

KLIIMA-
NEUTRAALNE
AASTAKS
2035

**TAL
TECH**

EHITUS- JA LAMMUTUSJÄÄTMED KUI RINGLUSSE VÕETAV MATERJAL

SIMO ILOMETS, PhD, Volitatud ehitusinsener (tase 8.)
Vanemlektor, programmijuht (Hooned ja rajatised)



**TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOO**

28.03.2025, Eesti Vabaõhumuuseum

TAUST

- Hoonete lammutamise vajadus suureneb (ca 23-25% aastaks 2050):
 - Ehitusmaterjalide lagunemisprotsessid
 - Demograafia
 - Kinnisvaraarendus, muutuv kasutus ja muutuvad vajadused
- Ehitatud keskkond liigub ringse põhimõtte suunas:
 - Liigiti lammutamine (tavapärase lammutamise asemel)
 - Ehituselementide korduskasutus (madal ümbertöötlemise aste, olemasolevate omaduste säilitamine ja kasutamine)
 - Ehitusmaterjalide ringlussevõtt (keskmise ümbertöötlemise aste, keskmise lisaväärtus)
 - Uued ehitusmaterjalide teisest toormest (kõrge ümbertöötlemise aste, kõrge lisaväärtus)
 - Esmatoorme vajaduse vähendamine
 - Ehitusmaterjalide keskkonnamõju vähendamine
 - Ehitus- ja lammutusjäätmete osakaalu vähendamine (liigiti kogumise teel) ning lõppladestatavate jäätmete osakaal



- Hooned kui materjalipangad

Asam 2005



Gonzalez-Fonteboa
et al. 2021



Wilson 2019



Wilson 2019



LINEAARNE VS RINGNE MATERJALIDE KASUTAMINE



Refuse		Make products redundant; either abandon its function or offer the same function with a radically different product
Rethink		Make products' use more intensive (e.g. by sharing product)
Reduce		Increase efficiency in product manufacturing or use by integrating fewer natural resources and materials
Reuse		Reuse by another consumer or discarded products which are still in a as-good-as new condition and fulfills its original
Repair		Repair and maintenance of defective products in order to be used with its original function
Refurbish		Restore old products and bring them up to date
Remanufacture		Use parts of discarded product in new products with the same functions
Repurpose		Use discarded product or its parts in a new products with different functions
Recycle		Process materials to archive the same (high grade) or lower (low grade) quality
Recover		Incineration of material for energy recovery purposes
Waste		Disposal

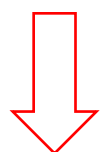


Figure 2 The Circular Economy hierarchy, developed from Kirchherr et al. (2017)

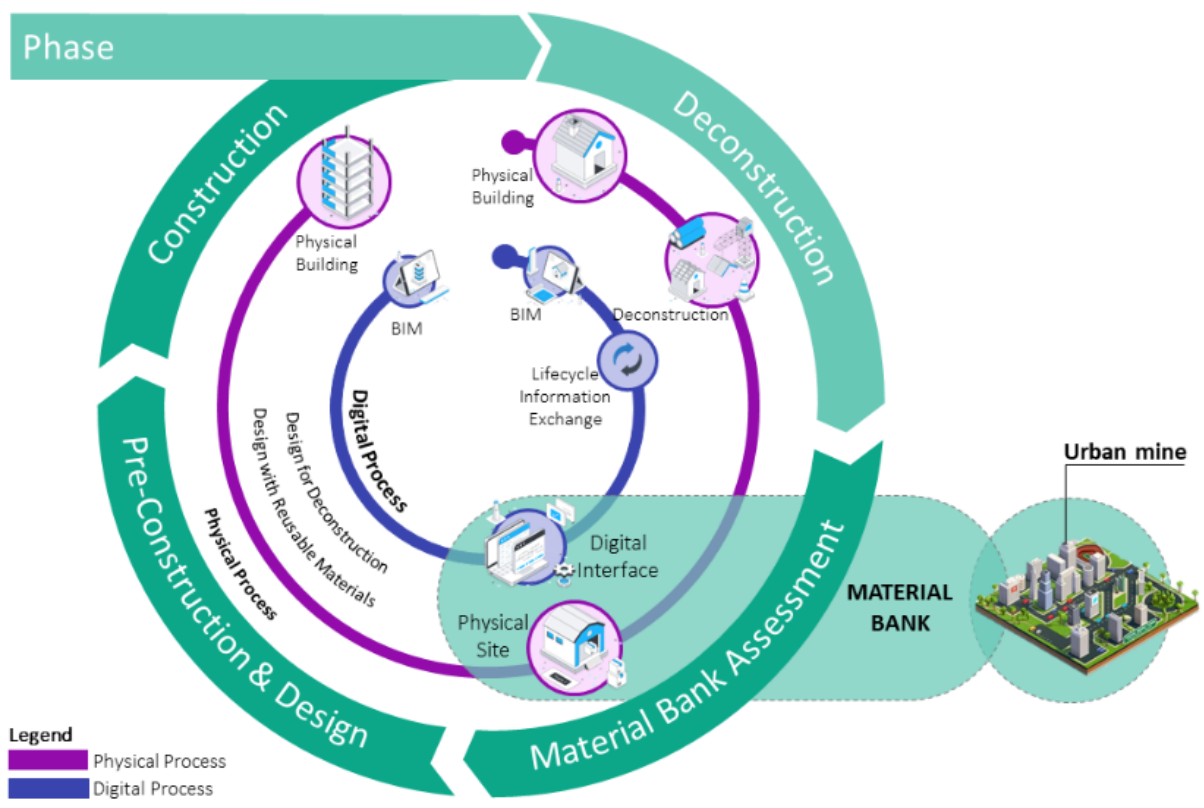


Figure 3. Material banks interact with the parallel worlds of digital and physical workflows

SEADUSANDLUS SENINE CPR 305/2011 (SUJUV ÜLEMINEK)

- Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus nr 305/2011 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0305&qid=1708959290993>):

punktid 34-39

- (34) Et vältida selliste ehitustoodete tarbetut katsetamist, mille toimivust on juba piisavalt tõestatud katsete stabiilsete tulemuste või muude olemasolevate andmete alusel, tuleks tootjatel lubada ühtlustatud tehnilistes kirjeldustes või komisjoni otsuses sätestatud tingimustel deklareerida teatav toimivustase või -klass ilma katsetamata või ilma täiendavalt katsetamata.
- (39) Individuaalselt projekteeritud ja toodetud ehitustoote puhul tuleks tootjal lubada kasutada toimivuse hindamiseks lihtsustatud menetlusi, kui on võimalik tõestada, et turule lastav toode vastab kohaldatavatele nõuetele.
- (36) Tuleks määratleda tingimused lihtsustatud menetluste kasutamiseks ehitustoodete toimivuse hindamisel, et võimalikult vähendada nende turulelaskmise kulusid, vähendamata seejuures ohutuse taset. Selliseid lihtsustatud menetlusi kasutavad tootjad peaksid nõuetekohaselt näitama, et vastavad tingimused on täidetud.

UUS CPR 2024/3110 (ISESEISVAKS LUGEMISEKS)

- **„kasutatud toode“** – toode, mis ei ole jäätmed või mida ei käsitata enam jäätmetena direktiivi 2008/98/EÜ kohaselt, mis on vähemalt ühel korral paigaldatud ehitisse ning mis:
 - a. ei ole läbinud protsessi, mis läheb kaugemale kontrollimise, puhastamise või parandamisega seotud taastamistoimingust, millega valmistatakse toode või tootekomponendid ette kasutamiseks selliselt, et neid on võimalik korduskasutada ehituses ilma muu eeltöötluseta, või
 - b. on ümber töödeldud viisil, mis läheb kaugemale kontrollimise, puhastamise või parandamisega seotud taastamistoimingust, mis on toote toimivuse seisukohast ebaoluline vastavalt kohaldatavale ühtlustatud tehnilisele spetsifikatsioonile;
- **„taastoodetud toode“** – toode, mis ei ole jäätmed või mida ei käsitata enam jäätmena direktiivi 2008/98/EÜ kohaselt, mis on vähemalt ühel korral paigaldatud ehitisse ning mis on ümber töödeldud viisil, mis ei piirdu vaid kontrollimise, puhastamise ja parandamisega seotud taastamistoiminguga, mis on toote toimivuse seisukohast olulised vastavalt kohaldatavale ühtlustatud tehnilisele spetsifikatsioonile;
- **„ringlussevõtt“** – ringlussevõtt direktiivi 2008/98/EÜ artikli 3 punktis 17 määratletud tähenduses (taaskasutamistoiming, mille käigus jäätmematerjalid töödeldakse toodeteks, materjalideks või aineteks kasutamiseks nende esialgsel või mõnel muul eesmärgil. See hõlmab orgaaniliste ainete töötlemist, kuid ei hõlma energiakasutust ja töötlemist materjalideks, mida kasutatakse kütustena või kaeveõõnete täitmiseks);
- **„ringlussevõetavus“** – võime materjali või toodet tulemuslikult ja tõhusalt eraldada, koguda, sortida ja koondada kindlaksmääratud jäätmevoogudeks, et võtta see ringlusse teise toormena, minimeerides samal ajal kvaliteedi või funktsionaalsuse kadu asjaomase esmase toormega võrreldes;

UUS CPR 2024/3110

- **Kasutatud toode/taastoodetud toode on võrdsustatud uue tootega.**
S.t. kasutatud toote kasutamine ja turustamine EÜ riikides allub samadele reeglitele.
- Toodete kasutusjuhendisse on lisatud „Soovitused toote ringlussevõtuks”
- Ehitisele (mitte tootele) esitatavas 8’ndas (Loodusvarade säästev kasutamine ehitistes) põhinõudesse on lisandunud:
 - f) tervete ehitiste või nende osade ja nende materjalide korduskasutatavuse või ringlussevõetavuse maksimeerimine pärast demonteerimist või lammutamist;
 - g) lihtne demonteeritavus.

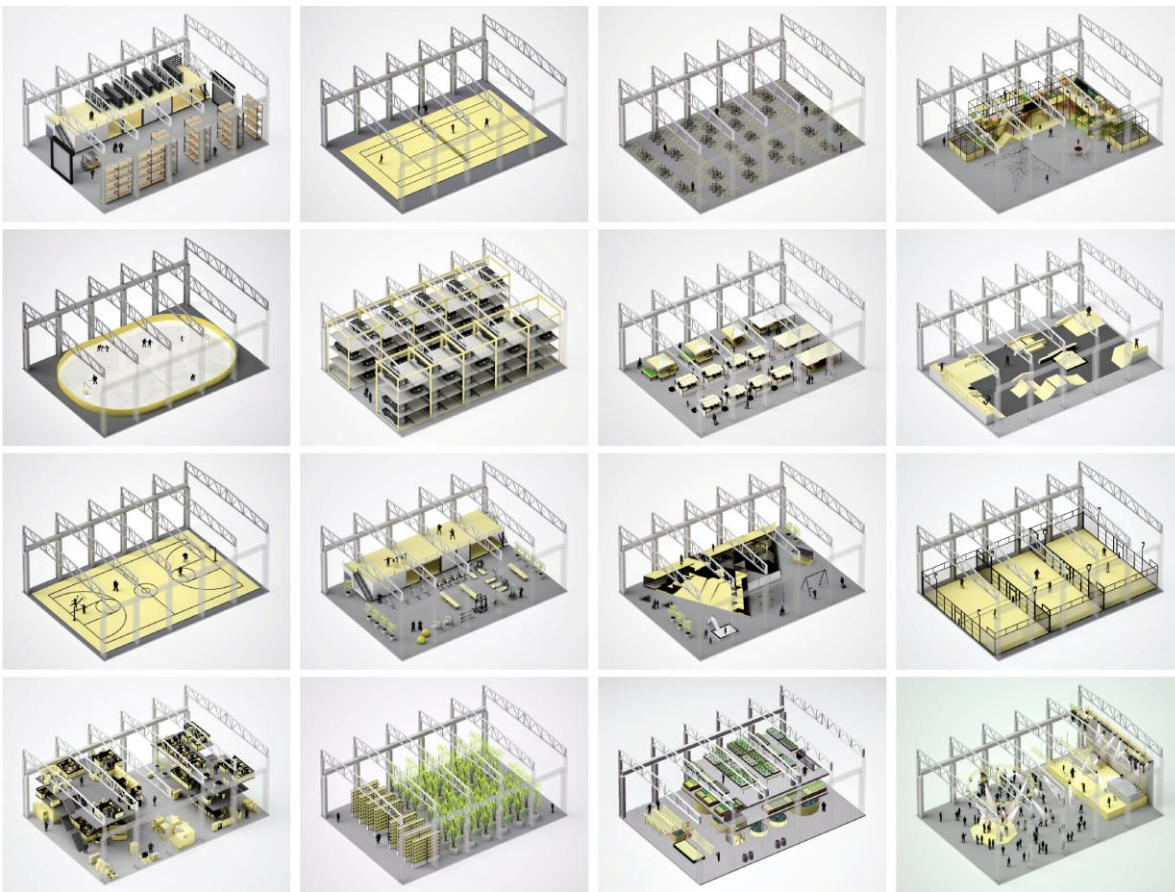
RENOVEERIMIST KAVANDADES...

- Eeltööd, materjalide kaardistamine, renoveerimisvajaduse selgitamine
- Renoveerimiseelse auditi sisutegevused ning ettepanekud paremaks liigiti kogumiseks (eramu, miljöo/muinsus, kortermaja)
- Tekkiva materjali ringse kasutamise võimalused enne lammutustöödega alustamist (liigid, kogused, seisukord, eemaldamine, ladustamine, pildid, müük või endale jms)
- Terve mõistus ning vanade teadmiste-kogemuste ellu äratamine

**TAL
TECH**



KOHANDATAVUS/DEMONTEERITAVUS – OL.OL HOONED (KRULLI)



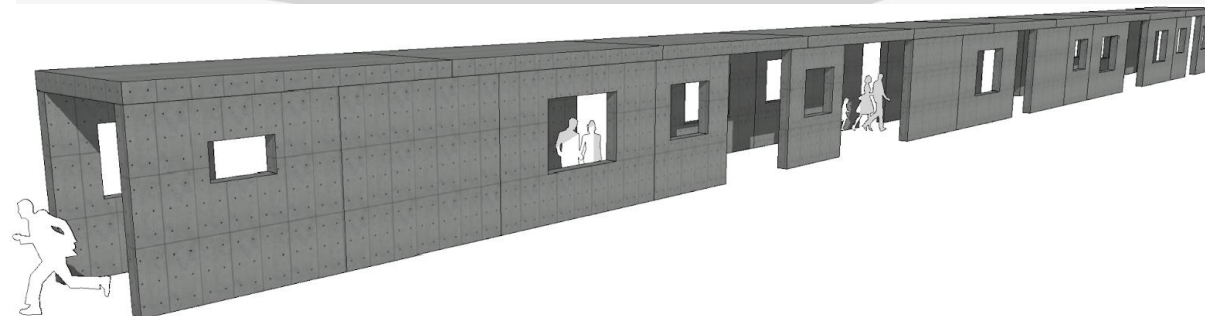
RAUDBETOON ÕÕNESPANEELIDE OHUTU KORDUSKASUTUS LÄTIS



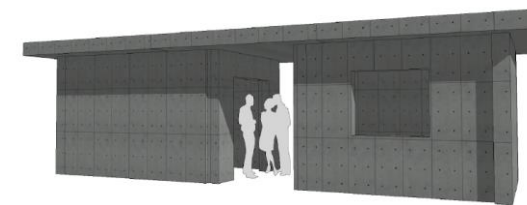
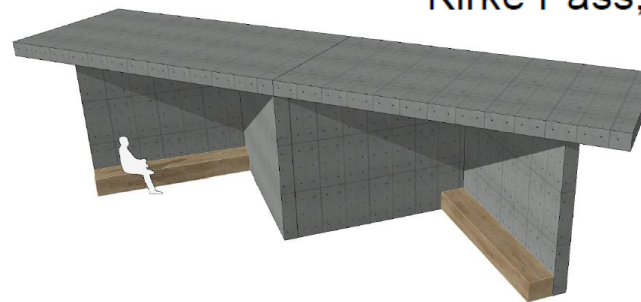
EHITUSELEMENTIDE KORDUSKASUTATAVUS (NN TARTU TÜÜPI SUURPANEELELAMU VALGAS)



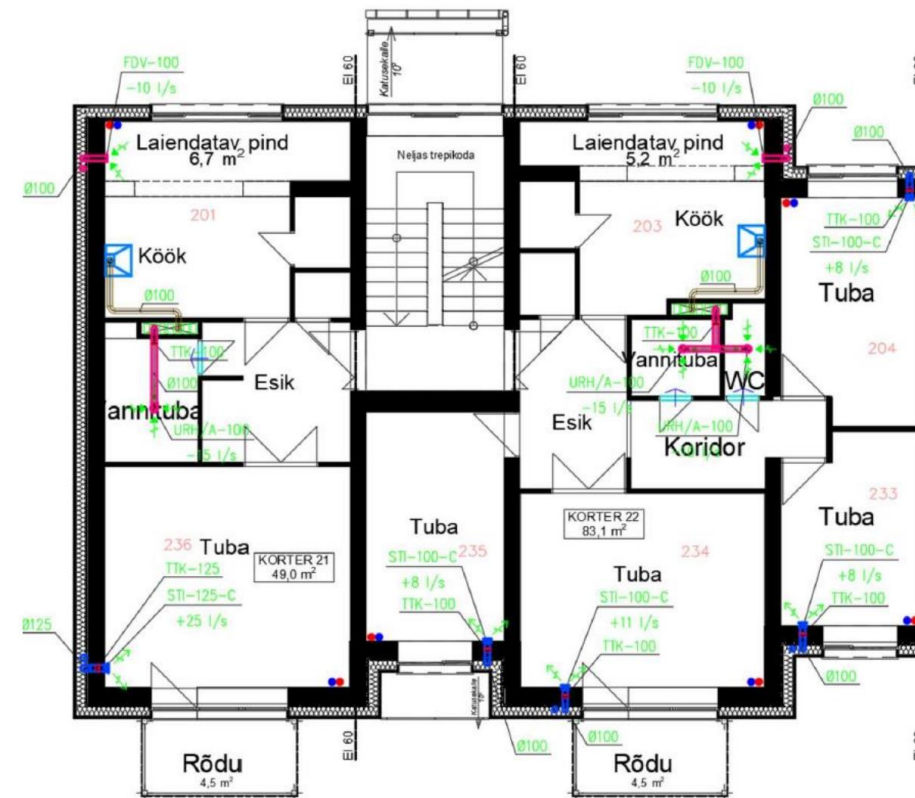
EHITUSELEMENTIDE KORDUSKASUTATAVUS (NN TARTU TÜÜPI SUURPANEELELAMU VALGAS)



Kirke Päss, Ivar Marist ja Kaarel Svätski



RINGNE RENOVEERIMINE TEHASELASELT EELTOODETUD ELEMENTIDEGA

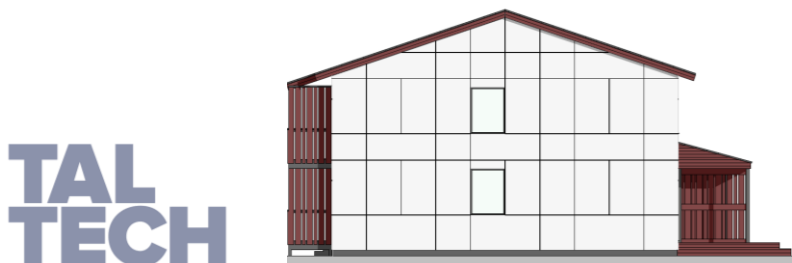


**TAL
TECH**

- <https://timbeco.ee/portfolio/tervikrenoveerimine-saue/>
- <https://timbeco.ee/wp-content/uploads/2022/03/Kuuma4.pdf>



SAMADE EELTOODETUD ELEMENTIDEGA UUELE RINGILE



TAL
TECH



MIHO OÜ
Registrikood: 11344754
Reg.nr: EEP000998
Pae 25-33 Tallinn
phone: +372 56 642 338
email: kristina@miho.ee

Objekt: **RIDAEELAMU**

Asukoht: **KUUMA TN 4 KORTERELAMU
SOOJUSTUPANEELIDE
TAASKASUTAMINE**

Joonis: **VAATED 1 JA 3**

Tellijä: **TIMBECO OÜ**

Arhitekt: **HELEN TIKKA**

Vastutav arhitekt: **KRISTINA SEPP**

Projekti staadium: **ESKIIISPROJEKT**

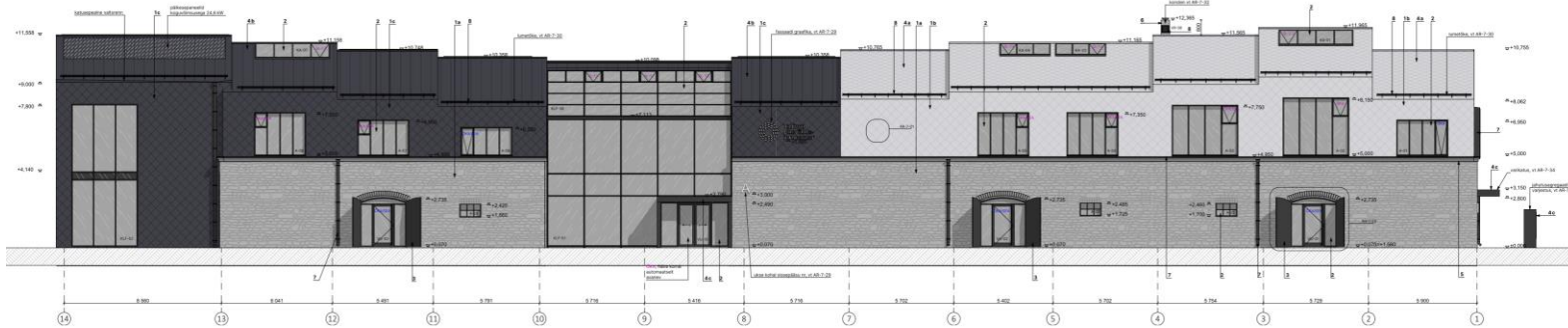
Kuupäev:
24/10/2021

Töö nr:

Mõõtkava:
1:100

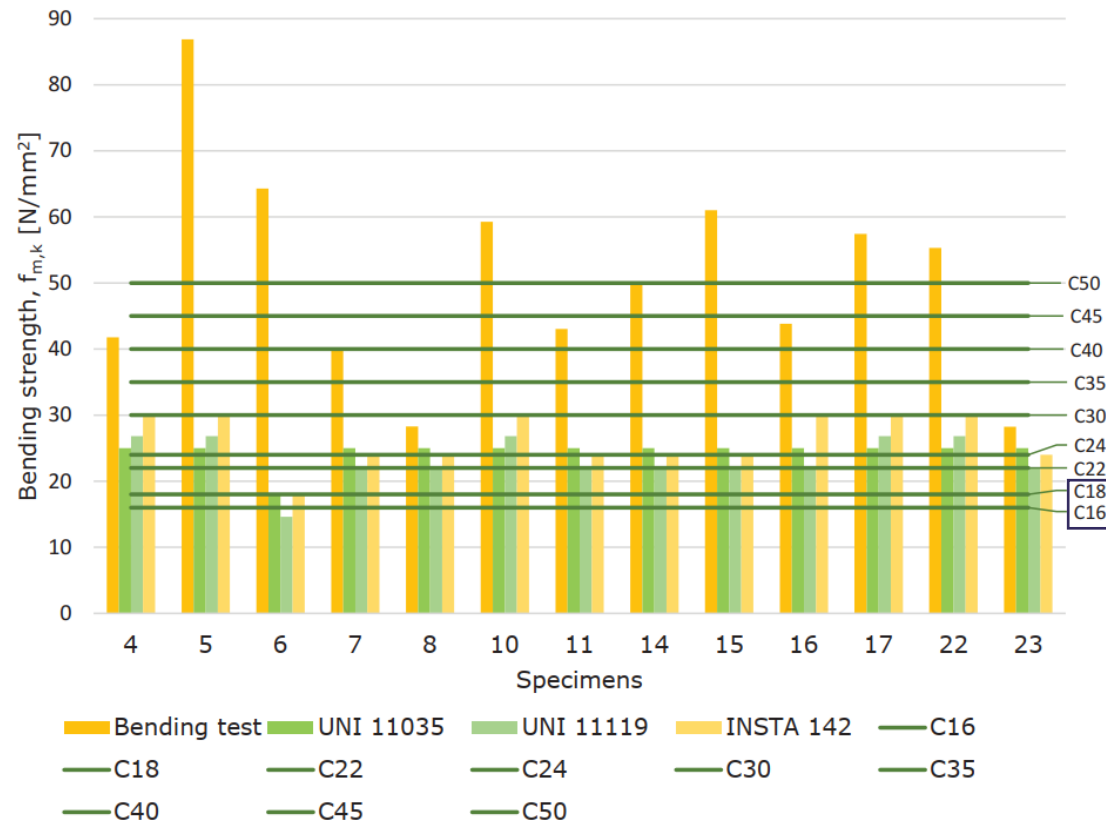
Leht:
AR-6-03

TALLINNA LOOME- JA RINGMAJANDUSKESKUS KORDUSKASUTATUD PÄEKIVIST



**TAL
TECH**

- Tagavara kasuks võib kasutada puidu tugevusklassi C16 või C18

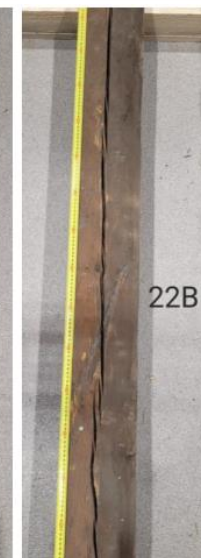
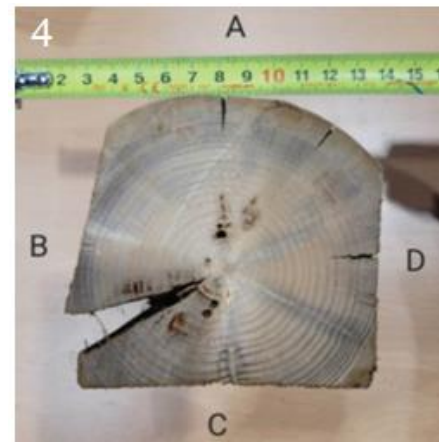
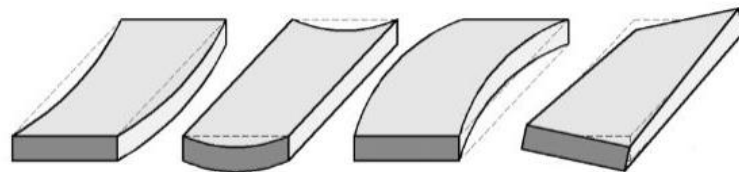
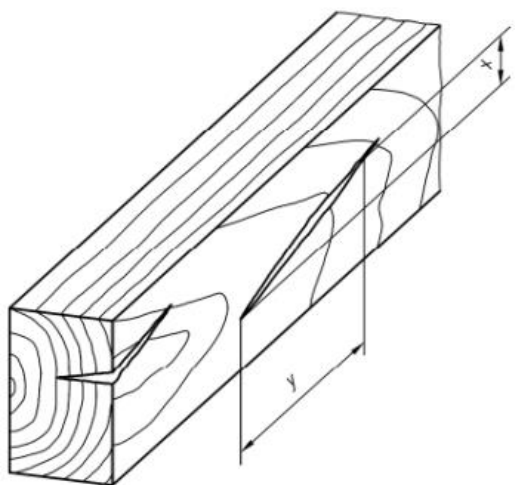


(KIIR)MEETODID EHITUSMATERJALIDE HINDAMISEKS (PUIT)

- PUIDU TUGEVUSE VISUAALNE HINDAMINE



vältida oksakoha
sattumist tõmbetsooni



(KIIR)MEETODID EHITUSMATERJALIDE HINDAMISEKS (PUIT)

- ABITABELID MAKSIMAALSE SILDEAVA HINDAMISEKS ($s=0,6$ m)
- Publitseeritud teadusartikkel Kauniste et al. 2024 Assessment on Strength and Stiffness Properties of Aged Structural Timber (FWBB 2024)

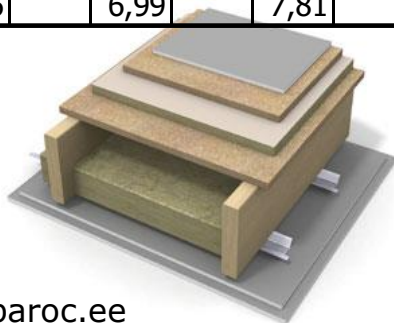
<https://sace.ktu.lt/index.php/DAS/article/view/35534>

VAHE- LAED		Tala laius B [mm]										
		45	50	95	100	145	150	195	200	245	250	220
Tala kõrgus H [mm]	45	0,90		1,21		1,42		1,59		1,74		
	50		1,05		1,38		1,60		1,79		1,94	
	95	1,90		2,57		3,01		3,37		3,67		
	100		2,11		2,76		3,21		3,58		3,89	
	145	2,90		3,93		4,60		5,14		5,60		
	150		3,16		4,14		4,82		5,37		5,84	
	195	3,90		5,28		6,19		6,92		7,54		
	200		4,22		5,52		6,43		7,16		7,79	
	245	4,90		6,64		7,78		8,69		9,47		
	250		5,27		6,90		8,04		8,96		9,74	
	220	4,40		5,96		6,99		7,81		8,50		8,17

KATU- SED		Tala laius B [mm]										
		45	50	95	100	145	150	195	200	245	250	220
Tala kõrgus H [mm]	45	0,93		1,25		1,46		1,64		1,78		
	50		1,09		1,42		1,65		1,84		2,00	
	95	1,96		2,64		3,10		3,46		3,77		
	100		2,18		2,84		3,30		3,68		4,00	
	145	3,00		4,04		4,73		5,29		5,76		
	150		3,27		4,26		4,96		5,52		6,01	
	195	4,04		5,43		6,37		7,12		7,75		
	200		4,36		5,68		6,61		7,37		8,01	
	245	5,07		6,83		8,00		8,94		9,74		
	250		5,46		7,10		8,27		9,21		10,01	
	220	4,55		6,13		7,18		8,03		8,75		8,40

**TAL
TECH**

www.paroc.ee

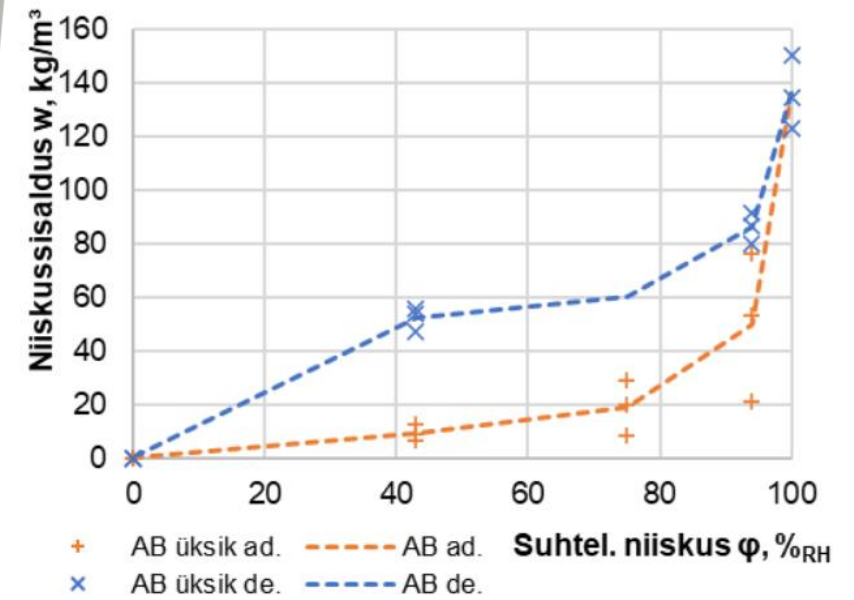


EHITUSMATERJALIDE EHITUSFÜÜSIKALISED OMADUSED

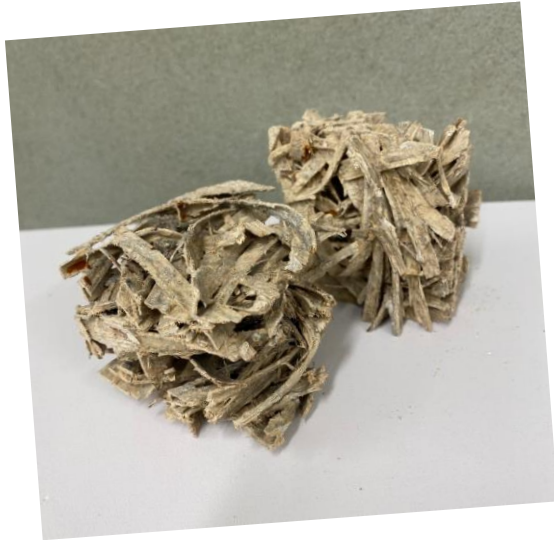


Materjaliomaduste kokkuvõte

Omadus	Kesk- väärtus	Std. hälve σ
Tihedus ρ , kg/m ³	679	39,0
Soojuserihtivus λ_{23} , W/m·K (keskväärtus, ISO 22007-2)	0,35	0,06
Poorsus ψ_{vac} , m ³ /m ³	0,681	0,0562
Niiskussisaldus kapillaarküllastusel ψ_{cap} , m ³ /m ³	0,360	0,0652
Veeaurdifusioonitakistustegur μ_{kuiv} (11/43%RH), -	5,94	2,92
Veeaurdifusioonitakistustegur $\mu_{määrg}$ (97/85%RH), -	3,41	0,08
Veeimavuskiirus A_w , kg/(m ² ·s ^{0.5})	0,0999	0,026
Survetugevus σ_c , MPa	3,40	0,283

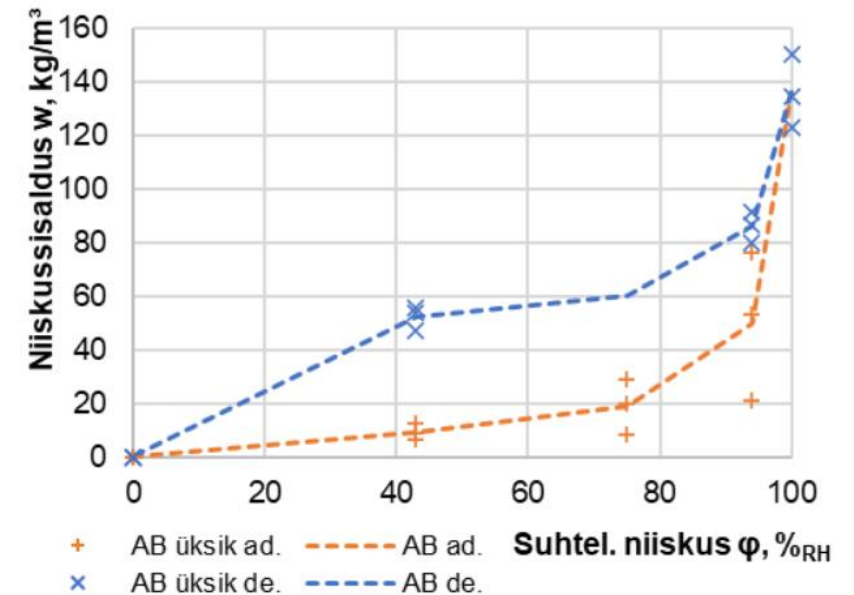


EHITUSMATERJALIDE EHITUSFÜÜSIKALISED OMADUSED



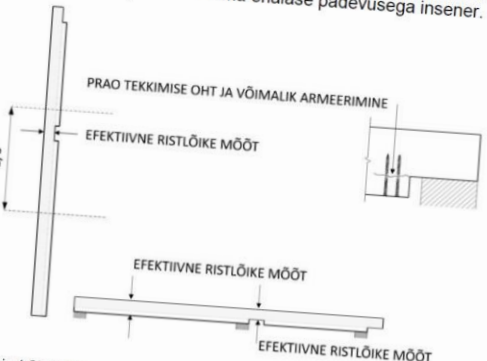
Materjaliomaduste kokkuvõte

Omadus	Kesk- väärtus	Std. hälve σ
Tihedus ρ , kg/m ³	679	39,0
Soojuserihtivus λ_{23} , W/m·K (keskväärtus, ISO 22007-2)	0,35	0,06
Poorsus ψ_{vac} , m ³ /m ³	0,681	0,0562
Niiskussisaldus kapillaarküllastusel ψ_{cap} , m ³ /m ³	0,360	0,0652
Veeaurdifusioonitakistustegur μ_{kviv} (11/43%RH), -	5,94	2,92
Veeaurdifusioonitakistustegur μ_{marg} (97/85%RH), -	3,41	0,08
Veeimavuskiirus A_w , kg/(m ² ·s ^{0.5})	0,0999	0,026
Survetugevus σ_c , MPa	3,40	0,283



EHITUSMATERJALIDE ROHEKAARDID (PALK)

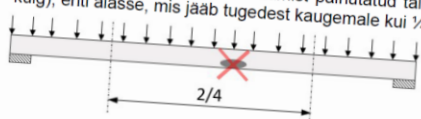
PALKPUIT	
Tuup	Materjal
Puitmaterjalid	Asjakohane standard uuel materjalil
CO ₂ jalajalg alternatiivsel uuel materjalil (A1...A3), kgCO ₂ e/kg	—
0,07	
Kirjeldus	 Palkpuut on tahumata ümarpalk, ühest või mitmest küljest tahutud palkpruss. Palkide kuju antakse tänapäeval tootmisestandarditega ja nende pindade mõõtude hälbed on väiksemad kui käsitööna tahudes. Palkmajad ehitatakse tänapäeval valdavalt rõhtpalkmajadena, kuid vanemates majades võib esineda ka püstpalke, mis kaeti puitvoodri või krohviga. Palke eristatakse: käsitsi töödeldud ümarpalk; masinaal töödeldud ümar- või ovaalne palk; masinaal kandiliseks töödeldud palk; kandiline liimpalk. Käsitsi töödeldud palkide ristlõike laiuse ja kõrguse suhe on ligikaudu 1, freespalkide puhul esineb ka kitsamaid ristlõikeid, mille laius on kõrgusest oluliselt väiksem.
BIOLOOGILISED KAHJUSTUSED	
Töendamismeetod Biooloogiliste kahjustuste tuvastamine visuaalse vaatlusega	
- Mädanenud ja pehkinud puit laguneb kergesti ning on lihtsasti tuvastatav, kuid kahjustuste ulatuse tapsemaks hindamiseks tuleks kaasata vastava eriala ekspert. Infot biooloogiliste kahjustuste hindamiseks leiab ka raamatutest „Hoonete biokahjustused“, K.Konsa, K.Piit (2012), „Majavamm, puukoi ja teised kahjurid“, K.Konsa, K.Piit (2013), „Ehitiste renoveerimine“, K.Õiger (2011) ning „Majavammist – puust ja punaseks“, K.Piit (2022). - Esialgse hinnangu biooloogiliste kahjustuste võib anda ka puitprussi koputamise, kraapimise või puurimise teel. Terve puit annab koputamisel tavaliselt selge ja kõrge tooniga heli, samas kui kahjustatud, mädanenud või õõnestatud puit kõlab tuhmit või madalalt. Kraapimisel pudeneb pehkinud või mädanenud puit kuni kahjustamata puiduni lihtsalt maha. Puurimise teel võib hinnata prussi seisukorda selle järgi, kui ühtlane vastupanu puurimisel tekib ning milline on puurimise tulemusena tekkiv saepuru – terve puidu puhul puhas ja kuiv, kahjustatud puidu puhul pehme, niiske ning võib olla ka ebameeldiva lõhnaga	
Meetodi rakendamise saadud hinnang materjali korduskasutatavusele	
- Biooloogiliselt kahjustatud (hallitus, pehkimine, mädanik, seenkahjustus, majavamm) puitu ei tohi korduskasutada välja arvatud juhul, kus kahjustatud osa on mehaaniliselt eemaldatud (saagimine, hõveldamine) või töödeldud selliselt, et edasine kahjustuse edasine areng on takistatud. - Korduskasutatav puit peab olema kuiv (niiskuse vahemikus 8-16%)	
	
Joonis 2 Mädanikkahjustus	
Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge)	Keskmine
Katsetamise kiirus (kohene, h, päev, nädal, kuu, aasta)	Kohene
Kasutamise piirang	Biooloogiliselt kahjustatud puitu mitte kasutada

MEHAANILISED VIGASTUSED JA NÕRGESTUSED	
Töendamismeetod Nõrgestuste hindamine visuaalse vaatluse ja mõõtmisega	
Valjalõikeid asuvad tavaliselt postide ülemises otsas vöötala toetamiseks või posti keskosas, kui jäigastusdiagonaali välispinna viimiseks postiga samasse tasapinda on see sisse tapitud. Nõrgestuse sügavust, ulatust ning asetust elemendi suhtes saab mõõta mõõdulindi või nihikuga.	
	
Joonis 3 Sisselõikega palk	
Meetodi rakendamise saadud hinnang materjali korduskasutatavusele	
- Väiksemad mehaanilised vigastused nagu kriimustused ja takked karkasspuidu korduskasutamist kandekonstruktsioonides ei mõjuta - Valjalõikeid ning avasid tuleb korduskasutamisel arvesse võtta: - Posti ristlõike kandevõimet tuleks hinnata nõrgestatud koha järgi, nõtkumisele avaldab mõju nõrgestus mis asub posti keskmisel kolmandikul - Posti uuskasutamisel talana tuleks samuti arvestada ristlõike nõrgestustega (sh palkide nurgatapid) ning toetus aluskonstruktsioonile peaks toimuma täisristlõikest alates. - Toetamine sisselõike kohast võib põhjustada puidu lõhestumist. - Talaelementides on nõrgestatud kohti (sisselõiked toel, avade ümbrus) võimalik armeerida täiskeermekruvide või sisse liimitavate metall- või komposiitmaterjalist varrastega. Vastavad arvutused peab teostama erialase pädevusega insener.	
	
Joonis 4 Sisselõigetega elementide võimalik kasutusviis	
Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge)	Keskmine
Katsetamise kiirus (kohene, h, päev, nädal, kuu, aasta)	Tund
Kasutamise piirang	Nõrgestuste lähedal vältida suuri kontsentreeritud koormuseid

**TAL
TECH**

Meetodi rakendamisega saadud hinnang materjali korduskasutatavusele

- Oksakohad mõjutavad ennekõike puidu tõmbetugevust ning elemendi uuskasutamisel tuleks ennekõike vältida oksakoha sattumist painutatud tsoonis (vahealae tala puhul alumine külg), eriti alasle, mis jääb tugedest kaugemale kui $\frac{1}{4}$ sildeavast.



Joonis 8 Oksakoht tuleb vältida tala tõmmatud tsoonis

- Vältida tuleks suurte oksakohtade sattumist elementide liitekohtadesse, kuna oksakohas olev oluliselt tihedam puit võib via liite hõpra purunemiseni.

Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge) Keskmine	Katsetamise kiirus (kohene, h, päev, nädal, kuu, aasta) Tund	Kasutamise piirang Vältida oksakoha sattumist painutatud elemendi tõmbetsoonis
--	--	--

Vaadeldav omadus

TUGEVSUUNAJAD

Tõendamismeetod

Tugevuse hindamine visuaalse vaatlusega

Vana puidu tugevuse visuaalseks hindamiseks Eestis 2024.a seisuga standard puudub. Puidu tugevusele on võimalik ligikaudne hinnang anda mittepurustavate meetoditega. Mehaaniliste katsetega saab jäikust ja tugevust määrata vastavalt standardile EN-408:2010 „Puitkonstruktsioonid. Ehituspuit ja liimpuit. Mõnede füüsikaliste ja mehaaniliste omaduste määramine“.

Meetodi rakendamise saadud hinnang materjali korduskasutatavusele

- Eelnevates punktides nimetatud suuremate vigadeta ja biokahjustusteta painde
- Paindetugevuseks võib võtta konservatiivselt 16-18 N/mm².
- Palkpuitu on sobiv kasutada seinapalkidena, peakandetaladena või postidena. Seda tüüpi konstruktsioone ei saa käsitleda tüüplahendusena ning seepärast peab arvutused teostama vastava pädevusega insener

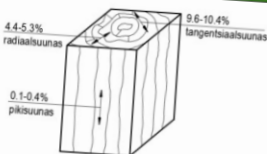
Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge) Keskmine	Katsetamise kiirus (kohene, h, päev, nädal, kuu, aasta) Päev	Kasutamise piirang Mehaaniliste katsetega tugevuse hindamine teostada selleks spetsialiseerunud laboris
--	--	---

Vaadeldav omadus

ISELOOMULIKUD OMADUSED

Materjaliomaduste kokkuvõte

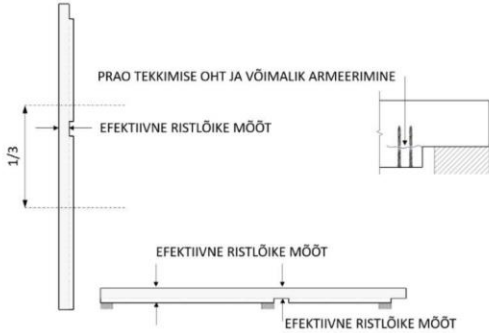
Omadus	Keskväärts
Tihedus ρ , kg/m ³	400...450
Soojusjuhtivus risti kiudu λ , W/(m·K)	0,12...0,17
Soojusjuhtivus piki kiudu λ , W/(m·K)	0,22...0,34
Ehituspuidu niiskussisaldus	8-16%
Temperatuuripaisumistegur pikikiudu	(3...5)×10 ⁻⁶



Joonis 9 Kuivamisest ja määrgumisest tingitud mahumuutus

EHITUSMATERJALIDE ROHEKAARDID (SAEMATERJAL)

Tüüp		Materjal	SAEMATERJAL
Puitmaterjalid			
CO ₂ jalajalg alternatiivsel uuel materjalil (A1...A3), kgCO ₂ e/kg		Asjakohane standard uuel materjalil	EVS-EN 14081-1
0,10			
Kirjeldus			
Karkasspuit on ristküliku kujulise ristlõikega saetud paralleelsete külgpindadega puitmaterjal, mille laiuse ja paksuse suhe on ≤ 3. Ristlõike moodud sõltuvad tööstusest (kas tegemist on sae- või hoovalmaterjaliga) ning jäävad vahemikku 45 ... 250 mm. Hoovaldatud materjal on saadud saematerjalil hoovaldamise teel ning on seetõttu kvaliteetsem ning väiksema kõverusega. Tüüpristlõigete puhul on nimimõõtude erinevus 5 mm, nt. saepuit 50x150 mm ja hoovaldatud puit 45x145 mm. Karkasspuitu kasutatakse valdavalt kuni 2-korruselistes hoonetes seinte, vahe- ja katuslagede kandekonstruktsioonides. Uuema aja ehitistel võib puitprusside peal olla tempel, mis tähistab puidu tugevusklassi (nt. C16 – normatiivne paindetugevus $f_{m,k} = 16$ MPa).			
			
		Joonis 1 Puitprussid	
Vaadeldav omadus			
BIOLOOGILISED KAHJUSTUSED			
Tõendamismeetod			
Bioloogiliste kahjustuste tuvastamine visuaalse vaatlusega			
- Mädanenud ja pehkinud puit laguneb kergesti ning on lihtsasti tuvastatav, kuid kahjustuste ulatuse täpsemaks hindamiseks tuleks kaasata vastava eriala ekspert. Infot bioloogiliste kahjustuste hindamiseks leiab ka raamatutest „Hoonete biokahjustused“, K.Konsa, K.Piit (2012), „Majavamm, puukoi ja teised kahjurid“, K.Konsa, K.Piit (2013), „Ehitiste renoveerimine“, K.Öiger (2011), „Majavammist – puust ja punaseks“, K.Piit (2022) ning „Hallituses – puust ja punaseks“, K.Piit (2024). - Esialgse hinnangu bioloogiliste kahjustuste võib anda ka puitprussi koputamise, kraapimise või puurimise teel. Terve puit annab koputamisel tavaliselt selge ja kõrge tooniga heli, samas kui kahjustatud, mädanenud või õõnestatud puit kõlab tuhmitult või madalalt. Kraapimisel pudeneb pehkinud või mädanenud puit kuni kahjustamata puiduni lihtsalt maha. Puurimise teel võib hinnata prussi seisukorda selle järgi, kui ühtlane vastupanu puurimisel tekib ning milline on puurimise tulemusena tekkiv saepuru – terve puidu puhul puhas, kuiv ja pigem heledat tooni, kahjustatud puidu puhul pehme, niiske ja pigem tumedamat tooni ning võib olla ka ebameeldiva lõhnaga			
Meetodi rakendamise saadud hinnang materjali korduskasutatavusele			
- Bioloogiliselt kahjustatud (hallitus, pehkimine, mädanik, seenkahjustus, majavamm) puitu ei tohi korduskasutada välja arvatud juhul, kus kahjustatud osa on mehaaniliselt eemaldatud (saagimine, hoovaldamine) või töödeldud selliselt, et edasine kahjustuse edasine areng on takistatud. Kui osapuu pinnalt on hallituse eemaldamine mehaaniliselt teostatav, siis lehtpuidu puhul mitte. - Korduskasutatav puit peab olema kuiv (niiskuse vahemikus 8-16%) .			
Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge)	Katsetamise kiirus (kohene, h, päev, nädal, kuu, aasta)	Kasutamise piirang	
Keskmine	Kohene	Bioloogiliselt kahjustatud puitu mitte kasutada	

Vaadeldav omadus		
MEHAANILISED VIGASTUSED JA NÕRGESTUSED		
Tõendamismeetod		
Nõrgestuste hindamine visuaalse vaatluse ja mõõtmisega		
Väljalõikeid asuvad tavaliselt postide ülemises otsas vöötala toetamiseks või posti keskosas, kui jäigastusdiagonaali välispinna viimiseks postiga samasse tasapinda on see sisse tapitud. Nõrgestuse sügavust, ulatust ning asetust elemendi suhtes saab mõõta mõõdulindi või nihikuga.		
		
Joonis 2 Sisselõikega pruss		
Meetodi rakendamise saadud hinnang materjali korduskasutatavusele		
- Väiksemad mehaanilised vigastused nagu kriimustused ja täkked karkasspuidu korduskasutamist kandekonstruktsioonides ei mõjuta - Väljalõikeid ning avasid tuleb korduskasutamisel arvesse võtta: - Posti ristlõike kandevõimet tuleks hinnata nõrgestatud koha järgi, nõtkumisele avaldab mõju nõrgestus, mis asub posti keskmisel kolmandikul - Posti uuskasutamisel talana tuleks samuti arvestada ristlõike nõrgestustega ning toetus aluskonstruktsioonile peaks toimuma täisristlõikest alates. - Toetamine sisselõike kohast võib põhjustada puidu lõhestumist. - Talaelementides on nõrgestatud kohti (siselõiked toel, avade ümbrus) võimalik armeerida täiskeermekruvide või sisse liimitavate metall- või komposiitmaterjalist varrastega. Vastavad arvutused peab teostama erialase pädevusega insener.		
		
Joonis 3 Sisselõigetega elementide võimalik kasutusviis		
Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge)	Katsetamise kiirus (kohene, h, päev, nädal, kuu, aasta)	Kasutamise piirang
Keskmine	Tund	Nõrgestuste lähedal vältida suuri kontsentreeritud koormuseid

EHITUSMATERJALIDE ROHEKAARDID (SILIKAATKIVI)

- PDF [Lõppraport](#)
- PDF [Lõpparuanne](#)
- PDF [Äriplaani ehitusmaterjalide korduskasutus](#)
- PDF [Korduskasutatavad müürimaterjalid](#)

Rohekaardid:

- PDF [Beton](#)
- PDF [Katuseplaat](#)
- PDF [Keraamiline katusekivi](#)
- PDF [Keraamiline tellis](#)
- PDF [Palkpuit](#)
- PDF [Poorbeton](#)
- PDF [Saepuit](#)
- PDF [Silikaatkivi](#)

TAL
TECH

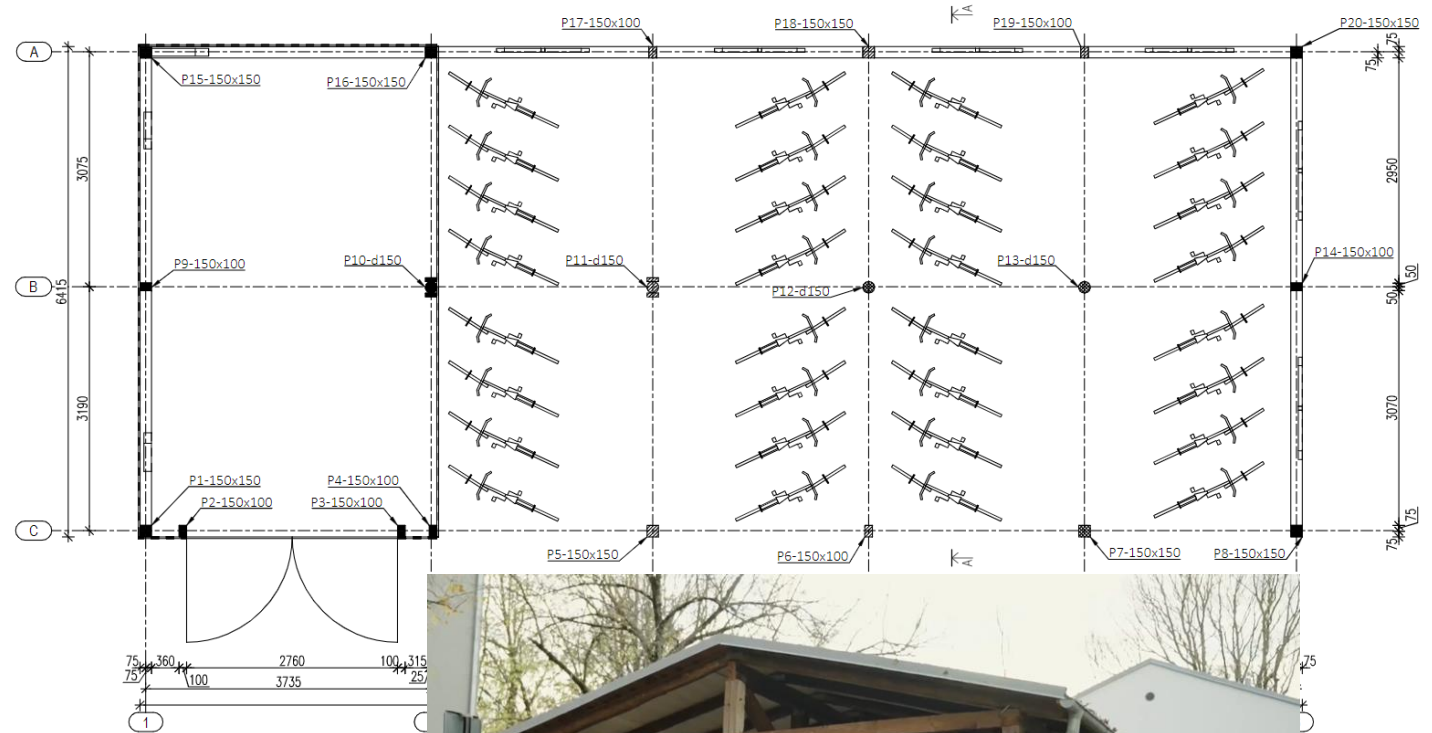
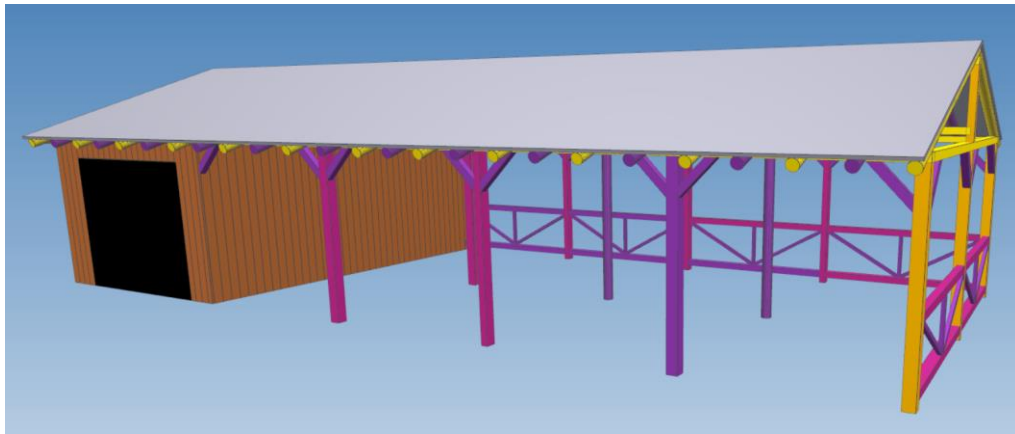
Tuüp	Materjal	
Mineraalsed materjalid	SILIKAATKIVI /koos mõrdiga/	
CO ₂ jalajälg alternatiivsel uuel materjalil (A1...A3), kgCO ₂ e/kg	Asjakohane standard	Tihedus, kg/m ³
0,127	EVS-EN 771-2:2011+A1:2015	~1900
Kirjeldus	Silikaatkivid on lubja ja peene liiva segust autoklaavimise teel (kõrge temperatuuri ja rõhu tingimustes) valmistatud valkjaat värvi tehiskivid, harva plokid, argikeeles ka silikaattellised (ei ole korrektne, kuna üldiselt nimetatakse tellisteks keraamilisi, ühe käega tõstatavaid risttahukaid). Silikaatkive valmistati erinevate standardmõõtudega (pikkus, laius, kõrgus): -nn moodulkividena 250-120-88 mm -nn normaalkividena 250-120-65 mm -esineb ka mõõte 270-130-70/65 mm (Eesti Vabariigi aegne mõõt 1918-40), 250-125-60 mm (ENSV aegne mõõt) ning 250-85-65 mm (ENSV aegne mõõt). 88 mm paksusi silikaatkive toodeti ka õõnsustega. Õõnessilikaatkivide ümarad ~ 30 mm läbimõõduga õõnsused ei ole läbivad. Kivide massid on üldjuhul ~3,5... 6 kg. Silikaatkivide ladumiseks kasutatud mört on tavapäraselt tsementmört (tugevam ja jäigem) või lubi-tsementmört. Esimese puhul on liiva sidumiseks kasutatud tsementi ja teisel lubja ning tsementi segu. Ainult lubimörti (kasutati ajalooliste hoonete puhul enne silikaatkivide masstootmist) silikaatkivide ladumiseks ei ole tavapäraselt kasutatud. Silikaatkivide masstootmine hoogustus 2. maailmasõja järgsel perioodil 1940.-ndatel. Silikaatkivide puhul on nende mõrdist puhastamine keeruline ja töömahukas, kuna mört on üldiselt tugev ning kiviga hästi nakkunud. Mõeldav on müüritise osade kasutamine järgmiste hoonete survele töötavates seintena, lahendades müüritise osadeks lõikamise ja tõstmise seonduvad küsimused.	

Vaadeldav omadus	Tugevusnäitajad / Survetugevus
Tõendamismeetod	Pragude olemasolu tuvastamine visuaalse vaatlusega
Silikaatkividel esineb kahte sorti pragusid; pinnapealsed võrkpraod ja läbivad praod. Pinnapealsete pragude olemasolu viitab keskkonna tingimustest põhjustatud kivi pealmise kihi lagunemisele. Tüüpiliselt on pinnapealsed praod arenenud ka kivi sisemistesse kihtidesse. Läbivad praod ilmnevad reeglina kividel mille paindetugevus on ammendunud. Kivi poolitub seejuures kaheks.	
Usaldusväärsus (1/2/3)	2
Meetodi rakendamise saadud hinnang materjali korduskasutatavusele	- Pindmiste pragudega kivide korduskasutus ei ole mõeldav kuna kahjustunud kivide gabariitmõõtmel on varieeruvad ja kivide survetugevus on oluliselt vähenenud. - Kivide kasutamine ümbertööteldud kujul on mõeldav juhul, kui saadavale materjalile ei esitata mehaaniliste omaduste kõrgendatud kriteeriume ja kasutatakse kuivades keskkondades, nt täitematerjalina hoonelal. - Läbivate pragudega kivid on korduskasutatavad mittekindlates konstruktsioonides. Kivide gabariitmõõtmel võivad pragulisuse tõttu varieeruda ja seetõttu võib laotava müüri tasapinnalisus olla muutuv.
Hinnang materjali ümbertöötlemise potentsiaalile	- Läbivate pragudega silikaatkivid on ringlussevõetavad ümbertööteldud kujul (näiteks täitematerjal) ka koormusi vastuvõtvates konstruktsioonides - Üldises plaanis ei ole silikaatkividest valmistatud täitematerjalid kasutatavad kulumiskooormatud (sõidetavad teed/parklad) keskkondades vähesel määral. Silikaatkivid ja nendest ümbertööteldud materjalid ei ole marguvas kandvates konstruktsioonides reeglina kasutatavad neile iseloomuliku suure pehmenemise tõttu margades keskkondades.
Tõendamismeetod	Tugevuse hindamine kriimustamisega
Silikaatkivide survetugevused kõiguvad üldjuhul vahemikus 20-30 N/mm². Silikaatkivide tugevuse hindamine käepäraste materjalidega ei pruugi reaalsust piisavalt täpselt peegeldada. Silikaatkivide kriimustamine metallist esemetega põhjustab reeglina pinnakriimustusi. Tekkinud kriimustuste sügavuse järgi saab hinnata kivi pindmiste kihtide tugevust, mis ei kajasta siiski sisemiste kihtide olukorda.	
Usaldusväärsus (1/2/3)	2
Meetodi rakendamise saadud hinnang materjali korduskasutatavusele	- Kui kive metallist esemega lihtsasti kriimustada ei õnnestu siis võib eeldada, et kivide tugevus on algupärane (reeglina ≥25 N/mm²); - kui kriimustuse sügavus jätkuvalt kriimustamisel suureneb, siis on põhjust eeldada ka sisemiste kihtide kahjustumist ja kivi tugevust võib hinnata väikeseks.

<https://kliimaministeerium.ee/buildest/ringmajandus-ehituses>

<https://www.tartu.ee/et/ringrenoveerimine>

TARTU RINGRENOVEERIMISE NÄITED



www.ringrenoveeri.ee

TARTU RINGRENOVEERIMISE NÄITED



www.ringrenoveeri.ee

TARTU RINGRENOVEERIMISE NÄITED



www.ringrenoveeri.ee



MATERJALI RINGNE KASUTAMINE TALTECH LINNAKU NÄITEL



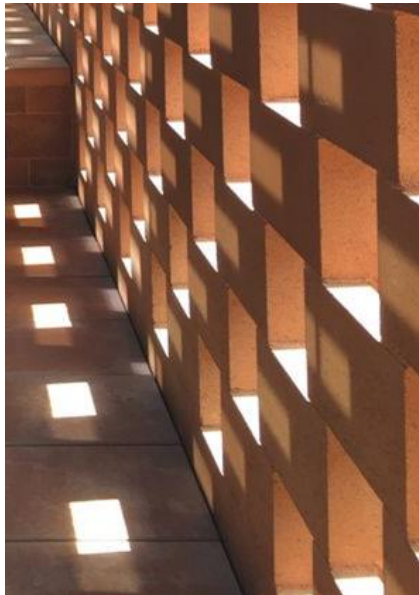
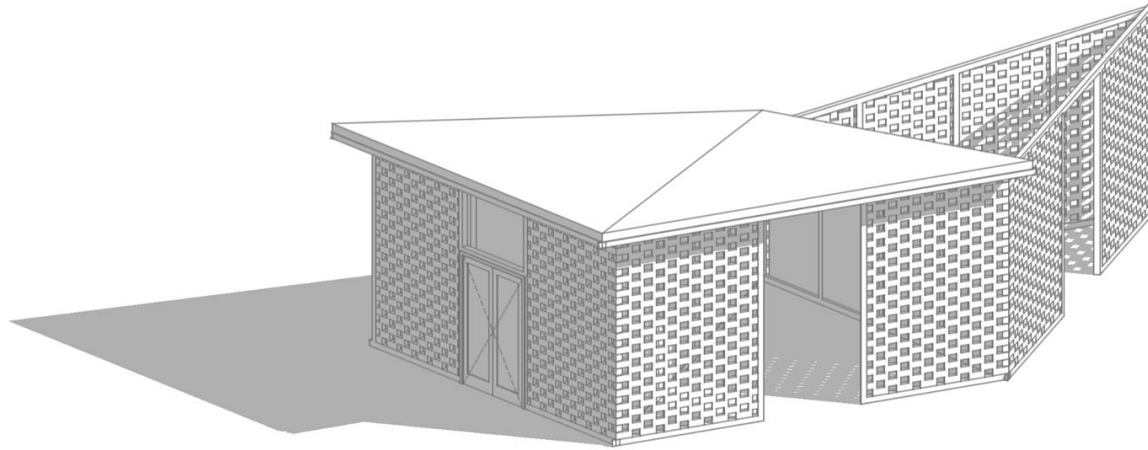
*Projekteeritud TalTech tudengite osalusel õppeaine **Probleem- ja projektõpe** UTT0120 raames kevadel 2024



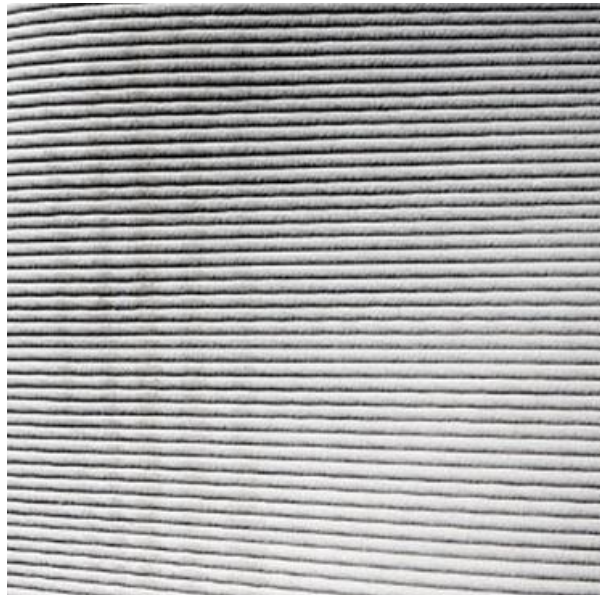
build 
 **EST**

- Termotöötamise mõju vana puidu tugevus- ja püsivusomadustele?

MATERJALI RINGNE KASUTAMINE TALTECH LINNAKU NÄITEL



tellis



3D-prinditud betoon



*Projekteeritud TalTech tudengite osalusel õppeaine
Probleem- ja projektõpe UTT0120 raames kevadel 2024

**TAL
TECH**



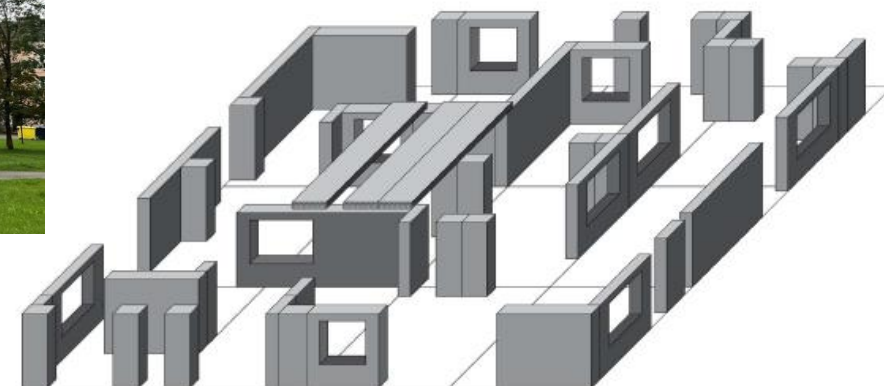
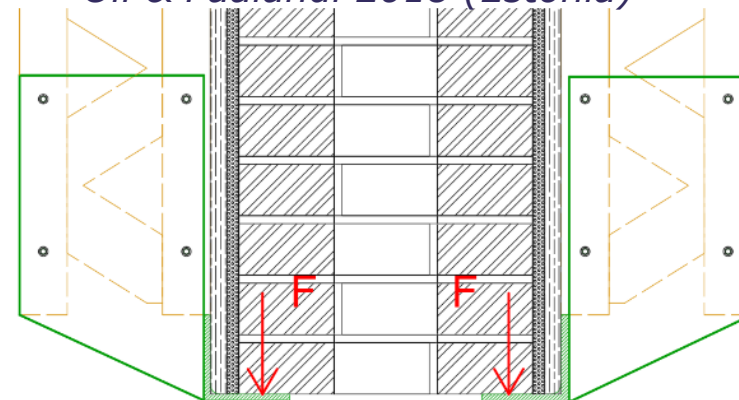
build 
 **EST**

SUURELEMENTIDE KORDUSKASUTUS (VABAÕHUMUUSEUM)

„Doonor“hoone



*Oll & Paalandi 2018 (Estonia)

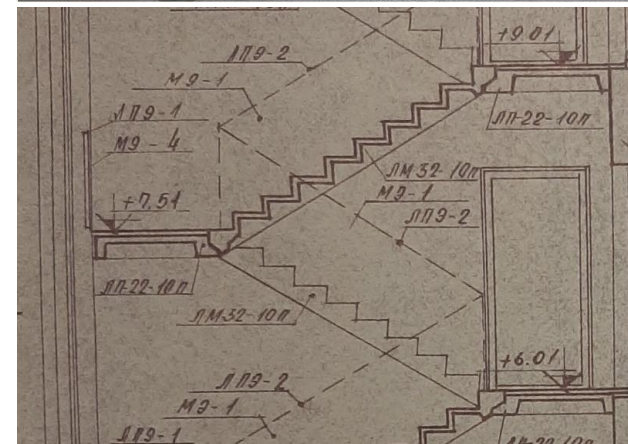


KIVIÕLI JUHTUMIUURING

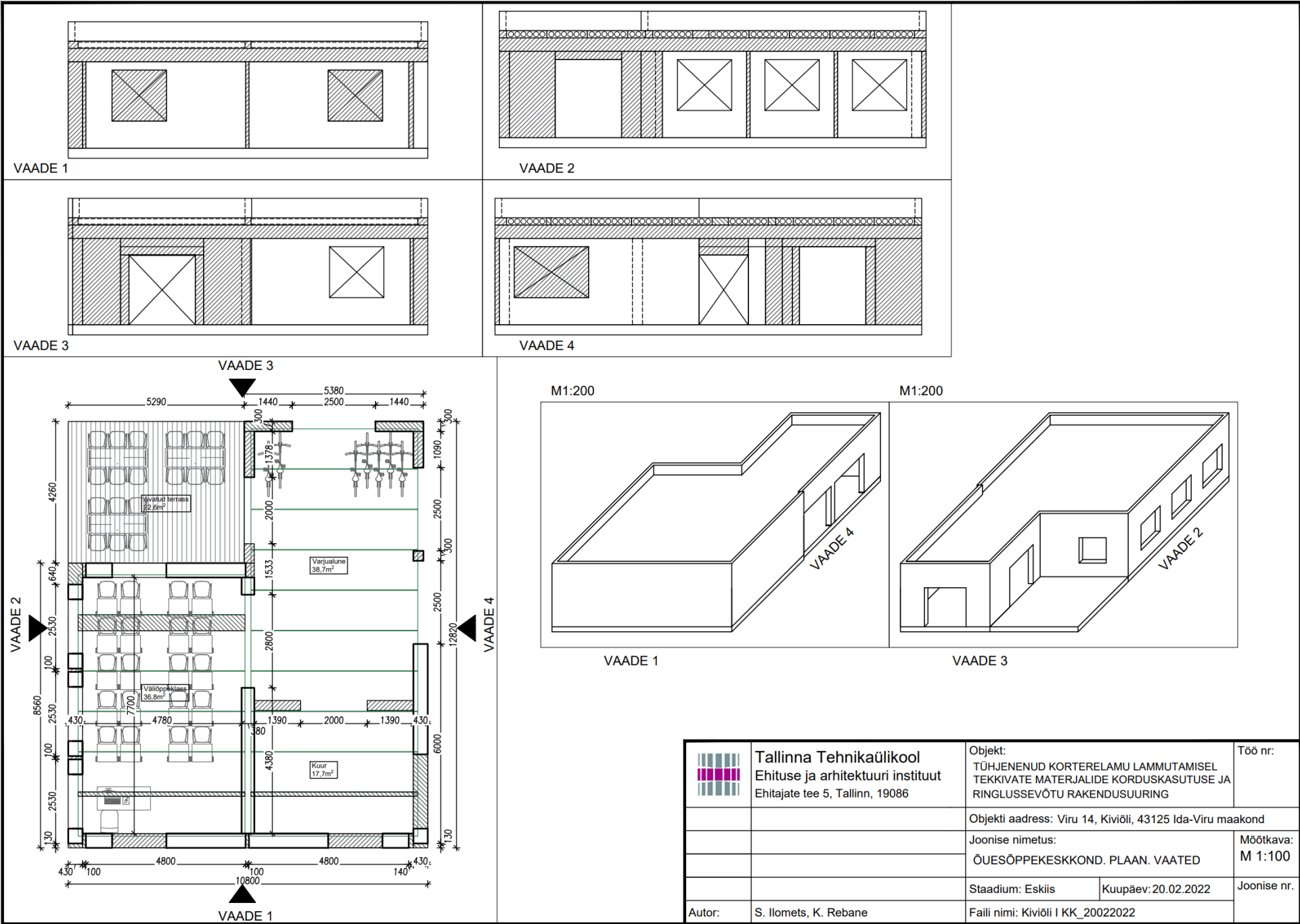


TULEMUSED - EHITUSELEMENDID

- **Ca 90% raudbetoonist vahelae õõnespaneelidest võiks saada korduskasutada**
(tõendada katsetamise teel)
- Silikaatkivimüüritisest välisseina (suur)elemente võiks saada korduskasutada ilma välisvoodrita
- Trepielemente (marsid, vahemade, laius 105 cm, marsi pikkus) pigem pole mõtet korduskasutada
- Paekivist vundamendid sisaldavad radionukleide ca 20% ehitusmaterjalidele lubatud määrast
- Ohtlikud jäätmed – asbesti sisaldav katusekate eterniit ning küttetorude isolatsioon (oodatult)



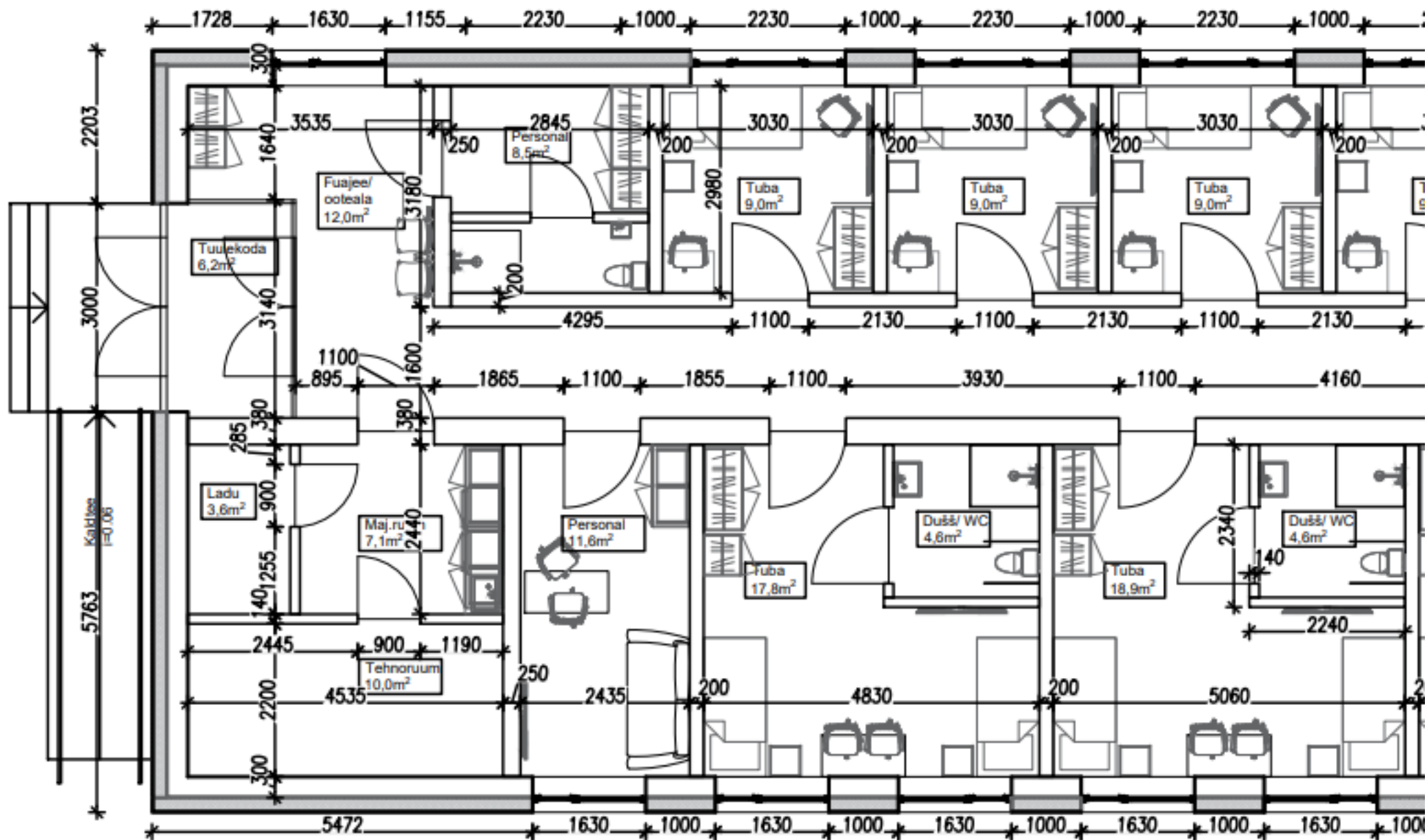
EHITUSELEMENDID (NÄIDE 1)



EHITUSELEMENDID (NÄIDE 2)

*Ilomets et al. 2022

TAL
TECH

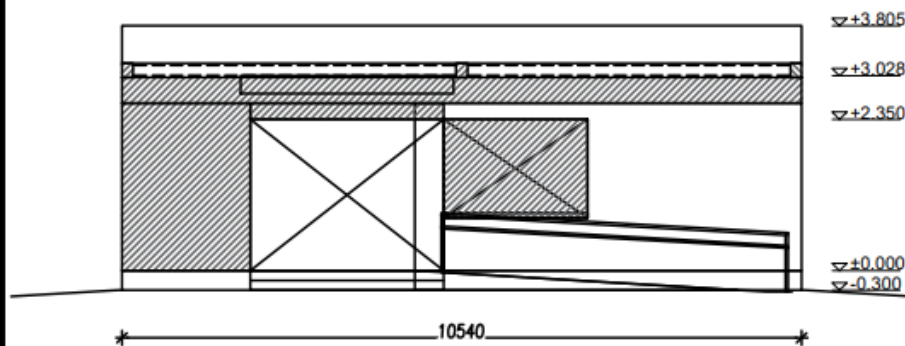


EHITUSELEMENDID (NÄIDE 2)

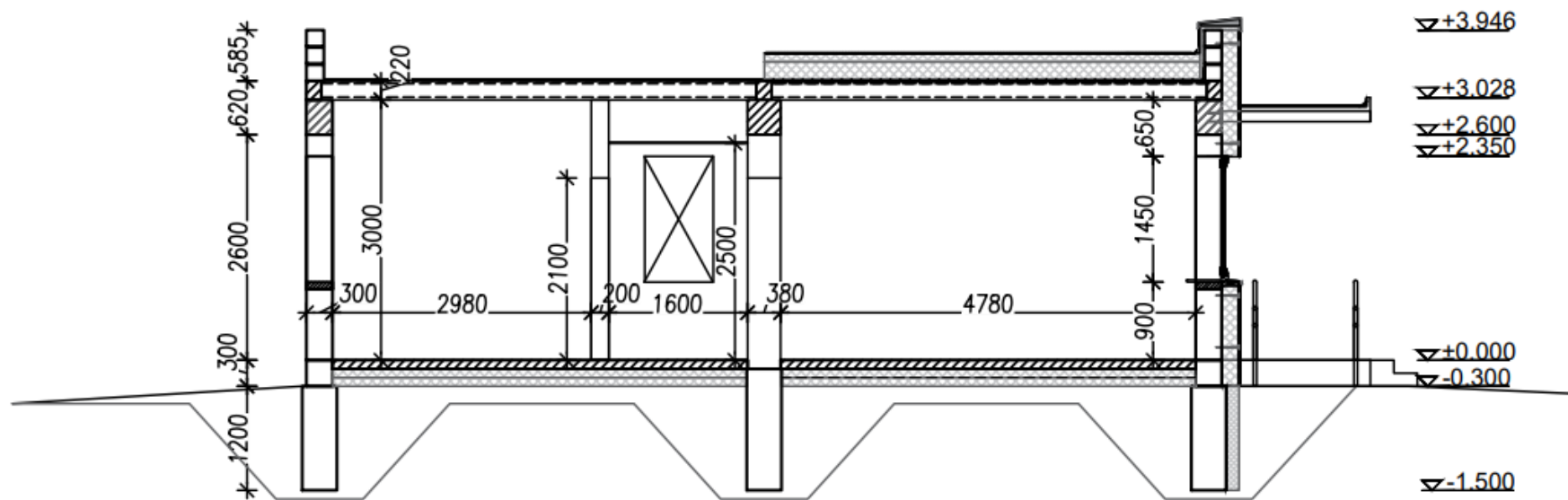
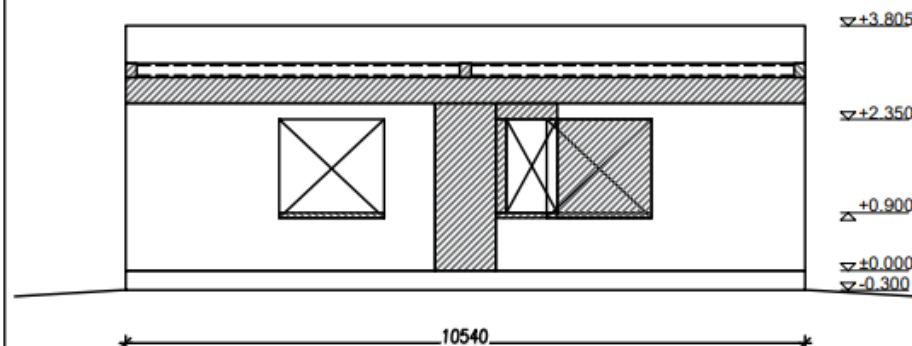
*Ilomets et al. 2022

**TAL
TECH**

VAADE 2



VAADE 4



TULEMUSED – SILIKAATKIVID JA KILLUSTIK MATERJALINA RINGLISSEVÕTT

- Silikaatkivide indikatiivne (mittepurustav katse Schmidt`i vasara abil) keskmine survetugevus 32,1 MPa
- Purustav survetugevus (samad kivid laboris) 42,4 MPa
- Kivide survetugevus langes ca 9% välisseina kivide puhul ning ca 19% siseseina kivide puhul pärast 50 külmumis-sulatus tsüklit – visuaalseid kahjustusi ei tuvastatud vaatamata suurele veeimavusele
- Kõik kivid tugevamad kui tänapäeva silikaatkivid (25 MPa)
- Silikaatkivist tehtud killustik ei vasta jämetäitematerjalidele esitatavate nõuete osas (erinevalt paekivi killustikust) – veeimavus, tugevus/kuluvus, külmakindlus. Ringlussevõtu kasutuskohad piiratud aga võimalikud, vajalik optimeerimine



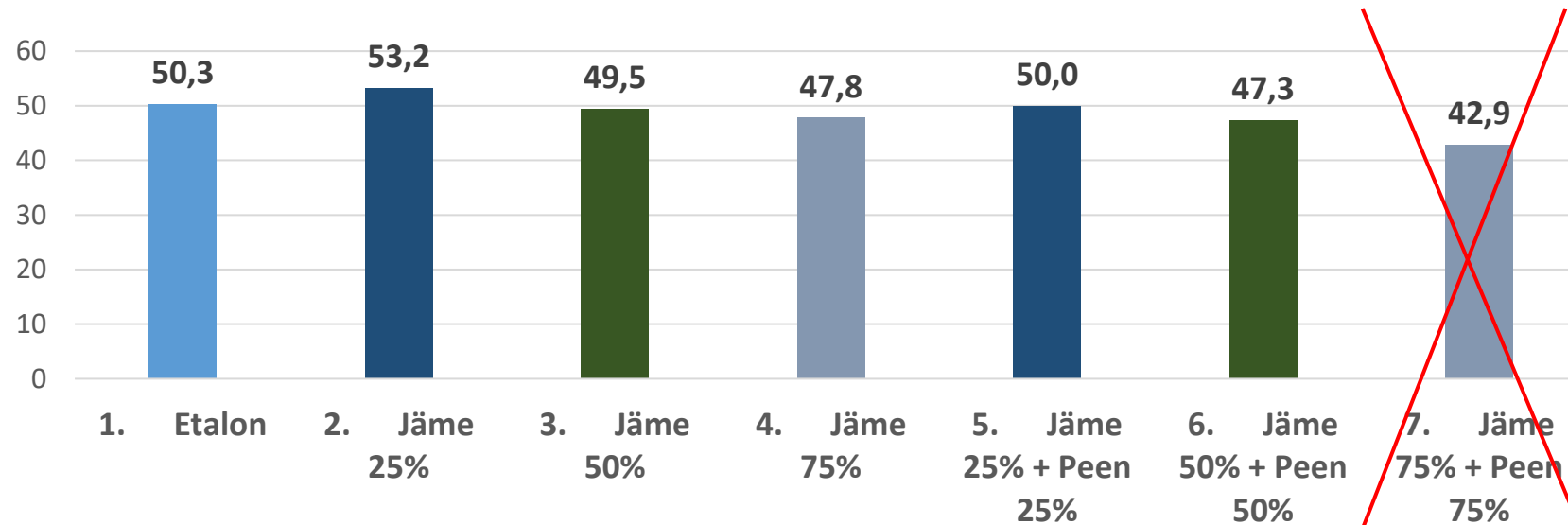
TULEMUSED – UUS BETOON

Betooni tähis	Vesi/tsement tegur	Värske betoonisegu		
		Tihedus kg/m ³	Koonuse vajumine, cm	Õhusisaldus, %
1. Etalon (nr 986)	0,61	2440	4,0	2,0
2. Jäme 25% (nr 987)	0,63	2420	3,5	2,5
3. Jäme 50% (nr 988)	0,65	2360	3,5	2,8
4. Jäme 75% (nr 989)	0,66	2290	1,0*	3,3
5. Jäme 25% + peen 25% (nr 990)	0,65	2390	1,5*	2,4
6. Jäme 50% + peen 50% (nr 991)	0,69	2330	1,0*	2,7
7. Jäme 75% + peen 75% (nr 992)	0,81	2240	1,5*	3,3



TULEMUSED – UUS BETOON

- **Keskmine survetugevus 48,7 MPa**
(vastab betoonile C35/45)
- **Sobilik (jäme)täitematerjali asendamise määr kuni 50%**



TULEMUSED – UUS BETOON

- **Väga** (üllatavalt) **hea betooni külmakindlus vaatamata jämetäitematerjali kehvale külmakindlusele** (suur veeimavus) ja tugevusele/kulumisele
- Betooni külmakindluse toimivuse kriteeriumiks on massikadu $0,2 \leq S \leq 1,0 \text{ kg/m}^2$ sõltuvalt külmakindluse klassist

Betooni tähis	Katsekeha massikadu S, pärast			
	7	14	28	56
	külmutustsüklit, kg/m ²			
1. Etalon (nr 986)	0,01	0,04	0,10	0,29
2. Jäme 25% (nr 987)	0,01	0,01	0,01	0,04
3. Jäme 50% (nr 988)	0,01	0,01	0,02	0,04
4. Jäme 75% (nr 989)	0,01	0,01	0,02	0,04
5. Jäme 25% + peen 25% (nr 990)	0,01	0,01	0,03	0,05
6. Jäme 50% + peen 50% (nr 991)	0,01	0,01	0,03	0,07
7. Jäme 75% + peen 75% (nr 992)	0,01	0,02	0,05	0,10

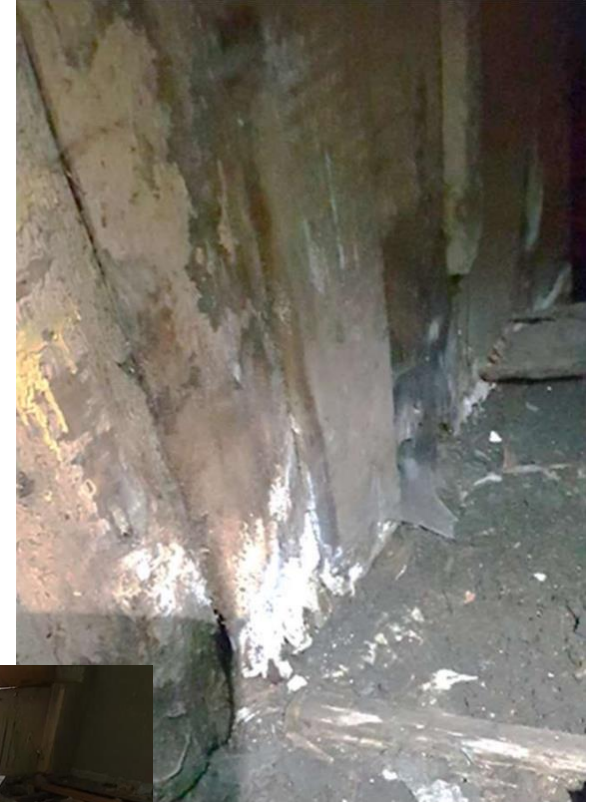


- **Väga suur ringlussevõtu potentsiaal!** Siiski vajalikud jätku-uuringud, s.h. töödeldavuse võimalik langus

- <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/57498c18-fa28-44fd-9898-0672a879ef49>

TULEMUSED - PUIT

- Töötlemata puidu ohtlike ühendite sisaldus madal, mikrobioloogilist reostust üldiselt ei esinenud
- Mikrobioloogilist saastet õhus ja (puit)materjalidel esines keldris
- Värvitud puidu raskmetallide sisaldus (**Zn**, **Pb**, Cr, Cd) ületab (oluliselt) lubatud piirmäärasid



TULEMUSED - PUIT

Ühend		Katsemeetod	Proovi märgistus							Ühik	Omaduste normist kõrvalekallete võimalikke põhjuseid*
			Põrandalaud	Aknalaud	Siseuks	Kelder	Põrandaroov	Piirväärtus KeM nr 49, Lisa 2	Piirväärtus KeM nr 49, Lisa 3		
			Tulemus								
Halogeen- orgaanilised ühendid	Kloor (Cl)	EN 15408	0,013	0,013	0,009	0,012	0,013	0,05	0,1	%	immutuskemikaalid
	Fluor (F)		<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,03				immutuskemikaalid, plast (laminaat) EVS-EN ISO 17225-1:2021
	Broom (Br)		<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025				Immutuskemikaalid EVS-EN ISO 17225-1:2021
Raskemetallid	Elavhõbe (Hg)	StJnrMU84-2	0,02	<0,01	0,03	0,04	0,01	0,1	0,1	mg/kg KA	saastumine pinnase/ liivaga (nt kelder)
	Arseen (As)	EVS-EN 15411	<3	<3	<3	<3	<3	4	As<10 As+Cr+Cu<70	mg/kg	immutuskemikaalid
	Kaadmium (Cd)		<1	1,5	4,6	<1	<1	1,2	1,2		värv
	Kroom (Cr)		301	<1	6,3	2	<1	30	As+Cr+Cu<70		immutuskemikaalid, saastumine pinnase/ liivaga (nt kelder)
	Vask (Cu)		1,7	2,5	1,5	1,3	1,1	30	As+Cr+Cu<70		immutuskemikaalid, saastumine pinnase/ liivaga (nt kelder)
	Plii (Pb)		1503	45,5	181	<1,2	2,6	30	50		värv
	Tsink (Zn)		1255	19207	21184	15,1	46,5	233	233		värv, immutuskemikaalid

*EVS-EN ISO 17225-1:2021 Lisa C

PUIT EHITUS- JA LAMMUTUSJÄÄTMENA

17 02	Puit, klaas ja plastid
17 02 01	Puit
17 02 02	Klaas
17 02 03	Plastid
17 02 04*	Ohtlikke aineid sisaldavad või nendega saastatud puit, klaas ja plastid

- Puit ehitus- ja lammutusjäätmena KeM määrus nr 70 „Jäätmete liigitamise kord ja jäätmenimistu“ Lisa 1
- Ringlussevõtu soodustamiseks tuleks koguda erinevad puidupõhised materjalid liigiti, võimalikult puhtana
- Liigitamine võib olla nt:
 - Korduskasutatavate elementide kaupa (aken, uks, mööbel vms)
 - Kandekonstruktsioon (vs kõik muu)
 - Töötluse, pinnakatte, ohtlikkuse alusel (nt KeM nr 49 A/B kategooria, RT 69-11183 immutatud vs mitte)
 - Seisukorra alusel (kahjustunud vs mitte -> kuidas hinnata?)

Jäätmekood	Jäätme nimetus
02 01 07	Metsamajandusjäätmed (näiteks oksad, risu)
03 01 01	Puukoore- ja korgijäätmed
03 01 05	Saepuru, sealhulgas puidutolm, laastud, pinnud, puit-, laast- ja muud puidupõhised plaadid ning vineer, mida ei ole nimetatud koodinumbriga 03 01 04*
03 03 01	Puukoore- ja puidujäätmed
15 01 03	Puitpakendid
17 02 01	Puit
19 12 07	Puit, mida ei ole nimetatud koodinumbriga 19 12 06*
20 01 38	Puit, mida ei ole nimetatud koodinumbriga 20 01 37*
20 02 01	Biolagunevad jäätmed

*KeM määrus nr 49, Lisa 1

JÄRELDUSI JUHTUMIUURINGUTEST (ISESEISVALT)

- Lammutamisele (või tervikrekonstrueerimisele) mineva hoone puhul on vajalik senisest põhjalikul hoone elementide ja materjalide seisukorra ning ringlussevõtu potentsiaali kaardistamine
- Vajalik on põhjalik, süsteemne, metoodiline tehnilise seisukorra ja omaduste (s.h. ohtlike ühendiste sisaldus) välja selgitamine (=audit) koos ringlussevõtu potentsiaali analüüsiga
- Tavapärase lammutamise asemel tuleks eelistada üha suuremas mahus selekteerivat demontaaži, kasutamaks ära juba kord toodetud ja paigaldatud ehituselementide, -toodete, ja -materjalide omadusi
- Kiviõli hoone puhul tuvastati piirmäärasid ületav raskmetallide (eelkõige tsink ja plii aga ka kroom ning kaadmium) värvitud puitmaterjalide puhul
- Vajalikud on jätku-uuringud materjalide valimi ja tulemuste laiendamiseks. Seega tuleks ka järgnevate pilootprojektide hoonete puhul värvitud (aga ka teiste pinnakatete ja töötlustega) puitmaterjale ohtlike ühendite suhtes uurida, kuna see võib piiritleda nende ringlussevõttu ning taaskasutamise võimalusi olenevalt edasisest käitlusviisist

MATERJALIPANGAD (OSLO)



MATERJALIPANGAD (OSLO)



MATERJALIPANGAD (BELGIA JA EESTI)



LAHENDUS: DIGITAALSED + FÜÜSILISED MATERJALIPANGAD (EESTI)



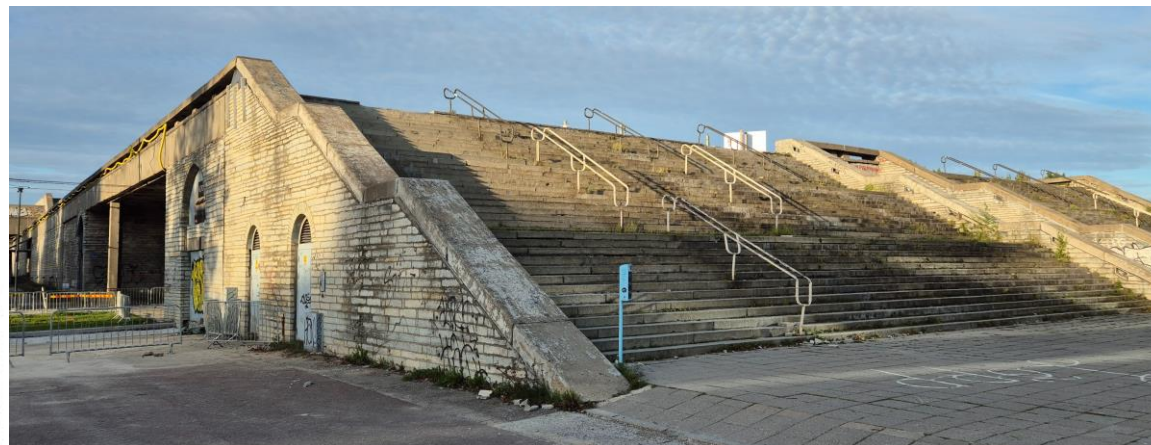
Materjalipank
SRIK



Ehitusplatside savi väärindamine
KUIDAS.WORKS

**TAL
TECH**

E-ehitus, BIM, materjalide andmed, CCI,
digikaksik ehitamisel, kasutamisel,
renoveerimisel, demonteerimisel



enfield.excessmaterialsexchange.com



MATERJALIDE SORTEERIMINE RINGLUSSEVÕTUKS

<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/20/15009>



EHITUSMATERJALIDE JÄÄTMETEKKE MINIMEERIMINE (ISESEISVALT)

- Materjalide geomeetria jäätmetekke minimeerimiseks (ukse või akna ava ei lõigata elemendist välja või kui lõigata, on see tükk kasutatav)
- Ehitusaegne ilmastikukaitse kõikide materjalide puhul, s.h. asukoht, ladustamine, ajutised katted, kiletamine (korduskasutatav või ümbertöötletav)
- Ülejääk (armatuur, müürikivid, puit, ehitusplaadi suuremad tükid) on materjal (saab kasutada mujal), mitte jääde
- Pakendid (taaskasutatav või ümbertöötletav kile)
- Taara (montaaživahu pudelid, purgid-tünnid-kanistrid, puhtad euroalused). Ülejääkide korjepunktid võiksid olla muuhulgas ehituspoed ja tootmisettevõtted
- Liigiti kogumine (konteineri ajutine kate, suurkoti asukoht), töömaa kultuur
- Võti on ehitustööde planeerimine, s.h. materjalivoo logistika

RT 69-11183-et

- <https://kliimaministeerium.ee/media/11791/download>
- Vt. Tabel 2



RENOVEERIMISEL TEKKIVAD JÄÄTMED TÖÖKULTUURI OSANA



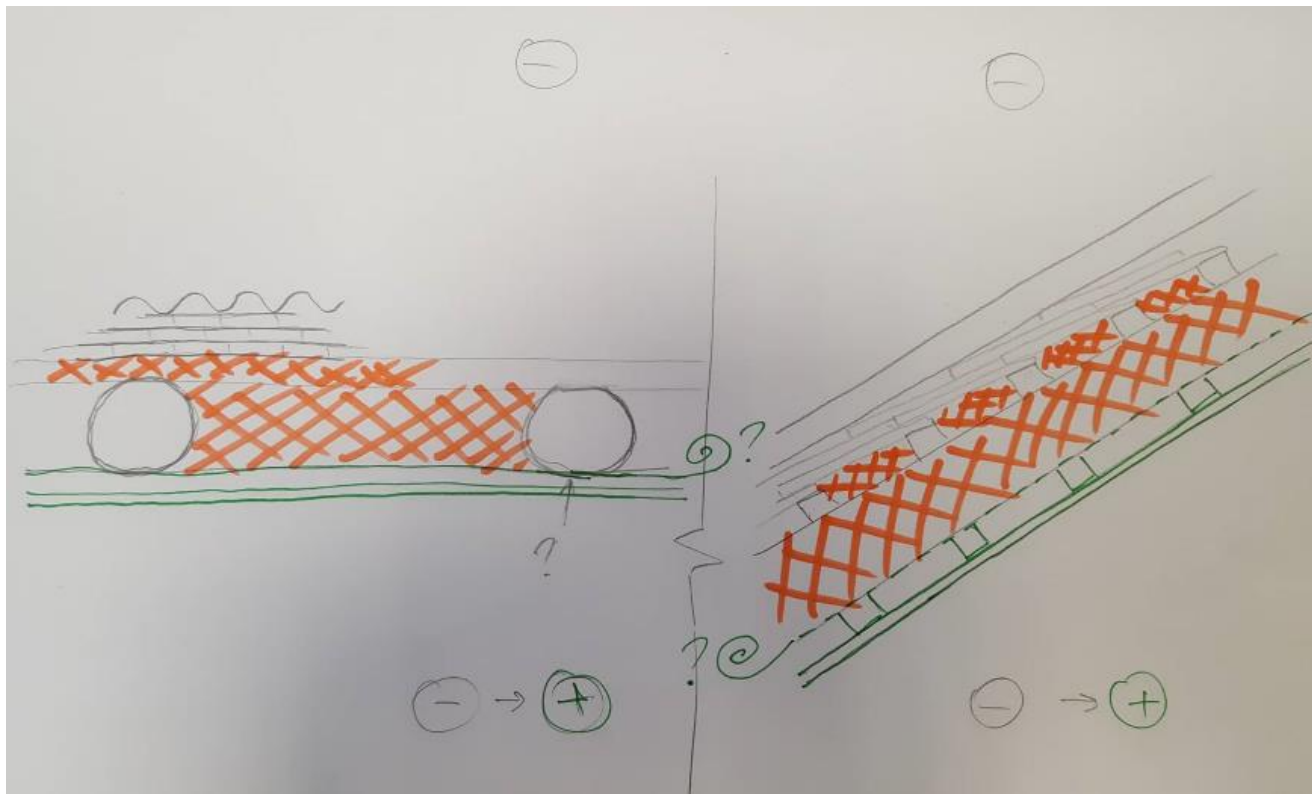
RENOVEERIMISE VALED OTSUSED = JÄÄTMETEKE

<https://vahuvennad.ee/pur-vaht-on-koige-kergem-viis-kaldlagede-soojustamiseks-tootevalikus-turulidri-purinova-tooted/>



- Mahukahanemine?
- Ülejäägid?
- Tuleohutus?
- Kuidas tulevikus vahtu puidust eraldada (jäätmeteke)?

Kütmata katusealuse väljaehitamine



„Avatud” vs „suletud” poor?

Vajalikud on tegelikud mõõdetud füüsikalised omadused!

EHITUSTOOTE ELUKAARE LÕPU ARVESTAMINE ALGUSES



<https://www.de.weber/en/innovations/facade/circle>



<https://www.kiilto.com/super-healthy-buildings-ecosystem/super-theme-reusable/debonding-on-demand/>

**TAL
TECH**



*www.thermory.com

EHITUSTOOTE ELUKAARE LÕPU ARVESTAMINE ALGUSES



TAL
TECH



- Mineraalvill (klaasvill/kivivill, pehme, pooljäik, koormust taluv)
- **Vahtpolüstüreen ehk EPS (probleemne)**
- Pressitud polüstüreen ehk XPS
- PIR(+foolium)
- PU(R)
- Kergkruus
- Vahtklaas
- Tselluvill
- jne



<http://www.phprojekt.ee/teenused/horisontaalpindade-soojustamine/>

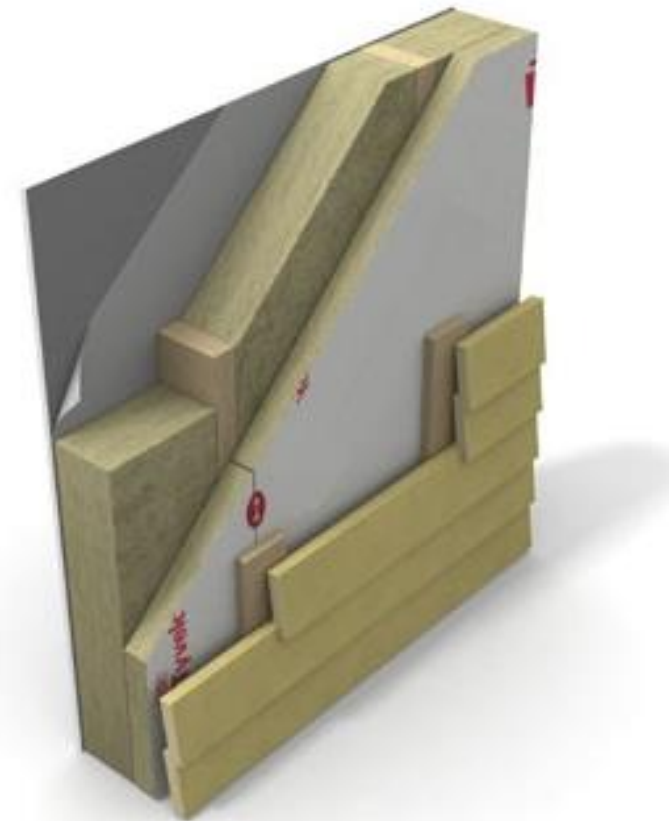


OWENS
CORNING

FOAMGLAS®

PUIT EHTUSMATERJALINA (KUI JÄÄB AEGA)

- Ehituskonstruksioonid immutamata kujul
- Kõik hoone elemendid projekteerida demonteeritavatena, järgides kihtidena ehitamise põhimõtet – elementide korduskasutus, materjalide ringlussevõtt, ümbertöötletav, teineteisest eraldatav (tapp on parim, polt/kruvi hea, liim halb), minimaalne ohtlike ainete sisaldus jms), mis ei piiraks tulevikus ümbertöötlemise, s.h. põletamise võimalusi



**TAL
TECH**

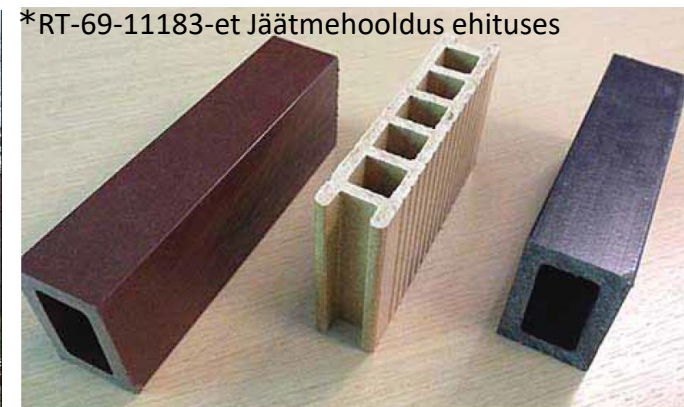
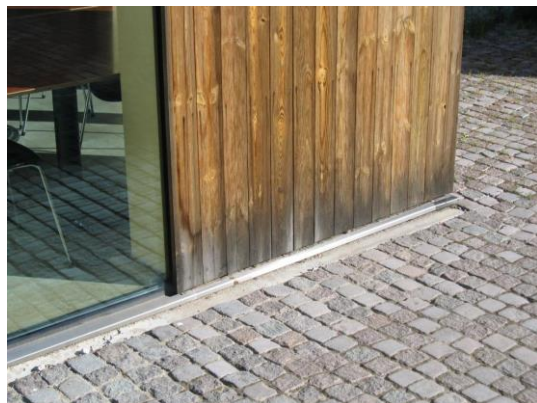


Vabõhumuseum (www.evm.ee)



www.omatalo.ee

PUIT EHTUS- MATERJALINA (KUI JÄÄB AEGA)



- Horisontaalpinnad, terrassid, rõdud jms ilmastiku käes kasutuskohtades vaid äärmiselt püsivast puidust (nt siberi lehis aga selle kasutuse võimalused on piiratud), termotöödeldud puit või valida teine materjal (nt taaskasutatud plastist nn puitplast)
- Puidu pinnakatete osas eelistada õli, vaha, õlivaha, vältida lakkimist; värvimise puhul pigem vesialuselised (mida keskkonnasõbralikum, seda kehvem püsivus, oleneb värvi koostisest)
- Eelistada pigmenteeritud pinnakatteid (läbipaistvale)
- CLT ja liimpuidu liimide arendamine ja liite lahti võtmine?



KUIDAS EDASI?

- Uued materjalid ringlussevõetud ehitus- ja lammutusjäätmetest (kõrgem lisandväärtus (upcycling), madalam jalajälg, esmatoorme vältimine, lõppladastamise vältimine)
- Märksõna on materjalikasutuse optimeerimine (igas asi omal kohal efektiivselt töötamas, nõuete leevendamine)
 - Segapuistesoojustus (vill, EPS, saepuru, puiduhake jms)
 - Nõrgalt seotud segapuistesoojustus (kips, lubi)
 - Bituumenipõhised tooted (nn asfaldi alternatiiv, <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/3/1313>)
 - Komposiitplaadid (erinevad)
 - ?

Tänan!
Küsimused/arutelu?