

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

# **Možnost uporabe starega tekstila iz bombaža kot topotvnega izolatorja**

Raziskovalna naloga – področje tehnika

Avtorce:

Sara Hrastnik, Neža Mikic, Špela Pahor

Mentor:

Boštjan Štih, prof. bio. in kem.

Lektorica:

Mateja Hrastnik, prof. slj. in zgo.

Osnovna šola Hudinja, marec 2019

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

# **Možnost uporabe starega tekstila iz bombaža kot topotvnega izolatorja**

Raziskovalna naloga – področje tehnika

Avtorce:

Sara Hrastnik, Neža Mikic, Špela Pahor

Mentor:

Boštjan Štih, prof. bio. in kem.

Lektorica:

Mateja Hrastnik, prof. slj. in zgo.

Osnovna šola Hudinja, marec 2019

# Vsebina

<b>Vsebina .....</b>	<b>2</b>
<b>Kazalo slik.....</b>	<b>3</b>
<b>Kazalo grafikonov.....</b>	<b>3</b>
<b>Povzetek.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Uvod.....</b>	<b>5</b>
1.1 Teoretske osnove .....	5
1.1.1 Toplotno izolacijski materiali .....	5
1.1.2 Impregnacija izolacije.....	6
1.1.3 Toplotni tok.....	7
1.2 Opis raziskovalnega problema .....	8
1.3 Hipoteze.....	8
1.4 Raziskovalne metode.....	9
1.4.1 Priprava tekstila.....	9
1.4.2 Merjenje temperature vode .....	10
1.4.3 Ugotavljanje izolativnih lastnosti polistirena .....	11
1.4.4 Ugotavljanje izolativnih lastnosti bombaža.....	12
1.4.5 Vpliv načina tkanja bombažne tkanine na njene izolativne lastnosti .....	12
1.4.6 Vpliv razcefranosti bombažne tkanine na njene izolativne lastnosti.....	13
1.4.7 Kemična obdelava bombažne tkanine proti gorljivosti.....	13
1.4.8 Določanje toplotnega toka.....	13
<b>2 Osrednji del.....</b>	<b>14</b>
2.1 Opis raziskovalnih rezultatov .....	14
2.1.1 Primerjava izolativnih lastnosti bombaža in polistirena.....	14
2.1.2 Vpliv debeline bombažnega ovoja na izolativne lastnosti.....	15
2.1.3 Vpliv načina tkanja bombažne tkanine na njene izolativne lastnosti .....	16
2.1.4 Vpliv razcefranosti bombažne tkanine na njene izolativne lastnosti.....	17
2.1.5 Vpliv obdelave tkanine z natrijevim hidrogenkarbonatom na gorljivost.....	18
2.1.6 Vpliv obdelave tkanine z borovo kislino na gorljivost.....	19
2.2 Diskusija .....	20
<b>3 Zaključek.....</b>	<b>23</b>
<b>4 Viri.....</b>	<b>24</b>

## **Kazalo slik**

Slika 1: Bombažni trakovi laboratorijske halje.....	10
Slika 2: Trakovi brisače iz frotirja .....	10
Slika 3: Razcefrana tkanina stare brisače .....	10
Slika 4: Ročni cefralnik .....	10
Slika 5: Testna steklena posoda s senzorjem .....	11
Slika 6: Delovno okno programa Logger Lite .....	12
Slika 7: Ugotavljanje izolativnih lastnosti polistirena .....	12
Slika 8: Ugotavljanje izolativnih lastnosti trakov platna bombažne halje .....	13
Slika 9: Rezultati testa gorljivosti bombažne tkanine, obdelane s 5%, 10% in 20% raztopino natrijevega hidrogenkarbonata .....	19
Slika 10: Rezultati testa gorljivosti bombažne tkanine, obdelane s 5%, 10% in 20% raztopino borove kisline .....	20

## **Kazalo grafikonov**

Grafikon 1: Primerjava temperaturnih krivulj ohlajanja vode brez izolacije ter pri 4 cm izolaciji iz bombažne tkanine in polistirena .....	14
Grafikon 2: Primerjava temperaturnih krivulj ohlajanja vode brez izolacije ter pri 4 cm izolaciji iz polistirena ter izolaciji iz bombažne tkanine, debeline 2 cm, 4 cm, 10 cm in 15 cm .....	15
Grafikon 3: Primerjava temperaturnih krivulj ohlajanja vode brez izolacije ter pri 2 cm izolaciji bombažnega platna in frotirja .....	16
Grafikon 4: Primerjava temperaturnih krivulj ohlajanja vode brez izolacije ter pri 4 cm izolaciji iz nerazcefranega in razcefranega frotirja .....	17

## **Povzetek**

Živimo v času, ko se na eni strani soočamo z vedno večjo porabo energije, na drugi strani pa je tradicionalnih virov kot so fosilna goriva, vedno manj. V naši raziskovalni nalogi smo se spraševale, ali lahko tradicionalen topotno-izolativen material kot je npr. polistiren, zamenjamo z izolacijo iz odpadnega tekstila iz bombaža.

Ugotovile smo, da je bombažna tkanina dober topotni izolator, ki lahko ob primerni obdelavi uporabimo za izolacijo. Takšen izolativen ovoj bi moral biti debelejši od ovoja iz polistirena, če želimo doseči enak topotno-izolativni učinek. Z impregnacijo z raztopino borove kisline ali natrijevega hidrogenkarbonata pa lahko zmanjšamo gorljivost bombažne tkanine.

Podatke smo pridobile z merjenjem in eksperimentiranjem ter jih primerjale z že znanimi iz literature.

# **1 Uvod**

## **1.1 Teoretske osnove**

Sodobni trendi kažejo, da graditelji ne želijo le zmanjšati rabe energije v zgradbi, temveč želijo tudi vgrajevati okolju prijazne materiale. Tako so na trgu na voljo različni topotnoizolacijski materiali iz bolj ali manj naravnih surovin in recikliranih izdelkov.

Pri teh je poleg nekaterih izpostavljenih okoljevarstvenih prednosti treba vzeti v zakup tudi določene pomanjkljivosti v primerjavi s klasičnimi materiali. Topotna izolacija iz celuloze, starega papirja, lesnih odpadkov, ekspandirane gline, perlita, vermiculita, trstike, lanu, slame, kokosa, plute, bombaža ali ovčje volne ima v povprečju nekoliko slabšo topotno prevodnost. Prav tako še ni zanesljivih podatkov o trajnosti teh materialov. Pri nekaterih, posebno organskih materialih, so potrebni dodatki za izboljšanje protipožarne odpornosti, vendar kljub temu ne dosegajo protipožarne odpornosti klasičnih izolacijskih materialov. Praviloma je cena alternativnih materialov višja kot uveljavljenih izdelkov.

### **1.1.1 Topotno izolacijski materiali**

Izolacija iz mineralnih vlaken (kamena in steklena volna) je kemijsko nevtralna, ne trojni, se ne stara, obstojna je pri visokih temperaturah. Kameni volni proizvajajo iz bazalta in diabaza z dodanim koksom pri temperaturi taljenja okoli 1600 °C, steklena volna nastaja pretežno iz kremenčevega peska z možnostjo dodajanja recikliranega stekla v elektropečeh pri temperaturi okoli 1350 °C. Z razpihavanjem nastajajo vlakna, ki jih povežejo z dodanjem veziva. V tej fazi dobi mineralna volna značilno barvo, steklena volna je rumena, kamena volna pa je sivozelena. Mineralno volno proizvajajo v obliki plošč, v zvitkih, jo kaširajo na različne nosilce (stekleni voal, lepenka, aluminijkska folija). Topotna prevodnost mineralne volne je dobra, v območju med 0,03 in 0,045 W/mK, kar jo uvršča med najboljše topotne izolatorje.

Ekspandirani polistiren ima toplotno prevodnost med 0,035 in 0,04 W/mK. Pravilno vgrajen je obstojen material, nestrupen, odporen na anorganske kisline in soli, ne pa na organska topila ter na UV-sevanje in na temperature preko 80 °C. Dodatki mu zmanjšujejo gorljivost, tako da se plamen po njem ne širi. Sveže izdelan material je dimenzijsko nestabilen in mora pred uporabo odležati.

(Malovrh, et al., 1999)<sup>3</sup>

### **1.1.1.1 Bombaž**

Bombaž je v vlogi toplotnoizolacijskega materiala na tržišču šele nekaj let. Je dober toplotni izolator in cenovno dosegljiv. Za izboljšanje protipožarne odpornosti mu dodajajo borove soli. Tradicijo uporabe ima v Pakistanu in Egiptu, kjer je material poceni in dostopen. Bombaž je praviloma obdelan s pesticidi, kar je z vidika okoljske prijaznosti nezaželeno. Materialom iz organskih naravnih vlaken živalskega ali rastlinskega izvora dodajajo biocide za zaščito pred mrčesom, kar lahko pri občutljivih ljudeh sproži alergije. Zaradi omenjenih dodatkov ti materiali niso primerni za kompostiranje. Tudi naravna organska vlakna lahko, tako kot mineralna, prodirajo v pljuča in škodujejo zdravju, vendar zaradi omejenega obsega uporabe organskih vlknastih materialov še nimamo ustreznih podatkov o posledicah. (Dnevnik, 2016)<sup>1</sup>

### **1.1.2 Impregnacija izolacije**

Borova kislina se uporablja za impregnacijo lesa in izolacijskih materialov. Kot dodatek pri obdelavi lesa, plastike, opeke, cevi in žic v gradbeništvu, bor ščiti izdelke pred insekti, gnilobo, trohnenjem, vlago, nastanjem gob in plesni. Zavira tudi kemični proces, ki nastane pri gorenju materiala. Bor je torej naš vsakdanji sopotnik, saj ga najdemo v večini materialov, prav tako pa tudi v sredstvih za osebno higieno, kozmetičnih preparatih, zdravilih, ipd. Borove soli se v vodi topijo. Se ne vpijajo v zdravo kožo odraslih ljudi, lahko pa so vpojne preko želodčno črevesnega trakta, sluznice in površinskih ran. S primernim ovojem pri

---

<sup>3</sup> Malovrh, M. in drugi, 1999. Toplotnoizolacijski materiali. Ljubljana: Agencija za učinkovito rabo energije.

<sup>1</sup> Dnevnik, 2016. Okolju prijazni izolacijski materiali iz naravnih surovin in recikliranih izdelkov. [Elektronski] Dostopno na: <https://www.dnevnik.si/1042713510> [8. 2. 2019].

uporabi in vgrajenim stanjem predstavljajo borove soli oz. težke kovine zelo nizek potencial dokazljive nevarnosti. Pri vgradnji prašno obremenitev z uporabo mask in zadostnega zračenja prostora v celoti preprečimo. Zaradi tega s toksičnega vidika ni nobenih zadržkov za uporabo.

Celulozna izolacija ima visoko sposobnost absorbiranja in oddajanja vlage. Glede raznih živali, ki rade bivajo v izolacijah, so predvsem odlične lastnosti celulozne izolacije ključnega pomena, saj živali, ki zaide v izolacijo, le ta odvzame telesno vlago in jo na ta način dehidrira. Tako mrčes in razni glodalci nimajo pogojev bivanja v celulozni izolaciji, lahko le zaidejo vanjo, ne naredijo pa si v njej gnezda. Za proizvodnjo in reciklažo nekaterih izolacij je potrebno veliko energije, s tem pa se obremenitev okolja bistveno poveča. (Hočevar, et al., 2009)<sup>2</sup>

### 1.1.3 Toplotni tok

Toplota prehaja s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo. To se dogaja tako dolgo, dokler temperaturi obeh teles ne postaneta enaki. Pri tem pa je od snovi, iz katerih sta obe telesi sestavljeni, odvisno, kako dolgo bo ta proces trajal. Toplotni tok je količina, ki nam pove, koliko toplove telo odda svoji okolici (npr. drugemu telesu) v enoti časa. Označimo ga s črko P, enako kot moč.

$$\text{Velja: } P = \frac{Q}{t}$$

Tudi topotni tok merimo v wattih (W), saj tudi toploto merimo v joulih (J), enako kot delo: J/s = W

Poznamo tri možne načine prehajanja toplove:

- topotno prevajanje;
- konvekcija;
- sevanje. (Repnik, et al., 2014).<sup>7</sup>

---

<sup>2</sup> Hočevar, T., Skočir, S. & Turnšek, M., 2009. Možnost uporabe starega papirja kot topotnega izolatorja, Celje: Mestna občina Celje, Mladi za Celje.

<sup>7</sup> Repnik, R. in drugi, 2014. FIZIKA 9, i-učbenik za fiziko v 9. razredu osnovne šole. Ljubljana: Zavod za šolstvo.

## **1.2 Opis raziskovalnega problema**

V naši raziskovalni nalogi želimo narediti primerjavo toplotnega izolativnega učinka odpadnega tekstila iz bombaža z bolj običajnim izolativnim materialom kot je polistiren.

Zanimajo nas odgovori na naslednja vprašanja:

1. Kakšne izolativne lastnosti ima bombaž v primerjavi s polistirenom?
2. Ali način tkanja bombažne tkanine vpliva na njene izolativne lastnosti?
3. Ali razcefranost bombažne tkanine vpliva na njene izolativne lastnosti?
4. Ali je odpaden tekstil iz bombaža možno obdelati, da postane negorljiv?
5. Ali je odpaden tekstil iz bombaža možno uporabiti za toplotno izolacijo?

## **1.3 Hipoteze**

Na osnovi raziskovalnih vprašanj smo postavile naslednje hipoteze:

1. Bombaž ima podobne izolativne lastnosti kot polistiren.
2. Način tkanja bombažne tkanine vpliva na njene izolativne lastnosti.
3. Razcefranost bombažne tkanine vpliva na njene izolativne lastnosti.
4. Odpaden tekstil iz bombaža je možno obdelati s kemikalijami, da postane negorljiv.
5. Ob primerni obdelavi je odpaden tekstil iz bombaža možno uporabiti za toplotno izolacijo.

## **1.4 Raziskovalne metode**

### **1.4.1 Priprava tekstila**

Za izvedbo poskusa smo uporabile bombažno tkanino stare laboratorijske halje in starih brisač. En del tkanine smo razrezale na trakove, preostanek pa razcefrale s cefralnikom, ki smo ga izdelale same.



**Slika 1: Bombažni trakovi laboratorijske halje**



**Slika 2: Trakovi brisače iz frotirja**



**Slika 3: Razcefrana tkanina stare brisače**

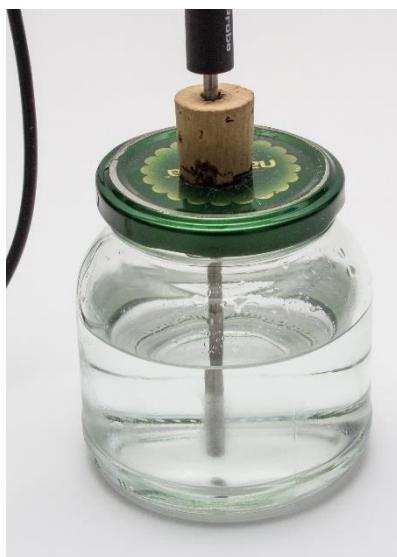


**Slika 4: Ročni cefralnik**

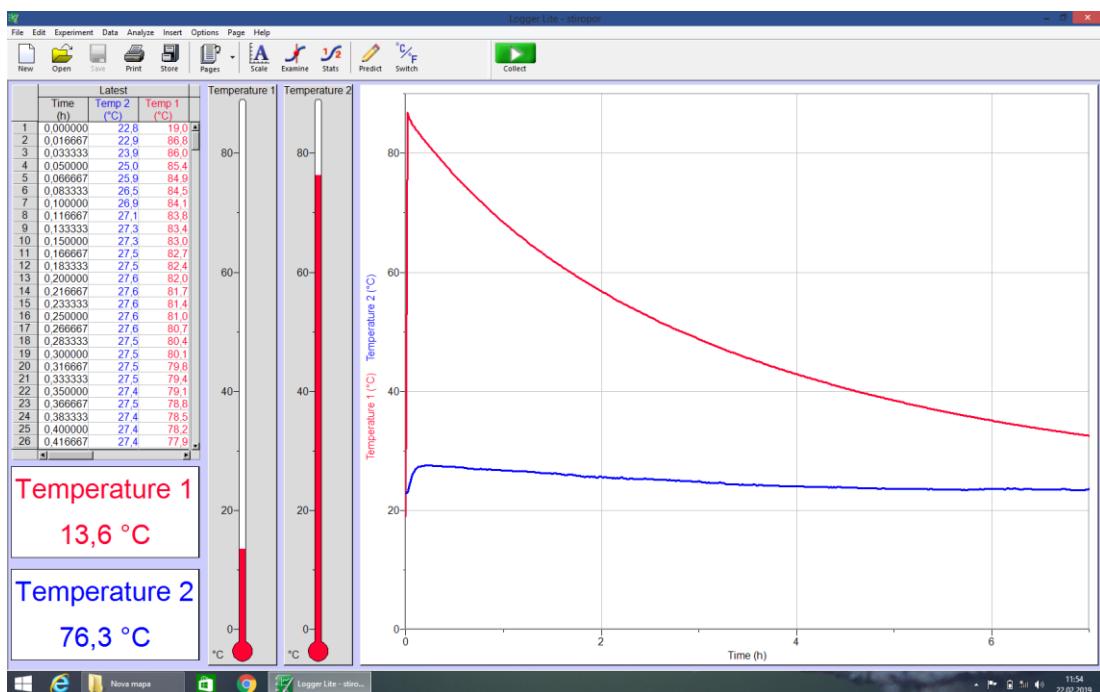
#### **1.4.2 Merjenje temperature vode**

Testna posoda je bila sestavljena iz steklenega kozarca za vlaganje s prostornino 300 mL in kovinskega pokrova, v katerega smo izvrstale luknjo za plutovinasti zamašek, v njem pa je bilo nameščeno temperaturno tipalo. Plutovinasti zamašek smo na kovinski pokrov dodatno prilepile z vročim lepilom.

Pred merjenjem smo kozarec napolnile z 250 mL vroče vode s temperaturo 80 °C ter ga pokrile s pokrovom. Temperaturo smo merile s pomočjo Vernierjevega temperaturnega senzorja, ki smo ga preko vmesnika LabQuest mini priključile na računalnik. Podatke o temperaturi vode smo vsako minuto zajemale s pomočjo računalniškega programa Logger Lite. Meritve smo izvajale 6 ur.



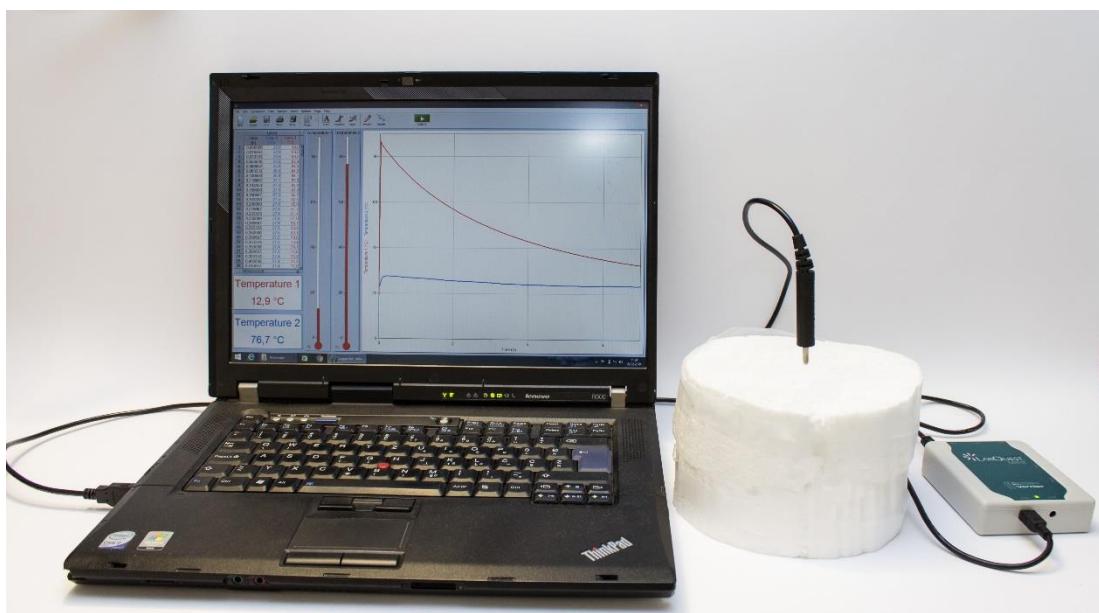
**Slika 5: Testna steklena posoda s senzorjem**



Slika 6: Delovno okno programa Logger Lite

#### 1.4.3 Ugotavljanje izolativnih lastnosti polistirena

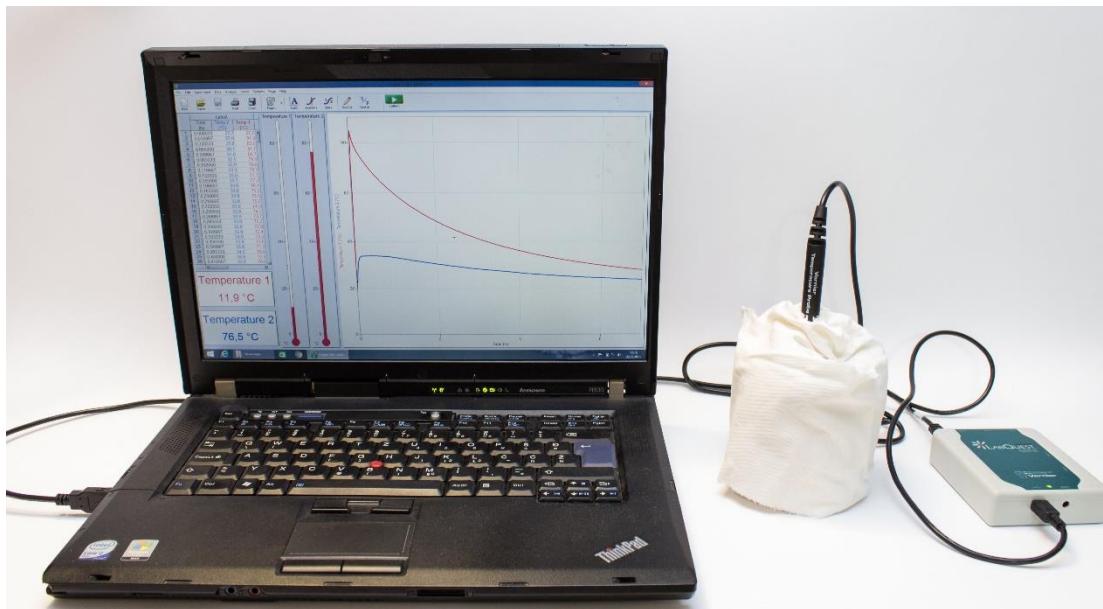
Okoli steklenega kozarca smo namestile plašč iz polistirena, debeline 4 cm, ki smo ga oblikovale z vročo žico. Nato smo izvedle meritve, kot je opisano v točki 1.4.2.



Slika 7: Ugotavljanje izolativnih lastnosti polistirena

#### **1.4.4 Ugotavljanje izolativnih lastnosti bombaža**

Steklen kozarec smo ovile s trakovi bombažne halje iz 100% bombaža tako, da je bila debelina izolacije 4 cm okoli kozarca, enako kot pri polistirenu. Nato smo izvedle meritve, kot je opisano v točki 1.4.2. Zanimalo nas je tudi, kako debela mora biti izolacija iz bombažne tkanine, da so njene izolativne lastnosti primerljive z izolacijo iz polistirena, zato smo meritve izvedle še pri debelinah ovoja 2 cm, 4 cm, 10 cm in 15 cm.



Slika 8: Ugotavljanje izolativnih lastnosti trakov platna bombažne halje

#### **1.4.5 Vpliv načina tkanja bombažne tkanine na njene izolativne lastnosti**

Stekleni kozarec smo ovile s trakovi brisače iz frotirja iz 100% bombaža, tako da je bilo v materialu čim manj zraka. Debeline izolacije je bila 4 cm okoli kozarca, enako kot pri trakovih iz bombažne halje. Nato smo izvedle meritve, kot je opisano v točki 1.4.2, in jih primerjale z meritvami, pridobljenimi z metodo, opisano v točki 1.4.4.

#### **1.4.6 Vpliv razcefranosti bombažne tkanine na njene izolativne lastnosti**

Stekleni kozarec smo ovile z vlakni iz razcefrane brisače iz frotirja, Debelina izolacije je bila 4 cm okoli kozarca, enako kot pri trakovih iz brisače. Nato smo izvedle meritve, kot je opisano v točki 1.4.2, in jih primerjale z meritvami, pridobljenimi z metodo, opisano v točki 1.4.5.

#### **1.4.7 Kemična obdelava bombažne tkanine proti gorljivosti**

##### **1.4.7.1 Impregnacija papirja z raztopino natrijevega hidrogenkarbonata in test vnetljivosti**

Trakove platna bombažne halje smo namočile v raztopinah natrijevega hidrogenkarbonata. En trak v raztopini z odstotno koncentracijo 5 %, drugega v raztopini z odstotno koncentracijo 10 % in tretjega v raztopini z odstotno koncentracijo 20 %. Trakove smo nato pustile en dan v bližini radiatorja, da je vsa voda izhlapela. Tako pripravljene trakove smo pripelje na kovinsko palico in jih prižgale s plinskim gorilnikom.

##### **1.4.7.2 Impregnacija papirja z raztopino borove kisline in test vnetljivosti**

Trakove platna bombažne halje smo namočile v raztopinah borove kisline. En trak v raztopini z odstotno koncentracijo 5 %, drugega v raztopini z odstotno koncentracijo 10 % in tretjega v raztopini z odstotno koncentracijo 20 %. Trakove smo nato pustile en dan v bližini radiatorja, da je vsa voda izhlapela. Tako pripravljene trakove smo pripelje na kovinsko palico in jih prižgale s plinskim gorilnikom.

#### **1.4.8 Določanje toplotnega toka**

Za vsak tip in debelino izolacije smo izračunale tudi toplotni tok po enačbi:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{t},$$

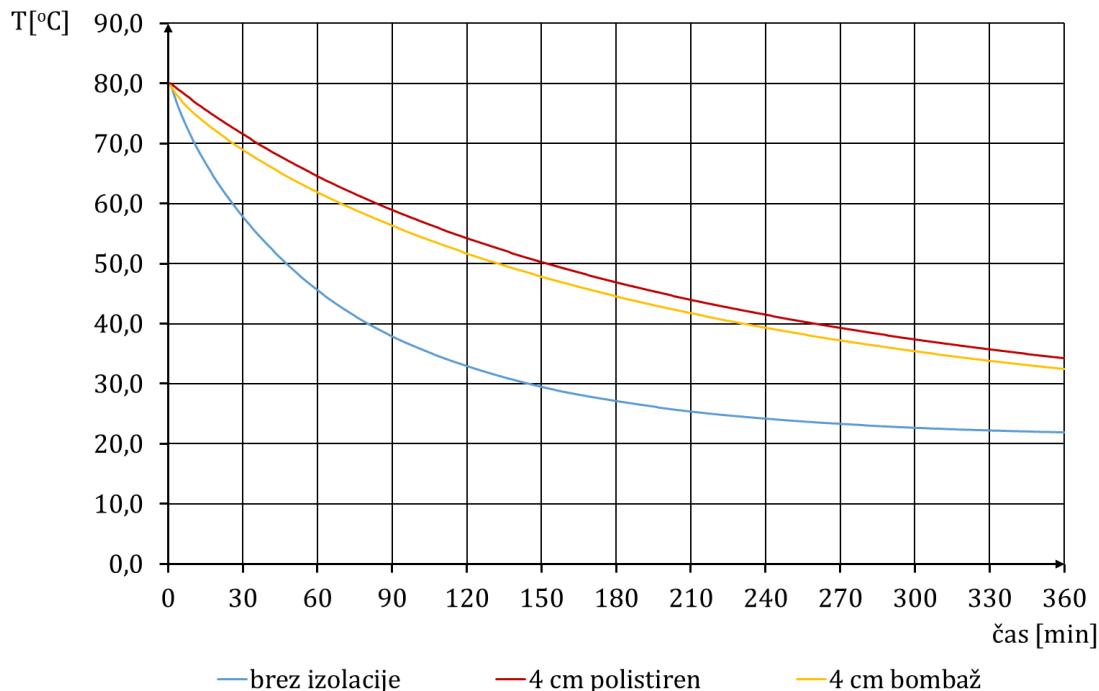
pri čemer je:

- m: masa vode (0,25 kg);
- c: specifična toplota vode ( $4200 \frac{J}{kg \cdot K}$ );
- $\Delta T$ : razlika med začetno in končno temperaturo (K);
- t: čas ohlajanja (s).

## 2 Osrednji del

### 2.1 Opis raziskovalnih rezultatov

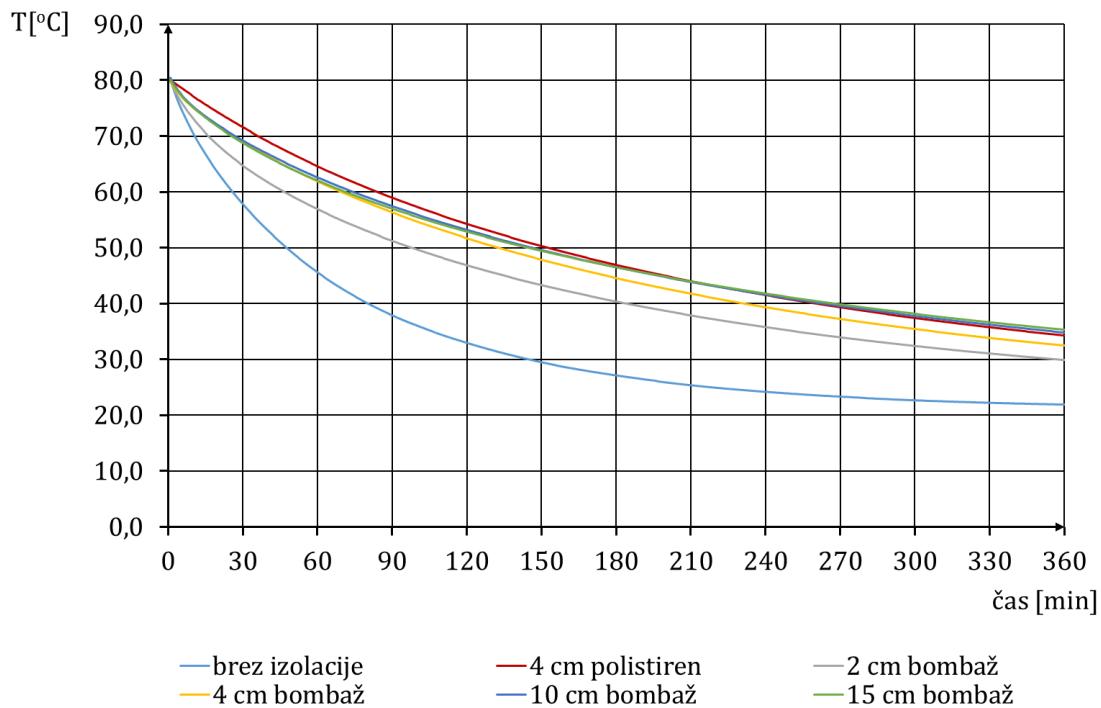
#### 2.1.1 Primerjava izolativnih lastnosti bombaža in polistirena



Grafikon 1: Primerjava temperaturnih krivulj ohlajanja vode brez izolacije ter pri 4 cm debelem ovoju iz bombažne tkanine in polistirena

Iz grafikona je razvidno, da ima 4 cm debel bombažni ovoj malo slabše izolativne lastnosti kot enako debel ovoj iz polistirena. Pri slednjem je bila razlika med začetno in končno temperaturo  $45,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , toplotni tok pa  $2,2\text{ W}$ . Pri enako debelem ovoju iz bombaža je bila razlika med začetno in končno temperaturo  $47,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , toplotni tok pa  $2,3\text{ W}$ .

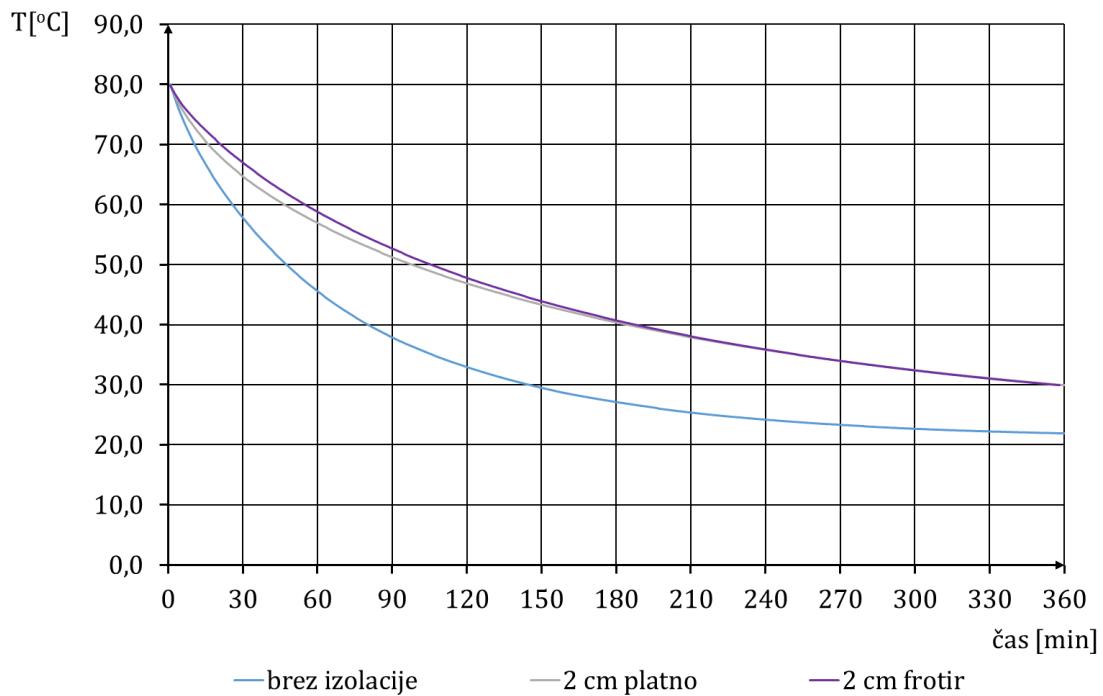
## 2.1.2 Vpliv debeline bombažnega ovoja na izolativne lastnosti



Grafikon 2: Primerjava temperaturnih krivulj ohlajanja vode brez izolacije ter pri 4 cm debelem ovoju iz polistirena ter ovoju iz bombažne tkanine, debeline 2 cm, 4 cm, 10 cm in 15 cm

Iz grafikona je razvidno, da mora biti bombažni ovoj debel najmanj 10 cm, če želimo doseči enake izolativne lastnosti, kot jih ima 4 cm debel ovoj iz polistirena. V tem primeru je bila razlika med začetno in končno temperaturo 45,6 °C, toplotni tok pa 2,2 W, kar je približno enako kot pri 4 cm debelem ovoju iz polistirena. Povečevanje debeline ovoja nima bistvenega vpliva na izboljšanje izolativnih lastnosti, saj je toplotni tok pri 15 cm ovoju iz bombaža prav tako 2,2 W.

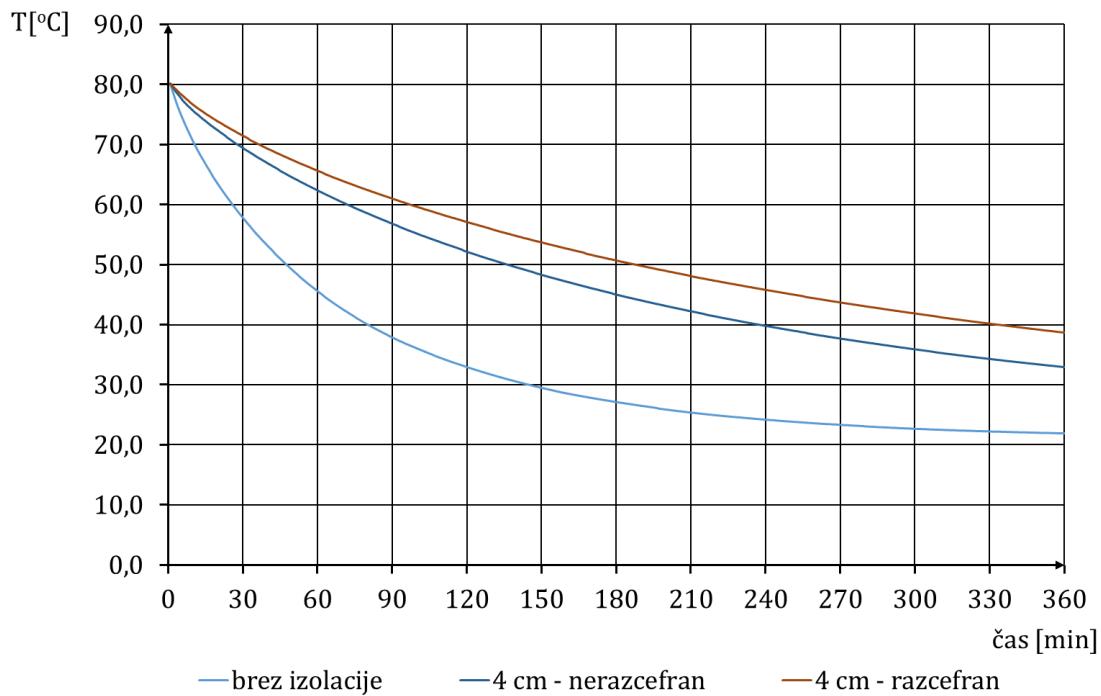
### 2.1.3 Vpliv načina tkanja bombažne tkanine na njene izolativne lastnosti



Grafikon 3: Primerjava temperaturnih krivulj ohlajanja vode brez izolacije ter pri 2 cm izolaciji bombažnega platna in frotirja

Iz grafikona je razvidno, da način tkanja nima posebnega vpliva na izolativne lastnosti bombažnega ovoja. Tako v primeru 2 cm debelega ovoja iz platna kot v primeru 2 cm debelega ovoja iz frotirja je bila razlika med začetno in končno temperaturo 50 °C, topotni tok pa 2,4 W.

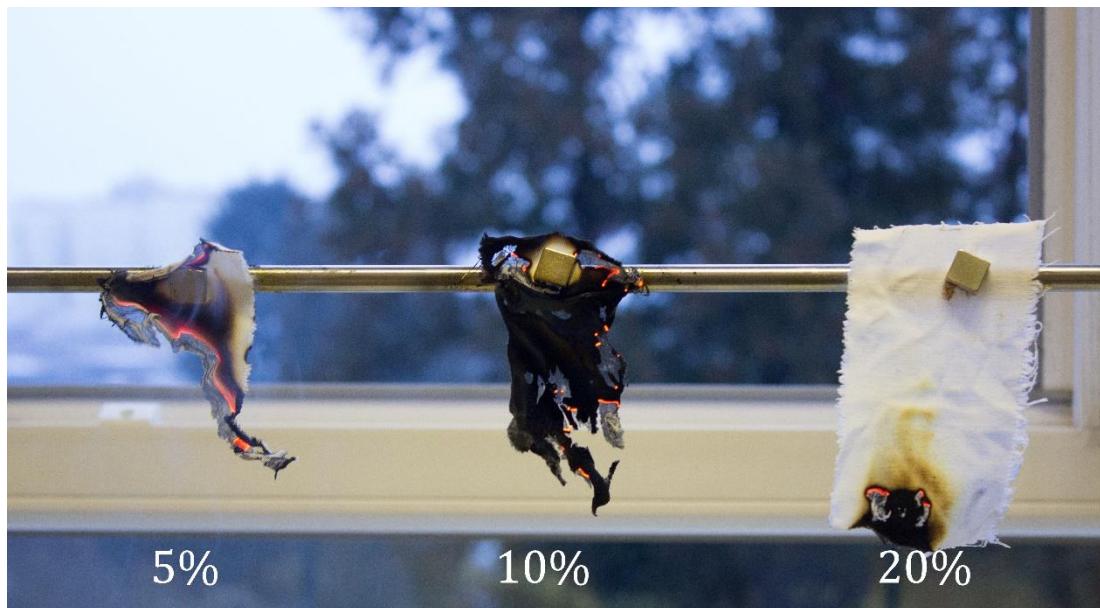
## 2.1.4 Vpliv razcefranosti bombažne tkanine na njene izolativne lastnosti



Grafikon 4: Primerjava temperaturnih krivulj ohlajanja vode brez izolacije ter pri 4 cm debelem ovoju iz nerazcefranega in razcefranega frotirja

Iz grafikona je razvidno, da ima razcefranost tkanine pomemben vpliv na izolativne lastnosti bombažne tkanine. V primeru 4 cm debelega ovoja iz nerazcefrane tkanine je bila razlika med začetno in končno temperaturo  $47,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , toplotni tok pa  $2,3\text{ W}$ . V primeru 4 cm debelega ovoja iz razcefrane tkanine, je bila razlika med začetno in končno temperaturo  $41,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , toplotni tok pa  $2\text{ W}$ .

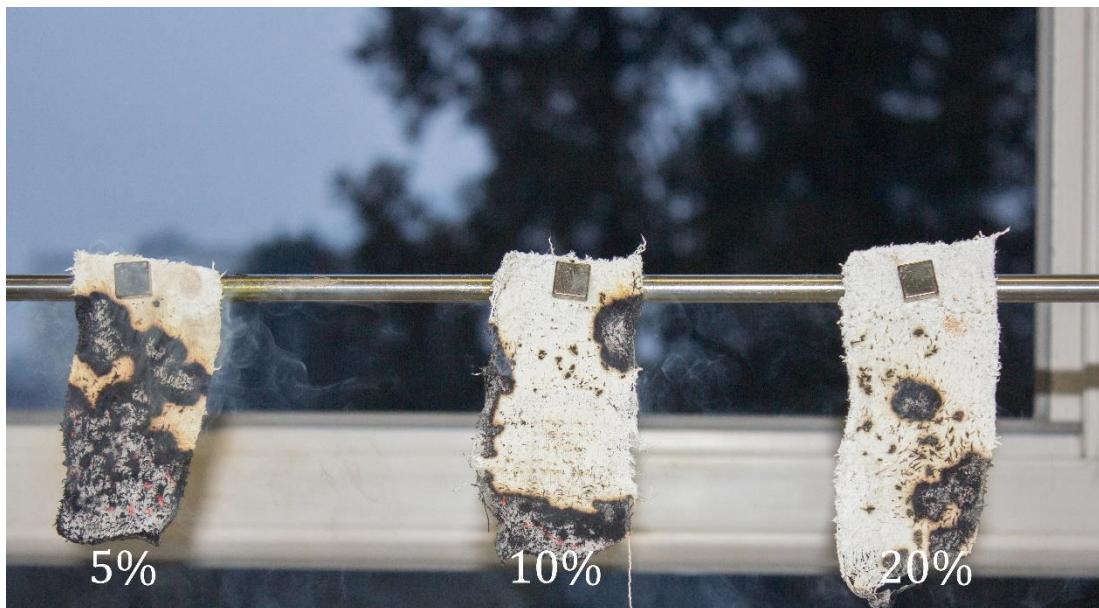
### 2.1.5 Vpliv obdelave tkanine z natrijevim hidrogenkarbonatom na gorljivost



Slika 9: Rezultati testa gorljivosti bombažne tkanine, obdelane s 5%, 10% in 20% raztopino natrijevega hidrogenkarbonata

Iz slike je razvidno, da obdelava tkanine s 5% raztopino natrijevega hidrogenkarbonata ne vpliva na gorljivost, tkanina, obdelana z 10% raztopino pa ne gori, pač pa poogleni. Če tkanino obdelamo z 20% raztopino natrijevega hidrogenkarbonata, ta ne gori, tudi poogleni ne v celoti, ampak se ta proces hitro ustavi.

## 2.1.6 Vpliv obdelave tkanine z borovo kislino na gorljivost



Slika 10: Rezultati testa gorljivosti bombažne tkanine, obdelane s 5%, 10% in 20% raztopino borove kisline

Iz slike je razvidno, da po obdelavi tkanine z raztopino borove kisline le-ta ne gori. Po obdelavi s 5% raztopino tkanina poogleni, po obdelavi z 10% in 20% raztopino borove kisline pa se ta proces hitro zaustavi.

## 2.2 Diskusija

Dodatna energija, ki jo dobimo z varčevanjem, je eden najmanj uporabljenih in opaznih virov. Vendar je poceni, varna in jo imamo pri svojem pretiranem trošenju obilo na voljo. Večina starejših hiš je bila zgrajena, ne da bi se mislilo na energijo, ki so jo trošile, in celo veliko novejših je slabo pripravljenih na obdobje pomanjkanja energije. (Pearson, 1994)<sup>6</sup>

V naravi najdemo številne izvrstne izolatorje, med katerimi so se nekateri dobro obnesli pri hlajenju, gradnji hiš in blažitvi hrupa. Nekaj je gorljivih, nekatere pa se da z uporabo kalcijevega klorida spremeniti, tako da ne gorijo, ampak tlijo. Nekateri so odporni proti škodljivcem že sami po sebi (npr. žaganje iz lesa tistih dreves, za katere vemo, da so odporna proti škodljivcem), toda s predhodno pripravo lahko naredimo odporne proti škodljivcem prav vse naravne izolatorje (če jim dodamo naravne sestavine, kot so prah in olje listov indijske melije, prah plezalke deris in podobne snovi). (Mollison, 1994)<sup>4</sup>

V naši raziskovalni nalogi smo raziskovale toplotno izolativne lastnosti odpadnega tekstila iz bombaža. Postavile smo pet hipotez.

Prva hipoteza pravi, da ima bombaž podobne izolativne lastnosti kot polistiren. To hipotezo lahko potrdimo. Kot je razvidno iz grafikona 1, je imel ovoj iz bombažne tkanine, pri enaki debelini, le malo slabše lastnosti kot polistiren. Našo hipotezo potrjujejo tudi izračuni toplotnega toka skozi stene izolacije, ki so pokazali, da je ta pri 4 cm debelem ovoju primerljiv s toplotnim tokom skozi enako debel ovoj iz polistirena. Tudi uradni podatki za toplotno prevodnost, ki jih navajajo Malovrh in sod. (1999)<sup>3</sup>, potrjujejo našo hipotezo. Toplotna prevodnost celuloze je namreč  $0,045 \text{ W/mK}$ , polistirena pa  $0,03\text{--}0,035 \text{ W/mK}$ .

---

<sup>6</sup> Pearson, D., 1994. Eko-bio hiša. Ljubljana: DZS.

<sup>4</sup> Mollison, B., 1994. Uvod v permakulturo. Ljubljana: Kortina.

<sup>3</sup> Malovrh, M. in drugi, 1999. Toplotnoizolacijski materiali. Ljubljana: Agencija za učinkovito rabo energije.

Druga hipoteza pravi, da način tkanja bombažne tkanine vpliva na njene izolativne lastnosti. Primerjale smo izolativne lastnosti platna iz 100% bombaža in frotirja iz 100% bombaža. Sklepale smo, da bo imel frotir boljše izolativne lastnosti, saj naj bi se zaradi načina tkanja med zanke ujelo več zraka, ki je tudi dober topotni izolator. Te hipoteze ne moremo potrditi, saj je iz grafikona 3 razvidno, da je razlika med začetno in končno temperaturo v primeru platna enaka kot v primeru frotirja. Razlika je samo v dinamiki ohlajanja, saj se je voda v primeru ovoja iz frotirja na začetku malenkost počasneje ohlajala.

V tretji hipotezi smo napovedale, da razcefranost tkanine vpliva na njene izolativne lastnosti. Tudi v tem primeru smo sklepale, da bo v razcefrani tkanini ujetega več zraka in bo zaradi tega tak ovoj imel boljše izolativne lastnosti.

To hipotezo lahko potrdimo. Kot je razvidno iz grafikona 4, je topotni tok pri razcefrani tkanini 2 W in je za 15 % manjši kot pri nerazcefrani tkanini, kjer znaša 2,3 W. Kot navajajo Repnik in sod. (2014)<sup>7</sup>, je topotni tok odvisen od snovi, skozi katero prehaja. Izolatorji (stiropor, kamena volna, zrak, les ...) slabo prepuščajo topoto, zato skozi njih teče majhen topotni tok.

Četrta hipoteza pravi, da je odpaden tekstil iz bombaža možno obdelati tako, da postane negorljiv. Tudi to hipotezo lahko potrdimo. Natrijev hidrogenkarbonat smo izbrali zaradi tega, ker pri segrevanju sprošča ogljikov dioksid in smo bile mnenja, da bi ta ogljikov dioksid ob morebitnem požaru zadušil ogenj, v kolikor bi odpadni tekstil iz bombaža uporabljali za topotno izolacijo stavb. Ker smo na internetu zasledile podatek, da se v ta namen uporabljajo borove spojine, smo bombažno tkanino obdelale še z raztopino borove kisline. Po prižiganju obdelane tkanine z 10% raztopino ni prišlo do tlenja, zaradi česar smo mnenja, da bi tako impregnirana tkanina lahko bila dober topotni izolator v hiši. Poleg tega izolacijo ščiti pred plesnijo in insekti, v stiku z ognjem pa naredi kristalino, ki preprečuje dotok kisika. (Hočevvar, et al., 2009)<sup>2</sup>

---

<sup>7</sup> Repnik, R. in drugi, 2014. FIZIKA 9, i-učbenik za fiziko v 9. razredu osnovne šole. Ljubljana: Zavod za šolstvo..

<sup>2</sup> Hočevvar, T., Skočir, S. & Turnšek, M., 2009. Možnost uporabe starega papirja kot topotnega izolatorja, Celje: Mestna občina Celje, Mladi za Celje.

V peti hipotezi trdimo, da je ob primerni obdelavi odpaden tekstil iz bombaža možno uporabiti za topotno izolacijo.

Na podlagi zgoraj navedenih ugotovitev lahko to hipotezo potrdimo. Odpaden tekstil iz bombaža je možno uporabiti kot topotni izolator, če tkanino primerno razceframo in obdelamo s kemikalijami, ki preprečujejo vžig in odganjajo škodljivce. Prednost bombaža pred drugimi materiali je, da je dober topotni izolator, hkrati pa ga lahko uporabimo za izolacijo proti udarnemu zvoku. Takšna izolacija je prožna in vodooodporna ter ima dolgo življenjsko dobo. Če želijo izboljšati njeno ognjeodpornost, ji dodajo borovo sol. (Ozmec, 2015)<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Ozmec, S., 2015. Topotne izolacije: prijazni do okolja. [Elektronski] Dostopno na: <https://www.deloindom.si/zunanji-ovoj/topotne-izolacije-prijazni-do-okolja> [19. 2. 2019].

### **3 Zaključek**

Toplota je najbolj pogosta oblika energije, ki jo srečujemo v vsakdanjem življenju. Toplotne izgube pri ogrevanju stavb so posledica prehajanja topote skozi ovoj stavbe in potrebnega prezračevanja bivalnih prostorov. Prve zmanjšamo s temeljito toplotno izolacijo. V zadnjem času se v zvezi s tem vse bolj omenjajo tudi naravni materiali.

Z zelo preprostimi poskusi smo dokazale, da je lahko odpaden tekstil iz bombaža dober toplotni izolator. Nalogo bi lahko še nadgradili s poskusi z drugimi vrstami tkanin (lan, volna, sintetične tkanine ...).

Kljub temu smo z rezultati zadovoljne, saj smo se pri delu naučile veliko novega in vidimo v uporabi odpadnega tekstila še eno novo možnost varčevanja z energijo in s tem varovanja našega okolja.

## **4 Viri**

1. Dnevnik, 2016. Okolju prijazni izolacijski materiali iz naravnih surovin in recikliranih izdelkov. [Elektronski] Dostopno na:  
<https://www.dnevnik.si/1042713510> [8. 2. 2019].
2. Hočevan, T., Skočir, S. in Turnšek, M., 2009. Možnost uporabe starega papirja kot toplotnega izolatorja, Celje: Mestna občina Celje, Mladi za Celje.
3. Malovrh, M. in drugi, 1999. Toplotnoizolacijski materiali. Ljubljana: Agencija za učinkovito rabo energije.
4. Mollison, B., 1994. Uvod v permakulturo. Ljubljana: Kortina.
5. Ozmeč, S., 2015. Toplotne izolacije: prijazni do okolja. [Elektronski] Dostopno na: <https://www.deloindom.si/zunanji-ovoj/toplotne-izolacije-prijazni-do-okolja> [19. 2. 2019].
6. Pearson, D., 1994. Eko-bio hiša. Ljubljana: DZS.
7. Repnik, R. in drugi, 2014. FIZIKA 9, i-učbenik za fiziko v 9. razredu osnovne šole. Ljubljana: Zavod za šolstvo.

Ves slikovni material v nalogi je avtorsko delo avtoric in mentorja.

## Izjava

Mentor Boštjan Štih v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom *Možnost uporabe starega tekstila iz bombaža kot toplotnega izolatorja*, katere avtorice so *Sara Hrastnik, Neža Mikic in Špela Pahor*:

- besedilo v tiskani in elektronski obliku istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeni gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogu v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno naložno dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 4. 3. 2019

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

### POJASNILO

V skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografkskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.