

Šolski center Celje

Srednja šola za gradbeništvo in varovanje okolja

UPORABA KONOPLJE V GRADBENIŠTVU

Raziskovalna naloga

Avtorici:

Klara Part, 3. letnik

Taja Šket, 3. letnik

Mentorica:

Marlenka Žolnir Petrič, univ. dipl. inž. gradb.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2016

KAZALO

1 POVZETEK	6
2 UVOD	7
2.1 IZBIRA TEME RAZISKOVALNE NALOGE	7
2.2 NAŠE PREDPOSTAVKE IN NAMEN NALOGE	7
2.3 METODE DELA.....	8
3 SPLOŠNO O KONOPLJI	9
3.1 KONOPLJA SKOZI ZGODOVINO	10
4 INDUSTRIJSKA UPORABA KONOPLJE	12
4.1 VRVI IZ KONOPLJE	14
5 PRIDELOVANJE IN PREDELOVANJE KONOPLJE	15
5.1 PRIDELOVANJE KONOPLJE V SLOVENIJI.....	18
5.2 PREDELOVANJE KONOPLJE V SLOVENIJI.....	19
5.3 KONOPLJINA VOLNA IN KONOPLJIN PEZDIR.....	21
6 KONOPLJA V GRADBENIŠTVU.....	23
6.1 ZGODOVINA KONOPLJINEGA BETONA	23
6.2 KONOPLJIN BETON.....	24
6.2.1 PRERAČUN IZOLATIVNOSTI KONOPLJINEGA BETONA V PRIMERJAVI Z POROTHERMOM.....	25
6.3 KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI IZ KONOPLJINEGA BETONA	28
6.3.1 ZIDAKI IN BLOKI IZ KONOPLJE	28
6.3.2 PREFABRICIRANI ELEMENTI IZ KONOPLJE	29
6.4 KONOPLJINA IZOLACIJA	31
6.5 VLAKNENE PLOŠČE IZ KONOPLJE	32
7 GRADNJA OBJEKTA IZ KONOPLJINEGA BETONA VGRAJENEGA NA GRADBIŠČU.....	33
8 UPORABA KONOPLJE V SLOVENSKIH OBJEKTIH	38
9 POGOVOR S PRAKTIKOM EKOLOŠKE GRADNJE IZ INDUSTRIJSKE KONOPLJE.....	40
10 ZAKLJUČEK	41
11 PRILOGE	42
12 ZAHVALA.....	44
13 VIRI IN LITERATURA	45

KAZALO SLIK

Slika 1: Konoplja	9
Slika 2: Podvrste konoplje	9
Slika 3: Uporaba konoplje v starodavnem Egiptu	10
Slika 4: Naprava za izdelovanje konopljinega papirja	11
Slika 5: Konopljni snopi.....	11
Slika 6: Zgodovina konoplje v Kentucky	11
Slika 7: Žetev konoplje.....	11
Slika 8: Zemljevid območij, kjer je možno gojiti konopljo.....	12
Slika 9: Možni izdelki iz konoplje	13
Slika 10: Klopčič konoplje	14
Slika 11: Konopljina vrv	14
Slika 12: Konopljina semena.....	15
Slika 13: Sejanje konoplje.....	15
Slika 14: Sadike industrijske konoplje	15
Slika 15: Žetje konoplje	16
Slika 16: Korenina	16
Slika 17: Cvet konoplje	16
Slika 18: Bala konoplje.....	16
Slika 19: Korenina konoplje	16
Slika 20: Konopljarna La Chanvriere de L'Aude.....	17
Slika 21: Drobilnik slame	19
Slika 22: Razčesalnik volne	19
Slika 23: Dozator pezdirja in volne	20
Slika 24: Krtača	20
Slika 25: Pezdir in konopljina volna	20
Slika 26: Prerez konopljinega stebla.....	21
Slika 27: Konopljina volna.....	21
Slika 28: Vrste pezdirja	22
Slika 29: Zidaki iz konoplje.....	23
Slika 30: Charles Rasetti – začetnik uporabe konopljinega pezdirja	24
Slika 31: Hiša Turka.....	24
Slika 32: Konopljin beton.....	24
Slika 33: Sesekljan in posušen pezdir	24
Slika 34: Shema konopljinega zidu z ometom	26
Slika 35: Shema zidu iz opečnega bloka (phorotherma) in toplotne izolacije (EPS)	27
Slika 36: Blok iz konopljinega betona (brez dodatka cementa)	28
Slika 37: Izdelava blokov.....	28
Slika 38: Zid iz zidakov narejenih iz konopljinega betona	28
Slika 39: Izdelovanje objekta	29

Slika 40: Prefabricirana stena	29
Slika 41: Hiša iz prefabriceranih konopljinih elementov	29
Slika 42: Paneli iz konopljinega betona	30
Slika 43: Pripravljanje panelov za transport.....	30
Slika 44: Konopljina izolacija v obliki plošč.....	31
Slika 45: Polaganje konopljine izolacije.....	31
Slika 46: Vezne plošče iz konoplje	32
Slika 47: Plesniva stena	33
Slika 48: Plesniv pezdir	33
Slika 49: Mešalec s horizontalnim dnom.....	34
Slika 50: Mešanje konopljinega betona	34
Slika 51: Preverjanje konsistence zmesi.....	34
Slika 52: Ročno vgrajen zid iz konopljinega betona v konopljarni v Kapla vasi.....	35
Slika 53: Polaganje konopljinega betona na tla	36
Slika 54: Vgrajevanje konopljinega betona s pomočjo strojev	36
Slika 55: Stara hiša narejena iz konoplje	37
Slika 56: Gradnja piramide	38
Slika 57: Detajl piramide.....	38
Slika 58: Piramida in Borut Šket	39
Slika 59: Dokončana piramida	39

KAZALO TABEL

Tabela 1: Načini uporabe konoplje	13
Tabela 2: Podatki o pridelavi konoplje v enem letu v Sloveniji.....	18
Tabela 3: Podatki za izračun.....	26
Tabela 4: Podatki za izračun	27
Tabela 5: Primerjava lastnosti toplotnoizolacijskih gradiv.....	32

KAZALO DIAGRAMOV

Diagram 1: Svetovni proizvod konoplje leta 1996	11
Diagram 2: Prikaz porasta pridelovanja konoplje v Sloveniji	18

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Vzorčni načrt informacijske hišice, ki naj bi v prihodnosti stala v Ljubljani	42
--	----

1 POVZETEK

Konoplja, ta hitro rastoča in zelo uporabna rastlina je bila včasih na naših poljih zelo razširjena kultura, ki je dajala kruh številnim ljudem. V drugi polovici prejšnjega stoletja je bila njena pridelava pri nas prepovedana. Danes se počasi spet vrača k nam in daje velike možnosti za hitrejši razvoj podeželja ter oživitev tekstilne in lesne industrije. Prednosti te rastline so zelo hitra rast, dolga in močna vlakna ter njena velika uporabnost na vseh področjih človekovega življenja.

V Kapli vasi pri Taboru že slabo leto obratuje predelovalnica konopljine slame, ki proizvaja konopljino volno in konopljin granulat. Konopljina volna se lahko predela v plošče ali zvitke in uporablja kot toplotno izolacijski material, iz konopljinega granulata pa z dodanjem veziva in vode nastane gradbeni material, iz katerega lahko gradimo stene, izdelujemo tlake ali pa prefabricirane elemente. Oba materiala sta ekološka in imata dobre izolativne lastnosti.

V Bio parku Nivo pri Žalcu stoji prvi objekt v Sloveniji, ki je narejen iz konopljinega betona, konopljina volna pa je vgrajena že v nekaterih slovenskih ekoloških hišah.

To so šele prvi začetki. Verjamemo, da ima konoplja velike možnosti, da se kot surovina bolj razširi v slovenski gradbeni praksi.

2 UVOD

2.1 IZBIRA TEME RAZISKOVALNE NALOGE

V šoli se pri strokovnih predmetih veliko učimo o sodobnih gradbenih materialih, ki so lahko sicer poceni in enostavni za uporabo, imajo pa tudi veliko pomanjkljivosti: nekateri med njimi se težko razgradijo, zaradi industrijskih dodatkov lahko sevajo in oddajajo emisije snovi v prostor, proizvodnja teh materialov lahko povzroča trajne obremenitve okolja, ali pa škodljivo vplivajo na ljudi, ki v takih objektih živijo.

Vedno več pozornosti pri pouku namenjamo tudi ekološkim in naravnim gradivom, ki že v osnovi ustvarjajo prijetno in udobno bivalno klimo, res pa je, da gradnja z njimi zahteva več časa, znanja in veščin. To so preprosti materiali, vzeti iz okolja, kjer živimo, pridelani na sosednji nivi ali gozdu, le malo predelani, ne vsebujejo strupenih primesi in imajo možnost ponovne uporabe. Z večino od njih so znali graditi že naši predniki.

Na televiziji in v časopisih pogosto slišimo ali beremo o povratku konoplje, ki je bila pred sedemdesetimi leti načrtno izgnana iz naših polj, tovarn in krožnikov. Ta hitro rastoča in zelo koristna rastlina je bila nekoč na naših poljih zelo pogosta kultura, ki je dajala kruh številnim ljudem. Do pred nekaj leti pa je sploh nismo poznali, ker je bilo njeno gojenje prepovedano. Predvsem pa zelo veliko slišimo o poskusih, da bi bila za medicinske namene dovoljena tudi uporaba konoplje z večjo vsebnostjo THC-ja.

Ko smo v začetku šolskega leta v okviru projektnih dni obiskali še predelovalnico konoplje v Savinjski dolini in izvedeli, da se lahko konoplja uporablja tudi za gradnjo objektov, je bila najina mera radovednosti polna. V raziskovalni nalogi sva si zadali naložo, da podrobnejše spoznava to rastlino in njenou koristno uporabo v življenju, ker pa sva bodoči gradbenici, naju je še posebej zanimalo, kako se da konopljo uporabiti pri gradnji objektov.

2.2 NAŠE PREDPOSTAVKE IN NAMEN NALOGE

Pred začetkom raziskovanja smo menili:

1. Konoplja je vsestransko uporabna rastlina.
2. V Sloveniji je v zadnjih letih dovoljeno pridelovanje industrijske konoplje in število gojiteljev konoplje vsako leto narašča.
3. Konoplja se lahko uporablja kot izolacijski in konstrukcijski gradbeni material.
4. Konoplja je v slovenski gradbeni praksi še neuveljavljena surovina.

Glavni namen naše naloge je bil:

- spoznati konopljo kot rastlino, ki je uporabna na mnogih področjih človekovega življenja,
- raziskati, kakšne so možnosti in kakšen je interes za pridelavo in predelavo industrijske konoplje v Sloveniji,
- ugotoviti, v katerih gradbenih materialih lahko uporabimo industrijsko konopljo,
- raziskati, v kolikšni meri je konoplja že uporabljena pri nas pri gradnji objektov.

2.3 METODE DELA

Pri našem raziskovanju smo uporabili različne metode:

- brskanje in iskanje podatkov v literaturi in svetovnem spletu,
- raziskovanje na terenu,
- poizvedovanje pri strokovnjakih na različnih institucijah,
- fotografiranje surovin, materialov in objektov,
- analiziranje rezultatov ...

Najprej smo prebirali literaturo in druge vire, da bi spoznali konopljo kot rastlino, ki je bila v preteklosti zelo razširjena na naših poljih, v prejšnjem stoletju prepovedana, danes pa se spet počasi uveljavlja.

Obiskali in navezali smo stike s kmetijskimi strokovnjaki, da smo dobili podatke o pridelavi konoplje v Sloveniji.

Potem smo se odpravili v konopljarno, ogledali in fotografirali smo proizvodni proces predelave konopljine slame in pridobili kontakte z gradbeniki, ki konopljo uporabljajo pri gradnji.

Spet smo se lotili prebiranja literature (samo v tujih jezikih) in iskanja informacij o možni uporabi konoplje v gradbeništvu s pomočjo podatkov objavljenih na svetovnem spletu.

Sledilo je še fotografiranje objektov, ki že stojijo v Sloveniji in pogovor s strokovnjaki za ekološko gradnjo.

Na koncu smo rezultate strnili v raziskovalni nalogi.

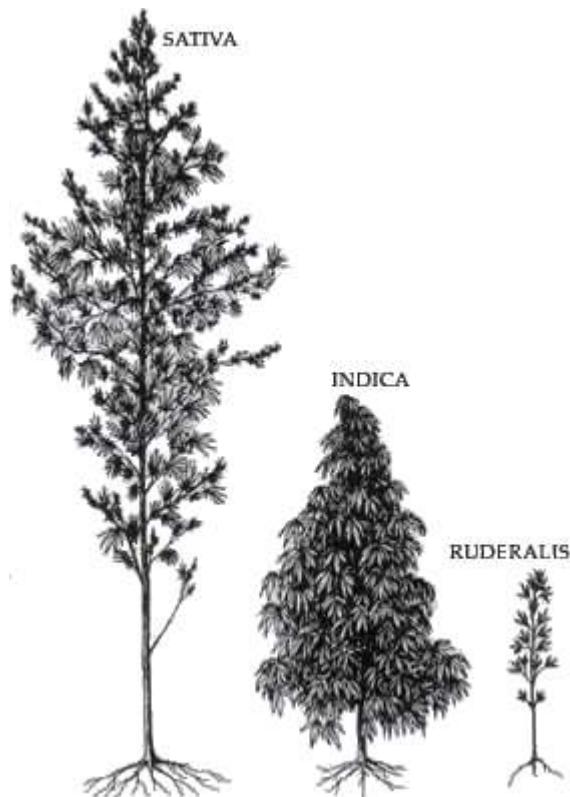
3 SPLOŠNO O KONOPLJI

Konoplja je od 0,5 do 6 metrov visoka rastlina, ki spada v družino konopljevk (Cannabaceae). Obsega 3 podvrste: Cannabis Sativa, Cannabis Indica, Cannabis Ruderalis. Spada med najstarejše in najdragocenejše rastline. Vse do sredine prejšnjega stoletja je bila zelo razširjena poljščina, nato pa je bila njena pridelava prepovedana. V današnjem času ta kultura spet pridobiva na pomenu, saj se povečuje krog potrošnikov, ki bi radi jedli bolj biološko predelano hrano, nosili naravne obleke brez kemične obdelave in barvanja, živeli v objektih iz naravnih materialov, uporabljali pohištvo, preproge in posteljnino iz naravnih in obnovljivih surovin.

Konoplja vsebuje skupino substanc, ki se imenujejo kanabinoidi in igrajo pomembno vlogo tudi v človeškem telesu (npr. pri uravnavanju krvnega tlaka). Eden od kanabinoidov ima psihohaktivni učinek, to je tetrahidrokanabinol – THC. Konoplja je zaradi kanabinoidov uporabna v medicini ali kot rekreativna droga, zaradi trpežnih vlaken in visoke vsebnosti celuloze pa kot industrijska rastlina.



Slika 1: Konoplja (Vir 5)



Slika 2: Podvrste konoplje (Vir 5)

3.1 KONOPLJA SKOZI ZGODOVINO

Človek je odkril konopljo okoli 15.000 do 5000 let pred našim štetjem. Prvi so konopljinva vlakna uporabljali v Mezopotamiji in antičnem Egiptu. Dodajali so jo glinenim zidakom kot sredstvo ojačitve. Vse do 20. stoletja je bila množično uporabljena po celi svetu. Celo nekateri najslavnejši zgodovinski predmeti so narejeni na konopljinji osnovi. Ameriška Deklaracija o neodvisnosti je bila na primer pisana na konopljin papir. Mona Lisa je naslikana na lesu z barvami, ki imajo za osnovo konopljino olje. Gojena in priljubljena je bila tudi v slovenskem prostoru, o čemer pričajo narodne pravljice in pripovedke.



Slika 3: Uporaba konoplje v starodavnem Egiptu (Vir 8)

ZGODOVINSKE ZANIMIVOSTI

- Najstarejše najdišče konopljinih izdelkov sega v obdobje pred 12.000 leti. Leži na območju današnje Kitajske. Tam so našli ostanke peščenih loncev, katerih površino so krili vzorci iz konopljinih trakov.
- Blago iz konoplje naj bi izdelovali že 8000 pred našim štetjem.
- Povsem legalno je bilo plačevanje davkov s konopljo v ZDA med leti 1631 in začetkom 19. stoletja, poleg tega je bilo med 17. in 18. stoletjem gojenje konoplje po zakonu dovoljeno. V Virginiji je bila med leti 1763 in 1769 zagrožena zaporna kazen za nasprotovanje gojenja konoplje.
- Vsi šolski učbeniki do leta 1880 so bili narejeni iz konopljinega papirja, prav tako je bilo 80 % tekstila do leta 1820 narejenega iz konoplje. To se je spremenilo ko je bil izumljen stroj za odstranjevanje bombaževih semen.
- Do 20. stoletja je bila konoplja najbolj razširjena v številnih zveznih državah ZDA. Leta 1850 je zvezna država Kentucky pridelala 40.000 ton konopljinih vlaken.
- Leta 1916 je ameriška vlada predvidevala, da bo do leta 1940 ves papir pridelan iz konoplje in da ne bo potrebno posekat nobenega drevesa več. Študije so kazale, da bi 1 hektar konoplje nadomeščal 4,1 hektarja gozda.



Slika 4: Naprava za izdelovanje konopljinega papirja (Vir 9)



Slika 5: Konopljni snopi (Vir 10)



Slika 6: Zgodovina konoplje v Kentuckyu (Vir 11)



Slika 7: Žetev konoplje (Vir 12)

Svetovna pridelava konoplje leta 1996

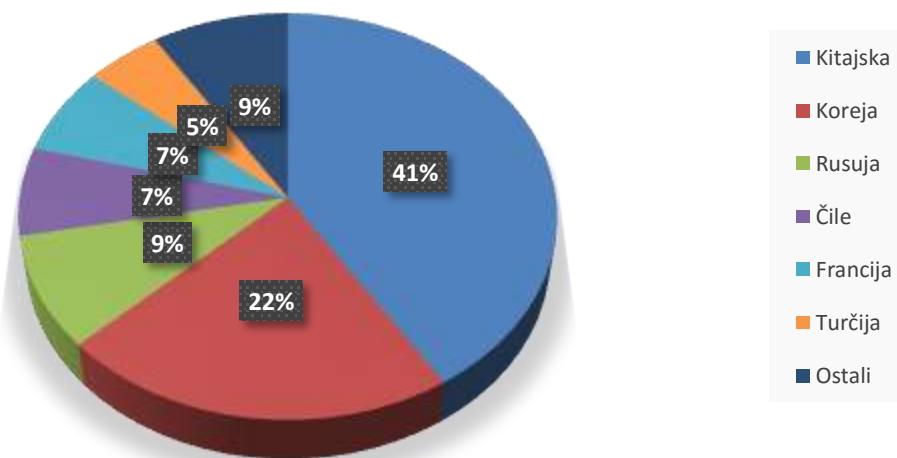


Diagram 1: Svetovni proizvod konoplje leta 1996

Graf predstavlja svetovni proizvod industrijske konoplje v letu 1996. V pridelavi sta najbolj uspešni Kitajska in Koreja, sledi ji Rusija. Ostale države imajo pridelek pod 9 %.

4 INDUSTRIJSKA UPORABA KONOPLJE

Konoplja je industrijsko zanimiva zaradi količine pridelka, hitre rasti, kakovosti in vsestranske uporabnosti. Poleg tega konoplja uspeva na več kot 50 % zemljine kopne površine. Je obnavljajoč se alternativni vir za proizvodnjo mnogih izdelkov.

Uporabna je cela rastlina. Iz semen se pridobiva hrana v obliki moke ali olja ter hrana za živali. Listi se uporabljam za steljo za živali in čaje. Iz stebel se pridobivajo vlakna, ki so zaradi svoje dolžine in velike nosilnosti nepogrešljiva za izdelavo vrvi, oblačil, geotekstila in volne. Iz osrednjega dela steba pridobivajo pezdir, ki je uporaben za izdelavo papirja in kartona, pri gradnji objektov in steljo za živali.

Konoplja je koristna tudi za okolje. Na polju odstrani vse pesticide, ostanke kemičnih gnojil in druge strupe. Prav tako omogoča kolobarjenje z drugimi kulturami, ohranja rodovitno prst in samodejno zatira bolezni in škodljivce.

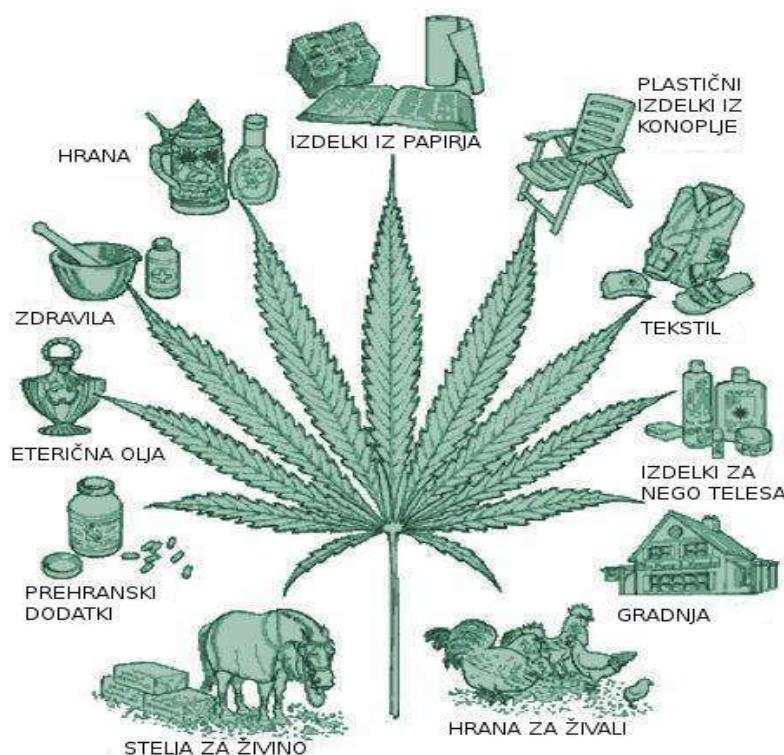


Slika 8: Zemljevid območij, kjer je možno gojiti konopljo (Vir 4)

Na zemljevidu je prikazano kje vse je možno gojiti industrijsko konopljo

Del rastline		Uporaba
cela rastlina		gorivo iz biomas
steblo	pezdir	gradnja papir karton stelja za živali
	vlakna	vrvi oblačila geotekstil volna
listje		stelja za živali
semena		olja hrana biodizel hrana za živali

Tabela 1: Načini uporabe konoplje



Slika 9: Možni izdelki iz konoplje (Vir 13)

4.1 VRVI IZ KONOPLJE

Konopljina vlakna so močna in vzdržna, zato so primerna za izdelavo vrvi. V starih časih so vlakna prepletali ročno, dandanes pa to delo opravljajo stroji. Konopljine vrvi so se nekdaj veliko uporabljale za jadranje. Te vrvi so morale biti zaščitene, saj so lahko po daljšem času zaradi naravnih dejavnikov začne razpadati. V preteklosti so bile vrvi iz konoplje najbolj cenjene in tudi najdražje. Danes povpraševanje po konopljinih vrveh ni veliko, saj je njihova cena še vedno zelo visoka in so jih izpodrinile cenejše vrvi iz umetnih materialov.



Slika 10: Klopčič konoplje



Slika 11: Konopljina vrv

5 PRIDELOVANJE IN PREDELOVANJE KONOPLJE

V večini podnebij sadijo konopljo aprila, da se izognejo prvi zmrzali ali pa zgodaj v marcu, če so pogoji primerni. Semena vzkalijo v enem tednu po sejanju in hitreje rastejo v drugem in tretjem mesecu, ko lahko dosežejo rast od 100 do 300 mm na teden. Če je konoplja pravilno posejana, je ni potrebno gnojiti in okopavati dokler je ne požanjemo.



Slika 12: Konopljiná semena (Vir 1)



Slika 13: Sejanje konoplje (Vir 1)

Sadike konoplje morajo biti med sabo oddaljene od 0,5 do 1 m, da jim zagotovimo ustrezeno rast in razvoj. Običajno konoplja zraste od 3 do 5 m visoko. Najprimernejša za uporabo je rastlina, ki zraste od 1,5 do 2 m.



Slika 14: Sadike industrijske konoplje (Vir 14)

Če se konopljo požanje do časa ko zacveti, so njena vlakna mehkejša. Če jo požanjemo po tem ko so semena že dozorela, so vlakna močnejša.

Obstajata dva načina žetve konoplje. Modernejši način iz zemlje odstrani celo steblo s koreninami vred. Pri starejšem načinu pa se korenino in krajši del steba pusti v zemlji. Kar ostane v zemlji naj bi namreč delovalo kot gnojilo za zemljo.



Slika 15: Žetje konoplje (Vir 15)



Slika 16: Korenina (Vir 1)



Slika 17: Cvet konoplje



Slika 18: Bala konoplje (Vir 1)



Slika 19: Korenina konoplje

Dokler niso izumili strojev za predelavo konoplje, so konopljo predelovali ročno. To delo ni bilo enostavno, saj ima konoplja najdaljša in najmočnejša vlakna od vseh rastlin.

Večina strojev za predelovanje konoplje dela na principu vrtečih se delov, saj imajo tako vlakna možnost, da se razbijajo in ovijejo okoli drugih vlaken.

Največje predelovalnice konoplje v Evropi so v Angliji, Franciji in na Nizozemskem. Druge delujejo na Češkem, v Avstriji, Romuniji in Ukrajini. Od vseh predelovalnic konoplje ima najdaljšo tradicijo konopljarna La Chanvriere de L'Aude na vzhodu Pariza. Predelovalnica obratuje od leta 1973 in predeluje konopljo, ki zraste na 6000 hektarji zemlje.



Slika 20: Konopljarna La Chanvriere de L'Aude (Vir 1)

Konoplja je za okolje zelo prijazna rastlina. To pa je tudi razlog, da bi lahko z gradbenimi materiali iz konoplje zamenjali materiale, ki škodijo okolju.

5.1 PRIDELOVANJE KONOPLJE V SLOVENIJI

V Sloveniji je za gojenje industrijske konoplje potrebno pridobiti dovoljenje. To določa Pravilnik o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka (Ur.l. RS, št. 40/2011) in Pravilnik o spremembni Pravilnika o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka (Ur.l. RS, št. 36/2015).

V Sloveniji je dovoljeno gojenje industrijske konoplje le, če vsebnost tetrahidrokanabinola (THC) v njenem vzorcu ne presega 0,2 odstotka. Zainteresirani pridelovalci morajo za gojenje konoplje vsako leto pridobiti dovoljenje, ki ga izda Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Ko kmetje dobijo dovoljenje za gojenje, morajo semena kupiti. Seme morajo kupiti vsako leto ne glede na to, da bi si ga lahko pridelali sami. Tako ima država pod nadzorom, koliko je pridelovalcev in kakšna bo količina pridelane industrijske konoplje v enem letu.

Število pridelovalcev konoplje v Sloveniji v zadnjih letih hitro narašča. Leta 2010 je gojilo konopljo 16 kmetov na 34 hektarjih površine, lani pa že 567 pridelovalcev na 497 hektarjih.

Leto	Število pridelovalcev	Površina (ha)
2010	16	34
2011	22	44
2012	87	145
2013	215	250
2014	385	428
2015	567	497

Tabela 2: Podatki o pridelavi konoplje v enem letu v Sloveniji

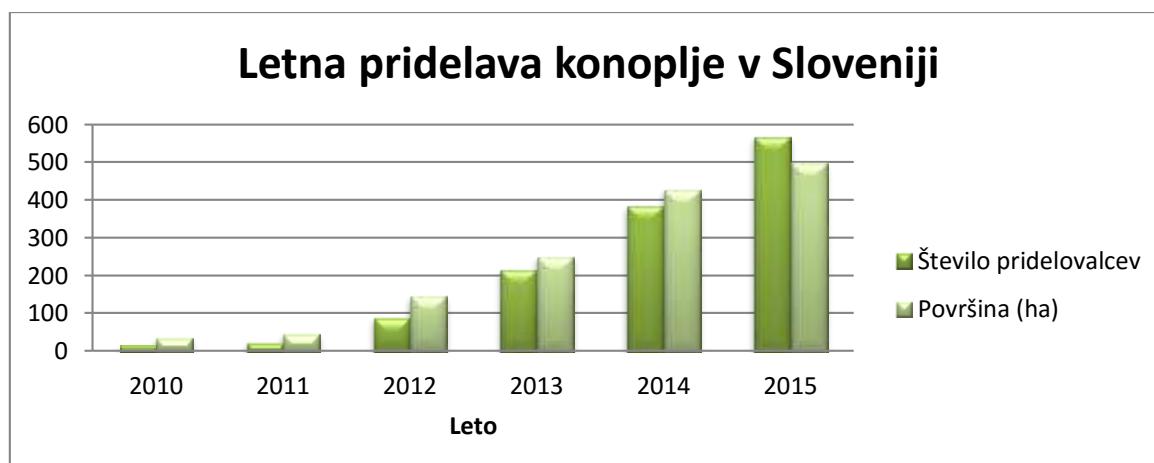


Diagram 2: Prikaz porasta pridelovanja konoplje v Sloveniji

5.2 PREDELOVANJE KONOPLJE V SLOVENIJI

V Sloveniji od aprila 2015 deluje edina predelovalnica konopljine slame, ki je v lasti ljubljanskega podjetja Hannah Biz. Konopljarna, ki lahko letno predela 300 m³ konopljine slame, deluje v vasi Kapla pri Taboru v Savinjski dolini. V 10 mesecih delovanja so v konopljarni predelali 100 ton konopljine slame in naredili 60 ton konopljinega granulata in 40 ton slame. Kapaciteta konopljarne je torej dovolj velika tudi za predelavo konopljine slame v prihodnjih letih, če se bo trend povečanja pridelave konoplje na slovenskih poljih nadaljeval.

Ko konoplja dozori, jo pridelovalec požanje. Posušena steba zveže v bale. Podjetje odkupi suhe bale konopljine slame. Konopljo pustijo stati v balah od 3 do 6 mesecev. Po tem obdobju jo podjetje pošlje na predsušenje.

Ko je slama dovolj suha začnejo s procesom predelave, ki ima več faz. Najprej mora posušena slama skozi drobilnik. Zdrobljena slama gre nato skozi razčesalnik v dozator. Čisto na koncu pa mora slama še čez krtačo. Pridobljena proizvoda sta konopljina volna (vlakna), ki se uporablja v gradbeništvu kot izolacija in v tekstilni industriji, ter zdrobljen olesenel del – konopljin granulat (imenovan tudi pezdir), ki se uporablja v gradbeništvu za izdelavo konopljinega betona, lahko pa tudi kot strelja za živino ali za zastirke za rastline.



Slika 21: Drobilnik slame



Slika 22: Razčesalnik volne



Slika 23: Dozator pezdirja in volne



Slika 24: Krtača



Slika 25: Pezdir in konopljin volna

5.3 KONOPLJINA VOLNA IN KONOPLJIN PEZDIR

V predelovalnici konoplje pridelajo konopljino volno in konopljin granulat imenovan tudi pezdir.

Konopljina volna nastane iz zunanjega dela stebla rastline, kjer zrastejo dolga in močna konopljina vlakna.



Slika 26: Prerez konopljnega steba (Vir 1)



Slika 27: Konopljina volna

Iz osrednjega dela stebla, to je lesu podobno jedro v steblu konoplje, pa se pridobiva konopljin granulat, imenovan tudi pezdir. Kakovost, oblika in velikosti delcev, ki sestavljajo pezdir, so njegove pomembne lastnosti, če ga uporabljamo za sestavino gradbenega materiala.

V kolikor so stebla konoplje previsoka, je pezdir neuporaben.

Velikost, tip in lastnosti pezdirja so odvisne od stroja, ki je uporabljen za predelavo sredice stebla. Daljši kosi pezdirja dajejo boljšo tlačno in natezno trdnost. Manjši delci pa se uporabljam za glajenje površine. Ko izbiramo pezdir za gradnjo, je pomembno tudi, da ga plesen še ni načela ali pa, da je plesni zelo malo. Prisotnost listov in vlaken mora biti čim manjša.

Konopljin pezdir je sestavljen iz celuloze (37 %), hemiceluloze (16,5 %), lignina (21,8 %), pektina (5 %), ekstraktov (8,9 %), prahu, kremena in tanina (10,8 %).



Slika 28: Vrste pezdirja (Vir 1)

6 KONOPLJA V GRADBENIŠTVU

Industrijska konoplja je ob vsej svoji vsestranski koristi uporabna tudi kot gradbeni material. Uporaba je možna na področju konstrukcijskih in izolacijskih gradbenih materialov.



Slika 29: Zidaki iz konoplje (Vir 16)

6.1 ZGODOVINA KONOPLJINEGA BETONA

V okolici mesta Champenois v Franciji so včasih gradili velike hiše iz hrastov. Stene so bile narejene iz apna, slame in grušča. Ko je stena v hiši propadla, niso imeli druge izbire, kot da jo popravijo s cementnimi ometi. Cementi omet pa je imel pomanjkljivost, da je vso vlogo zaprl v steno, zato je čez čas les izgubil svojo moč in hiša se je sesedla.

Človek, ki je prvi pomislil, da bi lahko za popravilo sten uporabili konopljin granulat, je bil Charles Rasetti.

Charles je bil domišljav umetnik. Popravljal je zgodovinske zgradbe. Prvič je konopljin pezdir uporabil pri popravilu na hiši La Maison de la Turque ali po naše hiša Turka v severnem delu regije Champenois v Franciji. Potem ko so ljudje videli, da je uporaba konoplje v gradnji mogoča, se je hitro razširila po srednji Evropi.

Francoza 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.



Slika 30: Charles Rasetti – začetnik uporabe konopljinega pezdirja (Vir 1)



Slika 31: Hiša Turka (Vir 1)

6.2 KONOPLJIN BETON

angleško: Hempcrete = hemp (konoplja) + concrete (beton)

sestava: Hempcrete = hemp (konoplja) + lime (apno) + water (voda)



Slika 32: Konopljin beton (Vir 6)



Slika 33: Sesekljan in posušen pezdir (Vir 6)

Konopljin beton je ponesrečeno ime za gradbeni material, ki ga dobimo z mešanjem:

- **konopljinega pezdirja**, ki mora biti dobro posušen in nasekljan na koščke velikosti do 5 cm;
- **apnene mešanice**, ki je sestavljena iz hidravličnega in gašenega apna;
- **vode**.

Če naredimo konopljin beton s takšno sestavo, se ta material večinoma uporablja za polnilo lesenih okvirnih konstrukcij, ki so podobne kot pri gradnji lesenih montažnih hiš. Deluje kot izolacijsko polnilo za strehe, stene in tla. Ta material ima premajhno tlačno trdnost, zato ne more samostojno prevzeti vertikalnih obremenitev, lahko pa prevzame horizontalne sile (potres, veter), zato v takšnih konstrukcijah dodatno zavetrovanje z diagonalami ni potrebno.

Če konopljinemu betonu dodamo večji procent cementa ali gline, doseže ta material večje tlačne trdnosti in iz njega izdelamo zidake, bloke ali pa prefabricirane elemente. Zaradi manjše vsebnosti konopljinega pezdirja so takšni elementi manj topotno izolativni.

6.2.1 PRERAČUN IZOLATIVNOSTI KONOPLJINEGA BETONA V PRIMERJAVI Z POROTHERMOM

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (UR. list RS, št. 52/2010) in Tehnična smernica TSG – 01 – 004: 2010 Učinkovita raba energije, določata, da se topotna prehodnost konstrukcije topotnega ovoja stavbe izračuna po standardih SIST EN ISO 6946 in SIST EN ISO 2011 (članek: Topotna zaščita zunanjih sten – energetska izkaznica stavbe).

Največja vrednost topotne prehodnosti zunanjih sten je: $U_{max} = 0,28 \frac{W}{m^2 K}$

Enačba za izračun topotne prehodnost zunanje stene:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_z}}$$

Kjer je:

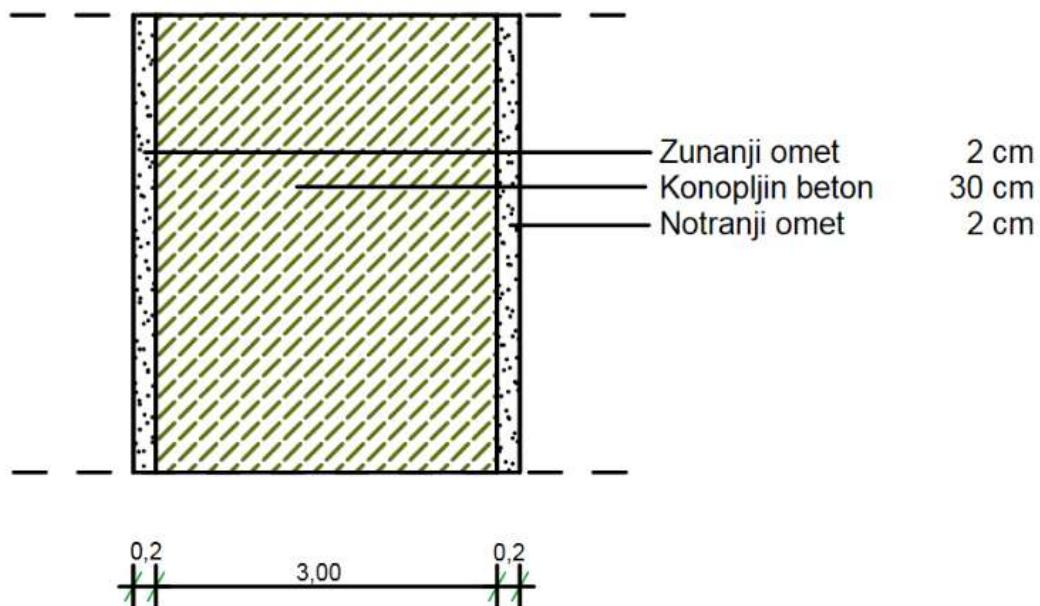
U – topotna prehodnost konstrukcije $\left[\frac{W}{m^2 K} \right]$

d_n – debelina posameznih slojev [m]

λ_n – topotna prevodnost posameznih slojev $\left[\frac{W}{mK} \right]$

α_n – koeficient toplotne iznotranje strani površine ($\alpha_n = 8$)

α_z – koeficient prestopa toplotne iz zunanje strani površine ($\alpha_z = 23$)

KONOPLJIN BETON:

Slika 34: Shema konopljinega zidu z ometom

SLOJ	DEBELINA [m]	TOPLOTNA PREVODNOST [W/mK]
notranji omet	0,02	0,87
zid iz konopljinega betona	0,30	0,06
zunanji omet	0,02	0,87

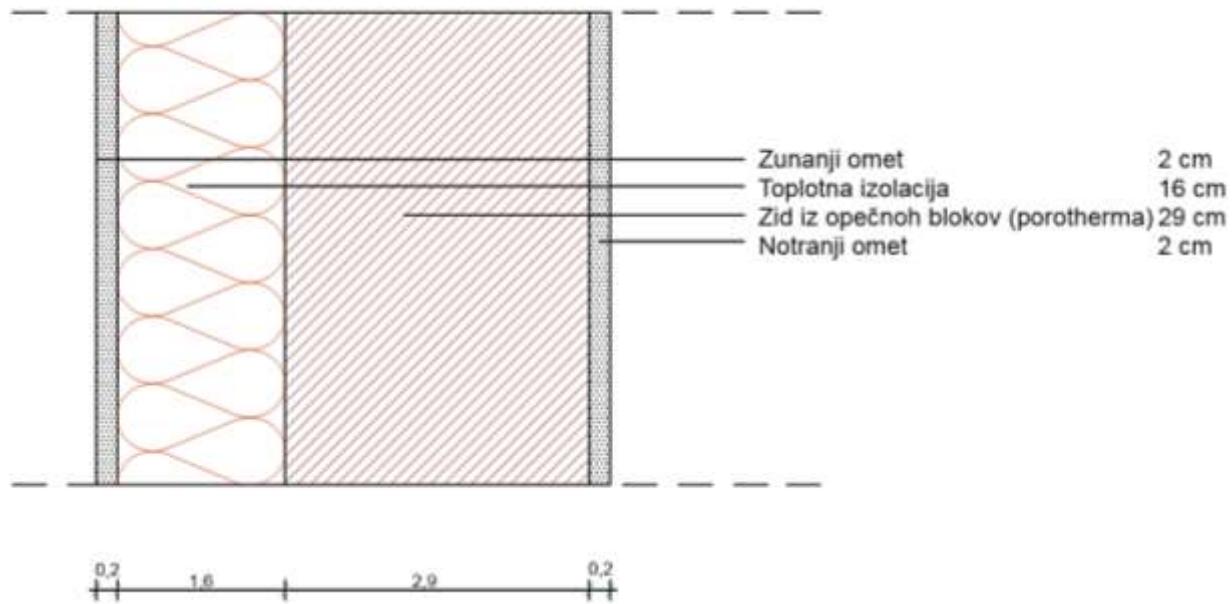
Tabela 3: Podatki za izračun

IZRAČUN:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha n} + \frac{dn [m]}{\lambda n \left[\frac{W}{mK} \right]} + \frac{1}{\alpha z}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02m}{0,87 \frac{W}{mK}} + \frac{0,30m}{0,06 \frac{W}{mK}} + \frac{0,02m}{0,087 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}}$$

$$U = 0,192 \frac{W}{m^2 K} < 0,28 \frac{W}{m^2 K}$$

ZID IZ POROTHERMA:

Slika 35: Shema zidu iz opečnega bloka (phorotherma) in toplotne izolacije (EPS)

SLOJ	DEBELINA [m]	TOPLITNA [W mK]	PREVODNOST
notranji omet	0,02	0,87	
zid iz porotherma	0,29	0,61	
stiropor (eps)	0,16	0,037	
zunanji omet	0,02	0,87	

Tabela 4: Podatki za izračun

IZRAČUN:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha n} + \frac{dn [m]}{\lambda n \left[\frac{W}{mK} \right]} + \frac{1}{\alpha z}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02m}{0,87 \frac{W}{mK}} + \frac{0,29m}{0,61 \frac{W}{mK}} + \frac{0,16m}{0,037 \frac{W}{mK}} + \frac{0,02m}{0,87 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{23}}$$

$$U = 0,199 \frac{W}{m^2 K} < 0,28 \frac{W}{m^2 K}$$

Zid iz konopljinega betona debeline 30 cm ima praktično enako topotno prehodnost kot zid narejen iz 29 cm porotherma in 16 cm obloge iz stiropora. Konopljin beton ima torej zelo dobre termoizolacijske lastnosti.

6.3 KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI IZ KONOPLJINEGA BETONA

Iz konopljinega betona je moč izdelati zidake, bloke in prefabricirane elemente.

6.3.1 ZIDAKI IN BLOKI IZ KONOPLJE

Praksa kaže, da je lažje graditi z bloki ali zidakim, kot pa izdelati zid iz konopljinega betona na samem mestu. Prednosti blokov iz konopljinega betona so, da so lahko zaradi manjše gostote konopljinega betona dosti večjih dimenzijs kot pa bloki iz gline ali pa betona. To seveda pospeši proces gradnje. Ko se blok iz konopljinega betona posuši, izgubi do 70 % vlage.

Za vezivo zidakov in blokov je možno uporabiti celulozo pridelano iz konoplje ali pa apno. Posledično je tak zid 100% ekološki, odporen na insekte, biorazgradljiv in vodooodporen.



Slika 36: Blok iz konopljinega betona (brez dodatka cementa)



Slika 37: Izdelava blokov (Vir 1)



Slika 38: Zid iz zidakov narejenih iz konopljinega betona (Vir 1)

6.3.2 PREFABRICIRANI ELEMENTI IZ KONOPLJE

Beseda prefabricirano pomeni, da je del zgradbe narejen na drugi lokaciji predhodno. Na kraju gradnje se prefabricirane elemente samo sestavi. Prvi primer takšne gradnje iz konopljinega betona je bil zabeležen v Švici v regiji Vaud.

Dele hiše so predhodno izdelali iz konopljinega betona v tovarni. Nato pa so jih na mestu gradnje hiše preprosto postavili na prava mesta in tako drastično zmanjšali čas izgradnje hiše.



Slika 39: Izdelovanje objekta (Vir 1)



Slika 40: Prefabricirana stena (Vir 1)



Slika 41: Hiša iz prefabriceranih konopljinih elementov (Vir 1)

Standardni paneli narejeni iz konopljinega betona imajo ogromen potencial kot že narejen produkt. Razvili so jih v španskem podjetju Cannabric. Da je transport panelov omogočen brez poškodb, morajo biti elementi bolj močni, kot pa če bi bili narejeni na mestu gradnje. Zdržati morajo obremenitve pri transportu in montaži, zato imajo paneli v sredini navadno ojačitve iz različnih materialov.



Slika 42: Paneli iz konopljinega betona (Vir 1)

V severnem Londonu so uporabili paneli iz konopljinega betona za izgradnjo skladišča za vino. Narejeni so bili tako, da so imeli v sredini osnovo iz lesa. Paneli so pritrjevali na že prej postavljene jeklene okvirje.

Zgradba je dokazala, da lahko konopljin beton privarčuje veliko energije. Ker skladišče ne potrebuje ogrevanja pozimi in hlajenja poleti, lastnik letno privarčuje okoli 40.000£.

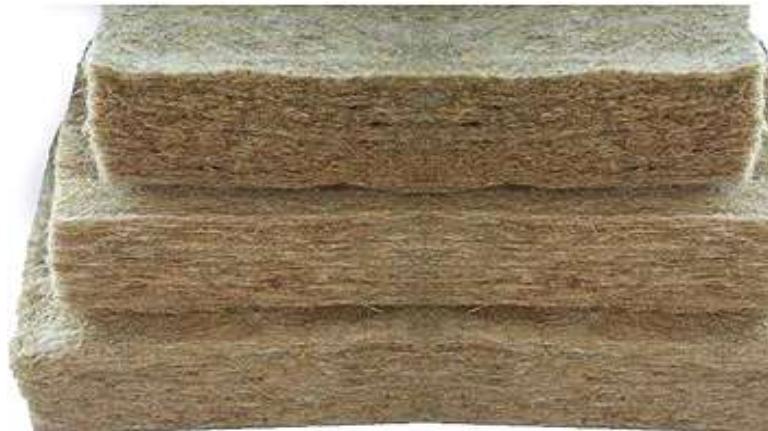


Slika 43: Pripravljanje panelov za transport (Vir 1)

6.4 KONOPLJINA IZOLACIJA

Konopljina izolacija se izdeluje iz konopljinih vlaken in predstavlja ekološki nadomestek kameni in stekleni volni. Toplotno izolativnost materiala dosegamo z zračnimi prostori, ki nastajajo med vlakni.

Vlakna konoplje so zelo dolga, zato nastane med njimi veliko praznih prostorov. Izolacija iz konoplje je glede topotne in zvočne izolativnosti primerljiva z izolacijo iz kamene volne (topotna prevodnost obeh materialov je okrog $0,040 \text{ W/mK}$). Je pa človeku prijaznejša, saj ne vsebuje nobenih umetnih sestavin ali dodatkov, ki bi lahko bili škodljivi (npr. draženje kože in dihal). Pri uporabi konopljine izolacije ne prihaja do neželenega posedanja in deformacij zaradi teže. Konopljine izolacije v obliki plošč ali zvitkov v Sloveniji ne izdelujemo. Lahko pa jih kupimo že izdelane v sosednjih državah ali pa uporabimo kar konopljino volno v razsutem stanju, ki jo izdelujejo v konopljarni v Kapli vasi.



Slika 44: Konopljina izolacija v obliki plošč (Vir 17)



Slika 45: Polaganje konopljine izolacije (Vir 18)

GRADIVO	GOSTOTA kg/m ³	TOPLITNA PREVODNOST W/mK	SPECIFIČNA TOPLOTA J/kgK
steklena volna	14–85	0,032–0,038	840
kamena volna	30–200	0,033–0,039	840
prenjeno steklo	140	0,060	1100
vermikulit	50–180	0,060–0,080	1100
perlit	80–150	0,045–0,060	1000
kokosova vlakna	100	0,045	1600
lesen volna	400	0,075–0,090	1400–2100
konopljina vlakna	25	0,045–0,060	1600
pluta	120–160	0,040–0,045	1670
konopljin beton	200–330	0,060	1600
penjeni poliuretan	15–80	0,025–0,040	1500

Tabela 5: Primerjava lastnosti toplotnoizolacijskih gradiv

6.5 VLAKNENE PLOŠČE IZ KONOPLJE

Plošče odlikuje finejši in bolj kompakten zunanji sloj ter homogenejša površina, zaradi česar so še posebej primerne v pohištveni industriji za barvanje, lakiranje, furniranje s plemenitimi furnirji, lepljenje. Uporabljajo se v gradbeništvu za različne pregrade, kot zaščitne plošče, za talne in stenske obloge ...



Slika 46: Vezne plošče iz konoplje (Vir 19)

7 GRADNJA OBJEKTA IZ KONOPLJINEGA BETONA VGRAJENEGA NA GRADBIŠČU

Preden lahko začnemo z gradnjo iz konopljinega betona, si moramo pripraviti konopljin granulat. Pezdir mora biti suh, saj lahko v nasprotnem primeru pride do gnitja ali plesnenja sten. Pezdir namreč nase veže velik odstotek vlage, zato za gradnjo temeljev konopljin beton ni primeren. Temelji so neposredno izpostavljeni zemljini, zato bi pezdir v tem primeru nase začel vezati vlago, temelj bi začel gneti, objekt bi izgubil stabilnost in se porušil. Prav tako ne smemo pustiti zidu iz konopljinega betona nezaščitenega. Zunanji zid navadno zaščitimo z glinenimi ali silikonskimi ometi. Zaščitimo pa tudi notranje zidove.



Slika 47: Plesniva stena (Vir 2)



Slika 48: Plesniv pezdir (Vir 2)

Za mešanje apna, pezdirja in vode se uporablajo posebni mešalci. Ti mešalci morajo imeti horizontalno ravno dno. Če uporabimo navaden mešalec za beton, je izdelava konopljinega betona težja. Surovine se drugače povezujejo in traja dlje časa, da se dobro zmešajo.



Slika 49: Mešalec s horizontalnim dnom (Vir 20)

Slika 50: Mešanje konopljinega betona (Vir 2)

Zmes je pravilne konsistence, ko lahko iz konopljinega betona stisnemo v roki kroglo, skozi njo potisnemo prst in se krogla lepo razpolovi.



Slika 51: Preverjanje konsistence zmesi (Vir 2)

VGRAJEVANJE KONOPLJINEGA BETONA

Konopljin beton se lahko vgrajuje ročno ali pa s strojnim vbrizgavanjem.

Za ročni način vgrajevanja ni potrebno posebno orodje niti posebno predznanje. Vzame pa ta metoda dosti časa, saj se okrog lesenih stebrov postavi opaži, v katerega se po plasteh narahlo vgrajuje vlažen material.

V zadnjih letih se vedno bolj uveljavlja metoda vgrajevanja konopljinega betona s strojnim vbrizgavanjem. Pri tej metodi je potrebnega manj veziva, zato je tako narejena stena bolj izolativna. Pri vbrizgavanju se surovine mešajo med samim procesom. Obstaja več različnih načinov; običajno iz ene šobe prihaja vezivo (apnena zmes in voda), iz druge pa konopljin pezdir. Okoli stebrov se postavi opaž po celotni višini zidu. Nato se z vbrizganjem konopljin beton nanaša po vsej višini zidu hkrati.

Na gradbišču je pomembna varnost. Čeprav sestavni elementi ne predstavljajo nevarnosti, je priporočljivo, da se med mešanjem nosijo očala in zaščitna maska. Prav tako je priporočljivo, da si pred stikom s konopljinim betonom nadenemo debele gumijaste rokavice, saj bi bili lahko majhni ostri delci pezdirja nadležni in neprijetni. Pomembno je tudi, da je na gradbišču prva pomoč za oči, saj lahko pride do neželene alergijske reakcije oči ali pa do ostrega drobca pezdirja v oko. Prav tako lahko pride v oko apno in povzroči velike bolečine.



Slika 52: Ročno vgrajen zid iz konopljinega betona v konopljarni v Kapla vasi



Slika 53: Polaganje konopljinega betona na tla (Vir 6)



Slika 54: Vgrajevanje konopljinega betona s pomočjo strojev (Vir 21)

PREDNOSTI GRADNJE S KONOPLJINIM BETONOM

- Zid iz konopljinega betona ima **visoko toplotno izolativnost**. 30 cm debel zid iz konopljinega betona ima približno enake toplotnoizolacijske lastnosti kot 29 cm debel zid iz porotherma obložen s 16 cm debelimi stiropornimi ploščami. Oba zidova imata namreč toplotno prehodnost približno $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pri tem je zid iz konoplje homogen in enako izolativen po celotnem prerezu.
- Konopljin beton je tudi **dober zvočni izolator**.
- Takšen zid **dobro skladišči energijo**. Če je prostor, ki ga obdajajo stene iz konopljinega betona segret, stene uskladiščijo toploto in jo počasi vračajo v prostor, ko je ta ohlajen.
- Material je tudi zelo **ognjevaren**. Konoplja v kombinaciji z apnom zgolj tli in pri požaru ne povzroča ognjenih plamenov, ki bi širili požar. 30 cm debel zid iz konopljinega betona zdrži ob požaru svojo funkcijo približno 73 minut.
- Konopljin beton je prav tako **zrakotesen**.

- Material **uravnava vlogo v prostoru**. V primeru povišane vlage konopljin beton prevzame vlogo in jo vrača v prostor, ko je ta zmanjšana. Zato ne prihaja do plesnenja sten.
- Konstrukcija iz konopljinega betona je **odpora na insekte**. Konoplja je že sama odporna na insekte, zato je tudi konstrukcijski les v notranjosti zidu bolje zaščiten in ga ni treba posebej zaščititi s premazi.
- Konopljin beton je **antibakterijski material**, zato je primeren za ljudi z alergijami.
- Konopljin beton je **lahek material** (gostota materiala za zidove je samo 330 kg/m^3).
- Objekti zgrajeni iz konopljinega betona imajo dolgo življensko dobo.
- Material je naravnega izvora in se v naravi hitro razgradi.
- Večino surovin lahko pridelamo v bližnji okolici (konopljin pezdir, les), zato transport odpade.



Slika 55: Stara hiša narejena iz konoplje (Vir 22)

8 UPORABA KONOPLJE V SLOVENSKIH OBJEKTIH

Prvi objekt iz industrijske konoplje stoji v Bio parku NIVO in ima obliko štirirobe piramide. Zgrajen je bil leta 2013. Zgradil ga je Borut Šket, praktik in inovator, v sodelovanju s podjetjem NIVO in EMDI, s. p.



Slika 56: Gradnja piramide (Vir: Borut Šket)



Slika 57: Detajl piramide (Vir: Borut Šket)

Kot vidimo na sliki je nosilna konstrukcija piramide iz lesnih plohor, vmesni prostori pa so zapolnjeni s konopljinim betonom (konopljin pezdir, apno in dodatek cementa). Debelina stene je približno 20 cm. Piramida je zaščitena z oblogo iz lesnih desk.

Objekt ima reprezentativno funkcijo, stoji na mirni in lepi lokaciji Bio parka NIVO v bližini Žalca. V njem se dogajajo različni kulturni dogodki. Objekt stoji na eni izmed energetskih točk parka in je zato priljubljeno shajališče duhovnih skupin.



Slika 58: Piramida in Borut Šket (Vir: Borut Šket)

Slika 59: Dokončana piramida (Vir: Borut Šket)

Konopljina volna, ki so jo izdelali v konopljarni v Kapli vasi, je vgrajena v nekaterih ekoloških hišah v Sloveniji ali pa služi kot toplotna izolacija adaptiranih stanovanjskih objektov.

V Sloveniji uporaba konoplje v gradbeni praksi še ni razširjena, verjamemo pa, da bo glede na dobre lastnosti teh materialov, predvsem pa ugodnega vpliva surovine na okolje, kmalu drugače in bo konoplja dobila mesto, ki si ga zasluži. Seveda le v primeru da se bo tudi kot poljščina na naših njivah bolj razširila.

9 POGOVOR S PRAKTIKOM EKOLOŠKE GRADNJE IZ INDUSTRIJSKE KONOPLJE

V januarju smo na njegovem domu v Oplotnici obiskali gospoda Boruta Šketa, ki je skupaj z Ircom Henryjem Thompsonom pozidal prvi objekt iz konopljinega betona pri nas, to je piramida v Bio parku Nivo pri Žalcu.

Gospod Šket je po izobrazbi gradbeni tehnik, ki se v zadnjih letih ukvarja z ekološko gradnjo in počasi uvaja konopljo v slovensko gradbeno prakso. Poleg piramide iz konopljinega betona se je preizkusil tudi v izdelavi zidakov in blokov iz tega materiala.

Povedal nam je, da je vливanje konopljinega betona na mestu gradnje boljša rešitev od gradnje s konopljinimi zidaki, saj tako preprečimo toplotne mostove, ki lahko nastanejo na stikih zidakov.

V Ljubljani, ki je letos Zelena prestolnica Evrope, se poteguje za možnost postavitev informacijske hišice. Za ta namen smo mu izrisali idejni načrt objekta, s katerim bi rad obiskovalcem naše prestolnice predstavil možnost gradnje s konopljinim betonom (načrt se nahaja v prilogi 1).

10 ZAKLJUČEK

Ob zaključku naše raziskovalne naloge ugotavljamo:

1. Konoplja je res vsestransko uporabna rastlina. Malodane vsak njen del se lahko uporablja v industriji: tako seme, kot močna vlakna skorje in olesenela sredica. Gojenje konoplje celo koristi okolju, saj za razliko od drugih za vlakna gojenih kultur, potrebuje konoplja malo gnojenja in skoraj nič pesticidov, vpija težke kovine in tako počasi čisti prst. Primerna je za kolobarjenje z drugimi poljsčinami.
2. V Sloveniji je dovoljeno gojenje industrijske konoplje, če vsebnost tetrahidrokanabinola (THC) v njenem vzorcu ne presega 0,2 odstotka. Zainteresirani pridelovalci morajo za gojenje konoplje vsako leto pridobiti dovoljenje, ki ga izda Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Število pridelovalcev konoplje v Sloveniji hitro narašča. Leta 2010 je gojilo konopljo 16 kmetov na 34 hektarjih površine, lani pa že 567 pridelovalcev na 497 hektarjih.

3. Konopljina vlakna se lahko uporabljam kot topotno izolacijski gradbeni material, ki ga v tujini proizvajajo v obliki plošč ali zvitkov in ga lahko kupimo tudi pri nas, lahko pa konopljino volno, ki jo izdelujejo v naši edini konopljarni v Kapli vasi, kar direktno vgrajujemo v objekt. To je naraven izolacijski material, ki ne gniije in ne razpada, ne privablja glodavcev, dolga in močna vlakna pa mu zagotavljajo trdnost in dajejo ustrezno mehansko odpornost. To je material, ki ga je možno reciklirati in lahko predstavlja ekološki nadomestek kameni in stekleni volni.

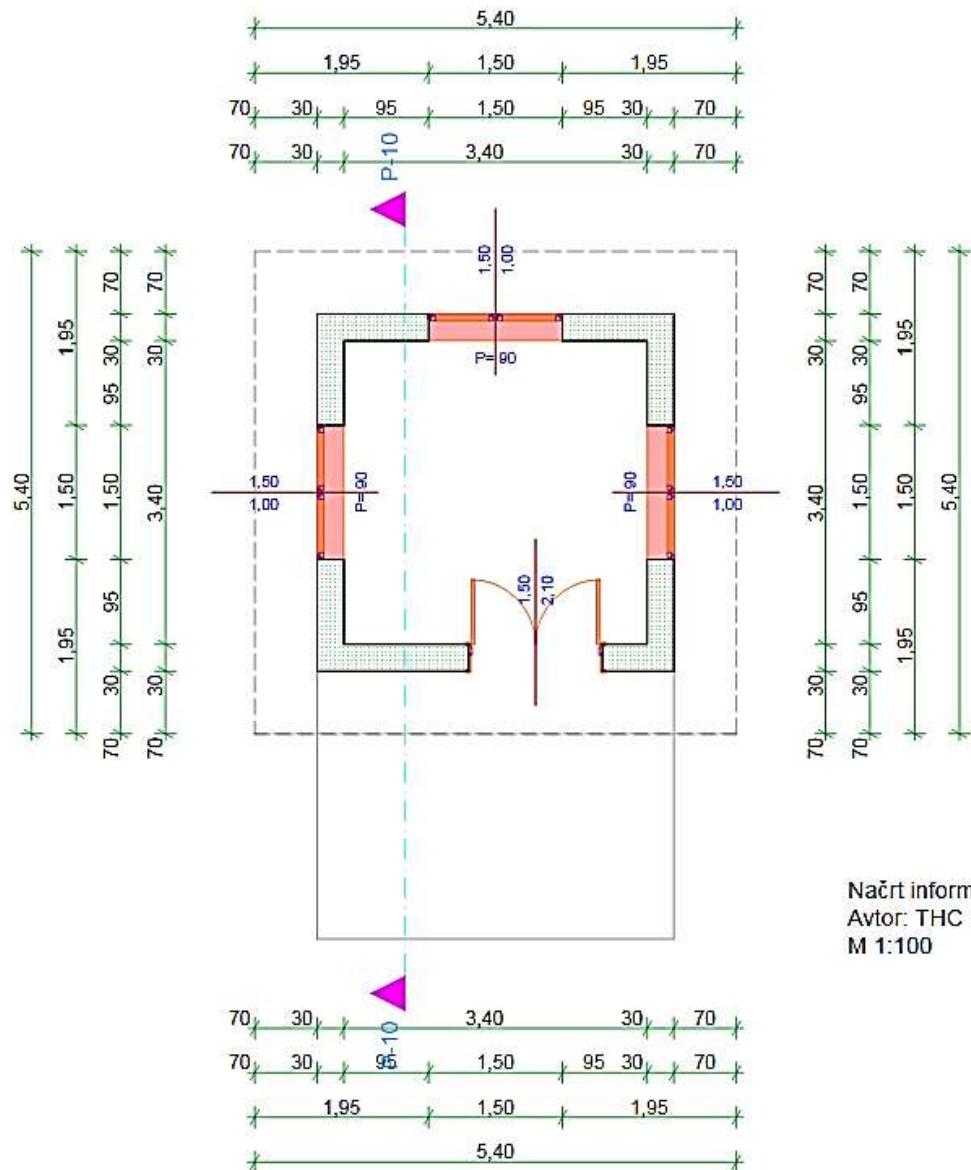
Tudi konopljin beton, ki se izdela iz apna, konopljinega granulata in vode, lahko pa se zaradi večje trdnosti dodaja še cement, ima dobre izolacijske lastnosti, ne more pa biti samostojen konstrukcijski material. Zato se ga vgrajuje kot polnilo med lesene okvirje, ki se ga omeče z naravnimi ometi (npr. z ilovnatim ometom).

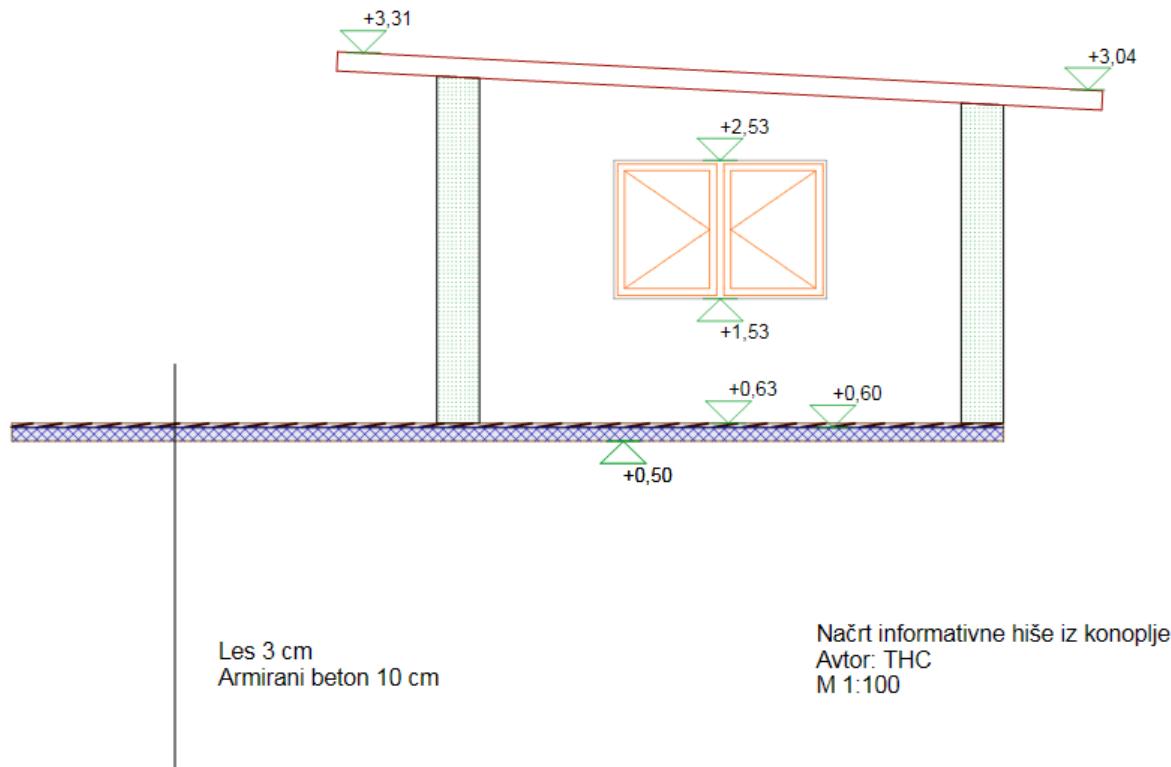
4. Konoplja je v slovenski gradbeni praksi še dokaj neznan material, saj je edina slovenska konopljarna v Kapli vasi v pogonu šele od aprila 2015. Naš prvi in do danes edini objekt iz konopljinega betona je piramida v Bio parku Nivo, ki jo je zgradil praktik Borut Šket. So pa s konopljino volno izolirane že nekatere ekološke hiše na Slovenskem.

Menimo, da imajo gradbeni materiali iz konoplje tudi na slovenskih tleh velike možnosti, da se še bolj razširijo. Če bodo s konopljo posadili več naših polj in izkoristili tudi neobdelane površine, bo naša konopljarna delala s polno močjo, zato bo posledično surovina iz konoplje cenejša in zato dostopnejša slovenskim graditeljem. Prav zanimivo bo to preveriti v kakšni od raziskovalnih nalog čez 10 ali 15 let.

11 PRILOGE

Priloga 1: Vzorčni načrt informacijske hišice, ki naj bi v prihodnosti stala v Ljubljani





12 ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujeva mentorici Marlenki Žolnir Petrič za strokovna napotila, usmerjanje, svetovanje in pomoč pri pisanju raziskovalne naloge.

Hvala gospodu Borutu Šketu, praktiku ekološke gradnje iz industrijske konoplje, da si je vzel čas in nam predstavil svojo ekološko gradnjo.

Zahvala gre tudi gospe Maji Klemen Cokan, ki nas je popeljala v Bio park NIVO in nam predstavila konopljo iz vidika botanike.

Toplo zahvalo namenjava najinim staršem za vso pomoč, da so verjeli v naju in naju spodbujali na raziskovalni poti.

Zahvaljujeva se še vsem ostalim, ki so bili kakorkoli udeleženi pri nastanku najine raziskovalne naloge.

13 VIRI IN LITERATURA

LITERATURA

1. Allin, S. *Building With Hemp*. 2. izdaja. Založba: Seed Press, 2012
2. Stanwix, W. in Sparrow, A. *The Hempcrete Book designing and building with hemp-lime* Cambridge: Green Books, 2014
3. Robinson, R. *Velika knjiga o konoplji: popoln vodič po okoljski, komercialni, medicinski in duhovni rabi ene od najbolj izjemnih rastlin na zemlji*. Ljubljana: Grafitisk, 2000

SPLETNI VIRI

4. Wikipedija: *Navadna konoplja*.
Dostopno na https://sl.wikipedia.org/wiki/Navadna_konoplja (12.12.2015)
5. Wikipedija: *Hemp*.
Dostopno na <https://en.wikipedia.org/wiki/Hemp> (13.12.2015)
6. Konopko: Konoplja v gradbeništvu.
Dostopno na <http://www.konopko.si/> (20.12.2015)
7. Hannah biz: *O konoplji*.
Dostopno na <http://www.hannah-biz.si/> (20. 12. 2015)

SPLETNI VIRI – SLIKE

8. <http://www.katapi.org.uk/G&LPalaeography/Ch3.html> (7.1.2016)
9. <http://www.hemphasis.net/Paper/paper.htm> (22.12.2015)
10. <http://www.rawganique.com/whyhemp.htm> (15.1.2016)
11. <http://www.kyagr.com/marketing/history-of-hemp-in-Kentucky.html> (15.1.2016)
12. <http://hemprap.com/tag/history/> (5.1.2016)
13. <http://www.gape.org/2014/konoplja.html>
14. <http://www.mladina.si/96757/balkonsko-vrtickarstvo/> (16.1.2016)
15. <http://www.udask.eu/hemp-flax-farming/> (2.2.2016)
16. <http://earthdwellings.com/2013/04/19/hemp-bricks-rammed-hemp-and-hemp-insulation/> (13.1.2016)
17. http://www.homesinharmony.co.uk/Natural-Insulation/Thermafleece-NatraHemp/Hemp-Insulation-Batts-70x570x1200/prod_141.html (18.2.2016)
18. <http://www.truthonpot.com/2013/07/16/hemp-insulation-a-carbon-negative-alternative-to-rock-wool/> (5.2.2016)
19. <https://www.linkedin.com/pulse/cannabis-ecological-housing-bruce-ryan> (6.1.2016)
20. <http://www.kilworthmachinery.co.uk/index.php?page=concrete-mixers> (19.2.2016)
21. <http://www.hemparchitecture.com/hemp-lime-architecture-building-with-hemp/2013/2/13/the-triangle-swindon> (23.1.2016)
22. <http://hempourworld.org/hemp-houses/> (26.12.2015)