

⊙ Maast



2023. aasta juunis avas kuidas.works näituse **MAAST LINNAKS**, mis vaatles Tallinnas Sõpruse puiestee elamuarenduse kaeveaugust pärit savi ja pinnase väärindamist ehitus- ning viimistlusmaterjalideks. Eksponeeritavate materjalide hulka kuulusid tampsavi, toortellis, stabiliseeritud tellis, krohv, mört ning värv. Ehitusmaterjalide prototüüp-sari sai asukoha järgi nimeks **MUSTAMÄE HALL**. Materjalide välja töötamisel oli koostööpartneriks UKU Pure Earth.

Antud lühiväljaanne dokumenteerib **MAAST LINNAKS** arendusprotsessi ja avab selle tagamaid ning etappe.

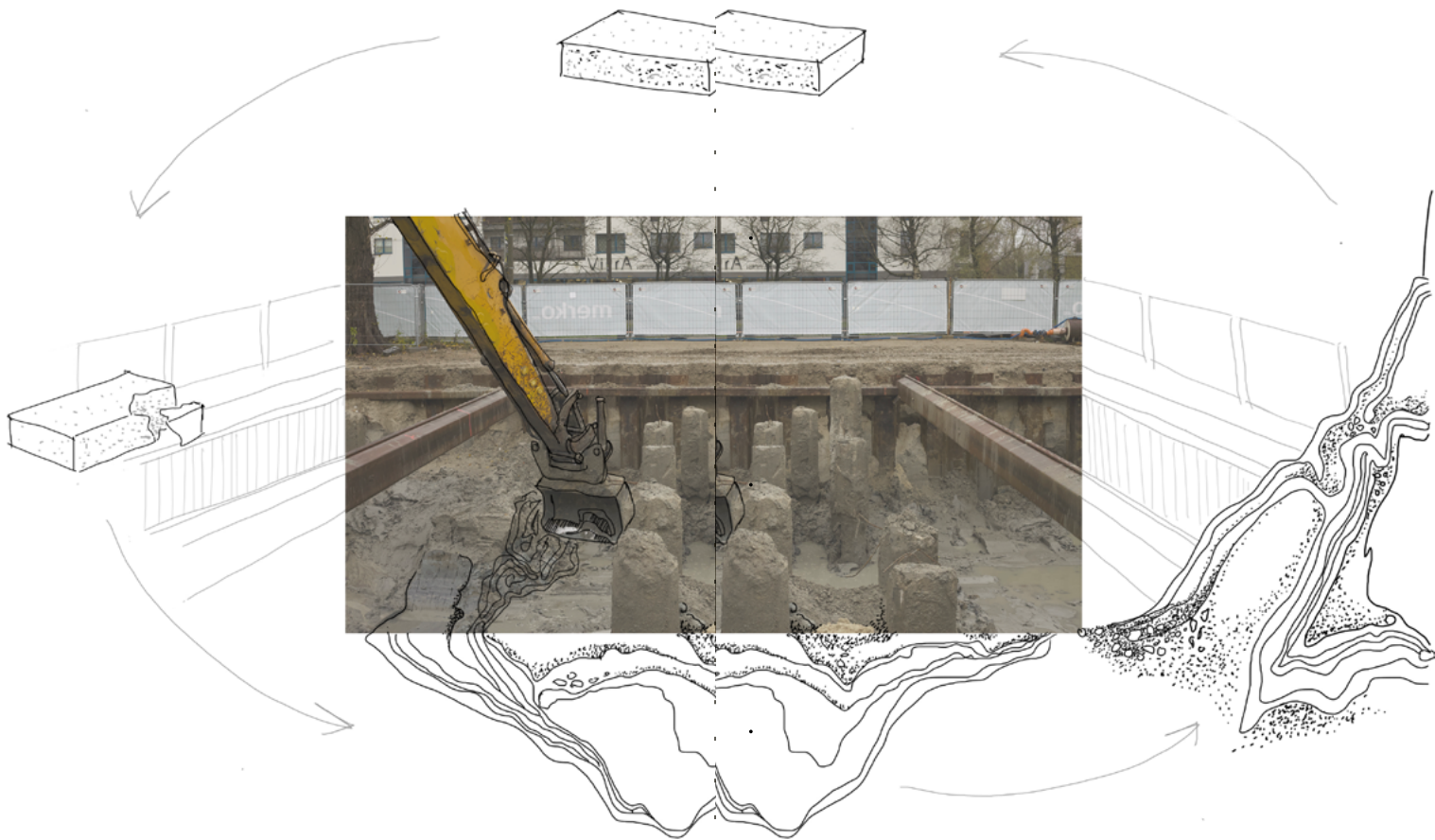
Stuudio kuidas.works (asutatud 2021) keskendub savi- ja pinnasepõhistele ehitustehnikatele, et kaasajastada traditsioonilisi ning jätkusuutlikke ehitusvõtteid ning edendada nende kasutust arhitektuurses projekteerimises. Kuidas.works toimib avatud platvormina, millega on huvilistel võimalik projektipõhiselt liituda, et ammutada teema kohta nii teoreetilisi kui ka praktilisi teadmisi. 2022. aasta sügisel alustas kuidas.works tiim pinnasejääkide väärandamise uurimisega, tuues oma töökoja hoovile 15 tonni kambriumi sinisavirikast pinnast.



Savise pinnase põhised materjalid on üks võimalikest lahendustest jätkusuutlikuma ehitussektori poole. Savisest pinnasest saab erinevate materjalide kombineerimisel valmistada näiteks kandvat välisseina, sise-seina, vaheseina, seinatäitematerjali ning siseviimistlusmaterjale nagu (akustiline) krohv ja värv.

Pinnasejääkide väärandamise kontseptsioon seisneb põhimõttes, et hoone vundamendi kaevesüvendist ekstraheeritav savine jääkpinnas on lokaalne ehitusmaterjal, mida on võimalik ehitatavas hoones mitmekülgsest rakendada. Lokaalse materjaliloomes positiivsed küljed on asukohapõhine materjalikasutus, mis vähendab oluliselt transpordi jalajälge, uute tehases toodetud materjalide asendamine ning savi terministest, poorsetest ning hügrokoopsetest omadustest tulenev kvaliteetsem sisekliima.

linnaks



linnakaks

SISSEJUHATUS

Mart Raua luuletus
„Keelepiirilt“ (1978),
mille esimene salm kõlab järgmiselt:

*Kaks on kallast Raudna jõel
nagu igal teiselgi.
Kaits, jah, kallast Raudna jõel
jusku egäl tõiselgi.*

Nii salmi algus kui ka lõpp tõdevad täpselt sama, ometigi muutub teise rea järel kirjakeel mulgi murdeks. Luuletus räägib maastikulisest iseärasusest, mida geoloogilises ajas on nähtavalt vorminud kliimaatilised muutused — jääaja taandudes tekkinud Raudna jõe ürgorg. Kahekilomeetrise jääkilbi sulamisel tekkinud jõeorg, mis vanal ajal keelepiiriks oli, on kuivenduskraavide tõttu muutunud kohati läbipääsmatuks nireks. Raudna jõest põhjapool jookseb jõesängiga paralleelselt aga veel üks piir.

linnaks

Piir on nähtav Eesti geoloogilise aluspõhja kaardil, kus puutuvad kokku Alam-Siluri ja Kesk-Devoni setted. Raudna jõest alates jõuavad Devoni setted niivõrd maapinna lähedale, et see avaldub maastikul põllumulla värvitoonis ja talu arhitektuurikeele materjali-valikutel. Esimesed säilinud savihooned tekivad Viljandimaal kümme kilomeetrit Raudna jõest lõuna pool. Veel enam lõunasse liikudes hoonete arv hüppeliselt kasvab. Lõuna-Aafrika kunstnik Dineo Seshee Bopape küsib Milanos 2022. aastal avatud näitusel „Tales From the Soil“, kuidas meid mõjutab maapinna mineraloogiline koostis, mida me läbi mullas kasvavate taimede ka igapäevaselt sisse sööme. Kuigi hõimupiirid on tänasel liikumise ja vedude ajastul lootusetult sassi aetud, oleme vast siiski ühel meelel, et endiselt eksisteerib lõuna- ja põhjajaeestlane.

Arhitektuuri kontekstis võiksime küsida, kas kohalik mineraal, mida leidub kohalikus kõõgililjas, omab loomulikku väärtust ka kohalikus ehituses? Ehk on kodutunde tekitamiseks kohane vaadata kohalike tehnoloogiate ja ressursside suunas, toetades tunnet käegakatsutava materjaliga?

Konrad Mägi
1915–1916
94 × 102 cm
Eesti Kunstimuuseum
„Teel Viljandist Tartusse“
Oli lõundil

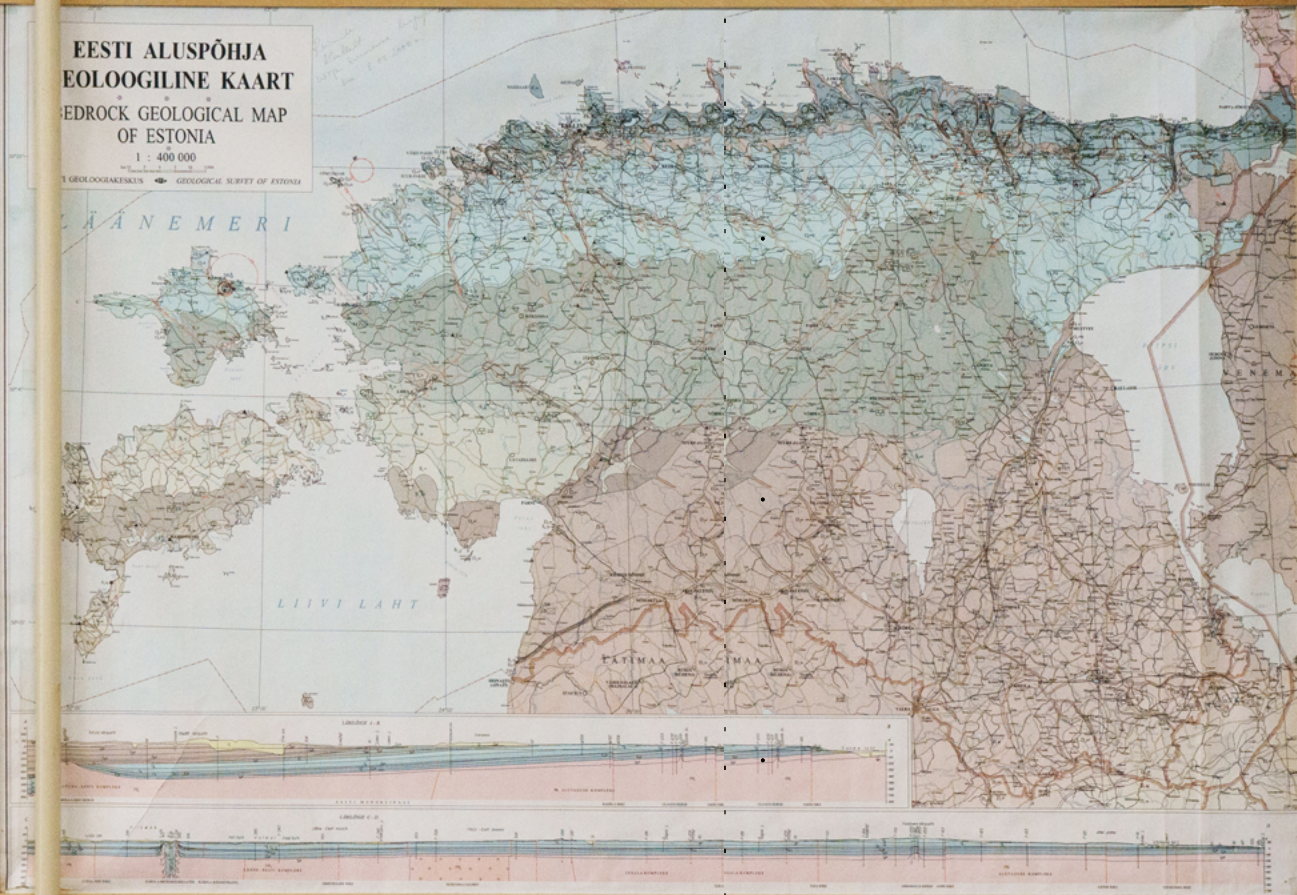


linnaks

EESTI ALUSPÕHJA
EOLÖÖGILINE KAART
BEDROCK GEOLOGICAL MAP
OF ESTONIA

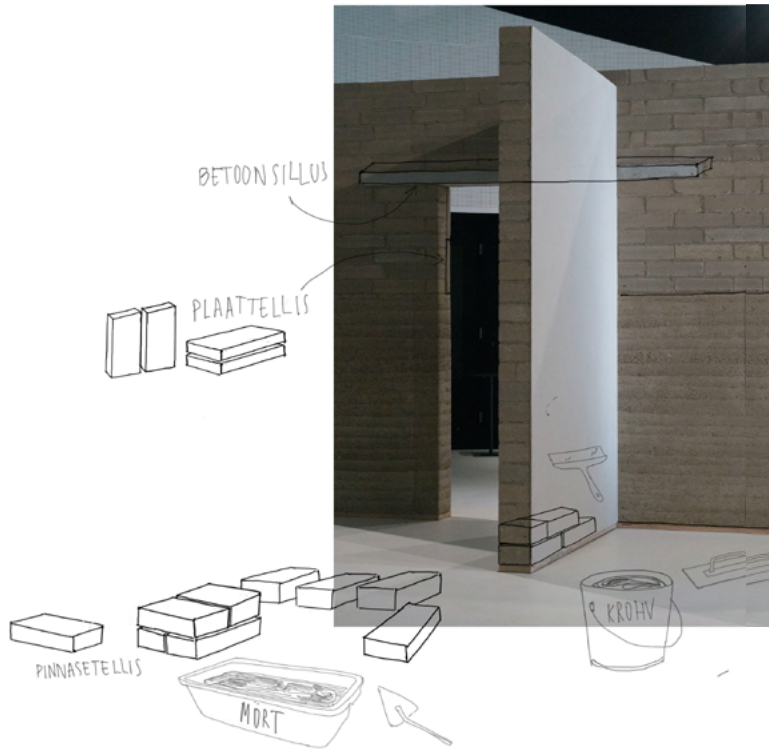
1 : 400 000

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СЛУЖБЫ ЭСТОНИИ



linnaks

1. Milliseid enamlevinud materjale võimaldab savine pinnas toota?



1. Tampsavi

Tampsavi on savist, liivast ja jämedamast killustikust koosnev materjal. Tampsavi tambitakse 14 cm paksuste puistekihtide kaupa üheks homogeenseks massiks, millest tuleneb ka sellele omane kihiline välimus. Käsitsi tampimise alternatiiviks on ka pneumaatiline tamper ning isegi tehases paneelide masstootmine. Tambitav kiht kahaneb tampimise käigus poole võrra, ehk 14 cm paksusest kihist saab 7 cm. Tampsavi saab kasutada nii kandva seinana kui ka täitematerjalina karkassi vahel.

EELISED Tampsavi on lõpmatult ümber-töödeldav savipõhine kandev materjal, mis on pinnasepõhistest ehitusmaterjalidest kõige lihtsamini teostatav. Tampsavi segu segamine ja tampimine vajab kõige vähem eritehnoloogiaid: vaja on segu-masinat, tamperit ning raketist.

UINAKS

VÄLJAKUTSED Tampsavi ei kannata stabiliseerimata kujul otsest vett ja niiskust. Tampsavi on võimalik lubja või tsemendiga stabiliseerida, mis teeb selle niiskuskindlaks ning suurendab survetugevust, kuid sellisel juhul kaotab materjal oma otsese ümbertöödeldavuse. Lisaks on tampsavi käsitsi teostamine inimjõu- ja töomahukas.

2. Toortellis ning stabiliseeritud savitellis

Klassikaline põletatud savitellis on küll väga vastupidav ja tuntud ehitusmaterjal, kuid on seejuures ümbertöötlematu ning väga energiakuluka valmistamisprotsessiga. Savist saab valmistada ka toortellist (ing CEB ehk *compressed earth block*) ning stabiliseeritud savitellist. Toortellis koosneb savist, liivast ja peenemast killust. Vee ning suure mehaanilise jõu abil surutakse niiske segu telliseks. Seejärel peavad tellised minimaalselt kaks nädalat kuivama, et saavutada oma vajalik survetugevus, mis jääb üldiselt vahemikku

3–5 MPa. Vahe põletatud tellisega seiseb selles, et nii kulub just tellise põletamise protsessis väga palju energiat, millest suureneb hüppeliselt ka CO₂ heidete hulk. Samuti kaotab savitellis põletamise käigus oma poorsuse, hügroskoopsuse ning otsese ümbertöödeldavuse.

EELISED Toortellis on lõpmatult ümbertöödeldav, st tellist võib purustada ja vee lisamisel lõpmatu arv kordi uuesti telliseks pressida.

VÄLJAKUTSE Toortellis ei kannata niiskust ega vett. Samuti on see nõrgem ehituskivi, mis on kõige parem siseseinte ehitamiseks või seina täiteks.

Sama tehnoloogiaga saab valmistada stabiliseeritud tellist, kus eelmainitud segule lisatakse näiteks lupja, mis läbi keemilise reaktsiooni kivistub. Stabiliseeritud tellis on toortellise ja põletatud tellise vahepealne variant, kus tellisesegusse lisatakse 5–10%

IIIIVAKS

lupja või kuni 7% tsementi, et tellis oleks niiskusele ning survetugevusele vastupidavam. Stabiliseeritud tellis on peaaegu veekindel ning survetugevus jääb 5–8 MPa vahele.

EELISED Stabiliseeritud tellis on niiskuskindlam ning tugevam kui stabiliseerimata toortellis. Stabiliseeritud toortellise survetugevus on 5–8 MPa.

VÄLJAKUTSED Stabiliseeritud tellist ei saa hiljem uueks telliseks ümber pressida. Siiski on stabiliseeritud toortellise tootmine kordades väiksema jalajäljega kui põletatud tellisel.

3. Savikrohv

Savist saab liiva ja siduva kiu abil valmistada erineva jämedusastmega alus- ning viimistlus-krohvi. Krohvile saab omaseks kasutatud savi mineraalne koostis ja sellest lähtuv värvitoon.

EELISED Mida paksem on krohviikiht, seda enam rakenduvad savi positiivsed omadused sisekliimale, ja olenevalt viimistluspinna jämedusest tekib positiivne mõju ruumiakustikale. Savikrohvitud pinda saab vajadusel hõlpsasti parandada, siluda või lappida. Krohvi saab seinalt hõlpsasti eemaldada ja hiljem uuesti peale kanda, seega on savikrohv täielikult taaskasutatav ning ümbertöödeldav.

VÄLJAKUTSED Savikrohvitud pind on vähem vastupidav kui näiteks tsementkrohv või lateksvärv ning vastuvõtlikum niiskusele, seega peaks savikrohvi kasutama ainult kuivades ruumides.

4. Savimört

Savist saab õige fraktsiooniga liiva abil valmistada mörti, mida saab kasutada eelnevalt mainitud ehituskivide ladumisel, saavutades ühtlase tulemuse.

EELISE Savimõrti kasutades saab müüri kasutusea lõppedes uuesti lahti võtta, kuna savimört ei kivistu nii kõvasti kui tsemendist mört, samuti lubab savimört müüri kiiremini laduda.

VÄLJAKUTSED Savimört on
nõrgem kui tsementmört.

5. Savivärv

Savist saab (kvarts)liiva ning sideainete, nt tselluloosikiu abil valmistada kohaliku tooniga savivärvi.

EELISED Savivärv on naturaalne pinnaviimistlus ega sisalda kemikaale ja kahjulikke lenduvaid ühendeid. Savivärvi on võimalik pinnalt survepesuga eemaldada.

VÄLJAKUTSED Savivärviga kaetud pind pole pestav, st koos veega tuleb maha ka värv.



2. Millised on savipõhiste ehitusmaterjalide eripärad ning omadused?

Savipõhistel ehitusmaterjalidel – nagu igal teisel materjalil – on omad plussid ja miinused ehk kohane ning kohatu kasutus. Oluline on mõista konkreetse materjali võimalusi ja piiranguid ning leida materjalide optimaalne suhe tarindis. Savi positiivsete omaduste hulka kuulub termiline mass (1), hügroskoopsus (2), antibakteriaalsus ja lõhnade neutraliseerimine (3), akustiline neelduvus (4) ning põletamata/stabiliseerimata kujul materjali lõpmatu ümbertöödeldavus (5).

1. Termiline mass kirjeldab materjali omadust neelata, talletada ning eraldada soojust. Näiteks salvestab termilist massi omav materjal köetavat soojust ja eraldab seda soojust mitteköetaval ajal, aidates kaasa energiasäästlikuma mikrokliima loomisele. Sama toimub ka vastupidises kontekstis, kus termilist massi omav materjal öösel maha jahtub, kuid aitab soojal suvepäeval siseruumi temperatuuri langetada.

2. Hügroskoopsus on materjali võime õhuniiskust reguleerida. Savipõhised toor- materjalid hoiavad õhuniiskust inimesele ideaalses vahemikus, milleks on 40–60%. Kui õhuniiskus langeb alla 40%, annab savi salvestatud niiskust tagasi, kui aga niiskustase tõuseb üle 60%, salvestub liigne niiskus materjali poorides.

3. Tänu poorsusele aitab savipõhine materjal siseruumis neutraliseerida näiteks toidutegemisest või suitsetamisest tingitud lõhnu. Samuti on savimineraalidel, nagu illiit ja smektiit, täheldatud tõhusaid antibakteriaalseid omadusi.

4. Savipõhiste materjalidega käib üldiselt kaasas karedam pinnatekstuur, mis aitab kaasa heale ruumiakustikale ja pärsib heli liigset peegeldumist ning järelkaja teket.

5. Kuniks savipõhine materjal pole põletatud/stabiliseeritud, on see lõpmatult ümbertöödeldav* ning sellele saab anda



erinevaid kujusid, ehitusmaterjalist viimistlusmaterjalini.

- * Lõpmatu ümbertöödeldavus tähendab, et materjali kvaliteet ei lange ega sõltu sellest, mitu korda seda ümber töödeldakse. Pinnasepõhised materjalid on lõpmatult ümbertöödeldavad juhul, kui segu ei töödelda termiliselt ega lisata tsementi, lupja või muid keemiliselt stabiliseerivaid aineid.

VÄLJAKUTSED SAVIPÕHISTE EHITUSMATERJALIDEGA EHITAMISEL

Savipõhiste materjalide plussid elukeskkonnale avalduvad enim siseruumides ja viimistlusmaterjalides, kuid omavad kasutegureid ka kandvates konstruktsioonides. Arvestada tuleb asjaoluga, et savi kandvaid omadusi ei saa võrrelda betooniga, ning et toorsavi on vastuvõtlik niiskusele või sademetele. Seda saab lahendada savipõhise materjali kombineerimisel puidu või betooniga ja korralikult läbilahendatud räästa- ning soklisõlmega.



3. Materjali hankimine

Savi paiknemine geograafiliselt, sisaldus pinnases ning distantis maapinnast oleneb spetsiifiliselt asukohast. Mõistlik on alustada kas visuaalsest vaatlusest ehitusplatsil või teostada enne kaevamist pinnaseuuringud. Kõige lihtsam viis mõista pinnase sisaldust on laboriuuring, mis annab täpse arusaama antud pinnase koostisest. Samuti oleks enne pinnase ümbertöötlemist tarvilik teostada saastumise ning radooniuuring.



4. Tööriistad ja materjali valmistamine

Pinnase töötlemise üheks eripäraks on aja- ning töömahukus, mis ei pruugi sugugi olla negatiivne omadus. Materjaliga töötamine võtab aega, seda nii materjali transpordi, töötlemise, kui ka kuivatamise tõttu. Oluline on tööprotsess võimalikult pikalt ette planeerida, soovitatavalt isegi aasta-aegade järgi, kuna Eesti kliimas on talvel pinnasega töötamine keeruline. Tööd tuleks planeerida kevad-suvisesse perioodi.

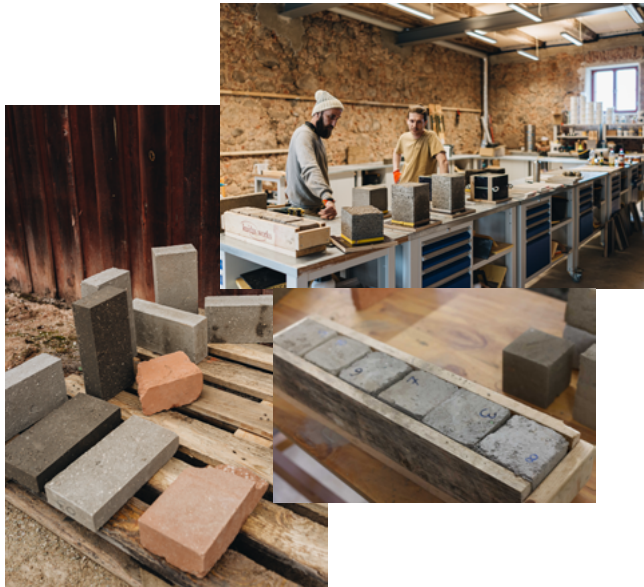
ETTEVALMISTAVAD TÖÖETAPID

1. Materjali kaevamine ja transportimine.



2. Võimaluse korral pinnase laboratoorne uuring, mida võib teostada ka enne kaevamist pinnaseproovi kujul.

3. Esmased segutestid: on hea alustada juba varakult praktiliste materjalitestidega, et prognoosida lõpliku segu koostis ja vaadelda kuivamist ning kahanemist. Segutestide tegemisel tuleks arvestada soovitud materjaliga (toortellis, tampsavi, krohv jne).



4. Pinnase kuivatamine ja purustamine: segu segamiseks on optimaalne pinnas eelnevalt kuivatada ning peeneks purustada.



5. Pinnase ja purustatud betooni sõelumine (telliste ja tampsavi korral): pinnase sõelumiseks on vaja peene fraktsiooniga sõela, oluline on välja sõeluda praht, kivid ning purustamata materjali kogumid. Betooni sõelumine võib toimuda ka näiteks läbi reformvoodi, kuna fraktsioon on suurem, kuni 10 mm. Tampsavi jaoks on sobilik kivi ja killu suurem fraktsioon, toortelliste jaoks väiksem.



6. Segu segamine: sõltuvalt segutestide (p. 3) tulemustest ning soovitud materjalist tuleks viimase sammuna kokku segada segu, mis koosneb eelnevalt ettevalmistatud materjalidest.



MATERJALI VORMIMINE EHTUSMATERJALIKS

7. Toortelliste tegemise korral telliste pressimine. Vajalikud töövahendid: segusõlm/ segumasin, tellisepress. Oluline on telliste ladustamine minimaalselt kaks nädalat soovitatavalt soojas ruumis, kust õhk läbi käib, et tellised jõuaksid kuivada ning saavutada survetugevuse.



8. Tampsavi korral tampimine. Vajalikud töövahendid: segumasin, raketis, tamper(id).



9. Krohvi ja värvi korral seinapinna ettevalmistamine ja seinale kandmine.



10. Kõige ressursimahukam on telliste tootmine, mis vajab tellisepressi ja seguliini, kus segu kokku segatakse ning pressi transporditakse. Tellise retsept on üldjoontes 1 osa savi, 2 osa liiva, 1 osa peenema (0–8 mm) fraktsiooniga kruusa*. Kõige lihtsam, kuid tööjõu ja ajamahukas on tampsavi tehnika. Tampsavi puhul on võimalik materjali käsitsi töödelda ja tampida. Tampsavi retsept on üldjoontes 1 osa savi, 2 osa liiva, 1 osa jämedama (0–15 mm) fraktsiooniga kruusa*.

* **MAAST LINNAKS** näitusel asendasime kruusa ehitusjäätmeks ehk purustatud betooniga. Purustatud betoon tuleks võimaluse korral läbi pesta, et vähendada tolmu ehk peenosise hulka, et vajalike osiste (savi, liiv, killustik) omavaheline suhe paigast ei läheks.

11. Vajadusel saab savipõhist ehitusmaterjali katta ka pinnatugevust suurendava viimistlusmaterjaliga. Nt tagab linaõliga viimistlemine tugevama ning ühtsema pinna.

5. Materjali järelelu

Pärast näituse lõppu läksid kasutatud materjalid kas ümbertöötlusesse või taaskasutusse. Tellismüür võeti kivihaaval lahti ja laoti alustele, mört ning tampsavi purustati ja ladustati *big bag*'is järgmist projekti ootama.



6. Materjali kasutamise võimalused ja piirangud

Ehitusmaterjali puhul on oluline mõista selle omadusi, nii tugevust, vastuvõtlikkust niiskusele, kui ka sisekliimaatilisi omadusi nagu akustikat. Tugevusteste aitas teostada Tallinna Tehnikakõrgkooli laboriinsener Ando Pärtel. Toortelliste testkehandid mõõdus 150×150 mm teostati laboritingimustel ning andsid tulemuseks 5–6 MPa, mis on toortellise puhul väga positiivne tugevusvahemik. Laboris testisime **MAAST LINNAKS** näitusel valminud toortelliste täpset retsepti, kuid testkehandid tuli õiges mõõdus taastoota.

Pinnase ning algmaterjalide varieeruvuse tõttu tuleks iga kord testid uuesti teostada, eriti juhul kui toortellis või tampsavi on projekteeritud kandvasse konstruktsiooni.

Tänu

UKU Pure Earth & Marko Kikas
MTÜ Eestimaaehitus & Mikk Luht
Helari Sirelpuu (Wuni)
Malvo Tominga (Wanawiisi ehitus)
Tartu Ülikooli geoloogia osakond
Tallinna Tehnikakõrgkooli ehitusinstituut
Peri AS
Floorin AS
Viimsi Artium & Kristiina Reidolv
Kalev Ramjalg
Tiit Roots
Jaan Škerin

Autor: kuidas.works
Koostaja: Maria Helena Luiga
Fotod: Maria Helena Luiga, Hannes Praks,
Henri Papon, Tõnu Tunnel
Illustratsioonid: Andrea Tamm
Graafiline disain: Aimur Takk
Toetas: Eesti Kultuurkapital

kuidas.works 2023



