

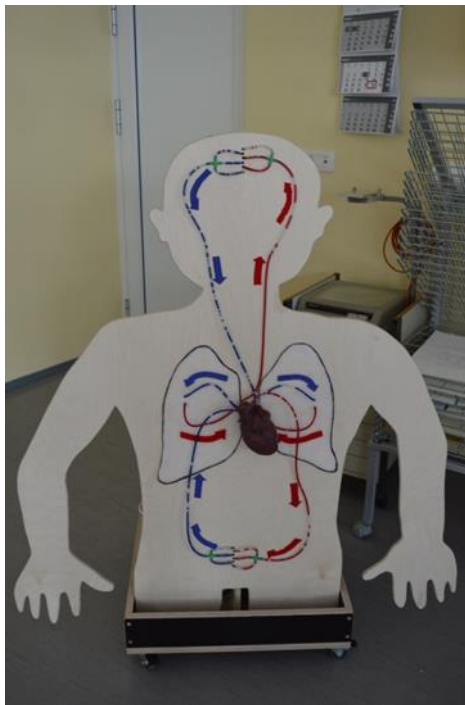
Mestna občina Celje, Mladi za Celje



IZDELAVA DIDAKTIČNEGA PRIPOMOČKA; KRVNI OBTOK ZA SLEPE IN SLABOVIDNE

RAZISKOVALNA NALOGA

Biologija



Avtorja:

Miha Ocvirk

Valentin Gartner

Mentorica:

Jasmina Oblak, prof.

Rimske Toplice, marec 2018

POVZETEK

Slepa učenka, Mia Koritnik obiskuje 7. razred na Osnovni šoli Antona Aškerc v Rimskih Toplicah, zato za učenje potrebuje specialne didaktične pripomočke, ki učiteljem pomagajo pri razlagi, njej pa pri razumevanju in usvajanju učne snovi oziroma boljši predstavi. Inkluzija je enakovredno vključevanje v življenje na šoli in doseganje učnih standardov.

V okviru raziskovalne naloge je nastal taktilni model krvožilja, ki sta ga Miha Ocvirk in Valentin Gartner zasnovala in izdelala v želji, da bi pomagala Mii. V njem sta prikazala obliko in položaj glavnih ven ter arterij, obliko in lego srca, delovanje krvnega obtoka s črpalko, ki črpa vodo po cevkah, ki ponazarjajo vene in arterije. Pri tem je zelo pomembno pravilno izbirati materiale in izdelati na način, ki je primeren za slepe in slabovidne učence. Srce uporabljeno na lesenem modelu človeške velikosti nima prave funkcije in je bilo zaradi zahtevnosti izdelave kupljeno na svetovnem spletu. Ob koncu raziskave sta uspela izdelati tudi lasten model srca, pri čemer sta uporabila obstoječi 3D model srca, ki je bil nato računalniško preoblikovan v kalup. Kalup sta natisnila s pomočjo 3D tiskalnika, v kalup vstavila cevke, ki ponazarjajo žile in vanj vlila želatino. Obenem sta izdelala tudi knjižico z modeli krvožilja in legendo, ki Mii omogočajo, da natančno in hitro lahko zatipa položaj srca, velikega in malega krvnega obtoka.

Ključne besede

slepa učenka, krvožilje, vene, arterije, srce, veliki in mali krvni obtok, slepi in slabovidni, taktilni didaktični pripomoček

ABSTRACT

Blind student Mia Koritnik is visiting 7th class on primary school of Anton Aškerc in Rimske Toplice. Being blind she requires special didactic gadgets, that help teachers with their explanation for learning subjects and better presentation to her upon understanding and assimilating. Inclusion is equivalent participation in life and at school and achieving of didactic standards.

In context of research task a tactile model of bloodstream is made, that Miha Ocvirk and Valentin Gartner designed and made to help Mia. They showed shape and locality of main veins and arteries, shape and locality of a heart, move of blood circulation with a pump (that is pumping water through thin pipes, that are exemplifying veins and arteries) in it. It is important to select materials correctly and to make it in a manner, that is suitable for blind and visually impaired students. A heart used on wooden model is human size. It doesn't have correct features. It was bought on a world web. We managed to make own 3D model of a heart. Printers printed mould with the help of 3D programme, we fitted thin pipes, that are exemplifying blood vessels. We infused gelatin into mould. At the same time we made the booklet with models of bloodstream. That allows Mia to feel the locality of heart, of a large and of a small blood circulation.

Key words

a blind student, bloodstream, veins, arteries, a heart, large and small blood circulation, blind and visually impaired, tactile didactic prop

Vsebina

1 UVOD	5
2 TEORETIČNI DEL RAZISKOVALNE NALOGE	7
2.1 Slepí in slabovidni učenci v interakciji (povzeto po literaturi Romana Brvarja)	7
2.1.1 Inkluzija	7
2.1.2 Poučevanje slepih in slabovidnih učencev	8
2.1.3 Kako slepi »vidijo«?	10
2.2 Delovanje krvožilja	11
2.2.1 Krvni obtoki	11
2.2.2 Srce	12
3 METODE IN MATERIALI/RAZISKOVALNI DEL	13
3.1 Oblikovanje lesenega stojala za namestitvev krvožilja	13
3.2 Izdelava srca	16
3.3 Izdelava velikega in malega krvnega obtoka	19
3.4 Izdelava knjižice	24
4 ZAKLJUČEK	26
6 VIRI IN LITERATURA	28

Kazalo slik

Slika 1: Samostojna hoja z belo palico ob vodilni liniji (Vir: Jasmina Oblak).....	5
Slika 2: Pomoč spremljevalca slepi učenki (Vir: Jasmina Oblak)	8
Slika 3: Pomen dotika (Vir: Jasmina Oblak).....	9
Slika 4: Matematični pripomočki (Vir: Jasmina Oblak)	10
Slika 5: Taktilna zemljevida (Vir: Jasmina Oblak).....	11
Slika 6: Obrisi trupa odraslega človeka	13
Slika 7: Izrezan obris trupa odraslega človeka	13
Slika 8: Obrisovanje trupa na vezani plošči	14
Slika 9: Izrezovanje modela iz vezane plošče	14
Slika 10: Pri delu z obodno žago je potrebno paziti na naklon in na prste.	14
Slika 11: Izrezan model je imel ostre in grobe robove, zato sva jih zbrusila z brusnim papirjem.	15
Slika 12: Model človeškega trupa na kolesčkih iz prednje in zadnje strani.....	15
Slika 13: Določanje položaja pljučnih kril. (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)	15
Slika 14: Oprema za 3D print (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk).....	17
Slika 15: Tiskanje kalupa v 3D tiskalniku in natisnjena kalupa (Vir: Mitja Suvajac).....	17
Slika 16: Priključki (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk).....	17
Slika 17: V kalup vstavljeni priključki. (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)	18
Slika 18: Kalupa pripravljena za vlivanje(Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk).....	18
Slika 19: Vlivanje želatine(Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)	18
Slika 20: Model srca priključen na krvožilje.(Vir: Miha Ocvirk).....	19
Slika 21: Namestitev srca in napeljava cev.	19
Slika 22: Preizkušanje različnih vrst barvil.....	20
Slika 23: Izbrala sva jedilno barvo (levo).	20
Slika 24: Delujoč model krvožilja.	21
Slika 25: Priprava črpalke.....	21
Slika 26: Električna shema, izdelana s programom sPlan 7.0 (Avtor: Boštjan Gorišek)	22
Slika 27: Izbira modela človeka.	24
Slika 28: Izrezovanje modela človeka.	24
Slika 29: Izris položaja pljuč in nameščenje srca.	25
Slika 30: Uporaba barvnih kontur.....	25
Slika 31: Risanje krvnega obtoka.	25
Slika 32: Mia preizkuša delovanje modela krvožilja.....	26

1 UVOD

Osnovno šolo Antona Aškercia Rimske Toplice obiskuje slepa učenka Mia Koritnik, ki obiskovanje redne osnovne šole že sedmo leto sprejema kot izziv. Ob pomoči vodilne linije se samostojno orientira po šolskih hodnikih, v razredih vlada določen sedežni red in postavitve miz. Učenci smo se nanjo hitro navadili, čeprav na začetku nismo razumeli, kako se bo lahko učila pisati, brati, gibati in igrati. A smo ugotovili, da se z veliko volje in razumevanjem okolice da premagati tudi tako oviro kot je slepota. (<https://rtvslo.si/dostopno/clanki/396>)



Slika 1: Samostojna hoja z belo palico ob vodilni liniji (Vir: Jasmina Oblak)

Poudarek na vizualnem podajanju učne snovi v šoli (IKT tehnologija, e-učbeniki, zemljevidi, plakati,...) predstavlja za slepe tudi za slabovidne velik problem pri zaznavanju ter razumevanju. Videči se večkrat znajdemo v dilemi, kako stvar ali pojem razložiti, da si ga bo slepi ali slabovidni pravilno predstavljal oziroma razumel. Včasih niti ne pomislimo, da pojem razložimo s pojmom, ki ga slepi prav tako ne razume. Ko so se učenci vozili iz Zidanega Mostu v Rimske Toplice je Mia učiteljico Jasmino vprašala, kaj je to plaz (ker so se o tem vsi pogovarjali). Razložila ji je, da se plaz naredi takrat, ko se del zemlje utrga in zgrmi v dolino, vendar si Mia tega ni znala predstavljati, saj ni znala povezati poma »se utrga in pade v dolino«, zato ji je plaz demonstrirala s pomočjo njene roke. Učenci so v nekem drugem primeru govorili o senci, pa jih je vprašala, kakšne barve je.

Miina drugačnost pri mnogih od nas vzbuja radovednost, kako se uči in kaj za to potrebuje. Na šoli ob mednarodnem dnevu bele palice stopimo »v njene čevlje«. Zavežemo si preveze preko oči in potem moramo zaupati sošolcu, da nas vodi. Tako pojemo šolsko malico v jedilnici in sledimo eni učni uri.

Učenci so skupaj z učitelji že razvili nekaj pripomočkov, s katerimi so Mii olajšali spoznavanje določenih učnih vsebin. Ugotovili smo, da si je pri pouku brez fotografij ali posnetkov težko predstavljati delovanje človeškega telesa. Tako slepim kot tistim, ki vidimo je razumevanje delovanja človeškega telesa možno olajšati preko modelov posameznih organov ali modelov celotnega telesa. Taki modeli sicer že obstajajo, na primer modeli okostja, srca, drugih organov in jih je mogoče naročiti in kupiti tudi preko spleta. Nekateri so cenejši (<https://www.amazon.com/Learning-Resources-Human-Body-Model/dp/B0012OELR6>), tisti, primerni za pouk (še posebej slepih in slabovidnih) pa tudi dokaj visoke cene (<https://www.anatomystuff.co.uk/anatomical-models/organ-anatomy-models.html>).

Zanimalo naju je, če bi lahko izdelala kvaliteten taktilni pripomoček za slepe in slabovidne, hkrati pa bi ga uporabljali tudi videči. Odločila sva se, da izdelava taktilni model delujočega velikega in malega krvnega obtoka, ki bi slepi učenki Mii olajšal spoznavanje in razumevanje delovanja človeškega telesa. Model naj ne bi zgolj omogočal tipanje posameznih delov človekovega telesa, v tem primeru srca in žil, ampak naj bi ponazarjal njihovo lego v telesu in prikazoval njihovo delovanje.

Pri oblikovanju načrta izdelave, sva se soočila s kar nekaj izzivi. V prvi vrsti sva morala sama ugotoviti, kako deluje in kako je zgrajeno krvožilje. Nato sva s pomočjo spleta raziskovala možnosti in načine na katere bi lahko delovanje krvožilja prikazala. Pri tem sva želela model zasnovati tako, da bi Mia lahko otipala vse njegove dele in tudi s pomočjo otipa razumela razlike v delovanju in funkciji njegovih posameznih delov. Predvidevala sva, da bova žile najlažje ponazorila s plastičnimi cevkami, ki jih bova pravilno zvezala s srcem. Iskala sva način, pri katerem bi se srce lahko krčilo in s tem poganjalo vodo po sistemu cevi, vendar tega izziva nisva znala rešiti. Zato sva se odločili, da bodo cevke pravilno namestili v model srca, ki pa samo ne bo delovalo. Model srca smo naročili preko spleta, saj sva se zavedala, da ga bova sama težko izdelali, vendar sva hkrati skušala najti način, kako bi model srca lahko izdelala sama. Kri v žilah sva želela ponazoriti z vodo, kroženje krvi pa bi ponazorila tako, da bi v sistem cevk vključila črpalko, ki bo črpala vodo po pravilno zvezanih cevkah. Žile sva želela glede na njihovo različno funkcijo razločiti glede na otip. Krvožilje sva hotela namestiti na lesen model človeka s podstavkom, ki bo omogočal, da bomo model lahko varno prenašali. Narediti želiva tudi knjižico, v kateri si bo lahko Mia še lažje predstavlja, kje se nahajata majhni in veliki krvni obtok ter kje se nahajajo srce in pljučni krili.

2 TEORETIČNI DEL RAZISKOVALNE NALOGE

2.1 Slepí in slabovidni učenci v interakciji (povzeto po literaturi Romana Brvarja)

Slepota oziroma slabovidnost sta senzorni motnji in pomenita motnjo oziroma izpad vidne senzorne funkcije (okvara vida, očesa ali očesnega polja) zaradi fizioloških ali nevroloških dejavnikov. Lahko sta prirojeni ali pridobljeni, obe pa vplivata na pojav sekundarnih motenj, ki se najpogosteje kažejo na področju gibanja (slaba telesna drža, slabe motorične sposobnosti, »nerodna« hoja, pomanjkanje ravnotežja ...), komunikacije in socializacije.

SSKJ je **interakcija** -e ž (á) knjiž. sodelovanje, medsebojno vplivanje...

Okvara vida ne pomeni le delne ali popolne izgube vida. Ta izguba spremeni tudi funkcije miselnega spoznavanja. Okvara vida ima največji vpliv na senzorno-perceptivno področje. Močan vpliv je tudi na razvoj motorike.

Dejstvo je, da so pri slepih in slabovidnih učencih zaznavne zmožnosti močno zmanjšane. Zato je pri pripravi na konkretno uro pomembna priprava učnega gradiva in pripomočkov glede na preostale zaznavne poti (tip, sluh in preostali vid). Le to upoštevamo pri delu z učenci tako s specialnimi metodami kot z uporabo različnih pripomočkov in pristopov, kot so uporaba Braillove pisave, tipnih predlog in predmetov za otip, audio posnetkov, individualizacije itd. Vse to omogoča učencem, ki imajo okrnjeno vidno funkcijo ali so popolnoma slepi, kvalitetno šolanje tako v zavodih kot v rednem izobraževanju.

Zaradi manjkajoče integracijske funkcije vida so slepi vezani na delne, konkretne izkušnje pri katerih uporabijo ostala čutila (sluh, tip, voh), ki po ugotovitvah raziskav upočasnjujejo razvoj in razumevanja pojmov.

Da bi se učenci s težavami vidnega zaznavanja lahko uspešno vključili v izobraževalni proces, potrebujejo individualen specifičen pristop. Tu mislimo predvsem na primerne učne metode in oblike dela, na **uporabo specialnih taktilnih didaktičnih pripomočkov in učil**, na osvojena specialna znanja in tehnike. S takim pristopom lahko slep ali slaboviden učenec osvoji enak standard znanja kot njegov polnočutni vrstnik.

2.1.1 Inkluzija

Učiteljica Jasmina nam je razložila pomen besede – inkluzija. To je vključevanje učencev s posebnimi potrebami, kjer se okolica prilagaja posamezniku. (Integracija je vključevanje, kjer se posameznik prilagaja okolju).

Inkluzivni pogled je narekoval spremembo načinov izobraževanja oseb s posebnimi potrebami in pred Zavod za slepo in slabovidno mladino (ZSSM) so danes postavljene nove naloge in izzivi. Nova zakonodaja ohranja specializirane zavode, hkrati pa omogoča staršem več sodelovanja in soodločanja o možnostih izobraževanja otrok s posebnimi potrebami. ZSSM se je tako preoblikoval v center podpore in v zadnjih letih se starši slepih in slabovidnih otrok najpogosteje odločajo za kombinacijo obeh modelov, oblik rednega šolstva in specializiranega izobraževanja. Tako npr. slep otrok obiskuje šolo v domačem kraju, za kakšen mesec pa se vključi v Zavod za slepo in slabovidno mladino, kjer

usvoji specialno znanje, ki ga potrebuje za svoj razvoj in se pripravi na samostojno življenje: npr. orientacija, tečaj računalništva za slepe in slabovidne (Žolgar Jerković in Kermauner, 2006).

Slepemu ali slabovidnemu učencu ne zadoščajo samo specialna oprema in prilagojeni didaktični materiali ampak tudi specialna znanja in stalna pomoč usposobljenega učitelja. O uspešni integraciji ter enakih možnosti pri pouku lahko govorimo šele takrat, ko ima učenec s težavami vidnega zaznavanja zagotovljene vse individualne potrebe.

Učenka Mia Koritnik ima že od prvega razreda spremljevalko, to je učiteljica (in najina mentorica) ga. Jasmina Oblak. Naučila se je Braillove pisave. Pripravi in/ali naroča ves učni material za Mio, pa tudi vsa pomagala in pripomočke (poseben papir, pozitivno folijo, zvenečo žogo za pouk športa, makete, prepis učbenikov in delovnih zvezkov za delo z brajevo vrstivo in računalnikom); tudi s pomočjo učencev, ki želimo pri tem aktivno sodelovati.



Slika 2: Pomoč spremljevalca slepi učenki (Vir: Jasmina Oblak)

2.1.2 Poučevanje slepih in slabovidnih učencev

Pri poučevanju v razredu, kjer je slepi učenec, mora učitelj upoštevati individualne zaznavne in učne sposobnosti. Z individualnim pristopom, z ustreznimi tehnikami in **pripomočki** ter posebnimi metodami učenja lahko slepi ali slabovidni učenci uspešno osvajajo predpisane učne vsebine.

Slepi opazujejo na svojevrstni način – s tipom, z zaznavanjem vonja, okušanjem in s poslušanjem. Pri posrednem opazovanju so v ospredju seveda sluh, voh in kinestetični občutki, pri neposrednem opazovanju pa vsi čuti.

Zaradi izpada vida moramo graditi na preostalih nadomestnih poteh zaznavanja. To, kar videči vidijo, morajo slepi **otipati**, slišati, **občutiti**.

Koža je človekovo največje čutilo. V njej se nahajajo sprejemniki za štiri različna občutja; tip, mraz, vročino in bolečino.

Tip je za slepega in slabovidnega človeka najpomembnejši senzorni kanal, preko katerega vzpostavi odnos s stvarnostjo, prostorom in si z njim ustvarja predstave, dobi nove informacije ter vzpostavlja komunikacijo. Omogočajo ga čutnice v usnjici kože, občutljive na dotik in pritisk.

Tip je analitičen oziroma mehanski čut. Skozi dotik in ostale taktilne občutke se povezujejo tudi čuti za gibanje prstov, dlani, roke in celega telesa.



Slika 3: Pomen dotika (Vir: Jasmina Oblak)

Pri poučevanju slepih in slabovidnih moramo upoštevati didaktična načela kot so dostopnost zaznavi slepih in slabovidnih, individualizacija, nazornost, življenjsko bližino itd... Prav tako so pomembne primerne učne metode kot so neposredno tipno zaznavanje, bližinsko opazovanje, demonstracija, ekskurzija itd.

Metode in oblike dela s slepimi učenci so lahko splošne ali pa posebne tiflo-pedagoške. Delo pri pouku s slepimi in slabovidnimi učenci zahteva posebne metode dela:

- slepi učenci imajo težave pri zaznavanju zunanjega sveta;
- praktične izkušnje in njihove predstave o prostoru in zunanjem svetu so skromne, dostikrat nepopolne ali celo izkrivljene;
- zaradi skromnih prostorskih predstav je njihova orientacija v prostoru relativno slaba;
- izrazite težave so pri zaznavanju razdalj, smeri oz. vzajemnega odnosa med predmeti;
- omejeni so pri spremljanju dinamičnih procesov in pojavov in ne morejo opazovati zapletenih sprememb v naravi;
- imajo težave pri posploševanju in sintezi pojmov;
- slepota in slabovidnost v veliki meri omejuje celostno čutno zaznavo;
- slepota lahko oteži ali onemogoči doseganje ciljev, kar lahko pogojuje psihološke probleme npr. notranje nezadovoljstvo in napetost.

Dejstvo je, da je vid najvažnejši čut zaznavanja. Manj ko učenec vidi, manj je motiviran za spontano opazovanje. Prav zato so pomembne vzpodbude, motivacija in pravilni pogoji dela z upoštevanjem posebnih pristopov in uporabo prilagojenih pripomočkov.

2.1.3 Kako slepi »vidijo«?

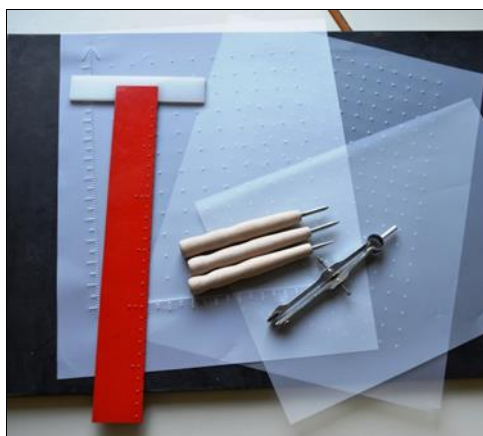
Beseda »videti« opredeljuje posebno obliko gledanja. Videti slepemu pomeni sprejemati svet s preostalimi čutili: z vohom, sluhom, tipom... »Videl sem bloške smučič« – pomeni slepemu občutil, otipal... »Videl sem slap« pomeni slišal, občutil pršenje in mrzel piš.... **Tip** je čutilo, ki slepemu v veliki meri nadomešča vid. Učenec, ki je oslepel kasneje in ima še ohranjene vidne predstave, veliko lažje prihaja do pravih predstav o prostoru in o odnosih v njem. Za slepe je potrebno poiskati, narediti ali kako drugače prikazati nadomestno informacijo za slikovni in grafični material. To so lahko taktilne slike, grafikoni, prilagojeni tipni zaznavi, modeli, tipne karte in načrti.

Priprava na pouk s slepimi učenci se začne z analizo obstoječega didaktičnega kompleta, ki ga je potrebno prilagoditi za uporabo slepega oz. slabovidnega učenca. Postavijo se vprašanja kako, kaj, koliko. Že vsebin učbenika ali delovnega zvezka zaradi kompleksnosti in raznovrstnosti učnih gradiv ni enostavno preoblikovati v Braillovo pisavo ali v povečan tisk. Pravilna pretvorba zahteva azumevanje različnih pristopov in tehnik branja informacij.

Pri prilagajanju mora učitelj poiskati dodatne poti in načine prilagajanja (dodatna razlaga, opis in demonstracija, **izdelava tipnega prikaza**, zvočna prilagoditev itd.). Mentorica Jasmina nas je opozorila na to, da je treba že poenostavljene skice v učbeniku še bolj poenostaviti ali jih prikazati postopoma.

S tipnimi slikami slepi in slabovidni pridobivajo nove informacije ter utrjujejo izkušnje iz vsakdanjega življenja. Učijo se prepoznavanja in interpretiranja različnih oblik. Mlajše to pripravlja na branje brajice, tipne slike pa pomagajo razvijati tudi jezik in besedni zaklad. Prikazujejo manjše objekte, oblike, velikosti in površine, ki so slepemu domači in jih srečuje v vsakodnevem življenju. S tipno sliko razvijamo in treniramo tip ter fino motoriko. Učenci bodo bolje razumeli določene oblike v procesu posploševanja in povezovanja med posameznimi deli učne snovi. Pridobili si bodo nove informacije in utrdili izkušnje iz vsakdanjega življenja. Hkrati bodo razvijali svoj besedni zaklad.

Pri izdelavi tipnih podob je potrebno upoštevati **tipni prag**, ki pomeni sposobnost slepega, da na tipni sliki še lahko razbere informacijo. Sama tipna informacija pa ne sme biti manjša od brajeve celice, med posameznimi znaki mora biti toliko prostora, da lahko informacije še ločimo z blazinico prsta. Na tipno podobo spadajo bistvene informacije, zato je potrebno večkrat kakšno informacijo posplošiti.



Slika 4: Matematični pripomočki (Vir: Jasmina Oblak)

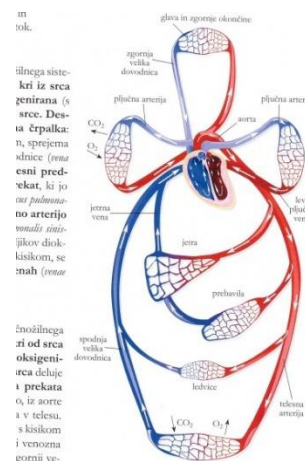


Slika 5: Taktilna zemljevida (Vir: Jasmina Oblak)

Mio sva pred izdelavo modela vprašala, kaj že ve o srcu in krvnem obtoku. Povedala je, da ne ve točne velikosti in da je slišala, da ima srce obliko in velikost stisnjene pesti. Ima dobro orientacijo na telesu in zna pokazati, kje približno se srce nahaja, ne ve pa kako potekajo žile, kje se »prepletajo«, kakšen premer imajo, kako dolge so in »kje se srečajo« (notranji organi).

2.2 Delovanje krvožilja

Gradivo s skico krvnega obtoka smo našli v učbeniku za biologijo za 8. razred osnovne šole in učbeniku za SŠ – Anatomija in fiziologija človeka. Po učbeniku sva povzela tudi teorijo. Prilagava skenirano sliko krvnega obtoka človeka, ki služi kot model za maketo.



2.2.1 Krvni obtoki

Žile so sestavljene iz arterijskega, venskega in kapilarnega spleta. V telesu se združuje krvni obtok, ki se začne in konča v srcu. Iz srca vodijo žile odvodnice (arterije) in dovodnice (vene). Oba sistema povezuje preplet kapilar.

Žilni spleti se združujejo v dva osnovna krvna obtoka:

- slepi pljučni (mali) krvni obtok in
- slepi sistemski (veliki) krvni obtok.

PLJUČNI (MALI) KRVNI OBTOK

Pljučni krvni obtok je del srčnožilnega sistema, ki prenaša **s kisikom revno kri iz srca v pljuča** in po katerem se oksigenirana (s kisikom bogata) kri vrača nazaj v srce. **Desna stran srca** deluje kot **pljučna črpalka**: kri bogato z ogljikovim dioksidom, sprejema iz zgornje in spodnje velike dovodnice (*vena cava superior, vena cava inferior*) v **desni preddvor**. Od tu steče kri v **desni prekat**, ki jo potisne skozi **pljučno deblo** (*truncus pulmonalis*), nato pa v **desno** in **levo pljučno arterijo** (*arteria pulmonalis dextra, arteria pulmonalis sinistra*) v **pljuča**. V pljučih kri odda ogljikov dioksid in sprejme kisik. Kri, bogata s kisikom, se iz pljuč vrne po štirih pljučnih venah (*venae pulmonales*) v levi preddvor srca.

SISTEMSKI (VELIKI) KRVNI OBTOK

Sistemske krvni obtok je del srčnožilnega sistema, ki prenaša **oksigenirano kri od srca** v ostala **tkiva** po telesu in vrača **deoksigenirano kri** zopet v srce. **Leva stran srca** deluje kot **sistemska črpalka**: iz **levega prekata** potuje kri, bogata s kisikom, v aorto, iz aorte pa v arterije, ki oskrbujejo vsa tkiva v telesu. Skozi stene kapilar se celice oskrbijo s kisikom in hranili. Zatem se osiromašena ali venozna kri vrača po **dveh velikih venah**: zgornji veliki dovodnici (*vena cava superior*) in spodnji veliki dovodnici (*vena cava inferior*) v **desni preddvor srca**.

2.2.2 Srce

Srcé (*latinsko cor, cordis*) je ritmično utripajoči organ obtočilnega sistema, ki poganja kri oziroma hemolimfo po telesu.

Človeško srce se nahaja sredi prsnega koša v srednjem medpljučju na ravni prsnih vretenc T5-T8. Njegov vrh je usmerjen proti levi. Obdaja ga dvojna membranska vrečka, imenovana osrčnik, ki se prilega medpljučju. Zadnji del srca leži v bližini hrbtenice, sprednji del pa tik za prsnico in rebrnimi hrustanci. Zgornji del srca se nahaja na ravni tretjega rebrnega hrustanca in je pritrdilna točka za več velikih krvnih žil – votli veni, aorto in pljučne veje. Spodnji konec srca, vrh, leži levo od prsnice (8-9 cm od srednje črte) med četrtem in petim rebrom v bližini njunega stika z rebrnimi hrustanci.

Največji del srca je ponavadi rahlo odmaknjen na levo stran prsnega koša (v izjemnih primerih tudi na desno) in se ga tudi bolj čuti na levi strani, saj je levi del srca močnejši in večji zaradi vloge črpalke za vse dele telesa. Ker se srce nahaja med pljuči, je levo pljučno krilo manjše od desnega in ima na stiku s srcem srčno zarezo, kamor se prilega srce. Človeško srce je stožčasto oblikovano z bazo zgoraj in vrhom spodaj. Srce odraslega tehta 250-350 gramov. Značilno je velikosti pesti: dolžine 12 cm, širine 8 cm in debeline 6 cm.

3 METODE IN MATERIALI/RAZISKOVALNI DEL

3.1 Oblikovanje lesenega stojala za namestitev krvožilja

Ideja je bila, da bi izdelali 2D leseni model človeka kot stojalo za srce in krvožilje. Posebej sva morala paziti na velikost modela (višina najinega je 1,3 metra), izbiro pravih materialov in njegovo mobilnost. Model bi bil uporaben že v 4. razredu, ker se takrat pri naravoslovju že učijo o delovanju človeškega telesa.



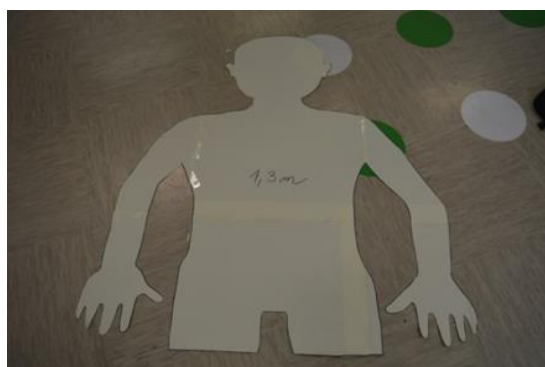
Slika 6: Obris trupa odraslega človeka

Višina modela je 1,3 metra. Obrisala sva odraslega človeka do bokov. Za to velikost sva se odločila, da bo bolj pregledno. Najprej sva mislila narediti vsak obtok na svoj model, nato sva vprašala Mio in je rekla, da je lahko na enem.

Material: papir; svinčnik škarje, lepilni trak – za izdelavo papirnate velikosti. Narisala sva jo s pomočjo prerisovanja s projekcijo in jo izdelala.

Maketa: želela sva, da je mobilna, za lažje premikanje ter da je stabilna, zato sva si omislila voziček. Izdelala sva shemo, ki sva jo pokazala hišniku – mizarju, ta nama je svetoval, da naj zadaj narediva upornost za večjo stabilnost. Predvidevala sva, da bova posodo z vodo namestila spodaj, zato sva se odločila da narediva »predal« v velikosti 60x60 cm ter za stabilnost modela dodava še dve polici.

Pri izdelavi modela sva uporabila vezano lakirno ploščo debeline 12 mm, obodno žago, brusni papir, kolesa, namizno vrtalko, kovinske kotnike in lesne vijake.



Slika 7: Izrezan obris trupa odraslega človeka

Najprej sva na kos lesa s svinčnikom narisala, kje naj bi zarezala v les. Nato sva z posebno napravo za žaganje lepo po črti izrezala človeka.



Slika 8: Obrisovanje trupa na vezani plošči



Slika 9: Izrezovanje modela iz vezane plošče



Slika 10: Pri delu z obodno žago je potrebno paziti na naklon in na prste.



Slika 11: Izrezan model je imel ostre in grobe robove, zato sva jih zbrusila z brusnim papirjem.

Hišnik nama je svetoval in po dogovoru izdelal podstavek s kolesčki. Izrezan model sva nato postavila na podlago s kolesčki in ga pritrdila z vijaki. Hišnik je model pritrdil na stojalo, ki ga je izdelal za našo nalogo. Zadaj je dodal in montiral tudi polici in oporo.



Slika 12: Model človeškega trupa na kolesčkih iz prednje in zadnje strani.

Iz učbenika sva na model s svinčnikom prerisala pljučni krili ter potek žil malega in velikega krvnega obtoka.



Slika 13: Določanje položaja pljučnih kril. (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)

3.2 Izdelava srca

Iz **Centra za izobraževanje, rehabilitacijo, inkluzijo in svetovanje za slepe in slabovidne (Center IRIS)** so nam posodili model srca, ki pa je bil večji od naravne velikosti. dva modela srca.

Na Youtube kanalih smo si ogledali kar nekaj posnetkov o delovanju srca, pa vseeno nismo razumeli vsega o delovanju srca. Ogledali smo si izposojena modela in se vprašali:

- kako podrobno bo srce (anatomsko pravilno);
- ali naj se premika (črpalka, baloni in tlačilka za kolo,...);
- ali bo poganjalo tekočino na modelu;
- iz katerih materialov (mavec, glina, guma, ...)?

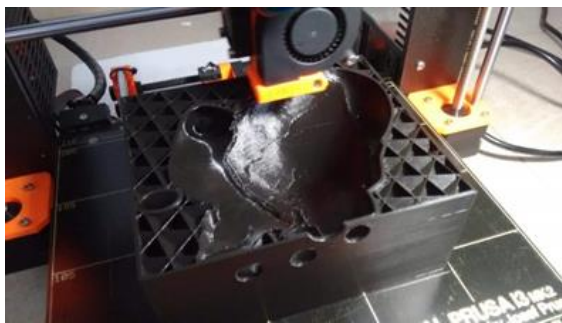
Z mentorico smo poskusili model vliti iz mase za kalupe, vendar se ni ravno posrečil. Čeprav smo se zaradi zahtevnosti izdelave odločili, da bomo model srca naročili in ga povezali v krvožilje, smo obenem še vedno želeli poizkusiti tudi sami izdelati model srca, ki bi bil na otip in po obliki podoben človeškemu srcu.

Na spletu smo našli veliko brezplačnih 3D modelov srca, zato smo razmišljali, da bi ga poizkušali natisniti s pomočjo 3D tiskalnika, vendar ga na šoli za enkrat še nimamo. Prav tako smo želeli, da bi bilo srce na otip vsaj podobno človeškemu srcu, zato natisnjeno srce v 3D tiskalniku ni bilo uporabno, saj ga je z enostavnimi tiskalniki možno natisniti zgolj s tršo obliko materiala. Iskali smo rešitev, da bi s pomočjo nekoga, ki ima znanje s tega področja, 3D sliko srca preoblikovali v kalup srca, ki bi ga natisnili 3D tiskalnikom. Poiskati bi morali še primeren silikon ali gel, ki bi ga v ta kalup vlili skupaj z že pripravljenimi plastičnimi cevkami, ki bi ponazarjale vhodne in izhodne poti glavnih srčnih žil.

Za pomoč sva se obrnila na dijaka Gimnazije Celje – Center, Mitja Suvajaca. Na spletu smo poiskali različne 3D modele srca in skupaj z njim izbrala nam najprimernejšega: <https://www.thingiverse.com/thing:45830>. Mitja je izbrani 3D model srca spremenil v 3D kalup srca, nakar smo ga skupaj natisnili s 3D tiskalnikom. Po 8 urah oblikovanja kalupa v računalniškem programu in slabih 38 urah tiskanja sta bili obe polovici kalupa pripravljene. Gledanje 3D tiskanja je bilo osupljivo in impresivno. Nato smo lahko končno vanj namestili PVC nearmirane cevke zunanega premera 6 mm in 10 mm ter hitre spoje Festo. Kalup smo želeli napolniti s posebnim balističnim gelom (https://www.samsonkamnik.si/balisticni_gel_4kg), vendar je njegovo tališče nad 100°C. V kolikor bi ga stopili in uporabili, bi njegova temperatura poškodovala plastični kalup. Zato smo kalup napolnili z želatino. Uporabili smo 260 g želatine, ki smo jo zmešali z vodo in pustili, da se je z njo napojila. Nato smo jo segreli na 55°C in jo vlili v kalup. Kalup smo stisnili s štirimi mizarškimi sponami. Kalup smo za 24 ur postavili na hladno in ga nato previdno razdrli. Pri tem smo morali biti zelo previdni, predvsem zaradi izhodnih cevk. V kalup vlito srce sva nameravala uporabiti kot rezervo, če bi bilo kaj narobe pri naročenem modelu srca. Želiva pa ga prikazati kot najin poizkus izdelave modela srca kot enega izmed najpomembnejših človeških organov.



Slika 14: Oprema za 3D print (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)



Slika 15: Tiskanje kalupa v 3D tiskalniku in natisnjena kalupa (Vir: Mitja Suvajac)



Slika 16: Priključki (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)



Slika 17: V kalup vstavljeni priključki. (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)



Slika 18: Kalupa pripravljena za vlivanje (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)

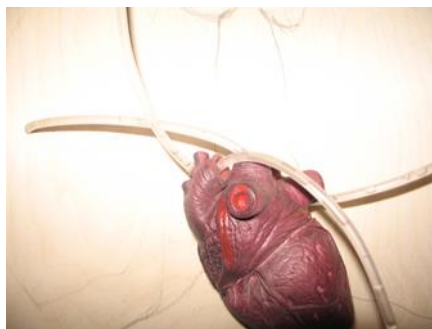


Slika 19: Vlivanje želatine (Vir: Valentin Gartner in Miha Ocvirk)

Material: PVC nearmirana cev zunanjega premera 6 mm, PVC nearmirana cev zunanjega premera 10 mm, hitre spojke Festo (4x T komad, 1x L komad, 4x reduciran komad iz 10 na 8 mm, 4x Y komad iz 10 na 6 mm), 260 g želatine, 650 ml vode.

Orodje: 4 mizarske sponse, kombinirke, lonec za kuhanje, štedilnik, liv, pile za brušenje.

Ker nisva vedela, ali nama bo sploh uspelo izdelati lasten in uporaben model srca, sva se odločila za nakup že izdelanega modela srca. Srce, ki sva ga uporabili je gumijasto, votlo, na notranji steni odebeljeno z mrežico. Naročila sva ga preko Ebaya: https://www.ebay.co.uk/itm/Halloween-Human-Heart-Prop-Decoration-Realistic-Life-Size-Chop-Shop-Blood-Bloody/351344784338?ssPageName=STRK%3AMEBIDX%3AIT&var=620470919614&_trksid=p2060353.m2749.l2649.



Slika 20: Model srca priključen na krvožilje. (Vir: Miha Ocvirk)

3.3 Izdelava velikega in malega krvnega obtoka

Najpomembnejši korak v izdelavi modela krvožilja je predstavljala izbira materialov, s katerimi bi prikazala obliko, velikost, lego in delovanje žil. Odločila sva se za plastične cevke (iz programa akvaristika) z notranjim premerom 4 mm in zunanjim premerom 6 mm. Porabila sva 12 metrov cevi. Kupila sva jih v trgovini za male živali.

Material: prozorna plastična cev 4/6 mm, 2 ventila za cev, razdelilci za cev, 2 posodi s črpalko za vetrobransko steklo (Cio letnik 99), 2 akvarijska kompresorja, programirni rele s podnožjem, podaljšek s 4 razdelilci, votlice, zin, termoskrčna bužirka ali cev, vezice, brusni papir, živilska barva, voda, 4 lesni vijaki, gumijasto votlo srce, lepilo, (material za pljuča, + mekol lepilo + škarje).

Orodje: baterijski vrtalnik, svedri za les različnih dimenzij (3, 5, 6 mm), kleščice za snemanje izolacije, kleščice ščipalne, kleščice za stiskanje votlic, spajkalnik, križni izvijač, kanelski nož – olfa nož.

Postopek: Najprej, pred začetkom dela, sva naredila načrt poteka cevk, ga narisala na desko, za dovodnice in odvodnice – dva ločena tokokroga ter smeri (modra barva bo označevala kri bogato s CO₂, rdeča pa kri, obogateno z O₂).

Najprej sva pritrdila srce z vezicami na model človeka in skozenj srce namestila cevke. Model srca ni popolnoma enak človeškemu srcu, zato vse žile niso tam, kot bi morale biti. Pravilno lego žil sva prikazala na papirni obliki modela.



Slika 21: Namestitev srca in napeljava cevk.

Preizkusila sva, s čim bi obarvala destilirano vodo, da bi prikazala črpanje krvi in da se ne bi ob tem delale obloge na cevkah.

Uporabila sva:

- tempera barve (nastane usedlina)
- barvni tuš (barva obledi / se razbarva)
- jedilna barva (ne pušča usedlin in obdrži intenzivnost barve).



Slika 22: Preizkušanje različnih vrst barvil.

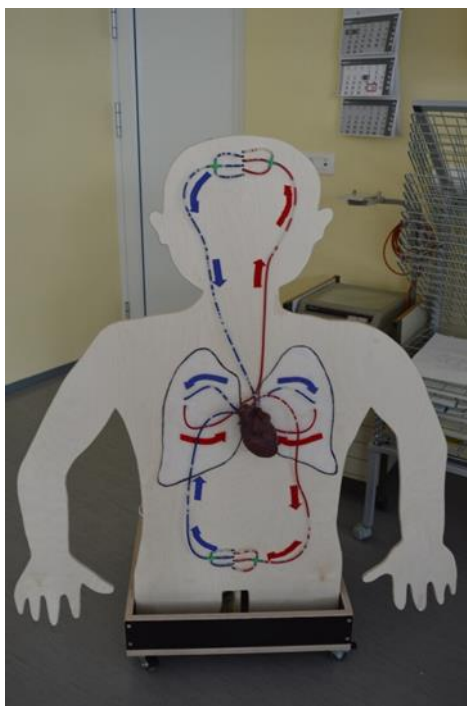


Slika 23: Izbrala sva jedilno barvo (levo).

Najprej sva se lotila modrega toka. Najin načrt je bil, da poskusiva oba krvna obroka (mali in veliki), narediti v enem koraku, z enim tokom, brez prekinitve cevi.

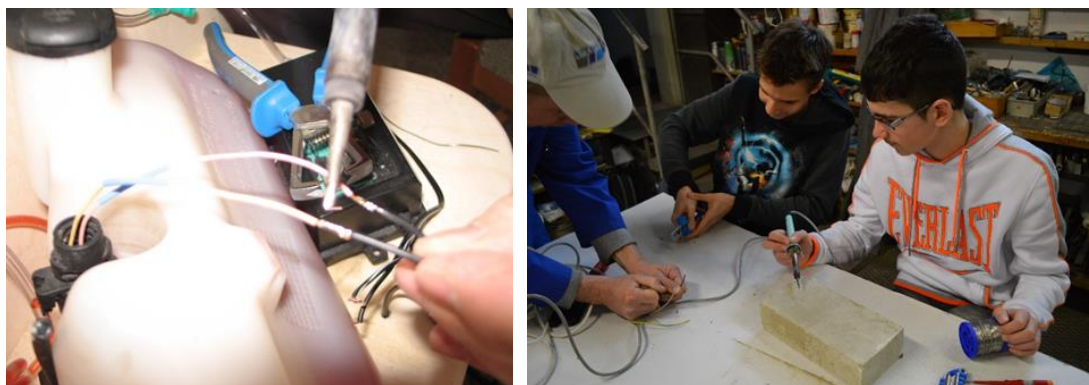
Začela sva v spodnji okončini, šla v levo pljučno krilo, nato v glavo, ter desno pljučno krilo. Krog sva poskusila najprej zagnati samo s črpalko*.

Ugotovila sva, da je upornost toka vode v cevi prevelika in voda ne kroži. Načrt sva prilagodila tako, da sva vodni krog razdelila na dva. Prvi tok se začne pri spodnjih okončinah in gre v srce in posodo. Drugi krog pa gre iz črpalke v levo pljučno krilo, glavo in desno pljučno krilo v posodo.



Slika 24: Delujoč model krvožilja.

Z izbiro materiala in tehnično izvedbo črpalke in priklopa na cevke nama je svetoval in pomagal Boštjan Gorišek. Za naju je pripravil tudi električno shemo, izdelano s programom sPlan 7.0.



Slika 25: Priprava črpalke

Vsi deli avtomobila imajo delujejo na enosmerni napetosti 12 V. Maketo želimo priključiti na omrežno izmenično napetost 230 V. Če želimo posodo za vetrobransko steklo priključiti na omrežno napetost potrebujemo usmernik, ki nam omrežno izmenično napetost zniža na 12 V in usmeri v enosmerno napetost. Uporabili smo regulacijski usmernik, s katerim smo spreminjali moč (hitrost vrtenja) črpalke.

Na kablu usmernika smo odščipnili priključek, s snemalnimi kleščami snela en centimeter izolacije, prav tako na priključku črpalke. Na en konec smo nataknili veliko termoskrčno božirko (skrčka). Snete priključka (gola žica) smo pocinili ter spojili s pomočjo spajkalnika (prvikrat smo pozabili nataknilo manjšo termobožirko za izoliranje žil, zato smo spoj razdrli, nataknilo termoskrčno božirko ter ponovno spojili žice. Na spoj smo nataknilo termo božirko ter jo z vžigalnikom zagreli, da se je skrčila in s tem preprečila zdrs s spoja in ima nalogo da prepreči oguljenim žilam kratek stik. Za dodatno utrditev in izolacijo smo preko spoja in vodnikov (žil) povlekli veliko termoskrčno bužirko ter jo zagreli in prilagodili kabelskim žilam.

Potem smo napeljali cevi za arterijo. Kjer se v celicah izmenjuje O₂ in CO₂, smo s pomočjo razdelilcev cev razdelili na tri manjše tokove (glej tudi za modro tekočino) in s tem ponazorili prehajanje krvi in večjih žil v manjše in v kapilare. Rdeč tok smo razdelili s križnim na dve veji ; prva veja poteka skozi srce in v spodnje okončine ter nazaj v posodo; drugi tok pa poteka v levo pljučno krilo, glavo in desno pljučno krilo ter nazaj v posodo. To smo preizkusili najprej samo s črpalko.

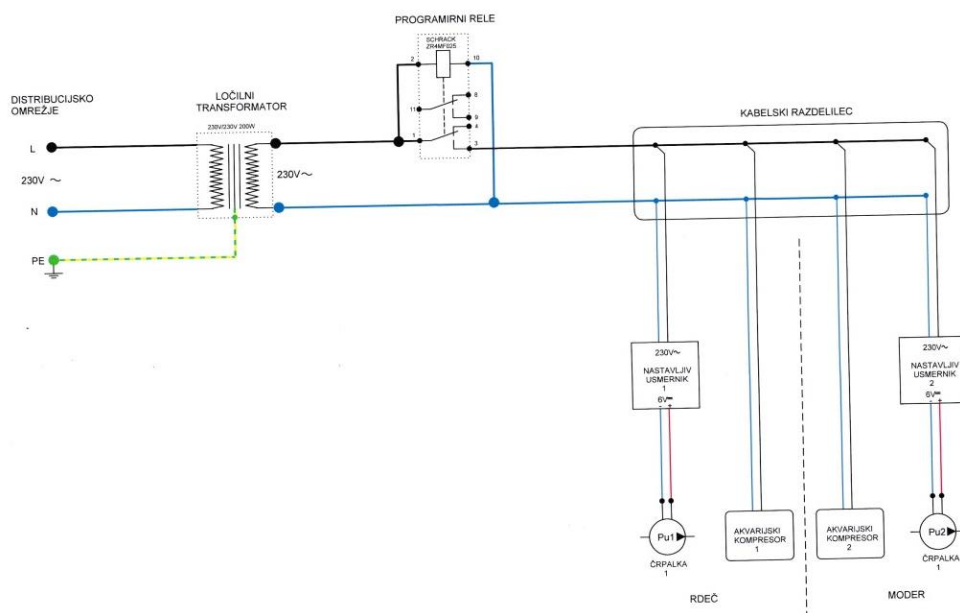
Ugotovila sva, da gibanje tekočine ne bo vidno, ko se cevke napolnijo z tekočino. Razmišljala sva o dodajanju bleščic, kot jih imajo steklene krogle. Nato sva dobila idejo, da bi spustili mehurčke. Opozorili so naju, da to postopoma »zaduši« črpalko.

Po nasvetu in pod mentorstvom sva krogoma dodala še kompresor - kompresorja ne moremo regulirati, zato ker dela na omrežno napetost 230 V 50 Hz. V praksi to pomeni, da smo dovajanje zraka iz kompresorja in število mehurčkov v »krvi« regulirali s pomočjo ventila za cev.

Usmernik je bil najprej nastavljen na 12 voltov in je voda prehitro krožila oziroma je prišlo v vodni krog premalo zračnih mehurčkov – z mehurčki sva želela ponazoriti pretok vode – ker je voda prozorna se v cevi ne bi dobro videlo kroženje vode, to je za videče in za slabovidne. Zato sva z regulacijo usmernika znižala moč črpalke. S tem sva v vodni krog dobila željeno količino vodnih mehurčkov.

Cevi sva pritrdila s pomočjo vezic in izvrtanih lukenj. Ko je bila prednja stran urejena, sva na zadnji strani prilagodila dolžino cevi. Za boljšo preglednost sva jih pritrdila z vezicami.

Najprej sva predvidela, da bosta posodi v spodnjem predalu (polici), vendar je zaradi višinske razlike med spodnjim in zgornjim delom kroga prevladala ideja, da posodi predstaviva na zgornjo polico. Zaradi varnosti sva jo pritrdila z lesnim vijakom in vezico. Potem smo oba kroga zagnali.



Slika 26: Električna shema, izdelana s programom sPlan 7.0 (Avtor: Boštjan Gorišek)

Najbolj naju je skrbelo ali bosta kompresorja imela zadosten tlak za vpihovanje zraka v vodni krog. Če je kompresor prešibek oziroma vodna črpalka premočna, pride premalo ali sploh nič mehurčkov v cev. Če je vodna črpalka premočna se lahko zgodi, da potisne vodo v kompresor. Če kompresor zaženemo pred črpalko, pride zrak v vodno črpalko, zato črpalka dela na prazno in ne potegne vode – če dela dlje časa brez tekočine se lahko uniči. Zato je potrebno paziti, da imamo v posodi vedno dovolj vode. Zgodilo se nama je, da je kompresor, kljub zadostni količini vode, vpihnil zrak v črpalko, ker sva ga zagnala pred njo.

Rdeči krog je močnejši, zato ima manj mehurčkov kot modri venski, kjer je tlak manjši, in kri teče počasneje to smo hoteli ponazoriti s količino mehurčkov zraka v krogu.

Ugotoviti moč kompresorja je bila bolj loterija, kot znanstvena ugotovitev. Le kako izračunati potrebno moč kompresorja, ki ima dan le podatek o pretoku v l/min ne pa tudi o tlaku (barih), podatkov za črpalko ne veva, hkrati pa bi morala upoštevati še presek cevi. Za naju je še prevelika uganka, ki sva jo rešila z metodo poskušanja regulirati pretok zraka iz kompresorja ter regulacijo števila vrtljajev črpalke s pomočjo regulacije napetosti.

Cev iz kompresorja do tam kjer se meša voda in zrak sva speljala navzgor ter nato navzdol in s tem preprečila, da bi črpalka vodo potisnila v kompresor. Kompresor sva dodatno zavarovala z ventilom za cev, s katerim bi po potrebi lahko regulirala dotok zraka. Kompresor sva pritrdila z vezicami in tako zagotovila varnost pri premikanju modela, tudi v primeru, če bi kdo »butnil« vanj.

2 usmernika in 2 črpalki imamo priključene – za to smo potrebovali razdelilec s kablom, katerega smo pritrdili s pomočjo vezic na spodnji del modela.

Želela sva ponazoriti utripanje srca. To sva si zamislila tako, da bi črpalka in kompresor izmenično prižigala in ugašala ter tako ponazorila bitje srca. Za vklapljanje in izklapljanje naprav sva potrebovala nekoga, ki bi to počel ročno na stikalu razdelivca. Vendar ni to nič zabavno in je nezanesljivo. Iskala sva napravo, ki bi izmenično prekinjalo in vklapljalo električni tok.

Če bi želeli, da vsaka naprava deluje s to frekvenco, bi potrebovali za vsako napravo svoj rele. Da bi en rele krmilil vse naprave hkrati, bi ga morali namestiti čisto na začetek, pred razdelilec.

Na internetu sva našla kar nekaj elektronskih naprav, ki bi omogočale to funkcijo. Izposodila sva si Schrack-ov programirni rele ZR4MF025. Treba je povedati, da sva najprej preizkusila različne funkcije.

Vezava: Priključni kabel smo z nožem previdno prerezali in olupili na razdalji 10 cm. Rjav (faza) in moder (nula) vodnik smo na sredini prekinili. Priključke smo s kleščami za snemanje izolacije olupili v dolžini 15 mm. Na dovodni rjav vodnik smo dodali še dodaten rjav vodnik, ki služi za mostiček. Na oba vodnika smo nataknili rdečo votlico (1,5 mm²) ter jo stisnili s kleščami za stiskanje votlic. Na drugi del mostička smo prav tako namestili votlico. Rjava vodnika smo priključili na priključek 2 in 1 podnožja releja. Rjav vodnik, ki poteka do razdelilca smo prav tako olupili in nanj namestila votlico, jo stisnili s kleščami za stiskanje ter priključili na priključek 3 releja. Rumeno-zelenega ozemlitvenega vodnika nismo prekinjali.

Modra vodnika smo olupili in skupaj stisnili v votlico ter priključili na priključek 10. Rele omogoča 10 različnih funkcij delovanja. Izbrali smo funkcijo takta, tako, da smo gumb za funkcije nastavila na b, na grafu (narisanem na strani releja) pa vidimo, da deluje kot takt rele (izmenično vklapljanje in izklapljanje naprave). Čas smo nastavili na 10 sekund in ga s fino regulacijo nastavili na približno 0,1 oz. v našem primeru približno 65 utripov na minuto. (Najprej zvežeš po načrtu in potem sprogramiraš.)

Na kratko: Dovodni kabel smo prekinili, rjav vodnik (faza) smo priključili na priključek št. 2 podnožja, hkrati pa smo na točko 1 kontakta z mostičkom pripeljali fazno napetost iz priključka 2. Na točko 10 smo priključili moder (nula) vodnik, kateri se nadaljuje na razdelilec. Rjav vodnik iz razdelivca pa smo priključili na drugi del kontakta, priključek 3. rumeno-zeleni ozemljitveni vodnik nismo prekinjali.

Poleg sva z vijakom pritrdila podnožje za programirni rele. Zaradi dodatne varnosti napetosti dotika smo priključek dovodnega kabla priključila v ločilni transformator. Ločilni transformator nam galvansko (električno) loči napravo od omrežja.

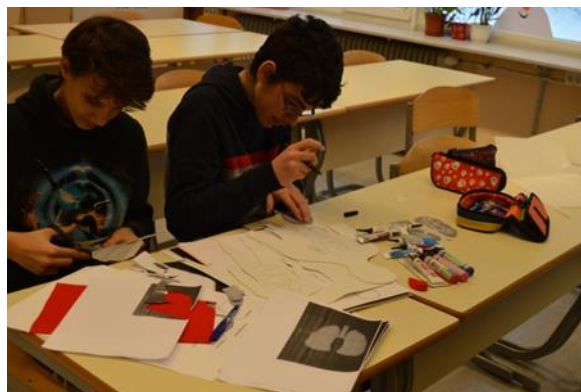
3.4 Izdelava knjižice

Izdelava spremne knjižice je bila mnogo lažja kot izdelava lesenega človeka ali pa napeljevanje cevi za krvožilje.

Na internetu sva izbrala obliko človeka in jo večkrat natisnila. Izrezan model sva prenesla na belo penasto gumi (moosgummi) (upoštevala sva še kontrast s podlago za slabovidne).



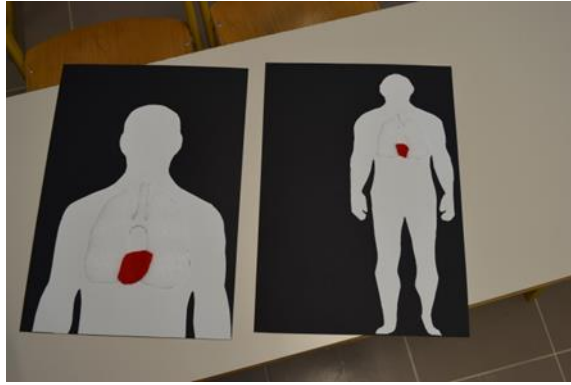
Slika 27: Izbira modela človeka.



Slika 28: Izrezovanje modela človeka.

Mentorica nama je priskrbela dva črna lista formata A3. Na lista sva nato prilepila naš model človeka. Nato sva na model človeka prilepila še pljuča, ta smo dobili z enakim postopkom kot z izdelavo modela človeka.

Uporabila sva različne materiale in barve, da bodo lahko slepi in slabovidni začutili različne organe. Na enak način je nastalo tudi srce.



Slika 29: Izris položaja pljuč in nameščenje srca.

Vse organe sva nato nalepila na model človeka. Na koncu sva z barvnimi kurturami narisala mali in veliki krvni obtok. Počakala sva da, se je vse skupaj posušilo na koncu pa sva izdelku naredila legendo in ga fotografirala.



Slika 30: Uporaba barvnih kontur.



Slika 31: Risanje krvnega obtoka.

4 ZAKLJUČEK

Cilj je bil, da bi Mii naredila taktilni model za lažje učenje. Ob iskanju rešitev za izdelavo modela krvožilja, ki bi Mii pomagal razumeti delovanje krvožilja sva ugotovila, da bo model lahko koristen in uporaben tudi za druge učence. Naredila sva model malega in velikega krvnega obtoka, lasten model srca in knjižico z legendo.

Najtežja naloga je bilo povezovanje in vstavljanje cevi, nameščanje črpalke, kompresorja in pravilna vezava vseh naprav. Brez pomoči g. Boštjana Goriška ter hišnikov Primoža Horjaka in Damjana Kneza, tega izziva ne bi uspela opraviti.

Zelo zahtevna je bila tudi izdelava srca, zato sva se odločila za nakup modela srca, ki sva ga uspešno vključila v krvožilni sistem na lesenem modelu človeškega trupa. Na koncu sva s pomočjo dijaka Gimnazije Celje – Center, Mitje Suvajaca uspela izdelati lasten model srca, pri čemer je pomembno tudi to, da nama kalup srca omogoča hitro izdelavo dodatnih modelov srca za potrebe pouka ali za učence drugih šol.

S pripravo knjižice sva prav tako imela nekaj težav. Do napake je prišlo, ko se je barvna kontura razlila po knjižici, vendar sva z dobro voljo in potrpežljivostjo popravila tudi to in vse se je dobro izšlo. Na žalost nisva uspela izdelati popolnoma pravilnega kroženja tekočine po cevkah, ki predstavljajo krvožilje, saj izhodi žil iz srca niso na popolnoma pravih mestih. Krvožilje sva morala ločiti na dva ločena krvotoka, ki pa nista ločena tako, kot je to značilno za človeško telo - na mali in veliki krvotok. Vseeno pa sva uspela zelo dobro prikazati lego obeh krvotokov, potovanje krvi po njih, razliko v funkciji arterij in ven in lego ter delovanje srca.



Slika 32: Mia preizkuša delovanje modela krvožilja.

Mia je model dobro sprejela, saj so se ji materiali, ki sva jih uporabila, zdeli privlačni in raznoliki. Prepoznala je različni strukturi cevk; aorto in veno, ob cevkah je sama našla puščici in ugotovila pravilno smer kam kažejo. Kjer se cevi prepletajo (pretok kisika oz. CO₂) je sama ugotovila, kaj bi to lahko pomenilo. Srce ji smrdi - pravi da ga je treba umiti ali odišaviti. Najprej ga je pretipala brez motorja, potem sva zagnala motor - bila je zelo presenečena; srce se je zaradi poganjanja tekočin skozi srce malo zatreslo in je to razumela, kot utrip. Sama je raziskovala, model se ji je zdel primerno velik, razlago krvnega obtoka je ob tipanju hitro razumela. To je bil najin cilj, da samostojno odkriva stvari ob pomoči razlage in vodenja po modelu, dokler ga ne spozna. Videti je bilo, da uživa v raziskovanju. Bilo je napeto. Vse je pretipala, veliko je spraševala. Z veseljem sva ji odgovorila in jo usmerjala.

Misliva, da sva nalogo opravila uspešno. Vedela sva, da naloga ne bo mačji kašelj, zato sva prosila za dodatno podporo doma in na šoli. Še posebej sva za vso pomoč, spodbude, čas in izkušnje hvaležna najini mentorici **prof. Jasmini Oblak**.

6 VIRI IN LITERATURA

Brvar, R. (2009), Didaktične igrače za slepe in slabovidne. Pridobljeno 29. 12. 2016, s

[https://vkljucitev.wordpress.com/preproste-didakticne-igrace-za-slepe-in-](https://vkljucitev.wordpress.com/preproste-didakticne-igrace-za-slepe-in-slabovidne/)

[slabovidne/](https://vkljucitev.wordpress.com/preproste-didakticne-igrace-za-slepe-in-slabovidne/).

Brvar, R. (2010). Dotik znanja: slepi in slabovidni učenci v inkluzivni šoli. Ljubljana: Modrijan.

Brvar, R. (2012). Izdelava tipnih slik in prikazov. Prevezeto 18. 2. 2016 iz Roman

Dolar, M. (1967). Cunk Manić, Vera; Tarman-Šmit, Ida: Anatomija in fiziologija človeka: učbenik za programe Zdravstvena nega, Farmaceutski tehnik, Zobotehnik, Kozmetični tehnik in Tehnik laboratorijske biomedicine

Žolgar, I. in Kermauner, A. (2006). Poznavanje slepih in slabovidnih učencev – pot do ustrezne obravnave. Ljubljana: Sodobna pedagogika, 2006.

Brvar Iz prakse za prakso: <http://vkljucitev.wordpress.com/izdelava-tipnih-slik-in-prikazov>

<https://rtvslo.si/dostopno/clanki/396> (27. 2. 2018)

<https://www.amazon.com/Learning-Resources-Human-Body-Model/dp/B0012OELR6> (27. 2. 2018)

<https://www.anatomystuff.co.uk/anatomical-models/organ-anatomy-models.html> (27. 2. 2018)

<https://www.thingiverse.com/thing:45830>. (15. 2. 2018)

<https://www.thingiverse.com/thing:1005602> (15. 2. 2018) – pljuča, če se ne uporabi, se vir odstrani

<https://vkljucitev.wordpress.com/slepi-in-slabovidni-ucenci-v-integraciji/> (1. 3. 2018)

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Srce> (1. 3. 2018)

[https://www.ebay.co.uk/itm/Halloween-Human-Heart-Prop-Decoration-Realistic-Life-Size-Chop-](https://www.ebay.co.uk/itm/Halloween-Human-Heart-Prop-Decoration-Realistic-Life-Size-Chop-Shop-Blood-)

[Shop-Blood-Bloody/351344784338?ssPageName=STRK%3AMEBIDX%3AIT&var=620470919614&trksid=p2060353.m2749.l2649](https://www.ebay.co.uk/itm/Halloween-Human-Heart-Prop-Decoration-Realistic-Life-Size-Chop-Shop-Blood-Bloody/351344784338?ssPageName=STRK%3AMEBIDX%3AIT&var=620470919614&trksid=p2060353.m2749.l2649) (27. 2. 2018)