

Osnovna šola Ivanjковci

PO ENERGIJO V GORIŠČE KONKAVNEGA ZRCALA

Astronomija ali fizika

Raziskovalna naloga

Avtorica: Kaja Mar

Mentor: Simon Hebar

Somentorica: Tanja Zelenik

Ivanjковci, 2024

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Simonu Hebarju za pomoč, usmeritve in spodbude skozi proces nastanka ideje in raziskovalne naloge. Hvala somentorici Tanji Zelenik za pomoč pri prijavi in tudi za nadaljnje spodbude.

Hvala ravnateljici šole, ge. Nadi Pignar, ker nas učence spodbuja k delu in je mojo raziskovalno nalogo tudi sama pregledala.

Zahvaljujem se učiteljici slovenščine Brigiti Fridl, ki je poskrbela za lektoriranje.

Hvala učiteljici in šolski knjižničarki, ki si je vzela čas zame, da mi je pomagala poiskati literaturo.

Zahvala gre sosedu, ki mi je prijazno podaril star satelitski krožnik, ki mi je še kako prišel prav.

Najlepša hvala moji družini, ki mi je ves čas stala ob strani. Hvala atiju, ki si je vzel veliko časa, da mi je pomagal pri izdelavi merilne konstrukcije in nabavi materialov. Hvala mami, ki mi je svetovala pri členjenju raziskovalne naloge.

KAZALO

1	UVOD	9
1.1	Namen in cilji naloge	9
1.2	Raziskovalno vprašanje in hipoteze	10
2	TEORETIČNI DEL	11
2.1	Sonce	11
2.1.1	Dejavnost Sonca	12
2.1.1.1	Odvisnost od letnega časa	13
2.1.1.2	Odvisnost od vremena	13
2.1.1.3	Odvisnost od vpadnega kota sonca	13
2.1.1.4	Odvisnost od dela dneva	13
2.1.2	Izguba sončne energije	13
2.1.2.1	Prehod skozi atmosfero	13
2.1.2.2	Prehod skozi steklo	14
2.1.2.3	Prehod skozi vodo	15
2.1.3	Izkoriščanje Sonca	16
2.1.4	Stellarium Web	18
2.2	Konkavnost	19
2.2.1	Satelitski krožnik	19
2.2.2	Konkavno zrcalo	19
2.3	Zrcala v kombinaciji s Soncem – obstoječi projekti	19
2.4	Programiranje (Arduino)	20
2.4.1	Arduino čipi	20
2.4.2	Senzorji	21
3	RAZISKOVALNI DEL	23
3.1	Potek raziskovanja	23
3.1.1	Soočanje z zapleti	24
3.2	Ključni postopki	25
3.2.1	Metode	29
3.3	Sredstva in pripomočki, programi in obdelava podatkov	29
4	REZULTATI	30
4.1	Izmerjeni podatki količin v številkah	30
4.2	Prikaz odvisnosti med količinami	32

4.3	Razlike med podobnimi podatki	33
4.4	Primerjava podatkov v januarju in februarju 2024	35
5	RAZPRAVA	36
5.1	Zbiranje sončne energije s konkavnim zrcalom	36
5.2	Maksimalna dosežena temperatura v gorišču konkavnega zrcala	36
5.3	Odvisnosti med izmerjenimi količinami	36
5.4	Učinek tople grede.....	37
5.5	Razlika med januarskimi in februarskimi temperaturami.....	37
5.6	Predvidevanje o temperaturi v gorišču konkavnega zrcala	37
5.7	Ustreznost raziskovalnega pristopa	37
6	ZAKLJUČEK	38
6.1	Ovrednotenje hipotez	38
6.2	Ideje za nadaljnja raziskovanja	39
7	VIRI IN LITERATURA.....	40
8	PRILOGE	42
8.1	Čas merjenja in položaj zrcala po dnevih	42
8.2	Razporeditev senzorjev po konstrukciji	44

KAZALO TABEL

Tabela 1: Osvetljenost pri različnih pogojih	22
Tabela 2: Sredstva, uporabljena pri izdelavi	30
Tabela 3: Podatki o izmerjenih meritvah, ko je temperatura gorišča najvišja v dnevu	31
Tabela 4: Primerjava meritev, pri katerih so enake temperature v gorišču	34
Tabela 5: Primerjava meritev, pri katerih so enake temperature v senzorju, ki ni bil v gorišču	34
Tabela 6: Primerjava meritev, pri katerih je enaka temperatura v kontrolnem senzorju	35
Tabela 7: Primerjava meritev, pri katerih je enaka osvetljenost.....	35
Tabela 8: Primerjava meritev iz januarja in februarja 2024.....	36
Tabela 9: Primer (ne)odvisnosti ostalih parametrov od kontrolne temperature.....	37
Tabela 10: Čas merjenja in položaj zrcala po dnevih	43

KAZALO SLIK

Slika 1: Sonce	11
Slika 2: Pot sončne energije	14
Slika 3: Lom svetlobe pri prehodu skozi steklo.....	15
Slika 4: Lom svetlobe pri prehodu skozi vodo	15
Slika 5: Skica loma svetlobe pri prehodu skozi vodo	16
Slika 6: Sončni kolektor	17
Slika 7: Rastlinjak	17
Slika 8: Pasivna hiša	17
Slika 9: Prikaz delovanja sončnih celic	18
Slika 10: Arduino Nano.....	20
Slika 11: Svetlobni senzor.....	22
Slika 12: Temperaturni senzor.....	22
Slika 13: Konstrukcija – od spredaj	23
Slika 14: Računalnik, povezan z vezjem	24
Slika 15: Stopljen stirodur	25
Slika 16: Vezje.....	26
Slika 17: Konstrukcija od strani.....	26
Slika 18: Kapsula s senzorjem v gorišču	27
Slika 19: Konstrukcija – od zadaj	27
Slika 20: Konstrukcija – od daleč	28
Slika 21: Izmerjene količine, ko je temperatura gorišča najvišja v dnevu.....	32
Slika 22: Razporeditev senzorjev po konstrukciji	44

POVZETEK

Sonce je vir vsega življenja na Zemlji, hkrati pa ima tudi to dobro lastnost, da ga ne moremo izrabiti. Odločila sem se, da bom zgrabila priložnost, ki jo imam pravzaprav že ves čas pred sabo. V projekt sem združila fiziko, tehniko, astronomijo ter delček programiranja in tako iz starega satelitskega krožnika in nekaj osnovnega materiala izdelala konstrukcijo, ki s konkavnim zrcalom zbira sončno energijo.

Okrog zrcala sem izdelala ogrodje, ki preprečuje izgubo temperature zaradi vetra, in na konstrukcijo pritrdila senzorje, ki sem jih sprogramirala, da so mi podatke pošiljali na računalnik. Tako sem z izvajanjem meritev spremljala temperaturo v gorišču konkavnega zrcala, temperaturo v senzorju, ki je bil nekoliko oddaljen od gorišča, s svetlobnim senzorjem sem spremljala osvetljenost in imela sem tudi senzor za kontrolno temperaturo. Meritve v času, ko je sonce najvišje na nebu, sem analizirala, da sem prišla do ugotovitev, na podlagi katerih sem ovrgla ali potrdila zastavljene hipoteze.

Ugotovila sem, da način s konkavnim zrcalom dobro deluje, saj se je v gorišču zbralo tudi do 270 °C. Presenetilo me je, da opazovane količine med sabo niso v čistem razmerju in da je v ozadju verjetno še kakšen drug dejavnik, ki vpliva na temperaturo v gorišču. Potrdila sem lahko, da ogrodje deluje kot topla greda. Izračunala sem povprečja količin v januarju in februarju ter ugotovila, da je februar res toplejši mesec in lahko takrat pričakujem tudi višje temperature v gorišču.

Enak poskus bi lahko naslednjič izvedli pod še več različnimi pogoji, kot so drugačna velikost, ukrivljenost ter oblika zrcala, velikost ogrodja, barva okolice, del dneva ipd. S tem bi rezultati še bolj pridobili na edinstvenosti in večji uporabnosti.

Ključne besede: Sonce, konkavno zrcalo, gorišče, temperatura, osvetljenost, senzor

ABSTRACT

The sun is the source of all life on Earth, and it also has a good characteristic that we cannot deplete it. I have decided to seize the opportunity that has been in front of me all along. I combined physics, engineering, astronomy, and a bit of programming to create a structure from an old satellite dish and some basic materials that collect solar energy using a concave mirror.

I built a frame around the mirror to prevent temperature loss due to wind and attached sensors to the structure, which I programmed to send data to my computer. Thus, I monitored the temperature at the focal point of the concave mirror, the temperature at a sensor slightly distant from the focal point, the illumination with a light sensor, and I also had a sensor for control temperature. I analyzed measurements during the time when the sun is highest in the sky to reach conclusions that either disproved or confirmed the hypotheses.

I found that the concave mirror method works well, as temperatures of up to 270°C were reached at the focal point. It surprised me that the observed quantities were not in a straightforward ratio with each other, suggesting that there may be other factors at play affecting the temperature at the focal point. I could confirm that the frame acts as a greenhouse. I calculated the averages of quantities in January and February and found that February is indeed a warmer month, and higher temperatures at the focal point can be expected then.

Similar experiments could be conducted under even more varied conditions next time, such as different sizes, curvatures, and shapes of mirrors, frame sizes, ambient colors, time of day, etc. This would further enhance the uniqueness and usefulness of the results.

Keywords: Sun, concave mirror, focal point, temperature, illumination, sensor

1 UVOD

Sonce greje najceneje. (dr. Peter Novak)

Raziskovalna naloga z naslovom *Po energijo v gorišče konkavnega zrcala* raziskuje možnost zbiranja sončne toplote. Za uresničitev ideje je potrebno najprej nekaj teoretičnega ozadja, da vidimo, če bo poskus deloval tako, kot sem si zamislila. Ker raziskujem o Soncu, ki je 150.000 km oddaljena zvezda, je njegovo delovanje v vesolju težko razumeti, je pa zato lažje razumeti njegovo delovanje tukaj na Zemlji, kjer ga imamo v obliki toplote in svetlobe, ki s prineseno Sončevo energijo oskrbujeta planet.

Sonce je med drugim tudi obnovljivi vir energije in do sedaj je bilo iznajdenih in je uporabljenih veliko načinov, kako ga izkoristiti. Človek sončno toploto pretvarja v energijo s pomočjo fotovoltaike, solarnih peči, sončnih kolektorjev s sončnimi celicami, s solarnimi stolpi, paraboličnimi solarnimi elektrarnami, paneli, s pasivno hišo in še kako drugače.

Obstajajo pa tudi manjši projekti, kjer je sončna toplota izkoriščena neposredno, brez pretvarjanja v katero drugo vrsto energije. Eden takih primerov je lepo predstavljen s strani ge. M. Štukelj, ki je v svoji diplomski nalogi predstavila izrabo sončne energije na primeru solarne peči. Ugotovila je, da so podobne konstrukcije tudi že bile grajene, kot so na primer škatlasti solarni kuhalnik, ploščati solarni kuhalnik, domači parabolični solarni kuhalnik in druge kombinirane solarne peči, ki med drugim služijo tudi revnejšim narodom npr. za pasterizacijo vode. (Štukelj, 2014)

V raziskovalni nalogi je predstavljen način, kako sem se zbiranja sončne energije lotila jaz. Najprej so v teoriji razložena področja, katerih se moje raziskovalno delo dotika. Opisano je Sonce in njegovo delovanje ter kako nanj vplivajo letni časi, vreme, del dneva in vpadni kot. S tem znanjem si lažje razlagamo rezultate in imamo predstavlo, kaj bi lahko pod drugimi pogoji bilo drugače. Zapisana so tudi dejstva o izgubi sončne energije pri prehodu skozi različne prostore in materiale, kar ima pri teh raziskavah prav tako velik pomen. Prikazani so načini izkoriščanja Sonca in aplikacija, ki nosi veliko podatkov o vesolju. V teoretičnem delu je razloženo še delovanje konkavnega zrcala in delo z vezjem in programsko opremo Arduino. V nadaljevanju je razložen proces postopka nastajanja eksperimenta in navedeni so uporabljeni pripomočki in materiali. V glavnem delu – rezultatih, sem ključne podatke predstavila najprej v številkah, kasneje pa tudi v grafu, kjer se lepo vidi odvisnost med količinami. Podatke sem primerjala in izračunala nekatera povprečja. V razpravi sem potrdila ali ovrgla hipoteze ter jih podkrepila z ugotovitvami iz rezultatov. Določila sem ustreznost raziskovalnega pristopa. Za zaključek sem obnovila ugotovitve pri posameznih hipotezah in zapisala ideje za nadaljnja raziskovanja. Ob koncu naloge so navedeni še viri in literatura ter dodane priloge.

1.1 Namen in cilji naloge

V raziskavo sem se podala, ker sem veliko razmišljala o temi pridobivanja sončne energije, ki je v tem času zelo aktualna. Zanimalo me je, če lahko tudi sama pridobim sončno energijo in v kakšnih številkah se bo pokazala. Ugotoviti sem želela, kolikšno temperaturo lahko dosežem v gorišču konkavnega zrcala, ko je Sonce najvišje na nebu. Zanimalo me je, kako so opazovane količine med seboj povezane. Želela sem dokazati, da lahko vsaka majhna ideja preraste v velik projekt, s katerim se odkrivajo nove ugotovitve in z njimi izboljšuje svet.

1.2 Raziskovalno vprašanje in hipoteze

Zastavila sem si raziskovalno vprašanje:

Kako lahko v zimskem času sončno energijo zberem s konkavnim zrcalom?

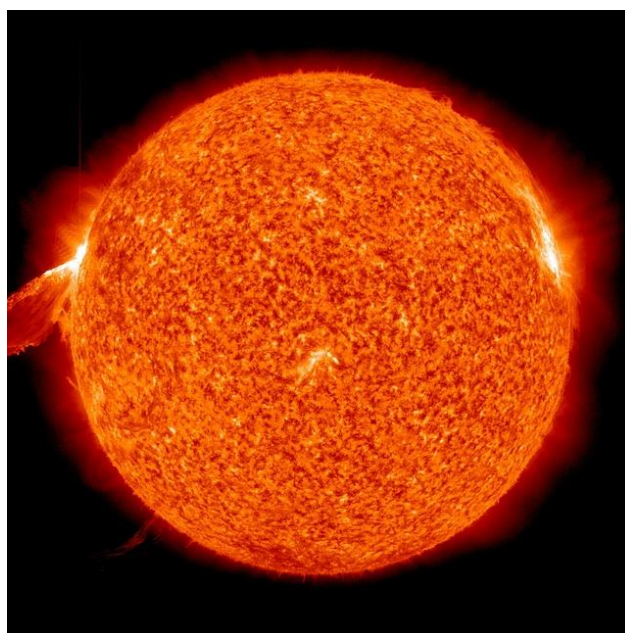
Ob iskanju odgovora na raziskovalno vprašanje sem si zastavila hipoteze:

- H1:** Temperatura v gorišču konkavnega zrcala bo dosegla najmanj 200 °C.
- H2:** Kadar temperatura v kontrolnem senzorju narašča, se vedno dvignejo tudi temperatura v gorišču konkavnega zrcala, temperatura v senzorju, ki ni v gorišču, in svetloba.
- H3:** Ogrodje konkavnega zrcala deluje kot topla greda, saj je temperatura senzorja, ki je v ogrodju, ampak ne v gorišču, ves čas višja od temperature v kontrolnem senzorju.
- H4:** Povprečje najvišjih dnevnih temperatur v gorišču konkavnega zrcala v januarju je nižje od tistih v februarju.
- H5:** Na podlagi vremenske napovedi lahko predvidim temperaturo v gorišču konkavnega zrcala.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Sonce

Ljudje živimo tik ob pravi zvezdi – to je Sonce. Od Zemlje je oddaljeno 1 astronomsko enoto oz. 149.597.870,691 km ali poenostavljeno 150 milijonov km. Njegov premer je 1.392.000 km, ima površino $6,09 \times 10^{12}$ kvadratnih kilometrov in prostornino $1,41 \times 10^{27}$ kubičnih metrov, ima maso 333.000 mas Zemlje. Zaradi bližine je za astronome prav posebna zvezda. Naslednja najbližja zvezda je Proxima, ki pa je od Zemlje oddaljena kar 250.000-krat dlje. Astronomi delajo na tem, da bi čim bolj temeljito spoznali njegovo delovanje in vpliv na Zemljo. Menijo, da klimatske spremembe na Zemlji lahko povzroči vsaka manjša sprememba v Sončevi proizvodnji energije. Solarna astronomija, ki se s tem ukvarja, je zato zelo pomembna, da bi razumeli, kako lahko Sonce vpliva na naše okolje. Na Sončevem površju brez opozorila neprestano nastajajo magnetne nevihte in eksplozije, imenovane Sončevi izbruhi. Ti v prostor izstreljujejo električne delce, ki v naši atmosferi povzročajo različne pojave, kot na primer polarni sij. Z Zemlje lahko opazujemo tudi nekatere druge Sončeve pojave, kot je Sončev mrk ali korona. Zaradi korone nastaja tudi sončni veter – ko zunanje plasti korone uhajajo skozi osončje v toku, ki mu pravimo sončni veter in do Zemlje potuje približno 10 dni. (Mitton, 1999; Wikipedija, 2024b)



Slika 1: Sonce. Pridobljeno iz Naravoslovje 7, od V. Grubelnik in T. Verbič Šalamon, 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/nar7/3347/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljeno z dovoljenjem.

Sonce je center našega osončja. Od tod tudi ime heliocentrični sistem, ki je sestavljeno iz besede Helios, kakor so Grki imenovali Sonce, in besede Center, ker je v središču osončja. Vsa ostala nebesna telesa krožijo okrog Sonca. Ampak Sonce prav tako ne miruje. Vrti se okrog svoje osi, ker je velika plinasta krogla, pa se njegovi deli ne vrtijo enako hitro. Delci na ekvatorju potrebujejo za en obrat 25,4 dni, na polih pa se obrnejo na 36 dni. Jedro, ki ima premer 25 % celotnega premera Sonca, se obnaša kot čvrsto telo, zato se vrti enakomerno. Sonce nosi 99,8 % vse mase osončja, preostanek je večinoma v Jupitru, čisto majhen del pa si delijo ostala nebesna telesa. Po velikosti Sonce sodi v 10 % največjih zvezd v galaksiji, ki jo sestavlja 100 milijard zvezd. Povprečna velikost je namreč manj kot 50 % velikosti Sonca.

»Sedanje Sonce je sestavljeno iz 70 % vodika, 28 % helija, ostalo so vsi ostali kemijski elementi. Sonce je staro 4,5 milijarde let, prav toliko kot naše osončje. Od nastanka je porabilo okrog 50 % vodika. Tako predvidevajo, da bo sijalo enako kot doslej še naslednjih 5 milijard let. Ob koncu svoje dobe se bo razširilo za polovico sedanjega obsega. Ko bo porabilo ves svoj vodik, se bo radikalno spremenilo in vase potegnile vse svoje planete.« (Ivanuša, 2010)

2.1.1 Dejavnost Sonca

Sonce pretvarja vodik v helij. Vodikova jedra so sestavljena iz enega protona, helijevo jedro pa iz dveh protonov in dveh nevtronov. Sonce lahko zlepi skupaj štiri protone in ustvari helijevo jedro, obenem pa proizvede ogromne količine energije. Pri tem se sproščajo razna valovanja v obliki svetlobe, toplote, gama žarkov in podobnih žarčenj, ki jih zaznamo na Zemlji. (Mitton, 1999)

Skoraj vsa Sončeva energija izžareva iz fotosfere, nastaja pa globoko v notranjosti Sonca, kjer sta temperatura in tlak dovolj visoka, da v njej potekajo procesi ustvarjanja energije, kar imenujemo jedrska reakcija. Od tam energija počasi seva naokrog do razdalj 600.000 km, prenašajo jo ogromni mehurčki vročih plinov. Pri stopnji zlivanja atomskih jeder, ko se masa pretvarja v energijo, se na ta račun Sončeva masa vsako sekundo zmanjša za 4 milijone ton, ki se pretvorijo v štiristo milijard milijard megavatov energije, ki ga Sonce porabi, da ostane v stabilnem stanju in da sveti. Na Sončevem površju, kjer energija končno izbruhne v obliki svetlobe, astronomi opažajo različne pojave, ki so znak Sončeve dejavnosti. (Redfern, 1999)

Najpogostejši pojav so sončne pege, temne lise na Sončevem površju, kjer je magnetizem še posebej močan in se površje zato ohlaja. So za 2000 °C hladnejše. Včasih v bližini peg zasledimo tudi posebej svetla mesta, kjer je temperatura višja, kot v okolici, imenujemo jih svetle Sončne pege ali facule. Sončni izbruhi ali eksplozije v prostor dvigujejo delce. Manjše med njimi se imenujejo igle, izgledajo kot žebli, obstajajo le nekaj minut in so nekaj kilometrov visoke. Na Sončevem površju lahko opazimo tudi vroč plin v obliki jezika ali loka, imenovan protuberanca. Dvigne se lahko desetisoče kilometrov visoko, traja od par ur do nekaj tednov. Zaradi nenehnega kipenja na površju Sonca ima podobo spreminjajočega se marogastega vzorca, ki mu pravimo granulacija. Sončeva dejavnost se prikazuje v enajstletnih ciklih. Da bi ugotovili, če ima Sončeva dejavnost vpliv na naše podnebje, so na satelit namestili napravo, s katero so ugotovili, da je moč, s katero Sonce sveti, močno povezana s pojavi na Sončevem površju. Moč sončevega sevanja na kvadratni meter Zemljine površine je približno 1000 vatov. (Mitton, 1999; Mitton, 2005; Crofton, 1997)

Kot že omenjeno je srednji del Sonca jedro, ki ima temperaturo približno 15-16 milijonov °C. Okrog jedra je sevalni in konvektivni pas, katerega obdaja konvekcijsko področje s temperaturo 1,3 milijone °C. Obdaja jih fotosfera ali Sončevo površje s temperaturo okrog 5500-6000 °C. Sledi pas hladnih plinov in kromosfera s temperaturo 15.000 °C. Najbolj zunanji del je korona, ki meri od nekaj več kot 1 do 4 milijonov °C. (Redfern, 1999; Štukelj, 2014)

»Sončno sevanje je elektromagnetno sevanje črnega telesa pri temperaturi 5760 K z valovnimi dolžinami od okrog 0,25 μm (ultravijolično sevanje) do okrog 3 μm (infrardeče sevanje). Gostota sončnega sevanja je najmočnejša pri valovni dolžini okrog 0,5 μm, ki leži v vidnem spektru sevanja (svetloba) in pripada zeleni barvi. Sevanje na zemljo sestavljajo direktno (neposredno od Sonca) in difuzno sevanje (posredno »odbito« od različnih delcev), pri čemer se razmerje med njima spreminja glede na položaj točke na Zemlji, letni čas in glede na vremenske razmere. Sončno sevanje je trajen vir energije, ki ga narava izkorišča od samih začetkov. Letna količina sončne energije, ki pade na Zemljo, presega osemstisočkrat letne svetovne potrebe po primarni energiji.« (Trajnostna energija, 2024)

2.1.1.1 Odvisnost od letnega časa

Različna območja na Zemlji prejemajo različno količino sevanja zaradi kroženja Zemlje okoli Sonca in nagnjenosti njene osi. Zaradi tega imamo letne čase. Začetki letnih časov so vezani na posebne položaje Zemlje pri njeni poti okoli Sonca. »Letni časi so ena od razdelitev leta, povezana s spremembami vremena. Nastanejo zato, ker je Zemljina os vrtenja nagnjena glede na ravnino, po kateri kroži okoli Sonca. Tako ob različnih letnih časih sončni žarki padajo pod različnimi koti. Večji del leta severna in južna polobla nista enako osvetljeni in ogreti. V tropskem in polarnem pasu klimatskih letnih časov praktično ni. Temperaturne značilnosti so celo leto zelo podobne.« (Dijaški.net, 2018a; Mosbrucker, 2024)

2.1.1.2 Odvisnost od vremena

Količina sončnih žarkov, ki se prebije do Zemljinega površja, je odvisna od vremena na Zemlji, ki sevanje Sonca oz. energijo zmanjša z oblaki, meglo, padavinami, onesnaženostjo... Vpliv na vreme na Zemlji pa ima tudi Sonce samo, saj zaradi prej naštetih pojavov na Sončevi površini ne more vedno oddajati enake količine svetlobe in toplote. (Redfern, 1999)

2.1.1.3 Odvisnost od vpadnega kota sonca

»Zemljina os je nagnjena za $23,5^\circ$ kotnih stopinj. Zato se spreminja vpadni kot sončnih žarkov. Zaradi različnega vpadnega kota sončnih žarkov je planet različno ogret. Poletje je takrat, ko sončni žarki padajo bolj navpično in je zato ta del zemlje bolj ogret. V zimski polovici leta padajo sončni žarki bolj poševno in je zato hladneje.« (Mosbrucker, 2024)

2.1.1.4 Odvisnost od dela dneva

Odvisnost moči Sonca na Zemlji od dela dneva je pravzaprav podobna odvisnosti od vpadnega kota. Vpadni ali višinski kot Sonca na Zemljo se neprestano spreminja. Sonce se vsak dan po nebu giblje od vzhoda proti zahodu in vsak trenutek je nekje drugje na nebu. Vpadni kot je kot med vodoravno ravnino in smerjo Sonca. Zato je vpadni kot takrat, ko Sonce vzide ali zaide, ko sta ti črti poravnani, enako 0° . Približno okrog opoldneva je Sonce najvišje na nebu oz. ima največji vpadni kot. Je v južni smeri in takrat greje najmočneje. (Prosen, 2017)

2.1.2 Izguba sončne energije

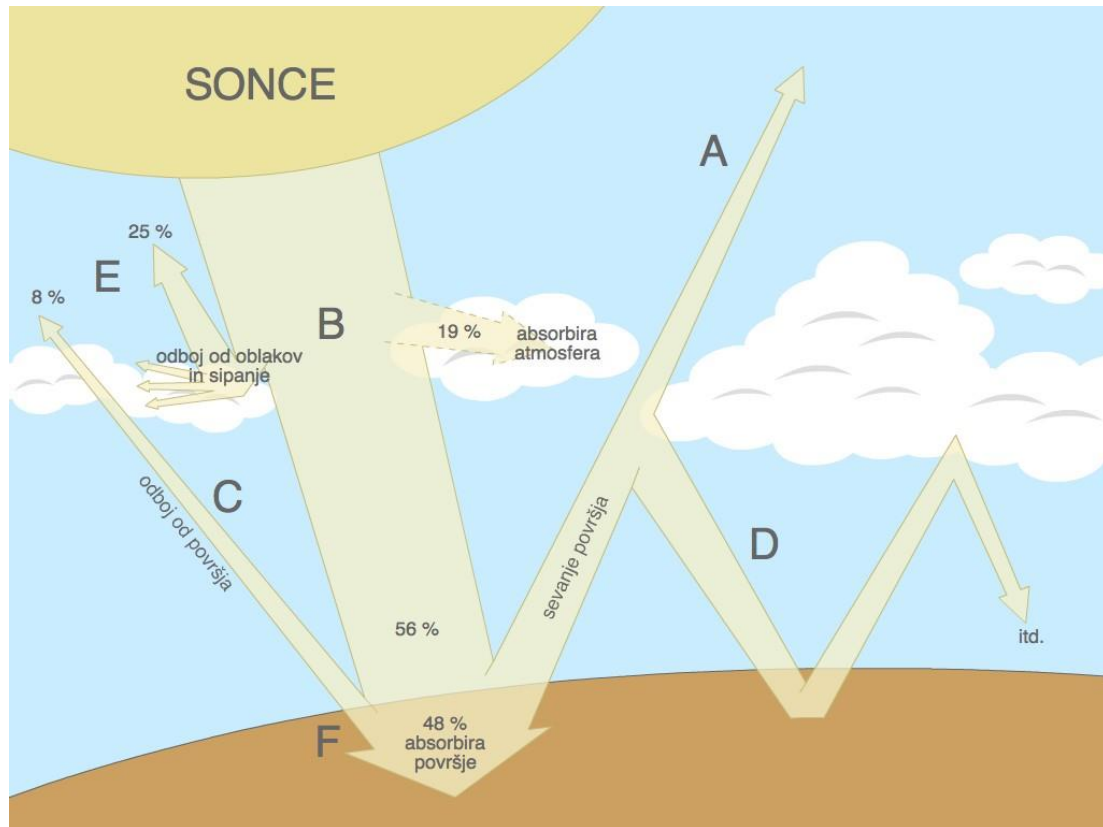
Kako je mogoče, da je temperatura na Sončevem površju $5500\text{--}6000^\circ\text{C}$, temperatura na Zemlji pa ne preseže 50°C ? Med potovanjem sončne energije se je tudi veliko izgubi. Velik del je ostane v vesolju že daleč preden pride do Zemlje, do kamor je za toploto dolga pot. (Redfern, 1999)

2.1.2.1 Prehod skozi atmosfero

Že preden pride sončna energija do atmosfere, se mora prebiti čez Zemljino magnetno polje. Njegova naloga je, da odbija sončni veter in preprečuje neposredno padanje električno nabitih delcev na naš planet. Tako se iz tega polja ustvari nevidna kletka, okrog katere se zaganja sončni veter. Gostota energijskega toka, ki ga Zemlja prejme od Sonca brez izgub v atmosferi je 1367 W/m^2 , ki pa se zaradi nagiba Zemlje zmanjša na $949,6\text{ W/m}^2$ povprečne intenzitete za Slovenijo. (Mitton, 1999)

V nadaljevanju se velik del energije sončnega sevanja izgubi na poti skozi Zemljino atmosfero. Če energijo tik pred vstopom v atmosfero označim s 100 %, je bo na koncu do Zemljinega površja prišlo veliko manj. Ostanek se izgubi med 50-80 kilometri prostora med začetkom atmosfere in planetom. Plašč se začne z 20-40 km ozona, kjer se izgubi 0.5-3 % energije. 1-5 % se izgubi pri prehodu čez 15-25 km debelo zgornjo prašno plast. V do 30 km dolgi plasti zračnih molekul se izgubi 6-8 % energije. V

vodni pari, ki meri do 3 km, so izgube 3-9 %. Nazadnje se v spodnji do 3 km debeli prašni plasti izgubi do 5 % sončne energije. Atmosfera pa ne samo, da nas ščiti pred škodljivimi in prevelikimi količinami dejavnikov iz vesolja, ampak ima tudi učinek tople grede, brez katerega bi temperatura Zemljinega površja imela -18 °C. (Štukelj, 2014)

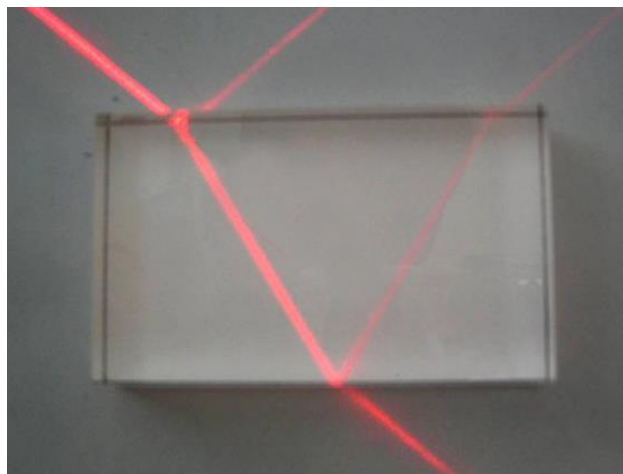


Slika 2: Pot sončne energije. Pridobljeno iz Geografija 1, od M. Martinuč Bernard, T. Kikec, A. Polšak idr., 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/geo1/3976/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljeno z dovoljenjem.

»Za razumevanje pretvorbe sončne energije opisujemo sevanje s pretokom fotonov kot nedeljivih kvantnih delcev brez mase, a z gibalno količino in točno določeno energijo. Sončno sevanje je sestavljeno iz množice fotonov različnih energij. Porazdelitev fotonov glede na njihovo energijo (oziroma valovno dolžino) imenujemo sončni spekter, ki daje spektralno gostoto sevanja. Človeško oko zaznava le del sončnega spektra kot vidno sevanje oziroma kot tako imenovano svetlobo.« (PVportal, 2024)

2.1.2.2 Prehod skozi steklo

Prehod svetlobe skozi steklo se zelo lepo vidi na primeru kvadra stekla, skozi katerega posvetimo z laserjem. Čeprav je steklo prozorno, se delček svetlobe po odbojnem zakonu odbije nazaj v prostor. Za ostalo večino svetlobe velja lomni zakon, kjer svetloba potuje v steklo in na koncu tudi iz njega ter nadaljuje pot. (Lavrič, 2024a)

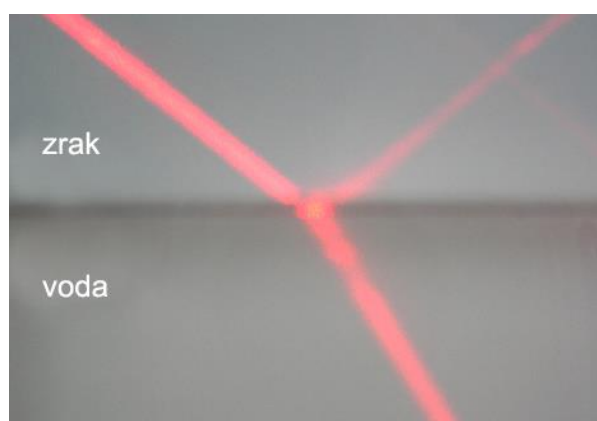


Slika 3: Lom svetlobe pri prehodu skozi steklo. Pridobljeno iz Naravoslovje 7, od V. Grubelnik in T. Verbič Šalamon, 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/nar7/3347/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljen z dovoljenjem.

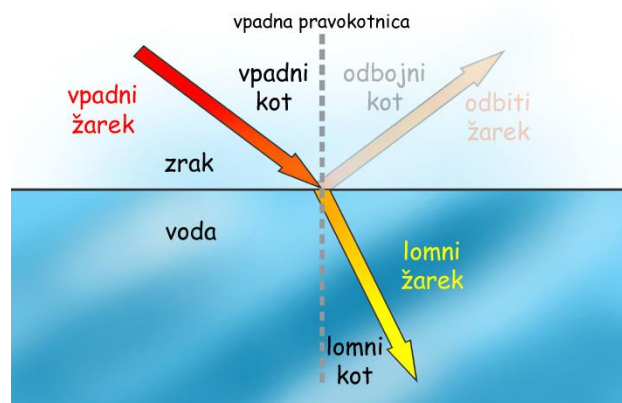
Izgube pri prehodu čez steklo so tudi v modernem svetu velik problem - če govorimo o izgubah energij oz. toplote pri prehodu skozi steklo, kjer ne želimo nikakršne toplotne izgube, kot na primer pri oknu, ki meji med ogrevano notranjostjo in hladno zunanostjo, spet ne moremo doseči popolnega rezultata. »Toplotna prevodnost navadnega 4 mm debelega stekla je 6 vatov na kvadratni meter krat Kelvin ($\text{W/m}^2\text{K}$), kar pomeni, da se skozi vsak kvadratni meter okna izgubi 6 W toplote pri eni stopinji temperaturne razlike med notranjostjo in zunanostjo. Te izgube postanejo ogromne, ko je zunaj -10°C , znotraj pa $+20^\circ\text{C}$.« (Nevtron & Company, 2013)

2.1.2.3 Prehod skozi vodo

Prehod svetlobnega žarka skozi vodo je zelo podoben prehodu skozi steklo. Mogoče se najdejo manjša odstopanja pri različnih trdotah voda in pri različnih oblikah, npr. kapljica na primeru vode v obliki dežja.



Slika 4: Lom svetlobe pri prehodu skozi vodo. Pridobljeno iz Naravoslovje 7, od V. Grubelnik in T. Verbič Šalamon, 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/nar7/3347/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljen z dovoljenjem.



Slika 5: Skica loma svetlobe pri prehodu skozi vodo. Pridobljeno iz Naravoslovje 7, od V. Grubelnik in T. Verbič Šalamon, 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/nar7/3347/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljeno z dovoljenjem.

V vsakdanjem življenju je izguba svetlobe zaradi vode tudi velika ovira. »Kapljice vode, ki se nabirajo na notranji strani folije v rastlinjaki, povzročajo veliko svetlobno izgubo. Raziskave iz Wageningen UR kažejo, da povprečna izguba svetlobe preko kondenza v rastlinjaku dosega 9 %. Če omogočimo, da kondenzacijske kapljice čimprej odtečejo ali pa da preprečimo sam pojav kondenzacije, lahko dosežemo veliko povečanje prodora naravne svetlobe v naš rastlinjak.« (Germšek, 2024)

2.1.3 Izkoriščanje Sonca

»Sončno energijo že stoletja izrabljajo številni tradicionalni načini gradnje, v zadnjih desetletjih pa je zanimanje zanjo v razvitih državah naraslo hkrati z zavedanjem o omejenosti drugih energetske virov, kot so fosilna goriva, ter njihovih vpliv.« (Dijaški.net, 2024b)

»Fotonapetostna (tudi fotovoltaična) tehnologija nam omogoča neposredno pretvarjanje sončne svetlobe (sevanja) v električno energijo. Proces poteka z uporabo polprevodniških materialov (npr. silicija). Ko v sončni celici na spoj dveh tipov polprevodnikov pade svetloba, se ustvarjajo pari elektron-vrzel. Ti se nato pod vplivom vgrajenega električnega polja ločijo in zaradi ločitve naboja na priključnih sponkah sončne celice nastane električna napetost, ki poganja električni tok.« Več 100 držav sveta uporablja sončno energijo. Pridobiva se lahko s fotonapetostnimi sistemi, ki so nameščeni na zemlji ali vgrajeni na streho ali stene stavbe. (Esvet.si, b. d.)

»Sončne termalne elektrarne proizvajajo elektriko tako, da koncentrirajo sončno svetlobo (sevanje) v neko snov, na primer vodo, ki se upari, ali plin, ki doseže visoko temperaturo. Ta para ali plin potem poganja turbino, turbina pa žene generator, ki proizvaja električno energijo. To je oblika klasične termoelektrarne, ki namesto kurišča kot vir toplote izkorišča sončno energijo.« (Esvet.si, b. d.)

Sončni ali solarni kolektor je naprava, ki sprejema oz. kolektira sončno sevanje, da ga lahko shranjuje v obliki toplotne energije v hranilniku. (Dijaški.net, 2024b)



Slika 6: Sončni kolektor. Pridobljeno iz Naravoslovje 6, od V. Grubelnik in T. Verbič Šalamon, 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/nar6/3345/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljeno z dovoljenjem.

Sončna ali solarna peč je naprava, ki s koncentriranimi žarki doseže visoko temperaturo za tehniško uporabo, običajno v industriji. Sončno sevanje koncentrirajo parabolna ogledala ali heliostati, s katerimi se v žariščni točki lahko doseže tudi temperatura 3.500-4.000 °C. (Dijaški.net, 2024b)



Slika 7: Rastlinjak. Pridobljeno iz Naravoslovje 6, od V. Grubelnik in T. Verbič Šalamon, 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/nar6/3345/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljeno z dovoljenjem.

»Pasivna hiša je izraz za energijsko varčno in zračno zatesnjeno zgradbo, v kateri za udobno bivanje ni potrebna uporaba običajnih ogrevalnih sistemov ali klimatskih naprav. Za njeno ogrevanje, hlajenje, razvlaževanje in prezračevanje se porabi malo energije. Toploto zagotavlja prezračevalna naprava. Po standardu pasivne hiše so grajeni bivalni in poslovni objekti.« (Wikipedija, 2022)



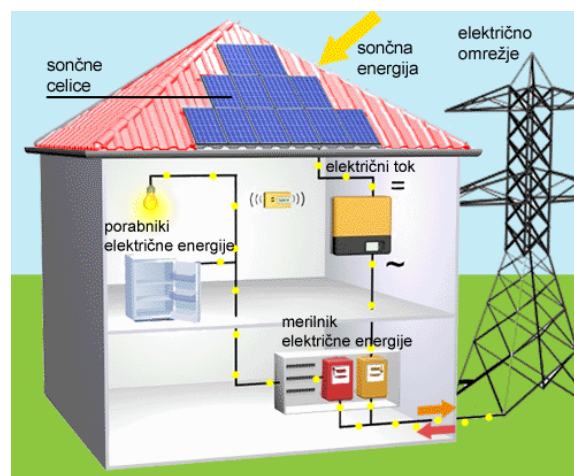
Slika 8: Pasivna hiša. Pridobljeno iz Naravoslovje 6, od V. Grubelnik in T. Verbič Šalamon, 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/nar6/3345/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljeno z dovoljenjem.

Sončni ali solarni stolp je vrsta sončne elektrarne, ki s pomičnimi ogledali ti. heliostati koncentrira sončne žarke v kolektorju v centru. V stolpu se delovni medij segreje in s pridobljeno toploto žene parno turbino, torej deluje podobno kot klasična termoelektrarna. (Dijaški.net, 2024b)

Še en tip solarne elektrarne je parabolična solarna elektrarna, ki je v eno dimenzijo ravna, v drugo pa parabolična. Ukrivljena oblika koncentrira sončne žarke na cev v sredini. (Dijaški.net, 2024b)

Eden načinov zbiranja sončne energije je tudi s solarnim dimnikom. V solarnem dimniku se zrak segreva s sončnim sevanjem, ki pada na stekleno streho. Znotraj pa je sončno – zračni kolektor. (Kraner, 2010)

Prednosti sončne energije so nizki obratovalni stroški, tihe naprave, uporaba sončnih celic za manjše elektronske naprave možna praktično vsepovsod, med delovanjem naprav ni nič izpustov toplogrednih plinov. Slabosti so te, da je proizvodnja odvisna od naključne količine sončnega obsevanja, ne od trenutnih potreb, nizka razpoložljivost na območjih z manj sončnimi dnevi, visoki začetni stroški, vplivajo tudi na vizualno podobo okolice in zaradi panelov obstaja možnost povzročitve požara. (Esvet.si, b. d.)



Slika 9: Prikaz delovanja sončnih celic. Pridobljeno iz Naravoslovje 6, od V. Grubelnik in T. Verbič Šalamon, 2015; Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno s <https://eucbeniki.sio.si/nar6/3345/index.html> Avtorske pravice [2015] od Creative Commons. Uporabljeno z dovoljenjem.

2.1.4 Stellarium Web

Stellarium Web je zelo uporabna aplikacija, ki omogoča opazovanje vesolja ob kateremkoli času na kateremkoli kraju in vse to kar izpred zaslona svojega računalnika. Na začetku si lahko s klikom na lokacijsko okno določiš točno lokacijo, s katere si želiš opazovati vesolje. Na voljo imaš že nekaj privzetih lokacij z zelo zanesljivimi in točnimi podatki, lahko pa si izbereš tudi katerokoli drugo, lahko tudi samo vklopiš lokacijo mobilne naprave. »Okno datum/čas se odpre s klikom na digitalno uro v spodnjem desnem kotu zaslona. V zgornjem levem delu okna, ki se odpre, lahko kliknete puščici gor in dol, da spremenite leto, mesec in datum, v zgornjem desnem kotu okna pa lahko kliknete puščici gor in dol, da spremenite uro, minuto. Na sredini okna lahko pritisnete ikono za premor, da ustavite napredovanje časa (privzeto bo Stellarium napredoval prikazano nebo za eno sekundo vsako sekundo), ali pritisnete ikono z uro s puščico okoli nje, da se vrnete na dejansko trenutni dan in čas.« V orodni vrstici spodaj je možno izbrati veliko različnih funkcij, na zaslonu se lahko prikažejo črte in imena ozvezdij, naslikajo se silhuete predmetov, ki jih ta predstavljajo, lahko vidiš črte rektascenzije in deklinacije na nebu. Če te bolj zanimajo pikice, ki jo opaziš na nebu, jo lahko bolj spoznaš s klikom nanjo ali pa njeno ime kar napišeš v brskalnik zgoraj. Izpisano bo ime izbranega pojava, kateremu ozvezdju pripada, njena magnituda, oddaljenost od Zemlje, kdaj jo lahko vidiš na nebu in natančnejše podatke o njenem položaju na nebu, druge osnovne podatke in še več. (Iowa, 2024)

2.2 Konkavnost

2.2.1 Satelitski krožnik

»Satelitski krožniki so nepogrešljive naprave na področju telekomunikacij in sprejema satelitskega televizijskega signala. Za te antene je značilna krožna oblika, ki je sestavljena iz odbojne površine v obliki parabole in sprejemne naprave, ki se nahaja v središču parabole. Ena najpomembnejših lastnosti satelitskega krožnika je njegova velikost. Premer antene bo določil njeno sposobnost zajemanja visokokakovostnih satelitskih signalov. Večje antene običajno nudijo večje ojačenje in boljšo zmogljivost pri sprejemanju šibkih signalov.« Satelitski krožnik, ki služi kot satelitska antena, je v obliki vbokline, ki bi znala spominjati na konkavno zrcalo. Gorišče ima že določeno, saj ga je že satelit potreboval za sprejemanje signala, ki ga je zbiral in koncentriral parabolična površina. (Polaridad.es, 2024)

2.2.2 Konkavno zrcalo

Zrcalo je gladka površina (npr. sploliran aluminij, srebro itd), ki odbija večino vpadne svetlobe, pri čemer velja odbojni zakon, ki govori, da je kot vpadnega žarka enak kotu odbojnega žarka. Za zbiranje svetlobe uporabljamo konkavno ali vbočena ali zbiralno zrcalo. »Snop svetlobe, ki vpada v konkavno zrcalo, se po odboju zbira in združi v eno točko, imenovano gorišče. Lahko je tudi obratno - točkasto sveto, ki ga postavimo v žarišče, da po odboju snop vzporednih žarkov (primer - avtomobilski reflektor).« (Lavrič, 2024b)

2.3 Zrcala v kombinaciji s Soncem – obstoječi projekti

Za življenje je potreben vir energije, ki ga ljudje pridobimo s hrano. Čeprav je nepogrešljiva in ključnega pomena za delovanje teles, ima njena priprava velik poseg v naravo, še posebej, ko porabljamo ogromne količine električne energije. V današnjem času vedno več uporabljamo obnovljive vire energije, kot je Sonce. Tako je zraven iznajdbe sončnih elektrarn nastalo tudi nekaj manjših iznajdb, s katerimi si lahko prav tako pripravimo obrok, ampak s tem čisto nič ne škodujemo okolju. (Štukelj, 2014)

Sestavili so škatlasti solarni kuhalnik, ki je izolirana škatla, katera je v notranjosti črna, zgoraj pa pokrita s steklom. Sestavljajo ga reflektivne plošče, od katerih se sončni žarki odbijajo v kuhalno komoro. (Štukelj, 2014)

Poznamo ploščati solarni kuhalnik, ki je sestavljen iz enega dela aluminijastega kartona, kateri je upognjen v obliki reflektorja, na dnu katerega je nameščen črn lonec, ki služi kot kuhalna posoda. (Štukelj, 2014, Enajsta šola, 2011)

Parabolični solarni kuhalnik je skledasti reflektor s parabolično obliko, ki odbija sončno svetlobo v žariščni predel, kjer je prav tako nameščena posoda črne barve. Takšen model ima lahko veliko zbiralno območje in tako ujame veliko sončne energije, vendar je izdelan brez izolirane kuhalne komore, zaradi česar ima izgube. (Štukelj, 2014)

Podobni mehanizmi se tudi že prodajajo na trgu. »V poletni pripeki nam sonce lahko služi za pripravo hrane in vretje vode: za kakršnokoli kuho na prostem je namreč kot nalašč solarna pečica, ki peče, cvre, duši, kuha v vodi ali na pari in v kateri temperatura doseže do 290 °C le s pomočjo sončnih žarkov. Ne gre za povsem novo pogruntavščino, saj naj bi prvo že leta 1767 ustvaril Horace Benedict de Saussure, aristokrat, fizik in začetnik gornišstva. Osrčje pečice, ki je videti kot izdolben valjar, napolnimo s sestavinami, vstavimo v cev na ohišju in vse skupaj obrnemo proti soncu.« (Eržen, 2021)

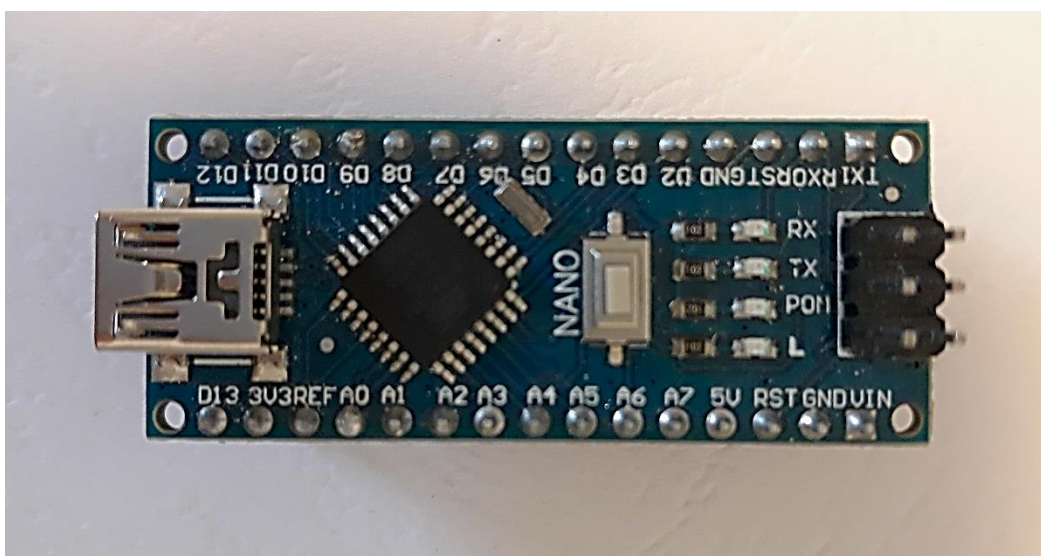
2.4 Programiranje (Arduino)

Arduino je italijansko podjetje, ki se ukvarja s strojno in programsko opremo. Načrtujejo in izdelujejo mikrokrmilnike na eni plošči in complete mikrokrmilnikov za izdelavo digitalnih naprav. Njihova programska oprema je licencirana in dovoljuje proizvodnjo plošč in drugih elementov Arduino in distribucijo programske opreme. Tako se lahko z izdelavo vezij in programiranjem ukvarja praktično vsak. (Wikipedija, 2024a)

»Zasnove plošč Arduino uporabljajo različne mikroprocesorje in krmilnike. Plošče so opremljene z nizi digitalnih in analognih vhodno/izhodnih (I/O) zatičev, ki jih je mogoče povezati z različnimi razširitvenimi ploščami ("ščiti") ali testnimi ploščami (za izdelavo prototipov) in drugimi vezji. Plošče imajo serijske komunikacijske vmesnike, vključno z univerzalnim serijskim vodikom (USB), na nekaterih modelih, ki se uporabljajo tudi za nalaganje programov. Mikrokontrolerje je mogoče programirati z uporabo programskih jezikov.« Deluje na standardni programski jezik Arduino, iz katerega se program sestavi v internetnem oknu kar prek omrežja, kjer si projekt shraniš z ustvarjenim uporabniškim računom, lahko pa si program brezplačno naložiš na računalnik in tako za njegovo delovanje ne potrebuješ internetne povezave, program pa si shranjuješ kar na računalnik. Ta program je Arduino IDE. (Wikipedija, 2024a)

2.4.1 Arduino čipi

Enostavno sestavljeno vezje lahko napaja kar baterija z 9 V. Lahko na primer sestavimo vezje z LED diodo, ki sveti ali z več temi diodami. Priklopiš lahko gumb, ki bo lučko prižgal ali ugasnil. Lahko je le-teh spet več in se igraš z vzporedno in zaporedno vezavo. Za kakšno funkcijo več, ki jih je sicer še malo morje, pa potrebujemo čip, katere lahko najdemo v več oblikah. Večja med njimi sta Arduino Due in Arduino Mega, ki sta najbolj napredna, ker ima največ spomina, najvišjo hitrost in veliko vhodov in izhodov, zaradi česar lahko delamo z velikim številom npr. senzorjev naenkrat. Poznamo tudi Arduino Nano, Arduino Micro in Arduino Pro Mini, ki so približno enake velikosti, in sicer veliko manjši in za povprečne potrebe zaradi velikosti tudi bolj priročni. Od teh treh je največji Arduino Nano. Čipi služijo kot povezava in za pretvarjanje podatkov med sestavljenim vezjem in računalnikom, ki zapisane ukaze v programu pošlje spet nazaj do čipa, ki poskrbi za izvedbo zapisanega. (JavaTpoint, 2021)



Slika 10: Arduino Nano. 2024.

2.4.2 Senzorji

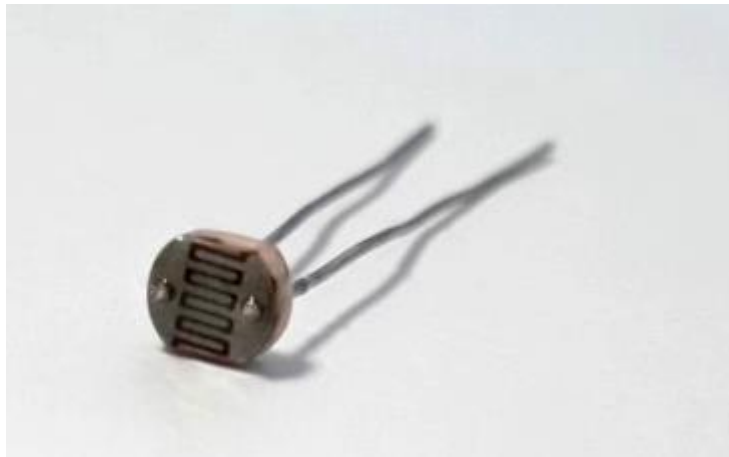
»Senzorji so definirani kot stroj, modul ali naprava, ki zaznava spremembe v okolju. Senzorji prenesejo te spremembe na elektronske naprave v obliki signala. Senzor in elektronske naprave vedno delujejo skupaj. Izhodni signal je človeku enostavno berljiv. Senzorji se uporabljajo za merjenje fizikalnih veličin, kot so tlak, temperatura, zvok, vlažnost, svetloba itd. Primer senzorjev je požarni alarm, detektor na požarnem alarmu zaznava dim ali toploto. Signal, ki ga ustvari detektor, se pošlje v alarmni sistem, ki sproži opozorilo v obliki alarma. Vrste detektorjev so detektorji dima, detektorji toplote, detektorji ogljikovega monoksida, detektorji z več senzorji itd.« (JavaTpoint, 2021)

V Arduinu poznamo več senzorjev. To so ultrazvočni senzor, ki se uporablja za določanje oddaljenosti predmeta s pomočjo sonarja. Senzor udarca zaznava tresljaje trkanja, pogosto je kategorija senzorjev vibracij. Senzor za zaznavanje predmetov deluje s pomočjo zaznavanja infrardečega sevanja, ki ga predmet oddaja ali odbije. Senzor za sledenje robotom omogoča sledenje določeni poti z zaznavanjem oznak ali črt na površini. Kovinski senzor za dotik je primeren za zaznavanje človeškega dotika. Senzor nivoja vode se uporablja za merjenje vode ali njene globine, lahko tudi odkrije mesto puščanja v posodah. Senzor vibracij meri tresljaje. Senzor zračnega tlaka je običajno povezan z meteorologijo in biomedicinskimi področji. Senzor pulza lahko meri hitrost utripanja srca. Kapacitivni senzor vlage v tleh nam lahko pove, kakšna je vlažnost tal. Senzor mikrofona se uporablja za zaznavanje zvoka. Za spremljanje vremenskih razmer uporabljamo senzor vlažnosti. Senzor gibanja zazna gibanje in prisotnost človeškega telesa s pomočjo infrardečega sevanja. Senzor magnetnega polja meri jakost magnetnega polja in proizvaja spremenljivo napetost. (JavaTpoint, 2021)

Svetlobni senzor ali fotorezistor zaznava svetlobo okrog sprejemnih celic. »Definiran je kot svetlobno nadzorovan upor, ki se imenuje tudi LDR. To je spremenljivi upor, ki uravnava upor v skladu z jakostjo prejete svetlobe. To pomeni, da se upor zmanjšuje, ko se intenzivnost svetlobe povečuje.« Če ga povežemo z računalnikom in bi radi, da nam ta izpisuje podatke o stanju, ki ga bere senzor, moramo za to funkcijo zapisati določen program, ki bo izpisoval podatke v enotah za osvetljenost – Luks (Lux). Pravilnost podatkov lahko preverimo s tabelo okvirne osvetljenosti pod različnimi pogoji. (JavaTpoint, 2021)

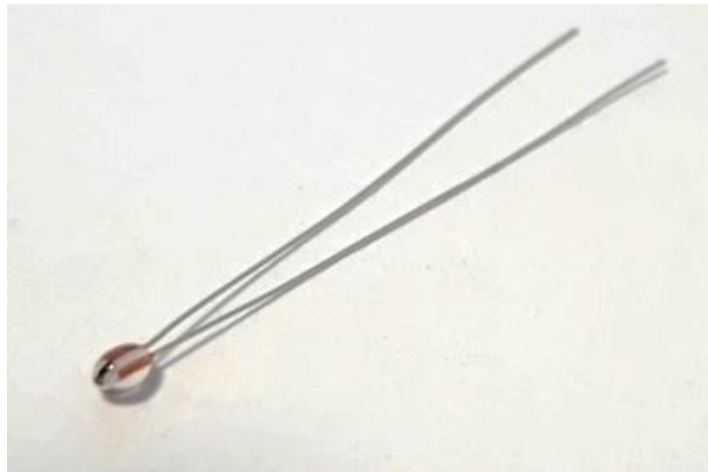
Tabela 1: Osvetljenost pri različnih pogojih.

Primer	Osvetljenost (Lux)
Oblačno nočno nebo brez mesečine	0,0001
Jasno nočno nebo brez mesečine	0,002
Polna luna v jasni noči	0,05-0,3
Javna območja s temno okolico	20-50
Luč družinske dnevne sobe	50
Osvetlitev javnega hodnika	80
Zelo temen oblačen dan	100
Pisarniška razsvetljava	320-500
Sončni vzhod in zahod na jasen dan	400
Tipična TV studijska razsvetljava	1000



Slika 11: Svetlobni senzor. 2024.

Temperaturni senzor je senzor, ki zazna temperaturo okolice in jo pretvori v napetost, ki jo računalnik pretvori v nam razumljive podatke. Zapisati je potrebno program, po katerem bodo izpisani podatki v enotah stopinje celzija oz. v kakršnih enotah jih potrebujemo. (JavaTpoint, 2021; LadyAda, 2021)



Slika 12: Temperaturni senzor. 2024.

3 RAZISKOVALNI DEL

Moj cilj je bil sestaviti konkavno zrcalo za zbiranje sončnih žarkov z ogradjem proti vetru in vgrajenimi temperaturnimi in svetlobnimi senzorji, ki bi jih sprogramirala, da bi mi na računalnik pošiljali podatke, katere bi kasneje lahko analizirala. Čakalo me je veliko dela, zato sem z raziskovanjem že kar hitro začela.

3.1 Potek raziskovanja

Prijava (24. 11. 2023) – začetek decembra 2023

Z branjem in pisanjem teorije sem začela že kar hitro na začetku, da sem videla, če ima moja ideja za raziskovanje sploh smisel. Najprej sem si priskrbel vse potrebno za sestavo vezja s senzorji. Oblikovala sem vezje s tremi temperaturnimi senzorji in enim svetlobnim senzorjem, ga povezala z računalnikom in jih sprogramirala, da so mi vsako minuto na računalnik pošiljali informacije o stopinjah celzija v temperaturnih oz. o tako imenovanih luksih v svetlobnem senzorju. Za usposabljanje senzorjev sem si določila čas do začetka decembra.

December 2023

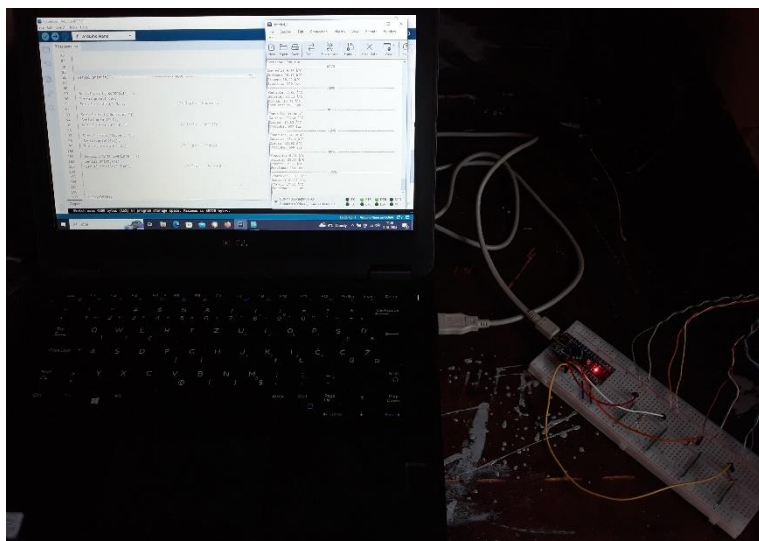
Mesec december sem si določila za sestavljanje konstrukcije, katera je zbiral sončne žarke. Od prijaznih sosedov sem dobila star satelitski krožnik, ki sem ga očistila in oblepila s folijo, ki je delovala kot ogledalo. Z določanjem gorišča nisem imela težav, ker ga je že satelitska antena potrebovala za lovljenje signala. Narejenemu konkavnemu zrcalu sem dodelala ogrodje, ki je preprečilo izgubo toplote oz. energije zaradi vetra. Zadnji del je bil sestavljen iz ekstrudiranega polistirena, okvir iz lesa, sprednja in stranski stranici pa sta bili izdelani iz pleksistekla, tako da je bila izguba sončnih žarkov pri prehodu skozenj zelo majhna. Izgube zaradi stekla, morebitnega dežja in drugih dejavnikov bi drugače morala izračunati in odšteti, ampak je to delo namesto mene opravil svetlobni senzor, ki je bil znotraj ogrodja in mi je tako dal podatke o točni količini svetlobe, ki je na koncu prišla do zrcala. Ostale senzorje sem namestila enega v gorišče konkavnega zrcala, drugega sem pritrdila ob strani konstrukcije, tako da ni bil v gorišču, tretjega pa sem pustila zunaj ogrodja, da mi je služil kot kontrola.



Slika 13: Konstrukcija - od spredaj. 2023.

Januar 2024 – februar 2024

Od prvega januarja do zadnjega februarja je bil čas za meritve in tu ni bilo prostora za napake. Konstrukcija za merjenje s senzorji je bila postavljena na dvorišču za hišo. Orientirala sem jo proti jugu. Naklon se je spreminjal, zato sem ga prilagajala vsak dan oz. po potrebi. Senzorji so bili s kablom, ki je vodil preko dvorišča, povezani z vezjem, ki sem ga hranila v garaži skupaj z računalnikom. Izvajanje meritev sem si zamislila vsako minuto ene ure v dnevu, in sicer pol ure prej in kasneje od časa, ko je Sonce najvišje na nebu. Pri pridobljenih meritvah in analiziranju sem zanemarila majhno pot, ki jo je Sonce opravilo v tisti uri. Podatke o tem, ob kateri uri je Sonce kateri dan najvišje na nebu in kakšen je takrat njegov vpadni kot, sem poiskala na aplikaciji in si jih za boljši nadzor in preglednost zapisala v tabelo v prilogah. Ker je Sonce najvišje na nebu okrog 12. ure, jaz pa sem takrat v šoli, sem morala ugotoviti način, kako se meritve izvajajo same. Tako sem že zjutraj pred odhodom od doma vklopila računalnik in zagnala programe, ki so izvajali meritve na vsako minuto. Ko sem prišla domov, sem merjenje ustavila in si zapisala čas, ob katerem je bila izmerjena zadnja meritev, da sem potem lahko izračunala, katere meritve so iz časa v dnevu, katere sem potrebovala za analiziranje, zraven meritev se mi namreč ni beležil čas.



Slika 14: Računalnik, povezan z vezjem. 2023.

Konec februarja 2024 – rok za oddajo (8. 3. 2024)

Ko sem zadnjega februarja dobila še zadnje meritve, ki sem jih čakala, da sem imela vse potrebne podatke, sem začela z analiziranjem. Poiskala sem del meritev, ki me je zanimal, in začela z obdelavo podatkov, ki sem jih prikazala v poglavju Rezultati in s pomočjo njih v Razpravi utemeljila odgovor na raziskovalno vprašanje ter podkrepila ali ovrgla hipoteze.

3.1.1 Soočanje z zapleti

Že na začetku sem imela v glavi jasen cilj, kaj me zanima in kaj si želim raziskati. V teoriji sem vedela, kako priti do tega, ampak me je med potekom raziskave presenetilo več komplikacij.

Ogrodje, kot sem si ga zamislila na začetku, je imelo na dnu samo ekstrudiran polistiren. Ko sem poskusila njegovo delovanje na Soncu, se je material zelo hitro začel topiti. Tako sem ga obdala s tanko vezano ploščo, ampak tudi ta ni bila dovolj odporna na temperaturo. Iz mehanizma se je začelo kaditi, nastajal je tudi smrad. Nisem pričakovala tako visokih temperatur. Na koncu sem konstrukcijo znotraj v bližini gorišča ovila v folijo, saj nisem želela tvegati kakšne nesreče.



Slika 15: Stopljen ekstrudiran polistiren. 2023.

V gorišču satelitskega krožnika je bila škatlica, v katero sem prvotno namestila senzor in ga zalila s silikonskim lepilom. Zaradi previsoke temperature se je lepilo raztopilo in zlepilo skupaj ter uničilo senzor in kable, tako da sem morala napeljati nove, ki jih nisem zalepila z lepilom, ampak sem jih samo položila na pravo mesto.

Ko sem mehanizem prvič pustila zunaj čez noč, sem zjutraj našla pretrgane kable, katere je verjetno pregriznil maček. Popravila sem jih in jih bolje zaščitila.

Senzor je povezan z dvema ločenima kabloma, ki za brezhibno delovanje ne smeta priti v stik, zato sem ju oblepila z izolirnim trakom. Temperatura je bila spet tako visoka, da je trak stopilo in zalepilo skupaj kable, tako da sem morala spet zamenjati senzor. Takrat sem pred senzor zmontirala ploščico, da se ostali kabli niso več greli po nepotrebnem.

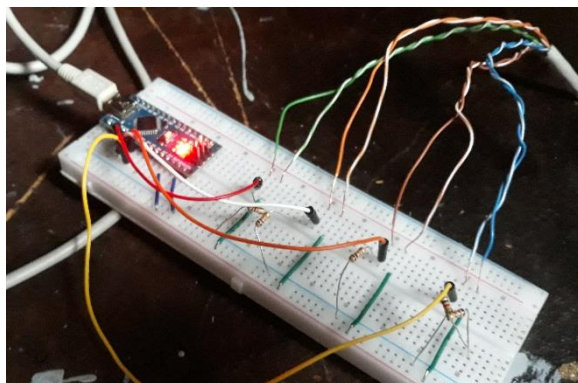
Podatki, ki so se merili čez cel dan, so se morali nekam shranjevati, da sem jih lahko kasneje obdelala. Za to sem morala naložiti dodaten program in se podučiti o povezovanju med obema in kako shraniti takšno datoteko.

3.2 Ključni postopki

V teku raziskovalne naloge sem opravila več postopkov. Glavno vlogo je imelo eksperimentiranje oz. v specifičnem primeru grajenje mehanizma, s katerim sem izmerila podatke, ki sem jih analizirala. Potek raziskovanja bi lahko razdelila na nekaj večjih postopkov:

Postopek sestavljanja in programiranja vezja

Preko spleta sem si naročila nekaj osnovnih sestavnih delov za sestavljanje Arduino vezja. Naročila sem tudi več temperaturnih in svetlobnih senzorjev in seveda čip. Sestavljanje vezja mi je bilo kar domače, za gotovost pa sem se tega lotila s pomočjo navodil in nasvetov s spleta. V tablico, ki je namenjena prenašanju elektrike in podatkov po vezju, sem najprej vstavila čip Arduino Nano. Z njim sem povezala senzorje, in sicer sem eno stran senzorja povezala s plusom z napetostjo 5V, drugo stran pa sem priklopila na minus, ki sem ga zmanjšala z uporom in vsakega povezala tudi enim od vhodov na čipu.



Slika 16: Vezje. 2023.

Senzorje sem podaljšala z UTP kablom, da sem jih lahko kasneje namestila na konstrukcijo z zrcalom. S kablom sem povezala vezje oz. čip z računalnikom, kjer sem napisala in na čip naložila takšen program, da so mi senzorji na računalnik vsako minuto pošiljali izmerjene podatke.

Postopek sestavljanja merilne konstrukcije

Glavni del konstrukcije je bil satelitski krožnik, ki sem ga dobila od satelitske antene od sosedu. Bil je star, morala sem ga očistiti in odrezati nekatere odvečne dele, ki so bili na zadnji strani, da se je satelit lahko pritrdil na streho. Nato sem čisti krožnik oblepila v zrcalo, ki sem ga nabavila v obliki mehke folije, da se je lepo oblikovala po parabolični površini. Nato sem izdelala zadnjo stranico ogrodja. Na zadnji



Slika 77: Konstrukcija - od strani. 2023.

del satelita sem s poliuretansko peno pritrdila ekstrudiran polistiren in ga fiksirala oz. naredila oporo iz lesenih deščic, ki sem jih pritrdila prav tako s peno in še z vijaki.

V enak material sem oblekla tudi stranico pred njo, tako da je ekstrudiran polistiren bil tudi ob strani, kjer je bilo gorišče. Malo sem ga dodala tudi v kotu med tema ravninama, da je služil kot opora. Nastali stranici sem povezala z lesenimi deskami, ki sta služili kot nekakšen okvir. Ob strani sem luknje zapolnila s pleksisteklom, ki sem ga pričvrstila, na vrhu pa sem ga pritrdila z vijaki, tako da sem lahko ogrodje tudi odprla, ko je bilo potrebno. Vse skupaj sem zatesnila še z lepilnim trakom. Senzorje, katerih nastanek sem opisala že prej, sem namestila na konstrukcijo. Točno v gorišče sem dala temperaturni senzor in po vseh poskušanjih ugotovila, da bo najboljše, da vse ostalo razen glavice skrijem pred direktnim svetlenjem v gorišču, tako sem ga zaščitila s kovinsko ploščico, obdano še s folijo.



Slika 18: Kapsula s senzorjem v gorišču. 2023.

Drugi temperaturni senzor sem namestila v zgornji kot konstrukcije, ki mi je služil, da sem lahko primerjala temperaturo v gorišču in izven njega in tako potrdila ali ovrgla hipotezo o učinku ogrodja tople grede. Na drugi strani sem namestila svetlobni senzor tako, da je nanj padala svetloba, ki je prihajala v ogrodje, ne pa svetloba, ki se je že odbila od zrcala. Tretji senzor sem nastavila zunaj konstrukcije, da mi je služil kot kontrola. Natančen prikaz razporeditve senzorjev po konstrukciji je na skici v prilogi.



Slika 19: Konstrukcija - od zadaj. 2023.

Pravilnost meritev sem preverila tudi s kuhinjskim termometrom. Mehanizem sem pritrdila na manjšo avtomobilsko prikolico, saj je bilo tako najbolj priročno, da sem lahko uravnavala naklon zrcala glede na vpadni kot Sonca.



Slika 20: Konstrukcija - od daleč. 2023.

Postopek urejanja podatkov

Kot že prej omenjeno so se mi na računalniku shranjevali podatki o meritvah skoraj celega dneva oz. takrat, ko sem bila v šoli. Nisem vedela, kateri podatek pripada kateri uri, zato sem si na koncu vsakega dneva zabeležila, ob kateri uri je bila izmerjena zadnja meritev, da sem lahko tako izračunala tudi čas za ostale meritve. To je bilo najlažje narediti s pomočjo algoritmov v Microsoft Excel tabelah. Dokumenta v tej obliki sem si ponovno shranila, tako da sem pred analiziranjem imela vse podatke lepo urejene in zbrane na enem mestu.

Postopek analiziranja meritev

Analizo sem začela z risanjem grafa, v katerega sem za vsak dan vnesla podatke o vseh štirih izmerjenih količinah, takrat ko je bila temperatura v gorišču najvišja od vseh meritev tistega dneva. Nastali graf je pomembnejši del rezultatov, tako sem lahko primerjala odvisnosti ene količine od druge. Več pa v rezultatih.

3.2.1 Metode

Ko je ideja o raziskovalni nalogi nastajala, sem uporabila deduktivno metodo, kar pomeni, da sem si na začetku postavila hipotezo oz. širši pojem, ki me zanima, in sem se potem vanj poglobljala oz. iskala podatke, da sem lahko potrdila ali ovrgla hipotezo. S sestavljanjem lastnega mehanizma in merjenja podatkov ter s tem, ko sem ugotavljala odvisnost ene od drugega, sem uporabila eksperimentalno metodo. V poskus sem se podala, da bi pridobila podatke, ki bi jih lahko na koncu primerjala, in sicer s komparacijsko metodo. Z metodo analiziranja sem obdelala podatke in izluščila tisto, kar me je v raziskovalnem vprašanju in hipotezah zanimalo.

3.3 Sredstva in pripomočki, programi in obdelava podatkov

Tabela 2: Sredstva, uporabljena pri izdelavi.

Vrsta sredstva	Uporabljeno sredstvo
Materiali	
	Satelitski krožnik (krajši premer 80 cm, daljši premer 90 cm, gorišče od središča oddaljeno 70 cm)
	Samolepilna zrcalna folija
	Pleksisteklo
	Ekstrudiran polistiren
	Poliuretanska pena
	Vijaki
	Lesene letve
	UTP kabel
	Vezana plošča
	ALU folija
Sestavni deli	
	Ploščica za sestavljanje vezja
	Kabli za sestavljanje vezij
	Čip Arduino Nano
	Temperaturni senzorji
	Svetlobni senzor
	Kabel za povezavo računalnika s čipom
	Uporniki napetosti
	Računalnik
Drugi pripomočki	
	Razno delavniško orodje
	Avtomobilska prikolica
	Kuhinjski termometer
Programska oprema	
	Arduino IDE
	CoolTerm
	Microsoft Excel

4 REZULTATI

4.1 Izmerjeni podatki količin v številkah

Kot omenjeno sem nabor podatkov, kjer so bile vse meritve določenega dneva, uredila tako, da sem na koncu za vsak dan imela tabelo samo z meritvami iz ene ure v dnevu, ko je bilo Sonce najvišje na nebu. Majhno pot, ki jo je Sonce v tej eni uri naredilo, sem zanemarila, torej so vsi ti podatki točno od takrat, ko je Sonce najvišje na nebu. Takšen nabor sem naredila zato, da lahko za vsak dan res najdem meritve, ko je temperatura najvišja, saj je pridobitev čim višje temperature bila moj cilj.

Za lažjo preglednost in računanje sem iz skupkov meritev za vsak dan izpisala podatke o izmerjenih meritvah, ko je bila temperatura v gorišču najvišja. Torej se vsi rezultati nanašajo le na najvišje izmerjene meritve iz vsakega dneva.

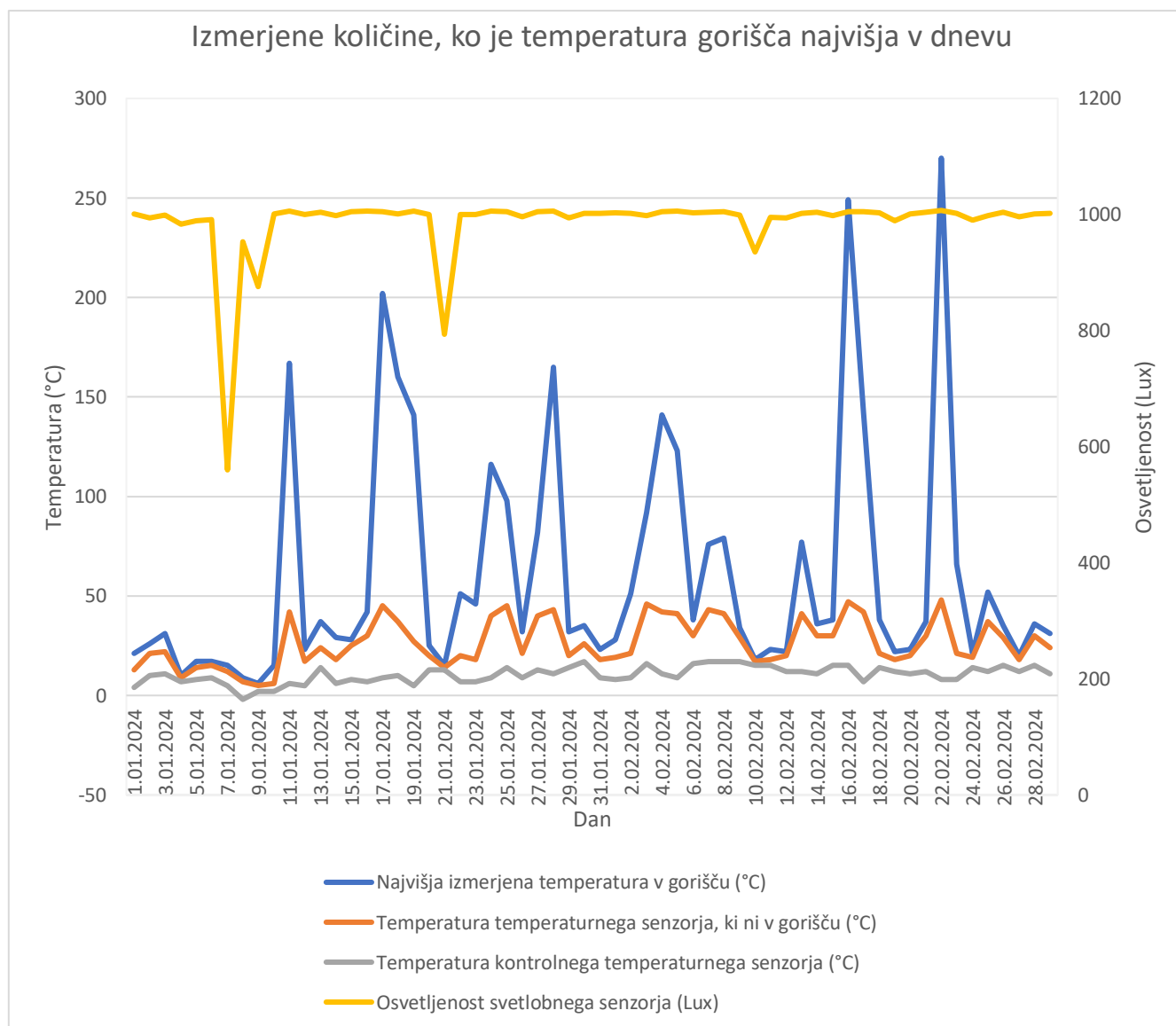
Tabela 3: Podatki o izmerjenih meritvah, ko je temperatura gorišča najvišja v dnevu.

DATUM	Najvišja izmerjena temperatura v gorišču (°C)	Temperatura temperaturnega senzorja, ki ni v gorišču (°C)	Temperatura kontrolnega temperaturnega senzorja (°C)	Osvetljenost svetlobnega senzorja (Lux)
1. 1. 2024	21	13	4	1001
2. 1. 2024	26	21	10	994
3. 1. 2024	31	22	11	999
4. 1. 2024	10	9	7	983
5. 1. 2024	17	14	8	989
6. 1. 2024	17	15	9	991
7. 1. 2024	15	12	5	560
8. 1. 2024	9	7	-2	953
9. 1. 2024	6	5	2	876
10. 1. 2024	15	6	2	1001
11. 1. 2024	167	42	6	1006
12. 1. 2024	23	17	5	1000
13. 1. 2024	37	24	14	1004
14. 1. 2024	29	18	6	998
15. 1. 2024	28	25	8	1005
16. 1. 2024	42	30	7	1006
17. 1. 2024	202	45	9	1005
18. 1. 2024	160	37	10	1001
19. 1. 2024	141	27	5	1006
20. 1. 2024	25	20	13	1000
21. 1. 2024	15	14	13	794
22. 1. 2024	51	20	7	1000
23. 1. 2024	46	18	7	1000
24. 1. 2024	116	40	9	1006

25. 1. 2024	98	45	14	1005
26. 1. 2024	32	21	9	996
27. 1. 2024	82	40	13	1005
28. 1. 2024	165	43	11	1006
29. 1. 2024	32	20	14	994
30. 1. 2024	35	26	17	1002
31. 1. 2024	23	18	9	1002
1. 2. 2024	28	19	8	1003
2. 2. 2024	51	21	9	1002
3. 2. 2024	92	46	16	998
4. 2. 2024	141	42	11	1005
5. 2. 2024	123	41	9	1006
6. 2. 2024	38	30	16	1003
7. 2. 2024	76	43	17	1004
8. 2. 2024	79	41	17	1005
9. 2. 2024	34	29	17	999
10. 2. 2024	18	17	15	935
11. 2. 2024	23	18	15	995
12. 2. 2024	22	20	12	994
13. 2. 2024	77	41	12	1002
14. 2. 2024	36	30	11	1004
15. 2. 2024	38	30	15	998
16. 2. 2024	249	47	15	1005
17. 2. 2024	142	42	7	1005
18. 2. 2024	38	21	14	1003
19. 2. 2024	22	18	12	989
20. 2. 2024	23	20	11	1001
21. 2. 2024	37	30	12	1004
22. 2. 2024	270	48	8	1007
23. 2. 2024	66	21	8	1002
24. 2. 2024	21	19	14	990
25. 2. 2024	52	37	12	998
26. 2. 2024	35	29	15	1004
27. 2. 2024	20	18	12	996
28. 2. 2024	36	30	15	1001
29. 2. 2024	31	24	11	1002

4.2 Prikaz odvisnosti med količinami

Vse štiri količine, katerih meritve sem opravljala, so med seboj povezane. S podatki iz Tabele 3 je v spodnjem grafu lepo razvidna odvisnost med krivuljami. Glavna opazka je, da ena druge nikoli ne križajo – pomeni, da je temperatura kontrolnega senzorja vedno najnižja, temperatura gorišča pa najvišja. V dnevih, kjer so številke nižje, je med njimi tudi veliko manjša razlika, kot v dnevih, kjer je bila temperatura v gorišču res visoka. Lepo se vidi tudi vpliv svetlobe, predvsem takrat, ko je bilo slabo vreme.



Slika 21: Izmerjene količine, ko je temperatura gorišča najvišja v dnevu.

4.3 Razlike med podobnimi podatki

Kot podobni podatek bom obravnavala skupek meritev iz dni, ki so zapisani v Tabeli 3 in imajo vsaj po eno količino enako. Enostavneje povedano – dve vrstici v tabeli, ki imata na istem mestu enako številko. Ta pojav sicer ni nič nenavadnega, ampak sem jih obdelala zato, ker razlago potrebujejo drugi podatki, ki si niso enaki.

V dveh mesecih se je štirikrat zgodilo, da je temperatura v gorišču konkavnega zrcala bila 23 °C. Temperature v senzorju, ki je bil prav tako v ogrodju, ampak ne v gorišču, so v okviru 17-20 °C. Temperature v kontroli in svetloba pa so se razlikovale nekoliko bolj. Števila so v nekoliko večjem razponu in niso logično razvrščena. Kjer je temperatura v kontroli najvišja, je osvetljenost najnižja. Mogoče se nekako vzpostavi ravnovesje oz. razmerje med količinama in lahko tako pride do dobljene temperature na koncu.

Tabela 4: Primerjava meritev, pri katerih so enake temperature v gorišču.

DATUM	Najvišja izmerjena temperatura v gorišču (°C)	Temperatura temperaturnega senzorja, ki ni v gorišču (°C)	Temperatura kontrolnega temperaturnega senzorja (°C)	Osvetljenost svetlobnega senzorja (Lux)
12. 1. 2024	<u>23</u>	17	5	1000
31. 1. 2024	<u>23</u>	18	9	1002
11. 2. 2024	<u>23</u>	18	15	995
20. 2. 2024	<u>23</u>	20	11	1001

Ko je bila temperatura senzorja, ki ni bil direktno v gorišču, 18 °C, so se temperature v gorišču gibale med 20 in 46 °C. Najde se povezava med temperaturo v gorišču in temperaturo v kontroli – v dneh, ko je bila temperatura v kontroli nizka, je bila temperatura v gorišču višja in obratno. Zato je na dni z manj kontrolne temperature logično moralo bolj močno sijati Sonce, da se je gorišče vseeno toliko ogrelo. To podatki o osvetljenosti tudi potrjujejo.

Tabela 5: Primerjava meritev, pri katerih so enake temperature v senzorju, ki ni bil v gorišču.

DATUM	Najvišja izmerjena temperatura v gorišču (°C)	Temperatura temperaturnega senzorja, ki ni v gorišču (°C)	Temperatura kontrolnega temperaturnega senzorja (°C)	Osvetljenost svetlobnega senzorja (Lux)
14. 1. 2024	29	<u>18</u>	6	998
23. 1. 2024	46	<u>18</u>	7	1000
31. 1. 2024	23	<u>18</u>	9	1002
11. 2. 2024	23	<u>18</u>	15	995
19. 2. 2024	22	<u>18</u>	12	989
27. 2. 2024	20	<u>18</u>	12	996

V dneh, ko je bila kontrolna temperatura enaka 9 °C, so se ostali parametri zelo veliko spreminjali, sicer dokaj logično. V dneh, ko je bila svetloba do 1002 Luxa, so temperature gorišča segale do največ 51 °C. Ko je bila osvetljenost večja, so tudi temperature v senzorju v gorišču konkavnega zrcala bliskovito poskočile, in sicer do temperatur 116, 123 in celo 202 °C. Smiselno s temperaturo v gorišču je naraščala tudi temperatura v senzorju, ki ni bil direktno v gorišču.

Tabela 6: Primerjava meritev, pri katerih je enaka temperatura v kontrolnem senzorju.

DATUM	Najvišja izmerjena temperatura v gorišču (°C)	Temperatura temperaturnega senzorja, ki ni v gorišču (°C)	Temperatura kontrolnega temperaturnega senzorja (°C)	Osvetljenost svetlobnega senzorja (Lux)
6. 1. 2024	17	15	<u>9</u>	991
17. 1. 2024	202	45	<u>9</u>	1005
24. 1. 2024	116	40	<u>9</u>	1006
26. 1. 2024	32	21	<u>9</u>	996
31. 1. 2024	23	18	<u>9</u>	1002
2. 2. 2024	51	21	<u>9</u>	1002
5. 2. 2024	123	41	<u>9</u>	1006

Temperature v dnevih, ko je bila enaka osvetljenost, so pa nekoliko manj razumljive. Največkrat se je pojavila osvetljenost 1005 Lux. Pri tem pogoju se temperature gibljejo vse od 28 do 249 °C v gorišču konkavnega zrcala. Te temperature presenetljivo nimajo velike povezave s temperaturo kontrole, saj je temperatura v gorišču bila pri temperaturi kontrole 8 °C samo 28 °C, pri temperaturi v gorišču, ki je bila samo eno stopinjo višja, pa je temperatura gorišča poskočila na 202 °C. To pomeni, da je v ozadju verjetno še en dejavnik, ki ga nisem upoštevala.

Tabela 7: Primerjava meritev, pri katerih je enaka osvetljenost.

DATUM	Najvišja izmerjena temperatura v gorišču (°C)	Temperatura temperaturnega senzorja, ki ni v gorišču (°C)	Temperatura kontrolnega temperaturnega senzorja (°C)	Osvetljenost svetlobnega senzorja (Lux)
15. 1. 2024	28	25	8	<u>1005</u>
17. 1. 2024	202	45	9	<u>1005</u>
25. 1. 2024	98	45	14	<u>1005</u>
27. 1. 2024	82	40	13	<u>1005</u>
4. 2. 2024	141	42	11	<u>1005</u>
8. 2. 2024	79	41	17	<u>1005</u>
16. 2. 2024	249	47	15	<u>1005</u>
17. 2. 2024	142	42	7	<u>1005</u>

4.4 Primerjava podatkov v januarju in februarju 2024

Resda merim temperaturo v zimskem času, ampak so tudi znotraj tega obdobja manjša nihanja. Februar je razvidno toplejši mesec in posledično so bile tudi pridobljene temperature višje.

Tabela 8: Primerjava meritev iz januarja in februarja 2024.

Pojav/Mesec	Januar 2024	Februar 2024
Razpon temperature gorišča (°C)	6 – 202	18 – 270
Razpon temperature kontrole (°C)	-2 – 17	8 – 17
Povprečna temperatura gorišča (°C)	55	66
Povprečna temperatura senzorja, ki ni v gorišču (°C)	23	30
Povprečna temperatura kontrole (°C)	8	13
Povprečna osvetljenost (Lux)	974	999

5 RAZPRAVA

5.1 Zbiranje sončne energije s konkavnim zrcalom

Odgovor na raziskovalno vprašanje »Kako lahko v zimskem času sončno energijo zberem s konkavnim zrcalom?« je precej obširen. Kar je glavno, je, da je način s konkavnim zrcalom, kot sem si ga zamislila, učinkovit in primeren za tovrstno zbiranje sončne energije oz. svetlobe oz. toplote. Tudi v zelo majhnih količinah sončne svetlobe in nizki kontrolni temperaturi je bila temperatura v gorišču višja, pri dobrih pogojih pa so bile razlike med temperaturami v različnih senzorjih zelo dobro vidne. V najboljšem primeru je temperatura v gorišču konkavnega zrcala dosegla kar 270 °C.

Na zbrano količino energije pa vpliva tudi več različnih dejavnikov, ki so v nadaljevanju razloženi v obliki hipotez ali predstavljeni kot ideja za nadaljnje raziskave.

5.2 Maksimalna dosežena temperatura v gorišču konkavnega zrcala

H1: »Temperatura v gorišču konkavnega zrcala bo dosegla najmanj 200 °C,« je potrjena.

Temperatura v gorišču konkavnega zrcala je v dveh mesecih izvajanja meritev dosegla najvišjo temperaturo kar 270 °C. Pravzaprav je 200 °C presegla kar trikrat, in sicer 17. 1. 2024 z 202 °C, dne 16. 2. 2024 je bilo doseženih 249 °C in zmagovitih 270 °C na 22. 2. 2024. Veliko dni je bila dosežena tudi temperatura med mejnikoma 100 in 200 °C, in sicer osemkrat. Temperature so se med 50 in 100 °C gibale deset dni. Ostale temperature so bile nižje.

5.3 Odvisnosti med izmerjenimi količinami

H2: »Kadar temperatura v kontrolnem senzorju narašča, se vedno dvignejo tudi temperatura v gorišču konkavnega zrcala, temperatura v senzorju, ki ni v gorišču, in svetloba,« je ovržena.

Hipoteza o enakomernem sorazmerju med količinami je bila ta, za katero sem bila skoraj gotova, da je ne bom ovrгла. Pa se je vseeno zgodilo. Za potrditev hipoteze bi morala doseči to, da če bi primerjala podatke iz dveh dni, bi morali vsi parametri biti nižji v dnevu, kjer je bila nižja kontrolna temperatura. Torej bi lahko iz Tabele 3 po vrsti zložila vrstice po velikosti temperature v senzorju, ki je služil kot kontrola in bi si morale tudi vse ostale podpisane količine slediti po vrsti. Da temu ni tako, sem ugotovila že samo s primerjanjem dveh meritev. Na primeru iz dneva 15. in 16. 1. 2024 lahko vidim čisto nasprotje temu, kar sem predpostavila v hipotezi. Na dan, ko je bila temperatura kontrolnega senzorja nižja, so bili vsi ostali parametri večji (v primerjavi z drugim dnevom).

Tabela 9: Primer (ne)odvisnosti ostalih parametrov od kontrolne temperature.

DATUM	Najvišja izmerjena temperatura v gorišču (°C)	Temperatura temperaturnega senzorja, ki ni v gorišču (°C)	Temperatura kontrolnega temperaturnega senzorja (°C)	Osvetljenost svetlobnega senzorja (Lux)
15. 1. 2024	28	25	8	1005
16. 1. 2024	42	30	7	1006

Iz tega lahko zaključim, da temperatura kontrolnega senzorja ni edina neodvisna spremenljivka. Čeprav sem si v raziskovalni nalogi zastavila dve (kontrolna temperatura in osvetljenost), tudi to še niso vsi dejavniki, od katerih je končna temperatura v gorišču odvisna, kot sem ugotovila že v rezultatih. O tretjem dejavniku, ki je za enkrat še uganka, bi morala še raziskati.

5.4 Učinek tople grede

H3: »Ogrodje konkavnega zrcala deluje kot topla greda, saj je temperatura senzorja, ki je v ogrodju, ampak ne v gorišču, ves čas višja od temperature v kontrolnem senzorju,« je potrjena.

Temperature, ki sem jih skozi raziskovanje opazovala in merila, so po svoji vrednosti vedno bile razporejene »Temperatura kontrolnega senzorja < Temperatura senzorja ne v gorišču < Temperatura senzorja v gorišču« Temperatura senzorja, ki je bil v ogrodju, ampak ni bil v gorišču, je bila ves čas višja od temperature zunaj ogrodja. Torej je toploto, ki se je zbrala zaradi konkavnega zrcala, razporedilo in ohranilo znotraj tega ščita, ki je bil namenjen preprečevanju izgub predvsem zaradi vetra. To pomeni, da sistem res deluje kot topla greda in bi lahko tako s pomočjo le-tega uporabili pridobljeno toploto.

5.5 Razlika med januarskimi in februarskimi temperaturami

H4: »Povprečje najvišjih dnevni temperatur v gorišču konkavnega zrcala v januarju je nižja od tistih v februarju,« je potrjena.

Ob pogledu na graf v rezultatih sta oba, januar in februar, imela dneve, kjer je bila pridobljena temperatura v gorišču konkavnega zrcala res visoka. Če se osredotočimo na vrhove, je teh vseeno rahlo več v februarju in še ti so tudi vedno višji. Tudi izračun povprečne vrednosti lahko to potrdi. Najvišje dnevne temperature v gorišču konkavnega zrcala so bile v januarju povprečno 55 °C, povprečna temperatura v februarju pa je kar 66 °C. Povprečne vrednosti so tudi pri ostalih količinah v vsakem primeru večje v februarju, kar lahko ponovno razberemo iz Tabele 8 med rezultati. Za tem stoji tudi logično teoretično ozadje, saj sem se naučila, da je Sonce močnejše, ko ima višji vpadni kot. Ta je v času merjenja samo naraščal, kot prikazuje tabela v prilogi.

5.6 Predvidevanje o temperaturi v gorišču konkavnega zrcala

H5: »Na podlagi vremenske napovedi lahko predvidim temperaturo v gorišču konkavnega zrcala,« je ovržena.

Na začetku sem si zamislila, da če bi ugotovila, da je temperatura v gorišču konkavnega zrcala odvisna samo od temperature v kontroli in osvetljenosti, kot sem mislila, bi lahko odvisnost na večih primerih natančno preučila in lahko tako na podlagi neke nove kombinacije teh dveh dejavnikov določila temperaturo, ki naj bi nastala v gorišču. Ker sem ugotovila, da temperatura v gorišču ni odvisna samo od kontrolne temperature in svetlobe, za zdaj ta ideja še ni izvedljiva.

5.7 Ustreznost raziskovalnega pristopa

Z raziskovalnim pristopom sem dobila odgovor na raziskovalno vprašanje in našla dovolj podatkov, da sem lahko potrdila oz. ovrгла zastavljene hipoteze. Na podlagi tega zaključujem, da je bil raziskovalni pristop učinkovit in ustrezen.

6 ZAKLJUČEK

6.1 Ovrednotenje hipotez

Hipoteze, ki sem si jih zastavila glede na raziskovalno vprašanje »**Kako lahko v zimskem času sončno energijo zberem s konkavnim zrcalom?**«, lahko po njihovi vsebini razdelim na tri dele:

- Hipoteze, ki govorijo o doseženi višini določene količine.
 - ✓ **H1:** Temperatura v gorišču konkavnega zrcala bo dosegla najmanj 200 °C.
 - V času raziskovanja je temperatura v gorišču konkavnega zrcala celo trikrat presegla zastavljen mejnik, najvišja dosežena temperatura je bila 270 °C – iz tega sledi, da je hipoteza potrjena.
 - ✓ **H4:** Povprečje najvišjih dnevnih temperatur v gorišču konkavnega zrcala v januarju je nižja od tistih v februarju.
 - Izračun kaže, da je bila povprečna temperatura v gorišču konkavnega zrcala v januarju 55 °C, februarja pa 66 °C – iz tega sledi, da je hipoteza potrjena.
- Hipoteze, ki govorijo o odvisnosti med količinami.
 - ✗ **H2:** Kadar temperatura v kontrolnem senzorju narašča, se vedno dvignejo tudi temperatura v gorišču konkavnega zrcala, temperatura v senzorju, ki ni v gorišču in svetloba.
 - Ostali parametri iz meritev niso sorazmerni s temperaturo kontrolnega senzorja, kar lahko vidimo na več primerih – iz tega sledi, da je hipoteza ovržena.
 - ✓ **H3:** Ogrodje konkavnega zrcala deluje kot topla greda, saj je temperatura senzorja, ki je v ogrođu, ampak ne v gorišču, ves čas višja od temperature v kontrolnem senzorju.
 - Temperature, ki sem jih skozi raziskovanje opazovala in merila, so po svoji vrednosti vedno bile razporejene »Temperatura kontrolnega senzorja < Temperatura senzorja ne v gorišču < Temperatura senzorja v gorišču«, torej je temperatura znotraj ogrođa bila ves čas višja od temperature kontrole, kar kaže na sistem tople grede – iz tega sledi, da je hipoteza potrjena.
- Hipoteze, ki govorijo o uporabnosti rezultatov.
 - ✗ **H5:** Na podlagi vremenske napovedi lahko predvidim temperaturo v gorišču konkavnega zrcala.
 - Možno bi bilo predvideti temperaturo v gorišču konkavnega zrcala, če bi natančno poznala vpliv dejavnikov nanjo, jaz pa sem ugotovila, da sploh še ne poznam vseh dejavnikov, ki vplivajo na to temperaturo – iz tega sledi, da je hipoteza ovržena.

6.2 Ideje za nadaljnja raziskovanja

Med raziskovanjem na začetku zastavljenega raziskovalnega vprašanja in hipotez sem dobila še veliko novih idej in vprašanj na to temo, katere si v prihodnosti želim še raziskati oz. nadgraditi njihovo obsežnost.

Zanima me, kakšna bi bila temperatura v gorišču in zraven, če bi konkavno zrcalo ostalo enako veliko, ampak bi pomanjšala ali povečala ogrodje, ki sem ga zgradila za zaščito pred vetrom. Ali obratno, če bi zaščita ostala enako velika, povečala ali pomanjšala pa bi se površina konkavnega zrcala. Z rahlim preoblikovanjem bi mehanizem lahko pridobil na praktičnosti in uporabnosti, lahko bi postal pomemben sestavni del kakšnega drugega projekta.

Vem, da ima ukrivljenost zrcala vpliv na oddaljenost gorišča, ampak ali ga ima tudi na doseženo temperaturo?

Kako bi se spremenila temperatura, če bi v bližino senzorja postavila ogrodje črne oz. bele barve?

Koristno bi bilo preizkusiti, kakšen vpliv ima na dobljeno temperaturo nadmorska višina oz. različne lokacije po Sloveniji. Sicer je znano in logično, da so najboljše razmere v Obsredozemskih pokrajinah, ampak ali je kdo poskusil tak eksperiment na vrhu Alp?

Lahko bi eksperimentirala in primerjala temperaturo pri ogrodbih z materiali, ki imajo različno debelino, prosojnost in toplotno prevodnost.

Kakšne bi bile izgube, če bi v ogrodju oz. zaščiti pred vetrom bil samo senzor ali pa samo zrcalo?

Kaj lahko naredim s pridobljeno energijo? Bi se v gorišču zavrela voda ali speklo jajce?

Znano mi je, da konkavno zrcalo svetlobo zbere, konvexno zrcalo pa jo razprši. Če sem ugotovila, da je konkavno zrcalo zbralo tudi toploto, ali to pomeni, da bi s konvexnim zrcalom dobila temperaturo, ki bi bila manjša od okolice?

Z zelo dobro organizacijo in primernimi sredstvi bi lahko izdelala konkavno zrcalo, ki bi na sebi imelo mehanizem, da bi zrcalo vedno obračal proti soncu in bi tako senzor bil vedno v gorišču, s čimer bi pridobila lep nadzor nad spremembami temperature skozi dan in še več energije. Za to bi morala izdelati čim lažje zrcalo in imeti močne motorje, ki bi jih s pomočjo še več senzorjev sprogramirala, da bi opravljali zastavljeno funkcijo.

Obnovljivi energijski viri, kot je Sonce, nam ponujajo veliko smeri, o katerih bi morali še več raziskovati, saj so naša prihodnost. Prav je spodbujati radovednost in veliko raziskovati.

Dobrih idej za raziskovanje ni nikoli preveč.

7 VIRI IN LITERATURA

- Crofton, I. (1997). *Družinska enciklopedija Guinness*. Ljubljana: Slovenska knjiga.
- Dijaški.net. (2018a). Gradivo: Letni časi. Pridobljeno 25. 2. 2024 s https://dijaski.net/gradivo/geo_sno_letni_casi_01
- Dijaški.net. (2018b). Gradivo: Sončna energija (04) – Predstavitev. Pridobljeno 25. 2. 2024 s https://dijaski.net/gradivo/teh_ref_soncna_energija_04_predstavitev
- Enajsta šola. (2011). Solarni kuhalnik [video datoteka]. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://365.rtvsl.si/arhiv/enajsta-sola/114805389>
- Eržen, S. (2021). Pečica na sonce. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://www.mladina.si/209087/pecica-na-sonce/>
- Esvet.si. (b. d.). Sončna energija. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://www.esvet.si/drugi-viri-energije/soncna-energija>
- Germšek, B. (2024). Izguba svetlobe zaradi kondenzacije. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://germsek.com/izguba-svetlobe-zaradi-kondenzacije/>
- Grubelnik, V. in Verbič Šalamon, T. (2015a). [Sončni kolektor; Rastlinjak; Pasivna hiša; Prikaz delovanja sončnih celic]. Pridobljeno 26. 2. 2024 s <https://eucbeniki.sio.si/nar6/index.html>
- Grubelnik, V. in Verbič Šalamon, T. (2015b). [Sonce; Lom svetlobe pri prehodu skozi steklo; Lom svetlobe pri prehodu skozi vodo; Skica loma svetlobe pri prehodu skozi vodo]. Pridobljeno 26. 2. 2024 s <https://eucbeniki.sio.si/nar7/3347/index.html>
- Iowa. (2024). Uporaba Stellarium Web. Pridobljeno 26. 2. 2024 s <https://itu.physics.uiowa.edu/labs/foundational/exploring-sky-i/using-stellarium-web>
- Ivanuša, A. (2010). Sonce. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <http://www.andros.si/vesolje/sonce.html#navrh>
- JavaTpoint. (2021). Arduino Tutorial. Pridobljeno 26. 2. 2024 s <https://www.javatpoint.com/arduino>
- Kraner, M. (2010). Solarni dimnik. Pridobljeno 27. 2. 2024 s https://fizika.fnm.um.si/wp-content/uploads/2020/03/Kraner_Martin.pdf
- LadyAda. (2021). Photocells. Pridobljeno 26. 2. 2024 s <https://www.mouser.com/datasheet/2/737/photocells-932884.pdf>
- Lavrič, F. (2024a). Odboj in lom svetlobe. Pridobljeno 25. 2. 2024 s https://si.openprof.com/wb/odboj_in_lom_svetlobe?ch=202
- Lavrič, F. (2024b). Optična preslikava – zrcala. Pridobljeno 25. 2. 2024 s https://si.openprof.com/wb/opti%C4%8Dna_preslikava_-_zrcala?ch=204#forum
- Martinuč Bernard, M., Kikec, T., Polšak, A. idr. (2015). [Pot sončne energije]. Pridobljeno 26. 2. 2024 s <https://eucbeniki.sio.si/geo1/3976/index.html>
- Mitton, S. in J. (1999). *Astronomija (Zbirka Oxford)*. Radovljica: Didakta.
- Mitton, S. in J. (2005). *Astronomija*. Radovljica: Didakta.

- Mosbrucker, M. (2024). Letni časi. Pridobljeno 25. 2. 2024 s https://www2.arnes.si/~o4osce/gradiva/geo/podnebje/letni_casi.html
- Nevtron & Company. (2013). Naj stekla prepuščajo le svetlobo. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://www.mojprihranek.si/gradnja/naj-stekla-prepuscajo-le-svetlobo/?cn-reloaded=1>
- Polaridad.es. (2024). Satelitski krožnik: Značilnosti in delovanje. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://polaridad.es/sl/kaj-je-satelitski-kro%C5%BEnik/>
- Prosen, M. (2017). Višinski kot sonca. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://www.rad.sik.si/wp-content/uploads/2017/12/Vi%C5%A1inski-kot-Sonca-RAD.pdf>
- PVportal. (2024). Sončno sevanje. V K. Brecl (ur.). Pridobljeno 25. 2. 2024 s <http://pv.fe.uni-lj.si/sl/fotovoltaika/soncno-sevanje/>
- Redfern, M. (1999). *Najlepša knjiga o vesolju*. Ljubljana: Učila.
- Štukelj, M. (2014). *Izraba sončne energije na primeru solarne peči*. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://dk.um.si/Dokument.php?id=63614&lang=slv>
- Trajnostna energija. (2024). Sončna energija. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Obnovljivi-viri-energije/Vse-o-obnovljivih-virih-energije/son%C4%8Dna-energija>
- Wikipedija. (2022). Pasivna hiša. Pridobljeno 26. 2. 2024 s https://sl.wikipedia.org/wiki/Pasivna_hi%C5%A1a
- Wikipedija. (2024a). Arduino. Pridobljeno 26. 2. 2024 s https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino#External_links
- Wikipedija. (2024b). Sonce. Pridobljeno 25. 2. 2024 s <https://sl.wikipedia.org/wiki/Sonce>

8 PRILOGE

8.1 Čas merjenja in položaj zrcala po dnevih

V dveh mesecih se čas, ko je sonce najvišje na nebu in posledični čas izvajanja meritev ter vpadni kot Sonca, veliko spremenijo, zato sem si s pomočjo podatkov iz aplikacije Stellarium Web izpisala podatke. Tako imam za vsak dan točen nadzor, kdaj in v kakšnem položaju zrcala so se izvajale meritve. Podatki so zaokroženi na eno stopinjo natančno.

Tabela 10: Čas merjenja in položaj zrcala po dnevih.

DATUM/PODATKI	ČAS, KO JE SONCE NAJVIŠJE NA NEBU (h)	ČAS IZVAJANJA MERITEV (h)	VPADNI KOT SONCA (°)	POLOŽAJ NA NEBU, SEVER = 0 (°)
1. 1. 2024	11:59	11:29-12:29	20	180
2. 1. 2024	11:59	11:29-12:29	20	180
3. 1. 2024	12:00	11:30-12:30	20	180
4. 1. 2024	12:00	11:30-12:30	20	180
5. 1. 2024	12:01	11:31-12:31	21	180
6. 1. 2024	12:01	11:31-12:31	21	180
7. 1. 2024	12:02	11:32-12:32	21	180
8. 1. 2024	12:02	11:32-12:32	21	180
9. 1. 2024	12:03	11:33-12:33	21	180
10. 1. 2024	12:03	11:33-12:33	21	180
11. 1. 2024	12:03	11:33-12:33	21	180
12. 1. 2024	12:04	11:34-12:34	22	180
13. 1. 2024	12:04	11:34-12:34	22	180
14. 1. 2024	12:05	11:35-12:35	22	180
15. 1. 2024	12:05	11:35-12:35	22	180
16. 1. 2024	12:05	11:35-12:35	22	180
17. 1. 2024	12:06	11:36-12:36	23	180
18. 1. 2024	12:06	11:36-12:36	23	180
19. 1. 2024	12:06	11:36-12:36	23	180
20. 1. 2024	12:07	11:37-12:37	23	180
21. 1. 2024	12:07	11:37-12:37	24	180
22. 1. 2024	12:07	11:37-12:37	24	180
23. 1. 2024	12:07	11:37-12:37	24	180
24. 1. 2024	12:08	11:38-12:38	24	180
25. 1. 2024	12:08	11:38-12:38	25	180
26. 1. 2024	12:08	11:38-12:38	25	180
27. 1. 2024	12:08	11:38-12:38	25	180
28. 1. 2024	12:09	11:39-12:39	25	180
29. 1. 2024	12:09	11:39-12:39	26	180
30. 1. 2024	12:09	11:39-12:39	26	180

31. 1. 2024	12:09	11:39-12:39	26	180
1. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	26	180
2. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	27	180
3. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	27	180
4. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	27	180
5. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	28	180
6. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	28	180
7. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	28	180
8. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	28	180
9. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	29	180
10. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	29	180
11. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	29	180
12. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	30	180
13. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	30	180
14. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	30	180
15. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	31	180
16. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	31	180
17. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	31	180
18. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	32	180
19. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	32	180
20. 2. 2024	12:10	11:40-12:40	33	180
21. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	33	180
22. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	33	180
23. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	34	180
24. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	34	180
25. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	34	180
26. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	35	180
27. 2. 2024	12:09	11:39-12:39	35	180
28. 2. 2024	12:08	11:38-12:38	35	180
29. 2. 2024	12:08	11:38-12:38	36	180

8.2 Razporeditev senzorjev po konstrukciji



Slika 22: Razporeditev senzorjev po konstrukciji.

-  - Temperaturni senzor v gorišču
-  - Temperaturni senzor znotraj ogrodja, ampak ne v gorišču
-  - Temperaturni senzor za kontrolo (pritrjen na zadnji strani)
-  - Svetlobni senzor