

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
OSNOVNA ŠOLA HUDINJA

Možnost uporabe starega papirja kot toplotnega izolatorja

raziskovalna naloga

avtorice: Tjaša Hočevar, Sara Skočir, Maruša Turnšek

mentor: Boštjan Štih



Celje, marec 2009

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	3
1 UVOD.....	4
1.1 Teoretske osnove	4
1.2 Opis raziskovalnega problema.....	7
1.3 Hipoteze.....	7
1.4 Raziskovalne metode	8
1.4.1 Priprava papirja	8
1.4.2 Ugotavljanje izolativnih lastnosti starega papirja	8
1.4.3 Ugotavljanje izolativnih lastnosti polistirena.....	9
1.4.4 Ugotavljanje izolativnih lastnosti kamene volne.....	9
1.4.5 Impregnacija papirja z raztopino natrijevega hidrogen karbonata in test vnetljivosti.....	10
1.4.6 Impregnacija papirja z raztopino borove kisline in test vnetljivosti	10
1.4.7 Izračuni	10
1.4.8 Priprava pisnega poročila	10
2 OSREDNJI DEL.....	11
2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov	11
2.1.1 Ugotavljanje izolativnih lastnosti starega papirja	11
2.1.2 Primerjava izolativnih lastnosti različnih toplotnih izolatorjev	12
2.1.3 Ugotavljanje vnetljivosti papirja po impregnaciji z	13
natrijevim hidrogenkarbonatom ter borovo kislino.....	13
2.2 Diskusija	14
3 ZAKLJUČEK	16
4 VIRI IN LITERATURA	17
4.1 Knjižni viri	17
4.2 Spletni viri.....	17
4.3 Viri slik	17

KAZALO SLIK

Slika 1: Kosmiči odpadnega papirja, uporabljeni v eksperimentu	8
Slika 2: Eksperimentalna posoda z 8 cm ovojem iz papirja.....	8
Slika 3: Eksperimentalna posoda s 3 cm ovojem iz papirja	8
Slika 4: Eksperimentalna posoda z 8 cm ovojem iz polistirena	9
Slika 5: Eksperimentalna posoda z 1,5 cm ovojem iz polistirena	9
Slika 6: Gorenje papirnih kosmičev pred impregnacijo.....	13
Slika 7: Poskus prižiganja papirnih kosmičev, impregniranih z NaHCO_3	13
Slika 8: Poskus prižiganja papirnih kosmičev, impregniranih s H_3BO_3	13

POVZETEK

Pri toplotno izolacijskih materialih se je z uporabniškega vidika v praksi uveljavila delitev na tradicionalne materiale in ekološke ali alternativne materiale. Takšni delitvi lahko deloma oporekamo, saj moramo pri izbiri katerega koli izolacijskega materiala upoštevati njegove dobre lastnosti, istočasno pa moramo vzeti v zakup tudi njegove slabosti.

V naši raziskovalni nalogi smo ugotavljali toplotno izolativne lastnosti starega papirja in jih primerjali s polistirenom in kameno volno.

Ugotovili smo, da je papir približno enako dober toplotni izolator kot kamena volna in malo slabši kot polistiren, njegova slaba lastnost pa je, da je zelo vnetljiv, kar lahko rešimo z impregnacijo papirja z borovo kislino.

Pri delu smo uporabljali eksperimentalne metode ter delo z viri.

1 UVOD

1.1 Teoretske osnove

Dodatna energija, ki jo dobimo z varčevanjem, je eden najmanj uporabljenih in opaznih virov. Vendar je poceni, varna in je 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)³

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). Tudi raztrgan star papir, namočen v enem delu boraksa in desetih delih vode, je dober izolator. (Mollison, 1994)²

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

Ekspandirani polistiren ima toplotno prehodnost 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

³ Pearson D.: Eko-biohiša, DZS, Ljubljana 1994, str. 82

² Mollison B.: Uvod v permakulturo, Društvo Kortina, Ljubljana 1994, str. 81

se plamen po njem ne širi. Sveže izdelan material je dimenzijsko nestabilen in mora pred uporabo odležati.

Sodobni trendi kažejo, da graditelji ne želijo le zmanjšati rabe energije v zgradbi in tako manj obremenjevati okolje, temveč želijo tudi vgrajevati okolju prijazne materiale. Tako so na trgu na voljo različni toplotnoizolacijski materiali iz bolj ali manj naravnih surovin in recikliranih izdelkov. Pri teh izdelkih je poleg nekaterih izpostavljenih okoljskih prednosti potrebno vzeti v zakup tudi določene slabosti v primerjavi s klasično uporabljenimi materiali. Toplotna izolacija iz celuloze, starega papirja, lesnih odpadkov, ekspanzirane gline, perlita, vermikulita, trstike, lanu, slame, kokosa, plute, bombaža ali ovčje volne ima v povprečju nekoliko slabšo toplotno prevodnost kot klasični materiali. Prav tako še ni zanesljivih podatkov o trajnosti vseh teh materialov. Pri nekaterih, posebno organskih materialih, so potrebni dodatki za izboljšanje protipožarne odpornosti, vendar kljub temu ti materiali ne dosegajo protipožarne odpornosti klasičnih izolacijskih materialov. Praviloma je cena alternativnih materialov višja kot pri uveljavljenih proizvodih.

Med t.i. ekološkimi toplotnoizolacijskimi materiali so najbolj popularni celulozni kosmiči. Njihova prednost je v tem, da gre za reciklirani izdelek, ki ga dobimo s predelavo starega časopisa. Toplotnoizolacijske lastnosti izolacije iz starega papirja so odlične, cena je zmerna. Celulozni kosmiči so obdelani z borovimi solmi, kar je potrebno upoštevati pri izbiri deponij. Kemikalije uporabljene pri sodobnih tiskarskih postopkih ne predstavljajo omembe vredne obremenitve okolja. Veliko alternativnih materialov, predvsem organskega izvora, proizvajalci obdelajo z borovimi vezivi, da bi zmanjšali njihovo gorljivost. Borove spojine pa so strupene, zato je pri delu potrebno uporabljati zaščitna sredstva. Teh materialov zato tudi ne kaže kompostirati, kar sicer priporočajo nekateri proizvajalci.

Osnovno gradivo je torej les, čigar odlične lastnosti so poznane že tisočletja. Sortiran časopisni papir se v proizvodnji najprej grobo razreže in potegne skozi turbino. Med tem postopkom razvlaknenja se mu doda borova sol kot zaščitni konzervans (impregnacija), ki izolacijo ščiti pred plesnijo in insekti, v stiku z ognjem pa naredi kristalino, ki preprečuje dotok kisika. S turbinsko tehnologijo na ta način dobimo daljša in lažja vlakna v obliki kosmičev z izboljšanimi izolacijskimi lastnostmi. (Malovrh, 1999)¹

¹ Malovrh, M. in sod.: Toplotno izolacijski materiali, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Agencija RS za učinkoviti rabo energije, Ljubljana 1991.

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, nastajanjem 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 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. V ekološko osveščenih državah je izdelava toplotne izolacije iz celuloznih vlaken zelo pomembna, saj je narejena iz starega, odpadnega časopisnega papirja, pri sami predelavi pa je poraba energije minimalna.⁴

⁴ <http://www.ekoprodukt.si/TRENDISOL.html> (21. 2. 2009)

1.2 Opis raziskovalnega problema

V naši raziskovalni nalogi želimo narediti primerjavo toplotnega izolativnega učinka starega papirja z bolj običajnimi izolativnimi materiali kot sta kamena volna in polistiren.

Zanimajo nas odgovori na naslednja vprašanja:

1. Kakšne izolativne lastnosti ima odpaden papir v primerjavi z drugimi izolativnimi materiali?
2. Ali je odpaden papir možno uporabiti za toplotno izolacijo?
3. Ali je odpaden papir možno obdelati, da postane negorljiv?

1.3 Hipoteze

Na osnovi raziskovalnih vprašanj smo postavili naslednje hipoteze:

1. Odpaden papir ima podobne izolativne lastnosti kot drugi izolativni materiali.
2. Ob primerni obdelavi je odpaden papir možno uporabiti za toplotno izolacijo.
3. Odpaden papir je možno obdelati s kemikalijami kot je npr. soda bikarbona, da postane negorljiv.

1.4 Raziskovalne metode

1.4.1 Priprava papirja

Za izvedbo eksperimenta smo uporabili kar odpaden pisarniški papir, ki smo ga s pomočjo stroja za uničevanje dokumentov razrezali na majhne koščke. Uporabili smo isto vrsto papirja, vsi koščki so bili enake velikosti.



Slika 1: Kosmiči odpadnega papirja, uporabljeni v eksperimentu

1.4.2 Ugotavljanje izolativnih lastnosti starega papirja

Testne posode so bile sestavljene iz manjših, 250 mL steklenih čaš, ki smo namestili v več različno velikih čaš, vmes pa smo namestili kosmiče starega papirja. Pred merjenjem smo notranje čaše sočasno napolnili z 200 mL vroče vode, jih pokrili s pokrovom iz polistirena, skozi katerega smo namestili termometer.

Temperaturo smo merili vsakih 30 minut. Izvedli smo pet vzporednih poskusov:

1. poskus z 8 cm debelo izolacijo
2. poskus s 4 cm debelo izolacijo
3. poskus s 3 cm debelo izolacijo
4. poskus z 1,5 cm debelo izolacijo
5. poskus brez izolacije



Slika 2: Eksperimentalna posoda z 8 cm ovojem iz papirja



Slika 3: Eksperimentalna posoda s 3 cm ovojem iz papirja

1.4.3 Ugotavljanje izolativnih lastnosti polistirena

Testne posode so bile sestavljene iz manjših, 250 mL steklenih čaš, okoli katerih smo namestili plašč iz polistirena, ki smo ga oblikovali z vročo žico.

Pred merjenjem smo notranje čaše sočasno napolnili z 200 mL vroče vode, jih pokrili s pokrovom iz polistirena, skozi katerega smo namestili termometer.

Temperaturo smo merili vsakih 30 minut. Izvedli smo pet vzporednih poskusov:

1. poskus z 8 cm debelo izolacijo
2. poskus s 4 cm debelo izolacijo
3. poskus s 3 cm debelo izolacijo
4. poskus z 1,5 cm debelo izolacijo
5. poskus brez izolacije



Slika 4: Eksperimentalna posoda z 8 cm ovojem iz polistirena



Slika 5: Eksperimentalna posoda z 1,5 cm ovojem iz polistirena

1.4.4 Ugotavljanje izolativnih lastnosti kamene volne

Izolativno lastnost kamene volne smo ugotavljali na enak način kot pri polistirenu ali papirju, s tem, da smo med stene čaše namestili vlakna kamene volne (Tervol).

1.4.5 Impregnacija papirja z raztopino natrijevega hidrogen karbonata in test vnetljivosti

Kosmiče papirja smo namočili v 20 % vodno raztopino natrijevega hidrogenkarbonata. Namakali smo jih eno uro. Nato smo kosmiče odcedili, jih grobo osušili s papirnato brisačo, nato pa pustili en teden v bližini radiatorja, da je vsa voda izhlapela. Tako pripravljene kosmiče papirja smo položili na kovinsko ploščico in jih poskušali prižgati z gorilnikom.

1.4.6 Impregnacija papirja z raztopino borove kisline in test vnetljivosti

Kosmiče papirja smo namočili v 10 % vodno raztopino borove kisline. Namakali smo jih eno uro. Nato smo kosmiče odcedili, jih grobo osušili s papirnato brisačo, nato pa pustili en teden v bližini radiatorja, da je vsa voda izhlapela. Tako pripravljene kosmiče papirja smo položili na kovinsko ploščico in jih poskušali prižgati z gorilnikom.

1.4.7 Izračuni

Morali smo opraviti tudi izračun toplotnega toka za vsak tip in vsako debelino izolacije posebej.

Toplotni tok smo izračunali po enačbi:

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

pri čemer je:

- m: masa vode (0,2 kg)
- c: specifična toplota vode ($4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
- ΔT : razlika med začetno in končno temperaturo
- t: čas ohlajanja

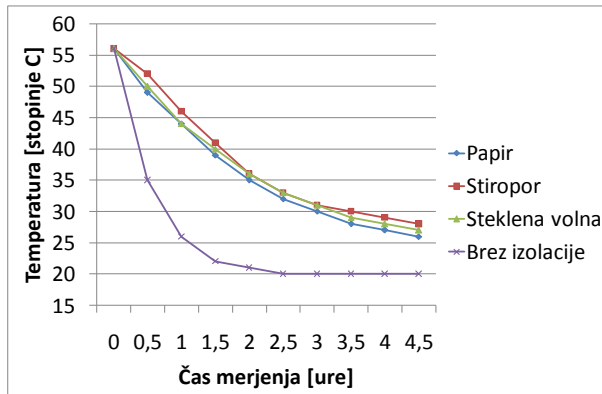
1.4.8 Priprava pisnega poročila

Pisno poročilo smo izdelali v programu MS Word 2007, grafi so izdelani s programom MS Excel 2007. Vse fotografije so posnete s kompaktnim digitalnim fotoaparatom Canon S2 in obdelane s programom Adobe Photoshop Elements 2.0. Fotografije testa gorljivosti so pridobljene iz videoposnetka s programom Windows Movie Maker.

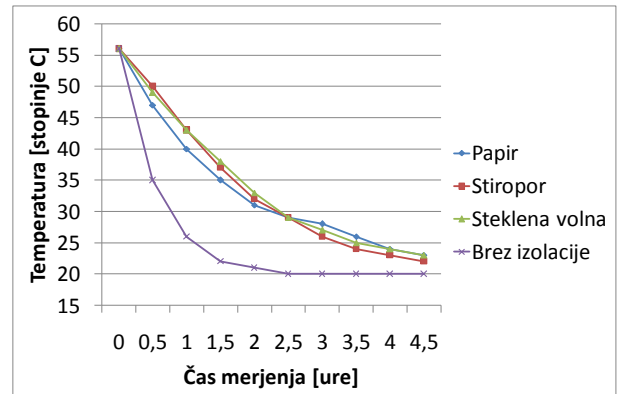
2 OSREDNJI DEL

2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov

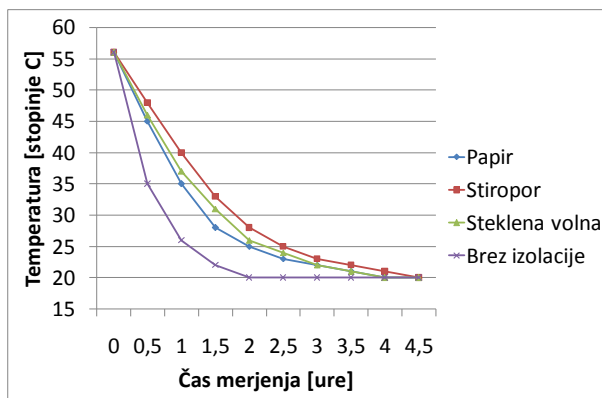
2.1.1 Ugotavljanje izolativnih lastnosti starega papirja



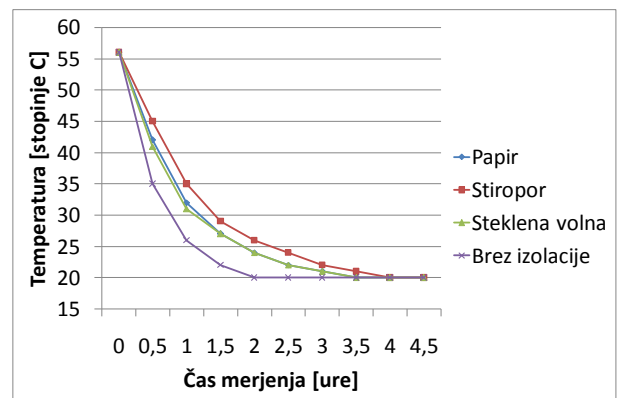
Grafikon 1: Temperaturna krivulja ohlajanja vode pri 8 cm debeli izolaciji



Grafikon 2: Temperaturna krivulja ohlajanja vode pri 4 cm debeli izolaciji



Grafikon 3: Temperaturna krivulja ohlajanja vode pri 3 cm debeli izolaciji



Grafikon 4: Temperaturna krivulja ohlajanja vode pri 1,5 cm debeli izolaciji

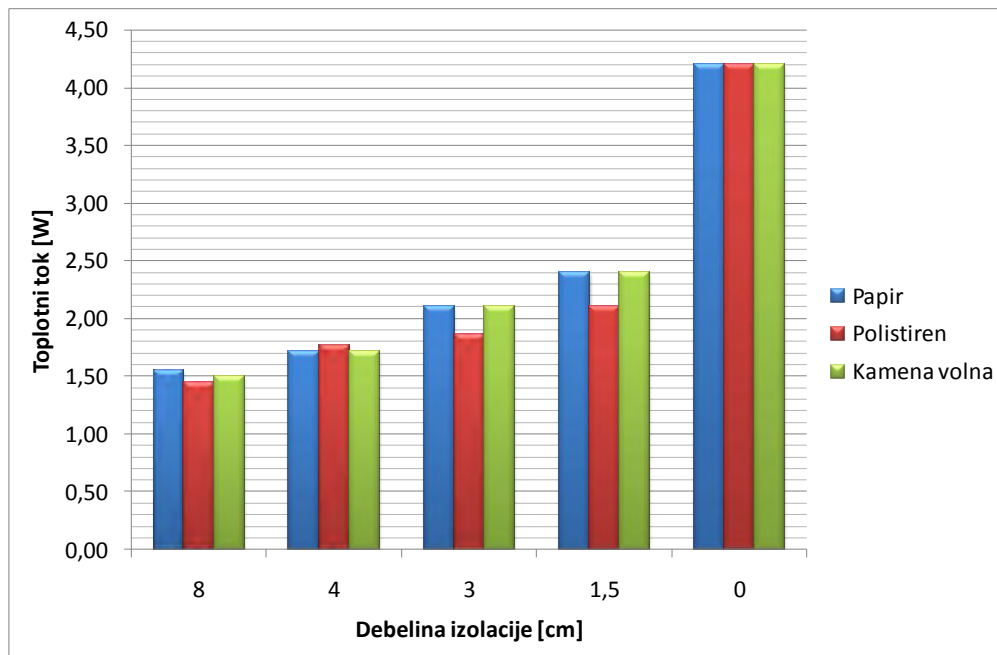
Iz zgornjih grafikonov je razvidnih kar nekaj zanimivih podatkov in sicer:

- polistiren se je, ne glede na debelino izolacije, izkazal kot najboljši toplotni izolator;
- ne glede na debelino izolacije je temperaturna krivulja ohlajanja vode pri uporabi papirja zelo podobna kot pri uporabi polistirena ali kamene volne;
- še tako tanka plast izolacije zmanjša hitrost ohlajanja vode v čaši.

Pri interpretaciji gornjih rezultatov je verjetno, sploh pri papirju, potrebno upoštevati vpliv zraka, ki je bil ujet med lističi papirja, saj je tudi zrak kar dober toplotni izolator.

Rezultati poskusa pri 4 cm izolaciji so malce nenavadni, sklepamo, da je pri merjenju prišlo do napake.

2.1.2 Primerjava izolativnih lastnosti različnih toplotnih izolatorjev



Grafikon 5: Primerjava toplotnih tokov skozi različne vrste izolacije različnih debelin

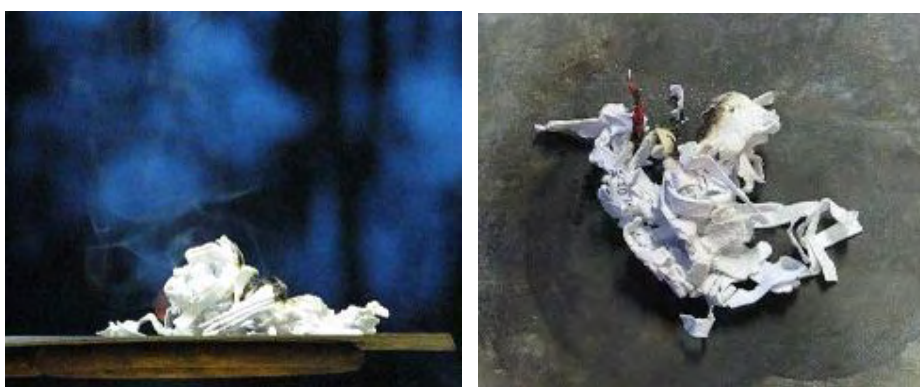
Iz grafikona je razvidnih več podatkov:

- meritve pri 4 cm izolaciji odstopajo od ostalih meritev. Kot smo že omenili pri prejšnji točki, je verjetno nekje prišlo do napake pri merjenju;
- pri ostalih primerih vidimo, da sta toplotna tokova skozi papir in kameno volno zelo podobna, medtem ko je pri polistirenu toplotni tok manjši, kar dokazuje, da sta papir in kamena volja slabša toplotna izolatorja od polistirena;
- razlike v toplotnem toku papirja in kamene volne na eni strani ter polistirena na drugi strani se s tanjšanjem debeline izolacije večajo;
- povprečen toplotni tok pri 8 cm izolaciji je $1,5 \pm 0,05$ W, razlike med materiali niso statistično pomembne;
- povprečen toplotni tok pri 4 cm izolaciji je $1,73 \pm 0,03$ W (vprašanje meditev);
- povprečen toplotni tok pri 3 cm izolaciji je $2,02 \pm 0,13$ W, razlika med papirjem in kameno volno ni, med papirjem in polistirenom pa je statistično pomembna;
- povprečen toplotni tok pri 1,5 cm izolaciji je $2,3 \pm 0,17$, razlika med papirjem in kameno volno ni, med papirjem in polistirenom pa je statistično pomembna.

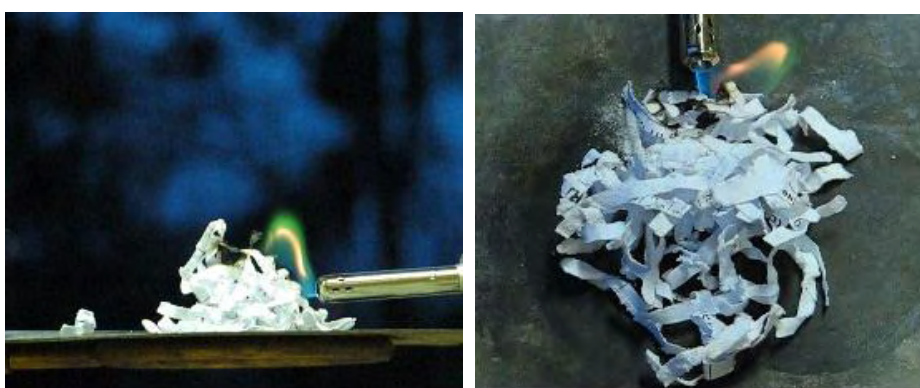
2.1.3 Ugotavljanje vnetljivosti papirja po impregnaciji z natrijevim hidrogenkarbonatom ter borovo kislino



Slika 6: Gorenje papirnih kosmičev pred impregnacijo



Slika 7: Poskus prižiganja papirnih kosmičev, impregniranih z NaHCO_3



Slika 8: Poskus prižiganja papirnih kosmičev, impregniranih s H_3BO_3

Po impregnaciji papirja z NaHCO_3 je papir po prižiganju samo tlel, sproščal se je dim, po impregnaciji s H_3BO_3 pa papir ni gorel, niti ni tlel, tudi dima ni bilo opaziti.

2.2 Diskusija

Zadnje čase se na tržišču ekološko osveščenih držav vse bolj uveljavljajo izolacijski gradbeni materiali, ki temeljijo na naravnih gradivih. Surovine, ki jih uporabljamo za ta gradiva, so že dolgo znane. To so slama, trstika, ovčja volna, celulozni kosmiči, lan, lesna volna, konoplja, bombaž, kokos in pluta. (Grobovšek, 1997)⁵

V naši raziskovalni nalogi smo raziskovali toplotno izolativne lastnosti odpadnega papirja ter možnosti njegove uporabe v praksi. Postavili smo tri hipoteze.

V prvi hipotezi smo napovedali, da ima odpaden papir ima podobne izolativne lastnosti kot drugi izolativni materiali.

To hipotezo lahko potrdimo. Kot je razvidno iz grafikonov 1 do 4, je imel odpadni papir, ne glede na debelino izolacije podobne toplotno izolativne lastnosti kot bolj uveljavljena polistiren in kamena volja. Našo hipotezo potrjujejo tudi izračuni toplotnega toka skozi stene izolacije, ki so pokazali, da je toplotni tok skozi star papir statistično primerljiv s toplotnim tokom skozi kameno volno pri vseh debelinah izolacije, s toplotnim tokom skozi polistiren pa samo pri debelini 8 cm, pri tanjših slojih izolacije pa nastopijo statistično pomembne razlike. Tudi uradni podatki za toplotno prevodnost, ki jih navaja Malovrh (1999)¹ potrjujejo našo hipotezo. Toplotna prevodnost celuloze je namreč 0,045 W/mK, kamene volne 0,03-0,045 W/mK, polistirena pa 0,03 – 0,035 W/mK

Zaradi tega menimo, da bi ga lahko uporabili kot toplotni izolator, saj smo z našimi poskusi na majhnem modelu dokazali njegove izolativne lastnosti in s tem potrdili tudi drugo hipotezo, ki pravi, da je ob primerni obdelavi odpaden papir možno uporabiti za toplotno izolacijo. S primerno obdelavo imamo v mislih mehansko predelavo odpadnega papirja v tako obliko, da bi se ga dalo vgraditi, npr v kakšne naprave, hiše ... V naše primeru smo ga samo natrgali v kosmiče.

5

<http://www.energetika.net/portal/index.html?ctrl:id=page.default.counsel&ctrl:type=render&en:ref=didUKnow&ec:det=26872> (21. 2. 2009)

¹ Malovrh, M. in sod.: Toplotno izolacijski materiali, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Agencija RS za učinkoviti rabo energije, Ljubljana 1991.

V tretji hipotezi trdimo, da je odpaden papir je možno obdelati s kemikalijami kot je npr. soda bikarbona, da postane negorljiv. Tudi to hipotezo lahko potrdimo, čeprav se soda bikarbona (natrijev hidrogenkarbonat) ni izkazal kot primerna kemikalija za tovrstno uporabo. Izbrali smo ga zaradi tega, ker pri segrevanju sprošča ogljikov dioksid in bili smo mnenja, da bi ta ogljikov dioksid ob morebitnem požaru zadušil ogenj. Pozabili pa smo, da bi imelo takšno sproščanje CO₂ za speče stanovalce lahko tragične posledice. Poleg tega je papir, ki je bil impregniran z natrijevim hidrogenkarbonatom ob stiku z ognjem tlel, pri čemer se je sproščal tudi dim. Zaradi tega smo papir impregnirali še z borovo kislino, ker smo na internetu zasledili podatek, da se v ta namen uporabljajo borove soli (Grobovšek, 1997)⁵. Po prižiganju tako obdelanega papirja ni prišlo do tlenja, tudi dim ni izhajal, zaradi česar smo mnenja, da bi tako impregniran papir lahko bil dober toplotni izolator v hiši. Poleg tega, izolacijo ščiti pred plesnijo in insekti, v stiku z ognjem pa naredi kristalino, ki preprečuje dotok kisika.⁴

5

<http://www.energetika.net/portal/index.html?ctrl:id=page.default.counsel&ctrl:type=render&en:ref=didUKnow&ec:det=26872> (21. 2. 2009)

⁴ <http://www.ekoprodukt.si/TRENDISOL.html> (21. 2. 2009)

3 ZAKLJUČEK

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

Z zelo preprostimi poskusi smo dokazali, da je lahko papir dober toplotni izolator. Rezultati bi bili verjetno še boljši, če bi imeli možnost razvlakniti papir, ali celo izvesti poskuse z že izdelano izolacijo iz odpadnega papirja. Kljub temu smo z rezultati zadovoljni, saj smo se pri delu naučili veliko novega in vidimo v uporabi starega papirja še novo eno možnost varčevanja z energijo in s tem varovanja našega okolja.

4 VIRI IN LITERATURA

4.1 Knjižni viri

1. Malovrh, M. in sod.: Toplotno izolacijski materiali, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Agencija RS za učinkoviti rabo energije, Ljubljana 1991.
2. Mollison B.: Uvod v permakulturo, Društvo Kortina, Ljubljana 1994, str. 81.
3. Pearson D.: Eko-biohiša, DZS, Ljubljana 1994, str. 82.

4.2 Spletni viri

4. <http://www.ekoprodukt.si/TRENDISOL.html> (21. 2. 2009)
5. <http://www.energetika.net/portal/index.html?ctrl:id=page.default.counsel&ctrl:type=render&en:ref=didUKnow&ec:det=26872> (21. 2. 2009)
6. <http://www.let-group.com/ISSUTR05/PRGUTR01/PRGLIT01.nsf/986e06ab949b49dac1256a4a006029a8/b844e8181ed89ae7c1256ac60041a304?OpenDocument> (21. 2. 2009)
7. http://nepremicnine.si21.com/Toplotna_in_zvocna_zascita/Ekoloski_gradbeni_materiali.html (21. 2. 2009)

4.3 Viri slik

Vse slike so avtorsko delo avtoric naloge.

IZJAVA

Mentor *Boštjan Štih*, v skladu z 2. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom *Možnost uporabe starega papirja kot toplotnega izolatorja*, katere avtorice so *Tjaša Kočever*, *Sara Skočir* in *Maruša Turnšek*:

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

Celje, 20. marec 2009

Podpis mentorja