

Raziskovalna naloga

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIHA LAPORJE

NATANČNOST NAPRAV  
ZA MERJENJE  
FIZIKALNIH KOLIČIN  
V VSAKDANJI UPORABI

Astronomija in fizika

**Mentorja:**

Marijan Krajnčan, prof.

Alenka Fidler, prof.

**Lektorica:**

Metka Marčič, prof.

**Avtor:**

Primož Skerbiš

Rojstni datum: 14. 7. 1995

Laporje, 2010

## **ZAHVALA**

*Iskreno se zahvaljujem mentorjema, gospodu Marjanu Krajncanu in gospe Alenki Fidler, ki sta me pri delu natančno usmerjala.*

*Prav tako se zahvaljujem gospe Metki Marčič za lektoriranje raziskovalne naloge in družinam Aksentijevič, Amon, Bračič, Razboršek, Strmšek, Štumf, Žist in Žišt, ki so me gostoljubno sprejeli in si vzeli čas, da smo naredili popis merilnih naprav in merjenja.*

*Še enkrat vsem iskrena hvala.*

**KAZALO VSEBINE**

<b>1</b>	<b>POVZETEK</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>TEORETIČNI DEL</b> .....	<b>7</b>
3.1	Zgodovina merjenja.....	7
3.2	Fizikalna količina.....	7
3.2.1	Mednarodni sistem enot (SI).....	8
3.2.2	Izpeljane fizikalne količine.....	8
3.3	Merjenje, merilne naprave in merske napake.....	9
3.4	Masa.....	10
3.4.1	Vzvodna tehtnica.....	10
3.4.2	Vzmetna tehtnica.....	11
3.4.3	Elektromehanska tehtnica.....	11
3.5	Temperatura.....	12
3.5.1	Kapljevinski termometer.....	13
3.5.2	Plinski termometer.....	14
3.6	Tlak.....	14
3.6.1	Živosrebrni barometer.....	15
3.6.2	Kapljevinski manometer.....	15
3.6.3	Bourdonova cev.....	15
3.6.4	Aneroid.....	16
3.6.5	Sfigmomanometer.....	16
3.7	Gostota.....	18
3.7.1	Areometer.....	18
3.7.2	Refraktometer.....	19
<b>4</b>	<b>EKSPERIMENTALNI DEL</b> .....	<b>19</b>
4.1	Namen raziskave.....	19
4.2	Cilji raziskave.....	19
4.3	Hipoteze.....	20
4.4	Metodologija.....	20
4.5	Raziskovalni vzorec.....	20
4.6	Postopki zbiranja podatkov.....	22
4.6.1	Anketiranje.....	22
4.6.2	Popis merilnih naprav.....	22
4.6.3	Eksperimentalne meritve.....	22
4.7	Obdelava podatkov.....	22
<b>5</b>	<b>REZULTATI</b> .....	<b>23</b>
5.1	Popis merilnih naprav za merjenje mase, temperature, tlaka in gostote.....	23
5.1.1	Masa.....	23
5.1.2	Temperatura.....	24
5.1.3	Tlak.....	24
5.1.4	Gostota.....	25
5.2	Rezultati eksperimentalnih meritev na terenu.....	25
5.2.1	Tehtanje z osebno tehtnico.....	25
5.2.2	Tehtanje s kuhinjsko tehtnico.....	26
5.2.3	Merjenje temperature telesa.....	27
5.2.4	Merjenje krvnega tlaka.....	28
5.2.5	Merjenje gostote tekočin.....	29
<b>6</b>	<b>RAZPRAVA</b> .....	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>ZAKLJUČEK</b> .....	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURA</b> .....	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>PRILOGA</b> .....	<b>33</b>

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Osnovne fizikalne enote .....	8
Tabela 2: Popis tehtnic na terenu glede na uporabo .....	23
Tabela 3: Popis tehtnic na terenu glede na delovanje .....	23
Tabela 4: Popis termometrov na terenu .....	24
Tabela 5: Popis manometrov na terenu .....	24
Tabela 6: Popis areometrov in refraktometrov na terenu .....	25

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Kmetija – edini dohodek za preživetje .....	21
Graf 2: Velikost posamezne kmetije .....	21
Graf 3: Izobrazba upravnikov kmetije .....	21
Graf 4: Primerjava meritev tehtanja z osebno tehtnico .....	25
Graf 5: Primerjava meritev tehtanja s kuhinjsko tehtnico .....	26
Graf 6: Primerjava meritev merjenja telesne temperature z elektronskimi in živosrebrnimi termometri .....	27
Graf 7: Primerjava meritev merjenja telesne temperature z elektronskimi termometri .....	27
Graf 8: Primerjava meritev merjenja krvnega tlaka (prva meritev) .....	28
Graf 9: Primerjava meritev merjenja krvnega tlaka (druga meritev) .....	28

## KAZALO SLIK

Slika 1: Vzvodna tehtnica .....	10
Slika 2: Rimska tehtnica .....	10
Slika 3: Pogostejši principi delovanja tehtnic .....	11
Slika 4: Vzmetna tehtnica .....	11
Slika 5: Elektromehanska tehtnica .....	11
Slika 6: Alkoholni termometer .....	13
Slika 7: Alkoholni zunanji termometer .....	13
Slika 8: Telesni živosrebrni termometer .....	14
Slika 9: Telesni elektronski termometer .....	14
Slika 10: Plinski termometer .....	14
Slika 11: Živosrebrni barometer .....	17
Slika 12: Kapljevinski manometer .....	17
Slika 13: Bourdonova cev .....	17
Slika 14: Aneroidni barometer .....	17
Slika 15: Sfigmomanometer .....	17
Slika 16: Elektronski sfigmomanometer .....	17
Slika 17: Areometer .....	19
Slika 18: Refraktometer .....	19

## 1 POVZETEK

Namen raziskovalne naloge je bil spoznati, katere merilne naprave uporabljajo kmetje v vsakdanjem življenju in kako natančne so te merilne naprave. Odločil sem se za tiste merilne naprave, ki se pogosteje uporabljajo, in sicer za merjenje mase, temperature, tlaka in gostote.

Po pregledu literature sem se pri svojem delu srečal z različnimi metodami dela na terenu: anketiranje, popis in eksperiment. Izbral sem naključni vzorec osmih kmetij iz Krajevne skupnosti Laporje, ne glede na to, ali kmetijska dejavnost predstavlja edini vir preživetja družini. Na kmetijah sem naredil popis merilnih naprav (tehtnice, termometri, manometri in areometri oziroma refraktometri) in primerjalna merjenja med elektronskimi merilnimi napravami ter med elektronskimi in mehanskimi merilnimi napravami.

Ugotovil sem, da imajo ljudje na kmetijah merilne naprave za merjenje mase, temperature, tlaka, nekateri tudi za merjenje gostote. Kmetje uporabljajo tudi elektronske merilne naprave. Nekateri kmetje za merjenje posamezne fizikalne količine pri svojih opravilih uporabljajo tako mehanske kot elektronske merilne naprave. Čeprav sem predvideval, da so elektronske merilne naprave vedno natančnejše od mehanskih, sem ugotovil, da to velja za merjenje mase, za merjenje telesne temperature in krvnega tlaka ne velja.

## 2 UVOD

Osnovna šola Gustava Šiliha Laporje, katero obiskujem, leži na podeželju, kjer se veliko ljudi ukvarja s kmetijstvom kot osnovno ali dodatno dejavnostjo. Prevladuje živinoreja, vzporedno s tem pa se kmetje ukvarjajo še s poljedelstvom, gozdarstvom, sadjarstvom in vinogradništvom. Pri kmetijskih opravilih je pogosto potrebno merjenje različnih fizikalnih količin kot na primer: tehtanje mase raznih pridelkov in škropiv, merjenje tlaka v molzni napravi in na traktorju, merjenje sladkorja v moštu, alkohola v vinu, merjenje temperature živine ipd.

Osnovni namen raziskovalne naloge je bil spoznati, katere merilne naprave uporabljajo kmetje v vsakdanjem življenju in kako natančne so. Omejil sem se na naslednje količine: masa, temperatura, tlak in gostota.

Pričakujem, da se bodo rezultati meritev, opravljenih z različnimi merilnimi napravami, nekoliko razlikovali, zato sem si zastavil naslednje hipoteze:

- Predpostavljam, da imajo ljudje na kmetijah merilne naprave za merjenje mase, temperature, tlaka in gostote.
- Predpostavljam, da ljudje na kmetijah uporabljajo tudi elektronske merilne naprave.
- Predpostavljam, da bodo pri primerjalnem merjenju med elektromehanskimi tehtnicami manjše razlike kot pri primerjalnem merjenju med elektromehanskimi in mehanskimi tehtnicami.
- Predpostavljam, da bodo pri primerjalnem merjenju med elektronskimi termometri manjše razlike kot pri primerjalnem merjenju z elektronskimi in drugimi termometri.
- Predpostavljam, da bodo pri primerjalnem merjenju med elektronskimi manometri manjše razlike kot pri primerjalnem merjenju med elektronskimi in drugimi manometri.
- Predpostavljam, da si ljudje na kmetijah merijo krvni tlak.
- Predpostavljam, da so meritve z refraktometri natančnejše kot meritve z areometri.

### 3 TEORETIČNI DEL

#### 3.1 Zgodovina merjenja

V razvoju človeštva imajo merjenje in meritve zelo pomembno vlogo. Osnovne meritve so uporabljala že preprosta ljudstva pri mnogih opravilih kot so gradnja bivališč ustrezne oblike in velikosti, oblikovanje oblačil in trgovanje s hrano in naravnimi materiali. Enote merjenja so bile tako med zgodnejše izumljenimi orodji človeštva. Prvi poenoteni poznani sistemi uteži in mer so bili, kot je znano, ustvarjeni nekje med četrtem in tretjim tisočletjem pred našim štetjem. Ena prvih merjenih količin je bila dolžina, pri čemer so uporabljali različne razdalje v naravi kot na primer korak, stopalo, laket in prst. Že vsako pleme in pozneje vsaka naselbina je morala imeti določene enote, s katerimi so merili blago, ki so si ga izmenjevali. To pa za trgovanje ni bilo ugodno, saj se za enoten sistem merjenja niso mogli dogovoriti. Krive so bile tudi jezikovne prepreke, velike razdalje in zaprtost vase. Z velikimi imperiji se je različnost merskih enot poskušala omiliti. Toda niti Julij Cezar (1. st. pr. n. št.) niti kasneje Karel Veliki (742–814) nista uspela [7].

Z razmahom obrti in trgovine je bila potreba po enotnih merah vedno večja. Angleški kralj Henrik I. (1068–1135) je za merjenje dolžine uvedel jard (0,944 m), ki ga je določil kot razdaljo od nosu do vrha prstov svoje iztegnjene levice. Colo, palec ali inčo je določil kralj Edvard II. (1284–1372) tako, da je v vrsto postavil tri ječmenova zrna iz sredine klasa [20]. Enoten sistem mer je prinesla francoska revolucija. Mednarodni sistem enot (SI – Systeme Internationale d'unite), ki je potrdil uporabo sedmih osnovnih količin in enot v fiziki in tehniki, se je uveljavil leta 1960 [2].

#### 3.2 Fizikalna količina

Fizikalna količina je izmerljiva, ima predpisan način merjenja in ima mersko enoto. Fizikalne količine dobimo z merjenjem ali z računanjem. Podamo jih z merskim številom in enoto. Vrednost fizikalne količine ponavadi izrazimo kot zmnožek brezrazsežne številske vrednosti in enote. Shematsko jo zapišemo tako: fizikalna količina = mersko število x merska enota [3].

Mersko število izmerimo z merilno pripravo, vsaka merilna priprava pa ima merilno skalo z mersko enoto. Merska enota je dogovorjen standard in je ne moremo samovoljno spreminjati. Enako velja za njeno oznako.

Za določitev vrednosti fizikalne količine potrebujemo enoto. Z enoto primerjamo velikost količine, ki jo merimo. Njeno vrednost predstavimo kot mnogokratnik enote [1].

Obstaja vrsta fizikalnih količin, zato so jih uredili v enoten sistem. Enote za fizikalne količine določa Mednarodni sistem enot SI. Enote SI so pri nas predpisane z zakonom o merskih enotah in merilih iz leta 1984. SI pozna sedem osnovnih količin, ostale so izpeljane iz osnovnih [3].

### 3.2.1 Mednarodni sistem enot (SI)

Osnovne fizikalne količine so razvidne v tabeli.

Fizikalna količina	Oznaka	Ime osnovne enote	Okrajšava
dolžina	l	meter	m
masa	m	kilogram	kg
čas	t	sekunda	s
električni tok	I	amper	A
temperatura	T	kelvin	K
množina snovi	n	mol	mol
svetilnost	I	kandela	cd

Tabela 1: Osnovne fizikalne enote [3, str. 18]

### 3.2.2 Izpeljane fizikalne količine

Vse druge fizikalne količine izrazimo z osnovnimi fizikalnimi količinami in njihove enote z osnovnimi enotami. Imenujemo jih izpeljane fizikalne količine in njihove enote izpeljane enote. Do izpeljanih enot pridemo preko definicij, zakonov in enačb. Enote vključimo v



enačbe in z njimi računamo enako kot s števili ali spremenljivkami. Nekatere izpeljane enote so poimenovane in imajo svojo oznako, vendar ne vse [3].

### **3.3 Merjenje, merilne naprave in merske napake**

Fizikalno količino izmerimo tako, da jo primerjamo z dogovorjeno enoto. Kadar neposredno merjenje ni mogoče ali je prezahtevno, merimo posredno. Pri tem izmerimo kako količino, ki je v preprosti zvezi z želeno količino [3].

Za merjenje uporabljamo različne merilne naprave, instrumente ali merilnike, s katerimi lahko opazujemo tudi pojave, ki so našim čutom nevidni. Enostavne merilne naprave so ravnilo, tehtnica, ura itd. Merilne naprave so običajno specializirane, saj merijo samo določeno fizikalno količino [1].

Fizikalnih količin ne moremo meriti poljubno natančno. Kako natančno lahko kaj izmerimo, je odvisno predvsem od natančnosti merilne naprave [1, str. 20]. Vsaka izmerjena fizikalna količina je obremenjena z mersko napako. Merske napake, ki jih ne zagrešimo zaradi malomarnosti ali zmote, neizogibno spremljajo vsako merjenje [3].

Razlikujemo sistematično in slučajno napako. Sistematično napako je težko prepoznati in je značilna za merilno napravo in merilni način. Določimo jo lahko tako, da količino izmerimo z natančnejšo napravo ali uporabimo natančnejši način. Proti njej se borimo s pogostim preverjanjem z natančnejšo napravo ali z natančnejšim merilnim načinom.

Slučajni napaki se ne moremo izogniti z drugo napravo ali drugim merilnim načinom. Zmanjšamo jo lahko s tem, da merjenje ponovimo [3].

Napako najpogosteje izrazimo kot absolutno ali relativno napako. Absolutno napako podamo v enakih enotah kot količino samo, relativno napako pa navedemo kot del izmerka [3].

### 3.4 Masa

Masa je. Je lastnost snovi in je osnovna količina SI. Merimo jo v kilogramih (kg). Kilogram je masa prakilograma. Leta 1889 so izdelali prakilogram, valj z maso 1 kg iz platine in iridija, ki ga hranijo v Sevresu blizu Pariza. Prakilogram naj bi imel maso 1 dm<sup>3</sup> čiste vode pri 4°C in navadnem zračnem tlaku [18].

Snovi lahko mešamo, spajamo, razstavljamo na enostavnejše in jih spet sestavljamo v druge. Pri vseh teh spremembah masa ostane nespremenjena, konstantna. To je zakon o ohranitvi mase, ki je eden temeljnih zakonov narave, in ki je povzetek mnogih izkušenj iz vsakdanjega življenja in natančnih meritev [4].

Maso merimo s tehtnicami. Poznamo vzvodno, vzmetno in elektromehansko tehtnico.

#### 3.4.1 Vzvodna tehtnica

Najstarejša znana tehtnica je vzvodna tehtnica, ki so jo uporabljali že v 4. tisočletju pr. n. š. v Egiptu. Ima enaka vzvoda, na koncih sta pritrjeni skodelici. Vzvod je vpet v sredini. Predmet, ki ga tehtamo, postavimo v eno skodelico, v drugo pa dodajamo različne uteži do vzpostavitve ravnotežja [5]. V ravnesni legi sta navor merjenca in navor uteži enaka in se pri enakih ročicah ujemata teži merjenca in uteži [18, str. 218].

Ena izmed oblik vzvodne tehtnice je tudi rimska tehtnica, ki ima različno dolge ročice. Bolj kot je drsna utež odmaknjena od središča, večjo maso merimo.



Slika 1: Vzvodna tehtnica [17]



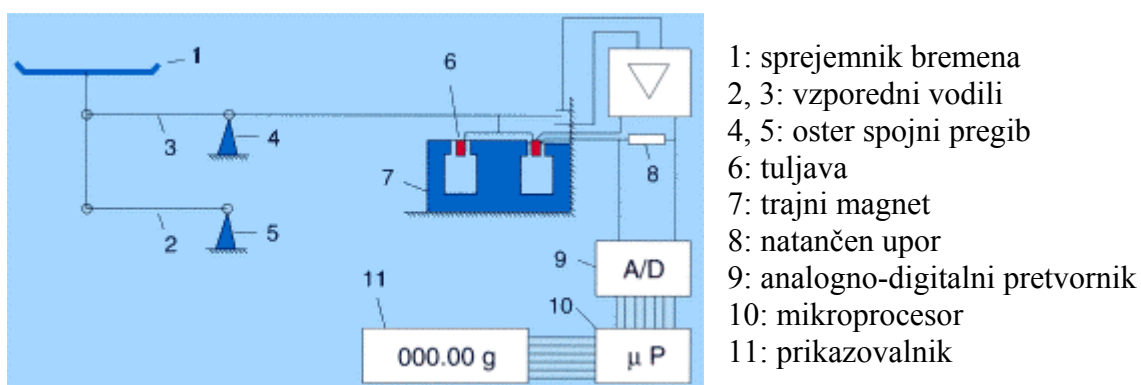
Slika 2: Rimska tehtnica [16]

### 3.4.2 Vzmetna tehtnica

Vzmetna tehtnica, dinamometer ali silomer je priprava oziroma tehtnica za merjenje sil na vijačno vzmet, katere podaljšek je v ravnovesju sorazmeren s silo. Velikost sile se pokaže kot deformacija elastičnega telesa, po navadi vijačne vzmeti, ki je najpogostejša pri enostavnih dinamometrih. Tehtnica je umerjena tako, da dolžina vzmeti določa velikost sile v newtonih. Raztezek vzmeti je po Hookovem zakonu premosorazmeren s silo [18], [6]. Izid merjenja pri vzmetni tehtnici je odvisen od velikosti težnega pospeška [18].

### 3.4.3 Elektromehanska tehtnica

Na tržišču je vse več elektromehanskih tehtnic, ki uporabljajo naslednji princip merjenja mase: Obremenitev tehtalne platforme poruši ravnovesje sil, kar se zaradi fizičnega pomika tuljave v magnetu odraža kot sprememba električnega signala. Merilna naprava poskuša vzpostaviti ravnovesje sil z uporabo energije, ki je sorazmerna obremenitvi [13].



Slika 3: Pogostejši principi delovanja tehtnic [13]



Slika 4: Vzmetna tehtnica

Fotografiral P. Skerbiš



Slika 5: Elektromehanska tehtnica

Fotografiral P. Skerbiš

### 3.5 Temperatura

Pojem temperature iz vsakdanjega življenja dobro poznamo. Do neke mere si pri določanju, kaj je topleje in kaj hladneje, lahko pomagamo tudi s svojimi čutili.

Temperatura je ena osnovnih termodinamičnih spremenljivk, ki določajo stanje teles. Temperaturo merimo s termometrom. Termometer je naprava za merjenje temperature, katere delovanje temelji na temperaturni odvisnosti od neke lastnosti snovi (volumen, električna prevodnost ...). Poznamo več načinov merjenja temperature: merjenje glede na raztezek snovi in električno merjenje [20]. Govorimo o mehanskih oziroma elektronskih termometrih.

Mehanski termometri so preprosta oblika naprav, katerih odraz temperaturnega stanja je neposredno povezan z geometrijo ali obliko mehanskega elementa. Praktično vsak mehanski element je ob spremembah temperature do neke mere podvržen spremembi geometrije in ob ustreznem umerjanju lahko predstavlja termometer [10].

Gre za princip raztezanja snovi (plinov, živega srebra, alkohola ali kovin) v neposrednem stiku z merjencem. Temperatura je posledica hitrejšega ali počasnejšega gibanja najmanjših delcev snovi. Če delci mirujejo, ima telo najnižjo možno temperaturo 0 K (absolutna ničla). Temperaturo merimo po Kelvinovi, Celzijevi in Fahrenheitovi temperaturni lestvici. V Sloveniji v vsakdanjem življenju uporabljamo Celzijevo lestvico [18, str. 219].

Elektronski termometri (digitalni termometri) so merilne naprave, sestavljene iz primarnih elementov – zaznaval ali senzorjev, kot jim tudi pravimo in iz sekundarnih elementov - električnega (elektronskega) vezja. Naloga senzorjev je zaznavanje temperature, ki je neposredni odraz termodinamičnega stanja snovi, med tem ko električno vezje skrbi, da se zaznana temperatura pretvori v nam razumljiv zapis in predstavi v nam razumljivi obliki – temperaturi [10].

Poznamo različne termometre: kapljevinski, plinski, alkoholni, živosrebrni, kovinski, uporovni, termopar (termočlen), infrardeči in Galilejev termometer [19].

### 3.5.1 Kapljevinski termometer

Pri delovanju kapljevinskega termometra izkoriščamo dejstvo, da se večina kapljev s segrevanjem razteza. Termometer je sestavljen iz kapilarne cevke, ki je na zgornjem koncu zataljena, na spodnjem koncu pa razširjena v okroglo ali valjasto bučko. Ta razširjeni del je napolnjen z živim srebrom ali alkoholom. Pri segrevanju se kapljevina raztegne, razširi pa se lahko le v ozko kapilaro. Nad kapljevino v cevki je vakuum (prazen prostor), tako da se kapljevina zlahka razteza v cevko [6].

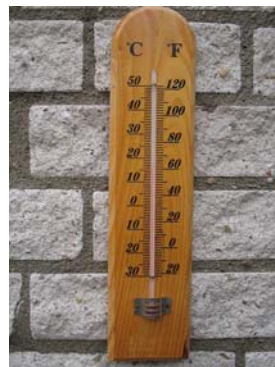
Živo srebro se uporablja, ker se z naraščanjem temperature enakomerno razteza in ker je dober toplotni prevodnik, vendar ni primeren za merjenje nizkih temperatur, saj se hitro strdi. Ker je živo srebro strupeno, moramo biti pazljivi, da se termometer ne razbije. Alkohol se uporablja, ker ostane tekoč tudi pri zelo nizkih temperaturah in ker se približno šestkrat bolj razteza kot živo srebro. Alkohol ni uporaben za visoke temperature, saj zavre pri nižji temperaturi kot živo srebro [6].

Da je občutljivost termometra čim večja, mora termometer imeti čim tanjšo cevko in čim večjo bučko s kapljevino. Da ima termometer hiter odziv, pa mora biti stena bučke tanka, da toplota čim hitreje prodre skozi. Temperaturo umerimo pri dveh stalnih točkah. Spodnja je ledišče (0 °C), zgornja pa vrelišče vode (100 °C) pri normalnem tlaku [6, str. 31].



Slika 6: Alkoholni termometer

Fotografiral P. Skerbiš



Slika 7: Alkoholni zunanji termometer

Fotografiral P. Skerbiš



Slika 8: Telesni živosrebrni termometer

Fotografiral P. Skerbiš

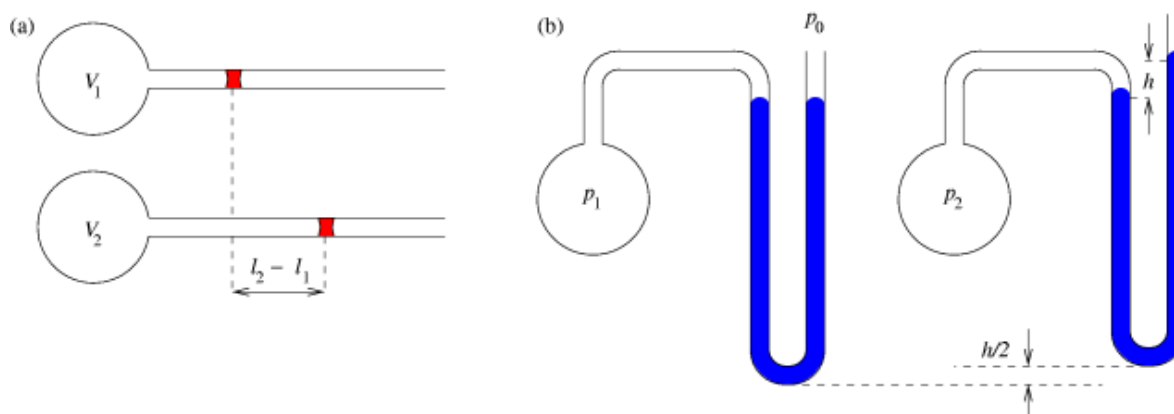


Slika 9: Telesni elektronski termometer

Fotografiral P. Skerbiš

### 3.5.2 Plinski termometer

Ker se plini bolj raztezajo kot kapljevine in ker se vsi plini raztezajo enako in enakomerno, so plinski termometri bolj natančni kot kapljevinski in jih lahko uporabljamo na večjem temperaturnem območju. So pa večji in zato bolj nerodni [6].



Slika 10: Plinski termometer [12]

## 3.6 Tlak

Tlak pove, kolikšna sila deluje na enoto površine v pravokotni smeri. Silo lahko povzroča trdno telo, kapljevina ali plin. Čim večja je sila na dani ploskvi, tem večji je tlak. Čim večja je površina, na kateri deluje dana sila, tem manjši je tlak. Teža zraka nad Zemljino površino povzroča zračni tlak. Čim višje smo, tem redkejši je zrak, tem manjši je tlak [11, str. 24].

Tlak ali pritisk je razmerje med silo, ki deluje pravokotno na ploskev, in velikostjo ploskve, na katero sila deluje [1, str. 58]. V mirujoči tekočini pritiska sila vedno pravokotno na ploskev, zato tlak ni odvisen od smeri ploskve ampak od globine.

Mednarodni sistem enot določa paskal (Pa) za enoto tlaka, ki je enaka enemu Newtonu na kvadratni meter ( $\text{N/m}^2$ ). Druge enote za merjenje tlaka so še bar ( $10^5 \text{ N/m}^2$ ), atmosfera in tor oz. milimeter živega srebra [1].

Naprave za merjenje tlaka navadno merijo tlačno razliko. Splošen merilnik tlaka imenujemo manometer. Tistim za merjenje zračnega tlaka pravimo barometri, tistim za merjenje srčnega tlaka pa sfigmomanometri [1].

- Vrste manometrov: kapljevinski manometer, membranski manometer ali aneroid, Bourdonova cev in sfigmomanometer [8].

### 3.6.1 Živosrebrni barometer

Živosrebrni barometer naredimo tako, da dolgo stekleno cevko napolnimo z živim srebrom, nato pa jo previdno obrnemo in postavimo v posodo z živim srebrom.

Zračni tlak deluje na živo srebro v posodi in s tem povzroči rast ali padeč stolpca živega srebra v cevki. Višina stolpca se spreminja z zračnim tlakom, ki je odvisen od vremena. Normalni zračni tlak ustreza stolpcu višine 760 mm. Živosrebrne barometre so uporabljali včasih, danes so jih zamenjali kapljevinski manometri, ki so natančnejši [6].

### 3.6.2 Kapljevinski manometer

Kapljevinski manometer sestavlja cev v obliki črke U, ki je napolnjena s kapljevino (voda, živo srebro). Na eni strani je merjeni tlak, na drugi pa primerjalni tlak (npr. atmosferski tlak). Razliko tlakov razberemo iz višine kapljevine na obeh krakih cevi [20].

### 3.6.3 Bourdonova cev

Bourdonova cev je zakrivljena cev z enim priključkom. Zaradi spremembe tlaka v cevi se spremeni oblika cevi, kar pa se odraža na merljivih premikih [18, str. 27]. Npr.: Če se tlak v cevi poveča, se poveča tudi obseg cevi, s čimer se premakne kazalec.

### 3.6.4 Aneroid

Bistveni del aneroidnega barometra je mehka pločevinasta posodica, iz katere je izsesan zrak. Močna vzmet preprečuje, da bi okolni zrak posodico sploščil. Ko se zračni tlak poveča, rahlo stisne posodico, če tlak pade, vzmet posodico spet raztegne. Z dolgim kazalcem naredimo zelo majhne premike zgornjega dela škatlice merljive [6, str. 96].

### 3.6.5 Sfigmomanometer

S sfigmomanometri merimo arterijski krvni tlak. Z vsakim utripom srce iztisne kri v žile odvodnice (arterije), da bi oskrbelo tkiva s hranilnimi snovmi in kisikom. Silo, s katero pritiska kri na žilno steno, imenujemo krvni tlak [15].

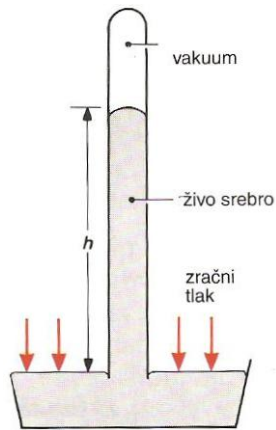
Krvni tlak izmerimo z dvema vrednostma:

- Zgornji ali sistolični krvni tlak je višja vrednost, ki jo izmerimo ob iztisu krvi iz srca v žile odvodnice;
- Spodnji ali diastolični krvni tlak je nižja vrednost, ki jo izmerimo, ko srce miruje in se polni s krvjo.

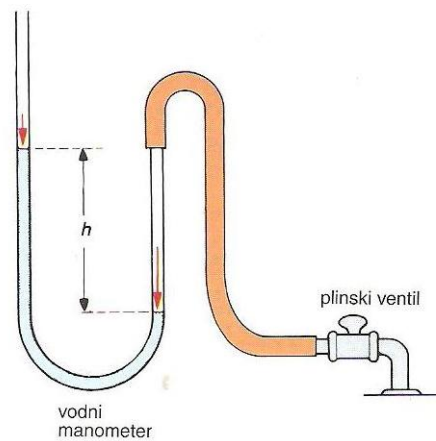
O normalnem tlaku govorimo, ko je sistolični tlak okoli 130, diastolični pa pod 85 mm Hg [9].

Sfigmomanometer sestavljajo napihljiva manšeta, živosrebrni kapljevinski manometer, gibljiva cev, ki povezuje manšeto z manometrom, ter bodisi gumijasta bučka z ventilom za napihovanje manšete, bodisi motorizirani sistem za polnjenje manšete. Ročni model sfigmomanometra, kot se uporablja še danes, je v začetku 20. stoletja uvedel italijanski zdravnik Scipione Riva-Rocci (1863–1937) [15].

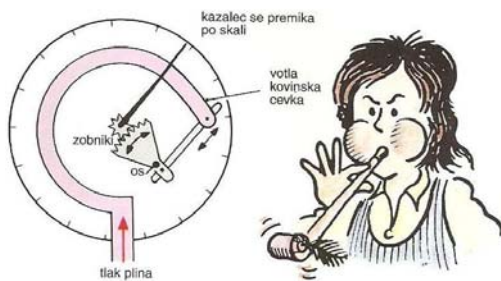




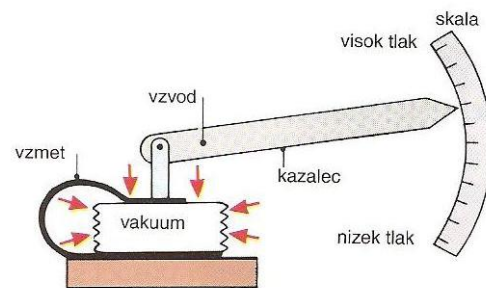
Slika 11: Živosrebrni barometer [6, str. 95]



Slika 12: Kapljevinski manometer [6, str. 96]



Slika 13: Bourdonova cev [6, str. 96]



Slika 14: Aneroidni barometer [6, str. 96]



Slika 15: Sfigmomanometer  
Fotografiral P. Skerbiš



Slika 16: Elektronski sfigmomanometer  
Fotografiral P. Skerbiš

### 3.7 Gostota

Gostota je fizikalna količina, določena kot razmerje med maso  $m$  in prostornino telesa  $V$ , kot razmerje med molsko maso  $M$  in molsko prostornino  $V_m$ . Gostejša snov ima pri enaki prostornini večjo maso. Gostota snovi je odvisna od temperature. Pri večini teles se z naraščajočo temperaturo gostota zmanjšuje [1], [18].

Enota za merjenje gostote je  $\text{kg/m}^3$ . Plavanje teles je odvisno od gostote. Telo z večjo gostoto od vode potone, telo z manjšo gostoto od vode pa na vodi plava [1].

Pripravi za merjenje gostote tekočin sta areometer in refraktometer.

#### 3.7.1 Areometer

Areometer ali plavač je priprava za merjenje gostote tekočin (odstotka alkohola, mastnosti mleka, gostote kisline v akumulatorju). Na enem koncu je obteženo valjasto telo, ki plava v kapljevini (plavač). Globina, do katere se areometer potopi, je odvisna od specifične teže kapljevine. Čim večja je specifična teža, tem manj tekočine izpodrine plavač, zato se manj potopi [18].

V praksi imamo navadno dve vrsti areometrov: enega za kapljevine, lažje od vode (npr. kerozin, bencin, alkohol), pri katerih je oznaka 1,000 za vodo pri dnu lestvice, in druge za kapljevine, težje od vode (npr. slanica, mleko, kisline), pri katerih je oznaka 1,000 pri vrhu lestvice.

Pri zmesi dveh kapljev, katerih gostoto poznamo, je moč iz skale na areometru določiti delež posamezne kapljevine. Ker je tržna vrednost številnih kapljev (npr. raztopina sladkorja, žveplena kislina, alkohol ali vino) neposredno povezana z njihovo gostoto, ki odraža vodni delež v raztopini, se areometri v praksi široko uporabljajo [5, str. 8].

### 3.7.2 Refraktometer

Refraktometer je optični merilnik, s katerim lahko določamo vsebnost raztopljenih soli ali sladkorjev v vodnih sistemih. Deluje na principu lomljenja svetlobe – refrakcije, ki prehaja skozi mersko tekočino. Pri prehajanju svetlobe skozi mersko tekočino se namreč svetloba ustrezno lomi. Lomni kot je tisti podatek, ki nam na merski skali pove, kakšna je vsebnost raztopljenih soli ali sladkorjev v merski tekočini [14].



Slika 17: Areometer

Fotografiral P. Skerbiš



Slika 18: Refraktometer

Fotografiral P. Skerbiš

## 4 EKSPERIMENTALNI DEL

### 4.1 Namen raziskave

Osnovni namen raziskovalne naloge je bil spoznati, katere merilne naprave uporabljajo kmetje v vsakdanjem življenju in kako natančne so. Omejil sem se na naslednje količine: masa, temperatura, tlak in gostota.

### 4.2 Cilji raziskave

Cilji raziskave so:

- Ugotoviti, koliko in kakšne merilne naprave za merjenje mase, temperature, tlaka in gostote imajo ljudje doma v vsakdanji uporabi.
- Ugotoviti natančnost merilnih naprav v vsakdanji rabi.

### 4.3 Hipoteze

Postavil sem si naslednje hipoteze:

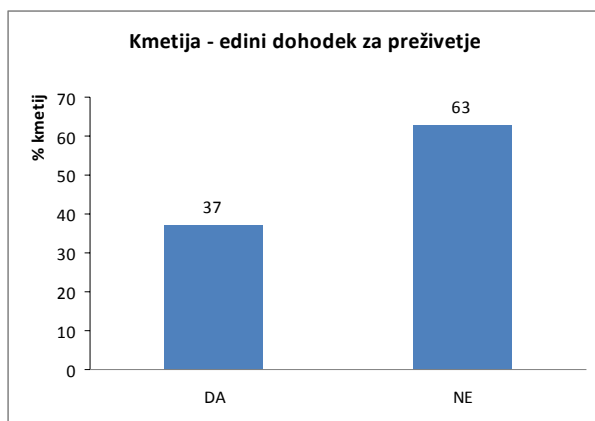
- Hipoteza A: Predpostavljam, da imajo ljudje na kmetijah merilne naprave za merjenje mase, temperature, tlaka in gostote.
- Hipoteza B: Predpostavljam, da ljudje na kmetijah uporabljajo tudi elektronske merilne naprave.
- Hipoteza C: Predpostavljam, da bodo pri primerjalnem merjenju med elektromehanskimi tehtnicami manjše razlike kot pri primerjalnem merjenju med elektromehanskimi in mehanskimi tehtnicami.
- Hipoteza D: Predpostavljam, da bodo pri primerjalnem merjenju med elektronskimi termometri manjše razlike kot pri primerjalnem merjenju z elektronskimi in drugimi termometri.
- Hipoteza E: Predpostavljam, da bodo pri primerjalnem merjenju med elektronskimi manometri manjše razlike kot pri primerjalnem merjenju med elektronskimi in drugimi manometri.
- Hipoteza F: Predpostavljam, da si ljudje na kmetijah merijo krvni tlak.
- Hipoteza G: Predpostavljam, da so meritve z refraktometri natančnejše kot meritve z areometri.

### 4.4 Metodologija

V raziskavi sem uporabil metodo dela na terenu: anketiranje, popis in eksperiment.

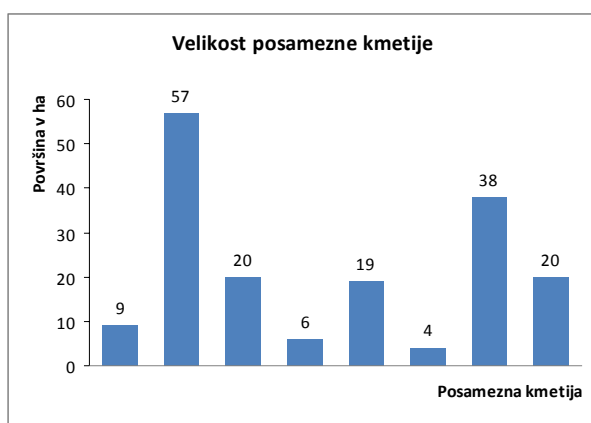
### 4.5 Raziskovalni vzorec

V raziskovalni vzorec sem zajel naključnih osem kmetij s področja krajevne skupnosti Laporje. Kmetje se ukvarjajo predvsem z živinorejo, vzporedno s tem pa se ukvarjajo še s poljedelstvom, gozdarstvom, sadjarstvom in vinogradništvom.



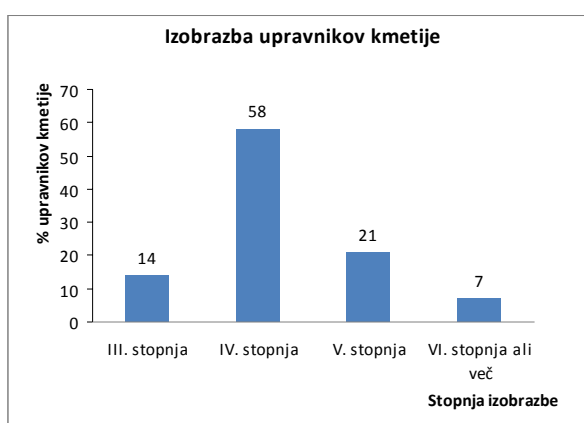
Graf 1: Kmetija – edini dohodek za preživetje

Iz grafa 1 je razvidno, da se le 37 % od kmetij iz vzorca ukvarja izključno s kmetijstvom.



Graf 2: Velikost posamezne kmetije

V povprečju so kmetije velike okoli 20 ha. Največja kmetija je imela 57 ha, najmanjša pa 4 ha.



Graf 3: Izobrazba upravnikov kmetije

Večina upravnikov kmetije ima IV. stopnjo izobrazbe.

## **4.6 Postopki zbiranja podatkov**

Podatki so se zbirali na terenu.

### **4.6.1 Anketiranje**

Anketiranje je bilo izvedeno na terenu na osmih kmetijah v januarju in februarju 2010. Anketni vprašalnik je zajemal podatke, s pomočjo katerih sem določil vzorec raziskovalne naloge (kmetija kot edini dohodek, velikost kmetije in izobrazbena struktura upravnikov kmetije).

### **4.6.2 Popis merilnih naprav**

Na terenu sem popisal merilne naprave za merjenje mase, temperature, tlaka in gostote, ki jih uporabljajo na kmetiji.

### **4.6.3 Eksperimentalne meritve**

Na terenu sem opravil eksperimentalne meritve. Primerjal sem rezultate meritev dobljenih z različnimi vrstami merilnih naprav.

## **4.7 Obdelava podatkov**

Podatke sem obdelal s pomočjo Excel-a.

## 5 REZULTATI

### 5.1 Popis merilnih naprav za merjenje mase, temperature, tlaka in gostote

#### 5.1.1 Masa

Osebna tehtnica	Mehanska tehtnica: 3 kosi Elektromehanska tehtnica: 3 kosi
Kuhinjska tehtnica	Mehanska tehtnica: 7 kosov Elektromehanska tehtnica: 3 kosov
Tehtnica za tehtanje mesa	Mehanska tehtnica: 3 kose Elektromehanska tehtnica: 0

Tabela 2: Popis tehtnic na terenu glede na uporabo

Vzmetna tehtnica	3 kosov
Vzvodna tehtnica	1 : 10 (1 : 100): 6 kosov Rimska tehtnica: 4 kosi
Elektromehanska tehtnica	6 kosov

Tabela 3: Popis tehtnic na terenu glede na delovanje

Iz tabele 2 in 3 je razvidno, da se na vsaki kmetiji najde vsaj ena tehtnica. Medtem ko imajo na vsaki kmetiji vsaj eno kuhinjsko tehtnico, osebnih tehtnic nimajo povsod. Kmetje uporabljajo tudi elektronske tehtnice, s čimer je hipoteza B za področje tehtanja potrjena. Vzmetne tehtnice uporabljajo predvsem za koline. Na štirih kmetijah uporabljajo še vedno rimsko tehtnico na pomično kroglo. Dve od njih sta stari okoli sto let in sta še vedno zelo natančni. Kmetje z večjo površino zemlje imajo številčno več tehtnic kot tisti z manjšo površino zemlje. Stopnja izobrazbe na to ne vpliva.

### 5.1.2 Temperatura

Merjenje temperature telesa:	Živosrebrni termometer: 6 kosov Elektronski termometer: 5 kosov
Merjenje temperature zraka	Alkoholni termometer: 4 kosi Živosrebrni termometer: 2 kosa Elektronski termometer: 2 kosa

Tabela 4: Popis termometrov na terenu

Na vsaki kmetiji imajo termometre za merjenje telesne temperature, ponekod celo elektronskega in živosrebrnega. Termometrov za merjenje zraka nimajo na vseh kmetijah. Kmetje uporabljajo tudi elektronske termometre, s čimer je hipoteza B za področje merjenja temperature potrjena.

Površina kmetije in stopnja izobrazbe ne vplivata na število termometrov na posamezni kmetiji.

### 5.1.3 Tlak

Manometer	Tlak v peči, tlak v zračnicah ipd.: 20 kosov
Barometer	Aneroid: 2 kosa Elektronski: 2 kosa
Sfigmomanometer	Elektronski: 2 kosa Mehanski: 2 kosa

Tabela 5: Popis manometrov na terenu

Na vseh kmetijah imajo precej manometrov v splošni uporabi. Zračnega tlaka na vseh kmetijah zajetih v vzorec ne merijo. Pri eni kmetiji so imeli digitalno vremensko postajo, vendar je bil zračni tlak izražen z mm živega srebra, naš merilec pa je bil s skalo v hPa. Pri preračunavanju nikakor nismo uspeli najti primerjave. Tudi merilcev krvnega tlaka imajo manj kot smo pričakovali. Hipotezi A in B za področje merjenja tlaka držita le delno.



### 5.1.4 Gostota

Areometer za merjenje kapljevih lažjih od vode	3 kosi
Areometer za merjenje kapljevih težjih od vode	3 kosi
Refraktometer	2 kosa

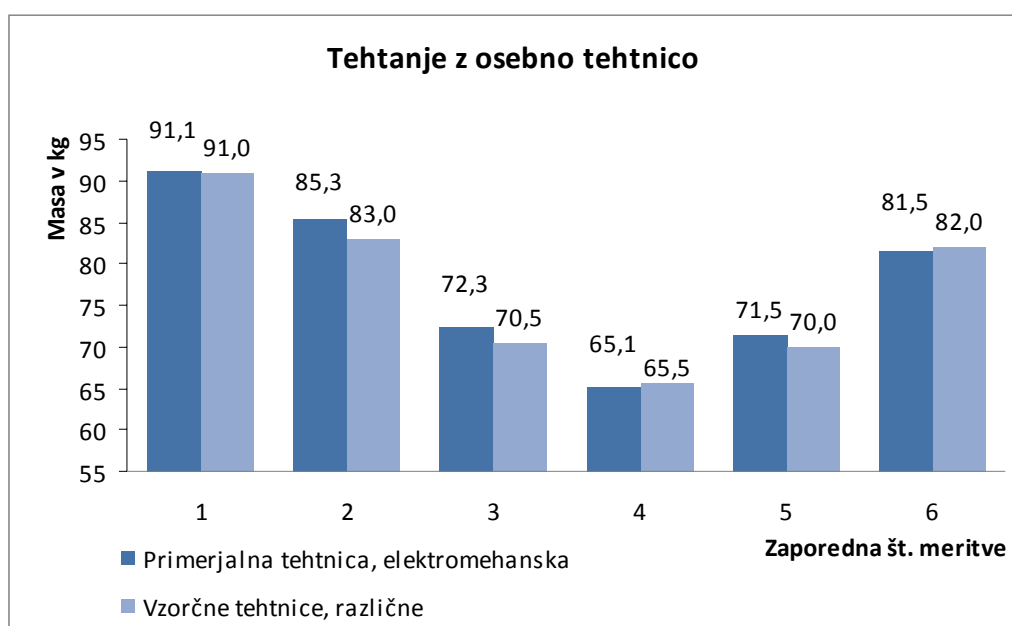
Tabela 6: Popis areometrov in refraktometrov na terenu

Na nekaterih kmetijah imajo naprave za merjenje gostote tekočin. To so bili areometri za merjenje vsebnosti alkohola, za merjenje sladkosti mošta in za merjenje koncentracije hladilne tekočine v avtomobilu oziroma traktorju.

Z večanjem kmetijske površine se število merilcev gostote povečuje.

## 5.2 Rezultati eksperimentalnih meritev na terenu

### 5.2.1 Tehtanje z osebno tehtnico

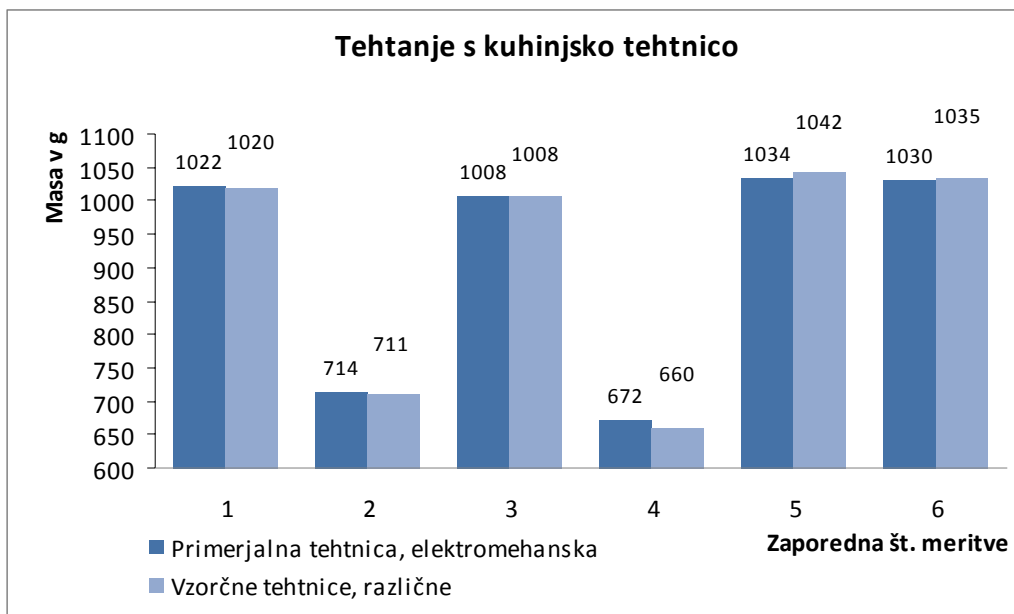


Graf 4: Primerjava meritev tehtanja z osebno tehtnico

V prvem merjenju sta bili tako primerjalna kot vzorčna tehtnica elektromehanski, razlika v izmerjeni masi ni velika (razlika je 10 dag). Pri ostalih primerih, kjer so bile vzorčne tehtnice mehanske, so razlike v rezultatih večje (od 20 do 180 dag). Hipoteza C je s tem potrjena.

Skleпам, da so mehanske osebne tehtnice precej nenatančne predvsem zaradi neumerjenosti, starosti in nizke cene na trgu.

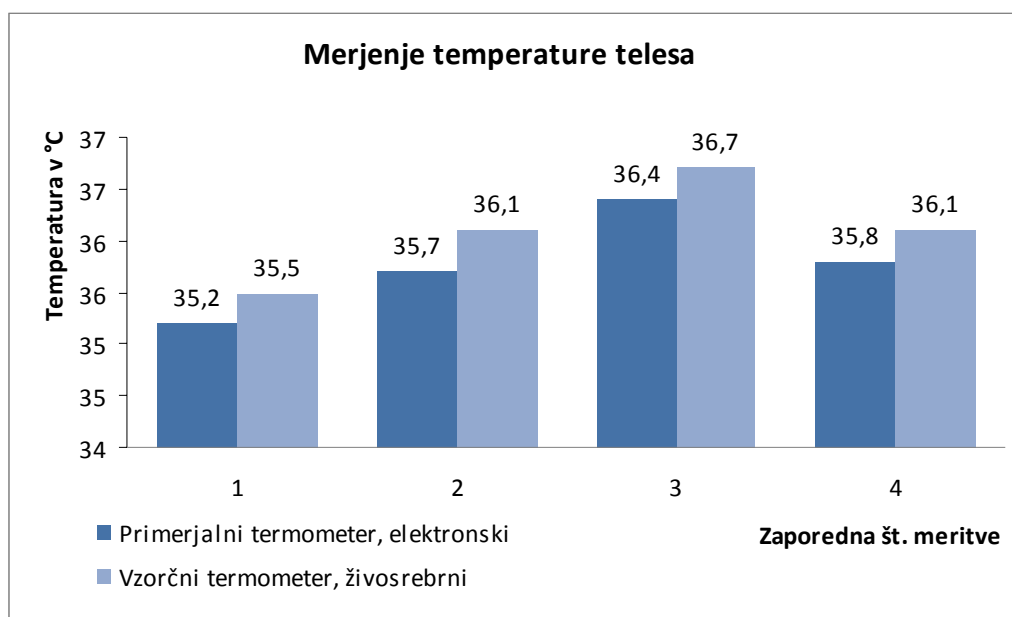
## 5.2.2 Tehtanje s kuhinjsko tehtnico



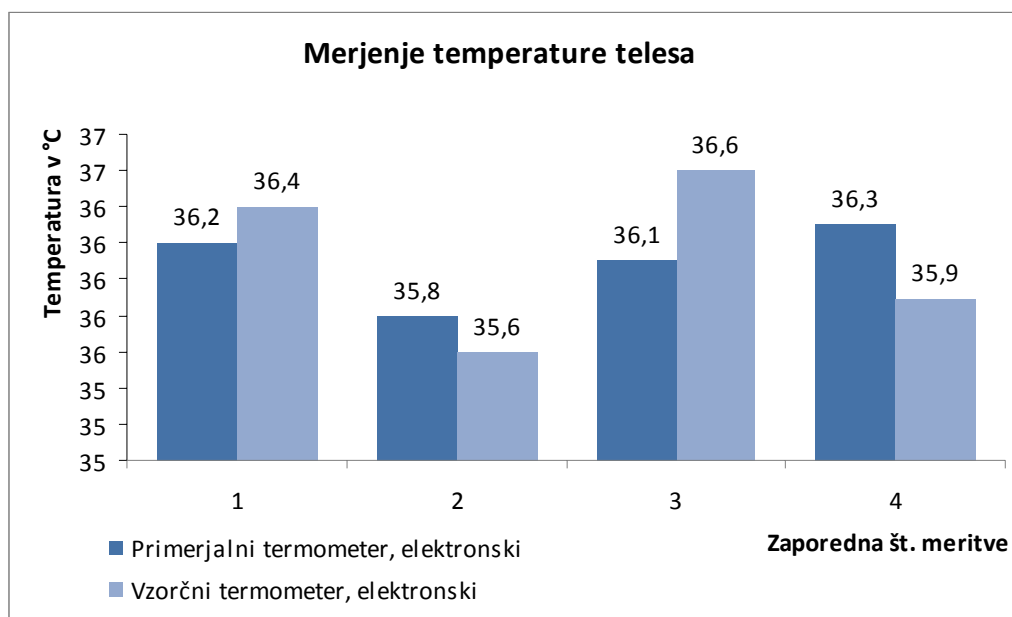
Graf 5: Primerjava meritev tehtanja s kuhinjsko tehtnico

Prva, tretja, peta in šesta meritev so zajele tehtanje 1 kg moke, druga meritev je zajela tehtanje enega kozarca kompota, četrta meritev pa tehtanje konzerve graha. Pri prvi, drugi in tretji meritvi so kot vzorčne tehtnice uporabljene elektromehanske tehtnice. Razlika v masi pri primerjalnih meritvah pri elektromehanskih tehtnicah je manjša (od 2 do 3 g) kot pri primerjalnem merjenju med elektromehanskimi in mehanskimi tehtnicami (od 5 do 12 g). Hipoteza C je potrjena tudi pri tehtanju s kuhinjskimi tehtnicami.

### 5.2.3 Merjenje temperature telesa



Graf 6: Primerjava meritev merjenja telesne temperature z elektronskimi in živosrebrnimi termometri

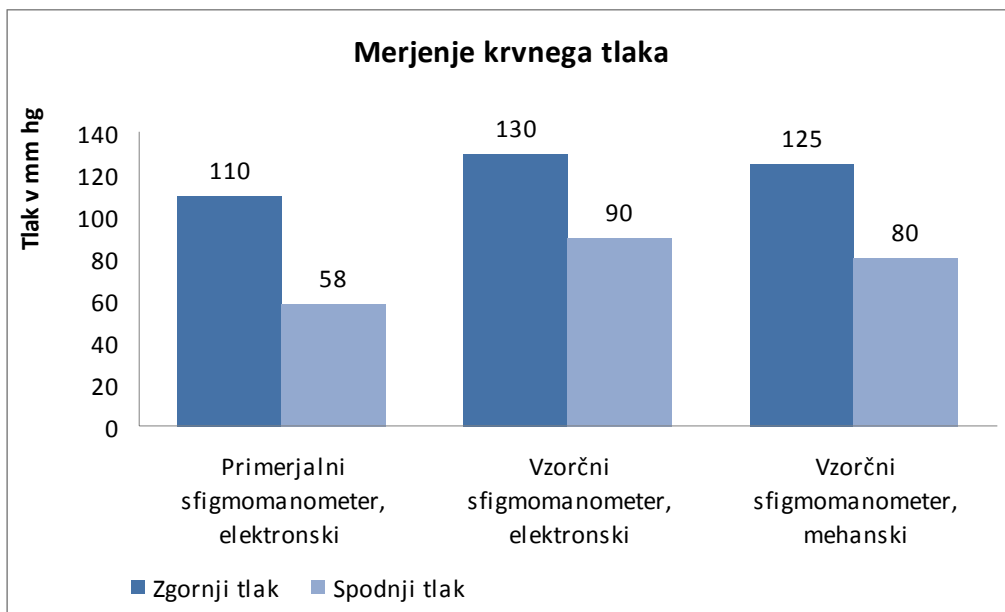


Graf 7: Primerjava meritev merjenja telesne temperature z elektronskimi termometri

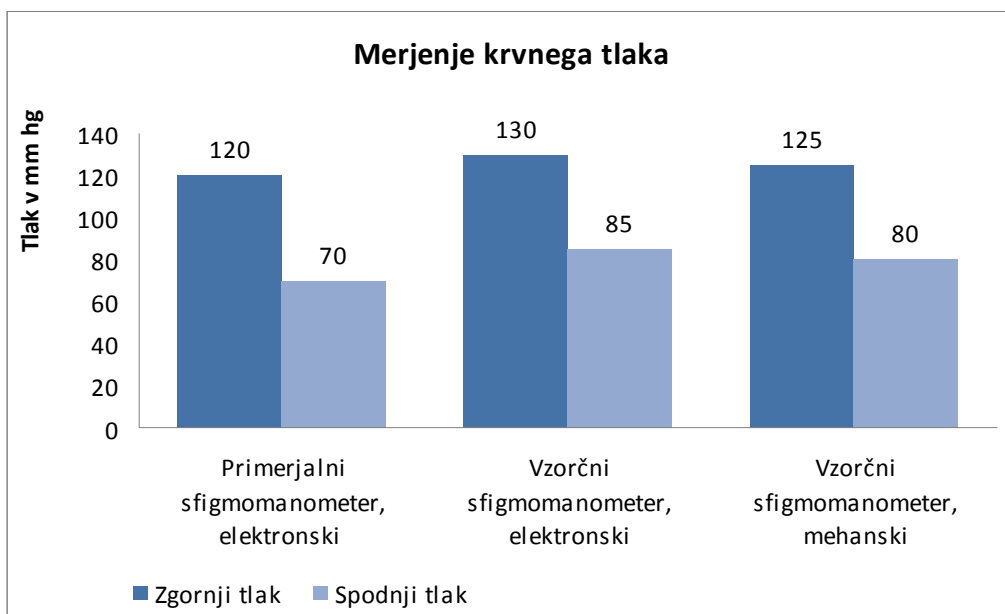
Na grafu 6 so predstavljene meritve z elektronskim in živosrebrnim termometrom, na grafu 7 pa je tudi vzorčni termometer elektronski. Razlike pri merjenjih z elektronskim in živosrebrnim termometrom (graf 6) so od 0,3 °C do 0,4 °C, razlike pri merjenjih med različnimi elektronskimi termometri (graf 7) pa so od 0,2 °C do 0,5 °C. Hipoteza D je s tem

ovržena. Iz grafa 6 je razvidno, da različni živosrebrni termometri kažejo enako odstopanje od primerjalnega elektronskega termometra, vedno kažejo nekoliko višjo temperaturo.

#### 5.2.4 Merjenje krvnega tlaka



Graf 8: Primerjava meritev merjenja krvnega tlaka (prva meritev)

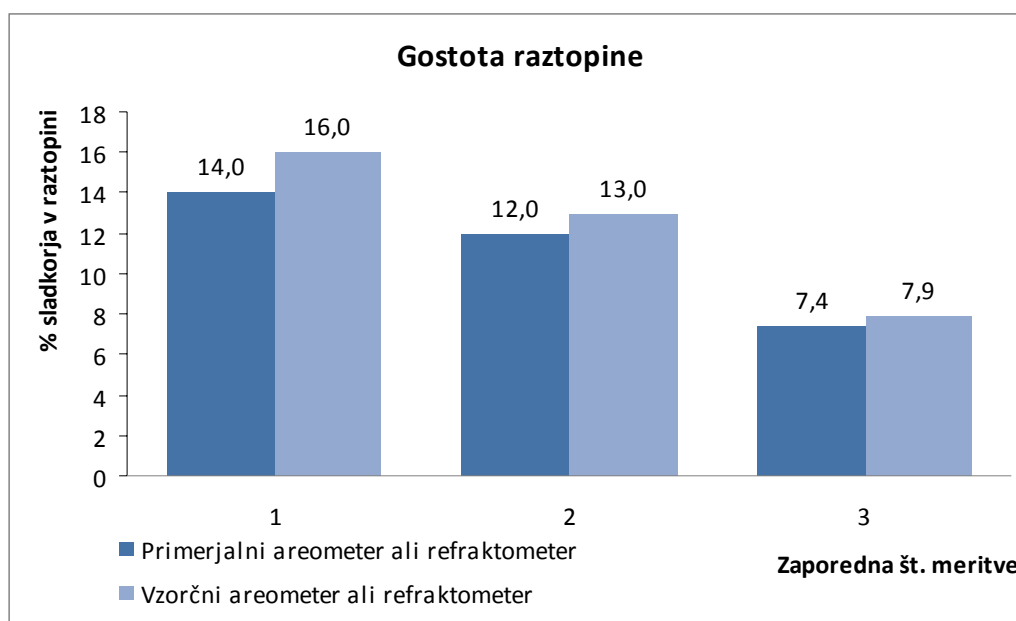


Graf 9: Primerjava meritev merjenja krvnega tlaka (druga meritev)

V nasprotju s pričakovanji vsi ljudje na kmetijah nimajo doma sfigmomanometrov, zato smo izvedli samo dve meritvi. Na obeh omenjenih kmetijah so imeli in elektronski in mehanski merilec tlaka.

Iz grafov 8 in 9 je razvidno, da so razlike pri elektronskih sfigmomanometrih pri zgornjem tlaku od 10 do 20 mm Hg, pri spodnjem tlaku pa od 15 do 32 mm Hg. Ker so še posebej pri spodnjem tlaku pri primerjalnem merjenju z elektronskimi sfigmomanometri tako velike, primerjave z mehanskim sfigmomanometrom ne morem narediti. Hipoteza E za področje merjenje krvnega tlaka je ovržena, pri čemer je potrebno upoštevati, da je bil v raziskavo zajet majhen vzorec in pustiti možnost, da bi pri večjem vzorcu dobili drugačne rezultate.

### 5.2.5 Merjenje gostote tekočin



Graf 10: Primerjava meritev merjenja gostote tekočin z areometri in refraktometri

Prva in druga meritev sta bili opravljene s primerjalnim in vzorčnim areometrom; merili smo gostoto raztopine sladkorja in vode, gre za merjenje raztopin težjih od vode. Tretja meritev je bila opravljena s primerjalnim in vzorčnim refraktometrom; merili smo ostanek sladkorja v belem vinu.

Iz grafa 9 je razvidno, da so pri meritvah z areometri nekoliko večja odstopanja med posameznimi merilci kot pri refraktometrih, s čimer je hipoteza G potrjena.

## 6 RAZPRAVA

Potreba po merjenju izhaja že iz davnih časov, danes pa je merjenje zaradi načina življenja še posebej pomembno. Predvidevam, da kmetje večkrat v letu tehtajo živino, hrano za živino, zdravila, pesticide ipd. Merjenje temperature telesa je danes povsem običajno, na kmetijah pa je potrebno tudi merjenje zraka zaradi pozebe, zaščite živali pred vročino ipd. Merjenje gostote raztopine je pomembno predvsem v vinogradništvu, ki je dodatna dejavnost nekaterih kmetij v naši okolici. V medijih vsak dan beremo, poslušamo oziroma gledamo vremensko napoved, v kateri je vedno opisan zračni tlak, prav tako v medijih skorajda vsakodnevno poslušamo o težavah, ki jih povzročajo visoki krvni tlak. Na podlagi tega predpostavljam, da imajo ljudje na kmetijah merilne naprave za merjenje mase, temperature, tlaka in gostote (hipoteza A).

Natančnost meritev je danes izrazito pomembna, še posebej pri pripravi škropiv in zdravil za živali. Pri elektronskih merilnih napravah obstaja manjša verjetnost subjektivnega vpliva in slučajne napake. Z večkratnim merjenjem sicer lahko zmanjšamo napako, vendar je digitalen izpis natančnejši od narisane merske skale na posamezni merilni napravi. Vsesplošno mnenje, ki velja danes je, da so elektronske naprave natančnejše. Elektronske merilne naprave so doprinos tehnološkega razvoja. Včasih so jih uporabljali predvsem v laboratorijih, danes pa so vsesplošno uporabne in se izdelujejo v velikih količinah. Ker je konkurenca na tržišču velika, so se znižale tudi nabavne cene teh. Na podlagi tega predpostavljam, da ljudje na kmetijah uporabljajo med drugimi tudi elektronske merilne naprave (hipoteza B). Prav tako v hipotezah C, D in E predvidevam, da so elektronski instrumenti natančnejši od mehanskih. Predpostavljam tudi, da bodo merjenja z refraktometri natančnejša kot merjenja z areometri (hipoteza G). Menim namreč, da se pri analognem odčitavanju pri areometrih pojavlja več napak kot pri digitalnem odčitavanju na refraktometrih. Hipotezo G sem postavil tudi zato, ker so refraktometri dražji od areometrov.

Današnji življenjski slog se razlikuje od načina življenja v preteklosti, tudi na kmetijah. V prehrano smo pričeli vnašati številne aditive in že vnaprej pripravljeno hrano, veliko ročnega dela so zamenjali stroji ipd. Mediji nas ves čas opozarjajo na nezdrav oziroma zdrav način življenja in posredno ponujajo številne dobrine, ki preprečujejo nastanek holesterola v krvi, na

tiste, ki zmanjšujejo nevarnosti visokega krvnega tlaka ipd. Prav zaradi medijskega vpliva predvidevam, da si tudi ljudje na kmetijah merijo krvni tlak (hipoteza F).

## 7 ZAKLJUČEK

Ugotovil sem, da imajo na kmetijah veliko različnih merilnih naprav, nekateri tudi več merilnih naprav za merjenje enake fizikalne količine. Največ imajo termometrov in tehtnic. Na vseh kmetijah zajetih v vzorec so imeli različne manometre, na vseh pa niso imeli barometrov in sfigmomanometrov, kot sem pričakoval. Med drugimi manometri so prevladovali manometri vgrajeni v peči, traktorje, molzne naprave ipd., ki pa jih nisem zajel v popis. Tudi merilnih naprav za merjenje gostote tekočin nimajo na vseh kmetijah. Na kmetijah, kjer pridelujejo tudi vino in žgane pijače, areometre imajo, na eni kmetiji pa so me opozorili na areometer za merjenje koncentracije hladilne tekočine v avtomobilu oziroma traktorju. Hipotezo A lahko potrdim za merjenje mase, temperature in tlaka, za merjenje gostote pa ne.

Predvidevam, da imajo na kmetijah več različnih merilnih naprav kot ljudje, ki živijo v mestnem okolju, v blokkih ali hišah, kar predstavlja eno izhodišče za nadaljnje raziskave.

Na kmetijah uporabljajo tudi elektronske merilne naprave, s čimer hipotezo B potrdim.

Z raziskovalno nalogo sem ugotovil:

- Elektronskomehanske tehtnice so natančnejše od mehanskih. Hipoteza C je potrjena.
- Elektronski termometri za merjenje temperature telesa so manj natančni kot živosrebrni termometri. Hipotezo D za termometre, ki merijo telesno temperaturo, ovržem. Primerjalnih merjenj za druge termometre nisem naredil.
- Elektronski sfigmomanometri so manj natančni od mehanskih. Hipotezo E za področje merjenje krvnega tlaka ovržem. Primerjalnih meritev za druge manometre nisem naredil.
- Na vseh kmetijah ljudje nimajo merilcev krvnega tlaka. Hipoteza F je ovržena.
- Areometri za merjenje količine sladkorja v moštu so manj natančni kot refraktometri. Hipoteza G je potrjena.

Zanimiva ugotovitev po opravljeni raziskavi je bila, da uporabniki precej zaupajo natančnosti svojih naprav, čeprav so nekatere že precej stare.

Vzorec kmetij za mojo nalogo je bil razmeroma majhen, zato čisto zagotovo ne morem trditi zgoraj naštetega. Merjenja bi moral ponoviti na večjem številu, zanimivo pa bi bilo raziskati relativno mersko napako pri merjenju s posameznimi merilnimi napravami ali primerjati merilne naprave različnih proizvajalcev med seboj.

## 8 LITERATURA

1. Ambrožič, M., E. Karič, S. Kralj, M. Slavinec, A. Zidanšek (1997): Fizika 7. 1. izdaja. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
2. Bezec, B., B. Cedilnik, B. Černilec, T. Gulič, J. Lorger, D. Vončina (2000): Moja prva fizika 1: Fizika za 8. razred devetletne osnovne šole. 1. izd. Ljubljana: Modrijan.
3. Breuer, H., R. Breuer (1993): Atlas klasične in moderne fizike. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
4. Ferbar, J., F. Plevnik (1996): Fizika 7. 8. izd. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
5. Finniston, M., T. Williams, C. Bissell (ur.) (1997): Oxfordova enciklopedija izumov in tehnologij. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
6. Johnson, K. (1996): Fizika: preproste razlage fizikalnih pojavov. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
7. Kocijančič, S. (1999). Interaktivne spletne strani: Zgodovina merjenja in enote. Dostopno na spletni strani: [http://www2.arnes.si/~sspsfran/enote/nivo1\\_Uzgod.html](http://www2.arnes.si/~sspsfran/enote/nivo1_Uzgod.html). Prevezeto dne 18. 1. 2010.
8. Manometer. Dostopno na spletni strani: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Manometer>. Prevezeto dne 10. 2. 2010.
9. Meritve krvnega tlaka. Dostopno na spletni strani: [http://www.hipertenzija.org/krvni\\_tlak.htm](http://www.hipertenzija.org/krvni_tlak.htm). Prevezeto dne 10. 2. 2010.
10. Opisi termometrov in opreme. Dostopno na internetni strani: <http://www.termometer.net/opisi-termometrov.html>. Prevezeto dne 12. 2. 2010.
11. Oxlade, C., C. Stockley, J. Wertheim (1991): Slikovni pojmovnik: Fizika. Ljubljana: Tiskarna Mladinska knjiga.



12. Plinski termometer. Dostopno na spletni strani:  
[http://sl.wikipedia.org/wiki/Plinski\\_termometer](http://sl.wikipedia.org/wiki/Plinski_termometer). Prevezeto dne 10. 1. 2010.
13. Pogostejši principi delovanja tehtnic. Dostopno na spletni strani: <http://www.alba-slo.si/?Page=69&dx=517>. Prevezeto dne 12. 2. 2010.
14. Refraktometri – optični merilniki. Dostopno na spletni strani:  
<http://www.termotel.si/index.php>. Prevezeto dne 12. 2. 2010.
15. Sfigmomanometer. Dostopno na spletni strani:  
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Sfigmomanometer>. Prevezeto dne 10. 1. 2010.
16. Slika rimske tehtnice. Dostopno na spletni strani: [www.ravbar-sp.si/rim\\_tehtnica.html](http://www.ravbar-sp.si/rim_tehtnica.html).  
Prevezeto dne 10. 1. 2010.
17. Slika vzvodne tehtnice. Dostopno na spletni strani:  
[www.radioaktual.si/uploads/tehtnica\\_copy6.jpg](http://www.radioaktual.si/uploads/tehtnica_copy6.jpg). Prevezeto dne 10. 1. 2010.
18. Strnad, J. (ur) (1979): Leksikoni Cankarjeve založbe, Fizika. Ljubljana: Cankarjeva založba in Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS.
19. Termometer. Dostopno na spletni strani: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Termometer>.  
Prevezeto dne 10. 2. 2010.
20. Zalaznik, M.: Merjenje temperature. Termodinamika. 1. laboratorijska vaja. Dostopno na spletni strani: [www.ssfs.si/download/Termodinamika/termodinamika\\_1\\_poroilo.pdf](http://www.ssfs.si/download/Termodinamika/termodinamika_1_poroilo.pdf).  
Prevezeto dne 10. 2. 2010.
21. Zgodovina merjenja. Dostopno na spletni strani:  
[http://sl.wikipedia.org/wiki/Zgodovina\\_merjenja](http://sl.wikipedia.org/wiki/Zgodovina_merjenja). Prevezeto dne 18. 12. 2010.

## 9 PRILOGA

Popisni list

## PRILOGA: Popisni list

Priimek upravnikov kmetije: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

### 1 Struktura anketirancev

**1.1 Ali je edini dohodek vaše družine kmetijstvo?** Obkrožite odgovor.

- a. Da
- b. Ne

**1.2 S čim se vaša kmetija ukvarja?** Možnih je več odgovorov.

- a. Poljedelstvo
- b. Sadjarstvo
- c. Vinogradništvo
- d. Živinoreja
- e. Gozdarstvo

**1.3 Kakšna je velikost vaše parcele?** Zapišite okvirno velikost.

Velikost skupaj: \_\_\_\_\_ ha

Velikost travnika/pašnika: \_\_\_\_\_ ha

Velikost gozdnih površin: \_\_\_\_\_ ha

Velikost vinograda: \_\_\_\_\_ ha

Velikost sadovnjaka: \_\_\_\_\_ ha

Velikost poljskih površin: \_\_\_\_\_ ha

**1.4 Izobrazba upravnikov kmetije**

- a. III. stopnja izobrazbe
- b. IV. stopnja izobrazbe
- c. V. stopnja izobrazbe
- d. VI. ali višja stopnja izobrazbe

## 2 Popis merilnih priprav

### 2.1 Koliko merilnih naprav za merjenje mase glede na uporabo imate?

Osebna tehtnica	Mehanska:	kos	Elektromehanska:	kos
Kuhinjska tehtnica	Mehanska:	kos	Elektromehanska:	kos
Tehtnica za tehtanje mesa	Mehanska:	kos	Elektromehanska:	kos

### 2.2 Koliko merilnih naprav za merjenje mase glede na delovanje imate?

Vzmetna tehtnica:	kos
Vzvodna tehtnica:	kos
Elektromehanska tehtnica:	kos

### 2.3 Koliko merilnih naprav za merjenje temperature telesa imate?

Živosrebrni termometer:	kos
Elektronski termometer:	kos

### 2.4 Koliko merilnih naprav za merjenje temperature zraka imate?

Alkoholni termometer:	kos
Živosrebrni termometer:	kos
Elektronski termometer:	kos

### 2.5 Koliko merilnih naprav za merjenje tlaka glede na delovanje imate?

Manometer (tlak v peči, tlak v zračnicah ipd.):	kos
Aneroidni barometer:	kos
Elektronski barometer:	kos
Elektronski sfigmomanometer	kos
Mehanski sfigmomanometer:	kos

### 2.6 Koliko merilnih naprav imate za merjenje gostote?

Areometer za merjenje kapljevih lažjih od vode (alkohol):	kos
Areometer za merjenje kapljevih težjih od vode (sladkor):	kos
Refraktometer:	kos

### 3 Primerjalna merjenja

#### 3.1 Tehtanje z osebno tehtnico

Primerjalna tehtnica, elektromehanska:	kg	Vzorčna tehtnica:	kg
		A elektromehanska	
		B mehanska	

#### 3.2 Tehtanje s kuhinjsko tehtnico

Količina, ki se meri: .....

Primerjalna tehtnica, elektromehanska:	kg	Vzorčna tehtnica:	kg
		A elektromehanska	
		B mehanska	

#### 3.3 Merjenje temperature telesa

Primerjalni termometer, elektronski:	°C		
Vzorčni termometer št. 1:	°C	Vzorčni termometer št. 2:	°C
A elektronski		A elektronski	
B mehanski		B mehanski	

#### 3.4 Merjenje krvnega tlaka

Primerjalni sfigmomanometer, elektronski:	mmHg		
Vzorčni sfigmomanometer:	mmHg	Vzorčni sfigmomanometer:	mmHg
A elektronski		A elektronski	
B mehanski		B mehanski	

#### 3.5 Merjenje gostote tekočin

Raztopina: .....

Primerjalni areometer:	%	Vzorčni areometer:	%
Primerjalni refraktometer:	%	Vzorčni refraktometer:	%

#### Dodatna pojasnila:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---