

Visokošolski učbenik s primeri dobre prakse

Spodbujanje  
inovativnih  
učnih okolij  
pri učenju  
in poučevanju  
študentov  
tehniških fakultet

Uredniki: Gregor Geršak, Vesna Geršak, Barbara Predan



UNIVERZA V LJUBLJANI  
University of Ljubljana



# Spodbujanje inovativnih učnih okolij pri učenju in poučevanju študentov tehniških fakultet

Visokošolski učbenik s primeri dobre prakse

# Kazalo

---

## Uvodnik

(004)

Gregor Geršak, Vesna Geršak, Barbara Predan

---

## Aktivni učni pristopi in izkustveno učenje

(008)

Vesna Geršak

---

## Učenje in poučevanje z umetniško izkušnjo

(014)

(016)

Učenje in poučevanje z umetniško izkušnjo

Vesna Geršak, Helena Korošec

(022)

Utelešeno učenje in ustvarjalni gib kot  
učni pristop

Vesna Geršak, Urša Rupnik, Nuša Jurjevič

(030)

Aplikativno gledališče – učenje in poučevanje  
z izobraževalno dramo in lutkami

Helena Korošec

(038)

Uvodne dejavnosti

Nuša Jurjevič, Urša Rupnik, Ana Duša, Helena Korošec, Vesna Geršak

(045)

Primeri učnih ur pri učenju z umetniško izkušnjo

---

## Učenje in poučevanje z oblikovalskim pristopom

098

100

Oblikovalske metode kot orodja za učenje, sodelovanje, ustvarjanje in refleksijo

Tamara Lašič Jurković, Žan Kobal

104

Soustvarjalni pristop

Raša Urbas

108

Metode za poučevanje skozi oblikovalski pristop

Tamara Lašič Jurković, Žan Kobal

115

Primeri učnih ur pri učenju z oblikovalskim pristopom

125

Primeri učnih ur pri učenju s soustvarjalnim pristopom

---

## Fiziologija kot pripomoček pri merjenju počutja med inovativnimi oblikami učenja

136

Gregor Geršak

142

Biografije

150

Iz recenzij

# Uvodnik

prof. dr. Gregor Geršak  
doc. dr. Vesna Geršak  
izr. prof. dr. Barbara Predan



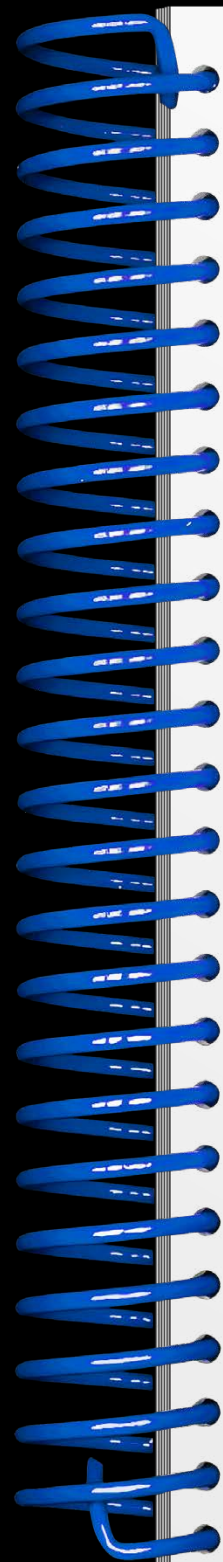
Od leta 2022 do leta 2025 je na Univerzi v Ljubljani (UL) potekal raziskovalni projekt v okviru krovnega projekta NOO »UL za trajnostno družbo – ULTRA«. Osnovni namen krovnega projekta ULTRA je bil kurikularna prenova 29 visokošolskih strokovnih študijskih programov na UL z interin multidisciplinarnim povezovanjem članic z namenom celovitejšega naslavljanja izzivov zelenega in digitalnega prehoda na različnih študijskih področjih in reševanja družbenih in gospodarskih izzivov, povezanih z zeleno in digitalno transformacijo družbe in gospodarstva.

Projekt ULTRA 3.01 z naslovom »Spodbujanje inovativnih učnih okolij pri učenju in poučevanju študentov tehnike o tematikah zelenega prehoda« je raziskoval inovativne učne pristope, ki temeljijo na vključevanju umetniške izkušnje in oblikovalskega mišljenja, in njihov vpliv na študente tehnike (elektrotehnike, strojništva, kemije in kemijske tehnologije, biotehnike, grafičnega oblikovanja, pomorstva in prometa). Študenti so se učili preko vključevanja umetnosti in oblikovalskih pristopov v učne načrte tehniških vsebin. Spoznavali so različne vsebine zelenega prehoda kot ključnega koraka proti bolj trajnostni in okolju prijazni prihodnosti, ki zajema ključne elemente, kot so čistejši viri energije, energijska učinkovitost, krožno gospodarstvo in trajnost. Študenti so se zahtevnih tehniških vsebin učili z vključevanjem različnih umetniških področij, kot so ustvarjalni gib, ples, gledališče in lutke, in s pomočjo pristopov z vključevanjem oblikovalskega mišljenja. Vpliv poučevanja na počutje študentov je bil merjen s psihološkimi merilnimi inštrumenti ter psihofiziološkimi meritvami študentov med predavanji. Za študente tehniških fakultet je bilo učenje s takšnimi pristopi pomembno ne le zaradi pridobljenega znanja, temveč tudi zaradi načina, kako so ga usvajali. Aktivno in izkustveno učenje sta jim omogočala sodelovanje, izmenjavo idej ter

skupno oblikovanje razumevanja. Pri tem so razvijali tudi socialne spretnosti, empatijo, odgovornost, ustvarjalnost in delo v skupini, kar so ključne veščine za bodoče diplomante tehniških fakultet.

Eden izmed rezultatov projekta ULTRA 3.01 je pričujoči učbenik. Učbenik je zasnovan kot skupek primerov dobre prakse, podprt s teoretičnim ozadjem inovativnih učnih pristopov. Namenjen je visokošolskim učiteljem UL, ki želijo preskusiti nove metode poučevanja, prilagoditi in nadgraditi svoje prakse ter posledično tudi aktivno sodelovati v sodobnem izobraževanju sodobnih generacij inženirjev preko sodobnih oblik poučevanja. Uvodni del učbenika vključuje teoretično didaktično ozadje in poglobljeno pedagoško teorijo. Sledijo opis praktične izvedbe ter uporabni nasveti za izvajanje podobnih učnih ur. Ta struktura visokošolskim učiteljem omogoča lažjo uporabo ter prilagajanje njihovim specifičnim potrebam in vsebinam.

Partnerji konzorcija želimo učitelje na tehniških fakultetah UL spodbuditi, da ohranijo in nadgradijo svojo odličnost z različnimi učnimi metodami in vključijo sodobne pristope ter s tem še izboljšajo študij tehnike na Univerzi v Ljubljani. Pri tem jim bo v aktivno pomoč tudi pričujoči učbenik, ki je nastal v izrazito interdisciplinarnem sodelovanju fakultet UL.



# Aktivni učni pristopi in izkustveno učenje

Vesna Geršak

V sodobnem vzgojno-izobraževalnem procesu na vseh ravneh izobraževanja je poudarek na aktivnem in izkustvenem učenju. Ta pristopa se uveljavljata kot alternativa tradicionalnemu poučevanju, ki temelji predvsem na prenašanju informacij z učitelja na študenta<sup>1</sup>. Namesto pasivnega pridobivanja znanja spodbujata samostojno razmišljanje, raziskovanje, sodelovanje in refleksijo (Marentič Požarnik, 2000). Kljub številnim prednostim, ki jih imata aktivno in izkustveno učenje, se na visokošolski stopnji šolanja večinoma poudarja pridobivanje teoretičnih, abstraktnih znanj kot glavni oziroma najvišji cilj, medtem ko se osebna – čustvena vpletenost v konkretne izkušnje podcenjuje (Marentič Požarnik, Šarić, Šteh, 2019). Metode, ki jih bomo predstavili v nadaljevanju, upoštevajo posameznikove celovite izkušnje kot bistveno sestavino učenja.

Aktivni učni pristop izhaja iz konstruktivistične paradigme, po kateri študent ni zgolj prejemnik informacij, temveč je aktiven soustvarjalec svojega znanja (Ivanuš Grmek, Čagran, Sadek, 2009). Znanje ne nastane z razlago, temveč

<sup>1</sup> Ker smo projekt izvajali v visokošolskem izobraževanju, bomo v nadaljevanju namesto izraza učenec uporabljali izraz študent (v literaturi, kjer raziskave izhajajo predvsem z nižjih ravni izobraževanja, je sicer najpogostejša raba izraza učenec).

se oblikuje skozi proces, v katerem študent razume, povezuje, ustvarja in prenaša pridobljene informacije v nove kontekste. Aktivno učenje se dogaja v pristnih, resničnemu življenju podobnih situacijah. V ospredju so študenti, ki ob podpori učitelja razvijajo lastne strategije učenja, sodelujejo v skupinskih dejavnostih, rešujejo probleme in oblikujejo lastne poglede (Jank, Meyer, 2006). Pri tem učitelj ne nastopa več kot prenašalec znanja, temveč kot spodbujevalec, usmerjevalec in organizator učnega procesa (Marentič Požarnik, 2005). Pouk tako postane prostor dialoga, ustvarjalnega mišljenja in samostojnega odkrivanja. Učenje se ne odvija le na verbalni ravni, ampak se povezuje tudi z gibanjem, umetnostjo, uporabo različnih medijev in izkustvenimi dejavnostmi (Blažič idr., 2003).

Pomembna komponenta aktivnega učenja je tudi povezovanje miselne in telesne aktivnosti, s katerim se spodbuja celostni razvoj študentov – intelektualni, socialni in čustveni (Jank, Meyer, 2006). Takšen pouk se osredotoča na interese študentov, spodbuja samostojno delo, sodelovanje ter razumevanje in refleksijo učnih vsebin (Adamič, 2005; Horvat, 2012).

Izkustveno učenje temelji na neposrednem vključevanju študentov v učni proces. Kot poudarjata Dewey (1938, v Gilbertson idr., 2006) in Kolb (1984), je izkušnja temelj učenja. Znanje nastaja ciklično skozi štiri faze: konkretna izkušnja, reflektivno opazovanje, abstraktna konceptualizacija in aktivno eksperimentiranje. Ta proces vodi k poglobljenemu razumevanju, saj študent novo znanje povezuje z že obstoječim, ga preizkuša v praksi in o njem razmišlja (Marentič Požarnik, 2000). Kolb (2015, v Marentič Požarnik, Šarić, Šteh, 2019) izkustveno učenje opredeli kot kontinuiran proces, zasnovan na znanju in izkušnjah, ki jih že imamo, in izpostavlja učenje kot celosten proces, ki povezuje zaznavanje, čustvovanje, delovanje in razmišljanje v celoto.

Pri tem so pomembni sinteza pridobivanja znanja, ustvarjalnosti, reševanja problemov, odločanja v praktičnih situacijah, znanstveno raziskovanje in osebnostna rast. Učenje je proces ustvarjanja znanja, ki je rezultat transakcije med osebnim in družbenim znanjem.

Sistem izobraževanja na visokošolski ravni večkrat ločuje te razsežnosti tako, da študenti dobijo najprej veliko teoretičnega znanja s pomočjo predavanj ali študija literature, šele pozneje pa se pričakuje, da bodo to znanje uporabili v praksi in jim bo neposredno pomagalo pri reševanju praktičnih problemskih situacij (Marentič Požarnik, Šarić, Šteh, 2019).

Vloga učitelja pri izkustvenem učenju je, da študentom omogoča kakovostne izkušnje, jih spodbuja k refleksiji in jim pomaga pri oblikovanju pomena iz teh izkušenj (Plut Pregelj, 2005). Ključno je, da se študenti učijo v spodbudnem okolju, ki omogoča sodelovanje, eksperimentiranje in raziskovanje (Golob, 2006).

Oba pristopa – aktivni in izkustveni – poudarjata pomen sodelovanja. Sodelovalno učenje omogoča razvijanje socialnih veščin, empatije, odgovornosti in skupinske dinamike (Johnson in Johnson, 2009; Peklaj, 2001). Znanje v tem primeru ne nastaja le v posamezniku, temveč tudi v interakciji med študenti. Skupaj raziskujejo, si izmenjujejo ideje in oblikujejo skupno razumevanje (Tancig in Kordeš, 2010).

Skupna točka sodobnih učnih pristopov je prepričanje, da je znanje rezultat dejavne vloge študenta in njegove povezanosti z okoljem, drugimi ljudmi ter lastnimi izkušnjami. Takšen pristop vodi k znanju, ki ni le informacija, ampak je razumevanje, sposobnost uporabe in pripravljenost na spremembo (Marentič Požarnik, 2008). V sodobnem učenju – tudi na visokošolski ravni – je pomembno prepoznavanje različnih učnih stilov in individualnih poti do zna-

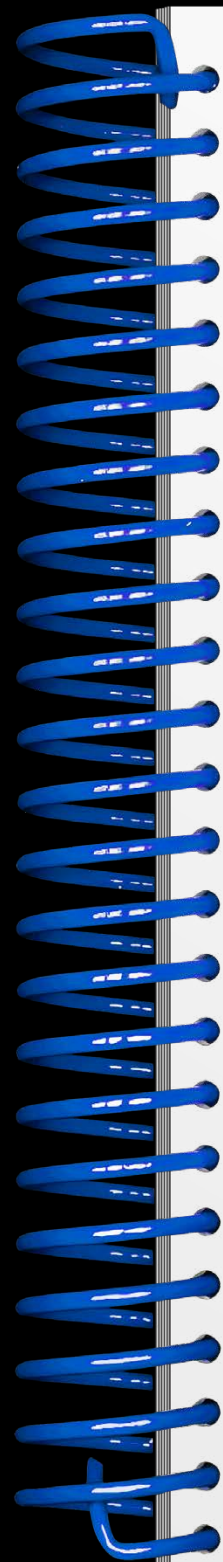


nja. Aktivni in izkustveni pristopi omogočajo prilagajanje pouka posameznikom in spodbujajo raznolikost v učnem procesu. S tem se študenti opolnomočijo za vseživljenjsko učenje in razvijajo sposobnosti, ki so ključne za delovanje v sodobni družbi – kritično mišljenje, ustvarjalnost, samorefleksijo in sodelovanje (Peklaj, 1995; Marentič Požarnik, Šarić, Šteh, 2019).

V nadaljevanju opredelimo učenje z umetniško izkušnjo in oblikovalskim mišljenjem, ki sodita med aktivne in izkustvene učne pristope.

#### Viri in literatura

- Adamič, M. (2005). Vloga poučevanja. *Sodobna pedagogika*, 56(1), 76–88.
- Blažič, M., Ivanuš Grmek, M., Kramar, M. in Strmčnik, F. (2003). *Didaktika*. Visokošolsko središče Novo mesto, Inštitut za raziskovalno in razvojno delo.
- Gilbertson, K., Bates, T., McLaughlin, T., & Ewert, A. (2006). *Outdoor education: Methods and strategies*. Human Kinetics.
- Golob, N. (2006). *Vloga doživljajsko izkustvenega učenja pri doseganju naravoslovnih ciljev okoljske vzgoje na razredni stopnji* [doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani].
- Horvat, B. (2012). O konceptiji aktivnosti učencev pri pouku. V D. Hozjan (ur.), *9. znanstveni sestanek z mednarodno udeležbo: Aktivnosti učencev v učnem procesu* (str. 56). Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta.
- Ivanuš Grmek, M., Čagran, B. in Sadek, L. (2009). *Didaktični pristopi pri poučevanju predmeta spoznavanje okolja v tretjem razredu osnovne šole*. Pedagoški inštitut.
- Jank, W. in Meyer, H. (2006). *Didaktični modeli*. Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). *An overview of cooperative learning*. Brookes Press.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Marentič Požarnik, B. (2000). *Psihologija učenja in pouka*. Državna založba Slovenije.
- Marentič Požarnik, B. (2005). Psihologija učenja in pouka. V J. Erčulj (ur.), *V učence usmerjeno poučevanje* (str. 47–67). Šola za ravnatelje.
- Marentič Požarnik, B. (2008). Konstruktivizem na poti od teorije spoznavanja do vplivanja na pedagoško razmišljanje, raziskovanje in učno prakso. *Sodobna pedagogika*, 59(4), 28–51.
- Marentič Požarnik, B., Šarič, M. in Šteh, B. (2019). *Izkustveno učenje*. Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani.
- Peklaj, C. (1995). Učni stili in hemisferičnost. V B. Marentič Požarnik, L. Magajna in C. Peklaj, *Izzivi raznolikosti: Stili spoznavanja, učenja, mišljenja*. Educa.
- Peklaj, C. (2001). *Sodelovalno učenje ali kdaj več glav več ve*. DZS.
- Plut Pregelj, L. (2005). Sodobna šola ostaja šola: Kaj pa se je spremenilo? *Sodobna pedagogika*, 56(1), 16–32.
- Tancig, S., & Kordeš, U. (2010). Approaches to interdisciplinary collaborative research. V L. Kajfež-Bogataj, K. H. Mueller, I. Svetlik, & N. Toš (ur.), *Modern RISC – Societies towards a new paradigm for societal evolution*. Edition Echoraum.



1

# Učenje in poučevanje z umetniško izkušnjo

## Učenje in poučevanje z umetniško izkušnjo

Vesna Geršak, Helena Korošec

016

## Utelešeno učenje in ustvarjalni gib kot učni pristop

Vesna Geršak, Urša Rupnik, Nuša Jurjevič

022

## Aplikativno gledališče – učenje in poučevanje z izobraževalno dramo in lutkami

Helena Korošec

030

## Uvodne dejavnosti

Nuša Jurjevič, Urša Rupnik, Ana Duša,  
Helena Korošec in Vesna Geršak

038

## Primeri učnih ur pri učenju z umetniško izkušnjo

045

# Učenje in poučevanje z umetniško izkušnjo

Vesna Geršak, Helena Korošec

Učenje z umetniško izkušnjo se v sodobni pedagogiki uveljavlja kot učinkovit in celosten pristop, ki presega meje tradicionalnega poučevanja. Temelji na prepričanju, da umetnost ni le estetska izkušnja, temveč tudi pristop za razvijanje kognitivnih, socialnih, čustvenih in komunikacijskih kompetenc. Ko se umetnost poveže z učenjem, se odpirajo prostori za avtentične, čutne in reflektirane učne izkušnje (Kroflič, 2022a; Kroflič, 2022b, Smrtnik Vitulić idr., 2022).

Po UNESCO-vem dokumentu *Road Map for Arts Education* (2006) in UNESCO-vem Okvirju za kulturno-umetnostno vzgojo (2024) ima vsakdo pravico do umetniškega izobraževanja kot sredstva za celovit osebni razvoj. Dokumenta ločujeta med učenjem v umetnosti (usvajanje umetniških znanj in veščin) ter učenjem skozi umetnost (uporaba umetnosti kot didaktičnega sredstva pri drugih predmetih). Slednje pomeni, da umetniški pristopi omogočajo poglobljeno razumevanje vsebin tudi na področjih, kot sta tehnika in naravoslovje. Tovrsten način učenja smo razvijali tudi v našem projektu, ko smo z ustvarjalnim gibom, plesom, gledališkimi pristopi in lutko usvajali kompleksne učne vsebine s področja kemije, elektrotehnike, pomorstva in prometa.

Učenje z umetniško izkušnjo je bolje raziskano na področju predšolske vzgoje, osnovnega in srednješolskega izobraževanja, na visokošolskem področju pa sta izvajanje in raziskovanje tovrstnega učenja manj zastopana. V praksi se je izkazalo, da vključevanje umetniških pristopov in umetnikov v različne učne situacije po vzgojno-izobraževalni vertikali (od vrtca do srednje šole) v učni proces prinaša sveže poglede, inovativnost in sposobnost vzpostavljanja učnega okolja, ki spodbuja ustvarjalnost in domišljijo otrok (Podobnik in Borota, 2022). Umetniki otrokom in mladim ponujajo izkušnjo stika z »živo umetnostjo«, ki spodbuja estetsko občutljivost in kritično razmišljanje (Kroflič, 2014). Povezovanje umetniške izkušnje z vzgojno-izobraževalnim procesom vpliva tudi na razvoj čustveno-socialnih kompetenc, samozavest in sproščenost. Raziskave kažejo, da učenci in dijaki pri tovrstnem delu pogosteje izražajo svoja stališča, pozorneje poslušajo druge in kažejo višjo stopnjo socialne vključenosti (Geršak idr., 2022). To je še posebej pomembno pri učencih, ki so sicer bolj zadržani ali imajo težave s klasičnimi oblikami izražanja.

Umetniška izkušnja torej pomembno prispeva k učenju, saj ne deluje zgolj na intelektualni ravni, temveč zajema celotno osebnost učenca. Poleg kognitivnih dosežkov krepi tudi čustvene kompetence, empatijo, zmožnost sodelovanja in spoštovanje raznolikosti. Tak način dela zahteva tesno sodelovanje med učitelji, umetniki in študenti ter omogoča razvoj kompleksnih, medpodročnih učnih okolij (UNESCO, 2024; Korošec in Geršak, 2023). To je bila tudi spodbuda, da smo pri opisanem projektu v visokošolsko okolje povabili umetnice z različnih umetniških področij.

Tako umetnost postane most med notranjim svetom študenta in zunanjo stvarnostjo, individualnim izražanjem in skupinsko dinamiko, refleksijo in delovanjem, kar pa je tudi temeljni cilj sodobnega izobraževanja – vzgojiti

razmišljujoče, ustvarjalne in empatične posameznike, ki so sposobni soustvarjati odprto in vključujočo družbo.

Ker smo želeli preveriti učinke tovrstnega učenja (ki je temeljilo na omenjenih izsledkih), so študentje tehniških fakultet po izvedbi posamezne učne ure odgovorili na vprašalnik o lastnem doživljanju učnih ur, izvedenih s pomočjo izbranih umetniških pristopov. Študentje so doživljanje učnih ur večinoma prepoznali kot pozitiven doprinos k razumevanju snovi, telesni aktivnosti in razmišljanju med učno uro. Prav tako so večinoma menili, da je bila snov zanimivo podana, učne ure pa so bile prijetne in so spodbujale ustvarjalnost. Udeleženi študentje so visoko ocenili tudi svoje sodelovanje (skupinsko delo, povezovanje s sošolci) med urami. Rezultati vprašalnika, povezanega z doživljanjem inovativnih učnih ur v študijskih letih 2023/2024 in 2024/2025, so razvidni iz spodnje tabele.

| Doživljanje učne ure z umetniško izkušnjo  |      |
|--------------------------------------------|------|
| Sodelovanje s sošolci                      | 4,43 |
| Razumevanje snovi                          | 4,23 |
| Zanimivost podajanja                       | 4,12 |
| Domišljija med uro                         | 4,03 |
| Telesna aktivnost                          | 4,00 |
| Ustvarjalnost med uro                      | 3,93 |
| Razmišljanje med uro                       | 3,82 |
| Prijetnost ure                             | 3,76 |
| Bi priporočil učenje tehnike z umetnostjo? | 3,56 |
| Bi še imel tako poučevanje?                | 3,53 |
| Je umetnost primerna?                      | 3,40 |

1 – najbolj negativna ocena | 5 – najbolj pozitivna ocena

Vzorec = 190

Študentje so v vprašalniku odgovorili (izbirno) tudi na odprto vprašanje o doživljanju učne ure. Pri tem so kot pozitiven doprinos k predavanjem izpostavili telesno aktivnost, zanimivost podajanja snovi, sodelovanje s sošolci in druge posamezne vidike učne ure. Njihova mnenja so vidna v izboru dobесednih navedkov.

Všeč mi je, da smo malo fizično aktivni zgodaj zjutraj. Všeč mi je, da smo najprej poskušali sami ugotoviti stvari in je potem profesor razložil in usmeril naša mišljenja.

Vključevanje študentov, delo po skupinah.

Zelo mi je bilo všeč, ker te prisili da se bolj poglobljeno vključiš v učno uro.

S predstavo je bil dobro predstavljen cilj predavanja.

Pristop je primeren za občasno popestritev predavanj, ne bi pa deloval če bi uporabljali samo ta pristop.

Sve najboljše.

Pohvale profesorjem za njihov trud in organizacijo.

Vse je blo super.

Zelo zanimiv pristop, všeč mi je večja vključenost v proces.

Všeč mi je sodelovanje med fakultetami in nekoliko drugačen pristop pri poučevanju.

Pri tretji izvedbi z inovativnimi pristopi na FPP se je pojavilo tudi mnenje, da so bila predavanja »najbolj intuitivna do sedaj«, kar povezujemo z dejstvom, da smo si izvajalci med seboj poročali ter na podlagi lastnih ugotovitev in povratnih informacij študentov postopoma nadgradili učni pristop. Sklepamo lahko, da je poučevanje z umetniško izkušnjo najučinkoviteje, če ga v prakso vnašamo kot prilagodljiv učni pristop, ki ga je mogoče vedno nadgraditi in transformirati glede na aktualne dejavnike (študente, okolje, učne vsebine ipd.).

V nadaljevanju opredelimo učenje z ustvarjalnim gibom, plesom, gledališkimi pristopi in lutko, ki smo jih v sklopu učenja z umetniško izkušnjo vključevali v učne ure s študenti tehniških fakultet.

#### Viri in literatura

Geršak, V., Korošec, H., Podobnik, U., Prosen, S., Sicherl Kafol, B. in Smrtnik Vitulić, H. (2022). Pogled učiteljev na pomen integracije umetnosti na različnih področjih delovanja učencev in dijakov. *Vzgoja in izobraževanje: revija za teoretična in praktična vprašanja vzgojno-izobraževalnega dela*, 53(1/2), 32–37. <https://doi.org/10.59132/viz/2022/1-2/32-37>

Korošec, H., & Geršak, V. (2023). Discovering the heritage and following sustainable goals with puppets and dance. V P. Esteireiro (ur.), *WSAE 2023: World Summit of Arts Education 2023: Heritage & sustainability: Sustaining islands of culture and arts education: Book of abstracts* (str. 75–76). Regional Secretariat for Education, Science and Technology – Conservatory, Professional School of the Arts of Madeira.

Kroflič, R. (2014). Vzgoja preko umetniške izkušnje. V T. Axman, K. Majerhold in Š. Axman (ur.), *Zbornik za spodbujanje demokratičnega emancipacijskega dialoga med ponudniki dobrin ter obiskovalci* (str. 184–199). Društvo ŠKUC, Galerija Škuc.

Kroflič, R. (2022a). Vzgoja z umetnostjo – žlahtna in pogosto spregledana povezava v pedagoškem delovanju. *Vzgoja in izobraževanje: revija za teoretična in praktična vprašanja vzgojno-izobraževalnega dela*, 53(1/2), 6–7. [https://www.zrss.si/wp-content/uploads/2023/10/VIZ-St1-2\\_2022\\_NR.pdf](https://www.zrss.si/wp-content/uploads/2023/10/VIZ-St1-2_2022_NR.pdf)

Kroflič, R. (2022b). Vzgoja z umetnostjo in prvoosebna umetniška izkušnja kot ključni sestavini sodobne vzgoje in izobraževanja. V R. Kroflič, S. Rutar in B. Borota (ur.), *Umetnost v vzgoji v vrtcih in šolah: Projekt SKUM* (str. 19–35). Založba Univerze na Primorskem. <https://doi.org/10.26493/978-961-293-172-8.19-35>

Podobnik, U. in Borota, B. (2022). Umetnik v pedagoškem procesu. V R. Kroflič, S. Rutar in B. Borota (ur.), *Umetnost v vzgoji v vrtcih in šolah: Projekt SKUM* (str. 119–144). Založba Univerze na Primorskem. <https://www.hippocampus.si/ISBN/978-961-293-173-5/mobile/index.html#p=119>

Smrtnik Vitulić, H., Sicherl Kafol, B., Korošec, H., Podobnik, U. in Geršak, V. (2022). Pomen umetniških izkušenj v vzgojno-izobraževalnem procesu v vrtcu, osnovni in srednji šoli. V R. Kroflič, S. Rutar in B. Borota (ur.), *Umetnost v vzgoji v vrtcih in šolah: Projekt SKUM* (str. 57–75). Založba Univerze na Primorskem. <https://doi.org/10.26493/978-961-293-172-8.57-75>

UNESCO. (2006). *Road map for arts education – The World Conference on Arts Education: Building creative capacities for the 21st century*. <https://www.kultur-vermittlung.ch/zeit-fuer-vermittlung/download/materialpool/MFE060501.pdf>

UNESCO. (2024). *UNESCO okvir za kulturno-umetnostno vzgojo*. <https://kulturnibazar.si/wp-content/uploads/2024/07/UNESCO-okvir-za-kulturno-umetnostno-vzgojo-2024.pdf>

# Utelešeno učenje in ustvarjalni gib kot učni pristop

Vesna Geršak, Urša Rupnik, Nuša Jurjevič

Utelešeno učenje poudarja neločljivo povezanost telesa in uma v izobraževalnem procesu, kjer je telesna izkušnja ključna za kognitivni razvoj. Ker je izobraževalni proces v svojem bistvu proces komunikacije, imata v vzgojno-izobraževalnem kontekstu pomembno vlogo utelešeno razumevanje in delovanje (Rodríguez-Jiménez in García-Merino, 2020; Snowber, 2012).

Koncept utelešenja (*embodiment*) je kompleksen in opredeljen znotraj različnih disciplin, tudi izobraževalnih (Hegna in Ørbæk, 2021; Sööt in Anttila, 2018; Warburton, 2011). Izhodišča teorije utelešene kognicije segajo v filozofijo zgodnjega 20. stoletja (npr. Heidegger, 1988; Merleau-Ponty, 1962; Dewey, 1986), ki je telo postavila v središče človekovega spoznavnega procesa. Po teh teorijah je misel neločljivo povezana s telesom, spoznavanje pa poteka skozi telesne zaznave in motorično izkušnjo – znanje ima torej telesno izhodišče, ki je vedno do določene mere edinstveno in subjektivno (Parviainen, 2002; Sööt in Anttila, 2018). Dewey (1986) in Merleau-Ponty (1962) sta že zgodaj poudarjala pomen izkustvenega učenja, ki vključuje telo kot aktivnega udeleženca v procesu spoznavanja. Dewey (1916, v Osgood-Campbell, 2015, str. 5) je zapisal, da obstaja

»potrebno razmerje med procesi dejanskih izkušenj in izobraževanjem« in da pravo učenje nastane takrat, ko »učencem damo nekaj za delati – ne zgolj nekaj za učiti – in ko delo samo zahteva razmišljanje«, s čimer potrjuje pomen izkustvenega in telesno angažiranega učenja.

Sodobni pristopi v izobraževanju čedalje pogosteje vključujejo telesno-gibalne metode, ki temeljijo na konceptu utelešene kognicije. Raziskave s področja kognitivne znanosti in nevroznanosti dokazujejo, da je telesna izkušnja ključna za razvoj mišljenja in razumevanja (Gibbs, 2010; Shapiro, 2014). Sodobni nevroznanstveni izsledki potrjujejo, da gibanje pomembno prispeva k razvoju možganskih funkcij – spodbuja nevrogenezo, krepi spomin, izboljšuje koncentracijo in pozitivno vpliva na razpoloženje (Ratey in Hagerman, 2008; Sousa, 2011). Telesna dejavnost v učnem procesu tako ni le podpora motoričnemu razvoju, temveč tudi temelj za učinkovito učenje na različnih predmetnih področjih.

Na osnovi spoznanj o pomenu utelešenega učenja se je razvil ustvarjalni gib kot učni pristop, ki združuje telesno dejavnost z učenjem in umetniškim izražanjem. Utelešena kognicija se v tem kontekstu izraža skozi preplet gibanja, čustev, miselnih procesov in zaznav, kar omogoča poglobljeno razumevanje vsebin ter spodbuja razvoj različnih oblik inteligentnosti (Gardner, 1995).

Ustvarjalni gib opredeljujemo kot aktiven pristop učenja različnih vsebin s pomočjo telesa. V literaturi ga različni avtorji opredelijo kot pristop oziroma način dela, pri katerem z gibanjem izražamo, oblikujemo in ustvarjamo različne učno-vzgojne vsebine (Griss, 1998; Kroflič, 1999; Geršak, 2016). Z ustvarjalnim gibom udeležujemo načela celostnega, aktivnega in izkustvenega učenja, razvijamo nebesedno komunikacijo, sodelovalno učenje, spodbujamo medpodročno povezovanje ter

vključevanje vseh ravni razvoja posameznika: kognitivne, čustvene, telesne in socialne.

Ustvarjalni gib, ki vključuje elemente plesa, improvizacije in izražanja skozi gib, temelji na teoriji Labana (2002), ki je opredelil temeljne kategorije gibanja: prostor, moč, čas in tok. V izobraževalnem kontekstu to pomeni, da posamezniki s pomočjo gibanja razvijajo prostorsko in telesno zavedanje, senzibilnost ter izražajo svoja notranja doživetja. Kot opozarja Vogel (1993), ustvarjalni gib ne poudarja forme, temveč kakovost izraza in povezavo z notranjim svetom posameznika.

Ustvarjalni gib temelji na sodobnih spoznanjih nevro-educacije, ki dokazujejo, da je vključevanje telesa v učni proces ključno za dolgotrajno pomnjenje, razumevanje abstraktnih pojmov in razvoj višjih miselnih procesov (Tancig, 2015). Številne raziskave poročajo o pomembnih učinkih tovrstnega dela na vsa področja razvoja, učenja in spoznavanja (Anttila, 2018; Anttila in Svendler Nielsen, 2019; Anttila et al., 2019; Geršak, 2016; Keinänen et al., 2000; Kroflič, 1999; Smith-Autard, 2002). Raziskave potrjujejo, da vključevanje gibalnih dejavnosti pozitivno vpliva na učno motivacijo in sodelovanje v skupini ter samozavest (Geršak, 2016; Rupnik in Geršak, 2022), trajnejše znanje (Geršak et al., 2020) in sposobnost izražanja čustev in misli (Jurjevič in Geršak, 2024; Kroflič, 1999; Overby, 2014). Eksperimentalne študije potrjujejo, da vključevanje gibanja v pouk povečuje motivacijo in učni uspeh na različnih predmetnih področjih – tako pri matematiki in naravoslovnih predmetih kot pri družboslovju in umetnosti (Geršak et al., 2020; Geršak et al., 2022; Jurjevič in Geršak, 2024; Osgood-Campbell, 2015; Overby, 2014; Rupnik in Geršak, 2022).

Po drugi strani pa je v visokošolskem izobraževanju, z izjemo programov izobraževanja za profesionalne ple-

salce, učenja z gibanjem bistveno manj. Raziskave kažejo, da so vsebine sodobnega ali ustvarjalnega plesa kot utelešene in performativne prakse ter plesno-gibalne terapije v visokošolsko izobraževanje vključene zgolj fragmentarno – kot posamezne intervencije (Rodríguez-Jiménez et al., 2022; študentje inženirstva), projekti (Newell in Kleiman, 2012; študentje medicine), eksperimenti (Geršak in Geršak, 2016; študentje elektrotehnike), delavnice (Rodríguez-Jiménez in García-Merino, 2020; študentje dizajna risank in videoiger, inženirstva in psihologije), izbirni ali obštudijski seminarji (Nikitina, 2003; študentje različnih študijskih smeri) ter del obveznosti pri rednem predmetu (Ørbæk, 2021; študentje športne vzgoje; Dimonte et al., 2021; študentje zdravstvene nege), ne pa kot samostojen študijski predmet.

Vsem raziskavam so skupne ugotovitve, da tovrstni pristopi (tudi) v visokoškolskem okolju študentom prinašajo tako osebno kot tudi profesionalno rast in zadovoljstvo. Čeprav so bili študenti v začetni fazi do utelešenih praks zadržani, rezultati raziskav kažejo visoko stopnjo zadovoljstva in motivacije v učnem procesu, kjer so bili uporabljeni novi pristopi. Študentje poudarjajo vzpostavitev varnega in neobsojajočega okolja, v katerem so lahko v (neverbalni) interakciji s kolegi svobodno raziskovali in izražali svoja mnenja, hkrati krepili medsebojne vezi in si upali preizkušati meje. Skozi aktiven in vključujoč pristop so se več naučili, znanje ponotranjili in ga povezali s prakso; skozi telesno izkušnjo so si lažje razložili tudi težje abstraktne teoretične koncepte. Študijski proces je bil zanje zanimivejši, uporabnejši in kreativnejši. Obenem so stopili v stik s svojimi notranjimi občutki in zaznavami ter okrepili zavedanje lastnega telesa, kar je pripomoglo k zmanjšanju stresa v učnem procesu, spodbudilo dobro počutje in zadovoljstvo, omogočilo boljšo samopodobo

in spretnejšo komunikacijo, povečalo zavedanje o lastnem učnem stilu ter študente spodbudilo k samozavestnejšemu in učinkovitejšemu pristopu k študiju in delu.

Ustvarjalni gib prispeva k celostnemu razvoju posameznika in odpira prostor za izražanje, refleksijo in emancipacijo (Koff, 2021; Snowber, 2012). V tem kontekstu imata ples in ustvarjalni gib kot učni pristop potencial za oblikovanje odprtega, vključujočega in demokratičnega učnega okolja (Knox, 2020; Kroflič, 2018; Kroflič, 2022), kar si prizadevamo udejanjati tudi v kontekstu tehniških fakultet. S posameznimi primeri vključevanja ustvarjalnega giba in plesa v učenje zahtevnih tem na FE, FKKT in FPP vsekaror želimo spodbuditi visokošolske učitelje na tehniških fakultetah, da vsaj občasno odmaknejo mize in stole ter ustvarijo prostor za gib in pri učenju oziroma poučevanju uporabijo najbolj vseprisotno, vendar premalo izkoriščeno izobraževalno orodje, ki ga imamo ves čas na razpolago – lastno telo.

#### Viri in literatura

- Anttila, E. (2018). The potential of dance as embodied learning. *Proceedings of A Body of Knowledge – Embodied Cognition and the Arts Conference*, 8–10 December 2016.
- Anttila, E., Martin, R., & Svendler Nielsen, C. (2019). Performing difference in/through dance: The significance of dialogical, or third spaces in creating conditions for learning and living together. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 209–216.
- Anttila, E., & Svendler Nielsen, C. (2019). Dance and the quality of life at schools: A Nordic affiliation. In K. Bond (Ed.), *Dance and the Quality of Life* (pp. 327–345). Springer.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. Macmillan.
- Dewey, J. (1986). Experience and education. *The Educational Forum*, 50, 241–252.
- Dimonte, V., Luciani, M., Conti, A., Malinverni, E., Clari, M., Campagna, S., & Garrino, L. (2021). Nursing students' perspectives of dance movement therapy to learn relational skills: A qualitative description study. *Nurse Education Today*, 97.
- Gardner, H. (1995). *Razsežnosti uma*. Tangram.
- Geršak, V. (2016). *Ustvarjalni gib kot celostni učni pristop v osnovni šoli* [doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=83893&lang=slv&prip=dkum:10850864:d3>
- Geršak, V., & Geršak, G. (2016). A kinaesthetic approach to teaching electrical engineering. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 14(3), 366–373.
- Geršak, V., Giber, T., Geršak, G., & Pavlin, J. (2022). Are psychophysiological wearables suitable for comparing pedagogical teaching approaches? *Sensors*, 22(15), 1–17. <https://doi.org/10.3390/s22155704>
- Geršak, V., Vitulić, H. S., Prosen, S., Starc, G., Humar, I., & Geršak, G. (2020). Use of wearable devices to study activity of children in classroom: Case study – Learning geometry using movement. *Computer Communications*, 150, 581–588. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.12.019>
- Gibbs, R. W. Jr. (2010). *Embodiment and cognitive science*. Cambridge University Press.
- Griss, S. (1998). *Minds in motion*. Heinemann Books.
- Heidegger, M. (1988). *The basic problems of phenomenology* (A. Hofstadter, Trans.). Indiana University Press.
- Hegna, H. M., & Ørbæk, T. (2021). Traces of embodied teaching and learning: A review of empirical studies in higher education. *Teaching in Higher Education*. <https://doi.org/10.1080/13562517.2021.1989582>
- Jurjevič, N., & Geršak, V. (2024). Expanding children's conceptual field through dance and visual arts. *International Journal of Education & the Arts*, 25(27). <http://doi.org/10.26209/ijea25n27>
- Keinänen, M., Hetland, L., & Winne, E. (2000). Teaching cognitive skill through dance: Evidence for near but not far transfer. *The Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 295–306. <https://doi.org/10.2307/3333646>
- Knox, S. (2020). Shapeshifting collaborative paradigm across borders, within tertiary choreographic education. In C. Svendler Nielsen & S. Burridge (Eds.), *Dancing across borders: Perspectives on dance, young people and change* (pp. 46–50). Routledge.
- Koff, S. R. (2021). *Dance education: A redefinition*. Methuen Drama.
- Kroflič, B. (1999). *Ustvarjalni gib – tretja razsežnost pouka*. Znanstveno in publicistično središče.
- Kroflič, R. (2018). O opolnomočenju in subjektifikaciji s pomočjo umetniške izkušnje. V D. Rutar (ur.), *Egalitarne simbolizacije življenja s posebnimi potrebami*. CIRIUS.

Kroflič, R. (2022). Vzgoja z umetnostjo in prvoosebna umetniška izkušnja kot ključni sestavini sodobne vzgoje in izobraževanja. V R. Kroflič, S. Rutar in B. Borota (ur.), *Umetnost v vzgoji v vrtcih in šolah: projekt SKUM* (str. 19–34). Založba Univerze na Primorskem. <https://doi.org/10.26493/978-961-293-172-8.19-35>

Laban, R. (2002). *Mojstrstvo gibanja*. MGL.

Merleau-Ponty, M. (1962). *Phenomenology of perception*. Routledge & Kegan Paul.

Newell, A., & Kleiman, P. (2012). Doctors can dance. *London Review of Education*, 10(2), 133–144.

Nikitina, S. (2003). Movement class as an integrative experience: Academic, cognitive, and social effects. *Journal of Aesthetic Education*, 37(1), 54–63.

Osgood-Campbell, E. (2015). Investigating the educational implications of embodied cognition: A model interdisciplinary inquiry in mind, brain, and education curricula. *Mind, Brain, and Education*, 9(1), 3–10.

Overby, L. Y. (2014). Student reflections: The impact of dance integration. In L. Y. Overby & B. Lepczyk (Eds.), *DANCE: Current selected research* (Vol. 8, pp. 182–194). AMS Press.

Ørbæk, T. (2021). Bodily learning through creating dance: Student teachers' experiences from Norwegian physical education teacher education. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.758944>

Parviainen, J. (2002). Bodily knowledge: Epistemological reflections on dance. *Dance Research Journal*, 34(1), 11–26.

Ratey, J. J., & Hagerman, E. (2008). *Spark: The revolutionary new science of exercise and the brain*. Quercus.

Rodríguez-Jiménez, R.-M., & García-Merino, S. (2020). Enactive and embodied learning in higher education. *Functional Neurology, Rehabilitation and Ergonomics*, 7(4). <https://www.researchgate.net/publication/342766455>

Rodríguez-Jiménez, R.-M., Carmona, M., García-Merino, S., Díaz-Ureña, G., & Lara Bercial, P. J. (2022). Embodied learning for well-being, self-awareness, and stress regulation: A randomized trial with engineering students using a mixed-method approach. *Education Sciences*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/educsci12020111>

Rupnik, U., & Geršak, V. (2022). Dancing on Zoom: Introducing the principles of creative movement into distance learning in primary school. *International Journal of Education & the Arts*, 23(S1 1.5). <http://doi.org/10.26209/ijea23s1.5>

Shapiro, L. (2014). *The Routledge handbook of embodied cognition*. Routledge.

Smith-Autard, J. (2002). *The art of dance in education*. A&C Black.

Snowber, C. (2012). Dance as a way of knowing. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 134, 53–60. <https://doi.org/10.1002/ace.20017>

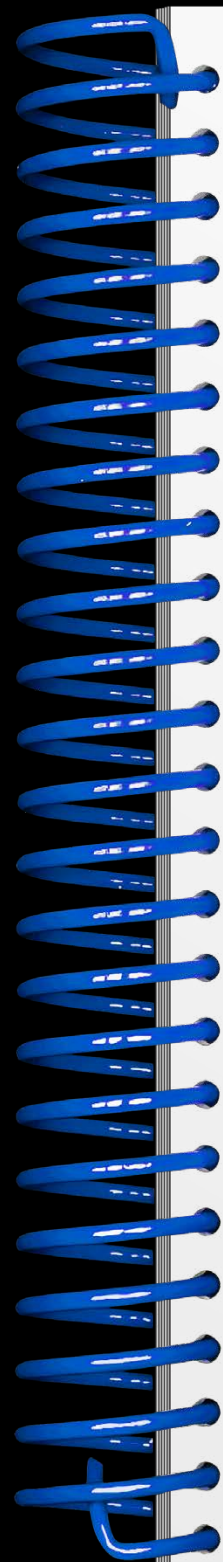
Sousa, D. A. (2011). Mind, brain, and education: The impact of educational neuroscience on the science of teaching. *LERNing Landscapes*, 5(1), 37–43.

Sööt, A., & Anttila, E. (2018). Dimensions of embodiment in novice dance teachers' reflections. *Research in Dance Education*, 19(3), 216–228. <https://doi.org/10.1080/14647893.2018.1485639>

Tancig, S. (2015). Utešena kognicija in možgani v digitalni dobi. V J. Port (ur.), *Telo in tehnologija. Zbornik 8. kulturološkega simpozija* (str. 79–92). Kult.co.

Vogelnik, M. (1993). *Ustvarjalni gib: Plesno-gledališki priročnik*. ZKOS.

Warburton, E. C. (2011). Of meanings and movements: Re-languaging embodiment in dance phenomenology and cognition. *Dance Research Journal*, 43(2), 65–83. <https://www.jstor.org/stable/23266966>



# Aplikativno gledališče – učenje in poučevanje z izobraževalno dramo in lutkami

Helena Korošec

Aplikativno gledališče (applied drama/applied theatre), ki je v središču našega zanimanja, vstopa v pedagoški proces na različne načine. »Applied drama« in »applied theatre« sta interdisciplinarni in hibridni praksi, ki združujeta značilnosti različnih gledaliških praks (Nicholson, 2005). Central School of Speech and Drama (London) razlaga prakso aplikativnega gledališča – »uporabne oz. praktične drame« kot intervencijo, komunikacijo, rast in razvoj, opolnomočenje ter izražanje pri delu s posamezniki in specifičnimi skupnostmi (prav tam).

Z dramo lahko učimo umetnost gledališča in/ali motiviramo in razširimo učenje na drugih področjih. »Drama« v tem primeru ne označuje gledališke zvrsti ali dramskega besedila, temveč dramsko sposobnost, ki jo imamo vsi kot antropološko lastnost in je značilna za vse ljudi ter je oblika človekove simbolne kompetence. Specifičnost drame v izobraževanju je »v uporabi dramskih oblik in tistih načinov izražanja, v katerih so realni ali izmišljeni dogodki, bitja, predmeti, pojavi in odnosi predstavljeni s pomočjo odigranih vlog in situacij« (Krušič, 2007). Vse omenjene oblike v prvi vrsti skušajo pasivno učenje v klopih zamenjati z izkustvenim učenjem oz. se z gledališčem približati različnim rizičnim skupinam.

Za razliko od profesionalnega gledališča pri gledališču v izobraževanju težišče dela ni na besedilu. To je včasih le izhodišče, vendar ga udeleženci skozi proces kreativno preoblikujejo, raziskujejo pa dogajanje v zgodbi, ustvarjajo domišljijски svet in zgodbo spreminjajo v nekaj novega. Izhodišče dela je lahko področje iz učnega načrta/kurikuluma, ki ga učitelj predstavi študentom. Manj poučarka je na zgodbi in oblikovanju likov, več pa na reševanju problema ali nekem pomembnem dogodku iz življenja (O'Neill, 1994; v Wagner, 1998). Cilj drame v izobraževanju je učiti se skozi dramske dejavnosti (angl. learning through drama), tako da študenti vstopajo v namišljeni dramski svet, kjer se srečajo s problemom, ki ga v dramski situaciji razrešijo, s čimer tako dosežejo razumevanje teme ter usvojijo potrebno znanje. Ena osnovnih metod pri drami v vzgoji, ki jo je razvila D. Heathcote (Wagner, 1976), je učiteljevo vstopanje v vlogo in izstopanje iz nje (angl. teacher in role). S prevzemanjem vloge učitelj razvija in stopnjuje čustva, poveča napetost v zgodbi in jo zaplete ter razplete, s čimer poveča zanimanje in motivacijo za snov. Z izstopom iz vloge doseže potrebno distanco in objektivnost, ki sta potrebni za refleksijo (primer pri izvedbi učne ure na FE – toplotna kamera).

Somers (2005) predstavlja dramo kot alternativo pedagogiko. Drama namreč vključuje zgodbe, v katerih raziskujemo medčloveške odnose in/ali učno snov določenega področja kurikula. Dramatska izkušnja pomembno prispeva k doseganju sprememb, in sicer uspešneje kot npr. kritične diskusije ali uporaba videa. V drami smo namreč osebno in aktivno udeleženi z vsemi čuti in vsem telesom. Če želimo doseči problemsko zastavljen pristop, ki v ospredje postavlja socialne spretnosti, empatijo, toleranco in celostni razvoj, je drama v izobraževanju gotovo pravi odgovor.

Specifično mesto v aplikativnem gledališču namenjamo lutkovnemu gledališču oz. gledališču animacije. Za razliko od drame ta poleg telesnega izraza vključuje medij – lutko, predmet, ki s tremi nivoji stilizacije (likovno, gibalno in zvočno) določa prepoznavnost in prepričljivost vsakega lika (Majaron, 2017). Figura funkcionira kot surov material za komunikacijo in kot takšna postane primeren medij za dialoško pedagogiko (Hamre, 2011). Naravoslovno-tehnične simbole, pojave in procese lahko do potankosti realiziramo s personificirano lutkovno figuro. Z njeno vizualno podobo, animacijo in glasom simboli in procesi oživijo v učni situaciji in tako zanimivo in nazorno prikažejo zahtevno študijsko oz. učno snov (primer: personificirani liki kisika in vodika na FKKT pri temi gorivne celice).

Forsberg Ahlcrona (2012) razlaga temeljne potencialne lutke in njene komunikacijske zmožnosti. O odnosnih potencialih govorimo, ko študenti v odnosu do lutke razvijajo čustvene vrednosti in komunicirajo na osnovi znanja ter čustvenih motivov. Lingvistični potenciali se pojavijo v komunikaciji z lutko. Študenti skozi jezik izražajo koncepte znanja in učenja. Animacijske/akcijske potencialne lutke zasledimo v skupinski in ustvarjalni igri. V prizorih in igrah lutke prenašajo študentovo razlago situacij.

Somers (2005) razlaga, zakaj poimenuje dramo kot alternativno pedagogiko, z naslednjimi argumenti:

- dramski medij edinstveno dovoljuje, da raziščemo problem skozi akcijo;
- udeleženci so tako telesno, čustveno, socialno in moralno vključeni v dejavnosti;
- obstoječe znanje in izkušnje sodelujočih so ključnega pomena v procesu dramskih dejavnosti;
- končna stvaritev je rezultat demokratičnega pedagoškega modela;

- drama je prepoznana kot raziskovalna metoda;
- drama ponuja prostor in čas, v katerih je raziskovanje sebe in drugih varno vodeno.

Številne raziskave kažejo, da je drama v izobraževanju učinkovita metoda za izboljšanje študentovega konceptualnega razumevanja znanstvenih konceptov (Birch in Lennerfors, 2020; Kılıçaslan in Vural, 2018; Osama, 2016; Dorion, 2009). Pregledna študija (Namysova idr., 2023) je pokazala, da ima drama v naravoslovju pozitivne koristi za študente v smislu odnosa do znanosti in izboljšanja konceptualnega znanja, ne glede na stopnjo izobraževanja. Raziskava o učinkih uporabe dramskih dejavnosti na odnos dijakov do učenja naravoslovja in njihovega razumevanja znanstvenih konceptov, povezanih s tremi agregatnimi stanji in načini prenosa toplote, je pokazala, da so z uporabo metod drame v izobraževanju dosegli pozitivne spremembe v odnosu dijakov do učenja naravoslovja in njihovega razumevanja znanstvenih konceptov (Osama, 2016). Danckwardt-Lillieström, Andrée in Enghag (2020) so raziskovali, kako se lahko ustvarjalna drama uporablja pri pouku kemije za spodbujanje raziskovanja elektronegativnosti in kemijskih vezi pri dijakih v srednjošolskem izobraževanju. Ugotovitve kažejo, da je ustvarjalna drama omogočila dijakom, da so povezali elektronegativnost in polarnost molekul z oblikovanjem mrežastih struktur molekul, pri čemer so z lastnimi telesi ponazorili, kako so molekule organizirane v različnih agregatnih stanjih snovi.

Birch in Lennerfors (2020) ugotavljata, da obstaja precej kazalnikov, ki govorijo, da je študij programa inženirske etike precej dolgočasen in nezanimiv tako za študente kot učitelje. Z vključevanjem programov drame v izobraževanje na oddelku za gradbeništvo in industrij-

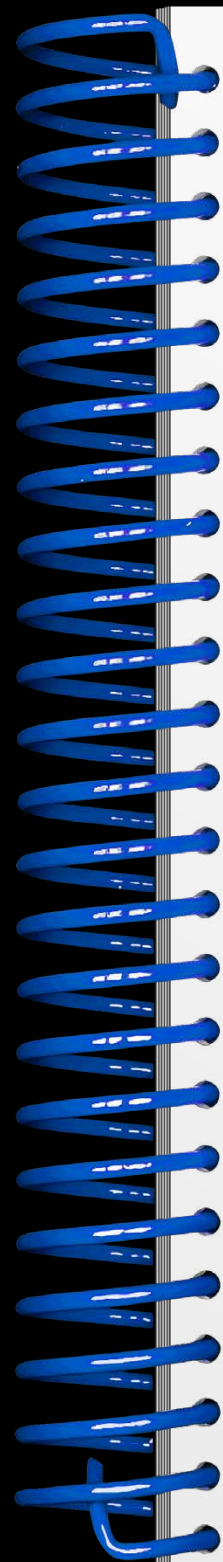
sko gradnjo pa je študij postal zanimivejši, ustvarjalnejši, poleg učinkovitega doseganja znanja in ciljev programa pa so študenti razvijali tudi domišljijo in vseživljenjske kompetence. Silius-Ahonen in Gustavson s sodelavci (2012) so v visokošolskem prostoru z dramo v izobraževanju raziskovali, kako metoda drame vzpostavi »oder« za nove oblike preverjanja znanja, na katerem se študenti lažje soočajo z različnimi oblikami preverjanja znanja, ki se jih od njih zahteva v današnjih zahtevnih delovnih in zaposlitvenih pogojih. Avtorji zaključijo, da ima drama potencial učenja in poučevanja v visokem šolstvu, je uspešna praksa načrtovanja, izvajanja in vrednotenja dejavnosti v visokošolskem izobraževanju in se uresničuje kot prostor, ki izstopa iz togih struktur poučevanja. Z aktivno vključitvijo v pedagoški proces drama ponuja sodelovalno prakso tako v procesu učenja kot preverjanju znanja. Bronte in Hartley (2022) sta raziskovala vplive in prednosti aplikativnega gledališča in drame v diplomskem študiju medicine. Rezultati kvalitativne študije so pokazali, da so študenti ob vključevanju drame napredovali na vseh področjih CanMEDS kompetenc, ki vključujejo ključne vloge in sposobnosti, ki jih mora imeti zdravnik (strokovnjak s področja medicine, komunikator, sodelavec, vodja, zagovornik zdravja, učenec in učitelj). Na visokošolskem študiju morske biologije (Sloman in Thompson, 2009) so študenti v pedagoškem procesu sodelovali v izobraževalni drami, katere namen je bil raziskovati financiranje znanstvenih raziskav ter povezav med znanostjo in družbo. Večina študentov je po zaključenem semestru ocenila, da se je njihovo znanje o temi močno povečalo, metoda drame pa je prispevala k izboljšanju njihovega kritičnega mišljenja, samozavesti pri predstavljanju svojega dela pred drugimi in izboljšanju komunikacijskih spretnosti.

Drama v izobraževanju je torej pristop, ki postavi udeležence v vlogo aktivnih (so)ustvarjalcev, ki vstopajo v medsebojne odnose, ob ustvarjanju prizorov pa tudi v odnos z zgodbo in fiktivno situacijo ter seveda v poseben odnos z učiteljem. M. J. McNaughton (2011) izpostavlja, da narava odnosov med udeleženci v drami v izobraževanju in med udeleženci ter učnim kontekstom ustvari vzdušje, v katerem lahko poteka učenje v najširšem pomenu besede.

Zgoraj omenjene raziskave kažejo, da se akademska uspešnost, stopnja pomnjenja (trajno znanje) in odnos do študijskega predmeta (perspektiva) pozitivno povečajo pri pouku, ki se izvaja z metodo drame v izobraževanju na različnih stopnjah izobraževanja.

Zaključimo lahko, da ustvarjalne dramske dejavnosti študentom omogočijo raziskovanje različnih tem s področja tehnike in naravoslovja na nove načine, saj študentje pri tem uporabljajo različna gledališka izrazna sredstva, kar smo dokazali tudi z izvedbo inovativnih učnih ur, ki jih predstavljamo v nadaljevanju.

- Birch, P., & Lennerfors, T. (2020). Teaching engineering ethics with drama. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–5. IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274160>
- Danckwardt-Lillieström, K., Andrée, M., & Enghag, M. (2020). The drama of chemistry – Supporting student explorations of electronegativity and chemical bonding through creative drama in upper secondary school. *International Journal of Science Education*, 42 (11), 1862–1894. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1792578>
- Dorion, K. R. (2009). Science through drama: A multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary science lessons. *International Journal of Science Education*, 31 (16), 2247–2270. <https://doi.org/10.1080/09500690802712699>
- Forsberg Ahlcróna, M. (2012). The puppet's communicative potential as a mediating tool in preschool education. *International Journal of Early Childhood*, 44, 171–184.
- Hamre, I. (2011). Affective education through the art of animation theatre. V V. Geršak, H. Korošec, et al. (ur.), *Promoting the social emotional aspects of education. Spodbujanje socialno-čustvenih vidikov vzgoje in izobraževanja: A multi-faceted priority, raznotere naloge*: Conference proceedings. Pedagoška fakulteta.
- Johnston, B., & Jafine, H. (2022). Applied theatre and drama in undergraduate medical education: A scoping review. *McGill Journal of Medicine*, 20 (2). <https://doi.org/10.26443/mjm.v20i2.930>
- Kılıçaslan, H., & Vural, S. (2018). The effects of creative drama teaching methods on academic success in architectural education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14 (5), 1621–1628. <https://doi.org/10.29333/ejmste/84445>
- Krušić, V. (2007). O dramskom odgoju – osnovni pojmovi. V Radetić-Ivetić (ur.), *Igram se, a učim!*. HCDO.
- Majaron, E. (2017). *Vera v lutko*. Knjižnica Mestnega gledališča.
- McNaughton, M. J. (2011). Relationships in educational drama. In S. Schonmann (Ed.), *Key concepts in theatre/drama in education*. Sense Publisher.
- Namyssova, G., Malone, K. L., Helmer, J., et al. (2023). The use of drama in science instruction—A review of the literature. *SN Social Sciences*, 3, 162. <https://doi.org/10.1007/s43545-023-00750-3>
- Nicholson, H. (2005). *Applied drama: The gift of theatre*. Palgrave Macmillan.
- Osama, H. A. (2016). Drama-based science teaching and its effect on students' understanding of scientific concepts and their attitudes towards science learning. *International Education Studies*, 9 (10), 163–173. <https://doi.org/10.5539/ies.v9n10p163>
- Silius-Ahonen, E., & Gustavson, M. (2012). To learn for competence and beyond – That is the question: Drama as assessment in higher education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 45, 438–447. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.580>
- Sloman, K., & Thompson, R. (2009). An example of large group drama and cross-year peer assessment for teaching science in higher education. *International Journal of Science Education*, 32 (14), 1877–1891. <https://doi.org/10.1080/09500690903173697>
- Somers, J. (2005). Drama as alternative pedagogy. In *Nuffield Review of 14–19 Education and Training*.
- Wagner, B. J. (1976). *Dorothy Heathcote: Drama as a learning medium*. National Education Association.
- Wagner, B. J. (1998). *Educational drama and language arts*. Heinemann.



# Uvodne dejavnosti

Nuša Jurjevič, Urša Rupnik, Ana Duša, Helena Korošec,  
Vesna Geršak

Uvodne dejavnosti se uporabljajo tako v pedagoških kot v umetniških praksah in so namenjene razvijanju socialnih veščin, sproščanju in telesnemu ogrevanju kot pripravi za nadaljnje delo. Izvajalci lahko na začetku učne ure izberejo katero koli izmed dejavnosti, ki so na kratko opisane na seznamu, tematike pa po želji prilagodijo glede na svojo obravnavano vsebino (npr. dejavnosti utelešenja osnovnih pojmov se lahko vežejo na katero koli področje – osnovni kemijski pojmi, osnovni pojmi elektrotehnike ipd.).

A

### SUPERJUNAK IN NJEGOV PREPOZNAVNI GIB

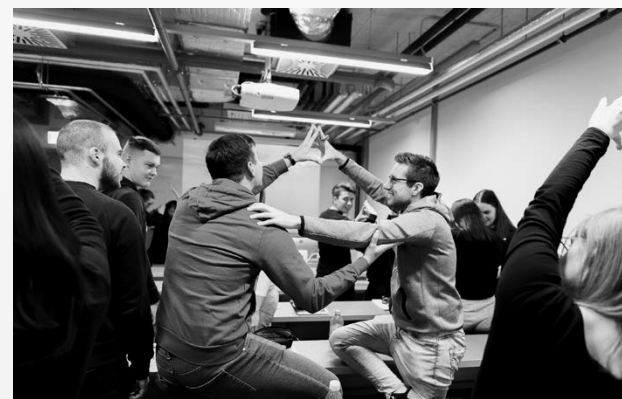
Študentje stojijo v krogu. Vsak študent pove svoje ime in ustrezen pridevnik, pri čemer se pridevnik začne na prvo črko njegovega imena in ima superjunaški zven (npr. *energični Enej*, *znanstvena Zarja*). Ob imenu svojega superjunaka prikaže tudi prepoznavni gib oziroma gesto, ki jo, skupaj z imenom, ponovi celotna skupina. Vaja je namenjena sproščenemu spoznavanju, sproščanju in postopnemu uvajanju v metode ustvarjalnega giba.

B

### PRIKAŽI TRIKOTNIKE S TELESOM

Študentje najprej sami, nato pa v dvojicah ali skupinah prikažejo čim več trikotnikov znotraj lastne telesne sheme in z deli svojega telesa v sodelovanju s kolegi. Trikotnike lahko oblikujejo z rokami, nogami, prsti itd., lahko se dotikajo drug drugega (če jim to ustreza). Vaja je namenjena ogrevanju, ozaveščanju telesa in uvajanju metod ustvarjalnega giba z usmeritvijo od splošnega proti konkretnjšim naravoslovno-tehničnim vsebinam.

Uvodna dejavnost ustvarjalnega giba, ustvarjanje čim večjega števila trikotnikov z uporabo lastnih teles (posamično, v paru, skupinsko)



C

### JAZ, PROSTOR, DRUGI

Študentje hodijo po prostoru. Pedagog jih opazuje in vodi vajo z navodili za sprotno izvajanje. Reče jim, naj hodijo vsak v svojem ritmu, neodvisno od drugih. Potem reče, naj se osredotočijo na svoje počutje – jim je lagodno ali neprijetno, jih zebe, jim je vroče, jih kaj boli itd. V naslednji fazi jim reče, naj se osredotočijo na prostor – kako velik je, kakšne stene ima, je temen ali svetel, kakšen je občutek, ko hodijo po tem prostoru. V zadnji fazi jih usmeri na druge; vsak študent naj opazi, kdo so ljudje okrog njega,

D

E

Ogrevalna vaja Nasloni - odbij  
za vzpostavitev stika z drugimi  
in uvajanje v gledališke metode

kakšen odnos ima do vsakega od njih, kdo mu je najzanimivejši. Najprej samo opazujejo, brez interakcije. V zadnji fazi pedagog reče, naj vzpostavijo stik s tistim, ki ga srečajo; lahko je nasmeh, dotik, pozdrav. Ko je ta faza končana, pedagog reče študentom, naj se ustavijo in zaključijo fazo. Vsaka faza traja približno dve minuti. Vaja je namenjena ogrevanju in osredotočanju študenta na konkreten prostor in čas ter svoje trenutno počutje, hkrati pa predstavlja tudi uvajanje v metode gledališke umetnosti.

#### PODAJANJE ZVOKA

Študentje stojijo v krogu in si s ploskom podajajo zvok *Ha!* Prvi, ki začne, si izbere nekoga v krogu in proti njemu s ploskom »vrže« zvok *Ha!* Ta, ki je zvok prejel, ga vrže naprej nekomu drugemu. Podajanje zvoka se dogaja prosto po krogu, zvoka ne podajajo sosedu, ampak komur koli v krogu. Vaja je namenjena ogrevanju, odpiranju glasu in vzpostavitvi stika z drugimi študenti.

#### NASLONI – ODBIJ

Študentje prosto hodijo po prostoru. Ko si dva prideta nasproti, se ustavita drug pred drugim tako, da je med njima pribl. 80 cm razdalje, dvigneta roke pred prsi in se dotakneta z dlanmi; z vso težo se naslonita drug na drugega, nato pa se drug od drugega odbijeta. Nadaljujeta hojo po prostoru in vajo ponovita z drugim študentom. Vaja je namenjena ogrevanju, vzpostavitvi stika z drugimi študenti in uvajanju v metode gledališke umetnosti.



F

G

Uvodna vaja zip-zap, s podajanjem ploska in zvoka v krogu

#### IZBIJANJE IZ RAVNOTEŽJA

Študentje se postavijo v pare. Dva v paru si stopita nasproti, dvigneta roke pred prsi in se dotakneta z dlanmi. Vsak da desno nogo naprej, tako da ima težo na njej. Študenta se s konicami prstov desne noge dotikata. Drug drugega poskušata vreči iz ravnotežja oz. prisiliti, da se premakneta. Vaja se ponavlja par minut, na koncu zmaga tisti, ki je zaradi drugega manjkrat padel iz ravnotežja. Vaja je namenjena ogrevanju, vzpostavitvi stika z drugimi študenti in uvajanju v metode gledališke umetnosti.

#### ZIP-ZAP

Študentje stojijo v krogu in si podajajo plosk – če ga podajo v desno, hkrati s ploskom rečejo *zip*, če ga podajo v levo, rečejo *zap*. Smer ploska lahko kdor koli zamenja, ko pride plosk do njega. Prav tako lahko, namesto da bi plosk podal naprej ali nazaj, pred tistim, od katerega je plosk prejel, prekriža roke na prsih in hkrati reče *boing!* S tem plosk vrne tistemu, od katerega ga je prejel, in ta mora obrniti smer potovanja ploska. Cilj je, da se igra izvaja čim hitreje. Pedagog naj študente spodbuja, naj bodo telesno ves čas v pripravljenosti, da prejmejo plosk, kot npr. pri odbojki. Vaja je namenjena ogrevanju, odpiranju glasu in vzpostavitvi stika z drugimi študenti.

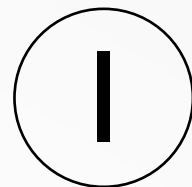




Uvodna vaja: med hojo so študenti čim bliže zavezniku in čim dlje od tekmeca

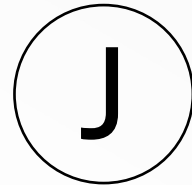
#### ZAVEZNIK – TEKMEC

Študentje hodijo po prostoru, vsak v svojem tempu in po svoji tirnici – pomembno je, da ne hodijo v krogu oz. kakor koli drugače organizirano. Pedagog jim da navodilo, naj si med ostalimi študenti vsak izbere po enega zaveznika in enega tekmeca, a naj z ničimer ne da vedeti, kdo sta. Naloga vsakega študenta je, da je med hojo ves čas čim bližje zavezniku in čim dlje od tekmeca. V nekem trenutku pedagog pove, da bo štel od deset do nič – ves ta čas morajo študentje nadaljevati s hojo. Ko pedagog reče »nič«, se mora vsak študent ustaviti na mestu, pri čemer se mora dotikati svojega zaveznika in biti hkrati čim bolj oddaljen od svojega tekmeca. Vaja je namenjena ogrevanju, vzpostavitvi stika z drugimi študenti in uvajanju v metode gledališke umetnosti.



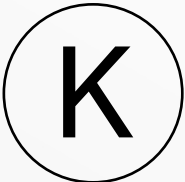
#### JAZ SEM ... NEBOTIČNIK

Študentje stojijo v krogu. Vsak si zamisli svojo stavbo in jo čim ustvarjalneje prikaže z gibanjem (npr. *nebotičnik*, *ptičja hišica*, *uta* ...). Posamezen študent prikaže izbrano stavbo, ostali pa gib ponovijo za njim. Dejavnost lahko prilagodimo in namesto stavb prikažemo vozila, pijače, rastline ipd.



#### GIBALNE UGANKE, POVEZANE Z UČNO SNOVJO

Študentje razmislijo o tem, kaj so pri tem predmetu obravnavali do sedaj, in v skupinah (štiri do pet študentov) pripravijo gibalne uganke; z gibanjem prikažejo določeno vsebino, kolegi pa ugibajo, kaj prikazujejo. Vaja je namenjena socializaciji in utrjevanju že znanih pojmov.

KLM

#### LIST PAPIRJA

Pedagog povabi študente, naj se razporedijo po prostoru in si predstavljajo, da so list papirja, ki ga drži v roki (stojijo vzravnano na mestu). Njihova naloga je, da s telesom ponazorijo različne načine, kako se lahko papir giblje ali preoblikuje. Pedagog začne list postopoma upogibati – ga prepogne, zavrti, položi na tla, vrže v zrak ipd. Študenti posnemajo gibanje papirja s telesom in se tako postopoma uvajajo v metode ustvarjalnega giba. Ob tem jih pedagog spodbuja, naj raziskujejo gibanje na svoj način, in poudari, da v tej dejavnosti ni »pravih« ali »napačnih« gibov – pomemben je ustvarjalni izraz vsakega posameznika. Vaja je namenjena ogrevanju, ozaveščanju telesa in uvajanju metod ustvarjalnega giba.

#### STROJ

Študentom povemo, da bomo gradili »stroj«, ki je lahko domišljjski, ali pa navedemo, za kakšno vrsto stroja gre. En študent začne in ustvari zvok ter preprosto gesto. Ko drugi študent dobi idejo, kako stroju nekaj dodati, se pridruži prvemu študentu in vzpostavi povezavo ter odnos do prvega zvoka/giba. Vsi študenti se morajo telesno povezati z nekim delom stroja v zvoku in gibu. Vaja je namenjena razvoju kreativnosti, koncentraciji in povezovanju skupine.

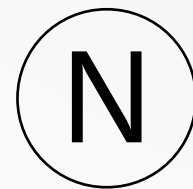
#### POTOVANJE ZVOKA

Študente vprašamo, po kateri vrsti snovi se po njihovem mnenju zvok širi najhitreje (trdni, kapljevini ali plinu). Nato jih naključno razdelimo v tri enako velike skupine (kolone), pri čemer vsaka predstavlja eno agregatno stanje snovi: trdna, kapljevina ali plin.

V koloni, ki predstavlja trdno snov, študenti stojijo zelo blizu drug drugega, skorajda se že dotikajo. V koloni, ki predstavlja kapljevino, stojijo nekoliko bolj narazen – toliko, da se z iztegnjenimi rokami ne morejo dotakniti študenta pred seboj. V koloni, ki predstavlja plin, so razmaknjeni še bolj, tako da je med posamezniki velika razdalja. Nato pedagog pojasni navodila igre: ob sprožitvi »zvoka« (na primer s ploskom ali udarcem na boben) zadnji študent v koloni nežno tapne študenta pred seboj po ramenih, ta pa nato enako stori s študentom pred njim – in tako naprej, dokler »zvok« ne prispe do prvega v koloni. Zmaga tista skupina, v kateri »zvok« najhitreje prispe do sprednjega člana kolone.

Uvodna dejavnost ustvarjalnega giba –  
utelešenje hitrosti potovanja zvoka  
v treh snoveh različnih agregatnih  
stanj(trdno, tekoče, plinasto)

Sledi pogovor o rezultatih, kjer pedagog razloži, da se zvok najhitreje širi skozi trdne snovi, ker so delci v trdnih snoveh med seboj najtesneje razporejeni, kar omogoča hitrejši prenos nihanja oziroma zvočnih valov. V kapljevinah je ta razdalja večja, v plinih pa največja, zato se zvok tam širi najpočasneje. S to vajo prikažemo smiselnost/učinkovitost utelešenega učenja na konkretni učni temi. (Dejavnost je povzeta po Susan Griss).



## RAVNOVESJE

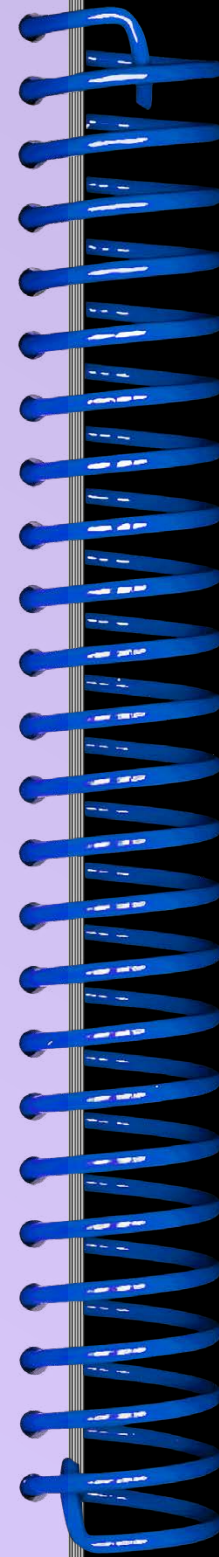
Izvajalec dejavnosti študentom v parih razdeli po eno palico in en trak enake dolžine. Palico študenta držita tako, da jo prislonita ob dlan in potiskata drug proti drugemu, trak pa vlečeta vsak k sebi. Tako vzpostavljata potisno in vlečno silo, ki ju poskušata med prostim gibanjem po prostoru ves čas ohranjati v ravnovesju (da jima torej palica ne pade iz rok in trak ohrani napetost). Dejavnost lahko izvajalec razširi na manjšo ali večjo skupino študentov (lahko jo na koncu izvajajo vsi udeleženci skupaj). Dejavnost je namenjena utelešenju fizikalnega načela in uvajanju ustvarjalnega giba kot metode za razumevanje in raziskovanje naravoslovno-tehniških vsebin ter tudi krepitvi medsebojnega sodelovanja in neverbalne komunikacije med študenti. (Dejavnost je povzeta po Thomasu W. Meyersu, Kiri Kirsch in sistemu Axis Syllabus.)

Primeri učnih ur

pri učenju

z umetniško

izkušnjo



V tem poglavju predstavljamo izvedene učne ure z vključevanjem ustvarjalnega giba, drame in lutk na treh tehniških fakultetah. Opisi izvedenih učnih ur so podprti s slikovnim in video gradivom.

- 
- 048 Merjenje faktorja moči električnih porabnikov
  - 054 Termovizijska kamera/emisivnost površin
  - 060 Deformacijski mehanizmi drobilnikov in mlinov
  - 066 Oskrba ladij z električno energijo z obale
  - 074 Od magnetizma in indukcije do zavore
  - 080 Električni tokokrog
  - 088 Gorivna celica

# Merjenje faktorja moči električnih porabnikov

Urša Rupnik, Nuša Jurjevič, Vesna Geršak, Gregor Geršak

## IZVAJALCI

UL PEF  
asist. Urša Rupnik,  
asist. Nuša Jurjevič,  
doc. dr. Vesna Geršak  
UL FE  
prof. dr. Gregor Geršak

## FAKULTETA/ODDELEK

Fakulteta za elektrotehniko

## PREDMET

Meritve

## LETNIK/STOPNJA

2. letnik  
Dodiplomski študij

## TRAJANJE

2 šolski uri (90 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Ustvarjalni gib

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

Faktor moči je opredeljen kot razmerje delovne in navi-dezne moči. Predznak faktorja moči za določeno napravo predstavlja značaj bremena (negativni za kapacitivno, pozitivni za induktivno napravo), absolutna vrednost faktorja pa (energijsko) učinkovitost električne naprave oz. razmerje med delovno in jalovo močjo. Prikazani so različni primeri električnih bremen v običajnem domu. Razložena in predstavljena so tipična ohmska bremena (grelniki, sušilniki, žarnice itd.), bremena kapacitivnega (adapterji, svetila, računalniki, zasloni itd.) in induktivnega značaja (motorji, kuhinjski aparati, hladilniki itd.), ki jih najdemo v gospodinjstvih. Bremena s faktorjem moči nad 0,95 so učinkovita bremena. Faktor moči izračunamo z razmerjem delovne moči ter zmnožka toka in napetosti. Pri sinusnih signalih je enak  $\cos \varphi$ , kjer je  $\varphi$  fazni zamik med napetostjo in tokom. Za nesinusne signale lahko določimo popačenost THD (Total Harmonic Distortion), ki se izračuna iz efektivne vrednosti signala in amplitude osnovne harmonske komponente signala. Za merjenje fazne moči uporabljamo voltmetre, ampermetre, vatmetre in analizatorje moči.

### CILJI

Študenti spoznajo opredelitev faktorja moči električne naprave. Razumejo metode merjenja faktorja moči. Razumejo fazni zamik pri bremenih različnih značajev. Poznajo tipična bremena običajnega gospodinjstva.



Študentje prikazujejo električni tokokrog.



Prikaz delovanja jedrske elektrarne (jedrski reaktor, parna turbina, generator)

### PRIPOMOČKI

- obroči,
- palice,
- koprene,
- barvni trakovi,
- vrvi,
- lepilni trakovi

### PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

Predavatelj se vključuje tudi v gibalno aktivne dejavnosti, demonstrira in študentom po potrebi razloži snov, poda komentarje in predloge.

### Potek učne ure

#### UVODNE DEJAVNOSTI

Uvodne dejavnosti so namenjene seznanjanju z inovativnimi učnimi pristopi, povezovanju skupine in gibalno-miselnemu ogrevanju za delo v nadaljevanju. Izvajalec izbere eno izmed dejavnosti, ki so navedene v poglavju »Uvodne dejavnosti«, in jo po želji vsebinsko prilagodi svoji temi.

#### GIBALNI PRIKAZ TOKOKROGA

Študentje stojijo v krogu. Razmislijo o tem, kako potuje električni tok in kako bi to lahko pokazali s svojim gibanjem, npr. s prenosom energije prek dotika, tapkanja, ploskanja ... Prikažejo, kako teče električni tok, nato pa preidejo na gibalni prikaz tokokroga ter k zaporedni in vzporedni vezavi dveh uporov. Pri tem eden od študentov postane stikalo, drugi pa žarnica. Izvajalec lahko dejavnost prilagodi po svoje in doda druge elemente/vsebine.

#### TEORETIČNE OSNOVE

Predavatelj predstavi teoretične osnove obravnavane vsebine. Pri tem si lahko pomaga s slikovnim gradivom ali zapisom (ni pa nujno). Priporočeno je, da so teoretične vsebine prepletene z uvodnimi dejavnostmi in dejavnostjo gibalnega prikaza tokokroga.

#### GIBALNI PRIKAZ ELEKTRARN

Študentje v skupinah (od štiri do šest študentov) gibalno prikažejo delovanje ene izmed elektrarn. Če gre za pet skupin, predlagamo termo-, jedrsko, hidro-, sončno



Profesor in študenti z vrvjo prikazujejo izmenično omrežno napetost.



Študentje s pomočjo barvnih vrvj prikazujejo električni tok in električno napetost, ki sta v fazi.

in vetrno elektrarno. V primeru več skupin izvajalec poljubno doda tudi druge elektrarne. Študentje demonstrirajo delovanje elektrarn. Po njihovi demonstraciji predavatelj doda poglobljeno razlago snovi in izpostavi vsebine, ki še niso bile prikazane. Študente spodbudi k nadaljnjim razmislekom in poglobljeni raziskavi učne snovi v njihovih gibalnih prikazih.

#### POTOVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE OD ELEKTRARNE DO GOSPODINJSTVA

Študenti svoje prikaze delovanja elektrarn postavijo v prostor (na hodnik, v avlo, zunanji prostor) glede na to, ali je obravnavana elektrarna bolj ali manj oddaljena od gospodinjstva. Gibalno prikažejo nastanek električne energije v posamezni elektrarni in potovanje energije od elektrarne preko električnega omrežja do gospodinjstva. Pri tem lahko uporabijo specifične prostore, v katerem delajo (npr. hidroelektrarno postavijo na stopnice).

#### TEORETIČNA UTEMELJITEV DELOVNE IN JALOVE ENERGIJE

Predavatelj razloži delovanje delovne in jalove energije.

#### PORABNIKI IN VRSTE BREMEN

- A. Izvajalec na tablo napiše porabnike električne energije v gospodinjstvu (aparate), denimo hladilnik, polnilnik za mobilni telefon, grelnik za vodo, klimatska naprava, pralni stroj, električna žaga ipd. Študentje si po skupinah izberejo porabnika in njegovo delovanje utelesijo z gibanjem. Pozorni so na prikaz delovne in jalove energije. Svoje gibalne prikaze predstavijo pred skupino, pri čemer se predavatelj aktivno vključuje in predlaga dopolnitve ter morebitno nadgradnjo prikaza.
- B. V nadaljevanju dejavnosti uporabijo tudi rekvizite, ki jih pripravi izvajalec, ali pa te poiščejo med materiali, ki so na voljo v predavalnici. Izvajalec vodi pogovor o bremenih z RLC-značajem.

Študentje predstavljajo delovanje hidroelektrarne (voda, turbina, generator).



Študentje predstavljajo delovanje sončne elektrarne podnevi (zgoraj) in ponoči (spodaj) (od leve: izmenično omrežje, razsmernik, sončni panel).



Študentje in profesor prikazujejo delovanje kavnega aparata.



Študentje prikazujejo faktor moči klasične žarnice. Od leve – tok in napetost sta v fazi, faktor moči ( $\lambda$ ) je zato ena.



Video povezava  
učne ure v praksi



Sodelovanje študentov pri prikazu faktorja moči gospodinjskega aparata

### ZAKLJUČEK URE

Študentje se vrnejo v predavalnico (če so delali na hodniku ali zunaj). Spodbujeni so k preprostim razteznim vajam in umiritvi. Spodbudimo jih k umiritvi z zaprtimi očmi in vizualizaciji obravnavane snovi. Z gibom, ki ga izberejo, pokažejo svoje počutje med izvedeno uro, predavatelj pa z lastnimi strategijami oziroma na način, ki je študentom blizu, izvede kratko ustno ponovitev obravnavane snovi.

### Evalvacija učitelja

Najzanimivejša se mi je zdela inovativnost študentov, ki so iz predlaganih električnih naprav izbrali tiste, ki so jih predstavili z gibom. Njihove predstavitve so bile domiselne, predvsem pa so za prikaz uporabili svoja telesa in v manjšem delu tudi rekvizite. Tako je na primer ena skupina prikazala delovanje krožne žage, in to v dveh pogojih – ko žagamo suha in mokra drva. Študenti so brez zadržkov sodelovali z mano in med seboj. Vidno ni bil nihče zadržan pri javnem predstavljanju svojih idej. Opazil sem, da je bila večina študentov ves čas nasmejana in osredotočena na vsebino.

– Gregor Geršak, UL FE

# Termovizijska kamera/ emisivnost površin

Ana Duša, Helena Korošec, Žiga Lebar, Gregor Geršak

## IZVAJALCI

UL PEF  
doc. Ana Duša,  
doc. dr. Helena Korošec,  
Žiga Lebar – izdelava lutk  
in pripomočkov  
UL FE  
prof. dr. Gregor Geršak

## FAKULTETA/ODDELEK

Fakulteta za elektrotehniko

## PREDMET

Meritve

## LETNIK/STOPNJA

2. letnik  
Dodiplomski študij

## TRAJANJE

2 šolski uri (90 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Ustvarjalna drama  
→ Lutke  
→ Pripovedovanje

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

Termovizijske kamere (toplotne kamere, termografske kamere, tudi IR-kamere) so sevalni brezkontaktni termometri, ki se uporabljajo v ocenjevanju energetske učinkovitosti naprav in objektov. Termovizijske kamere temperaturo površin merijo z merjenjem toplotnega sevanja, ki ga površine oddajajo. Sevanje je preko optike usmerjeno na površino senzorja, ki s pomočjo številnih detektorjev, od katerih vsak meri sevanje v določeni točki površine, in vgrajenega matematičnega algoritma omogoča izračun temperature v vsaki od teh točk. Tako termovizijska kamera sestavi dvodimenzionalno temperaturno sliko površine. Pri določanju točnosti termovizijskih kamer je eden največjih virov merilne napake dejstvo, da kamera ne pozna emisivnosti merjene površine. Emisivnost je lastnost površine, ki opisuje stopnjo absorpcije svetlobe (ali splošneje elektromagnetnega sevanja), ki pade na površino, in je del matematičnega algoritma kamere. V praksi je emisivnost parameter, ki ga ob uporabi kamere vnesemo vanjo. In če emisivnosti opazovane površine ne poznamo, kamera temperature ne more meriti točno (lahko pa točno meri relativne razlike med merilnimi točkami).

### CILJI

Študenti skozi gledališke vaje utrdijo znanje in razumevanje pojma emisivnosti površin in delovanja termovizijske kamere. Skozi igro in zgodbo utrdijo zavedanje, da je poznavanje delovanja termovizijske kamere bistveno za zanesljivo oceno točnosti merjenih temperatur, saj je merilna negotovost kamere odvisna od poznavanja opazovane površine.



Primer uvodne ogrevalne dejavnosti



Ladijska zdravnica in kapitan – učitelja v vlogah

### PRIPOMOČKI

- Dve mizi. Iz tanke vezane plošče ali kartona izdelana ladja z okroglimi odprtini (okni) enake velikosti, ki imajo rdeče in zelene obrobe različne debeline (glej fotografijo 1).
- 20 kartončkov (10 cm × 20 cm); na vsaki je narisana (ali reliefno izdelan) krog enake velikosti. Vsak krog predstavlja enega potnika (glavo) in je narejen tako, da se čim bolj razlikuje od vseh ostalih (struktura materiala, površina, barve, različne podlage, značaji likov) – tako ustvarimo optično iluzijo, da so glave različno velike.
- Kartončki so spravljani v posebni škatli in so oštevilčeni (vsak ima drugo številko).
- Dve ločeni maketi – na eni je narisana rajski otok, na drugi pa želo morskega psa.
- Zdravniška čepica.
- Razpredelnica z dvema stolpcema (Okuženi, Zdravi), pisalo.
- Termovizijske kamere različnih cenovnih razredov.

### PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

Pred uro pedagog študentom razloži pojem emisivnost in predstavi delovanje termovizijske kamere. Ura naj se izvaja v čim večjem praznem prostoru.

## Potek učne ure

### UVODNE DEJAVNOSTI

Uvodne dejavnosti so namenjene seznanjanju z inovativnimi učnimi pristopi, povezovanju skupine in ogrevanju za delo v nadaljevanju. Izvajalec izbere eno izmed dejavnosti, ki so navedene v poglavju »Uvodne dejavnosti«.

### IGRA PANIKA NA LADJI

#### Priprava

Na prvo mizo postavimo maketo ladje, na kateri so označena rdeča in zelena okna. Približno dva metra pred ladjo je na tleh narisana črta, za katero stojijo študenti. Ob črti sta na mizi druga ob drugi maketi z narisanimi morskim psom in rajskim otokom, zraven je tudi škatla s potniki. Pedagog pove študentom, da bo v igri izmenjaje predstavljal ladijskega zdravnika in kapitana, oni pa mornarje.



Zgodba: učitelj izmenjuje vloge ladijskega zdravnika in kapitana.

#### Izvedba

- A. Pedagog študentom pove zgodbo: smo na križarki, ki pluje proti rajskemu otoku. Na ladji je 20 potnikov (kartončki v škatli), ki so nastanjeni v edinstvenih luksuznih kabinah, vsak ima drugačno. Študenti so mornarji. Ladijski zdravnik pride do kapitana in mu pove, da se je na ladji pojavil virus, ki se zelo hitro širi. Gre za virus, ki ogreva stene prostora, v katerem se nahaja. Zdravnik je s termovizijsko kamero premeril vse kabine in z rdečo barvo označil tiste, ki so kontaminirane. Ker jih ne morejo izolirati od zdravih, je treba vse bolne potnike zmetati čez krov, da se bolezen ne bi širila.
- B. Pedagog razloži pravila igre: Študenti/mornarji se razdelijo v dve enako veliki skupini. Najprej igra ena skupina, potem druga. Pedagog si nadene zdravniško čepico in (z razpredelnico in svinčnikom v roki) stopi poleg ladje. Mornarji prve skupine drug za drugim stopajo do črte. Vsak iz škatle vzame enega potnika in preveri, ali je zdrav ali bolan – ugotoviti mora, velikosti katerega ladijskega okna ustreza velikost potnikove glave. Če glava sovпада z oknom zelene barve, odloži potnika na rajski otok. Če glava sovпада z oknom rdeče barve, vrže potnika morskemu psu. Zdravnik za vsakega potnika vpiše, ali ga je mornar razporedil med bolne ali zdrave, a tako, da mornar ne vidi, kaj je zapisal.

Ko prva skupina konča, vrnemo vse potnike v škatlo s potniki. Nalogo razvrščanja po okuženih in zdravih kabinah opravi še druga skupina. Ko obe skupini razdelita potnike na bolne in zdrave, zdravnik pove, koliko mornarjev je vsaka skupina pravilno razporedila po kabinah: za vsako pravilno razvrstitev skupina dobi eno točko. Zmaga skupina, ki zbere več točk.

- C. Študenti in pedagog odigrajo igro po navodilih.
- D. Ko obe skupini končata razvrščanje potnikov in je čas, da zdravnik pove rezultate, slednji pove, da je prišlo do pomote: na ladji ni nobenega virusa. Vsi potniki, ki so bili zmetani čez krov, so žrtve tragične pomote.
- E. Pedagog da študentom naslednjo nalogo: vsaka skupina naj skozi pogovor ugotovi, zakaj je prišlo do tragične napake. Svoje ugotovitve predstavijo ostalim študentom.

Vloga mornarja v zgodbi in delovanje termovizijske kamere: merilna negotovost kamere (očesa) je odvisna od poznavanja opazovane površine.



Študenti preverijo, koliko potnikov so vrgli morskemu psu.



Povezava med zgodbo in termovizijsko kamero; razumevanje pojma emisivnosti površin in delovanja termovizijske kamere.



Preizkušanje delovanja termovizijske kamere



Video povezava  
učne ure v praksi



Študentje ugotavljajo, zakaj je prišlo do napake pri merjenju.

- F. Ko študentje povedo vsak svoj sklep, pedagog razloži, kaj se je zgodilo: zdravnik je meril temperaturo sten pri oknih kabin, in ker so stene kabin iz različnih materialov, je kamera pri nekaterih pokazala drugačno temperaturo kot pri drugih.
- G. Pedagog pove, da je zmagala tista skupina, ki je čez krov zmetala manj ljudi.

#### **PRAKTIČNA UPORABA TERMOVIZIJSKIH KAMER RAZLIČNIH CENOVNIH RAZREDOV**

Pedagog študentom razdeli termovizijske kamere različnih cenovnih razredov (z različno ločljivostjo senzorja, merilno točnostjo itd.), da lahko praktično preverijo njihovo delovanje in empirično preverijo odvisnost kazanja glede emisivnosti opazovane površine.

#### **ZAKLJUČEK**

Pedagog s študenti preveri razumevanje emisivnosti.

#### **Evalvacija učitelja**

Navdušen sem bil nad medsebojnim sodelovanjem študentov, ko so bili razdeljeni v skupini, ki sta razmišljali o vzrokih napačnega merjenja temperature ladijskega zdravnika. Dodatek učni uri, praktični prikaz več tipov termovizijskih kamer, je popestril in utrdil naučeno, hkrati pa je študentom omogočil nestrukturirano in samostojno preskušanje kamere. Študenti so sodelovali z mano in med seboj. Opazil sem, da je bila večina študentov dobre volje, da jih je tematika zanimala in da so bili bolj osredotočeni na vsebino, kot bi bili med običajnim poukom.

– Gregor Geršak, UL FE

# Deformacijski mehanizmi drobilnikov in mlinov

Urša Rupnik, Nuša Jurjevič, Vesna Geršak, Tina Skalar

## IZVAJALCI

UL PEF  
asist. Urša Rupnik,  
asist. Nuša Jurjevič,  
doc. dr. Vesna Geršak  
UL FKKT  
doc. dr. Tina Skalar

## FAKULTETA/ODDELEK

Fakulteta za kemijo in  
kemijsko tehnologijo

## PREDMET

Mehanske operacije

## LETNIK/STOPNJA

3. letnik  
Dodiplomski študij

## TRAJANJE

2 šolski uri (90 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Ustvarjalni gib

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

S procesom manjšanja površin se pogosteje srečamo pri procesiranju dispergiranih vzorcev. Povečanje površine trdne disperzne faze dosežemo s procesoma, kot sta drobljenje in mletje, ali z razprševanjem za tekočine in suspenzije. Mletje in drobljenje sta energijsko potratna, dejansko vloženo delo za povečanje površine pa je mnogo večje od teoretično predvidenega. Energijske izgube pri mletju so posledica nastanka novih površinskih in notranjih razpok, sproščanja toplote, sprememb v kristalni strukturi, trenja, kinetične energije delcev in kvantno-mehanskih procesov. Drobljenje in mletje materiala vključuje različne mehanizme deformacije, kot so tlak, udar, strig, rezanje in trki. Zakoni mletja razkrivajo, da je potrebna energija za mletje obratno sorazmerna z velikostjo delcev, kar pomeni, da se z zmanjševanjem velikosti delcev potreba po energiji poveča. Spremembe v disperznem sistemu po drobljenju ali mletju se lahko merijo s prirastkom specifične površine, stopnjo drobljenja, stopnjo razklopa in približevanjem zahtevani velikostni porazdelitvi. Drobljenje lahko med drugim izvedemo z valjčnim, udarnim in odbojnim drobilnikom, mletje, namenjeno proizvodnji še finejšega materiala, pa nam večinoma omogočajo kotalni, diskasti, bobnasti, vibracijski, planetarni, peščeni, odrezovalni mlini in mlini na zračni curek. Pri vsakem od teh drobilnikov in mlinov na vzorec delujejo drugačni deformacijski mehanizmi oz. njihova kombinacija, ki povzroči zmanjšanje velikosti delcev oziroma povečanje njihove površine.



Ogrevalna dejavnost, prebujanje telesa.



Izvajalka študentom pojasni namen projekta in teoretične osnove za nadaljevanje učne ure.

## CILJI

Študentje prek samostojnega reševanja problemov poglobijo razumevanje študijskih vsebin; utelesijo delovanje različnih mlinov in deformacijskih mehanizmov ter tako ponovijo in utrdijo študijsko snov.

## PRIPOMOČKI

- obroči,
- palice,
- koprene,
- barvni trakovi,
- vrvi,
- lepilni trakovi,
- poljubni pripomočki po izboru izvajalke/-ca

## PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

Študentje in študentke imajo skripte ali druge vrste izročkov, s katerimi si pomagajo. Predavatelj študentom po potrebi razloži snov, poda komentarje in predloge.

## Potek učne ure

### UVODNE DEJAVNOSTI

Uvodne dejavnosti so namenjene seznanjanju z inovativnimi učnimi pristopi, povezovanju skupine in gibalno-miselnemu ogrevanju za delo v nadaljevanju. Pedagog izbere eno izmed dejavnosti, ki so navedene v poglavju »Uvodne dejavnosti«, in jo po želji vsebinsko prilagodi svoji temi.

### TEORETIČNE OSNOVE

S strnjeno vsebino se predstavi teoretične osnove, ki bodo osrednja tema učne ure. Pri tem si lahko pomagamo s slikovnim gradivom ali zapisom (ni pa nujno).

### UTELEŠENJE TEMELJNIH KEMIJSKIH POJMOV

Študentje v dvojicah ali manjših skupinah (do štirje študentje) gibalno prikažejo osnovne pojme s področja kemije, denimo molekulske vez ipd. Dejavnost lahko (glede na dinamiko skupine) razvijemo v različne smeri: študentje lahko ugibajo, kaj prikazuje skupina; opazovalci lahko predlagajo pojme za utelešenje; prikazani pojem se lahko začne premikati v skladu s svojo naravo. Vaja je namenjena ponovitvi osnovnih pojmov prek utelešenja in poglobljanju razumevanja ustvarjalnih metod ter oblik dela.

Dejavnost ustvarjalnega giba v navezavi  
na različne kemijske pojme, utelešenje  
molekulske vezi



Utelešenje obravnavane snovi,  
deformacijski mehanizmi



Ustvarjanje različnih vrst  
mlinov in drobilnikov  
z lastnimi telesi, gibanjem, ritmizacijo  
in uporabo rekvizitov





Gibalne prikaze mletja študenti predstavijo pred kolegi in mentorji.

## GIBALNI PRIKAZ LASTNOSTI MATERIALOV IN VRSTE DEFORMACIJE

Študentje si v manjših skupinah (do štirje študentje) izberejo material z določeno lastnostjo (krhek, trd, mehak ipd.) in vrsto deformacije pri mletju (udar, tlak, strig, trk, rezanje). Deformacijo materiala prikažejo z gibanjem. Naredimo več ponovitev, tako da študentje izberejo vsaj dve različni kombinaciji materiala in vrste deformacije, pri tem pa ob spodbudah predavatelja postopoma razmišljajo tudi o deformacijskih mehanizmi (deformacija med dvema ploskvama, deformacija ob eni ploskvi, deformacija brez delujočih ploskev). Dejavnost je namenjena spoznavanju, poglobljanju in utrjevanju snovi z uporabo metode ustvarjalnega giba.

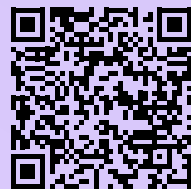
### MLEVNA TELES, MLINI IN MLETJE

- A. Študente razdelimo v večje skupine (od pet do osem študentov na skupino). Vsaka skupina si izbere vrsto mline ali drobilnika, katerega delovanje bo prikazala s svojimi telesi, umestitvijo v prostor in ritmizacijo. Sami se odločijo, kako bodo prikazali dogajanje v mlinu, ob spodbudah predavatelja pa svoje prikaze tudi vsebinsko in strokovno razložijo. Opazovalci (druge skupine študentov) ugibajo, kaj skupina prikazuje, in podajo predloge za izboljšave ali nadgradnjo. Dejavnost je namenjena utrjevanju, lahko pa tudi obravnava nove vsebine, pri čemer morajo imeti študentje na razpolago zapiske in/ali skripte ter pomoč predavatelja, ki jim omogočajo sprotno raziskovanje in preverjanje informacij.
- B. Študentje si v skupini izberejo, izžrebajo ali pa medvrstniško določijo mlin, ki ga še niso prikazali. Mlin tokrat prikažejo z uporabo rekvizitov (obroči, palice, koprene, barvni trakovi, vrvi, lepilni trakovi idr.). Pozorni so na gibanje (gre za dinamično strukturo v gibanju) in razmišljajo o tem, kaj jim omogoča uporaba rekvizita, ali in zakaj lahko delovanje mline tako jasneje ponazorijo. Opazovalci so ponovno v vlogi komentatorjev – predlagajo lahko izboljšave, spremembe, v gibalni prikaz se lahko vključijo tudi sami.

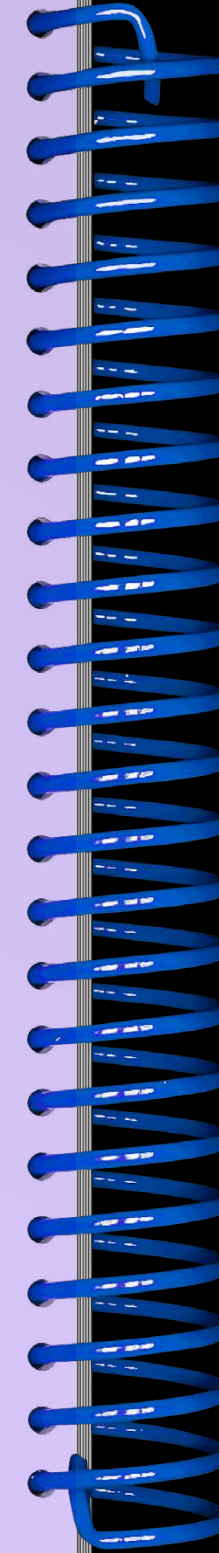
Ustvarjanje različnih vrst  
mlinov in drobilnikov  
z lastnimi telesi, gibanjem, ritmizacijo  
in uporabo rekvizitov



Skupinsko delo z debato  
in preizkušanjem teoretičnih pojmov  
skozi utelešenje poveča motivacijo  
za delo.



Video povezava  
učne ure v praksi





Zaključna dejavnost, umiritev, vizualizacija in refleksija učne ure.

### ZAKLJUČEK URE

Študentje se vrnejo v predavalnico (če so delali na hodniku ali zunaj). Spodbujeni so k preprostim razteznim vajam in umiritvi. Spodbudimo jih k umiritvi z zaprtimi očmi in vizualizaciji obravnavane snovi. Z gibom, ki ga izberejo, pokažejo svoje počutje med izvedeno uro, predavatelj pa z lastnimi strategijami oziroma na način, ki je študentom blizu, izvede kratko ustno ponovitev obravnavane snovi.

### Evalvacija učiteljice

---

V prvi fazi je bilo zanimivo opazovati študente, kako se iz zadržanih poslušalcev preobrazijo v sproščene in aktivno vključujoče udeležence. Glavnega dela naloge so se lotili veliko bolj motivirani, kot bi bili sicer pasivno prisotni v klopi. Ugotovili so, da imajo za izvedbo naloge vse potrebne informacije (ali v svoji glavi, skriptah ali pa jih znajo poiskati na spletu).

– Tina Skalar, UL FKKT

# Oskrba ladij z električno energijo z obale

Urša Rupnik, Nuša Jurjevič, Vesna Geršak,  
Franc Dimc, Dejan Žagar

## IZVAJALCI

UL PEF  
asist. Urša Rupnik,  
asist. Nuša Jurjevič,  
doc. dr. Vesna Geršak  
UL FPP  
doc. dr. Franc Dimc,  
asist. dr. Dejan Žagar

## FAKULTETA/ODDELEK

Fakulteta za pomorstvo  
in promet  
– programa Navigacija in  
Pomorsko strojništvo

## PREDMET

Ladijski elektrosistemi

## LETNIK/STOPNJA

1. letnik  
Dodiplomski študij

## TRAJANJE

3 šolske ure (135 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Ustvarjalni gib

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

Ladja je med plovbo energijsko neodvisna od svoje okolice. Dovajanje segretega in ustrezno prečiščenega težkega goriva omogoča stalno obratovanje ladijskih motorjev z notranjim zgorevanjem, njihovo mehansko energijo ladijski generatorji neprenehoma pretvarjajo v električno. Ko pa so ladje privezane v pristanišču, se za izboljšanje kakovosti lokalnega zraka priključijo na električno omrežje obale namesto da bi uporabljale svoje generatorje, gnane z dizelskimi motorji.

Sistem za oskrbo z obale običajno sestavljajo visokonapetostni kabli, transformatorji in frekvenčni pretvorniki, ki električno energijo z obale pretvorijo v ustrezno napetost in frekvenco za plovila. Ko ladja prispe v pristanišče, se za povezavo električnih sistemov ladje z obalnim električnim napajanjem uporabijo posebni priključki. Prehod vključuje stikalne naprave in nadzorne sisteme, ki s postopkom sinhronizacije zagotavljajo varen in za delovanje ladijskih električnih naprav neprekinjen prenos električne energije. Ko je povezava vzpostavljena, je mogoče izklopiti ladijske motorje, sistemi na ladji, vključno z razsvetljavo, napravami za udobje posadke ter potnikov in drugimi bistvenimi sistemi, pa se napajajo izključno z električno energijo z obale. Pristanišča, ki uvajajo oskrbo ladje z energijo z obale, morajo zagotoviti, da bo njihova električna infrastruktura kos močnostnim potrebam plovil, da energetska omrežje obale ostane v ravnovesju, ladje pa morajo biti opremljene za sprejem električne energije z obale.



Študentje s palicami in gibanjem prikazujejo pot električne energije po tokokrogu

## CILJI

Študentje po samostojnem razmisleku gibaje globlje dojamajo mejnike in varnostne mehanizme, ki jih vsebuje pot električne energije od kopenskega omrežja do porabnikov na ladji, s čimer predhodno predavane vsebine ponovijo in umestijo v realnost sistema ladje.

## PRIPOMOČKI

- vrvi,
- obroči,
- palice,
- trakovi,
- koprena,
- lepilni trakovi in poljubni pripomočki po izbiri pedagoga,
- predvsem flomastri in listi velikosti vsaj A3

## PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

Manjša skupina študentov (idealno med 15 in 30) in prostor, ki dopušča gibanje, npr. predavalnica s premičnimi stoli in mizami, hodnik, avla.

## Potek učne ure

### UVODNE DEJAVNOSTI

Uvodne dejavnosti so namenjene seznanjanju z inovativnimi učnimi pristopi, povezovanju skupine in gibalno-miselnemu ogrevanju za delo v nadaljevanju. Pedagog izbere eno izmed dejavnosti, ki so navedene v poglavju »Uvodne dejavnosti«, in jo po želji vsebinsko prilagodi svoji temi.

### TEORETIČNE OSNOVE

V strnjeni obliki se podajo že predhodno predstavljene, a še ne utrjene teoretične osnove, ki so osrednja tema učne ure. Pri tem si lahko pomagamo s slikovnim gradivom ali zapisom (ni pa nujno).

### GIBALNI PRIKAZ PRENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Študentje stojijo v krogu (oz. drugi sklenjeni obliki v prostoru) in na ravni celotne skupine utelesijo, kako potuje električna energija. Prikažejo preprost tokokrog in razloge za določene rešitve, na primer zakaj je vzporedna vezava osnovno načelo pri vezavi porabnikov v omrežje za oskrbo z električno energijo. Pedagog jih spodbudi k temu,

Študentje s profesorjem prikazujejo električno upornost.



Študentje sestavljajo simulacijo transformatorja iz pripomočkov, ki so na voljo.



Študent ob pomoči predavatelja izvaja eksperiment – reševanje nevarne situacije na ladji.





Študentje pripravljajo rekvizite za gibalni prikaz transformatorja.

da uporabijo celo telo in različne oblike gibanja tudi v odnosu do drugih; lahko se dotaknejo, skačejo, sklanjajo, ploskajo ...

#### UTELEŠENJE TRANSFORMATORJEV

Študentje najprej individualno prikažejo delovanje transformatorja, nato pa razmislijo, ali bi lahko transformatorje bolj prepričljivo prikazali v večjih skupinah (od štiri do šest študentov), na primer: zakaj je za ladjo primernejša uporaba trifaznih transformatorjev namesto enofaznih. Preizkusijo, kaj jim omogoča skupinsko delo, ter predstavijo vsaj eno možnost skupinskega prikaza transformatorja. Uporabijo lahko pripomočke in rekvizite, ki so na voljo. Po njihovi demonstraciji predavatelj doda poglobljeno razlago snovi in izpostavi vsebine, ki še niso bile prikazane. Študente spodbudi k nadaljnjim razmislekom in poglobljeni raziskavi učne snovi v njihovih gibalnih prikazih.

#### MOŽGANSKA NEVIHTA (KAJ SE ZGODI, ČE ... ?)

Pedagog na tablo napiše 10 različno verjetnih situacij/nevarnosti, ki lahko povzročijo neželena stanja pri prenosu električne energije na ladjo. Študentje v skupinah (od štiri do šest študentov) izberejo eno izmed situacij in se pogovarjajo o tem, kaj bi se zgodilo in kako bi se odzvali v konkretni situaciji (glede na svojo vlogo na ladji, mostu ali v strojnici). Vključeni sta čim prepričljivejša komunikacija in delitev vlog na ladji: navtik se mora denimo učinkovito pogovarjati z drugimi, ki jih situacija zadeva (strojniki, električarji ipd.), strojnik mora jasno razložiti situacijo, ukrepati ipd. Cilj je, da se študentje privadijo razmišljati o tem, kako se (na ladji) soočiti z nepredvidenimi situacijami, se urijo v učinkoviti komunikaciji ter sodelovanju in delu v skupini/timu.

#### EKSPERIMENTALNE POSTAJE (PRED VSAKIM PRIKLOPOM MORAMO PREVERITI ...)

Pedagog glede varnosti in gospodarnosti pri delu z električnimi napravami pripravi štiri eksperimentalna mesta, na katerih tudi praktično demonstrira nevarnosti in težave, ki se lahko pojavijo na ladji. **1. Ali je poškodovana izolacija kablov?** (nevarnost ogrožanje okolice ladje in negospodarne porabe prenašane električne energije) Drgnjenje dveh kablov ob obalo povzroči poškodbo izolacije in, če padeta v morje, med poškodovanima mestoma znatne tokove. Opazimo razliko v prevajanju a)



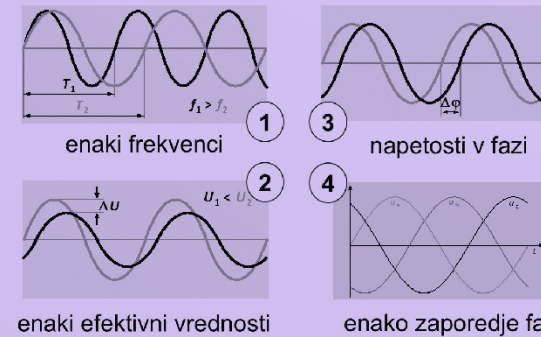
Študenta prikazujeta sinhronizacijo s pomočjo trakov.

sladke vode – simulacija Blejskega jezera in b) morske vode – simulacija morja pod predavalnico. Pripomočki: vir spremenljive izmenične napetosti 0–230 V (varijak), 230-V žarnica, dolgi vodniki, krokodilasti priključki za ponazoritev odrgnjenih mest vodnikov, sladka in slana voda v plastični posodi. **2. Ali premer žic ustreza pričakanemu toku? Ali so kontakti zadosti prevodni?** (nevarnost požara) Ker vemo, kolikšno moč potrebujejo skupaj porabniki, ki morajo delovati na ladji, in vemo, pri kolikšni napetosti bodo delovali, lahko izračunamo tok, ki bo tekel skozi žice. Ker velja, da 1 mm<sup>2</sup> preseka dopušča tok do 4 A, lahko napovemo, ali se bodo vodniki pregrevali ali ne. Pripomočki: varijak, tokovni transformator, amperimeter dosega 100 A, vodniki, krokodili, avtomobilske žarnice. **3. Ali so elementi primerno povezani?** (nevarnost kratkega stika ali težave z nedelovanjem) Neprimerna izbira priključitve (vezave) porabnikov. Pripomočki: izvor enosmerne napetosti 12 V, avtomobilske žarnice. Študentje iz podatkov na prikazovalniku izvora in na žarnicah razberejo, da ob neustrezni vezavi in primerni napetosti niti tok ni pričakovan. **4. Ali napetost s kopnega ustreza potrebam in omejitvam ladje?** (nevarnost odpovedi naprav) V primeru prenizke napetosti luči prešibko svetijo in zaradi premajhne osvetlitve ne vidimo ovir v strojnici, zaradi česar se lahko poškodujemo; motorji se vrtijo prepočasi, se premalo hladijo in se pregrevajo, če pa je napetost previsoka, se lahko (prebije) poškoduje izolacija. Študentje ob eksperimentih ugotavljajo, kako bi se soočili s tovrstno situacijo, kako bi jo rešili; kakšen bi bil ustrezen potek dogodkov, da bi preprečili ali omejili situacijo z vidika varnosti in gospodarnosti. Rešitev tudi praktično izvedejo na študijskem modelu. Najprej izklopijo vir napajanja, zamenjajo poškodovane kable in pokažejo, kako deluje sistem pravilno.

### GIBALNI PRIKAZ SINHRONIZACIJE

Sinhronizacija zajema štiri pogoje. Prikaže jih slika, ki jo imajo študentje na zaslonu v pripravi na prikaz z gibanjem. Pedagog študente spodbudi, da z gibanjem telesa v parih ali manjših skupinah ponazorijo in razložijo pogoje sinhronizacije.

Pogoji za sinhronizacijo ladijskega omrežja s kopenskim, s katerimi se študentje seznanijo že pred učno uro



Študentje rišejo simbole porabnikov na ladji.

### PONAZORITEV LADIJSKEGA ELEKTRIČNEGA OMREŽJA

Študentje dobijo papirje in pisala, njihova naloga pa je, da narišejo simbole naprav, ki so po njihovem mnenju pomembne za delovanje ladje. Pomagajo si s skriptami ali drugim strokovnim gradivom, da so simboli korektno narisani. Predavalnica se razdeli na kopno in ladjo, ta se dodatno deli na poveljniški most in strojnico. Študentje liste s simboli ustrezno nalepijo po predavalnici. V zaključnem delu prikažejo (gibalno in z rekviziti), kako se energija razširja po kabljih in pripotuje do porabnikov.

### PRIKAZ OSKRBE LADIJ Z ELEKTRIČNO ENERGIJO Z OBALE

Študentje dobijo nalogo, da glede na predhodne dejavnosti pripravijo gibalni prikaz celotne oskrbe ladij z električno energijo z obale. Pomagajo si lahko z vsemi rekviziti in predmeti, ki so na voljo, na projekciji pa imajo tudi vizualno shemo.

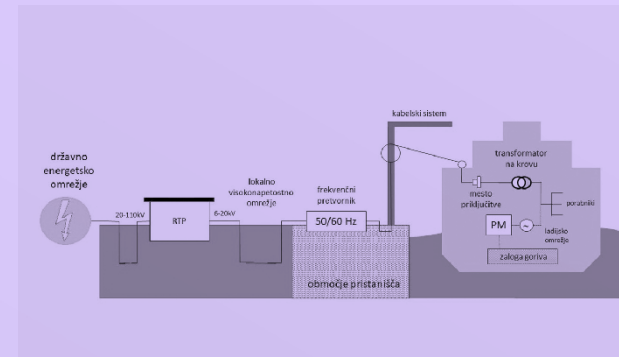
Pedagoginji prikazujeta  
primer sinhronizacije.



Študentje s pomočjo literature  
v skupinah iščejo rešitve za dane  
problemske situacije.



Shema, ki jo študentje uporabijo pri dejavnosti – oskrba ladij z električno energijo z obale



Profesor vodi zaključno evalvacijo in komentira gibalni prikaz priklopa ladje na električno energijo z obale.

### ZAKLJUČEK URE

Študentje se vrnejo v predavalnico (če so delali na hodniku ali zunaj). Spodbujeni so k preprostim razteznim vajam in umiritvi. Spodbudimo jih k umiritvi z zaprtimi očmi in vizualizaciji obravnavane snovi. Prek pogovora ponovijo obravnavano snov.



Video povezava učne ure v praksi

### Evalvacija učitelja

Spodbuda k sodelovanju študentov dveh študijskih skupin z igro palic in trakov je sprostila ozračje. Z dopolnitvijo gibalnih prvin s kabli, žarnicami in morsko vodo je večina lažje našla navezave na tehnični vidik, sicer se jim je zdel bolj filozofski. Začetno predstavitev glavne teme oskrbe bomo v prihodnji izvedbi raje razporedili v prejšnja predavanja in vaje.

– Franc Dimc, UL FPP

# Od magnetizma in indukcije do zavore

Ana Duša, Helena Korošec, Franc Dimc, Dejan Žagar

## IZVAJALCI

UL PEF  
doc. dr. Helena Korošec,  
doc. Ana Duša  
UL FPP  
doc. dr. Franc Dimc,  
asist. dr. Dejan Žagar

## FAKULTETA/ODDELEK

Fakulteta za pomorstvo  
in promet  
– program Prometna tehnologija  
in transportna logistika

## PREDMET

Avtomatizacija v prometu

## LETNIK/STOPNJA

1. letnik  
Dodiplomski študij

## TRAJANJE

3 šolske ure (135 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Ustvarjalna drama  
→ Pripovedovanje

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

*Magnetizem* je pojav, pri katerem snov ustvarja vzroke za magnetna polja in vpliva na druge magnetne snovi. Osnovni vzrok magnetizma je gibanje električnih nabojev. Obstajajo tri glavne vrste magnetizma: diamagnetizem, paramagnetizem in feromagnetizem, pri čemer se feromagnetne snovi, kakršne so železo, nikelj in kobalt, najmočnejše odzivajo na zunanja magnetna polja.

*Feromagnetizem* je ena od oblik magnetizma, kjer se v snoveh pojavijo mikroobmočja, imenovana magnetne domene, ki se poravnajo, če nastopi zadosti gosto zunanje magnetno polje. To poravnanje povzroči močno skupno magnetno polje snovi. *Trdo feromagnetne snovi* ohranijo poravnanost oz. namagnetenost tudi po izklopu zunanjega polja, močno se tudi upirajo premagnetenju v nasprotno smer, zato so uporabne za trajne magnete. *Mehko feromagnetnim snovem* namagnetenost praktično izgine, tudi v šibkih poljih se lahko nasprotno magnetijo, kar omogoča njihovo uporabo v napravah, kot so transformatorji.

*Električni tok okoli vodnika* prav tako ustvarja magnetno polje, ki kot t. i. elektromagneti deluje s silo na okoliške feromagnetike, pa tudi na prevodnike, če časovno spreminjajo svoj pretok.

*Magnetne zavore* uporabljajo vpliv spreminjajočega se magnetnega pretoka na okolico za zmanjšanje relativne hitrosti gibajočega se dela glede na mirujočega. Spreminjajoče se magnetno polje inducira v prevodnikih vrtnične tokove in s tem posredno gibanju nasprotno magnetno silo.



Pozitivna in negativna sponka  
v električnem tokokrogu

Takšne zavore so energijsko učinkovite, ko se inducirana energija shrani, zmanjšujejo obrabo, saj se premikajoči se deli ne dotikajo mirujočih delov.

### CILJI

Študentje skozi vaje z elementi gledališča utrdijo znanje in osnovno razumevanje pojava magnetizma in magnetne indukcije ter načela njune uporabe v magnetnih zavorah.

### PRIPOMOČKI

- Oznake (kartončki) na vrvicah, da jih lahko obesijo okoli vratu, ki imajo na eni strani črko S, na drugi pa na N. Oznak je enako število kot študentk/študentov. Večje in manjše pare enobarvnih oznak S in N ter pare oznak z vrtinci S in N. Trije študentje dobijo večje oznake (magneti), štiri manjše (domene), ostali pa pare oznak z vrtinci (električni prevodnik) s sponkami za pritrditev na obleko. Dve večji oznaki: + in ena enako velika oznaka – na obteženi škatlji,
- Vrv, ki povezuje oznaki.

### PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

Pred izvedbo ure predavatelj snov razloži teoretično. Med uro ves čas opozarja, na kateri del snovi se nanaša konkretna vaja. Ura naj se izvede v čim večjem praznem prostoru ali na prostem. Študenti imajo med uro tudi izvaleček teme o magnetizmu.

## Potek učne ure

### UVODNE DEJAVNOSTI

Uvodne dejavnosti so namenjene seznanjanju z inovativnimi učnimi pristopi, povezovanju skupine in ogrevanju za delo v nadaljevanju. Pedagog izbere eno izmed dejavnosti, ki so navedene v prilogah (v uvodnih dejavnostih), in jo po želji vsebinsko prilagodi svoji temi. Predlagani uvodni dejavnosti za temo Magnetizem:

- A. Igra *Zaveznik – tekmeč*: igra je odigrana na način, kot je opisan v poglavju »Uvodne dejavnosti«. Pedagog jo prilagodi tako, da študentom razdeli oznake N/S in jih razdeli v dve skupini – ena skupina obrne oznako tako, da se vidi črka N, druga pa tako, da se vidi S. Pritrdijo jo na svoja oblačila ali obesijo okoli vratu tako, da je oznaka ves čas vidna. Pove



Teoretična izhodišča o magnetizmu za gledališke vaje

jim, da oznaki predstavljata severni in južni pol magneta. Reče jim, naj hodijo po prostoru, pri čemer naj skušajo biti ves čas čim bližje vsem, ki imajo drugačno črko (privlak), in čim dlje stran od vseh, ki imajo enako (odboj). Tako ponovijo delovanje magnetov. Vodja igre reče študentom, naj si med tistimi z nasprotno črko vsak izbere enega zaveznika in mu skrivaj sledi; med tistimi z enako naj si vsak izbere enega tekmeca in se mu skrivaj izogiba. Potem da vodja navodilo: naglas bo štel od deset do nič. Ko reče: »nič«, se mora vsak dotakniti svojega zaveznika in biti čim dlje od svojega tekmeca.

- B. Igra *Nasloni – odbij*: igra se igra, kot je opisano v poglavju »Uvodne dejavnosti«. Prilagojena je tako, da ima vsak študent oznako N ali S. Če mu nasproti stoji študent z enako oznako, se odbijeta, če mu nasproti stoji študent z drugačno oznako, pa se drug na drugega naslonita.

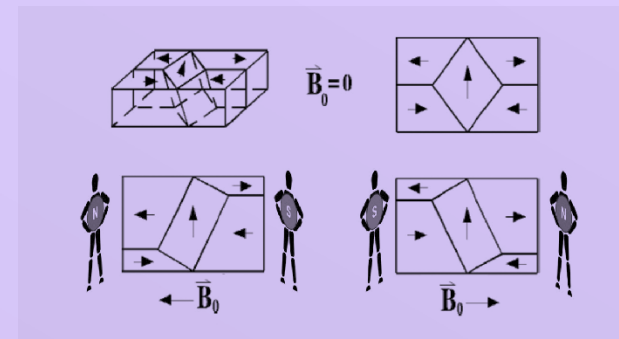
#### IZVOR BESEDE MAGNET – ZGODBA

Pedagog študentom predstavi izvor besede magnet, ki po eni izmed razlag izhaja iz starogrške besedne zveze lithos magnos. V literaturi najdemo tri možne razlage imena:

- A. Starorimski filozof in naravoslovec Plinij starejši je v svojem delu *Naturalis Historia* (77 n. št.) zapisal, da beseda »magnet« izhaja iz legende o grškem pastirju Magnesu, katerega železna palica in žebli v čevljih so se »prilepili« k magnetitnim kamnom. Legenda pravi, da je bil Magnes pastir, ki je živel v Magnesiji, pokrajini v antični Grčiji blizu gore Ide v Anatoliji (današnja Turčija). Medtem ko je Magnes nekega dne pasel svoje ovce na pobočjih gore Ide, je opazil, da so se žebli v njegovih čevljih in železni vrh njegove palice prilepili na tla. Ugotovil je, da imajo kamni na tem območju skrivnostno moč privlačenja železa. Začel je kopati in v zemlji odkril kamne, naravne magnete, sestavljene iz magnetita, vrste namagnetene rude z velikim deležem železovega oksida.
- B. Najpogostejša razlaga je, da izraz izvira iz same pokrajine Magnesije (Magnisia), znanega kraja *magnetnih kamnov*.
- C. Nekateri viri navajajo, da je magnet dobil ime po mestu Magnesia v Mali Aziji, današnji regiji v Turčiji.

Izsek iz pripomočka za osnovno predstavo o magnetnih domenah: napotek za usmeritev puščic domen glede na smer magnetnega polja  $B_0$  ki ga določa razporeditev polov S in N trajnega magneta.

Na koncu uvoda pedagog na kratko ponovi strokovno razlago besed magnet, trajni magnet, elektromagnet, feromagnetna snov.



## RAZLIKA MED MEHKOMAGNETNIM IN TRDOMAGNETNIM FEROMAGNETIKOM V MAGNETNEM POLJU

### 1. Mehkomagnetni feromagnetik

#### Priprava

Pedagog na tla nariše velik kvadrat. Trem študentom na prsi pripne znak S, na hrbet pa znak N in skupaj predstavljajo trajni magnet, ki bo ustvarjal magnetno polje  $B_0$ . Ostali predstavljajo magnetne domene in imajo okoli vratu še vedno manjše kartončke, ki imajo na eni strani črko N, na drugi pa črko S. Magneti in domene na enak način usmerjajo svoje puščice: izhajajo iz njihovega N in končajo v njihovem S.

#### Izvedba

- A. Študentje z oznakami S/N se postavijo na eno stranico kvadrata tako, da vsi gledajo v isto smer. Ostali, magnetne domene, se prosto razporedijo po notranjosti kvadrata. Vsak ima enako oblikovana S in N malo manjše velikosti; usmerijo pa se tako, da njihove usmerjenosti niso urejene, ampak čim bolj naključne.
- B. *Magnetenje*: »zunanji« študentje stojijo v vrsti tako, da vsi gledajo v isto smer. Približajo se stranici kvadrata; ko so dovolj blizu, se vsi študentje v kvadratu usmerijo tako, da kažejo njihove oznake S in N ustrezno proti oznakam zunanjih študentov.



Akcija magnetenja in razmagnetanja



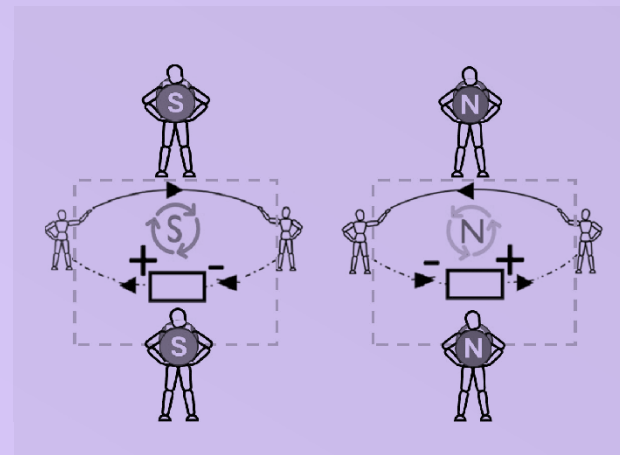
Priprave na uprizoritev mehkomagnetnih in trdomagnetnih feromagnetikov



Mehkomagnetni  
in trdomagnetni feromagnetiki

Izsek iz pripomočka za osnovno  
prostorsko predstavo sile enega ovoja  
tuljave (tokovne zanke), ponazorjene  
z vrvjo in škatlo z baterijo, na trajni  
magnet, ponazorjen s tablicama N in S

- C. Razmagnetenje: »zunanj« študentje se umaknejo, študentje znotraj kvadrata se spet usmerijo v naključne smeri.
- D. Akcija magnetenja in razmagnetenja se večkrat ponovi, pri čemer se zunanji študentje približujejo različnim stranicam kvadrata in se obračajo proti njim enkrat z obrazom, drugič s hrbtom.



## 2. Trdomagnetni feromagnetik

Vaja se ponovi, le da po oddaljitvi magnetov domene ostanejo, kot so jih magneti usmerili.

### ELEKTRIČNI TOK

Študentom/magnetom, ki stojijo izven kvadrata, in nosijo oznake S in N, se pridruži še eden. Dva študenta se postavi ob nasprotni stranici kvadrata, na sredino katere namestita škatlo, ki ponazarja baterijo z vsem vidnima oznakama + in -. Držita vrv, ki izhaja iz baterije, in njena zanka prečka kvadrat, tretji študent stoji ob stranici in kot prometnik kaže, v katero smer teče električni tok. Ko tok steče v izbrano smer, se študentje/magneti usmerijo.

### MAGNETNA INDUKCIJA, INDUCIRANI ELEKTRIČNI TOK

#### Priprava

En študent se postavi na eno stran prostora in predstavlja magnet s poloma S in N. Na drugi strani prostora skupina študentov stoji v vrsti.



Električni tok generira magnetno polje

#### Izvedba

- A. Študentje brez oznak, ki stojijo v vrsti, predstavljajo plastični material. Pedagog zastavi vprašanje: »Kaj se zgodi z magnetom, ki se premika po prostoru, ko se približa plastičnemu materialu?« Odgovor: »Nič.« Študent/magnet se premika bočno ob vrsti, ki predstavlja plastični material. Vrsta se ne odzove, in obmiruje.
- B. Študentje, ki stojijo v vrsti, predstavljajo prevodnik. Okoli vratu imajo obeske z oznako vrtnčastega toka (S in N, vsak na svoji strani obeska). Pedagog zastavi vprašanje: »Kaj se zgodi z magnetom, ko se premika ob električnem prevodniku?« Odgovor: »Začne se ustavljati/upočasnjevati.« Kako prevodniki reagirajo na premikanje magnetov? Študent/magnet se bočno premika ob vrsti študentov, ki predstavlja električno prevodni material. Ko se jim približuje, proti njemu usmerijo enak vrtnčasti pol, kot ga jim kaže študent/magnet, ko se oddaljuje od njih pa nasprotnega.
- C. Naloga za študente: »Kako bi prikazali, da se magnet ustavlja?«

#### ZAKLJUČEK URE

Študentje se posedejo. S pedagogom reflektirajo vaje. Še enkrat ponovijo pojme, ki so jih obravnavali med učno uro.

#### Evalvacija učitelja

Spodbuda k sodelovanju študentov s socializacijsko igro zaveznik – tekmeč je razširila stike med sodelujočimi, ki sicer med predavanji pretežno mirujejo. Z gledališkimi prvinami se je predstavljena snov poglobila, večina je našla navezave na tehnični vidik, kar se je pokazalo v sodelovanju pri sklepih ob zaključku delavnice. Začetno predstavitev glavne teme zavore smo izvedli na prejšnjih predavanjih in vajah, kar je študentom pomagalo najti navezavo realnosti na naravna načela.

– Franc Dimc, UL FPP



Video povezava  
učne ure v praksi

# Električni tokokrog

Nuša Jurjevič, Ana Duša, Vesna Geršak, Gregor Geršak,  
Franc Dimc, Dejan Žagar

## IZVAJALCI

UL PEF  
doc. dr. Vesna Geršak,  
asist. Nuša Jurjevič,  
doc. Ana Duša  
UL FPP  
doc. dr. Franc Dimc,  
asist. dr. Dejan Žagar  
UL FE  
prof. dr. Gregor Geršak

## FAKULTETA/ODDELEK

Fakulteta za pomorstvo  
in promet  
– programi Navtika, Pomorsko  
strojništvo in Prometna  
tehnologija in transportna  
logistika

## PREDMET

Ladijski elektrosistemi,  
Avtomatizacija v prometu

## LETNIK/STOPNJA

1. letnik  
Dodiplomski študij

## TRAJANJE

3 šolske ure (135 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Ustvarjalni gib  
→ Ustvarjalna drama

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

Delovanje električnih naprav pomeni opravljanje električnega dela v tokovni zanki. Omogočajo ga dovolj velika razlika potencialov med sponkama električnih virov in dovolj majhne skupne upornosti tokovodnikov in porabnikov.

### CILJI

Spoznavanje osnovnih elementov tokokroga je namenjeno zavedanju, da lahko električna energija izvorov v določenih pogojih opravlja električno delo in da velja sorazmerje med tokom in napetostjo.

### PRIPOMOČKI

→ lepilni trakovi,  
→ obroči,  
→ palice,  
→ vrvi,  
→ kreda,  
→ tabla

### PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

Učna ura najprej poteka v večji skupini (60–90 študentov) v predavalnici ali večjem zunanjem prostoru. Po skupinskih uvodnih dejavnostih se skupina razdeli na tri manjše skupine, ki krožijo med tremi različnimi delavnicami. Te potekajo vsaka v svojem prostoru, vsako vodi drug pedagog in pri vsaki je obravnavana druga vsebina.



Ogrevalna dejavnost

## Potek učne ure

### UVODNE DEJAVNOSTI

Uvodne dejavnosti so namenjene seznanjanju z inovativnimi učnimi pristopi, povezovanju skupine in gibalno-miselnemu ogrevanju za delo v nadaljevanju. Pedagog izbere eno izmed dejavnosti, ki so navedene v poglavju »Uvodne dejavnosti«, in jo po želji vsebinsko prilagodi svoji temi. Pri tem je zaradi velikosti skupine smiselno, da izbor dejavnosti prilagodi prostorskim pogojem (če npr. dejavnost v krogu ni možna, izbere dejavnosti, ki potekajo v paru, ipd.).

### PREDSTAVITEV INOVATIVNIH UČNIH PRISTOPOV

Študentom se na kratko predstavi inovativne učne pristope, ki bodo uporabljeni pri učni uri, s konkretnimi primeri, ki jih je mogoče uporabiti pri veliki skupini (npr. dejavnost s pregibanjem lista papirja, sledenjem njegovemu gibanju in utelešenjem le-tega ter igro zip-zap (razloženo v poglavju »Uvodne dejavnosti«).

### SEZNANJANJE Z NAČINOM DELA IN ORGANIZACIJO

Predstavimo način dela v nadaljevanju. Študentje bodo delali v skupinah in krožili med tremi delavnicami, pri čemer bodo obravnavali tri ključne tematike: Ohmov zakon, prevodnike/izolatorje in potencialne nevarnosti pri delu z električnimi napravami. Pedagogi študente razdelijo v tri skupine, ki se razporedijo po učilnicah. Po preteku časa (vsaka delavnica traja 25 minut) se skupine izmenjajo, na koncu pa ponovno zberejo v skupnem prostoru.

### DELAVNICA 1: OHMOV ZAKON

#### Kratka razlaga učne snovi

Električni tok in napetost sta med seboj sorazmerna, dokler se upornost ne spremeni.

#### Cilji

Študenti spoznajo Ohmov zakon v enostavnih električnih vezjih (vir, upori, stikala, porabniki). Razumejo razmere v vezjih, kjer so upori na vir priključeni vzporedno, in v vezjih, kjer so priključeni zaporedno.

#### Pripomočki

lepilni trakovi, obroči, palice, vrvi

#### **Priporočila za izvedbo**

Predavatelj se vključuje tudi v gibalno aktivne dejavnosti, demonstrira in študentom po potrebi razloži snov, poda komentarje in predloge. S pomočjo lepilnega traku na tla nariše električne vodnike, ki predstavljajo električni tokokrog.

#### **OKVIRNA VSEBINA DELAVNICE**

##### **1. Uvod v vezja in Ohmov zakon**

V manjših skupinah študentje gibalno raziskujejo pojme električni tok, napetost in upornost (npr. en študent predstavlja električni tok, ki teče po električnem vodniku (trak na tleh) med sponkama vira, drug študent lahko predstavlja stikalo, ki prižge vir). Študenti prikažejo napetostni vir, ki poganja tok po vodniku. Prikažejo enosmerni in izmenični vir. Študentje prikažejo premo sorazmernost toka in napetosti (npr. upornost prikažejo kot sorazmernostni koeficient pri razmerju napetosti in toka). Prikažejo vpliv napetosti na tok skozi upor – povečanje toka skozi konstantni upor povzroči višji padec napetosti (npr. dva študenta prikažeta dva različno velika toka, druga dva študenta prikažeta različna padca napetosti).

##### **2. Upornost materialov**

Predavatelj razloži povezavo upora in ohmskega segrevanja. Študenti izžrebajo različne materiale (npr. steklo kot izolator, baker kot odličen prevodnik, morska voda kot dober prevodnik, grafit itd.). Za izžreban material sošolcem prikažejo različne upornosti materialov (npr. pri materialu z visoko upornostjo študenti, ki predstavljajo notranjo strukturo materiala, zelo zadržujejo študenta, ki predstavlja električni tok, ki teče preko materiala).

##### **3. Vzporedna in zaporedna vezava**

Študentje v manjših skupinah prikažejo obe obliki vezave. Pri zaporedni vezavi se pri enakem toku padci napetosti na uporih seštevajo, pri vzporedni vezavi se pri enaki napetosti tok iz vira razdeli po vzporednih vejah vezja.

Uporaba lepilnega traku za prikaz  
električnih vodnikov



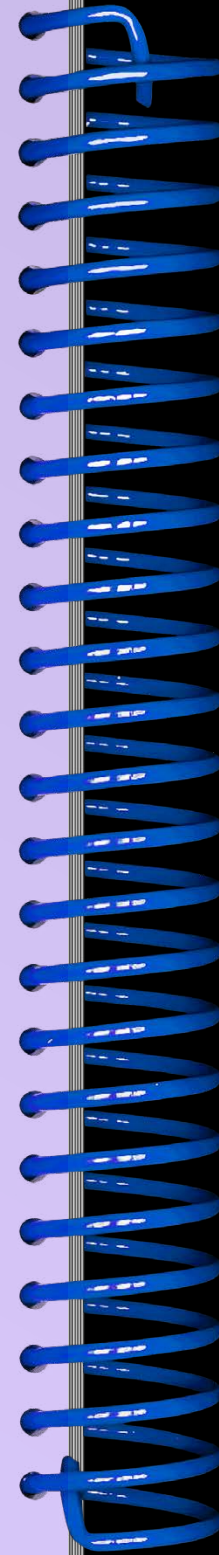
Študentje prikazujejo električne  
tokokroge (zaporedna, vzporedna  
vezava uporov).



Študentje prikazujejo električno upornost različnih materialov (skupina študentov, ki predstavlja slabo prevodni material, zavira gibanje nosilcev električnega toka v vodniku).



Sodelovanje med študenti pri utelešenem učenju





Razmisleki o izolativnih lastnostih snovi na tabli



Gibalni prikazi preprečevanja odtekanja električnega toka

## DELAVNICA 2: PREVODNIKI/IZOLATORJI

### Kratka razlaga učne snovi

Snovi so med seboj različne, razlike izvirajo iz atomske zgradbe. Šibka privlačnost elektronov na zunanjih orbitalah je vzrok za električno prevodnost kovin. Ionsko prevodnost izkazujejo tudi raztopine soli v vodi.

### Cilji

Razumeti, zakaj nekatere snovi prevajajo električni tok.

### Pripomočki

vrvice in širši lepilni trak

### OKVIRNA VSEBINA DELAVNICE

#### 1. Hitra ogrevalna vaja – zgradba atoma

Študentje v več skupinah prikažejo zgradbo atoma – lahko samo jedro in elektrone, lahko tudi strukturo jedra (vezane protone in nevtrone (nukleone).

→ *Povezava s teorijo: če so zunanji elektroni dobro gibljivi in na atomska jedra vezani s šibko silo, snov dobro prevaja električni tok.*

#### 2. Vaja izolatorji – prevodniki – superprevodniki

Na tabli so zapisani različni materiali (steklo, baker, železo, PVC, morska voda, destilirana voda, kristali, guma ipd.). Študentje v skupinah izberejo material (ob izboru ga prečrtajo) in gibalno prikažejo, kakšna je prevodnost navedenega materiala. Izvedejo predstavitev, pri čemer se lahko pedagog, prisoten na tej delavnici, kadar koli vključi v proces.

→ *Povezava s teorijo: lastnosti in skupine izolatorjev, dobrih prevodnikov in odličnih prevodnikov (npr. kovine, elektroliti in ionizirane snovi so prevodne, morska voda je prevodna, destilirana voda, keramike, stekla (...) so izolatorji).*

→ *Primeri: A) baker (odličen prevodnik), B) morska voda (dober prevodnik), C) destilirana voda (izolator), D) PVC (izolator).*

#### 3. Vaja z rekviziti – funkcije prevodnikov in izolatorjev v tokokrogu.

Študenti gibalno ponazorijo preprost tokokrog z bakreno žico (po načelu *izvor, prenosnik, porabnik*, skica 1 v izročkih) na ravni celotne skupine. Prikažejo, kaj se zgodi, če se nekdo dotakne žice. V manjših skupinah ponazorijo,



Prenos električnega signala v telesu – EKG-signal

kako preprečiti odtekanje električnega toka, pri čemer lahko uporabijo materiale, ki so na voljo – vrvico, rute.  
→ *Povezava s teorijo:* tokokroge sestavljajo elementi iz snovi, ki prevajajo električni tok, zaradi varnosti pa potrebujemo tudi snovi, ki toka ne prevajajo oziroma preprečujejo njegovo odtekanje v okolico, da ostane v žici.

### DELAVNICA 3: POTENCIALNE NEVARNOSTI PRI DELU Z ELEKTRIČNIMI NAPRAVAMI

#### Kratka razlaga učne snovi

Dovolj veliki tokovi, ki zadosti dolgo tečejo skozi človekovo telo, povzročajo različna stanja. Preprečevanje vstopa tokov v človekovo telo, pretežno z izolacijo, je osnova vseh ukrepov za zmanjšanje nevarnosti pri delu z električnimi napravami.

#### Cilji

Študenti se zavedajo, da lahko delo z elektriko povzroči lažje ali hujše poškodbe ter v najhujših primerih tudi smrt. Vedo, kakšnega ravnanja se morajo izogibati in kakšni so varnostni ukrepi pri delu z električnimi napravami.

#### Pripomočki:

kreda, tabla

#### POTEK DELAVNICE

##### 1. Pogovor

Skupaj s študenti v kratkem pogovoru opredelimo, katere potencialne nevarnosti obstajajo zaradi elektrike. V nadaljevanju poskušamo nekatere ponazoriti s telesnimi vajami.

##### 2. Ožganine

Študentje stopijo v krog. Predavatelj jim naroči, naj drgnejo dlan ob dlan, najprej počasi, potem vedno hitreje. Pedagog vpraša, zakaj so se jim roke segrele, in naredi analogijo z električno energijo, ki nas lahko ob dotiku ožge.

##### 3. Zastoj srca

A. Vaja – vlak. Študentje stopijo v krog. Položijo roke na trebuh, pedagog jim reče, naj diha, kot bi se zaganjal vlak – vedno hitreje. Opozori jih, naj diha s prepono (roko imajo na trebuhu, da čutijo dihanje). Dihajo vedno hitreje, dokler mišica ne zablokira.

- B. Pedagog naredi analogijo s srčno mišico, ki doživi zastoj, če je utripov preveč v kratkem času. S študenti se pogovori, kako lahko elektrika pripelje do prehitrega bitja srca.
- C. Pedagog med študenti prosi za tri prostovoljce – prvi je srce, drugi pisalo, ki riše utrip srca (EKG), tretji pa električni tok. Študenti se postavijo v kolono tako, da je tisti, ki riše utrip srca, prvi in stoji pred tablo, ostala dva pa stojita za njim. Zadnji v koloni je tisti, ki predstavlja srce. Vsak v koloni ima desno roko na rami študenta pred sabo, prvi ima konico krede pripravljeno na tabli. Tistega, ki predstavlja električni tok, ni v koloni. Na znak za začetek začne prvi risati črto, zadnji pa tistega pred sabo stisne za ramo. Ko ta začuti stisk, stisne tistega pred sabo in tako do prvega, ki s kredo nariše špico (kot EKG ob utripu srca). Utripanje se ritmično ponavlja, EKG-slika je posledično enakomerna. Potem študent, ki predstavlja električni tok, stopi za študenta, ki predstavlja srce, in ga začne zelo hitro stiskati za ramo. Ta hitrost se preseli na vse člene v verigi do prvega, ki zaradi prehitrih stiskov pride do ravne črte – zastaja srca.

#### 4. Pogovor

Pedagog se s študenti pogovori, kakšni so varnostni ukrepi pri delu z električnim tokom v prometu.

#### ZAKLJUČEK URE

Ponovni zbor vseh skupin v veliki predavalnici, kratka evalvacija.



Video povezava  
učne ure v praksi

#### Evalvacija učitelja

Študentje, ki so bili aktivni na vseh treh delavnicah, so z dodatno izkušnjo razširili razumevanje in dojetje procesov v električnih tokokrogih, predvsem pa globlje dojel način zaščite pred tokom skozi svoje telo ob uporabi električnih naprav.

– Franc Dimc, UL FPP

# Gorivna celica

Helena Korošec, Ana Duša, Žiga Lebar, Tina Skalar

## IZVAJALCI

UL PEF  
doc. dr. Helena Korošec,  
doc. Ana Duša,  
Žiga Lebar – izdelava lutk  
in pripomočkov  
UL FKKT  
doc. dr. Tina Skalar

## FAKULTETA/ODDELEK

Fakulteta za kemijo in  
kemijsko tehnologijo

## PREDMET

Osnove vede o materialih

## LETNIK/STOPNJA

3. letnik  
Dodiplomski študij

## TRAJANJE

2 šolski uri (90 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

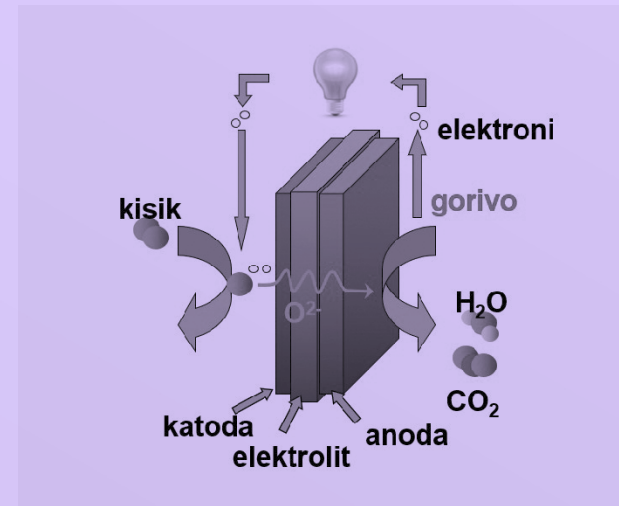
→ Lutke,  
→ Ustvarjalna drama

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

Raziskovalci si že precej časa prizadevajo pretvoriti naravno energijo v nam uporabnejšo električno, kar pomeni pretvorbo kemične energije iz fosilnih goriv in derivatov, kot so vodik in alkoholi, v električno energijo. Hkrati velik pomen pripisujemo izkoristku take konverzije, v kateri bi čim bolj zmanjšali izgube. Gorivne celice se štejejo med najperspektivnejše sisteme za pridobivanje električne energije iz fosilnih goriv. Njihova prednost je v kontinuirani proizvodnji električne energije (neodvisno od vremenskih razmer) in prizanesljivosti do okolja. Gorivna celica deluje kot neke vrste baterija. Razlika med baterijo in gorivno celico je, da ta, ko se reaktanti v bateriji porabijo, ne deluje več, nasprotno pa lahko gorivnim celicam nemoteno kontinuirano dovajamo potrebne reaktante. Na anodni strani se katalizira gorivo (vodik), na katodni pa kisik, iz katerega nastanejo  $O^{2-}$  ioni. Le-ti prehajajo skozi elektrolit, ki je ionsko prevoden, oddani elektroni pa potujejo po zunanjem tokokrogu in opravljajo električno delo. Na anodni strani se kisikov anion združi z vodikovima protonoma in sprejme elektrone, s čimer nastane voda. Če je gorivo vodik, pri njihovem delovanju nastaneta le voda in toplota. Natančno razumevanje delovanja takih sistemov, reakcij, ki potekajo na posameznih delih gorivne celice, je zato izrednega pomena. Prav to je bil glavni namen te delavnice – utrditi osnovno znanje delovanja takih sistemov, kar omogoča nadaljnjo nadgradnjo znanja.

Slika 1: Shema gorivne celice



Uvodna dejavnost za ogrevanje  
in vzpostavitev stika med udeleženci

#### CILJI

Študenti skozi gledališke vaje utrdijo znanje in razumevanje delovanja gorivne celice. Srečajo se z vprašanjem njene praktične uporabe.

#### PRIPOMOČKI

- lutkovno gledališče za prizor Gorivna celica,
- 50 balonov ali časopisni papir za oblikovanje papirnatih elektronov,
- samolepilni pleskarski trak,
- prazni plakati in flomastri

#### PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

Pred izvedbo ure predavatelj snov razloži teoretično. Med uro ves čas komentira, na kateri del snovi se nanaša konkretna vaja. Ura naj se izvaja v čim večjem praznem prostoru.

#### Potek učne ure

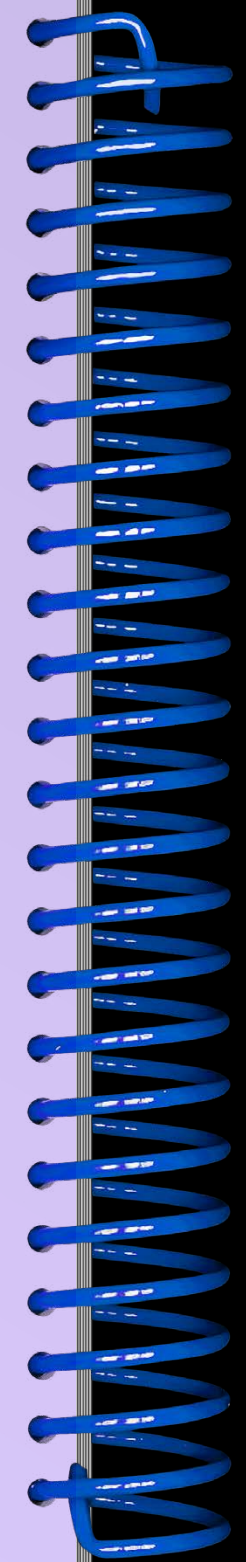
##### UVODNE DEJAVNOSTI

Uvodne dejavnosti so namenjene seznanjanju z inovativnimi učnimi pristopi, povezovanju skupine in ogrevanju za delo v nadaljevanju. Pedagog s študenti izvede ogrevalno vajo z naslovom Stroj ali zip-zap, kot je opisano v poglavju »Uvodne dejavnosti«.

Učiteljice igrajo lutkovni prizor »Klub Gorivna celica«.



Študenti z animacijo pokažejo razumevanje vsebine o delovanju gorivne celice.





Razlaga delovanja gorivne celice ob lutkovnih likih in shemi

LUTKOVNI PRIZOR: KLUB GORIVNA CELICA

- A. Pedagog z asistentom odigra lutkovni prizor Klub Gorivna celica, iz katerega je razvidno, kako v gorivni celici molekule  $O_2$  s pomočjo elektronov razpadejo in se združijo z dvema ionoma  $H^+$ , pri čemer nastane voda in električna energija. Študenti po končanem prizoru razložijo, kaj so videli, in tako obnovijo znanje o gorivni celici.
- B. Obnova prikazane snovi z lutkovno tehniko. Predstavljajmo si, da procesi, ki jih bomo opisali v nadaljevanju, potekajo zelo počasi. Kaj predstavljajo kroglice (modre in bele)? Kaj na modelu predstavlja anodo, elektrolit in katodo? Katera reakcija poteka na anodni strani? Kaj mora omogočati anodni material? Kaj to pomeni za mikrostrukturo anode? Narišete trofazni sistem in TPB-je. Omenite visoko odprto poroznost (prehodnost za pline), visoko katalitsko aktivnost, elektronsko in ionsko prevodnost. Kako elektroni iz anode pridejo do zunanje tokokroga? Kje ostane z dvema ionoma  $H^+$ ? Katera reakcija poteka na katodni strani? Kaj mora omogočati katodni material? Kaj to pomeni za mikrostrukturo katode? Visoka specifična površina, katalitska aktivnost, visoka elektronska in ionska prevodnost. Po kateri poti pridejo elektroni iz zunanje tokokroga? Kam gre kisik?
- C. Pedagog povabi štiri prostovoljce, da še enkrat odigrajo prizor, ki so ga pravkar videli (štirje študenti – elektroni in lučka, vodiki, kisiki, elektroni).

Lastnosti elektrolita. Nizka elektronska, visoka ionska prevodnost, plinotesnost.

| Anoda                                                                                                 | Elektrolit                                                                                                                                               | Katoda                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $H_2 \leftrightarrow 2H^+ + 2e^-$<br>$2H^+ + O^{2-} \leftrightarrow H_2O$                             | prenos $O^{2-}$                                                                                                                                          | $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- \leftrightarrow O^{2-}$                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"><li>katalizira oksidacijo goriva,</li><li>zbira elektrone</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>transport <math>O^{2-}</math>,</li><li>preprečuje prenos elektronov,</li><li>preprečuje mešanje atmosfer</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>katalizira redukcijo kisika,</li><li>omogoča pritek elektronov</li></ul> |

Slika 2: Reakcije, ki potekajo na posameznem materialu v gorivni celici, in njihove lastnosti

### GORIVNA CELICA V PROSTORU

Študenti s samolepilnim pleskarskim trakom na tla narišejo katodo in anodo. Razdelijo se v dve skupini. Dobijo nalogo, da s telesi in napihnjenimi baloni ali papirnatimi kroglicami uprizorijo delovanje gorivne celice, pri čemer naj izhajajo iz uvodne vaje Stroj in lutkovnega prizora, ki so ga pravkar videli.

Če jim ne uspe, jim pedagog pomaga: dva naj prevzameta vlogo elektrolita, ki »odpira vrata« med katodo in anodo; dva predstavljata električni tok (podajata balone/elektrone), eden naj prevzame vlogo luči, ki se prižiga, ko steče električni tok; ostali naj prevzamejo vlogo atomov kisika in vodika, pri čemer je atomov kisika dvakrat več kot atomov vodika. Študenti še enkrat izvedejo vajo Stroj, pri čemer je »stroj« gorivna celica.



Igra vlog – skupina lastnikom tovarne predstavlja projekt.

### IGRA VLOG

Pedagog izbere eno izmed spodnjih možnosti.

#### 1. Intervju za službo

##### Priprava

Študenti se razdelijo v skupine po tri ali štiri. Pedagog prevzame vlogo lastnika tovarne gorivnih celic.

##### Izvedba

- A. Pedagog/lastnik tovarne pove, da v tovarni razpisujejo projekt, v okviru katerega je objavljen razpis za skupino raziskovalcev. Cilj projekta sta razvoj materialov in njihov *scale up* z višjo učinkovitostjo od dosedanje ter pospešitev prodaje na trgu.
- B. Študenti imajo 10–15 minut časa, da si v skupinah zamislijo projekt in pripravijo predstavitev. Pri tem lahko uporabljajo prazne plakate in flomastre, da izdelajo vizualno predstavitev projekta.
- C. Vsaka skupina predstavi predlagani projekt lastniku tovarne. Ta jim postavlja dodatna vprašanja, s katerimi jih spodbuja k nadaljnjemu razmisleku.
- D. Ko skupine predstavijo vsaka svoj projekt, pedagog/lastnik tovarne pove, katero skupino raziskovalcev bo zaposlil in zakaj je izbral prav njihov projekt.

Postavljanje gorivne celice v prostor



Kisika prejmeta elektrone, da bosta lahko prešla skozi elektrolit.



Oddani elektroni potujejo po zunanem tokokrogu in opravljajo električno delo. Na anodni strani se kisikov anion združi z vodikovimi protonoma in odda elektrone, s čimer nastane voda.



## 2. TV-soočenje

Študenti se razdelijo v tri skupine: v prvi so novinarji, v drugi okoljevarstveniki in v tretji naftni magnati. Imajo 15 minut časa, da se vsak s svojega stališča pripravijo na TV-soočenje. V slednjem skupina novinarjev ostalima dvema skupinama postavlja vprašanja na temo gorivne celice kot možnega alternativnega vira energije (naravovarstveniki in naftni magnati se posedejo v obliki okrogle mize, novinarji pa so v predavalnici z mikrofonom).

### ENA MISEL – ZAKLJUČNA REFLEKSIJA

- A. Pedagog da vsakemu študentku prazen list. Imajo dve minuti časa, da vsak (anonimno) zapiše eno misel, ki se navezuje na izvedeno uro.
- B. Pedagog pobere liste in jih na glas prebere.

### ZAKLJUČEK

Pedagog s študenti zaključí uro s povzetkom najpomembnejših ugotovitev.



Video povezava  
učne ure v praksi

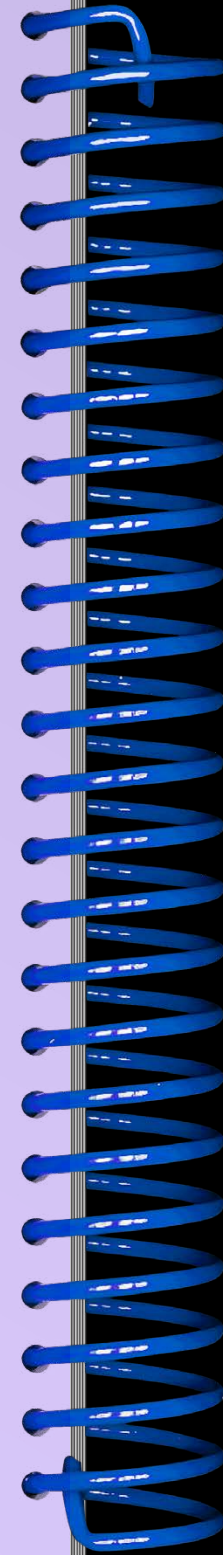
## Evalvacija učiteljice

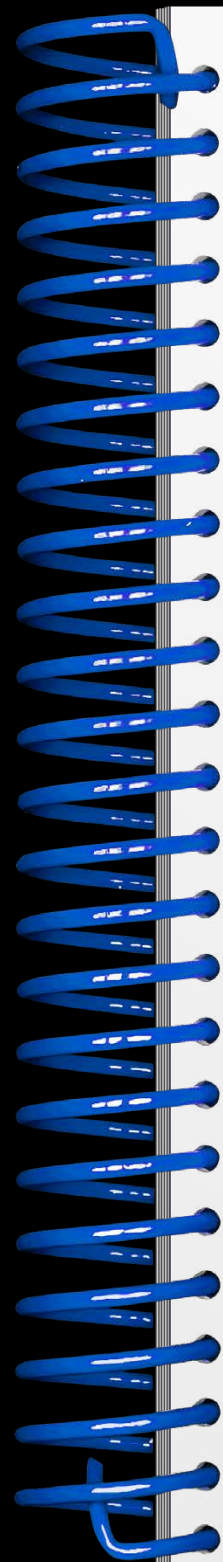
V okviru izvedbe učne ure, ki je temeljila na uporabi lutk za posredovanje tehnične vsebine, sem morala kot ena od izvajalk pouka aktivno razviti nove kompetence na področju lutkarstva in uprizoritvenih tehnik. Prvo leto izvajanja je bilo zame zahtevno, saj sem se soočala z nalogo, ki je ne uporabljam in zame ni naravna ali del mojega primarnega izobraževalnega ozadja. Kljub začetnim negotovostim sem izvedla evalvacijo po učni uri in zbrala povratne informacije študentov, ki so bile izjemno dragocene. V drugo leto izvedbe sem vstopila z več izkušnjami in z jasno usmeritvijo k izboljšavam. Uporabila sem tiste predloge študentov, ki so bili izvedljivi in obenem usmerjeni v nadgradnjo vsebine na univerzitetni ravni. S tem sem zagotovila bolj strukturirano didaktično izkušnjo in povečala angažiranost študentov.

V primerjavi s klasičnim poučevanjem sem med tovrstnim poučevanjem opazila opazen porast interakcije med študenti – med samo izvedbo so uporabljali lastne zapiske in bili prisiljeni v aktivnejše družbene interakcije s skupnim ciljem – uspešno izvedbo delovanja gorivne celice.

V zaključku ocenjujem, da je bil vložek v razvijanje novega didaktičnega pristopa upravičen. Ne le, da sem kot učiteljica razširila lasten pedagoški repertoar, temveč sem s tem študentom ponudila drugačen in aktivnejši pristop k učenju strokovnih vsebin.

– Tina Skalar, UL FKKT





## 2

# Učenje in poučevanje z oblikovalskim pristopom

## Oblikovalske metode kot orodja za učenje, sodelovanje, ustvarjanje in refleksijo

Tamara Lašič Jurković, Žan Kobal

100

## Soustvarjalni pristop

Raša Urbas

104

## Metode za poučevanje skozi oblikovalski pristop

Tamara Lašič Jurković, Žan Kobal

108

## Primeri učnih ur pri učenju z oblikovalskim pristopom

115

## Primeri učnih ur pri učenju s soustvarjalnim pristopom

125

# Oblikovalske metode kot orodja za učenje, sodelovanje, ustvarjanje in refleksijo

Tamara Lašič Jurković, Žan Kobal

Oblikovanje je disciplina, ki se v svojem jedru ukvarja z odkrivanjem ter kreativnim in odgovornim naslavljanjem tehničnih, družbenih in okoljskih izzivov (Alexander, 1964; Simon, 1969; Ravnikar, 1969). Zaradi svoje izrazite raznolikosti in vpetosti v številna področja – od tehnologije do umetnosti, družboslovja in ekologije – poučevanje oblikovanja presega tradicionalne meje disciplin ter spodbuja razmišljanje onkraj očitnega. Gre za interdisciplinarno učenje, ki študentom omogoča povezovanja različnih znanj, veščin in perspektiv ter soustvarjanje z uporabniki in drugimi deležniki v procesu. Pri tem študenti razvijajo razumevanje družbenih in okoljskih vsebin. Pomemben poudarek je na analitičnem raziskovanju ter učenju skozi prakso, ustvarjanju prototipov, testiranju, evalvaciji in refleksiji (Design Council, 2003). Tak način dela spodbuja na študenta osredinjeno poučevanje; študenti torej prevzamejo aktivno vlogo v učnem procesu, kjer niso zgolj prejemniki informacij, temveč sooblikovalci lastnega učenja (Predan in Černe Oven, 2023). Učne metode, ki temeljijo na oblikovalskih načelih, pogosto vključujejo delo v skupinah, kar omogoča izmenjavo idej, razvoj komunikacijskih veščin ter soočanje z različnimi pogledi. Pedagog pri takšnih učnih

procesih ne nastopa kot klasični predavatelj, temveč kot mentor, ki usmerja, spodbuja in odpira prostor za raziskovanje in novo razumevanje, namesto da bi zgolj predajal znanje (Stickdorn et al., 2010; Jansen in Pieteres, 2017; Tomitsch et al., 2018; Predan, 2021).

Raznolikost metod – od eksperimentalnega dela z materiali do terenskega raziskovanja in zbiranja podatkov, preučevanja študijskih primerov in izražanja z stvarjalnimi mediji – omogoča formiranje različnih pristopov, ki se prilagajajo naravi problema oziroma izziva (Stickdorn et al., 2018). Oblikovalski proces je praviloma nelinearen in iterativen – poteka skozi več faz, kot so raziskovanje, identifikacija in analiza izzivov/problemov, oblikovanje idej, prototipiranje, testiranje, izboljševanje in implementacija (Design Council, 2003; Černe Oven in Predan, 2013). V začetnih fazah raziskovanja se uporabljajo metode, kot so mapiranje deležnikov, analiza konteksta, uporabniški intervjuji, terensko opazovanje, analiza primera ali različne tehnike za sestavljanje vprašanj. Takšne metode študentom omogočajo, da razumejo širši kontekst, odkrijejo skrite vzorce in si ustvarijo celostno sliko problema. Ker se v oblikovanju pogosto soočamo s kompleksnimi izzivi, ki vključujejo tehnične, družbene in okoljske komponente, je pomembno razvijati sposobnosti za razumevanje sistemov in njihovih medsebojnih povezav (Černe Oven et al., 2023; Lašič Jurković, 2024). V ta namen se uporabljajo metode, kot je razgradnja pojavov ali konceptov na osnovne gradnike ali vizualizacija tokov informacij in virov.

Oblikovalski proces v nadaljevanju zajema raznolike metode za pridobivanje idej (npr. viharjenje možganov, »Kako bi lahko«, »Norih 8«), ki spodbujajo razmišljanje onkraj očitnega ter iskanje priložnosti za inovacije. Pomembna faza procesa je tudi materializacija idej, kjer študenti svoje zamisli pretvorijo v fizične ali digitalne

prototipe. Pri tem imajo pomembno vlogo metode in orodja, kot so izdelovanje modelov, 3D-tisk in digitalne simulacije, ki študentom omogočajo, da ideje preizkusijo v praksi, jih izboljšujejo in nadgrajujejo. Ta del procesa vključuje tudi refleksijo in vrednotenje, ki sta ključna za razvijanje kritične distance do lastnega dela. Metode, kot so predstavitve idej in medsebojne diskusije, spodbujajo študente k razmisleku o vplivih svojih odločitev ter iskanju nadaljnjih izboljšav.

Oblikovalske metode torej ne služijo le kot orodja za reševanje problemov, temveč tudi kot mehanizmi za učenje, sodelovanje, refleksijo in ustvarjanje smiselnih povezav med znanjem in prakso. Nenazadnje je oblikovalski pristop tesno povezan tudi z družbeno in okoljsko odgovornostjo (Predan in Černe Oven, 2023). Študente spodbuja, da premislijo vplive svojih odločitev, razumejo širši kontekst svojega delovanja ter razvijajo rešitve, ki so premišljene, vključujoče in trajnostne. Učenje z oblikovalskimi pristopi tako ni zgolj priprava na delo v oblikovalski stroki, temveč proces razvijanja kritičnega mišljenja, ustvarjalnosti, sodelovanja, vodenja procesov in občutljivosti za svet okoli nas, kar so veščine, ki so lahko še kako uporabne tudi na marsikaterem drugem področju.

V nadaljevanju predstavljamo izbor oblikovalskih metod in orodij, ki so lahko primerni predvsem za poučevanje vsebin s področja tehnike, kar smo s pilotnim projektom 3.01 tudi preverili in potrdili. Področje tehničnih ved je izrazito praktične narave, zato je uporaba oblikovalskih metod pri poučevanju posebej smiselna – te metode namreč omogočajo eksperimentiranje, iteracijo in reševanje realnih problemov, kar študentom olajša razumevanje vsebin, ki so pogosto predstavljene abstraktno in teoretično. Številni pozitivni odzivi študentk in študentov, ki so bili vpeti v učne procese, kažejo na učinkovitost oblikovalskih metod.

Zaradi tega so se sodelujoči pedagogi odločili oblikovalske metode vključiti v svoje učne programe tudi po zaključenem projektu. Metode so najprej predstavljene v obliki priročnika, s čimer želimo omogočiti njihovo uporabo v različnih kontekstih, temu pa sledita še opisa dveh izvedenih učnih procesov, pri katerih smo oblikovalske metode uporabili za poučevanje tehnike na Fakulteti za strojništvo (UL FS) in Biotehniški fakulteti (UL BF).

#### Viri in literatura

Alexander, C. (1964). *Notes on the Synthesis of Form*. Harvard University Press.

Černe Oven, P. in Predan, B. (2013). *Oblikovanje agende ali kako se izogniti reševanju problemov, ki to niso: fokus: storitveno in informacijsko oblikovanje*. Pekinpah in UL ALUO.

Černe Oven, P., Predan, B. in Vidnjević, N. (2023). *Vsak dan je petek. Kako z oblikovanjem opolnomočiti skupnost pri spopadanju s podnebnim zlomom*. Pekinpah in RRA LUR.

Design Council (2003 (2025)). *The Double Diamond: A universally accepted depiction of the design process*. Dostopno na: <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/>.

Jansen, S. in Pieters, M. (2017). *The 7 principles of complete co-creation*. BIS.

Lašič Jurković, T. (2024). *Odmevi jutrišnjega dne*. University of Ljubljana Press.

Predan, B. (2021). A Discussion of Processes to Create a Curriculum and Handbook for Co-Creation and Active Implementation of Co-Design with the Aim of Stimulating Collective Creativity. *The Design Journal*, 24(4), 589–609.

Predan, B. in Černe Oven, P. (2023). Developing a Pedagogical Approach with the Aim of Empowering Educators and Students to Address Emerging Global Issues such as Climate Change and Social Justice: A Case Study. *Sustainability*, 15(24).

Ravnikar, E. (1969 (2017)). *Design*. Pekinpah.

Simon, H. A. (1969 (1996)). *The Sciences of the Artificial*. The MIT Press.

Stickdorn, M. in Schneider, J. (2010). *This is service design thinking: basics–tools–cases*. BIS.

Stickdorn, M., Adams, L., Hormess, M., Schneider, J. (2018). *This is service design doing: applying service design thinking in the real world: a practitioner's handbook*. O'Reilly Media.

Tomitsch, M. (2018). *Design. Think. Make. Break. Repeat: a handbook of methods*. BIS.

# Soustvarjalni pristop

Raša Urbas

V okviru oblikovalskega pristopa se kot posebej učinkovit izkazuje tudi soustvarjalni pristop. Ta temelji na aktivnem vključevanju vseh udeležencev učnega procesa v skupno oblikovanje rešitev ter omogoča, da se znanje, izkušnje in ideje vseh sodelujočih povežejo v celovitejše razumevanje obravnavane teme. V takem okolju študenti niso le prejemniki informacij, temveč soustvarjalci poteka učne ure in oblikovalci končnega rezultata.

Soustvarjalni pristop gradi na načelih oblikovalskega mišljenja, ki jih nadgrajuje z močnimi elementi participativne pedagogike. To pomeni, da proces temelji na odprti izmenjavi idej, preizkušanju različnih rešitev in skupnem sprejemanju odločitev. Tak pristop spodbuja prevzemanje različnih perspektiv, razvija ustvarjalno in kritično razmišljanje ter krepi občutek lastništva nad procesom učenja. Poleg tega prispeva k večji motivaciji in zavzetosti, saj študenti čutijo, da so njihovi prispevki enakovredni in pomembni za doseg skupnega cilja.

Zaradi teh lastnosti je soustvarjalni pristop smiselno obravnavati kot eno izmed ključnih metod v okviru oblikovalskega pristopa, pri čemer se njegova učinkovitost najbolj pokaže v praktičnih primerih in izvedbah,

ki združujejo različna strokovna znanja ter ustvarjalne pristope.

Študentje tehničnih smeri se pri študiju pogosto srečajo s predmetniki oziroma določenimi tehnološkimi predmeti, ki jih doživljajo kot zahtevne, abstraktne in oddaljene od lastnih interesov, kar lahko negativno vpliva na njihovo motivacijo in globino razumevanja. V takem kontekstu postane vprašanje, kako učiti, prav tako pomembno kot vprašanje, kaj učiti. Inovativno učenje prinaša ključen premik pri poučevanju tehničnih predmetov, ki jih študentje pogosto dojemajo kot abstraktne in manj zaželeno od oblikovalskih vsebin. Klasični načini podajanja znanja, osredotočeni na razlago in ponavljanje, pogosto ne zadoščajo za prebujanje zanimanja ali spodbujanje globljega razumevanja, saj znanje ni zgolj skupek informacij, temveč kompleksna prepletenost razumevanja, kritičnega mišljenja, metakognicije in osebne angažiranosti (Marentič Požarnik, 2011, 2020). Študentje potrebujejo učna okolja, ki jih aktivirajo, povežejo z realnim svetom in spodbudijo k iskanju lastnih rešitev.

Učenje je učinkovito, ko študentje postanejo soustvarjalci znanja. Pomembno je, da izhajamo iz njihovih izkušenj, jih vključimo v procese raziskovanja, jim ponudimo prostor za refleksijo in napake ter jih spodbujamo, da kritično razmišljajo o tem, kar počnejo. Namesto da bi zgolj sledili vnaprej načrtanim potem, naj postanejo raziskovalci, oblikovalci rešitev in nosilci lastnega napredka. Učitelj je v tem kontekstu predvsem spodbujevalec in mentor, ki omogoča varno, a hkrati spodbudno učno okolje.

To potrjujejo tudi sodobne študije, ki kažejo, da metode, kot so simulacije, projektno delo in delo v skupinah, povečujejo motivacijo in pripadnost, posebej v tehničnem poučevanju (Razali in Nasri, 2023; Naga Subramani in Iyappan, 2018), Marentič Požarnik pa izpostavlja,

da je za trajnostno spremembo nujna sistemska podpora učiteljem – didaktična izobraževanja, mentorski programi in reflektivna praksa, ki omogočajo razvoj novih pedagoških kompetenc (Marentič Požarnik in Lavrič, 2015).

Konstruktivistični pristopi k učenju, ki temeljijo na aktivnem sodelovanju študentov, reševanju problemov, projektnem delu in refleksiji, se kažejo kot posebej učinkoviti pri premagovanju razkoraka med abstraktnimi koncepti in njihovo uporabo v realnih kontekstih (Naga Subramani in Iyappan, 2018; Razali in Nasri, 2023). Tako imenovano »učenje z razumevanjem« ni samoumevno, temveč zahteva skrbno oblikovana učna okolja, v katerih učitelji delujejo kot spodbujevalci in soustvarjalci učnega procesa. Inovativne didaktične strategije v tehničnih disciplinah – kot so simulacije, delo s primeri iz prakse, interaktivne tehnologije in ekipno učenje – ne izboljšujejo le dosežkov študentov, temveč pomembno prispevajo tudi k razvoju njihove strokovne identitete (Imperial College, 2021; Pokrzycka, 2022).

Pomembno je poudariti, da zgolj kurikularne spremembe ne zagotavljajo napredka, če niso podprte s sistematičnim usposabljanjem visokošolskih učiteljev in spodbujanjem reflektirane pedagoške prakse (Marentič Požarnik, 2020). Prav zato je vlaganje v didaktično usposabljanje na področju tehničnega izobraževanja ključno, če želimo oblikovati študijsko izkušnjo, ki bo študente ne le naučila vsebin, temveč jih tudi navdušila, opolnomočila in dolgoročno motivirala za lastno strokovno rast.

#### Viri in literatura

Fauzani Razali, N. & Mohamad Nasri, N. (2023). Innovative Teaching Methods – A Systematic Literature Review. *International journal of academic research in progressive education & development*, 12(4), 1737–1752. DOI:10.6007/IJARPED/v12-i4/18508.

Imperial College (2021). Innovative teaching for world class learning – Learning and Teaching Strategy. 42 str. <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/about/leadership-and-strategy/vp-education/public/LearningTeachingStrategy.pdf>.

Marentič Požarnik, B. (2011). Kaj je kakovostno znanje in kako do njega? O potrebi in možnostih zbliževanja dveh paradigem, *Sodobna pedagogika* 62(128), 28–50.

Marentič Požarnik, B. in Lavrič, A. (2015). Kako se učijo učitelji: (video)povratna informacija kot spodbuda za učiteljev profesionalni razvoj. *Vzgoja in izobraževanje*, 46(1), 7–15.

Marentič Požarnik, B. (2020). Visokošolska didaktika in didaktično usposabljanje visokošolskih učiteljev pri nas – dosednji razvoj, izkušnje in problem. *Andragoška spoznanja/ Studies in Adult Education and Learning*, 26(2), 15–32. DOI: <http://dx.doi.org/10.4312/as.26.2.15-32>.

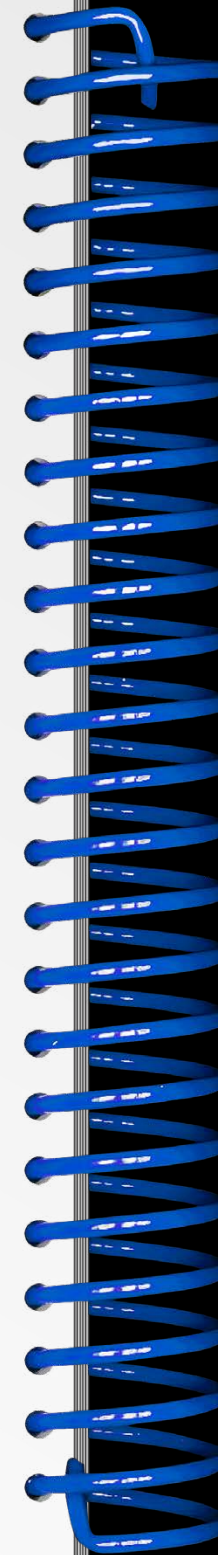
Naga Subramani, P. C. & Iyappan, V. (2018). Innovative methods of teaching and learning. *Journal of Applied and Advanced Research*, 3(1) S20–S22, ISSN 2519-9412, <https://dx.doi.org/10.21839/jaar.2018.v3S1.161>.

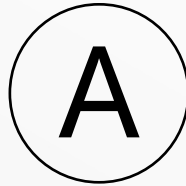
Pokrzycka, L. (2022). *Innovative teaching methods – Project Management in Practice*. Maria Curie-Skłodowska University Press, Lubin, Poljska. ISBN 978-83-227-9637-5. [https://www.researchgate.net/profile/Lidia-Pokrzycka/publication/364123109\\_INNOVATIVE\\_TEACHING\\_METHODS\\_Project\\_Management\\_in\\_Practice/links/633b637976e39959d695aef9/INNOVATIVE-TEACHING-METHODS-Project-Management-in-Practice.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lidia-Pokrzycka/publication/364123109_INNOVATIVE_TEACHING_METHODS_Project_Management_in_Practice/links/633b637976e39959d695aef9/INNOVATIVE-TEACHING-METHODS-Project-Management-in-Practice.pdf).

# Metode za poučevanje skozi oblikovalski pristop

Tamara Lašič Jurković, Žan Kobal

V tem poglavju predstavljamo nabor metod, ki se pogosto pojavljajo v oblikovalskih pedagoških procesih, a jih je mogoče prevesti v metode za poučevanje tehnične vsebine. Podajamo vpogled v kompleksnost in obseg posamezne metode ter navodila za izvajanje. Nekatera od teh so povzeta po priročnikih, kot sta *IDEO Design Kit* in *The Design Sprint Kit*. Metode predstavljamo po vrsti tako, kot si logično sledijo v raziskovalnem oziroma oblikovalskem procesu – od tistih, ki so namenjene začetnemu spoznavanju s problemi in izzivi, do metod, namenjenih razvoju fizičnih prototipov.





Za primer uporabe v praksi glej  
Konstrukcijska zaščita lesa.  
(str. 122)

#### PRIMERI S TERENA

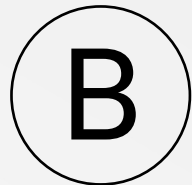
Metoda študente spodbuja k aktivnemu opazovanju okolice, samostojni presoji in kritičnemu ovrednotenju obstoječih rešitev/pojavov ter hkrati prispeva h kreativnemu navdihu.

- **Okviren čas priprave:** 20 minut
- **Okviren čas izvajanja:** 2–3 ure
- **Vloga pedagoga:** Določite tip pojavov/tehničnih rešitev glede na vsebino snovi, podajate navodila in povratne komentarje na predstavljene nabore primerov.
- **Pripomočki za izvajanje:** fotoaparati ali pametni telefoni.
- **Stopnja kompleksnosti izvajanja:** 1/5

Nalogo izvajajte kot domačo nalogo, pri kateri študenti individualno v naravni ali urbani okolici iščejo obstoječe specifične pojave oziroma tehnične rešitve. Glede na obravnavano snov določite, kateri pojavi/rešitve bodo predmet obravnave. Naloga od študentov zahteva, da najdene pojave/rešitve fotografirajo, nabor fotografij pa na naslednji kontaktni uri na kratko predstavijo in utemeljijo svojo izbiro pojavov/rešitev. Domačo nalogo lahko izvajate pred podajanjem snovi ali po njem. Glede na to ima naloga različne učinke – v prvem primeru snov podate na podlagi praktičnih primerov, ki so jih poiskali študenti, v drugem primeru pa študenti z nalogo utrdijo in poglobijo teoretično znanje, ki ste jim ga predali predhodno. Metodo lahko uporabite samostojno ali v kombinaciji z načrtovalskimi nalogami kot uvodni raziskovalni korak.

#### Koraki:

- A. Študent se odpravi na teren in fotografira najdene primere pojavov/rešitev – vsak študent mora poiskati od pet do deset primerov.
- B. Na kontaktni uri vsak študent ob naboru fotografij predstavi in utemelji svoj izbor – vsak študent ima za predstavitev na voljo 5 minut.



Za primer uporabe v praksi glej  
Matrika konstrukcijske strukture.  
(str. 118)

### RAZSTAVI, POPIŠI, SESTAVI

Študenti na praktičnem primeru skozi aktivno udeležbo poglobljajo teoretično znanje.

- **Okviren čas priprave:** 30 minut–1 ura
- **Okviren čas izvajanja:** 2–3 ure
- **Vloga pedagoga:** Izberete izdelke glede na vsebino snovi, podajate navodila ter vodite skozi proces razstavljanja in sestavljanja.
- **Pripomočki za izvajanje:** naprave ali izdelki za razstavljanje (število odvisno od števila sodelujočih študentov/skupin), fotoaparati (ali pametni telefoni)
- **Stopnja kompleksnosti izvajanja:** 2/5

Študentje individualno ali v manjših skupinah razstavijo izdelke na njihove najmanjše možne dele. Med vajo se študenti dobro seznanijo z izdelkom kot celoto in dobijo boljši vpogled v njegovo delovanje in sestav. Težavnost na stopnja naloge je odvisna od kompleksnosti izbranih izdelkov. Nalogo lahko razširite z dodatnimi aktivnostmi, kot so izris sheme sestava, skiciranje posameznih elementov, izpolnjevanje matrik ipd.

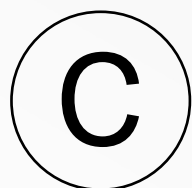
#### Koraki:

- A. Študent izbran izdelek razstavi na najmanjše možne dele, pri čemer popiše gradnike in skrbno opazuje, kako so ti sestavljeni.
- B. Razstavljen izdelek študent fotografira. Študent izdelek ponovno sestavi in preveri, ali deluje.

### OBLIKOVALSKI SPRINT (DESIGN SPRINT<sup>1</sup>)

*Oblikovalski sprint* študente vodi skozi celoten proces oblikovalskega reševanja izziva, pri čemer razvijajo sposobnosti ekipnega dela, hitrega odločanja in razvijanja idej ter uporabo teoretičnega znanja v praksi.

- **Okviren čas priprave:** 3–5 ur
- **Okviren čas izvajanja:** 15–40 ur
- **Vloga pedagoga:** Izberete izziv, podajate navodila, vodite skozi različne faze projekta in evalvirate ob testiranju prototipov.
- **Pripomočki za izvajanje:** listi papirja, pisala, samolepilni listki, material za hitro prototipiranje
- **Stopnja kompleksnosti izvajanja:** 5/5



Za primer uporabe v praksi glej  
Matrika konstrukcijske strukture.  
(str. 118)

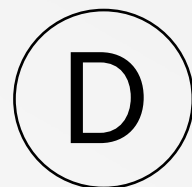
<sup>1</sup> Metoda povzeta po The Design Sprint Kit: <https://designsprintkit.withgoogle.com/>.

*Oblikovalski sprint* je metoda, pri kateri je oblikovalski proces strnjen v intenzivno delavnico. Ta praviloma traja pet dni, vendar se lahko trajanje prilagodi glede na zahtevnost izziva. *Oblikovalski sprint* zahteva strnjeno, osredotočeno delo v skupinah do šest študentov. Cilj je izdelati in testirati prototip na podlagi podanega izziva. Pri tem študenti razvijajo veščine sodelovanja in sprejemanja hitrih informiranih odločitev. Vsak dan v tednu je namenjen enemu delu procesa: razumevanje problema, iskanje idej, izbor ideje, prototipiranje in testiranje.

**Koraki:**

- A. Razumevanje problema  
Študenti začnejo z analiziranjem konteksta, obstoječih rešitev in ciljnih skupin za celostno razumevanje problemov znotraj podanega izziva. Pri tem uporabljajo najrazličnejše raziskovalne metode, kot so na primer kontekstualni intervjuji, opazovanje, analiza uporabniške poti in analiza trendov. Ključni cilj prve faze je ustvariti celostno razumevanje problema in pridobiti ključne vpoglede (angl. *insights*<sup>2</sup>).
- B. Iskanje idej  
V drugi fazi se študenti osredotočijo na iskanje čim širšega nabora možnih rešitev. Pridobljene vpoglede s pomočjo metode *Kako bi lahko* preoblikujejo v oblikovalske priložnosti. Na podlagi teh z metodo *Norih 8* študenti pridobijo čim več idej za reševanje problema.
- C. Izbor ideje  
Študenti evalvirajo ideje iz prejšnje faze in izberejo tiste, ki se jim zdijo najobetavnejše. Izbrane ideje skupinsko razvijajo, pri čemer se lahko usmerijo na bolj poglobljeno razvijanje ene same ideje ali združevanje več komplementarnih.
- D. Prototipiranje  
V naslednji fazi se študenti posvetijo izdelavi prototipa. Glede na naravo izziva je ta lahko digitalen ali analogen, pomembno je le, da omogoča realistično uporabniško izkušnjo. Pri tem ni toliko pomemben videz, ampak hitra izdelava nečesa, s čimer lahko preverimo, kako uporabniki razumejo in uporabljajo načrtovano rešitev.
- E. Testiranje  
Na koncu *oblikovalskega sprinta* izdelane prototipe testirajo študentje drugih skupin, pedagogi ali zunanji udeleženci. To omogoča preverjanje ne samo

<sup>2</sup> Vpogled (ang. insight) je odkritje o človekovem vedenju in motivacijah/ vzgibih, ki se skrivajo za njim. To so praviloma avtentične, neočitne in informativne ugotovitve, opažanja ali resnice, ki temeljijo na osebnih izkušnjah ali potrjenih dejstvih. Vpogledi nam omogočajo poglobljeno razumevanje raziskovalne teme.



Za primer uporabe v praksi glej  
Matrika konstrukcijske strukture.  
(str. 118)

učinkovitosti rešitve, ampak tudi tega, ali rešitev  
nagovarja prave probleme. Poleg odzivov testiranj  
študenti tudi sami evalvirajo, kaj pri njihovih rešitvah  
deluje in kje so priložnosti za izboljšave. Ugotovitve  
v tej fazi lahko služijo kot izhodišče za nadaljnji razvoj.

#### KAKO BI LAHKO (HOW MIGHT WE<sup>3</sup>)

Metoda študentom pomaga pretvoriti znane probleme  
in izzive v obvladljive priložnosti, kar olajša nadaljnje  
pridobivanje inovativnih idej.

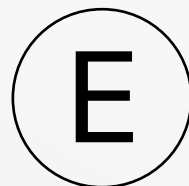
- **Okviren čas priprave:** 30 minut
- **Okviren čas izvajanja:** 30 minut-1 ura
- **Vloga pedagoga:** Podate navodila in po potrebi  
usmerjate med procesom.
- **Pripomočki za izvajanje:** samolepilni listki, pisala,  
barvne nalepke za glasovanje
- **Stopnja kompleksnosti izvajanja:** 2/5

*Kako bi lahko* je ena izmed osnovnih metod oblikovalskega  
sprinta. Metoda *Kako bi lahko* študentom pomaga preobli-  
kovati vpogled v vprašanje »Kako bi lahko ...?«, s čimer  
znane izzive pretvorijo v priložnosti za oblikovanje. Tako  
zastavljeno vprašanje nakazuje, da je rešitev možna, saj  
vprašanja ponujajo možnost, da nanje odgovorimo različno.  
Pravilno zastavljeno vprašanje »Kako bi lahko« ne določa  
rešitve, ampak ponudi osnovo za inovativno razmišljanje.

#### Koraki:

- A. Študenti v skupinah za vsak izbran vpogled  
individualno formulirajo čim več vprašanj,  
ki se pričnejo s »Kako bi lahko«. Pri tem si pomagajo  
s formulo: kako bi lahko + kaj želimo doseči +  
potencialni uporabnik + želeni učinek. Vsako  
vprašanje zapišejo na svoj listič.  
Nasvet: Velike izzive naj študenti razdelijo  
na manjše izvedljive dele. Pri oblikovanju vprašanj  
je priporočljivo, da sledijo sedmim osnovnim načelom:
- Raziskovanje pozitivnih učinkov
  - Osredotočenje na čustva
  - Peljanje problema do skrajnosti
  - Raziskovanje nasprotij
  - Preizpraševanje prepričanj
  - Osredotočanje na element/detajl

<sup>3</sup> Metoda povzeta po IDEO Design  
Kit: [https://www.designkit.org/  
methods/how-might-we.html](https://www.designkit.org/methods/how-might-we.html).



Za primer uporabe v praksi glej  
Matrika konstrukcijske strukture.  
(str. 118)

<sup>4</sup> Metoda povzeta po Design Sprint  
Kit: <https://designsprintkit.withgoogle.com/methodology/phase3-sketch/crazy-8s>.

- B. Študenti v skupini delijo rezultate in glasujejo za tri najboljša vprašanja »Kako bi lahko«. Vsak član skupine ima na razpolago tri točke (v obliki barvnih nalepk), ki jih lahko podeli dvema vprašanjem. Enemu vprašanju lahko podeli dve točki, drugemu pa eno.
- C. Sledi razprava o treh vprašanjih, ki so prejela največ točk. Študentje skupaj določijo prednostne naloge, korake, ki jih je treba upoštevati, in izberejo eno idejo z glasovanjem.

#### NORIH 8 (CRAZY 8<sup>4</sup>)

*Norih 8* je zabavna hitra vaja, ki študente spodbudi k neobremenjenemu pridobivanju idej.

- **Okviren čas priprave:** 15 minut
- **Okviren čas izvajanja:** 30 minut
- **Vloga pedagoga:** Podate navodila, merite čas.
- **Pripomočki za izvajanje:** A4 listi, pisala
- **Stopnja kompleksnosti izvajanja:** 1/5

*Norih 8* je ena izmed osnovnih metod oblikovalskega sprinta. Je hitra risarska vaja, ki izziva študente, da v osmih minutah narišejo osem različnih idej. Cilj je preseči njihovo prvo idejo, ki je pogosto najmanj inovativna, in ustvariti širok nabor rešitev za zastavljen izziv. Pri tem moramo poudariti, da govorimo o skicah. Tem ni treba biti popolne ali lepe – pomembno je, da sporočajo idejo. Prav tako je pomembno, da ideje niso nujno odlične. Čudne, nemogoče in nepraktične ideje pogosto vodijo k inovativnim rešitvam.

#### Koraki:

- A. Vsak študent uporabi A4 list papirja, ki ga prepogne na osem delov.
- B. Študenti imajo na voljo osem minut, da zapolnijo vse pravokotnike z idejnimi skicami. Po osmih minutah odložijo pisala.
- C. Študenti v skupini predstavijo svoje ideje in skupaj izberejo idejo, ki jo bodo razvijali dalje.



Za primer uporabe v praksi glej  
Konstrukcijska zaščita lesa.  
(str. 122)

### HITRO PROTOTIPIRANJE

Gre za hitro vajo izdelovanja fizičnih modelov, s katerimi študenti preverjajo ustreznost tehničnih rešitev.

- **Okviren čas priprave:** 1–2 uri
- **Okviren čas izvajanja:** 2–6 ur
- **Vloga pedagoga:** Izberete materiale in orišete izziv glede na obravnavano snov, podate navodila, evalvirate in podate teoretično razlago med testiranjem.
- **Pripomočki za izvajanje:** materiali in primerno orodje za obdelavo izbranega materiala
- **Stopnja kompleksnosti izvajanja:** 2/5

Pri tej nalogi je ključno, da študentom predhodno ne podate nikakršnega teoretičnega ali praktičnega znanja. Pred študente zgolj postavite izziv in določen tip ter količino materialov. Študenti morajo nato individualno ali v manjših skupinah izdelati prototip, ki bo po njihovo najbolje rešil dani izziv. Nalogo zaključite s testiranjem prototipov pred ostalimi študenti. Pri tem je pomembno, da med testiranjem uspešnost posameznih prototipov podprete s teorijo.

#### Koraki:

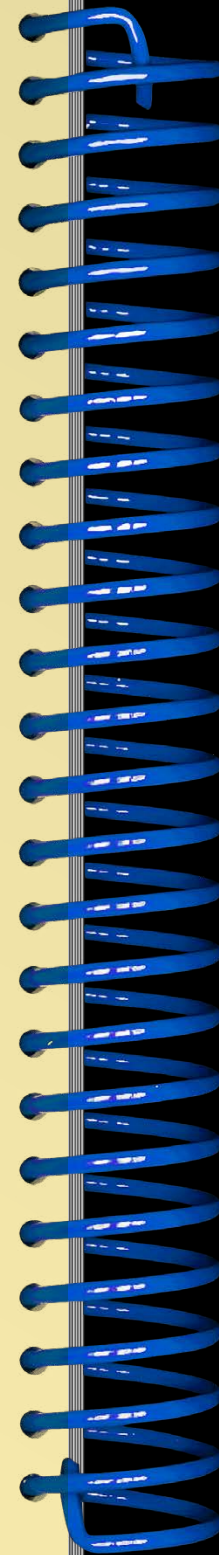
- A. Predstavite navodila izziva, v katerih so točno določene omejitve, npr. kakšen tip materiala in kakšno količino materiala lahko študenti uporabijo za izdelavo prototipa.
- B. Študenti v omejenem časovnem okviru individualno ali v manjših skupinah izdelajo prototipe.
- C. Študente vodite pri skupinskem preverjanju učinkovitost prototipov, pri čemer sproti evalvirate in teoretično razlagate uspešnost posameznih rešitev.

Primeri učnih ur

pri učenju

z oblikovalskim

pristopom



Oblikovalske metode smo izbrali za poučevanje študentov s Fakultete za strojništvo in Biotehniške fakultete, z Oddelka za lesarstvo. Strojništvo in lesarstvo sta področji, ki sta v nekaterih vidikih in pristopih precej sorodni industrijskemu oblikovanju, kljub temu pa poučevanje vsebin s teh dveh področij le redko temelji na kreativnih metodah. Integracija oblikovalskih pristopov v omenjene programe je zato po eni strani predstavljala odkrivanje neizkoriščenih potencialov, po drugi strani pa je bil prisoten dvom o tem, kako se bodo študenti, ki so vajeni zgolj konvencionalnih učnih pristopov, odzvali na kreativne metode.

V projektu sodelujoči pedagogi z UL FS in UL BF so iz svojih učnih programov izbrali dele učne snovi, ki se jim je zdela najprimernejša za poučevanje s kreativnimi metodami. Raziskovalci z UL ALUO smo izbrano snov preučili in izbrali posamezna oblikovalska orodja ter metode, ki so se nam zdeli najbolj združljivi z vsebino. V dogovoru s pedagogi z UL FS in UL BF smo nato oblikovalske metode in orodja nekoliko prilagodili snovi ter sestavili načrt za njihovo dodajanje v študijski proces. V nadaljevanju sledita podrobnejša opisa poteka izvajanja zastavljenih aktivnosti z oblikovalskimi metodami s kratkimi evalvacijami uspešnosti z vidika sodelujočih pedagogov z UL FS in UL BF ter odzivi študentov, ki so bili vključeni v učni proces.

---

118 Matrika konstrukcijske strukture

122 Konstrukcijska zaščita lesa

# Matrika konstrukcijske strukture

Tamara Lašič Jurković, Žan Kobal, Barbara Predan, Jure Miklavc,  
Jernej Klemenc, Branislav Panič

## IZVAJALCI

UL ALUO  
asist. Tamara Lašič Jurković,  
asist. Žan Kobal,  
izr. prof. dr. Barbara Predan,  
prof. Jure Miklavc  
UL FS  
prof. dr. Jernej Klemenc,  
asist. dr. Branislav Panič

## FAKULTETA/ODDELEK

Fakulteta za stojništvo  
Katedra za razvojno vrednotenje  
in strojne elemente

## PREDMET

Konstruiranje v industriji

## LETNIK/STOPNJA

2. letnik  
Dodiplomski študij

## TRAJANJE

Štirje termini po štiri šolske ure  
+ 20–24 ur samostojnega dela

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Razstavi, popiši, sestavi  
→ Oblikovalski sprint  
→ Kako bi lahko  
→ Norih 8

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

Pri predmetu Konstruiranje v industriji poskušamo študentom približati celoten razvojni proces izdelka, kar vključuje tudi izboljšavo obstoječih izdelkov v industrijskem okolju. V ta namen študente seznanimo z različnimi metodami vrednotenja razvoja izdelkov in konstrukcij, kot sta konstrukcijsko-razvojni proces ter RMS (zanesljivost, vzdrževalnost, logistična podpora in razpoložljivost) razvojne naloge.

### CILJI

Študenti na podlagi praktične izkušnje poglobijo teoretično razumevanje matrike DSM. Matrika konstrukcijske strukture (angl. Design Structure Matrix – DSM) je orodje za modeliranje omrežja povezav med elementi sistema in njihovih medsebojnih interakcij, s pomočjo katerega je mogoče kompleksne sisteme predstaviti na enostaven način, kar omogoča lažje razumevanje delovanja sistema ter njegovo optimizacijo. Hkrati študenti skozi aktivno sodelovanje osvojijo pomen upoštevanja uporabniške izkušnje pri konstruiranju naprav.

### PRIPOMOČKI

- Mali gospodinjski aparati in električno orodje
- Pametni telefoni za fotografiranje in snemanje
- Samolepilni listki, papir za skiciranje, pisala



Razstavljanje naprav, 2025



Razstavljanje naprav in popisovanje sestavnih delov, 2025

## Potek učne ure

### PRELIMINARNE DEJAVNOSTI

Študenti so med predavanji predelali matriko konstrukcijske strukture ter se pred izvajanjem vaj v okviru termina 1 razdelili v skupine po tri.

### TERMIN 1

Skupine študentov so si najprej izbrale napravo za izvajanje metode *Razstavi, popiši, sestavi*. Izbirali so lahko med malimi gospodinjskimi aparati in električnim orodjem za domačo uporabo. Ob razstavljanju naprav so študentje skrbno opazovali, kako se posamezni deli povezujejo, in izpolnili matriko DSM. Nato so napravo ponovno sestavili in preverili njeno delovanje. Med razstavljanjem in sestavljanjem so individualno izpisali stvari, za katere so menili, da niso najboljše rešene s strojniškega ali oblikovalskega vidika. Pri tem smo jih pedagogi usmerjali, naj ne razmišljajo zgolj o mehanskih pomanjkljivostih in videzu naprave, ampak premislijo tudi o uporabniškem in trajnostnem vidiku. Po zaključeni nalogi so skupine prejele natančna navodila za domačo nalogo 1.

### DOMAČA NALOGA 1

Za domačo nalogo so skupine izvedle opazovanje s potencialnimi uporabniki naprav. Pri rokovanju z napravami so morali opazovati tri osebe z različnimi stopnjami znanja:

- nekoga, ki napravo uporablja prvič;
- nekoga, ki napravo uporablja neredno;
- nekoga, ki jo uporablja redno.

Od teh je morala biti ena oseba z okrnjenimi gibalnimi sposobnostmi. Vse osebe so morale izvesti enako nalogo zato, da so študenti dobili primerljive rezultate. Med opazovanjem so študenti z opazovanci izvedli intervjuje za poglobljeno razumevanje prednosti in slabosti testiranih naprav. Vse aktivnosti opazovanih oseb so morali študenti natančno zabeležiti in pripraviti popis ugotovitev z opazovanja s fotografijami celotnega procesa (priprava naprave, uporaba, pospravljanje naprave itd.) in komentarji. Po opravljenih opazovanjih so morale skupine izluščiti vpoglede in zaznane izzive ter pripraviti predstavitev ugotovitev.



Razstavljanje naprav in izpolnjevanje matrike DSM, 2025



Izvajanje metode *Kako bi lahko*, 2025



Predstavitve končnih rešitev, 2025

## TERMIN 2

Prvi del termina je bil namenjen kratkim, petminutnim predstavitvam ugotovitev iz opravljenih domačih nalog. Za vsako predstavitev smo izvedli še kratko debato o ugotovitvah, kjer je vsaka skupina z usmeritvijo pedagogov opredelila najpomembnejši izziv.

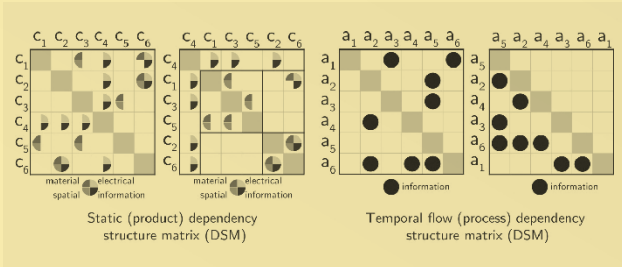
Po predstavitvah je sledila ideacijska faza *oblikovalskega sprinta*, ki je vključevala metodi *Kako bi lahko* in *Norih 8*. S pomočjo vaje *Kako bi lahko* so študenti izbran izziv preoblikovali v oblikovalske priložnosti, nato pa z metodo *Norih 8* ustvarili širok nabor potencialnih idej. Skupine so nato izglasovale idejo, za katero so menile, da ima največji potencial, za tem pa so pred naslednjim terminom samostojno pripravile prve mockup-e/prototipe. Pri tem so lahko uporabili tehnologije 3D-tiska, CNC-razreza, 3D-modeliranja in drugih tehnologij, dostopnih na UL FS in UL ALUO

## TERMIN 3

Vsaka skupina je predstavila svoje vprašanje *Kako bi lahko ...?*, izbrano idejo in prototip/mockup, nato pa testirala prototipe vseh drugih skupin in podala vsaj en konstruktiven komentar. Na podlagi pridobljenih komentarjev je vsaka skupina nadaljevala z nadgradnjo svoje rešitve in pripravila predstavitev svoje končne ideje s pomočjo predloge za prezentacijo.

## TERMIN 4

Zadnji termin je bil namenjen predstavitvam idej pred skupino študentov industrijskega oblikovanja na UL ALUO. Vsaka skupina je morala v desetih minutah čim bolj prepričljivo predstaviti svojo idejo za izboljšavo naprave in izdelan prototip. Nato so študenti industrijskega oblikovanja komentirali rešitve. Študenti strojništva so tako pridobili izkušnjo zagovarjanja idej pred neznanim občinstvom in koristne povratne informacije z oblikovalskega vidika.



Primeri DSM matrik.  
Povzeto iz [https://ratio-case.gitlab.io/docs/manuals/sma\\_manual/index.html](https://ratio-case.gitlab.io/docs/manuals/sma_manual/index.html)

Predmet je zelo zanimiv, še toliko bolj vaje proti koncu semestra, kjer smo imeli manjši projekt z gospodinjskimi aparati. Projekt se je odlično odrezal in res upam, da to dobijo študentje tudi drugo leto.

Vaje, ki so bile pri tem predmetu, so bile zelo zanimive, dobro bi bilo več takih predmetov.

Glede vaj pripomb nimam. Tudi projekt, ki smo ga delali, je bil zanimiv in bi se splačalo razširiti na druge predmete/področja.

### Evalvacija

Učno snov o matriki konstrukcijske strukture sta sodelujoča pedagoga s Fakultete za strojništvo izbrala, ker sta želela kreativne učne metode preizkusiti na primeru, ki se zdi težko združljiv s kreativnimi pristopi. S tem ko smo kreativne učne metode uspešno integrirali v poučevanje izpostavljenе snovi, smo po njunem mnenju dokazali, da imajo te metode široko uporabno vrednost v pedagoški praksi na področju strojništva. Kot največjo prednost poučevanja s kreativnimi metodami prepoznavata dejstvo, da le-te študente spodbudijo k razmišljanju izven okvirov, kar je za učinkovito delo v strojniški stroki izrednega pomena. Hkrati je pomembno poudariti, da so študenti sodelovali z veliko navdušenja; očitno je bilo, da jih praktične naloge veselijo. Zaradi pozitivne izkušnje uporabe kreativnih oblikovalskih metod pri izvajanju dela učnega programa je cilj po zaključenem projektu tovrstne pristope uvesti v učni načrt predmeta Konstruiranje v industriji in tovrstne praktične projekte izvajati z interdisciplinarno skupino študentov, v katero bi poleg študentov strojništva vključili še študente industrijskega oblikovanja z UL ALUO.



Video povezava  
učne ure v praksi

# Konstrukcijska zaščita lesa

Tamara Lašič Jurković, Žan Kobal, Barbara Predan, Jure Miklavc,  
Miha Humar, Boštjan Lesar, Eli Keržič

## IZVAJALCI

UL ALUO  
asist. Tamara Lašič Jurković,  
asist. Žan Kobal,  
izr. prof. dr. Barbara Predan,  
prof. Jure Miklavc  
UL BF  
prof. dr. Miha Humar,  
doc. dr. Boštjan Lesar,  
asist. Eli Keržič

## FAKULTETA/ODDELEK

Biotehniška fakulteta  
Oddelek za lesarstvo

## PREDMET

Razkroj in zaščita lesa

## LETNIK/STOPNJA

2. letnik  
Visokošolski strokovni študij

## TRAJANJE

Trije termini po dve šolski uri  
+ 8-10 ur samostojnega dela

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Primeri s terena  
→ Hitro prototipiranje

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

Les na prostem je izpostavljen raznolikim dejavnikom razkroja. V naravi so ti procesi zaželeni, kadar pa les uporabljamo v gospodarske namene, želimo te procese v čim večji meri upočasniti. Ker ima velika večina domačih lesnih vrst neodporen les, so v preteklosti razkroj preprečevali predvsem z uporabo biocidnih proizvodov ali uvozom tropskih lesnih vrst. Zaradi naraščajoče okoljske zavesti so te oblike zaščite vedno manj zaželenene, zato razvijamo nebiocidne oblike zaščite lesa, kamor sodi tudi konstrukcijska zaščita. Konstrukcijska zaščita temelji na pristopu, pri katerem les med padavinskimi dogodki ostane suh oziroma se čim hitreje posuši. Eden od klasičnih pristopov konstrukcijske zaščite je načrtovanje nadstreškov. Ustrezno izvedeni nadstreški ščitijo fasadne obloge in konstrukcijo pred padavinami ter zagotavljajo ustrezno dolgo življenjsko dobo lesu, s čimer poskrbijo za zadovoljstvo uporabnikov.

### CILJI

Študenti skozi raziskovanje primerov iz narave ter inovativnega reševanja problema aktivno razmišljajo in osvojijo razumevanje o konstrukcijski zaščiti lesa. Uspešnost izvedenih idej nato preverijo s spremljanjem prototipov, podvrženih vremenskim vplivom

### PRIPOMOČKI

- Pametni telefoni za fotografiranje
- Papir za skiciranje, pisala ali grafične tablice
- Masiven les za izdelavo prototipov
- Kovinska stojala za osnovno konstrukcijo

## OBLIKOVALSKI PRISTOP



Skiciranje idej, 2025



Delo v skupini, 2025



Predstavitve idejnih predlogov, 2025

## Potek učne ure

### TERMIN 1

Na začetku prvega termina je vsaka skupina na kratko, v petih minutah, predstavila svojo domačo nalogo. Nato so pedagogi podali podrobna navodila za projektno nalogo – vsaka skupina je morala pripraviti vsaj pet idejnih zasnov (v obliki skic) za lesen napušč z določenimi gabaritnimi merami globine nadstreška ter brez uporabe lepil, žeblicev ali vijakov. Medtem ko so skupine razvijale ideje, so jih pedagogi individualno usmerjali. Na koncu termina je morala vsaka skupina izbrati eno rešitev, ki so jo želeli razvijati dalje.

### DOMAČA NALOGA 1

Študenti so se razdelili v skupine po tri do štiri. Vsaka skupina je morala zbrati deset fotografij različnih naravnih »napuščev« in pet fotografij različnih lesnih konstrukcijskih spojev, pri katerih ni uporabljeno lepilo ali vijaki/žeblice.

### TERMIN 2

Na drugem terminu je vsaka skupina predstavila svoj predlog. Predstavljene ideje so mentorji pokomentirali. Nato je vsak študent glasoval za idejo, ki se mu je zdela najbolj inovativna in izvedljiva. Ideja z največ glasovi je bila izbrana za izdelavo.

### DOMAČA NALOGA 2

Za drugo domačo nalogo so morale skupine pripraviti predstavitev izbrane rešitve, ki je vključevala fotografije iz prve domače naloge, idejne skice, vizualizacijo končne ideje, tehnični načrt in po potrebi natančnejši prikaz detajlov.

### TERMIN 3

Na tretjem terminu so študenti v lesarski delavnici izdelali prototip napušča in ga montirali na dvorišču Oddelka za lesarstvo. Napušč so namestili na jeklena stojala z leseno steno, pobarvano z vodotopno barvo, kar je omogočalo opazovanje vplivov padavin v relativno kratkem testnem obdobju – prototip so namreč študenti opazovali v obdobju dveh mesecev in beležili učinkovitost konstrukcijske zaščite lesa.



Izdelovanje prototipa, 2025



Nameščanje prototipov, 2025



Beleženje učinkovitosti konstrukcijske  
zaščite, 2025

## Evalvacija

V okviru predmeta Razkroj in zaščita lesa se je snov konstrukcijske zaščite lesa izkazala za najprimernejšo za uporabo kreativnih metod poučevanja. Konstrukcijska zaščita lesa je široka in raznolika tema, ki omogoča uporabo različnih izdelkov in rešitev, ki jih lahko med leti izvajanja tudi spreminjamo in nadgrajujemo. Glavni izziv pri poučevanju te snovi s kreativnimi pristopi je bil motivirati študente za takšno nalogo, saj takšnega načina poučevanja v okviru študija lesarstva do sedaj niso bili vajeni. Največjo prednost kreativnih oblikovalskih metod vidimo v tem, da študenti te metode sploh spoznajo ter se seznaniijo z načinom razmišljanja in delom strokovnjakov iz drugih strok, kot so oblikovalci in arhitekti, s katerimi bodo v svoji poklicni karieri zelo verjetno pogosto sodelovali. Sočasno so se študenti učili dela v skupini in celostnega načrtovanja izdelkov. Zaradi dobrih rezultatov nameravajo sodelujoči pedagogi z UL BF preverjene kreativne učne pristope ohraniti v pedagoškem procesu v podobnem obsegu, kot smo jih izvajali v okviru tega projekta.



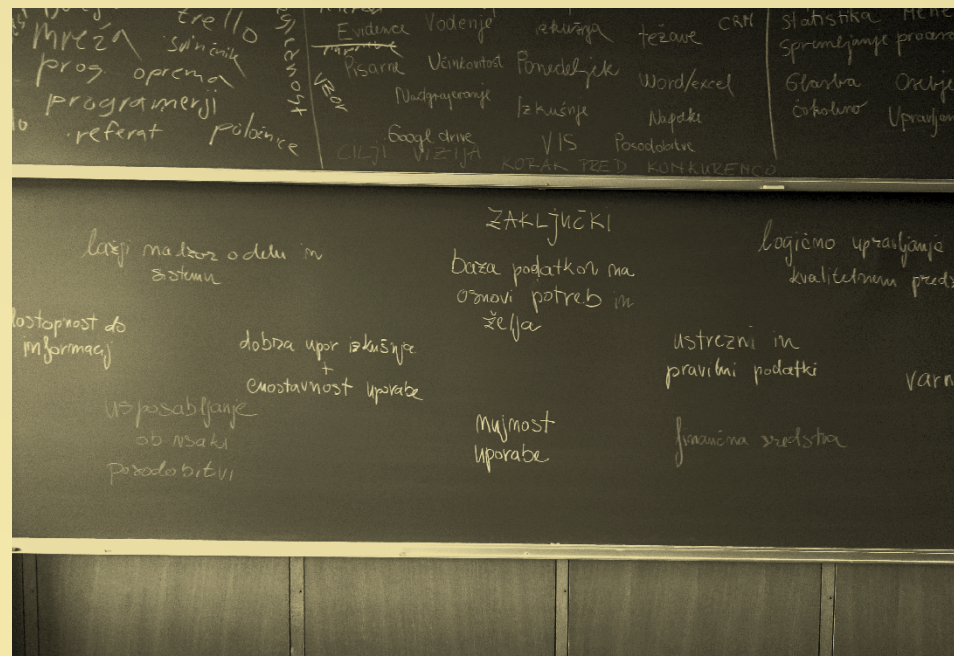
Video povezava  
učne ure v praksi

Primeri učnih ur

pri učenju

s soustvarjalnim

pristopom



V nadaljevanju so zbrane učne metode, ki izhajajo iz različnih pedagoških praks in se pogosto uporabljajo v izobraževanju na področju umetnosti in oblikovanja, zaradi svoje izrazite usmerjenosti v aktivno vključevanje študentov pa se dobro prenašajo tudi v kontekst poučevanja tehniških vsebin. Metode so razvrščene smiselno, glede na faze učnega procesa – od uvodnega odpiranja vprašanj in spoznavanja problemskih izhodišč do poglobljenega razumevanja in refleksije. Skupna značilnost vseh izbranih pristopov je, da študente spodbujajo k razmišljanju, iskanju povezav med teorijo in prakso ter samostojnemu oblikovanju znanja. Nekatere metode temeljijo na preverjenih didaktičnih virih (zlasti Marentič Požarnik), druge pa se opirajo na sodobne pristope inovativnega poučevanja. Vsaka metoda je predstavljena s kratkim opisom, ključnimi učnimi poudarki in praktičnimi napotki za izvedbo v okviru tehniških visokošolskih predmetov.

- 
- 128 Metoda akvarij
  - 130 Metoda samolepilni lističi
  - 132 Razumevanje informacijskih sistemov skozi analogijo filma

# Metoda akvarij

Raša Urbas

## IZVAJALCI

UL NTF  
prof. dr. Raša Urbas

## FAKULTETA/ODDELEK

Naravoslovnotehniška fakulteta  
Oddelek za tekstilstvo, grafiko  
in oblikovanje  
Katedra za informacijsko in  
grafično tehnologijo

## PREDMET

Poslovni informacijski sistemi

## LETNIK/STOPNJA

3. letnik  
Visokošolski strokovni študij

## TRAJANJE

2,5 šolske ure (115 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Metoda akvarij

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

V tej učni enoti so se študentje osredotočali na prepoznavanje kompleksnosti informacijskega sistema (IS) in vloge posameznih komponent v sistemski celoti. Vsebina se je navezovala na sistemsko mišljenje, soodvisnost med elementi, dinamiko prenosa podatkov in informacij ter vpliv posameznih delov na celoto. Namen učne ure je bil razvoj veščin analize in interpretacije znotraj strukturiranega skupinskega procesa, hkrati pa spodbujanje refleksije o vlogi posameznika v sistemu.

### PRIPOMOČKI

- Fizična ali digitalna razporeditev prostora (krožna postavitvev sedišč)
- Listi za opazovalne naloge (vloga, vsebinski fokus, komunikacijske strategije)
- Tabla ali orodje za beleženje ključnih ugotovitev po razpravi
- Pripravljen izhodiščni primer, vprašanje ali problem (lahko iz učnega gradiva)

### PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

- Skupino je smiselno razdeliti na notranji in zunanji krog. Notranji krog razpravlja o danem problemu, zunanji krog pa opazuje.
- Vloge naj bodo vnaprej dogovorjene – vsak udeleženec ve, kdaj bo razpravljaavec in kdaj opazovalec.
- Opazovalci naj prejmejo usmerjene naloge: spremljanje kakovosti argumentacije, komunikacijske dinamike ali uporabe strokovnih pojmov.
- Po koncu prvega kroga se vlogi zamenjata. Sledi skupinska refleksija, v kateri sodelujejo vsi študentje.

## OBLIKOVALSKI PRISTOP



Razporeditev študentov v »akvariju«  
(pogled na študente v akvariju), 2024

- E. Pomembno je, da učitelj po koncu razprave strukturira razmislek in izpostavi vsebinske povezave z obravnavano učno snovjo.

## Potek učne ure

### UVOD

Predstavitve metode in ciljev, določitev skupin (notranji/zunanji krog), razdelitev vlog. *Trajanje:* 20 minut

### 1. DEL

Prva skupina razpravlja, druga opazuje. *Trajanje:* 25 minut

### 2. DEL

Skupini zamenjata vlogi. *Trajanje:* 25 minut

### REFLEKSIJA

Vsaka skupina povzame glavne ugotovitve in dinamiko razprave. *Trajanje:* 25 minut

### ZAKLJUČEK

Učitelj poveže izpostavljene vsebine s sistemsko strukturo IS ter povzame ključne didaktične poudarke.  
*Trajanje:* 20 minut

# Metoda samolepilni lističi

Raša Urbas

## IZVAJALCI

UL NTF  
prof. dr. Raša Urbas

## FAKULTETA/ODDELEK

Naravoslovnotehniška fakulteta  
Oddelek za tekstilstvo, grafiko  
in oblikovanje  
Katedra za informacijsko in  
grafično tehnologijo

## PREDMET

Poslovni informacijski sistemi

## LETNIK/STOPNJA

3. letnik  
Visokošolski strokovni študij

## TRAJANJE

2 šolski uri (90 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

- Metoda brainstorminga –  
(slov. možganska nevihta)
- Metoda samolepilnih  
(angl. post-it) lističev

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

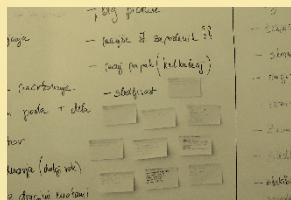
Učna enota je namenjena razumevanju osnovnih funkcij in značilnosti PIS. Snov zajema prepoznavanje njihovih ključnih komponent, razumevanje njihove vloge v poslovnem okolju ter kritično presojo prednosti in slabosti njihove uporabe. Aktivnost spodbuja študente k razmišljanju o sistemih kot večplastnih strukturah ter jih usmerja k tehtanju različnih vidikov delovanja IS v praksi.

### PRIPOMOČKI

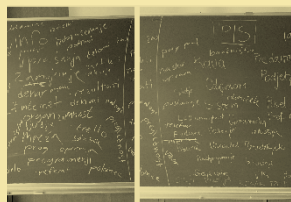
- Barvni »post-it« samolepilni lističi (različne barve za pozitivne in negativne vidike)
- Večja površina za lepljenje (npr. tabla, plakat, zid itd.)
- Pisala (flomastri ali kemični svinčniki)
- Izpis vprašanja ali trditve, ki služi kot izhodišče za delo (npr. »Uporaba PIS – da ali ne?«)

### PRIPOROČILA ZA IZVEDBO

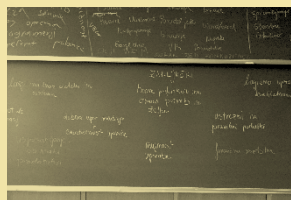
- Aktivnost poteka v manjših skupinah (tri do pet članov). Vsaka skupina dobi enako izhodiščno vprašanje ali trditev, povezano s funkcijo, učinkovitostjo ali izzivi pri uporabi PIS.
- V prvem koraku skupine s pomočjo brainstorminga zberejo vse ideje, ki jim pridejo na misel – tako prednosti kot slabosti IS. Vsaka ideja se zapiše na svoj samolepilni listič.
- V naslednji fazi sledi razvrščanje idej: ločevanje na argumente »za« in »proti«, morebitno združevanje po temah (tehnični, organizacijski, uporabniški vidiki ipd.).
- Učitelj spodbuja študente, da povežejo posamezne trditve s primeri iz prakse ali predavanj.



Metoda samolepilnih lističev, 2025



Metoda brainstorming PIS, 2025



Metoda brainstorming PIS – zaključki, 2025

- E. Na koncu skupine predstavijo svoje ugotovitve in se o njih skupaj pogovorijo – pomembno je, da pridejo do uravnoteženega razumevanja koristi in omejitev PIS.

## Potek učne ure

### UVOD

Predstavitve metode, ciljev in vsebinskega konteksta (kaj so PIS, zakaj jih uporabljamo, kje prihaja do težav).

*Trajanje:* 25 minut

### BRAINSTORMING

skupine zapišejo svoje misli na samolepilne lističe – čim več, brez ocenjevanja. *Trajanje:* 30 minut

### RAZVRŠČANJE IN ANALIZA

delitev lističev na prednosti in slabosti, razvrstitev po tematikah. *Trajanje:* 15 minut

### VIZUALIZACIJA IN PRIPRAVA PREDSTAVITVE

skupine ustvarijo shemo ali plakat, ki ponazarja njihovo razmišljanje. *Trajanje:* 10 minut

### SKUPNA RAZPRAVA IN REFLEKSIJA

predstavitve, primerjava pristopov, dopolnjevanje argumentov in umestitev ugotovitev v širši kontekst uporabe IS.

*Trajanje:* 15 minut

## Evalvacija

Vključevanje inovativnih in aktivnih učnih pristopov v poučevanje tehničnih predmetov ni zgolj dodatek, temveč nujen odziv na sodobne učne potrebe študentov. Z uporabo analogij, strukturiranih razprav in vizualno-analitičnih metod, kot so filmska interpretacija, metoda akvarij ali delo s samolepilnimi lističi, se poveča ne le razumevanje zahtevnih pojmov, temveč tudi študentova vključenost, motivacija in občutek smisla. Tak pristop omogoča razvoj sistemskega mišljenja in presojanja, ki sta temeljna za uporabo informacijskih sistemov v realnem okolju. Ključno pri tem je, da učitelji prepoznajo vrednost pedagoškega eksperimentiranja, si zanj vzamejo čas in ga umestijo v svojo lastno prakso – korak za korakom, z razmislekom in v dialogu s študenti.

# Razumevanje informacijskih sistemov skozi analogijo filma

Raša Urbas

## IZVAJALCI

UL NTF  
prof. dr. Raša Urbas

## FAKULTETA/ODDELEK

Naravoslovnotehniška fakulteta  
Oddelek za tekstilstvo, grafiko  
in oblikovanje  
Katedra za informacijsko in  
grafično tehnologijo

## PREDMET

Poslovni informacijski sistemi

## LETNIK/STOPNJA

3. letnik  
Visokošolski strokovni študij

## TRAJANJE

3 šolske ure (135 minut)

## INOVATIVNI PRISTOP

→ Animiran film

## Načrt učne ure

### RAZLAGA UČNE SNOVI

Uvodni sklop dveh predavanj je bil namenjen postavitvi osnov za razumevanje IS in njihovega pomena v poslovnem in širšem družbenem kontekstu. Študentje so se seznanili s temeljnimi pojmi s področja informatike, informacijskih tehnologij ter PIS. Poudarek je bil na razlikovanju med podatki in informacijami, značilnostih kakovostnih informacij ter vlogi informacij pri odločanju. Obravnavani so bili tudi osnovni gradniki IS – ljudje, tehnologija in procesi – ter njihova povezanost v delovanju sistema kot celote. Posebej je bilo izpostavljeno razumevanje sistema kot sestavljenega iz manjših, soodvisnih enot. Ta vsebina predstavlja temelj za nadaljnjo obravnavo poslovnih informacijskih aplikacij.

Za lažje razumevanje obravnavane snovi so študentje prejeli uvodno domačo nalogo z navodilom, naj si ogledajo enega ali pa celo več izbranih filmov, pri čemer so pri slednjem razdeljeni v manjše skupine. Namen naloge ni bil analiza filmske vsebine kot take, temveč ustvarjanje miselne distance in priprava na poznejšo analogno interpretacijo sistemskih konceptov. Na naslednjem predavanju so študentje najprej povzeli zgodbo posameznega filma, nato pa smo skupaj vzpostavili konceptualno povezavo med dogajanjem v filmu in delovanjem informacijskega sistema. Podoben pristop je mogoče uporabiti tudi pri več filmih hkrati: posamezne skupine analizirajo vsaka svoj film, vzpostavijo ustrezno analogijo z učno snovjo, nato pa med seboj primerjajo različne interpretacije. Tako se poleg razumevanja vsebine razvija tudi zmožnost primerjalnega mišljenja ter zaznavanja struktur in načel delovanja sistemov v različnih kontekstih.

Izbrana metoda je omogočila večjo vključenost študentov in jim pomagala vzpostaviti osebno vez s sicer abstraktnimi pojmi. Film je služil kot izhodišče za razmislek o sistemskem mišljenju, kar predstavlja pomembno podlago za nadaljnjo obravnavo konkretnih poslovnih informacijskih aplikacij. Pri tem je pomembno, da je izbira filma vsebinsko usklajena s tematiko posameznega predavanja.

#### **PRIPOMOČKI**

- Izbran film (ali več filmov)
- Projektor ali zaslon za morebiten skupen ogled odlomkov
- Tabla ali digitalno orodje za shematski prikaz sistema
- Papir in pisala za individualno risanje konceptualnih map
- Skripta ali izročki predavanj z osnovnimi opredelitvami

#### **PRIPOROČILA ZA IZVEDBO**

- A. Učno enoto je priporočljivo razdeliti na dva dela: prvi del samostojno delo doma (ogled filma), drugi del interpretacija in konceptualizacija v predavalnici.
- B. Pomembno je, da študentom ob nalogi vnaprej ne podamo nobenih konceptualnih usmeritev, saj s tem omogočimo naravno oblikovanje lastne interpretacije.
- C. Med diskusijo v razredu je koristno postopoma uvajati pojme iz predavanja in jih povezovati s primeri iz filma.
- D. Učitelj naj vodi pogovor v smeri sistemskega mišljenja, pri čemer naj spodbuja študente, da sami prepoznavajo odnose med elementi v filmu.
- E. Učitelj naj zastavlja vprašanja, ki lahko pomagajo pri usmerjanju miselnega procesa.

## **Potek učne ure**

---

### **UVOD**

Kratko ponovimo, kaj je IS, predstavimo namen ure in spodbudimo študente, da opišejo film (brez analize).

*Trajanje:* 25 minut

### **SKUPINSKA DISKUSIJA**

Študentje opišejo zgodbo, skupaj identificiramo glavne like in funkcije. *Trajanje:* 30 minut

### **ANALIZA**

Učitelj vodi prepoznavanje sistemskih vzporednic.

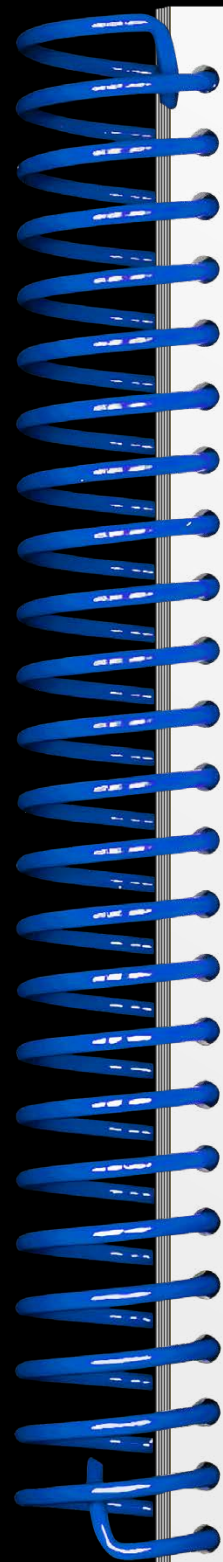
*Trajanje:* 45 minut

### **SINTEZA**

Skupinsko ali individualno študentje izdelajo shemo sistema, zapišejo ključne ugotovitve, povzamejo koncept podatka/informacije. *Trajanje:* 20 minut

### **ZAKLJUČEK**

Refleksija o tem, kako lahko film pomaga pri razumevanju tehničnih pojmov in kakšna je vrednost analogij pri učenju abstraktnih vsebin. *Trajanje:* 15 minut



# Fiziologija kot pripomoček pri merjenju počutja študentov in pedagogov med inovativnimi oblikami učenja

Gregor Geršak

V psihofiziologiji, znanosti, ki preučuje človekovo fiziologijo, medtem ko je oseba v določenem psihološkem stanju, z različnimi merilnimi napravami spremljamo različne fiziološke parametre opazovane osebe, medtem ko ta opravlja določene kognitivne in mentalne naloge. Merimo fiziološke parametre, kot so elektrodermalna aktivnost (EDA), krvni tlak, srčni utrip, variabilnost srčnega utripa, temperatura obraza, temperatura perifernih tkiv (npr. prsta ali ušesne mečice), širina zenice, frekvenca dihanja in aktivnost možganov (npr. EEG, fNIRS). Običajno se take fiziološke raziskave izvaja v povezavi s pedagoškimi in socialnimi metrikami, da se pojasnijo stanja, lastnosti in vedenje študentov ter njihovih učiteljev med učenjem in poučevanjem (Antle et al., 2009; Araya in Sossa-Rivera, 2021; Malmberg et al., 2019; Zhang et al., 2018). Na splošno študije kažejo, da fiziološki podatki, pridobljeni v ekološko veljavnih okoljih, kažejo korelacijo z učnimi izkušnjami študentov (Giannakos et al., 2020).

V projektu ULTRA 3.01 smo za sledenje, ugotavljanje in merjenje počutja študentov ter predavatelja poleg socioloških in psiholoških merilnih instrumentov uporabili tudi psihofiziološke merilne instrumente. Med predavanji smo

fiziološke odzive posameznih študentov merili s pomočjo nosljivih naprav v obliki prstanov, ki so beležile aktivnost študentovega avtonomnega živčnega sistema. Ta je namreč povezana s študentovim počutjem in splošnim psihološkim stanjem.

Uporabljeni so bili nosljivi prstani Biopac ResearchRings. Prstani imajo vgrajene suhe EDA-elektrode, hitri termistorski termometer in fotopletizmografsko napravo za merjenje srčnega utripa (HR). Z visoko frekvenco vzorčenja do 400 Hz lahko beležijo EDA, temperaturo prsta in HR. Oblikovani so ergonomsko, kar zmanjša njihovo intruzivnost – zmanjša psihološki učinek zavedanja merjenja (tj. zmanjša morebitno merilno anksioznost (Gržinič Frelih et al., 2017)). Med predavanjem so prstani brezžično pošiljali fiziološke podatke študentov v računalnik za nadaljnjo obdelavo in analizo. Poleg fiziologije so bili med predavanji beleženi tudi zaznamki, npr. časovni žigi za različne dogodke, kot so nenaden smeh, nepričakovan zvok s hodnika, težka miselna naloga, neželjeno premikanje telesa itd. Ti zaznamki so bili vključeni kot pomoč pri interpretaciji fiziologije. Neobdelane fiziološke podatke smo najprej očistili (odstranjeni osamelci, odstranjeni artefakti zaradi premikanja, ugotovljeni manjkajoči podatki, napake pri zajemanju podatkov itd.), nato pa obdelali v obširnejši analizi.

Ena od analiz podatkov je bil tudi izračun fiziološkega sinhronizma vključenih študentov in pedagogov. Fiziološki sinhronizem bi lahko omogočil vpogled v intrapersonalno in medosebno povezanost študentov na istem predavanju (Geršak et al., 2022). V pričajučem učbeniku rezultati raziskave ne bodo predstavljeni, saj bodo objavljeni v obliki znanstvenih prispevkov, je pa študija v okviru projekta pokazala, da je lahko psihofiziologija koristno orodje pri ocenjevanju in razlagi učinkov različnih pristopov k poučevanju.

Nosljiva psihofiziološka večparameterska naprava Biopac ResearchRing.



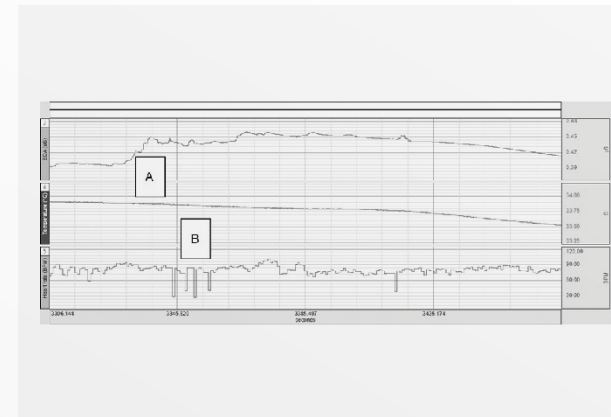
Predhodna predstavitev merilnikov in postopka merjenja fizioloških parametrov študentom, ki so sodelovali v projektu.



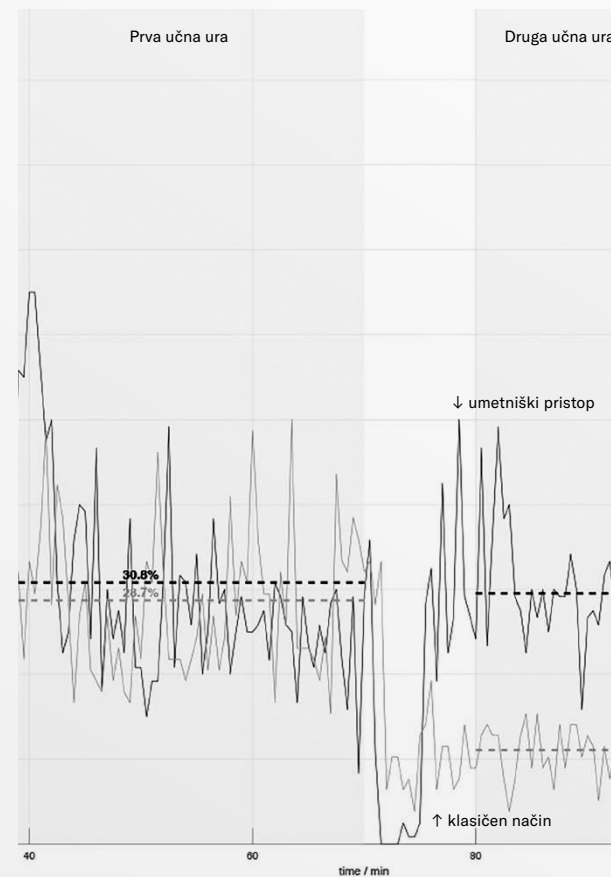
Študenti s prstani med debatiranjem o merilni napaki izmerjene temperature površine zaradi neznane emisivnosti površine.



Surovi psihofiziološki podatki študenta med predavanjem. Od zgoraj: EDA prsta, temperatura prsta in frekvenca srčnega utripa. A – označuje začetek kognitivne naloge med predavanjem, B – označuje motnje v signalu frekvenca srčnega utripa zaradi neželenih premikov prsta.

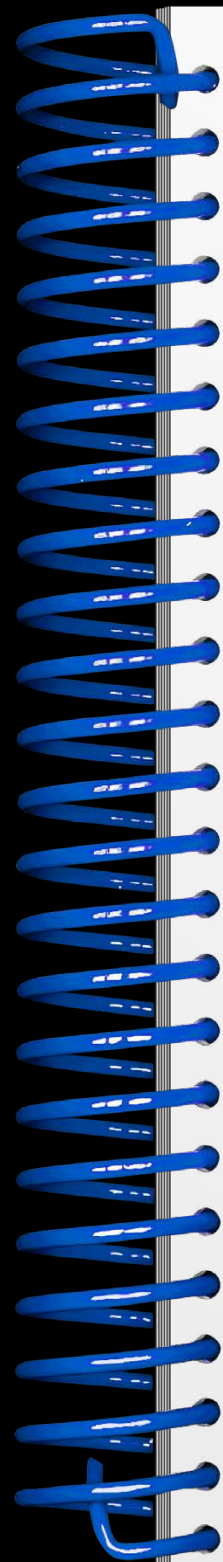


Prikaz stopnje fiziološkega sinhronizma v dveh skupinah študentov med dvema učnima urama. Pri prvi uri ni opaznih razlik med skupinama, v drugi učni uri pa je bila skupina študentov, ki je bila poučevana z vključevanjem umetniškega pristopa medsebojno bolj povezana kot druga skupina, ki je bila poučevana na klasičen način.



#### Viri in literatura

- Antle, A. N., Corness, G., & Droumeva, M. (2009). What the body knows: Exploring the benefits of embodied metaphors in hybrid physical digital environments. *Interacting with Computers*, 21(1-2), 66-75. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2008.10.005>
- Araya, R., & Sossa-Rivera, J. (2021). Automatic Detection of Gaze and Body Orientation in Elementary School Classrooms. *Frontiers in Robotics and AI*, 8(September), 1-11. <https://doi.org/10.3389/frobt.2021.729832>
- Geršak, V., Giber, T., Geršak, G., & Pavlin, J. (2022). Are Psychophysiological Wearables Suitable for Comparing Pedagogical Teaching Approaches? *Sensors*, 22(15). <https://doi.org/10.3390/s22155704>
- Giannakos, M. N., Sharma, K., Papavasopoulou, S., Pappas, I. O., & Kostakos, V. (2020). Fitbit for learning: Towards capturing the learning experience using wearable sensing. *International Journal of Human Computer Studies*, 136(November 2018). <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.102384>
- Gržinič Frelih, N., Podlesek, A., Babič, J., & Geršak, G. (2017). Evaluation of psychological effects on human postural stability. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 98. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.11.039>
- Malmberg, J., Haataja, E., Seppänen, T., & Järvelä, S. (2019). Are we together or not? The temporal interplay of monitoring, physiological arousal and physiological synchrony during a collaborative exam. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 14(4), 467-490. <https://doi.org/10.1007/s11412-019-09311-4>
- Zhang, Y., Qin, F., Liu, B., Qi, X., Zhao, Y., & Zhang, D. (2018). Wearable neurophysiological recordings in middle-school classroom correlate with students' academic performance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12(October). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00457>



## Biografije sodelujočih

**Doc. dr. Franc Dimc**, doktor elektrotehnike od leta 2010, je na Fakulteti za pomorstvo in promet Univerze v Ljubljani nosilec predmetov s področja elektrotehnike. Med letoma 2019 in 2023 je bil prodekan za študijske zadeve. Zanimajo ga metode iskanja anomalij v radijskih spektrih, ima pa izkušnje z določanjem natančnega položaja z združenimi inercialnimi ter satelitsko podprtimi navigacijskimi sistemi in z določanjem magnetnih lastnosti različnih snovi. Kot mladi raziskovalec na Institutu Jožef Stefan je gostoval na Univerzi v Birminghamu. Kot napoteni raziskovalec je na področju varnosti v pomorskem prometu gostoval na Joint Research Centre v Ispri. Trenutno sodeluje pri domačih projektih Ocena tveganja motenj signalov GNSS v slovenskem državnem omrežju stalnih postaj SIGNAL ter Trajnostni in digitalni okvir za varnost in zaščito v pristaniščih, v programski skupini Modeliranje in simulacije v prometu in pomorstvu in pri štirih projektih NOO. Je član organizacijskega odbora konference GNSS Baška, leta 2024 je organiziral IEEE Workshop Metrology for the Sea v Portorožu. Veselijo ga študentska zaključna dela, ki nastajajo v Laboratoriju za elektrotehniko in avtomatiko, ki ga vodi 15 let.

**Doc. Ana Duša** poučuje na Oddelku za gledališče in radio UL AGRFT, pred tem je bila asistentka na Oddelku za predšolsko vzgojo UL PEF. Kot (so)avtorica in mentorica je sodelovala pri razvoju programov aplikativnega pripovedovanja v Zavodu za prestajanje kazni zapora Ig, CIRIUS Kamnik, romskih skupnostih Kerinov grm in Drnovo, pro-

gramih PUM Radovljica in Novo mesto ter v različnih programih razvoja novih učnih metod v osnovnem, srednjem in visokem šolstvu. Kot avtorica, režiserka, dramaturginja in mentorica je sodelovala v programih kulturno-umetnostne vzgoje Gledališki laboratorij Lutkovnega gledališča Ljubljana ter Mlado Mladinsko v Slovenskem mladinskem gledališču. Predstave, ustvarjene v okviru omenjenih programov, so bile uvrščene v mladinske sekcije Borštnikovega srečanja in Tedna slovenske drame. Njena slikanica *Kot hiša velika žaba* je bila uvrščena na svetovni seznam priporočene literature za otroke in mlade *The White Ravens*.

**Prof. dr. Gregor Geršak** je redni profesor na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, kjer je tudi doktoriral leta 2003. Svoje interdisciplinarno delovanje na področju merilne tehnike je izpopolnjeval na Inštitutu za mikrobiologijo in imunologijo UL MF, v nemškem Physikalisch-Technische Bundesanstaltu, na Institutu Jožef Stefan, kot član ekspertnih skupin standardizacijske organizacije ISO in na Kalifornijski univerzi v Berkeleyju. Raziskovalno se ukvarja z metrologijo magnetnih merenj, metrologijo biomedicinske instrumentacije ter aplikativno fiziologijo na področju psihofiziologije, temperaturnih in kardiovaskularnih merenj v edukacijskih vedah in navidezni resničnosti. Bil je vodja in sodelavec v domačih ARIS- in EU-raziskovalnih projektih (FP 5, FP 6, EMRP, EMPIR), Fulbrightov štipendist in dobitnik Vidmarjeve nagrade za celovito pedagoško delo na fakulteti. Aktiven je kot mentor študentskih zaključnih del, doktoratov in študentskih raziskovalnih projektov ter dejaven v promociji elektrotehnike in znanosti v družbi.

**Doc. dr. Vesna Geršak** je zaposlena na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer poučuje plesno pedagogiko in ustvarjalni gib kot učni pristop na oddelkih za predšolsko vzgojo, razredni pouk ter specialno in rehabilitacijsko pedagogiko. V središču njenega pedagoškega in raziskovalnega dela so utelešeni pristopi k učenju in poučevanju, plesna pedagogika ter vzgoja z umetniško izkušnjo. Je nosilka več predmetov s teh področij ter avtorica številnih strokovnih in znanstvenih prispevkov. Razvija model učenja in poučevanja z umetniško izkušnjo, sodeluje z vrtci in šolami ter kulturnimi ustanovami, vodi različne kulturno-izobraževalne projekte, ki povezujejo umetnost z vzgojo in izobraževanjem. Leta 2019 je kot gostujoča predavateljica

ca delovala na University of Delaware v Združenih državah Amerike. Je predsednica mednarodne organizacije *Dance and the Child International (daCi)*, ki si prizadeva za razvoj plesa v življenju otrok in mladih po vsem svetu. Leta 2024 je v sodelovanju z JSKD na UL PEF organizirala svetovno konferenco daCi. Za prizadevno delo z otroki in mladimi je prejela priznanje Zveze prijateljev mladine Idrija.

**Prof. dr. Miha Humar** se je po končanem študiju lesarstva zaposlil na Biotehniški fakulteti UL, kjer je zaključil doktorat in prejel Jesenkovo nagrado za najboljšo doktorsko delo. Od leta 2015 je redni profesor za patologijo in zaščito lesa, bil je tudi dekan (2016) in prodekan (2018) fakultete. Koordiniral je številne ARIS-projekte in raziskovalne programe, objavil več znanstvenih člankov ter je soavtor dveh mednarodnih patentov. Na osnovi enega izmed njiju je bil razvit in komercializiran biocid Silvanolin. Njegovo delo se osredotoča na trajnost lesa, razvoj biocidnih in nebiocidnih zaščit ter ohranjanje dediščine. Sodeloval je pri oceni lesenih delov na številnih kulturnih spomenikih. Leta 2022 je na Bledu organiziral 53. konferenco IRG/WP in prejel naziv Kongresni ambasador. Je aktiven član več znanstvenih odborov in sourednik mednarodnih revij. Leta 2023 je bil izvoljen za izrednega člana SAZU.

**Asist. Nuša Jurjevič** je raziskovalka, ilustratorka/avtorica in asistentka za področje vzgoje z umetnostjo na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Za izjemne dosežke v času študija je prejela Prešernovo nagrado Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani in nagrado ALUO (na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje), leta 2022 pa je bila dobitnica delovne štipendije Ministrstva za kulturo Republike Slovenije za perspektivno ustvarjalko. Kot asistentka in raziskovalka deluje na stičišču znanosti in umetnosti, pri avtorskem ustvarjanju pa najraje prepleta elemente stvarnosti in domišljije. Obenem aktivno sodeluje v najrazličnejših povezovalnih projektih, s strokovnimi in znanstvenimi prispevki aktivno deluje v akademskem okolju ter pripravlja doktorsko disertacijo na temo vključevanja umetniške izkušnje v učni proces.

**Prof. dr. Jernej Klemenc** je univerzitetni učitelj na področju konstruiranja strojev in naprav na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. Predava več predmetov na vseh ravneh univerzitetnega študija. Trenutno je dekan Fakul-



tete za strojništvo Univerze v Ljubljani. Njegove temeljne znanstvene raziskave so povezane z eksperimentalno in numerično karakterizacijo materialov in konstrukcij, konstruiranjem glede na merila utrujanja materialov ali zanesljivosti, rešitvami lahke gradnje in uporabo umetne inteligence za reševanje izzivov pri projektiranju strojev. Sodeluje v številnih industrijskih projektih za domače in tuje partnerje ter ima tri ameriške patente in enega slovenskega. Osredotoča se na razvoj novih postopkov testiranja za pospešeno testiranje izdelkov in komponent ter novih eksperimentalnih in numeričnih metod za napovedovanje življenjske dobe konstrukcij, ki so izdelane s konvencionalnimi ali aditivnimi proizvodnimi tehnologijami.

**Asist. Žan Kobal** je doktorski študent in asistent raziskovalec na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje Univerze v Ljubljani. V svojem raziskovalnem delu raziskuje, kako oblikovanje, material, obrt in diskurz soustvarjajo realnost skozi lečo postkolonialne teorije. Deluje tudi na področju trajnostne kulturne produkcije, v razvoju operativnih in oblikovalskih smernic za kulturne institucije.

**Doc. dr. Helena Korošec** je docentka na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer poučuje gledališko in lutkovno pedagogiko na oddelku za predšolsko vzgojo, razredni pouk in specialno in rehabilitacijsko pedagogiko. Ukvarja se z raziskovanjem vloge ustvarjalne drame in lutk pri učenju in poučevanju ter razvoju otrok in mladostnikov. Vodi delavnice ustvarjalne drame in lutkarstva za pedagoške različnih strok v Sloveniji in tujini. Objavlja znanstvene, strokovne in konferenčne prispevke o uporabi lutke in drame v vzgoji in izobraževanju. Kot raziskovalka sodeluje v različnih projektih, kjer s sodelavci interdisciplinarno proučujejo vlogo umetnosti v izobraževanju in družbi. Z mednarodno priznanim certifikatom za individualno zvočno terapijo in skupinsko umetnostno zvočno terapijo raziskuje vlogo zvoka v celostnem razvoju in počutju posameznika in kot novost te metode uvaja tudi v študijske programe. Je članica komisije za lutko v vzgoji in terapiji UNIMA ter mednarodnega združenja IDEA – International Drama Education Association.

**Doc. dr. Davor Kržišnik** je docent na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer deluje na Oddelku za lesarstvo. Pedagoško je dejaven na vseh stopnjah študija lesarstva

(VSŠ, UNI, MSc), sodeluje pa tudi pri študiju Biotehnologije in magistrskem programu Konserviranje in restavriranje likovnih del na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje. Raziskovalno se posveča biotehnologiji gliv, trajnostni predelavi lesa ter vključevanju mikroskopskih, analitskih in eksperimentalnih pristopov v študij naravnih materialov. Je mentor in sooblikovalec študentskega projekta Biotehnične inovacije, ki povezuje študente različnih smeri Biotehniške fakultete in Fakultete za družbene vede, smer Politologija – Politična teorija, globalizacijske in strateške študije. Je tudi mentor zaključne naloge, katere rezultat je bil prepoznan na festivalu UNI.MINDS 2024, kjer je Univerza v Ljubljani podelila Rektorjeve nagrade za najboljše inovacije. V kategoriji študenti in alumni je bil nagrajen projekt Mycosurf, ki je nastal pod mentorstvom dr. Kržišnika s soustvarjalcem Nejem Bizjakom. Svoje delo gradi na povezovanju naravoslovja, umetnosti in družboslovja, pri čemer ga vodita interdisciplinarnost in sodelovanje s študenti kot ključna dejavnika prihodnosti znanosti, izobraževanja in trajnostnega razvoja.

**Asist. Tamara Lašič Jurković** je interdisciplinarna oblikovalka, raziskovalka in doktorska študentka na interdisciplinarnem študiju Humanistika in družboslovje. Pri svojem delu se osredotoča na regenerativno oblikovanje, posthumanistični vidik v oblikovanju, trajnostno kulturno produkcijo ter kuriranje in oblikovanje razstav. Kot soukuratorica je sodelovala pri zasnovi razstave *Thinking the Conditions of Our Time*, ki je bila leta 2019 predstavljena na 22. milanskem trienalu. Leta 2022 je kot del ekipe Futuring sodelovala na BIO27 s projektom *Trajnostna kulturna produkcija: muzej*. Med letoma 2020 in 2024 je delovala v oblikovalskem studiu Ljudje kot vodja projektov, grafična oblikovalka, ilustratorica in razvijalka izobraževalnih delavnic. Od leta 2022 opravlja raziskovalno in pedagoško delo kot asistentka na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje Univerze v Ljubljani.

**Prof. Jure Miklavc** je diplomiral iz industrijskega oblikovanja na ALUO UL; z Akademijo sodeluje od leta 1998, od leta 2013 je tam tudi zaposlen. Vodil je katedro za industrijsko oblikovanje (2012–2015, od leta 2019 dalje) ter bil predstojnik Oddelka za industrijsko in unikatno oblikovanje (2015–2019). Je vodja Studia Miklavc ter redni

predavatelj na Univerzi Hongik (IDAS) v Seulu in na Mednarodni univerzi uporabnih znanosti v Berlinu. Sodeluje v žirijah za Red Dot Design Award (Essen, Singapur) in Contemporary Good Design (Šiamen). Je vodja več projektov RSF in priprave Pravilnika ALUO UL o avtorskih pravicah. Sokuriral je postavitvi za XXII. milanski triennale 2019 (Misli ti pogoje našega časa) in milanski teden oblikovanja 2024 (Odmevi jutrišnjega dne, BASE Milano). Je član programskega sveta za mikrodokazila UL, vodi projekt Ultra 8.14 – Zeleni dregljaj in sodeluje pri istoimenski poletni šoli. Je tudi član prvega raziskovalnega programa ALUO UL Vizualna pismenost.

**Izr. prof. dr. Barbara Predan** od leta 2009 predava na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje Univerze v Ljubljani. Redno objavlja znanstvena in strokovna besedila, je avtorica in soavtorica sedmih knjig, urednica dvanajstih knjig in kuratorka enaindvajsetih razstav. Njeno raziskovalno delo se osredotoča na zgodovino slovenskega industrijskega oblikovanja in teorijo oblikovanja v srednji Evropi v dvajsetem stoletju. Piše tudi o temah, kot je storitveno in spekulativno oblikovanje, o soustvarjalnih razvojnih metodah in orodjih na področju oblikovanja ter se v povezavi z naštetim ukvarja s postkolonialnimi teorijami na področju oblikovanja. Za svoje raziskovalno delo je skupaj s Špelo Šubic leta 2023 prejela mednarodno nagrado AWDA: AIAP WOMEN in DESIGN AWARD. Od leta 2024 je vodja raziskovalnega programa Vizualna pismenost. Vodi tudi Raziskovalni inštitut ALUO in je prodekanja za razvojno in raziskovalno področje.

**Asist. Urša Rupnik** je samozaposlena v kulturi kot plesalka, koreografinja in plesna pedagoginja ter zaposlena na Pedagoški fakulteti UL kot asistentka za plesno in gibno izraznost. Njeno delo obsega umetniško ustvarjanje, uprizarjanje, raziskovanje, poučevanje in mentoriranje na področju sodobne plesne umetnosti in ustvarjalnega giba, pri čemer se osredotoča na participativno plesno pedagogiko. Je predsednica društva Studio za svobodni ples in umetniška vodja kolektiva Ursus Dancers, predavateljica na Akademiji za ples AMEU, Višji baletni šoli KGBL in Beograjskem inštitutu za umetniški ples. Za svoje delo na področju plesne umetnosti je prejela več nagrad (Listina Mete Vidmar JSKD, Srebrno priznanje ZKDL, nagrada Lok DSI idr.). V zadnjih letih se kot doktorska

kandidatka na Pedagoški fakulteti UL posveča raziskovanju vključevanja sodobnega plesa kot utelešenega pristopa ustvarjanja in učenja v visokošolsko izobraževanje ter pomenu umetniške izkušnje v akademskem okolju.

**Prof. dr. Raša Urbas** je redna profesorica na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer vodi Katedro za informacijsko in grafično tehnologijo. Raziskovalno in pedagoško deluje na področjih grafične priprave, tiska, poslovnih informacijskih sistemov ter mikroskopskih in spektroskopskih analiz. Svojo pot je začela na področju tekstilne tehnologije, pozneje pa strokovno znanje uspešno povezala z grafično tehnologijo. Posebno pozornost namenja raziskovanju multisenzoričnega tiska, dostopnosti za slepe in slabovidne ter uporabi učinkovitih pigmentov in mikrokapsul. Je avtorica več projektov, publikacij in inovativnih rešitev, za katere je prejela Valvasorjevo nagrado in FESPA Distinction Award. Kot članica skupine Ghent Workgroup vodi podskupino za ustvarjalno komuniciranje, dejavna pa je tudi kot urednica, recenzentka, gostujoča predavateljica in organizatorica mednarodnih dogodkov. Svoje delo gradi na povezovanju tehnologije, oblikovanja in dostopnosti, pri čemer sta ji posebej dragocena mentorstvo in sodelovanje s študenti.

**Doc. dr. Tina Skalar** je leta 2014 doktorirala na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani, kjer je trenutno zaposlena kot docentka. Njeno raziskovalno delo je usmerjeno na področje naprednih materialov s posebnim poudarkom na materialih z visoko entropijo, titanovem dioksidu, mikroplastiki ter materialih za gorivne celice. Med letoma 2025 in 2026 vodi bilateralni projekt z Republiko Hrvaško na področju razvoja materialov z visoko entropijo. Od leta 2022 aktivno sodeluje pri treh projektih NOO: Trajnostni pristopi v kemijski tehnologiji, Program usposabljanja za zeleni in digitalni prehod v trajnostno družbo – nabor interdisciplinarnih modulov z mikrodokazili in Spodbujanje inovativnih učnih okolij pri učenju in poučevanju študentov tehnike o tematikah zelenega prehoda. Na pedagoškem področju je bila leta 2018 nagrajena s priznanjem za najpedagoga na smeri Kemijsko inženirstvo, na 51. srečanju mladih raziskovalcev Slovenije pa s srebrnim priznanjem za mentorstvo pri raziskovalni nalogi.



Dr. Dejan Žagar je leta 2024 doktoriral na Fakulteti za pomorstvo in promet Univerze v Ljubljani. Trenutno je habilitiran kot asistent na področju pomorstva in deluje v okviru Laboratorija za elektrotehniko in avtomatiko. Ima več kot deset let izkušenj na velikih čezoceanskih ladjah, njegovo raziskovalno delo pa je usmerjeno v preučevanje vpliva človeškega faktorja na kritične odločitve. Na področju znanosti je avtor ali soavtor več znanstvenih člankov. Trenutno sodeluje v več raziskovalnih projektih s področja zelenih in modrih tehnologij ter iskanja naprednih pomorskih rešitev.

# Iz recenzije

Izr. prof. dr. Gaber Begeš, UL FE

Učbenikova največja prednost je njegova uporabna vrednost. Primeri učnih ur so jasno strukturirani, vezani na konkretne tehnične vsebine (npr.: gorivne celice, emisivnost pri merjenju temperature s termovizijskimi kamerami, upornost vezja in električni tokokrog), hkrati pa vključujejo elemente gibanja, gledališča, likovne simbole ali oblikovalskih metod.

Kot visokošolski učitelj s tehničnega področja prepoznavam veliko dodano vrednost teh primerov, saj omogočajo hitro in učinkovito integracijo v obstoječe kurikulare, hkrati pa ponujajo možnost didaktičnega eksperimentiranja in prilagajanja. Posebej dragoceni so predlogi za aktivno vključevanje študentov – od ustvarjanja modelov do igranja vlog – ki razvijajo tako tehnično kot mehko znanje, hkrati pa omogočajo aktivnejše motiviranje študentov, izboljšujejo njihovo počutje in njihovo povezovanje s sošolci.

Poudariti velja tudi dejstvo, da je učbenik rezultat triletnega sodelovanja kar osmih fakultet Univerze v Ljubljani, kar mu daje dodatno težo z vidika interdisciplinarnosti in notranje raznolikosti pristopov.

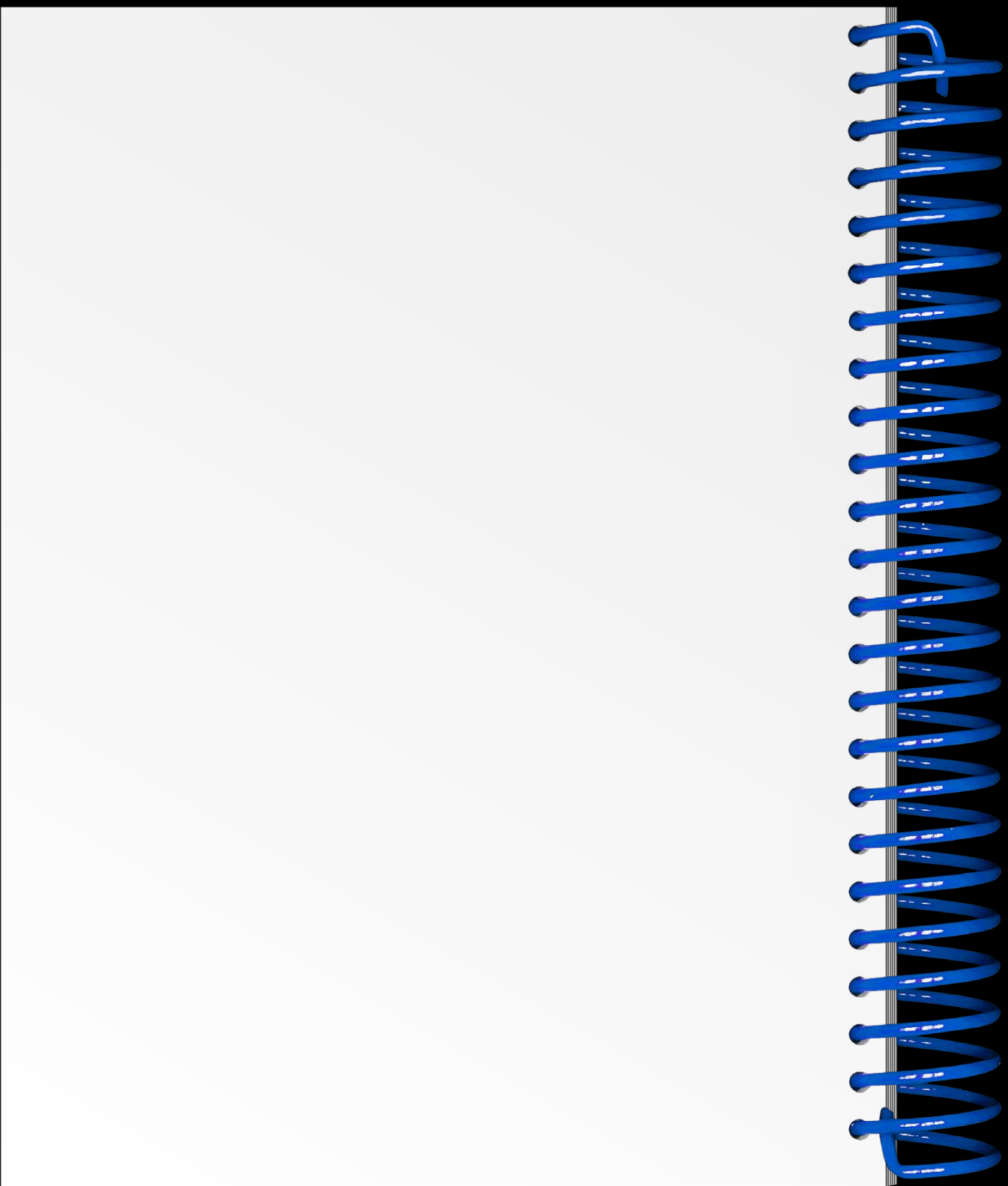
Učbenik je izjemno aktualna in inovativna publikacija, ki prepričljivo odgovarja na izzive sodobnega izobraževanja v času digitalnega in zelenega prehoda. Predstavlja zgled integracije tehniških vsebin z umetniškimi pristopi, pri čemer ohranja visoko raven strokovnosti in uporabnosti.

# Iz recenzije

Izr. prof. dr. Jurij Selan, UL PEF

Učbenik je razdeljen na več delov. Prvo poglavje kot osnovo za vse aktivne učne pristope predstavi izkustveno učenje, ki ga nato poveže z umetniško izkušnjo in oblikovalskim pristopom. V naslednjih treh poglavjih sledi predstavitev primerov poučevanja. Vsak izmed delov najprej uvodoma argumentira teoretično ozadje, v drugem delu pa nato predstavi primere dobrih praks. Četrto poglavje za zaključek predstavi še fiziološke vidike in možnosti merjenja počutja med inovativnimi oblikami učenja.

Glavni namen učbenika je visokošolskim učiteljem s področja tehničnega poučevanja ponuditi primere novih interdisciplinarnih metod poučevanja, s katerimi lahko s pomočjo umetnosti nadgradijo in prilagodijo svojo učno prakso na področju tehničnega poučevanja. Učbenik pokaže in ponudi primere za to, kako lahko umetnost pomaga in krepi tehniško poučevanje. S tem pa predstavlja učbenik dragocen doprinos na področju inovativnega interdisciplinarnega poučevanja, saj pokaže, kako se dve na videz zelo različni področju, kot sta umetnost in tehnika, medsebojno okrepita in povežeta v kakovostnem izobraževanju.



Spodbujanje inovativnih učnih okolij pri učenju  
in poučevanju študentov tehniških fakultet  
Visokošolski učbenik s primeri dobre prakse  
ULTRA 3.01

#### UREDILI

prof. dr. Gregor Geršak,  
doc. dr. Vesna Geršak,  
izr. prof. Barbara Predan

#### RECENZENTA

izr. prof. dr. Gaber Begeš, UL FE,  
izr. prof. dr. Jurij Selan, UL PEF

#### LEKTORIRANJE

Jezikovna zadruga Soglasnik,  
in izr. prof. dr. Darija Skubic

#### ZALOŽILA

Založba Univerze v Ljubljani,  
zanjo prof. dr. Gregor Majdič,  
rektor Univerze v Ljubljani

#### IZDALE

Fakulteta za elektrotehniko,  
Univerza v Ljubljani,  
zanjo prof. dr. Marko Topič,  
dekan Fakultete za elektrotehniko,  
Univerze v Ljubljani

Akademija za likovno umetnost in oblikovanje,  
Univerza v Ljubljani,  
zanjo prof. Alen Ožbolt,  
dekan Akademije za likovno umetnost in  
oblikovanje, Univerze v Ljubljani

Pedagoška fakulteta,  
Univerza v Ljubljani,  
zanjo prof. dr. Karmen Pižorn,  
dekanja Pedagoške fakultete, Univerze v Ljubljani

#### FOTOGRAFIJE

Vesna Geršak, Mojca Janželj Tomažič, Julij Julijan  
Grajfoner, Ema Lamovšek, Domen Martinčič,  
Neža Oblak, Lana Požlep, Luka Žager Đurić

#### OBLIKOVANJE

Studio Kruh+AA

Ljubljana, 2025

Učbenik je nastal v okviru projekta Ultra 3.01, ki ga sofinancirata Republika Slovenija, Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in inovacije ter Evropska unija – NextGenerationEU.

To delo je dostopno pod licenco Creative Commons.

Priznanje avtorstva. Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna licenca (izjema so fotografije).

Prva e-izdaja. Publikacija je brezplačna. Publikacija je v digitalni obliki prosto dostopna.

DOI: 10.51935/9789612976354



E-BOOKS UL



ALUO



PEF

---

## PROJEKT SOFINANCIRA



---

## PARTNERJI PROJEKTA

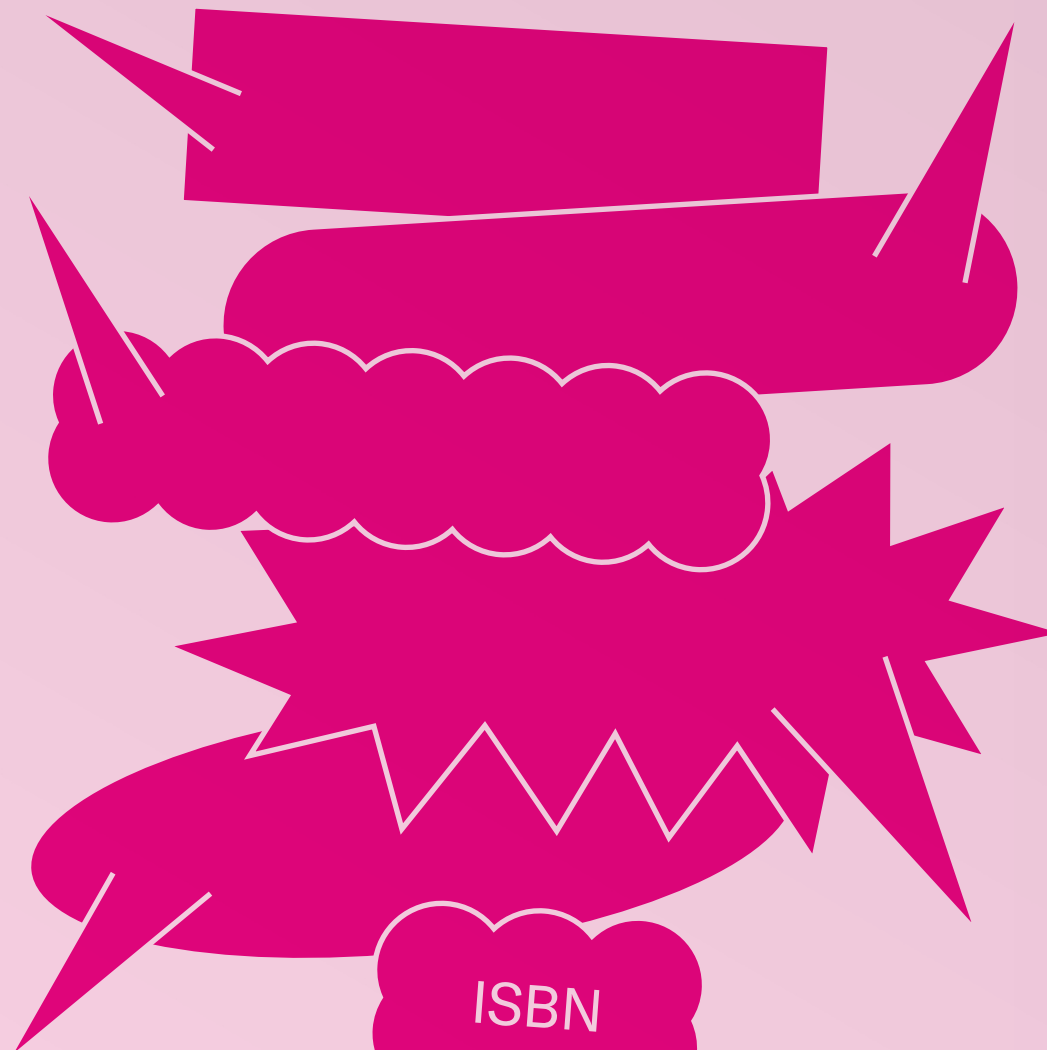




UNIVERZA V LJUBLJANI  
University of Ljubljana

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) so pripravili  
v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

E-knjiga  
COBISS.SI-ID 245899011  
ISBN 978-961-297-635-4 (PDF).



ISBN

978-961-297-635-4 (PDF)



UNIVERZA V LJUBLJANI  
University of Ljubljana