



SREDNJA GRADBENA ŠOLA IN GIMNAZIJA
M A R I B O R
S M E T A N O V A U L I C A 3 5 , 2 0 0 0 M A R I B O R

Zeleni potencial konopljine izolacije

Raziskovalno področje: Arhitektura, gradbeništvo ali
promet

Raziskovalna naloga

Avtorji: Vita Belec

Krošel Marsel

Ravš Anej

Mentor: mag. Sašo Turnšek

Maribor, april 2024

Kazalo vsebine

1.	Uvod	7
2.	Teoretični del	9
2.1.	Konoplja in njene prednosti.....	9
2.2.	Sestava konoplje	10
2.3.	Zgodovina konoplje.....	11
2.4.	Pridelava konoplje	12
2.5.	Konoplja v gradbeništvu	13
2.5.1	Konopljin beton.....	14
2.5.2	Vlaknene plošče	14
2.5.3	Konopljni zidaki	14
2.5.4	Drugi izdelki.....	15
3.	Material in metode.....	16
3.1	Steklena volna.....	16
3.2	Stiropor EPS	16
3.3	Stirodur XPS	17
4.	Poskusi – topotne izolacije	18
4.1	Poskus - Vlaga	18
4.1.1	Poskus – Vlaga – komora 1	19
4.1.2	Meritve in ugotovitve iz prve komore	21
4.1.3	Meritve in ugotovitve iz druge komore	28
4.1.4	Meritve in ugotovitev druge komore	30
4.2	Poskus – plesn.....	37
4.3	Poskus – prevodnosti	39
	Priprava poskusa.....	39
	Razultati.....	39
4.4	Poskus – gorljivosti skozi mavčno kartonsko ploščo	41
4.4.1	Stirodur.....	42
4.4.2	Stiropor.....	43
4.4.3	Steklena volna	44
4.4.4	Konopljina izolacija.....	45

4.4.5	Rezultati meritev	46
4.5	Poskus – gorljivosti pri direktni izpostavljenosti ognju.....	47
4.5.1	Stirodur.....	47
4.5.2	Stiropor	47
4.5.3	Steklena volna	48
4.5.4	Konopljina izolacija	48
5.	Diskusija.....	49
6.	Družbena odgovornost.....	50
7.	Zaključek.....	50
8.	Viri in literatura.....	51

KAZALO SLIK

Slika 1 Izolacija iz konoplje (Vir: splet – [1])	7
Slika 2 Industrijska konoplja (vir: splet – [2]).....	9
Slika 3 Uporabnost industrijske konoplje (Vir: splet [3])	10
Slika 4 Pridelovanje industrijske konoplje (vir: splet [4])	13
Slika 5 Konopljina izolacija (vir: splet [5])	15
Slika 6 Steklena volna (vir: splet [6])	16
Slika 7: Stiropor EPS (vir: Splet [7]).....	17
Slika 8 Notranjost kalilne komore.....	18
Slika 9 Materiali pred komoro	19
Slika 10 Materiali po drugem dnevu v komori	19
Slika 11 Materiali po tretjem dnevu v komori.....	20
Slika 12 Materiali po četrtem dnevu v komori	20
Slika 13 Materiali po petem dnevu v komori	20
Slika 14 Materiali zadnji dan poskusa.....	21
Slika 15 Materiali pred komoro	28
Slika 16 Materiali po drugem dnevu v komori	28
Slika 17 Materiali po tretjem dnevu v komori.....	29

Slika 18 Materiali po četrtem dnevu v komori	29
Slika 19 Materiali po petem dnevu v komori	29
Slika 20 Materiali zadnji dan poskusa.....	30
Slika 21 Vzorec konopljine izolacije	37
Slika 22 Vlakna konopljine izolacije pod mikroskopom.....	38
Slika 23 Konopljina vlakna in mikroorganizem	38
Slika 24 Fitoplankton	38
Slika 25 Fitoplankton	38
Slika 27 Izvajanje poskusa s plinskim gorilnikom.....	41
Slika 26: Izdelava vzorcev 4. poskusa.....	41
Slika 28 Kurjenje vzorca s stirodurjem.....	42
Slika 29 Stopljen stirodur.....	42
Slika 30 Kurjenje vzorca s stiroporom.....	43
Slika 31 Stopljen stiropor.....	43
Slika 32 Vzorec s stekleno volno	44
Slika 33 Skurjen vzorec s konopljino izolacijo	45
Slika 34 Konopljina izolacija po končanem poskusu.....	45
Slika 35 Staljen stirodur	47
Slika 36 Staljen stiropor	47
Slika 37 Rezultati žganja steklene volne	48
Slika 38 Rezultati žganja konopljine izolacije	48
Slika 39 Industrijska konoplja	50

KAZALO GRAFIKONOV

Graf 1: Teža steklene volne – komora 1.....	23
Graf 2: Teža vode v stekleni volni - komora 1	23
Graf 3: Teža konopljine izolacije – komore 1	24
Graf 4: Teža vode v konopljni izolaciji - komora 1.....	24
Graf 5: Teža stirodurja – komora 1	25
Graf 6: Teža vode v stirodurju - komora 1	25

Graf 7: Teža vode v % v materialih.....	26
Graf 8: Teža vode v izbranih izolacijah.....	27
Graf 9: Količina vpite vode izolacije na 100 g	27
Graf 10: Teža konopljine izolacije - komora 2	32
Graf 11: Teža vode v konopljini izolaciji	32
Graf 12: Teža steklene volne – komora 2.....	33
Graf 13: Teža vode v stekleni volni – komora 2	33
Graf 14: Teža stiropurja - komora 2	34
Graf 15: Teža vode v stiropurju - komora 2	34
Graf 16: Povečanje teže v % v izbranih materialih - komora 2	35
Graf 17: Teža vode v izbranih materialih - komora 2	35
Graf 18: Količina vpite vode izolacije na 100 g	36
Graf 19: Primerjava vlažnosti v komore 1 in 2.....	36
Graf 20: Temperatur materialov - notranji prostor	40
Graf 21: : Temperatur materialov - zunanj stran objekta	40

KAZALO TABEL

Tabela 1: Rezultati iz komore 1 - 1 del.....	21
Tabela 2: Rezultati iz komore 1 - 2 del.....	22
Tabela 3: Rezultati iz komore 2 – 1 del	30
Tabela 4: Rezultati iz komore 2 – 2 del	30
Tabela 5: Rezultati po štirih dnevih	31
Tabela 6: Tabela materialov v zimskem času - 1. del.....	39
Tabela 7: : Tabela materialov v zimskem času - 2. del.....	39
Tabela 8: Temperature - pri gorenju.....	46

POVZETEK

Konoplja, dolgo spregledan material v gradbeništvu, zdaj pridobiva pozornost kot obetaven izolativni material. Raziskovalna naloga osredotoča na potencialno uporabo konoplje v gradbeništvu za izolacijo stavb. Konopljina vlakna, ki se pridobivajo iz stebel konoplje, ki imajo izjemne lastnosti za izolacijo, vključno z visoko toplotno izolativnostjo, zvočno izolacijo in sposobnostjo uravnavanja vlažnosti v prostoru. Poleg tega je konopljina izolacija ekološko trajnostna, saj je obnovljiv vir in ne vsebuje škodljivih kemikalij.

Konopljina izolacija ima potencial, da postane pomemben gradbeni material za prihodnost, ki združuje učinkovitost, trajnost in naravne lastnosti za izboljšanje kakovosti življenja in zmanjšanje vpliva na okolje. Kar bomo tudi poskušali dokazati z primerjavo konoplje z drugimi gradbenimi materiali, ki jih bolj pogosto uporabljamo trenutno v gradbeništvu.

Cilji:

V prvem delu bomo predstavili materiale in predvsem konopljo, njeni sestavo in njene dobre in slabe lastnosti.

V praktičnem delu bomo preizkušali toplotne materiali, ki smo jih izbrali. Rezultate bomo dokumentirali in jih po končanem delu tudi analizirali in primerjali.

Cilj raziskovalne naloge je preučiti fizikalne lastnosti konopljine izolacije, njeni sposobnosti za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb ter njen trajnostno naravo.

ZAHVALA

Veseli nas, da smo lahko kljub razmeram v tem času sodelovali v tem projektu, tako da se zahvaljujemo organizatorjem tega projekta.

Zahvaljujemo se tudi osebam, ki so nam pomagale pridobiti samo idejo za to raziskovalno naložbo in kasneje tudi material in znanje za opravljanje preizkusov.

Zahvala gre tudi staršem, ki so nam skozi ves proces izdelave raziskovalne naloge stali ob strani.

Vse zahvale gredo našemu mentorju, ki nas je spodbujal pri delu, nas je znal usmeriti v pravo smer pri raziskavah in nam ni le pomagal, temveč nas je tudi spodbujal k iskanju čim več znanja. Zahvale tudi gredo vsem tistim, ki so si za nas vzeli čas in so nas podpirali skozi našo nalogu.

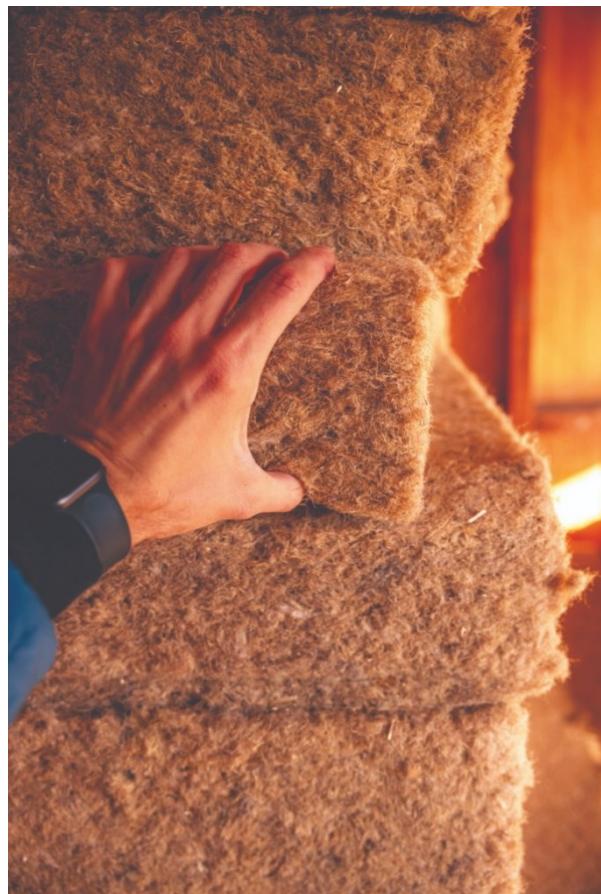
1. Uvod

1.1. Zakaj smo izbrali prav izolacijo iz konoplje?

Industrijska konoplja je vse bolj uporabljen material v gradbeništvu, lahko bi celo rekli, da je postala novi trend. Nas pa je najbolj navdušila zato, ker je 100% naravni material in se želimo osredotočiti na čim bolj zeleno in trajnostno gradnjo. Zato smo se odločili da se bomo posvetili konoplji in njenim lastnostim, ter njeni funkciji kot gradbenemu materialu. Preverili bomo reakcijo v stiku z vlogo. Prav tako bomo preverili njen odziv na gorenje, ter pretok toplote skozi konopljino izolacijo, če jo uporabimo kot izolator med dvema stranema stene. Vse poskuse bomo opravili na osnovi primerjave s stekleno volno, stiroporom in stirodurjem.

V zadnjih letih je gojenje industrijske konoplje po Evropi vedno bolj pogosto. Leta 2015 je njenemu gojenju Evropa posvetila 19 970 hektarov zemlje, kar se je do leta 2019 povečalo na 34 960 hektarjev. Gojenje konoplje ima tudi mnogo dobrih vplivov na okolje, saj se lahko uporabi za kolobarjenje, skladišči ogljik, doda biotsko raznovrstnost in manjša uporabo pesticidov. Konoplja je zelo cenjena, saj se lahko uporablja na mnogih področjih, kot so gradbeništvo, tekstilna industrija, proizvodnja papirja, za živila in mnoge druge. Kot dijaki gradbene šole smo se odločili, da bomo raziskali pomen industrijske konoplje v gradbeništvu in sicer kot toplotno izolacijo, saj ima ta odlično priložnost, da bo v prihodnosti nadomestila izdelke, ki jih uporabljam danes.

Vlakna, iz katerih se dela konopljina izolacija, se nahajajo v steblih, katera po navadi pridelovalci odvržejo namesto, da bi te uporabili in iz njih naredili novo pohištvo.



Slika 1 Izolacija iz konoplje (Vir: splet – [1])

1.2. Kaj smo raziskovali?

Raziskovali smo lastnosti konopljine izolacije, katere smo primerjali tudi z drugimi izolacijami, ki so na trgu najbolj razširjene, to so stiropor, stirodur in steklena volna. Zanimalo nas je kakšna je prevodnost materialov, kako se materiali odzovejo pod visoko temperaturo in kako veliko vode lahko vpijejo.

1.3. Hipoteze

Z našo raziskovalno nalogo smo želeli ugotoviti kaj so lastnosti, prednosti in tudi slabosti našega raziskovanega materiala. To smo naredili s pomočjo naslednjih hipotez.

1. Vpojnost konopljine izolacije je primerljiva s stekleno volno, pri čemer je oboje višje kot pri stiroduru in stiroporu.
2. Zaradi visoke vlažnosti v zraku in visokih temperatur v kalilni komori se v konopljni izolaciji začne pojavljati plesen, saj je konoplja organski material.
3. Stiropor in stirodur bosta zadržala več toplotne v objektu kot steklena volna in konopljina izolacija.
4. Izbrani izolacijski materiali kot material v montažni steni se bo pri izpostavljenosti ognju se bo začel topiti ali se bo vnel.
5. Pri izpostavljenosti ognju se bosta stirodur in stiropor začela topiti, kamena volna in izolacija iz konopljinih vlaken bo zagorela.

1.4. Metodologija dela

Raziskovalno naloge smo razdelili v dva dela. V prvem delu naloge smo raziskovali, kaj je izolacija, kakšni so ostali najpogosteje uporabljeni toplotni izolacijski materiali.

Drugi del naloge je bil malo bolj raziskovalen, saj smo pridobili analizirali različne vrste toplotnih izolacijskih materialov, pripravili smo si preizkušance (narezali, pobrusili,...) in naredili kot model montažne stene.

Raziskovanje je sledilo, ko so bili materiali pripravljeni. Potrebovali smo vlažilni preizkus v zasebni firmi, kjer gojijo sadike. Tam imajo primerno napravo za vlažnost, kjer imajo venomer

nadzor nad vlažnostjo v komori. Prav tako smo naredili preizkušance katere smo testirali na gorljivost.

2. Teoretični del

2.1. Konoplja in njene prednosti

Industrijska ali navadna konoplja je rastlina ji sega od 0,5 do 6 metrov ter spada v družino konopljevk (Cannabaceae). Poznamo tri podvrste: Cannabis Sativa, Cannabis Indica in Cannabis Ruderalis. V konoplji najdemo skupine substanc, ki se imenujejo kanabinoidi, vendar igrajo vlogo tudi v človeškem telesu kot na primer pri uravnavanju krvnega tlaka. Delta-9-tetrahidrokanabinol ali THC je eden od njih. Ta kanabinoid ima psihoaktivni učinek na človeško telo, zato je konoplja uporabljena v medicini, kot droga in tudi v industriji zaradi trpežnih vlaken in visoke vsebnosti celuloze.

Konoplja je tudi koristna za okolje, saj omogoča kolobarjenje z drugimi rastlinami ker ohranja rodovitno prst in se lahko znebi nezaželenih bolezni in škodljivcev. Poleg tega pa lahko na poljih odstrani ostanke kemičnih gnojil, pesticide ter druge strupe.

V začetku 21. stol. so Henry Ford in drugi industrijski geniji ugotovili, da bi morali 90% vseh fosilnih goriv nadomestiti z biomaso, kot so na primer koruzni in konopljni stebli. Danes pa v mnogih državah kjer gojijo konopljo, kot je na primer Maroko upoštevajo stebla kot odpadek, namesto da bi jih reciklirali ali predelali.



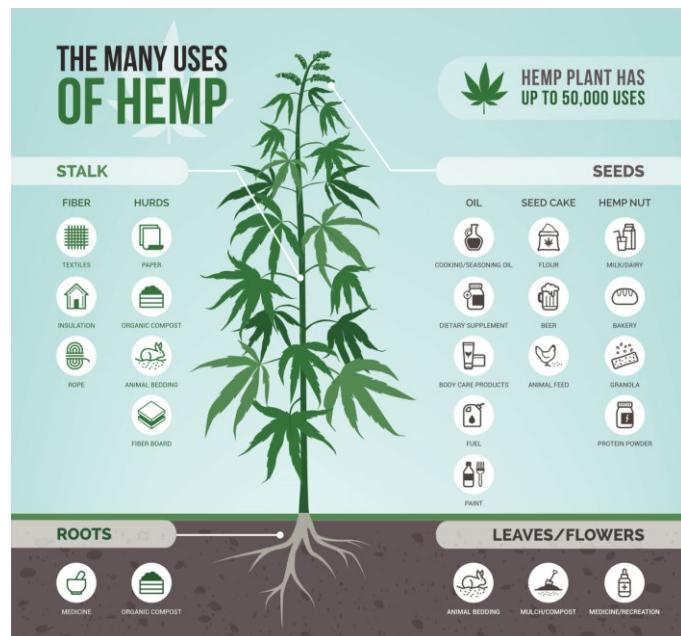
Slika 2 Industrijska konoplja (vir: [splet](#) – [2])

V letu 2020 je soustanovitelj kalifornijske družbe GAIACA Waste Revitalization Jonathan Lee, da Združene države Amerike letno pridelajo 150 milijonov ton odpadkov letno. Med odpadki se najpogosteje pojavijo stebla in druga biomasa, kateri bi lahko reciklirali in uporabili za

izdelavo tekstila, topotnih izolacij, dodatkov za beton, nastilja za živali, vrtne zastirke in mnogo drugih izdelkov.

2.2. Sestava konoplje

Steblo je narejeno iz treh delov. Prvi del so dolga vlakna, ki potekajo čez celo dolžino rastline in predstavljajo njen najdragoceniji del, saj so te lahko dolge do dva metra ter so izredno močna. Ta vlakna se uporabljajo v tekstilu in za izdelovanje vrvi. Drugi del predstavljajo krajša sekundarna vlakna, ki imajo višjo vsebnost lignina (to je polimer, ki spada med najbolj razširjene aromatske spojine in tvori največ biomase) in so dolge od 0,5cm do 5cm. Primerne so za izdelavo topotne izolacije, zidakov in papirja. Ta vlakna za rast potrebujejo več prostora, saj gosto nasajena polja preprečujejo rast debelejših stebel. Nazadnje je pa tudi v steblu celulozni del, ki je narejen iz pezdirja katerega lahko uporabimo za izdelavo papirja za steljo za živali in celo v gradbeništvu kot dodatek betonu.



Slika 3 Uporabnost industrijske konoplje (Vir: [splet \[3\]](#))

Na površini na kateri gojimo konopljo dobimo štirikrat več celulozne vlakninske kaše, kot od dreves na enaki površini, zato je konoplja odličen nadomestek lesene volne, ivernih plošč in masivnih konstrukcijskih ogrodij.

S topotnim stiskanjem konopljinih vlaken v močne konstrukcijske panele lahko dobimo nov gradbeni material, ki je praktičen in cenovno ugoden, ima tudi odlično topotno in zvočno izolacijo. Konopljina izolacija se izdeluje iz konopljinih vlaken, ki bi lahko predstavlja ekološki nadomestek kamene in steklene volne ter stiropora. Topotno izolativnost materiala dosegamo z zračnimi prostori, ki nastajajo med vlakni.

2.3. Zgodovina konoplje

Prvi izsledki uporabe konoplje segajo že v obdobje pred 12.000 leti iz območja današnje Kitajske. Skozi čas se je konoplja uporabljala za tekstil, peščene lonce, trakove, vrvi, ter tudi vojaške oklepe. Za gradbene namene se je uporabljala že v Egiptu pri gradnji piramid.

Konoplja je še do konca 19. stoletja predstavljala pomembno surovino za večji del sveta. V začetku 20. st. pa je zaradi prepovedi indijske konoplje postala stigmatizirana tudi industrijska konoplja, zaradi česar posledično ni bila deležna tolikšne pozornosti s strani industrije 20. stoletja.

V sodobnem času, predvsem od 80-ih let dalje, je vedno več organizacij in posameznikov zahodnega sveta z raziskovanjem obudilo njen pomen in prednosti ter s tem njene komercialne potenciale na področju, gradbeništva, kmetijstva... kar se kaže tudi v porastu njene pridelavi tako v EU kot ZDA in drugod po svetu. Njena ponovna oživitev v različne namene lahko bistveno prisomore k neposrednem in posrednem zmanjšanju porabe energije ter posledičnem zmanjšanju CO₂ in varovanju okolja. Ena izmed takšnih uporab je prav gotovo gradbeništvo, ki v razvitem svetu proizvede velik del CO₂ na letni ravni držav. Če k temu pridamo še trajnosten vidik, lahko naravni materiali v gradbeništvu bistveno prispevajo k izboljšanju kakovosti življena ljudi in okolja.

Charles Rasetti je prvi pomis�il, da bi lahko za omet sten uporabili konopljin granulat. Bil je domišljav umetnik in popravljal je zgodovinske zgradbe. Prvič je konopljin pezdir uporabil pri popravilu na hiši (La Maison de la Turque) ali po naše hiša Turka v Franciji, ko so ljudje videli, da je uporaba konoplje v gradnji mogoča, se je konoplja hitro razširila po srednji Evropi. Françoza Périer in Francis Aujames sta bila prva, ki sta uspešno razvila osnovni način, kako bi lahko konoplja in apno delovala skupaj kot gradbeni material. Prva uspešno zgrajena hiša iz konoplje in apna stoji v Franciji v bližini Tursa. Ta hiša je v poznih osemdesetih in zgodnjih devetdesetih letih prejšnjega stoletja prejela veliko prestižnih nagrad.

2.4. Pridelava konoplje

Pred setvijo je potrebno tla dobro pripraviti in je priporočeno jesensko oranje, s katerim v primeru gnojenja s hlevskim gnojem tega tudi zaorjemo. Konopljo sezemo, ko je dnevna temperatura 10 do 12 °C to je običajno v prvi polovici aprila, sezemo pa jih lahko vse do sredine junija. Pri setvi konoplje za vlakna sezemo konopljo gosteje, saj je poraba semena do 80 kg/ha pri debelozrnatih sortah. Sezemo jih lahko z žitno sejalnico na medvrstno razdaljo 13-15 cm, razdaljo v vrsti 5-10 cm, globina je 3 cm, ko pa pridelujemo konopljo za olje, jo sezemo bistveno redkeje in sicer na medvrstno razdaljo 50-70cm in razdaljo v vrsti 20-30 cm s sejalnico za koruzo ali sladkorno peso. Poraba tega semena sega do 50 kg/ha pri debelozrnatih sortah, ampak se priporoča 20-30 kg semena /ha.

Konoplja se v Sloveniji lahko goji za namen pridelave semena za nadaljnje razmnoževanje, za proizvodnjo hrane in pijač, za kozmetične namene, za krmo živali, za pridelavo vlaken in za druge namene. Sezemo lahko le dovoljene sorte, ki so naštete v Skupnem katalogu sort poljščin, te so objavljene vsako leto v uradnem listu Evropske unije in na spletni strani Uprave Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR). Konopljo lahko gojimo na strnjeni površini, ki ni manjša od 10 ar, vendar moramo setev prijaviti na MKGP do 10. maja. V prijavi je treba navesti KMG-MID številko, podatke o pridelovalcu, podatke o površini polja namenjenem sejanju, površino posamezne sorte konoplje, sorto, namena pridelave in količino semena.

Najboljša temperatura za kaljenje semena je okoli 20°C. Ko seme začne kliti, mlade rastline prenesejo temperature do 0°C, vendar takrat zastanejo v rasti. Idealna temperatura za rast in razvoj je od 18 do 20°C, medtem ko južnim ekotipom ustrezano tudi višje temperature.

Konoplja raste od 90 do 150 dni, čas dozorevanja pa je odvisen od posamezne sorte, saj so različne vrste prilagojena na različne klimatske razmere. Sorta kot Ferimon in Finola dozorijo v treh mesecih, zato ker so naštete sorte prilagojene severnem podnebju. Nasprotno tem sortam pa so pozne sorte, kot so naprimjer Futura 75 in Santhica 27, saj so prilagojene za tople in južne klimate. Njihova rastna doba traja od 140 do 150 dni, dozorijo pa na začetku oktobra.

Rast konoplje delimo na dva dela. Prvi del je vegetativna doba in drugo, ki je cvetenje oziroma dozorevanje.

Konoplja porabi veliko hranil, zato je pri ekološki pridelavi potrebno poskrbeti za dobro založenost tal z organskimi gnojili. Okvirne potrebe konoplje po hranilih so: 70 do 100 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha, 140 kg K₂O/ha pri sortah za olje, pri pridelavi vlaken pa 80 kg N/ha, 80 kg P₂O₅ in 120 kg K₂O. Hlevski gnoj zaorjemo jeseni in že takrat gnojimo s kalijevimi in fosforjevimi gnojili, če ta hranila primankujejo v zemlji. Nekaj teh hranil dodamo pred setvijo. Z gnojevko in gnojnicami gnojimo pred setvijo, prav tako z morebitnimi mineralnimi dušikovimi gnojili. Kasnejše dognojevanje z dušikovimi gnojili ni potrebno, saj ima lahko tudi negativen vpliv na kakovost vlaken in količino in kakovost semena.



Slika 4 Pridelovanje industrijske konoplje (vir: splet [4])

2.5. Konoplja v gradbeništvu

Industrijsko konopljo lahko poleg mnogih načinov uporabe koristimo tudi v gradbeništvu. Je vsestranski naraven material, ki pripomore k kakovosti bivanja. Konoplja kot gradbeni material sega že v obdobje Egipčanov, danes pa se v gradbeništvu uporablja vse pogosteje. Uporablja se lahko za konstrukcijske, kot tudi za izolacijske materiale. Med konstrukcijskimi materiali je najbolj razširjen konopljin beton, ki je biokompozit, za izolacijo pa se uporablja samostojno. Poznamo pa tudi konopljine zidake ter konopljine vezane in vlknene plošče.

2.5.1 Konopljin beton

Konopljin beton, ki mu angleško pravijo tudi hempcrete (hemp + concrete) je izdelan iz konopljinega pezdirja, vode in apnene mešanice. Pezdir je osnova iz sesekljani, olesenelih posušenih delov rastline. Apnena mešanica pa sestoji iz hidravličnega in gašenega apna. V večini se uporablja za polnjenje lesenih konstrukcij.

Postopek gradnje poteka tako, da se najprej izdela lesena konstrukcija. Princip lesene konstrukcije je podoben kot pri gradnji montažnih hiš. Nato se na notranji strani konstrukcija zapre z OSB ploščami. Mešanico konopljinega betona pod pritiskom nanašamo na stene, v tla in na streho. Velika prednost konopljinega betona je da deluje kot izolacijski material, zato hiše ne rabimo dodatno izolirati. Na koncu moramo nanesti še notranji in zunanji omet

Značilnost konopljinega betona je da lahko prenaša horizontalne sile, če pa mu dodamo večji odstotek cementa, kar poveča tlačno trdnost, pa je sposoben prenesti tudi zadostne tlačne obremenitve. Tu je treba poudariti, da z večjo vsebnostjo cementa zmanjšamo izolativnost materiala in posledično slabšo energijsko učinkovitost objekta. Takšen beton je primernejši za območja z toplejšim podnebjem.

2.5.2 Vlaknene plošče

Vlaknene plošče so eden od načinov uporabe konoplje kot konstrukcijskega materiala. Po navadi narejene iz lesa, brez problema pa jih lahko zamenjamo z konopljinimi vlakni. Prednost konopljinih plošč je kompaktnejši in finejši zunanji sloj. To v pohištveni industriji reši dosti problemov, saj je po tem takem lažje barvati, lakirati, furnirati in lepiti. Iz vlaknenih plošč lahko delamo talne in stenske obloge, kot tudi pregrade in podkonstrukcije.

2.5.3 Konopljni zidaki

Konopljni zidaki so hitrejša oblika gradnje z konopljo. Konopljni zidaki so lahko večji kot betonski zaradi manjše gostote materiala. Ko se konopljin blok posuši, izgubi do 70% vlage. Zidaki se delajo iz pezdirja in veziva, ki je lahko apno ali konopljina celuloza.

2.5.4 Drugi izdelki

Konoplja je primerna tudi za prefabricirane elemente kot so na primer protizvočne zaščite, ki jih lahko vidimo ob avtocestah. Konopljina izolacija je izdelana iz konopljinih vlaken in predstavlja ekološko alternativo kameni in stekleni volni. Po toplotni izolativnosti, je konopljina izolacija konkurenčna kameni volni, kot tudi stekleni. Prednost takšne izolacije pa je, da je naravna in s tem blagodejno vpliva na kakovost bivanja. Namesto konopljinih vlaken lahko uporabimo tudi kar razsuto konopljino volno.



Slika 5 Konopljina izolacija (vir: splet [5])

3. Material in metode

Za različne poskuse smo uporabili različne poskuse, pri katerih smo primerjali konopljino izolacijo, steklene volne, stiropor in stirodur.

3.1 Steklena volna

Steklena volna je material, ki se uporablja za topotno in zvočno izolacijo. Kot vsi drugi materiali ima tudi kamena volna svoje prednosti, ki jih je veliko. Možno jo je vgraditi v vse dele stavbe, saj se zaradi svoje mehkobe zlahka prilagodi prostoru v katerega jo vgrajujemo. Osnovna sestavina Steklene volne (kamnini bazalt in diabaz) je iz 60% recikliranih materialov, zato lahko končni produkt in njegovo embalažo tudi recikliramo in ponovno uporabimo. Steklena volna je negorljiva in cenovno dostopnejša ter lažja.



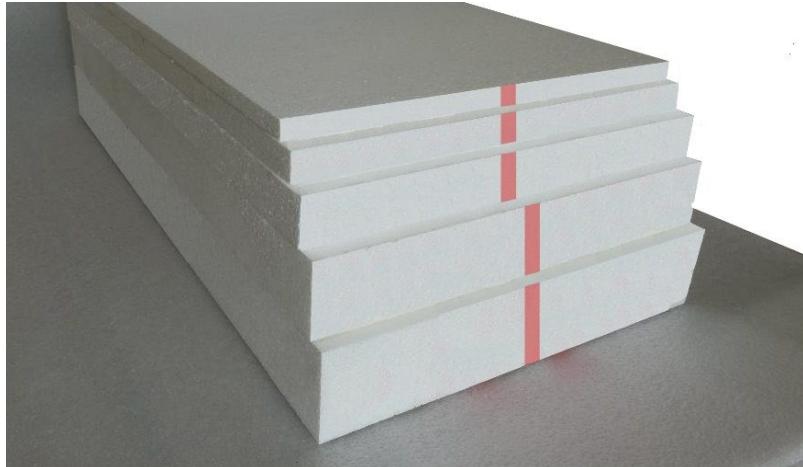
Slika 6 Steklena volna (vir: splet [6])

3.2 Stiropor EPS

Stiropor (ekspandiran polistiren- EPS), se v veliki meri uporablja v gradbeništvu. Zaradi njegovih lastnosti pa ga srečamo v vsakdanjem življenju na skoraj vsakem koraku – je tako dodatek v prsti za gojenje rož kot material za izdelavo lončkov za kavo. Ekspandirani polistiren oz. stiropor je zaradi volumizacije material, ki ga le v dveh odstotkih sestavlja polistiren oz. »plastika«, kar 98% pa ga predstavlja zrak. Zaradi tega je neverjetno lahek, zaradi enostavne proizvodnje in dostopnega osnovnega materiala pa je tudi precej poceni.

EPS je torej »plastika«, vendar je te glede na odstotek v končnem izdelku malo, prav tako pa jo je možno reciklirati.

EPS je paroprepusten, odporen na vlago ter zagotavlja odlično topotno in zvočno izolacijo, zaradi česar se tako pogosto uporablja v gradbeništvu. Je negorljiv, saj se v stiku z ognjem zgolj topi. Kljub temu ga ne smemo zažigati, saj se pri tem sproščajo nevarni plini, temveč je potrebno poskrbeti za njegovo recikliranje. Manjše količine »stiropora« odlagamo v rumene zabojnice za embalažo, večje količine pa je potrebno odpeljati na zbirno mesto za odpadke, od koder ga vključijo v krog reciklaže.



Slika 7: Stiropor EPS (vir: Splet [7])

3.3 Stirodur XPS

Stirodur oziroma extrudiran polistiren je togi izolacijski material. Njegova gostota znaša 33kg/m^3 . Uporablja se kot izolacija in se izredno dobro reže z vročo žico. Je zelo praktičen zaradi svoje male teže. Velika prednost je tudi da ne vpija vlage in ima veliko tlačno trdnosti. Zaradi svojih številnih dobrih lastnosti ima velik spekter uporabe: izolacija ravnih streh, tal, stropov, izolacija pod temeljno talno ploščo.

4. Poskusi – toplotne izolacije

V nadaljevanju imamo predstavljene poskuse, ki smo jih naredili na izolacijah. Konopljina izolacija je ekološko prijazna alternativa tradicionalnim izolacijskim materialom, ki se vse pogosteje uporablja v gradbeništву. Nas je predvsem zanimalo medsebojna povezava toplotnih materialov, med ključne teste, ki smo jih izvajali, so:

- a) poskus – vlaga
- b) poskus - plesen
- c) poskus – prevodnost toplove
- d) poskus – gorljivost

Na podlagi rezultatov teh poskusov se določi primernost konopljine izolacije za uporabo v različnih namenih v gradbeništву, pri čemer se upoštevajo predvsem gradbeni predpisi, varnostni standardi in okoljski vidiki. Konopljina izolacija, se lahko uporablja za izolacijo sten, stropov, podov in streh, pri čemer prispeva k energetski učinkovitosti in trajnostni gradnji.

4.1 Poskus - Vlaga

Eden od poskusov je bil ugotoviti kakšna je vpojnost materialov. To smo izvedli s pomočjo dveh kalilnih komor vrtnarije Cornus, v kateri smo za šest dni dali enako velike kose stirodura, steklene volne in izolacije iz konoplje. Kalilne komore so prostori z višjo temperaturo in vlago zraka, ki pa je ves čas konstanten z manjšimi nihanji. Prva komora je imela temperaturo med 9°C in 10°C z vlažnostjo zraka 88%, v njej sem elemente tehtala dvakrat na dan: zjutraj in večer. V drugi komori pa je bila temperatura konstantno 27°C z vlažnostjo okoli 89%. v tej komori sem pa materiale tehtala trikrat na dan: zjutraj, opoldan in večer.



Slika 8 Notranjost kalilne komore

Na četrti dan sem izolacije v drugi komori položila na jekleno mrežo, da bi videla če se bo navlaževanje upočasnilo.

4.1.1 Poskus – Vlaga – komora 1

V nadaljevanju so prikazani vzorci po dnevih za komoro 1, kjer smo hoteli videti koliko vlage vpije toplotna izolacija.

pred komoro



Slika 9 Materiali pred komoro

Drugi dan v komori



Slika 10 Materiali po drugem dnevu v komori

Tretji dan v komori



Slika 11 Materiali po tretjem dnevu v komori

Četrти dan v komori



Slika 12 Materiali po četrtem dnevu v komori

Peti dan v komori



Slika 13 Materiali po petem dnevu v komori

Zadnji dan v komori



Slika 14 Materiali zadnji dan poskusa

4.1.2 Meritve in ugotovitve iz prve komore

V nadaljevanju so naprej prikazane dobljene meritve za vpojnost vlage v posamezni material.

Tabela 1: Rezultati iz komore 1 - 1 del

Dnevi merjanja	1. Dan		2. Dan		3. Dan	
Čas merjenja v dnevu	začetek (11:52)	večer (20:11)	Jutranja meritev (8:14)	Večerna meritev (20:05)	Jutranja meritev (8:15)	Večerna meritev (19:57)
Temperatura [°C]	/	9,5	9	9,8	9	9,5
Vлага [%]	/	88	88	88	88	88
Konopljina T. I. [g]	459	583	728	814	836	917
Steklena volna [g]	131	187	333	358	370	392
Stirodur XPS [g]	279	290	296	304	305	313

Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Tabela 2: Rezultati iz komore 1 - 2 del

Dnevi merjanja	4. Dan		5. dan		6. dan	
Čas merjenja v dnevu	Jutranja meritev (8:20)	Večerna meritev (20:00)	Jutranja meritev (8:53)	Večerna meritev (20:04)	Jutranja meritev (8:34)	Večerna meritev (20:17)
Temperatura [°C]	9,4	9,2	9,6	10,1	9,8	10,3
Vлага [%]	88	88	88	88	88	88
Konopljina T. I. [g]	1082	1224	1150	1097	1126	1213
Steklena volna [g]	433	442	489	504	529	528
Stirodur XPS [g]	311	314	313	312	310	315

Problem pri tehtanju izolacij se je pojavil, ko smo jih dvignili, saj če nisi bil dovolj previden je lahko ob prenašanju materialov do tehnice voda odtekla.

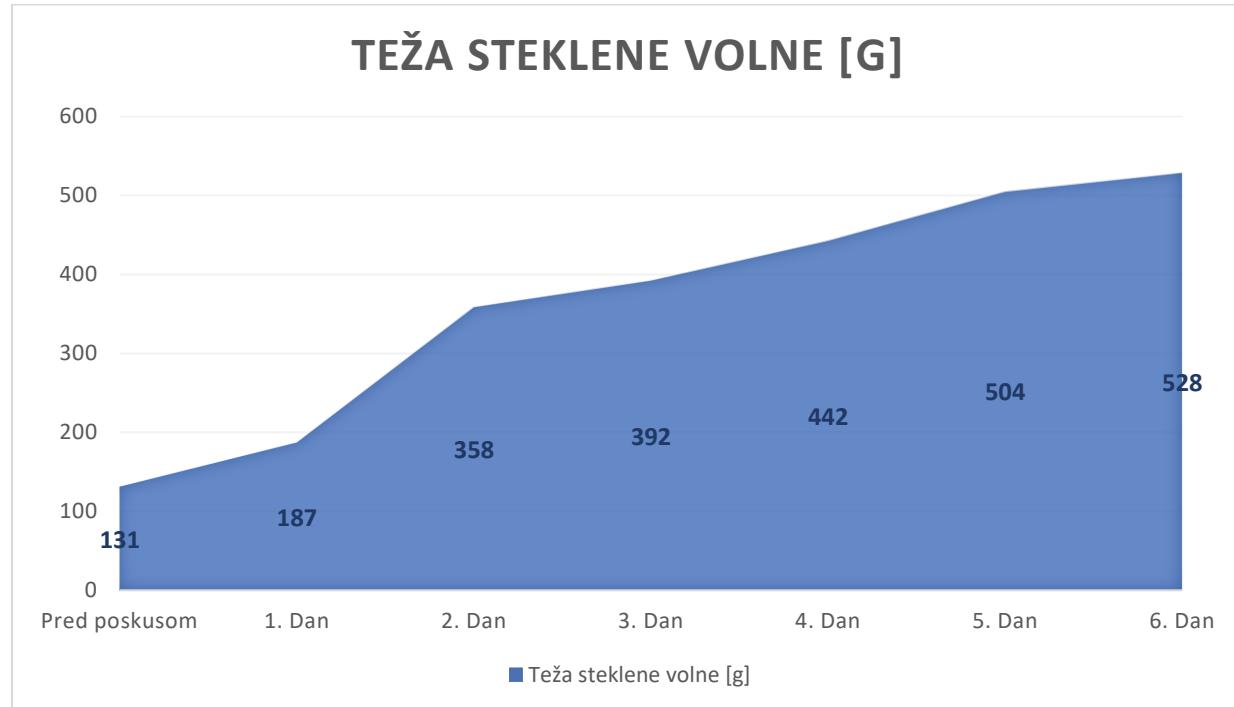
Po šestih dneh je svojo obliko obdržal le stirodur, medtem ko sta pa steklena volna in izolacija iz konoplje izgubili svojo prvotno obliko ob vpijanju vode. Konopljina izolacije je v komori narasla do drugega dneva za približno polovico svoje prvotne velikosti, medtem ko je na zadnji dan dosegla širino, ki je bila skoraj enkrat večja kot originalna. Največ vode je vpila steklena volna, katera je vpila trikratno količino svoje teže.

Pri meritvah smo morali biti hitri in previdni, da z njih ne bi stisnili ali stepli vode, zato smo meritve izvedli dvakrat na dan.

Od vseh materialov največ vlage vpije steklena volna, ki je na zadnji dan bila za 303% težja kot ko je suha. Njena prvotna teža je bila 131g, po šestih dneh v komori pa je tehtala 528g.

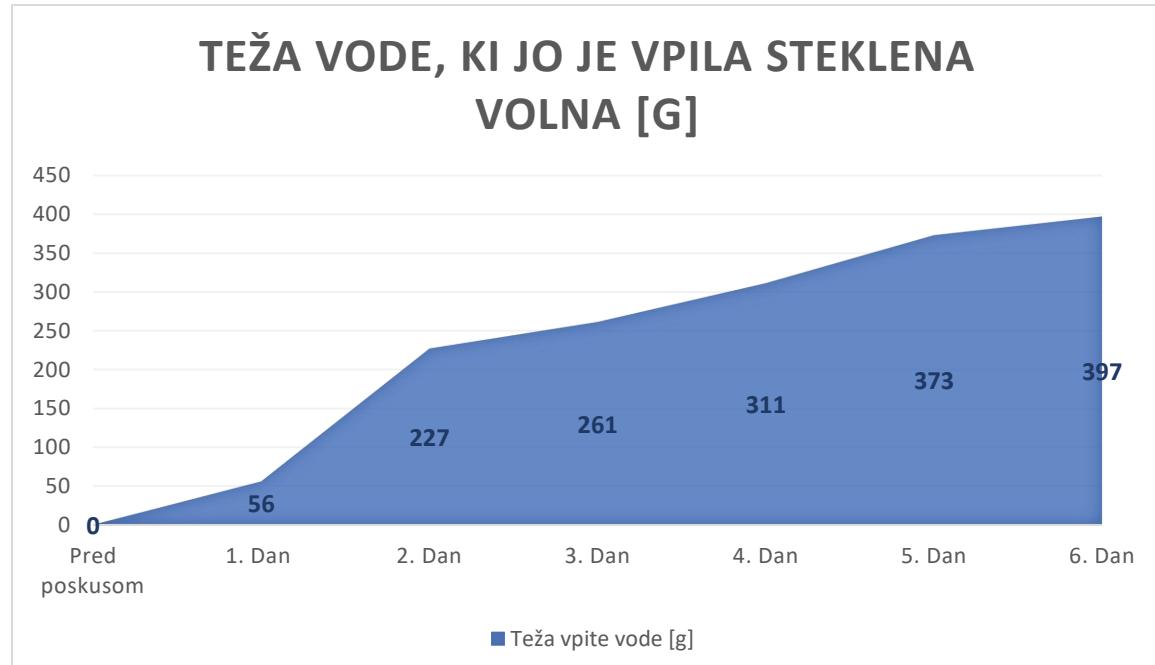
Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Graf 1: Teža steklene volne – komora 1



Na tem grafu je prikazano, koliko vode je vpila steklena volna na dan. Največ vode je vpila iz prvega na tretji dan, najmanj pa zadnji dan.

Graf 2: Teža vode v stekleni volni - komora 1

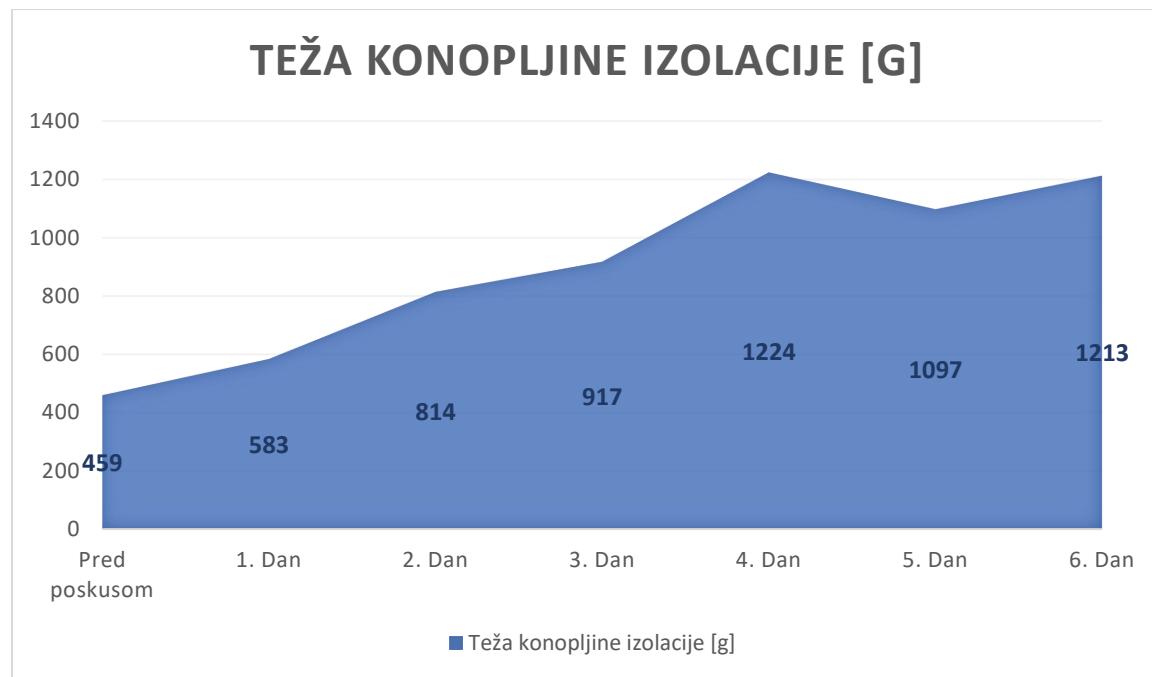


Izolacija iz konoplje pa je bila druga, ki je vpila največ vode. Prvotno težo je imela 459g, zadnji dan pa je tehtala 1213g, kar pomeni da je za 164% težja kot pa prvi dan. Od vseh material je ta

Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

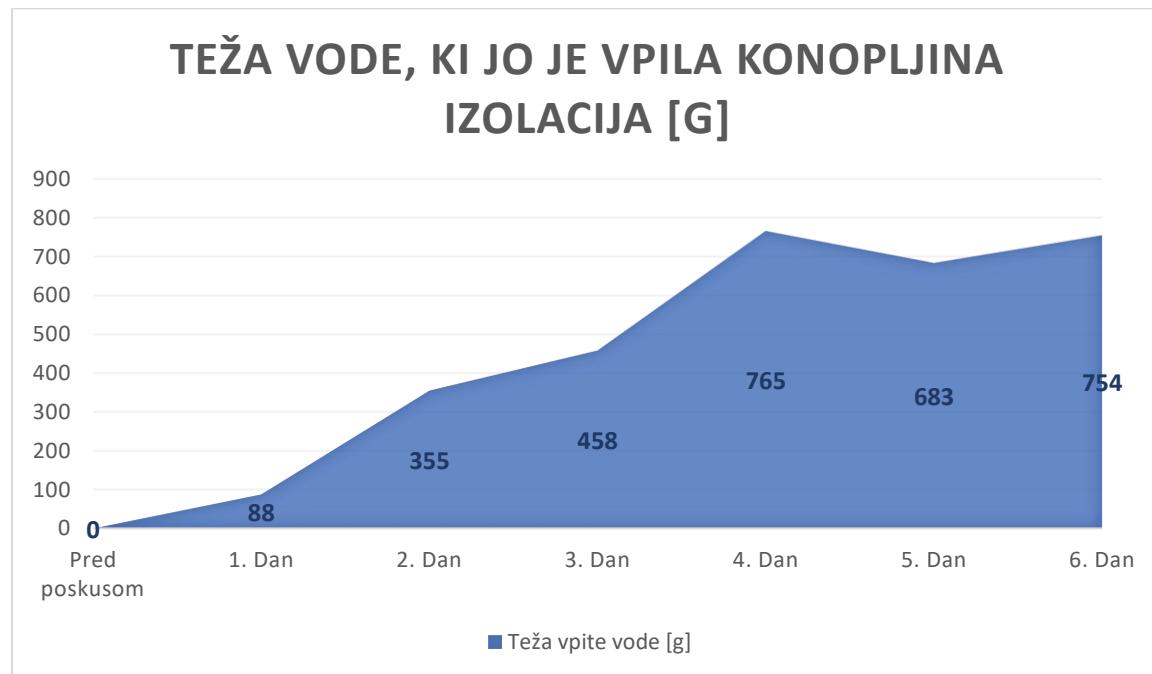
najbolj izgubila svojo obliko in začela tudi razpadati. Na grafu je prikazana teža izolacije skozi celoten poskus.

Graf 3: Teža konopljine izolacije – komore 1



V tej tabeli je prikazana količina vode katero je izolacija vpila skozi poskus. Vidimo lahko, da je na četrti dan izolacija vpila 765g vode.

Graf 4: Teža vode v konopljni izolaciji - komora 1

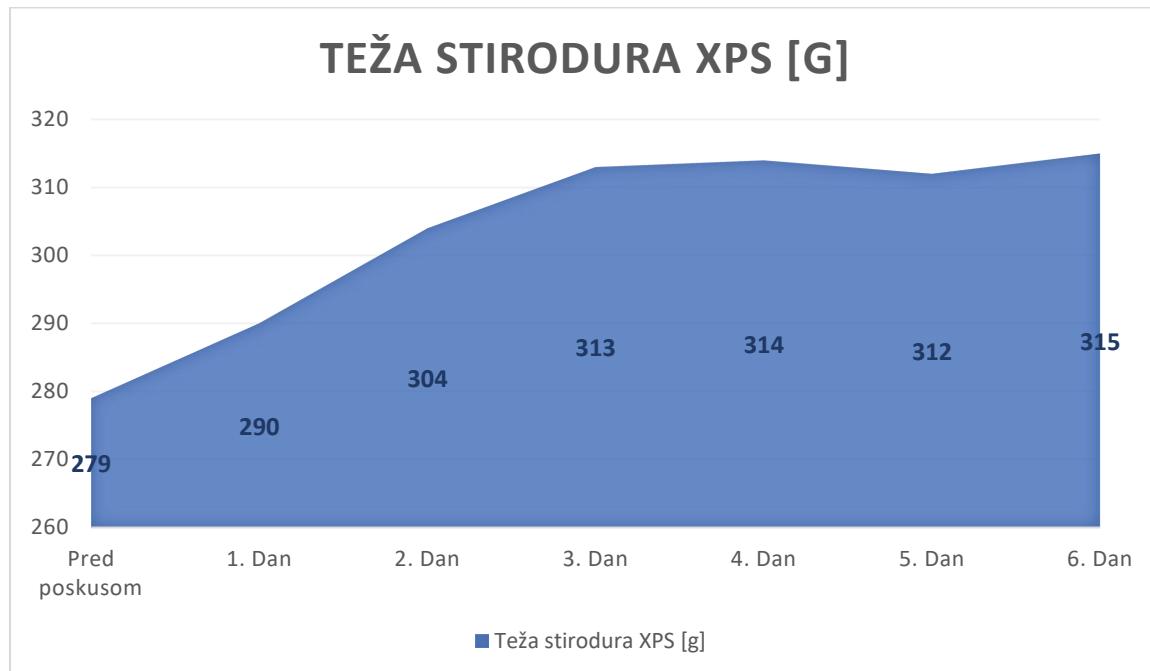


Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Najmanj vode pa je vpil stirodur, ki je prešel iz 279g na 315g ter postal težji le za 13%.

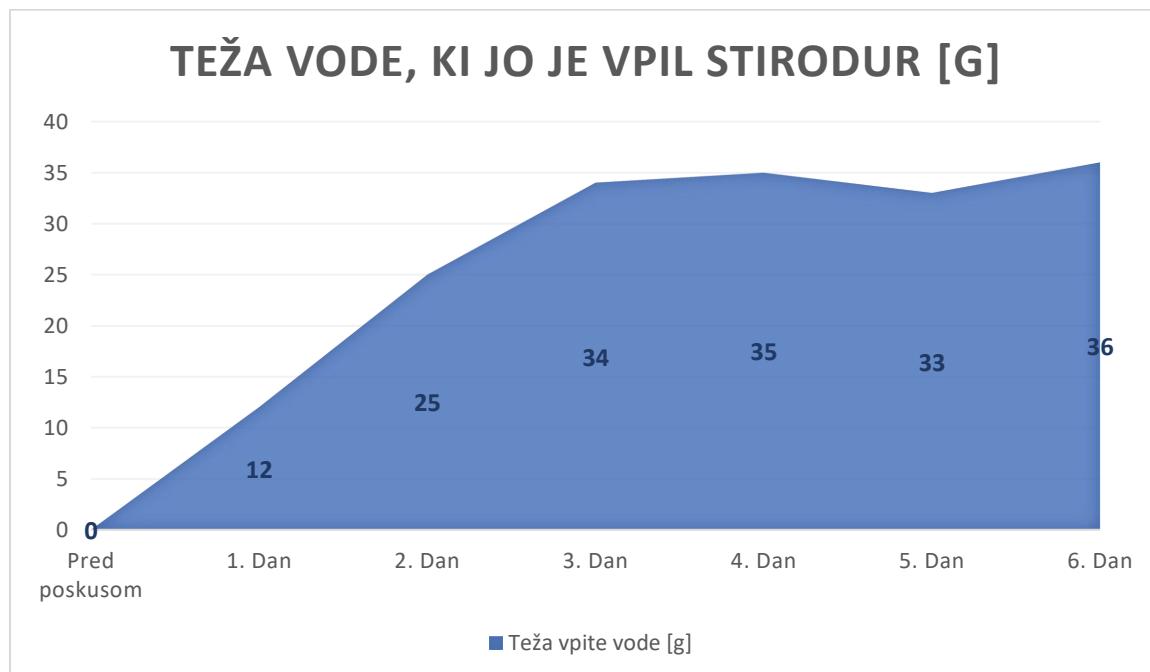
Na grafu lahko vidimo težo stirodura in vode čez celoten poskus.

Graf 5: Teža stirodurja – komora 1



Na grafu lahko vidimo težo vode katero je stirodur vpil skozi poskus. V primerjavi z drugimi je ta zelo majhna, saj je največja količina vpite vode le 36g.

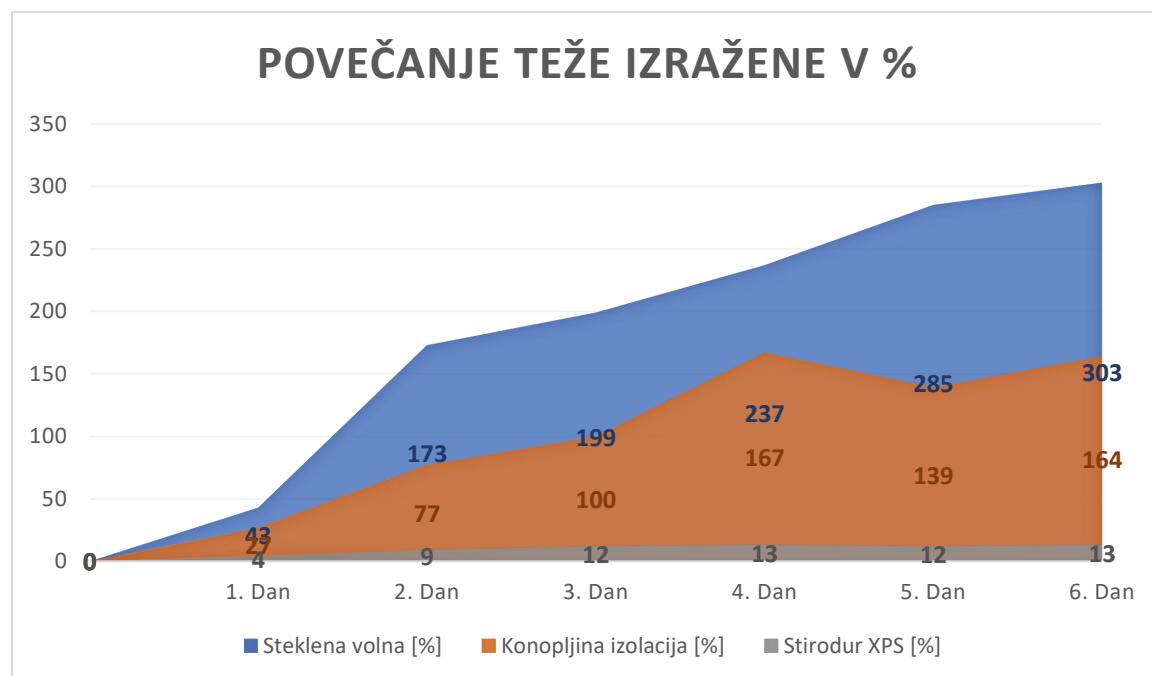
Graf 6: Teža vode v stirodurju - komora 1



Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Na tem grafu lahko vidimo vpojnost glede na težo materialov pred poskusom. Teža je izražena v procentih na grafu so pa prikazani vse trije materiali. Vidimo lahko, da je stirodur vpil najmanj vode, največ pa steklena volna. Povečanje teže je izraženo v procentih, kar pomeni, da je steklena volna postala težja za 3,03% kot je bila pred poskusom, konopljina izolacije 1,64% in stirodur 0,13%.

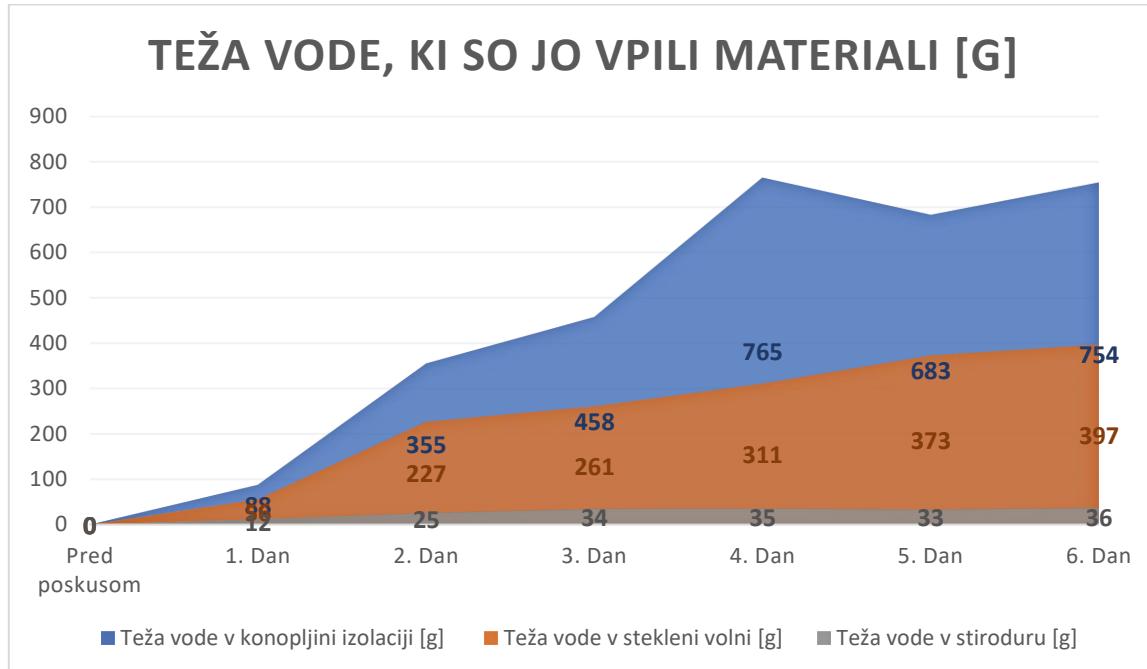
Graf 7: Teža vode v % v materialih



V tem grafu je vidno koliko vode so vpili različni materiali. Količina je izražena v gramih. Na splošno je največ vode vpila konopljina izolacije, ki je do zadnjega dneva vpila kar 754g vode.

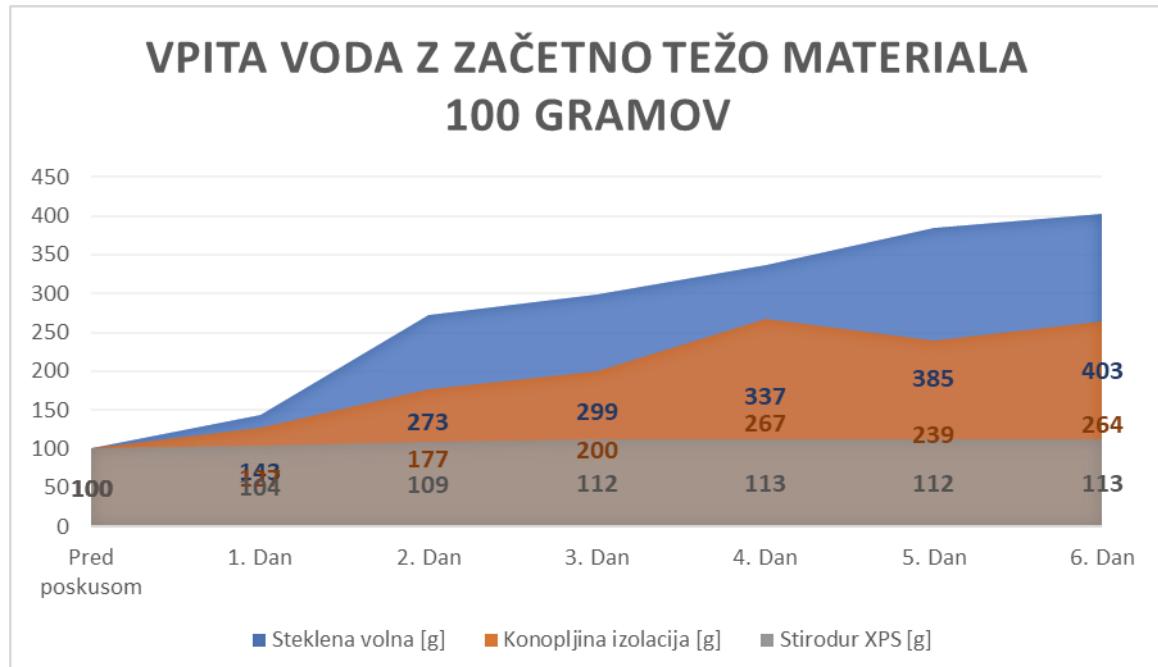
Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Graf 8: Teža vode v izbranih izolacijah



Pri zadnjem grafu pa smo prvotno težo vseh materialov spremenili na sto gramov in ponovno, kot v prvem grafu opazili, da je največ vode vpila steklena volna z dodatnimi 303 gramimi vode, druga konopljina izolacija z164 gramimi vode in stirodur, ki je vpil le 13 gramov vode.

Graf 9: Količina vpite vode izolacije na 100 g



4.1.3 Meritve in ugotovitve iz druge komore

V nadaljevanju so prikazane slike materialov v komori 2, po dodajanju vlage.

Preden smo dali v komoro



Slika 15 Materiali pred komoro

Druji dan meritve



Slika 16 Materiali po drugem dnevu v komori

Tretji dan meritev



Slika 17 Materiali po tretjem dnevu v komori

Četrti dan meritev



Slika 18 Materiali po četrtem dnevu v komori

Peti dan meritev



Slika 19 Materiali po petem dnevu v komori

Zadnji dan meritev



Slika 20 Materiali zadnji dan poskusa

4.1.4 Meritve in ugotovitev druge komore

V nadaljevanju so prikazani dobljeni rezultati v komori 2, za posamezni material.

Tabela 3: Meritve iz komore 2 – 1. del

Dnevi merjanja	1. Dan			2. Dan		
Čas merjenja v dnevnu	Jutranja meritev (8:34)	Popoldanska meritev (14:33)	Večerna meritev (20:10)	Jutranja meritev (8:30)	Popoldanska meritev (14:33)	Večerna meritev (20:04)
Temperatura [°C]	/	27	27	27	27	27
Vлага [%]	/	88	90	89	87	90
Konopljina T. I. [g]	335	360	389	429	461	470
Steklena volna [g]	104	112	125	165	190	202
Stirodur XPS [g]	225	228	232	230	234	233

Tabela 4: Rezultati iz komore 2 – 2. del

Dnevi merjanja	3. Dan			4. Dan	
Čas merjenja v dnevnu	Jutranja meritev (8:36)	Popoldanska meritev (14:23)	Večerna meritev (20:05)	Jutranja meritev (8:30)	Popoldanska meritev (16:55)
Temperatura [°C]	27	27	27	27	27
Vlag [%]	87	89	90	90	93
Konopljina T. I.	517	527	547	581	588

[g]					
Steklena volna [g]	226	238	264	280	282
Stirodur XPS [g]	234	235	235	235	234

Po četrtem dnevu smo dali izolacijo na posebno ploščo/jekleno mrežo, da bi videla če se bo navlaževanje upočasnilo.

Tabela 5: Rezultati po štirih dnevih – komore 2

Dnevi merjanja	4. Dan	5. Dan			6. Dan
Čas merjenja v dnevu	Večerna meritev (19:58)	Jutranja meritev (8:40)	Popoldanska meritev (14:34)	Večerna meritev (20:09)	Jutranja meritev (8:21)
Temperatura [°C]	27	27	27	27	27
Vлага [%]	91	90	93	91	89
Konopljina T. I. [g]	564	560	570	582	619
Steklena volna [g]	259	233	239	247	266
Stirodur XPS [g]	233	237	236	237	236

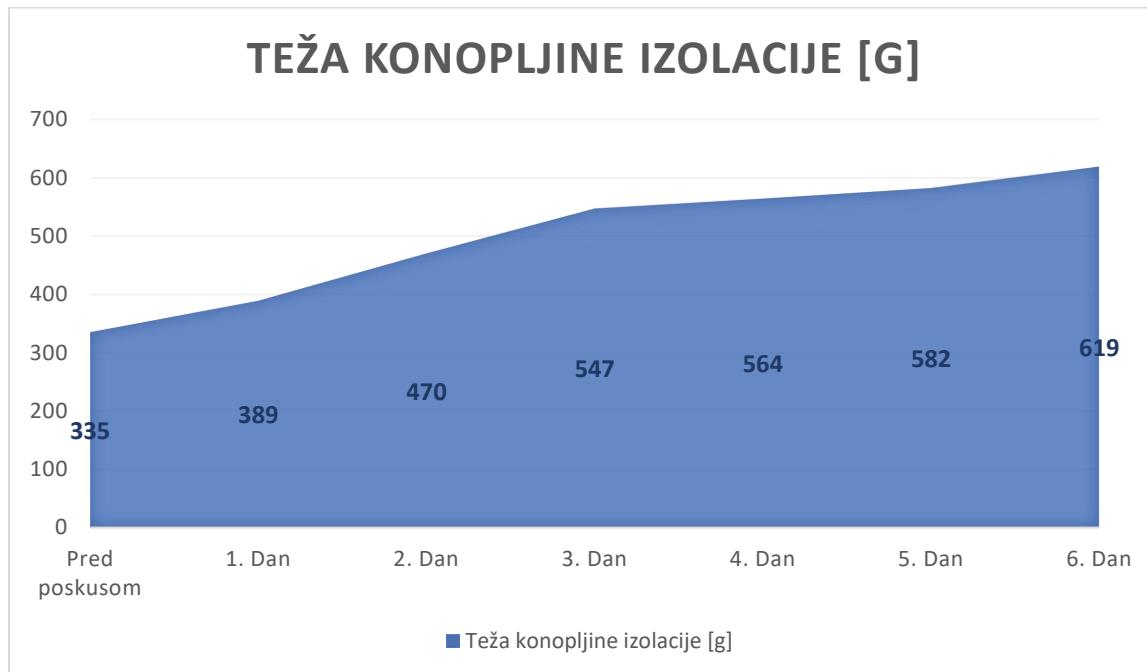
Ta poskus je bil podoben kot prejšnji la da smo na četrti dan pod material nastavili ogrodje katero je omogočalo hitrejše odtekanje vode. Ponovno je največ vode vpila steklena volna, ki je do tretjega dneva vpila 100g vlage. Njeno nabiranje vode se je bistveno upočasnilo in celo padlo za 12g, ko smo jo položili na kovinsko ogrodje, ki je tudi imelo vpliv na konopljinu izolacijo katera je do tretjega dneva vpila 212g vode. V grafih je vidno, da je vpijanje vode upočasnilo. Na šesti dan je stirodur postal težji za 5% svoje prvotne teže in je vpil 11g (0,011L), Konopljina izolacija 85% z dodatnimi 284 grammi (0,284L) ter steklena volna, ki je vpila 164g vode (0.164L), kar predstavlja 156% njene teže pred poskusom.

Kot pri prvi komori smo morali biti z vzorci previdni za čim bolj točne podatke, zato smo jih izvedli trikrat na dan.

Na tem grafu lahko vidimo kakšna je bila teža konopljine izolacije skozi celoten poskus.

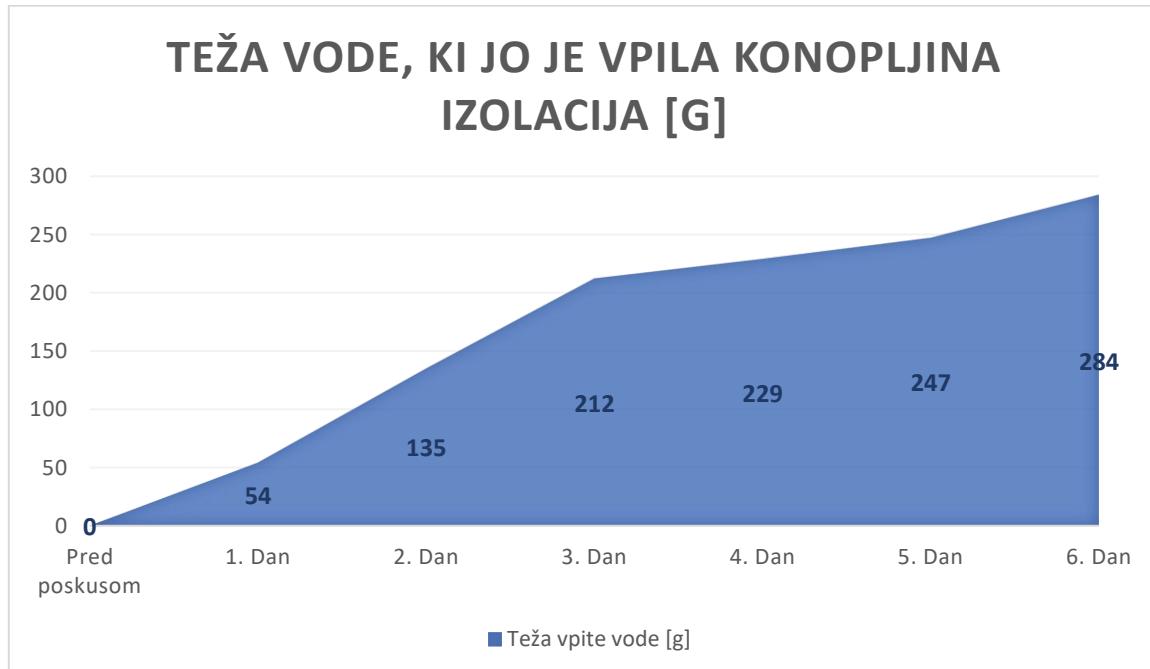
Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Graf 10: Teža konopljine izolacije - komora 2



Ta graf prikazuje težo vode, ki jo je vpila konopljina izolacija v komori.

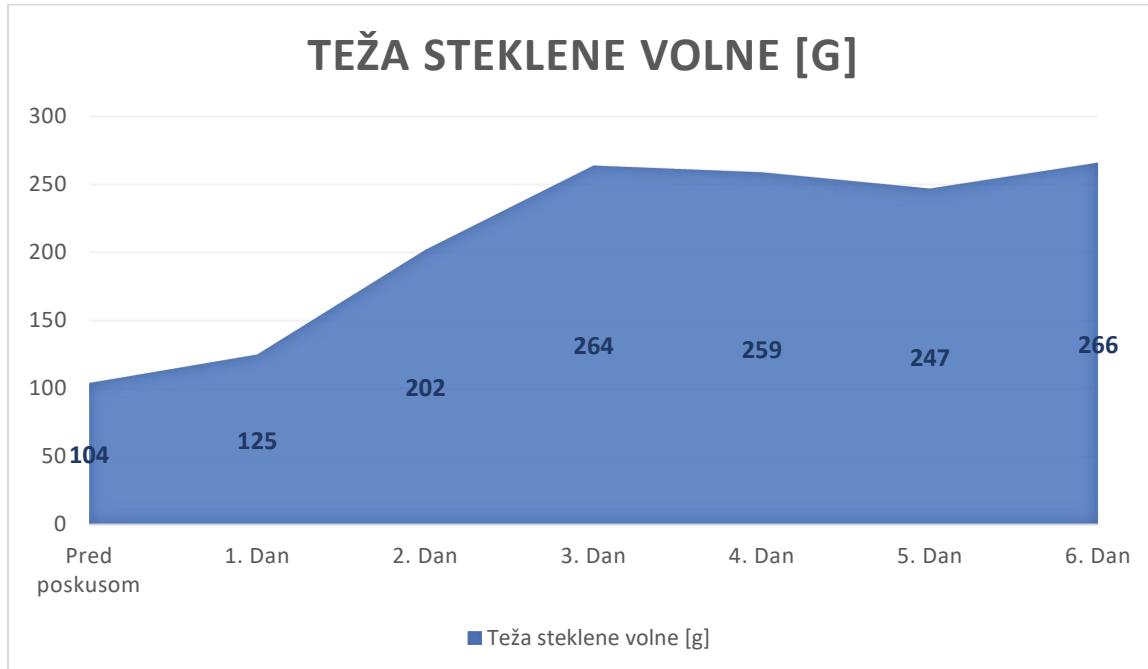
Graf 11: Teža vode v konopljini izolaciji



Graf prikazuje težo materiala skozi poskus.

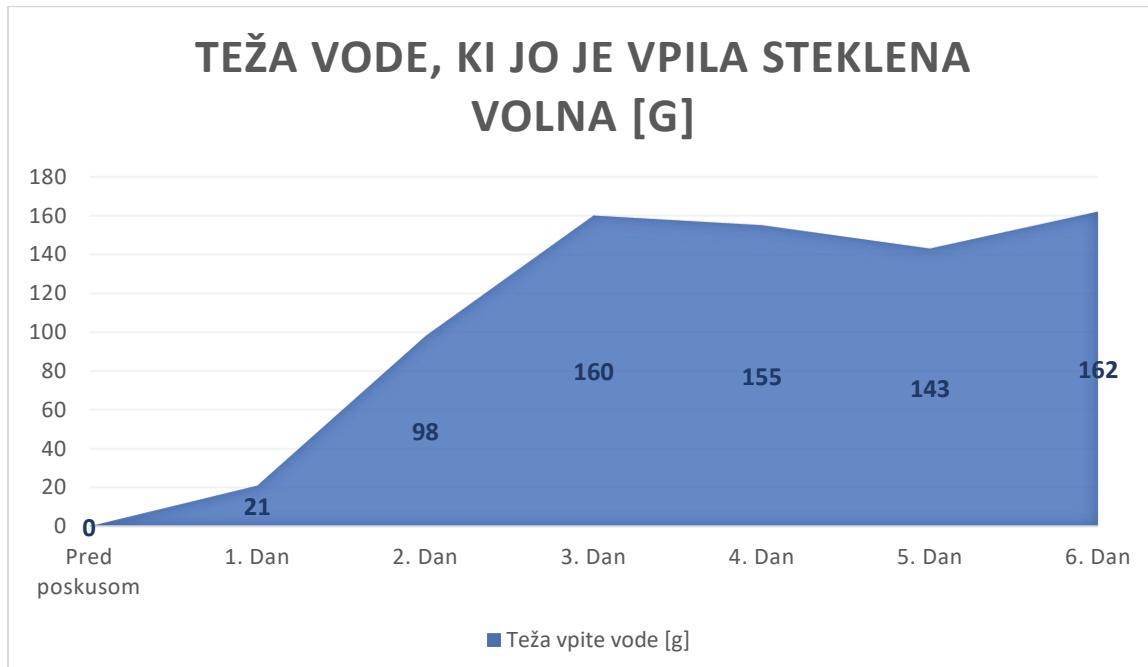
Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Graf 12: Teža steklene volne – komora 2



Graf prikazuje koliko vode je vpila steklena volna skozi poskus. Na zadnji dan je vpila 162g.

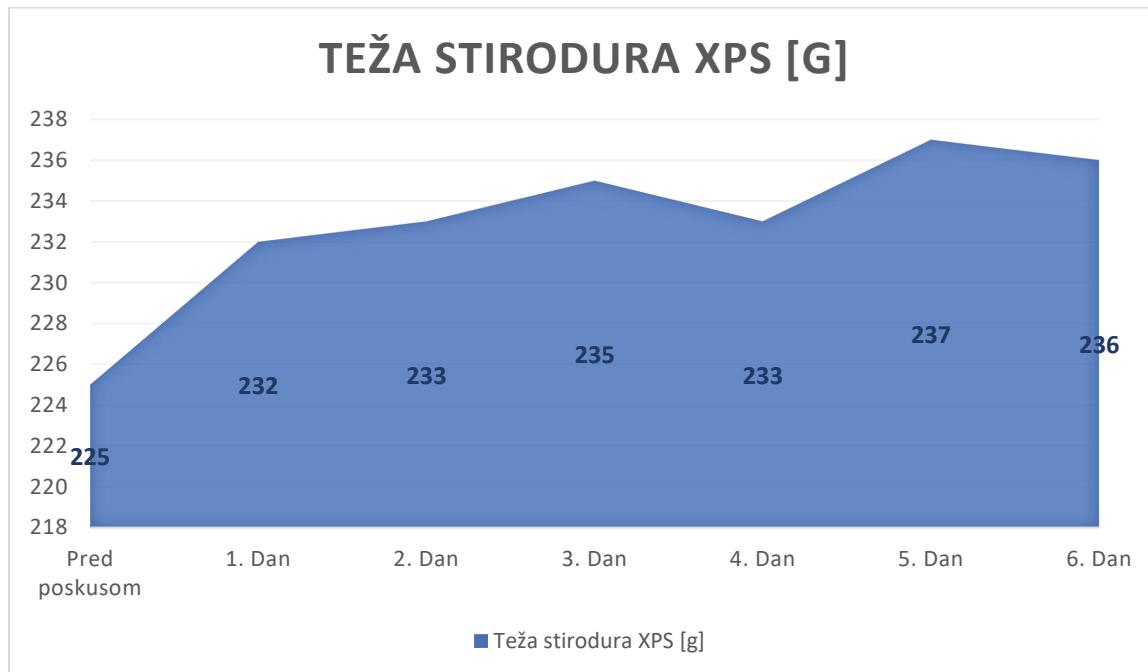
Graf 13: Teža vode v stekleni volni – komora 2



Na grafu lahko vidimo težo stirodura skozi poskus.

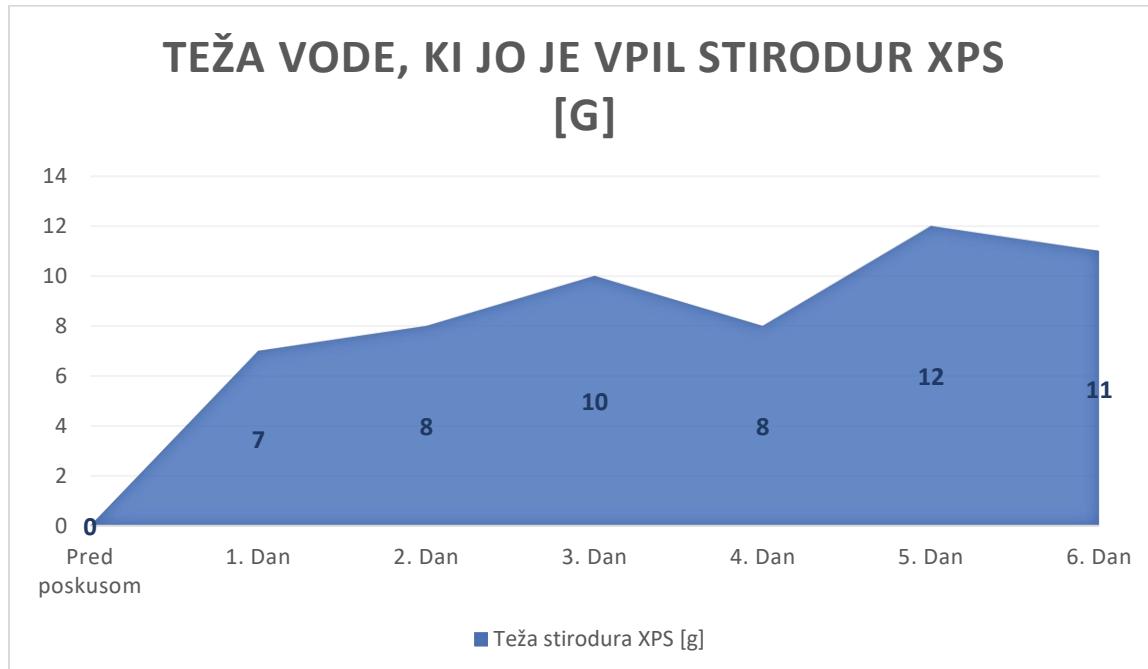
Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Graf 14: Teža stirodurja - komora 2



Na grafu lahko vidimo, koliko vode je vpil stirodur skozi celoten poskus.

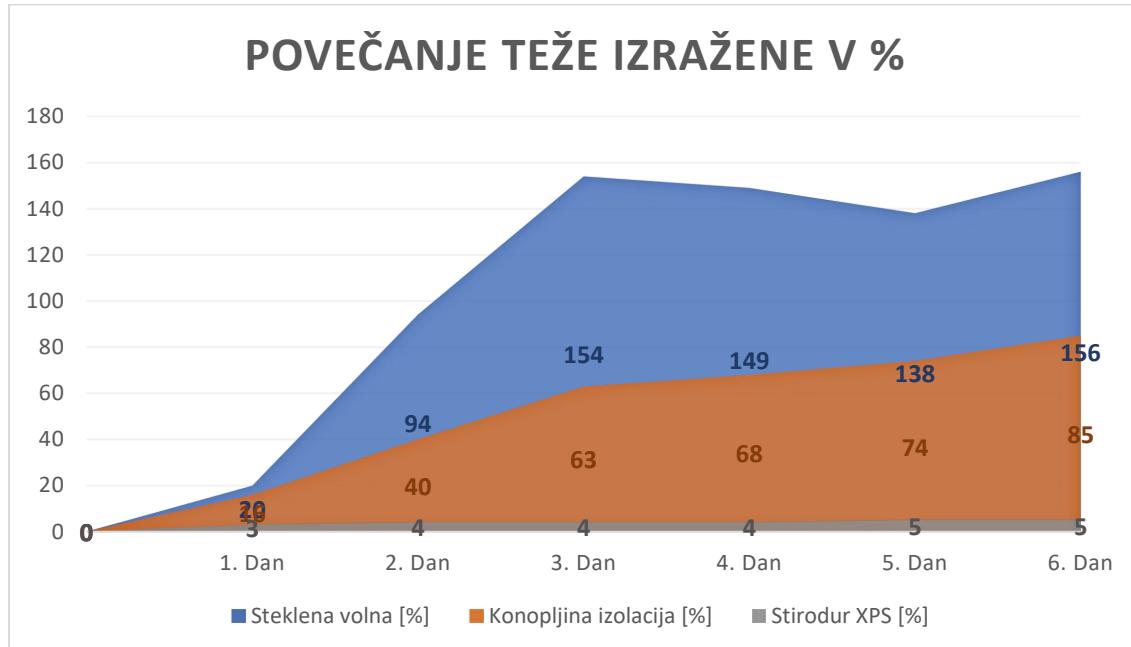
Graf 15: Teža vode v stirodurju - komora 2



Na grafu lahko vidimo za koliko se je povečala teža materialov v razmerju z njihovo prvotno težo. Steklena volna je na koncu vpila kar 1,56% svoje prvotne teže, medtem ko je druga največ vode vpila konopljinna izolacija, s 0,85%. Najmanj vode je vpil stirodur, 0,05%.

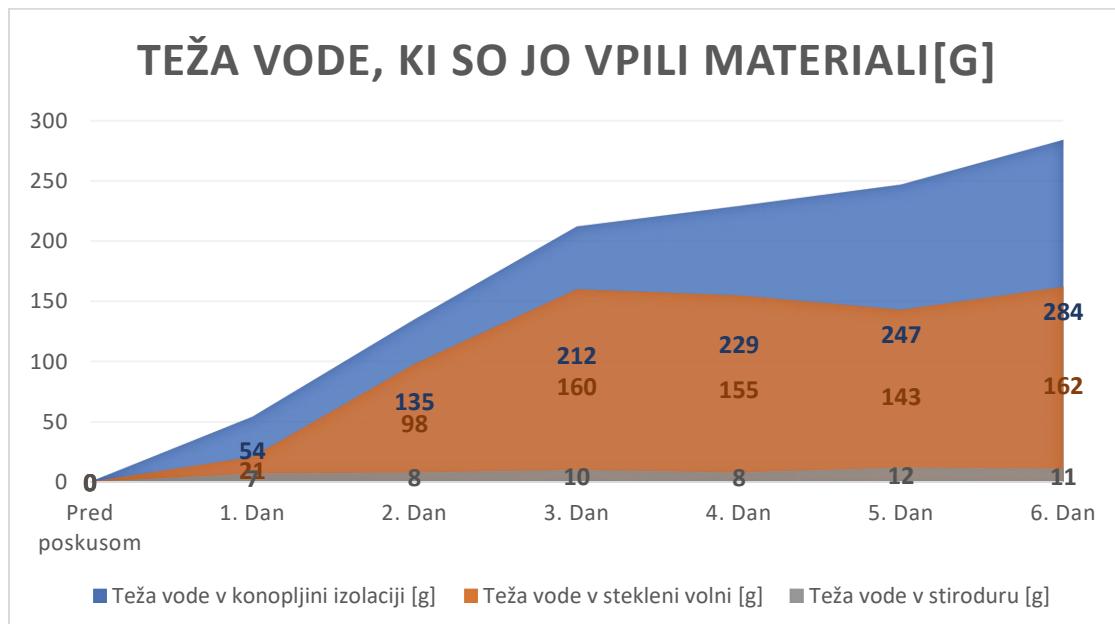
Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

Graf 16: Povečanje teže v % v izbranih materialih - komora 2



Tako kot pri prvi komori je v tej tudi največ vode po količini vpila konopljina izolacija, v tem primeru 284g. najmanj vode pa stirodur, ki je vpil le 11g vode.

Graf 17: Teža vode v izbranih materialih - komora 2

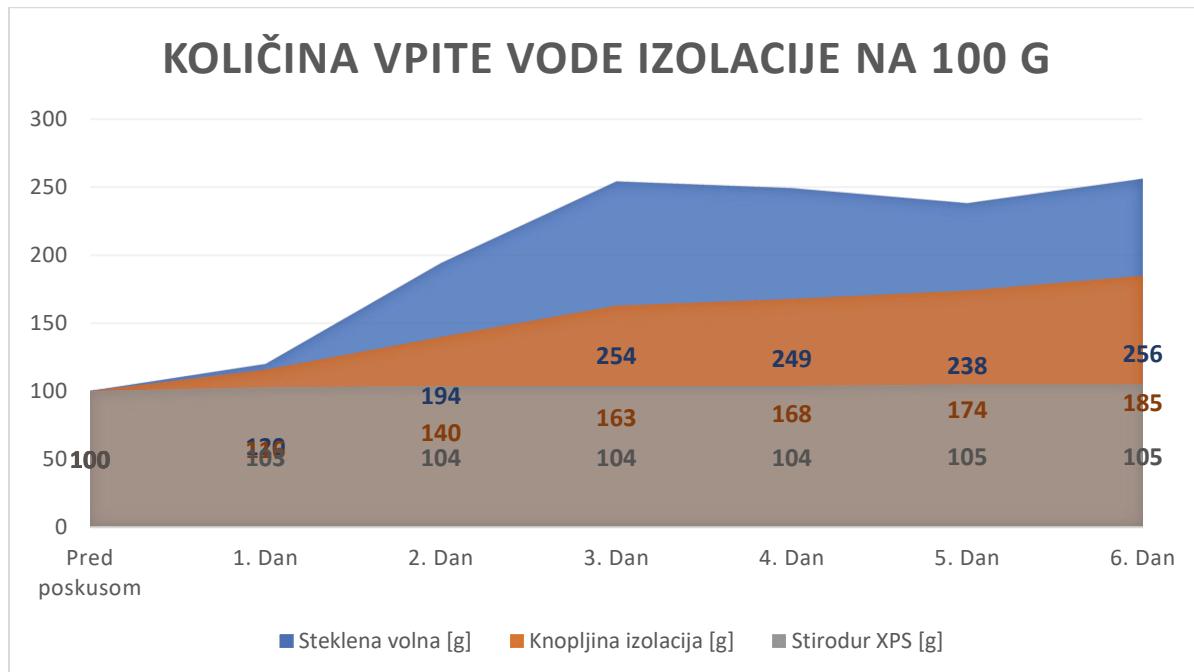


Ponovno smo preračunali in postavili prvotno težo vseh materialov na 100 gramov, da bi videli, kako zgleda vpijanje vode v različnih materialih. Največ vode je spila steklena volna,

Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

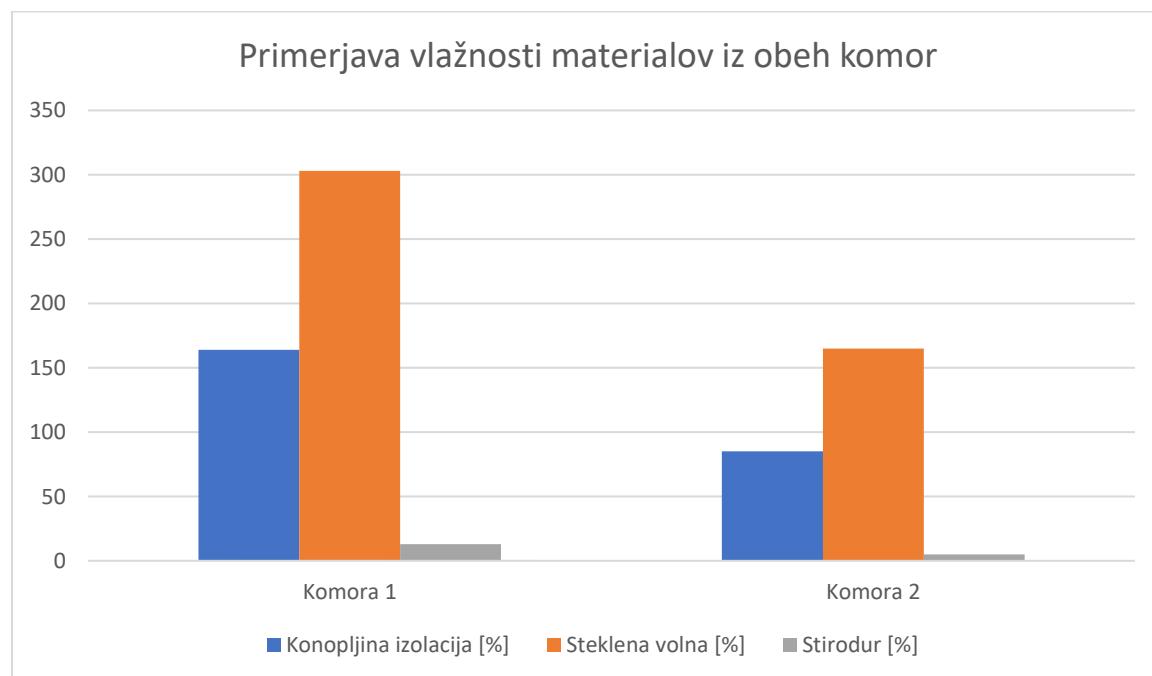
ki je v šestih dneh spila 156 g vode, druga konopljina izolacija z 85 gramimi vode in najmanj stirodur z le 5 gramimi.

Graf 18: Količina vpite vode izolacije na 100 g



V primerjavi z tem poskusom v drugi komori smo ugotovili, da so materiali v tej komori vpili skoraj za polovico manj vode, vendar so rezultati še vedno enakomerni.

Graf 19: Primerjava vlažnosti v komore 1 in 2



4.2 Poskus – plesen

Po šestih dneh v komori in petih dneh v hiši smo prinesli vzorec konopljine izolacije v šolo, da bi ugotovili ali so se v materialu začeli razmnoževati mikroorganizmi, kot na primer plesen, saj se ta pogosto pojavi v toplih in vlažnih okoljih. Komora iz katere smo vzeli vzorec je imela konstantno temperaturo 27°C in vlažnost okoli 90%, kar pomeni, da je idealen prostor za rast plesni.

V šoli smo si s pomočjo mentorja in profesorice vzorec pogledali pod mikroskopom, da bi potrdili našo hipotezo.

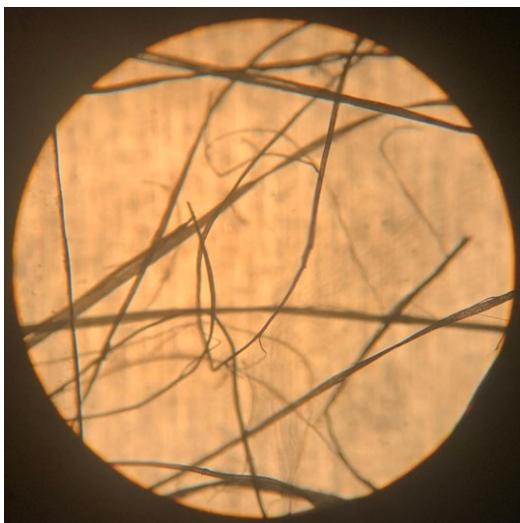
Na vzorcu smo si ogledali več različnih mest, na katerih bi lahko zasledili plesen, katere nismo opazili, smo pa opazili, da je v vzorcu začel rasti fitoplankton, kar je potrdila profesorica. Fitoplankton je mikroskopska rastlina – alga, ki najpogosteje živi v oceanih, je pa pogosta tudi v sladkovodnih vodnih telesih in proizvede največ kisika na zemlji.

To pomeni, da v izrednih kondicijah kot sta visoka vlaga in zvišana temperatura, lahko pride do rasti drugih mikroorganizmov med katerimi je tudi plesen.

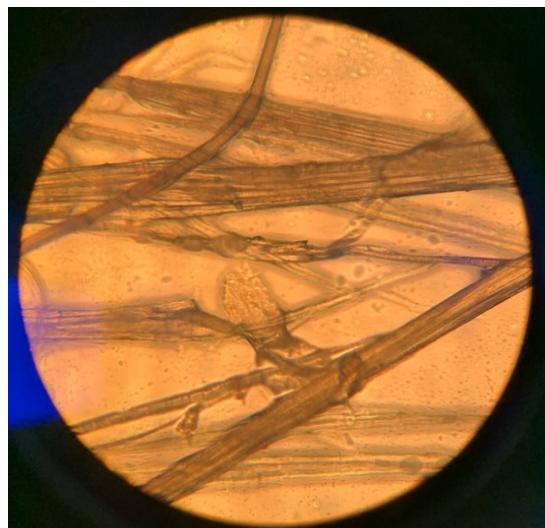


Slika 21 Vzorec konopljine izolacije

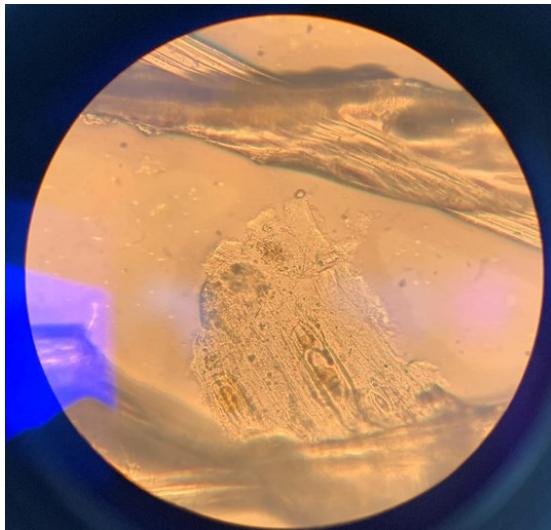
Raziskovalna naloga: *Zeleni potencial konopljine izolacije*



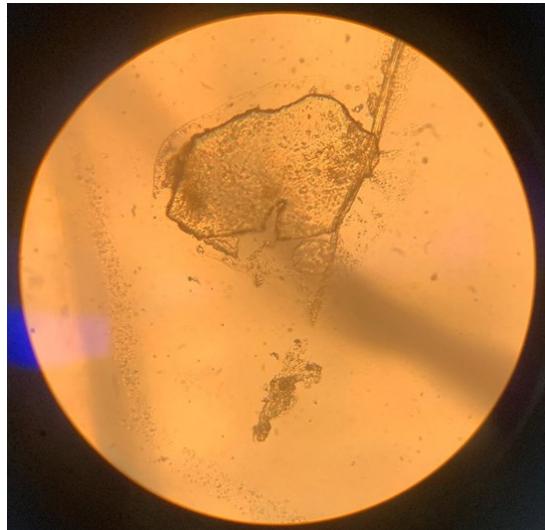
Slika 22 Vlakna konopljine izolacije pod mikroskopom



Slika 23 Konopljina vlakna in mikroorganizem



Slika 24 Fitoplankton



Slika 25 Fitoplankton

4.3 Poskus – prevodnosti

Priprava poskusa

V odprtino okna smo vstavili 4 različne materiale (stiropor, stirodur, konopljina izolacija steklena volna). Vsak dan smo ob 8h zjutraj in 14h popoldan zmerili temperaturo materiala na notranji in zunanj strani ter to počeli 3 dni. S pomočjo teh podatkov, smo videli, koliko določena izolacija prepušča toploto.

Razultati

Iz zapisanih rezultatov lahko ugotovimo, da zjutraj zunaj prepusti največ toplotne steklena volna, medtem, ko zadrži pa največ toplotne stirodur. Znotraj, pa se ti lastnosti materialov izmenjata.

Popoldan zunaj prepusti največ toplotne konopljina izolacija, medtem ko je pa zadrži največ Stiropor. Znotraj popoldan največ toplotne prepusti stirodur, medtem ko je največ zadrži steklena volna.

Tabela 6: Tabela materialov v zimskem času - 1. del

	Temperature materialov zunaj							
	ZJUTRAJ 8.00				POPOLDAN 13.30			
	Stirodur	Konoplja	Stiropor	Steklena volna	Stirodur	Konoplja	Stiropor	Steklena volna
28.2	-2,9°C	-0,4°C	-1,1°C	-0,1°C	1,7°C	6,4°C	1,4°C	4,4°C
1.3	-0,1°C	1,9°C	0,1°C	2,1°C	-0,1°C	0,4°C	-1,3°C	0,2°C
2.3	0,7°C	5,1°C	2,0°C	5,1°C	3,4°C	4,1°C	2,8°C	4,1°C

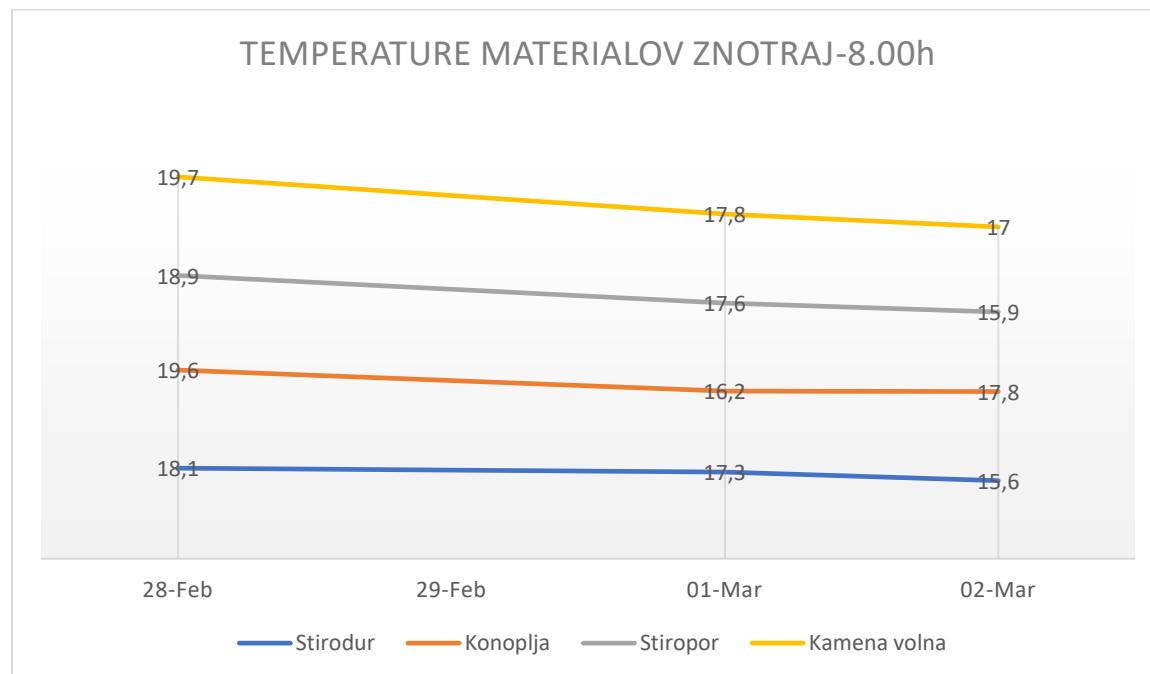
Tabela 7: Tabela materialov v zimskem času - 2. del

	Temperature materialov znotraj							
	ZJUTRAJ 8.00				POPOLDAN 13.30			
	Stirodur	Konoplja	Stiropor	Steklena volna	Stirodur	Konoplja	Stiropor	Steklena volna
28.2	18,1°C	19,6°C	18,9°C	19,7°C	15,5°C	11,9°C	16,6°	18,7°C
1.3	17,3°C	16,2°C	17,6°C	17,8°C	13,9°C	15,2°C	14,1°C	15,8°C
2.3	15,6°C	17,8°C	15,9°C	17°C	15,4°C	17,9°C	16,4°C	16,2°C

Raziskovalna naloga: Zeleni potencial konopljine izolacije

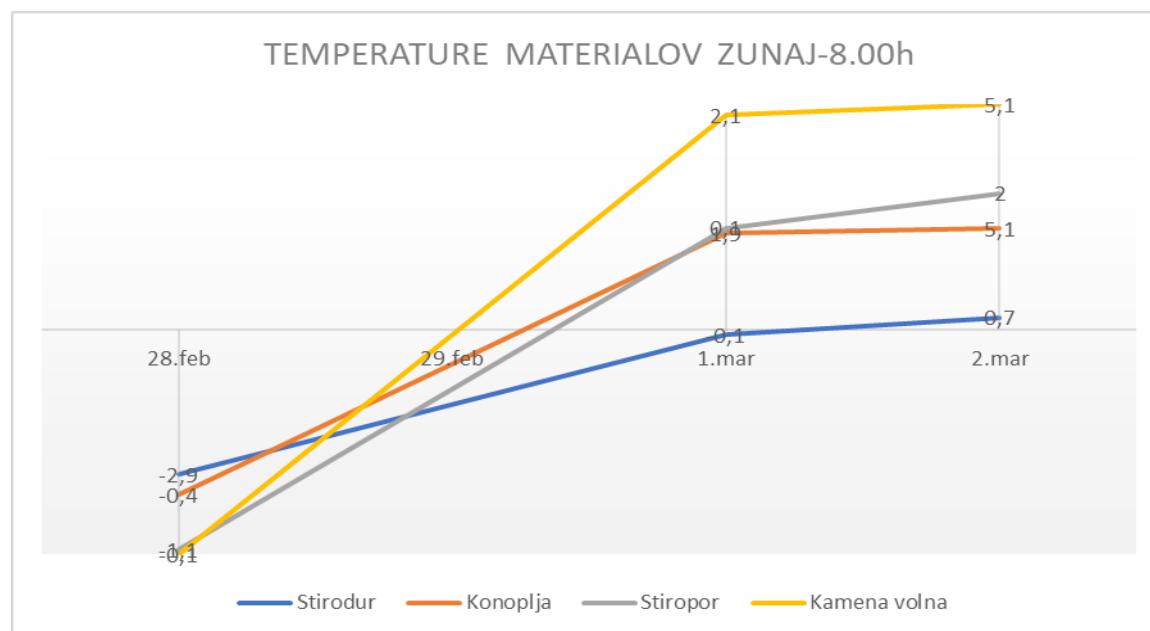
Graf prikazuje temperature materialov znotraj čez vse tri dni. Iz grafa lahko razberemo, da so bili zadnji dan temperature vseh materialov najnižje, saj so do takrat prepustili že največ zunanjega hlada.

Graf 20: Temperatur materialov - notranji prostor



Graf prikazuje temperature materialov zunaj, čez vse 3 dni. Iz tega grafa lahko razberemo, da imajo materiali zadnji (tretji) najvišjo temperaturo, saj so do takrat že vpili največ notranje toplote.

Graf 21: Temperatur materialov - zunanj stran objekta



4.4 Poskus – gorljivosti skozi mavčno kartonsko ploščo

Pri četrtem poskusu smo testirali, kaj se dogaja z različnimi topotnimi izolacijami ob indirektnem stiku z ognjem. Opravili smo tudi meritve temperatur na površini izolacije po kurjenju in na površini mavčno - kartonske plošče med kurjenjem. Testirali smo stirodur XPS, stiropor EPS, kamo volno in izolacijo iz konopljinih vlaken. Pripravili smo štiri enake vzorce, da bi simulirali izolirano notranjo predelno steno. Vzorce smo sami izdelali v delavnicah Srednje gradbene šole in gimnazije Maribor. Za izdelavo smo uporabili mavčno - kartonske plošče debeline 1,25cm in aluminijaste profile. V profile smo najprej vstavili izolacijo in nato z vijačnim vrtalnikom na njih privili še mavčno – kartonske plošče. Širina vzorcev je bila 22.5cm. Poskus smo izvajali na prostem v kontroliranih razmerah. Za poskus smo uporabili plinski gorilnik. Vsak vzorec smo izpostavili ognju za dve minuti. Nato smo iz vzorca iz sprednje strani odstranili mavčno – kartonsko ploščo in opazovali, kaj se bo z izolacijo zgodilo.

Pri vseh vzorcih smo lahko opazili, da kartonski sloj mavčno - kartonske plošče zagori, vendar se ogenj ne širi. Mavec sčasoma začne zaradi visoke temperature žareti. V spodnji tabeli so podane temperature izmerjene na površini mavčno – kartonske plošče med kurjenjem in na površini izolacije po kurjenju.



Slika 27: Izdelava vzorcev 4. poskusa



Slika 26 Izvajanje poskusa s plinskim gorilnikom

4.4.1 Stirodur

Ob odstranitvi mavčno – kartonske plošče smo opazili, da se je na območju, kjer smo kurili stirodur rahlo stalil.



Slika 28 Kurjenje vzorca s stirodurjem



Slika 29 Stopljen stirodur

4.4.2 Stiropor

Pri drugem vzorcu, kjer je bil izolacijski material stiropor (EPS), se je zgodilo podobno kot pri stiroduru XPS. Na površini stiroporja smo lahko opazili, da se je stopil. Površina stopljenega stiroporja je bila večja kot pri stiroduru XPS, kar dokazuje, da se Stiropor hitreje topi kot stirodur.



Slika 30 Kurjenje vzorca s stiroporom



Slika 31 Stopljen stiropor

4.4.3 Steklena volna

Po kurjenju steklene volne razlik v spremembji strukture nismo opazili.



Slika 32 Vzorec s stekleno volno

4.4.4 Konopljina izolacija

Prav tako pri kurjenju če konopljine ni prišlo do sprememb v obliki materiala. Konopljina izolacija je ohranila obliko.



Slika 33 Skurjen vzorec s konopljino izolacijo



Slika 34 Konopljina izolacija po končanem poskusu

4.4.5 Rezultati meritev

V spodnji tabeli so prikazani rezultati meritev segrevanja toplotnih izolacij, po segrevanju mavčno kartonskih plošč. Zanimalo nas je ali se bo po segrevanju mavčno kartonskih plošč, izolacija segrela ali celo stopila. V nadaljevanju so prikazane meritve temperatur na izolacijah.

Po segrevanju mavčno-kartonskih plošč so bile izmerjene temperature na površini različnih toplotnih izolacij. Stiropor EPS je imel temperaturo 30°C, konopljina izolacija 38°C, steklena volna 41°C in stirodur XPS 32°C. V naslednjih meritvah so bile izmerjene temperature na površini mavčno-kartonskih plošč po segrevanju. Pri stiroporu EPS je bila temperatura 340°C, pri konopljinji izolaciji 322°C, pri stekleni volni 175°C, in pri Stiroduru XPS 463°C.

Rezultati kažejo, da so se izolacijski materiali segreli, vendar nobeden od njih ni stopil. Pomembno je opaziti, da so bile temperature na površini mavčno-kartonskih plošč v vseh primerih opazno višje od temperatur na površini izolacij. To nakazuje na uspešno zaščito površine izolacij pred prekomernim segrevanjem ali taljenjem. Torej, izolacijski materiali so uspešno ohranili svojo strukturo in integriteto tudi ob visokih temperaturah, kar je ključno za njihovo učinkovitost pri izoliraju prostorov in preprečevanju toplotnih izgub.

Tabela 8: Temperature - pri gorenju

	Stiropor EPS	Konopljina T. I.	Steklena volna	Stirodur XPS
Temperatura na površini izolacije po kurjenju [°C]	30	38	41	32
Temperatura na površini mavčno – kartonske plošče [°C]	340	322	175	463

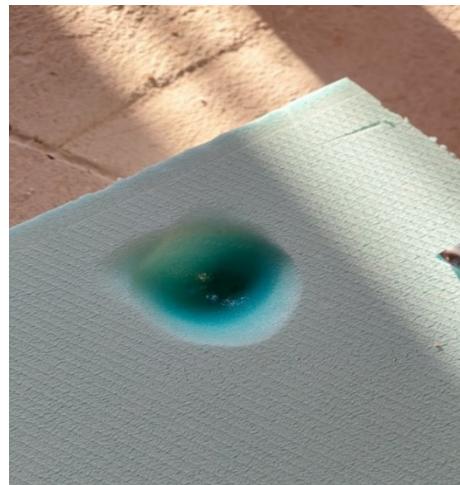
4.5 Poskus – gorljivosti pri direktni izpostavljenosti ognju

Pri četrtem poskusu smo testirali, kako se različne izolacije obnašajo ob direktnem stiku z ognjem. Za izvajanje poskusa smo uporabili iste materiale, kot pri tretjem poskusu in plinski gorilnik.

4.5.1 Stirodur

Pri žganju stirodurja smo opazili, da se je začel takoj taliti.

Po parih sekundah kurjenja na enem mestu smo opazili, da se je taljenje prenehalo, stirodur pa se jeobarval temno modro in strdil, kar je preprečilo nadaljno taljenje.



Slika 35 Staljen stirodur

4.5.2 Stiropor

Pri žganju stiroporja smo opazili, da se tali hitreje kot stirodur. Ko smo žgali Stiropor, se je zgodilo podobno, kot pri stirodurju. Opazili smo, da se začne material hitro topiti, nato pa se takoj strdi, kar prepreči nadaljnje širjenje topljenja in s tem deformiranja.



Slika 36 Staljen stiropor

4.5.3 Steklena volna

Ko smo kurili stekleno volno so se vlakna rahlo vnela, steklena volna se je stopila, ogenj pa se je nehal širiti. Stopljena vlakna so se obarvala sivo in po nekaj sekundah prenehala tleti.



Slika 37 Rezultati žganja steklene volne

4.5.4 Konopljina izolacija

Do največjih sprememb je prišlo ob kurjenju konopljine izolacije. Opazili smo lahko, da Konopljina izolacija tli, tudi ko odstranimo vir ognja. Ta izolacija je tudi edini organski material, ki smo ga testirali.



Slika 38 Rezultati žganja konopljine izolacije

5. Diskusija

Bistvo naše naloge je bil, da smo spoznali industrijsko konopljo kot novi material v gradbeništvu. Ta ima odlično možnost, da bo v prihodnosti imel večji pomen in bo predstavljal obnovljivo alternativo za izdelke, ki so trenutno na trgu ampak imajo slabe vplive na okolje. Z raziskavami smo ugotovili, kaj so prednosti in slabosti raziskanega materiala, kot so na primer njegova prevodnost, vpojnost vode, gorljivost itd. Meritve smo izvedli sami z pomočjo mentorja na različnih materialih kot so stiropor, stirodur in steklena volna ter te primerjali z izolacijo iz industrijske konoplje.

1. Vpojnost konopljine izolacije je primerljiva s stekleno volno, pri čemer je oboje višje kot pri stiroduru in stiroporu, **je delno potrjena**, saj smo ugotovili, da je konopljina izolacija vpila največ vode. Čeprav so drugi grafi pokazali, da steklena volna v primerjavi z njeno prvotno težo vpije več vode, smo se odločili, da bomo vseeno upoštevali, količino vpite vode materiala.
2. Hipoteza: Zaradi vlage se je v konopljnini izolaciji pojavljavila plesen, **je ovržena**, saj pod mikroskopom nismo našli nobenih sledi plesni, smo pa opazili da se je v vzorcu začel razvijati fitoplankton, kar pomeni, da je velika možnost, da se bo v izrednih kondicijah začela razvijati plesen.
3. Hipoteza: Stiropor in stirodur, bosta zadržala več toplotne v objektu, kot steklena volna in konopljina izolacija, **je delno ovržena**, saj iz rezultatov lahko razberemo, da zjutraj in popoldan v objektu največ toplotne zadržita steklena volna in konopljina izolacija.
4. Hipoteza: Po dveh minutah izpostavljenosti ognju se bosta stirodur in stiropor začela topiti, na kameni volni in izolacijo iz konopljinih vlaken pa ogenj ne bo vplival, **je potrjena**, saj smo ugotovili, da sta se stirodur in stiropor začela topiti, v stekleni volni in konopljnini izolaciji pa do sprememb ni prišlo. Večji del toplotne pa so prevzele mavčno kartonske plošče.
5. Hipoteza: S to hipotezo smo predvidevali, da se bosta stirodur in stiropor zaradi svoje kemične sestave topila ob izpostavljenosti ognju, medtem ko se bosta

kamena volna in izolacija iz konopljinih vlaken vneli zaradi svoje narave in organske sestave.

Ob direktnem stiku stiroporja in stirodurja z ognjem sta se obadva začela topiti, konopljina izolacija in steklena volna pa bi naj zagorela v celoti, **je delno ovržena**, saj smo ugotovili, da steklena volna in konopljina izolacija ne zgorita v celoti ampak samo tlita, do gorenja sploh ni prišlo.

6. Družbena odgovornost

Kot smo omenili v teoretičnem delu, ljudje v letu odvržemo velike količine materiala, katerega bi lahko reciklirali in ponovno uporabili. S tem ne mislimo le našega raziskovanega materiala, temveč tudi druge, katere ljudje odvržemo v gradbeništvu.

V letu 2019 je Slovenija proizvedla 4,5 milijonov ton gradbenih odpadkov. Predvideno je, da ta panoga proizvede kar več kot 35% vsega odpada, ki konča na odlagališču.

7. Zaključek

Z pomočjo naše raziskovalne naloge in poskusov smo ugotovili, da čeprav ima naš raziskovan material nekatere slabosti, ima tudi nekaj prednosti. Čeprav je material veliko bolj vpojen kot stirodur, vseeno vpije manj vode kot pa steklena volna. Ugotovili smo tudi, da ima konopljina izolacija boljšo toplotno izolacijo kot pa stirodur in stiropor.

Njena največja težava pa je gorljivost. Ko material pride v stik z ognjem ali povisano temperaturo se ta lahko vname in za razliko od drugih materialov, se plamen počasi širi, kar bi lahko v prihodnosti predstavljal težave.



Slika 39 Industrijska konoplja

Naloga nam je postavila nekaj izzivov, kar je delo naredilo veliko bolj zanimivo. Mnogi podatki so nas tudi presenetili, saj so bili nepričakovani. s pomočjo naloge smo odgovorili na veliko naših vprašanj, ki si smo jih postavili na začetku.

8. Viri in literatura

Hannah biz: PRIDELOVANJE KONOPLJE(Elektronski vir) Dostop na URL naslovu: <https://hannah-biz.si/pridelovanje-konoplje/> (2.2.2023)

KGZ Slovenije: TEHNOLOGIJA PRIDELAVE INDUSTRIJSKE KONOPLJE(PDF) Dostop na URL naslovu:

https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/tehnologija_pridelave_industrijske_konoplje_2017.pdf (2.2.2023)

Konopko: Industrijska konoplja in tekstil(Elektronski vir) Dostop na URL naslovu: <https://www.konopko.si/tekstil> (8.12.2023)

UNCTAD: Hemp's versatility and sustainability offer huge opportunities for developing countries(Elektronski vir) Dostop na URL naslovu: <https://unctad.org/news/hemps-versatility-and-sustainability-offer-huge-opportunities-developing-countries> (8.12.2023)

European Commission: Agriculture and rural development: Hemp(Elektronski vir) Dostop na URL naslovu: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/hemp_en (12.1.2024)

Republika Slovenija, Statistični urad: Količine vseh odpadkov, nastalih v 2020, manjše za skoraj 9 %(Elektronski vir) Dostop na URL naslovu: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/9851>

Konopljina izolacija vse bolj prisotna: Konoplja kot izolacijski material v gradbeništvu (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu: <https://konoplia.net/novice/konoplja-v-gradbenistvu/> (21.2.2023)

Konoplja in nove smeri v gradbeništvu (Elektronski vir) Dostopno na URL naslovu: <https://kajza.si/index.php/2022/04/19/konoplja-in-nove-smeri-v-gradbenistvu/> (21.2.2023)

Wikipedija: Steklena volna: Izolacijski materiali (Elektronski vir) Dostopano na URL povezavi: https://sl.wikipedia.org/wiki/Steklena_volna (18.11.2023)

SLONEP: Vodič (Elektronski vir) Dostopano na URL povezavi: <https://www.slonep.net/gradnja/gradbeni-materiali/vodic/lastnosti-ki-odlikujejo-stiropor> (18.11.2023)

NORIK: Podatki in kratek opis lastnosti(Elektronski vir) Dostopano na URL povezavi: <https://www.norik.si/styrodur-podatki> (18.11. 2023)

VIRI slik:

- [1] <https://offsitebuilder.com/wp-content/uploads/2023/02/HempWool-batts-683x1024.jpg>
- [2] https://cdn.pixabay.com/photo/2019/07/24/05/00/hemp-4359208_640.jpg
- [3] <https://hempfoundation.net/wp-content/uploads/2017/09/hempplant-hempfoundation.png>
- [4] https://cdn.pixabay.com/photo/2022/03/14/06/19/hemp-fiber-7067430_1280.jpg
- [5] <https://gnezdo.si/wp-content/uploads/2014/05/Konopljina-izolacija-Biofib-1.jpg>
- [6] https://cdn.pixabay.com/photo/2019/07/22/07/37/hemp-4354387_1280.jpg
- [7] <https://www.zrno.si/austrotherm-stiropor-eps-af---2-cm-522804#big>