



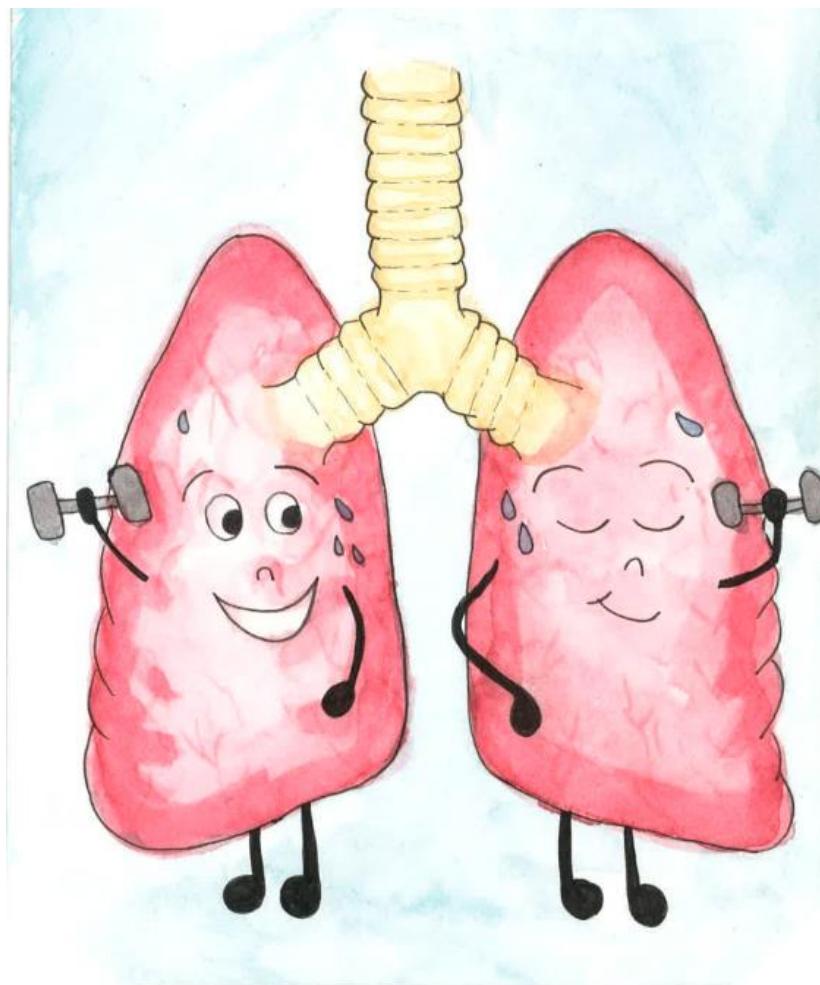
Osnovna šola Pohorskega odreda
Slovenska Bistrica



RAZISKOVALNA NALOGA

KOL'K PA TI PIHNEŠ?

Raziskovalno področje: BIOLOGIJA



Avtorce:

Gala Aurendnik
Paulina Potočnik
Johana Unuk

Mentorja:

Asja Perhoč
Prof. biologije in kemije
Dipl. ekologinja naravovarstvenica (UN)

Miran Lovrenčič
Prof. tehnike in tehnologije in fizike

Zahvala

V prvi vrsti bi se rade zahvalile odličnima mentorjema naši nalogi, profesorju proizvodno-tehnične vzgoje in fizike, gospodu Miranu Lovrenčiču, ter profesorici biologije in kemije gospe Asji Perhoč. Zahvaljujemo se tudi profesorici slovenščine in angleščine gospe Nini Ančić za lektoriranje ter prevod povzetka, uvoda in zaključka v angleški jezik.

Seveda pa gre zahvala vsem sodelujočim v poskusu ter vsem učiteljem in učiteljicam, ki so nas opravičili od pouka za namene raziskovalnega dela.

Za pomoč bi se rade zahvalile tudi gospe knjižničarki Darji Plavčak, ki nam je pomagala poiskati vso gradivo, na katerem smo osnovale našo nalogu.

Posebna zahvala gre dr. Marku Bombeku, ki nam je pomagal razumeti proces spirometrije in nam odgovoril na mnoga vprašanja.

Hvala tudi prijateljici Oliviji Prešern, ki je polepšala našo prvo stran raziskovalne naloge.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	7
1.1	NAMEN	7
1.2	HIPOTEZE.....	7
1.3	CILJI.....	7
2	TEORETIČNI DEL.....	8
2.1	DIHALNA POT	8
2.2	PLJUČA	8
2.3	PLJUČNO DIHANJE	9
2.3.1	DIHALNE MIŠICE	10
2.4	PLJUČNA OBOLENJA.....	11
2.4.1	KOPB (kronična obstruktivna pljučna bolezen)	11
2.4.2	Astma	11
2.4.3	Rak na pljučih	11
2.4.4	Pljučnica.....	11
2.5	PLJUČNA KAPACITETA	12
2.6	SPIROMETRIJA.....	12
2.6.1	VRSTE SPIROMETROV	13
2.6.1.1	Tlačni spirometer.....	13
2.6.1.2	Spirometer s turbino	13
2.6.1.3	Spirometer z vročo žico.....	13
2.6.1.4	Ultrazvočni spirometer.....	13
2.7	SLOVAR.....	13
3	EMPIRIČNI DEL.....	14
3.1	POTEK DELA	14
3.1.1	OBISK PULMOLOŠKE AMBULANTE	14
3.1.1.1	PREISKAVA PLJUČNE FUNKCIJE	14
3.1.1.2	POGOVOR S PULMOLOGOM.....	15
3.1.2	IZDELAVA SPIROMETRA	17
3.1.3	MERJENJE VITALNE KAPACITETE UČENCEV	21
3.2	METODOLOGIJA DELA	22
3.2.1	METODE DELA	22
3.2.2	RAZISKOVALNI VZOREC	22
3.2.3	POSTOPKI ZBIRANJA IN OBDELAVE PODATKOV	22
3.3	REZULTATI IN INTERPRETACIJA	22
4	RAZPRAVA.....	26
5	ZAKLJUČEK.....	27
5.1	IZHODIŠČA ZA NADALJNO RAZISKAVO	27
6	VIRI IN LITERATURA.....	28
7	PRILOGE	30
7.1	PRILOGA 1: NAČRT IZDELAVE SPIROMETRA.....	30
7.2	PRILOGA 2: TABELE MERITEV S SPIROMETROM	38
7.3	PRILOGA 3: TABELE MERITEV	40
7.4	PRILOGA 4: NAŠE MERITVE PRI DR. BOMBEKU	42

KAZALO SLIK

Slika 1: Dihalna pot in pljuča. (Britovšek M., 2011).....	8
Slika 2: Zgradba pljuč. (Wikipedija, 2023)	8
Slika 3: Vdih in izdih. (Naravoslovje in tehnika, spletni učbenik).....	9
Slika 4: Prikaz prostornine vdiha in izdiha v odvisnosti od časa. (M. Česnik, 2016)	9
Slika 5: Tipične vrednosti volumnov in kapacitet. (Žunkovič M., 2009).....	10
Slika 6: Prsni koš. (Anatomy and Physiology, 2013)	10
Slika 7: Merjenje vitalne kapacitete v ordinaciji dr. Bombek. (osebni arhiv)	14
Slika 8 in Slika 9: Rezultati meritev v pulmološki ambulanti. (osebni arhiv).....	14
Slika 10: Spirometra na tržišču.(osebni arhiv).....	16
Slika 11: Skica spirometra. (osebni arhiv)	17
Slika 12: Izdelovanje stojala. (osebni arhiv)	18
Slika 13: Stirodurasta utež pred struženjem. (osebni arhiv)	18
Slika 14: Vrtanje lukanj v leseno, valjasto utež. (osebni arhiv).....	19
Slika 15: Lesena, valjasta utež z luknjami. (osebni arhiv).....	19
Slika 16: Plastična valja. (osebni arhiv).....	20
Slika 17: Plastični valj z luknjami. (osebni arhiv)	20
Slika 18: Spirometer med čiščenjem. (osebni arhiv)	20
Slika 19: Tabela meritev. (osebni arhiv).....	21
Slika 20: Končni izdelek. (osebni arhiv).....	21

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Odstotek odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri dekletih osmošolkah.....	22
Graf 2:Odstotek izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri dekletih devetošolkah.	23
Graf 3: Odstotek izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri fantih osmošolcih.....	23
Graf 4: Odstotek izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri fantih devetošolcih.....	24
Graf 5:Odstotek odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri dekletih in fantih.	24
Graf 6: Odstotek odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč v odvisnosti od povprečne višine.	25

KAZALO TABEL

Tabela 1: Meritve osmošolk.....	38
Tabela 2: Meritve devetošolk.....	38
Tabela 3: Meritve osmošolcev	39
Tabela 4: Tabela meritev devetošolcev.....	39
Tabela 5: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri osmošolkah.....	40
Tabela 6: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri devetošolkah.....	40
Tabela 7: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri osmošolcih.	40
Tabela 8: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri devetošolcih.	41
Tabela 9: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri dekletih.....	41
Tabela 10: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri fantih.	41
Tabela 11: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč v odvisnosti od povprečne višine.	41

POVZETEK

Ste se kdaj vprašali, kol'ko lahko pihnete? Tudi me smo se to spraševale, zato smo se odločile, da bo naša naloga temeljila na pljučni kapaciteti, s tem pa smo se navezale na spirometrijo. Spirometrija se sprva mnogim sliši kot težek pojem, vendar gre zgolj za preiskavo, s katero preizkusimo pljučno funkcijo. Ta preiskava se opravlja s spirometrom, uporablja pa se za merjenje pljučnega volumna ter za odkrivanje in spremljanje stanja pljučnih bolezni. Medtem kose spriometer večinoma uporablja v medicini, smo ga me uporabile za opazovanje dejavnikov, ki vplivajo na pljučno kapaciteto. V našem eksperimentu smo izdelale in uporabile lasten spriometer. Z njimi smo izmerile pljučno kapaciteto učencev 8. in 9. razreda naše šole. Za nasvet in koristne informacije o pljučih in spirometriji smo se obrnile na pulmologa, dr. Marka Bombeka iz Zdravstvenega doma Slovenska Bistrica.

ABSTRACT

Have you ever wondered how much you can blow? We have been asking that too, so we have decided that our research will be based on lung capacity, thus relating to spirometry. Spirometry sounds like a difficult concept to many at first, but it is merely a way of measuring how well your lungs are functioning. This is performed with a spriometer and it is used to measure lung volume and to detect and monitor the condition of lung diseases. While spriometer is mostly used in medicine, we have used it to observe factors that affect lung capacity. In our experiment we have constructed and used our own spriometer with which we have measured the lung capacity of students in eighth and ninth grade of our school. We have consulted a pulmonologist dr. Marka Bombeka from the Health Centre Slovenska Bistrica for advice and useful information about lungs and spirometry.

1 UVOD

Vse nas kdaj morijo vprašanja. Ta so lahko čisto običajna kot: *Kaj je danes za malico?* ali: *Kaj bom imel jutri oblečeno?* medtem ko druga nosijo več teže in nas ne minejo. Na nekatera vprašanja lahko dobimo odgovor od drugih, na druga moramo odgovor najti sami. Vprašanje, ki smo si ga zastavile me, je: *Kolk pa ti pihneš?*

To vprašanje nas mori že od poletja, odkar smo prebrale knjigo z naslovom *The Wim Hof Method*. Tanam je po njegovih dihalnih vajah dala misliti: da ljudje prekratek čas vdihujemo in izdihujemo zrak, da bi se morali vsak dan vzeti pet ali deset minut za umiritev dihanja in bitja srca, ki sta pomembni funkciji v človeškem telesu, čeprav ju večina jemlje za samoumevni. Ob začetku šolskega leta smo začele aktivno iskatki odgovore na naša vprašanja. Takrat smo prvič slišale za spirometrijo in različne pljučne volumne, tema pa nas je tako navdušila, da smo se odločile nanjo napisati raziskovalno nalogu. V našem iskanju odgovora na to vprašanje smo se srečale s pljučno kapaciteto in spirometrijo. Podrobnejše smo spoznale delovanje pljuč in dejavnike, ki vplivajo na njih, prav tako pa smo bile seznanjene s pljučnimi boleznimi in njihovim vplivom na pljučne volumne. Kasneje smo oblikovale eksperiment, ki je vključeval učence 8. in 9. razreda naše šole, in z njim raziskovale različne dejavnike, ki vplivajo na pljučno kapaciteto ter povprečni pljučni volumen.

Povezale smo se tudi s pulmologom dr. Bombekom iz zdravstvenega doma Slovenska Bistrica, ki nam je pomagal boljše razumeti proces same spirometrije in nam odgovoril na različna vprašanja.

1.1 NAMEN

Namen naše naloge je raziskati, kateri dejavniki vplivajo na pljučno kapaciteto in kolikšen je povprečen pljučni volumen učencev 8. in 9. razreda naše šole.

1.2 HIPOTEZE

Pred raziskovanjem smo si zastavile naslednje hipoteze:

1. Astma in druga pljučna obolenja ne vplivajo na vitalno kapaciteto.
2. Moški imajo v povprečju večjo vitalno kapaciteto kot ženske.
3. Kadilci imajo manjšo vitalno kapaciteto kot nekadilci.
4. Športniki, še posebej tisti, ki veliko delajo na fizični kondiciji, imajo večjo vitalno kapaciteto, kot tisti, ki se ne ukvarjajo s športom.

1.3 CILJI

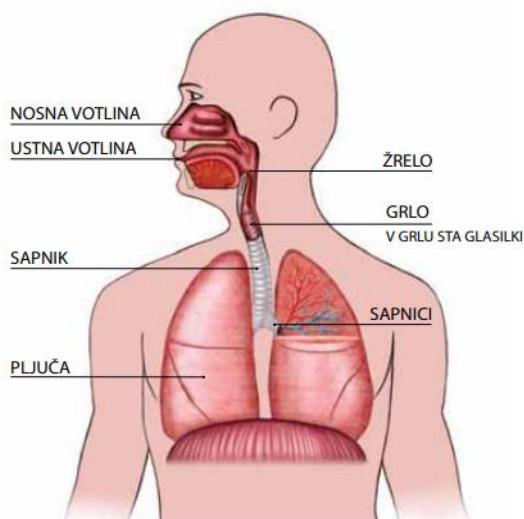
Naši cilji so:

1. Raziskati, ali imajo pljučna obolenja vpliv na vitalno kapaciteto.
2. Če in koliko vpliva spol na vitalno kapaciteto.
3. Vpliv kajenja na pljučno kapaciteto.
4. Kako različne športne dejavnosti vplivajo na vitalno kapaciteto.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 DIHALNA POT

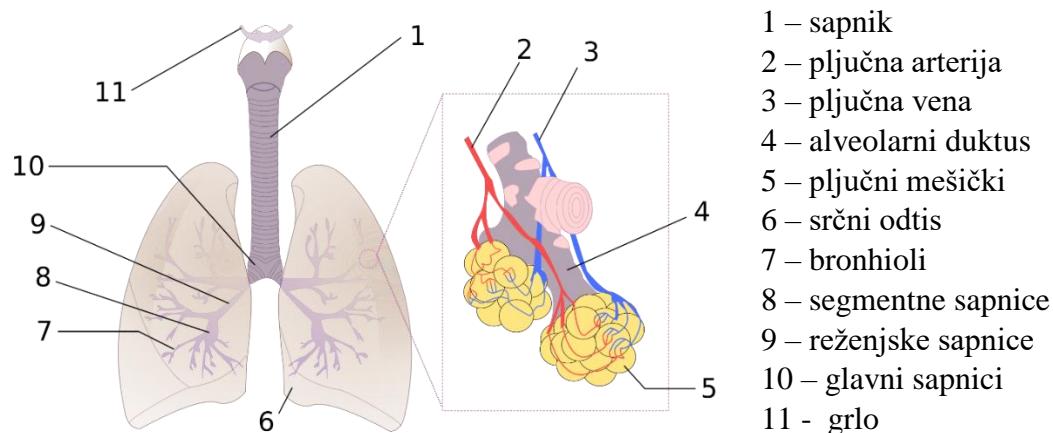
Dihalna pot se začne pri vdihu skozi nosno ali ustno votlino. Vdihan zrak potuje skozi žrelo, grlo in sapnik v pljuča. Ta se ob vdihu napolnijo z zrakom in se razširijo. Zrak v pljučih napolni pljučne mešičke, v katerih poteka izmenjava dihalnih plinov med zrakom in krvjo. Pljučni mešički so prepredeni s kapilarami, po katerih priteče kri, v kateri je ogljikov dioksid. Kri odda ogljikov dioksid v pljučni mešiček, iz pljučnega mešička pa sprejme kisik. Ko se v krvi izmenjata kisik in ogljikov dioksid, pride do izdiha. (Naravoslovje in tehnika, spletni učbenik)



Slika 1: Dihalna pot in pljuča. (Britovšek M., 2011)

2.2 PLJUČA

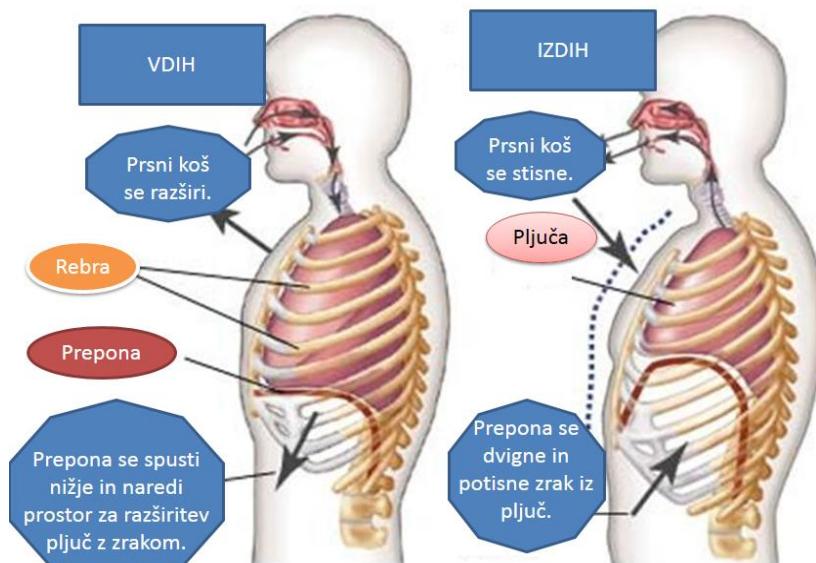
Pljuča so organ, ki spada v organski sistem dihal. Sestavljena so iz levega in desnega pljučnega krila, med njima pa je medpljuče. Desno pljučno krilo je širše, leži nekoliko nižje in ima tri režnje. Levo pljučno krilo leži višje, je ožje in ima dva režnja. Osnovna naloga pljuč je izmenjavanje dihalnih plinov med zrakom in krvjo. (Česnik M., 2016)



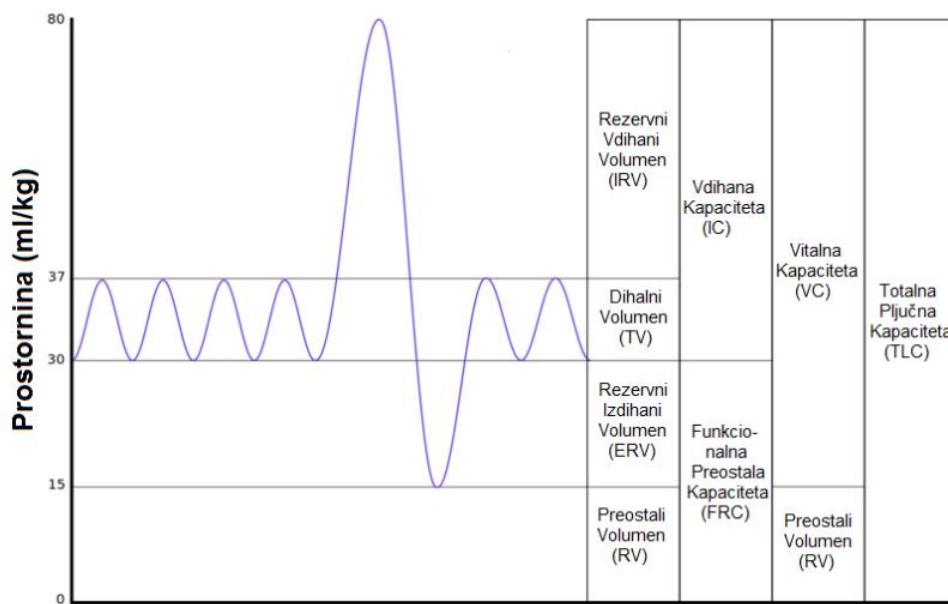
Slika 2: Zgradba pljuč. (Wikipedija, 2023)

2.3 PLJUČNO DIHANJE

Pljučno dihanje je mehanski (fizični) proces, ki je odvisen od sprememb prostornine pljuč in tako tudi od sprememb tlakov v prsnici votlini, ki povzročijo, da difuzija traja tako dolgo, dokler se tlaki ne izenačijo. Oskrba celic s kisikom se začne z zunanjim dihanjem, ki je izmenjava dihalnih plinov (kisika in ogljikovega dioksida) med krvjo v pljučnih kapilarah in zrakom v pljučnih mešičkih. Ko vdihnemo, se kisik z difuzijo prenese skozi stene pljučnih mešičkov v kri, ki potuje po žilah in nato z difuzijo stopi v celice. (Dolinar M. idr., 2015)



Slika 3: Vdih in izdih. (Naravoslovje in tehnika, spletni učbenik)



Slika 4: Prikaz prostornine vdihja in izdiha v odvisnosti od časa. (M. Česnik, 2016)

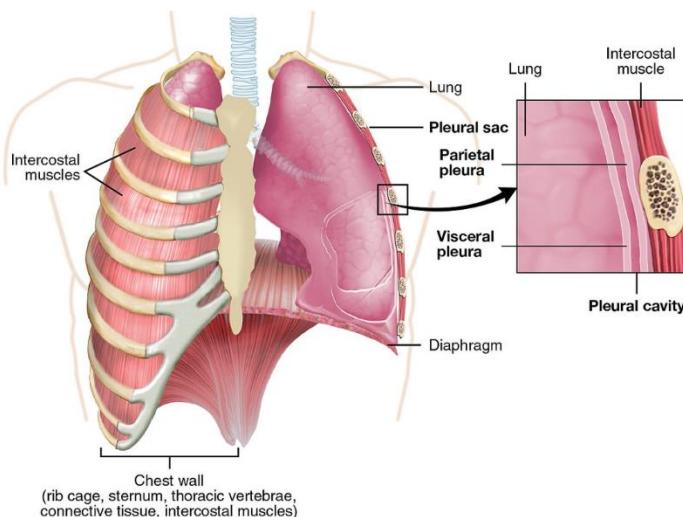
Volumni in kapacitete	Tipične vrednosti [L]
TV (dihalni volumen)	0,4 - 0,5
VC (vitalna kapaciteta)	3,4 - 4,5
RV (rezidualni volumen)	1,5 - 1,9
TLC (totalna pljučna kapaciteta)	4,9 - 6,4
FRC (funkcionalna rezidualna kapaciteta)	2,6 - 3,4
IC (inspiratorna kapaciteta)	2,3 - 3,0
IRV (inspiratori rezervni volumen)	1,9 - 2,5
ERV (ekspiratori rezervni volumen)	1,1 - 1,5

Slika 5: Tipične vrednosti volumnov in kapacitet. (Žunkovič M., 2009)

2.3.1 DIHALNE MIŠICE

Poleg pljuč pri pljučnem dihanju sodelujejo tudi dihalne mišice. Te se delijo na dva tipa: inspiratorne, ki ob vdihu dvigujejo prsniki koš, in ekspiratorne, ki ob izdihu spuščajo prsniki koš. Primarna inspiratorna mišica (obenem tudi najpomembnejša dihalna mišica) je diafragma oz. trebušna prepona. Ta se ob normalnem vdihu spusti za 1 do 2 cm, pri globokem vdihu pa se lahko spusti tudi do 10 cm.

Med ekspiratorne mišice prištevamo mišice trebušne stene in mišice prsnega koša. V primeru pospešenega dihanja ali pljučnih obolenj pa lahko tako poimenujemo tudi inspiratorne mišice, ki v taki situaciji ekspiratornim mišicam pomagajo pri izdihu. (Žunkovič M., 2009)



Slika 6: Prsni koš. (Anatomy and Physiology, 2013)

2.4 PLJUČNA OBOLENJA

Katerakoli bolezen ali stanje, ki okvari dihalne poti ali sama pljuča, je bolezen dihal. Danes poznamo okoli 1000 bolezni in bolezenskih stanj. Te so tudi danes najpogosteji vzrok smrti pri otrocih in eden najpogostejših vzrokov smrti pri odraslih. Bolezni dihal delimo na obstruktivne (pride do zoženja dihalnih poti, kar vodi v otežen izdih) in restriktivne (okvara pljučnega tkiva). Obstruktivne bolezni se zdravijo z zdravili, ki pomagajo odpreti dihalno pot, restriktivne pljučne bolezni pa se v primeru dolgotrajnega vnetja lahko zdravijo z zdravili, ki zavirajo imunski sistem. Obe vrsti obolenj pa se lahko zdravita s kisikovo terapijo.

2.4.1 *KOPB (kronična obstruktivna pljučna bolezen)*

Bolezen se diagnosticira in spremlja s spirometrom. V primeru obolenja s KOPB ima bolnik manjši FEV₁, VK pa je lahko še vedno dokaj normalna. Pri bolniku s KOPB je razmerje FEV₁/VK manjše (od 0,5 do 0,6) kot pri zdravi osebi (povprečno 0,8) zaradi zapore dihal. KOPB dobijo večinoma kadilci. Te okvare se ne da nikoli več normalizirati in ostane skoraj nepopravljiva.

2.4.2 *Astma*

Astma je zapletena pljučna bolezen, ki jo lahko povzroči kombinacija dejavnikov (okolje, življenjski pogoji, geni). V povprečju se pojavi do 13. leta starosti. Astmatiki nimajo težav pri vdihu, temveč pri izdihu. Tem po globokem vdihu nekaj pri izdihu stisne sapnico. Zrak, ki obtiči pred oviro, se skuša prebiti iz pljuč in ob tem povzroča piskajoč zvok. Bolniku se zdi, kot da mu primež stiska sapnico, ti primeži pa so lahko na različnih mestih in različno močni. Vzroki za astmatični napad so lahko duševna obremenitev, strah, konflikti, pričakovanja pomembnih dogodkov ... Astma se zdravi s prekinjanjem napada, sicer pa z zniževanjem nagnjenja do napadov.

2.4.3 *Rak na pljučih*

To je restriktivno obolenje, ki se lahko razvija po tudi dvajset let ali več. Zanj je značilno, da vsako leto odkrijejo veliko novih bolnikov, med njimi je več kadilcev kot nekadilcev. Značilnosti so težko dihanje, piskanje, trdovraten kašelj, utrujenost in nepojasnjeno hujšanje.

2.4.4 *Pljučnica*

Pljučnica je vnetje v pljučih, ki se pojavi zaradi različnih virusnih in bakterijskih okužb ali kemičnih dejavnikov. V pljučih se začne nabirati tekočina in celice, ki preidejo iz okvarjenega tkiva. Ponavadi traja okoli dva tedna, je pa vse odvisno od splošnega zdravja. (Šuškovič S., 2005, Lek d. d., Hoffman M., 2022)

2.5 PLJUČNA KAPACITETA

Pljučna oziroma vitalna kapaciteta je količina izdihanega zraka pri skrajnem izdihu po skrajnem vdihu.

Izmerijo se lahko različni pljučni volumni:

- Inspiratorni rezervni volumen (1500 – 2000ml) - zapolnjen volumen pri maksimalnem vdihu.
- Dihalni volumen (500 - 800ml) - zapolnjen volumen pri normalnem vdihu.
- Ekspiratorni rezervni volumen (800 - 1500ml) - izdihнемo samo pri maksimalnem izdihu, pri normalnem dihanju ostane noter.
- Residualni volumen (1000 - 1500ml) - ostane v pljučih tudi po maksimalnem izdihu.

Vitalna kapaciteta (VK, VC) je količina zraka, ki jo lahko izdihнемo po maksimalnem vdihu (inspiriju). Normalna VK je od 3500 do 5000ml.

Totalna kapaciteta = vitalna kapaciteta + residualni volumen

Optimalni VK izračun (telesna masa + višina):

- Moški → VK (ml) = višina (cm) × 25
- Ženske → VK (ml) = višina (cm) × 20

Izračun standardnega (optimalnega) VK po Cournandovi formuli:

- Moški → VK → $(27,63 - 0,112 \times \text{starost}) \times \text{višina (cm)}$
- Ženske → VK → $(21,78 - 0,101 \times \text{starost}) \times \text{višina (cm)}$ (Varl B., 1968)

2.6 SPIROMETRIJA

Spirometrija je najosnovnejši in najpogosteje uporabljen test oziroma preiskava pljučne funkcije. Z njim izmerimo FVC, FEV₁ in FEV₁/FVC. Normalni izmerjeni podatki so odvisni od različnih faktorjev, kot so spol, starost, višina in teža. Vsi ti dejavniki so zabeleženi na izvidu, na izvidu pa so tudi navedeni dejavniki, kot so sobna temperatura, vlažnost in tlak.

Z izvida so lahko razvidne še naslednje količine:

- Forsirana vitalna kapaciteta ob izdihu (FEC_{ex})
- Maksimalni ekspiratorni pretok ob 25% vitalne kapacitete (MEF 25)
- Maksimalni ekspiratorni pretok ob 50% vitalne kapacitete (MEF 50)
- Maksimalni ekspiratorni pretok ob 75% vitalne kapacitete (MEF 75)
- Maksimalni ekspiratorni pretok med 75% in 85% vitalne kapacitete (MEF 75 - 85)

Če želimo uspešno opraviti meritev VK s spirometrom, mora pacient biti pripravljen sodelovati. (Kupnik D, 2017, Varl B., 1986)

2.6.1 VRSTE SPIROMETROV

Poznamo več vrst spirometrov, ki so različno občutljivi, natančni in učinkoviti.

2.6.1.1 Tlačni spirometer

Tlačni spirometer je najpogosteje uporabljen spirometer. Pretok zraka se posredno meri preko tlačne razlike. Za ustvarjanje tlačne razlike se najpogosteje uporablja membrana ali snop ozkih cevi. Te vrste spirometer je občutljiv na temperaturo, vлагo in zračni tlak.

2.6.1.2 Spirometer s turbino

Zanj je značilno, da je v cev vgrajena turbina. Zrak povzroči vrtenje turbine, več ga je, hitreje se vrti. Hitrost vrtenja se zaznava z infrardečim detektorjem. Odvisnost tega spirometra od zunanjih dejavnikov je zanemarljiva.

2.6.1.3 Spirometer z vročo žico

Deluje z merjenjem ohlajanja tanke žice (običajno platinaste). Večinoma poda zelo natančne meritve. Natančnost njegovega merjenja močno odvisna od zunanjih dejavnikov.

2.6.1.4 Ultrazvočni spirometer

Izkorišča Dopplerjev efekt in ultrazvočne valove. (Česnik M., 2016)

2.7 SLOVAR

- Difuzija – pronicanje, razširjanje, razprševanje
- FEV₁ (forsiran ekspiratorni volumen) - količina izdihanega zraka v prvi sekundi izdiha, odseva pretok zraka
- VK (vitalna kapaciteta) - količina izdihanega zraka
- FVC (forsirana vitalna kapaciteta) - volumen zraka pri forsiranem izdihu po maksimalnem vdihu
- Dopplerjev efekt - fizikalni pojav, kjer zaradi gibanja vira nastane navidezna razlika v valovni dolžini zvoka ali svetlobe. (Žunkovič M., 2009, Sodelavci Medicinske fakultete v Ljubljani in drugi, 2023, Bajec A. idr, 2014)

3 EMPIRIČNI DELA

3.1 POTEK DELA

Potek dela smo razdelile na obisk pulmološke ambulante dr. Bombeka, izdelavo spirometra ter na meritve, ki smo jih izvedle z izdelanim spirometrom.

3.1.1 OBISK PULMOLOŠKE AMBULANTE

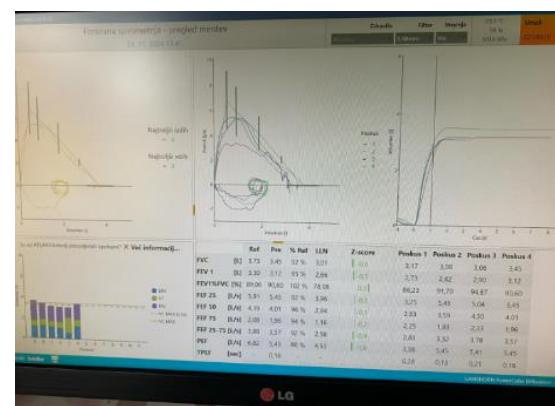
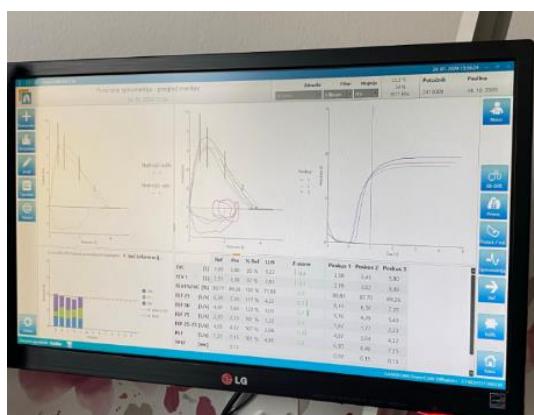
Pred izdelavo spirometra smo za nasvet o izdelavi obiskale pulmologa v Zdravstvenem domu Slovenska Bistrica, dr. Marka Bombeka. Ob obisku nam je diplomirana medicinska sestra gospa Natalija Čavničar najprej izmerila vitalno kapaciteto naših pljuč.

3.1.1.1 PREISKAVA PLJUČNE FUNKCIJE



Pred meritvijo smo morale izmeriti maso in višino ter podati informacije o spolu in starosti, ki v programu, katerega uporabljajo v ambulanti, vplivajo na ustreznost meritev. Gospa Čavničar nam je na nos dala ščipalko, da zrak iz pljuč ne bi uhajal iz telesa preko nosne votline. Ustnik, ki ga vsak pacient prejme posebej, smo morale objeti z ustnicami in enakomerno dihati. Spirometer je bil priključen na računalnik, zato so se na njem začele prikazovati meritve našega dihanja. Na znak medicinske sestre pa je sledil globok vdih in nato trenuten, močan izpih zraka. Merjenje je vsaka izmed nas trikrat ponovila, gospa pa je po merjenju iz računalnika natisnila naše meritve.

Slika 7: Merjenje vitalne kapacitete v ordinaciji dr. Bombek.
(osebni arhiv)



Slika 8 in Slika 9: Rezultati meritev v pulmološki ambulanti. (osebni arhiv)

3.1.1.2 POGOVOR S PULMOLOGOM

Z rezultati meritev, ki smo jih prejele pri medicinski sestri, smo nato stopile do dr. Bombeka, ki nam je naše meritve prijazno raztolmačil. Povedal nam je kaj vse merimo na spirometru in nam obrazložil oznake in grafe, ki so prikazovali stanje naših pljuč.

Dr. Bombeku smo zastavile naslednja vprašanja in na njih prejele odgovore.

Ali s spirometrom merimo vdih ali izdih?

S spirometrom merimo tako vdih kot izdih, odvisno od modela. Pri nekaterih enostavnejših samo izdih, pri večini pa oboje.

Kako deluje spriometer?

Spirometri so lahko od zelo preprostih, mehanskih, analognih, ki merijo kapaciteto na podlagi izdihanega volumna in do komplikiranih digitalnih, praviloma tlačnih, kjer se merijo predvsem pretoki in se posledično volumni izračunavajo, vse skupaj je digitalno podprt. Merimo volumne in pretoke pljučne funkcije oziroma posameznikovo kapaciteto pljuč in njegove pretoke.

Kako uporabljamo spriometer, na kaj moramo biti pozorni?

Spirometer mora biti seveda pravilno umerjen, najpomembnejše pa je, da se maksimalno potrudita in dasta vse od sebe tako preiskovanec, katerega merimo in preiskovalec, ki spriometrijo izvaja. Le tako so rezultati uporabni, ponovljivi in primerljivi.

Kaj so znaki, ki nakazujejo obstruktivno ali restriktivno bolezen?

Pri obstruktivni bolezni so pretoki znižani zaradi zoženih dihalnih poti, sploh FEV₁, krivulja pretok/volumen se konkavno usloči, zaradi zožanja dihalnih poti, del zraka ostane ujetega v pljučih na koncu izdiha, zato so tudi volumni/kapaciteta lahko znižani. Pri restriktivni motnji pa so volumni in kapaciteta znižani, hitrost pretoka ni problematična in je normalna, lahko je celo povečana, tako da je Tiffeneau index lahko normalen ali celo pri določenih stanjih fibroza) povečan. Krivulja pretok volumen je v celoti zmanjšana.

Kaj opazujemo pri uporabi spriometra, na kaj moramo biti pozorni?

Maksimalen vdih, maksimalen forsiran izdih, izdih mora trajati vsaj 6 sekund, dobra ponovljivost....

Kako pljučna kapaciteta (manjša/večja) vpliva na življenje posameznika, če sploh?

Pljučna kapaciteta se od posameznika do posameznika razlikuje, norma je umetno določena na podlagi porazdelitve normalnih vrednosti med zdravimi ljudmi v populaciji podobne starosti, teže, višine, spola in starosti. Nekateri imajo supranormalno, normalno ali subnormalno, pa vseeno ne čutijo nobenih težav. Seveda pa se zmanjšana pljučna kapaciteta lahko odraža na zmanjšani zmogljivosti, hitrejši zadihanosti.

Ali so pljučne bolezni vezane na pljučno kapaciteto in če, kako?

Seveda. Obstruktivne pljučne bolezni lahko zaradi ujetja zraka zmanjšujejo pljučno kapaciteto, zmanjšujejo jo tudi druge bolezni, restriktivne, bodisi zaradi izlivov, fibrose in brazgotin, bolezni, ki povzročajo zapore bronhov (tumorji), intersticijске bolezni pljuč, ki delajo pljuča manj elastična, bolj rigidna, pljuča se ob boleznih lahko krčijo.

Obstaja več različnih spirometrov. Kateri so najbolj natančni in ali so v njihovem delovanju velike razlike?

Najpogosteje se danes uporabljajo digitalni tlačni, ki pljučne volumne in pretoke digitalno s pomočjo natančnih senzorjev preračunavajo iz tlakov, volumnov in časa.

Na spletu smo zasledile naslednje vrste spirometrov. Kakšna je razlika med njimi? Nameravamo jih uporabiti tudi pri naših meritvah.

Pripomočka na slikah, nista namenjena merjenju pljučne kapacitete, temveč z njima bolniki, po kakšnih posegih trenirajo svoja pljuča oziroma izboljšujejo njihovo stanje.



Slika 10: Spirometra na tržišču.(osebni arhiv)

Kaj nam pove FEV₁?

Volumen forsiranega izdiha v 1. sekundi

Je kakšna razlika med pljučno in vitalno kapaciteto?

Vitalna kapaciteta je volumen zraka po maksimalnem izdihu (in po maksimalnem vdihu). Totalna pljučna kapaciteta pa je k vitalni kapaciteti dodan še volumen t.i. rezidualnega volumna, to je volumen zraka, ki še ostane v pljučih po maksimalnem izdihu.

Je možno narediti učinkovit spirometer doma? Na kaj moramo biti pozorni pri izdelavi le-tega?

Doma lahko izdelamo spirometer za merjenje vitalne kapacitete, medtem ko totalno pljučno kapaciteto ali pretoke težje merimo z doma izdelanimi napravami.

Ali je pljučna kapaciteta pomemben dejavnik za zdrava pljuča?

Seveda. Ni pa zadeva direktno primerljiva. Ne gre za absolutne vrednosti. Nekdo z manjšimi volumni/kapaciteto je lahko bolje zmogljiv kot nekdo z večjimi volumni. Še pomembnejši so pretoki na nivoju bronhov. Pri astmi ali kadilski okvari na primer je pljučna kapaciteta normalna, zaradi zoženih bronhov pa te kapacitete ne moreš normalno izkoristiti in lahko imaš veliko težav kljub normalni kapaciteti. In ker ima človek veliko 'rezerve', lahko na spirometriji že ugotavljamo nižjo ali padec pljučne kapacitete, človek pa še ničesar ne čuti in je subjektivno popolnoma normalno zmogljiv.

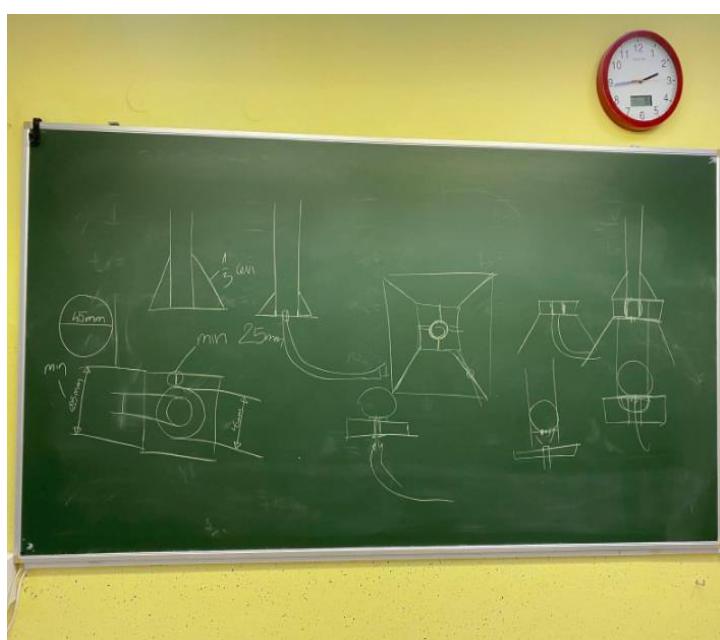
Je redno merjenje pljučne kapacitete priporočljivo?

Da. Tako kapacitete kot pretokov. Še posebej je pomembno spremeljanje gibanja/trenda pljučne kapacitete pri posamezniku, kar je pomembnejše kot primerjava med posamezniki. Tako lahko zaznamo poslabšanje stanja, poslabšanje osnovne bolezni, upad treniranosti, drugih stanj, še preden človek to dejansko čuti.

3.1.2 IZDELAVA SPIROMETRA

Pred raziskovanjem smo si zastavile vprašanje: kje dobiti spirometer? Pobrskale smo po raznih spletnih straneh in naročile dva različna spirometra, saj smo želele čim bolj točne rezultate. Po pogovoru z dr. Bombekom smo kmalu ugotovile, da bomo idejo o uporabi kupljenih spirometrov za merjenje kapacitete vrstnikov opustile, saj ne služijo merjenju kapacitete, temveč vají za povečevanje kapacitete pljuč.

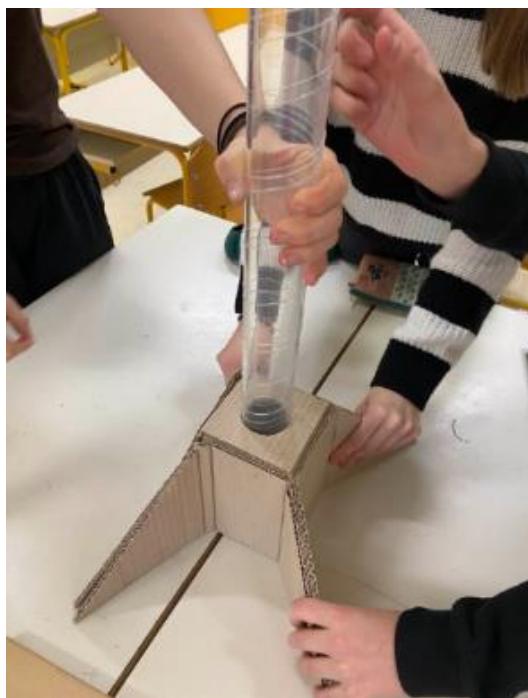
Odločile smo se, da bomo izdelale svoj spirometer. Domislile smo se, da bi za izdelavo uporabile cev, zato smo jo tudi nabavile. Po zgledu spirometrov, ki smo ju naročile preko spletja, smo želele za merjenje uporabiti pihanje žogice, vendar smo kaj kmalu ugotovile, da se naše žogice ne prilegajo dovolj tesno v cev, zato smo morale začeti razmišljati o drugih možnostih. Da bi videle, če bo spirometer res deloval bolje, v primeru da zrak v cevi ne more mimo žogice, smo le-to obdale z lepilnim trakom in tako potrdile naša predvidevanja. Ker je bila njena površina preveč neenaka, smo se morale domisliti druge rešitve. Tako smo prišle do ideje o valju. Tega smo izdelale iz estrudiranega polistirena, ki smo ga izdelale tako, da smo izmerile notranji premer cevi in tako dobile premer našega valja, nato smo na stirodurastem kvadru označile sredino, izračunale polmer in s šestilom zarisale premer valja ter ga oblikovale s pomočjo brusnega papirja in stružnice.



Slika 11: Skica spirometra. (osebni arhiv)

Nato smo morale ugotoviti, kako bomo pihali v cev. Prav za ta namen smo nabavili črno gumijasto cev, ugotoviti pa smo morale, kako jo namestiti v naš spirometer. Ta problem smo rešile s pomočjo gumijastega čepa. Oblikovale smo ga v stožec in ga preluknjale po sredini, nato pa vanj namestile črno cev. Vse skupaj smo nato pritrstile na plastično cev. Ker smo želele zagotoviti ustrezni higienski standard, smo omogočile menjavo ustnikov. Le-te smo po 2-urnem iskanju našle v trgovini VLANA PRO, kjer smo kupile 100 ustnikov in tudi črno gumijasto cev.

Ko smo imele spirometer že skoraj pripravljen, nam je manjkalo le še ogrodje. Odločile smo se, da bomo najprej naredile prototip iz kartona. Sprva smo narisale sredino kvadratu, katerega



mere so 500×500 mm, ki smo ga izrezale iz večjega kosa materiala. Za zgornji del ogrodja smo narisale kvadrat po merah 100×100 mm. Po risih svinčnika smo rahlo prerezale karton s tapetniškim nožem, da se je lepše upogibal. Ko smo stojalo poskušale postaviti, smo videle, da stojalo ne bo stalo, zato smo po diagonalnih risih karton prerezale še globje, dokler nismo prebile skozi. Ko smo ponovno postavile karton smo videle, da stoji zelo lepo. Po prvotnem načrtu bi morale stojalo izdelati iz pleksi stekla, vendar smo se po izdelanem prototipu odločile, da bomo uporabile osnovni vzorec iz kartona. Stranice kartona smo najprej zalepile, da smo videle, če lahko ogrodje stoji samo. Ko smo to dokazale, smo se odločile, da bomo zaradi lepšega videza karton kaširale. Najprej smo ga oblepile s pisarniškim papirjem, kasneje pa smo ga ovile še v plast kuhinjskih servet.

Slika 12: Izdelovanje stojala. (osebni arhiv)

Toda kljub temu da smo naredile že veliko, se je pravo delo šele začelo. Ko smo pričele s preizkušanjem spiromетra, smo ugotovile, da je utež, valj iz stirodura, ki smo jo pripravile, prelahka. Tako smo jo poskusile obtežiti z maticami in nekaj časa se je zdelo, da smo našle rešitev. Vendar se je kaj kmalu izkazalo, da fantje z lahkoto pihnejo valj iz spirometa in tako smo znova zadele zid. Vendar ne za dolgo.

Kmalu se nam je porodila ideja, da bi valj naredile iz težjega materiala – lesa. Vzele smo lesen kvader in na njem zarisale enake mere kot na stirodurastem valju. S pomočjo stružnice smo kvader preoblikovale v valj, ki je imel enake dimenzije kot prejšnji. Kaj kmalu pa smo ugotovile, da sama sprememba materiala ne bo dovolj in ga bo potrebno obtežiti. Izmerile smo sredino okrogle ploskve in z električnim vrtalnikom zvrtale luknjo, v katero se je prilegala naša 100 g utež. Naš valj je še vedno bil prelahek. Po dolgem poskušanju smo prišle do ugotovitve, da samo obteževanje ni rešitev.

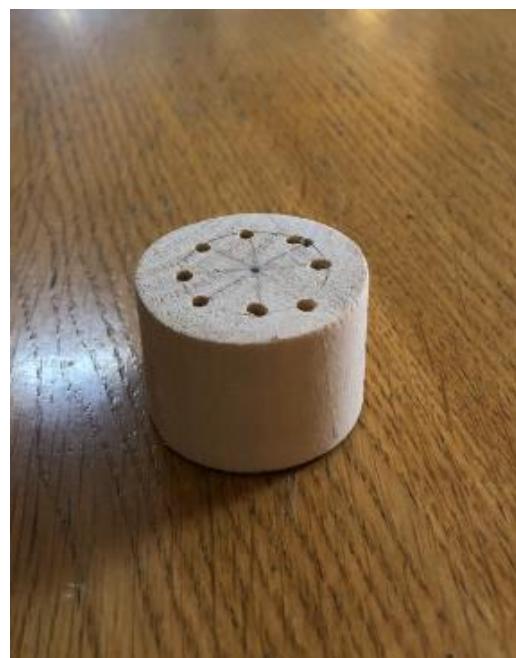


Slika 13: Stirodurasta utež pred struženjem.
(osebni arhiv)

Opazile smo tudi, da zrak na vrhu cevi uhaja ven. Naša naslednja ideja je bila zapreti oziroma manjšati odprtino, skozi katero zrak uhaja iz cevi. Hitro smo ugotovile, da odprtine ne smemo popolnoma zapreti. Sprva smo jo poskušale zlepiti z lepilnim trakom, v katerega smo nato izrezale majhno luknjo. Ker se to ni obneslo, smo uporabile gumijasti čep, skozi katerega smo z električnim vrtalnikom zvrtale luknjo. Ideja se nam je zdela odlična, vse je šlo po načrtu, dokler se nismo odločile, da bomo ta gumijasti čep z vročo pištolo zlepile na konec cevi. Tukaj je nastal problem. Nekaj kapljic vročega lepila je ušlo skozi luknjo na čepu in se ujelo na cev. Pričel se je izziv, da čep, ki smo ga pravkar fiksno zlepile, odstranimo iz cevi. Po dolgem in težkem delu smo cev končno osvobodile naše zračne zapore. Cev smo z milom in kuhinjsko serveto temeljito očistile.

Tako smo poskušale razne možnosti, kombinirale smo različne uteži in zapore (leplni trak, čep, plastični lončki, balon), toda nič od tega ni ponujalo želenega rezultata.

Da smo prišle do nove ideje, smo potrebovale kar nekaj časa, pa tudi obisk pri pulmologu. Tam smo našle nov navdih in svež pogled na naš projekt. Izvedele smo, da je pri spirometriji zelo pomembno, da ima zrak prost pretok (ozioroma da ga ne stiskamo) in ugotovile, da namesto uteži lahko valju zvrtamo luknje. Tako bo valj težje potoval po cevi, ker bo tlak bistveno manjši zaradi zraka, ki uhaja skozi luknje v valju. Najprej smo poskušali zvrtati luknjo na sredini valja, ampak se to ni obneslo, ker je zrak iz cevi pobegnil skozi luknjo, ne da bi se dotaknil valja. Nato smo doobile zamisel, da bi luknje naredile na sredini vsake četrtine. Sprva smo naredile luknje manjše, kasneje pa smo jih povečale na premer 5,5 mm.



Slika 14: Vrtanje lukenj v leseno, valjasto utež. (osebni arhiv)

Slika 15: Lesena, valjasta utež z luknjami. (osebni arhiv)

Te so sicer delovale, vendar pa smo se znašle pred novo težavo. Med testiranjem spirometra smo ugotovile, da se vlaga v našem izdihu nabira v cevi in na valju. Tako je bil les že po približno treh poskusih moker in kaj kmalu se je začel napihovati. Zaradi tega se je naša utež začela zatikati v valju in tako ni bila primerna.

Potrebovale smo torej vodooodporni material, iz katerega bi lahko natančno izdelale nov valj. Prva stvar, ki je prišla na misel, je bila plastika, vendar pa nismo bile prepričane, kje jo dobiti. Tako smo šle po nasvet k učiteljici za tehniko, ki nam je povedala, da pozna podjetje, ki se s tem ukvarja in nam ga prijazno prinesla že naslednji dan. Prinesla nam je tri različne velikosti valja, odločile smo se za valj srednje velikosti. Luknje smo zvrtnale tako kot na lesenem valju. Sprva smo ga preizkusile me in videle, da zares deluje, kasneje pa smo šle še po sošolca, da smo videle, ali tudi deluje pri fantih.



Slika 16: Plastična valja. (osebni arhiv)

Slika 17: Plastični valj z luknjami. (osebni arhiv)



Slika 18: Spirometer med čiščenjem. (osebni arhiv)

Ugotovile smo tudi, da se po vsakem četrtem ali petem poskusu cev tako navlaži, da valju prepreči pot in se zaradi tega zatika. To smo rešile tako, da smo po vsakem učencu očistile spirometer z metlo, ki smo ji odvile del s ščetinami in skozi nasprotni konec, ki ima luknjo, napeljale kuhinjske servete. Valj smo med čiščenjem odstranile iz cevi in ga obrisale. Zaradi higiene je vsaka nosila rokavice.

3.1.3 MERJENJE VITALNE KAPACITETE UČENCEV

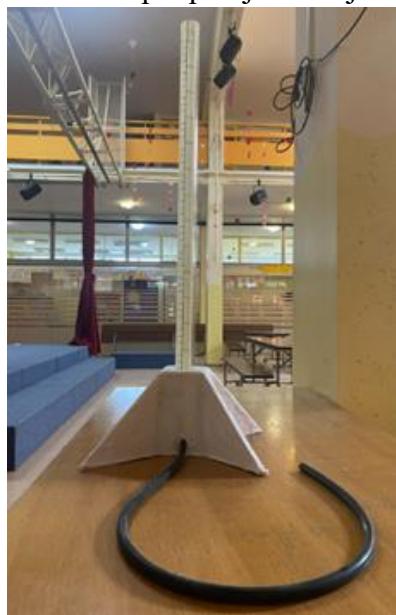
št. učenca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
spol	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
masa	46,9	53	52	44,6	50,2	51,5	53,4	51,1	49,9	50,0	50,5	51,8	50,2	51,5	51,8	51,9	51,7	51,8	51,9	51,7	51,8	51,9	51,6	
višina	158	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	
solo petje	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
šport	✓	X	✓	X	X	X	X	X	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
astma	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
kajenje	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
zeleni utri pred naponom																								
spirometer 1 pred naponom	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	
spirometer 2 pred naponom	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	
spirometer 3 pred naponom	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	
zeleni utri po naporu	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	
spirometer 1 po naporu																								
spirometer 2 po naporu																								
spirometer 3 po naporu																								

Za čim bolj točne rezultate smo hoteli najti najbolj učinkovit način merjenja. Sprva smo same poskušale različne načine, najbolj pa nam je ustrezal način, kjer je Paulina merila telesno maso in višino, Gala je odčitavala rezultate in sproti čistila spirometer, Johana pa je vse rezultate in podatke zapisala v tabelo.

Slika 19: Tabela meritev. (osebni arhiv)

Učenec je najprej stopil na tehnico, kjer smo ga stehtale in mu izmerile višino. Preden je stopil na tehnico, si je sezul copate. Nato je sedel na stol in dobil ustnik, ki ga je dal v črno gumijasto cev. Gala mu je razložila navodila kako pihati in kdaj pihniti. Ko je bil učenec pripravljen, je pihnil v cev najmanj trikrat. Gala je odčitala rezultate s cevi in jih povedala Johani. Če je en rezultat izstopal, smo meritev ponovile. V kolikor učenec ni znal pihniti, smo mu dale balon za lažjo predstavo kako pihniti.

Po končanem merjenju smo učencu zastavile vprašanja ali je astmatik, ali se trenutno redno ukvarja s športom in ali kadi. Ko so bili vsi rezultati vneseni v tabelo, smo vsakemu učencu izračunali povprečje izmerjenih poskusov. To povprečje smo pomnožile s 4,8, ki je koeficient



med našimi meritvami z doma narejenim spiometrom in spiometrom v pulmološki ambulanti. Tako smo dobine izmerjeno vitalno kapaciteto. Glede na njihovo višino in spol (moški - višina \times 25, ženska - višina \times 20) smo izračunale (približno) optimalno vitalno kapaciteto. S pomočjo križnega računa smo izračunale odstopanje med izračunano ter izmerjeno vitalno kapaciteto.

Sodelovanje je bilo prostovoljno. Za anonimnost učencev je bilo poskrbljeno. Vsi rezultati so bili vpisani v tabelo pod naključno številko. Poskrbljeno je bilo tudi za higieno, saj je vsak dobil svoj ustnik, ki je bil tovarniško zapakiran, me pa smo nosile kirurške rokavice.

Slika 20: Končni izdelek. (osebni arhiv)

3.2 METODOLOGIJA DELA

Metodologija dela je predstavljala izbiro metod raziskovalnega dela, izbiro raziskovalnega vzorca ter načine zbiranja in obdelave podatkov.

3.2.1 METODE DELA

Pri raziskovalni nalogi smo uporabile različne metode dela:

- Metoda dela z besedilom
- Metoda laboratorijskega dela
- Metoda grafične obdelave podatkov
- Metoda merjenja
- Metoda intervjuja

3.2.2 RAZISKOVALNI VZOREC

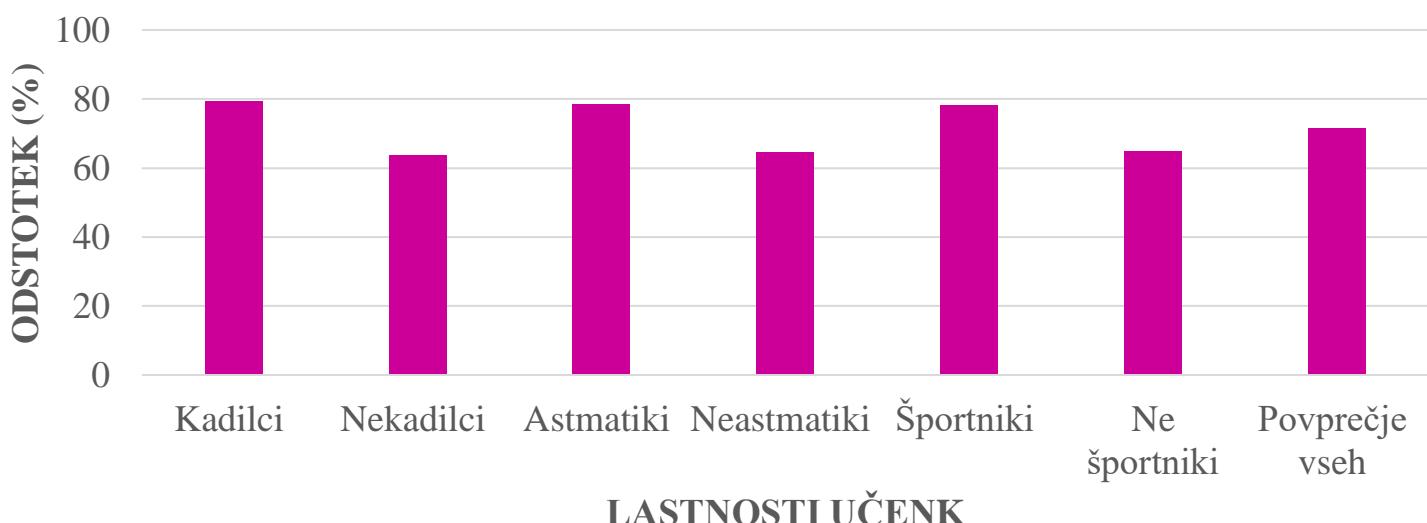
Raziskovalni vzorec je zajemal učenke in učence 8. in 9. razreda, ki so se prostovoljno udeležili raziskave. Med njimi je bilo 47 deklet in 57 fantov, tako da smo v raziskovalni vzorec zajele 104 učence naše šole.

3.2.3 POSTOPKI ZBIRANJA IN OBDELAVE PODATKOV

Podatke smo pridobile s pomočjo intervjuja, ki smo ga izvedle s pulmologom dr. Bombekom ter s pomočjo meritev. Podatke smo grafično obdelale z računalniškim programom Microsoft Office Excel. Za izdelavo spirometra smo načrt narisale v programu QCAD.

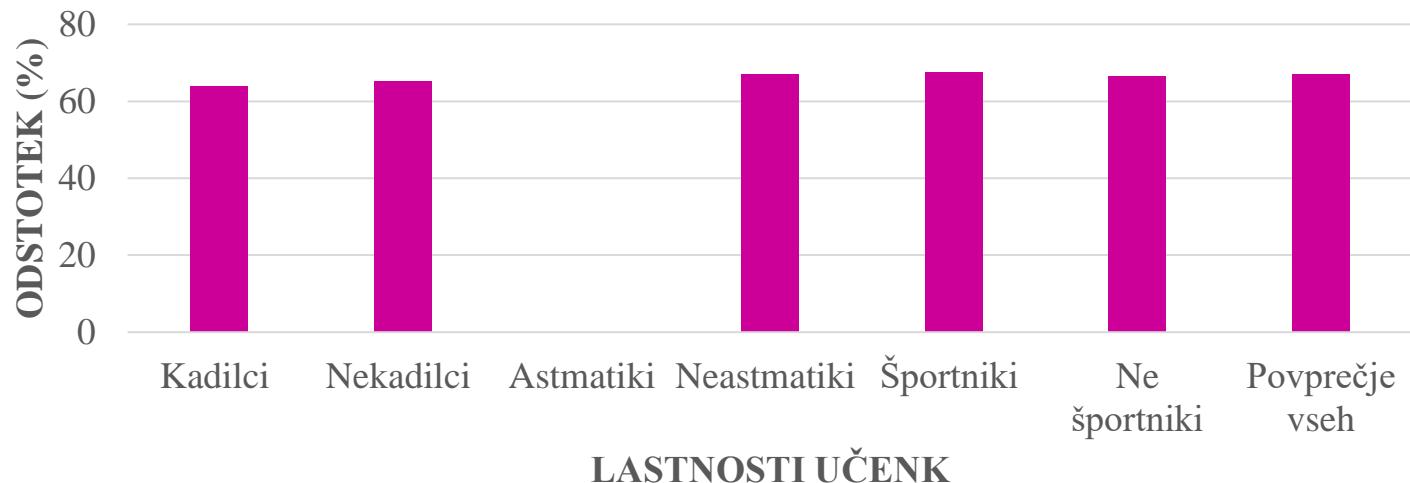
3.3 REZULTATI IN INTERPRETACIJA

Graf 1: Odstotek odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri dekletih osmošolkah.



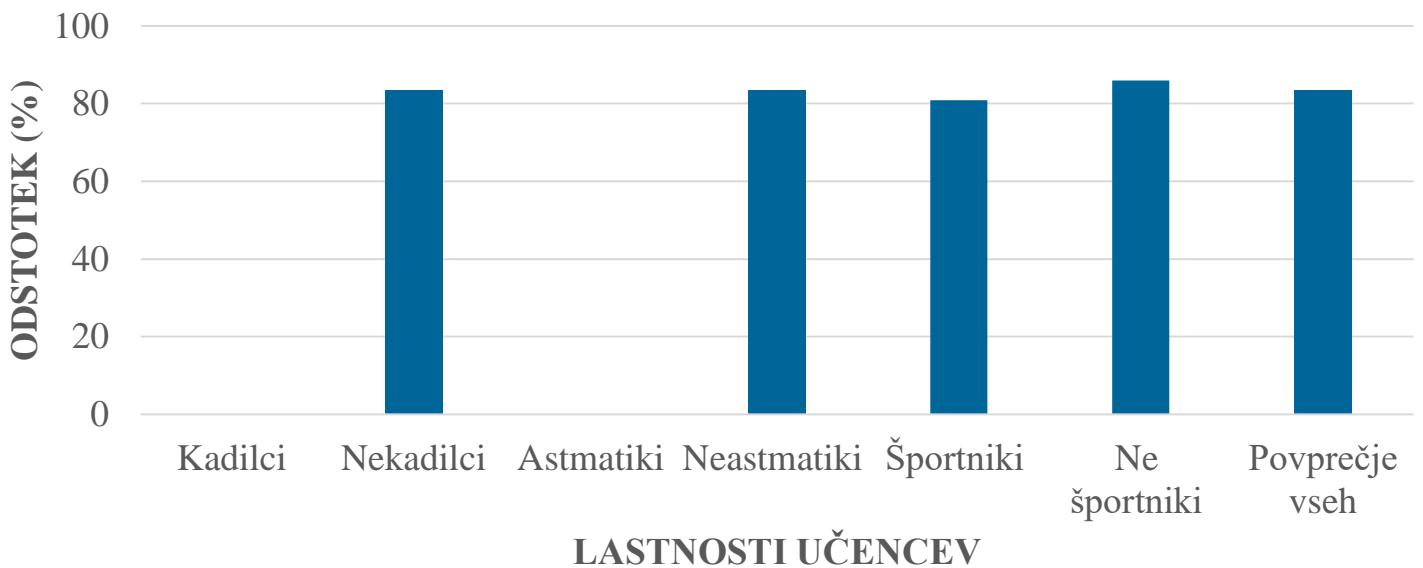
Graf 1 prikazuje, da imajo največji odstotek odstopanja med izračunano in izmerjeno vitalno kapaciteto pljuč učenke, ki so kadilke, astmatiki oziroma športnice.

Graf 2: Odstotek izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri dekletih devetošolkah.



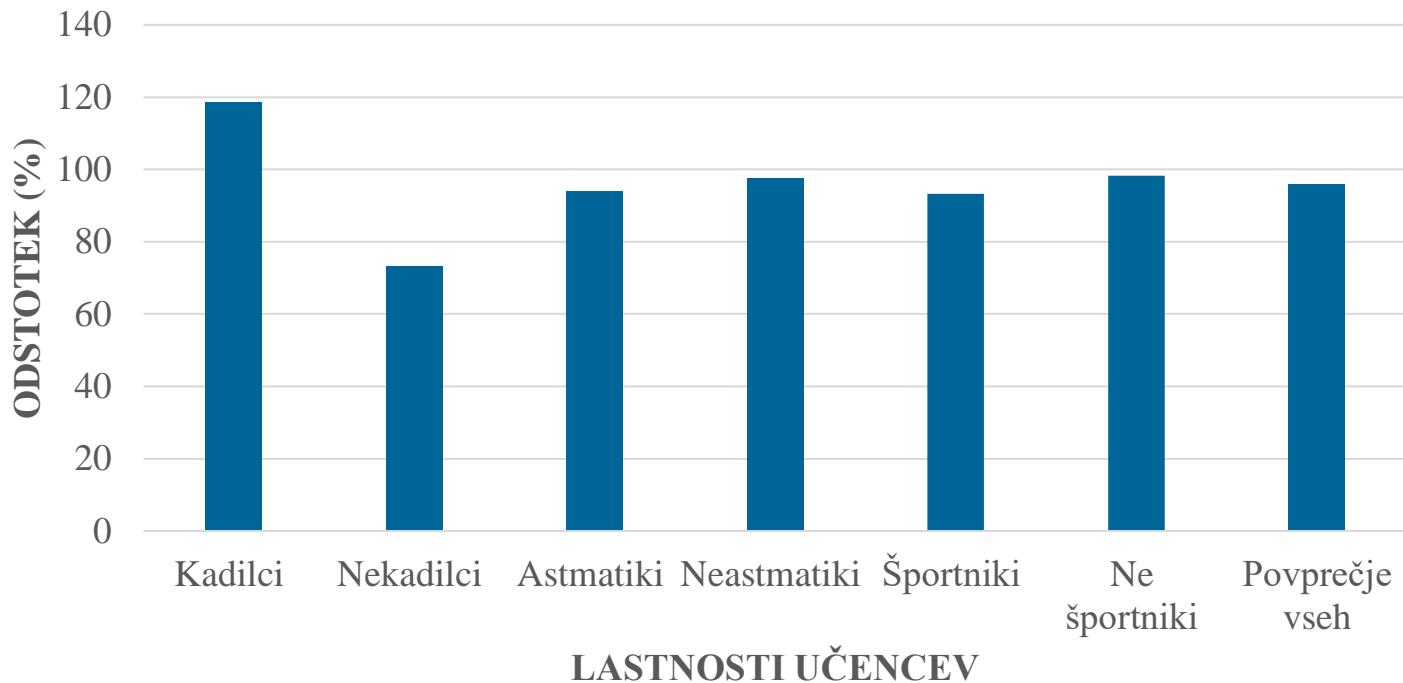
Iz grafa 2 je razvidno, da rezultati športnic in nekadilk v primerjavi z meritvami ne športnic in kadilk manj odstopajo od izračunane vitalne kapacitete.

Graf 3: Odstotek izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri fantih osmošolcih.



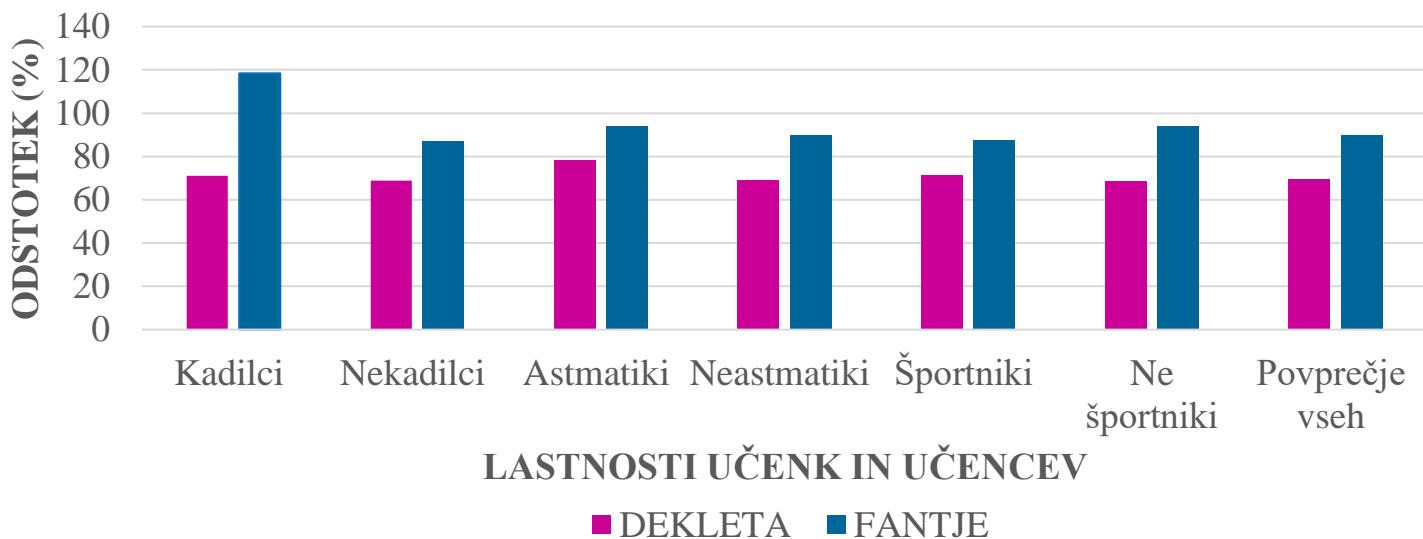
Graf 3 prikazuje, da meritve športnikov v primerjavi z nešportniki bolj odstopajo od izračunane kapacitete.

Graf 4: Odstotek izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri fantih devetošolcih.



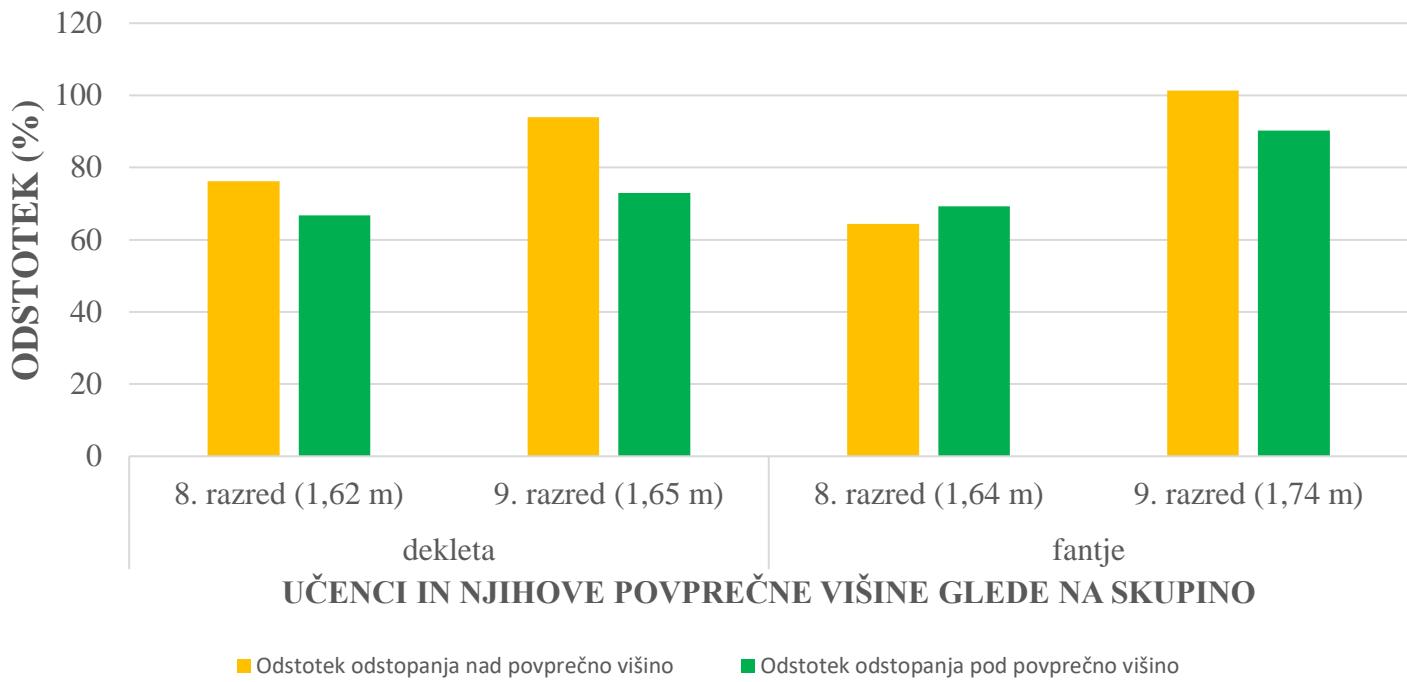
Na grafu 4 lahko vidimo, da je odstotek izmerjene vitalne kapacitete glede na izračunano pri astmatikih in športnikih v primerjavi z ostalimi učenci nižji, odstotek pri kadilcih pa je najvišji.

Graf 5: Odstotek odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri dekletih in fantih.



Na grafu 5 je prikazano, da je odstotek odstopanja izmerjene VK glede na izračunano VK najvišji pri fantih kadilcih, najnižji pa pri dekletih, ki se ne ukvarjajo s športom. Najvišji odstotek pri dekletih imajo astmatiki.

Graf 6: Odstotek odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč v odvisnosti od povprečne višine.



Graf 6 prikazuje, da so učenci z višjim odstotkom odstopanja med izmerjeno in izračunano vitalno kapaciteto pljuč tudi višji. Do odstopanja tega dejstva prihaja le pri osmošolcih.

4 RAZPRAVA

Pred raziskovanjem smo si zastavile naslednje hipoteze, ki jih ob našem raziskovanju tekom pisana raziskovalne naloge lahko komentiramo tako:

Astma in druga pljučna obolenja ne vplivajo na vitalno kapaciteto.

Ta hipoteza drži. Na grafu 1 je razvidno, da so imele učenke z astmo višji odstotek odstopanja kot tiste brez nje. Pri fantih pa imajo astmatiki glede na večino nižji odstotek odstopanja. Iz naših meritov torej lahko sklepamo, da pljučna obolenja na samo vitalno kapaciteto pljuč ne vplivajo. Iz našega raziskovanja in znanja, ki smo ga pridobile, pa lahko predvidevamo, da imajo vseeno vpliv na pljučno funkcijo.

Moški imajo v povprečju večjo vitalno kapaciteto kot ženske.

Ta hipoteza drži. Naše meritve, pred tem pa tudi naše raziskave, so hitro pokazale, da imajo fantje v povprečju večjo vitalno kapaciteto kot dekleta. Pripadniki moškega spola so večinoma pihnili utež v našem spirometru občutno višje kot dekleta in tudi če primerjamo fante in dekleta enake višine, mase in starosti, vidimo, da so rezultati fantov višji. Ugotovimo torej, da je spol pomemben dejavnik, kar se tiče pljučne kapacitete.

Kadilci imajo manjšo vitalno kapaciteto kot nekadilci.

To hipotezo lahko ovržemo. V povprečju so imeli fantje kadilci glede na njihovo višino in maso višjo kapaciteto kot nekadilci. Pri dekletih pa so naše meritve pokazale, da so imele nekadilke (glede na njihovo maso, spol in višino) le nekoliko večjo izmerjeno pljučno kapaciteto kot kadilke. Tako lahko torej pridemo do zaključka, da kajenje ne vpliva na pljučno kapaciteto posameznika.

Sportniki, še posebej tisti, ki veliko delajo na fizični kondiciji, imajo večjo vitalno kapaciteto kot tisti, ki se ne ukvarjajo s športom.

Tudi to hipotezo lahko na naše presenečenje ovržemo. Rezultati meritov so pokazali, da je povprečna vitalna kapaciteta športnikov in nešportnikov zelo podobna. V primeru fantov so tisti, ki ne trenirajo, dosegli nekoliko višje rezultate, v primeru deklet pa tiste, ki se s športom redno ukvarjajo. S tem ugotovimo, da treniranje ne vpliva na vitalno kapaciteto oz. da šport ni eden izmed dejavnikov, ko pride do pljučnega volumna.

5 ZAKLJUČEK

Z raziskovalno nalogo smo odprle vrata v zapleten svet pulmologije. Raziskale smo človeška pljuča in njihove zmožnosti, naše ugotovitve pa so nas kratko malo šokirale.

Našle smo odgovore na zastavljena vprašanja, tekom raziskovalnega procesa pa so se nam porodila marsikatera nova. Zakaj se pljučna kapaciteta ne testira pri zdravih mladostnikih? Zakaj je spirometrija mnogim tako tuji pojem? Ali nekaj zraka ostane v pljučih tudi po smrti? Zakaj ne moremo izdihniti vsega zraka iz naših pljuč?

V svetu raziskovanja, v katerega smo stopile, smo našle mnogo več kot le odgovore na naša vprašanja. Dal nam je širino in izkušnje, za katere verjamemo, da nam bodo koristile tudi v prihodnje.

5.1 IZHODIŠČA ZA NADALJNO RAZISKAVO

Tema pulmologije in pljučne kapacitete ponuja mnoge možnosti za nadaljnje raziskave. Zavedamo se, da kljub veliko že opravljenega preiskovanja, veliko vprašanj še vedno ostaja odprtih.

V nadaljevanju bi lahko razširile vzorec ljudi, s katerimi smo delale in tako opazovale več dejavnikov, med drugim tudi vpliv starosti, prav tako pa prišle do še bolj natančnih meritev. Vprašanja, ki bi si jih zastavile, so: Koliko starost vpliva na vitalno kapaciteto? Se nam z leti pljučni volumen zmanjšuje ali povečuje?

Zanimivo bi bilo raziskati tudi, koliko našega pljučnega volumna dejansko koristimo in ali lahko našo vitalno kapaciteto povečamo, in če da, kako.

6 VIRI IN LITERATURA

Anatomy and Physiology (2013) dostopno na: [22.2 The Lungs - Anatomy and Physiology | OpenStax](#)

Bajec A. idr. (2014). Slovar slovenskega knjižnega jezika. Znanstveno raziskovalni center SAZU. Ljubljana. Dostopno na: [www.fran.si](#)

Britovšek M. idr. (2011). Naravoslovje 8. Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana.

Česnik M. (2016). Ultrazvočni spirometer. Magistrsko delo. Fakulteta za elektrotehniko. Univerza v Ljubljani.

Dolinar M., Cunk Manič V., Tarman Šmit I. (2015). Anatomija in fiziologija človeka. Pipinova knjiga. Dobrova.

Hoffman M., (2022). Obstructive and Restrictive Lung Disease. Lung Disease and Respiratory Health. Dostopno na: <https://www.webmd.com/lung/obstructive-and-restrictive-lung-disease>

Kupnik D., dr. med. spec. (urednik). (maj 2017). Druga strokovna šola družinske medicine v Mariboru: Pljučne bolezni. Naši strokovni razgledi. Naš dom zdravja. Interni časopis Zdravstvenega doma dr. Adolfa Drolca Maribor. Zdravstveni dom dr. Adolfa Drolca Maribor.

Lek d.d. Sandoz. Dostopno na: <https://lek.si/sl/skrb-za-zdravje/rakave-bolezni/rak-pljuc/rak-pljuc/> (december, 2023)

Nahtigal G. (2015). Učinek vadbe za povečanje moči dihalnih mišic na zmogljivost plavalcev. Diplomsko delo. Fakulteta za šport. Univerza v Ljubljani.

Naravoslovje in tehnika 4. Elektronski učbenik. Dostopen na: <https://eucbeniki.sio.si/nit4/1317/index1.html#> (december, 2023)

Peternel S. (2023). Vpliv okrevanja po 21-km teku na dihalni in metabolni odziv ter občutek napora med zmerno aerobno vadbo pri rekreativnih tekačih. Magistrsko delo. Zdravstvena fakulteta, fizioterapija 2. stopnja. Univerza v Ljubljani.

Remškar J. (1992 vol. 26 p. 229 - 236). Rehabilitacija bolnikov s kronično obstruktivno pljučno boleznijo. Zdrav obzor.

Sodelavci Medicinske fakultete v Ljubljani in drugi. (2023). Termania. Slovenski medicinski slovar. Univerza v Ljubljani. Medicinska Fakulteta. Dostopno na: <https://www.termania.net/slovarji/95/slovenski-medicinski-slovar>

Stecher A., Mirković T. (september 2018 vol. 1. No. 1.) Acta Anaesthesiologica Emonica. Vpliv intraabdominalne hipertenzije na pljučno funkcijo in prilagojena mehanska ventilacija. Pregledni strokovni članek. Kirurška klinika. Klinični oddelek za anasteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok. Univerzitetni klinični center Ljubljana.

Šuškovič S. (2005). KOPB – Konstruktivna obstruktivna pljučna bolezen: priročnik za bolnike.

Varl B. (1968). Notranje bolezni. Državna založba Slovenije. Ljubljana. 1968

Vlaovič J., dr. med. (ldr). (2021). Fiziologija dihanja in osnovni principi mehanske ventilacije, mehanska ventilacija in specifične teme pri mehanski ventilaciji ter hemodinamika. Šola intenzivne medicine 2021. Učbenik. Medicinska fakulteta. Univerza v Ljubljani.

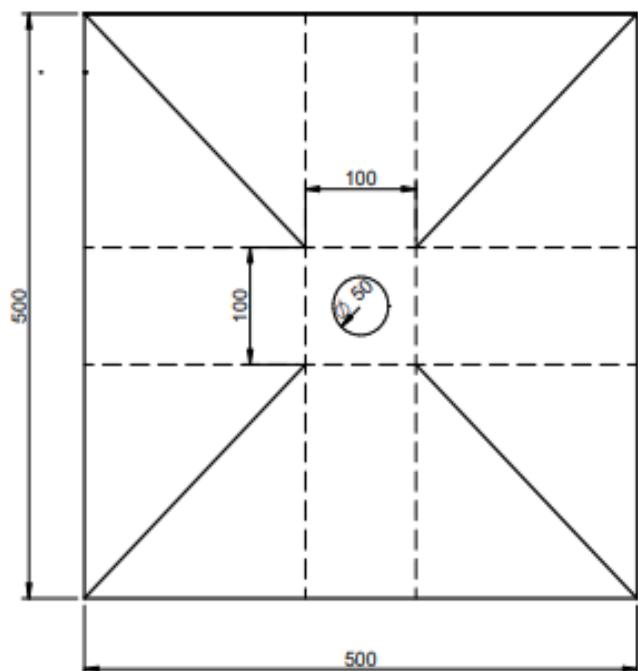
Wikipedija, dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Pljuča>

Žen Jurančič M., Erjavec T., Majdič N. (2014, letnik 13, št. 1). Pljučna funkcija pri bolnikih z okvaro hrbitenjače po končani primarni rehabilitaciji. Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča.

Žunkovič M. (2009). Spirometrija. Diplomsko delo. Fakulteta za naravoslovje in matematiko. Univerza v Mariboru.

7 PRILOGE

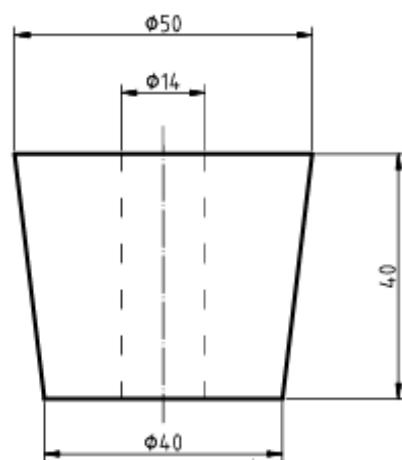
7.1 PRILOGA 1: NAČRT IZDELAVE SPIROMETRA



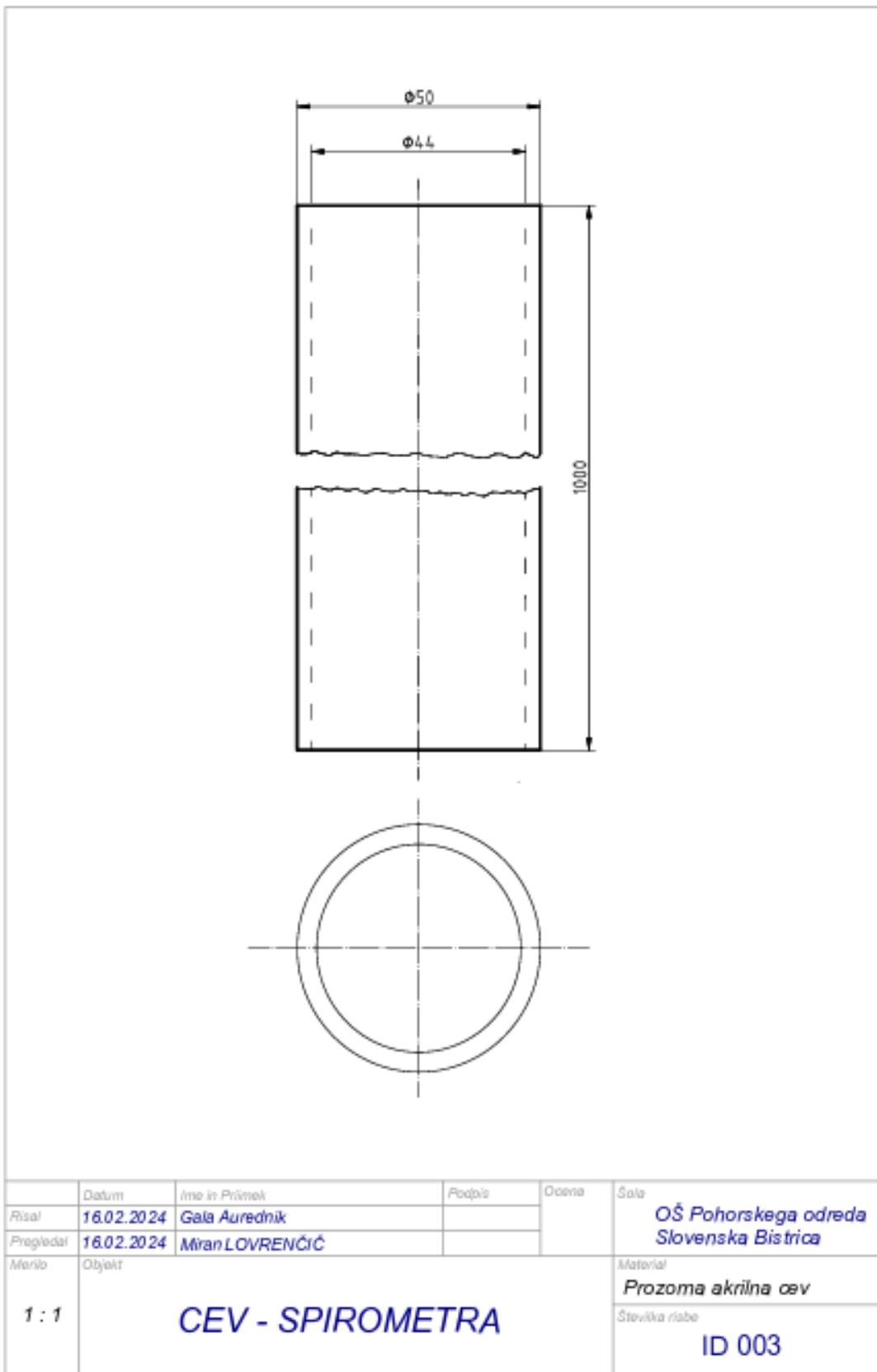
Navodila za delo:

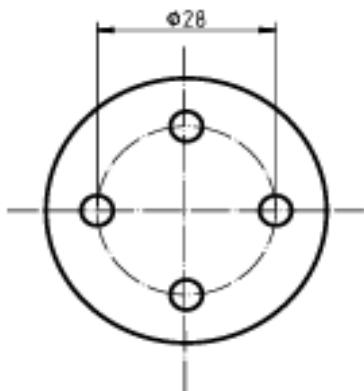
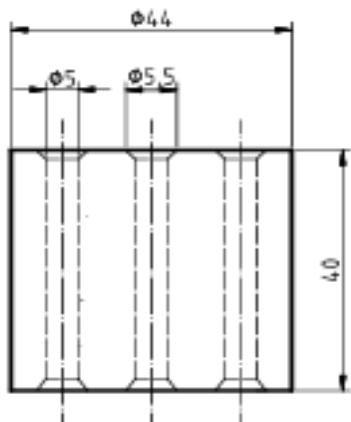
1. Zarezati po neprekinjeni linij.
2. Upogniti po črtkani liniji.

Risal	Datum	Ime in Primik	Podpis	Ocena	Šola
	16.01.2024	Gala Aurendnik			OŠ Pohorskega odreda Slovenska Bistrica
Pregledal	16.01.2024	Miran LOVRENČIČ			
Merilo	Objekt			Material	karton
1:5	PODSTAVEK			Stevilka risbe	ID 001

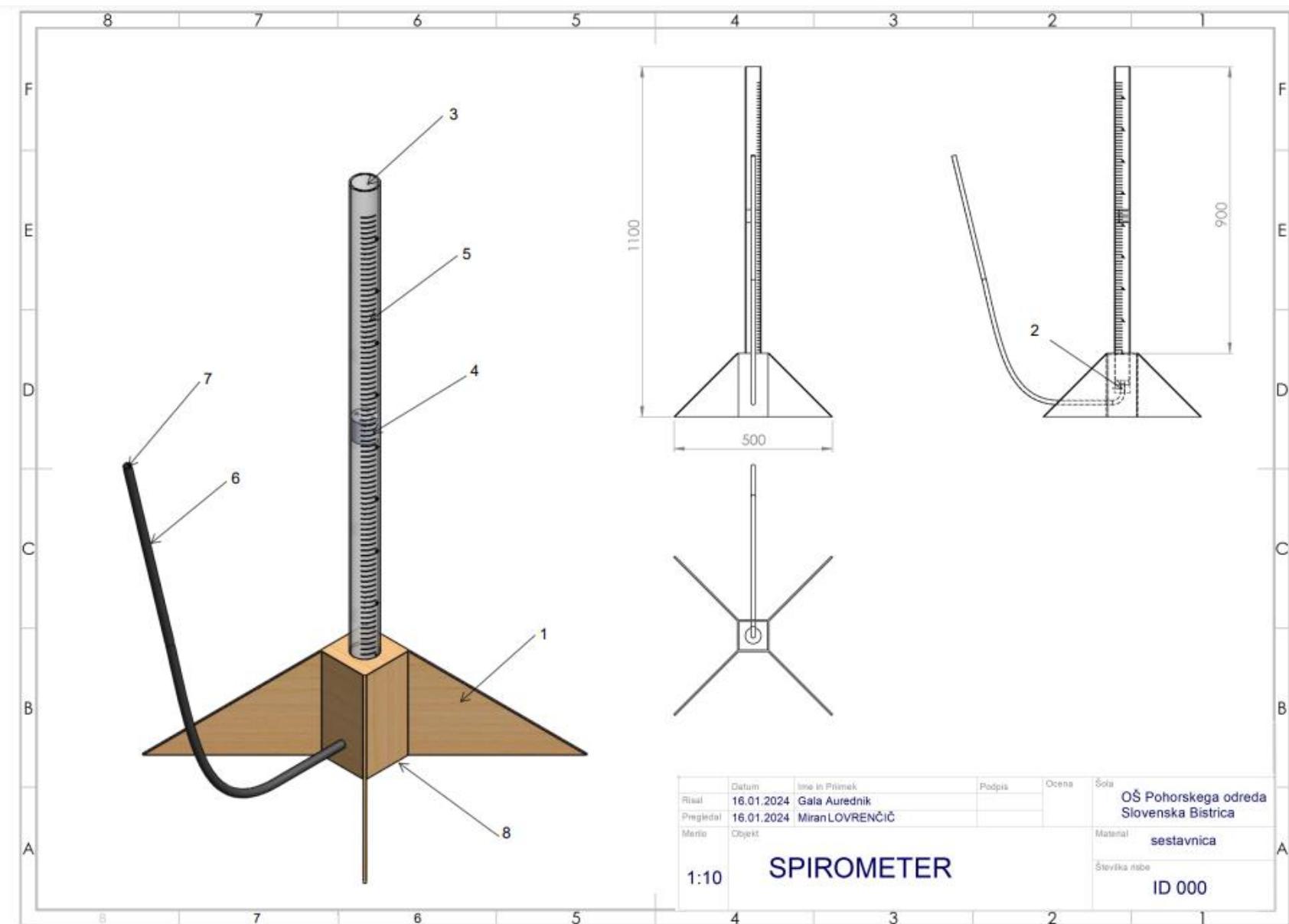


	Datum	Ime in Priimek	Podpis	Ocena	Šola
Risal	16.02.2024	Gala Aurednik			OŠ Pohorskega odreda Slovenska Bistrica
Pregledal	16.02.2024	Miran LOVRENČIČ			
Merilo	Objekt			Materijal Guma	
1 : 1	ČEP			Številka riabe ID 002	





	Datum	ime in Prímeč:	Podpis	Ocena	Šola <i>OŠ Požorskega odreda Slovenska Bistrica</i>
Risal	16.02.2024	Gala Aurednik			
Pregledal	16.02.2024	Miran LOVRENČIČ			
Merilo	Objekt			Material	<i>Polipropilen</i>
1 : 1	VALJ - UTEŽ			Številka rabe	ID 004



TEHNOLOŠKI LIST

Izdelek: SPIROMETER

Učenec: Gala Aurednik, Paulina Potočnik, Johana Unuk

Datum: 7. 12. 2023

Poz.	Kos	Delovna operacija	Orodja in pripomočki	Material	Varstvo pri delu
1		Skiciranje	Svinčnik, papir		
2		Načrtovanje izdelka	Svinčnik, kreda, papir		
3		Priprava materiala in orodja			
4	1	Izdelava podstavka: -rezanje; -upogibanje; -lepljenje.	Tapetniški nož, škarje	Karton, Mekol lepilo, papirnate serviete,	Rokavice, predpasnik
5	1	Izdelava čepa: -žaganje; -vrtanje.	Vrtalni stroj, sveder fi14 mm, žaga	guma	Predpasnik, zaščitna očala
6	1	Izdelava valja: -žaganje; -vrtanje.	Vrtalni stroj, sveder fi 5,5 mm, sveder fi 5 mm, žaga	polipropilen	Predpasnik, zaščitna očala
7	1	Izdelava merilnega traku: -rezanje; -pisanje.	Ravnilo, flumaster, škarje	Pokrivni lepilni trak	Predpasnik
8		Sestavljanje	Pištola za lepljenje, pištola za poliuretansko peno, kamenje	Lepilni vložek iz plastike, enokomponentna nizko ekspandirajoča poliuretanska pena	Rokavice, predpasnik
9		Pospravljanje			

DELOVNI LIST
Izdelek: SPIROMETER

Datum: 7. 12. 2023

Del. mesto	Poz.	Kos	Delovna operacija	Učenec	Predviden čas
1	1,8	2	Risanje na material -razrez kartona po načrtu; - upogibanje po zarisanih črtah;	Johana	10 minut
1	2	1	Izdelava čepa: -odrezati čep na zahtevano dolžino z žago; -vpeti čep v primež; -vrtanje lukanj s svedrom fi 14 mm skozi čep.	Johana	10 minut
1	4	1	Izdelava valja: -odrezati valj na zahtevano dolžino z žago; -vpeti valj v primež; -vrtanje lukanj s svedrom fi5 mm skozi valj -povrtati luknje na obeh straneh s svedrom fi5,5 mm	Paulina	5 minut
2	5	1	Izdelava merilnega traku: -odrezati lepilni trak na ustrezeno dolžino; -prilepiti na prozoren valj; -napisati merilno na lepilni trak	Johana	20 minut
1	1	1	Lepljenje podstavka: - lepljenje stičišč z lepilom Mekol;	Paulina, Johana	60 minut
4		1	Sestavljanje: -na konec prozorne cevi zalepimo čep; -na čep pritrdimo (ali zalepimo) črno plastično cev; -napolniti podstavek s poliuretansko peno in kamenjem; -podstavek zatesniti s ploščo->ploščo zlepiti s pištolo za lepljenje;	Gala, Paulina, Johana	60 minut

			-vstaviti utež v prozoren valj-prosto gibajoč -vstaviti ustnik za pihanje.		
5			Izdelava delavnische risbe	Gala	120 minut

Kosovnica za načrta: ID 000			OŠ Pohorskega odreda Slovenska Bistrica		Datum: Sestavila:	
Poz.	Št. kos.	Predmet	Material	Dimenzije	m(kg)	Št. risbe
1.	1	Podstavek	karton	500x500x8		ID 001
2.	1	Čep				ID 002
3.	1	Cev-prozorna				ID 003
4.	1	Valj-utež				ID 004
5.	1	Merilni trak				ID 005
6.	1	Cev-črna				standardna cev
7.	1	Ustnik				standardni ustnik
8.	1	Plošča	karton	200x200x8		

7.2 PRILOGA 2: TABELE MERITEV S SPIROMETROM

Tabela 1: Meritve osmošolk.

št. učenca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
spol	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	
masa (kg)	53	45	54	51	53	44	45	55	49	54	68	53	47	53	47	57	59	52	64	58	65	59	52	81	45
višina (m)	1,64	1,61	1,7	1,6	1,58	1,64	1,59	1,58	1,6	1,61	1,66	1,6	1,62	1,59	1,61	1,64	1,65	1,64	1,68	1,52	1,64	1,73	1,61	1,67	1,47
itm (m/kg ²)	19,7	17,4	18,7	19,9	21,3	16,3	17,8	22	19,1	20,8	24,7	20,7	17,9	21	18,1	21,1	21,7	19,3	22,7	25,1	24,1	19,7	20	28,9	20,5
šport	da	ne	ne	ne	ne	da	ne	da	ne	da	da	da	da	ne	da	da	da	da	da	ne	da	da	ne	da	
astma	ne	ne	ne	ne	da	ne	ne	ne	ne	ne	da	ne	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	
kajenje	da	ne	da	ne	da	ne	da	da	da	ne	ne	ne	da	ne	ne	ne									
spirometer 1.poskus	425	300	675	525	350	375	200	600	125	950	350	450	650	725	575	625	450	400	450	200	775	475	100	450	375
spirometer 2.poskus	425	300	675	600	300	300	350	575	0	950	400	425	600	850	625	650	425	400	475	275	825	575	100	700	400
spirometer 3.poskus	400	275	775	575	300	400	450	650	200	850	350	425	700	850	550	600	425	400	525	275	700	525	100	625	350
povprečje	417	292	708	567	317	358	333	608	175	917	367	433	650	808	583	625	433	400	483	250	767	525	100	592	375
izmerjena vk (povprečje x 4,8)	2002	1402	3398	2722	1522	1718	1598	2918	840	4402	1762	2078	3120	3878	2798	3000	2078	1920	2318	1200	3682	2520	480	2842	1800
izračunana vk (vk = h x 20)	3280	3220	3400	3200	3160	3280	3180	3160	3200	3220	3320	3200	3240	3180	3220	3280	3300	3280	3360	3040	3280	3460	3220	3340	2940
odstopanje (%)	61,14	43,54	99,94	85,17	48,16	52,38	50,25	92,34	26,25	136,7	53,1	64,94	96,3	121,95	86,9	91,46	62,97	58,54	68,99	39,47	112,26	72,83	14,91	85,1	61,22

Tabela 2: Meritve devetošolk.

št. učenca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
spol	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	ž	
masa (kg)	52	52	70	52	68	51	61	45	46	57	51	57	50	37	55	81	56	53	53	60	50	46
višina (m)	1,67	1,71	1,72	1,61	1,72	1,61	1,74	1,66	1,62	1,6	1,52	1,68	1,63	1,57	1,73	1,75	1,67	1,61	1,52	1,61	1,58	1,63
itm (m/kg ²)	18,6	17,8	23,7	20,1	23	19,7	20,1	16,3	17,5	22,3	22,1	20,2	18,8	15	18,4	26,4	20,1	20,4	22,9	23,1	20	17,3
šport	da	ne	da	da	da	da	ne	ne	da	da	da	da	ne	da	da	da	da	ne	da	da	ne	da
astma	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne						
kajenje	ne	da	da	da	da	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	ne	da	da
spirometer 1.poskus	300	325	275	225	650	525	700	325	425	200	625	625	300	400	400	325	425	850	325	550	425	450
spirometer 2.poskus	325	450	400	625	625	575	650	575	225	175	825	650	225	375	375	425	500	525	250	625	450	550
spirometer 3.poskus	350	300	325	500	750	650	475	475	575	250	650	575	125	425	325	450	375	625	325	700	450	525
povprečje	325	358	333	450	675	583	608	458	408	208	700	617	217	400	367	400	433	666	300	625	442	508
izmerjena vk (povprečje x 4,8)	1560	1718	1598	2160	3240	2798	2918	2198	1958	998	3360	2961	1042	1920	1762	1920	2078	3197	1440	3000	2122	2438
izračunana vk (vk = h x 20)	3340	3420	3440	3220	3440	3480	3320	3240	3200	3040	3360	3260	3140	3460	3500	3340	3220	3040	3220	3160	3260	
odstopanje (%)	46,71	50,23	46,45	67,08	94,19	86,89	83,85	66,2	60,43	31,19	110,53	88,13	31,96	61,15	50,92	54,86	62,22	99,29	47,37	93,17	67,15	74,79

Tabela 3: Meritve osmošolcev.

št. učenca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
spol	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
masa (kg)	49	53	56	42	42	50	46	49	75	62	44	83	53	73	47	58	63	67	57	47	50	54	41	46	38	47	79
višina (m)	1,58	1,63	1,66	1,58	1,52	1,66	1,64	1,54	1,74	1,81	1,59	1,66	1,63	1,82	1,65	1,58	1,71	1,64	1,71	1,63	1,63	1,68	1,58	1,69	1,56	1,68	1,63
itm (m/kg ²)	19,6	19,9	20,3	16,8	18,2	18,16	17,1	20,7	24,83	18,9	17,4	30,1	19,9	22,1	17,3	23,2	21,6	24,9	19,5	17,7	18,8	19,1	16,4	16,1	15,6	16,7	29,7
šport	da	ne	ne	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	da	da	da	da	da	da	da	ne	da	ne	ne
astma	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne								
kajenje	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne								
spirometer 1.poskus	775	750	500	525	525	775	600	500	975	850	650	450	825	875	750	475	925	1200	900	525	625	875	600	650	500	750	775
spirometer 2.poskus	775	775	675	575	525	775	650	500	975	850	550	450	800	850	725	425	925	1275	1000	550	625	750	500	675	525	700	825
spirometer 3.poskus	800	725	575	600	550	800	650	500	1000	800	650	425	900	975	775	500	900	1325	950	525	600	800	600	725	550	775	850
povprečje	783	750	583	567	533	783	633	500	983	833	617	442	842	900	750	467	917	1267	950	533	617	808	567	683	525	742	817
izmerjena vk (povprečje x 4,8)	3758	3600	2798	2722	2558	3758	3038	2400	4718	3998	2962	2122	4042	4320	3600	2242	4402	6082	4560	2558	2962	3878	2722	3278	2520	3562	3922
izračunana vk (vk = h x 25)	3950	4075	4150	3950	3800	4150	4100	3850	4350	4525	3975	4150	4075	4550	4125	3950	4275	4100	4275	4075	4075	4200	3950	4225	3900	4200	4075
odstopanje (%)	95,14	88,34	67,42	68,91	67,32	90,55	74,09	62,34	108,46	88,35	74,52	51,13	99,2	94,95	87,27	56,76	102,97	148,34	106,67	62,77	72,69	92,33	68,91	77,59	64,62	84,81	96,25

Tabela 4: Tabela meritov devetošolcev.

št. učenca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
spol	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			
masa (kg)	73	67	67	57	63	58	97	53	47	57	52	60	54	74	46	61	69	63	58	69	77	64	65	69	67	59	67	54	59	58
višina (m)	1,69	1,8	1,74	1,7	1,77	1,76	1,86	1,69	1,66	1,73	1,73	1,71	1,74	1,82	1,63	1,74	1,77	1,78	1,76	1,72	1,8	1,75	1,72	1,72	1,63	1,74	1,73	1,71	1,76	1,78
itm (m/kg ²)	25,6	20,7	22,1	19,7	20,1	18,7	28	18,6	17	19	17,4	20,5	17,8	22,3	17,3	20,1	22	19,9	18,7	23,3	23,8	20,9	22	23,3	25,2	19,5	22,9	18,5	19	18,3
šport	da	da	ne	ne	ne	ne	da	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne	da	ne	da		
astma	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne		
kajenje	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	ne	ne	da	ne	ne	da	ne	ne	da	ne	ne	da	ne	ne	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne		
spirometer 1.poskus	875	925	825	500	925	825	1225	775	825	1050	625	825	1025	350	425	675	925	1400	850	775	825	925	875	925	650	950	1175	625	950	1000
spirometer 2.poskus	775	925	725	600	900	850	1250	825	800	1325	900	900	850	325	500	700	1125	1500	925	800	750	975	800	1225	725	975	800	600	900	950
spirometer 3.poskus	700	1100	750	525	1150	875	1500	625	825	1000	725	1050	825	575	375	600	1125	1350	925	750	925	850	850	1100	750	975	1025	600	850	1100
povprečje	783	983	767	542	992	850	1325	742	817	1125	750	925	900	416	433	658	1091	1430	900	775	833	917	842	1083	708	967	1000	608	900	1017
izmerjena vk (povprečje x 4,8)	3758	4718	3682	2602	4762	4080	6360	3562	3922	5400	3600	4440	4320	1997	2078	3158	5237	6864	4320	3720	3998	4402	4042	5198	3398	4642	4800	2918	4320	4882
izračunana vk (vk = h x 25)	4225	4500	4350	4250	4425	4400	4650	4225	4150	4325	4325	4275	4350	4550	4075	4350	4450	4400	4300	4500	4375	4300	4300	4075	4350	4325	4275	4400	4450	
odstopanje (%)	88,95	104,84	84,64	61,22	107,62	92,73	136,77	84,31	94,51	124,86	83,24	103,86	99,31	43,9	51	72,6	118,35	154,25	98,18	86,51	88,84	100,62	94	120,88	83,39	106,71	110,98	68,26	98,18	109,7

7.3 PRILOGA 3: TABELE MERITEV

Tabela 5: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri osmošolkah.

Lastnosti učenk	Odstotek odstopanja
Kadilci	79,22%
Nekadilci	63,72%
Astmatiki	78,35%
Neastmatiki	64,59%
Športniki	78,06%
Nešportniki	64,88%
Povprečje vseh	71,47%

Tabela 6: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri devetošolkah.

Lastnosti učenka	Odstotek odstopanja
Kadilci	63,89%
Nekadilci	65,17%
Astmatiki	0%
Neastmatiki	67,03%
Športniki	67,61%
Nešportniki	66,45%
Povprečje vseh	67,03%

Tabela 7: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri osmošolcih.

Lastnosti učencev	Odstotek odstopanja
Kadilci	0%
Nekadilci	83,43%
Astmatiki	0%
Neastmatiki	83,43%
Športniki	80,94%
Nešportniki	85,92%
Povprečje vseh	83,43%

Tabela 8: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri devetošolcih.

Lastnosti učencev	Odstotek odstopanja
Kadilci	118,41%
Nekadilci	73,13%
Astmatiki	94,06%
Neastmatiki	97,48%
Športniki	93,24%
Nešportniki	98,30%
Povprečje vseh	95,77%

Tabela 9: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri dekletih.

Lastnosti učenk	Odstotek odstopanja
Kadilci	70,97
Nekadilci	68,79
Astmatiki	78,35
Neastmatiki	69,3
Športniki	71,42
Nešportniki	68,48
Povprečje vseh	69,4

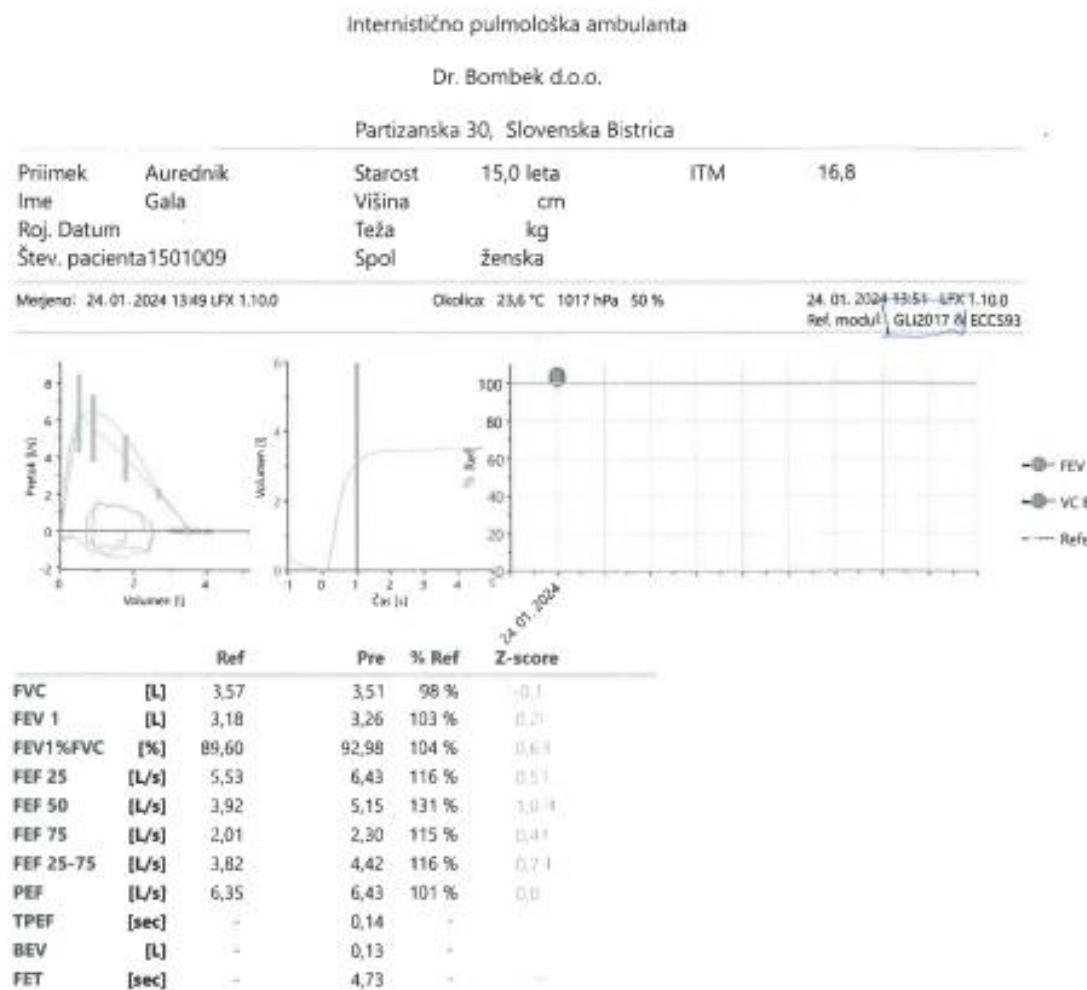
Tabela 10: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč pri fantih.

Lastnosti učenk	Odstotek odstopanja
Kadilci	118,41
Nekadilci	87,19
Astmatiki	94,06
Neastmatiki	89,7
Športniki	87,43
Ne športniki	94,21
Povprečje vseh	89,93

Tabela 11: Tabela odstopanja izmerjene vitalne kapacitete pljuč glede na izračunano vitalno kapaciteto pljuč v odvisnosti od povprečne višine.

Spol	Razred	Povprečna višina	Odstotek odstopanja nad povprečno višino	Odstotek odstopanja pod povprečno višino
dekleta	8. razred	1,62 m	76,25	66,69
	9. razred	1,65 m	93,88	72,98
fantje	8. razred	1,64 m	64,38	69,25
	9. razred	1,74 m	101,33	90,21

7.4 PRILOGA 4: NAŠE MERITVE PRI DR. BOMBEKU



		B
Datum	24.01.24	
Čas	13:49	
FVC	L	3,51
FEV 1	L	3,26
FEV1%FVC %		92,98
PEF	L/s	6,43

Splošne informacije

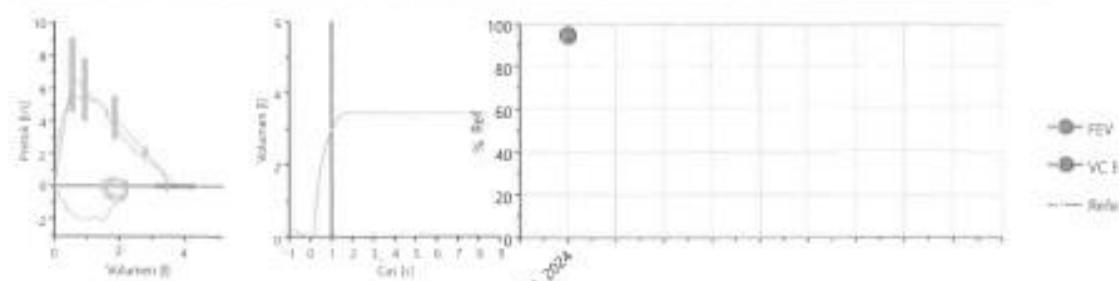
Internistično pulmološka ambulanta

Dr. Bombek d.o.o.

Partizanska 30, Slovenska Bistrica

Priimek Ime	Unuk Johana	Starost Višina	14,8 leta cm	ITM	15,8
Roj. Datum		Teža			
Štev. pacienta	0204009	Spol	ženska		

Merjenje: 24. 01. 2024 13:41 LFX 1.10.0 Okolje: 23,7 °C 1018 hPa 50 % 24. 01. 2024 13:45 LFX 1.10.0
Ref. modul: GL2017 & ECCS93



	Ref	Pre	% Ref	Z-score
FVC	[L]	3,73	3,45	-0,6
FEV 1	[L]	3,30	3,12	-0,5
FEV1%FVC	[%]	89,06	90,60	0,31
FEF 25	[L/s]	5,91	5,45	-0,2
FEF 50	[L/s]	4,19	4,01	-0,1
FEF 75	[L/s]	2,08	1,96	-0,2
FEF 25-75	[L/s]	3,89	3,57	-0,4
PEF	[L/s]	6,82	5,45	-0,6
TPEF	[sec]	-	0,16	-
BEV	[L]	-	0,10	-
FET	[sec]	-	8,29	-

B:

Datum	24. 01. 24
Čas	13:41
FVC	L
FEV 1	L
FEV1%FVC %	90,60
PEF	L/s

Splošne informacije

Internistično pulmološka ambulanta

Dr. Bombek d.o.o.

Partizanska 30, Slovenska Bistrica

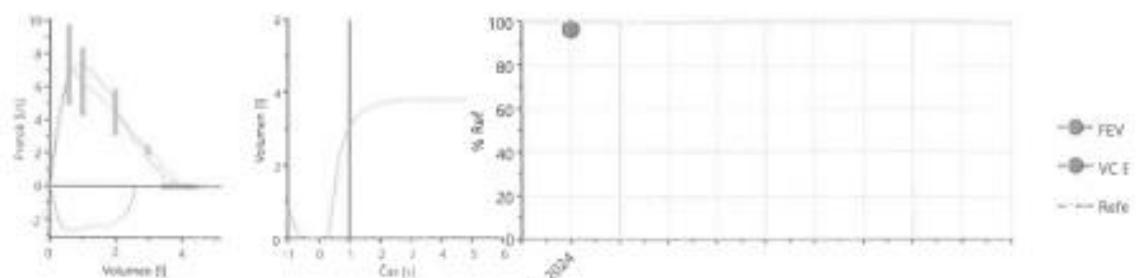
Prímenok	Potočník	Starost	14,3 leta	ITM	19,3
Ime	Paulina	Výšina	cm		
Roj. Datum		Tieža	kg		
Štvr. pacienta	2410009	Spol	ženská		

Mereno: 24. 01. 2024 13:54 LFX 1.10.0

Okolice: 23,2 °C 1017 hPa 50 %

24. 01. 2024 13:56 LFX 1.10.0

Ref. modul: GLI2017 & ERS93



	Ref	Pre	% Ref	Z-score
FVC	[L]	3,99	3,80	-1,04
FEV 1	[L]	3,51	3,39	-0,3
FEV1%FVC	[%]	88,77	89,26	101 %
FEF 25	[L/s]	6,30	7,35	117 %
FEF 50	[L/s]	4,47	5,43	122 %
FEF 75	[L/s]	2,20	2,23	101 %
FEF 25-75	[L/s]	4,05	4,32	107 %
PEF	[L/s]	7,31	7,35	101 %
TPEF	[sec]	-	0,13	-
BEV	[L]	-	0,17	-
FET	[sec]	-	4,85	-

B	
Datum	24. 01. 24
Čas	13:54
FVC	L
FEV 1	L
FEV1%FVC %	89,26
PEF	L/s

Splošne informacije