

OŠ GUSTAVA ŠILIHA VELENJE

Vodnikova 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

EKO OGREVANJE PROSTOROV

Tematsko področje: TEHNIKA

Avtor:
Maks Meh, 9. r

Mentor:
Damijan Vodušek, prof.

Velenje, 2025

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

Mentor: Damijan Vodušek, prof.

Datum predavitve: 12. 3. 2025

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2024/2025

KG ogrevanje/EKO/avtomatizacija ogrevanja/toplota/toplotna črpalka

AV MEH, Maks

SA VODUŠEK, Damijan

KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje

LI 2025

IN EKO OGREVANJE PROSTOROV

TD Raziskovalna naloga

OP VII, 34 str., 20 sl., 8 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Raziskovanje ekoloških (EKO) rešitev za ogrevanje in varčevanje s toploto je pomembno zaradi številnih razlogov, ki vključujejo okoljske, ekonomske in družbene koristi. V prvi vrsti se zmanjšuje vpliv na okolje z zmanjševanje potrebe po fosilnih gorivih. EKO rešitve zvišujejo energetska neodvisnost, hkrati pa s pravilno uporabo prispevajo k boljšemu zraku in posledično boljšemu zdravju. Raziskovanje EKO ogrevanja in varčevanja s toploto predstavlja korak k trajnostni prihodnosti, ki prinaša koristi tako posameznikom kot družbi. Poleg tega gre za način, kako izboljšati kakovost življenja, znižati stroške in prispevati k ohranjanju narave za prihodnje generacije.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2024/2025

CX heating/ECO/heating automation/heat/heat pump

AU MEH, Maks

AA VODUŠEK, Damijan

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2025

TI ECO HEATING OF ROOMS

DT Research work

NO VII, 34 p., 20 fig., 8 ref.

LA SL

AL sl/en

AB Research into ecological (ECO) heating and heat-saving solutions is important for many reasons, including environmental, economic and social benefits. First of all, the impact on the environment is reduced by reducing the need for fossil fuels. ECO solutions increase energy independence, and at the same time, with proper use, contribute to better air and consequently better health. Research into ECO heating and heat saving represents a step towards a sustainable future that brings benefits to both individuals and society. In addition, it is a way to improve the quality of life, reduce costs and contribute to the preservation of nature for future generations.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 Ogrevanje prostorov	2
2.1.1 Ogrevanje s pečmi na drva	3
2.1.2 Ogrevanje na premog	4
2.1.3 Ogrevanje z lončenimi pečmi (krušne peči).....	5
2.1.4 Ogrevanje na plin	6
2.1.5 Toplotna črpalka.....	7
2.1.6 Električno talno ogrevanje	8
2.1.7 Ogrevanje na sonce	9
2.1.8 Zalogovnik toplote	10
3 METODE DE LA	12
3.1 Opis dela z viri in literaturo	13
3.2 Izdelava makete	14
3.3 Program.....	22
3.4 Preizkušanje delovanja	28
4 REZULTATI	29
5 DISKUSIJA	30
6 ZAKLJUČEK	32
7 POVZETEK	33
8 VIRI IN LITERATURA.....	34

KAZALO SLIK

Slika 1: Peč na drva.....	3
Slika 2: Premog	4
Slika 3: Lončena oz. krušna peč.....	5
Slika 4: Plinska peč	6
Slika 5: Delovanje toplotne črpalke	7
Slika 6: Električno talno gretje.....	8
Slika 7: Solarni sistem.....	9
Slika 8: Primer uporabe zalogovnika toplote	11
Slika 9: Optični senzor za barve (Foto: M. Meh).....	14
Slika 10: Zalogovnik tople in hladne vode (Foto: M. Meh).....	15
Slika 11: Peč na drva predstavlja stikalo (Foto: M. Meh).....	16
Slika 12: Ponazoritev toplotne črpalke (Foto: M. Meh).....	17
Slika 13: Izdelana maketa (Foto: M. Meh).....	19
Slika 14: Pametna koca EV3 (Foto: M. Meh).....	21
Slika 15: Program za preverjanje notranje temperature (Foto: M. Meh)	22
Slika 16: Senzor temperature (Foto: M. Meh)	23
Slika 17: Program za sončni kolektor (Foto: M. Meh).....	24
Slika 18: Program za peč in TČ (Foto: M. Meh).....	25

SEZNAM OKRAJŠAV

itd. in tako dalje

npr. na primer

oz. oziroma

ipd. in podobno

OVE obnovljivi viri energije

TČ toplotna črpalka

1 UVOD

Sem devetošolec in odločil sem se za izdelavo makete inovativnega EKO ogrevanja, s katero želim na enostaven in razumljiv način prikazati delovanje trajnostnega sistema za ogrevanje.

Moj cilj je združiti ustvarjalnost in tehnično znanje, da bi pokazal kako lahko z uporabo obnovljivih virov energije zmanjšamo vpliv na okolje, hkrati pa povečamo energetske učinkovitost in prihranek. Maketa bo služila kot učni pripomoček za predstavitev idej o prihodnosti ogrevanja, ki temelji na trajnosti in tehnoloških inovacijah.

V nalogi sem zastavil štiri hipoteze:

1. Osnovnošolec lahko sam zgradi maketo ogrevalnega sistema.
2. Preko makete bo nazorno prikazano delovanje sistema.
3. Sistem bo povsem samostojen.
4. Sistem je ekološki in zmanjšuje vpliv toplogrednih plinov.
5. Sistem je varčen in zmanjšuje porabo denarja za ogrevanje prostorov.

2 PREGLED OBJAV

2.1 Ogrevanje prostorov

Ogrevanje prostorov je bistveno za zagotavljanje udobja, zdravja in funkcionalnosti bivalnih in delovnih okolij, še posebej v hladnejših podnebjih. Ohranjanje prijetne temperature omogoča, da se v prostorih počutimo udobno in sproščeno, ne glede na zunanje vremenske razmere. Premrzli prostori lahko povzročijo zdravstvene težave, kot so podhladitev, poslabšanje kroničnih bolezni (npr. težave s sklepi ali dihalnim sistemom) in večja dovzetnost za okužbe. Topli prostori so ključni za učinkovito opravljanje dela, učenje in druge aktivnosti, saj mraz zmanjšuje koncentracijo in produktivnost.

Ogrevanje preprečuje kondenzacijo vlage na stenah, kar zmanjšuje tveganje za nastanek plesni, gnilobe in poškodb gradbenih materialov. Nekateri predmeti, kot so elektronske naprave, pohištvo in knjige, so občutljivi na nizke temperature in vlago. Pravilno ogrevanje pomaga ohranjati njihovo stanje.

Ogrevanje torej zagotavlja osnovne pogoje za kakovostno življenje in uporabo prostorov, pri čemer je pomembno, da je izvedeno na čim bolj trajnosten način.

2.1.1 Ogrevanje s pečmi na drva

Ogrevanje s pečmi na drva je bilo eno izmed najpogostejših načinov ogrevanja v preteklosti. Peči na drva so bile nameščene v osrednjih prostorih hiš, kjer so poleg ogrevanja zagotavljale tudi prostor za kuhanje in druženje. Les je bil pogosto pridobljen iz bližnjih gozdov, lastniki pa so ga morali pripraviti sami, kar je vključevalo sekanje, spravilo in sušenje.



Slika 1: Peč na drva

(Vir: <https://www.zurnal24.si/media/img/26/09/33268204a9e6f9c21955.jpeg>, ogled 10.12.2024)

Prednosti: Drva so obnovljiv vir energije in pogosto lokalno dostopna. Peči na drva ustvarjajo prijetno toploto, ki se enakomerno širi ter dajejo domače in tradicionalno vzdušje.

Slabosti: Ogrevanje na drva zahteva stalno kurjenje, kar pomeni veliko dela, od nabave in priprave lesa do rednega nalaganja drv v peč. Izpusti dima, pepela in saje so onesnaževali okolje, kar je vplivalo na kakovost zraka v domovih in zunaj njih. Manjša energetska učinkovitost v primerjavi z modernimi sistemi. [2]

2.1.2 Ogrevanje na premog

Premog je bil priljubljen vir energije v industrijski dobi in se je pogosto uporabljal za ogrevanje domov. Kurjenje premoga je zagotavljalo visoko stopnjo toplote, kar je bilo še posebej pomembno v hladnih zimskih mesecih. Peči na premog so bile običajne v mnogih mestnih gospodinjstvih.

Prednosti: Premog je zagotavljal stabilno in močno toploto, ki je bila cenovno dostopna, še posebej v krajih z bližnjimi rudniki premoga. Gospodinjstva so lahko dolgo časa ohranjala toploto, kar je bilo ključno v hladnem podnebjju.

Slabosti: Veliko onesnaževanje zraka zaradi izpustov žveplovih spojin in drugih škodljivih snovi. Premog je neprijeten za shranjevanje, saj zahteva velik prostor in ustvarja umazanijo. Poleg tega so bili izpusti premoga zelo škodljivi za okolje, kar je vodilo k dolgoročnim posledicam za zdravje ljudi in ekosistem. [3]



Slika 2: Premog

(Vir:https://www.zatopeldom.com/pub/media/catalog/product/cache/093aeba33aa743ded3c4ea9f009359df/c/r/crni_premog-300x300.png, ogled 12.12.2024)

2.1.3 Ogrevanje z lončenimi pečmi (krušne peči)

Lončene peči, pogosto imenovane krušne peči, so bile zasnovane tako, da so shranjevale toploto in jo postopoma oddajale v prostor. Peč se je običajno enkrat zakurila, nato pa je toplota počasi oddajala toploto skozi keramično ali opečno strukturo.



Slika 3: Lončena oz. krušna peč

(Vir: <https://peci-keramika.si/wp-content/uploads/2024/01/Loncena-pec-25.jpg>, ogled 12.12.2024)

Prednosti: Peči so zelo učinkovite pri zadrževanju toplote, kar pomeni, da je bil prostor ogrevan več ur po koncu kurjenja. Lončene peči ustvarjajo prijetno in enakomerno toploto, hkrati pa jih ni bilo treba pogosto nalagati z drvmi.

Slabosti: Ogrevanje je počasno, saj potrebujejo dolgo časa, da se segrejejo. Potrebna je redna nega peči, kot je čiščenje dimnika, in priprava drv. Regulacija temperature je težja, saj peči ne omogočajo hitrih prilagoditev ogrevanja. [4]

2.1.4 Ogrevanje na plin

Centralno ogrevanje na plin je danes ena izmed najbolj razširjenih oblik ogrevanja. Sistem deluje tako, da se plin uporablja za segrevanje vode v kotlu, ki nato po ceveh kroži po radiatorjih v celotnem domu. Ogrevanje je lahko avtomatizirano in omogoča enostavno upravljanje.

Prednosti: Hitro in učinkovito ogrevanje. Avtomatski sistemi omogočajo preprosto nastavitve temperature in časovnih intervalov, s čimer je možno zmanjšati stroške ogrevanja. Manjša onesnaženost zraka v primerjavi z ogrevanjem na drva ali premog.

Slabosti: Odvisnost od dobave plina, kar lahko predstavlja težavo v primeru prekinitve dobavnih verig ali rasti cen. Plin je fosilno gorivo, zato prispeva k emisijam toplogrednih plinov in ni trajnosten vir energije. [5]



Slika 4: Plinska peč

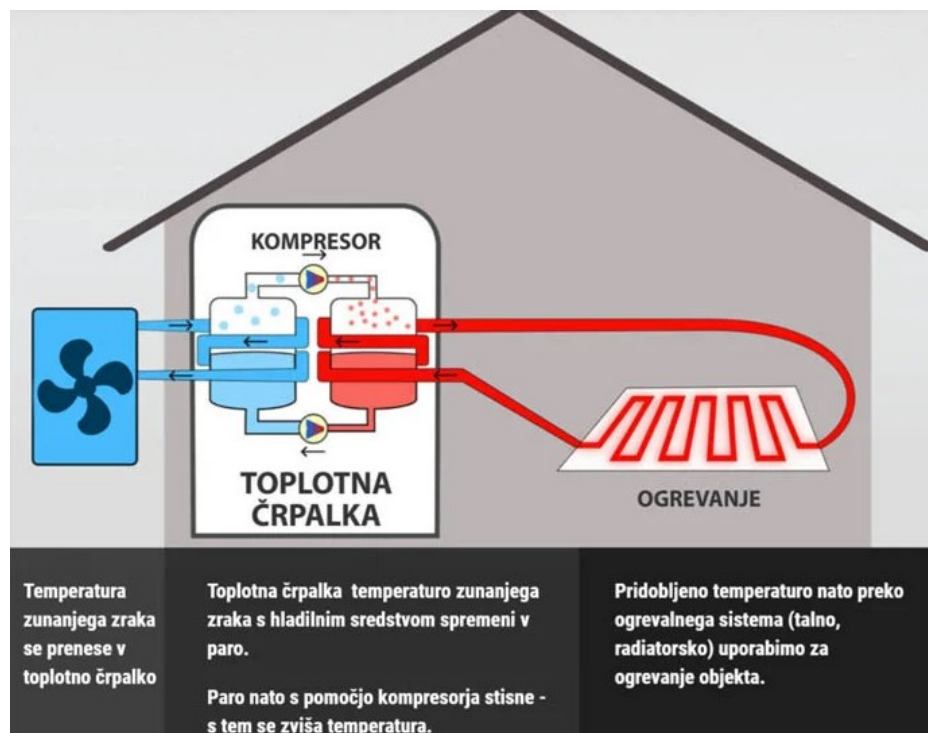
(Vir: https://www.mojmojster.net/clanek/258/Plinska_pec, ogled 13.12.2024)

2.1.5 Toplotna črpalka

Toplotne črpalke so sodoben način ogrevanja, ki izkorišča energijo iz okolja (zrak, voda, zemlja) za ogrevanje prostorov in sanitarne vode. Sistem deluje tako, da odvzame toploto iz zunanje okolja in jo pretvori v energijo za ogrevanje.

Prednosti: Visoka energetska učinkovitost, saj toplotne črpalke izkoriščajo obnovljive vire energije. Nizki obratovalni stroški in majhne emisije CO₂. Primerna za kombinacijo z drugimi obnovljivimi viri, kot so sončni paneli.

Slabosti: Visoki začetni stroški nakupa in namestitve. Njihova učinkovitost je lahko zmanjšana pri zelo nizkih temperaturah, kar pomeni, da so v nekaterih podnebnih manj učinkovite. Sistem zahteva več prostora za namestitev. [6]



Slika 5: Delovanje toplotne črpalke

(Vir: <https://www.varcevanje-energije.si/novice-rss-zanimivosti/korona-in-toplotne-crpalke/>, ogled 15.12.2024)

2.1.6 Električno talno ogrevanje

Električno talno ogrevanje je sistem, pri katerem se grelni kabli ali folije vgradijo pod tla. Ta sistem omogoča enakomerno distribucijo toplote po celotnem prostoru, kar ustvari prijetno ogrevanje, še posebej ob hladnih jutrih.

Prednosti: Zagotavlja enakomerno in prijetno toploto brez vidnih grelnih teles. Talno ogrevanje je estetsko privlačno, saj ni radiatorjev. Možnost avtomatizacije in regulacije, kar omogoča večje udobje.

Slabosti: Višji stroški obratovanja, še posebej, če elektrika ni pridobljena iz obnovljivih virov. Postavitev je lahko dražja, še posebej v že obstoječih zgradbah, kjer je potrebna rekonstrukcija tal. Talno ogrevanje deluje počasneje, kar pomeni, da se prostori ogrevajo nekoliko dlje. [7]



Slika 6: Električno talno gretje

(Vir: <https://omisli.si/nasvet-strokovnjaka/wp-content/uploads/2019/03/electric-lifestyle-tiled.jpg>, ogled 15.12.2024)

2.1.7 Ogrevanje na sonce

Solarno energijo lahko pretvorimo v toplotno energijo z uporabo sončnih kolektorjev, ki se uporabljajo za segrevanje vode in ogrevanje prostorov. Ta postopek imenujemo aktivna uporaba sončne energije, saj vključuje tehnologijo kot so sončni kolektorji, ki omogočajo segrevanje vode za gospodinjske potrebe in zraka za ogrevanje.

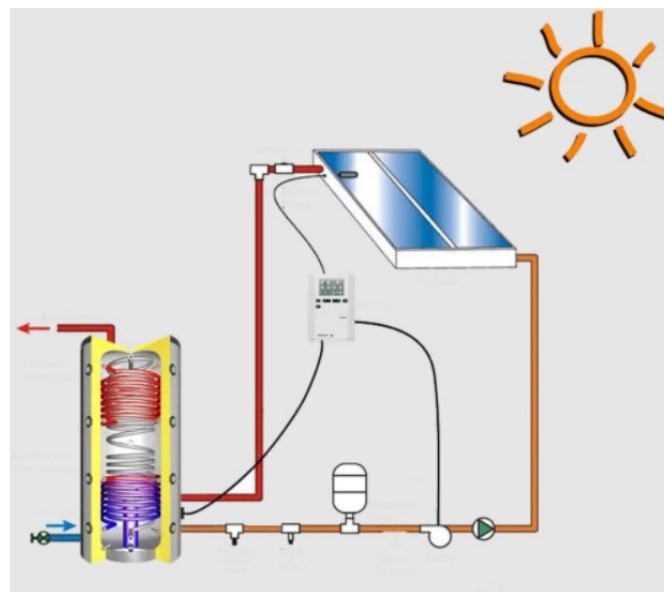
Prednosti: Brez emisij med delovanjem. Solarni sistemi ne povzročajo izpustov toplogrednih plinov, kar prispeva k čistejšemu okolju.

Visoka energetska učinkovitost. Povprečen solarni sistem lahko zagotovi približno 60 % energije, potrebne za pripravo tople vode, kar znatno zmanjša porabo fosilnih goriv.

Slabosti: Visoki začetni stroški. Nakup in namestitev solarnega sistema zahtevata znatno začetno investicijo, kar je lahko ovira za nekatere uporabnike.

Manj zanimanja na trgu. Zaradi visoke ekonomske učinkovitosti toplotnih črpalk so solarni sistemi za ogrevanje prostorov manj privlačni za kupce.

Občutljivost na vročino. Ob ekstremno visokih temperaturah se lahko solarni sistem iz varnostnih razlogov izklopi, kar lahko vpliva na njegovo zanesljivost. [1]



Slika 7: Solarni sistem

(Vir: <https://www.seltron.si/wp-content/uploads/2020/03/Solarni-sistem.png.webp>, ogled 16.12.2024)

2.1.8 Zalogovnik toplote

Zalogovnik (ali hranilnik) toplote je naprava, namenjena shranjevanju toplotne energije za kasnejšo uporabo. Običajno gre za izoliran rezervoar, napolnjen z vodo ali drugo toplotno prevodno tekočino, ki se segreje z različnimi viri toplote, kot so:

- Trda goriva (Kotli na drva, pelete ali olje),
- Sončni kolektorji,
- Toplotne črpalke,

Funkcija zalogovnika toplote

Zalogovnik omogoča:

učinkovitejšo rabo energije - shranjuje toploto, kadar je na voljo presežek, in jo oddaja, ko je potrebna.

Povečanje življenjske dobe sistema - zmanjšuje pogostost vklapljanja in izklapljanja ogrevalnih naprav, kar zmanjša obrabo.

Prilagodljivost pri ogrevanju - omogoča uporabo energije takrat, ko je najbolj ekonomično (npr. pri uporabi elektrike iz omrežja ponoči).

Integracijo različnih virov toplote - omogoča kombinacijo različnih virov ogrevanja, na primer kombinacijo solarnih kolektorjev in kotla na drva.

Primeri uporabe zalogovnika toplote

Pri ogrevalnih sistemih na drva: ker ogrevanje na drva običajno proizvede več toplote kot jo potrebujemo v določenem trenutku. Zalogovnik shranjuje presežek toplote za kasnejšo uporabo.

Solarni sistemi: toplota, ki jo solarni kolektorji proizvedejo čez dan, se shrani v zalogovnik za uporabo ponoči ali v oblačnem vremenu.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2025

Toplotne črpalke: uporablja se za shranjevanje toplote, proizvedene med nizko tarifo električne energije in za bolj enakomerno distribucijo toplote v sistemu.

Vrste zalogovnikov

Klasični zalogovnik: uporablja se predvsem za shranjevanje toplote.

Kombinirani zalogovnik: ima dodatni vgrajeni rezervoar za sanitarno vodo.

Akumulacijski zalogovnik z izmenjevalci toplote: uporablja toplotne izmenjevalce za prenos toplote iz različnih virov.

Zalogovniki toplote so ključni za optimizacijo delovanja ogrevalnih sistemov in zmanjšanje porabe energije, kar dolgoročno vodi do prihrankov in manjšega vpliva na okolje. [8]



Slika 8: Primer uporabe zalogovnika toplote

(Vir: <https://www.seltron.si/wp-content/uploads/2020/03/Ogrevanje-sanitarne-vode-kot-del-sistema-ogrevanja-objekta.png.webp>, ogled 17.12.2024)

3 METODE DELA

Osnovne metode raziskovalne naloge

1. Zbiranje virov in literature

- Pregled relevantne strokovne in znanstvene literature, ki obravnava področje avtonomnih ogrevalnih sistemov, obnovljivih virov energije, biomase in toplotnih črpalk.
- Iskanje podatkov in analiz iz knjig, člankov, študij primerov, spletnih virov in publikacij ustreznih inštitucij (npr. energetske in okoljske viri).
- Poudarek na primerih dobrih praks in teoretičnih osnovah za načrtovanje podobnih sistemov.

2. Izdelava makete

- Oblikovanje in izdelava fizične makete avtonomnega ogrevalnega sistema, ki bo predstavljala ključne komponente kot so sončni kolektorji, zalogovnik toplote, kotel na drva in toplotna črpalka.
- Uporaba ustreznih materialov in tehnologij za izdelavo makete, ki omogočajo simulacijo delovanja sistema v manjšem merilu.
- Maketa bo zasnovana tako, da omogoča merjenje in opazovanje procesov v sistemu.

3. Izdelava računalniškega programa za delovanje makete

- Načrtovanje programske opreme, ki bo simulirala delovanje sistema in omogočila upravljanje ključnih komponent.
- Razvoj algoritmov za regulacijo temperature, preklapljanje med viri energije in upravljanje zalogovnika toplote.
- Uporaba programskega jezika ali platforme, primerne za simulacijo in krmiljenje fizikalnih procesov (LEGO Mindstorms EV3).

4. Preizkušanje delovanja sistema

- Testiranje delovanja makete in računalniškega programa v simuliranih pogojih, ki posnemajo realne scenarije.
- Merjenje učinkovitosti sistema kot so poraba energije, odzivnost komponent in zmožnost shranjevanja ter uporabe toplote.
- Analiza rezultatov testiranja, odpravljanje napak in optimizacija sistema glede na opažene pomanjkljivosti.

S kombinacijo teh metod bo raziskovalna naloga temeljila na trdnih teoretičnih osnovah in praktičnih rezultatih, ki bodo omogočili natančno oceno izvedljivosti ter učinkovitosti zasnovanega sistema.

3.1 Opis dela z viri in literaturo

Obdelava pisnih virov in literature za raziskovalno nalogo je ključni korak v raziskovalnem procesu. Tukaj je vodnik po korakih:

- Zbiranje virov (od kod lahko vse črpamo),
- pregled literature (primerna in verodostojna),
- organizacija informacij (tematska razporeditev),
- dokumentiranje virov (navajanje virov),
- pregled (povezovanje virov).

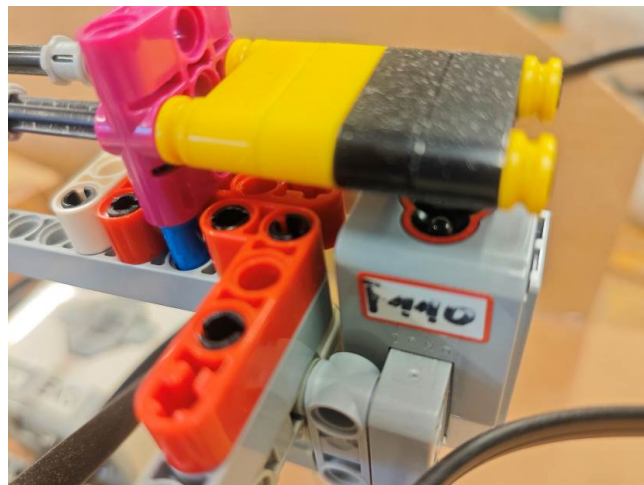
3.2 Izdelava makete

Na osnovi analize potreb in razpoložljivih virov energije sem se odločil zasnovati avtonomen ogrevalni sistem, ki bo temeljil na čim bolj učinkovitem izkoriščanju obnovljivih virov energije. Sistem bo zasnovan tako, da bo prioriteto imela sončna energija, podporni vir bodo drva, medtem ko bo toplotna črpalka delovala kot dodatni in nočni vir toplote. Ključni element sistema bo zalogovnik toplote, ki bo omogočal shranjevanje presežkov energije in njihovo uporabo po potrebi.

Komponente sistema

Sončni kolektorji za izkoriščanje sončne toplote

Primarni vir energije bo sončna energija, ki jo bodo zbirali visoko učinkoviti sončni kolektorji. Kolektorji bodo postavljeni na strehi ali drugem sončnem mestu, kjer bodo optimalno izpostavljeni sončnim žarkom. Pridobljena toplota bo shranjena v izoliranem zalogovniku toplote, ki bo omogočal uporabo te energije tudi v oblačnih dneh ali ponoči.



Slika 9: Optični senzor za barve (Foto: M. Meh)

V maketi sem za prikaz delovanja sončnega kolektorja uporabil optični senzor LEGO Mindstorms EV3. Senzor simulira sončno vreme, ko se nad njim nahaja rumena kocka in slabše vremenske razmere ali noč, ko je nad njim črna kocka. Na ta način omogoča enostavno in učinkovito predstavitev vpliva vremenskih pogojev na delovanje sistema.

Zalogovnik toplote

Zalogovnik toplote bo osrednji element sistema. Gre za izoliran rezervoar, napolnjen z vodo ali drugo toplotno prevodno tekočino, ki bo shranjeval toploto iz različnih virov. Njegova funkcija bo zagotavljati stabilno in kontinuirano oskrbo s toploto za ogrevanje prostorov in pripravo sanitarne vode, ne glede na nihanja v proizvodnji toplote.



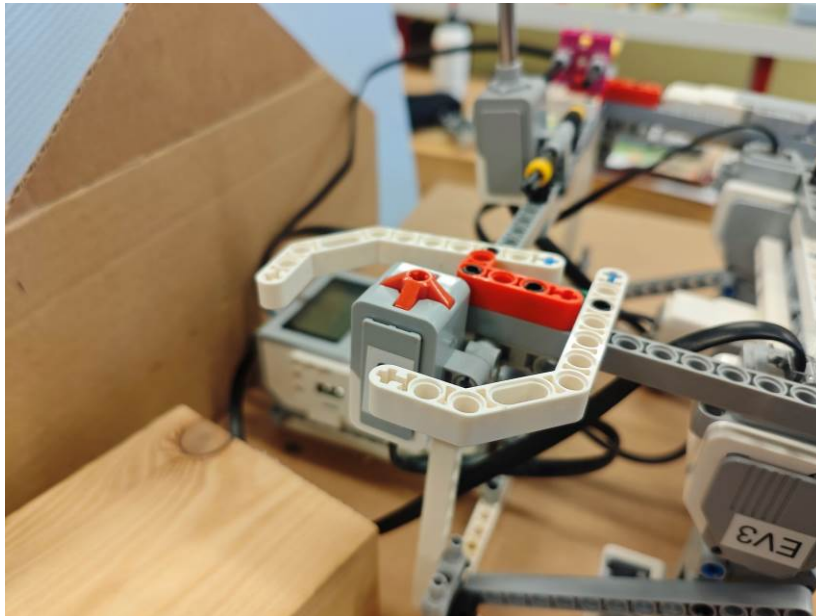
Slika 10: Zalogovnik tople in hladne vode (Foto: M. Meh)

Za prikaz zalogovnika toplote sem uporabil pločevinko, ki sem jo prebarval v rdečo barvo, kar simbolizira vročo vodo v sistemu. Poleg tega sem dodal še dodatno črno pločevinko, ki ponazarja varnostni element za primer pregrevanja sistema. Ta zasnova omogoča jasno vizualizacijo funkcionalnosti zalogovnika toplote in simulacijo odziva sistema v različnih situacijah.

Kotli na drva kot podporni vir energije

Drva sem izbral kot podporni vir toplote zaradi več razlogov:

- Gre za obliko **biomase**, ki je obnovljiv vir energije, če jo pridobivamo trajnostno.
- Pri kurjenju drv se sprosti le toliko ogljikovega dioksida, kolikor ga drevesa absorbirajo med svojo rastjo, kar pomeni, da nimajo neto učinka na globalno segrevanje. Ta vir bo uporaben predvsem v hladnih zimskih mesecih ali v obdobjih, ko sončni kolektorji ne bodo mogli zagotoviti zadostne količine energije.



Slika 11: Peč na drva predstavlja stikalo (Foto: M. Meh)

Za prikaz delovanja peči na drva sem uporabil stikalo LEGO Mindstorms EV3. Ko na stikalo položimo kos lesa (simbolično drvo), se stikalo aktivira, kar ponazarja, da peč deluje. Ob tem maketa simulira gorenje lesa in prenos toplote iz peči v zalogovnik toplote. Ko stikalo ni obremenjeno, se izklopi, kar ponazarja stanje neaktivne peči. Tak način omogoča preprosto in nazorno predstavitev delovanja peči, kar je prikazano tudi na zgornji sliki.

Toplotna črpalka kot dopolnilni vir

Toplotna črpalka bo tretji vir toplote, zasnovan za delovanje kot podporni vir toplote, ko ostalih virov ni na voljo. Njena naloga bo zagotavljanje določene zaloge toplote v zalogovniku, da bo sistem deloval nemoteno in brez prekinitev.



Slika 12: Ponazoritev toplotne črpalke (Foto: M. Meh)

V maketi sem delovanje TČ ponazoril z dodatnim motorjem, ki se aktivira v situacijah, ko v sistemu primanjkuje toplote, hkrati pa noben drug vir energije (npr. sončni kolektor ali peč na drva) ni na voljo. Motor simbolizira zagon TČ, ki prične črpati energijo iz okolice in jo pretvarjati v toploto, ki se nato shranjuje v zalogovniku toplote.

Delovanje TČ sem zasnoval tako, da ima ta prednostno nalogo delovati v času, ko je cena električne energije najnižja, običajno ponoči. Na ta način maketa ponazarja ekonomsko in

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2025

energetsko učinkovito rabo električne energije, kar je ključno za optimalno delovanje toplotnih črpalk v realnih pogojih.

V izjemnih primerih, ko sistem nujno potrebuje toploto, vendar noben drug vir energije (kot so sončna energija ali biomasa) ni razpoložljiv, se TČ aktivira ne glede na čas. S tem poskrbi za neprekinjeno oskrbo z energijo, kar zagotavlja zanesljivost delovanja ogrevalnega sistema.

S pomočjo motorja kot prikaza toplotne črpalke sem lahko nazorno demonstriral njeno ključno vlogo kot rezervni vir toplote v avtonomnem ogrevalnem sistemu, ki se odziva na spreminjajoče se potrebe in razpoložljivost drugih virov energije.

Delovanje sistema

- **Podnevi**, ob sončnem vremenu, bodo sončni kolektorji proizvajali toploto, ki se bo shranjevala v zalogovniku. Prednost tega vira je popolna neodvisnost od fosilnih goriv in brezogljčno delovanje.
- **Ponoči** ali v dneh z zmanjšano sončno svetlobo bo za dodatno toploto skrbela toplotna črpalka.
- **V obdobjih zelo nizkih temperatur** ali povečane potrebe po toploti se bo aktiviral kotel na drva, ki bo poskrbel za stabilnost in zadostno oskrbo sistema z energijo.

Prednosti načrtovanega sistema

1. Trajnost in okoljska prijaznost

Sistem temelji na obnovljivih virih energije (sončna energija, biomasa) in ima minimalen ogljični odtis.

2. Energijska učinkovitost

Zalogovnik toplote omogoča optimalno izrabo vseh virov energije in zmanjšuje toplotne izgube.

3. Avtonomnost in prilagodljivost

Sistem deluje neodvisno od zunanjih dejavnikov kot so nihanja cen energentov in zagotavlja toploto skozi vse leto.

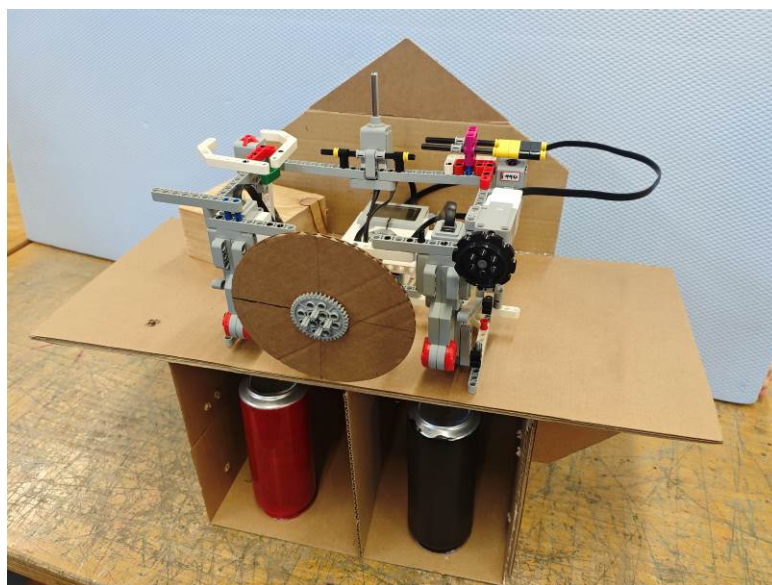
4. Prihranki na dolgi rok

Čeprav zahteva začetna investicija večji finančni vložek, bo sistem dolgoročno prinesel znatne prihranke pri stroških ogrevanja.

Zaključek

Z načrtovanim sistemom sem ustvaril energijsko učinkovito in okolju prijazno rešitev za ogrevanje prostorov in pripravo tople vode. Kombinacija različnih obnovljivih virov energije ter uporaba zalogovnika toplote bo zagotavljala zanesljivo delovanje in energetske neodvisnosti skozi vse leto.

Pri izdelavi makete sem se odločil uporabiti kombinacijo različnih materialov in elementov, da bi kar najbolje ponazorila delovanje avtonomnega ogrevalnega sistema ter hkrati zagotovila prilagodljivost pri gradnji in testiranju. Glavna konstrukcijska osnova makete je bila valovita lepenka, ki sem jo razrezal in oblikoval tako, da je okvirno prikazovala hišo z dodatno kletjo. Klet je v maketi ključnega pomena, saj ponazarja lokacijo zalogovnika toplote – osrednjega elementa sistema, ki shranjuje in distribuira toploto.



Slika 13: Izdelana maketa (Foto: M. Meh)

Za bolj kompleksne dele makete sem uporabil LEGO kocke, ki ponujajo številne prednosti:

Stabilnost in trdnost - LEGO kocke zagotavljajo trdno konstrukcijo, ki je primerna za podporo premikajočih se delov kot so motorji ali senzorji.

Enostavno prilagajanje - sistem LEGO omogoča hitro spreminjanje in prilagajanje elementov makete ob spremembah načrta ali dodajanju novih funkcionalnosti.

Modularnost - LEGO kocke so idealne za eksperimentalne projekte, saj omogočajo preprosto sestavljanje in razstavljanje, kar je uporabno pri testiranju različnih komponent sistema.

Osrednji del makete je pametna kocka LEGO Mindstorms EV3, ki je služila kot glavni kontroler celotnega sistema. Vanjo sem naložil program, ki sem ga zasnoval za simulacijo avtonomnega delovanja ogrevalnega sistema.

Program omogoča:

Krmiljenje posameznih komponent sistema kot so motorji, senzorji in stikala.

Regulacijo prenosa toplote med zalogovnikom, sončnim kolektorjem, pečjo na drva in toplotno črpalko.

Avtomatizirano prilagajanje delovanja sistema glede na simulirane vremenske pogoje in potrebe po ogrevanju ali hlajenju.

Načrtovana maketa na preprost, a funkcionalen način ponazarja delovanje avtonomnega ogrevalnega sistema v realnem življenju. Lepenka predstavlja osnovno strukturo, ki vizualno prikazuje hišo, medtem ko LEGO elementi zagotavljajo fleksibilnost pri modeliranju dinamičnih procesov in preizkušanju različnih scenarijev delovanja. Pametna kocka LEGO Mindstorms EV3 pa povezuje vse elemente v koherentno celoto, ki omogoča natančno simulacijo delovanja sistema.



Slika 14: Pametna koca EV3 (Foto: M. Meh)

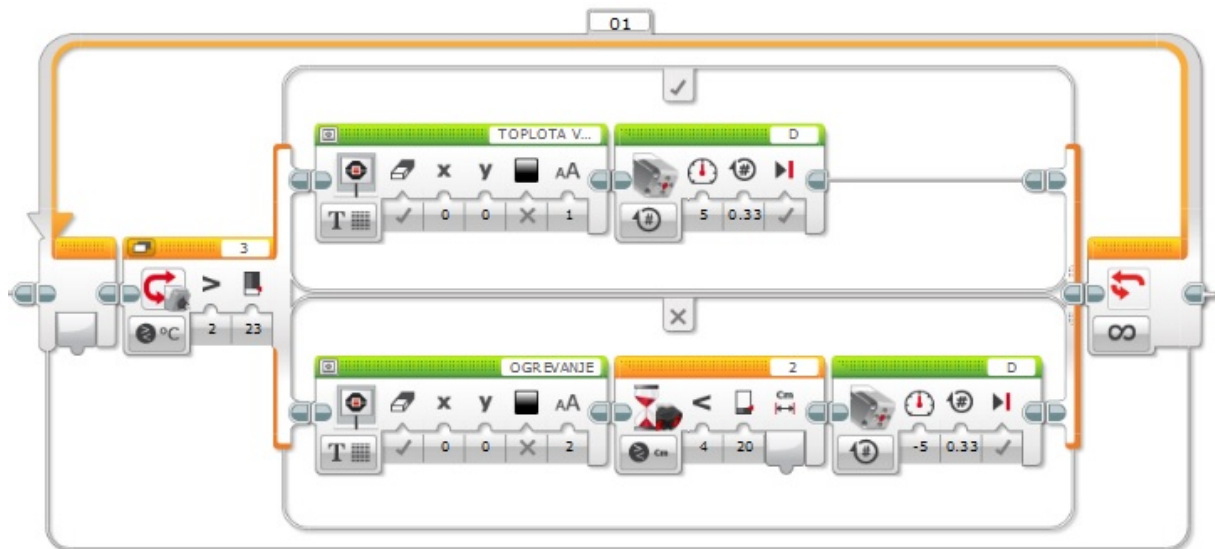
Maketa tako združuje preprostost materialov z naprednimi tehnološkimi rešitvami in je odlična osnova za demonstracijo avtonomnega ogrevalno sistema.

3.3 Program

Sistem ogrevanja, ki temelji na opisanem načinu delovanja, je kompleksen in zasnovan za optimalno izrabo različnih virov energije ter ekonomično upravljanje stroškov ogrevanja. Podrobna razlaga delovanja vključuje naslednje korake in komponente:

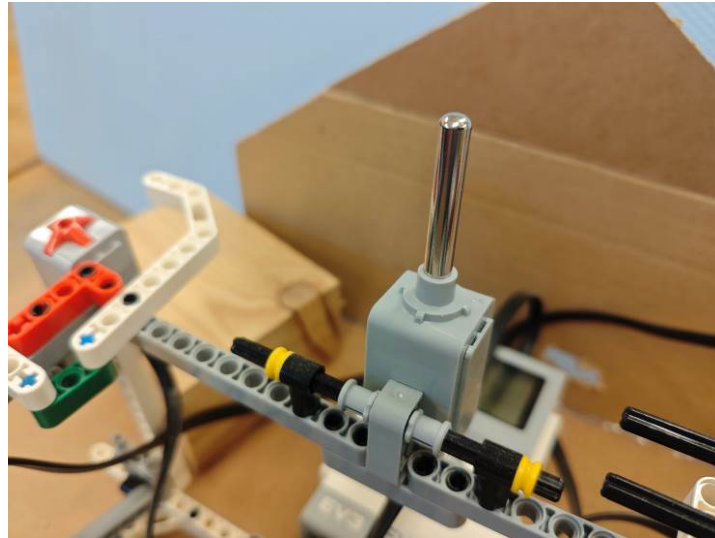
1. Pregled trenutne temperature v hiši

Sistem najprej preveri ali je temperatura v hiši dovolj visoka glede na nastavljeno vrednost (želena sobna temperatura).



Slika 15: Program za preverjanje notranje temperature (Foto: M. Meh)

V tem primeru je nastavljena meja na 23 stopinj Celzija. V primeru, ko je temperatura višja izbere računalnik zgornjo vejo. To pomeni, da izpiše na zaslonu »TOPLOTA V ZALOGOVNIK«, hkrati pa se začne vrteti prednji del makete, ki prikazuje, da sistem ohlaja stanovanje. Ob tem pošilja toploto v zalogovnik toplote. V primeru nižje temperature pa sistem zahteva »OGREVANJE«. V nadaljevanju preveri temperaturo v zalogovniku toplote in če je dovolj visoka toploto za ogrevanje jemlje iz zalogovnika, v nasprotnem primeru pa išče drug vir.



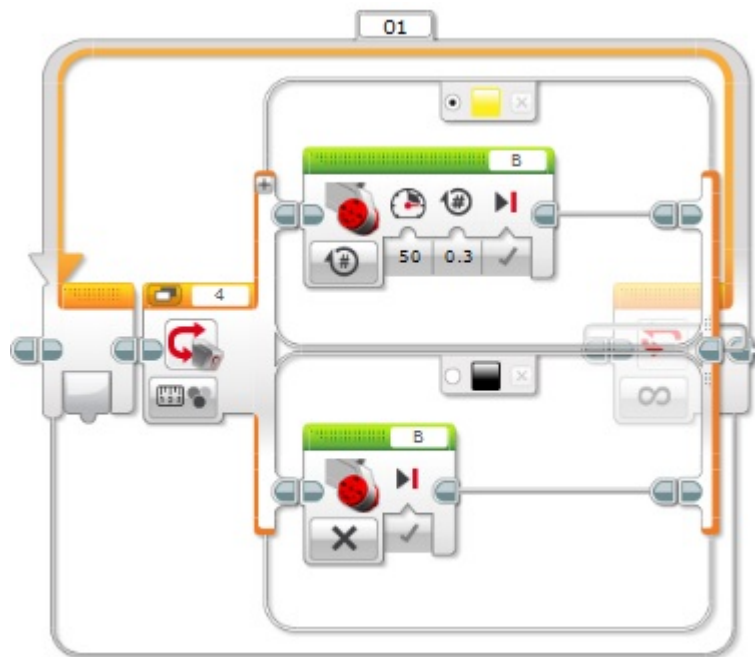
Slika 16: Senzor temperature (Foto: M. Meh)

- **Če je temperatura višja od nastavljene:** Ogrevanje ni potrebno, sistem ostaja v mirovanju oz. višek toplote preko toplotne črpalke in prostorov odvaja v hranilnik toplote.
- **Če temperatura ne dosega željene temperature:** Sistem aktivira postopek ogrevanja, tako prične črpati toploto iz zalogovnika toplote v prostore in jih s tem ogreva.

2. Primarni vir toplotne energije: Sončna energija

Sončna energija predstavlja osnovni in trajnostni vir toplote.

- **Delovanje:**
 - V primeru sončnega vremena sončni kolektorji zbirajo toploto in jo shranjujejo v zalogovniku toplote (velik rezervoar vode ali tekočine s primerno toplotno izolacijo).
 - Toplota iz zalogovnika se uporablja za ogrevanje hiše in sanitarne vode.
- **Prednost:** Sončna energija je brezplačna in okolju prijazna, zato ima prednost pred drugimi viri, če so pogoji ugodni.



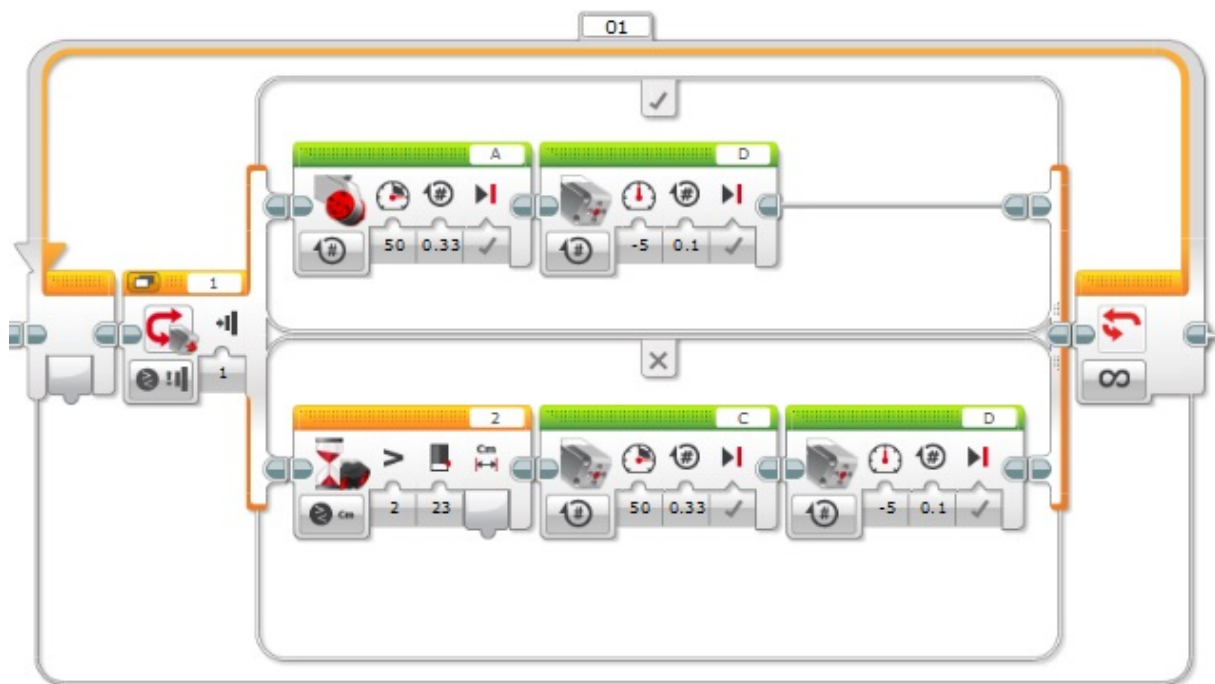
Slika 17: Program za sončni kolektor (Foto: M. Meh)

V primeru sončnega vremena (rumena kocka) se sistem odzove tako, da vključi črpalko, ki toploto iz sončnega kolektorja črpa v zalogovnik toplote, če sonca ni (črna barva) pa je črpalka izključena.

3. Sekundarni vir: Ogrevanje z drvmi

Kadar sonce ne zagotavlja dovolj toplote in je temperatura v zalogovniku prenizka, sistem preklopi na uporabo drv.

- **Delovanje:**
 - Peč na drva segreva vodo v zalogovniku toplote.
 - Ko je voda dovolj segreta, se ta toplota uporablja za ogrevanje prostorov in sanitarne vode.
- **Prednost:** Drva so obnovljiv vir energije in so lahko stroškovno ugodna, če so lokalno dostopna.



Slika 18: Program za peč in TČ (Foto: M. Meh)

Program je napisan tako, da vključeno peč prikazuje sklopljeno stikalo in v tem primeru program izvaja zgornjo vrstico. Maketa prikazuje ogrevanje prostorov, hkrati pa se vključi črpalka, ki prikazuje prenos toplote iz peči v zalogovnik toplote. V primeru, ko stikalo ni sklopljeno pa izbere program spodnjo vrstico, ki požene TČ v primeru, da v zalogovniku toplote ni dovolj visoka temperatura.

4. Tretji vir: Toplotna črpalka

Toplotna črpalka se aktivira kot zadnja možnost, kadar ni na voljo toplote iz sončne energije ali drv.

- **Delovanje:**
 - Toplotna črpalka deluje načeloma le v času nizke cene električne energije (običajno ponoči ali v času nizkih tarif).
 - Segreva vodo v zalogovniku toplote, ki se nato uporablja za ogrevanje.
 - Črpalka je nastavljena tako, da deluje čim bolj ekonomično.
- **Dodatna funkcija:** Če je temperatura v prostorih previsoka (poletni meseci), toplotna črpalka omogoča, da se toplota iz prostorov prenese nazaj v zalogovnik. To zagotavlja energetska učinkovitost, hkrati pa hladi prostore v vročih dneh.

5. Upravljanje toplote v zalogovniku

Zalogovnik toplote deluje kot središče celotnega sistema.

- **Shranjevanje toplote:** Vse pridobljene toplote (iz sonca, drv ali toplotne črpalke) se najprej shrani v zalogovniku.
- **Razdeljevanje toplote:**
 - Toplota se uporablja za ogrevanje prostorov prek talnega gretja, radiatorjev ali drugih sistemov.
 - Toplota je prav tako na voljo za segrevanje sanitarne vode.

6. Prednosti sistema

1. **Energetska učinkovitost:** Sistem je zasnovan tako, da izkoristi najcenejše in okolju prijazne vire energije.
2. **Prilagodljivost:** Glede na razpoložljivost virov in trenutne potrebe sistem samodejno preklaplja med viri.

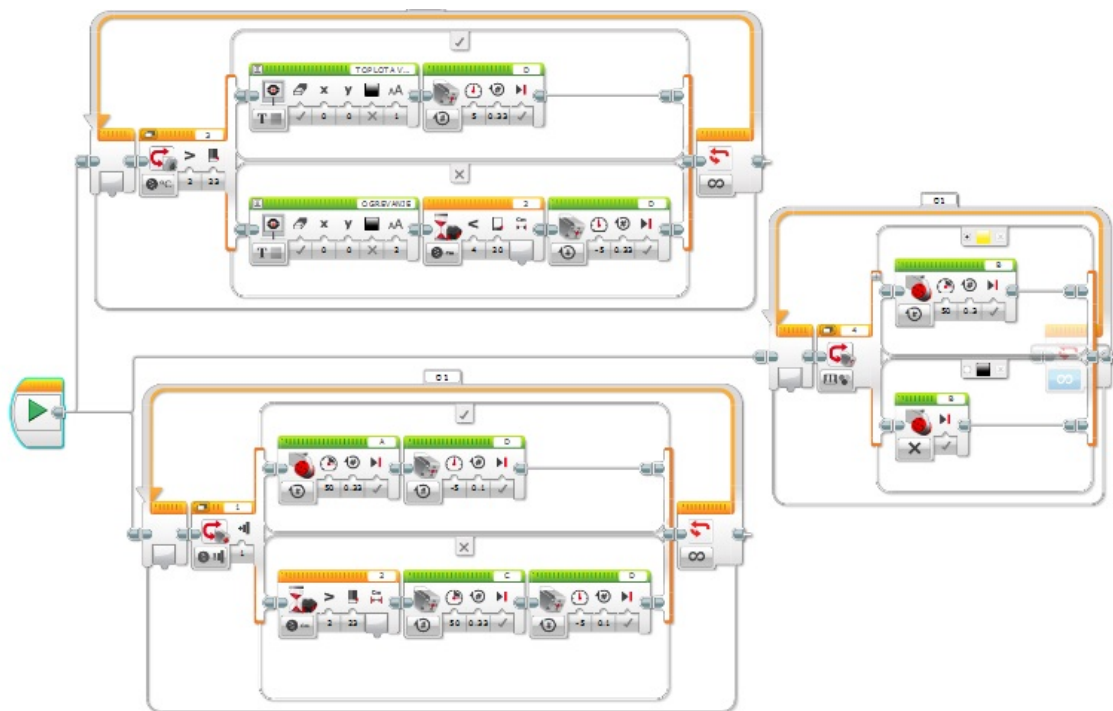
Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2025

3. **Ekonomičnost:** Uporaba toplotne črpalke je optimizirana za delovanje v času nizkih tarif električne energije.
4. **Trajnost:** Sistem podpira trajnostne vire kot sta sončna energija in drva, ter zmanjšuje ogljični odtis.

7. Možnosti za izboljšave

- **Napredni nadzorni sistem:** Uporaba pametnih algoritmov in senzorjev za boljšo optimizacijo delovanja.
- **Širjenje virov:** Dodajanje dodatnih virov, kot je biomasa ali geotermalna energija.
- **Integracija z omrežjem:** Sistem bi lahko oddajal presežno energijo v električno omrežje (če je opremljen s solarnimi paneli).

Sistem je zasnovan tako, da zagotavlja udobje, energetske učinkovitost in minimalne stroške za uporabnika, obenem pa prispeva k varovanju okolja.



Slika 19: Celoten program (Foto: M. Meh)

3.4 Preizkušanje delovanja

EKO ogrevalni sistem sem temeljito preizkušal v različnih možnih situacijah, da bi preučil njegovo delovanje in učinkovitost v različnih okoljskih in notranjih pogojih. Testiranje je zajemalo spreminjanje stanja vremena med sončnim in oblačnim, kar mi je omogočilo opazovanje, kako se sistem prilagaja različnim ravšem sončne energije in zunanje temperature. Poleg tega sem preverjal vpliv aktiviranja in deaktiviranja peči, da bi videl, kako hitro in učinkovito sistem prehaja med načini ogrevanja in hlajenja ter kako to vpliva na stabilnost notranje temperature.

Za natančno analizo sem spreminjal tudi notranjo temperaturo prostora, da bi preučil, kako sistem zaznava in reagira na različne temperaturne spremembe ter ali uspešno vzdržuje želene raven udobja. Med testiranjem sem beležil rezultate, če se sistem pravilno odziva. Zbrani podatki so omogočili podrobno oceno zmogljivosti sistema in njegovo odzivnost na specifične situacije, kar je ključno za nadaljnje izboljšave in optimizacijo delovanja.

Za lažjo predstavbo pa sem naredil tudi posnetek delovanja sistema, ki si ga lahko ogledate na naslednji povezavi: <https://www.youtube.com/watch?v=vkITMHjDBe4> ali pa kliknite na spodnjo QR kodo.



Slika 20: Povezava do posnetka preko QR kode (Lastno delo)

4 REZULTATI

Med preizkušanjem sem ugotovil, da je EKO ogrevalni sistem popolnoma avtonomen in se vedno pravilno odzove glede na trenutne okoliščine in potrebe. Njegova osnovna funkcionalnost temelji na natančnem spremljanju notranje temperature prostora in prilagajanju delovanja glede na želene nastavitve. Sistem najprej preveri temperaturo v prostoru: če je ta višja od nastavljenе vrednosti, se samodejno aktivira način hlajenja. Če je temperatura nižja od nastavljenе, pa se preklopi na način ogrevanja.

Ogrevanje sistem zagotavlja s pomočjo toplote, shranjene v zalogovniku. Ta zalogovnik igra ključno vlogo, saj predstavlja glavni vir toplote. Če je temperatura v zalogovniku dovolj visoka, sistem toploto črpa neposredno od tam, kar zagotavlja energetsko učinkovito delovanje. V nasprotnem primeru pa sistem preide na iskanje alternativnih virov energije.

V primeru sončnega vremena se vključi črpalka, ki prenaša toploto iz sončnih kolektorjev v zalogovnik. Ta proces je popolnoma avtonomen in se izvaja ne glede na trenutno potrebo po ogrevanju v hiši. Sončna energija se tako učinkovito zajame in shrani za kasnejšo uporabo, kar omogoča optimalno izrabo obnovljivega vira energije. S tem sistem zagotavlja, da je toplota na voljo, ko jo dejansko potrebujemo.

Če sonca ni, sistem preveri, ali je vključena peč, ki deluje na biomaso. Ta vir ima prednost pred avtomatskim vklopom toplotne črpalke, saj biomasa velja za okolju prijazen in stroškovno učinkovit vir energije. Sistem tako poskrbi za trajnostno rabo virov in hkrati zmanjšuje odvisnost od dražjih virov energije.

V zadnji fazi, ko drugih virov ni na voljo, sistem aktivira toplotno črpalko. Ta je prioriteto nastavljena tako, da deluje ponoči, saj je v tem času cena električne energije najnižja. S to strategijo sistem ne le optimizira delovanje, temveč tudi zmanjšuje stroške uporabe. Toplotna črpalka se aktivira le po potrebi, kar dodatno prispeva k energetski učinkovitosti celotnega sistema.

Celovita avtonomija in inteligentno upravljanje virov omogočata, da sistem deluje z minimalnimi stroški in največjo ekološko ozaveščenostjo. Rezultati testiranja so tako potrdili visoko zanesljivost, prilagodljivost in učinkovitost sistema, ki zagotavlja udobje uporabnika in hkrati skrbi za trajnostno rabo virov.

5 DISKUSIJA

Pri raziskovalni nalogi sem oblikoval več raziskovalnih vprašanj in nanje postavil hipoteze, ki sem jih skozi raziskovanje preverjal. Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko podam naslednje ugotovitve:

1. hipoteza: Osnovnošolec lahko sam zgradi maketo ogrevalnega sistema.

To hipotezo potrdim. Za gradnjo makete sem izbral materiale, ki so bili enostavni za obdelavo in prilagoditev. Uporabil sem preproste komponente, kot so majhni motorčki, senzorji, cevi in zalogovnik, ki jih osnovnošolec lahko brez težav sestavi in poveže. Sama gradnja je bila prilagojena osnovnošolskemu znanju in ne zahteva posebnih orodij ali tehničnega znanja, kar potrjuje, da je maketa dostopna za samostojno izdelavo.

2. hipoteza: Preko makete bo nazorno prikazano delovanje sistema.

Tudi to hipotezo potrdim. Maketa učinkovito demonstrira delovanje EKO ogrevalnega sistema. Na ključna mesta sem namestil senzorje, ki omogočajo simulacijo različnih situacij, kot so spremembe temperature ali razpoložljivost sončne energije. Sistem se nato preko motorčkov in indikatorjev jasno odziva na vsako situacijo. Uporabnik tako lahko preprosto spremlja in razume, kako sistem deluje, kar prispeva k boljši predstavi o njegovi funkcionalnosti.

3. hipoteza: Sistem bo povsem samostojen.

Tudi to hipotezo potrdim. Sistem, ki sem ga zasnoval, je popolnoma avtonomen in deluje brez potrebe po človeškem posredovanju. Na podlagi nastavitvev in trenutnih pogojev se sistem sam odloči, kateri vir toplote bo uporabil. Na primer, v primeru sončnega vremena sistem samodejno preusmeri toploto iz sončnih kolektorjev v zalogovnik, medtem ko v primeru oblačnega vremena preverja alternativne vire, kot so peč na biomaso ali TČ. Ta avtonomija omogoča zanesljivo delovanje brez stalnega nadzora.

4. hipoteza: Sistem je ekološki in zmanjšuje vpliv toplogrednih plinov.

Tudi to hipotezo potrdim. Sistem daje prednost okolju prijaznim virom energije, kot so sončna energija in biomasa, kar zmanjšuje odvisnost od fosilnih goriv. Presežno toploto, ki jo sistem zajame iz sončnih kolektorjev, shranjuje v zalogovniku in jo uporablja, ko ni na voljo sončne energije. S tem se zmanjša potreba po dodatnih virih energije, kar neposredno prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov.

5. hipoteza: Sistem je varčen in zmanjšuje porabo denarja za ogrevanje prostorov.

To hipotezo lahko teoretično potrdim. Sistem je zasnovan tako, da minimizira stroške delovanja. Toploto najprej črpa iz zalogovnika, kar zmanjšuje potrebo po uporabi dražjih virov energije. Ko je potrebna toplotna črpalka, ta deluje le, ko je to nujno potrebno. Prednostno je vir toplote sonce ali peč na drva. Čeprav nisem izvedel natančne analize stroškov električne energije v različnih delih dneva, zasnova sistema kaže na ekonomičnost in dolgoročno zmanjšanje stroškov za ogrevanje. Edini možen izziv se pojavi v daljšem obdobju oblačnega vremena brez uporabe biomase.

Sklep:

Vse postavljene hipoteze so bile potrjene, kar dokazuje, da je maketa EKO ogrevalnega sistema učinkovita, praktična in poučna. Sistem je zasnovan tako, da je avtonomen, ekološki, varčen in prilagodljiv, kar kaže na njegovo široko uporabnost in potencial za širše ozaveščanje o trajnostni rabi energije.

6 ZAKLJUČEK

Raziskava o EKO ogrevalnem sistemu je potrdila, da gre za učinkovito, trajnostno in prilagodljivo rešitev, ki združuje ekološke prednosti in tehnološko inovativnost. Sistem omogoča popolnoma avtonomno delovanje, saj se prilagaja trenutnim razmeram in zagotavlja optimalno rabo virov energije. Prednostno uporablja obnovljive vire, kot sta sončna energija in biomasa, kar bistveno zmanjšuje okoljski odtis in prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov. S svojo zasnovo omogoča dolgoročno zmanjšanje stroškov za ogrevanje saj energijo učinkovito shranjuje in jo uporablja po potrebi.

Maketa, ki sem jo izdelal za namen raziskave, je pokazala, da lahko sistem na razumljiv in nazoren način predstavi svoje delovanje tudi širši javnosti. Preprosta gradnja makete iz dostopnih materialov omogoča izdelavo celo osnovnošolcem, kar prispeva k izobraževanju in ozaveščanju o trajnostni rabi energije. Hkrati je maketa odlično orodje za preizkušanje delovanja sistema v različnih simuliranih razmerah.

Možnosti za dopolnitev in izboljšave

Med raziskavo sem prepoznal nekatere možnosti za nadaljnji razvoj in izboljšave:

- Dodajanje dodatnih virov energije: raziskava bi lahko vključevala tudi integracijo drugih obnovljivih virov, na primer vetrne energije, kar bi še dodatno povečalo zanesljivost sistema v obdobjih brez sončne energije.
- Poglobljena analiza stroškov: čeprav sem potrdil varčnost sistema, bi natančnejša analiza cen energije v različnih obdobjih dneva omogočila še boljše optimiziranje delovanja, zlasti v povezavi s toplotno črpalko.
- Izboljšave makete: dodajanje dodatnih senzorjev in bolj naprednih motorčkov bi še izboljšalo prikaz dinamike sistema ter omogočilo še bolj realistično simulacijo različnih scenarijev.
- Razširitev raziskave: vključitev empiričnih podatkov o prihrankih energije in zmanjšanju emisij na daljši časovni rok bi omogočila kvantitativno oceno vpliva sistema na okolje in finance.

7 POVZETEK

V raziskovalnem delu sem preučil delovanje EKO ogrevalnega sistema in izdelal maketo, ki nazorno prikazuje njegovo avtonomno delovanje. Sistem temelji na trajnostnih načelih, saj prednostno uporablja obnovljive vire, kot sta sončna energija in biomasa, ter učinkovito shranjuje presežno energijo v zalogovniku toplote. S tem zmanjšuje vpliv na okolje in stroške za ogrevanje ali hlajenje prostorov.

Postavil sem pet hipotez, ki sem jih skozi preizkuse potrdil. Maketa je enostavna za izdelavo, kar omogoča samostojno gradnjo tudi osnovnošolcem. Prikazuje delovanje sistema v različnih pogojih z uporabo senzorjev in motorčkov, kar omogoča jasno predstavitev načina delovanja. Sistem je povsem avtonomen – samodejno se prilagaja razmeram in izbira optimalne vire energije glede na trenutne potrebe. Prav tako je ekološki, saj zmanjšuje emisije toplogrednih plinov, in varčen, saj deluje z nizkimi stroški, pri čemer je toplotna črpalka nastavljena na nočno delovanje zaradi nižjih cen elektrike.

Raziskava je potrdila, da je takšen sistem učinkovit, dostopen in trajnostno naravnan. Hkrati ponuja možnosti za nadgradnje, kot so vključitev dodatnih virov energije, natančnejša analiza stroškov in izboljšave makete, kar bi še povečalo njegovo uporabnost in vpliv.

8 VIRI IN LITERATURA

PISNI VIRI:

[1] Steiner Petrovič D. 2008. Novi ogrevalni sistemi: gradnja z lahkoto. Tehniška založba Slovenije.

ELEKTRONSKI VIRI:

[2] Ogrevanje s pečmi na drva. <https://www.zurnal24.si/uporabno/ogrevanje-na-drva-prednosti-in-slabosti-399704> (20. 11. 2024)

[3] Ogrevanje na premog. <https://www.termoshop.si/strokovni-clanki/poznate-vse-prednosti-in-slabosti-razlicnih-ogrevalnih-sistemov/> (20. 11. 2024)

[4] Ogrevanje z lončenimi pečmi. <https://peci-keramika.si/clanki/loncena-pec> (22. 11. 2024)

[5] Ogrevanje na plin. <https://vecer.com/kvadrati/prednosti-in-slabosti-gretja-na-zemeljski-plin-10080045> (22. 11. 2024)

[6] Toplotna črpalka. https://www.daikin.si/sl_sl/daikin-blog/katere-so-prednosti-in-slabosti-toplotne-crpalke.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA1eO7BhATEiwAm0Ee-HbTZaIRab0gwcqmupS5n3HdFx3y1lLNvZF20uHEk3h39NfdXgXiFhoCdSMQAvD_BwE (22. 11. 2024)

[7] Električno talno gretje. <https://omisli.si/nasvet-strokovnjaka/ogrevanje/talno-gretje-cena-prednosti-slabosti-in-izvajalci-za-talno-ogrevanje/> (23. 11. 2024)

[8] Zalogovnik toplote. <https://www.seltron.si/seltron-varcno-ogrevanje-in-hlajenje/zalogovnik-toplote-shranjevanje-energije/> (24. 11. 2024)

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem profesorju tehnike in tehnologije, Damijanu Vodušku, za njegovo neprecenljivo mentorstvo pri izdelavi te raziskovalne naloge. Njegova strokovna podpora, dragocene usmeritve in potrpežljivost so mi pomagali ne le pri izvedbi raziskave, temveč tudi pri razumevanju tehničnih procesov in širšem razmišljanju o trajnostnih rešitvah.

Posebna zahvala gre tudi mojim staršem, ki mi vedno stojijo ob strani. Njihova spodbuda, razumevanje in pomoč so bili ključni pri uresničitvi te naloge. Hvaležen sem za njihovo podporo, ki mi omogoča, da sledim svojim ciljem in premagujem izzive.