

## **55. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije**

### **SEGREVANJE VODE V DOMAČEM BAZENU S SONČNO ENERGIJO**

Raziskovalno področje: tehnika ali tehnologija

Raziskovalna naloga

Šola: **OŠ Bojana Iliča Maribor**

Avtorja: **David Kores Urlep in Žiga Vrtič**

Mentor: Martin Knuplež

**Maribor, 2021**

# KAZALO

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Povzetek .....                                                              | 4  |
| Zahvala .....                                                               | 5  |
| 1 Uvod .....                                                                | 6  |
| 2 Metodologija dela .....                                                   | 7  |
| 2.1 Zbiranje in analiza podatkov o vremenu na mariborskem področju .....    | 8  |
| 2.2 Kako čim hitreje in na enostaven način ogreti vodo v bazenu? .....      | 9  |
| 2.3 Teoretične osnove s področja tehnike, tehnologije in fizike.....        | 9  |
| 2.3.1 Teoretične osnove s področja tehnike in tehnologije .....             | 9  |
| 2.3.2 Teoretične osnove s področja fizike .....                             | 10 |
| 2.4 Uporabljena gradiva in tehnološki postopki .....                        | 12 |
| 2.4.2 Sistem za kroženje vode v maketi bazena .....                         | 15 |
| 2.4.3 Izdelava solarnih ogrevalnih panelov (ploščic).....                   | 16 |
| 2.4.4 Izdelava in namestitvev stiropornih plovcev na solarne ploščice ..... | 18 |
| 2.5 Merjenje učinkovitosti segrevanja vode s solarnimi paneli .....         | 21 |
| 3 Rezultati.....                                                            | 24 |
| 4 Razprava, interpretacija rezultatov .....                                 | 25 |
| 5 Zaključek / sklepi .....                                                  | 27 |
| Družbena odgovornost.....                                                   | 28 |
| Bibliografija.....                                                          | 29 |
| Priloge.....                                                                | 30 |

## Kazalo slik

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1 Skica zamisli izvedbe meritev (vir: lasten) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6  |
| Slika 2 Fotografija bazena, ki smo ga izbrali kot osnovo za izdelavo makete (vir: <a href="https://www.bauhaus.si/catalog/product/view/id/23276/s/montazni-bazen-intex-prism-quadra-d-400-x-s-200-x-v-100-cm-filter-crpalka-2-006-l-h-z-lestvijo/category/700/">https://www.bauhaus.si/catalog/product/view/id/23276/s/montazni-bazen-intex-prism-quadra-d-400-x-s-200-x-v-100-cm-filter-crpalka-2-006-l-h-z-lestvijo/category/700/</a> , ogled 30. 9. 2020)..... | 12 |
| Slika 3 Penjene PVC plošče Multiixel (vir: <a href="https://www.multivario.si/izdelek/penjene-pvc-plosce-multiixel/">https://www.multivario.si/izdelek/penjene-pvc-plosce-multiixel/</a> , ogled 23. 2. 2021).....                                                                                                                                                                                                                                                | 12 |
| Slika 4 Skica zamisli makete bazena in aluminijastih ploščic (vir: lasten).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 13 |
| Slika 5 Upognjene stranice bazena (vir: lasten) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 15 |
| Slika 6 Nameščanje obtočne črpalke (vir: lasten) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16 |
| Slika 7 Striženje pločevine z vzvodnimi škarjami (vir: lasten) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 17 |
| Slika 8 Izdelava solarnih ploščic z žagastim profilom (vir: lasten).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 17 |
| Slika 9 Barvanje solarnih ploščic s črno mat barvo (vir: lasten) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 18 |
| Slika 10 Lepljenje stiropornih ploščic (vir: lasten).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18 |
| Slika 11 Merjenje stiropornih ploščic med izdelavo (vir: lasten) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 20 |
| Slika 12 Rezanje stiropornih ploščic (vir: lasten).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 21 |
| Slika 13 Izvajanje meritev (vir: lasten).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 22 |
| Slika 14 Spremljanje spreminjanja temperature med segrevanjem z aplikacijo Logger Lite (vir: lasten).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 22 |
| Slika 15 Z elektronskim regulatorjem smo spreminjali hitrost vrtenja motorja črpalke in s tem pretok vode (vir: lasten) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23 |

## POVZETEK

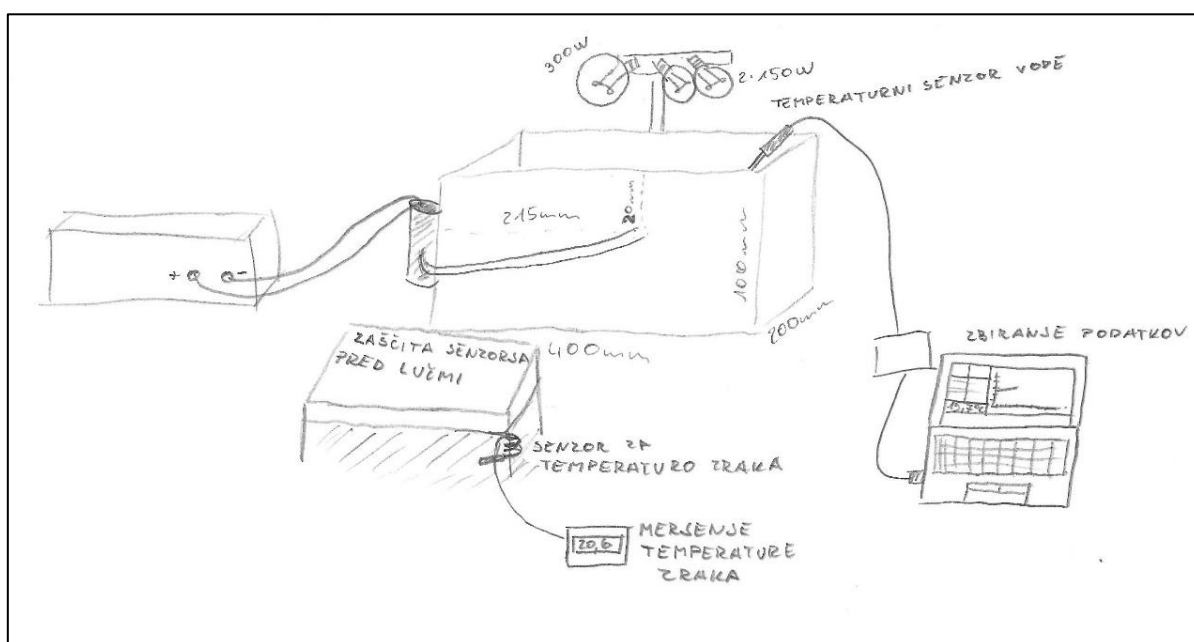
Zaradi občasnih nizkih temperatur voda v domačih bazenih velikokrat ni primerna za kopanje. Z določenimi pripravami, ki izkoriščajo sončno energijo za segrevanje vode, bi lahko podaljšali kopalno sezono. Namen raziskovalne naloge je ugotoviti, kako učinkovit bi bil način segrevanja vode s črno pobarvanimi aluminijastimi ploščami. Za potrebe eksperimenta smo izdelali iz penjenega PVC-ja maketo bazena v merilu 1:10. Namesto sonca smo kot izvor svetlobe in toplote uporabili žarnice z žarilno nitko. Meritve sprememb temperature vode med segrevanjem smo izvajali preko računalniškega vmesnika. Primerjali smo spremembe temperature vode pri segrevanju z različno oblikovanimi počrnjenimi ploščami iz aluminija s spremembo temperature brez njih. Ugotovili smo, da je med izbranimi načini najbolj učinkovito segrevanje s ploščami na vodni gladini, preoblikovanimi v žagasti profil. Če so plošče potopljene pod vodno gladino, pa je njihova učinkovitost nekoliko slabša, ne glede na globino.

## **ZAHVALA**

Za pomoč se zahvaljujemo šoli, ki nam je omogočala uporabo učilnice za tehniko, v kateri smo izvajali eksperimente. Prav tako se zahvaljujemo hišniku, ki nam je posodil žarnice za eksperimentiranje. Največja zahvala gre mentorju, ki nas je spodbujal pri delu in nam pomagal z dragocenimi nasveti. Zahvaljujemo se tudi staršem za spodbudo in podporo.

# 1 UVOD

Leto 2020 si bomo zapomnili po pandemiji zaradi korona virusa covid-19. Naenkrat so se pojavile omejitve gibanja. Veliko dejavnosti je bilo zaprtih, tudi kopališča. Med pogovori z vrstniki smo zasledili, da med zdajšnjo pandemijo veliko ljudi kupuje bazene za domačo uporabo. Zaradi občasnih slabih vremenskih razmer, se voda ohlaja in kopanje ni možno ali pa je manj prijetno. Večinoma je potrebno počakati, da jo Sonce ponovno ogreje na optimalno temperaturo. To pa lahko traja celo več dni. Iz tega razloga smo se odločili raziskati nekatere načine, kako bi lahko s Soncem segreli vodo v bazenih hitreje in čim bolj poceni.



Slika 1 Skica zamisli izvedbe meritev (vir: lasten)

Iz izkušenj vemo, da temnejša telesa močnejše vpijajo svetlobo in se pri tem segrevajo. Zato smo se odločili raziskati učinkovitost segrevanja vode s črno pobarvano aluminijasto pločevino. Uporabili smo gladko pločevino, reliefno pločevino in gladko pločevino, preoblikovano v žagasti profil. Izdelali smo maketo bazena in sorazmerno velike aluminijaste ploščice, ki smo jih pobarvali s črno mat barvo. Maketo bazena smo napolnili z vodo, na vodno gladino namestili črno pobarvane ploščice in jih osvetljevali s svetlobo klasičnih žarnic z žarilno nitko. Merili smo spreminjanje temperature vode v »bazenu«. V nadaljevanju smo plošče potopili v vodo na različne globine in primerjali učinkovitost segrevanja.

**Raziskovalno vprašanje:**

Ali bo imela različno oblikovana pločevina bistven vpliv na hitrost segrevanja vode s Soncem?

**Hipoteze:**

1. Segrevanje vode z uporabo počrnjene pločevine bo bistveno hitrejše kot brez nje.
2. Učinkovitost segrevanja vode bo zelo odvisna od oblike plošč.
3. Pri segrevanju vode bodo najbolj učinkovite plošče, potopljene pod vodno gladino.

Na spletni strani arso.gov smo poiskali podatke o vremenu in gibanju temperatur v letu 2020 za mariborsko območje. Zanimala so nas predvsem časovna obdobja s slabim vremenom, v katerih se je bazenska voda močno ohladila in ni bila ugodna za kopanje. Takšnih obdobj je bilo med majem in septembrom razmeroma veliko. Raziskali smo, kakšna bi bila možnost segrevanja bazenske vode s počrnjenimi aluminijastimi ploščami, da bi dosegli v čim krajšem času prijetno temperaturo za kopanje.

## **2 METODOLOGIJA DELA**

Najprej smo preučili podatke o vremenu na mariborskem območju v obdobju med majem in septembrom 2020. Pridobili smo jih na spletni strani Agencije Republike Slovenije za Okolje (ARSO METEO, 2020). Iz podatkov smo želeli razbrati upravičenost uporabe pripomočkov za dodatno segrevanje bazenske vode.

V nadaljevanju smo izdelali maketo bazena v merilu 1:10.

V enakem merilu kot bazen smo izdelali plošče iz gladke in reliefne aluminijaste pločevine. Pobarvali smo jih s črno mat barvo.

V »bazensko« vodo smo jih nameščali na različne načine. Kot vir svetlobe smo uporabili žarnice na žarilno nitko. Namestili smo jih v tolikšni oddaljenosti od plošč, da se niso mogle segrevati neposredno s toploto, ki so jo oddajale žarnice. Učinkovitost smo ugotavljali posredno preko spremembe temperature vode v maketi bazena, ob približno enakih ostalih pogojih.

## 2.1 Zbiranje in analiza podatkov o vremenu na mariborskem področju

O upravičenosti izdelave pripomočkov za dogrevanje bazenske vode, smo se želeli prepričati glede na gibanje obdobj ohladitev med majem in septembrom 2020. Analizirali smo podatke, ki smo jih pridobili na spletni strani Agencije Republike Slovenije za Okolje (ARSO). Iskali smo obdobja ohladitev v obsegu dveh ali več zaporednih dni, ki bi povzročila, da bi se voda v bazenu ohladila. V mesecu maju smo, na primer, zasledili dve daljši in dve krajši obdobji (tabela 1).

Podatke o številu obdobj ohladitev od maja do septembra 2020 smo prikazali v tabeli 2 (tabela 2). Iz podatkov je razvidno, da bi bile zelo koristne naprave za dogrevanje bazenske vode v začetnem obdobju, prav tako pa tudi proti koncu kopalne sezone. S tem smo potrdili upravičenost in smiselnost našega nadaljnega dela v raziskovalni nalogi.

Tabela 1 Gibanje temperatur in odkrivanje daljših časovnih obdobj ohladitev v mesecu maju 2020 (vir: <http://meteo.arso.gov.si/met/si/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9icIFGbt9SaulGduqXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdIlnOn0UQQdSf>; ogled 2. 10 2020 )

| Arhiv - Dnevni podatki (Izbrano časovno obdobje: 1.5.2020 - 31.5.2020)        |                     |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Nazaj Primerjaj postaje Prikaži postaje Počisti izbrano Prikaži podatke Pomoč |                     |                               |
| Prikaz                                                                        | Nabor               | Spremenljivke Postaje Podatki |
| Shrani podatke                                                                |                     |                               |
| MARIBOR - VRBANSKI PLATO<br>lon=15.6260<br>lat=46.5678<br>viš=279m            | povp. dnevna T [°C] | oblačnost [%]                 |
| 2020-05-01                                                                    | 13.8                | 77                            |
| 2020-05-02                                                                    | 13.6                | 80                            |
| 2020-05-03                                                                    | 9.7                 | 50                            |
| 2020-05-04                                                                    | 14.3                | 57                            |
| 2020-05-05                                                                    | 11.1                | 97                            |
| 2020-05-06                                                                    | 9.1                 | 43                            |
| 2020-05-07                                                                    | 13.2                | 20                            |
| 2020-05-08                                                                    | 15.8                | 53                            |
| 2020-05-09                                                                    | 18.5                | 50                            |
| 2020-05-10                                                                    | 20.4                | 60                            |
| 2020-05-11                                                                    | 17.7                | 90                            |
| 2020-05-12                                                                    | 7                   | 100                           |
| 2020-05-13                                                                    | 16.1                | 90                            |
| 2020-05-14                                                                    | 15.2                | 70                            |
| 2020-05-15                                                                    | 12.1                | 90                            |
| 2020-05-16                                                                    | 12.4                | 100                           |
| 2020-05-17                                                                    | 15.3                | 100                           |
| 2020-05-18                                                                    | 16.5                | 67                            |
| 2020-05-19                                                                    | 14.5                | 100                           |
| 2020-05-20                                                                    | 13.8                | 67                            |
| 2020-05-21                                                                    | 14.9                | 40                            |
| 2020-05-22                                                                    | 16.5                | 40                            |
| 2020-05-23                                                                    | 20.1                | 90                            |
| 2020-05-24                                                                    | 13.9                | 67                            |
| 2020-05-25                                                                    | 13.2                | 93                            |
| 2020-05-26                                                                    | 14.1                | 70                            |
| 2020-05-27                                                                    | 14.7                | 40                            |
| 2020-05-28                                                                    | 13.6                | 73                            |
| 2020-05-29                                                                    | 13.4                | 83                            |
| 2020-05-30                                                                    | 12.4                | 57                            |
| 2020-05-31                                                                    | 11.3                | 87                            |

Powered by ACADEM Application Server & WebMet



*Tabela 2 Obdobja ohladitev po mesecih od maja do septembra 2020 (vir: ARSO)*

| Mesec     | Število obdobj ohladitev (2 ali več zaporednih dni) |
|-----------|-----------------------------------------------------|
| Maj       | 4                                                   |
| Junij     | 5                                                   |
| Julij     | 0                                                   |
| Avgust    | 3                                                   |
| September | 0                                                   |

## 2.2 Kako čim hitreje in na enostaven način ogreti vodo v bazenu?

Za segrevanje vode v domačih bazenih običajno uporabimo kar neposredno segrevanje s Soncem. Segrevanje traja precej časa, zelo pa je odvisno tudi od vremenskih razmer. Zato nekateri uporabniki nabavijo toplotne črpalke, ki so precej drage, za njihovo delovanje pa je potrebna tudi dodatna električna energija. V nalogi smo poskusili ugotoviti, ali je možno učinkovito dogrevanje vode s Soncem na enostaven in cenejši način. Odločili smo se za uporabo počrnjenih aluminijastih plošč.

## 2.3 Teoretične osnove s področja tehnike, tehnologije in fizike

Pri izvedbi raziskovalne naloge smo uporabili teoretična znanja s področja tehnike, tehnologije in fizike. Nekatero vsebino smo le osvežili, pri drugih pa smo morali za uporabo v konkretnih primerih vložiti več truda.

### 2.3.1 Teoretične osnove s področja tehnike in tehnologije

**Polizdelki:** so gradiva z določeno obliko (npr. plošče), iz katerih z določenimi obdelovalnimi postopki izdelujemo izdelke.

**Termoplasti:** so umetne snovi, ki jih lahko oblikujemo z mehanskimi postopki (npr. žaganje, vrtanje, ...) ali preoblikujemo s toplotnimi obdelovalnimi postopki (npr. upogibanje, globoki

vlek, ...). Plošče iz termoplastov moramo na mestu upogiba segreti do elastično raztegljivega stanja. Po spremembi oblike izdelek ohladimo da obdrži novo obliko.

**Rezanje:** je mehanski postopek obdelave, pri katerem uporabimo orodje, ki se imenuje nož. Nož ima eno rezilo v obliki klina. Pri rezanju ravnih robov uporabimo kovinsko ravnilo. Delo opravljamo na podlagi iz debelejše lepenke.

**Striženje:** je postopek, pri katerem uporabimo škarje (lahko tudi vzvodne škarje). Škarje imajo dve rezili, obrnjeni eno proti drugemu. Na enem koncu rezil je vrtilišče, drugi konec rezil pa se razpre, da lahko vstavimo gradivo. Ročne škarje imajo na nasprotni strani vrtilišča podaljšek z ročaji.

**Vrtanje:** je postopek, pri katerem se orodje – sveder vrti, obdelovanec pa miruje. Podajalno gibanje izvajamo s primikanjem svedra k gradivu. Pri vrtanju nastajajo valjaste odprtine – luknje. Pri delu s stroji moramo uporabljati zaščitna očala in imeti spete lase.

**Upogibanje** je mehanski postopek, ki ga pogosto uporabljamo za preoblikovanja kovin. Na obdelovanec moramo delovati s tolikšno silo, da premagamo mejo elastičnosti. Pri tem se obdelovancu trajno spremeni oblika.

**Električni krog:** je vezan iz električnega vira, vodnikov in porabnika. Pred uporabo naprav, ki so grajene za omrežno napetost 230 V, je potrebno dobro preveriti stanje priključnih kablov in ostalih sestavih sklopov. Ob vsaki poškodbi izolacije je potrebno napravo takoj izključiti in odpraviti pomanjkljivosti.

**Žarnica** z žarilno nitjo pretvarja električno energijo v svetlobo s pomočjo segrevanja kovinske spirale na zelo visoko temperaturo, da zažari. Pri tem nastaja elektromagnetno sevanje vidne in infra rdeče svetlobe.

### **2.3.2 Teoretične osnove s področja fizike**

**Segrevanje snovi** lahko poteka na tri načine: s kondukcijo (pri trdnih snoveh), konvekcijo (med snovmi v različnih agregatnih stanjih) in radiacijo (prenašanje toplote/toplotno sevanje po

praznem prostoru in plinih). Prehajanje toplote poteka s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo.

**Sonce - glavni vir svetlobe in toplote** v našem osončju. Sonce oddaja svetlobo in toploto s pomočjo radiacije. Ker je zelo oddaljeno od našega planeta, ta sevanja načeloma niso smrtno nevarna. Toplota in svetloba potujeta skupaj. Količina toplote, ki jo naš planet prejema se skozi leto spreminja zaradi nagnjenosti Zemljine osi. V določenem delu svoje poti okoli Sonca je Zemljina severna polobla nagnjena proti Soncu, to pomeni, da bo prejela več toplote kot južna polobla v tistem delu leta. Enako velja za južno poloblo, ko smo na severni polobli v zimskem času. Razlika je močno opazna, saj Sonce pozimi v Ljubljani seva  $0,8 \frac{kWh}{m^2}$ , poleti pa  $5 \frac{kWh}{m^2}$ . To energijo uporabljamo za segrevanje.

**Odboj svetlobe** poteka po odbojnem zakonu, ki pravi, da je vpadni kot skladen z odbojnim, vpadni žarek, vpadna pravokotnica in odbiti žarek pa ležijo v isti ravnini.

**Lom svetlobe** se dogaja na mejni ploskvi med dvema svetlobno prepustnima snovema. Ko prehaja svetloba iz optično redkejši snovi (npr. zrak) v optično gostejšo snov (npr. voda), se lomi k vpadni pravokotnici. Do loma svetlobe prihaja zaradi različne hitrosti svetlobe v različnih snoveh.

**Teža ali sila teže** je sila, s katero Zemlja (ali katero drugo masivno nebesno telo) privlači predmete v svoji bližini. Teža telesa je odvisna od njegove mase ( $m$ ) in gravitacijskega pospeška ( $g$ ) (enačba 1).

$$F_g = m \cdot g$$

*Enačba 1*

**Vzgon** je sila, ki deluje na potopljene ali plavajoče predmete v nasprotni smeri kot gravitacijska sila. Odvisen je od specifične teže tekočine v katero je predmet potopljen (npr. vode) in od prostornine potopljenega predmeta ali dela predmeta (enačba 2).

$$F_{vzg} = \sigma \cdot V$$

*Enačba 2*

## 2.4 Uporabljena gradiva in tehnološki postopki

### 2.4.1 Maketa bazena:

V spletni trgovini Bauhaus smo našli reklamo za bazen, ki se nam je zdel primeren za domačo uporabo (SPLETNA TRGOVINA BAUHAUS, 2020). Maketo bazena smo izdelali v merilu 1:10.



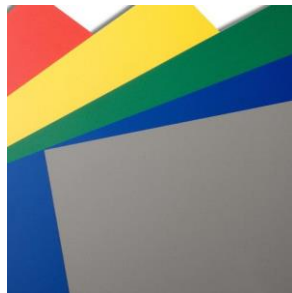
Slika 2 Fotografija bazena, ki smo ga izbrali kot osnovo za izdelavo makete (vir: <https://www.bauhaus.si/catalog/product/view/id/23276/s/montazni-bazen-intex-prism-quadra-d-400-x-s-200-x-v-100-cm-filter-crpalka-2-006-l-h-z-lestvijo/category/700/>, ogled 30. 9. 2020).

**Lastnosti, ki jih je morala imeti maketa:**

- vodotesnost,
- oblikovna podobnost s pravim bazenom,
- samodejno mešanje vode v bazenu.

**Gradivo za izdelavo makete bazena:**

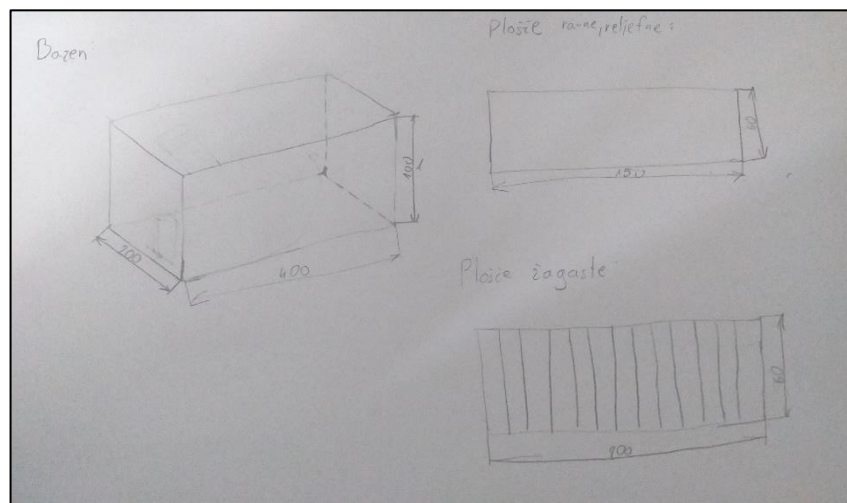
Po pregledu gradiv, ki so nam bila na voljo, se nam je zdela najustreznejša plošča iz penjenega PVC-ja. Plošča je bila kvadratne oblike 500 mm x 500 mm in debeline 3 mm. Je vodoodporna in jo je možno enostavno preoblikovati (Multivario, 2020). Ker je termoplast, se pri segrevanju zmehča in ga lahko upogibamo. Prav tako ga je možno žagati, vrtati in rezati.



Slika 3 Penjene PVC plošče Multiexel (vir: <https://www.multivario.si/izdelek/penjene-pvc-plosce-multiexel/>, ogled 23. 2. 2021).

### Konstruiranje in načrt makete:

Mere makete smo izračunali v merilu 1:10 glede na dimenzije bazena. Dolžina makete je 400 mm, širina 200 mm in višina 100 mm. Odločili smo se, da izdelamo dno z daljšima stranicama makete iz enega kosa s postopkom upogibanja. Krajši stranici pa izdelamo posebej in ju prilepimo. V eni od krajših stranic mora biti luknja s premerom 20 mm, v katero bomo namestili obtočno črpalko za mešanje vode. Primerna se nam je zdela avtomobilska črpalka za brizganje vode na vetrobransko steklo.



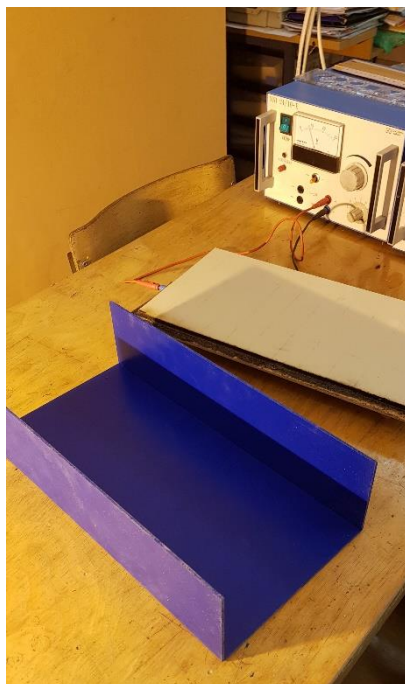
Slika 4 Skica zamisli makete bazena in aluminijastih ploščic (vir: lasten).

Načrt smo narisali z grafičnim računalniškim orodjem CiciCAD (Priloga 1).

### Izdelava makete bazena:

- **Zarisovanje:** Na ploščo penjenega PVC-ja smo zarisali oblike sestavnih delov (priloga 1). Pri delu smo uporabili HB svinčnik, trikotnik in prislonski kotnik. S trikotnikom smo od roba odmerili 100 mm, nato 200 mm in nazadnje spet 100 mm. Z uporabo prislonskega kotnika smo narisali pravokotnice na rob. Nato smo odmerili dolžino makete 400 mm in narisali pravokotnico na stranski rob. Na preostalem gradivu smo zarisali krajši stranici makete bazena. To sta dva pravokotnika z dolžino 200 mm in širino 100 mm. Na enem smo zarisali središče izvrtine za črpalko 30 mm od spodnjega roba in 30 mm od stranskega roba.

- **Rezanje:** Penjeni PVC je razmeroma mehko gradivo in ga je možno rezati z olfa nožkom. Nožek je potrebno pravilno držati, da je rez gladek in ima pravokotno obliko. Paziti je potrebno, da ni predolg del rezila prost, ker se lahko upogiba in v skrajnem primeru tudi zlomi. Po uporabi je potrebno rezilo povleči v ohišje v ročaju. Pred rezanjem smo zaščitili mizno ploskev z debelim kosom lepenke. Ob črte smo nastavili masivno kovinsko ravnilo in izrezali predvidene oblike.
- **Vrtanje:** Na predvidenem mestu na krajši stranici smo zatočkali središče izvrtine. Uporabili smo točkalo in kladivo. Konico točkala smo nastavili natančno na presečišče vodoravne in navpične srednjice, točkalo poravnali v navpični položaj in s kladivom 1-krat udarili po njem. Nastala je majhna vdolbina, ki je pomembna, da lažje nastavimo konico svedra na zahtevano mesto. Za vrtanje smo uporabili stebni vrtni stroj. Namesto navadnega svedra smo uporabili vrtno ploščico s širino 20 mm. Na mizico vrtnega stroja smo namestili za podlago kos vezane plošče. Ker je premer predvidene luknje velik, smo izbrali nižje število vrtljajev. Kos, v katerega smo vrtali, je bil dovolj velik in smo ga lahko držali z roko. Med vrtanjem smo uporabljali zaščitna očala.
- **Upogibanje:** Penjeni PVC je termoplast, ki se po segrevanju do elastično raztegljivega stanja da upogibati. Ker smo želeli čim ostrejšje upogibe, smo za segrevanje uporabili linijski grelnik domače izdelave. Sestavljen je iz mizice, ki ima na dveh nasprotnih straneh pritrjena kosa debelejšje medeninaste pločevine. Med pločevini je pritrjena uporovna žica isachrom s premerom 0,6 mm in uporom 5,65  $\Omega/m$  (Conrad, 2021). Ko žico priključimo na električno napetost, se segreje. Pri segrevanju penjenega PVC-ja je potrebno paziti na temperaturo žičke, da ni previsoka, ker lahko začne taliti PVC. Tedaj nastane hrapava površina roba. Ustreznost temperature smo določili s preizkušanjem segrevanja na odpadnih kosih PVC-ja. Z merjenjem smo ugotovili, da je najprimernejša temperatura med 50 °C in 55 °C Pravi kot upogibov smo kontrolirali s kotniki (slika 5).



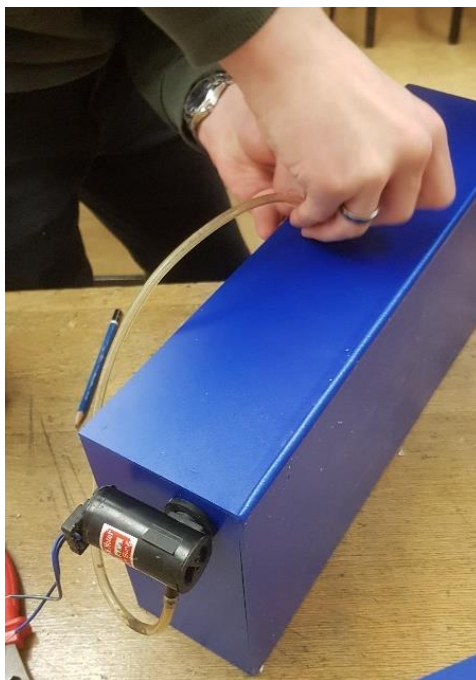
*Slika 5 Upognjene stranice bazena (vir: lasten)*

- **Lepljenje:** Za lepljenje smo uporabili sekundno lepilo Neostik SUPER 20, ki ga proizvaja Helios (HELIOS KEMOSTIK, 2021). Pred lepljenjem smo odprli okna, saj se med lepljenjem sproščajo škodljivi hlapi in je potrebno dobro zračenje. Najprej smo preverili prileganje stranic. Malo je bilo potrebno obrusiti vogale na robovih, ki so se prilegali ob dno. Pri upogibanju namreč nastajajo majhne zaokrožitve. Za podlago smo na mizo položili debelejšo PVC folijo za spiralno vezavo. Na njo smo položili stranico in namestili del makete z upogibi. Stranico smo prilepili na vogalih z majhnimi kapljicami sekundnega lepila. Nato smo maketo dvignili in po celotnem notranjem robu nanесли sekundno lepilo.

#### **2.4.2 Sistem za kroženje vode v maketi bazena**

Stalno kroženje vode med segrevanjem v maketi bazena smo dosegli z uporabo črpalke. Uporabili smo črpalko za brizganje vode na vetrobransko steklo vozila Kia Pride. Za delovanje potrebuje enosmerno napetost 12 V. Hitrost delovanja črpalke smo krmilili z elektronskim sklopom, ki omogoča spreminjanje hitrosti vrtenja enosmernih elektromotorjev (dobavljeno s Kitajske preko spletne trgovine Wish). V izvrtino na stranici makete bazena smo vstavili originalno gumijasto tesnilo. Vanj smo namestili nastavek črpalke. Odvodno cev iz črpalke smo

speljali na daljšo stranico makete. Luknjico za cev smo zvrtili 20 mm pod zgornjim robom in 215 mm od roba stranice s črpalko (slika 6).



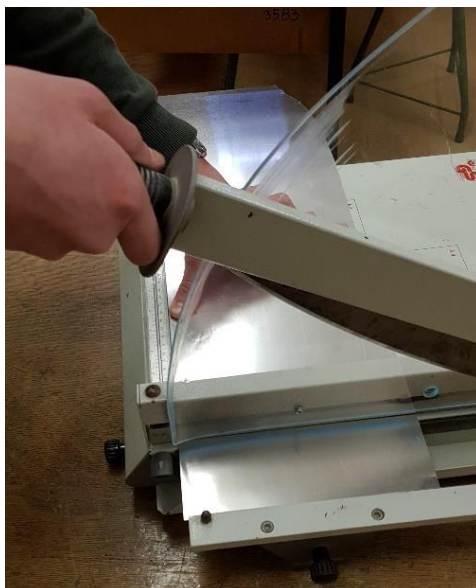
*Slika 6 Nameščanje obtočne črpalke (vir: lasten)*

#### **2.4.3 Izdelava solarnih ogrevalnih panelov (ploščic)**

Za izdelavo solarnih ogrevalnih ploščic smo uporabili gladko in reliefno aluminijasto pločevino debeline 0,5 mm. Dolžino in širino posameznega elementa smo načrtovali tako, da bi bilo možno tudi plošče v naravni velikosti enostavno nameščati v bazen in jih pospravljati. Predvidevali smo, da bi bile ustrezne plošče z dimenzijami 1500 mm krat 600 mm. Za preizkuse v maketi bazena smo velikost zmanjšali za 10 krat: 150 mm krat 60 mm (priloga 2).

Izdelali smo po 6 enakih, ravnih ploščic iz gladke in reliefne aluminijaste pločevine. Tretja vrsta ogrevalnih ploščic je bila z žagastim profilom. Izdelali smo jih iz pločevine z dimenzijami 200 mm x 60 mm. Pločevino smo razrezali z vzvodnimi škarjami za papir, karton in lepenko (slika 7).





*Slika 7 Striženje pločevine z vzvodnimi škarjami (vir: lasten)*

Za izdelavo pregibov na ploščici z žagastim profilom smo v šolski delavnici izdelali enostavno pripravo (priloga 3). Uporabili smo dve letvi iz trdega lesa (bukev) z debelino 10 mm. Med 200 mm dolgi letvi smo namestili distančni aluminijasti trak z dolžino 60 mm in širino 10 mm. Letvi s trakom v sredini smo spojili z žeblički. Ta del priprave smo vpeli v primež. Med preostali del letvic smo namestili pločevino, ki smo jo želeli preoblikovati v žagasti profil. Prosti konec letvic smo stisnili z majhno mizarsko spono. Pločevino smo enostavno prepogibali brez merjenja in zarisovanja, saj so širino pregibov določale debeline letvic (slika 8).



*Slika 8 Izdelava solarnih ploščic z žagastim profilom (vir: lasten)*

Solarne ploščice bi naj vpile čim več energije Sonca (Wagner & Co Solarni sistemi, 2021). Iz literature o sončnih kolektorjih je razvidno, da so najprimernejše temne mat površine. Zato smo ploščice pobarvali s črno mat barvo v spreju. Delo smo opravili na dvorišču. Ploščice smo razmestili na večji kos valovite lepenke. Dozo z barvo smo po navodilih temeljito pretresli. Barvo smo nanašali v tankih slojih s pršenjem z razdalje približno 30 cm. Barva je bila suha na otip po približno pol ure (slika 9).



*Slika 9 Barvanje solarnih ploščic s črno mat barvo (vir: lasten)*

#### **2.4.4 Izdelava in namestitvev stiropornih plovcev na solarne ploščice**

Aluminij ima večjo gostoto kot voda, zato bi solarni ogrevalni paneli potonili. Želeli smo, da ravne plošče ostanejo na gladini vode, plošče z žagastim profilom pa da so do polovice profila v vodi. Težo ploščic je moral premagovati vzgon. Za povečanje vzgona smo uporabili podolgovate letvice iz stiropora, ki smo jih prilepili na obeh koncih solarnih ploščic (slika 10).



*Slika 10 Lepljenje stiropornih ploščic (vir: lasten)*

Odločili smo se, da bodo imeli plovci iz stiropora obliko kvadra z dolžino, ki bo enaka širini aluminijastih ploščic (60 mm). Širino kvadrov smo določili 5 mm, da ne bi prekrivali prevelike površine aluminijastih ogrevalnih ploščic. Višino kvadrov smo izračunali glede na potreben vzgon.

Težo solarnih ploščic smo izračunali po enačbi (enačba 1) z uporabo podatkov o masi ni gravitacijskem pospešku. Maso smo izmerili s tehtanjem. Masi gladkih in reliefnih ploščic sta enaki, masa ploščic z žagastim profilom pa je večja.

$$m_1 = 13 \text{ g} = 0,013 \text{ kg}$$

$$m_2 = 17 \text{ g} = 0,017 \text{ kg}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_g = m \cdot g$$

$$F_{g1} = m_1 \cdot g = 0,013 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,13 \text{ N}$$

$$F_{g2} = m_2 \cdot g = 0,017 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,17 \text{ N}$$

Ker smo želeli, da ravne ploščice ostanejo na gladini vode – izven vode, nismo računali vzgona ploščic iz aluminija. Stiroporni kvadri bi tako morali ustvarjati vzgon, ki bi bil nasprotno enak teži solarnih panelov. Ker gre pri našem modelu za majhne koščke stiropora, smo tudi težo stiropora zanemarili.

Prostornino kvadra izračunamo po enačbi:

$$V = d \cdot \check{s} \cdot v$$

Dolžino (6 cm) in širino (0,5 cm) smo določili, izračunati smo morali le še višino.

Višini stiropornih kvaderčkov smo izračunali po izpeljavi iz enačbe 2.

$$F_{vzg} = \sigma \cdot V$$

$$V_s = \frac{F_{vzg}}{\sigma_v}$$

$$d \cdot \check{s} \cdot v = \frac{F_{vzg}}{\sigma}$$

$$v = \frac{F_{vzg}}{\sigma \cdot d \cdot \check{s}}$$

$$v_1 = \frac{0,13 \text{ N}}{0,01 \frac{\text{N}}{\text{cm}^3} \cdot 6 \text{ cm} \cdot 0,5 \text{ cm}} = 4,3 \text{ cm}$$

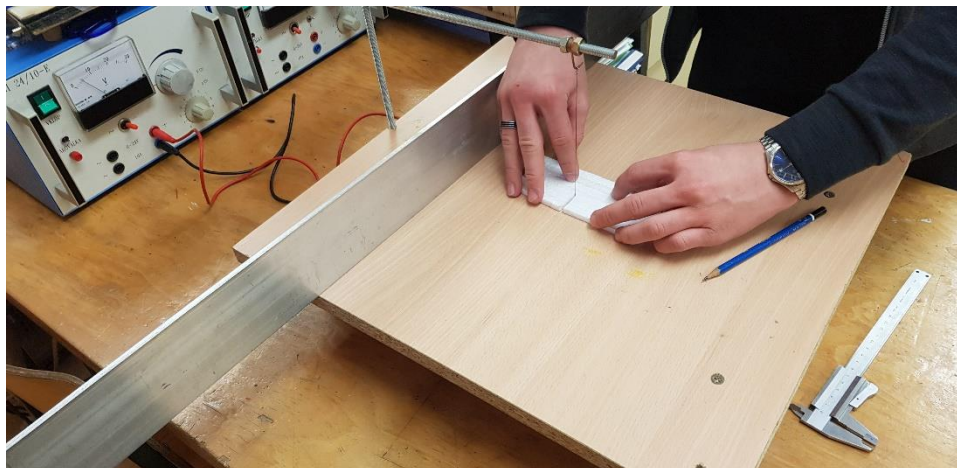
$$v_2 = \frac{0,17 \text{ N}}{0,01 \frac{\text{N}}{\text{cm}^3} \cdot 6 \text{ cm} \cdot 0,5 \text{ cm}} = 5,7 \text{ cm}$$

Ker bomo na solarne ploščice pritrdili na vsak konec po en kvaderček iz stiropora, bo višina vsakega enaka  $\frac{1}{2}$  skupne višine. Na ravne plošče moramo prilepiti kvaderčka z merami 60 mm x 5 mm x 22 mm, na plošče z žagastim profilom pa 60 mm x 5 mm x 29 mm (slika 11).



Slika 11 Merjenje stiropornih ploščic med izdelavo (vir: lasten)

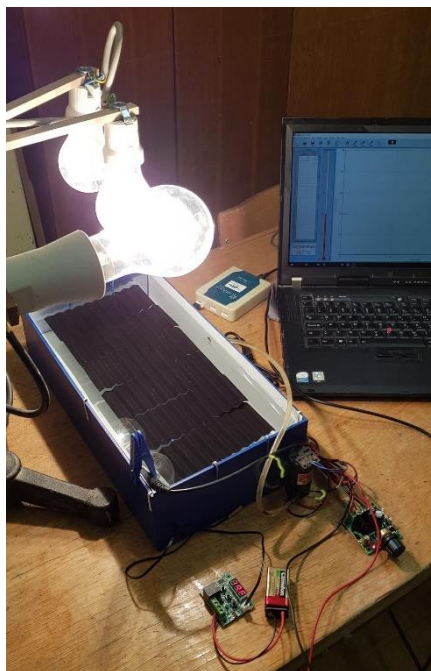
Stiropor smo razrezali z rezalnikom z vročo žičko, ki deluje na napetost 4 V (slika 12). Prilepili smo ga na spodnjo stran pločevine z lepilom UHU® POR. Lepilo je potrebno nanesti v tankem sloju na oba dela, ki ju želimo zalepiti. Približno 10 min. po nanosu lepila, smo dela stisnili in zalepili (slika 10).



*Slika 12 Rezanje stiropornih ploščic (vir: lasten)*

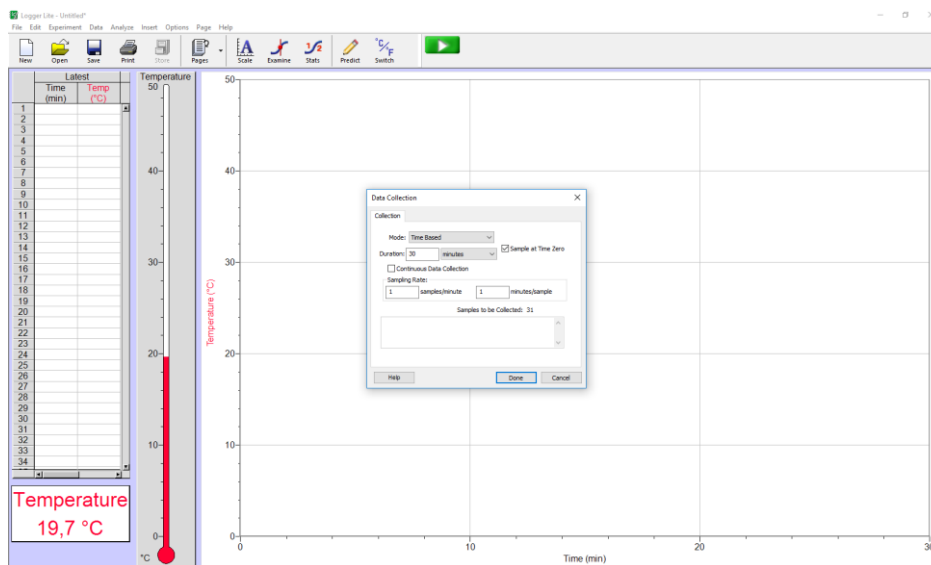
## **2.5 Merjenje učinkovitosti segrevanja vode s solarnimi paneli**

Za posnemanje ogrevanja bazenske vode s solarnimi paneli smo uporabili kot vir svetlobe in toplote 3 žarnice z žarilno nitko, 2 z močjo po 150 W in eno z močjo 300 W. Žarnice smo namestili na stojalo na višini 350 mm tako, da so svetile približno pravokotno na gladino vode v maketi bazena. Ob bazen smo na zunanji strani namestili senzor za elektronsko merjenje temperature zraka med eksperimentom. Senzor smo dodatno zaščitili pred direktnim sevanjem s kosom stiropora. Ugotovili smo, da so žarnice nameščene dovolj visoko in da je vpliv direktnega segrevanja s toploto, ki jo oddajajo žarnice, minimalen. Na ta način smo zagotovili približno enake pogoje, kot so pri segrevanju z radiacijo Sonca (slika 13).



Slika 13 Izvajanje meritev (vir: lasten)

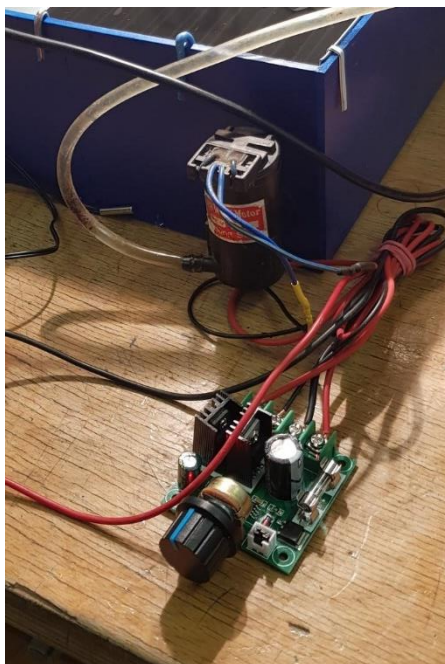
Maketa ima prostornino  $8 \text{ dm}^3$ , kar je enako 8 litrov. Vanjo smo nalili 7 litrov vode. Ob rob smo v vodo namestili temperaturni senzor za računalniški vmesnik Vernier Lab Quest Mini. Vmesnik smo povezali z računalnikom. V aplikaciji za merjenje temperature Logger Lite smo nastavili parametre meritev: neodvisno veličino - čas, odvisno veličino – temperatura in interval meritev – 1 meritev na minuto. Aplikacija prikazuje temperaturo v izbranih intervalih in sprti riše graf spreminjanja temperature glede na čas segrevanja (slika 14).



Slika 14 Spremljanje spreminjanja temperature med segrevanjem z aplikacijo Logger Lite (vir: lasten)



Na gladino vode v maketi bazena smo previdno nameščali solarne ploščice. Vključili smo črpalko za kroženje vode. Z regulatorjem za spreminjanje hitrosti vrtenja enosmernega elektromotorja smo izbrali ustrezen pretok, da ni voda brizgala preko robov bazena. Enak pretok smo uporabili pri vseh meritvah (slika 15).



*Slika 15 Z elektronskim regulatorjem smo spreminjali hitrost vrtenja motorja črpalke in s tem pretok vode (vir: lasten)*

Z vsakim tipom solarnih ploščic je potekalo segrevanje vode 30 min. Po vsaki meritvi smo vodo ponovno ohladili na začetno temperaturo.

### 3 REZULTATI

Z meritvami spreminjanja temperature vode v maketi bazena smo ugotavljali učinkovitost segrevanja vode z uporabo črno pobarvanih ploščic iz aluminija.

Meritve smo izvajali ob približno enaki temperaturi zraka v učilnici, ki je znašala med 19,5 in 21,5 °C. Pred začetkom segrevanja vode smo poskrbeli, da je bila vsakič začetna temperatura približno enaka (odstopanje 0,1 °C). Segrevanje je v vsakem primeru trajalo po 30 minut. Rezultate meritev za ploščice, nameščene na gladino vode, smo prikazali v tabeli (tabela 3).

*Tabela 3 Spreminjanje temperature vode v maketi bazena pri segrevanju z različno oblikovanimi solarnimi ploščicami*

| Oblika ogrevalnih ploščic | Začetna temperatura (°C) | Končna temperatura (°C) | Sprememba temperature (°C) | Sprememba temperature na minuto (°C/min) |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------------|
| gladka                    | 19,6                     | 22,0                    | 2,4                        | 0,08                                     |
| reliefna                  | 19,7                     | 22,2                    | 2,5                        | 0,083                                    |
| žagasta                   | 19,7                     | 22,5                    | 2,8                        | 0,093                                    |
| *brez ploščice*           | 19,7                     | 21,5                    | 1,8                        | 0,06                                     |

S ploščicami z žagastim profilom, ki so bile najbolj učinkovite pri segrevanju nad gladino vode, smo nadaljevali poskuse tako, da smo jih nameščali pod gladino na različne globine. Tudi v tem primeru smo spremljali spremembe temperature vode in rezultate meritev prikazali v tabeli (tabela 4).

*Tabela 4 Spremembe temperature vode v maketi bazena pri segrevanju z žagastimi ploščicami, potopljenimi na različne globine*

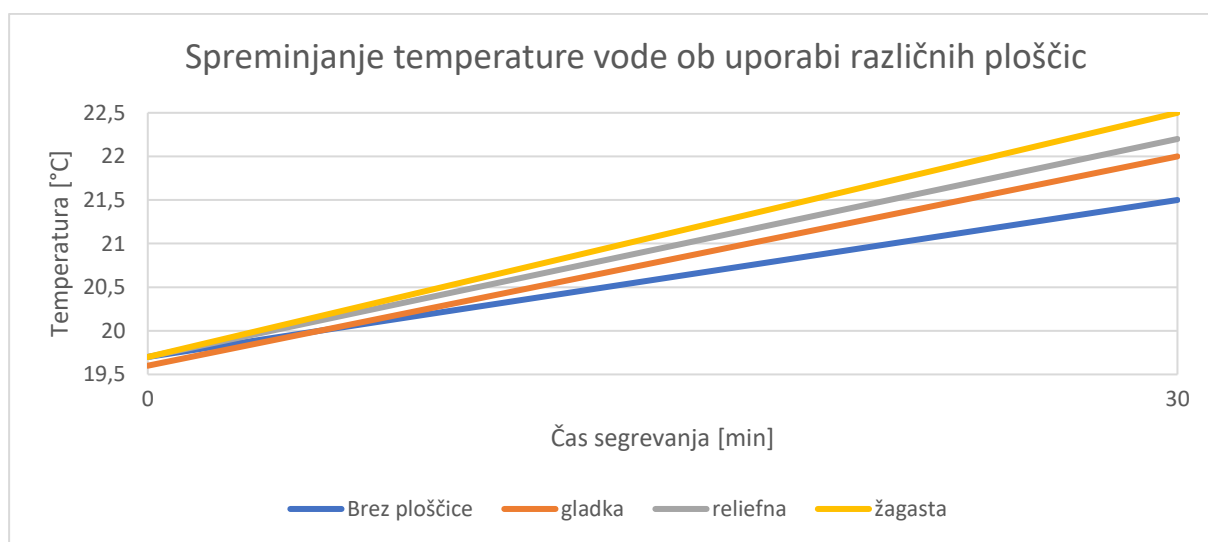
| Globina          | Sprememba temperature [°C] |
|------------------|----------------------------|
| Na gladini       | 2,8                        |
| Tik pod gladino  | 2,7                        |
| 5 cm pod gladino | 2,6                        |
| Na dnu           | 2,6                        |



## 4 RAZPRAVA, INTERPRETACIJA REZULTATOV

Pri izvedbi poskusa smo izločili določene dejavnike iz naravnega okolja, kot je količina toplote, ki bi jo v pravem bazenu prejela voda iz okolice. Prav tako pri eksperimentu ni primerjave s količino prejetega sevanja z žarnicami glede na segrevanje s Soncem. V eksperimentu gre le za to, da primerjamo učinkovitost segrevanja vode s počrnjenimi aluminijastimi ploščami glede na obliko in lego na gladini ali potopljenih v različne globine. Verjetno bi pri segrevanju s Soncem ostala razmerja približno enaka, vendar tega nismo preverili.

Rezultate meritev segrevanja vode v maketi bazena brez in z uporabo solarnih ploščic na gladini bazena smo prikazali z grafom (graf 1).

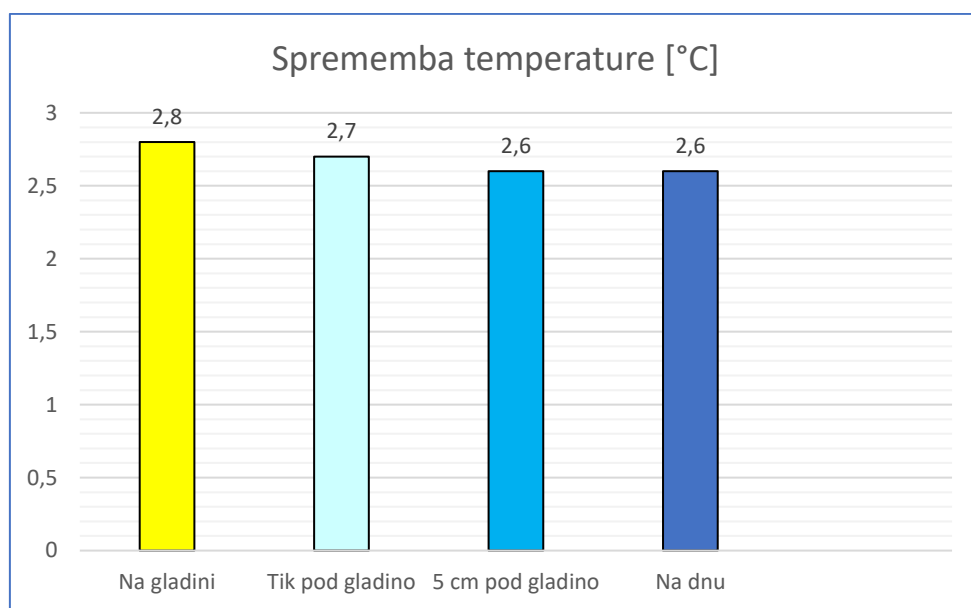


Graf 1 Prikaz spreminjanja temperature vode v maketi bazena s solarnimi ploščicami na gladini vode

Iz podatkov je razvidno, da so ploščice vodo segrevale različno hitro. V 30 min. so vodo najbolj segrele ploščice z žagastim profilom, najmanj pa gladke. Vse opisane oblike ploščic so vodo segrevale učinkoviteje, kot način neposrednega segrevanja.

Pri segrevanju vode s ploščicami z žagastim profilom, potopljenimi na različnih globinah, smo opazili, da se je voda segrevala počasneje, kot takrat, ko so bile ploščice nad gladino. Iz začetne temperature (19,7 °C) in končne temperature, smo za vsako globino izračunali spremembo temperature. Ko so bile ploščice potopljene na dno makete bazena so vodo segrele do 22,3 °C. Isti rezultat smo dosegli pri segrevanju s ploščicami, potopljenimi 5 cm pod vodno gladino. Pri obeh globinah je bila sprememba temperature 2,6 °C, kar je za 0,2 °C, oziroma za 7%, slabše

od segrevanja pri namestitvi nad vodno gladino. Ko so bile ploščice potopljene tik pod vodno gladino, ki so vodo segrele do 22,4 °C, kar je za 0,1 °C slabše kot pri segrevanju nad vodno gladino. Spremembe temperature vode pri segrevanju s solarnimi ploščicami na različnih globinah, smo prikazali v grafikonu (graf 2).



*Graf 2 Prikaz sprememb temperature vode v maketi bazena pri segrevanju s ploščicami z žagastim profilom, potopljenimi na različne globine*

Ob analizi rezultatov smo prišli do zaključka, da bi bilo najbolj smiselno ogrevanje s počrnjenimi ploščami, nameščenimi na gladino vode. Pri potopljenih ploščah pride po vsej verjetnosti do manjše učinkovitosti zaradi odboja svetlobe od gladine vode.

V pravem bazenu bi morale plošče segreti 1000-krat več vode, oziroma toploto predati 100-krat večji površini, torej bi segrevanje pravega bazena vzelo 10-krat več časa. Naš najučinkovitejši način segrevanja z žagastimi ploščicami bi potreboval 300 minut oziroma 5 ur, da bi vodo v pravem bazenu segrel od 19,7 °C do 22,5 °C, medtem ko bi z gladkimi ploščicami potrebovali 5 ur za segrevanje iste količine vode do 22,1 °C. Žagaste ploščice so vodo segrele 1,6-krat hitreje kot je neposredno segrevanje s Soncem.

Pridobili smo tudi cene aluminijaste pločevine in ugotovili, da stroški za plošče v dejanski velikosti ne bi presegali 150 €. Dodati bi še morali stroške za barvo, stiropor, delo ... Vsekakor pa bi bil takšen način dogrevanja vode v bazenu učinkovit in razmeroma poceni. Tudi ob večletni uporabi, ne bi nastajali dodatni stroški.

## **5 ZAKLJUČEK / SKLEPI**

Ob izvedenih poskusih smo ugotovili, da poteka segrevanje vode z uporabo počrnjenih pločevinastih ploščic hitreje, kot neposredno segrevanje s sončno energijo. V našem primeru je bilo najučinkovitejše segrevanje z žagasto oblikovano pločevino. Razlika med hitrostjo segrevanja z gladko pločevino in reliefno pločevino, ki je rahlo bolj gubasta od gladke, je zelo majhna. S tem smo potrdili hipotezo, da je segrevanje s črno obarvanimi ploščicami učinkovitejše kot segrevanje brez njih, hkrati pa tudi hipotezo o odvisnosti hitrosti segrevanja glede na obliko ploščic.

Pri segrevanju vode s ploščicami z žagastim profilom, potopljenimi na različne globine, smo ugotovili, da segrevanje ni učinkovitejše od segrevanja s ploščicami, ki so bile nameščene na vodno gladino. S tem smo zavrnili našo tretjo hipotezo. S potrditvijo prvih dveh hipotez smo tudi odgovorili na naše raziskovalno vprašanje: hitrost segrevanja vode se je glede na obliko ploščic spreminjala.

Namen naloge smo dosegli z odgovori na zastavljena vprašanja ob začetku naloge.

Ob bežnem primerjanju cen za izdelavo solarnih plošč za dogrevanje bazenske vode in toplotnih črpalk, ki potrebujejo za delovanje električno energijo in dodatno vzdrževanje, smo prepričani, da bi bil sistem, ki smo ga preučevali, ugodnejši.

## **DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Z raziskovalno nalogo smo dokazali, da lahko ogrevamo vodo v bazenu s pomočjo alternativnih virov energije. S tem zmanjšamo porabo elektrike in izkazujemo skrb in družbeno odgovornost za ohranjanje narave.

## BIBLIOGRAFIJA

*ARSO METEO.* (14.. 10. 2020). Pridobljeno iz Arhiv - dnevni podatki za izbrano obdobje:

<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdIJnOn0UQQdSf;>

*Conrad.* (23.. 2. 2021). Pridobljeno iz Uporovna žica Isachrom 5.65 Ohm/m:

<https://www.conrad.si/p/uporovna-zica-isachrom-565-ohmm-1-kos-421201>

*HELIOS KEMOSTIK.* (5.. 3. 2021). Pridobljeno iz Sekundna lepila:

<https://www.kemostik.com/neostik-si/sekundna-lepila/>

*Multivario.* (23.. 2. 2020). Pridobljeno iz Penjene PVC plošče Multiexsel:

<https://www.multivario.si/izdelek/penjene-pvc-plosce-multiexsel/>

*SPLETNA TRGOVINA BAUHAUS.* (2.. 10. 2020). Pridobljeno iz MONTAŽNI BAZEN INTEX PRISM

QUADRA (D 400 X Š 200 X V 100 CM, FILTER ČRPALKA 2.006 L/H, Z LESTVIJO):

<https://www.bauhaus.si/catalog/product/view/id/23276/s/montazni-bazen-intex-prism-quadra-d-400-x-s-200-x-v-100-cm-filter-crpalka-2-006-l-h-z-lestvijo/category/700/>

*Wagner & Co Solarni sistemi.* (5.. 3. 2021). Pridobljeno iz EURO C20 AR ploščati sončni

kolektor, Alu: [http://solarni-sistemi-](http://solarni-sistemi-wagner.si/soncna_energija/solarno_ogrevanje_in_topla_voda/soncni_kolektorji/262/euro_c20_ar_ploscati_soncni_kolektor_alu/)

[wagner.si/soncna\\_energija/solarno\\_ogrevanje\\_in\\_topla\\_voda/soncni\\_kolektorji/262/euro\\_c20\\_ar\\_ploscati\\_soncni\\_kolektor\\_alu/](http://solarni-sistemi-wagner.si/soncna_energija/solarno_ogrevanje_in_topla_voda/soncni_kolektorji/262/euro_c20_ar_ploscati_soncni_kolektor_alu/)

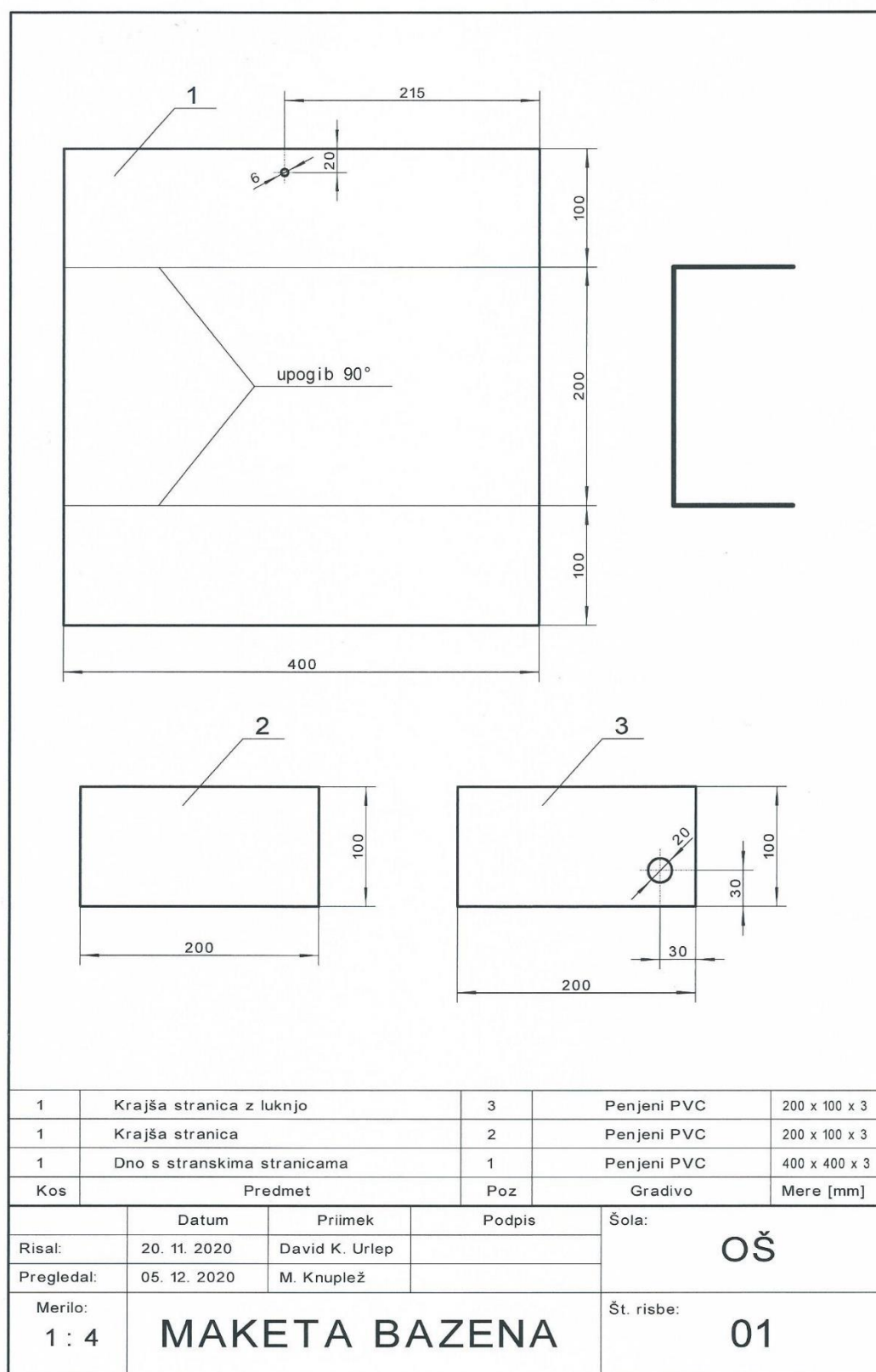
## **PRILOGE**

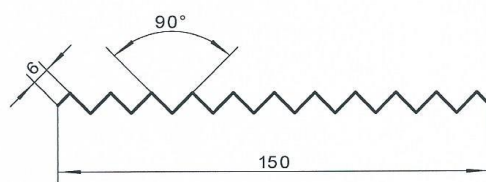
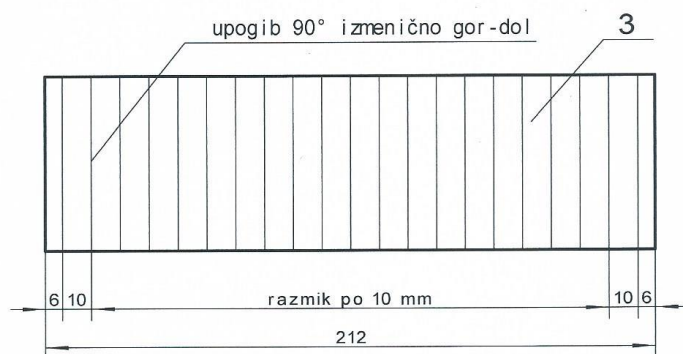
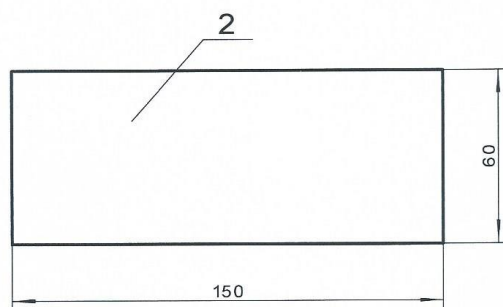
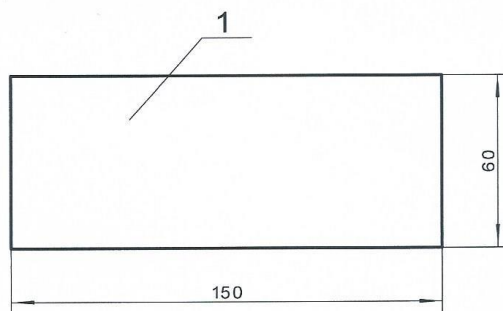
Priloga 1: Načrti za maketo bazena, solarne panele in stiroporne plovce.

Priloga 2: Tabele in grafi meritev učinkovitosti segrevanja vode brez, z gladkimi, z reliefnimi in z žagastimi ploščicami.

Priloga 3: Tabele in grafi meritev učinkovitosti segrevanja vode v različno globino potopljenih žagastih ploščic.

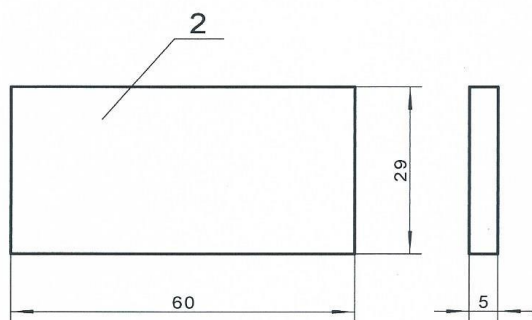
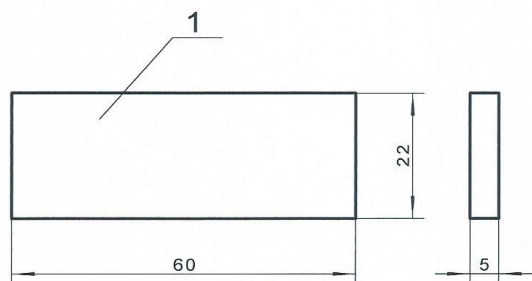
Priloga 1: Načrti za maketo bazena, solarne panele in stiroporne plovce





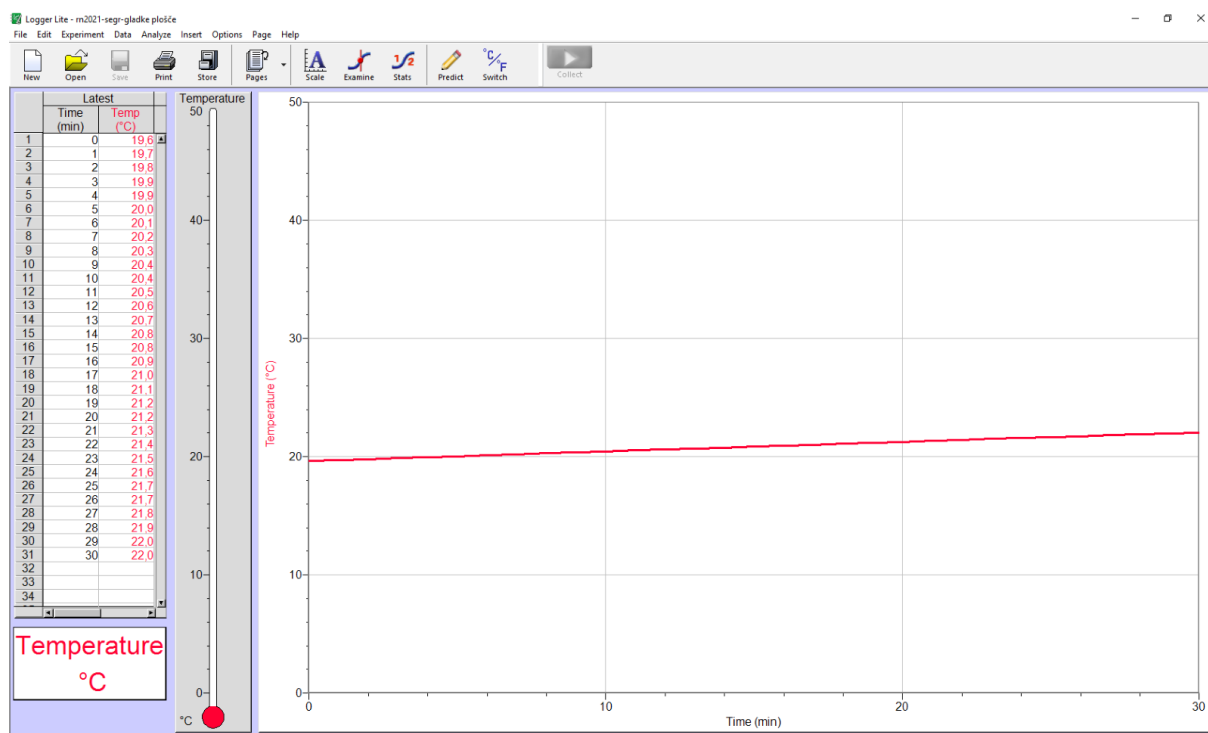
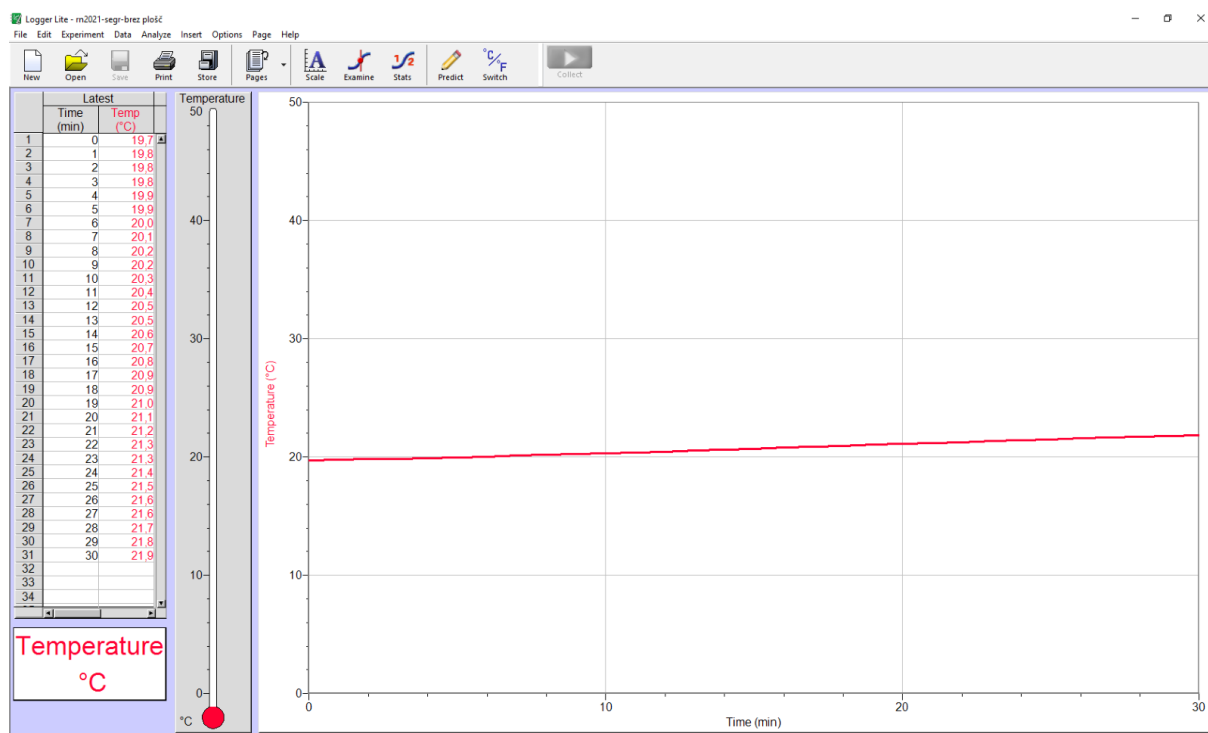
|                  |                           |                |                       |                |                             |
|------------------|---------------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|
| 6                | Panel z žagastim profilom | 3              | Gladka Al pločevina   | 212 x 60 x 0,5 |                             |
| 6                | Reliefni panel            | 2              | Reliefna Al pločevina | 150 x 60 x 0,5 |                             |
| 6                | Gladek panel              | 1              | Gladka Al pločevina   | 150 x 60 x 0,5 |                             |
| Kos              | Predmet                   |                | Poz                   | Gradivo        | Mere [mm]                   |
|                  |                           | Datum          | Priimek               | Podpis         | Šola:<br><br><b>OŠ</b>      |
| Risal:           |                           | 08. 12. 2020   | David K. Urlep        |                |                             |
| Pregledal:       |                           | 15. 12. 2020   | M. Knuplež            |                |                             |
| Merilo:<br>1 : 2 |                           | SOLARNI PANELI |                       |                | Št. risbe:<br><br><b>02</b> |

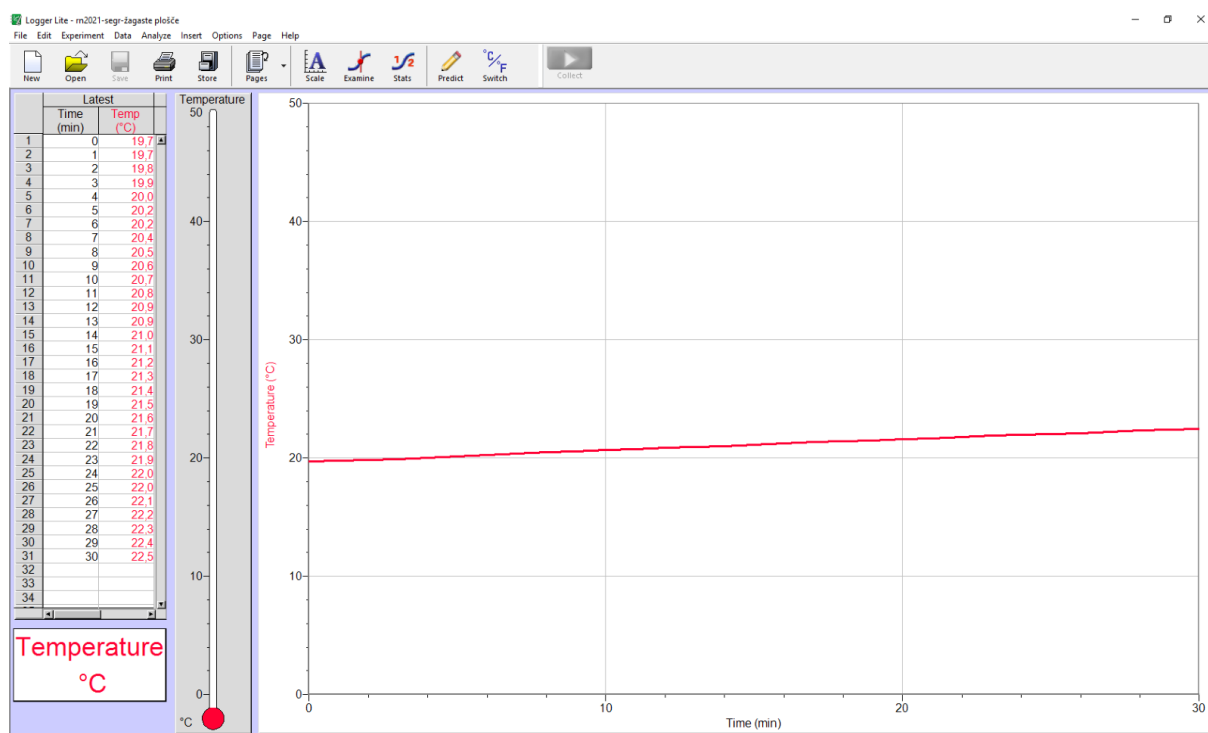
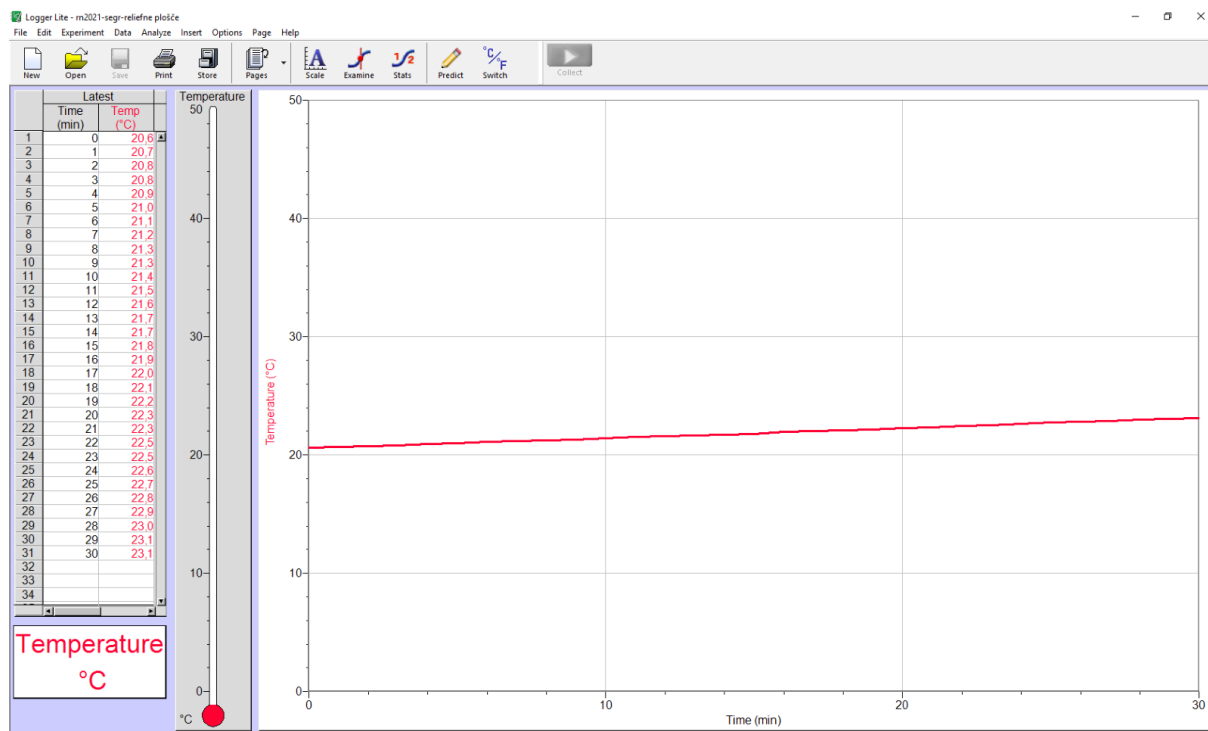




|                  |                                  |                |          |                         |
|------------------|----------------------------------|----------------|----------|-------------------------|
| 12               | Plovec za žagaste solarne panele | 2              | Stiropor | 60 x 29 x 5             |
| 24               | Plovec za ravne solarne panele   | 1              | Stiropor | 60 x 22 x 5             |
| Kos              | Predmet                          | Poz            | Gradivo  | Mere [mm]               |
|                  | Datum                            | Priimek        | Podpis   | Šola:<br><b>OŠ</b>      |
| Risal:           | 20. 11. 2020                     | David K. Urlep |          |                         |
| Pregledal:       | 05. 12. 2020                     | M. Knuplež     |          |                         |
| Merilo:<br>1 : 1 | <b>STIROPORNI PLOVCI</b>         |                |          | Št. risbe:<br><b>03</b> |

Priloga 2: Tabele in grafi meritev učinkovitosti segrevanja vode brez, z gladkimi, z reliefnimi in z žagastimi ploščicami.





Priloga 3: Tabele in grafi meritev spremembe temperature vode pri segrevanju z različno globoko potopljenimi žagastimi ploščicami.

