

Lubikanep – traditsiooniliste materjalide tänapäevastest kasutusviisidest

Markus Pau

Resümee

Eestis on lubikanep võrdlemisi vähetuntud ehitusmaterjal. Teaduslik huvi selle materjali vastu on üle maailma kasvamas märkimisväärse kiirusega, kuid Eestis puudub praktiline materjalipädevus ehitusvaldkonna perspektiivist. Lubikanepi kui ehitusmaterjali tutvustamine, esialgsete praktiliste katsetuste läbiviimine ning oluliste uurimisküsimuste väljatoomine olid rahvusliku ehituse eriala lõputöö „Kanepibetoonsegude tutvustus ja katsetamine Eesti kliimas“ peamiseks eesmärkideks. Saadud tulemusi rakendati lõputöö praktilises osas näidiseina ehitamisel Viljandi Kultuuriakadeemia Vilma õppehoone sisehoovi. Tarind kujutab endast illustratiivset õppematerjali, millega on võimalik koolituspäevade raames tutvuda kõigil huvilistel alates isehitajatest ja majajärgsetest kuni arhitektide ja insenerideni.

Võtmesõnad: tööstuslik kanep, lubi, savi, lubikanep

Sissejuhatus

Jätkusuutlikku arengut peetakse üha sagedamini endastmõistetavaks osaks igasugusest tulevikustrateegiast, olgu tegemist riigi, ettevõtte või organisatsiooniga. Tihti seostatakse jätkusuutlikku arengut ka taastuvate loodusvarade eelistamisega. Ehitusvaldkonnas on sellistel loodussõbralikel materjalidel kuluefektivsuse vaatepunktist keeruline vastu seista tänapäevastele tööstuslikus tempos ning mahus valmivatele ehitustoodetele, kuid teisalt on loodussäästlik hoiak kasvamas trendist teadvustatud maailmavaateks. Ehituse puhul väljenduvad säästva arengu eesmärgid näiteks madalama sisendenergia loodussõbralike materjalide kasutuselevõtmises, kestmate ehitustehniliste lahenduste projekteerimises ja teostamises, hoone tervislikumas ja mugavamas sisekliimas ning madalamates ülalpidamiskuludes. Üle maailma läbi viidud teadustöö näib viitavat asjaolule, et lubikanepil on tugev potentsiaal panustada kõigis neis valdkondades, edendamaks märkimisväärselt jätkusuutliku arengu eesmärkide saavutamist.



Foto 1. Lubikanepist seinatarind. Silver Tõnissoni foto.

Kuigi lubikanepit on edukalt ehituses rakendatud nii Põhja-Ameerikas, Austraalias kui mitmetes Euroopa riikides ning selle häid ehitustehnilisi omadusi tõendatud arvukates uuringutes, on siinkirjutaja lõputöö (Pau 2017) raames valminud näidissein esimene lubikanepist seinatarind Eestis.

Lubikanepi koostisosad ning selle eelised ehitusmaterjalina

Kanepil on oluline koht Eestis traditsiooniliselt viljeletud põllukultuuride seas, ent selle kasutust pole enamasti seostatud ehitusvaldkonnaga. Oma tugeva kiu tõttu on kanepis eelkõige nähtud toormaterjali tekstiilitoodete, peamiselt kōie valmistamiseks ning jätetud taime sisemine osa ehk kanepiluu kõrvale kui jääkprodukt. Kuna poorsus annab kanepiluule suhteliselt madala soojajuhtivuse, sobib lubjaga segamisel saadav komposiitmaterjal ehk lubikanep nii olemasolevate piirdetarindite soojustamiseks kui ka uute hoonete sõrestike täitmiseks (Sparrow, Stanwix 2014). Võrreldes teiste taimsete täiteainetega iseloomustab kanepiluid suhteliselt kõrge ränisisaldus (Lyons 2014), mis suurendab vastupidavust bioloogilistele kahjustustele, niiskusele ning tulele. Lubi moodustab kanepiluude ümber aluselise keskkonna, mis on ebasoodne nii seen- kui putukkahjurite levikuks. Võrreldes teiste looduslähedaste soojustusmaterjalidega on lubikanepil niisiis kestvuse ning säästlikkuse tasakaal üsna hästi paigas.

Lubikanepi heaks ehitustehniliseks omaduseks võib pidada monoliitsust – ebatiheduste ning sellest tulenevate külmasildade tekkimise oht piirdetarindites on viidud miinimumini, kuna kandvat sõrestikku ümbritsev lubikanep



Foto 2. Purustatud kanepiluu. Kerttu Kruusla foto.

moodustab korrektse paigalduse korral katkestusteta väliskesta. Seinatarind koosneb sellisel juhul enamasti üksnes puitsõrestikust, lubikanepist ja krohvikihist. Seega vähenevad võimalikud ettearvamatused seina soojus- ja niiskus-tehnilises toimimises üleminekuvaldel ühelt materjalilt teisele. Kristo Anslan (2015: 30–35) on lubikanepil põhinevaid tarindeid põgusalt kirjeldanud oma magistritöös.

Kanepiluu on küllaltki väikese mahukaalu ning suletud pooridega materjal, mis oma madala soojajuhtivuse tõttu sobib hästi soojustusmaterjaliks. Kanepiluu koostist võib pidada üheks esmaseks teguriks segu omaduste kujunemisel (Sinka jt 2015). Eri pikkusega luude mõju lubikanepist tarindite omadustele on uurinud ka Arnaud ja Gourlay (2012: 50–56) ning kinnitanud, et liialt peeneks purustatud luude korral saavutatud tihedam, suurema mahukaaluga segu tähendab ühtlasi ka märkimisväärset tõusu soojajuhtivuses.

Teiseks peamiseks teguriks on kahtlemata sideaine valik, millest oleneb märkimisväärselt nii seina õhu- ja niiskuslääbivus, mahukaal kui ka segu kasutusmugavus. Esmase erialapraktilise kogemuse omandamiseks lõputöö raames läbi viidud katsed keskendusid kolme eri sideaine võrdlusele ning võimalike kitsaskohtade väljatoomisele. Sobiva koostisega savisegu mahukaal osutus märgatavalt kõrgemaks vastavatest õhkklubjal ja looduslikult hüdraulilisel lubjal põhinevatest segudest. Segu raketistesse valamine oli lubjasegude puhul oluliselt mugavam saviseguga töötamisest. Lisaks levis savist

katseplokkidel hallitus, mida ühegi lubjaploki puhul ei täheldatud. Sellest lähtuvalt välistati savi kasutamine ka edasistes katsetes.

Ehitusfüüsikalised omadused

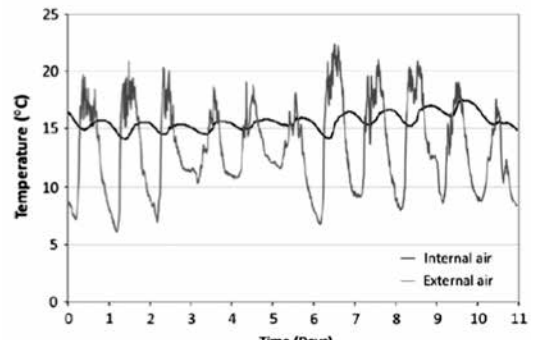
Lubikanep loob hoonetes hea soojapidavuse ning aitab ühtlustada temperatuuri ja niiskuse kõikumisi. Seda näitlikustavad Bathi Ülikoolis läbi viidud mõõtmiste tulemused, mis on esitatud joonistel 1 ja 2.

Joonisel 1 on esitatud 11 päeva jooksul katsehoonest kogutud mõõtmistulemused, mis iseloomustavad lubikanepi võimet ühtlustada siseõhu temperatuuri kõikumisi. Välisõhu temperatuuri kõikumise ligikaudseks ulatuseks mõõdeti 15-16 kraadi Celsiuse järgi, ent siseõhu temperatuuri puhul jäi see umbes 3 kraadi juurde.

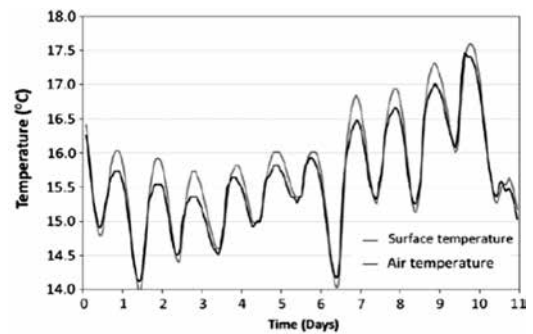
Niisiis ilmestavad saadud tulemused hästi seda, kuidas suurest õhumahutavusest tulenevalt vähendavad lubikanepist välistarindid nii liigse jahtumise kui ülekuumenemise ohtu. Ühest küljest tähendab see mugavamalt sisekliimat elanikele, ent ühtlasi kaitseb järskude kõikumiste pehmendamise ka lubikanepiga ümbritsetud konstruktsiooni-puitu. Sellega väheneb piirdes niiskus- ja külmakahjustuste tekkimise oht.

Lisaks erinevustele sise- ja välistemperatuuris kaardistati kõnealusel uuri- mistöös ka seda, kui suur on erinevus lubikanepist välistarindi sisepinna ning siseõhu temperatuuri vahel. Joonis 2 näitab, et erinevused on siinkohal väikesed, jäädes alla poole kraadi Celsiuse järgi. Kuna kokkupuutel seinaga jahtub õhk keskmiselt vähem kui poole kraadi võrra, siis ei teki olulist kondenseerumise ohtu. Poole kraadi võrra jahtudes ei vähene õhu maksimaalne niiskussisaldus piisavalt selleks, et üleliigne veehulk hakkaks seinapinnale kondenseeruma ja viimistluskihti kahjustama.

Berardi ja kaasautorid (Berardi jt 2016) on toonud mitmeid võrdlusi lubikanepi ehitusfüüsikaliste omaduste vahel, toetudes arvukatest teadustöödest pärinevatele andmetele. Soojuserijuhtivuse vahemik on toodud näidete



Joonis 1. Sise- ja välistemperatuuri mõõtmistulemused. Allikas: Lawrence jt 2012: 273.



Joonis 2. Siseõhu ja seina sisepinna temperatuuri kõikumised. Allikas: Lawrence jt 2012: 273.



Foto 3. Haavapuidust sõrestikuga eraldatud kanepi-lubja ning kanepi-savi segu. Silver Tõnissoni foto.

põhjal vahemikus 0,06–0,138 W/mK vastavalt 220–627 kg/m³ tiheduse juures. Kanepibetooni survetugevus jääb Lawrence'i ja kaasautorite (Lawrence jt 2012) andmetel vahemikku 0,05–0,35 MPa.

Praktilised materjalikatsed

Siinkirjutaja lõputöö „Kanepibetoonsegude tutvustus ja katsetamine Eesti kliimas“ raames 2017. aasta jaanuarist märtsini läbi viidud praktiliste katsetuste eesmärgiks oli sobivate segukoostiste leidmine eri sideainete puhul. Lisaks lubikanepi valmistamiseks peamiselt kasutatavale õhklubjale valmistati katseplokid ka looduslikult hüdraulilise lubjaga ning punase saviga. Plokid mõõtmetega 150×150×150 mm valmistati koostisainete eri vahekorras, toomaks esile olulisemaid erinevusi ning võimalikke kitsaskohti.

Õhklubjal, savil ning hüdraulilisel lubjal põhinevate eri vahekorras kanepi-luusegudega katsetades sooviti leida kõikide mainitud sideainete puhul sobivaimad segureseptid. Täpsemalt oli eesmärgiks leida sobivad segud lõputöö praktilise osana püstitatavas näidisseinas kasutamiseks. Näidisseina asukoha spetsiifikast, juhendajate soovitustest, tellija soovidest ning töömahu ratsionaalsusest lähtuvalt ei saanud rajada otseselt eluhoone tingimustele vastavat tarindit. Näidisseina karkass oli valmistatud 200×200 mm haavaprussidest, mida sisekliima tagamise vajadusega hoonete piiretes kasutada ei ole otstarbekas. Selle materjali kasutamise peamiseks põhjenduseks oli valmiva seina esteetika ning aluseks olev vahvärksõrestik. Samuti sooviti näidisseina puhul ehitustehnoloogiate erinevuse tõttu savist ja lubjast osa teineteisest selgelt eraldada.



Foto 4. Lubikanepist näidissein. Silver Tõnissoni foto.



Foto 5. Hallitus savist ja kanepiluust valmistatud katseplokil. Markus Pau foto.



Foto 6. Kanepiluu ning õhklubja segust valmistatud katseplokk. Markus Pau foto.

Kuna eluhoonete seinatarindid erinevad näidiseina ülesehitusest, ei ole täpselt samad lahendused tegelikus ehitustegevuses kasutatavad, ent annavad siiski esmase lähtepunkti eri sideainete ning koostiste spetsiifika mõistmiseks.

Ühe olulisema järeldusena võib esile tuua savi kui sideaine sobimatuse kanepiluusegudes kasutamiseks. Lubjast madalama niiskuseläbivuse tõttu kuivasid saviga katseplokid aeglasemalt ning kombineerituna asjaoluga, et savi ei moodusta keemiliselt aluselist keskkonda nagu lubi, hakkas neil plokkidel levima hallitus.

Väiksema savisisaldusega plokkides oli see oluliselt väiksem kui suurema sideainehulga puhul, kuid probleem oli siiski märgatav. Niisiis võis järeldada, et savi ja kanepiluu segu ei sobi ilma keemilise töötlemiseta ehituses kasutamiseks. Õhklubja ega hüdraulilise lubja puhul sellist probleemi ei täheldatud, sõltumata sideaine hulgast.

Näidiseinas kasutamiseks sobisid katsetuste põhjal kõige paremini segud, mis sisaldasid ühe osa sideainet, ühe osa vett ning neli osa kanepiluu. Tarindi eripäradest tulenevalt võinuks lahjemate segude kasutamisega kaasneda ebapiisav lõplik tugevus. Eluhoonete tarindites kasutamiseks sobivate segude koostiste väljaselgitamine on edasise uurimistöö peamine suund. Katsete meetodikat ning tulemusi on täpsemalt kirjeldatud siin- kirjutaja lõputöös (Pau 2017).

Mõju keskkonnale

Lubikanepi üks märkimisväärsemaid omadusi on asjaolu, et tegemist on CO₂-negatiivse ehitusmaterjaliga. Kasutades ehitusmaterjalina lubikanepit, seovad süsihappegaasi esmalt kanepitaimed oma kasvuperioodi jooksul ning hiljem lubi seinatarindis karboniseerumisprotsessi käigus. Selle tulemusena ületabki seotud CO₂ tootmisprotsessides õhkupaisatud koguse. Pavia ja Walker (2014: 270) vahendavad Boutini ja kaasautorite uurimust, mis osutab, et 1 m² 260 mm paksuse lubikanepist piirde tootmine tarvitab 370–394 MJ energiat ja seob oma 100-aastase eluea jooksul 14–35 kg süsihappegaasi, võrdse koguse portlandtsemendi tootmine aga vajab 560 MJ



Foto 7. Autor näidiseina viimistlemas. Silver Tõnissoni foto.

energiat ning protsessi käigus vabaneb 52,3 kg süsihappegaasi. Tehnoloogia arenedes ning katsetuste tulemuste põhjal korrekture tehes on lubikanep-ehitusel potentsiaali jõuda enamikes kliimades passiivmajade soojuspõlvavuse tasemeni. Lisaks annab see panuse tervislikumasse sisekliimasse ning vähendab globaalse soojenemise mõjusid (Ahlberg jt 2014: 45).

Tulevikuperspektiiv

Hoonete aastaringse energiakulu vähendamine koos siseõhu kvaliteedi tagamisega kujutab olulist väljakutset ehitussektorile, kuna Euroopa Parlamendi 03.02.2009 resolutsiooniga¹ nõutakse selle eesmärgi muutmist liikmesriikidele siduvaks 2020. aastaks. Lühidalt öeldes tähendab see vajadust efektiivsema ressursikasutuse järel materjalide tootmise, transpordi, paigalduse ning ümbertöötlemise osas. Lubikanepi käitlemine on võrreldes enamike nüüdisaegsete ehitusmaterjalidega suhteliselt loodusõbralik, kerge ning väikese energiakuluga. Ehitusmaterjalide olelusringi analüüs on veel võrdlemisi vähe uuritud valdkond, ent selgeks on saanud vajadus ressursikasutuse parema kaardistamise ning efektiivsema suunamise järel. Euroopa Liidus moodustavad hoonete energiakulud kogutarbimisest umbes 40 % ning tege- mist on kasvava sektoriga.²

1 Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Direktiiv 2010//31/EL, 19. mai 2010 hoonete energiatõhususe kohta.

2 Good practice in energy efficiency. European commission https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/good_practice_in_ee_-web.pdf (02.09.2017).

Autori edasine erialane uurimistöo keskendub lubikanepisegude katsetamisele nii uute näidishoonete ehitamise kui ka olemasolevate hoonete soojustamise juures. Iseäranis huvitavat uurimisperspektiivi näib pakkuvat võimalik pae- ning maakiviseinte soojustamine lubikanepiga. Seinasegust väiksema lubjasaldusega puistesegu on võimalik kasutada pööningute ning vahelagede soojustamiseks. Samuti on Suurbritannias ning Prantsusmaal mitmeid vanu vahvärkhooneid soojustatud lubikanepiga, kuid sellised lahendused on seni Eesti kliimas katsetamata.

Allikad

- Ahlberg, Johan, Georges, Elza, Norlén, Mikael** 2014. *The potential of hemp buildings in different climates. A comparison between a common passive house and the hempcrete building system*. Bakalaureusetöö. Uppsala: Uppsala Universitetet.
- Anslan, Kristo** 2015. *Tööstuskanepi omaduste uurimine ja kasutusvõimalused ehituses*. Magistritöö. Tartu: Eesti Maaülikool.
- Arnaud, Laurent, Gourlay, Etienne** 2012. Experimental study of parameters influencing mechanical properties of hemp concretes. – *Construction and Building Materials* 28, 50–56.
- Dhakar, Ujwal, Berardi, Umberto, Gorgolewski, Mark, Richman, Russell** 2016. Hygrothermal performance of hempcrete for Ontario (Canada) buildings. – *Journal of Cleaner Production* 142, 1–10.
- Lawrence, Mike, Fodde, Enrico, Paine, Kevin A., Walker, Pete** 2012. Hygrothermal performance of an experimental hemp-lime building. – *Construction and Building Materials* 36, 270–275.
- Lyons, Arthur** 2014. *Materials for Architects and Builders*. London: Routledge.
- Pau, Markus** 2017. *Lubikanepsegude tutvustus ja katsetamine Eesti kliimas*. Bakalaureusetöö. Viljandi: TÜ VKA rahvusliku käsitöö osakond. Käsikiri TÜ VKA raamatukogus.
- Pavía, Sara, Walker, Rosanne** 2014. Moisture transfer and thermal properties of hemp-lime concretes. – *Construction and Building Materials* 64, 270–276.
- Sinka, Māris, Rādiņa, Liga, Sahmenko, Genādijs, Korjajins, Aleksandrs, Bajāre, Diana** 2015. Enhancement of Lime-hemp concrete properties using different manufacturing technologies. – *Proceedings of the First International Conference on Bio-based Building Materials*. Clermont-Ferrand: RILEM Publications.
- Sparrow, Alex, Stanwix, William** 2014. *The Hempcrete Book. Designing and Building with Hemp-lime*. London: Green Books.



Markus Pau. Silver Tõnissoni foto.

Markus Pau (s 1988) lõpetas 2017. aastal TÜ Viljandi Kultuuriakadeemia rahvusliku ehituse eriala ning aastail 2015–2017 täitis samas rahvusliku ehituse töökoja vanema kohuseid. Tema peamiseks uurimisvaldkonnaks on kanepiluupõhiste biokomposiitmaterjalide kasutamine nii uute hoonete püstitamisel kui ka vanade renoveerimisel. Lubikanepi sobivus Eesti kliimasse vajab kinnitamist läbi edasiste praktiliste katsetuste ning katsehoonetest kogutud mõõtmistulemuste analüüsi.

Hemp-lime – contemporary usage of traditional materials

Abstract

Hemp-lime is a comparatively unknown building material in Estonia. Scientific interest in this material is increasing remarkably quickly around the world, yet the practical competence regarding its usage is lacking in Estonia as far as the construction industry is concerned.

Hemp occupies an important place amongst crops that have traditionally been cultivated in Estonia, but its use has not been typically associated with the construction industry. Owing to its strong fibre, hemp has primarily been seen as raw material for the production of textile products, particularly rope, and the inner core of the plant or 'hemp hurd', has been cast aside as a by-product. Since the porosity of hemp hurds results in a relatively low thermal conductivity, hemp-lime, the composite material made by mixing hemp with lime, is suitable for insulating pre-existing building envelopes as well as for installing insulation for new buildings during construction. Lime creates an alkaline environment around the hemp hurds, making it difficult for fungi and pest insects to thrive. Compared to other natural insulation materials, hemp-lime therefore has a rather good balance between durability and cost-effectiveness.

The essential feature of hemp-lime relevant to construction engineering is that the material is monolithic – any occurrences of sparsity and the resultant risk of thermal bridging in building envelopes is kept to a minimum, since the hemp-lime filling that surrounds the load-bearing structure forms a solid external surface, when properly installed. Owing to its high level of air-tightness, external structures made from hemp-lime can reduce the risk both of excessive cooling and of overheating. In addition to creating a comfortable indoor climate for residents, mitigating any sharp fluctuations also protects the wooden construction elements surrounded by the hemp-lime, which thus also reduces the risk of moisture and frost damage.

Reducing the annual energy consumption of buildings and ensuring healthy indoor air quality pose significant challenges to the construction industry, since according to the current building code, the energy performance indicator of the buildings being put up from 1st January, 2021, should not exceed the limit established for nearly zero-energy buildings. In short, this calls for a more efficient use of resources, including the production, transport, installation, and recycling of materials. Compared to the majority of contemporary building materials, hemp-lime is relatively eco-friendly, and its energy content is low.

Keywords: industrial hemp, lime, clay, hemp-lime