko sesalk, da je naprava lahko varno obračala panele. To pomeni, da bodo sesalke zmožne prenašati maso panela in da jih bo toliko, da se panel zaradi svoje majhne togosti ne bo upogibal. Na podlagi koncepta smo preračunali vse sile, ki so pomembne pri tej nalogi za določitev prave vakuumske sesalke. [3] Zaradi varnosti smo pri masi panela upoštevali največje možne dimenzije panela, ki jih v podjetju izdelujemo.

##### Osnovni podatki panela:

$$L = 9300\text{mm}$$

$$S = 1200\text{mm}$$

$$H = 0,65\text{mm}$$

$$\rho = 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{Nosilnost sesalke} = 66 \text{ kg}$$

##### Masa pločevine:

$$V = l * s * h = 9300 * 1200 * 0,65 = 6696000 \text{ mm}^3 = 6,696 \text{ dm}^3$$

$$m = V * \rho = 6,696 * 7,85 = 52,6 \text{ kg}$$

Izračunali smo, da je masa enega panela 52,6 kg, nosilnost ene sesalke pa je 66 kg pri polnem oprijemu. Teoretično bi bilo možno, da ena sesalka prenaša cel panel, vendar v praksi to ni izvedljivo, ker zaradi hrapave površine filca ni bilo popolnega oprijema sesalk na panel. Poleg tega je panel dolg in upogljiv, zato je bilo potrebnih več sesalk. Opravljena so bila testiranja, ki so pokazala, da bi bilo 8 sesalk dovolj, da obračalna naprava normalno obrne panel.

## 5 ZAKLJUČEK

Tema prispevka je bila izbrana z namenom, da bi bil proizvodni proces bolj fleksibilen oz. da bi izboljšali obračalno napravo, ki bi lahko obračala vse vrste panelov. Proizvodnja se je namreč že dalj časa srečevala s problemom, da ene vrste panelov ni bilo mogoče obračati in prenašati, zato smo se odločili, da napravo izboljšamo. Problem je bil ta, da navadne sesalke niso mogle prenašati panela, prevlečenega s tankim slojem filca. Potrebno je bilo skonstruirati dodatna prijemala na obračalni napravi. Opravljali smo različne raziskave, iskali prednosti in slabosti različnih vrst prijemal ter na koncu prišli do zaključka, da so dodatne vakuumske sesalke najboljša rešitev. Stara vakuumska prijemala oz. sesalke so še vedno ostale v uporabi, zato smo morali po sredini naprave skonstruirati novo nosilno palico za novejšje sesalke. Prednost teh sesalk je tudi to, da ni bilo potrebne nove montaže vakuumske črpalke, kajti ta je že na napravi.

Menimo, da bo skonstruirana obračalna naprava pripomogla k učinkovitosti in produktivnosti zlaganja panelov, posledično bodo tudi kupci bolj zadovoljni, saj se bo lažje ugodilo njihovim zahtevam in željam.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Pravilnik o varnosti strojev (Uradni list RS, št. 75/08 z dne 22.7.2008), datum citiranja: 22.3.2017. Dostopno na: <https://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV9017#>
- [2] Lasten vir
- [3] Podjetje, Trimo Trebnje, datum objave: 2017, datum citiranja: 22.3.2017. Dostopno na: <https://www.trimo-group.com/si/trimo/>
- [4] Vakuumska prijemala, datum objave: 11.marec 2015, citirano: 22.3.2017: Dostopno na: <https://www.strojnistvo.com/vakuumska-prijemala-za-manipulacijo-kovine.html>

# OPTIMIZACIJA POVEZOVALNE LETVE POSTELJNEGA DNA V AVTODOMU

Klemen Kobe, Drago Simončič

*Podjetje Zomi, d. o. o. je sodobno podjetje, ki se ukvarja predvsem s konstruiranjem in načrtovanjem izdelkov, ki jih potem v večini primerov izdelava samo. V podjetju se tako ukvarjajo z različnimi obdelovalnimi postopki, kot so razrez pločevine in profilov, krivljenjem pločevine in profilov, varjenjem izdelkov ročno ali robotsko.*

*V prispevku so predstavljeni vsi postopki izdelave povezovalne letve nosilca posteljnega dna v avtodomu. Predstavljen je tudi proces končnega sestavljanja delov v celoto na dva načina. Prvi način je dosedanji, drugi način predstavlja spremembo nekaterih obdelovalnih postopkov, ki se z analizo pokažejo kot bolj učinkoviti in hitrejši. Pri drugem načinu je spremenjeno tudi samo sestavljanje letve z zamenjavo obstoječih postopkov dela in boljšim izkoristkom izrabe materiala. V praktičnem delu prispevka so prikazani tudi vsi podatki, ki nam povedo, ali je smiselno uvesti nov način izdelave povezovalne letve.*

**Ključne besede: povezovalna letev, obdelava, upogibanje, optimizacija, kovičenje**

## 1 UVOD

Predstavljena je izdelava povezovalne letve po starem postopku in rezultate, ki jih prinese optimizacija po novem postopku. Osrednji oziroma praktični del pa predstavlja opis optimizacije, in sicer zamenjavo nekaterih sedaj obstoječih postopkov obdelave, izračune časa in morebitne denarne prihranke.

Cilj raziskave je bil ugotoviti, ali je smiselno menjati določene operacije izdelave prodajnih izdelkov, in analizirati, kaj smo s tem pridobili ali v nasprotnem primeru izgubili. Predvsem je bil cilj izboljšati učinkovitost delov, ki sestavlja povezovalno letev v končni izdelek in učinkovitost operaterja na stroju za krivljenje pločevine. V slikovnem delu je prikazana uporaba in namen povezovalne letve posteljnega dna v avtodomu.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

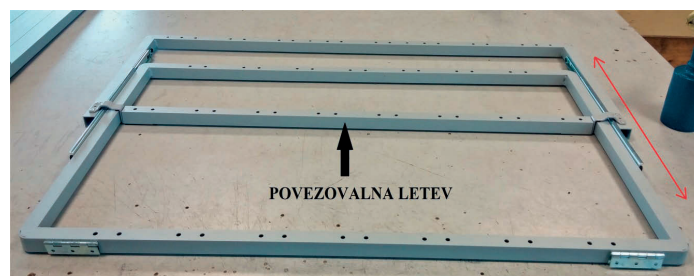
Povezovalna letev služi kot opora, ki povezuje del, ki je fiksiran na drugi del posteljnega dna z vodilom. V našem primeru je to del v obliki črke U, ki je preko vodil pritrjen na neko drugo obliko, bodisi kvadratno ali neko poljubno obliko. "U" del je izvlečni del in ima glede na posamezno obliko celotnega sestava točno določeno razdaljo, za koliko se lahko pomakne.



Slika 1: Primer povezovalne letve

Letev služi tudi temu, da ne prihaja do prevelikega lomljenja leve in desne strani pri izvleku nosilca posteljnega dna in je izvlek čim bolj enakomeren in tekoč. Na letvi so tudi luknje, v katere se s plastičnimi čepi fiksira lesene letvice (latofleks). Na sliki 2 je prikazana montirana letev, kjer se vidi njena funkcija, rdeča puščica pa prikazuje gibanje izvlečnega dela.





Slika 2: Funkcija povezovalne letve

Pri izdelavi povezovalnih letev se uporablja hladno valjana pločevina, ki je iz materiala z ISO oznako CR1 ali 1.0330 oznaka po standardu SIST-EN 10027-2. Ta vrsta jekla je mehka in se uporablja za hladno preoblikovanje.

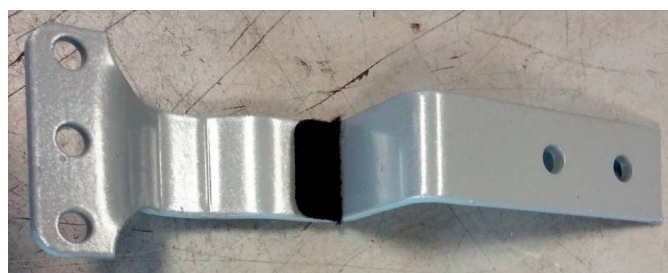
Uporabljajo se tudi aluminijasti profili z oznako AlMgSi0,5 po standardu DIN ali 6060 po standardu EN AW. Tovrstna zlitina aluminija se uporablja predvsem za pohištvo, okna in vrata, zaključna dela v avtomobilski industriji, javne svetilke, kot zaključni materiali in v živilski industriji. V podjetju se glede na želje naročnika izdelava posteljni sestav v merah, ki ustrezajo vgradnji le-tega v avtodom. Vse risbe so izdelane v CAD modelirniku Pro/ENGINEER. Povezovalna letev, ki je del tega sestava, se načrtuje in prilagaja glede na različne velikosti in oblike posteljnih sestavov. V glavnem se spreminja samo dolžina in pa število ter zaporedje lukenj za plastične čepe.

Za razrez se uporabljajo aluminijasti profili pravokotne ali kvadratne oblike. Uporabljeni profili imajo naslednje mere:

- pravokotna oblika 40×20×1,5 mm dolžine 6000 mm
- kvadratna oblika 25×25×1,5 mm dolžine 6000 mm

Za razrez profilov se uporablja krožna žaga Tekna 133 CNC/S. Po končanem procesu žaganja sledi izdelava lukenj na 3-osnem CNC vertikalnem stroju za rezkanje in izdelavo izvrtin Tekna TK 446. Za drugi sestavni del povezovalne letve je potreben izrez kosov iz 3 mm pločevine. Za izrez se uporablja stroj za prebijanje pločevine AMADA AE-2500 NT. Pred samim izrezom je potrebno oblikovati še program rezanja. Ko je prebijanje končano, sledi še ročno pobiranje kosov iz pločevine. Iz pločevine dimenzije 1000 × 2000 pridobimo 140 zahtevanih kosov.

Krivljenje pločevine poteka na sodobnem CNC krmiljenem stroju AMADA HFE 100-3. Vsi procesi izdelave obeh kosov za povezovalno letev so zaključeni, nato sledi proces barvanja in končno sestavljanje povezovalne letve. Nato profile in nosilce s pomočjo ročne spone spnemo s samovrtalnimi vijaki.



Slika 3: Prikaz krivljenih nosilcev z zaščitnim filcem

V spodnji tabeli 1 je prikazana skupna cena uporabljenega materiala za izdelavo ene povezovalne letve. Prikazan je izračun za primer povezovalne letve izdelane iz 40×20×1,5 mm cevi dolžine 994 mm.



Iz enega kosa pločevine dobimo 140 kosov krivljenih nosilcev. Iz 6000 mm dolgega aluminijastega profila pa narežemo 6 kosov zahtevanih profilov. S kilogramom barve se pobarva 30 kosov profilov in 60 nosilcev. Kos pločevine stane 53,46 EUR, aluminijasti profil stane 17,30 EUR, samolepilni filc stane 100 kosov 1,63 EUR, vijaki 100 kosov stanejo 3,69 EUR in en kilogram barve stane 16,98 EUR. Ceno posameznih kosov je potrebno izračunati.

Tabela 1: Strošek materiala za eno povezovalno letev

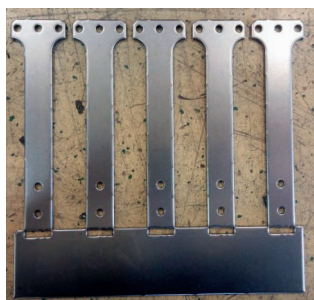
SESTAVNI DEL	CENA/KOS [EUR]	POTREBNI KOSI	STROŠEK [EUR]
Nosilec	0,38	2	0,76
Profil	2,88	1	2,88
Vijak	0,037	4	0,15
Filc	0,016	2	0,03
Barva	0,34	1	0,34
<b>MATERIAL SKUPAJ</b>			<b>4,16</b>

Na podlagi izmerjenih in preračunanih podatkov lahko izračunamo skupni čas izdelave povezovalne letve in poskušamo ta čas izboljšati s pomočjo drugačnega pristopa k izdelavi. Skupni čas izdelave povezovalne letve je 183 s.

Pri času izdelave se upoštevajo zgolj časi obdelave na posameznih strojih, ki se ne vežejo na zunanje motnje, da je na koncu lažje primerjanje rezultatov in napredek izboljšav.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Dosedanji postopek izdelave aluminijaste povezovalne letve posteljnega dna v avtodomu poteka predolgo časa. Pri samem razrezu smo se osredotočili na izkoristek uporabljenega materiala. Ugotovili smo, da lahko namesto 140 kosov izrežemo 160 kosov nosilcev – boljša razporeditev nosilcev. Poleg tega pa smo ustvarili komplete po 5 kosov nosilcev skupaj, ti pa nam močno olajšajo nadaljnjo obdelavo s krivljenjem. Z novim načinom izrezovanja nosilcev smo čas obdelave ene pločevine podaljšali za 3 min, kar je zanemarljivo v primerjavi s tem, kaj smo pridobili. Poleg tega, da bomo sedaj lahko obdelovali 5 kosov hkrati, smo izboljšali tudi izkoristek materiala za 14 %. Na sliki 4 lahko vidimo, kako izgledajo izrezani kosi. Vidimo, da je sedaj v enem kompletu 5 kosov nosilcev skupaj, kar bo močno olajšalo nadaljnje procese obdelave.



Slika 4: Izrezani kosi

Operater na krivilnem stroju lahko sedaj po zaslugi izboljšanega izreza nosilcev istočasno krivi 5 nosilcev. Na ta način se izboljša učinkovitost delovnega mesta za 80 %, saj delavec v istem času zakrivi 5 nosilcev. Če gledamo na ergonomijo na delovnem mestu, vidimo, da smo zmanjšali število ponavljajočih se gibov za 80 % in na ta način zmanjšali možnost poškodb in bolezni zaradi predolgega ponavljajočega se dela.

Pri samem sestavljanju povezovalne letve smo zamenjali proces vijačenja nosilca na cev s kovičenjem in pridobili na času. Spajanje s pomočjo kovičenja ne zahteva več fiksiranja profilov na mizo in natančnega pozicioniranja nosilca na profil. Zaradi predizvrtanih lukenj je to sedaj zelo enostavno.



Slika 5: Proces kovičenja

Z novim načinom izdelave so se spremenili tudi stroški materiala, potrebnega za izdelavo ene povezovalne letve. Sedaj iz ene pločevine dobimo 160 kosov nosilcev, kar je 20 več kot prej. S tem se zmanjša strošek enega nosilca. Vijake so zamenjale kovice, ki so tudi malenkost cenejše. Zmanjšala pa se je tudi poraba barve, saj sedaj z enim kilogramom barve pobarvajo 62 kompletov. Komplet se šteje kot 2 nosilca in 1 profil. Ostale cene se ne spreminjajo in ostajajo enake kot pri starem načinu dela.

Tabela 2: Strošek materiala pri novem načinu

SESTAVNI DEL	CENA/KOS [EUR]	POTREBNI KOSI	STROŠEK [EUR]
Nosilec	0,33	2	0,66
Profil	2,88	1	2,88
Kovice	0,024	4	0,10
File	0,016	2	0,03
Barva	0,27	1	0,27
<b>MATERIAL SKUPAJ</b>			<b>3,94</b>

Iz rezultatov je vidno, da je zaradi zamenjave prišlo do prihranka materiala 0,22 EUR na eno izdelano povezovalno letev. Če računamo na povprečno porabo 1000 kosov mesečno, je to prihranjenih 220 EUR mesečno, poleg pridobitev, ki smo jih še dobili z novim načinom dela.

Novi čas izdelave povezovalne letve je **97 s**. Na podlagi vseh prikazanih časov lahko vidimo, da smo stari čas obdelave **183 s** zmanjšali skoraj za polovico, in sicer na novih **97 s**. Rezultati časa so več kot odlični in kažejo velik napredek pri privarčevanem času izdelave ene letve.

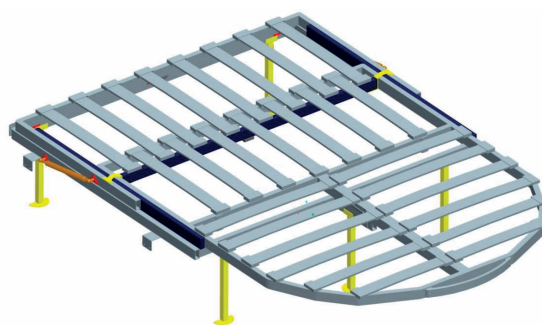
#### 4 REZULTATI

Na račun optimizacije smo veliko pridobili, kar je prikazano v tabeli 4. Procentualno smo zmanjšali stroške materiala za 5,3 % in zmanjšali čas izdelave za 47 %, kar je skoraj polovica. To pomeni, da smo s pomočjo optimizacije izboljšali učinkovitost izdelave povezovalne letve za dobrih 50 %, kar pomeni, da smo zastavljene cilje več kot uspešno opravili. Pričakuje se prihranek okoli 3000 EUR pri materialu na letni ravni, če upoštevamo povprečno naročilo 1000 kosov nosilcev posteljnega dna mesečno. Izboljšali smo učinkovitost izrabe materiala, povečali učinkovitost delavca na krivilnem stroju in delavca, ki sestavlja povezovalno letev.

Tabela 3: Pridobitve z optimizacijo

PRIDOBITVE Z OPTIMIZACIJO			
	Pred optimizacijo	Po optimizaciji	PRIHRANEK
Strošek materiala	4,16 EUR	3,94 EUR	0,22 EUR
Čas izdelave	183 s	97 s	86 s

Cilj je bil dosežen in na podlagi rezultatov smo se odločili, da bomo sedaj povezovalno letev izdelovali po novem načinu dela. Končni izdelek, v katerem je vgrajena povezovalna letev je prikazan na sliki 6.



Slika 6: Končni izdelek

## 5 ZAKLJUČEK

Problem premajhne učinkovitosti pri izdelavi različnih izdelkov je potrebno vedno najprej iskati v zasnovi tehnoloških procesov obdelave. Ravno tam se največkrat pojavljajo napačni pristopi izvajanja, ki posledično vodijo do zaviranja učinkovitosti. V prispevku je prikazano, kako je z nekaj spremembami možno dosežati veliko večjo učinkovitost. Če želi biti posamezno podjetje konkurenčno, mora ves čas stremeti k izboljševanju organizacije dela in čim več storiti že pri načrtovanju.

Velik del optimizacije je bila ravno organizacija dela, saj smo že s spremembo izrezovanja nosilcev izboljšali izrabo materiala. Doseženi so bili vsi zastavljeni cilji in končni rezultati so bili celo boljši od pričakovanih. Optimizacija je bila uspešna in sedaj je v uporabi nov izboljšan in učinkovitejši način dela. Delavce je potrebno ves čas spodbujati k odkrivanju novih inovacij, saj so le-te ključ do uspeha, mi pa s pomočjo njih ves čas pridobivamo informacije, koristne za izboljšave.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Čretnik, D. *Tehnologija spajanja in preoblikovanja*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2006.
- [2] Šmarčan, P., et. al. *Tehnologija obdelave: Mehanska tehnologija*. Maribor: Tehniška fakulteta Maribor, 1990.
- [3] Gubenšek, I., *Tehnologija*. Celje: Šolski center Celje, 2004.
- [4] Jereb, J. *Tehnologija obdelave za oblikovalca kovin*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1997.
- [5] Buchmeister, B. in Gusel, L. *Preoblikovalne tehnologije*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2015.
- [6] Muren, H. *Odrezavanje in odnašanje*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1995.
- [7] Pahole, I. in Balič, J. *Obdelovalni stroji*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2003.
- [8] Ren, Z. in Glodež, S. *Strojni elementi 1. del*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2011.
- [9] Kraut, B. *Krautov strojniški priročnik*. Ljubljana: Littera picta, 2002.

# OPTIMIZACIJA PROIZVODNEGA PROCESA IZDELAVE MELAFILMA

**Branko Novak, dr. Marica Prijanovič Tonkovič**

*Melafilm je impregnirani dekorativni papir, ki se ga uporablja za oplemenitenje iverne plošče. Kot vsi proizvodni procesi se tudi proizvodnja izdelave melafilmov ne preneha spreminjati, kar zahteva spreminjanje in izboljševanje proizvodnega procesa, da zagotovimo željeno kakovost produktov za vse vrste kupcev. Kljub neprestani kontroli kakovosti, smo se soočili z reklamacijo, kjer so v proizvodnem procesu pri enem naših kupcev nastali problemi med procesom t. i. stiskanja "v globokih porah". Na lesenih dekorativnih papirjih je prišlo do pojave svetlečih točk. Vzrok za napako je bil, da se smola pri impregnaciji zgornje plasti melafilma ni dovolj razlila.*

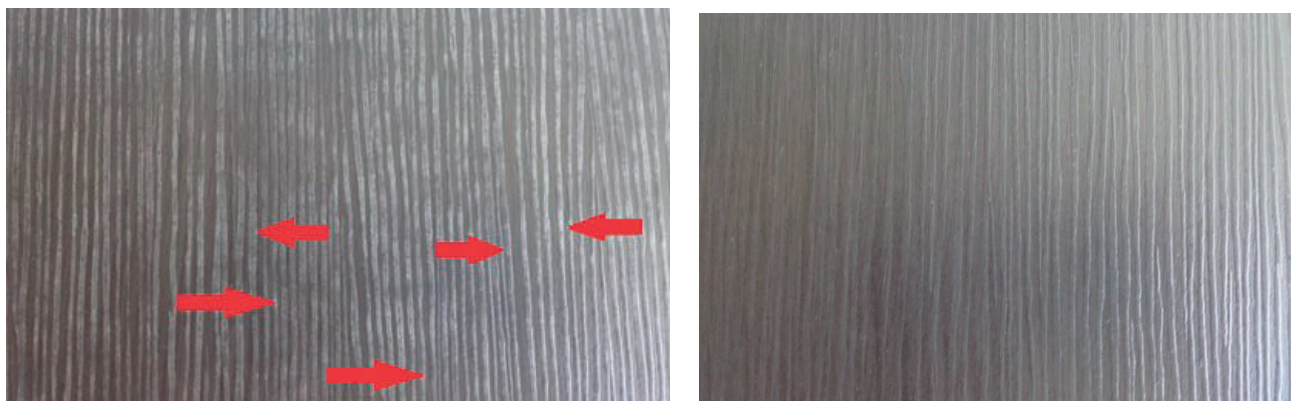
*Zato se je v proizvodnem procesu pregledoval postopek izdelave melafilma. Ugotovljeno je, da do problema lahko pride zaradi prehitrega staranja melafilmov. Za preiskavo so narejeni tri vrste preizkušancev. Na osnovi analiz kakovosti in cene je izbrana najboljša varianta. Narejene preizkušance so dostavljene kupcu. Prva ocena je bila dobra, vendar se je po letu dni ponovno pojavila napaka svetlečih točk. Preiskave so pokazale, da je vzrok za pojav napak na zgornji plasti melafilma nezadostna količina melaminske smole v prvi smolni mešanici. Zato so narejeni novi preizkušanci z višjo vsebnostjo melaminske smole. Ugotovljeno je, da je stisljivost preizkušancev dobra tudi po več kot petih mesecih staranja in da je zlepljenost melafilmov optimalna pri vsebnosti 50 % melaminske in 50 % sečninske smole v prvi smolni mešanici.*

**Ključne besede: melafilm, impregnacija, stiskanje, globoke pore, smole, količina, kakovost**

## 1 UVOD

Melafilme se izdeluje v Sloveniji v podjetju Melamin, d. d. v Kočevju. V podjetju so razvili in industrijsko preizkusili vrsto vodotopnih laminatnih smol, sintetičnih smol za lake in smol za impregnacijo čevljarskih platen. S svojo proizvodnjo melafilmov so postali na evropskem tržišču nepogrešljiv dobavitelj. Podjetje je danes usmerjeno k čim boljšemu prilagajanju potrebam trga [1] in zagotavljanju neprestane izboljšave na področju varstva okolja, varovanja zdravja in varnosti pri delu, kar se dokazuje tudi s pridobitev certifikatov ISO 9001:2000 in ISO 14001 [2].

Pri izdelavi melafilma je pomemben nadzor kakovosti [3], saj se ne preneha spreminjati proizvodni proces. Izdelki, ki so impregnirani, tj. dekorativni papirji oz. melafilmi, se uporabljajo za oplemenitenje surovih ivernih plošč, kjer se izvaja lahko tudi impregnacija globokih por. Za izdelavo izdelka te tehnologije [4], se izdelava poseben program za impregnacijo globokih por, pri katerem so natančno določeni parametri za doseganje ustrezne kakovosti izdelka. Impregnacija poteka počasneje kot pri ostalih dekorativnih papirjih, in sicer pri približno 10–15 % nižjih hitrostih. Prilagoditi je treba tudi temperaturni režim. Tako se je zvišala temperatura v prvem delu sušilne komore pred drugim nanosom smole na raster valj. Hkrati se je dvignilo nanos smole za 1 %, vlažnost pa za 0,5–0,7 %. Pri stiskanju melafilmov pri omenjenih pogojih so se pri kupcu na površini iverne plošče pojavile svetleče točke (slika 1) in zato reklamacija.



Slika 1: a) Pojav belih in svetlečih madežev na površini zgornje plošče, b) kvalitetna površina na spodnji plošči

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Najprej smo pregledali kakovost že izdelanih melafilmov ter poskušali poiskati kakršne koli razlike ali odstopanja, ki bi lahko vplivali na nastanek omenjenega problema. Analizirali smo nanose in sestavne komponente izdelanih melafilmov, kako se ti v časovnem obdobju spreminjajo in kako takšno spreminjanje vpliva na izgled stisnjene plošče. Poleg naštetih analiz smo izvedli tudi temeljito analizo stisnjene reklamirane plošče. Ugotovili smo, da težava verjetno temelji na slabšem razlivanju melaminske smole. Dekor papir, ki smo ga stiskali na laboratorijski stiskalnici (slika 2a), je popolnoma ustrezal danim kriterijem. Na bolj zahtevni, sijajni površini plošče, pa so se že pojavile rahle svetleče točke oziroma poroznost površine (slika 2b).

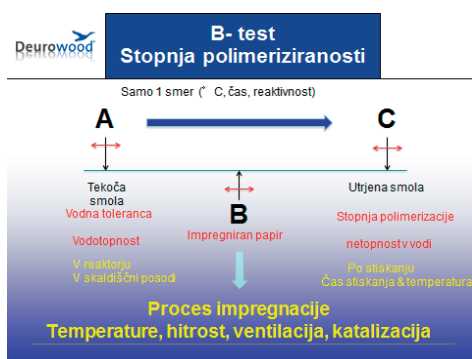


Slika 2: a) Ustrezna mat površina, b) svetleče točke na sijajni površini plošče

Kot je bilo že omenjeno, je glavni vzrok za slabo kakovost razlivanje smole in prehitro staranje melafilmov. Glede na to smo uvedli dve dodatni analizni metodi kontrole proizvodnega procesa in sicer:

- analizo polimeriziranosti melafilma ali B test (slika 3), z izvedbo katerega že pri samem impregnacijskem procesu zelo hitro določimo parametre, kot so temperatura, hitrost impregnacije, prezračevanje in katalizacija [5, 6],





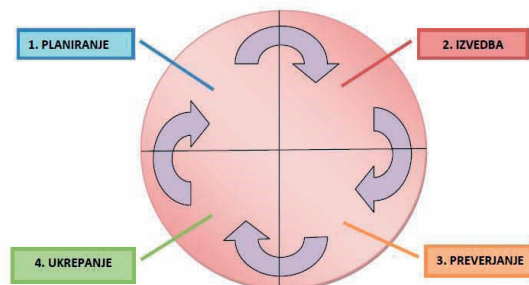
Slika 3: Specifikacija parametrov impregnacije – B test

- razlez smole na stisnjemem krogcu (slika 4), iz katerega razberemo, za koliko se je ob danih parametrih povečal polmer kroga – tj. izmerimo iztečeno smolo. Rezultat se poda v mm.



Slika 4: Naprava za merjenje razleza smole

Da bi odpravili napako belih sijočih točk, smo se odločili, da izdelamo tri različne variante melafilma s tremi različnimi parametri stiskanja. Poleg kakovosti smo po stiskanju upoštevali tudi ceno izdelave preizkušancev. Tako smo se zaradi cene melafilma odločali med variantami A, B in C. Izbrali smo varianto B. Preizkušance smo nato dostavili kupcu. Pri raziskavah smo upoštevali izvedbo preizkusov po načelu Demingovega kroga [7] (slika 5) in potek izdelave izdelkov z melafilmom po varianti B ponovno preverili.

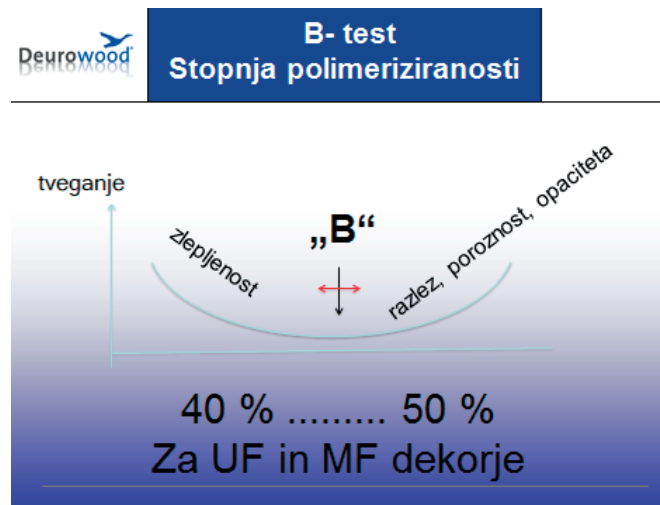


Slika 5: Demingov krog

Tako smo pri ponovnem preverjanju pri kupcu ugotovili, da je zopet prišlo pri stiskanju melafilmov v globoke pore do pojava svetlečih točk. Zato smo se lotili analiz in novih laboratorijskih testiranj. Že predhodno smo ob testiranju z B testom prišli do zaključka, da so idealne vrednosti B testa za impregniiran dekorativni papir med 40–50 %, kar je razvidno tudi iz slike 6. Izvedli smo nove



preizkuse, kjer smo spreminjali vsebnost sečninske in melaminske smole ter razmerja deležev dodatkov, ki jih dajemo v prvo in drugo smolno mešanico.



Slika 6: Vrednosti B testa (UF – sečninsko-formaldehidna impregnacija, MF – melaminsko-formaldehidna impregnacija)

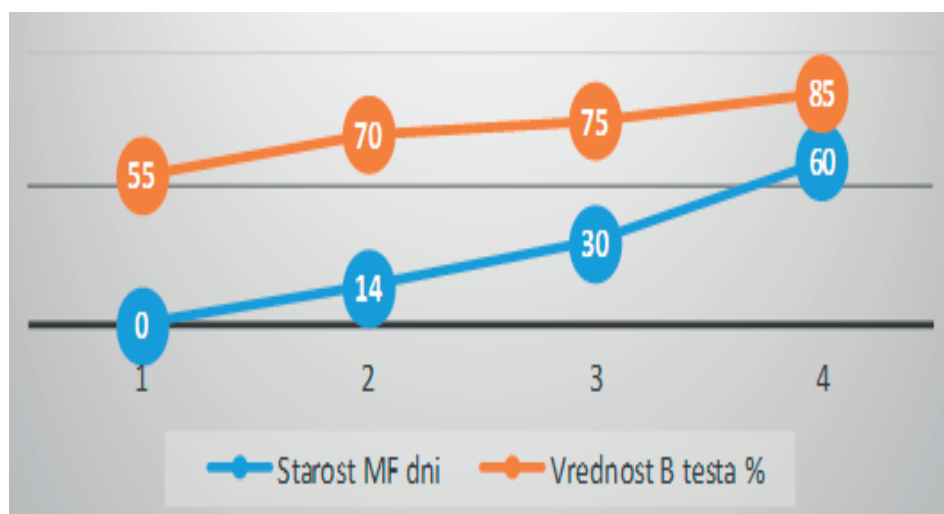
Opravili smo štiri različne preizkušance ob različni vsebnosti sečnine v prvi smolni mešanici, in sicer: 100 %, 80 %, 50 % ter 0 % sečnine. Pri tem smo opazovali cikel staranja in zlepjenost melafilmov.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Ko smo s pomočjo B testa analizirali melafilme, smo prišli do ugotovitev, podanih v tabeli 1. Vrednosti B testa novo izdelanih melafilmov so bile med 50 % in 60 %, kar že pomeni slabše razlivanje smole, ki lahko pri zahtevnem stiskanju v globoke pore predstavlja težavo. S staranjem melafilmov se vrednosti B testa hitro večajo, tako je vrednost po 14 dneh med 60 % in 70 %, po enem mesecu je med 60 % in 75 %, po dveh mesecih pa že med 75 % in 85 % (slika 7). Posledica tega je polimerizacija. To pomeni, da se smola na melafilmu toliko postara, da se pri stiskanju v stiskalnici več na razlije po površini in zaradi tega nastane neustrezna površina.

Tabela 1: Rezultati analize melafilmov izdelanih po stari recepturi

Starost melafilmov	Vrednost B testa
Novo izdelani MF	55 – 60 %
MF stari 14 dni	60 – 70 %
MF stari 30 dni	60 – 75 %
MF starejši od 60 dni	75 – 85 %



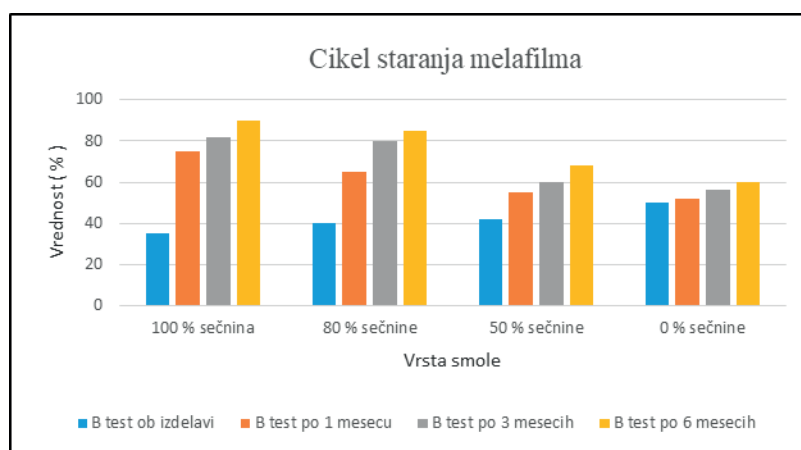
Slika 7: Staranje melafilma in vrednosti B testa

Kot že omenjeno, smo izdelali melafilme z novimi parametri, ki so se izkazali za kvalitetnejše, a problem je pojavil zaradi zlepljenosti melafilmov. Tako smo poleg staranja melafilmov preučevali tudi njihovo zlepljenost, na katero vpliva razmerje smole v prvi smolni mešanici. Opravili smo preskus in impregnirali lesene dekorativne papirje samo s sečninsko smolo, tj. s 100 % deležem sečninske smole v 1. smoli, medtem ko je druga smolna mešanica vsebovala vedno 100 %-no melaminsko smolo. Ugotovili smo, da sečninska smola v tem razmerju ne doprinese ničesar k razlezu smole. Cikel staranja smole je pri melaminski smoli normalen – smola sčasoma izgublja moč razleza. Rezultate testov različne vsebnosti sečninske smole prikazuje tabela 2 in slika 8.

Tabela 2: Cikel staranja melafilma glede na razmerje sečninska/melaminska smola v prvi smolni mešanici

Delež sečninske smole v prvi smolni mešanici	B test ob izdelavi	B test po 1 mesecu	B test po 3 mesecih	B test po 6 mesecih
100 % sečninska smola	35 %	75 %	82 %	90 %
80 % sečninske smole	40 %	65 %	80 %	85 %
50 % sečninske smole	42 %	55 %	60 %	68 %
0 % sečninske smole	50 %	52 %	56 %	60 %

\* Druga smolna mešanica je vedno 100 % melaminska smola.

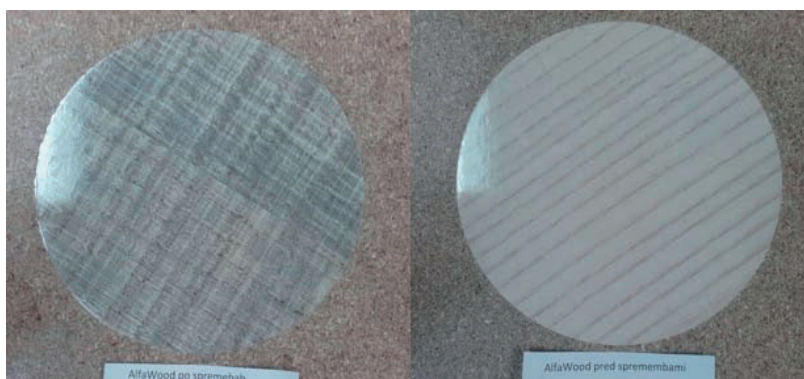


Slika 8: Cikel staranja melafilma glede na razmerje smole

Z laboratorijskimi testi, ki smo jih izvedli, smo ugotovili naslednje:

- Ob sami izdelavi so vsi melafilmi ustrezni za stiskanje v globoke pore.
- Z večanjem deleža melaminske smole v prvi smolni mešanici se podaljšuje življenjska doba melafilmov.
- Razmerje 50 % melaminske in 50 % sečninske smole in 100 % melaminska smola dajeta dobre rezultate stiskanja tudi po 6 mesecih.

Po analiziranju staranja melafilmov v odvisnosti od deleža melaminske smole v prvi smolni mešanici smo morali rešiti še težave z lepljenjem. Kot je razvidno s slike 10, je verjetnost oziroma nevarnost, da se smola ne razleze večja, če je B test nižji od 40 %. Iz izkušenj, ki smo jih pridobili s stiskanjem in razlezom smole ter staranjem melafilmov, pa obstaja pri B testu večjem od 50 %, velika možnost nastanka svetlečih točk po stiskanju oziroma se življenjska doba melafilma mnogo krajša. Poiskati smo morali ustrezen kompromis, pri katerem se bo vrednost B testa nagibala proti vrednosti 50 %, medtem ko bo razlez melaminske smole ohranjal svojo kakovost.



Slika 9: Viden učinek sprememb pri razlezu

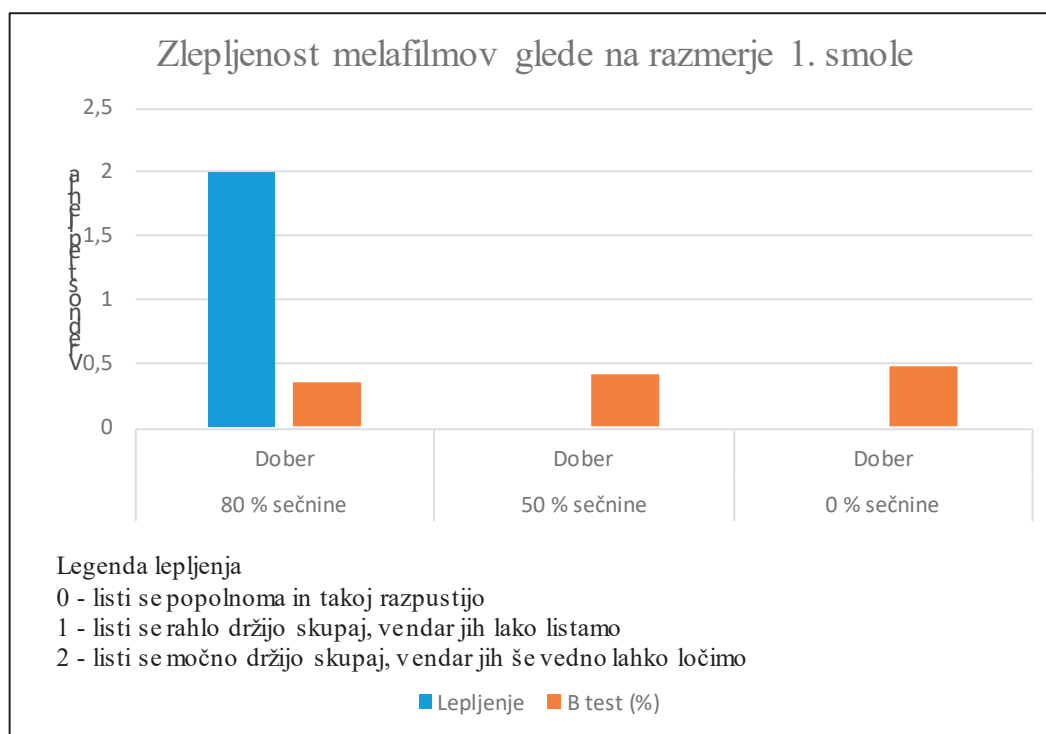
Naredili smo več različnih testiranj z DeuroSlide CE sredstvom, ki zmanjša lepljivost melafilmov. V tabeli 3 so zbrani rezultati več testiranj, na osnovi katerih smo se odločili, kakšne melafilme bomo poslali na testiranje kupcu.

Tabela 3: Zlepljenost melafilmov glede na razmerje sečninska/melaminska smola prvi smolni mešanici

Delež sečninske smole v prvi smolni mešanici	Izgled plošče	Lepljenje	B test
80 % sečninske smole	Dober	1–2	35 %
50 % sečninske smole	Dober	0	42 %
0 % sečninske smole	Dober	0	48 %

Glede na rezultate vseh analiz, ki smo jih opravili, smo se odločili, da bomo v prvi smolni mešanici uporabili razmerje 50 % melaminske in 50 % sečninske smole. Melafilmi, izdelani po takšni recepturi, so cenejši in praktično identične kakovosti kot tisti, ki imajo v prvi smolni mešanici 100 %-no melaminsko smolo, a so veliko dražji.

## 4 REZULTATI



Slika 10: Zlepljenost melafilmov glede na razmerje sečninska/melaminska smola v prvi smolni mešanici

Pri izdelavi izdelka je pomemben pravilen nadzor kakovosti. Neprestano izboljševanje proizvodnega procesa in izdelkov zagotavlja zadovoljstvo kupca. V raziskavi smo se ukvarjali s kakovostjo dekorativnih papirjev oz. melafilmov, ki se uporabljajo za oplemenitenje surovih ivernih plošč, kjer se izvaja lahko tudi impregnacija globokih por. Ker so bili dekorativni papirji slabe kakovosti, smo bili prisiljeni spremeniti tehnologijo izdelave izdelka.

Soočili smo se z reklamacijo. Potrebno je bilo analizirati najprej obstoječi način izdelave, nato pa so sledile raziskave z namenom izdelati kakovosten izdelek. To smo dosegli s pravilno mešanico, in sicer 50 % melaminske in 50 % sečninske smole v prvi smolni mešanici. Posledica je bila, da smo izdelke, tj. impregnirane dekorativne papirje oz. melafilme, izboljšali do te mere, da jih mnogo lažje ponujamo vse zahtevnejšim kupcem. Z izdelavo kakovostnih dekorativnih papirjev po omenjenem postopku pa smo postali bolj konkurenčni.

## 5. LITERATURA IN VIRI

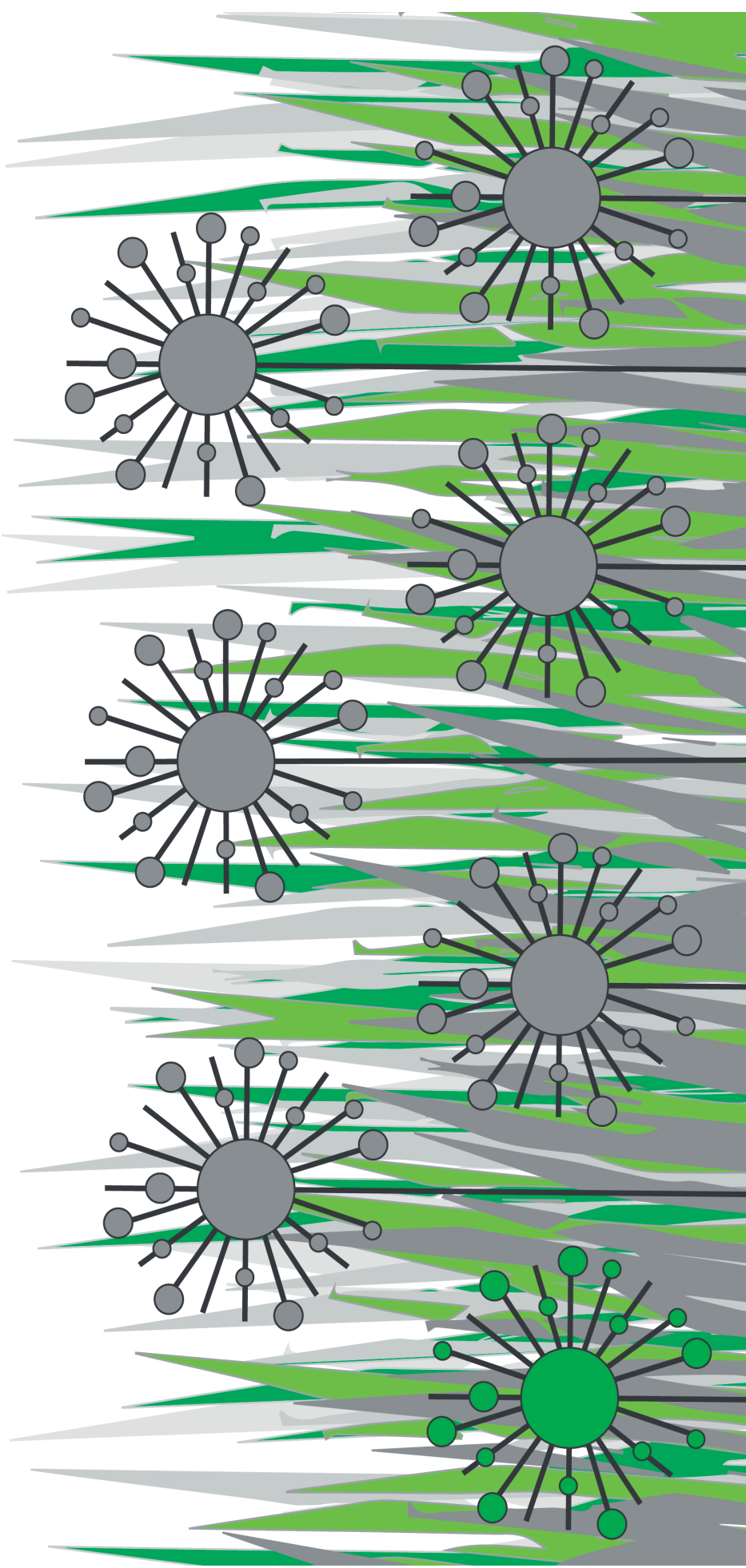
- [1] Melamin d. d. Kočevje, »Prospekt podjetja Melamin d.d., Kočevje: Melamin d. d.«, Kočevje, 2014.
- [2] Melamin d. d. Kočevje, »Melamin d. d. Kočevje - melaminska kemija«, (online), 2017, uporabljeno: 25. 1. 2017, dostopno na: <http://www.melamin.si>.
- [3] M. Aljaž Rožič, »Melaminov interni organizacijski predpis Proces upravljanja kakovosti OP 07.01, Melamin d.d.«, Kočevje: Melamin d.d., 2015.
- [4] A. Drobnič, »Melaminov interni tehnološki postopek Impregnacija VITS TP 01.01, Predpis za izdelavo melafilma KT«. Kočevje: Melamin d.d., 2018.
- [5] I. Turk, »Melaminov interni analitski postopek, AP 22 Določanje B časa pri 100 °C«. Kočevje: Melamin d. d., 1986.

- [6] I. Turk, »Melaminov interni analitski postopek, AP 21 Določanje B časa pri 150 °C«. Kočevje: Melamin d. d., 1986.
- [7] »Demingov krog«, (online), 2018, uporabljeno: 24. 1. 2018, dostopno na: [https://www.google.si/search?q=demingov+krog&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=X6NHY3oqUfoymEM%253A%252CHIRT-S0i9kOXzM%252C\\_&usg=\\_\\_axN4zaO8jXfOUEkiVMJFIOcNfPU%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiT\\_YOot\\_DYAhWGL1AKHQMRAMUQ9QEIKjAB#imgrc=sFep\\_C7yCXc\\_LM:](https://www.google.si/search?q=demingov+krog&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=X6NHY3oqUfoymEM%253A%252CHIRT-S0i9kOXzM%252C_&usg=__axN4zaO8jXfOUEkiVMJFIOcNfPU%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiT_YOot_DYAhWGL1AKHQMRAMUQ9QEIKjAB#imgrc=sFep_C7yCXc_LM:)





# VARSTVO OKOLJA IN KOMUNALA



# MOŽNOSTI UPORABE BLATA S CENTRALNE ČISTILNE NAPRAVE GROSUPLJE

Tadej Cimerman, Vlasta Medvešek Crnkovič

*Varstvo voda vključuje tudi čiščenje odpadne vode iz urbanih naselij na namenskih čistilnih napravah, kjer z različnimi postopki dosegamo kvalitetnejši končni izpust obdelane vode v naravo, kot pa v času vstopa v objekt.*

*Število čistilnih naprav v Sloveniji narašča, narašča tudi količina očiščene odpadne vode, kot odpadni produkt čistilnih naprav pa je vse več tudi odpadnega blata, katerega nadaljnja uporaba je omejena glede na vsebnost potencialnih onesnaževal v njem.*

*Diplomska naloga se osredotoča na trenutno obdelavo blata na Centralni čistilni napravi Grosuplje (v nadaljevanju CČN Grosuplje) in predvidi možnosti za njego uporabo glede na kemijsko sestavo in predmetno zakonodajo.*

*Na osnovi preučitve ocen odpadka se lahko zaključi, da se blato s CČN Grosuplje lahko uporablja kot gorivo v velikih kurilnih napravah v tujini. Za imetnika odpadkov pa to predstavlja eno izmed najdražjih rešitev. Zaradi navedenih dejstev je Javnemu komunalnemu podjetju Grosuplje d. o. o., v prihodnosti cilj, da ugotovi in odpravi vzroke za kemijsko manj primerno odpadno blato. Kemijsko kvaliteto blata pa bo težko doseči, ker se večje vrednosti nekaterih težkih kovin pojavljajo že v odpadni vodi na dotoku na čistilno napravo. Če se bi kvaliteta vhodne onesnažene vode izboljšala, bi lahko blato s CČN Grosuplje uporabljali kot sredstvo za gnojenje na okoliških kmetijskih površinah. S tem pa bi se stroški ravnanja z odpadnim blatom tudi občutno znižali. Možnosti za boljšo kvaliteto blata so tudi v nadgradnji postopkov čiščenja na CČN in nadgradnji obdelave blata, ki se izvaja na CČN.*

**Ključne besede: hrup, emisije, protihrupna zaščita, mejne vrednosti**

## 1 UVOD

Naloga obravnava področje odvajanja in čiščenja odpadne vode, ki zajema kanalizacijsko omrežje, ki se zaključi s centralno čistilno napravo. Osnovna naloga kanalizacijskega omrežja je hitro ter higiensko sprejemljivo zbiranje ter odvajanje onesnaženih odpadnih vod v čistilne naprave, kjer se od transportnega sredstva (vode) ločijo vsi organski in anorganski »dodatki«, ki jih uporabljena vode med potjo zbere in odnaša.

Po ustrezni izločitvi teh okolju škodljivih snovi se primerno očiščena odpadna voda vrača v naravo. V naravni krogotok pa je smiselno vračanje tudi obdelanih anorganskih ter organskih snovi, ki jih vsebuje blato s čistilnih naprav. Zato je potrebno blato optimalno ekološko in ekonomsko obdelati in ustrezno uporabiti.

Pred leti se je blato deponiralo na komunalne deponije, leta 2009 pa se je odlaganje z zakonodajo prepovedalo zaradi prevelike organske in kemijske obremenjenosti blata ter posledično škodljivih vplivov na okolje. Zaradi tega se išče nove možnosti za koristno uporabo blata ob čim manjših stroških.

Na podlagi preučitve nastalih količin odpadnega blata na letnem nivoju in ocen odpadka smo preučili možnosti za čim bolj smotrno nadaljnjo uporabo odpadnega blata, ki nastaja na CČN Grosuplje, ki je v upravljanju Javnega komunalnega podjetja Grosuplje, d. o. o. CČN Grosuplje je bila zgrajena leta 2014 in omogoča dodatno tretjo stopnjo čiščenja, s katero se iz odpadne vode odstranjuje dušikove in fosforjeve spojine. Čistilna naprava lahko na dan prečisti do 7.700 m<sup>3</sup> odpadne vode, njena zmogljivost je 20.000 PE. [4]

Na čistilni napravi se v gniliščih izvaja obdelava odpadnega blata, katerega se po dehidraciji na centrifugalni črpalki kot odpadke odda pooblaščenemu prevzemniku. Čistilna naprava je zasnovana tako, da se metan, ki nastane v procesu obdelave blata v gniliščih, zajema in izkorišča, bodisi na bakli ali pa za proizvodnjo elektrike in toplotne energije. Proizvedeno toplotno energijo uporabljajo za ogrevanje gnilišč in upravnih prostorov. [4]

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Po nastanku biološkega blata se čistilne naprave srečujejo s težavo, kje ga uporabiti oz. komu ga oddati. Slika 1 predstavlja nekaj možnih načinov odstranitve biološkega blata. Nastalo blato se pod določenimi pogoji lahko ponovno uporablja kot gnojilo na kmetijskih in zelenih površinah ali se ga termično obdela. Oddaja biološkega blata na deponijah kot prekrivni sloj odpadkov je bila v preteklosti tudi mogoča opcija, ki pa jo v zadnjih letih zakonodaja prepoveduje oziroma močno omejuje. V industrijskem sektorju se sežig blata izvaja v manjšem obsegu, predvsem zaradi potrebe po predhodnem sušenju blata.

Odpadno blato ima status biogenega odpadka, v katerem je masno razmerje med organskimi in anorganskimi sestavinami približno 2:1. V obdobju po prepovedi njegovega odlaganja se je naša država soočala z množičnim zapiranjem nekdanjih občinskih odlagališč odpadkov, tako da je bilo veliko stabiliziranega in dehidriranega blata uporabljenega za zaključne sloje odlagališč. Ker pa je večina manjših odlagališč danes zaprtih ali pa v končnih fazah zapiranja, se dolgoročni potencial takega ravnanja z blatom zmanjšuje.

Podobno možnost uporabe nudi tudi rekultiviranje okoljsko degradiranih površin, kot npr. kamnolomov, glinokopov, starih industrijskih con, gramoznih jam itd., oz. pri večjih posegih v okolje (npr. gradnja prometnic, nasipavanje brežin avtocest), kjer bi morali odpadni materiali te vrste imeti prednost. Krožno gospodarstvo mora take pristope podpirati s sistemskimi ukrepi. [2]

Uporaba biološkega blata na kmetijskih površinah je ekološko in ekonomsko najboljši ter najcenejši način odstranjevanja, če so izpolnjeni in zagotovljeni naslednji pogoji:

dobra kakovost blata z zanemarljivimi količinami škodljivih snovi,

zadostna regionalna razpoložljivost ustreznih kmetijskih površin za uporabo blata.

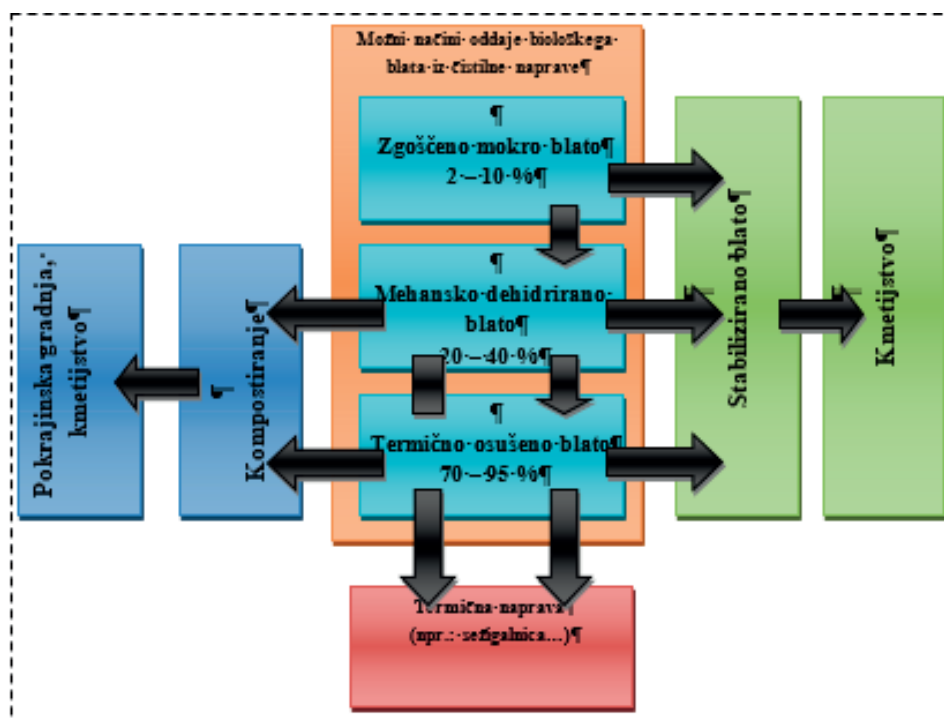
visoka vsebnost za rastlinstvo razgradljivih hranilnih snovi v blatu. [1]

Večletne praktične izkušnje in meritve različnih inštitucij nam jasno kažejo, da pri gnojenju z neoporečnim biološkim blatom iz čistilnih naprav ne nastopajo nič višje onesnažitve, kakor pri gnojenju z ostalimi organskimi gnojili. Tako pri pravilni predpisani uporabi biološkega blata, gnojenje z njim ne poslabša lastnosti tal. [1]

Kljub prisotnosti koristnih snovi v blatu pa so potencialno prisotne tudi moteče snovi, predvsem težke kovine. Potencial je tako velik, ker pa je pogosto problem v kakovosti, je interes za uporabo blata vprašljiv.

Sežiganje biološkega blata pomeni uničevanje biološke substance. Zatorej naj bi se sežiganje blata načeloma izvajalo le tam, kjer se zaradi svoje neustrezne kakovosti ne priporoča za kmetijsko uporabo ali pa kjer je pomanjkanje ustreznih kmetijskih površin. Pri obdelavi blata poznamo tudi napredne termične postopke obdelave, kot sta piroliza in uplinjanje.

Slika 1: Možni načini odstranitve biološkega blata [1]

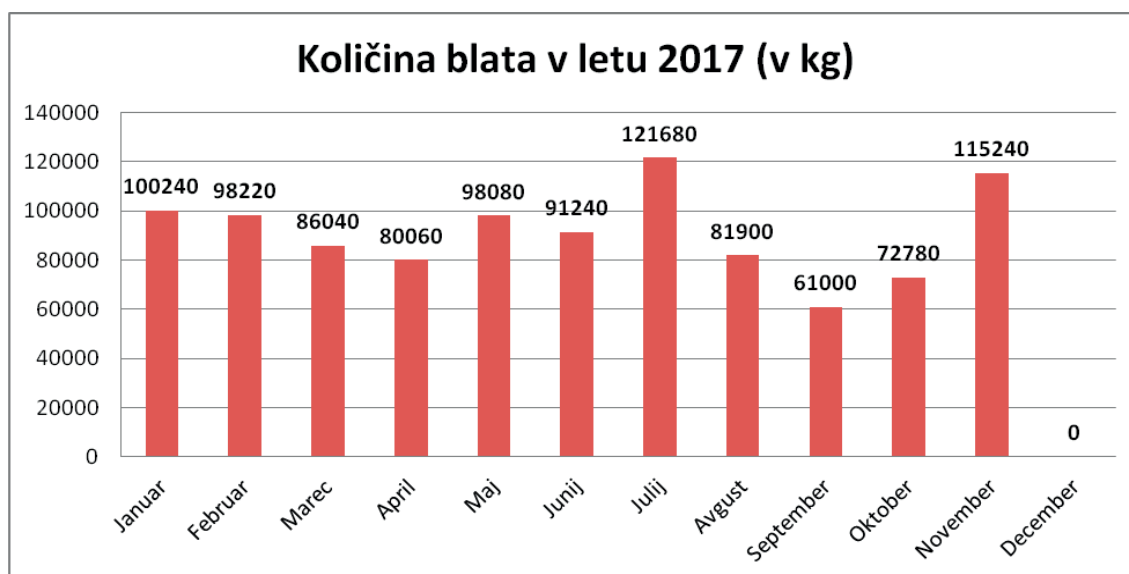


### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

V Javnem komunalnem podjetju Grosuplje d. o. o. smo pridobili podatke o količinah nastalega blata po mesecih za leti 2016 in 2017 ter ocene odpadkov za odpadno blato za obdobje 2015–2017. Ocene odpadkov se izvajajo enkrat letno. Iz zbranih podatkov, gradiva omenjenega podjetja in ostalih virov smo določili najprimernejšo možnost za uporabo biološkega blata, hkrati pa smo podali tudi nekaj predlogov, ki vodijo k nastanku blata s širšim spektrom uporabe.

### 4 REZULTATI

Pri pregledu mesečnih količin nastalega blata, ki jih ponazarja grafikon 1, smo ugotovili, da je 83873 kg povprečna mesečna količina blata za leto 2017. Količina za mesec december 2017 je nič, ker je podjetje v tem mesecu čistilo gnilišča, tako da se je vsa pridobljena količina priraslega blata zadržala v gniliščih. [4]



Grafikon 1: Količina blata 2017 [4]

Ocena odpadka (blata) je v letu 2017 pokazala, da kemijsko odpadek ne ustreza zahtevam za nenevarne odpadke, ki se odlagajo na odlagališčih nenevarnih odpadkov, ker so presežene mejne vrednosti naslednjih parametrov: raztopljeni organski ogljik (DOC), antimon in žarilna izguba. [5]

Glede na rezultate odpadek ne ustreza zahtevam za odlaganje, možno pa ga je pripraviti za energetska izrabo.

## 5 ZAKLJUČEK

Trenutno je vsa količina blata, ki nastane na CČN Grosuplje, nadalje obdelana in uporabljena na Madžarskem kot prekrivni oz. rekultivacijski sloj na odlagališčih ali drugih površinah. Seveda pa je ta rešitev ekonomsko in organizacijsko manj primerna za imetnika odpadka, ker mora kriti tudi stroške prevoza v tujino. Glede na rezultate ocene odpadka torej biološko blato ne ustreza zahtevam slovenske zakonodaje za odlaganje ali uporabo v kmetijstvu, možno pa ga je pripraviti za energetska izrabo.

Ob boljši kakovosti blata bi bile večje tudi možnosti za njegovo uporabo in hkrati nižji stroški, kar je tudi cilj krožnega gospodarstva. To pa je mogoče doseči na naslednje načine:

- Dosledno čiščenje industrijskih odpadnih voda iz proizvodnih dejavnosti na industrijskih čistilnih napravah pred vtokom na CČN Grosuplje.
- S postopkom higenizacije na CČN Grosuplje zmanjšati količino prisotnih bakterij v blatu.
- Nadgraditi CČN Grosuplje s sodobnimi tehnologijami čiščenja odpadne vode in obdelave blata, npr. dodatno sušenje blata ob hkratni higenizaciji in izdelavi peletov, pri čemer se bistveno zmanjša količina nastalega blata.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] F. Maleiner, »Uporaba biološkega blata iz čistilnih naprav«, (online), 2006; uporabljeno dne 5. 12. 2017, dostopno na: <http://www.zveza-dgits.si/gradbeni-vestnik-12-2006>.
- [2] V. Mislej, V. Grilc, »Ravnanje z odvečnim blatom bioloških čistilnih naprav v kontekstu krožnega gospodarstva«, (online), 2016, uporabljeno: 5. 12. 2017, dostopno na: [http://www.voka.si/sites/default/files/vo\\_ka\\_si/stran/datoteke/mislej-grilc\\_2016.pdf](http://www.voka.si/sites/default/files/vo_ka_si/stran/datoteke/mislej-grilc_2016.pdf)
- [3] N. Samec in F. Kokalj, »Vodni dnevi«, 2001.
- [4] Javno komunalno podjetje Grosuplje, (online), 2018, uporabljeno dne 18. 1. 2018, dostopno na: <http://www.jkpg.si/>,
- [5] Javno komunalno podjetje Grosuplje, »Ocena odpadka za leto 2017«, arhiv, ogled in uporabljeno 1. 3. 2018.



# UPORABA ODLAGALIŠČNEGA PLINA NA ODLAGALIŠČU MALA MEŽEKLA

Denis Hren, dr. Jani Zore

*Komunalni odpadki vsebujejo precejšen delež organskih snovi, ki se s pomočjo anaerobnih bakterij razkrajajo, pri čemer nastaja zmes plinov, ki ga v večini tvorita ogljikov dioksid in metan. Ta plin ima številne stranske učinke: visok toplogredni učinek, neprijetne vonjave, vnetljivost in eksplozivnost, korozivnost, poškoduje in uničuje rekultivirane površine in rastlinje na zaključenih površinah odlagališča in v okolici. Z ureditvijo odlagališča, sistematičnim odlaganjem odpadkov in pravilnim ravnanjem z že odloženimi odpadki se doseže boljše rezultate pri kakovosti in količini zajetega odlagališčnega plina, ki ga je mogoče energetsko izrabiti. Količina plina je odvisna od številnih dejavnikov, od katerih so najpomembnejši: vrsta odloženih odpadkov, vgrajevanje odpadkov v telo odlagališča, specifična teža odloženih odpadkov, starost odpadkov, vlažnost in temperatura v odlagališčnem telesu, tesnjenje odlagališča, prisotnost kisika, način in intenziteta odvajanja plina iz odlagališča ter vremenske razmere.*

*Za energetsko izrabo odlagališčnega plina je potrebno natančneje določiti količine nastalega plina in časovno dinamiko nastajanja. V članku je prikazana ocena nastanka odlagališčnega plina na manjšem odlagališču nenevarnih odpadkov Mala Mežakla. Pri oceni so bili uporabljeni različni modeli in primerjava količin nastalega plina na nekaterih slovenskih odlagališčih.*

**Ključne besede: odpadki, biološko razgradljivi odpadki, odlagališče, odlagališčni plin, energetska izraba plina**

## 1 UVOD

Odloženi komunalni odpadki na odlagališču nenevarnih odpadkov tvorijo telo odlagališča. Telo odlagališča deluje kot bioreaktor, v katerem mikroorganizmi pod vplivom aerobne in anaerobne razgradnje organskih snovi proizvajajo odlagališčni plin. Sestavljen je iz mešanice plinov, je brezbarven in ima značilen, neprijeten vonj zaradi prisotnosti organskih žveplovih spojin. Nastajanje plinov v odpadkih je stalen biološki proces, katerega intenzivnost je težko predvideti, le delno nanj vplivati in ga kontrolirati.

Glavne komponente odlagališčnega plina so metan, ogljikov dioksid, ogljikov monoksid, kisik in dušik. Prav tako vsebuje manjše količine žveplovodika, ogljikovega hidrida in nekaj halogeniranega ogljikovodika ter ostalih plinov (vodik, vodikov sulfid ...). Zaradi vsebnosti metana je odlagališčni plin na eni strani požarno in eksplozijsko nevaren (do požarov ali eksplozij lahko pride v notranjosti ali na površini odlagališča) in na drugi strani energetsko zanimiv kot obnovljivi vir energije.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Odlagališčni plini nastajajo iz organskih snovi v telesu odlagališča kot posledica delovanja mikroorganizmov v več stopnjah. Na začetku biološka razgradnja poteka v aerobnih razmerah, ker je nekaj zraka ujeta med odpadki. Pri aereobni razgradnji nastaja predvsem ogljikov dioksid in dušik. Ko pa se s časoma vzpostavi anaerobno stanje, začnejo metanogene bakterije proizvajati metan in ogljikov dioksid.

V eni toni odloženih komunalnih odpadkov (brez predhodnega ločenega zbiranja ali obdelave) je 300 kg, pogosto tudi več, biološko razgradljivih snovi. Po nekaterih ocenah preostanek (mešani preostali odpadki) sestavljajo papir, karton, plastična folija in trda plastika, tekstil, usnje, guma, obdelan les,

lubje, pluta, slama, steklo, magnetne in barvne kovine, zelena biomasa, ostanki hrane, mineralni odpadki, elektronski odpadki in ostalo. [1]

Različne vrste biorazgradljivih odpadkov se različno hitro razkrajajo. Iz izkušenj v praksi je ugotovljeno, da nastopi največja intenzivnost tvorjenja bioplina že po enem letu oziroma nekje do dveh let po vgradnji odpadkov v odlagališče. Zato je mogoče izkoriščati plin že v času odlaganja odpadkov.

Količina plina, ki se proizvaja na odlagališču, je odvisna še od številnih drugih dejavnikov: vrste odpadkov (nevarni, nenevarni, inertni),

- stopnje biološke razgradljivosti odpadkov,
- starosti in specifične teže vgrajenih odpadkov,
- urejenosti odlagališča, predvsem tesnjenja in tehnologije odvajanja plina,
- vsebnosti vlage in temperature v telesu odlagališča,
- prisotnosti kisika v telesu odlagališča,
- atmosferskih razmer.

Količine nastalega odlagališčnega plina se razlikujejo glede na starost odlagališča. Pri normalnih pogojih doseže hitrost nastajanja odlagališčnega plina svoj vrh po dveh letih, nato pa začne padati. Ta proces traja 30 let in več (celo do 50 let), vendar večina plina nastane do petnajstega leta. Ob pomanjkanju vlage ali ob njeni neenakomerni porazdelitvi pa lahko odpadki tudi več let ostanejo praktično nespremenjeni, kar še podaljša proces razgradnje. Razgradnja pri hitro razgradljivih odpadkih traja okoli pet let, pri počasi razgradljivih pa po petih letih doseže šele vrh in traja približno petnajst let.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

V odlagališe, kjer se trenutno odlagajo odpadki, se postavijo jeklene sonde, imenovane plinjaki, ki služijo za sprotno odplinjanje in izdelavo jaškov. Plinjak je visok 4 m, v premeru pa ima 800 mm. Zapre se s pokrovom, ki ima priključek za odvod plina. Na priključku za odvod plina so elementi za meritve in odvzem vzorcev, merjenje pretočne količine, kvalitete, temperature plina in nastavitve pretočne količine (regulacijski ventil). Plinjaki so preko plinovoda povezani s plinsko postajo. Običajno zadošča, da plinski vertikalni jašek ustvarja podtlak v krogu premera 30 m. Z višino doloženih odpadkov se jeklena sonda izvleči, vanjo se vstavi perforirana cev in vmesni prostor zasuje z drenažnim kamnitim materialom frakcije 60/120 mm. Filterni kamniti material vsebuje manj kot 30 % apnenca. Na odplinjevalnih jaških, ki so že izvedeni do končne višine, se vgradijo končne polietilenske sonde s pokrovom in priključki za odvzem vzorca, sistem za izpiranje in zalivanje, sistem za odvod kondenzata in priključek na plinovod. Plinske sonde so s cevovodom povezane na plinsko postajo. Na njej je puhalo, ki zagotavlja podtlak in sesanje plina iz telesa odlagališča ter zahtevan nadtlak za priklop na generator električne in toplotne energije. Postaja ima tudi analizator odlagališčnega plina, na osnovi katerega je izvedeno krmiljenje sistema izrabe. Plinska postaja ima izločevalec kondenzata za zagotovitev suhega plina kot goriva.

Poleg sežiga odlagališčnega plina in sežiga enakovrednih postopkov odstranjevanja, ki je predpisan s slovensko zakonodajo [2], se ga lahko izrabi kot energent, metan se lahko predela v metilni alkohol, se ga očisti za industrijske namene ali pa ga odvede v plinovodno omrežje.

Energetska vrednost čistega metana je  $35,5 \text{ MJ/Nm}^3$ , ker pa je v odlagališčnem plinu samo 50 % ali malo več metana, plin vsebuje vlago in se med zbiranjem razredči, kalorična vrednost odlagališčnega plina je  $16 - 18 \text{ MJ/m}^3$ . [3] [4] Kljub temu je še vedno kakovosten obnovljiv vir energije.

Za proizvodnjo toplote se potrebuje le peč in gorilec, ki je odporen na tako agresiven medij, kot je odlagališčni plin. Ta rešitev je priporočljiva tam, kjer je zelo malo plina. Toploto pa se lahko pridobiva tudi posredno, kot stranski učinek hlajenja energetskega modula. Pri generiranju električne energije se plin uporabi kot gorivo za proizvodnjo pare. Pogosto pa se uporabi direktno za pogon

plinskih motorjev z notranjim izgorevanjem. Za take motorje je potrebno čim bolj zmanjšati količino vlage v plinu, da se zavaruje motor pred poškodbami. Zaradi prisotnosti žveplovodika in agresivnosti odlagališnega plina mora biti temperatura izgorevanja zelo natančno regulirana, da ne pride do nizkotemperaturne korozije. Po potrebi se pred vstopom v plinski motor vgradi izločevalec žveplovodika. Optimalno zgorevanje je pri 45–50 % prostorninski koncentraciji metana.

## 4 REZULTATI

### Obratovanje in odložene količine

Odlagališče Mala Mežakla je tehnično urejeno odlagališče. Je zatesnjeno in ima urejeno odplinjevanje. Zajeti odlagališčni plin se sežiga na bakli. Vgrajevanje odpadkov je s kompaktiranjem s specifično težo vgrajenih odpadkov približno 900–1.100 kg/m<sup>3</sup>. Odložene količine v obdobju 1997–2017 so med 17.000 in 39.000 m<sup>3</sup> oziroma 15 in 35 t letno. [5]

Predviden čas obratovanja odlagališča je do 2022, nastanek in zajem plina pa do 2036.

Ob upoštevanju specifične teže 900 kg/m<sup>3</sup> so ocenjene količine odloženih odpadkov do leta 2022 prikazane v tabeli 1.

Tabela 1: Ocenjene količine odloženih odpadkov

Leto odlaganja	Količina odloženih odpadkov [m <sup>3</sup> /leto]	Količina odloženih odpadkov [kg/leto]	Predvidena zapolnjenost odlagališča [%]
2018	31.011	27.910	83,7
2019	31.011	27.910	88,3
2020	31.011	27.910	92,9
2021	31.011	27.910	97,6
2022	16.445	14.801	100,0

### Količine odlagališnega plina

Okvirne vrednosti nastanka odlagališnega plina so za mešane komunalne odpadke 200–500 m<sup>3</sup>/kg. [6] V odloženih mešanih komunalnih odpadkih na Mali Mežakli delež biorazgradljivih odpadkov upada. Zato so pričakovane količine na spodnji meji.

Ob upoštevanju sestave odloženih odpadkov, hitrosti biološkega razkroja in drugih robnih pogojev biološke razgradljivosti odpadkov (specifične teže vgrajenih odpadkov, tesnjenja odlagališča in tehnologije odvajanja plina, vsebnosti vlage v odpadkih in v odlagališču, temperature v odlagališču, pH, prisotnosti kisika na odprtem delu odlagališča in v zaključenih celicah odlagališča, atmosferskih razmer) je bila ocenjena količina odlagališnega plina po metodi »Tchobanoglous-Theisen-Vigil«. [7]

Tabela 2: Količine odlagališčnega plina po letih in skupaj

Leto	Količina plina [m <sup>3</sup> ]	Kumulativna količina plina [m <sup>3</sup> ]
2018	3.727.569	3.729.587
2019	2.488.081	6.217.668
2020	2.773.361	8.991.029
2021	3.054.880	12.045.909
2022	3.335.630	15.381.539
2023	3.254.694	18.636.232
2024	2.103.622	20.739.854
2025	1.243.331	21.983.185
2026	673.820	22.657.005
2027	392.958	23.049.963
2028	318.691	23.368.654
2029	252.954	23.621.608
2030	195.747	23.817.355
2031	147.069	23.964.424
2032	106.920	24.071.343
2033	75.301	24.146.644
2034	43.681	24.190.325
2035	20.591	24.210.917
2036	6.031	24.216.948

## 5 ZAKLJUČEK

Komunalni odpadki vsebujejo precejšen delež organskih snovi. Te se, ko so odpadki odloženi in stisnjeni, v anaerobnih pogojih razkrajajo in proizvajajo mešanico plinov. Zaradi vsebnosti metana v zmesi nastalih plinov ima ta uporabno vrednost kot energent.

Odlagališče nenevarnih odpadkov Mala Mežakla ima urejeno infrastrukturo za odplinjevanje odlagališča. Odlagališče je razmeroma majhno, nanj se odlaga približno 3,5 % vseh odloženih odpadkov v Sloveniji. [5] [8] Kljub temu izračuni količin nastalega in zajetega odlagališčnega plina nakazujejo smiselnost energetske izrabe plina. Od možnih načinov izrabe plina je najprimernejša sproizvodnja električne in toplotne energije v namenski plinski elektrarni.

## 6 VIRI IN LITERATURA

- [1] »Operativni program odstranjevanja odpadkov s ciljem zmanjšanja količin odloženih biorazgradljivih odpadkov za obdobje do konca leta 2008«, Ljubljana: Vlada RS in Ministrstvo za okolje in prostor, 2004.
- [2] »Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih«, Uradni list RS, št.: 61/2011.
- [3] M. Medved, »Anaerobna obdelava odpadkov«, Ljubljana: Agencija za management, 2006.
- [4] J.F. Craford, P. G. Smith, »Lanfill Technology«, Kent, England: Butterworths, 1985.
- [5] »Letna poročila o odpadkih«, Jesenice: Jeko – In, javno komunalno podjetje d. o. o., 1997 in nadaljnja.
- [6] V. Grilc, »Lastnosti in laboratorijske analize odpadkov«, Ljubljana: Agencija za management, 2006.
- [7] G. Tchobanoglous, H. Theisen, S. Vigil, »Integrated solid waste management«, N.York ... Toronto: McGraw-Hill, 1993.
- [8] »Odpadki« (online), uporabljeno 20. 06. 2018, dostopno na: <http://www.stat.si/StatWeb/News/Index/6938>.

# OBVEZNE OBČINSKE GOSPODARSKE JAVNE SLUŽBE VARSTVA OKOLJA V OBČINAH NA OBMOČJU UE NOVO MESTO

Matjaž Ostojić, Jožef Preskar

*V okviru ustave in zakonov občina samostojno ureja in upravlja svoje zadeve in izvršuje naloge, ki so nanjo prenesene z zakoni. Tako je določeno v prvem členu Zakona o lokalni samoupravi. Po določilih Zakona o varstvu okolja imajo občine zelo pomembno vlogo pri izvajanju nalog s področja varstva okolja in zagotavljanju kakovosti življenja v občini. Ena takšnih obveznosti je zagotavljati nemoteno in kakovostno izvajanje obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja.*

*V prvem delu prispevka so predstavljeni predpisi, ki urejajo področje obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja, v drugem delu pa je analizirana njihova organiziranost leta 2012, in sicer v občinah na območju Upravne enote Novo mesto, kjer deluje osem občin: MO Novo mesto ter občine Dolenjske Toplice, Mirna Peč, Straža, Šentjernej, Škocjan, Šmarješke Toplice in Žužemberk. S pomočjo javnih informacij na spletnih straneh in anketiranja se je ugotavljala skladnost njihovega organiziranja z veljavnimi predpisi, ocenjevalo se je zadovoljstvo občanov z delovanjem teh služb ter učinki dejanske organizacije teh služb na okolje in kakovost bivanja v občini.*

*Na podlagi raziskave in anketiranja občin je ugotovljeno, da so v obravnavanih občinah obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja zagotovljene z različnimi izvajalci. Iz odgovorov anketiranih občanov je možno zaključiti, da so s kvaliteto izvajanja teh storitev pretežno zadovoljni, da pa dajejo možnost izboljšave na področju organizacije in znižanja cen.*

**Ključne besede: gospodarske javne službe, varstvo okolja, občina, občani**

## 1 UVOD

Obvezne gospodarske javne službe varstva okolja so določene tako na državni kot tudi na občinski ravni z zakoni, ki se dotikajo različnih področij in so izjemnega pomena za varovanje okolja in kvaliteto življenja. Delo je osredotočeno na obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja (v nadaljevanju OOGJSVO) v občinah na območju Upravne enote Novo mesto, kjer deluje osem občin: MO Novo mesto ter občine Dolenjske Toplice, Mirna Peč, Straža, Šentjernej, Škocjan, Šmarješke Toplice in Žužemberk. Pravne okvire za njihovo delovanje predstavljajo Ustava RS, Zakon o lokalni samoupravi, ki občinam nalaga upravljanje in skrb za lokalne javne službe, Zakon o varstvu okolja, ki med drugim določa vrste obveznih občinskih javnih gospodarskih služb varstva okolja, in Zakon o gospodarskih javnih službah, ki določa načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb.

Poglavitni deli pravne ureditve varstva okolja so predstavljeni v prvem delu prispevka. Predmet preučevanja so obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja v občinah na območju upravne enote Novo mesto, kjer deluje osem občin: Mestna občina Novo mesto ter občine Dolenjske Toplice, Mirna Peč, Straža, Šentjernej, Škocjan, Šmarješke Toplice in Žužemberk, ki se po mnogih elementih medsebojno precej razlikujejo.

Namen raziskave je analizirati organiziranost in delovanje obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja v posamezni občini. Organiziranost tovrstnih služb urejajo zakoni, podzakonski predpisi in občinski odloki, ki ponujajo več možnosti. Ugotoviti je treba dejansko organiziranost in oceniti skladnost dejanske organizacije s predpisano. S pomočjo anketiranja ugotovimo zadovoljstvo občanov z delovanjem teh služb.



Pri pisanju teoretičnega dela so uporabljeni veljavni zakoni, podzakonski predpisi in občinski odloki s tega področja, nekatera diplomska dela ter internetni in pisni viri. Pri raziskovanju stanja po občinah je uporabljena metoda zbiranja in proučevanja virov, opisna metoda in metoda analize vsebin.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Pojem javne službe, ugotavljata Čebulj in Strmecki, je nastal konec 19. stoletja v okviru francoskega Državnega sveta: »Javna služba je tisto delovanje uprave, ki poteka po načelih javnega prava«. [1] Za razliko od francoskega pojmovanja, pravi Virant, je pri nas pojem javne službe bistveno ožji, saj zajema le dejavnost države in lokalnih skupnosti, ne pa tudi oblastnih funkcij. Javne službe so izraz servisne vloge državne in lokalnih skupnosti. [2] Javne službe lahko razdelimo na državne in lokalne, te pa lahko razdelimo še na gospodarske in negospodarske ter obvezne in izbirne. [3]

Okoljska politika bi morala temeljiti na naravoslovnih, tehničnih in družbenih vedah in sooblikovati pravne norme na državni in občinski ravni. Cilj te politike in pravnih okvirov je varovati naravo kot vir življenja in nacionalno bogastvo, hkrati pa prebivalstvu omogočati razvoj na ekonomskem in družbenem področju. Med načeli Zakona o varstvu okolja je v 4. členu določeno, da morata država in samoupravna lokalna skupnost (občina) pri sprejemanju politik, strategij, programov, planov, načrtov in splošnih pravnih aktov ter pri izvajanju drugih zadev iz svoje pristojnosti spodbujati takšen gospodarski in socialni razvoj družbe, ki pri zadovoljevanju potreb sedanje generacije upošteva enake možnosti zadovoljevanja potreb prihodnjih generacij in omogoča dolgoročno ohranjanje okolja. [4]

V Republiki Sloveniji urejajo področje obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja predvsem naslednji zakoni in predpisi: Zakon o lokalni samoupravi, Zakon o varstvu okolja, Zakon o gospodarskih javnih službah in občinski odloki.

Zakon o lokalni samoupravi uvršča med drugim v 21. členu k izvirnim pristojnostim občin tudi upravljanje in skrb za lokalne javne službe; skrb za varstvo zraka, tal, vodnih virov, za varstvo pred hrupom, za zbiranje in odlaganje odpadkov in opravlja druge dejavnosti varstva okolja ter urejanje in vzdrževanje vodovodnih in energetskih komunalnih objektov itd. [5]

Zakon o varstvu okolja določa v 1. členu, da ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja. V 2. členu pa definira, da je namen varstva okolja spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti. V 149. členu določa, da občina zagotovi izvajanje obveznih občinskih gospodarskih javnih služb, sicer mora za njih na območju občine in za njen račun poskrbeti država. Obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja so:

- oskrba s pitno vodo,
- odvajanje in čiščenje komunalne in padavinske odpadne vode,
- zbiranje določenih vrst komunalnih odpadkov,
- obdelava določenih vrst komunalnih odpadkov,
- odlaganje ostankov predelave ali odstranjevanja komunalnih odpadkov in
- urejanje in čiščenje javnih površin. [4]

Zakon o gospodarskih javnih službah določa načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb. V 2. členu je določeno, da se gospodarske javne službe določijo z zakoni s področja energetike, prometa in zvez, komunalnega in vodnega gospodarstva in gospodarjenja z drugimi vrstami naravnega bogastva, varstva okolja ter z zakoni, ki urejajo druga področja gospodarske infrastrukture. Nadalje določa 2. člen, da je pri zagotavljanju javnih dobrin pridobivanje dobička podrejeno zadovoljevanju javnih potreb. V 6. členu definira tudi oblike zagotavljanja javnih služb, in sicer režijski obrat, javni zavod, javno podjetje, dajanje koncesij osebam zasebnega prava, vlaganje javnega kapitala v dejavnost oseb zasebnega prava. [6]

Zakon o gospodarskih javnih službah ureja tudi odnose med občino, izvajalcem javne službe v vsaki od možnih organizacijskih oblik in deloma odnose obeh do uporabnikov storitev in proizvodov javnih služb. [6]

Vsaka od občin na svojem področju podrobneje ureja organizacijo OOGJSVO z odloki. Kot primer navajamo Odlok o gospodarskih javnih službah v Mestni občini Novo mesto [7], ki ureja lokalne gospodarske javne službe v Mestni občini Novo mesto, način njihovega izvajanja, strokovno tehnične, organizacijske in razvojne naloge, varstvo uporabnikov, financiranje lokalnih gospodarskih javnih služb in druga vprašanja v zvezi z izvajanjem lokalnih gospodarskih javnih služb. V odloku so določene tako obvezne občinske gospodarske javne službe kot tudi neobvezne. Med drugim so v odloku zapisani tudi pogoji za razpis za dodelitev koncesije ter pridobitev koncesije.

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Na podlagi gradiva, objavljenega na spletnih straneh občin in gospodarskih javnih služb, ter analize Letnega poročila Komunale Novo mesto za leto 2011 o opravljenih komunalnih storitvah po občinah za leti 2010 in 2011 pridobimo nekaj osnovnih podatkov za analiziranje stanja po občinah. Ugotovimo tudi, kakšno je stanje komunalne infrastrukture, kakšno je letno gibanje porabe oz. storitev. [8] Po končani analizi pripravimo anketne vprašalnike za leto 2012.

Z anketnim vprašalnikom smo občinam postavili naslednja vprašanja:

1. Kdo v vaši občini opravlja obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja?
2. Kako je določena koncesija za izvajalce del?
3. Ali za prihodnje leto načrtujete izboljšave na področju obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja? Če ste obkrožili DA, prosim, opišite, kakšne izboljšave načrtujete.
4. Na vprašalnik so odgovorile vse občine razen Občine Dolenjske Toplice, zato smo za njo upoštevali javno objavljene podatke.

Občanom smo v anketnem vprašalniku postavili naslednja vprašanja:

1. Ali ste zadovoljni s kakovostjo storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (DA/NE)?
2. Ali ste zadovoljni z organiziranjem dela na področju obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (DA/NE)?
3. Ali ste zadovoljni s cenami obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (DA/NE)?
4. Ali menite, da je v vaši občini postavljenih dovolj ekoloških otokov za ločevanje odpadkov (DA/NE)?
5. Ali ločujete odpadke (DA/NE)?
6. Kaj bi po vašem mnenju pripomoglo k večjemu ločevanju in zmanjšanju odpadkov?
7. Kaj bi spremenili na področju obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja?

Občanom smo razdelili 400 vprašalnikov, izpolnjenih smo prejeli 224. Po občinah je razdeljeno oziroma izpolnjeno naslednje število (razdeljeno/izpolnjeno): MO Novo mesto 150/71, Dolenjske Toplice 30/18, Mirna Peč 30/22, Straža 30/20, Šentjernej 60/23, Škocjan 30/25, Šmarješke Toplice 30/30, Žužemberk 40/15. Odziv občanov torej ni bil v skladu s pričakovanji.

### 4 REZULTATI

Raziskava je s pomočjo anketnih vprašalnikov zahtevala precej aktivnosti anketarja, saj je bila odzivnost občin in občanov nekoliko slabša. Rezultate ugotovitev smo strnili v dve preglednici. V tabeli št. 1 so prikazani izvajalci v posameznih občinah, ki leta 2012 na podlagi sklenjene koncesijske pogodbe zagotavljajo izvajanje OOGJSVO. Za Občino Dolenjske Toplice pri urejanju in čiščenju javnih površin ni podatka.

Tabela 1: Zagotavljanje OOGJSVO v občinah na območju UE Novo mesto leta 2012

Statistični podatki za leto 2010	Občina							
	MO Novo mesto	Dolenjske Toplice	Mirna Peč	Straža	Šentjernej	Škocjan	Šmarješke Toplice	Žužemberk
Površina	236	110	48	29	96	60	34	164
Štev. prebivalcev	36182	3140	2799	3832	6761	3240	3192	4526
OOGJSVO	Izvajalci							
oskrba s pitno vodo	Komunala Novo mesto, d. o. o.				Komunala NM, d. o. o.	Komunala Novo mesto, d. o. o.		
odvajanje in čiščenje komunalne in padavinske odpadne vode					WTE Wassertechnik GmbH, podružnica Kranjska Gora			
zbiranje določenih vrst komunalnih odpadkov					Komunala NM, d. o. o.			
obdelava določenih vrst komunalnih odpadkov	Center za ravnanje z odpadki, d. o. o., javno podjetje (CEROD)							
odlaganje ostankov predelave ali odstranjevanja komunalnih odpadkov								
urejanje in čiščenje javnih površin	Komunala	Ni podat.	Režijski obrat	Režijski obrat	JP Ekološka družba d. o. o. Šentjernej	Režijski obrat	CGP d. d. Novo mesto	Režijski obrat

V vseh osmih občinah so OOGJSVO zagotovljene skladno z zahtevami predpisov. Odgovori občanov, kako OOGJSVO delujejo, so objavljeni v spodnji tabeli št. 2.

Tabela 2: Mnenje občanov o izvajanju OOGJSVO na območju UE Novo mesto leta 2012

Občina	MO Novo mesto	Dolenjske Toplice	Mirna Peč	Straža	Šentjernejski	Škocjan	Šmarješke Toplice	Žužemberk								
Število anketirancev	71	18	22	20	23	25	30	15								
Vprašanja anketirancev	Odgovori v %															
	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E
1. Ali ste zadovoljni s kakovostjo storitev OOGJSVO?	70	30	100	/	67	33	75	25	43	57	76	24	80	20	87	13
2. Ali ste zadovoljni z organizacijo OOGJSVO?	77	23	100	/	82	18	100	/	65	35	88	12	80	20	87	13
3. Ali ste zadovoljni s cenami OOGJSVO?	49	51	33	67	50	50	100	/	35	65	12	88	90	10	73	27
4. Ali menite, da je postavljenih dovolj ekoloških otokov za ločevanje odpadkov?	39	61	67	33	50	50	25	75	43	57	12	88	70	30	67	33
5. Ali ločujete odpadke?	97	3	100	/	100	/	100	/	100	/	88	12	100	/	100	/



Slika 1: Odgovori občanov MO Novo mesto



Slika 2: Odgovori občanov MO Novo mesto

## 5 ZAKLJUČEK

Na podlagi temeljite analize zakonodaje in občinskih predpisov, organizacije občin na območju UE Novo mesto ter rezultatov anketiranja občin in občanov v zvezi z zagotavljanjem OOGJSVO lahko ocenimo, da so v MO Novo mesto ter v občinah Dolenjske Toplice, Mirna Peč, Straža, Šentjernej, Škocjan, Šmarješke Toplice in Žužemberk zagotovljene obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja v skladu z veljavnimi predpisi. Večina anketirancev je zadovoljna s kvaliteto oskrbe. Predlogi anketirancev, da bi lahko izboljšali ozaveščanje občanov, povečali število ekoloških otokov, povečali nadzor nad izvajanjem storitev, nakazujejo, da je na področju zagotavljanja OOGJSVO v obravnavanih občinah še prostora za izboljšanje storitev.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] J. Čebulj in M. Strmecki, »Upravno pravo«. Ljubljana: Visoka upravna šola, 2001.
- [2] G. Virant, »Pravna ureditev javne uprave«. Ljubljana: Visoka upravna šola, 2002.
- [3] S. Vlaj, »Lokalna samouprava: občine in pokrajine«. Ljubljana: FDV, 1998.
- [4] »Zakon o varstvu okolja (ZVO-1-NPB6)«, Uradni list RS, št. 41/04, 17/06, 20/06, 49/06, 66/06, 33/07, 57/08, 70/08, 108/09, 48/12, 57/12.
- [5] »Zakon o lokalni samoupravi (ZLS-NPB6)«, Uradni list RS, št. 72/93, 6/94, 45/94, 57/94, 14/95, 20/95, 63/95, 9/96, 44/96, 26/97, 70/97, 10/98, 69/98, 74/98, 59/99, 70/00, 87/01, 51/02, 108/03, 72/05, 21/06, 14/07, 60/07, 76/08, 79/09, 51/10, 40/12.
- [6] »Zakon o gospodarskih javnih službah (ZGJS)«, Uradni list RS, št. 32/93, 30/98, 127/06, 38/10, 57/11.
- [7] »Odlok o gospodarskih javnih službah v Mestni občini Novo mesto«, Uradni list RS, št. 59/2012.
- [8] Komunala Novo mesto, d. o. o., »Letno poročilo za leto 2011: Poslovno poročilo z revizorjevim mnenjem«. Komunala Novo mesto, d. o. o., 2012.

# POPIS TOČKOVNIH VTOKOV V REKO KRKO

Stane Penca, Goran Makar

*V prispevku bodo popisani točkovni vtoki v reko Krko, pridobljeni podatki bodo urejeni v tabelarično obliko ter prenešeni v GIS program. Popis točkovnih vtokov v reko Krko je bil zaradi velikosti projekta izveden v 3 etapah. Največji del evidentiranja je izveden iz čolna, saj so vtoki tako najbolj vidni. Kjer to ni bilo možno, je popis izveden z brežin Krke. Samo evidentiranje je izvedeno s pomočjo dveh GPS aparatov (Garmin Explorer, Sony fotoaparat). Pridobljeni podatki s terena so urejeni ter vnešeni v tabelarično obliko (Excel). Podatke iz GPS naprav so nekoliko korigirani glede na zemljevid ter evidenčne točke postavili na brežino Krke. Po ureditvi podatkov v tabeli so obdelani podatki primerjani z obstoječimi uradnimi evidencami (NV Atlas in PISO). Pridobljeni usklajeni podatki so bili tako pripravljene za prenos v QGIS program. V tem programu je vnos podatkov zelo enostaven. Po vnosu podatkov na nov layer (sloj) program QGIS sam generira grafični prikaz vnesenih podatkov, ki se jih kasneje lahko po potrebi obdeluje. Na enak način se vnese podatke tudi v Google maps. Rezultat v obeh primerih je računalniška datoteka, ki vsebuje informacije o vtokih in je prenosljiva med večino znanih GIS programov in sistemov.*

**Ključne besede:** GPS, GIS, QGIS, WGS84, KML

## 1 UVOD

Danes se vse bolj zavedamo pomena zdravih in čistih rek, ki pogojujejo zdravo življenjsko okolje in blagostanje za ljudi, ki ob njej živijo, ugodni vplivi pa se odražajo tudi na kvalitetnejšem življenju ljudi ter flori in favni ob reki in širši okolici.

1 Odpadna voda iz točkovnih in razpršenih virov onesnaževanja je vir organskega onesnaževanja in onesnaževanja s hranili, pa tudi onesnaževanja z nevarnimi snovmi, ki predstavljajo tveganje za vodno okolje (glede na zakonodajo jih imenujemo posebna onesnaževala in prednostne snovi). Viri onesnaževanja, ki so posledica človekove dejavnosti, lahko zaradi izpustov odpadne vode povzročijo poslabšanje kemijskega, biološkega in ekološkega stanja rek, jezer ali morja. Glede na način, kako onesnaževalo doseže podzemne ali površinske vode, ločimo izpuste, ki se odvajajo neposredno v tla, v tla preko pretočnih greznic, neposredno v reko ipd.

2 V Nacionalnem programu varstva okolja (Uradni list RS, št. 83/99 in 41/04 – ZVO-1) [1] je kot prva točka pri ciljih varstva voda navedeno zmanjšanje emisij na točkovnih virih, ker so ti viri onesnaževanja najbolj obvladljivi.

3 Tudi monitoring izpustov ter oceno obremenjevanja voda lažje dosežemo pri točkovnih virih, kot so industrija in čistilne naprave, težje pa je velikost bremena določiti pri razpršenih virih onesnaženja, kot je npr. kmetijstvo.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

V RS Sloveniji vodi Geodetska uprava RS centralni register nepremičnin, zemljiškega katastra, katastra stavb, evidence trga nepremičnin ter ortofoto posnetke o nepremičninah. Vse zbirke prostorskih podatkov, ki jih dobivajo javne gospodarske službe, privatna podjetja in tudi javnost, so centralno vodene na GURS. Tam se vodijo tudi podatki o vtokih, ki so zgrajeni brez ustreznih gradbenih in vodovarstvenih dovoljenj.

Zelo pomemben del naloge je bil evidentiranje vtokov v reko Krko, ki niso v uradnih evidencah.

Cilj raziskave je bil izdelati GIS podloge (layer) s podatki v elektronski obliki, ki bodo združljivi z večino GIS programov in GIS web servisi in bo prenosljiva med GIS programi ter GPS napravami.



Izvedba raziskave je bila načrtovana v naslednjih korakih:

- Analiza obstoječega stanja
- Priprava in vnos podatkov: merjenje, zbiranje, vnos in priprava podatkov za analizo
- Analiza pridobljeni podatkov: proučitev podatkov in iskanje prostorskih vzorcev
- Predstavitev (prikaz) podatkov in izdelava GIS datoteke

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

#### Analiza obstoječega stanja

Glavna vira podatkov o že obstoječi situaciji so nam bila Atlas okolja – Geoportal ARSO in Prostorski informacijski sistem občin (PISO). Iz situacij, ki smo jih dobili iz teh dveh spletnih servisov, smo dodajali podatke o vtokih, ki smo jih evidentirali pri popisu ter korigirali pridobljene podatke glede na brežino reke. GPS aparati namreč beležijo svojo lokacijo. Kadar se vtoku nismo mogli povsem približati, je bila potrebna korekcija koordinat vtoka.

#### Priprava in vnos podatkov: merjenje, zbiranje, vnos in priprava podatkov za analizo

Za določanje prostorskih koordinat vtokov smo uporabili 2 GPS sprejemnika: ročni GPS sprejemnik Garmin Explorer in GPS sprejemnik, vgrajen v fotografski aparat.

Sodobni fotoaparati in boljši pametni telefoni imajo pri fotografiranju možnost zapisovanja prostorskih koordinat direktno v medij – sliko ali film (geotagging). Seveda mora imeti elektronska naprava GPS modul, kar pa novejši aparati večinoma imajo. Ta nova lastnost elektronskih naprav nam omogoča, da lahko pri kasnejšem pregledovanju slik ali video posnetkov določimo kraj, kjer je bila posneta fotografija ali video. Kljub modernim pripomočkom smo pri popisovanju še vedno uporabili zapisovanje podatkov v zvezek. Pri kasnejši primerjavi podatkov iz fotoaparata in namenskega GPS sprejemnika Garmin se je pokazalo, da se koordinate iz obeh aparatov nekoliko razlikujejo.

Za sam popis smo se odločili evidentirati vtoke iz čolna. Domnevali smo, da so vtoki najbolj vidni iz sredine reke, pa tudi položaj za fotografiranje je najbolj ugoden.

Samo izvedbo popisovanja vtokov smo razdelili na tri etape:

- Krka vas – Brod
- Brod – Dobrava
- Dobrava – Čatež

Pri prostorskem evidentiranju vtoka smo popisali še podatke o dimenziji cevi, njenem trenutnem stanju (ali iz cevi teče ali je suha), ali gre za individualni izpust in posebnosti, če so obstajale.

Na nekaterih mestih pa tudi s čolna niso bile vidne brežine, zato smo morali popis in fotografiranje opraviti še s kopnega. Čistilne naprave, ki ležijo ob Krki, običajno niso čisto ob bregu, temveč kakih 200 m oddaljene od brega. To velja za Stražo, Češčo vas in Kostanjevico. Čistilne naprave so pomaknjene nekoliko v kopno, izpust pa imajo po ceveh (Straža in Kostanjevica) ali pa prost izpust po kanalu (Češča vas). V teh primerih jih s čolna nismo opazili, ker je brežina čisto zaraščena, zato smo se jim morali približati po brežini reke Krke.

Še dlje od brežine reke so čistilne naprave v Žužemberku, Dolenjskih Toplicah in Šentjerneju. V Žužemberški čistilni napravi imajo izpust urejen po cevovodu, pri ostalih dveh pa je izpust v lokalne potoke, ki se nato izlivajo v Krko.

Sami vtoki so glede na gradbeno konstrukcijske lastnosti vsi iz betona ali plastike. Kovinsko cev iz nerjavečega jekla smo opazili samo pod čistilno napravo v Kandiji (Novo mesto). Nekateri vtoki iz novih čistilnih naprav so znotraj zaščiteni s plastično folijo.

Nekateri novejši vtoki večjih dimenzij so zaščiteni s pokrovom, ki preprečuje povratni tok.

Na nekaterih točkah vtokov smo uporabili izraz prost izpust. Prost izpust je iz nekaterih čistilnih naprav, npr. čistilna naprava Češča vas, kar pomeni, da je od čistilne naprave do Krke izkopan kanal, po katerem tečejo izpusti iz čistilne naprave.

Dimenzije vtokov so v tabelah navedene v glavnem v treh velikostnih kategorijah. Te kategorije smo delili na: cev do 10 cm, cev od 10 do 50 cm in cev nad 50 cm. Dimenzije vtokov smo ocenili vizualno, zavedamo pa se, da dimenzije niso natančne in so samo približki.

### **Analiza pridobljeni podatkov ter vnos v GIS program:**

Geografski informacijski sistem (kratica GIS, angl. Geographic(al)information system) je računalniško podprt podatkovno procesni sistem za učinkovito zajemanje, shranjevanje, vzdrževanje, obdelavo, analize, porazdeljevanje in prikazovanje prostorskih (geografskih) podatkov. GIS je običajno sestavljen iz več enot:

- enota za prostorsko predstavitev ter delo s podlago (zemljevidi, layerji);
- enota za delo z bazo (ali več bazami) podatkov, ki podatke grafično, opisno ali tabelarično prikaže na izhodni enoti v eni plasti ali več plasteh (layers) – to so izpeljanke velikih relacijskih baz (MSSQL, Postgres s PostGis extenderjem, MySQL, Teradata Geospatial ...);
- enota za manipulacijo podatkov.

Naloga GIS je biti v kar največji meri v pomoč uporabniku pri izvajanju vsakodnevnih operativnih nalog kot tudi pri strateških razvojnih odločitvah. Geografski informacijski sistemi so v geografsko lokacijske namene še zlasti uporabni pri:

- projektiranju novih sistemov,
- intervencijskih posegih,
- komercialnih predstavitev (lokacija prostorov, dimenzije, opremljenost),
- sprejemanju strateških razvojnih odločitev,
- in še na mnogih drugih področjih.

Najenostavnejši GIS pregledovalniki ter urejevalniki so dostopni na web servisih (Google maps, Bing maps, ArcGis online, Openstreet ...) in so dostopni s spletnim pregledovalnikom (Internet explorer, Chrome web browser, Firefox, Opera ...) in so javno dostopni.

Za namen raziskave smo uporabili program Quantum GIS ali krajše QGIS. QGIS je odprtokodni geografski informacijski sistem in je prosto dostopen ter brezplačen.

Pri uporabi QGIS programa je potrebno najprej urediti nastavitve koordinatnega sistema, v katerem nameravamo delati. V RS Sloveniji uporabljamo trenutno 3 uradne koordinatne sisteme:

1. D48/GK – horizontalni koordinatni sistem, ki je star koordinatni sistem v Republiki Sloveniji in je še vedno v uporabi.
2. D96/TM – novejši (uradni sistem) horizontalni koordinatni sistem, a še ni čisto zaživel v praksi.
3. Višinski državni koordinatni sistem.

Zaradi razvoja tehnologije merjenja in satelitske navigacije je RS Slovenija uvedla nov horizontalni koordinatni sistem D96/TM. Z razvojem GPS sistemov, posebno pa s hitrim razvojem pametnih telefonov, se hitro uveljavlja WGS84 koordinatni sistem, ki je zasnovan na satelitski navigaciji.

Koordinatni sistem satelitskega sistema GPS (WGS 84) in koordinatni sistem na kartah oz. v Atlasu Slovenije (Gauss-Krügerjeva projekcija) se ne ujemata točno. Posledica tega dejstva je majhna razlika: razlika je 300–400 m v zemljepisnih dolžinah (V–Z), zemljepisne širine (S–J) se skoraj ujemajo.

Na srečo imajo novejši in boljši GPS aparati možnost nastavitve lastnega koordinatnega sistema. Preko izbirnega menija v GPS napravi si lahko nastavimo aparat tako, da nam kaže v želenem koordinatnem sistemu. Po želji potem lahko spreminjamo želeni koordinatni sistem. Vse tri oblike zapisa pozna tudi QGIS, ki je bil uporabljen za diplomsko nalogo. V pomoč nam bila tudi stran Naravovarstveni atlas Slovenije, kjer imajo podatke v D48/GK in tudi novejšem D96/TM formatu ter WGS84, na njihovi internetni strani je pa tudi program za preračunavanje koordinatnih sistemov.

Podatke, pridobljene iz GPS naprav, smo vnesli tabelarično obliko. Ti podatki so bili v formatu WGS48 – to je oblika 46° 15' 30", izraženo v stopinjah, minutah in sekundah. Minute in sekunde smo nato pretvorili v decimalno število zaradi lažje manipulacije s številkami.

Pri obdelavi GPS podatkov se pojavljata dva manjša problema. Prvi je tehnične narave, ker ameriški metrični sistem uporablja decimalno piko, evropski pa vejico. Ta neskladnost lahko predstavlja manjše težave pri prenosu podatkov iz naprav v programe za obdelavo geo podatkov ali Excel, vendar se te težave da rešiti. Drugi problem pa je natančnost.

V QGIS lahko vnašamo podatke v vseh treh možnih oblikah (D48/GK, D96/TM in WGS84).

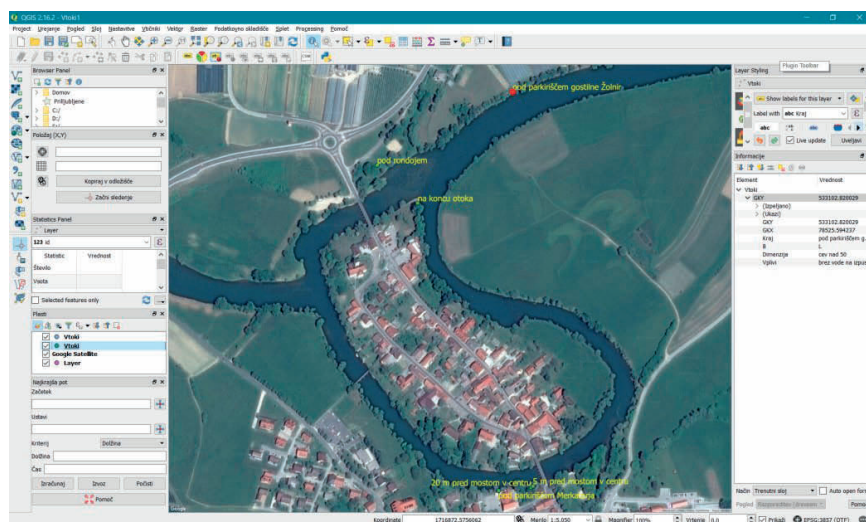
Naprej v programu ustvarimo novo vektorsko plast (layer) ter vnesemo pripravljene podatke v program.

#### 4 REZULTATI

Kot podlago za naš projekt smo uporabili zemljevide web servisov Google maps ter Open street. Na podlago z zemljevidi smo vnesli pripravljene podatke, QGIS program pa je sam generira točke glede na podatke (koordinate).

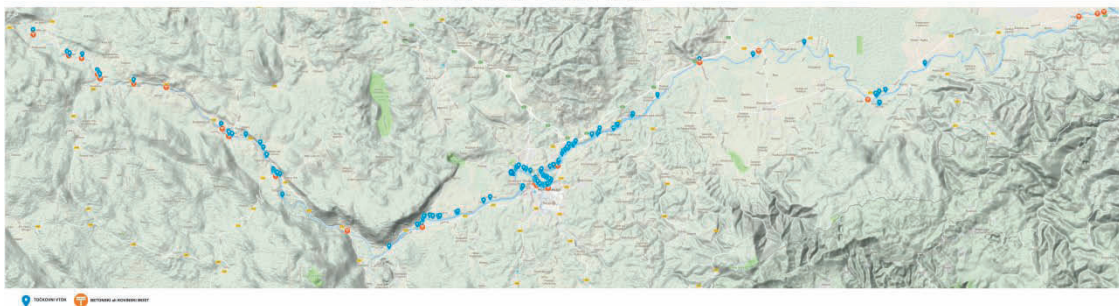
Vnesenim točkam lahko dodajamo različne attribute in s tem razširjamo samo uporabnost GIS sistema. Te informacije, ki so vezane na točke, so lahko: konstrukcijske lastnosti vtokov, ki jih bomo potrebovali pri popravilu ali zamašitvi vtoka, kontaktnih podatkov intervencijskih enot za posredovanje in ribiških družin v primeru ekološke nesreče.

Poleg prenosa v QGIS smo podatke o vtokih prenesli tudi na spletni servis Google Maps. To je GIS spletni servis, ki je v lasti podjetja Google. Na svojih spletnih straneh ponuja kartografijo, satelitske posnetke visoke resolucije, storitev Street View, načrtovanje poti z avtom, peš, s kolesom in celo z javnim prevozom. Posebna storitev je Mymaps, v kateri lahko ustvarjamo svoje zemljevide. Dela s programom se lahko hitro naučimo, saj potrebujemo samo internetni brskalnik. Google Maps je na voljo v vseh jezikih, ki jih podpira spletni servis Google, na voljo je za vse PC računalnike, pametne telefone, tablice, skratka za vsako elektronsko napravo, ki se lahko poveže s spletom.



Slika 1: Prikaz podrobnosti posameznega elementa v programu QGIS (Kostanjevica na Krki)

#### TOČKOVNI VTOKI V REKO KRKO



Slika 2: Prikaz vtokov na celotnem toku reke Krke (Gmaps)

Končni cilj raziskave je izdelava GIS datoteke z vnesenimi informacijami o vtokih. Datoteka je v takem formatu, da je prenosljiva med različnimi GIS sistemi in tudi različnimi GPS napravami. Kot najbolj univerzalen format zapisa se je izkazal navaden tekstualni zapis podatkov, ker ga prepoznajo vse GPS naprave in GIS sistemi. Zelo uporaben je tudi Googlov zapis KML, ki bo verjetno zaradi razširjenosti in dostopnosti postal standard na področju GIS sistemov.

## 5 ZAKLJUČEK

Pri pripravi projekta je bil namen uporabiti tako programsko opremo, ki je odprtokodna in dostopna vsem brez plačila. Tako bodo ti podatki dostopni vsakomur, bodisi za analizo podatkov bodisi za kombiniranje z drugimi podatki.

Program QGIS se je izkazal kot odličen program za manipulacijo in obdelavo geografskih podatkov. Kot zelo učinkovit web servis se je izkazal tudi Google maps, ki pa je primeren za hitro vnašanje koordinat vtokov ter njihovo iskanje, predstavitev, popraviljanje itd. Ta servis se je izkazal kot zelo uporaben in najhitrejši. Uporaben je tako za komunalne službe, ribiče, ljubitelje narave, rekreativce itd.

Večina vtokov je bila v času popisa suhih, kar kaže na to, da so odvajali večinoma padavinsko vodo. Pretoki so bili na vtokih v strugo Krke samo iz čistilnih naprav.

Pridobljeni podatki še zdaleč niso popolni in se vseskozi spreminjajo. Že ob koncu popisa so na območju Dvora začeli z izgradnjo kanalizacijskega sistema. Lahko pa so podlaga za bolj natančno vodenje evidence izpustov v reko Krko ter njihov monitoring.

Kot najbolj uporaben in hiter se je izkazal web servis Google maps. Z njegovo uporabo se lahko z lahkoto ažurira realno stanje kar na terenu. Za njegovo uporabo potrebujemo ali pameten telefon ali tablico, ne potrebujemo nujno povezave z internetom. Sinhronizacijo podatkov lahko storimo kasneje.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Portal Uradni list, Nacionalni program varstva okolja (NPVO) (online). 2018. (dostopno 8. januar 2018). Dostopno na: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/12649>
- [2] Atlas okolja – Geoportal ARSO (online).2018. (dostopno 8. januar 2018). Dostopno na: [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)
- [3] PISO - Prostorski informacijski sistem občin (online). 2018. (dostopno 8. januar 2018). Dostopno na: <http://www.geoprostor.net/PisoPortal/Default.aspx?>
- [4] Quantum GIS (online).2018. (dostopno 8. januar 201). Dostopno na: <https://qgis.org/en/site/>



# ORGANIZACIJA SISTEMA VARSTVA PRED NARAVNIMI NESREČAMI V OBČINI ŽUŽEMBERK

Erika Novak, dr. Jani Zore

*V Naravne nesreče ali katastrofe, uporabimo lahko tudi besedo ujme, strokovno imenujemo kar dogodek ali vrsta le-teh. Navadno nastanejo kot posledica bistvenega odmika od normalnih oziroma povprečnih razmer, povzročenih po nenadzorovanih naravnih in drugih silah. Če delovanje naravnih sil prizadene ali celo ogrozi življenje in zdravje ljudi v večji meri, je za njihov nadzor potrebno uporabiti posebne ukrepe ter sile, da se obseg nesreč prepreči, omeji ali delno predvidi. Vsako ozemlje je zaradi svoje strukture in lege izpostavljeno določeni naravni nesreči. Med obsežne naravne nesreče uvrščamo potres, poplavo, plaz (zemeljski, snežni), močan veter, žled, sušo, točo, pozebo, požar v naravnem okolju ter tudi vse vrste človeških, živalskih in rastlinskih bolezni.*

*Članek opisuje organizacijo sistema varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami v Občini Žužemberk. Uvodoma je predstavljen sistem varstva na državni ravni, v nadaljevanju pa tudi na lokalni ravni, konkretnije na podlagi raziskovanja občinskih načrtov Občine Žužemberk.*

*Analiza stanja zakonodaje sistema zaščite, reševanja in pomoči nakazuje, da sistem varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami deluje v skladu z zakonom. Lokalne samouprave imajo urejene načrte za točno določene naravne in druge nesreče ali katastrofe, ki potencialno ogrožajo njihovo območje in prestopajo prag, ko je potrebno izdelati posamezen načrt. Načrt v skladu z zakonodajo vsebuje oceno ogroženosti, pristojne sile za zaščito, reševanje in pomoč ter posamezne ukrepe.*

*Občina Žužemberk ima glede na svoje demografske in geografske značilnosti izdelane načrte iz področja varstva v primeru poplav, potresa in požara. Načrti so v skladu z zakonom, vendar se na izvedbeni ravni predlaga dopolnitev in posodobitev.*

**Ključne besede:** nesreča, naravna nesreča, zaščita in reševanje, občina, načrt

## 1 UVOD

Slovenija se kot članica EU vključuje v procese sistema zaščite, reševanja in pomoči v EU. Omenjen sistem se stalno dopolnjuje in posodablja, z njim se vzpostavlja sodelovanje vseh reševalnih dejavnosti ter služb in sil za zaščito, reševanje in pomoč (civilna zaščita, gasilci, gorska reševalna služba, jamarska reševalna služba ...) za zmanjševanje in odpravljanje posledic naravnih in drugih nesreč. [1]

Zakonodaja sistemsko ureja področje zaščite in reševanja na državnem in lokalnem, to je občinskem nivoju. Ni pa eksplicitno podano, kako potekajo povezave med državo in občinami. Zelo malo je tudi poznano, kako se na občinski ravni izvaja zakonodaja in kakšno je stanje občinskih načrtov zaščite in reševanja. V nadaljevanju je opisano, kakšne so pristojnosti in obveznosti države in občin na področju naravnih in drugih nesreč.

Namen je ugotoviti predvsem stanje na občinski ravni s prikazom stanja na primeru občine Žužemberk.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Pod pojem varstva pred naravnimi nesrečami lahko štejemo vse aktivnosti, ki obsegajo ukrepe, dejavnosti in ravnanja pri varovanju ljudi, živali, premoženja, kulturne dediščine in okolja. [2]

Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami omogoča, da je sistem organiziran enotno in funkcionalno ter omogoča usklajenost in delovanje v vseh razmerah (tudi v izrednem vojnem stanju). V omenjenem sistemu je omogočeno nemoteno delovanje vseh organizacij, ki so zadolžene za zaščito, reševanje in pomoč. Obsega programiranje, načrtovanje, organiziranje, izvajanje, nadzor in financiranje dejavnosti za varstvo pred nesrečami. Zakon tudi ureja varstvo ljudi, živali, premoženja, kulturne dediščine ter okolja s ciljem, da se zmanjša število nesreč ter zmanjša oziroma prepreči število žrtev in posledic nesreč. V 2. členu zakona so zapisane tudi glavne in temeljne naloge omenjenega sistema, med katere se prišteva predvsem odkrivanje, spremljanje in preučevanje nevarnosti nesreč. Z odkrivanjem in spremljanjem se lahko nesrečo prepreči ali vsaj pravočasno obvesti civilno javnost o njeni nevarnosti. Temeljne naloge sistema so tudi organiziranje Civilne zaščite, odpravljanje posledic naravnih in drugih nesreč, vzpostavitev in vzdrževanje (izobraževanje in usposabljanje) drugih oblik in sil za zaščito, reševanje in pomoč ter mednarodno sodelovanje in pomoč drugim državam, prizadetim ob naravnih in drugih nesrečah. [3]

Krovni zakon dopolnjujejo Resolucija o strategiji nacionalne varnosti [4], Nacionalni programu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami [5] ter Doktrina zaščite, reševanja in pomoči [6]. V teh dokumentih je zapisano, kako naj bi Republika Slovenija skrbela ter zagotavljala varnost državljanom s preprečevanjem in odpravljanjem posledic naravnih in drugih nesreč.

Zakonsko je določeno, da se izdelujejo načrti zaščite, reševanja in pomoči [3] [7]. Temeljni načrt zaščite, reševanja in pomoči izdelajo nosilci načrtovanja, in sicer za vsako nesrečo posamezno. Na državni ravni načrte izdelava Uprava Republike Slovenije za zaščito, reševanje in pomoč (v nadaljevanju URSZR) v sodelovanju z ministrstvi in drugimi organi s strokovnega področja.

Načrt temelji na:

- oceni ogroženosti,
- ocenjenih potrebah po silah in sredstvih za zaščito, reševanje in pomoč,
- ocenjenih pogojih za vzpostavitev osnovnih pogojev za življenje po nesreči,
- drugih strokovnih podlagah in dejstvih za zaščito, reševanje in pomoč.



V načrtih je določeno:

- nesreča (za katero se načrt izvaja),
- obseg načrtovanja,
- zamisel izvajanja zaščite, reševanja in pomoči,
- potrebne sile in sredstva za zaščito,
- organizacija in izvedba obveščanja in alarmiranja,
- aktiviranje sil,
- upravljanje in vodenje,
- zaščitni ukrepi,
- osebna in vzajemna zaščita.

URSZR obenem organizira, opremlja in usposablja organe Civilne zaščite, zagotavlja pogoje za delo poveljnika in štaba Civilne zaščite ter oblikuje in vzdržuje državne rezerve materialnih sredstev za primer naravnih in drugih nesreč. [7]

Na podlagi državnih načrtov občine samostojno izdelajo načrte zaščite, reševanja in pomoči za svoje območje. Za izdelavo in izvajanje občinskih načrtov je pristojen župan, ki pa mora svoje dokumente uskladiti s sosednjimi občinami, v primeru, da pride do nesreče, ki lahko prizadene dve ali več občin hkrati. Načrti se izdelajo posamezno za vsako nesrečo, in sicer v skladu z ugotovitvami, katere možne nesreče lahko določeno občino prizadenejo. Prav tako lahko župan odredi načrte, ki so izdelani za več nesreč skupaj. Obvezno se občinski načrti izdelajo za potrese (kjer je možen potres VIII. ali višje stopnje po evropski lestvici) ter nesreče z nevarnimi snovmi. [7]

V občinski pristojnosti je:

- urejanje sistema zaščite, reševanja in pomoči na območju občine,
- spremljanje, obveščanje in alarmiranje prebivalcev,
- načrtovanje in izvajanje zaščitnih ukrepov,
- izdelava ocen ogroženosti,
- določanje, organiziranje in opremljanje organov, enot in služb Civilne zaščite,
- določanje in izvajanje programov usposabljanja,
- usklajevanje načrtov za zaščito, reševanje in pomoč s sosednjimi občinami,
- odpravljanje posledic nesreč,
- mednarodno sodelovanje na področju zaščite, reševanja in pomoči. [8]

### 3 EKSPERIMENTALNI DEL

Obvezne sestavine občinskih načrtov zaščite in reševanja so:

- ocena ogroženosti,
- sile za zaščito, reševanje in pomoč,
- ukrepi.

**Ocena ogroženosti** se poda za vsako posamezno naravno ali drugo nesrečo glede na stopnjo ogroženosti. Pripravijo jih državni in občinski organi ter drugi zavodi in gospodarske družbe.

Strokovne podlage za pripravo ocene ogroženosti so: raziskave, študije, analize primerov in ukrepanja ter podobno. Vsebina ocene ogroženosti mora vključevati tudi ukrepe za izvajanje zaščite in reševanja ter se obnovi vsakih pet let oziroma vsakič, ko nastanejo spremembe pri možnih virih ogrožanja.

**Sile za zaščito, reševanje in pomoč** občina organizira glede na sprejeto oceno ogroženosti območja. Vse aktivnosti določenih sil za zaščito in reševanje odredi župan občine. Slednji silam določi kadrovsko ter materialno formacijo, imenuje poveljnika Civilne zaščite (v nadaljevanju CZ) in njegovega namestnika, prav tako pa določi tudi člane štaba CZ občine.

Operativne gasilske občinske enote so v praksi glavni izvajalec vseh intervencij. 36. člen Zakona o gasilstvu [9] navaja, da mora imeti vsaka občina izdelan operativni gasilski načrt, ki obsega tudi načrte obveščanja in aktiviranja vseh potrebnih gasilskih enot. Načrt potrdi župan občine ter ga preda pristojnemu regijskemu centru za obveščanje (v nadaljevanju ReCO), ki ima tudi pristojnosti aktiviranja gasilskih enot ter vseh dodatnih sil v primeru naravnih ali drugih nesreč. Pri organizaciji sil je na prvem mestu dan poudarek na vključevanju prostovoljnih sestavov (nevladne in humanitarne organizacije, prostovoljna gasilska društva), sledijo jim poklicne (javni zavodi) in na koncu še dolžnostne (službe in organi Civilne zaščite). [6]

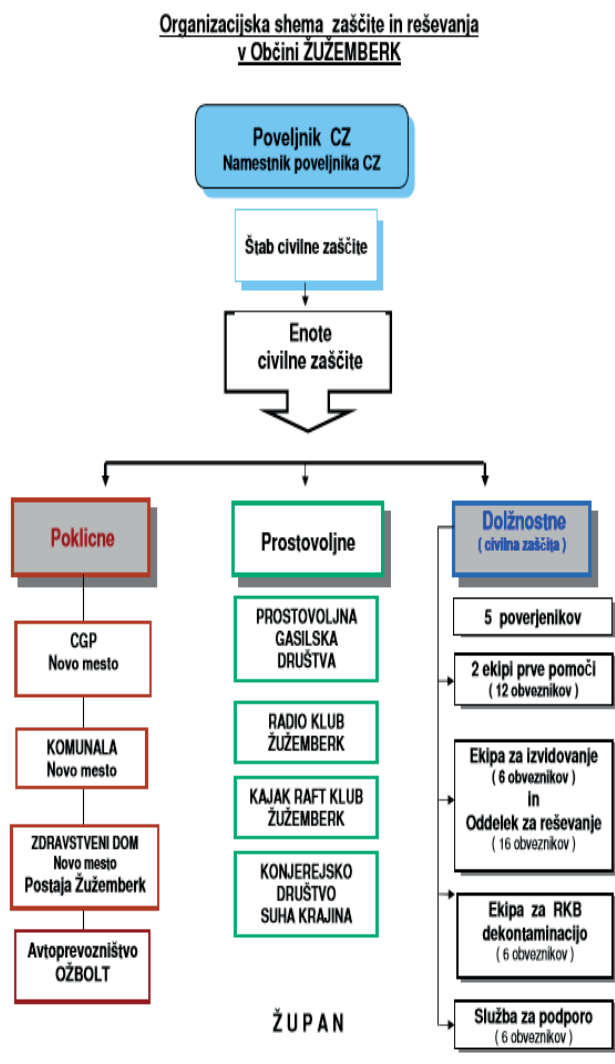
**Ukrepi** zaščite in reševanja so:

- prostorski, gradbeni in urbanistični ukrepi,
- evakuacija,
- oskrba ogroženih prebivalcev,
- kemijska, biološka ter radiološka zaščita,
- zaklanjanje,
- zaščita kulturne dediščine.

#### 4 REZULTATI

V skladu z zakonodajo ima Občina Žužemberk izdelane občinske načrte v primeru naravne ali druge nesreče. Vse aktivnosti in akcije vodi župan občine, lahko pa svoja pooblastila prenese na za to usposobljeno vodjo reševalnih akcij. V prvi fazi ReCO Novo mesto aktivira Civilno zaščito, ki odvisno od obsega nesreče regulira, katera reševalna služba in v kolikšnem obsegu se bo aktivirala in odzvala na klic zaščite in reševanja. V občinskih načrtih so izdelani posamezni načrti zaščite in reševanja v primeru požara, poplave in potresa. [10] Vsi od navedenih načrtov imajo vsebine, ki so zakonsko določene, ukrepi in pristojnosti pa so tudi grafično prikazani v obliki algoritmov.

V občinskih načrtih o zaščiti in reševanju so nekateri ukrepi zelo splošni. To lahko pomeni slabšo izvedbo načrtov v primeru nesreče, slabo koordinacijo med različnimi silami za zaščito in reševanje in tudi nejasni interventni ukrepi ali zaporedje izvedbe teh.



Slika 1: Organizacijska shema zaščite in reševanja v občini Žužemberk [10]

### Kritična ocena načrtov občine Žužemberk

Občina Žužemberk ima zakonsko urejene vse načrte, razen načrtov za nevarne snovi ter nekaterih načrtov, ki so deloma vključeni v obstoječe. Določenim nesrečam pogosto sledijo verižne nesreče, kot so zemeljski plazovi, onesnaženje pitne vode, nesreče z nevarnimi snovmi ter druge. Na podlagi tega bi bilo smiselno izdelati ločen načrt za posamezno verižno nesrečo, ali pa jih dodati k že obstoječim načrtom.

V občinskem načrtu o zaščiti in reševanju so torej nekateri ukrepi zelo splošni. S konkretizacijo ukrepov bi se načrti smiselno povezali v celoto in se dopolnili, hkrati pa jasneje opredelili posamezne subjekte in njihove zadolžitve v primeru nesreče. S tem bi bilo bolj natančno opredeljeno kaj kdo naredi v primeru določene nesreče.

Dopolnitev in konkretizacija načrtov je smiselna za primere, ki so opisani v nadaljevanju.

## Onesnaženje pitne vode

Konkretno za onesnaženje pitne vode so vsebine opredeljene v načrtu za poplave, kjer so ukrepi preveč splošni. Problem nastane, ko v naprej predvidenih ukrepih pride do dogodkov in tveganj, katerih posledic se ne more preventivno zaustaviti. To so situacije, ko ob nenadni nesreči v vodonosnik prodre večja količina onesnaženja, ko manjša ali večja nesreča poškoduje infrastrukturo vodovodnega omrežja, lahko pa pride tudi do dolgotrajnega nepredvidenega sušnega obdobja, grožnjo predstavljajo tudi nesreče v prometu. Njihove posledice večkrat privedejo do različnih onesnaženj, največkrat pa so prisotna razlitja nevarnih snovi, ki lahko prodrejo v vodonosnike in druge vire pitne vode. Na kontaminacijo pitne vode seveda vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so poplave, potresi, požari ter namerne sabotáže.

## Nesreče z nevarnimi snovmi

Čeprav na raziskovanem območju ni proizvodnih obratov, ki bi se ukvarjali s proizvodnjo nevarnih snovi, največji vir nevarnosti predstavljajo prevozna sredstva, ki nevarne snovi prevažajo ter industrijska in trgovska skladišča podjetij, ki uporabljajo nevarne snovi v svojem proizvodnem procesu. Ne glede na to, da neposredne grožnje za nesrečo z nevarnimi snovmi ni, se možnosti za nastanek ne sme zanemariti, saj zaradi lege prometnih poti obstaja določena ogroženost. Občina sil in sredstev za tovrstne nesreče nima in jih ne financira. Na njenem območju in področju nesreč z nevarnimi snovmi je pristojnost na Gasilsko reševalnem centru v Nove mestu. Zato bi bilo smiselno izdelati posamezen načrt zaščite reševanja in pomoči za to kategorijo.

## Evakuacija

Slabo rešeno je tudi vprašanje evakuacije. V občinskih načrtih o naravnih in drugih nesrečah so sicer omenjene evakuacije prebivalstva. Iz slednjih je jasno razvidno, kdo odreja evakuacijo, vendar pa nikjer niso jasno določene lokacije evakuacij. [11] V občinskem prostorskem načrtu so slednje le malo konkretnije navedene, vendar še vedno ni jasnih in konkretnih podatkov o lokacijah. 36. člen Odloka o Občinskem prostorskem načrtu Občine Žužemberk [12] navaja, da se prostor za evakuacijo prebivalstva v naseljih zagotavlja na dvoriščih in drugih varnih odprtih površinah v naselju. S tem namenom so v središču večjih naselij občine (Dvor in Žužemberk) zagotovljene javne in funkcionalne proste površine ob javnih objektih. Občinski prostorski načrt odreja tudi, da se v primeru nesreče vsa območja z namensko rabo lahko uporabijo za izvajanje nalog v zvezi z zaščito in reševanjem za zagotavljanje življenjskih pogojev, vključno z gradnjo objektov, ki so potrebi za ukrepe reševanja in pomoči.

## 5 ZAKLJUČEK

Sistem zaščite, reševanja in pomoči na državni ravni deluje v skladu z določili zakonodaje. Globlji vpogled in razširitev raziskovanega problema na lokalno raven prinese ugotovitve, da občine upoštevajo zakonodajo in imajo svoje predpisane načrte zaščite in reševanja. Vsebine teh pa so premalo natančne in zato v praksi slabše uporabne.

1 Občina Žužemberk ima izdelane vse potrebne načrte zaščite in reševanja znotraj svojih geografskih in demografskih značilnosti. Ugotovitev je, da so podane vse potrebne ocene ogroženosti za morebitno posamezno nesrečo, jasno so zastavljene tako sile za zaščito, reševanje in pomoč kot tudi njihovi cilji in posamezne naloge. Konkretno so navedeni tudi ukrepi ob možnem pojavu naravne nesreče. Analiza pokaže, da so v občinskih načrtih (kljub temu, da zakonsko ustrezajo) še možne izboljšave, predvsem na področju nesreč z nevarnimi snovmi. Občina Žužemberk namreč nima izdelanih samostojnih načrtov v primeru nesreče z nevarnimi snovmi. Obstaja pa potencialna nevarnost takih nesreč. Prav tako obstaja znatna možnost onesnaženja pitne vode zaradi širšega števila predvsem verižnih dogodkov ob posameznih nesrečah. Smiselno bi bilo izdelati samostojen načrt za primer onesnaženja pitne vode. Nedorečeno je tudi področje evakuacije, kar bi se lahko ustrezno uredilo v občinskem prostorskem načrtu.

## 6 LITERATURA IN VIRI

- [1] J. Sodrznik, »Internacionalizacija dejavnosti zaščite, reševanja in pomoči ob nesrečah in vloga Slovenije v tem procesu«, Ljubljana: Organizacija FDV – Fakulteta za družbene vede, Magistrsko delo, 2004
- [2] »Doktrina zaščite, reševanja in pomoči«, Ljubljana: Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, 2000
- [3] »Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami« Uradni list RS, št. 51/2006.
- [4] »Resolucija o nacionalnem programu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami«, Uradni list RS, št. 57/2009
- [5] »Nacionalni program zaščite in reševanja«, Ljubljana: Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, 2014
- [6] »Doktrina zaščite, reševanja in pomoči«, Ljubljana: Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, 2000
- [7] »Uredba o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja«, Uradni list RS, št. 24/2012
- [8] »Občinski načrti zaščite in reševanja«, Ljubljana: Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, 2014
- [9] »Zakon o gasilstvu«, Uradni list RS, št. 113/2005
- [10] »Odlok o organizaciji, ustanavljanju in delovanju zaščite in reševanja v Občini Žužemberk«, Uradni list RS, št. 18/96
- [11] »Načrt zaščite in reševanja ob poplavi, Žužemberk: Občina Žužemberk, 2011.
- [12] »Odlok o občinskem prostorskem načrtu Občine Žužemberk«, Uradni list RS, št. 55/2014