



Eesti Maaülikool
Metsandus ja maaehitusinstituut
Metsatööstuse osakond

Enelin Räni

**PALKHOONE EHTAMINE ERINEVATES
ASPEKTIDES**

LOG HOUSE CONSTRUCTION IN VARIOUS ASPECTS

Bakalaureusetöö
Loodusvarade kasutamise ja kaitse õppekava

Juhendajad: Lektor Vahur Kurvits MSc

Tartu 2016

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Enelin Räni		Õppekava: Loodusvarade kasutamine ja kaitse	
Pealkiri: PALKHOONE EHITAMINE ERINEVATES ASPEKTIDES			
Lk.: 45	Jooniseid: 20	Tabeleid: 3	Lisasid: 2
Osakond:	Metsatööstus		
Uurimisvaldkond:	Metsatööstus		
Juhendaja(d):	lekt. Vahur Kurvits		
Kaitsmiskoht ja aasta:	Tartu, 2016		
<p>Uurimustöös on kirjeldatud palkhoone ehitamist kasutades selleks võimalikult looduslähedasi materjale, nende materjalide kasutamisevõimalused ja tööprotsessi kogu maksumus. Tegelikult on palkhoone ehitamisel kasutatavaid looduslikke materjale palju, samas aga ei pruugi inimesed selle peale tullagi või puudub aeg.</p> <p>Vundamendiks saab kasutada paekivi või maakivi. Soojustuseks saab kasutada lambavilla, turbasammalt ja kasetohtu. Katusevariante on plekk katuse asemel ka piisavalt palju – nagu näiteks kimmkatus, rookatus, õlekatus, sindelkatus, laudkatus ja laastukatus.</p> <p>Lõputöös on kirjeldatud autori palkhoone ehitamist Otepää külas Jaanimäe talus, uurimustöö ehitati üles etapiliselt, alustades vundamendi ehitusest lõpetades katuse paigaldusest. Töös on ka välja toodud kalkulatsioonitabelid. Esimeses tabelis on näha kui palju on läinud hoone püstitamise maksma praegusel juhul. Teine tabel näitab hoone maksumust, kui oleks kasutatud looduslikest variantidest materjale ning kolmas tabel näitab kui palju läheks samasugune palkhoone maksma kui karbi püstitab ehitusfirma. Kolmas tabeli variant, hoone tellida koos paigaldusega, sobib inimesele kellel pole oskusi ja aega hoonet püstitada.</p> <p>Olgugi et looduslike materjale kasutades tuleks antud hoone kallim, kuid samas tuleb tõdeda, et palkhoone on siiski saanud kingitusena ja pole pidanud seda hoonet nullist ostma. Seega ei saa ka võrrelda üks-ühele mis viisil hoone püstitamist eelistada ainult hinna järgi. Küll aga saab võrrelda hoone loodussõbralikkust ja looduslähedust. Autor telliks ainult äärmisel võimalusel palkhoone, juhul kui tal endal ei jääks muud võimalust.</p>			
Märksõnad: palkhoone , materjalid, ehitamine			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Enelin Räni		Speciality: Exploitation and protection of natural resources	
Title: LOG HOUSE CONSTRUCTION IN VARIOUS ASPECTS			
45 pages	20 figures	3 tables	2 appendixes
Department:		Forest Industry	
Field of research:		Forest Industry	
Supervisor(s):		Lect. Vahur Kurvits	
Place and date:		Tartu, 2016	
<p>In this undergraduate research work has been described how to build a log house using only natural materials we have brought out what are the alternative uses and the total material cost.</p> <p>It is described the authors experience of building a log house in Otepää, Jaanimäe farm. The research is built up in stages, starting with the building of the foundation and finishing with the building of the roof.</p> <p>There is also a separate chart about the price of the building, including the fact that actually the house has been given to the author as a gift, nonetheless there were still some expenses. The second chart shows the entire price of the building, if natural materials would have been used and the third chart indicates how much would it cost if a building company would have built it. The option of the third chart, order the house with installing, is suitable for a person who has no skills and time to build the house.</p> <p>Although the building is more expensive, when natural materials are used, but we need to keep in mind that the building was a present and the author didn't build it from scratch. So we cannot compare which way it would be cheaper, but we can compare how sustainable and environmental friendly it is. Author him/herself would order the log house only if he/she had no other option.</p>			
Keywords: log house, materials, construction			

Sisukord

Sissejuhatus	5
1 Palkhoone ehitamine vundamendist katuseni.....	6
1.1 Vundamendi ehitamine.....	7
1.2 Palkmajade ehitus kasutatavad puuliigid.....	9
1.3 Ehituspaldi varumine.....	10
1.3.1 Paldi tüübid.....	11
1.3.2 Vara	12
1.3.3 Tapid ja salapulgad elumajal	13
1.3.4 Ehituspalkide jätkamine	15
1.3.5 Tenderpostid ja sirutuspuud.....	17
1.4 Palkhoone soojustus looduslikest materjalidest	18
1.4.1 Turbasammal	18
1.4.2 Lambavill soojustusena	19
1.5.1 Linavilt.....	20
1.4.2 Kasetoht.....	20
1.5. Katuse ehitamine	22
1.5.1 Õlekatus.....	22
1.5.2 Pillirookatus.....	22
1.5.3 Laastukatus	24
1.5.4 Sindelkatus.....	26
1.5.5 Kimmkatus.....	27
1.5.6 Laudkatus.....	28
2. Materjal ja meetoodika.....	29
3. Palkhoone ehitus Otepää külas asuva Jaanimäe talu eluhoone näitel.....	30
3. 1 Maja ajalugu	30
3.2 Maja püstitamise järjekord vundamendist katuseni.....	30
3.3 Hoone maksumus	33
Järeldused.....	36
Kokkuvõte	38
Viidatud allikad	39
Log house construction in various aspects	41
Lisad	42
Lisa 1 Palkhoone paremalt küljelt (autori foto).....	43
Lisa 2 Palkhoone vasakult küljelt (autori foto)	44

Sissejuhatus

Bakalaureuse teemaks on „Palkmajade ehitamine erinevatest aspektidest“. Töös on kirjeldatakse pigem looduslike materjale palkhoonete ehitamisel, alustades vundamendist ja lõpetades katusega. Töö kirjutati just sellise põhjusega, et saada suurem ülevaade palkhoonete ehitusel kasutatavatest materjalidest ja kuidas ning millega asendada näiteks poekaupa looduslike materjalidega. Tihti pole isehitajad teadlikud, et igale materjalile on olemas ka looduslik alternatiiv või pole aega, et ehitada hooneid looduslikest materjalidest. Lisaks on käesoleva töö autoril hiljutine palkhoone püstitamise/ehitamise kogemus ning töö autor tugineb nendele teadmistele, mida ta on juurde saanud hoone püstitamise käigus.

Töös on välja toodud palkhoone püstitamine etapiti, ning tuues välja ajaliselt kui palju on mingi osa peale aega kulunud. Töös on kirjeldatud igat materjali eraldi, alustades vundamendi materjalidest, minnes edasi palkide materjalile ning tüüpidele, lõpetades soojustuse ja katusematerjalidega. Töös on tutvustatud erinevaid variante, mida saab kasutada palkhoone püstitamisel. Kuna palk on nagunii looduslik materjal, siis tutvustab uurimustöö kirjutaja ka muid looduslike materjale, mida saab kasutada palkmaja ehitamisel, sinna hulka kuulub soojustus, katuse panek, vundamendi ehitus.

Käesoleva töö autori eesmärk on uurida ja kirjeldada palkhoonete ehitamist võimalikult looduslähedastest materjalidest, ning teha sellest järeldused, kasutades palkhoone ehitamise kogemusi. Lisaks on välja toodud kui palju kulus raha palkhoone püstitamisele, ning kui palju läheks kogu hoone ehitus maksma sel juhul kui kasutada looduslike materjale vundamendi ehituseks, soojustuse paigaldamiseks, ning katuse paigaldamiseks.

Autor tänab lõputöö valmimisel kaasaaidanud juhendajat Lektor Vahur Kurvitsat, kes oli valmis aitama ning abistama igal ajahetkel

1 Palkhoone ehitamine vundamendist katuseni

Eestis on palkhooneid läbi ajaloo ehitatud. Maapiirkondades ehitati kuni 19da sajandi keskpaigani ümarpalgist hooneid, tahatud palkidest ehitati koolimaju. 1860 aastani ehitati palkhooneid ainult kirvega. 19-20. sajandi vahetusel hakati kasutama puhast nurka – kalasaba tappi, sel hetkel hakati ka laialdaselt levima ka katustele laudise peale löömine. (Pikk 2016)

Lõuna-Eestis ehitati püstpalk- ehk vahtvärkmaju. Nende hoonete plussiks oli materjali täielik ärakasutamine, miinuseks aga nõrk soojapidavus. Eestis on ka paljud vanemad majad, mis on kaasaegse välimusega püstpalkmajad. Neid hooneid leidub Tallinnas Kalamajas ning Pelgulinnas, Tartus Tähtvere linnaosas. (Pikk 2016)

Nõukogude ajal vajus palkhoonete ehitamine unarusse. Kogu maailmas tekkis puithoonete vastu suurem huvi rohelise liikumise võidukäigu ajal. Eestis on hakatud viimase 15ne aasta jooksul vanu palkhooneid taastama ning palkhoonete ehitamine on muutunud piisavalt kindlaks sissetuleku-allikaks. Eestis on päris mitmeid ehitusfirmasid, mis on keskendunud palkhoonete ehitamisele. (Pikk 2016)

1.1 Vundamendi ehitamine

Vundamendiks nimetatakse hoone maa-aluseid kandekonstruktsioone. Vundamendi toetuspinda nimetatakse tallaks, selle konstruktsiooni taldmikuks ja maapealset osa soklik. (Ehitusinfo 2016)

Alumiste palkide mädanemise vältimiseks peab vundament ulatuma vähemalt 30cm maapinnast kõrgemale. Aluspalgi välimine selg peaks ulatuma ca 30cm maapinnast kõrgemale. Aluspalgi välimine serv peaks ulatuma umbes 30mm üle vundamendi ääre. Aluspalgile tuleks võimalusel lõigata veenina. Vundamendi ja aluspalgi vahele tuleks paigaldada niiskustõke (näiteks tõrvapapp või kasetoht). Ka esimese palgirea aluspinna tõrvamine tõstab palgi vastupidavust mädanemisele. (Uus 2007)

Vundamente liigitakse nende konstruktsiooni järgi lint-, post-, vai-, plaat- ja ruumilised vundamendid. Vundamentides kasutatavad materjalid: maakivi, paekivi, graniit, marmor, (Ehitusinfo 2016)

Vundamendi minimaalne paksus:

- paekivist 300 mm
- maakivist 500 mm
- looduskivist postvundament 600x600 mm
- kivikbetoonist postvundament 400x400 mm
- betoonist lintvundament 150 - 200 mm

Postvundamendi rajamissügavus võiks liivases pinnases olla 70-80 cm, savipinnase korral tuleb postide alla teha kruusatäidis kuni külmumispiirini, mis on harilikult 1,2 m maapinnast. Keskmise tugevusega pinnases võib olla postide ristlõikeks 30x30cm, vahekaugus kuni 2 m. (Ehitusinfo 2016)

Enne vundamendi ehitama asumist, tuleb uurida eelkõige mis pinnas seal asukohas on. Eestis esineb valdavalt savi-, liiv-, moreen-, ja paepinnast. Kõikide pinnasetüüpide puhul tuleb hinnata eraldi eri kihte ja paksust. Põhiliselt rannikul esinevat liivapinnast peetakse ehituse seisukohalt parimaks. Tema suur pluss on väga hea niiskuse ja vee dreenimise omadused. Liivapinnast on vajadusel kerge teisaldada ja liiva saab ta taaskasutada taastamistöodes, see võimaldab suurt raha kokkuhoidu. Suuremalt jaolt leidub Eestis pae- ja moreenpinnast.

Paepinnas on hea ja stabiilne alus vundamendi rajamiseks. Probleeme võib tekkida kõrge veetaseme puhul vundamendi ümbrusest liigniiskuse ära juhtimisega, kuna paemassiivid on tavaliselt tasapinnalised. Moreenpinnast loetakse segapinnaseks, selles leidub tavaliselt nii savi kui ka liiva. Väga olulist rolli mängib moreenis sisalduva savi ja liiva suhe. Suure savi osakaalu puhul ei ole pinnas vundamendi ehitamiseks just kõige parem variant. Savi ise on vesiliiva kõrval üks ebastabiilsemaid pinnasetüüpe. Savipinnast esineb kõige rohkem jõgede kallastel ja pehmetel puisniitudel, kuhu kiire arengutegevuse käigus on rajatud Eestis nii mõnigi elurajoon. (Finnlog 2016)

Vundamendi eesmärk on olla tugev, püsiv ja kestev kogu elumaja elueal, samas peaks olema ta ka odav ja kättesaadav. Maakivi on kättesaadavam Lõuna – Eestis ja paekivi Põhja – Eestis, Vundamendi ülesanne on kogu hoone koormuse kandmine. Mõjutavad tegurid on vertikaalsed koormused, horisontaalne mullasurve, pinnasevesi, perioodiline külmumine ja sulamine, sise- ja välistemperatuuride koosmõju ning niiskus keldriruumis, pinnasevete keemiline agressiivsus, vibratsioon. Looduslikest materjalidest elumaja vundament võiks olla eelkõige ehitatud paekivist või siis maakivist. (Ehitusinfo 2016)

1.2 Palkmajade ehitus kasutatavad puuliigid

Palkhoonete ehituseks on meil Eestis kasutatud läbi aegade kahte põhilist puuliiki, nendeks on mänd ja kuusk, neid leidub Eesti aladelt kõige rohkem. Ehitaja seisukohast on aga mändi kergem töödelda (kuusel on kõvad oksad) ja ta ei ole kuivades oludes nii „rahutu“ kui kuusk (kuusest seinaga pannakse salapulki tihedamalt kui männist seinale). Kuusk kipub rohkem lõhenema, samas ei karda kuusk sinetust. Palkmajade ehituseks kasutatakse harvem ka haaba, pärna, lehist ja tamme. Haaba kasutatakse väga harva või ei kasutata enam peaaegu enam üldse kuna haab mädaneb. Pärna kasutatakse enamasti Siberis. Lehist ja tamme ei kasutata Eestis peaaegu üldse – tammesid on Eestis vähe, samamoodi ka lehiseid. (Uus 2007)

Männi ja kuuse palke ei tohi kasutada ühes seinas. Nagu vanasti öeldi: nad mängivad isemoodi, tulemused võivad olla näiteks tuult läbilaskev pragu või seinaga väljavajumine. (Uus 2007)

Põhilised omadused, millele ehituspalk peab vastama, on järgmised:

- Puit peab olema võimalikult terve, mädanikuga puit ei ole ehitusel lubatud
- Kui sine esineb vähesel määral, siis pole see probleem, puidu tugevusomadused säilivad sellest hoolimata.
- Ehituspalgis ei tohi olla putukkahjustusi.
- Suure ränipuidu osakaaluga palke pole mõtet kasutada, kuna puit on ebatasane ja kuivades võib põhjustada materjali nihkumist seinas.
- Puul võiks olla aastarõngad võimalikult kitsad, sest seda kestmisega hoone saab. Ehituspalgiks ei sobi noored okaspuud, mis on pehmed ning sinele vastuvõtlikumad. (Uus 2016)

1.3 Ehituspaldi varumine

„Vana kombe kohaselt tuli ehituspuidu langetada täiskuule järgneval vanal kuul. Ka puude langetamise suund pidi tarbepuud tehnilistele omadustele mõju avaldama. Et saada kõva, pakatamata puud, tuli ta maha võtta „vastu kõva tuult“, s.o. põhja, kirdesse või itta. Pehme, painduva puu saamiseks aga soovitati langetada „vastu pehmet tuult“ – lõunasse, edelasse või läände. Piirduda võis küll ka vaid maagilise kirvelöögiga: „Kui mõnda tarbepuud raiutakse, siis lüüakse kõige vähemalt üks pauk laast kirvega pealt tuule, siis ei kuiva puu päikese ega tuule käes lõhki, muidu aiutakse puu nõnda, kuida ta paremini maha langeb““ (Rõuge). (Uus 2016)

Enamasti varutakse hoone ehitamiseks mõeldud palk talvel, mida tuleb kevadel esimeste suladega koorida ja korralikult virmastada. Virmastamisel on väga oluline, et materjal oleks maapinnast vähemalt 50cm kõrgemal ja palkide vahel oleks tuulutusruumi. Paldid tuleb katta kergkatusega nii, et virna küljed jäetaks avatuks. (Uus 2007)

Enne kui seinapalki valmistama hakata, tuleb lasta materjalil kuivada, paldi kuju ja mõõdud muutuvad kuivamisel. Loodusliku kuivamise aeg on aasta või kaks, see sõltub paljustki paldi läbimõõdust. Juhul kui hoone ehitatakse niiskest ehk toorest paldist, võib olla paldi muutused kuivamisel olla suured. Hoonet projekteerides ja ehitades tuleb arvestada asjaoluga, et rõhtne palksein vajub kuni 3 protsenti s.t. 30mm ühe meetri kohta (ca 20% niiskusesisalduse puhul). Kui ehitatakse aga toorest paldist, tuleb jätta vajumisvaru 6%. Pikisuunas kahaneb puit vähesel määral (0,1-0,3%), nii et üldiselt pole vaja sellega arvestada. (Uus 2007)

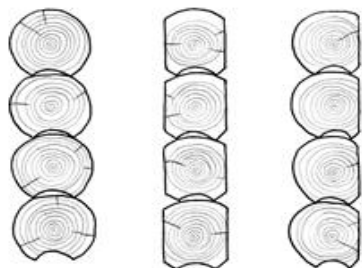
Vana palkhoone taastamisel võib kasutada teistest vanast hoonest pärinevat materjali, juhul kui see on terve ja korras. Vana palk ei ole mädanikseentele nii ahvatlev ja parandatud koht ei hakka ka silma (vana palk on pealt hall). Aga kui kasutatakse uut materjali, peab puit olema kvaliteetne ja kuiv. (Uus 2007)

1.3.1 Palgi tüübid

Palkmajade ehitusel kasutatakse erinevat kuju palgitüüpe, kasutatakse hõõveldatud palki, aga põhiliselt kasutatakse ümarpalki ehk ristlõikega palki. (Tietokirjat 2001)

Hõõveldatud palk ehk freespalk on tööstuslikult töödeldud ja see palk tehakse ühest puutüvest või siis liimitakse kokku mitmest osast ehk teisisõnu lamellist. Hõõveldatud palgi paksus on vahemikus 70-210mm, aga on ka jämedamalt hõõveldatud palk ühest puust, mille jämedus on 170mm. Hõõveldatud palkides välditakse lõhenemist nagu ümarpalkideski kas sälgates või saagides sisselõigete tegemisega. Sälkamine teisisõnu umbes 3cm sügavuste sälkude tegemine on kahanemispragude vältimiseks saagimisest parem viis ja ei jää palgi otstes näha. (Tietokirja 2001)

Ümarpalgil säilib puu ristlõige originaalkujul, selle töötlemine ei muuda palju ka puidu struktuuri ehk sisepingeid palgitooriku pikisuunas. Kaardumine ja muud kujumuutused on üsna vähesed. Ümarpalgi tööstuslikke valmistusviise on kaks, ühe puhul võetakse võimalikult sirge tüvi ja lõpptulemusena saadakse ümmargune palk, milles puu südamik on keskel. Teise puhul saetakse palgist koorik, mis hõõveldatakse teise variandina treitakse masinaga ümmarguseks. Siin võib ka puu südamik nihkuda kõrvale. Südamiku nihkumine võib põhjustada üsna tugevat kaardumist. Puu kuivamisest tingitud lõhenemise vältimiseks tuleb sälgitada palki või saetakse sellesse enne kuivamist sisselõiked. Palgi lõhenemine suunatakse kas üla- või alapinnale, et praegu jääks peitu valmistarindi varasse. (Tietokirjat 2001)



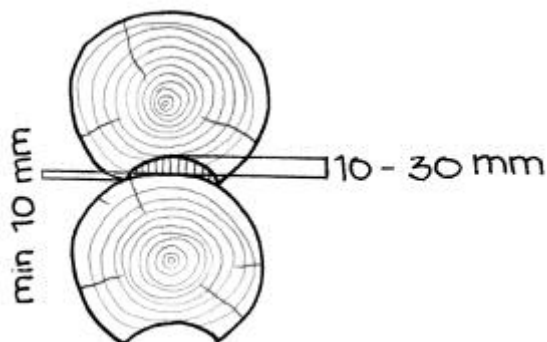
Joonis 1 Erineva ristlõikega ehituspalgid

Allikas: (Palkmaja... 2016)

1.3.2 Vara

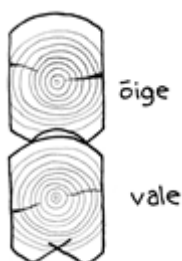
Tihe vara on üsna tähtis lähtepunkt, et saada kestev ja soojapidav maja. Varasematel aegadel on Eestis kui ka naabermaades kõige levinud varatüüp olnud lahtine vara, mille puhul toetub põhi alumisele palgile. Vara on võimalik valmistada kahe erineva kujuga: V- või U kujuline vara. Elumajad, mida köetakse, peab väliseinte vara laius olema minimaalselt 8cm, mööndusena kuni 30cm lõigus 6,5cm. Vara ülesanne on peita ja kaitsta läbivaid polte, naelu tüübleid ja tappe. (Uus 2007)

Seinapalk peab olema ümar ja palgi pealne peab olema umbes 10mm kõrgemal, kui ülemise palgi varaservad, lihtsalt seepärast, et vältida vee imbumist varasse. (joonis 2) Vara serv peab olema võimalikult terava lõikega. U-kujulist vara kuju peetakse V-kujulisest varast tugevamaks ja soojapidavamaks lahenduseks. V-kujulise vara puhul tuleb eelkõige järgida, et saetera ei läheks vara põhjast sügavamale palgi sisse. Sügav sisselõige põhjustab palgi lõhenemist ja hoone ebaühtlast ja suuremat vajumist.(joonis 3) (Uus 2007)



Joonis 2. Vara põhjale tuleb jätta piisav ruum tihendusmaterjalile

Allikas: (Palkmaja... 2016)

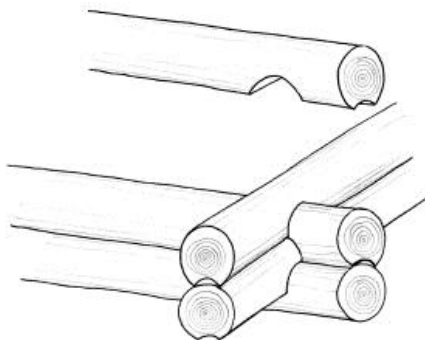


Joonis 3. Alumisel palgil on vara lõikamine ebaõnnestunud, peamisel aga õnnestunud. Sügavad saelõiked aitavad kaasa palgi lõhenemisele. Allikas: (Palkmaja... 2016)

1.3.3 Tapid ja salapulgad elumajal

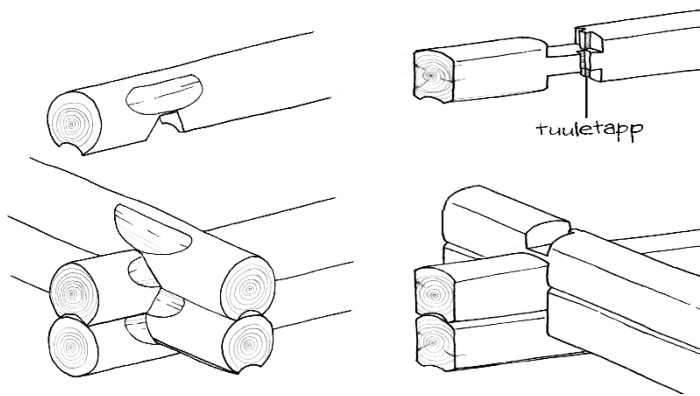
Elumaja palgid ja kõik muud ühendused peaksid olema isenõrguvad (see tähendab, et veel peab olema võimalus ise ära voolata) ja ilmastikutingimustele ning putukate sissetungile piisavalt vastupidavad. Tapitüüpe on palju erinevaid – koerkaela-, sadul-, ja järsknurk, kalasaba- ja norra tapp. (Uus 2016)

Eestis on enamlevinud tapitüüp koerkaelatapp (joonis4). Koerkaelatapp sobib eelkõige peenemast ümarpalgist hoonetele. Üle 25cm läbimõõdu korral on soovitatav kasutada muid tappe, näiteks sadultappi (joonis 5), mis laseb palkidel paremini vajuda. Elumajasid mida köetakse, on soovitatav teha välisnurkadesse tuuletapid. Praegusest ajast sajad tagasi olid Eestis kõige levinud tappideks pikinurkadest järsknurk (joonis 5) või lühinurkadest kalasabatapp (joonis 6). Praegustel aegadel ka transpordivad paljud ehitusfirmad ekspordiks oma toodangud, siis on selgeks õpitud tegema ka teiste riikide traditsioonilisi tappe – näiteks Norra tappi (joonis 6) (Uus 2007)

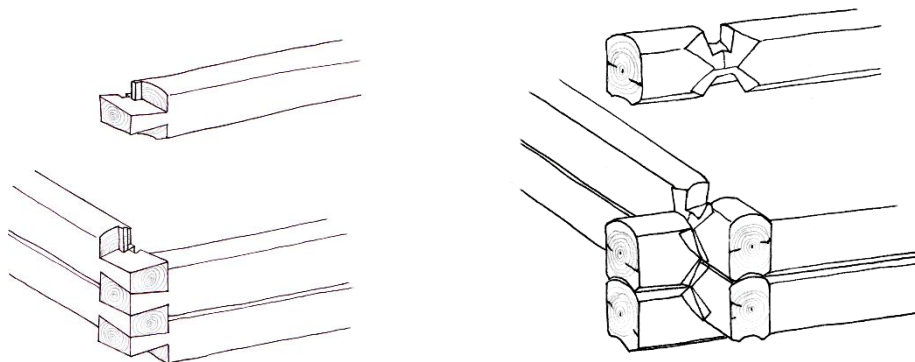


Joonis 4 Koerkaelatapp

Allikas: (Palkmaja... 2016)



Joonis 5. Sadultapp ja järsknurk
Allikas: (Palkmaja... 2016)



Joonis 6 Kalasabatapp ja Norra tapp

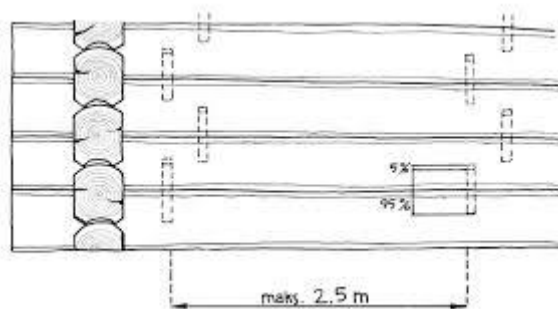
Allikas: (Palkmaja... 2016)

Tappide tihedus on väga oluline soojapidavuse seisukohalt, seepärast peavad tapid sobima kokku väga täpselt. Kahepoolsete lõigetega tappide korral peaks tugevuse huvides olema tapi kaela olema võimalikult jäme (näiteks järsknurk ja norra tapp). Vahe suurus peaks olema umbes 4% vähimagi palgi kõrgusest nurgatapist, kui mitte väiksem kui 10mm. Lõigetes alles jääv palgi kaela osa paksus peab olema vähemalt 1/3 palgi algse ristlõike läbimõõdust. Tihti on palgi niiskusesisaldus pähikus kõrgem kui muudes seinas osades, eriti silmas pidades vaheseintes, on soovitatav pähikute vahele jätta natukene ruumi nii 0,5-1cm, et seinas kuivemate osade vajumine pole takistatud ja saaksid korralikult vajuda. (Uus 2007)

Salapulkade lubatud vahekaugus võib olla kuni 2,5 meetrit. Seda tuleb arvestada puiduniiskusega kuni 25% (joonis 7). Toore materjali ja ühepoolse lõikega tapi ehk koerakaela- ja sadulatapi korral tuleb panna tihedamini kui kahepoolse lõigetega tappe.

Palkide jätkamise korral tapi sees peaks salapulgad lööma võimalikult tapi lähedale, kuid mitte lähemale kui 15cm. Palgid, mida pole kinnitatud salapulga ega ka sirutuspulgaga,, peavad olema mõlemas otsas vähemalt salapulgad. (Uus 2016)

Salapulk peab olema 5% lühem kui salapulga auk (joonis 7) . Soovitatav salapulga kuju peaks olema nelja- või siis kaheksakandiline, läbimõõdus 30-40mm. Niiskusesisaldus salapulgas peab olema võimalikult lähedane ehituspalki niiskusesisaldusega. Salapulga kaugus tapist ega avast ning salapulga järgmisest august ei tohiks olla alla 15cm. (Uus 2007)

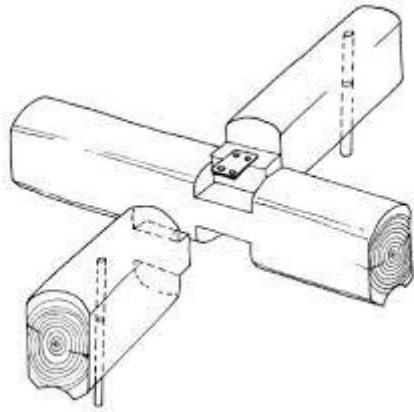


Joonis 7. Salapulkade asetus palkseinas. Salapulkade augud peaksid olema pikemad kui salapulga ise, et need palki kuivades seina kandma ei hakkaks.

Allikas: (Palkmaja... 2016)

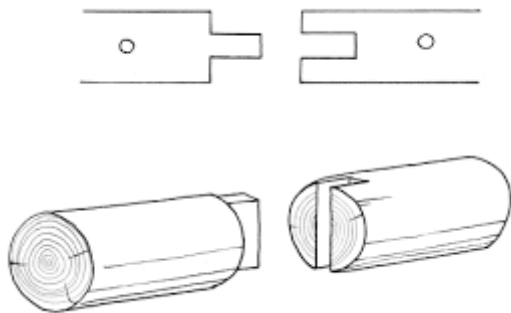
1.3.4 Ehituspalkide jätkamine

Palke on soovitatav jätkata tapi sees (joonis 8). Jätkukohta võib kinnitada näiteks naelutusplaadi või ehituskoba ja keermelatiga, selleks et vältida võimalikke nihkeid. Jätkatavad palgid „ankurdatakse“ salapulkadega. Jätkukohta peal ja all võiks olla terve palk. Tappide vahel jätkamiseks tuleb valida väga hoolikalt jätkamise viis, mis on kõige sobivam antud elumaja korral. Ajalooliselt on meil, Eestis, enamlevinud keeljätk (joonis 9), tihti leidub hoonetel ka hammasjätku (joonis 10). Jätkatavad palgid ankurdatakse salapulkadega. (Uus 2007)



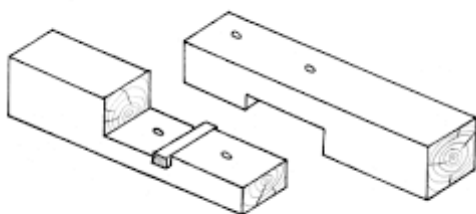
Joonis 8. Palgi jätkamine tapis

Allikas: (Palkmaja... 2016)



Joonis 9. Palgi jätkamine keeljätkuga

Allikas: (Palkmaja... 2016)



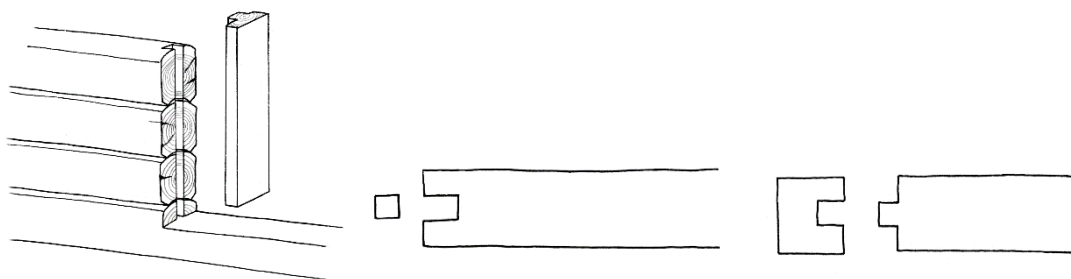
Joonis 10. Palgi jätkamine hammasjätkuga

Allikas: (Palkmaja... 2016)

1.3.5 Tenderpostid ja sirutuspuud

Tenderpostide peamine ülesanne on seina tugevdada sellisel juhul, kui palgi otsas ei ole tappi (joonis 11). Tenderposti külge saab kinnitada ka aknad – ukсед. Tenderposti on soovitatav kasutada seina ava otsas, kui tapist välja ulatuv seinosa on üle 1 meetri. Tenderposti soone kõrgus peab kindlasti olema avaga sama kõrge. Tenderpost ise peab olema 4% (kuni 25% puidu niiskuse juures) soonest madalam selleks, et palksein saaks vajuda. Värske palk peab olema 5% soonest madalam. (Uus 2016)

Rohkem kui 1 meetri kõrguse ava jaoks peab kasutama T- või palk-tenderposte. Tenderposti punni laius peaks olema vähemalt $\frac{1}{4}$ seinapaksusest ja ristlõige vähemalt 30x30mm. Väiksema kui 1 meetri kõrguse ava puhul võib kasutada ka peitetenderposti ristlõikega vähemalt 45x45mm. (Uus 2016)



Joonis 11. Erinevad tenderposti tüübid: T-, peit- ja palktenderpost.

Allikas: (Palkmaja... 2016)

1.4 Palkhoone soojustus looduslikest materjalidest

Palkhoone soojustamiseks saab kasutada looduslikest materjalidest turbasammalt, puidujäätmeid, linavilti või lambavilla. Kõige rohkem on kasutatud Eestis looduslikes materjalidest turbasammalt (*Sphagnum* sp.). Sellel lihtsal põhjusel, et turbasammal on kõige kättesaadavam olnud. Erinevalt paljudest teistest materjalidest seob turbasammal niiskust ja vajadusel annab seda ka välja. Turbasammal on happelises keskkonnas kasvanud ja seetõttu hoiab ära igasugused mädanikud. Turbasammal on ajalooliselt olnud kõige rohkem kaustatud materjal ja ka 100 aasta möödudes on turbasammal samade omadusega kui 100 aasta eest panduna. (Lõbu 2016)

1.4.1 Turbasammal

Turbasammal on ainult niiskete ja märgade kasvukohtade taim, mis kasvab madalsoos, siirdesoo, soometsades, rabametsades, rabas ja kinnikasvavate järvede kallastel ning üleujutatud aladel. Turbasammalt iseloomustab valkjast ja punakas värvus, kimpudena asetsevad oksad. Valkjast värvus tuleb väga hästi ilmsiks vaid kuivadel taimedel. Seda seetõttu, et valge värv on tingitud rohketest õhuga täidetud rakkudest turbasammalde lehtedes. Kui niiskust on piisavalt, siis imatakse need rakud vett täis. Turbasambla värvus võib kõikuda erkrohelist kuni tumepunase või pruunini. Vett võib see taim endasse imeda kümme kuni kakskümmend korda rohkem, kui taim ise kaalub. Kõige sobivam turbasammal kasvab mätastel, on pikk ja kohev. Korjatud sammalt on otstarbekas säilitada mitte umbses keskkonnas. Turbasammalt kogudes tuleb olla ümbritseva pinnase ja taimestiku suhtes võimalikult säästev. (Lõbu 2016)

Samblaga vara tihendamisel peab jälgima, et samblas poleks käbisid ja oksid. Sammal peab olema niiske. Ideaalis jääb palk peale paika koputamist 3...4 mm samblakihi peale püsima. See vahe kaob järgmiste palkide või katuse raskuse all. Vara äärtelt üle ulatuvat sammalt ei ole mõtet kohe ära lõigata, las järgmised palgiread ja katus suruvad palgid enne omavahel rohkem kokku. Hiljem lõigatakse üle ulatuv sammal terava noaga täpselt mööda vara serva ära. (Lõbu 2016)

Turbasammalt on võimalus igal inimesel ise korjata soodest ja rabadest, seega hind sõltub täpselt sellest kui kaugele on vaja turbasambla saamiseks sõita, ning kui palju oma vaeva ja tööd hinnatakse.



Joonis 12. Turbasammal palgivahede soojustajana

Allikas: (Vanaajamaja 2016)

1.4.2 Lambavill soojustusena

Eestis on ilmselt kõige vähetuntum viis soojustada maja lambavillaga. Eelkõige teadmatusel ja pigem eelarvamusest, et lambavill jääb haisema. Tegelikult kui lambavill seisab, siis kaob see hais ka ära. Ja soojustusena tuleb kasutada pesemata lambavilla, sest vastasel juhul tuleb koi sisse. Samas kui ikka karta koid, võib panna koirohtu lambavilla sisse ja siis ei tohiks olla probleemi. (Juured 2016)

Lambavilla vahele visatakse ka lupja, et seda hiirte ja muude näriliste eest kaitsta. Närilised lupja ei kannata, kuna see kõrvetab neid. Lambavilla soovitatakse kasutada nn hingavates konstruktsioonides, seal töötab vill kõige paremini. Isegi villa mõningase määrgumise korral säilivad tema soojustusomadused. Lambavilla miinuseks on selle kättesaadavus, lambavilla pole niipalju saadaval, kui oleks vaja. (Aavik 2016)

Lambavilla kilohind maksab Äksi Villavabriku andmetel 3,5 eurot, kuid Kabala Villaveski müüb lambavilla kilohinnana 5,57 eurose kilohinnaga. Seega see hind sõltub kellelt ja kus

kohast osta. Samas on väga palju juhtumeid, kui lambavilla visatakse lihtsalt ära, seega lambkasvatajatega suheldes, on võimalus saada lambavilla ka praktiliselt tasuta. (Maavillane 2016)

1.5.1 Linavilt

Linavilt on valmistatud linakiust, mis on looduslikult taastuv tooraine. Linavilt on üks parimad palkhoonete soojustusmaterjal, mida saab kasutada, palgivahede, akende, ja uste tihendamiseks. Linavilt on hea looduslik variant montaaživahule. Linakiul on peen rakuehitus ja seetõttu on linavilt hea õhuniiskuse hoidja ja tagab hea sisekliima. (Ecooil 2016)

Linavildi rulli hinnaks on 10 eurot 10meetrit, mille paksus on 15mm ja laius on 150mm. Samas saab kasutada ka linavillaplaate, mille saab sobivaks laiuseks lõigata ja selle hinnaks on 15 eurot, plaadi paksuseks on 100mm. (Pood 2016)

1.4.2 Kasetoht

Kasetoht on hea looduslik niiskuisolatsiooni materjal. Kasetohtu on kasutatud aastasadu. Arheoloogiliste väljakaevamise alusel on kasetohtu kasutatud linnuseehituses, alumiste palkide ja maapinna vahel, kisklaudadest katuse veekindlamaks muutmisel, kaevupõhja rakete ja teraviljaaukude vooderdamisel, mesipakkude katuste kaitseks ja paku vooderdamisel. Kõige sobivam aeg on kasetohtu korjamiseks maikuu lõpp või juunikuu algus, siis kui lehed on saavutanud täismõõtmed. Tohu paras paksus on 2-3mm. Kõige sobivamad on vähese korbaga ja hästi laasunud 20-30cm jämedusega, segametsas kasvanud puud. Kooritud tohutükid tuleb panna lahtilaotatuna pressi alla, et vältida kuivades nende rullitõmbumist. (Lõbu 2016)

Ehituses kasutatakse kasetohtu – põrandatala ja maapinna vahel, palkmaja alumise palgirea ja majaanuse vahel, puidu ja kivi vahel, akna- ja ukseleingi vahel, niiskema ja kuivema puidu vahel (märjem puit mädanedes vahetatakse välja). Kasetohtu tuleb asetada nii, et valgem pool oleks niiskuse poole (näiteks puidu ja kivi vahel peab olema tohu valge pool kivi pool. Põhjamaades on kasetohtu kasutatud ka mätaskatuste ehitusel. Kasetohtu pandi mätta alla peaaegu samamoodi nagu meil pannakse laastu laastukatust tehes, 2-3 kihiti ülekattega. Mättapaksus min 20cm. Mätta alla kasetoht sisemise poolega mätta suunas. (Lõbu 2016)

Kasetohtu hind sõltub kindlasti sellest, kas kasetohtu on võimalik saada ise enda metsast või siis tuleb see osta. Kui saada iseenda metsast, siis kasetoht ei maksa midagi ja sisuliselt kogu hind ongi enda töö ja ajakulu. Kui aga osta kasetohtu, siis kasetohtu müüakse 19,17 eurot ruutmeeter. Tükid on mõõdus 300x300 või 700x700mm, millest firma tükke ei lõika. (Majatohter 2016)



Joonis 13. Kasetoht aknalengi ja palgi vahel

Allikas: (Vanaajamaja 2016)

1.5. Katuse ehitamine

Looduslikud katusematerjalid on üle-Eestiliselt õled, pilliroog; saartel ja Lõuna–Eestis kasutatakse rookatust, Mandri-Eestis puitkatused. Veel kasutatakse katuse ehitamiseks järgnevaltloetavaid tüüpe: laastukatus (masinaga kistud laastud), pilpakatus (käsitsi kistud laastud, sindelkatused (soonega õhuke laud ja kujult koonuses), kimmkatus (sooneta katus) ja laudkatus, mis on suhteliselt vähe levinud ja kasutatakse linnades. (Erm 2016)

1.5.1 Õlekatatus

Vanasti rabati viljavihud käsitsi vastu pinki või sina, nii, et viljaterad eraldusid kõrtest. Katusekatteks kasutati põhiliselt rukkiõlgi. Kõige pikem kõrs saadi alepõllult esimesel aastal pärast ale põletamist. Toitainerikas tuhaga väetatud alemuld andis pikema ja tugevama kõrre. Tänapäeval kasvatatakse lühikesevarreliseks aretatud teraviljasorte, mida on lihtsam koristada. Keemiliste väetistega kasvatatud õled on ilmastikule palju rohkem vastupidavamad kui väetiseta kasvatatud rukkisordid. Õlekatuse hind on väga raske prognoosida, kuna selleks on vaja kas enda põldu, kus kasvavad teraviljad, või siis otsa õled teraviljakasvatajatelt. (Erm 2016)

1.5.2 Pillirookatus

Pilliroog on materjalina samamoodi tugev, vastupidav ning stabiilne: katusel, päikese ja niiskuse käes püsib ta õigesti paigaldatuna umbes 50 aastat. Esimest korda on vaja pilliroo katust vaja vahetada tõenäoliselt 15-20 aasta pärast. Nii õle- kui rookatusel tekivad ajapikku kahjustused, sammaldumine (mis seob niiskust) ja mädanemine. Samamoodi võivad hiired ja linnud katust lõhkuda. (Erm 2016)

Katusematerjaliks ei tohi lõigata esimese aasta roogu, vaid vana roogu. Vana ja uut roogu on hea eristada – vana roog on hall ja rabe. Hea katuseroog on sirge, kõver kõrs jääb katuselt välja turritama. Vanasti niideti roogu sirbiga tänapäeval niidetakse roogu trimmeri ja traktoriniidukitega. On olemas ka spetsiaalsed roolõikamise kombainid. Roog peab olema kuiv, märg läheb hallitama. Lõikamise päeval ei tohi olla härmatist, ega sadada vihma ja lund. Roogu lõigatakse novembrist-märtsini, senikaua kuni jää kannatab. Katuseroo

läbimõõt on 2-6mm, keskmiselt on see 4mm. Tänapäevase nn eurokahlu ümbermõõt on 63 cm, pikkus koos latvadega u 185 cm. (Erm 2016)

- Rookatuse valmistamiseks on kaks viisi: ladvakatus – vihud laoti katusele, tüved ülespoole. Sai kiiresti valmis ja võttis vähem materjali, aga püsis ainult 4–5 aastat,
- tüvikatus – katusevihkudel pandi ladvad ülespoole. Tegemine võttis rohkem aega, aga katus püsis 35–45 aastat (Erm 2016)

Sarikatele lasti oherdiga augud sisse. Aukudesse löödi pulgad ja pulkade peale asetati roovlatid, lattidele laoti roog. Katuse ehitamist alustati alt üles, kõige alumine kord oli räästakord, see ehitati väikestest vihkudest. Vihud kinnitati kordlatiga – õhukeseks taotud puu latiga. Kordlatt torgati räästakorra vihkudest altpoolt sidet läbi ning kinnitati roovilati külge puuvitsaga. Selleks, et katuseäär ei vajuks, kasutati räästalauda. Vihud laoti ridade kaupa, võeti otstest sirgeks löödud roovihud ja laoti, ladvad ülespoole, ritta eelmise “korra” peale, nii et eelmise rea korraroigas sai pealmiste vihkudega kaetud. Vihud võeti lahti, kohendati käsitsi enam-vähem tasaseks ja pandi kordlatiga kinni. Kordlatt kinnitati läbi katuse vitstega roovlattide külge. Kasutati paju-, kuuse- või kasevitsu, mis olid paar tundi vees ligunenud ja enne tarvitamist keerdu väänatud, et vits sidumisel ei puruneks. Vitsa mõlemad otsad pisteti alt, sarikate poolt, üles ja seoti sõlmega kordlati ümber kinni. Sidumisel keerati tüvik mitu korda ümber ladvaotsa ja ladvaots pisteti omakorda mitu ringi vitsa vahelt läbi. (Erm 2016)

Kordlatiga kinnitatud kõrred löödi labidaga tasandatakse. Katuselabidaks oli kolmnurksete soontega umbes 70cm pikkune laud. Sooned on sisse lõigatud nii, et labidat saab katust pidi alla libistada takistusteta, aga üles tõmmates jäävad kõrreotsad järskude soonte taha kinni ja nii saab katusepinda tasandada. Katuseharjal painutati viimase rea kahlude ladvad üle harja. Kui katuse mõlemad pooled olid valmis, siis kaeti hari pealt põhu ja harimalkadega. Põhja-Eestis ja saartel tehti harimalgad noortest kuuskedest, Lõuna-Eestis linaluude, sambla ja kividega. Harimalgad kinnitati paarikaupa kinni ja asetati katuseharjale, üks ühele ja teine teisele poole harja. Pilliroo hinnaks on täpselt inimese enda töö- ja ajakulu. Üks soodsamaid variante mere äärtes kohtades, mis olid pilliroogu täis. (Erm 2016)



Joonis 15. Pillirookatus Saaremaal

Allikas: (Roogkatus 2016)

1.5.3 Laastukatus

Neid katusetüüpe hakati kasutama 19 sajandi lõpus. Laast- ja Sindelkatus on kõige tavalisemad katusematerjalid. Katuselaastuks sobib mänd, kuusk ja haab. Katuse ehituseks tuleks eelistada talvel langetatud puid 10cm laastul võiks olla vähemalt 50 aastaringi. Suvel langetatud laast on vähem vastupidavam. Laastukatuse põhiprobleem seisneb selles, et sobivat materjali on raske leida. Kuna kuuses leidub ränipuitu, mis tekib siis kui puit kasvab kaldel ja puidu struktuur muutub. Mäni miinuseks on suured oksakohad ja haava miinuseks on see, et tema tõmbub päikese käes kaarjaks ja muutub sinakaks. Samas on haab kiirekasvuline ja ilma suuremate oksakohtadeta. (Habicht 1959)

Laastud lüüakse katusele kas kahe- või kolmekordse kihina. Laastukatuse elueaks on 10 aastat, kolmekihilisel on see 30 aastat. Katuse põhjapoolne külg peab kauem vastu kui lõunapoolne külg, kuna põhjapoolne külg ei saa nii palju päikest. Kolmekordse katuse ühe ruutmeetri löömiseks kulub umbes 80 laastu, mille pikkus on umbes 60-75cm, laius 7-12cm ja paksus 4-6mm. Pikema laastu puhul läheb löömine kiiremini, aga katuse eluiga on lühem, sest pikem laast kulub ilmastikuoludes rohkem. Koorega laastu ka ei panda katusele, kuna

koor seob niiskust. Laastukatuse kalle võiks olla suurem kui 40 kraadi. Laastud naelutatakse roovlattide külge peente naeltega, kumer pool üles, nii et üks külg katab kõrvalasuba laastu umbes 1/3 laiuses ja allpool asuva 2/3 pikkuses. Laastu soomus peab jooksuma allapoole, muidu voolab vesi valesti. (Habicht 1959)

Räästa alla võib paigutada ajutise räästarihtlaua, siis on lihtsam lüüa esimesi ridu. Alumine rida lüüakse täispikkadest laastudest, mis asetatakse kohale teistpidi kui teised read – kumerused peavad jääma allapoole. Kui esimene rida on täispikkadest laastudest, lõigatakse teise rea laastud pooleks ja vastupidi – kui esimene rida oli poolikutest, on ülejäänud read täispikkadest, sest muidu läheb katus äärest liiga paksuks. Kolmas kiht asetatakse räästaservani täispikkuses või natuke lühematest laastudest. Kui kolm räästarida on löödud, võib ajutise räästalauda eemaldada. Neljandat rida alustatakse ülekatte võrra kõrgemalt - kolmekihilise katuse puhul on see 7 tolli. Selleks, et järgnevad laasturead oleksid sirged, naelutatakse löödava laasturea alla ajutiselt paari väikese naelaga sirge laud. Edasi läheb katuselöömine kuni harjani 7 tolli korraga. Harja lõpetamiseks lõigatakse viimaste ridade laastud nii pikaks, et samm ei muutuks. Katuseviil kaetakse viilulaudadega ja hari harjalaudadega. (Habicht 1959)

Laastukatuse hind on odavam kui on kimmel- või sindlikatusel. Haava kolmekordne katuselaast maksab 7,90 eurot ruutmeeter ja kuuse kolmekordne katuselaast maksab 9,90 eurot ruutmeeter. Katuse pikema eluea tagamise suhtes, on mõistlik katus üle lasta ka männitõrvaga. Selle hinnaks on 5,20 eurot liiter. (Katuselaast 2016)



Joonis 16. Laastukatus saunal

Allikas: (Laastukatuste... 2016)

1.5.4 Sindelkatus

Sindlid on kiilukujulise ristlõikega puupakust või siis prussist lõhestatud või saetud lauakesed. Nende keskmine pikkus on 50-70cm, laius 7-12cm, paksus õhemas servas 5mm, paksemas 15mm. Paksemas servas on ka soon. Sindelkatus tehakse tavaliselt kolmekihilisena, sindlid lüüakse üksteise kõrvale nii, et peenem serv sobitatakse kõrvaloleva sindli paksema külje soonde. Et saada kalasabamustriga katus, tuleb sindliribasid lüüa kord ühele ja siis kord teisele poole. Sindelkatus on laastukatusest siledama ja korrapärasema pinnaga. (Uus 2003)

Sindelkatuse paigaldamine on hinnaliselt võrreldav plekk- või kivikatuse paigaldamine, mis ei tule kindlasti odavam. Okaspuu kolmekordne katusesindel maksab 16.90 eurot ruutmeeter. Sealjuures pole arvatud juurde paigaldamise hinda ega ka transpordi hinda. (Katuselaast 2016)



Joonis 17. Sindelkatus

Allikas: Keili Sikk

1.5.5 Kimmkatus

Kimmkatused olid 20. sajandi alguses talumajadel levinud. Kimmid on pakust või plangust välja saetud või lõhestatud ja tahatud kiilukujulise piki lõikega lauad. Paksem ots lõigatakse poolkumeraks ja kolmnurkseks. Kimmi pikkus on 60cm ja laius 10-15cm, paksus peenemas otsas on umbes 5mm ja paksemas osas umbes 5mm. Kimmid naelutatakse üksteise kõrvale nii, et ülemise kimmi read katavad alumise rea ja kimmide ots jääb allapoole. Katus tehakse kolmekihiline. Kimmide katusele löömisel tuleb silmas pidada, et puusüü jookseks õigesti ja et kimmi servad ei hakkaks katusel üles kaarduma. Katuse servadesse pannakse pikiti poolitatud kimmid, räästasse kahte alumisse ja harjale kahte ülemisse kihti põiki pooleks lõigatud kimmid. Kimmkatuse eluiga sõltub hooldusest ja vastupidavuse suurendamiseks saab katuse üle tõrvata. (Kingsepp 2003)

Kimmkatuse hind võrdub kindlasti kas kivi või plekkkatuse paigaldamisega, seega selle katuse paigaldamine ei tule üldse odavam. Okaspuu kolmekordne katusekimmi hinnaks on 16.90 eurot/ruutmeeter. (Katuselaast 2016)



Joonis 18. Kimmkatus

Allikas: (Katuselaast 2016)

1.5.6 Laudkatus

Laudkatuse materjaliks on head männi- ja kuuselauad, mis on oksavabad või vähemalt kinniste oksakohtadega. Kõige olulisem on kvaliteetne männi-oksalaud. Väga oluline on, et puit oleks õigeaegselt raiutud ja korralikult kuivanud. Kõige paremad lauad on radiaalselt lõigatud lauad, ehk aastarõngad on lauaotsaga risti. Laiad lauad on katuse ehitamiseks head, samas tuleb silmas pidada, et mida laiem laud (üle 20cm laud), seda paremini kipuvad nad haamerdamisel lõhki minema. Roovitus katusel peab olema 50cm vahedega, naelad tuleb naelutada läbi roovituse ning väljaulatuvad naelad tuleb lüüa kõveraks. Oluline on see selle jaoks, et kõmmelduvad lauad naelu välja ei tõmbaks. Laudkatust saab paigaldada kolmel viisil. Ühekordset katust paigaldatakse nii, et laudade vahelised praod kaetakse liistudega. Laudkatuseid saab teha suhteliselt madala kaldega, 1:4-1:6 suhtega. Kui kalle on liiga madal, siis tugeva tuule puhul kipub tuul katust lõhkuma. Kahekihilise ladukatuse ehitamiseks katavad pealmise kihi lauad alumisi laudu täiest ulatusest või siis osaliselt. Kolmekihilisel laudkatuse ehitamiseks kinnitatakse lauad kahes kihis nii, et esmalt naelutatakse kinni alumised lauad ja seejärel naelutatakse teine kiht, nii et, peamised lauad kataksid sooned. Katuselaua okaspuidu keskmine hind on 12.50 eurot ruutmeeter. (Ehitusinfo 2016)



Joonis 19. Kolmekihiline laudkatus

Allikas: (Laudkatus 2016)

2. Materjal ja metoodika

Palkhoonete ehitamine on viimastel aastatel muutunud üpriski populaarseks ja ka uurimustöö autor on hiljuti ehitanud üles ühe palkhoone ning teist hakkab aasta jooksul renoveerima. Kuna töö autor on looduslähedane inimene, siis leidis ta, et uurimustööd võiks teha just sellise pilguga, et palkhoone saaks ehitatud võimalikult kättesaadavate ja looduslike materjalidega.

Kuigi palk on niigi looduslik materjal, siis leidis autor, et võiks uurida ka looduslike materjale, mida saaks kasutada vundamendi ehituses, samamoodi soojustuses kui ka katuse panekul.

Leitud on materjalide maksumuse hinnad, ning need on uurimustöös väljatoodud. Töö lõpus on toodud välja ka hinnakalkulatsioonid kui palju läks palkhoone ehitamine maksma nendest materjalidest, mida autor kasutas ja kui palju oleks läinud palkhoone maksma kui oleks kasutatud muid materjale, ning kui palju läheks samasugune hoone maksma kui tellida kogu hoone Retrohome ehitusfirma käest. Käesolevas töös on välja toodud, kuidas oleks võinud palkhoonet püstitada teisiti.

Uurimustöö materjalideks on kasutatud refereeritud raamatuallikaid ning internetiallikaid, mis on seotud palkmaja ehitusega. Uurimustöö materjal on ka autori enda ehitatud maja, mille ehitamist on ta kirjeldanud etapiliselt ning toonud välja ajaliselt kui palju millegi püstitamiseks on aega kulunud.

3. Palkhoone ehitus Otepää külas asuva Jaanimäe talu eluhoone näitel

3.1 Maja ajalugu

Palkhoone on ehitatud 1998 aastal Valgemetsas, Põlvamaal. Elamu on projekteeritud kahekorruselise ümarpalk hoonena, 45 kraadise katusekandega. Hoone esimesel korrusel paikneb köök, pesuruum, saun ja veranda. Teisel korrusel asuvad magamistuba ja veranda. Majal on kokku kuus akent ja kaks ust. Hoonega kaasas käib ka kuivkäimla, mille oleme meie jätnud külge ehitamata, kuna pesuruumidesse tuleb tualett. Ehituspalgiks on kasutatud männipalki, mis on saadud Lõuna-Eesti metsadest.

Aastal 2014 aprilli lõpus alustati palkhoone ümberkolimist Otepää külla Jaanimäe tallu. hoone lahti võtmisel nummerdati ära kõik palgid, vastavalt vasak- ja parempoolsele küljele ja asetsemise järjekorras. Samamoodi nummerdati ka katusesarikad, et saaks samas järjekorras nad üles pandud. Sarikad olid nummerdatud alustades eesmisega, lõpetades tagumisega. Seejärel transporditi palgid ülima hoolikusega Otepää külla.

3.2 Maja püstitamise järjekord vundamendist katuseni

1. Esimese suure etapina kaevati mõõdeti paika kuhu palkhoone püstitatakse, ning kaevati selle jaoks ka vundamendi kohad. Vundament laoti Fibo 5 plokkidest, mis on ette nähtud vundamendi ehituseks. Fibo plokkide oli kokku 184 tükki, mõõdus 480mm pikkust, kõrgust 200mm, paksust 200mm. Vundamendi ladumist alustati 2013.a. juunis ja ladumine lõpetati kaks nädalat hiljem. Kaevikud vundamendi ümber lükati kinni 2014 aasta maikuus. Vundamendi pikkuseks on 6 meetrit ja laiuks 5,5 meetrit. Palgi ja vundamendi vahele on pandud ka niiskusetõrjeks tõrvapapp. Vundamendi tallaks on valatud ~20cm betoonist tald, mis on armeeritud 10mm armeerimisrauga, vundamendi pealmise küljele armeerivat vööd valatud ei ole, kuna palk on ühtlane tasapind ja seetõttu jaotub koormus ühtlaselt. Vundamendi sügavus on 80cm, pluss taldmik, vundamendi sügavus on sellepärast nii madal, et vundamendi tald on valatud vee piirile ja selle võrra on soojustatud ligikaudu 60cm vertikaalpinnas ja viidud horisontaalasendis kaugemale.
2. Palke hakati vundamendile peale laduma 2014. aasta juulikuus. Palkhoone palkide ladumine võttis aega kokku 4 päeva. Palkidel endil on U kujuline vara, just nimelt

seepärast kuna maja köetakse ja niiviisi on hoone soojapidavus tunduvalt suurem kui V kujulise varaga. Tappideks on kasutatud puithoonel koerakaelatappi ja salapulgad on valmistatud käsitööna neljakandilisteks.

Kõige raskem oli palkide paigaldamisel see, et palgid olid transporditud suvalistes järjekordades ära ning olenemata sellest, et palgid olid nummerdatud, oli neid kolmest erinevast hunnikust väga raske otsida ja markeritega kirjutatud numbrid olid ka kahe kuuga juba ära kulunud. Töö jooksul tehti ka see viga, et ei alustatud palkide järjekorda sorteerimisega, vaid hakati siis seda järjekorranumbrit otsima, kui oli selle palgi kord. Raskem oli see seetõttu, et õige palgi otsimine võttis tunduvalt rohkem aega kui palgi paigaldamine. Palke hakati laduma järjekorras ja pika palgirea vahele paigaldati ka klaasvilla, klaasvill haamerdati igaks-juhaks ka naeltega kinni. Naelad olid taaskasutatud. Iga palgi järjekorra vahel, vaadati kus asuvad eelneva rea palgi ning ka järgneva rea palgi salatapi koht ja klapitati see koht ka ära.



Joonis 20. Palkmaja paigaldus, kahe päeva töö.

Allikas: Autori erakogu

Kui oldi jõutud kahe päeva jooksul palkmaja pooleldi üles, siis hakati vanadest, aga tervetest laudadest hoone sisse ehitama tellinguid, et oleks lihtsam hakata palke tõsta kõrgemale. Palkide kõrgemale tõstmiseks olid abiks ka kolm meest, lisaks kahele inimesele, ning ka nõõrid, millega tõmmati palgid ülesse. Kuna palgid olid rasked,

siis nõõriga üles tõmbamine oli tunduvalt lihtsam kui palkide vinnamine ja krabamine. Sel päeval sai palgid kuni teise korruseni paika tõmmatud, ning peale seda ehitati ajutine vahelagi vanadest seisma jäänud põrandalaudadest, et saaks teisel korrusel viimased palgid paika laotud. Viimaste kõige kõrgemate palkidega, pidi üsna pikalt ootama, kuna enne tuli juba paika panna katusesarikad ja hakata katust roovitama.

3. Katuse paigaldamiseks oli vaja kokku panna sarikapaarilised, sarikapaare oli kokku 7. Sarikate püsimiseks õigel joonel, haamerdati laudadega sarikad omavahel seestpoolt toetama. Enne katuse aluskatte paigaldamist, pandi katusele ka aluskatus. Aluskatuse paigaldamiseks kasutati vanu katuselaudu, mis tulid kaasa vanast kohast. Katuselauad kontrolliti eelnevalt üle, kas neid oli võimalik kasutada ja ega nad kusagilt katkised ega mädanenud pole. Aluskatuse paigaldamine võttis aega keskmiselt 3 päeva, aluskatuse laudad kinnitati haamri abil naeltega, hiljem lõpus juba kruvidega. Aluskatuse paigaldamise kõige keerulisem osa oli laudade omavaheline klappimine. Kuna laudu polnud esialgselt nummerdatud, siis oli see raske, aga jälle ei tahtud katuse laudadest midagi ka ära saagida, sest kui vanas kohas laudad klappisid omavahel, siis tuli nad ka klappima panna tol hetkel. Kui aluskatus oli paigaldatud üle poole ulatusest, siis hakati paralleelselt paigaldama ka aluskatet, ning hakati ka roovitama katust. Katus roovitati 50x50 põhimõttega. Roovituse eesmärgiks on katusealuse ventilatsiooni tagamine.

Kõige lihtsam osa oli katusepleki paigaldamine. Pleki paigaldamist alustati maja eespoolt, lõpetades maja tagumise küljega. Katusepleki paigaldamine võttis aega üks päev. Hetkel on hoone püsti, katus on peal, on vaja panna aknad ette.

3.3 Hoone maksumus

All olevas tabelis on ära toodud kulud, kuhu kulus kõige enam raha palkhoone püstitamisel. Kuna palkhoone kingiti Otepää külla, Jaanimäe tallu, siis saadi see hoone tasuta. Kulused tuli juurde ainult kümnel juhul, mis on ka tabelis välja toodud. Kulused tuli juurde 1702,32 euro ulatuses, sinna juurde kuulusid väga paljud detailid, mida polnud mõtet teistkordselt kasutada ja oli mõistlikum uusi detaile kasutada. Samamoodi kõige suurem kulu oli maja transport Põlvamaalt Otepää külla Jaanimäe tallu, ning samamoodi oli suurem kuluallikas ka töömeeste töötasu maksmisel. Samas on kõik kulud end igati õigustanud.

Tabel 1 Hinna kulu

	Toode	Ühiku hind, eurot	Maksumus
1	Fibo 5 plokid 184tk	3.14	577.76
2	Liiv (täieks) 30 tonni	4	120
3	Tsement weber 20kg, 31tk	2.43	75.33
4	Armatuur raud 4tk 4x1500x3000	10.57	42.28
5	Palkhoone transport Põlvamaalt-Otepääle 60km	0,12	500
6	Abilistele töötasu 3 töömeest	20	300
7	Klaasvill Knauf 100mm 3 pakki	17.99	53.97
8	Katuse aluskate Guttafol 95 75m ² 2rulli	139	278
9	Katusekrugi 4,8x25 Pruun 1000 tk	0.073	73
	Kokku		2020.34

Järgnevas tabelis on ära toodud selle sama hoone maksumus kui kasutada teisi materjale, Ehk siis maakivi Fibo plokkide asemel, klaasvilla asemel turbasammalt ning plekk-katuse asemel kimmkatust. Ühtlasi sümpatiseerib kimmkatust kõige rohkem lõputöö kirjutajale ning ta jääks hoonega sarnaseks. Maakivide enda maksumuseks jääb null eurot, kuna väga suur kogus maakivisid on põllult saadaval ning kasutada, samas aga maakivide lõhkumine on peen töö, mida oskavad vähesed kivimeistrid, kivimeistrilt on saadud ka hinnapakumine kivide lõhkumise kohta ja eeldatava kuupmeetrite koguse järgi. Turbasambla maksumuseks jäeti null eurot, kuna ka seda on võimalik korjata enda soost. Raha kuluks kimmkatuse jaoks laastu ostmiseks, paigaldaks töö tegija selle aga ise. Lisaks oleks vaja osta kindlasti ka männitõrva, et tõrvata katus üle, et katus säiliks.

Tabel 2. Hoone maksumus, kui on kasutatud looduslike materjale

	Toode	Ühiku hind, eurot	Maksumus
1	Liiv (täiteks)30 tonni	4	120
2	Tsement weber 20kg, 31tk	2.43	75.33
3	Armatuur raud 4tk 4x1500x3000	10.57	42.28
4	Palkhoone transport Põlvamaalt-Otepääle 60km	0.12	500
5	Kivimeistri hind – maakivide lõhkumine 3,68m ³	69m ³	253,92
6	Abiliste töötasu	20	300
7	Kimmkatust 90m ²	16.9	1267.5
8	Prof katuse nael teras kollane 2X70MM 5000 tk	0.08	400
9	Männitõrv 50 l	5.2	260
	Kokku		3497.03

Tabelist on näha, et tegelikult tuleb ainult looduslike materjale kasutades hoone kallim. Kuid samas tuleb tõdeda, et kui kogu palkhoone oleks pidanud nullist ostma, mitte saama

kingitusena. Oleks ka hinnad hoopis midagi muud olnud. Seega ei saa võrrelda üks-ühele kumba viisi hoone püstitamist eelistada ainult hinna järgi. Küll aga saab võrrelda hoone loodussõbralikkust ja looduslähedust.

Kui aga tellida samasugune hoone Retrohome poolt, siis näeb hinnatabel välja selline. Palgiks on 25cm läbimõõduga ümar freespalk. Palkosa paigalduse hinna sees on kraanatöö, soojustusvill palkide vahele, salatapipulgad, tenderlatid ja metalltarvikud. Vundament tuleb tellijal ise paigaldada, selleks jääb maakividest vundament. Selline variant sobib inimesele, kellel ei ole oskusi ega aega hoonet ise püstitada või autorile kui ta ei oleks saanud palkhoonet kingituseks.

Tabel 3. Maksumus kui karp on püstitatud Retrohome ehitusfirma poolt

	Toode	Ühiku hind	Maksumus
1	Liiv (täiteks) 30 tonni	4	120
2	Tsement weber 20kg, 31tk	2.43	75.33
3	Armatuur raud 4tk 4x1500x3000	10.57	42.28
4	Kivimeistri hind – maaki- vide lõhku- mine 3,68m ³	69m ³	253.92
5	Abiliste töö- tasu	20	300
6	Retrohome palkhoone 70m ²		23320
	Kokku		24111.53

Järeldused

Kui autoril oleks uus võimalus püstitada hoonet, siis kasutaks ta rohkem looduslike materjale. Kasvõi juba seepärast, et need materjalid on kättesaadavamad ja olemas, ning nende kasutamine ei rikuks kuidagi ka keskkonda. Hoone püstitamiseks läheks aega suure tõenäosusega küll rohkem, kuid samas oleks seda ka kindlasti väärt. Miks mitte kasutada materjale, mis on kättesaadavamad.

Vundamendi ehitusel Fibo plokkide asemel tuleks kindlasti kasutusse maakivid, mis on autori maalapil suurtes kogustes olemas, maakivid tuleks vundamendiks lihtsalt kokku sobitada ja ainus, aga suur töö on maakivide klapitamine, et visuaalselt näeks vundament silmale ilus vaadata.

Kui enne palkide paigaldust oleks palgid vastavalt ära sorteeritud, asetuse järjekorras, siis oleks ka töö läinud sujuvamalt ning poleks läinud pikki tunde palkide otsimisele.

Soojustuses saab samamoodi kasutada ära maalapil olevat turbasammalt, mis asub maalapil olevas soos. On öeldud, et turbasammal on üks kõige paremaid soojahoidjaid ja soojustuses väga hästi kasutatav. Samuti räägib turbasambla kasuks see, et turbasammalt on kerge varade vahele ära paigutada, täpselt nii nagu on vaja, ning hoone viimistlemisel ei ole vaja turbasammalt kusagilt ära lõigata, kuna varade vahele saab täpselt õige koguse sammalt panna.

Plekkkatuse asemel paigaldataks kindlasti kimmkatus, kuna ta sümptiseerib kõige rohkem lõputöö kirjutajale ning ta jääks hoonega sarnaseks. Kuna hoone omanik paigaldaks katuse ise, siis tuleks kindlasti hoone omanikul läbida kimmkatuse paneku koolitused, et paigaldada korrektselt ka katus, vastasel juhul ei pruugi kimmkatus saada korrektselt paigaldatud.

Olenemata hinnast valiks autor kindlasti looduslähedasema variandi. Muidugi määrab seda kõike ka aeg ning kas aega on piisavalt, eriti kui püstitada hoone iseseisvalt, kasutamata sealjuures palgatööjõudu. Samas tuleb vastata küsimusele, miks ei kasutatud neid materjale juba alguses ehitamisfaasis, siis tuleb vastata, et puudus teadlikkus ja puudus ka aeg. Seega saab autor kinnitada, et vana maja renoveerimise puhul tuleb maja ainult looduslikest variantidest.

Kui aga tellida täpselt samasugune palkhoone ehitusfirma käest, siis tuleb hind tunduvalt kõrgem, samas tuleb aga mõelda sellele, et kui autor poleks saanud kingituseks palkhoonet,

siis oleks tulnud see autoril endal osta ja Retrohome pakkumine on igati kui mõistlik, hind on taskukohane. See variant sobib ka inimesele, kellel pole aega ise hoonet püstitada, ning otsab vaid karbi ja hoone püstitatakse ehitusfirma poolt. Aega kulub tunduvalt vähem kui ise ehitades või hoonet paigaldades. Autor kaaluks sellist varianti ainult juhul kui tal poleks kingitud hoonet ning poleks aega hoone püstitamiseks.

Kokkuvõte

Uurimustöös on kirjeldatud palkhoone ehitamist võimalikult looduslähedastest materjalidest, toodud ära nende materjalide kasutamise võimalused, lisaks ka veel materjalide maksumused.

Tegelikult on palkhoone ehitamisel kasutatavaid looduslike materjale palju, samas aga ei pruugi inimesed selle peale tullagi või puudub aeg.

Vundamendiks saab kasutada paekivi või maakivi. Soojustuseks saab kasutada lambavilla, turbasammalt, kasetohtu. Katusevariante on plekk katuse asemel ka piisavalt palju – nagu näiteks kimmkatus, rookatus, õlekatus, sindelkatus, laudkatus ja laastukatus.

Lõputöös on kirjeldatud autori palkhoone ehitamist Otepää külas Jaanimäe talus, uurimustöö ehitati üles etapiliselt, alustades vundamendi ehitusest lõpetades katuse paigaldusest. Eraldi on toodud välja ka tabel, kui palju on hoone püstitamine maksma läinud, arvestades ka seda, et hoone tegelikkuses on kingitud, kuid sellest hoolimata oli siiski ka kulusid. Teine tabel näitab hoone maksumust, kui oleks kasutatud looduslikest variantidest materjale ning kolmas tabel näitab kui palju läheks samasugune palkhoone maksma kui karbi püstitab ehitusfirma. Kolmas tabeli variant, hoone tellida koos paigaldusega, sobib inimesele kellel pole oskusi ja aega hoonet püstitada.

Olgugi et looduslike materjale kasutades tuleks antud hoone kallim, kuid samas tuleb tõdeda, et palkhoone on siiski saanud kingitusena ja pole pidanud seda hoonet nullist ostma. Seega ei saa ka võrrelda üks-ühele mis viisil hoone püstitamist eelistada ainult hinna järgi. Küll aga saab võrrelda hoone loodussõbralikkust ja looduslähedust. Autor telliks ainult äärmisel võimalusel palkhoone, juhul kui tal endal ei jääks muud võimalust.

Järeldustes võib lugeda, et autor tegi järeldab, et kui ta alustaks palkhoone püstitamist uuesti, ning kasutaks teisi materjale:

- Fibo plokkide asemel ehitatakse vundament maakividest, mis on autori enda põllult saada, samas tuleb tellida kivimeister kes kivid lõhub
- Soojustuses klaasvilla asemel tuleks kasutusele turbasammal, mille soojapidavus on sama. Ainsad kulusid on tema kogumine või soost ära toomine.
- Katus tuleks antud plekk-katuse asemel puidust kimmkatus.

Viidatud allikad

- Habicht. 1959. Taluõuest ja kõrvalhoonetest Kagu-Eestis – Etnograafiamuuseumi aastaraamat XVI. Tallinn : Valgus, 82-152lk.
- Madalik, A., Kingsepp S. 2002/2003. Ehitaja Käsiraamat. Tallinn : Presshouse. 336lk.
- Uus,A., Lõbu R, 2007. Soovitused käsitööna palkmaja ehituseks. s.l. : As Triip, 2007. MTÜ Vanaajamaja 30lk.
- Uus,A, Kingsepp, S. 2002/2003. Laastukatus - Ehitaja Käsiraamat. Tallinn : Presshouse, 2002/2003, 336lk .
- Tietokirjat, J.K. 2001. Palkmaja ehitamine. Tallinn : Ehitame, 131lk
- Avvik, E. 2016. "Mees soovustab lambavillaga maja". www.saartehaal.ee. [Võrgumaterjal] 02. 04 2016. a. <http://www.saartehaal.ee/2010/07/20/mees-soovustab-lambavillaga-maja/>.
- Finnlog. 2016. www.finnlog.ee. [Võrgumaterjal] 02. 04 2016. a. <http://www.finnlog.ee/palkmaja-info/vundament>.
- Kasetoht. 2016. www.majatohter.ee. [Võrgumaterjal] 29. 04 2016. a. <http://www.majatohter.ee/tooderullis/kasetoht>.
- Katuselaast. 2016. www.katuselaast.ee/. [Võrgumaterjal] 03. 05 2016. a. <http://katuselaast.ee/>.
- Kimmkatused. 2016. www.katuselaast.ee. [Võrgumaterjal] 16.05.2016.a. <http://katuselaast.ee/kimmkatus-kimmkatused-laastukatus-laastukatused-sindelkatuse-sindelkatused-puitkatus-puitkatused-laast/>
- Lambavill. 2016. www.maavillane.ee. [Võrgumaterjal] 29. 04 2016. a. <http://www.maavillane.ee/?54>.
- Laastukatused. 2016. www.puitkatused.ee. [Võrgumaterjal] 16.05.2016.a. <http://www.puitkatused.ee/ee/laastukatuste-galerii/>
- Laudkatus. 2016. www.ehitusinfo.ee. [Võrgumaterjal] 16.05.2016.a. <http://www.ehitusinfo.ee/index.php?aid=849>
- Lõbu,R, Uus,A. 2016. Vanaajamaja. www.vanaajamaja.ee. [Võrgumaterjal] 02. 04 2016. a. http://vanaajamaja.ee/download/tr%C3%BCkised/Sammal_kasetoht.pdf.
- Palkmajade ehitusest 2016. www.palkmajad.ee. [Võrgumaterjal] 13.05.2016. a. <http://palkmajad.planet.ee/files/palkmajad.pdf>
- Puitmajade ehitamise ajalugu. 2016. www.pikk.ee. [Võrgumaterjal] 10.05.2016.a. <http://www.pikk.ee/valdkonnad/maattevotlus/mitmekesistamine/puitmajade-ehitamine/ajalugu#.VzGogYSLSM8>

Roogkatus. 2016. www.roogkatus.ee. [Võrgumaterjal] 16.05.2016.a.
<http://www.roogkatus.ee/index.html>

Soojustamine. 2016. www.juured.ee. [Võrgumaterjal] 02. 04 2016. a.
http://www.juured.ee/main.php?lang=et&pg=forum_thread&thread_id=64.

Traditsioonilised katused. 2016. www.erm.ee [Võrgumaterjal] 02. 04 2016. a.
<http://www.erm.ee/et/Avasta/Rahvakultuur/Toovõtted/Traditsioonilised-katused>.

Uus,A, Lõbu,R, 2016. Vanajamaja, www.vanaajamaja.ee. [Võrgumaterjal] 04. 03 2016. a.
<http://vanaajamaja.ee/iseehitamine/vanaajamaja-trukised/>.

Uus,A, Lõbu,R, 2016. Palkseinad Vanaajamaja, [www.vanaajamaja.ee](http://vanaajamaja.ee). [Võrgumaterjal]
02. 04 2016. a. <http://vanaajamaja.ee/iseehitamine/palkseinad/>.

Vundament. 2016. www.ehitusinfo.ee. [Võrgumaterjal] 02. 04 2016. a.
http://www.ehitusinfo.ee/index.php?vundament_sokkel.

Log house construction in various aspects

Summary

In this undergraduate research work has been described how to build a log house using only natural materials we have brought out what are the alternative uses and the total material cost.

It is described the authors experience of building a log house in Otepää, Jaanimäe farm. The research is built up in stages, starting with the building of the foundation and finishing with the building of the roof.

There is also a separate chart about the price of the building, including the fact that actually the house has been given to the author as a gift, nonetheless there were still some expenses. The second chart shows the entire price of the building, if natural materials would have been used and the third chart indicates how much would it cost if a building company would have built it. The option of the third chart, order the house with installing, is suitable for a person who has no skills and time to build the house.

Although the building is more expensive, when natural materials are used, but we need to keep in mind that the building was a present and the author didn't build it from scratch. So we cannot compare which way it would be cheaper, but we can compare how sustainable and environmental friendly it is. Author him/herself would order the log house only if he/she had no other option.

In the conclusion can be found facts if the author would start building the log house again using other materials:

- Using fieldstone instead of fibo blocks, that can be found on the property of the author, although he/she then needs to hire a helper who breaks the stones
- Using sphagnum, which is as warm as glass wool, but better to find, while winterizing the house.
- Wooden tiled roof instead of tin roof

Lisad

Lisa 1 Palkhoone paremalt küljelt (autori foto)



Lisa 2 Palkhoone vasakult küljelt (autori foto)



**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Enelin Räni,

(sünnipäev 28/01/1991, 49101284975)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Palkmajade ehitus erinevates aspektides, mille juhendaja on Vahur Kurvits

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

_____ allkiri

Tartu, 18.05.2016

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ (juhendaja nimi ja allkiri)

_____ (kuupäev)

_____ (juhendaja nimi ja allkiri)

_____ (kuupäev)

