

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIHA VELENJE  
Vodnikova cesta 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA  
**ZAMENJAJMO ŽARNICE**  
Tematsko področje: TEHNIKA

Avtor:  
Urban Sušec, 9. razred

Mentor:  
Damijan Vodušek, prof.

Velenje, 2020

Sušec, U. Zamenjajmo žarnice.

II

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentor:       Damijan Vodušek, prof.

Datum predstavitve:

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2019/2020

KG tehnika / žarnica / LED / ekologija / varčne sijalke / zmanjšana poraba električne energije

AV SUŠEC, Urban

SA VODUŠEK, Damijan

KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje

LI 2020

## **IN ZAMENJAJMO ŽARNICE**

TD Raziskovalna naloga

OP VIII, 35 str., 6 pregl., 4 graf, 15 sl., 14 vir.

IJ sl

JI sl / en

AI Na OŠ Gustava Šiliha Velenje se že dolgo govori o tem, da bodo zgradili novo telovadnico. Žal se to zgodbo poslušajo že vrsto let in še vedno stoji telovadnica iz leta 1963. Nekaj manjših popravkov in nadgradenj pa je vseeno bilo.

Med poletnimi počitnicami leta 2019 se je obnovila razsvetljava telovadnice. Ni šlo za popolno menjavo razsvetljave, saj se je obdržalo neonske svetilke, zamenjalo pa se je reflektorje na halogenske žarnice. Namesto starih reflektorjev zdaj osvetljujejo telovadnico moderna LED svetila.

Namen naloge je predstaviti rezultate, ki so se pridobili z meritvami osvetljenosti pred in po obnovi. Med samo izdelavo raziskovalne naloge se je izvedelo ogromno o različnih svetilih in razlikah med njimi. Primerjala se je njihova poraba električne energije, merila osvetljenost telovadnice ter posledično pokazala razlika njihove učinkovitosti.

Svetil je danes ogromno, njihova tehnologija pa se razvija. Trend pri svetilih je podoben kot pri drugih napravah in se kaže v vedno višji učinkovitosti in manjši porabi električne energije. Varčevanje je ena izmed strategij, ki bodo omogočile ohraniti Zemljo prihodnjim rodovom.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

## **KEY WORDS DOCUMENTATION**

ND OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2019/2020

CX TEHNICS / lihgt bulb / LED / ecology / energy saving light bulb / reduce power consumption

AU SUŠEC, Urban

AA VODUŠEK, Damijan

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2020

## **TI REPLACE THE LIGHT BULB**

DT Research work

NO VIII, 35 p., 6 tab., 4 graph, 15 fig., 14 ref.

LA SL

AL sl/en

AB Gustav Šilih Velenje Elementary School has long been rumored to be building a new gym. Unfortunately, this story has been heard for many years, and the gym from 1963 is still in place. However, there were some minor adjustments and upgrades.

During the summer holidays of 2019, the gym lighting was restored. It was not a complete replacement of the lighting, as neon lamps were retained and halogen lamps were replaced. Instead of old spotlights, modern LED lights now illuminate the gym.

The purpose of the assignment is to present the results obtained from the illumination measurements before and after the restoration. During the creation of the research assignment, a great deal was learned about the different luminaires and the differences between them. They compared their electricity consumption, measured the illumination of the gym, and subsequently showed a difference in their efficiency.

Lights are huge today, and their technology is evolving, and the trend in luminaires is similar to that of other devices, with increasing efficiency and reduced power consumption. But austerity is probably the only way that will allow humanity to stay on Earth for some time.

**KAZALO VSEBINE**

|                                                  |             |
|--------------------------------------------------|-------------|
| <b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b> | <b>III</b>  |
| <b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>             | <b>IV</b>   |
| <b>KAZALO VSEBINE .....</b>                      | <b>V</b>    |
| <b>KAZALO SLIK .....</b>                         | <b>VII</b>  |
| <b>KAZALO GRAFIKONOV .....</b>                   | <b>VII</b>  |
| <b>KAZALO TABEL .....</b>                        | <b>VIII</b> |
| <b>SEZNAM OKRAJŠAV .....</b>                     | <b>VIII</b> |
| <b>1 UVOD .....</b>                              | <b>1</b>    |
| <b>2 PREGLED OBJAV .....</b>                     | <b>2</b>    |
| 2.1 PRIDOBIVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE .....       | 2           |
| 2.2 FOSILNA GORIVA .....                         | 3           |
| 2.2.1 Prednosti fosilnih goriv .....             | 3           |
| 2.2.2 Slabosti fosilnih goriv .....              | 4           |
| 2.3 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE .....               | 5           |
| 2.3.1 Dobre lastnosti OVE .....                  | 5           |
| 2.3.2 Slabe lastnosti OVE .....                  | 6           |
| 2.4 VARČEVANJE .....                             | 7           |
| 2.5 VARČEVANJE Z ZAMENJAVO SVETIL .....          | 8           |
| 2.5.1 Navadne žarnice .....                      | 8           |
| 2.5.2 Halogenske žarnice .....                   | 9           |
| 2.5.3 Varčne sijalke .....                       | 10          |
| 2.5.4 LED svetila .....                          | 11          |
| 2.6 FIZIKALNI POJMI .....                        | 12          |

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6.1 Električna moč .....                                                      | 12        |
| 2.6.2 Svetlobni tok .....                                                       | 12        |
| 2.6.3 Svetilnost .....                                                          | 12        |
| 2.6.4 Osvetljenost .....                                                        | 13        |
| 2.6.5 Svetlobni izkoristek.....                                                 | 14        |
| <b>3 METODE DELA.....</b>                                                       | <b>16</b> |
| 3.1 SHEMA TELOVADNICE .....                                                     | 16        |
| 3.2 STANJE RAZSVETLJAVE PRED OBNOVO.....                                        | 17        |
| 3.3 IZVEDBA MERITEV SVETILNOSTI V TELOVADNICI.....                              | 18        |
| 3.4 STANJE RAZSVETLJAVE PO OBNOVI .....                                         | 20        |
| 3.5 PONUDBA SVETIL .....                                                        | 20        |
| <b>4 REZULTATI.....</b>                                                         | <b>21</b> |
| 4.1 MERITVE PRED OBNOVO RAZSVETLJAVE.....                                       | 21        |
| 4.2 Meritve po obnovi razsvetljave .....                                        | 22        |
| 4.3 Primerjava električne moči za razsvetljavo pred in po obnovi .....          | 23        |
| 4.4 Primerjava osvetljenosti telovadnice z LED svetili pred in po obnovi .....  | 24        |
| 4.5 Primerjava osvetljenosti telovadnice z vsemi svetili pred in po obnovi..... | 25        |
| 4.6 Primerjave klasičnih žarnic (halogenskih), varčnih sijalk in LED.....       | 26        |
| <b>5 DISKUSIJA .....</b>                                                        | <b>28</b> |
| <b>6 ZAKLJUČEK .....</b>                                                        | <b>30</b> |
| <b>7 POVZETEK .....</b>                                                         | <b>31</b> |
| <b>8 ZAHVALA .....</b>                                                          | <b>32</b> |
| <b>9 VIRI IN LITERATURA .....</b>                                               | <b>33</b> |

**KAZALO SLIK**

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Termoelektrarna Šoštanj.....                                                                    | 2  |
| Slika 2: Globalno segrevanje.....                                                                        | 4  |
| Slika 3: Obnovljivi viri energije .....                                                                  | 5  |
| Slika 4: Ravnovesje energetskih virov .....                                                              | 6  |
| Slika 5: Prenos električne energije.....                                                                 | 7  |
| Slika 6: Navadna žarnica .....                                                                           | 9  |
| Slika 7: Halogenska žarnica .....                                                                        | 9  |
| Slika 8: Varčna sijalka .....                                                                            | 10 |
| Slika 9: LED svetilka, sestavljena iz več LED diod .....                                                 | 11 |
| Slika 10: Prikaz treh različnih svetlobnih kotov .....                                                   | 12 |
| Slika 11: Shematska razlaga fizikalnih pojmov .....                                                      | 14 |
| Slika 12: Primerjava različnih tipov žarnic in sijalk ter njihova učinkovitost in življenjska doba ..... | 14 |
| Slika 13: Shema telovadnice (postavitve luči).....                                                       | 16 |
| Slika 14: Merjenje osvetljenosti z luksmetrom (Foto: U. Sušec). .....                                    | 17 |
| Slika 15: Razsvetljava telovadnice z LED reflektorji (Foto: U. Sušec). .....                             | 19 |

**KAZALO GRAFIKONOV**

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafikon 1: Osvetljenost telovadnice, 22. 5. 2019 – pred obnovo.....                    | 21 |
| Grafikon 2: Osvetljenost telovadnice, 18. 9. 2019 – po obnovi .....                     | 22 |
| Grafikon 3: Primerjava osvetljenosti z reflektorji pred in po obnovi .....              | 24 |
| Grafikon 4: Primerjava osvetljenosti telovadnice z vsemi svetili pred in po obnovi..... | 25 |

## **KAZALO TABEL**

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Vgrajena razsvetljava pred obnovo .....                          | 17 |
| Tabela 2: Vgrajena razsvetljava po obnovi .....                            | 20 |
| Tabela 3: Meritve osvetljenosti, 22. 5. 2019 – pred obnovo .....           | 21 |
| Tabela 4: Meritve osvetljenosti telovadnice, 18. 9. 2019 - po obnovi ..... | 22 |
| Tabela 5 : Vgrajena svetila pred obnovo.....                               | 23 |
| Tabela 6: Vgrajena svetila po obnovi.....                                  | 23 |

## **SEZNAM OKRAJŠAV**

|                 |                                             |
|-----------------|---------------------------------------------|
| OŠ              | osnovna šola                                |
| SŠ              | srednja šola                                |
| itd.            | in tako dalje                               |
| npr.            | na primer                                   |
| oz.             | oziroma                                     |
| OVE             | obnovljivi viri energije                    |
| CO <sub>2</sub> | ogljikov dioksid                            |
| W               | vat                                         |
| LED             | angl. light emitting diode – svetleča dioda |



# 1 UVOD

Eden izmed današnjih največjih okoljevarstvenih problemov je globalno segrevanje. Da bi ta pojav preprečili, bi morali zmanjšati škodljive izpuste v ozračje, ki jih proizvajamo vsakodnevno v prevelikih količinah. Sedeminšestdeset odstotkov vse električne energije na svetu proizvedemo v termoelektrarnah. Te sežigajo fosilna goriva za poganjanje turbin in proizvodnjo električne energije, hkrati pa s sežiganjem fosilnih goriv v ozračje spuščamo toplogredne pline. Tako kot lahko na eni strani poskrbimo za čistejše načine pri proizvodnji električne energije, pa imamo na drugi strani učinkovitejše električne naprave, ki lahko enako delo opravijo z manj porabljene energije. Navadne žarnice večino energije, ki jo prejmejo, spremenijo v toploto, saj delujejo tako, da tanko žičko segrejejo tako močno, da zagori. Ta proces zahteva veliko energije. LED svetila so veliko bolj varčna, saj imajo odličen izkoristek električne energije in je zato potrebujejo manj, a stanejo veliko več. Tako sem si zastavil nekaj hipotez, ki jih bom raziskal v nalogi.

## HIPOTEZE:

1. LED sijalke bodo osvetljevale telovadnico močnejše, kot navadne žarnice.
2. LED sijalke bodo porabile manj energije, kot navadne žarnice.
3. LED sijalke so dražje za nabavo in vzdrževanje, kot klasične žarnice.
4. Vložen denar v obnovo se bo povrnil v roku dveh let.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 PRIDOBIVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Električna energija je danes nepogrešljiva in vsako leto poraba le-te raste. Tako smo postavljeni pred dejstvo, da moramo vsako leto graditi nove elektrarne, da zadostimo svojim potrebam, a v nedogled tako ne gre. Na to nas vsako leto bolj opozarja narava, ki nam daje jasen signal, da tako potratno ne moremo več živeti, saj s takšnim načinom življenja premočno obremenjujemo Zemljo.

Električno energijo pridobivamo v elektrarnah, ki jih delimo v dve veliki skupini. Ena skupina so elektrarne na fosilna goriva, v katerih s sežiganjem fosilnih goriv segrevajo vodno paro, da z njo poganjajo turbine. Ob tem sežiganju pa se sproščajo toplogredni plini, ki so zelo obremenjujoči za okolje.

Na drugi strani pa imamo elektrarne, ki pretvarjajo naravne, obnovljive in čistejše oblike energij v električno energijo. V to skupino spadajo hidroelektrarne, sončne elektrarne, vetrne elektrarne, elektrarne na geotermalno energijo ipd. [1]



Slika 1: Termoelektrarna Šoštanj

## **2.2 FOSILNA GORIVA**

Tri najbolj znana in najbolj uporabljena fosilna goriva so nafta, premog in zemeljski plin. Nafto največ uporabljamo kot vir goriv za prevozna sredstva, medtem ko sta premog in zemeljski plin v veliki meri kot pogonski gorivi termoelektrarn. Termoelektrarne proizvedejo 67% vse električne energije na svetu, a uporabljajo fosilna goriva (41 % premog, 21 % zemeljski plin in 5 % nafta) [2, 3]

### **2.2.1 Prednosti fosilnih goriv**

Velika prednost fosilnih goriv je, da so zanesljiva in jih imamo ogromno na zalogi, zato lažje in natančneje predvidimo, kako dolgo jih bomo lahko še uporabljali in precizneje izračunamo, koliko energije bomo lahko z njihovo pomočjo proizvedli. Tako termoelektrarne sodijo med zelo zanesljive vire električne energije. Hkrati pa moram omeniti, da npr. plinske elektrarne zavzamejo razmeroma malo prostora, v primerjavi s hidroelektrarno in so razmeroma enostavne za vzdrževanje. [4]

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

### 2.2.2 Slabosti fosilnih goriv

Poleg dobrih stvari pa ima njihova uporaba tudi veliko slabosti. Ena izmed največjih slabosti je globalno segrevanje, ki ga povzročajo izpusti, ki so proizvedeni pri uporabi teh goriv. Prav tako ti izpustni plini onesnažujejo in zastrupljajo ozračje. Poleg okoljskih težav pa se moramo zavedati, da je cena električne energije pridobljena iz premoga ali plina vezana na ceno energenta, ki pa lahko tudi hitro zaniha. Zato ob termoelektrarnah velikokrat vidimo velike deponije premoga, ki elektrarni zagotavlja manjše strese pri spremembah cen energentov, a hkrati zasedejo veliko prostora. [4]



**Slika 2: Globalno segrevanje**

## **2.3 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE**

Definicija pojma »obnovljivi viri energije« je, da so to naravni viri, ki so neomejeni, čisti in se nikoli ne izrabijo. Rekli bi lahko, da se sproti obnavljajo. Poznamo kar nekaj obnovljivih virov: premikanje zračnih mas (veter), vodni tokovi (voda), sončna energija, geotermalna energija in biomasa. Te vire energije povezuje pojem obnovljivi viri energije. [5]

### **2.3.1 Dobre lastnosti OVE**

Najprej je potrebo poudariti, da si Slovenija, nadalje EU in tudi cel svet prizadevajo, da bi v prihodnosti pridobivali energijo iz OVE. Do takrat je seveda še kar dolga pot, a pomembno je to, da se premikamo. Rad bi poudaril, da obnovljivi viri ne puščajo ogljikov ( $\text{CO}_2$ ) odtis in tako ne prispevajo h globalnemu segrevanju, ki je v zadnjih desetletjih močno vplivalo na podnebje. Iz leta v leto se namreč povečuje število naravnih nesreč, ki so posledica uporabe fosilnih goriv. [5]



**Slika 3: Obnovljivi viri energije**

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

### 2.3.2 Slabe lastnosti OVE

Žal pa ni vse zlato, kar se sveti in tudi OVE imajo svoje slabe lastnosti. Tako npr. hidroelektrarne s svojimi velikimi jezovi vplivajo na naravno okolje, jezovi naredijo prepreke za vodne živali ipd. Tudi biomasa ima slabosti, saj drevesa, ki jih zasajajo v ta namen, jemljejo prostor pridelovalcem hrane in posledično rastejo cene hrane. Naslednji primer OVE je sonce. Neskončen vir za človeka, a izkaže se, da je žal nezanesljiv. Na primer pozimi, ko potrebujemo največ energije, imamo sonca najmanj, nato nestanovitno vreme, ki ga ne moremo predvideti zastre nebo pred soncem. Sončno energijo povzamem na kratko tako, da gre za nezanesljiv vir, ki pa poleg tega zahteva veliko investicijo ob izgradnji sončnih elektrarn. Prav tako med nezanesljive vire sodi tudi vetrna energija, ki pa poleg tega povzroča še hrup za okoliške prebivalce. Med zadnjimi bi omenil še geotermalno energijo, ki ji za slabost štejem velike investicijske stroške, še posebej pa to, da je na razpolago le v določenih regijah. To poglavje bi rad zaključil z mislijo, da nas naj te slabosti ne odvrtaajo od uporabe OVE, ampak, da moramo na tem področju še veliko postoriti, da izboljšamo tehnologije, izkoristke in najdemo cenejše načine za izkoriščanje OVE. [6]



Slika 4: Ravnovesje energetskih virov



## **2.4 VARČEVANJE**

Bolj potrebno kot iskanje novih čistih virov, boljše tehnologije, čistejših goriv in izpopolnjenih filtrov, pa se mi zdi varčevanje. To varčevanje ni le to, da ugasnemo prižgano luč, verjamem pa, da je varčevanje in okoljsko ozaveščanje način življenja. Ob vsaki stvari bi se morali vprašati ali jo resnično potrebujemo oz. ali jo potrebujemo v takšni meri. Velikokrat bomo naleteli na odgovor, da se lahko marsičemu tudi kdaj odrečemo. To varčevanje vidim na vseh področjih od prometa, hrane, oblačenja in seveda tudi porabe energije. Človek lahko brez dodatnih investicij in posebnega odrekanja privarčuje kar veliko. V gospodinjstvu lahko veliko storimo, če že samo sproti ugašamo luči, mogoče nastavimo temperaturo za stopinjo ali dve manj, najdemo čistejši način prevoza, kot je npr. kolo in tako še poskrbimo za zdravje. Vse to so malenkosti, ki jih človek ne bo občutil kot neko odrekanje, bo pa začel optimizirati način življenja in bo postal okoljsko bolj ozaveščen. Prihranke, ki jih bo deležen ob takem načinu življenja, pa lahko zopet nameni npr. za zamenjavo razsvetljave, ki bo še bolj učinkovita in bo na ta način še dodatno privarčeval na dolgi rok. [7]



**Slika 5: Prenos električne energije**

## **2.5 VARČEVANJE Z ZAMENJAVO SVETIL**

Da bi privarčevali pri porabi električne energije ter s tem zmanjšali svoj ogljikov odtis in tako tudi zmanjšali strošek na položnici elektrike, lahko zamenjamo našo razsvetljava, tako da navadne in halogene žarnice zamenjamo z LED sijalkami, ki imajo sicer višjo nabavno ceno, a porabijo občutno manj električne energije, saj imajo veliko boljši izkoristek.

Če bi imeli v hiši deset navadnih žarnic z močjo 60 W in bi jih zamenjali z LED sijalkami z močjo 10 W ocenjujejo, da bi v desetih letih prihranili več kot petsto evrov, kar je približno petdeset evrov na leto. Podatek 50 evrov na leto morda ne zveni veliko, a predstavlja precej energije, ki bi jo prihranil kot posameznik. Če pa predpostavim, da bi menjavo opravilo veliko število gospodinjstev in tako prešlo na LED razsvetljava, pa bi to pomenilo veliko zmanjšanje pri porabi električne energije, ki je namenjena razsvetljavi.

10 W LED sijalka sveti podobno, kot 45 W halogenska žarnica ali kot 60 W klasična žarnica, a ob tem porabi občutno manj energije. [8]

### **2.5.1 Navadne žarnice**

Navadna žarnica deluje tako, da segreje žičko, ki je v njej napeljana, na tako visoko temperaturo, da žička zažari. Ta proces je zelo neučinkovit, saj potrebuje veliko električne energije. Prednost te žarnice je, da je izdelava enostavnejša za proizvodnjo, saj ne potrebuje zapletenih kemičnih premazov in komplikacij, kot jih imajo LED svetila. Pomanjkljivost te žarnice je tudi njena življenjska doba, ki je okoli 1000 ur, hkrati pa zelo nizek izkoristek, ki je le okoli deset odstotkov.

Žarnico večinoma uporabljamo, saj jo poznamo že zelo dolgo časa (od sto do dvesto let) in je proizvedena v velikih količinah iz preprostih materialov, kar pa pomeni nizko ceno.

Prve sledi žarnice so se pokazale v letu 1800, ko je Sir Humphry Davy izdelal žarečo nitko iz platine. Žal ni bila svetla niti dolgo obstojna, a je dala podlago nadaljnjim izumiteljem, dokler ni leta 1880 Thomas Alva Edison iznašel dolgotrajne svetlejšje žarnice. Skozi leta se je koncept žarnice izboljševal, zato imamo danes močne žarnice 300 W in tudi več. [9]





**Slika 6: Navadna žarnica**

### **2.5.2 Halogenske žarnice**

Halogenske žarnice delujejo na podoben način, kot klasične žarnice, le da imajo okoli nitke stekleno tesnilo, napolnjeno z halogenimi plini, ki dovolijo, da se žička segreje še bolj in posledično odda več svetlobe. Posledično ima zato malo boljši izkoristek kot navadna žarnica.

Na splošno pa ima iste pomanjkljivosti in prednosti, kot klasična žarnica, a je malo zahtevnejša za proizvodnjo.

Različne vrste halogenih žarnic so se začele pojavljati že takoj po Edisonovem odkritju žarnice.[9]



**Slika 7: Halogenska žarnica**

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

### **2.5.3 Varčne sijalke**

Kompaktne fluorescentne sijalke, poznane tudi kot varčne sijalke, so bile razvite kot nadomestilo klasičnim žarnicam, saj se je povečalo zanimanje za bolj varčne žarnice z večjim izkoristkom. Tako je Evropska Unija sklenila, da je potrebno zamenjati vse klasične žarnice in z letom 2009 prodajalci več ne smejo prodajati klasičnih žarnic s 100 W ali več.

Varčne sijalke imajo boljši izkoristek električne energije, daljšo življenjsko dobo in manjšo toplotno izgubo kot klasične in halogene žarnice. [10]



**Slika 8: Varčna sijalka**

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

#### 2.5.4 LED svetila

LED (Light Emitting Diode) svetilka ima odličen izkoristek, in sicer kar 95 %. Že to bi bilo samo po sebi dovolj, da zamenjamo klasično žarnico z LED svetilko. Poleg tega pa ima še daljšo življenjsko dobo, ki je (odvisno od proizvajalca in modela) od 10.000 ur pa kar do 50.000 ur. Torej v času, ko moramo zamenjati LED svetilko, bi naj zamenjali deset do petdeset klasičnih žarnic. Prav tako pa LED svetilka ni dosti dražja od klasične. Oddaja lahko skoraj vse vrste barv, a najbolj uporabljena je bela, ki je proizvedena iz rdeče, zelene in modre barve.

Seveda pa ima LED svetilka tudi slabe plati, saj je njena proizvodnja bolj škodljiva naravi, kot proizvodnja klasične žarnice, po preteku življenjske dobe pa postane škodljiv odpadek.

Prvič se je LED dioda pojavila leta 1907, kot majhna in šibka lučka. Kasneje se je začela uporabljati kot indikator, če je aparat prižgan ali ne (utripajoča rdeča lučka pri televizorjih, radijih, alarmih ...). Za takšne vloge je bila odlična, saj ni potrebovala velikih količin električne energije, da ne bi predmetom izpraznila baterije. Kasneje so iznašli način, da naredijo LED diodo veliko svetlejšo in posledično so jo začeli uporabljati kot svetila in reflektorje, danes pa tudi kot vir svetlobe pri televizijah, ekranih za računalniške monitorje in celo projektorjih. [11]



Slika 9: LED svetilka, sestavljena iz več LED diod

## 2.6 FIZIKALNI POJMI

Pri raziskovalni nalogi sem uporabljal fizikalne količine, ki jih bom natančneje opisal v tem poglavju. Ti pojmi se večkrat uporabljajo, ko kupujemo televizorje, električna svetila, ipd. in je pomembno, da razumemo, kaj nam povedo.

### 2.6.1 Električna moč

Električna moč se meri v vatih [W]. Pove nam, koliko električne energije porabi električna naprava vsako sekundo [J/s] za delovanje. Tako lahko s primerjavo dveh naprav ugotovimo, katera je varčnejša in katera bolj potratna.

### 2.6.2 Svetlobni tok

Svetlobni tok je fizikalna količina, ki nam pove koliko svetlobne energije odda telo v določeni časovni enoti. Svetlobni tok merimo v lumnih [lm].

### 2.6.3 Svetilnost

Svetilnost je fizikalna enota s katero merimo razmerje med svetlobnim tokom, ki ga svetilo odda v prostor in svetlobnim kotom v katerega oddaja svetlobo. Tako imajo reflektorska svetila večjo svetilnost, saj imajo enako močna navadna svetila večji svetlobni kot, kamor oddajajo svetlobo. Svetilnost merimo v fizikalni enoti kandela [cd].



Slika 10: Prikaz treh različnih svetlobnih kotov

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

### 2.6.4 Osvetljenost

Osvetljenost, ki se meri z luksi [ $\text{lm}/\text{m}^2$ ], nam pove skupni vpadajoči svetlobni tok na enoto površine. To nam pove kako osvetljene so določene površine. Nekaj primerov za osvetljenost površin:

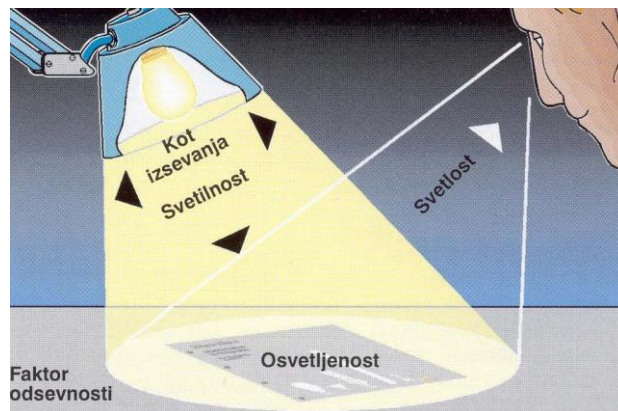
- Lunin sij povzroči osvetljenost pri nas okoli 0,1 lx,
- osvetljenost ob mraku je okoli 10 lx,
- oblačno nebo osvetljuje Zemljo z okoli 1000 lx in
- direktna sončna svetloba okoli 100000 lx. [12]

Ker je osvetljenost zelo pomembna za dobro in varno delo, gibanje in tudi počutje, sem dodal še spodnji seznam standardov osvetljenosti, ki bi ga morali dosegati:

- Osvetljenost hodnika bi morala znašati vsaj 100 lx,
- osvetljenost skupnih prostor in avle 200 lx,
- kabineti, zbornice 300 lx,
- učilnice na OŠ in v SŠ 300 lx,
- učilnice za večerno šolo, za starejše in predavalnice 500 lx,
- prostori za praktično delo 500 lx in
- prostori za tehnično risanje, delovni prostori za umetnost 750 lx.

Kot dodatek pa smernice gredo v smeri, da bi naj v večini prostorov zagotovili razsvetljavo z možnostjo zatemnitve, predvsem v prostorih, kjer je minimalna meja osvetljenosti 500 lx ali več. [13]

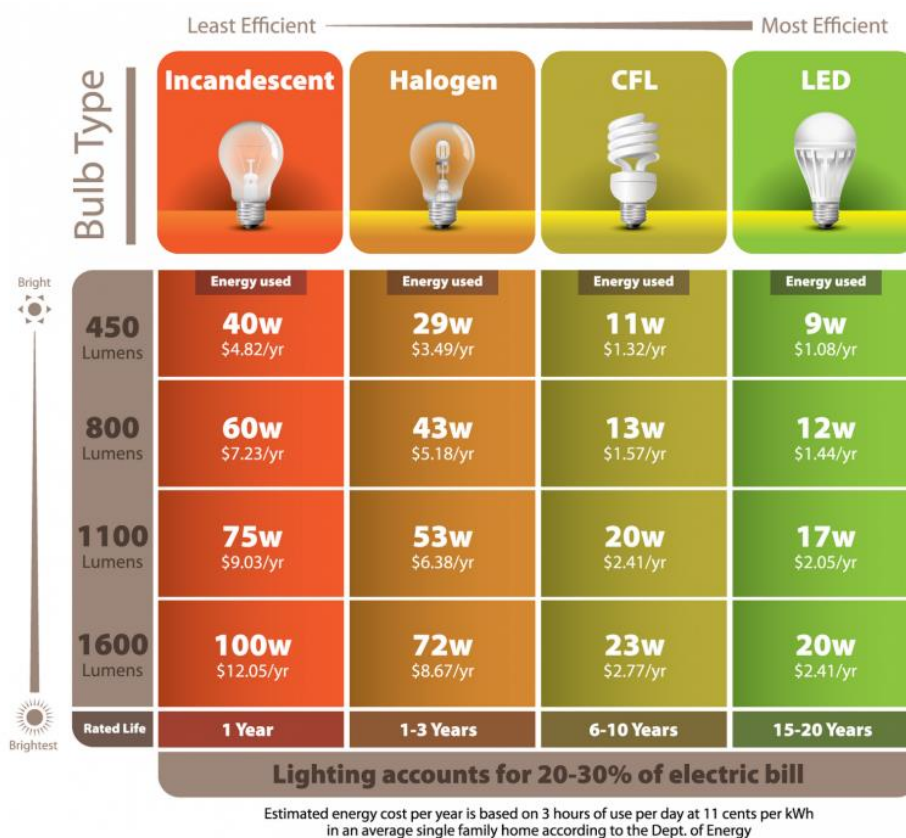
Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020



Slika 11: Shematska razlaga fizikalnih pojmov

### 2.6.5 Svetlobni izkoristek

Svetlobni izkoristek je razmerje med svetlobnim tokom, ki ga svetilo odda in električno močjo, ki jo porablja za delovanje. Pove nam, koliko električne energije se dejansko pretvori v svetlobo. [14]



Slika 12: Primerjava različnih tipov žarnic in sijalk ter njihova učinkovitost in življenjska doba

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

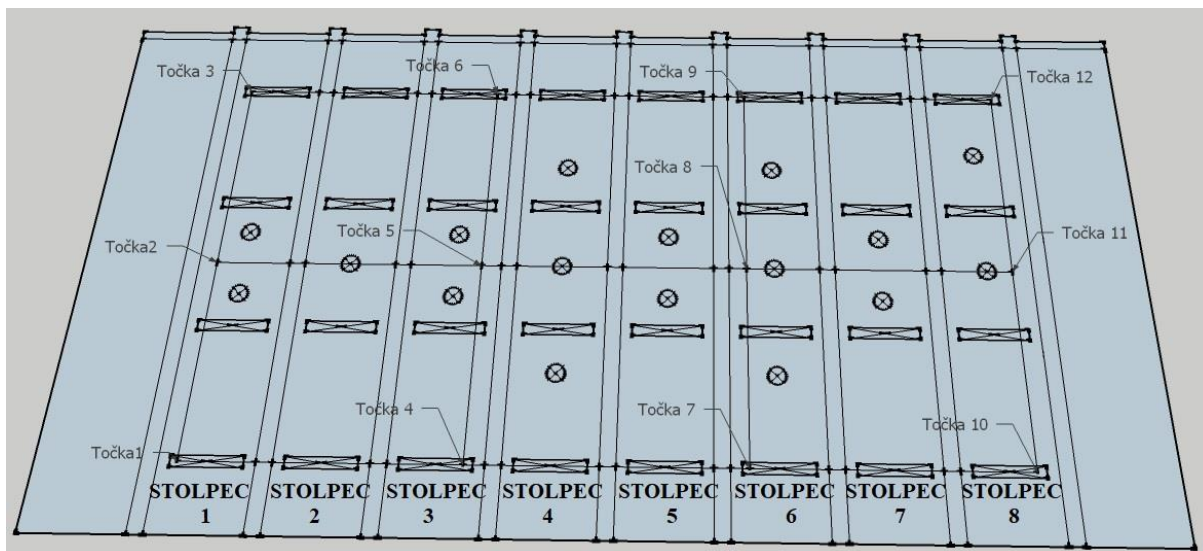
Večji kot je izkoristek, manj električne energije svetilo porabi za delovanje, da enako osvetli površino.

Tako proizvajalci velikokrat na embalaži navedejo odstotke, ki naj bi nam povedali, kako učinkovito je svetilo v primerjavo z drugim. Če na kratko povzamem način delovanja klasične žarnice je takšno, da nitka v žarnici zažari in posledično oddaja svetlobo. Velik del električne energije se tako pretvori v toploto in manjši del v svetlobo. Na drugi strani pa imamo danes LED svetila, ki se minimalno segrevajo in električno energijo v veliki meri pretvarjajo v svetlobo. Če žarnico in LED svetilo primerjamo, vidimo, da je LED svetilo bolj učinkovito svetilo, ker ima boljši svetlobni izkoristek.

### 3 METODE DE LA

#### 3.1 SHEMA TELOVADNICE


Najprej bi rad predstavil strop in stanje telovadnice pred obnovo. Na spodnji sliki je predstavljena shema postavitve luči na strop telovadnice OŠ Gustava Šiliha Velenje.



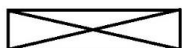
Slika 13: Shema telovadnice (postavitve luči)

Vhod v telovadnico je postavljen levo od točke 2. Točke, ki sem jih uporabil na shemi so točke, ki so na tleh telovadnice in so označbe odbojcarskega igrišča. Točke 1 do 3 so postavljene na prvo skrajno črto odbojcarskega igrišča, točke 4 do 6 so pri prvi modri črti (3 m levo od sredine), točke 7 do 9 so na drugi modri črti (3 m desno od sredine igrišča) in točke 10 do 12 so postavljene na zadnjo črto igrišča na nasprotni strani.

Na shemi sem označil reflektorje s simbolom, ki se uporablja pri pouku tehnike in tehnologije

za označbo žarnice: .

Za označitev neonskih sijalk pa sem zaradi boljšega pregleda uporabil podoben simbol:



Iz sheme je razvidno, da je postavitve razsvetljave razmeroma simetrična z viri svetlobe po sredini telovadnice, da bi kar najbolje razsvetljevala dvorano. Le v desnem delu (8. stolpec) je med točkama 11 in 12 dodan dodatni reflektor, ki pa je že LED tehnologije.



Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

### 3.2 STANJE RAZSVETLJAVE PRED OBNOVO

Telovadnica ima 32 neonskih svetil, ki so nameščena enakomerno po celotnem stropu telovadnice. Vsako neonsko svetilo vsebuje 2 neonski sijalki, po 36 W moči. Tako je skupna moč neonskih svetil 2,3 kW.

Dodatno razsvetljavo so v telovadnici pred obnovo zagotavljali halogenski reflektorji, ki so bili nameščeni po sredini telovadnice, v vsakem drugem stolpcu po eden reflektor oz. po dva. Na sredini telovadnice pa sta stolpec 4 in stolpec 6, kjer so bili nameščeni celo trije reflektorji. Močnejši, 500 W reflektorji, so bili nameščeni na sredini tam, kjer je liho število reflektorjev. Za boljši pregled sem sestavil spodnjo tabelo.

**Tabela 1: Vgrajena razsvetljava pred obnovo**

| Stolpec     | 1    | 2    | 3    | 4     | 5    | 6     | 7    | 8    | Skupaj: |
|-------------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|---------|
| Neonke      | 36W  | 36W  | 36W  | 36W   | 36W  | 36W   | 36W  | 36W  |         |
| Število     | 8    | 8    | 8    | 8     | 8    | 8     | 8    | 8    |         |
| MOČ         | 288W | 288W | 288W | 288W  | 288W | 288W  | 288W | 288W | 2304W   |
| Reflektorji | 300W | 500W | 300W | 500W  | 300W | 500W  | 300W | 500W |         |
| Število     | 2    | 1    | 2    | 1     | 2    | 1     | 2    | 1    |         |
| Reflektorji |      |      |      | 300W  |      | 300W  |      | 50W  |         |
| Število     |      |      |      | 2     |      | 2     |      | 1    |         |
| MOČ         | 600W | 500W | 600W | 1100W | 600W | 1100W | 600W | 550W | 5650W   |
| Skupna moč  | 888W | 788W | 888W | 1388W | 888W | 1388W | 888W | 838W | 7954W   |

Stolpce sem poimenoval po skupini svetil, ki so bile nameščene med dvema stebroma.

Skupna moč je znašala skoraj 8 kW.



**Slika 14: Merjenje osvetljenosti z luksmetrom (Foto: U. Sušec).**

### ***3.3 IZVEDBA MERITEV SVETILNOSTI V TELOVADNICI***

Preden so bili reflektorji v telovadnici zamenjani, sem izmeril njeno osvetljenost z merilnikom svetilnosti ali luks metrom. Po telovadnici sem si izbral 12 točk, na katerih sem izmeril osvetljenost. Te točke sem že natančneje opisal pod sliko 13 in so del odbojarskega igrišča. Tako sem dobil stacionarne točke, na katerih sem meritev osvetljenosti ponovil po obnovi razsvetljave.

Podatke sem vpisal v tabelo programa MS Excel, nato pa sem te rezultate natančneje obdelal in jih prikazal v obliki tabel in grafikonov v poglavju 4.

Meritev sem opravil dvakrat in vsakič je bila vključena enaka razsvetljava, da sem lahko rezultate kasneje primerjal.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

**Meritev 1:** Najprej sem popolnoma zagnil okna telovadnice z zavesami, da sem, kolikor se je le dalo, onemogočil zunanji naravni svetlobi vstop v telovadnico. Izvedel sem meritve na vseh dvanajstih točkah in rezultate vpisal.

**Meritev 2:** Nato sem prižgal neonska svetila in počakal več kot 8 minut, da so začela svetiti s polno svetilnostjo, saj potrebujejo nekaj časa, da dosežejo maksimalno svetilnost. Zopet sem opravil meritve z luks metrom in podatke vpisal v tabelo.

**Meritev 3:** Tretjo meritev sem opravil tako, da sem vključil še reflektorska svetila (oz. LED reflektorje po obnovi), počakal nekaj minut in opravil meritve.

**Meritev 4:** Zadnje podatke sem pridobil z luks metrom tako, da sem pustil vključene reflektorje in izključil neonska svetila.

Tako sem pridobil štiri različne podatke, ki sem jih kasneje uporabil pri primerjavi s podatki, opravljenimi v mesecu septembru – po obnovi.



**Slika 15: Razsvetljava telovadnice z LED reflektorji (Foto: U. Sušec).**

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

### **3.4 STANJE RAZSVETLJAVE PO OBNOVI**

Razsvetljavo v telovadnici so zamenjali med poletnimi počitnicami, natančneje meseca julija 2019. Namen zamenjave je izboljšati osvetljenost telovadnice in učinkovitost svetil, da bi zmanjšali porabo električne energije. Pred obnovo je znašala moč reflektorskih luči 5650 W.

**Tabela 2: Vgrajena razsvetljava po obnovi**

| Stolpec     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | Skupaj: |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Neonke      | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  |         |
| Število     | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    |         |
| MOČ         | 288W | 288W | 288W | 288W | 288W | 288W | 288W | 288W | 2304W   |
| Reflektorji | 100W | 100W | 50W  | 100W | 50W  | 100W | 45W  | 100W |         |
| Število     | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    |         |
| Reflektorji | 45W  |      |      | 70W  |      | 45W  |      | 50W  |         |
| Število     | 1    |      |      | 2    |      | 2    |      | 2    |         |
| MOČ         | 245W | 100W | 100W | 240W | 100W | 190W | 90W  | 200W | 1265W   |
| Skupna moč  | 533W | 388W | 388W | 528W | 388W | 478W | 378W | 488W | 3569W   |

Po obnovi so neonska svetila ostala enaka, namesto halogenskih reflektorjev pa so namestili LED reflektorje in dodali še dva dodatna. Namestili so jih na mesta, kjer so bili nameščeni prejšnji reflektorji. Če primerjam moč reflektorjev, je električna moč LED reflektorjev občutno nižja v primerjavi s klasičnimi halogenskimi reflektorji, in sicer za okoli petkrat. Tako znaša skupna moč LED reflektorjev 1265 W, kar je občutno manj kot 5650 W, ob tem, da sta vgrajena še dva dodatna LED reflektorja.

### **3.5 PONUDBA SVETIL**

V zadnjem delu sem se odpravil v okoliške trgovine, ki prodajajo svetila in preveril ponudbo le-teh. Kasneje sem primerjal cene, raznolikost ponudbe in predvideno življenjsko dobo izdelkov. Na podlagi tega sem ocenil, katera svetila imajo prednost pri izbiri.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

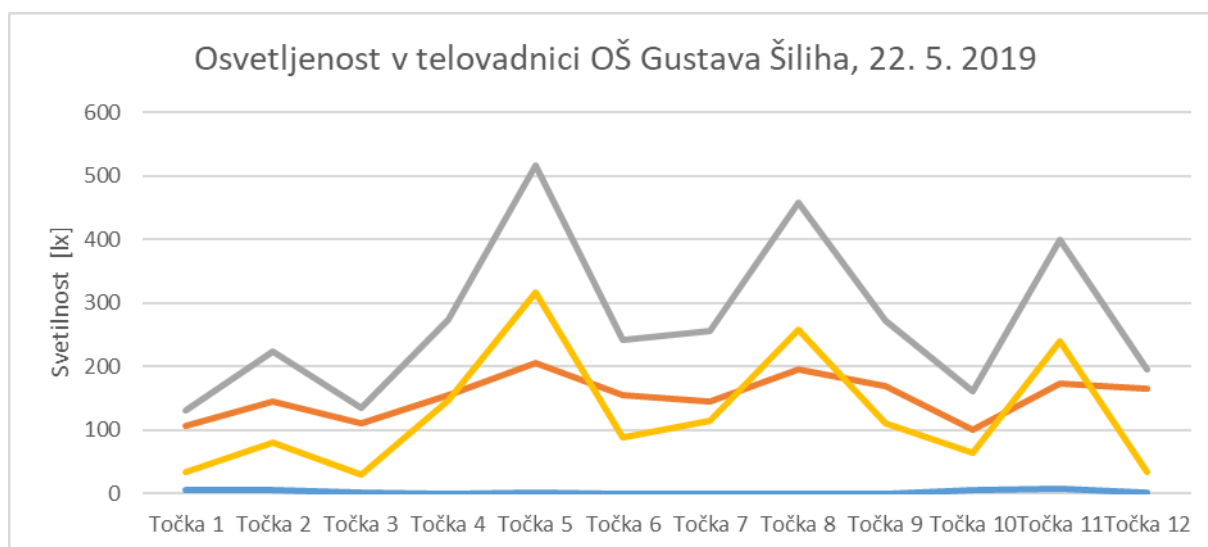
## 4 REZULTATI

V tem poglavju bom predstavil rezultate, ki sem jih pridobil z meritvami osvetljenosti telovadnice, pred in po obnovi reflektorske razsvetljave.

### 4.1 MERITVE PRED OBNOVO RAZSVETLJAVE

Tabela 3: Meritve osvetljenosti, 22. 5. 2019 – pred obnovo

|           | Točka 1 [lx] | Točka 2 [lx] | Točka 3 [lx] | Točka 4 [lx] | Točka 5 [lx] | Točka 6 [lx] | Točka 7 [lx] | Točka 8 [lx] | Točka 9 [lx] | Točka 10 [lx] | Točka 11 [lx] | Točka 12 [lx] |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Meritev 1 | 5            | 6            | 2            | 0            | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 5             | 7             | 1             |
| Meritev 2 | 106          | 144          | 111          | 155          | 205          | 154          | 144          | 195          | 170          | 101           | 174           | 165           |
| Meritev 3 | 131          | 224          | 135          | 275          | 517          | 241          | 255          | 458          | 273          | 161           | 400           | 196           |
| Meritev 4 | 33           | 80           | 30           | 146          | 316          | 88           | 115          | 259          | 111          | 63            | 240           | 33            |



Grafikon 1: Osvetljenost telovadnice, 22. 5. 2019 – pred obnovo

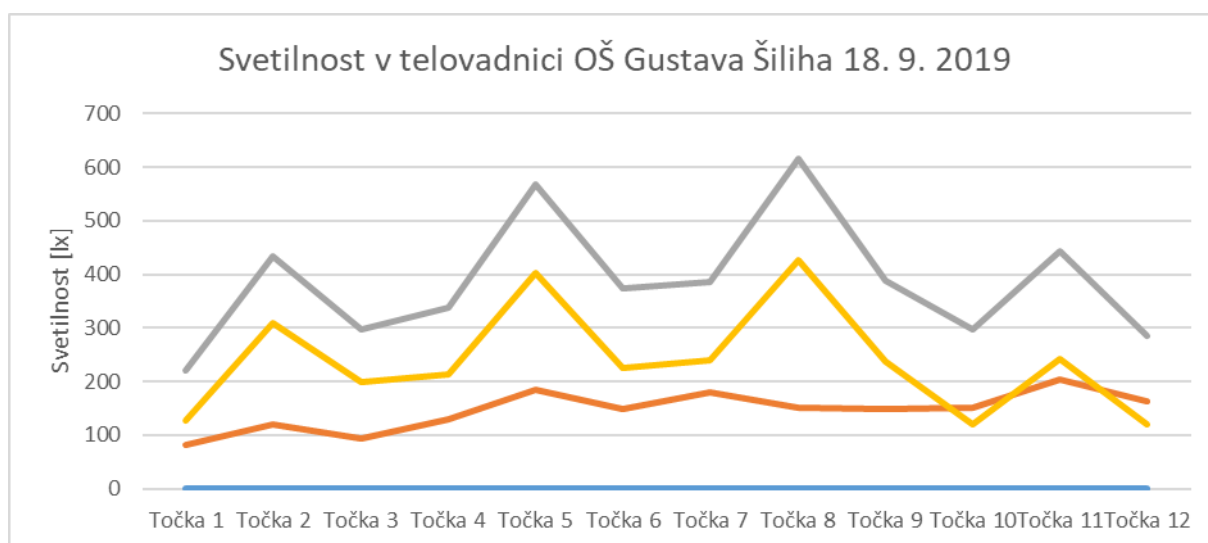
Zgornji grafikon predstavlja meritve osvetljenosti v telovadnici preden se je razsvetljava v telovadnici zamenjala. Neonske luči v primerjavi z reflektorji svetlobo razpršijo po celotnem prostoru ne le pod sabo. Reflektorji na posameznih delih svetijo močno (direktno pod sabo), saj imajo svetlobo usmerjeno. Najvišjo osvetljenost doseže telovadnica, ko so prižgane vse luči in to najdemo v točki 5, sledi ji točka 8. Ti točki predstavljata središče odbojkarskega igrišča, kjer je nameščenih tudi največ reflektorjev, hkrati pa je tudi njihova moč največja.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

## 4.2 Meritve po obnovi razsvetljave

Tabela 4: Meritve osvetljenosti telovadnice, 18. 9. 2019 - po obnovi

|           | Točka 1 [lx] | Točka 2 [lx] | Točka 3 [lx] | Točka 4 [lx] | Točka 5 [lx] | Točka 6 [lx] | Točka 7 [lx] | Točka 8 [lx] | Točka 9 [lx] | Točka 10 [lx] | Točka 11 [lx] | Točka 12 [lx] |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Meritev 1 | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0             | 0             | 0             |
| Meritev 2 | 82           | 121          | 95           | 130          | 184          | 149          | 180          | 151          | 149          | 151           | 204           | 163           |
| Meritev 3 | 220          | 433          | 297          | 339          | 568          | 374          | 385          | 616          | 388          | 298           | 443           | 285           |
| Meritev 4 | 128          | 309          | 198          | 214          | 403          | 225          | 240          | 426          | 237          | 120           | 242           | 120           |



Grafikon 2: Osvetljenost telovadnice, 18. 9. 2019 – po obnovi

Po obnovitvi svetil opazimo, da je svetilnost reflektorjev, ki so sedaj LED, nasploh veliko višja. Neonska svetila pa po pričakovanjih svetijo enako, saj pri njih ni prišlo do sprememb. Ko so bila prižgana vsa svetila, je bila svetloba veliko bolj razpršena in močnejša. Še vedno pa opazimo štiri močnejše šope svetlobe po sredini telovadnice. Po obnovi lahko opazimo, da ob vseh prižganih svetilih dejansko ni več temnih prostorov v telovadnici. Točka 1 je edina, kjer svetilnost pade pod 300 lx.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

**4.3 Primerjava električne moči za razsvetljavo pred in po obnovi****Tabela 5 : Vgrajena svetila pred obnovo**

| PRED OBNOVO |      |      |      |       |      |       |      |      | Skupaj: |
|-------------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|---------|
| Stolpec     | 1    | 2    | 3    | 4     | 5    | 6     | 7    | 8    |         |
| Neonke      | 36W  | 36W  | 36W  | 36W   | 36W  | 36W   | 36W  | 36W  |         |
| Število     | 8    | 8    | 8    | 8     | 8    | 8     | 8    | 8    |         |
| MOČ         | 288W | 288W | 288W | 288W  | 288W | 288W  | 288W | 288W | 2304W   |
| Reflektorji | 300W | 500W | 300W | 500W  | 300W | 500W  | 300W | 500W |         |
| Število     | 2    | 1    | 2    | 1     | 2    | 1     | 2    | 1    |         |
| Reflektorji |      |      |      | 300W  |      | 300W  |      | 50W  |         |
| Število     |      |      |      | 2     |      | 2     |      | 1    |         |
| MOČ         | 600W | 500W | 600W | 1100W | 600W | 1100W | 600W | 550W | 5650W   |
| Skupna moč  | 888W | 788W | 888W | 1388W | 888W | 1388W | 888W | 838W | 7954W   |

Moč neonskih svetil je razporejena enakomerno po večjem delu telovadnice. Skupna moč neonskih svetil znaša 2,3 kW. Za boljšo osvetljenost igrišča pa so nameščeni še halogenski reflektorji v skupni moči 5,65 kW. Skupna moč svetil je znašala skoraj 8kW.

**Tabela 6: Vgrajena svetila po obnovi**

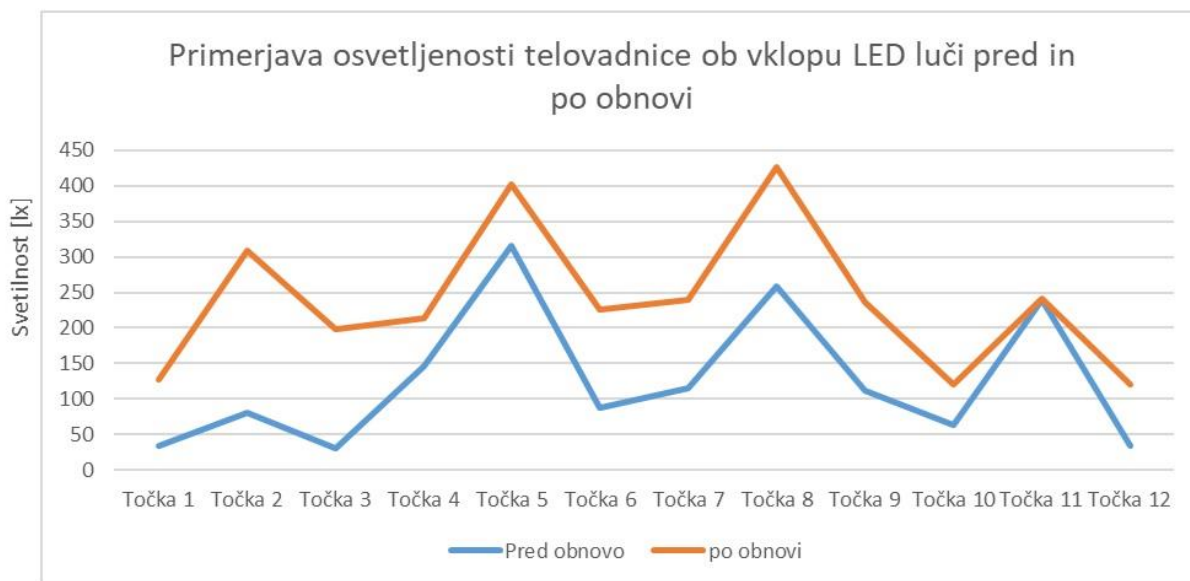
| PO OBNOVI   |      |      |      |      |      |      |      |      | Skupaj: |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Stolpec     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |         |
| Neonke      | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  | 36W  |         |
| Število     | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    |         |
| MOČ         | 288W | 288W | 288W | 288W | 288W | 288W | 288W | 288W | 2304W   |
| Reflektorji | 100W | 100W | 50W  | 100W | 50W  | 100W | 45W  | 100W |         |
| Število     | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    |         |
| Reflektorji | 45W  |      |      | 70W  |      | 45W  |      | 50W  |         |
| Število     | 1    |      |      | 2    |      | 2    |      | 2    |         |
| MOČ         | 245W | 100W | 100W | 240W | 100W | 190W | 90W  | 200W | 1265W   |
| Skupna moč  | 533W | 388W | 388W | 528W | 388W | 478W | 378W | 488W | 3569W   |

Moč neonskih svetil je po obnovi ostala nespremenjena. Namesto 5650 W električne moči reflektorjev z žarnico smo z obnovo zmanjšali na 1265 W. K temu je potrebno dodati, da sta dodana še 2 dodatna reflektorja, eden med točkama 1 in 2, drugi pa med točkama 10 in 11.

Po obnovi je moč svetil v telovadnici 3569 W, kar je 55 % manj kot pred obnovo.

To pomeni tudi prihranek pri strošku, ki ga šola plačuje za razsvetljavo.

#### 4.4 Primerjava osvetljenosti telovadnice z LED svetili pred in po obnovi



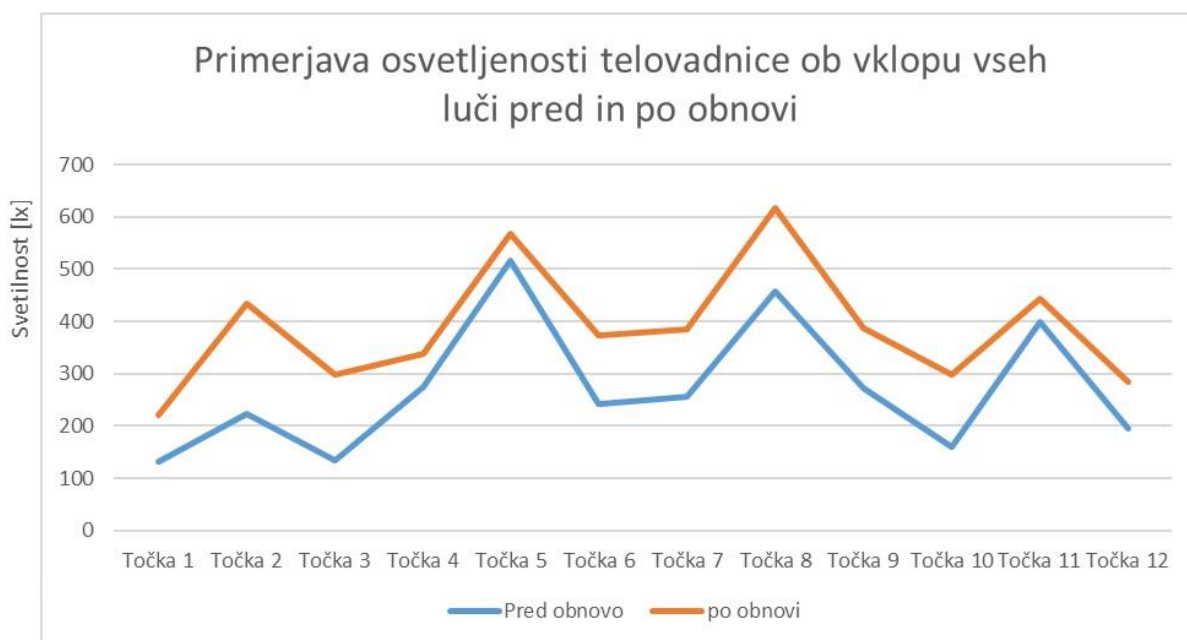
**Grafikon 3: Primerjava osvetljenosti z reflektorji pred in po obnovi**

Ko so prižgani le reflektorji, vidimo ogromno razliko, saj je osvetljenost boljše razporejena po površini odbojarskega igrišča v telovadnici. Pred obnovo je osvetljenost najsvetlejše točke komaj presegala 300 lx, po obnovi pa več kot 400 lx. Osvetljenost preko 300 lx pa smo izmerili v točki 3, točki 5 in točki 8. Po zamenjavi ni na nobeni točki temneje, kot je bilo pred obnovo. Samo na točki enajst se navadni halogenski reflektorji tesno približajo osvetljenosti, ki jo zagotavljajo LED reflektorji. Na srečo je to na zadnjem delu telovadnice, ki ni pogosto v uporabi. Ta točka pa še vedno dosega osvetljenost skoraj 250 lx, kar še zadošča standardom, ki zahtevajo vsaj 200 lx minimalne osvetljenosti po celotnem prostoru. Pod to mejo se najdejo le še skrajne točke odbojarskega igrišča, pred obnovo pa so to mejo presegale le tri točke, ki so bile tudi najbolj osvetljene.

Največjo razliko opazim pri točkah, ki so bile slabo osvetljene, torej točke 1, 3 in 12, ki so imele osvetljenost pod 50 lx, kar predstavlja zelo slabo osvetljenost. Po obnovi sem opazil, da nove meritve pokažejo boljšo osvetljenost, sploh v točki 3, kjer se osvetljenost izboljša na preko 200 lx.



#### 4.5 Primerjava osvetljenosti telovadnice z vsemi svetili pred in po obnovi



**Grafikon 4: Primerjava osvetljenosti telovadnice z vsemi svetili pred in po obnovi**

Kljub temu, da je poraba elektrike nižja pri LED reflektorjih, imajo boljše rezultate v primerjavi s halogenskimi reflektorji. Zanimalo pa me je, kako se je osvetljenost spremenila, ko so prižgana vsa svetila, kar najpogosteje tudi so. V telovadnici sem pred obnovo izmeril kar nekaj točk, kjer je bila osvetljenost pod 200 lx, kar zadošča osvetljenosti v avlah in hodnikih, ne pa osvetljenosti na športih površinah. Po obnovi sem opazil, da le v enem kotu igrišča najdemo točko (točka 1), kjer je osvetljenost pod 300 lx. Hkrati pa se na središču igrišča, kjer je bila osvetljenost sicer že prej dobra, le-ta še izboljša in celo dosega 600 lx.

Najbolj pomembno se mi zdi, da v telovadnici ni več slabo osvetljenih površin, kar je pomembno pri športnih dejavnostih ter hkrati pomeni tudi višjo varnost pri športu.

#### ***4.6 Primerjave klasičnih žarnic (halogenskih), varčnih sijalk in LED***

Klasična žarnica, kot jo poznamo, se proizvaja že več desetletij in je poceni, a žal porabi ogromno energije, da se segreje in zažari ter posledično oddaja svetlobo.

Da bi ta izkoristek izboljšali, so razvili varčno sijalko, ki porabi veliko manj energije, a žal ima tudi ta pomanjkljivost. Glavna pomanjkljivost varčne sijalke je v proizvodnji, kjer uporabljajo živo srebro, kar je bolj obremenilno za okolje, kot proizvodnja klasične žarnice. Prav tako se pojavi problem med samim delovanjem, saj oddaja magnetno valovanje, ki je lahko močno škodljivo za zdravje, če smo mu preveč izpostavljeni. Njena življenjska doba se skrajša, če jo pogosto prižigamo in ugašamo, obstajajo pa še druge pomanjkljivosti, ki so naštet v opisu tega svetila v 2.5.3.

LED svetila so sicer zahtevnejša za proizvodnjo od klasičnih žarnic, a ne toliko od varčnih sijalk. Imajo zelo dolgo življenjsko dobo od 10.000 ur pa vse do 50.000 ur, kar je občutno več od obeh prejšnjih svetil. Tudi svetijo močnejše, ob tem pa porabijo manj električne energije.

Cene LED svetil so med pet do deset evrov za 4 W do 8 W sijalko, ki zagotavlja podobno osvetlitev kot klasična žarnica z močjo 40 W ali 60 W. Klasične žarnice danes že težko najdemo, saj je njihova prodaja prepovedana. Njim najbolj podobne so halogenske žarnice, ki imajo enako tehnologijo (žarjenje). Glede moči lahko rečem, da enako osvetlitev zagotavljajo pri moči, ki je okoli 10 % nižja kot pri klasični žarnici. Tukaj ne moremo govoriti o veliko boljšem energetskega izkoristku. Cene pa se gibljejo okoli 2 € na kos, kar je ceneje od LED svetil.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

V telovadnici se je zamenjalo halogenske reflektorje z LED reflektorji, zato sem naredil primerjavo stroškov nabave ob menjavi razsvetljave in prihrankov po menjavi.

Reflektorji se že bili nameščeni in vsako šolsko leto je bilo potrebno menjati žarnice v njih. Ob pregledu ponudbe sem spoznal, da se cene žarnic gibljejo okoli 2 € na kos. Cena je enaka za 300 W, kot tudi za 500 W žarnico. V telovadnici je bilo pred obnovo 16 reflektorjev. Letni strošek za zamenjavo žarnic tako znaša okoli 30 € ob predpostavki, da je njihova življenjska doba 1000 ur.

Cena 1 kWh električne energije visoke tarife znaša okoli 0,11 €. Reflektorji tako na letni ravni porabijo  $1000 \text{ ur} \times 5,6 \text{ kW} = 560 \text{ kWh}$ . Cena porabljene električne energije tako znaša 616 €.

Skupni strošek, ki zajema električno energijo in menjavo žarnic, znaša skoraj 650 €.

Nabava LED reflektorjev res ni poceni. Namestili so 11 kosov 45 W oz. 50 W reflektorjev po ceni 30 €. 70 W sta bila 2 reflektorja in zanju se je odštelo 35 € na kos. 6 najmočnejših reflektorjev je moči 100 W in cena posameznega se giblje okoli 40 €. Izračunal sem, da strošek reflektorjev znaša okoli 650 €.

Življenjska doba reflektorja je predvidena na 50.000 delovnih ur, kar pomeni 50 let v našem primeru.

Strošek električne energije pa se sorazmerno zmanjša glede na porabo svetil.

$1000 \text{ ur} \times 1,3 \text{ kW} = 1300 \text{ kWh}$ . Cena porabljene električne energije bi naj tako znašala 143 €.

Tega podatka žal ne morem preveriti, ker nimamo ločenega števca porabe električne energije za telovadnico.

Na podlagi teh dejstev lahko rečem, da bo strošek investicije povrnjen v dobrem letu dni.

## 5 DISKUSIJA

S svojo raziskovalno nalogo sem želel odkriti razlike med različnimi vrstami najbolj uporabljenih umetnih svetil na trgu. Zanimalo me je, če bi bilo opravičeno zamenjati vrsto svetil, ki jih uporabljamo v naših domovih. Teh vprašanj sem se lotil s poskusi, ki sem jih izvedel v šolski telovadnici, kjer so čez poletne počitnice zamenjali reflektorje z žarnicami na LED reflektorje.

Na podlagi pridobljenih podatkov sem ugotovil, da LED svetila svetijo močneje z boljšo osvetljenostjo, kot navadne žarnice. Prav tako porabijo veliko manj električne energije, da proizvedejo enako količino svetlobe, kot klasične žarnice. Imajo tudi veliko boljši izkoristek.

Za domačo rabo sem povprašal družinske člane in prijatelje katera svetila so jim ljubša. Večina jih je odgovorila, da jim je vseeno. Ostali so odgovorili, da so jim ljubše ali klasične žarnice zaradi toplega odtenka svetlobe, ki jo oddajajo, ali pa LED svetila, saj svetijo močneje.

Ugotovil sem, da je težko izbrati najboljšo vrsto svetila, saj ima vsaka vrsta prednosti pri določenih namenih uporabe. Klasične in halogene žarnice so tako primerne za branje, saj oddajajo prijetno toplo barvo svetlobe, LED pa so bolj primerne za delovne pogoje, saj dobro razpršijo svetlobo in omogočajo odlično osvetlitev prostora. Ker pa jih najdemo tudi v toplejših odtenkih, lahko v določenih primerih dobro nadomestijo klasične žarnice. Razvoj LED svetil v zadnjih letih zelo hitro napreduje, zato lahko pričakujemo, da bodo tudi te pomanjkljivosti odpravljene in bodo LED svetila v celoti nadomestila ostala svetila.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

1. hipotezo **LED sijalke bodo osvetljevale telovadnico bolje, kot navadne žarnice** sem potrdil. LED reflektorji močnejše razsvetljujejo telovadnico v primerjavi s halogenskimi reflektorji. Veliko boljše so tudi razpršile svetlobo po celotni površini telovadnice.

2. hipotezo **LED sijalke bodo porabile manj energije, kot navadne žarnice** sem potrdil, saj po izračunih porabijo kar 77 % električne energije manj kot halogenski reflektorji. Trditev sem lahko preveril le teoretično, saj telovadnica nima svojega števca porabe elektrike, da bi jo lahko podkrepil tudi z meritvami.

3. hipotezo **LED sijalke so dražje za nabavo in vzdrževanje, kot klasične žarnice** sem ovrigel, saj so nabavne cene LED reflektorjev primerljive halogenskim reflektorjem. Vzdrževanje LED reflektorjev pa je celo cenejše, saj imajo daljšo življenjsko dobo. V povprečju moramo v vsakem halogenskem reflektorju zamenjati žarnico v enem letu. Življenjska doba LED reflektorja pa je 50 let.

4. hipoteze, **Vložen denar v obnovo se bo povrnil v roku dveh let** nisem mogel ne ovreči, ne potrditi, saj je povrnitev stroškov odvisna od porabe luči. Predpostavil sem, da razsvetljavo uporabljamo 1000 ur na leto. To je tudi življenjska doba halogenske žarnice. Ugotovil sem, da ob takšni uporabi za halogenske reflektorje namenimo okoli 650 € letno. To je tudi znesek investicije v novo LED razsvetljavo. Strošek električne energije se zmanjša na okoli 150 € letno. Ob tej predpostavki lahko rečem, da se investicija v dobrem letu dni povrne.

## 6 ZAKLJUČEK

V današnjem svetu se le redko kdaj zamislimo kako pomembna so umetna svetila za normalno delovaje naše družbe. Brez njih ne bi mogli delati v večjih zaprtih objektih, kot so tovarne, telovadnice, dvorane, hale itd., prav tako ne zgodaj zjutraj, zvečer in ponoči. Svetila uporabljamo vsakodnevno nekaj ur, zato je prav, da uporabljamo takšna, ki nam minimalno škodujejo. Miselnost »več za manj« se uporablja na mnogih področjih našega življenja in enako je pri lučeh. Ljudje želijo močnejše luči za manj denarja in z manjšo porabo. LED sijalke so odličen tak primer, saj stanejo približno toliko, kot navadne žarnice a so veliko močnejše in bolj varčne.

Ni dobro, da porabimo preveliko električne energije, saj za njeno proizvodnjo v veliki meri uporabljamo fosilna goriva, ki pa niso prijazna okolju. Če najdemo način, da porabimo manj energije, lahko s tem pripomoremo k boljšemu in čistejšemu svetu. A na žalost umetna svetila porabijo zelo malo energije v primerjavi z ostalimi napravami, kot so računalniki, gospodinjski aparati, električni avti in še bi lahko naštevali. Poleg tega proizvodnja elektrike prispeva manj kot 10% vsega onesnaževanja s fosilnimi gorivi. Vseeno pa je pomembno, da tudi na tem področju minimaliziramo škodljiv vpliv na okolje.

Ljudje že počasi zamenjujemo vire energije, ki so škodljivi okolju, za obnovljive vire. Z ozaveščanjem postajamo tudi bolj vestni in varčni pri porabi energije. Dobrodošel je vsak korak k boljši prihodnosti, vendar pa moremo, če želimo bistveno zmanjšati onesnaževanje okolja, spremeniti svoj življenjski stil, ne le menjati žarnice.

## 7 POVZETEK

Na trgu najdemo številne vrste umetnih svetil in prav je, da se odločimo za tista, ki so najbolj prijazna nam, naravi in naši denarnici. Dobro je, da se pred nakupom svetila informiramo o različnih vrstah svetil in njihovemu namenu uporabe.

V raziskovalni nalogi sem ugotavljal, ali je smotrno zamenjati klasične žarnice z žarilno nitko z LED svetili, ki so relativno »mlada« v primerjavi s klasično žarnico. Zanimalo me je tudi, če obstajajo še kakšne druge možnosti za zamenjavo.

Poti do odgovorov so se mi odprle, ko sem slišal, da bodo na naši šoli v telovadnici zamenjali reflektorje s klasičnimi žarnicami za LED reflektorje. Da bi izvedel, če je bila zamenjava svetil smiselna, sem izvedel poskus, pri katerem sem izmeril osvetljenost telovadnice pred in po obnovi. Prej pa sem se poučil o vrstah svetil in njihovem delovanju, prednostih in pomanjkljivostih. Prav tako sem se poučil o fizikalnih količinah in enotah, ki nam opisujejo zmožnosti svetil (svetlost, svetilnost, osvetljenost, svetlobni tok ...).

Ugotovil sem, da se je osvetljenost telovadnice bistveno izboljšala. Po obnovi je bilo v telovadnici opazno svetleje, kar so pokazale tudi meritve. Svetloba je bila bolj razpršena po celotnem prostoru. V telovadnici pa so bile še neonske tubne luči, ki so žal ostale tudi po obnovi. Te porabijo veliko energije, a dodatno izboljšajo razpršitev svetlobe.

Sam mislim, da so LED luči najboljša izbira, saj so zelo varčne, imajo odličen izkoristek energije in dolgo življenjsko dobo.

## **8 ZAHVALA**

Najprej bi se rad iskreno zahvalil svojemu mentorju Damijanu Vodušku, ki mi je skozi celotno raziskovalno nalogo stal ob strani in mi pomagal, ko sem potreboval pomoč.

Zahvalil bi se tudi Jolandi Blokar za pomoč pri angleških prevodih.

Rad bi se zahvalil vsem, ki so odgovorili na moja vprašanja v zvezi z raziskovalno nalogo.

Zahvala pa gre tudi moji družini, ki me je podpirala in mi pomagala pri nastajanju naloge.



## 9 VIRI IN LITERATURA

1. Elektranre

<https://eucbeniki.sio.si/nar6/1215/index1.html>

ogledano 19. 12. 2019

2. Fosilna goriva in okolje

<https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1099/index1.html>

ogledano 22. 12. 2019

3. Fosilna goriva

<https://www.esvet.si/fosilna-energija>

ogledano 22. 12. 2019

4. Prednosti in slabosti fosilne energije

<https://www.esvet.si/prednosti-slabosti-fosilne-energije-0>

ogledano 22. 12. 2019

5. Obnovljivi viri energije

<http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Obnovljivi-viri-energije>

ogledano 26. 12. 2019

6. Slabosti obnovljivih virov energije

<https://www.esvet.si/drugi-viri-energije>

ogledano 22. 12. 2019

7. Varčevanje z energijo

[https://www.ece.si/za-dom/energetske-resitve/varcevanje-z-energijo/?gclid=EAIaIQobChMIvrbT6veb5wIVTUPTCh0LVAXUEAAYASAAEgIbO\\_D\\_BwE](https://www.ece.si/za-dom/energetske-resitve/varcevanje-z-energijo/?gclid=EAIaIQobChMIvrbT6veb5wIVTUPTCh0LVAXUEAAYASAAEgIbO_D_BwE)

ogledano 24. 12. 2019

8. Varčevanje z zamenjavo svetil

<https://www.porabimanj.info/prihranek-pri-zamenjavi-halogenske-zarnice-z-led-sijalko/>

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

ogledano 24. 12. 2019

9. Žarnica

<https://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%BDarnica>

ogledano 26. 12. 2019

10. Varčne sijalke

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Kompaktna\\_fluorescentna\\_sijalka](https://sl.wikipedia.org/wiki/Kompaktna_fluorescentna_sijalka)

ogledano 26. 12. 2019

11. LED svetila

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da\\_dioda](https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da_dioda)

ogledano 26. 12. 2019

12. Priporočila za načrtovanje primerne osvetljenosti

<https://velcdn.azureedge.net/~media/marketing/si/datoteke/priporocila.pdf>

ogledano 28. 12. 2019

13. Za varna in zdrava delovna mesta

[http://www.zbornica-vzd.si/media/5\\_Kobav.pdf](http://www.zbornica-vzd.si/media/5_Kobav.pdf)

ogledano 29. 12. 2019

14. Svetlobni izkoristek

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetlobni\\_izkoristek](https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetlobni_izkoristek)

ogledano 2. 1. 2020

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

VIRI SLIK:

Slika 1: Termoelektrarna Šoštanj,

<https://eucbeniki.sio.si/nar6/1215/tes.jpg>

Slika 2: Globalno segrevanje

[https://www.varcevanje-energije.si/images/stories/2015/NOVICE/topla\\_greda\\_3.jpg](https://www.varcevanje-energije.si/images/stories/2015/NOVICE/topla_greda_3.jpg)

Slika 3: Obnovljivi viri energije

[https://www.mojaobcina.si/img/1/H\\_MAX\\_1024x768/7100\\_1567076323\\_obnovljivivirienergije.jpg](https://www.mojaobcina.si/img/1/H_MAX_1024x768/7100_1567076323_obnovljivivirienergije.jpg)

Slika 4: Ravnotežje energetskih virov

<https://media.nationalgeographic.org/assets/photos/000/327/32787.jpg>

Slika 5: Prenos električne energije

<https://i0.wp.com/fixup.ru/upload/medialibrary/205/20594d47f8fcd77b462d0c657cfc8d2c.jpg>

Slika 6: Navadna žarnica

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b4/Gluehlampe\\_01\\_KMJ.png/200px-Gluehlampe\\_01\\_KMJ.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b4/Gluehlampe_01_KMJ.png/200px-Gluehlampe_01_KMJ.png)

Slika 7: Halogenska žarnica

<https://www.merkur.si/pub/media/catalog/product/cache/f529a7536e7c44ff427fdcae6a6b3bef/h/a/halogenazarnicaosramhal-es-class-a-57w-230v-e27-1591392.jpg>

Slika 8: Varčna sijalka

[https://www.sylux.si/image/cache/cache/28001-29000/28714/main/31c6-ImgBigArticle\\_1\\_28714-0-1-0-1-1-800x800.jpg](https://www.sylux.si/image/cache/cache/28001-29000/28714/main/31c6-ImgBigArticle_1_28714-0-1-0-1-1-800x800.jpg)

Slika 9: LED svetilka, sestavljena iz več LED diod

[https://s3.eu-west-3.amazonaws.com/greeniceweb/p/1/9/3/2/8/19328-large\\_default.jpg](https://s3.eu-west-3.amazonaws.com/greeniceweb/p/1/9/3/2/8/19328-large_default.jpg)

Slika 10: Prikaz treh različnih svetlobnih kotov

[https://www.homeelectrical.com/sites/default/files/styles/original\\_image/public/images/product/blg/blg-beam\\_angle.jpg](https://www.homeelectrical.com/sites/default/files/styles/original_image/public/images/product/blg/blg-beam_angle.jpg)

Slika 11: Shematska razlaga fizikalnih pojmov

<https://docplayer.fr/docs-images/65/54225610/images/1-0.jpg>

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2020

Slika 12: Primerjava različnih tipov žarnic in sijalk ter njihova učinkovitost in življenjska doba

<http://www.preklopinasonce.si/wp-content/uploads/2017/03/led-luci-prihranek-e1490971830336.png>