

S POUDARKOM NA OPISU SISTEMA ZA IZDELAVO
TAKTILNIH UPODOBITEV ORGANIZMOV S
POMOČJO TEHNOLOGIJE 3D-TISKA

MEDNARODNA POLETNA ŠOLA KAVERLJAG – PERSPEKTIVA ŠTUDENTOV

Zoja Čepin
Leon Rojk Štupar

Ključne besede:

Mednarodna poletna šola Kaverljag
2024, taktilna ilustracija, 3D tisk, morski
organizmi, oblikovanje za uporabnika,
stilizacija, redukcija

Povzetek

Prispevek natančno opisuje procese na Mednarodni poletni šoli Kaverljag 2024, poseben poudarek pa je na procesu za izdelavo taktilnih upodobitev organizmov s pomočjo tehnologije 3D tiskanja. Proces nastajanja taktilne upodobitve organizmov s pomočjo 3D-tiska vključuje več ključnih faz, ki zagotavljajo dostopnost, zaznavnost in kakovost končnega izdelka. Prva faza je raziskava izbranega organizma, ki vključuje znanstveno ilustracijo in analizo anatomskih značilnosti. Na tej podlagi se izvede stilizacija in redukcija ilustracije, pri čemer je treba ohraniti biološko natančnost, hkrati pa prilagoditi obliko za taktilno zaznavo. Naslednji korak je vektorsko oblikovanje poenostavljene ilustracije, ki sledi standardiziranim merilom, prilagojenim za optimalno tipanje. Avtorja predstavitva prenos vektorjev v programe za 3D-modeliranje, pretvorbo v tridimenzionalno obliko in tehnične specifikke, ki pripomorejo k kvalitetnejši taktilni izkušnji. Ker je projekt poleg osnovne ilustracije obsegal tudi detajl organizma – npr. specifična tekstura ali telesni del, ki omogoča globlje razumevanje strukture – je projekt za kakovostne rezultate kombiniral različne tehnologije 3D tiskov in različne materiale. Avtorja strukturirano predstavitva končni izdelek, ki združuje vse elemente v taktilni komplet: ime organizma v brajici, osnovno ilustracijo in podrobnejši tridimenzionalni detajl. V članku je opisano tudi oblikovanje samih predstavitev v galerijskem prostoru, kjer je bilo s prilagojenimi opisi in zvočnimi posnetki dodatno poskrbljeno za razumevanje. Projekt je bil testiran in predstavljen na razstavah, kjer so uporabniki preizkušali in potrjevali učinkovitost metode.

Vodji projekta:

- Marija Nabernik, Aleš Sedmak

Nosilni organizaciji projekta:

- Univerza v Ljubljani, Akademija za likovno umetnost in oblikovanje, Ljubljana, Slovenija
- Društvo Kaverljag, Šmarje, Slovenija

Partnerji projekta:

- Akademija za likovno umetnost (Accademia di Belle Arti di Bari), Bari, Italija
- Univerza za umetnost in oblikovanje Moholy-Nagy (Moholy-Nagy University of Art and Design Budapest, MOME), Budimpešta, Madžarska
- Fakulteta za umetnost, Univerza Nacionalne komisije za izobraževanje (Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie), Krakov, Poljska
- Akademija za umetnost in kulturo (Akademija za umjetnost i kulturu u Osijeku), Osijek, Hrvaška
- Center ilustracije, Ljubljana, Slovenija

Sodelujoče institucije:

- Zveza društev slepih in slabovidnih Slovenije (ZDSSS)
- Nacionalni inštitut za biologijo (NIB)
- Morska biološka postaja Piran
- Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta

Mentorji/mentorice:

- doc. mag. Marija Nabernik, UL ALUO
- prof. dr. Petra Černe Oven, UL ALUO
- izr. prof. mag. Zora Stančič, UL ALUO
- izr. prof. László Nagy, Univerza za umetnost in oblikovanje Moholy-Nagy v Budimpešti (MOME)
- prof. dr. Magdalena Żmijowska, Fakulteta za umetnost, Univerza Nacionalne komisije za izobraževanje v Krakovu
- doc. art. Miran Blažek, Akademija za umetnost in kulturo v Osijeku
- Aleš Sedmak, akademski slikar, predsednik Društva Kaverljag

Gostujoči predavatelji/-ce:

- prof. dr. Lech Kolasiński, Fakulteta za umetnost, Univerza Nacionalne komisije za izobraževanje, Krakov
- mag. Tim Prezelj, Pedagoška fakulteta UL, Ljubljana
- prof. Antonio Rollo, Akademija za likovno umetnost, Bari
- dr. Claudio Batelli, Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta, Zavod RS za šolstvo, Koper
- dr. Mateja Maljevac, Pedagoška fakulteta, Univerza na Primorskem, Koper

Udeleženci/-ke:

- UL ALUO: Matevž Bervar, Zoja Čepin, Damir Omić, Ana Turičnik
- UL, Biotehniška fakulteta: Gaj Kušar, Leon Rojk Štupar
- Akademija za umetnost in kulturo, Osijek: Leo Pavlović, Nataša Takač, Stella Perica, Katarina Kovčalića, Rea Čondrić, Petra Kordić
- Fakulteta za umetnost, Univerza Nacionalne komisije za izobraževanje, Krakov: Julia Polak, Agnieszka Stec, Emilia Waśniowska
- Univerza za umetnost in oblikovanje Moholy-Nagy, Budimpešta: Beatrix Zsiris, Patrik Pauer, Zia Gréta Pintér

Financiranje

- RSF »Studentski projekti za trajnostni razvoj: B.II.3« (Razvoj in krepitev sodelovanja v transnacionalnih medinstitucionalnih učnih skupnostih) in »Spodbujanje vključevanja netradicionalnih/privilegiranih skupin v visokošolsko izobraževanje (S.C.1.3)«
- Raziskovalni program P5-0452, Vizualna pismenost na UL ALUO, ki ga sofinancira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS (ARIS)
- Projekt je v določenih delih sofinanciral Svet za umetnost UL
- Projekt je podprla Mestna občina Koper

Rezultati:

- Kaj gledam in kaj vidim: Morski organizmi za osebe z motnjami vida, razstava, Galerija Centra ilustracije, Ljubljana, 10. 9.–6. 10. 2024
- Obiski institucij, šol in vodstva po razstavi
- Kaj gledam in kaj vidim: Morski organizmi za osebe z motnjami vida, razstava, Galerija Insula, Izola, 10. 10.–6. 11. 2024

1. UVODNE BESEDE

Na poletni šoli Kaverljag in pri nadaljnjem snovanju razstave je sodelovalo šest študentov, trije ilustratorji in industrijska oblikovalka z UL ALUO ter dva biologa z Biotehniške fakultete UL. Izkušnja dela v tako velikem kolektivu je bila za nas večidel nova. Po opravljenem delu biolog in industrijska oblikovalka zdaj v tej monografiji še povzemava svoje vtise z upanjem, da bodo pripomogli k nadaljnjemu delu za slepe in slabovidne. Osredotočila sva se predvsem na to, kar drugje v tem delu še ni izpostavljeno. Piševa o splošni organizaciji poletne šole, podrobneje pa sva povzela še sistematizacijo izdelave taktilnih ilustracij z uporabo tehnologije 3D-tiska.

2. KOGA VKLJUČITI V PROJEKT DELA S SLABOVIDNIMI IN ZAKAJ?

Družba in tehnologija se v odvisnosti druga od druge neprestano spreminjata in ta odnos je razviden povsod. Razvoj infrastrukture in prevoznih sredstev je na primer povzročil globalizacijo, s pozitivno povratno zanko pa globalizacija pospešuje razvoj tehnologij, ki jo omogočajo. Podobno medsebojno odvisnost vidimo na primer tudi pri spreminjanju človeških odnosov glede na razvoj komunikacijskih tehnologij. Vse te spremembe morajo prilagoditve za marginalizirane skupine dohitevati, hkrati pa nove tehnologije ponujajo tudi nove načine prilagoditev. Prav zato prilagoditve ne morejo biti enkratni projekt, pač pa stalen proces nadgradnje in prilagajanja družbenim ter tehnološkim spremembam. Slovenščina je dober jezik za posredovanje te pomembne razlike, saj jo je mogoče izraziti z glagolskim vidom, ki nam pove več o dovršenosti. Kaj je torej pravilno – vključiti ali vključevati marginalizirane skupine?

Razvijanje prilagoditev za ljudi z okvaro vida kot primerom marginalizirane skupine je torej stalen in dinamičen proces. Razvoj tehnologije zahteva nove prilagoditve. Knjige v brajici in izum pisalnih strojev za brajico (t. i. »braillerji«) so slepim omogočili pisno komunikacijo, a z razvojem računalnikov

in interneta to ni več zadoščalo. Razvili so se brajeve tipkovnice in brajevi zasloni, nekakšne vzporednice e-bralnikom. Pojav pametnih telefonov z zaslonom na dotik brez tipkovnice predstavlja nov izziv, ki pa se lahko reši s programsko opremo. Nekateri pametni telefoni lahko predvajajo branje besedila, prikazanega na zaslonu, vedno več spletnih mest in aplikacij pa ponuja tudi različne nastavitve dostopnosti – spreminjanje velikosti besedila, kontrasta in podobno. Razvoj poteka hitro. Koga torej potrebujemo za delo na takih projektih in kakšni uvidi so povezani s takimi projekti?

(Bodoči) strokovnjaki: Časovni obseg razvijanja prilagoditev presega življenjsko dobo posameznika, in če je projekt medgeneracijska pobuda, se s tem zagotavlja nasledstvo. S sodelovanjem študentov v projektu se je zagotovil prenos znanja na mlajše generacije, ki sveži vstopamo v delovno silo. S spoznavanjem ljudi, ki so že na stopnji senzoričnega izkustva drugačni od »standardnega« človeka, se nam razširi perspektiva. Preizprašujemo se o tem, kaj sploh je statistično povprečen človek, in ugotovimo, da pravzaprav noben od nas ne ustreza arhetipom. Razmišljati začnemo bolj odprto, delujemo skozi poglede iz različnih zornih kotov in tako pridobivamo izkušnje, ki nas vodijo v soustvarjanje vključujoče družbe.

Multinacionalnost: Vključevanje ljudi z motnjo vida v družbo je izziv na svetovni ravni, zato ga moramo kot takega tudi obravnavati. Ni smiselno, da bi bilo naše iskanje rešitev omejeno na posamezno državo, zato so poleg slovenskih udeležencev pri poletni šoli sodelovali tudi študenti, predavatelji in mentorji iz še štirih evropskih držav – Hrvaške, Italije, Madžarske in Poljske. Projekt na mednarodni ravni spodbuja pretok znanja in deljenje izkušenj, s čimer lahko učinkoviteje pridemo do boljših rešitev, bližje pa smo tudi poenotenemu sistemu izdelovanja gradiv za slepe in slabovidne na mednarodni ravni.

Interdisciplinarnost: V osnovi je izdelava ilustracij nalog ilustratorja, takšen celosten projekt pa lahko uspe zgolj s sodelovanjem med več področji. Ilustratorji so potrebovali znanje

o morskih organizmih, zato so bili deležni predavanj na temo morske biologije, obiskali so Morsko biološko postajo in si ogledali akvarij v Piranu. Med celotnim procesom sta možnost strokovnega posveta ponujala študenta biologije. Nadalje smo spoznavali ciljne uporabnike. Predavanja so pripravili razni strokovnjaki, ki imajo izkušnje z delom za slepe in slabovidne. Tudi ilustratorji so se razlikovali po veščinah – imeli smo bolj klasične ilustratorje, take, ki jim je bližje digitalno delo, pa tudi tridimenzionalne modelarje. Pri projektu je pomembno vlogo odigrala še industrijska oblikovalka, ki je konkretnije poskrbela za izvedbeni del projekta in njegove tehnične podrobnosti ter končno postavitev razstave.

Izzivi dela v ekipi

Projekt je bil za študente seznanitev z izdelavo gradiva za slepe in slabovidne, hkrati pa smo dobili tudi bolj splošen vpogled v to, kako je sodelovati pri tako obsežnem projektu. Pri tem smo spoznali, da so izjemnega pomena tudi čisto splošne organizacijske veščine. Za začetek morajo biti vsi udeleženci seznanjeni s ciljem projekta. Z zavedanjem, kaj je naša končna točka, lažje sprejemamo vmesne odločitve, ki nas pripeljejo do kar najboljšega rezultata. Projekt mora imeti tudi jasno določenega vodjo. Ta razdeli naloge ostalim udeležencem in spremlja njihovo delo. Da je delo usklajeno, se poskrbi za ustrezno obveščenost vseh udeležencev. Šumom v komunikaciji, prenašanju novic od ust do ust in neobveščenosti se najlažje izognemo tako, da vzpostavimo organiziran sistem obveščanja. To v praksi preprosto pomeni redne sestanke, na katerih se zberejo vsi. Na sestankih se dogovarja in – še pomembneje – dogovori. Spet glagolski vid. Če se rešuje neko vprašanje, se mora sprejeti tudi neko konkretno opredeljeno rešitev, hkrati pa tudi določiti človeka ali ljudi, ki bodo to rešitev uresničili. To so le nekatera od preprostih in povsem pragmatičnih pravil, ki zagotovijo uspeh dobro zastavljene-ga projekta.

3. SISTEMATIZACIJA 3D-TISKANIH TAKTILNIH UPODOBITEV ORGANIZMOV ZA LJUDI Z OKVARO VIDA

Po zaključku mednarodne poletne šole smo študentje v manjši skupini nadaljevali projekt, v okviru katerega smo zastavili začetno različico sistema za izdelavo taktilnih upodobitev organizmov s pomočjo tehnologije 3D-tiska. Razvijanje taktilnih vsebin v okviru poenotenega sistema je ključnega pomena zaradi treh vidikov: dostopnosti, učinkovitosti zaznavanja in kakovosti. Pogosto so razni učni pripomočki za osebe z okvaro vida izdelani ročno, v enem ali nekaj izvodih, namenjeni pa so posameznikom. Njihovi avtorji poskušajo ublažiti primanjkljaj dostopnih didaktičnih gradiv. Takšni primeri taktilnih vsebin so izjemnega pomena, a so zaradi načina izdelave nedostopni večjemu številu uporabnikov. Informacije so v omenjenih vsebinah navadno vedno znova podane na drugačen način, kar vpliva na učinkovitost in hitrost zaznavanja. Z vpeljavo poenotenega načina podajanja in organizacije informacij ter z verodostojnostjo vsebine se zagotovi še tretji vidik: kakovost gradiva. V primeru taktilnih ilustracij morskih organizmov kakovost izvira iz anatomske ustreznosti.

Osnovno izhodišče vzpostavitve začetne različice sistema so predstavljali dve taktilni knjigi *Dotakni se ptice* in *Žuželke od blizu* (rezultata preteklih poletnih šol Kaverljag) in trinajst kompletov ilustracij organizmov, nastalih na mednarodni poletni šoli.¹ Projekt se od preteklih razlikuje tako po tematiki (morski organizmi) kot tudi izbiri tehnologije izdelave. Temelji namreč na uporabi 3D-tehnologije, v okviru katere za izvedbo taktilnih upodobitev uporabimo dve: 3D-modeliranje in 3D-tiskanje. Tehnologija je bila izbrana zaradi svoje razširjenosti, cenovno ugodne izdelave ter enostavnosti reprodukcije, saj s tem omogoča večjo dostopnost in izdelavo glede na interes ciljne skupine uporabnikov. Sistem za iz-

.....
1 Za podrobnejši opis in postopek
nastajanja glej prispevek doc. mag. Marije
Nabernik, str. 98.

delavo taktilnih upodobitev organizmov vsebuje taktilno ilustracijo poenostavitve celotnega organizma, tridimenzionalni detajl dela organizma, ime vrste organizma v brajici in spremljevalno besedilo z opisom organizma.

Zastavljena vodila sistema smo uporabili na kompletnih ilustracij petih vrst morskih živali, nastalih na mednarodni poletni šoli. Izbor vrste je bil zahteven, saj je morsko življenje že sicer zelo pestro, hkrati pa slabo poznano. Čeprav prekriva večino Zemljine površine, je človeštvo do zdaj raziskalo le nekaj odstotkov morskega dna. Najprej smo se omejili na slovenske vrste, nato pa izločili tiste, ki se jih lažje predstavi kako drugače. Učnih pripomočkov rib na primer ni smiselno izdelovati, saj jih mogoče veliko bolje in celostno izkusiti, če jih preprosto kupimo v ribarnici. Podobno je s školjkami in polži, ki jih je najbolje predstavljati z njihovimi lupinami. Od preostalih skupin organizmov smo izbrali take, pri katerih se z redukcijo ne bi izgubilo preveč informacij. V praksi to pomeni, da smo izbrali vrste, ki imajo vsaj malo sploščeno telesno zgradbo – morska zvezda je po tem merilu ustrezna, morski klobučnjak pa ne, saj ga težko prikažemo v dveh dimenzijah. V zadnjem krogu smo izbrali še organizme, ki se po telesnem ustroju med sabo čim bolj razlikujejo, da bi čim bolje zajeli čudovito pestrost morskega življenja. Končni izbor so bili sipa (lat. *Sepia officinalis*), dolgonosi morski konjiček (lat. *Hippocampus guttulatus*), obrežna rakovica (lat. *Carcinus aestuarii*), olivni hiton (lat. *Chiton olivaceus*) in veliki kačjerep (lat. *Ophioderma longicaudum*).

V okviru prve različice sistema smo torej pripravili pet taktilnih upodobitev, ki so bile predstavljene v okviru dveh razstav (*Kaj gledam in kaj vidim: Morski organizmi za osebe z motnjami vida*, razstava, Galerija Centra ilustracije in *Kaj gledam in kaj vidim: Morski organizmi za osebe z motnjami vida*, razstava, Galerija Insula) in evalvirane s testiranjem s pomočjo oseb z okvaro vida.

Predstavitev procesa nastajanja taktilne upodobitve

V nadaljevanju je predstavljen proces nastajanja taktilne upodobitve s pomočjo primerov dolgonosega morskega konjička

(lat. *Hippocampus guttulatus*) in obrežne rakovice (lat. *Carcinius aesturarii*), ki sledita prvi različici sistema za pripravo taktilnih upodobitev s pomočjo 3D-tehnologije. Vsako od petih taktilnih upodobitev sestavljajo slovensko ime organizma v brajici, iz podlage izstopajoča poenostavljena ilustracija organizma in detajl, ki ga predstavlja realistična upodobitev povečave predela organizma.

Taktilna ilustracija

Pred začetkom poenostavljanja ilustracije mora oblikovalec podrobneje spoznati organizem in ga, če je možno, upodobiti v znanstveni ilustraciji. Sledita stilizacija in redukcija, v okviru katerih je treba upoštevati tako biološki kot grafični vidik. Pri tem procesu skušamo kar najbolj povečati jasnost upodobitve, hkrati pa obdržati dovolj anatomskih podrobnosti, da ilustracija ne zavede. Gre za dva med sabo nasprotujoča si vidika. V enem ekstremu ilustracija postane preveč stilizirana in zato neznanstvena, v drugem pa dosežemo fotorealistično natančnost, pri kateri šum prevlada nad informacijo.

Vzporedno s poenostavljenem nastaja tudi opis izbrane vrste, ki razlaga biologijo živali in jo poveže z njenim telesnim ustrojem. Predstavlja napotke, kako ilustracijo spoznavamo prek tipanja. Besedila sta spisala biologa, sodelujoča v projektu. Če je žival bolj neznana, se opis prične z umestitvijo organizma v drevo življenja – kateri so njeni sorodniki oziroma v katero širšo skupino živali spada. Tako se pridobi nekaj občutka, kaj ta žival okvirno je. Sledi opis telesnega ustroja vrste. Posamezni telesni deli so navedeni v zaporedju glede na položaj na telesu – tako besedilo zvezno vodi tipajočega po ilustraciji, brez skokov. Nato je v kratkem povzeta še ekologija živali – kje živi in s čim se prehranjuje. Na koncu je podana še velikost živali. Opise smo uporabili tudi pri razstavi v obliki zvočnih posnetkov, ki so jih lahko obiskovalci poslušali prek slušalk, razstavljenih poleg taktilnih predstavitev.

.....
Opis dolgonosega morskega konjička:

Morski konjiček je nenavadna riba. Svoje ime je dobil zaradi oblike glave, ki je podobna konjski. Na telo je nameščena pravokotna, usta pa ima podaljšana v gobček. Na glavi je tudi par drobnih plavuti. Iz hrbta mu raste hrbtna plavut, še ena pa je tik pod trebuhom in je zelo majhna. Repne plavuti sploh nima, zaradi česar je slab plavalec. Živi med morsko travo, ki se je drži z oprijemalnim repom. S počasnim plavanjem se neopazno približa drobnim rakcem ali drugim majhnim organizmom ter jih posesa s svojim gobčkom. Za jajca skrbi samec. Dokler se ne izvalijo, jih nosi v posebni zarodni vreči, ki se nahaja na dnu njegovega trebuha. V dolžino zraste do 14 centimetrov.

.....
Opis obrežne rakovice:

Obrežna rakovica ima močan, sploščen oklep v obliki petkotnika. Na sprednjem delu oklepa so kratke tipalnice, ob njih so še oči na pecljih, ki se lahko povlečejo v očesne jamice. Za dodatno zaščito ima ob strani oklepa bodice. Premika se s štirimi pari nog, peti par okončin pa so klešče, s katerimi lahko ščipa. Uporablja jih za obrambo in pobiranje hrane. Najpogostejše jo najdemo na peščenih, muljastih nabrežjih, kjer se skriva med posameznimi kamni. Pogosto se sprehaja tudi po kopnem. Ni izbirična in se prehranjuje s tem, kar pač najde – z mrtvimi organizmi, majhnimi živalmi in algami. Zraste do šest centimetrov.

Naslednji korak zajema prilagoditev poenostavljene vektorske ilustracije. Najprej sledi določitev velikosti. Organizem naj bo umeščen v prostor tako, da se najbolj skrajni deli ilustracije dotikajo roba namišljenega kroga s premerom 17 cm. Predlagana velikosti izvira iz velikosti dveh dlani odrasle osebe (osebe z okvaro vida najpogostejše tipajo z obema rokama hkrati) in omejitve velikosti površine tiskanja (pogostejši je tiskalnik s ploščo velikosti 20 × 20 cm). Naslednji korak zajema razdelitev ilustracije na širše linije debeline 1,5 mm (pomembnejši elementi, kot so obris organizma in izraziti anatomske znaki), ožje linije debeline 0,75 mm (podrobnosti, kot so ponazoritev teksture, vzorca, manjše strukture) in ploskovne elemente (npr. oči, okončine, plavuti ali kadar gre za lažje razlikovanje delov organizma). Pri urejanju ilustracije za osebe z okvaro vida je treba upoštevati simetrijo, kadar je to z vidi-

ka anatomije ustrezno (npr. enaka razporeditev hodilnih okončin v primerjavi z različno velikostjo leve in desne klešče rakovice). Pomembna sta poenoten način prilagoditve ilustracije in njegova dosledna uporaba pri vseh organizmih. Ustrezno dimenzionirano ilustracijo na koncu umestimo v sredino večjega kroga s premerom 19 cm. Ta krog predstavlja omejitev površine tipanja in jasno ločuje ilustracijo od brajice in detajla.

Naslednji korak zajema prenos vektorske ilustracije v poljubni program za 3D-modeliranje in z ukazom za dodajanje debeline (ang. *extrude*) preoblikovanje v polno telo (ang. *solid*). Krog premera 19 cm je debel 1 mm, njegov rob pa je širok 1,5 mm in 2 mm debel. Ilustracija izstopa 1 mm nad površino. Prek različnih orodij se glede na izbran program zaobli robove za prijetnejši in varnejši občutek pri tipanju.

Zadnji del je izdelava taktilne ilustracije s pomočjo tehnologije ekstrudiranja materiala, natančneje prek tehnologije modeliranja s spajanjem slojev – FDM (ang. *fused deposition modeling*). Izbrana tehnologija omogoča izdelavo modelov iz termoplastov, ki se z vstopom v ekstrudirano glavo segrejejo in spremenijo v poltekočo obliko. Staljene niti termoplasta se prek procesa spajanja oz. sintranja polimera povežejo med seboj v istem sloju in med sosednjimi sloji. Pomemben del omejenega načina tiska predstavlja velikost šobe, saj določa natančnost natisnjenega modela. Prednost izbrane tehnologije, ki je pomembna za tisk ilustracije, predstavlja preprosta naknadna obdelava, ki pogosto niti ni potrebna (Muck, 2015, 71–80). Velikokrat izpostavljena slabost tehnologije so stopničasti prehodi med sloji, a pri uporabi šobe velikosti 0,4 mm ti niso bili moteči pri tipanju. Model na fotografijah je izdelan iz materiala polilaktične kisline (PLA).

Detajl – realistična upodobitev dela organizma

Dopolnilo taktilni ilustraciji predstavlja detajl, ki omogoča spoznavanje površinsko zanimivega predela organizma. Dodana realistična upodobitev predela organizma omogoča nadgradnjo taktilnega spoznavanja organizma. Zaznavanje poenostavljene oblike je

tako nadgrajeno z resnično kompleksnostjo in omogoča osebam z okvaro vida pridobitev več informacij o organizmu.

Prvi korak, izbira detajla organizma, temelji na prepoznavanju ključnega elementa za razumevanje organizma, ki je hkrati taktilno zanimiv. Poenotenega načina določitve detajla ni, saj je izbira odvisna od vsakega organizma posebej. Kadar je mogoče, se še vedno upošteva prikaz iz najbolj reprezentativnega pogleda (v primeru morskih organizmov velikokrat od zgoraj, v nekaterih primerih od strani ali spredaj).

Sledi priprava skice izbranega predela organizma, ki predstavlja osnovo za snovanje v programu za 3D-modeliranje. Skozi skiciranje se predvidita povečava in umestitev predela na kvadratno površino v velikosti 9×9 cm.

Izdelava polnega telesa (ang. *solid*) poteka v poljubnem programu za 3D-modeliranje. V primerjavi z izdelavo modela taktilne ilustracije izdelava modela za detajl zahteva dobro poznavanje programske opreme, saj prevladujejo kompleksnejše, organske strukture. Površine organskih modelov vsebujejo pretežno zaobljene robove, zato so sestavljene iz veliko poligonov. Več jih je, natančnejši je model. V primeru pritrditve modela se mora po končani izdelavi predvideti tudi način pritrditve in v skladu z njim oblikovati spodnjo površino modela.

Naslednji korak predstavlja izdelava modela z uporabo tehnologije na osnovi fotopolimerizacije v kadi, natančneje prek stereolitografije (SLA – Stereo Litographic Apparatus). Tiskanje temelji na strjevanju fotopolimera z uporabo vodenega zunanjega vira svetlobe (laserski vir ali projektor DLP). Vir svetlobe skenira površino tekočega fotopolimera in utrdi steno modela. Sledi enakomerna poravnava novega sloja tekočega filamenta in čakanje na popolno umiritev gladine fotopolimera. Pri vsakem naslednjem sloju se proces ponovi. SLA je t. i. »dodajalna« tehnologija, zato za uspešno izdelavo modela potrebuje osnovne in podporne elemente. Tiskanje podpor je potrebno pri vseh delih modela s kotom, ki je manjši od 30 ali večji od 150 stopinj. Zaključenemu tiskanju sledi naknadna obdelava, katere glavni del predstavlja naknadno utrjevanje v



Slika 1: Udeleženci in mentorji Mednarodne
poletne šole Kaverljag 2024
(Petra Černe Oven, osebni arhiv, 2024)



Slika 2: Dolgonosi morski konjiček
(Petra Černe Oven, osebni arhiv, 2024)



Slika 3: Obrežna rakovica
(javna domena, spletni vir:
https://en.wikipedia.org/wiki/Carcinus_aestuarii)



Slika 4: Dolgonosi morski konjiček, grafika
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



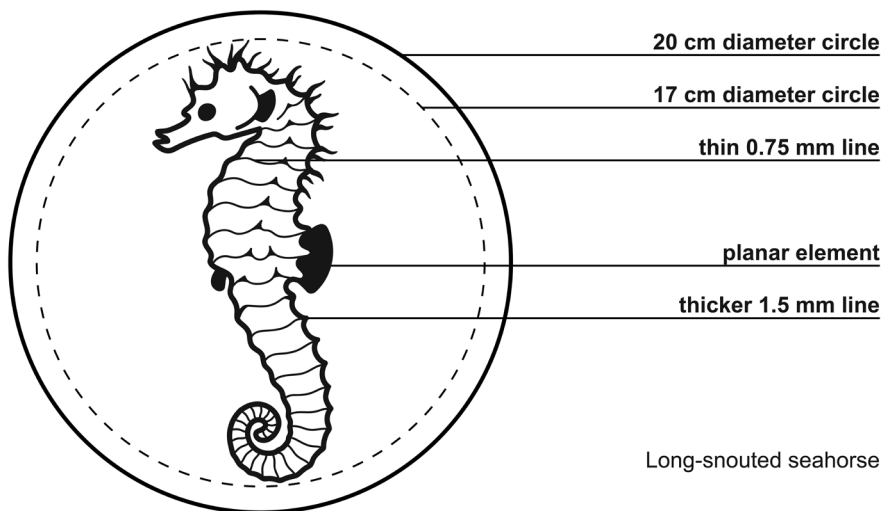
Slika 5: Dolgonosi morski konjiček, slepi tisk
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



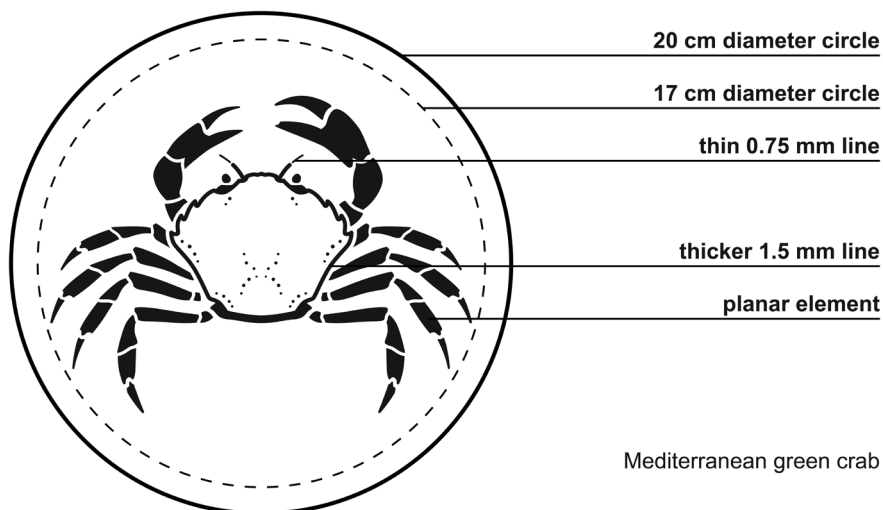
Slika 6: Obrežna rakovica, grafika
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



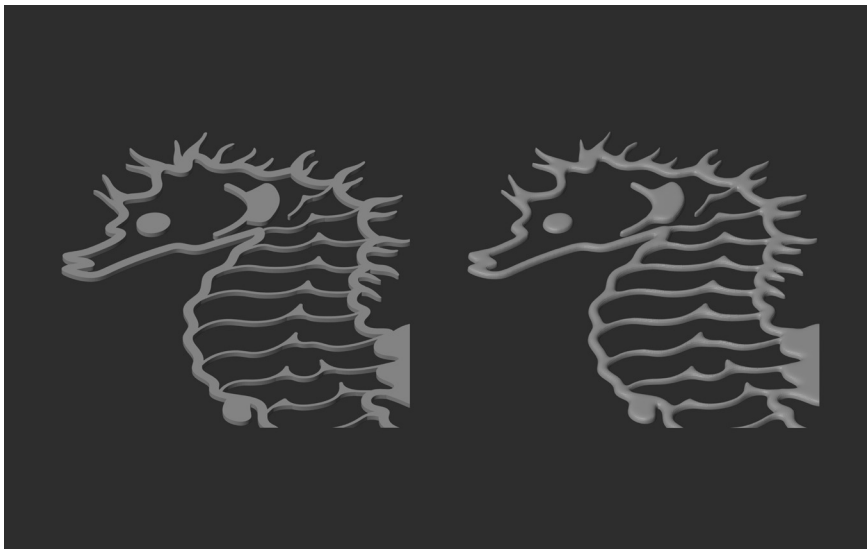
Slika 7: Obrežna rakovica, slepi tisk
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



Slika 8: Dolgonosi morski konjiček, vektorska ilustracija
(Zoja Čepin, osebni arhiv, 2024)



Slika 9: Obrežna rakovica, vektorska ilustracija
(Zoja Čepin, osebni arhiv, 2024)



Slika 10: Dolgonosi morsk konjiček, zaobljenost 3D-modela (Damir Omić, osebni arhiv, 2024)



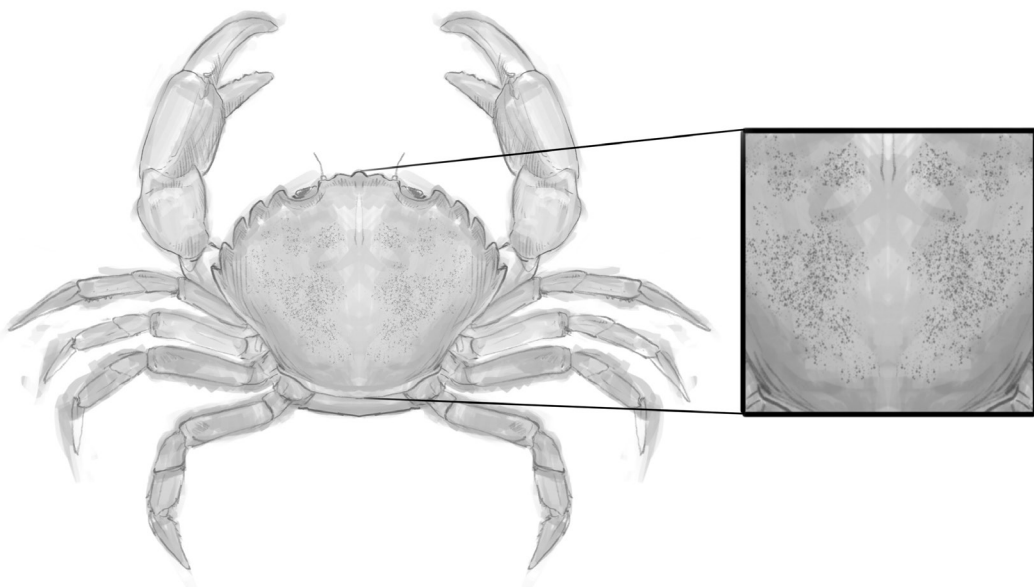
Slika 11: Obrežna rakovica, zaobljenost 3D-modela (Damir Omić, osebni arhiv, 2024)



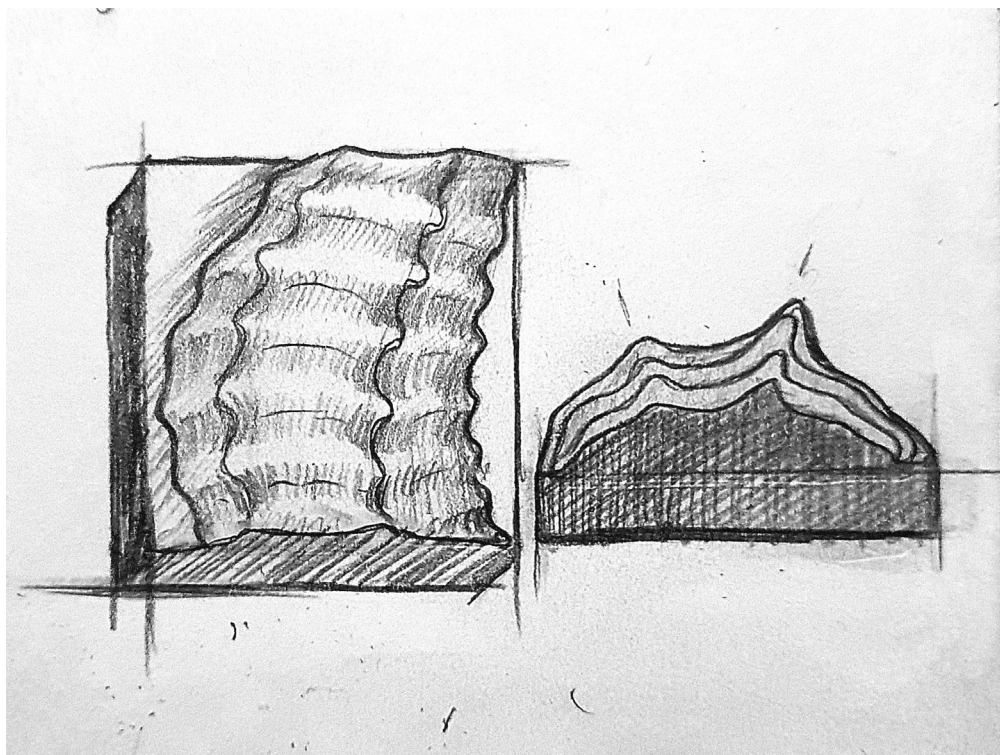
Slika 12: Detajl taktilne ilustracije
dolgonosega morskega konjička
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



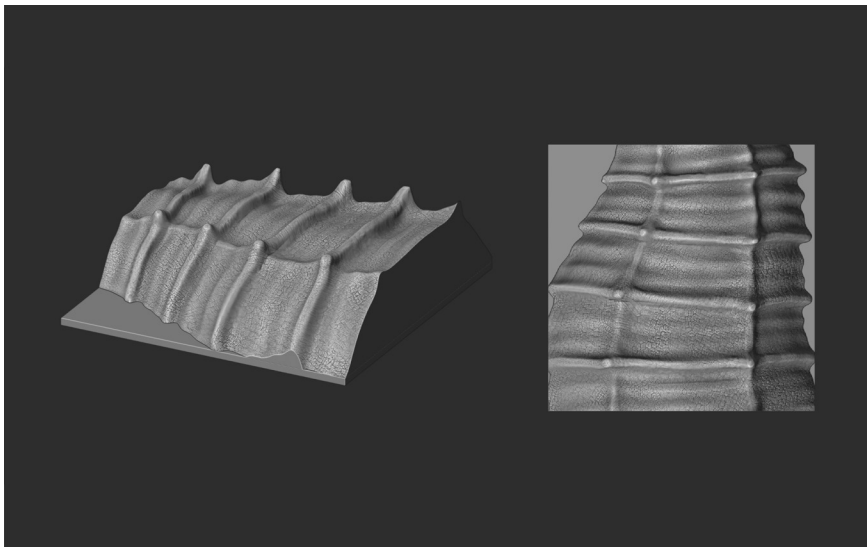
Slika 13: Detajl taktilne ilustracije
obrežne rakovice
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



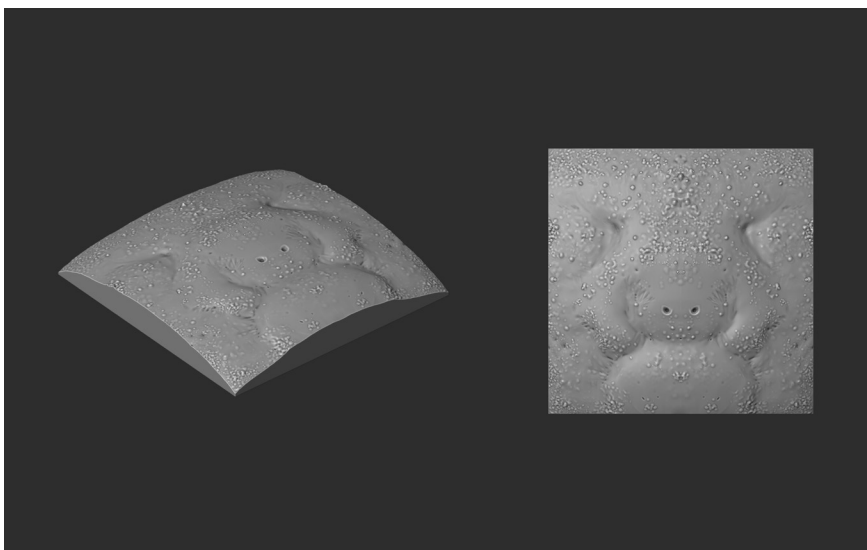
Slika 14: Skica za izdelavo detajla
dolgonosega morskega konjička
(Ana Turičnik, osebni arhiv, 2024)



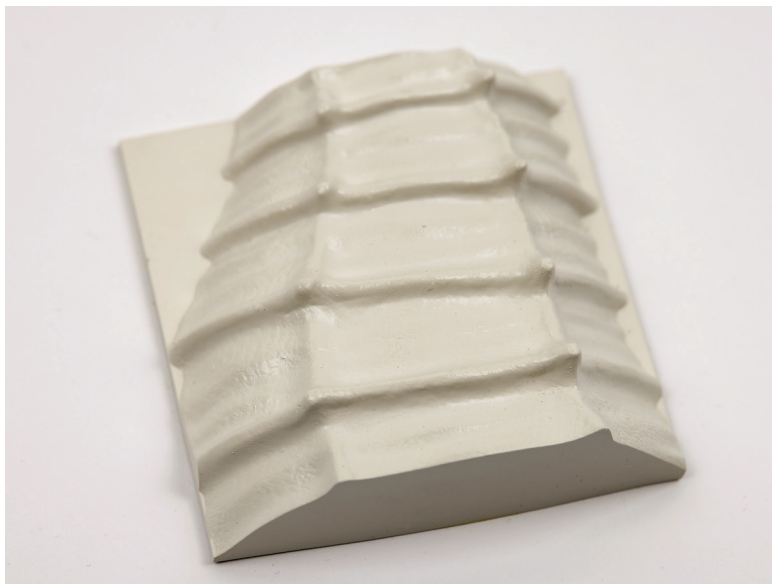
Slika 15: Skica za izdelavo
detajla obrežne rakovice
(Damir Omić, osebni arhiv, 2024)



Slika 16: 3D-model detajla, dolgonosi morski konjiček
(Damir Omić, osebni arhiv, 2024)



Slika 17: 3D-model detajla, obrežna rakovica
(Damir Omić, osebni arhiv, 2024)



Slika 18: Dolgonosi morski konjiček, detajl
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



Slika 19: Obrežna rakovica, detajl
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



Slika 20: Dolgonosi morski konjiček,
taktilna upodobitev v obliki plošče
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



Slika 21: Obrežna rakovica,
taktilna upodobitev v obliki plošče
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



Slika 22: Razstava Kaj gledam in kaj vidim
v Centru ilustracije
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



Slika 23: Predstavitev dolgonosega morskega konjička na razstavi (Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



Slika 24: Obiskovalec na razstavi Kaj gledam in kaj vidim
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)



Slika 25: Obiskovalki na razstavi Kaj gledam in kaj vidim
(Žiga Gorišek, projektni arhiv, 2024)

ultravijolični (UV) peči. Z obsevanjem model pridobi končno trdnost. Prednost izbrane tehnologije predstavljata dobra kakovost površin in velika natančnost, kar omogoča tiskanje podrobnosti in brajice. Z vidika izdelave detajla glavno slabost predstavlja zahtevna in časovno dolga obdelava, ki ima hkrati še škodljiv ekološki vpliv. (Muck, 2015, 82–88). Pri izdelavi modela je bila uporabljena fotoobčutljiva smola.

Komplet taktilnih upodobitev

Z željo po omogočanju učinkovitejšega in hitrejšega zaznavanja zadnji del izdelave taktilne upodobitve organizma zajema združitev vseh elementov v celoto. V nadaljevanju predstavljen način izvira iz potrebe po pripravi taktilne upodobitve za razstavo. Nadaljnji razvoj projekta bi lahko vključeval premislek o drugačnem združevanju, povezovanju različnih delov, ki predstavljajo organizem, in shranjevanju večjega števila upodobitev organizmov.

Posamezni elementi predstavitve organizma so umeščeni na ploščo v velikosti A3-formata. Na vrhu je umeščena ploščica s slovenskim imenom organizma v brajici, sledi krog s poenostavljeno ilustracijo organizma in v spodnjem delu realistična upodobitev povečave predela organizma v kvadratu. Vključitev poenotenja prek barve in teksture vseh elementov utemeljuje izboljšanje taktilnega razlikovanja med elementi, namenjenimi tipanju, in »praznega prostora« na plošči.

Razstava Kaj gledam in kaj vidim

Rezultate našega dela smo prikazali na razstavi Kaj gledam in kaj vidim: Morski organizmi za osebe z okvarami vida. Otvorili smo jo v Centru ilustracije v Ljubljani (Stritarjeva ulica 7) med 10. septembrom in 6. oktobrom 2024, nato pa se je razstava med 9. oktobrom in 6. novembrom preselila še v Galerijo Insula v Izoli (Smrekarjeva ulica 20). Z vsebino razstave smo obiskovalcem želeli predstaviti pestrost živega sveta slovenskega dela Jadranskega morja. Upodobljenih je bilo več kot 20 vrst morskih živali in alg. Velik delež vsebin je bil prilagojen ljudem z okvaro vida, sicer pa je bila razstava namenjena tudi splošnemu občinstvu, s čimer smo krepili zavest o pomenu vključujočega oblikovanja.

Vzdušje so ustvarjali zvoki morja, predvajani iz zvočnikov. Na stenah razstavnih prostorov smo razvrstili avtorska dela udeležencev poletne šole Kaverljag: prikazali smo tako linoreze in odtise slepega tiska kot tudi vmesne korake, nastale v procesu ustvarjanja – skice, akvarele in digitalne risbe. Osrednji del razstave je bilo pet predstavitev morskih živali v obliki taktilnih kompletov, enotno izdelanih v skladu s sistemom, opisanim v tem prispevku. Ker je taktilne ilustracije lažje izkusiti na fiksni vodoravni podlagi, smo namesto klasične postavitve na stene komplete raje umestili na police na višini dobrega metra. Kompletov nismo pritrdili, da so jih lahko preizkusili tudi ljudje, ki bi jim bile police nedostopne, na primer otroci. Vsak komplet je spremljal še opis biologije živali, natisnjen kot besedilo in predvajan kot zvočni posnetek v slušalkah.

4. KAJ PA ZDAJ?

Projekt, izveden v okviru Mednarodne poletne šole Kaverljag 2025, smo zasnovali zelo široko in z željo po oblikovanju sistema, ki bo omogočil večjo dostopnost ilustriranega didaktičnega gradiva za osebe z okvaro vida. Kljub jasno zastavljeni skupini uporabnikov, ki so jo predstavljale osebe z okvaro vida, rezultati mednarodne poletne šole nagovarjajo tudi širše občinstvo. Že skozi razstavo smo obiskovalcem približali svet zaznavanja informaciji skozi tip in sluh in jih spodbudili k preizkusu drugačnega načina »ogleda«. Predvsem taktilne upodobitve predstavljajo možnost drugačnega spoznavanja organizmov tudi za videče. Eno od nagovorjenih skupin predstavljajo še otroci, ki se ob vizualnem pogosto zanašajo tudi na taktilni nagovor. Vključujoče oblikovanje nas tako uči, da s premislekom in vključevanjem marginaliziranih skupin prispevamo k izboljšanju izkušnje tako ciljnega uporabnika kot širše množice.

Temelje, ki so jih postavile pretekle poletne šole Kaverljag, smo prek vpeljave nove tehnologije razvili v začetno različico sistema za izdelavo 3D-tiskanih taktilnih upodobitev. Ključno je, da se projekt tukaj ne ustavi, temveč predstavlja odskočno desko za snovanje sistema, ki bo prosto dostopen na mednarodni ravni. Izpopolnjevanje obstoječega sistema naj izvira iz ugotovitev, pridobljenih med samim procesom priprave taktilnih upodobitev in njihovega testiranja z uporabniki.²

Skozi razvijanje rešitve in povečanje nabora organizmov (trenutno je po sistemu prilagojenih le pet vrst) študentje ilustracije in drugih področji razvijajo eno ključnih veščin pri oblikovanju didaktičnega gradiva za osebe z okvaro vida. Gre za sposobnost poenostavljanja, ki se povezuje z izpostavljanjem ključnih informacij. Tako med oblikovanjem taktilnih vsebin študentje pridobijo kompetence, ki jim v z informacijami prenasičenem svetu pomagajo prepoznavati bistvene in te posredovati razumljivo. Predstavljen projekt mednarodne poletne šole lahko tako služi kot možna usmeritev pri izbiri projektnih tematik, s katerim UL ALUO sooča študente, profesorje in zunanje sodelavce. Učenje in iskanje skozi vključujoče oblikovanje, kjer so uporabniki močno vpeti v sam proces dela interdisciplinarne skupine, omogoča študentom še razvijanje veščin sodelovanja, empatije in delovanja znotraj družbenih problematik.

S sodelovanjem pri takih projektih pravzaprav prepoznavamo nujno, da prispevamo k razvoju družbe tako z vidika študentov oblikovanja kot tudi splošneje. Vključevanje marginaliziranih skupin za sodobno družbo ne predstavlja možnosti, pač pa dolžnost, zato je razvoj na tem področju nujen, s takimi interdisciplinarnimi, internacionalnimi, multikulturnimi in medgeneracijskimi projekti pa stremimo k idealu enakopravne družbe ljudi z enakimi možnostmi.

Literatura in viri

Vrezec, A. (2012): Žuželke od blizu. Koper, Društvo Kaverljag.

Richter, M. (2014): Naše morje: Okolja in živi svet Tržaškega zaliva. Piran, Mediteranum.

Kryštufek B. in F. Janžekovič (1999): Ključ za določanje vretenčarjev Slovenije. Ljubljana, DZS.

Muck, T. in I. Križanovskij (2015): 3D-tisk. Ljubljana, Pasadena.

Sket B. et al. (2003): Živalstvo Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.

Turk, T. (2007): Pod gladino Mediterana. Ljubljana, Založba Modrijan.

.....
2 Za več podrobnosti glej *Testiranje in predlagane izboljšave sistema taktilnih ilustracij*, str. 238.