

Tartu Ülikool

Maailma keelte ja kultuuride kolledž

Elis Sõrmus

GERNOT MINKE TEOSE „BUILDING WITH EARTH. DESIGN AND TECHNOLOGY
OF A SUSTAINABLE ARCHITECTURE“ KOLME PEATÜKI TÕLGE JA TÕLKE
ANALÜÜS

Magistriprojekt

Juhendaja: Krista Kallis

Tartu

2017

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	3
1 SIHTTEKST	5
2 TEOREETILINE RAAMISTIK	43
2.1 Lähteteksti valik	43
2.2 Lähteteksti analüüs	45
2.3 Tõlkestrateegiad	46
3 TÕLKEPROBLEEMIDE ANALÜÜS	51
3.1 Mitmetähenduslikud terminid	51
3.2 Otsese vasteta terminid.....	57
3.3 Vead lähtetekstis	60
3.4 Tähised	63
KOKKUVÕTE	66
KIRJANDUSE LOETELU.....	68
SUMMARY	70
LISAD.....	72
Lisa 1. Esimese peatüki joonised.....	73
Lisa 2. Teise peatüki joonised.....	77
Lisa 3. Kolmanda peatüki joonised	94

SISSEJUHATUS

Magistritöö eesmärk oli tõlkida Gernot Minke teose „Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture“ kolm esimest peatükki ning analüüsida tõlkimisel tekkinud probleeme ja valitud lahenduskäike.

Nimetatud teose puhul on tegemist käsiraamatuga, mis käsitleb erineva savisisaldusega pinnaste kasutamist ehitamisel. Käsiraamatus kirjeldatakse selliste pinnaste rakendusvõimalusi ja ehitustehnikaid nende teostamiseks, aga ka materjali olulisi füüsikalisi omadusi ja võimalusi nende omaduste optimaalseks kasutamiseks. Teos põhineb osaliselt sama autori kirjutatud väljaandel „Das neue Lehm-Bau-Handbuch“, mille esimene trükk ilmus aastal 1994 ning mida on peale esmast avaldamist mitmel korral täiendatud. (Minke 2006: 7)

Teksti valik põhineb magistriprojekti autori haridusel ehitiste restaureerimise ja säästvate ehituslahenduste valdkonnas ning töökogemusel ehitusinsenerina. Õpingute käigus Tallinna Tehnikaülikoolis sai selgeks asjaolu, et suurem osa kasulikust materjalist on kättesaadav vaid inglise keeles ning on olemas tegelik nõudlus eestikeelsete õppe- ja infomaterjalide järele. Valitud teost soovitas tõlkida Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledži ehitusinseneriõppe õppeprogrammi juht dotsent Aime Ruus.

Tekst on oma olemuselt kirjeldava ja selgitava loomuga, kuid keeruliseks teeb selle tõlkimise teksti tehnilisus. Teksti tõlkimisel tuli lähtuda nii ehitusfüüsika, pinnasemehaanika kui ka ehitustehnoloogia põhimõtetest. Kuna teos on koostatud eesmärgiga muuta saviehitus lisaks inseneridele ja professionaalsetele ehitajatele kättesaadavaks ka tavainimesele, kellel tehnilist haridust tingimata ei ole, siis tuli jälgida, et tekst oleks kergesti loetav, kuid tehniliselt täpne.

Tõlkimiseks valiti teose esimesed kolm peatükki, kuna need moodustavad ülejäänud teose sissejuhatuse. Esimeses peatükis tutvustatakse üldiselt materjali ajaloolist kasutust ning selle üldisi omadusi. Teises peatükis käsitletakse täpsemalt materjali koostist, koostise määramist ning materjali erinevaid ehitusfüüsikalisi omadusi ja mõjusid ruumide sisekliimale. Kolmandas peatükis kirjeldatakse lühidalt materjali erinevaid valmistamisviise. Ülejäänud teoses kirjeldatakse täpsemaid meetodeid erinevate plokkide, täitematerjalide, pinnakatete valmistamiseks pinnasest ning valmiselementide kaitsmist ilmastikutingimuste ja muude kahjulike välismõjude eest. Kolm esimest peatükki

moodustavad aga hea sissejuhatuse, kust saab kätte põhiteabe ning võimaliku stiimuli ülejäänud teose lugemiseks.

Tõlkimisel olid abiks erinevad ehitusinseneride igapäevatoos kasutatavad teosed ja abimaterjalid, muuhulgas Tiit Masso koostatud „Ehituskonstruktori käsiraamat“ ja „Ehitusfüüsika ABC“, Maanteeameti „Muldkeha remondi projekteerimise juhise“, Valdo Jaaniso koostatud pinnasemehaanika õppematerjal inseneridele ja muu sarnane.

Magistriprojekt jaguneb kolmeks osaks. Esimese osa moodustab sihttekst. Töö teises osas esitatakse tõlkeanalüüsi teoreetiline raamistus, määratakse teksti tüüp ja funktsioon ning esitatakse kasutatav tõlkestrateegiline alus. Kolmandas peatükis vaadeldakse põhilisi tõlkimisel tekkinud probleemkohti.

Lähtetekstis esinevad ja sihttekstis viidatud fotod, joonised, graafikud ja tabelid on esitatud töö lisades 1–3. Lisatud joonised kuuluvad tõlke raamesse, kuid töö põhimahu piiramise eesmärgil ei ole jooniseid põhiteksti juurde lisatud. Töö mahu piiramise eesmärgil ei ole sihttekstiga koos esitatud ka tõlketekstis viidatud allikate bibliograafilisi andmeid. Nimetatud andmetega saab tutvuda käsiraamatu kirjanduse loetelus. Teksti sees esinevad viited teose kindlatele lehekülgedele on sihttekstis jäetud muutmata, kuna teose eesti keeles avaldamise korral tuleks peale tervikteksti tõlkimist ja vormistamist need leheküljenumbriid sihttekstiga vastavusse viia, mida ei ole praegu aga võimalik teha.

1 SIHTTEKST

„Saviehitus. Säästva arhitektuuri projekteerimine ja tehnoloogia“

Gernot Minke

I Saviehitustehnoloogia

1 Sissejuhatus

Peaaegu kõigis troopilise mandrilise ning parasvöötme kliima piirkondades on savi alati olnud peamine ehitusmaterjal. Veel tänapäevalgi elab kolmandik inimestest, arengumaades lausa enam kui pool inimestest, savist majades. Arengumaades on eluasemete järele suur nõudlus, mille täitmine tööstuslike ehitusmaterjalidega, s.t telliste, betooni ja terasega, ning tööstuslike ehitustehnikatega on osutunud võimatuks. Ühelgi piirkonnal kogu maailmas ei ole sellise nõudluse rahuldamiseks vajalikku tootmisvõimsust ega rahalisi vahendeid. Arengumaades on see võimalik vaid kohalike ehitusmaterjalidega ning tuginedes ehitamisel omaenda kätetööle.

Savi on olulisim looduslik ehitusmaterjal ning enamikes maailma piirkondades kättesaadav. Seda saadakse sageli otse ehitusplatsilt vundamentide või keldri kaevamisel. Tööstusriikide hooletu ressurside raiskamine ja tsentraliseeritud kapital kombineeritult energiamahuka tootmisega ei ole ainult raiskamine, vaid reostab ka keskkonda ja suurendab tööpuudust. Savile on nendes riikides hakatud ehitusmaterjalina uut elu andma. Järjest enam soovivad inimesed endale kodu ehitades energia- ja kulutõhusaid elamuid, mis panevad rõhku tervislikule ja tasakaalustatud sisekliimale. Nad on mõistmas, et looduslik ehitusmaterjal, toorsavi, on tööstuslikest ehitusmaterjalidest nagu betoonist, tellistest ja silikaatkivist oluliselt parem.

Hiljuti välja töötatud kõrgetasemelised saviehitustehnikad näitavad savi väärtust ja seda mitte ainult iseehitamisel, vaid ka ehitusettevõtjaid kaasaval tööstuslikul ehitamisel.

Käsiraamat esitab selle materjali kohta põhilised teoreetilised andmed ning annab selle erinevates kontekstides kasutamiseks vajalikud juhised, mis põhinevad teaduslikule uurimistööl ja praktilisele kogemusele.

Ajalugu

Saviehitustehnikaid on tuntud juba üle 9000 aasta. Lääne-Turkestanist on avastatud toorsavitelistest (*adobe*'dest) maju, mis pärinevad aastatest 8000 kuni 6000 eKr (Pumpelly 1908). Assüüriast on leitud tampsavist vundamente, mis pärinevad ligikaudu 5000. aastast eKr. Savi kasutati ehitusmaterjalina kõigis antiikkultuurides ning mitte ainult kodude vaid ka religioossete hoonete ehitamiseks. Fotel 1.1 on näha Egiptuses Gournas asuva Ramses II templi võlvid, mis on ehitatud toorsavitelistest 3200 aastat tagasi. Fotel 1.3 on näha Iraanis asuv Bami tsitadell, mille mõned osad on ligikaudu 2500 aastat vanad, ning fotol 1.2 on Marokos Drâa jõe orus asuv kindlustatud linn, mis on umbes 250 aastat vana.

4000 aasta vanune Suur Hiina müür ehitati algselt vaid tampsavist, kivimüüri välimuse andis sellele hiljem lisatud kividest ja tellistest kate. Mehhikos Teotihuacanis asuva 300. kuni 900. aastal ehitatud Päikesepüramiidi südamik koosneb ligikaudu 2 miljonist tonnist tampsavist.

Kuivades kliimavöötmetes, kus on vähe puitu, arendati mitmeid sajandeid tagasi välja ehitustehnikad, mille käigus kaeti ehitised toorsavitelistest võlvide või kuplitega, kasutamata ehitamisel raketisi või toestusi. Fotel 1.6 on näha selliste kuplite ja võlvidega kaetud Sirdjani basaari kvartal Iraanis, kunagises Pärsias. Hiinas elab kakskümmend miljonit inimest maa-alustes majades või koobastes, mis kaevati möllisesse pinnasesse.

Pronksiaja avastused on näidanud, et Saksamaal kasutati savi puitkarkassmajade karkassivahede täitematerjalina või puitpalkidest seinte tihendina. Samuti kasutati vitspunutis-savitäidet. Põhja-Euroopa vanim näide toorsavitelliseintest pärineb 6. sajandist eKr ning asub Saksamaal Constance'i järve lähistel Heuneburgi linnuses (1.8). Pliniuse tekstidest on teada, et juba 100. aasta lõpuks eKr leidis Hispaanias tampsavist kindluseid.

On teada, et Mehhikos ning Kesk- ja Lõuna-Ameerikas leidis *adobe*'dest ehitisi peaaegu kõigis Kolumbuse-eelsetes kultuurides. Samuti oli mitmetel aladel tuntud tampsavi tehnika ning Hispaania vallutajad viisid selle ka teistele aladele. Fotel 1.7 on näha Brasiilias São Paulo osariigis asuv 250 aasta vanune tampsavist maamõis.

Aafrikas on peaaegu kõik mošeed ehitatud savipinnasest. Fotel 1.9 on näha näide 12. sajandist ning fotodel 1.4 ja 1.5 on näha hilisemad näited Malist ja Iraanist.

Keskajal (13.–17. sajandil) kasutati savi kogu Kesk-Euroopas puitkarkassmajade karkassi täitematerjalina, aga ka õlgkatuste katematerjalina, et muuta need tulekindlaks.

Tampsavi tehnika *terre pisé* oli 15. kuni 19. sajandil Prantsusmaal laialdaselt levinud. Lyoni linna lähedal leidub mitmeid hooneid, mis on üle 300 aasta vanad ja milles ikka veel elatakse. Aastatel 1790 ja 1791 andis Francois Cointeraux selle tehnika kohta välja neli brošüüri, mis tõlgiti kaks aastat hiljem saksa keelde (Cointeraux 1793). Tehnika sai Saksamaal ja selle naaberriikides tuntuks tänu Cointeraux'le, aga ka tänu David Gillyle, kes kirjutas kuulsa käsiraamatu „Handbuch der Lehmbackkunst“ (Gilly 1787), mis kirjeldab tampsavi tehnikat kui kõige soodsamat saviehituse meetodit.

Saksamaal on vanim tampsavist seintega maja, milles praeguseni sees elatakse, pärit aastast 1795 (1.10). Selle omanik, tuletõrjeameti direktor, väitis, et tulekindlaid maju saaks seda tehnikat kasutades ehitada palju säästlikumalt kui tavalisi savitäitega puitkarkassmaju. Kõrgeim savipinnasest massiivseintega maja Euroopas asub Weilburgis Saksamaal. Maja valmis 1828. aastal ning seisab ikka veel püsti (1.11). Kõik laed ning kogu katusekonstruktsioon toetub tampsavist massiivseintele, mis on alumisel korrusel 75 cm paksused ning ülemisel korrusel 40 cm paksused (survejõud seinte alumises ääres on kuni 7,5 kg/cm²). Fotol 1.12 on näha teiste Weilburgis asuvate 1830. aasta paiku ehitatud tampsavist majade fassaadid.

Savi ehitusmaterjalina: põhiomadused

Ehitusmaterjalina on savil sageli erinevaid nimetusi. Teaduslikult viidatakse sellele kui saviliivale, mis on segu savist, möllist (väga peenest liivast), liivast ja aeg-ajalt ka suuremast täitematerjalist, nagu kruusast või kividest.

Rääkides käsitsi valmistatud põletamata tellistest, kasutatakse tavaliselt termineid „toorsavitellised“ või „*adobe*’d“, rääkides pressitud põletamata tellistest, kasutatakse terminit „pressitud toorsaviplokid“. Kui materjal pressitakse kokku raketiste vahel, kutsutakse seda „tampsaviks“.

Saviliival on võrreldes tavaliste tööstuslike ehitusmaterjalidega kolm puudust.

1 Saviliiv ei ole standarditud ehitusmaterjal

Sõltuvalt kohast, kust saviliiv välja kaevatakse, koosneb see erinevat tüüpi ja erineva koostisega savist, möllist, liivast ja täitematerjalidest. Seega võivad selle omadused asukohati erineda ning erineda võib ka spetsiifiliseks rakenduseks sobiva segu valmistamisviis. Saviliiva omaduste hindamiseks ja vajadusel nende muutmiseks lisaainete kasutamisega on vaja teada kõnealuse saviliiva spetsiifilist koostist.

2 Saviliiva segud kahanevad kuivamisel

Segu valmistamiseks kasutatud vee (niiskus on vajalik segu seondumistugevuse aktiveerimiseks ja töödeldavuse saavutamiseks) aurustumisel tekivad kahanemispraod. Lineaarse kahanemise määr on märgades segudes (nagu neis, mida kasutatakse mördi ja toorsavitelliste valmistamiseks) tavaliselt vahemikus 3% kuni 12% ning kuivemates segudes (mida kasutatakse tampsaviks, pressitud toorsaviplokkideks) vahemikus 0,4% kuni 2%. Kahanemist saab minimeerida savi- ja veesisaldust vähendades, terade suurusjaotust optimeerides ning lisandeid kasutades (vt lk 39).

3 Saviliiv ei ole veekindel

Saviliiva tuleb vihma ja külma eest kaitsta, eriti kui see on oma märjas olekus. Saviseinu saab kaitsta üleulatuvate katuseräästastega, hüdroisolatsiooniga, sobivate pinnakatetega ja muu sarnasega (vt lk 40).

Teiselt poolt on saviliival tavaliste tööstuslike ehitusmaterjalide ees mitmeid eeliseid.

1 Saviliiv tasakaalustab õhuniiskust

Saviliiv on võimeline niiskust kiiremini ja suuremal määral imama ja vabastama kui mis tahes teine ehitusmaterjal ning see võimaldab materjalil sisekliimat tasakaalustada. Katsed Saksamaal Kasseli ülikooli ehitusuuringute laboris Forschungslabor für Experimentelles Bauen (FEB) näitasid, et kui ruumi suhteline niiskus tõsta järsult 50 protsendilt 80 protsendini, on põletamata tellised võimelised kahe päevaga endasse imema 30 korda rohkem niiskust kui põletatud tellised. *Adobe*'d ei muutunud märjaks ega kaotanud oma stabiilsust ka peale kuut kuud kliimakambris õhuniiskusel 95%. Samuti ei ületanud nad

oma tasakaaluniiskust, mis on ligikaudu 5 kuni 7 massiprotsenti. (Tasakaaluniiskuseks nimetatakse maksimaalset niiskust, mille kuiv materjal endasse suudab imada.)

Saksamaal mõõdeti ühes savist sise- ja välisseintega vastvalminud majas kaheksa aasta jooksul suhtelist õhuniiskust ning mõõtmistulemustest selgus, et õhuniiskus oli selles majas aastaringselt peaaegu püsivalt 50%. See kõikus vaid 5% kuni 10%, mis lõi tervislikud elamistingimused, kus suvel oli õhuniiskus väiksem ning talvel suurem. (Üksikasju vt lk 15.)

2 Saviliiv säilitab soojust

Nagu kõik rasked materjalid, säilitab saviliiv soojust. Selle tulemusel on saviliiv võimeline tasakaalustama sisekliimat suurte päevaste temperatuurierinevustega kliimavõõtetes või seal, kus päikeseenergiast saadavat soojust on vajalik passiivsete vahenditega salvestada.

3 Saviliiv säästab energiat ja vähendab keskkonnareostust

Saviliiva ettevalmistamine, transport ja käsitsemise ehitusplatsil nõuab vaid ligikaudu 1% energiast, mida on vaja põletatud telliste või raudbetooni tootmiseks, transpordiks ja käsitsemiseks. Seega ei tekita saviliiv peaaegu mingit keskkonnareostust.

4 Saviliiv on alati korduvkasutatav

Põletamata saviliiva saab väga pika aja jooksul taastöödelda lõpmatu arvu kordi. Vana kuivanud saviliiva saab peale vees leotamist uuesti kasutada, seega ei muutu saviliiv kunagi keskkonda kahjustavaks jäätmeks.

5 Saviliiv säästab materjali- ja transpordikulusid

Savist pinnast leidub sageli ehitusplatsil, seega saab vundamendi süvise kaevamisel eemaldatud pinnast hiljem saviehituses kasutada. Kui pinnas sisaldab liiga vähe savi, tuleb sellele lisada savist pinnast, aga kui pinnases on liiga palju savi, tuleb lisada liiva.

Teiste ehitusmaterjalidega võrreldes vähendab välja kaevatud pinnase kasutamine oluliselt kulutusi. Isegi, kui pinnas tuuakse kohale teistelt ehitusplatsidelt, on see tavaliselt oluliselt odavam kui tööstuslikud ehitusmaterjalid.

6 Saviliiv on isehitamiseks ideaalne

Eeldusel, et ehitustegevust jälgib kogenud isik, saab saviehitusega hakkama ka mitteprofessionaal. Kuna rakendatavad protsessid on töömahukad ning nende teostamiseks on vaja vaid odavaid tööriistu ja masinaid, on need isehitamiseks ideaalsed.

7 Saviliiv säilitab puitu ja teisi orgaanilisi materjale

Kuna saviliiva tasakaaluniiskus on madal: 0,4 kuni 6 massiprotsenti, ning selle kapillaarsus on suur, siis konserveerib see puitelemente, hoides sellega kontaktis olevad elemendid kuivana. Seened või putukad tavaliselt sellist puitu ei kahjusta, kuna putukad vajavad elutegevuse säilitamiseks minimaalselt 14% kuni 18% niiskust ja seened vajavad enam kui 20% (Möhler 1978: 18). Sarnaselt suudab saviliiv säilitada sellesse segatud väikeseid põhu koguseid.

Kui aga kasutatakse kerget põhust saviliiva, mille tihedus on väiksem kui 500 kuni 600 kg/m³, võib saviliiv kaotada oma säilitusvõime, kuna nii suure koguse põhu kasutamine annab materjalile suure kapillaarsuse. Sellistel juhtudel võib põhk mädanema minna, kui see liiga kauaks märjaks jääb (vt lk 83).

8 Saviliiv imab saasteaineid

Sageli väidetakse, et saviseinad aitavad saastunud siseõhku puhastada, kuid seda pole veel teaduslikult tõestatud. Kindel on asjaolu, et saviseinad imavad vees lahustunud saasteaineid. Näiteks on Ruhlebenis Berliinis nädistehas, mis kasutab savist pinnast, et iga päev 600 m³ reoveest fosfaadid eemaldada. Savimineraalid seovad fosfaadid ning eemaldavad need reoveest. Protseduuri eelis on see, et kuna vette ei jää mingeid võõrkehi, muudetakse fosfaadid kaltsiumfosfaadiks, mida kasutatakse uuesti väetisena.

Sisekliima parandamine

Kliimades, mis on mõõdukad kuni külmad, veedavad inimesed tavaliselt umbes 90% oma ajast suletud ruumides, seega on sisekliima heaolu oluline tegur. Mugavus sõltub õhu temperatuurist, liikumisest, niiskusest; kiirgusest ümbritsevatele objektidele ja kiirgusest, mis neilt pärineb; ning antud ruumis oleva õhu saaste sisaldusest.

Kui elanikud saavad kohe aru kui toatemperatuur on liiga kõrge või liiga madal, siis liiga kõrge või madala õhuniiskuse taseme mõju ei ole üldiselt teada. Õhuniiskusel on piiratud ruumides oluline mõju elanike tervisele ning savi suudab siseruumide niiskust tasakaalustada paremini kui ükski teine ehitusmaterjal. Seda asjaolu on alles hiljuti uurima hakatud ning on käesolevas peatükis hiljem üksikasjalikumalt kirjeldatud.

Õhuniiskus ja tervis

Grandjeani (1972) ja Beckeri (1986) teostatud uuringud on näidanud, et väiksem kui 40% suhteline niiskus pika perioodi vältel võib kuivatada limaskesti ning vähendada vastupidavust külmetusele ja sellega seotud haigustele. Tavaliselt imendab hingetoru epiteelkoe limaskest tolmu, baktereid, viiruseid jmt ning viib need epiteelkarvakeste lainetaolise liikumisega suhu tagasi. Kui aga kuivamine häirib seda imendumise ja transportimise süsteemi, võivad võõrkehad kopsudesse jõuda ja terviseprobleeme tekitada (vt 1.13).

Suurel, kuni 70%-sel suhtelisel niiskusel on mitmeid positiivseid tagajärgi: see vähendab õhu peene tolmu sisaldust, aktiveerib naha mikroobidevastased kaitsemehhanismid, vähendab mitmete bakterite ja viiruste eluiga ning vähendab lõhna ja staatilist laengut ruumis asuvate objektide pindadel.

Üle 70%-list suhtelist niiskust peetakse tavaliselt ebaseadlikuks, tõenäoliselt põhjusel, et soojades niisketes tingimustes väheneb vere hapniku tarbimine. Külmas niiskes õhus on märgata reumaatiliste valude suurenemist. Kui niiskus tõuseb suletud ruumides üle 70% või 80%, suureneb oluliselt seente moodustumine. Seente spooride suur kogus võib endaga kaasa tuua erinevaid valusid ja allergiaid.

Sellest järeldub, et ruumi niiskussisaldus peaks olema minimaalselt 40%, aga mitte rohkem kui 70%.

Õhuvahetuse mõju õhuniiskusele

Möödukates ja külmades kliimades, kui välistemperatuur on tunduvalt madalam kui sisetemperatuur, võib suurem värske õhu vahetumine muuta siseõhu nii kuivaks, et see toob endaga tervisele negatiivseid mõjusid. Näiteks kui ruumi siseneb välisõhk temperatuuriga 0 °C ja suhtelise niiskusega 60% ning see soojendatakse temperatuurile 20 °C, väheneb selle suhteline niiskus alla 20%. Isegi kui välisõhul (temperatuuril 0 °C)

oleks niiskuse tase 100% ja see soojendataks temperatuurile 20 °C, langeks selle suhteline niiskus siiski alla 30%. Mõlemal juhul muutub vajalikuks tõsta niiskust nii kiiresti kui võimalik, et saavutada tervislikud ja mugavad tingimused. Seda saab teha seinte, lagede, põrandate ja mööbli vabastatava niiskuse reguleerimisega (vt 1.14).

Saviliiva tasakaalustav mõju niiskusele

Poorsetel materjalidel on võime ümbritsevast õhust niiskust imada ja see niiskus tagasi õhku vabastada, saavutades seeläbi sisekliimas niiskustasakaalu. Tasakaaluniiskus sõltub ümbritseva õhu temperatuurist ja niiskusest (vt lk 29 ja joonis 2.29). Selle tasakaalustamisprotsessi tõhusus sõltub ka imendumise ja vabastamise kiirusest. Näiteks näitavad FEB-s korraldatud katsed, et toorsavitelistest seina esimene 1,5 cm paksune kiht on võimeline imama umbes 300 g vett ühe m² seinapinna kohta 48 tunni jooksul, kui ümbritseva õhu niiskus tõstetakse kiiresti 50%-lt 80%-le. Sama ajaperioodi vältel imavad sama paksusega silikaatkivi ja männipuit aga vaid ligikaudu 100 g/m², krohv 26 kuni 76 g/m² ja põletatud tellis vaid 6 kuni 30 g/m² (1.15).

Joonisel 1.16 on antud 11,5 cm paksuste erinevatest materjalidest krohvimata seinte kummagi poole 16 päeva neeldumiskõverad. Tulemustest ilmneb, et toorsavitellised imavad 50 korda rohkem niiskust kui suurel temperatuuril põletatud täistellised. Joonisel 1.17 on näidatud 1,5 cm paksuste proovide imendumiskiirused niiskuse suurendamisel 30%-lt 70%-ni.

Savise pinnase paksuse mõju imendumiskiirusele on näidatud joonisel 1.18. Siit ilmneb, et kui niiskust suurendatakse järsult 50%-lt 80%-le, imavad esimese 24 tunni jooksul niiskust vaid pealmised 2 cm ning vaid pealmine 4 cm paksune kiht on esimese nelja päeva jooksul aktiivne. Lubi-, kaseiin- ja tselluloosliimvärvid vähendavad imendumist vaid vähesel määral, samas kui kahekordse lateksi ja ühekordse linaseemneõli kihiga pinnakatted võivad imendumismäära vähendada vastavalt 38%-le ja 50%-le, nagu on näha joonisel 1.19.

Kui ruumis, mille põrandapind on 3 x 4 m, kõrgus 3 m ja seinapind 30 m² (ilma uste ja akendeta), suurendatakse siseõhu niiskust 50%-lt 80%-le, imaksid krohvimata toorsavitelistest seinad 48 tunni jooksul umbes 9 liitrit vett. (Kui niiskust vähendatakse 80%-lt 50%-le, siis sama kogus vabaneks.)

Kui samad seinad oleksid ehitatud põletatud täistellistest, imaksid need sama perioodi jooksul vaid umbes 0,9 liitrit vett, mis tähendab, et need ei ole ruumide õhuniiskuse tasakaalustamiseks sobivad.

Saksamaal 1985. aastal ehitatud savist välis- ja siseseintega maja erinevates ruumides viie aasta jooksul tehtud mõõtmised näitasid, et nende aastate jooksul püsis suhteline niiskus peaaegu muutumatuna, muutudes vahemikus 45% kuni 55%. Omanik soovis kõrgemat niiskustaset suurusega 50% kuni 60% ainult magamistoas. Sellist kõrgemat taset (mis on tervislikum inimestele, kellel on kalduvus külmetusse või grippi haigestuda) oli võimalik säilitada, kasutades ära kõrvalasuva vannitoa suuremat niiskust. Kui magamistoa niiskus langes liiga madalale, jäeti vannitua uks peale duši kasutamist lahti ning magamistoa seinad imasid endasse niiskust juurde.

Eelarvamused savi kui ehitusmaterjali suhtes

Eelarvamused saviliiva suhtes on teadmatuse tõttu ikka veel laialt levinud. Paljudel inimestel on raske mõista, et looduslikku ehitusmaterjali nagu savi ei ole vaja töödelda ning et paljudel juhtudel saab vundamentide kaevamiselt materjali, mida saab otse ehitamisel ära kasutada.

Väga iseloomulik on järgmine reaktsioon müürsepal, kes pidi *adobe*-seina ehitama: „Me oleks nagu keskajas, peame nüüd oma käsi kogu selle poriga määrima hakkama.“ Sama müürsepp näitas peale ühte nädalat *adobe*'dega töötamist õnnelikult oma käsi ja küsis: „Kas te olete kunagi müürsepal nii siledaid käsi näinud? *Adobe*'sid on väga tore käsitseda, kuna neil ei ole teravaid nurki.“

Kartus, et hiired või putukad võivad saviseintesse elama asuda, on alusetu, kui tegu on täisseintega. Putukad saavad ellu jääda ainult juhul, kui seintes on avaused, nagu vitspunutis-saviseinte puhul. Lõuna-Ameerikas levivad vitspunutis-saviseintes elavad putukad Chagasi-haigust, mis põhjustab pimedust. Avausi saab vältida kui ehitada seinad tampsavist või toorsavitellistest, mille savikrohvist vuugid on täielikult täidetud. Veel enam, kui savi sisaldab liiga palju orgaanilisi lisandeid nagu kerge põhuse savi korral, mille tihedus on väiksem kui 600 kg/m^3 , võivad põhuse elada ja seda rünnata väikesed putukad, nagu nt puukoid.

Tavaline on arusaam, et saviliivast pindasid on keeruline puhastada (eriti köögis ja vannitoas), kuid selle vastu aitab nende värvimine kaseiini, lubi-kaseiini, linaseemneõli või teiste katematerjalidega, mis muudab pinnad mitteabasiivseks. Nagu on selgitatud leheküljel 132, on saviseintega vannitoad hügieenilisemad kui glasuurplaatidega kaetud vannitoad, kuna savi imab suure niiskuse kiiresti, takistades seeläbi seente arengut.

Märkus

Meetermõõdustiku väärtuste konverteerimiseks inglise mõõdustikku vt lk 197.

2 Savi omadused ehitusmaterjalina

Koostis

Üldist

Saviliiv on tekkinud kivimite erosioonil maakoos. Erosioon toimub peamiselt liustike, vee ja tuule liikumisest tingitud kivimite mehaanilise lihvimise, kivimite soojuspaisumise ja kokkutõmbumise või kivide pragudes oleva vee külmumisel tekkiva paisumise teel.

Kivimite erosioonini võivad viia ka taimedes leiduvad orgaanilised happed, aga veelgi enam vee ja hapniku tõttu toimuvad keemilised reaktsioonid. Saviliiva koostis ja varieeruvad omadused sõltuvad kohalikest tingimustest. Tampsaviks on sobivamad näiteks kruusarikkad mägipiirkondade saviliivad (juhul kui need sisaldavad piisavas koguses savi), jõgede-äärsete alade saviliivad on sageli aga möllirikkamad, mistõttu on need väiksema ilmastikukindluse ja väiksema survetugevusega.

Saviliiv on segu savist, möllist ja liivast ning sisaldab aeg-ajalt suuremaid täitematerjale, nagu kruusa ja kive. Inseneriteaduses määratletakse saviliiva osakesi diameetri alusel: osakesi, mille diameeter on väiksem kui 0,002 mm, nimetatakse saviks; osakesi, mille diameeter on vahemikus 0,002 kuni 0,06 mm, nimetatakse mölliks; ning osakesi, mille diameeter on vahemikus 0,06 kuni 2 mm, nimetatakse liivaks. Suurema diameetriga osakesi nimetatakse kruusaks ja kivideks.

Samamoodi nagu tsement betoonis toimib savi saviliivas suuremate osakeste sideainena. Möll, liiv ja täitematerjalid moodustavad saviliiva täiteained. Sõltuvalt sellest, millist neist kolmest komponendist on kõige rohkem, saame rääkida kas liivsavist või möllisest või liivasest saviliivast. Traditsioonilises pinnasemehaanikas nimetatakse pinnast savivaeseks pinnaseks kui savisisaldus on väiksem kui 15 massiprotsenti. Kui savisisaldus on suurem kui 30 massiprotsenti, nimetatakse pinnast savirikkaks pinnaseks. Koostisosasid, mis moodustavad vähem kui 5 massiprotsenti tervikust, pinnaste nimetamisel ei mainita. Seega sisaldab näiteks möllirikas, liivane, savivaene pinnas rohkem kui 30% mölli, 15% kuni 30% liiva ja vähem kui 15% savi, kuid vähem kui 5% kruusa või kive.

Siiski ei ole saviehituse inseneriteaduses selline pinnaste nimetamise meetod väga täpne, kuna näiteks saviliiva, mis sisaldab 14% savi ning mida pinnasemehaanikas kutsutaks savivaeseks, peetakse saviehituse vaatenurgast savirikkaks pinnaseks.

Savi

Savi tekib päevakivi ja teiste mineraalide erosiooni käigus. Päevakivi sisaldab alumiiniumoksiidi, teist metallioksiidi ja ränidioksiidi. Ühe päevakivi levinuima tüübi keemiline valem on $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$. Kui kergesti lahustuvad kaaliumiühendid erosiooni käigus lahustuvad, siis moodustub savi, mida nimetatakse kaoliniidiks, valemiga $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Teine levinud savimineraal on montmorilloniit valemiga $\text{Al}_2\text{O}_2 \cdot 4\text{SiO}_2$. Leidub ka erinevaid vähem tuntud savimineraale, nagu illiit. Nende mineraalide struktuure on kujutatud joonisel 2.2.

Savimineraale leidub ka segatuna teiste keemiliste ühenditega, eriti koos hüdraatunud raudoksiidiga ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ja teiste rauaühenditega, mis annavad savile iseloomuliku kollase või punase värvuse. Mangaaniühendid annavad pruuni värvuse, lubja- ja magneesiumiühendid annavad valge värvuse ning orgaanilised ained annavad sügava pruuni või musta värvuse.

Savimineraalidel on tavaliselt kuusnurkne lamellaarne kristallstruktuur. Need lamellid koosnevad erinevatest kihtidest, mis moodustuvad tavaliselt ränist või alumiiniumist südamikku ümber. Ráni puhul ümbritsevad südamikke hapnikuga küllastunud ained, alumiiniumi puhul hüdroksüül(ioon)rühmad (-HO). Ränioksiidi kihtidel on tugevaim negatiivne laeng, mis annab neile suure lamellidevahelise siduvuse (vt joonis 2.3).

Kuna iga alumiiniumhüdroksiidi kiht on ühendatud ränioksiidi kihiga, on kahekihilisel kaoliniidil väike ionide sidumise võime, samas kui kolmekihilisel mineraalil montmorilloniidil asetseb üks alumiiniumhüdroksiidi kiht alati kahe ränioksiidi kihi vahel, andes sellele seeläbi suurema ionide sidumise võime.

Enamikel savimineraalidel on vahetatavad katioonid. Saviliiva siduvus ja survetugevus sõltuvad katioonide tüübist ja kogusest.

Möll, liiv ja kruus

Mölli, liiva ja kruusa omadused on savist täiesti erinevad. Need on lihtsad täitematerjalid, millel puudub siduvus ning mis moodustuvad kas kivide erosioonil, mis juhul on neil teravad nurgad, või vee liikumisel, mis juhul on need ümarad.

Terade suurusjaotus

Saviliiva iseloomustavad selle koostisosad: savi, möll, liiv ja kruus. Komponentide osakaalu esitletakse tavaliselt joonisel 2.1 näidatud graafikutüübiga. Vertikaalne telg esindab iga terasuuruse massiprotsenti tervikust ning terasuurused kantakse logaritmilist skaalat kasutades horisontaalsele teljele. Kõver kantakse graafikule kumulatiivselt, nii et iga terasuurus hõlmab kõiki peeneid koostisosi.

Ülemine graafik iseloomustab savirikast liivsavi, mis sisaldab 28% savi, 35% mölli, 33% liiva ja 4% kruusa. Keskmisel graafikul on näha möllirikast saviliiva, mis sisaldab 76% mölli, ning alumisel graafikul on liivarikas saviliiv, mis sisaldab 56% liiva. Joonisel 2.4 on kujutatud veel üht meetodit kuni 2 mm suurustest osakestest koosneva saviliiva graafiliseks kirjeldamiseks. Siin kantakse savi, mölli ja liiva protsentuaalsed sisaldused kolmnurga kolmele teljele ning nimetatud sisaldusi saab ka vastavalt lugeda. Näiteks koosneb antud graafikul näidatud saviliiv märgistusega S III 22% savist, 48% möllist ja 30% liivast.

Orgaanilised koostisosad

Pinnas, mis on kaevatud vähem kui 40 cm sügavuselt, sisaldab tavaliselt taimset materjali ja huumust (taimede kõdunemise saadust), mis koosneb peamiselt kolloidsetest osakestest ning on happeline (pH-väärtus < 6). Ehitusmaterjalina peaks pinnas olema vaba huumusest ja taimsest materjalist. Teatud tingimustel võib lisada taimset materjali, nagu põhku, kuid vaid juhul, kui see on kuiv ning puudub oht selle hilisemaks kõdunemiseks (vt lk 83).

Vesi

Vesi aktiveerib saviliiva siduvuse. Lisaks vabale veele leidub saviliivas kolme erinevat tüüpi vett: kristallvesi (struktuurne vesi), imendunud vesi ja kapillaarvesi (vesi poorides). Kristallvesi on keemiliselt seotud ning on eristatav vaid siis, kui saviliiv kuumutatakse temperatuurile vahemikus 400 °C kuni 900 °C. Imendunud vesi on savimineraalidega elektriliselt seotud. Kapillaarvesi on materjali pooridesse sisenenud kapillaarselt. Imendunud vesi ja kapillaarvesi vabanevad segu kuumutamisel temperatuurile 105 °C. Kui kuiv savi saab märjaks, siis see paisub, kuna vesi imbub lamellaarse struktuuri vahele, ümbritsedes lamellid õhukese veekihiga. Kui see vesi aurustub, väheneb lamellidevaheline kaugus ning lamellid korrastavad ennast elektrilise vastastikmõju toimel paralleelsesse

mustrisse. Seega omandab savi plastses olekus „siduvuse“ (vt lk 32) ning peale kuivamist surve- ja tõmbetugevuse.

Poorsus

Poorsuse määr määratletakse saviliiva pooride kogumahuga. Pooride mahust olulisemad on pooride mõõtmed. Mida suurem on poorsus, seda suurem on auru difusioon ja külmakindlus.

Eripind

Pinnase eripind on kõigi osakeste pindade summa. Jämeda liiva eripind on ligikaudu $23 \text{ cm}^2/\text{g}$, mölli eripind on ligikaudu $450 \text{ cm}^2/\text{g}$ ja savi eripind on vahemikus $10 \text{ m}^2/\text{g}$ (kaoliniit) kuni $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ (montmorilloniit). Mida suurem on savi eripind, seda suuremad on sisemised kohesioonijõud, mis on olulised nii siduvusele kui ka surve- ja tõmbejõule.

Tihedus

Pinnase tihedus määratletakse kuivmassi ja mahu (mis hõlmab ka poore) suhtega. Värskest kaevatud pinnase tihedus on vahemikus 1000 kuni $1500 \text{ kg}/\text{m}^3$. Kui nimetatud pinnas kokku surutakse, nagu tampsavi või pressitud toorsaviplokkide korral, varieerub selle tihedus vahemikus 1700 kuni $2200 \text{ kg}/\text{m}^3$ (või rohkem, kui see sisaldab olulisel määral kruusa või suuremaid täitematerjale).

Kokkusurutavus

Kokkusurutavus on võime pinnast staatilise surve või dünaamilise tihendamisega kokku suruda nii, et selle maht väheneb. Maksimaalse tihenduse saavutamiseks peab pinnasel olema kindel veesisaldus, nn optimaalne veesisaldus, mis võimaldab osakesi liigset hõõrdumist tekitamata tihedamasse olekusse liigutada. Nimetatud optimaalset veesisaldust mõõdetakse Proctor-teimiga (vt lk 44).

Katsed saviliiva koostise analüüsimiseks

Et määratleda saviliiva sobivust kindlaks rakenduseks, on vaja teada selle koostist. Järgnevalt kirjeldatakse standarditud laboratoorseid katseid ja lihtsaid välikatseid, mida kasutatakse saviliiva koostise analüüsimiseks.

Kombineeritud sõel- ja setteanalüüs

Sõelumisega on suhteliselt lihtne määrata jämedate täitematerjalide (liiva, kruusa ja kivide) osakaalu. Peenete täitematerjalide osakaalu saab aga määratleda vaid setitamisega. Katset on üksikasjalikult kirjeldatud Saksamaa standardis DIN 18123.

Veesisaldus

Saviliiva segus sisalduva vee koguse saab lihtsasti kindlaks määrata, kui proov kaaluda ning seejärel kuumutada ahjus temperatuurini 105 °C. Kui mass jääb püsima, on segu kuiv ning algse ja lõpliku massi erinevus annab kogu keemiliselt seondumata vee massi. Veesisaldust väljendatakse protsendina kuiva segu massist.

Lihtsad välikatsed

Järgmised katsed ei ole väga täpsed, aga neid saab ehitusplatsil üsna kiiresti läbi viia ning need on tavaliselt piisavalt täpsed, et hinnata saviliiva koostist ning kindlaks määrata, kas segu on teatud rakenduseks sobiv.

Lõhnakatse

Puhas saviliiv on lõhnatu, kuid kui see sisaldab lagunevat huumust või orgaanilist materjali, siis omandab see kopitanud lõhna.

Närimiskatse

Näputäit pinnast näksitakse kergelt. Liivase pinnase närimine on ebameeldivam kui möllise pinnase närimine. Savine pinnas on närimisel aga kleepuv, sile või jahune.

Pesemiskatse

Niisket pinnaseproovi hõõrutakse käte vahel. Kui terad on selgelt tuntavad, viitab see liivasele või kruusasele pinnasele. Kui proov on kleepuv, kuid käed on võimalik peale kuivamist puhtaks hõõruda, siis viitab see möllisele pinnasele. Kui proov on kleepuv ning käte puhastamiseks on vaja kasutada vett, siis viitab see savisele pinnasele.

Lõikamiskatse

Niiske pinnaseproov vormitakse palliks ja seda lõigatakse noaga. Kui lõikepind on läikiv, tähendab see, et segul on suur savisisaldus, kui see on tuhm, viitab see suurele mölli sisaldusele.

Settekatse

Segu segatakse klaaspurgis suure hulga veega. Suurimad osakesed settivad põhja, väikseimad settekuhja pinnale. Selline kihistumine võimaldab hinnata koostisosade osakaalu. Vale on väita, et iga kihi kõrgus vastab savi, mölli, liiva ja kruusa proportsioonile, nagu on väitnud mitmed autorid (nt CRATerre 1979: 180; International Labour Office 1987: 30; Houben, Guillaud 1984: 49; Stulz, Mukerji 1988: 20; United Nations Centre for Human Settlement 1992: 7) (vt 2.6).

Mitmed katsed Kasseli ülikooli ehitusuuringute laboris (FEB) näitasid, et vea suurus võib olla kuni 1750%, nagu nähtub ka joonistelt 2.5 ja 2.8. Tegelikult saab järjestikuseid kihte eristada vaid terade suurusjaotuse järskude muutuste juures ning need ei pruugi kokku langeda tegelike määratletud piiridega savi ja mölli vahel ning mölli ja liiva vahel (vt 2.7).

Kera kukutamise katse

Katsetatav segu peab olema nii kuiv kui võimalik, kuid piisavalt märg, et seda saaks vormida 4 cm suuruse diameetriga keraks.

Sellise kera kukutamisel 1,5 m kõrguselt lamedale pinnale võib saada erinevaid tulemusi, nagu on näha joonisel 2.9. Kui kera muutub vaid pisut lamedamaks ja sellesse tekivad vaid üksikud praod või neid ei teki üldse, nagu vasakpoolsel proovil, on sellel suure savisisalduse tõttu suur siduvus. Tavaliselt peab sellist segu liiva lisamisega hõrendama. Kui katse näeb välja nagu parempoolne proov, on selle savisisaldus väga väike. Sellisel juhul ei ole proovi siduvus tavaliselt piisav ning seda ei saa ehitusmaterjalina kasutada. Vasakult kolmanda proovi korral on segul suhteliselt kehv siduvus, kuid tavaliselt võimaldab selle koostis seda kasutada toorsavitelisteks (*adobe*'deks) ja tampsaviks.

Konsistentsi katse

Niiske pinnas vormitakse keraks diameetriga 2 kuni 3 cm. Kera rullitakse peenikeseks niidiks diameetriga 3 mm.

Kui niit puruneb või sellesse tekivad praod enne, kui saavutatakse 3-mm diameeter, siis niisutatakse segu järk-järgult seni, kuni niit puruneb alles 3-mm diameetri saavutamisel.

Segu vormitakse seejärel keraks. Kui see ei ole võimalik, siis on liiva sisaldus liiga suur ja savi sisaldus liiga väike. Kui kera saab pöidla ja nimetissõrme vahel purustada vaid suure jõuga, on savisisaldus liiga suur ja segu tuleb liiva lisamisega hõrendada. Kui kera laguneb väga kergelt, sisaldab saviliiv vähe savi.

Nidususe katse (lindi katse)

Saviliiva proov peaks olema piisavalt niiske, et selle saaks rullida niidiks diameetriga 3 mm, ilma et niit puruneks. Sellest niidist moodustatakse ligikaudu 6 mm paksune ja 20 mm laiune lint ning seda hoitakse peopesas. Linti libistatakse seejärel üle peopesa ääre nii kaugemale kui võimalik, kuni see puruneb (vt 2.10).

Kui lindi vaba pikkus on enne purunemist suurem kui 20 cm, siis on saviliiv suure siduvusega, mis viitab sellele, et savisisaldus on ehitamiseks liiga suur. Kui lint puruneb juba peale paari sentimeetrist libistamist, on segus liiga vähe savi. Katse on ebatäpne ning selle teostamisel FEB-s leiti, et veamäär on suurem kui 200%, kui saviliiva ei sõtkutud korralikult ning lindi paksus ja laius varieerusid.

Seetõttu arendati välja uus täpsem katse, milles moodustati 20 mm laiune ja 6 mm kõrgune profiil, surudes saviliiva sõrmedega kahe kõrgema ääre vahele. Pind siluti pudeliga sellest üle rullides (vt 2.11). Saviliivast lindi kleepumise ennetamiseks on vormi põhi kaetud õhukese plastribaga või õlipaberiga. Lindi pikkust hetkel, mil see puruneb omaenda massi all, mõõdetakse, lükates linti aeglaselt üle ümardatud serva kumerusraadiusega 1 cm (2.11, parempoolne). Iga pinnasetüübi kohta võeti viis proovi ning lindi pikkused mõõdeti purunemiskohast.

Iga komplekti suurimad purunemispikkused ja siduvused on kantud graafikule 2.12 vastavalt standardi DIN 18952 katsele (vt lk 32). Siin kirjeldatud katses tehti aga väike muudatus:

kuna leiti, et väiksemad väärtused olid tavaliselt ebapiisava segamise, ebatäpse plastsuse või teiste valmistamise vigade tulemus, siis võeti siin arvesse ka viie proovi maksimaalset

tugevust. Selleks, et tagada erinevate saviliiva segude võrreldavus, määratleti proovide valitud konsistents katsekera kukutamisel moodustuva lameda ringja ala diameetriga 70 mm (50 mm asemel), kusjuures nimetatud katsekera mass on 200 g ning see kukutatakse 2 m kõrguselt. (Väikese savisisaldusega liivaste saviliiva segude puhul ei ole 50 mm suurune diameeter saavutatav.)

Happe katse

Saviliivad, mis sisaldavad lupja, on tavaliselt valged, neil on väike siduvus ja need pole seega saviehituseks sobivad. Lubjasisalduse määramiseks lisatakse klaasist või puidust pulka kasutades üks tilk 20%-list HCl-i lahust. Lupja sisaldava saviliiva korral tekib CO₂ vastavalt võrrandile $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Selline CO₂ teke on vaadeldav, kuna sellest tuleneb soolade kristalliseerumine. Kui kristalliseerumist ei toimu, on lubjasisaldus väiksem kui 1%. Kui toimub nõrk lühiajaline kristalliseerumine, on lubjasisaldus vahemikus 1% kuni 2%, kui kristalliseerumine on tugevam, kuid lühiajaline, on lubjasisaldus vahemikus 3% kuni 4%, ning kui kristalliseerumine on tugev ja pikaajaline, on lubjasisaldus suurem kui 5% (Voth 1978: 59).

Samas tuleb märkida, et tume lubjavaba saviliiv, millel on suur huumusesisaldus, võib tekitada sama nähtuse.

Vee mõjud

Kui saviliiv saab märjaks, siis see paisub ja muutub tahkest olekust plastseks.

Paisumine ja kahanemine

Saviliiva paisumine kokkupuutel veega ja selle kahanemine kuivamisel on ebasoodne selle kasutamiseks ehitusmaterjalina. Paisumine toimub vaid siis, kui saviliiv puutub otse kokku nii suure hulga veega, et kaotab oma tahke oleku. Niiskuse imendumine õhust aga paisumiseni ei vii.

Paisumise ja kahanemise määr sõltub savi tüübist ja kogusest (montmorilloniitsavi puhul on see mõju palju suurem kui kaoliniidi ja illiidi puhul) ning ka mölli ja liiva terade jaotusest. Katsed tehti FEB-s, kasutades erinevate saviliiva segude proove suurusega

10 x 10 x 7 cm, mida leotati 80 cm³ veega ja kuivatati seejärel ahjus temperatuuril 50 °C, et uurida kahanemispragusid (2.13). Tööstuslikult valmistatud põletamata plokkidel (2.13, ülemine vasakpoolne), mille granulaarsuskõverat on kujutatud graafikul 2.1 (ülemine), on näha kahanemispraod. Sarnasel segul sama tüüpi ja samas koguses saviga, kuid mölli ja liiva „optimeeritud“ jaotusega, ei ilmnenud peale läbikuivamist peaaegu üldse pragusid (2.13, ülemine parempoolne). Möllisest pinnasest valmistatud toorsavitellisel (2.13, alumine parempoolne; granulaarsuskõver kujutatud graafikul 2.1, keskmine) ilmnevad mitmed väga peened praod, samas kui liivasest pinnasest toorsavitellisel (2.13, alumine vasakpoolne; granulaarsuskõver kujutatud graafikul 2.1, alumine) ei ilmne üldse pragusid. Leheküljel 39 on selgitatud, kuidas kahanemist saab terade jaotuse muutmisega minimeerida.

Lineaarse kahanemise määratlemine

Enne kui saab võrrelda erinevate saviliiva proovide kahanemismäärasid, peab neil olema võrreldav plastsus.

Saksamaa standardis DIN 18952 kirjeldatakse järgmiseid standardse jäikuse saamiseks vajalikke etappe.

1. Kuiv saviliiva segu purustatakse ja sõelutakse, et eemaldada kõik osakesed, mille diameeter on suurem kui 2 mm.
2. Ligikaudu 1200 cm³ seda materjali niisutatakse kergelt ning tambitakse lamedal pinnal, et tekitada katkematu tükk (nagu paks pannkook).
3. Lame tükk lõigatakse seejärel 2 cm laiusteks ribadeks, mis asetatakse üksteisega küljkülje kõrvale, ning saadud tükki tambitakse uuesti. Protseduuri korratakse seni, kuni alumisel osal nähtub ühtlane struktuur.
4. Selleks, et veesisaldus oleks läbi kogu proovi ühtlaselt jaotatud, peab suure savisisaldusega saviliiv seejärel kaksteist tundi seisma ning väikese savisisaldusega saviliiv peab seisma umbes kuus tundi.
5. 200 g segust tambitakse ning pressitakse kerasse.
6. Keral lastakse 2 m kõrguselt lamedale pinnale kukkuda.
7. Kui selliselt saadud lapiku pinna diameeter on 50 mm, loetakse standardne jäikus saavutatuks. Erinevus saadud ketta suurima ja väikseima diameetri vahel ei tohiks olla

rohkem kui 2 mm. Vastasel korral tuleb kogu protsessi korrata, kuni kukutamiskatsel saavutatakse täpne diameeter. Kui ketta diameeter on suurem kui 50 mm, tuleb segu pisut kuivatada ning kogu protsessi korratakse, kuni saadakse täpne diameeter.

8. Kui ketta diameeter on väiksem kui 50 mm, tuleks lisada mõni tilk vett.

Sellise standardse jäikusega tuleb kahanemiskatse teostada järgmiselt.

1. Materjali surutakse ja tambitakse korduvalt puidutükiga, mille lõikepind on ligikaudu 2 x 2 cm, lamedal pinnal seisvasse vormi, mida on näidatud joonisel 2.14.
2. Valmistada tuleb kolm proovi ning vorm tuleb eemaldada koheselt.
3. Proovidele tehakse noaga 200 mm kaugusele märgid.
4. Nimetatud kolme proovi kuivatatakse kolm päeva ruumis. Seejärel kuumutatakse neid ahjus temperatuurini 60 °C seni, kuni rohkem kahanemist ei täheldata. DIN standardis mainitakse, et proove tuleb kuivatada õlitatud klaasplaadil. FEB soovib plaadi katta õhukese liivakihi, et muuta kuivamise protsess ühtlasemaks ja vältida hõõrdumist.
5. Kolme proovi keskmine kahanemine 200 mm suuruse pikkuse suhtes annab lineaarse kahanemise suhte protsentides. Kui ühe proovi kahanemine erineb teisest kahest proovist rohkem kui 2 mm võrra, tuleb nimetatud proov uuesti valmistada.

Plastsus

Saviliival on neli konsistentsi olekut: voolav, plastne, poolkõva ja kõva. Nende olekute piirid määratles Rootsi teadlane Atterberg.

Voolavuspiir

Voolavuspiir (w_L) on veesisaldus voolava ja plastse oleku piiril. Seda väljendatakse protsendina ning määratakse joonisel 2.15 näidatud Casagrande aparaadiga allkirjeldatud etappe järgides.

1. Segu peab pikka aega vees seisma (kui savisisaldus on suur, siis kuni neli päeva) ning seejärel surutakse see läbi sõela silma suurusega 0,4 mm.
2. 50 kuni 70 g tainja konsistentsiga nimetatud segu asetatakse aparaadi kaussi ja selle pind silutakse. Maksimaalne paksus kausi keskel peaks olema 1 cm.

3. Seejärel tehakse segusse erilist seadet kasutades soon, kusjuures seadet hoitakse alati kausi pinnaga risti.
4. Pidet kiirusel kaks ringi sekundis pöörates tõstetakse ja kukutatakse kaussi seni, kuni soon on 10 mm pikkuses suletud.
5. Tehtud löökide arv loetakse ning veesisalduse määramiseks võetakse kausi keskelt proov mahuga 5 cm³. Kui soon sulgub 25 löögi juures, on segu veesisaldus võrdne voolavuspiiriga.

Veesisalduse korduv muutmine, kuni soon sulgub täpselt 25 löögi järel, on väga ajakulukas. Saksamaa standardis DIN 18122 kirjeldatud eriline meetod võimaldab katset teostada nelja erineva veesisaldusega, kui löökide arv jääb vahemikku 15 kuni 40. Joonisel 2.16 on näha, kuidas neid nelja katset kasutades voolavuspiir saadakse. Nimetatud neli väärtust on märgitud diagrammile, mille horisontaalne koordinaat näitab löökide arvu logaritmilisel skaalal ning vertikaalne koordinaat näitab veesisaldust protsendina. Voolavuspiir saadakse, tõmmates joone läbi saadud nelja väärtuse ning lugedes interpoleeritud väärtuse 25 löögi koordinaadilt.

Plastsuspiir

Plastsuspiir (w_p) on protsendina väljendatud veesisaldus plastse ja poolkõva oleku piiril. See määratakse järgmise protseduuri abil. Sama segu, mida kasutati voolavuspiiri määratlemiseks, rullitakse käsitsi vettimaval pinnal (papel, pehmel puidul või sarnasel materjalil) peenikesteks niitideks diameetriga 3 mm. Seejärel vormitakse need niidid keraks ja rullitakse uuesti niitideks. Seda protseduuri korratakse, kuni niidid hakkavad 3 mm suuruse diameetri juures murenema. Sellest segust eemaldatakse ligikaudu 5 g, mis koheselt kaalutakse ning seejärel veesisalduse määramiseks kuivatatakse. Katset korratakse kolm korda. Üksteisest kuni 2% võrra erineva kolme proovi keskmine väärtus on võrdne plastsuspiiriga.

Kui suuremad terad on varem välja sõelutud, tuleb katse tulemusi korrigeerida, kuna voolavus- ja plastsuspiirid on määratletud, kasutades segu, mis sisaldab vaid terasid, mis on väiksemad kui 0,4 mm. Kui välja sõelutud osa on väiksem kui 25% kogu segu kuivmassist, võib veesisalduse arvutada, kasutades järgmist valemit:

$$w_0 = \frac{w}{1 - A},$$

kus w_0 on arvatud veesisaldus, w on määratud veesisaldus w_L või w_P ning A on selliste terade mass, mis on suuremad kui 0,4 mm, väljendatud protsendina kogu segu kuivmassist.

Plastsusarv

Erinevust voolavuspiiri ja plastsuspiiri vahel nimetatakse plastsusarvuks (I_P). Tabelis 2.17 on toodud mõned w_L , w_P ja I_P tüüpilised väärtused.

Konsistentsiarv

Konsistentsiarvu (I_C) saab arvutada plastse oleku mis tahes veesisaldusele (w), kasutades järgmist valemit:

$$I_C = \frac{w_L - w}{w_L - w_P} = \frac{w_L - w}{I_P}$$

Konsistentsiarv on voolavuspiiril 0 ja plastsuspiiril 1.

Standardne jäikus

Kuna Atterbergi plastsuspiiri määratlus ei ole väga täpne, pakub Niemeier võrdse konsistentsiga segude võrdlemise aluseks „standardset jäikust“. Sellise jäikuse saamise meetodit on kirjeldatud leheküljel 24.

Valguvus

Mördisegude töödeldavust määratletakse valguvusega. Seda saab määrata Saksamaa standardites DIN 1060 (Osa 3) või DIN 1048 (Osa 1) kirjeldatud meetodiga. Nimetatud meetodis valatakse mört läbi standardse lehtri raputuslauale, mida tõstetakse ja kukutatakse kindlaks määratud tüüpi löökidega kindel arv kordi. Selliselt moodustunud mördikoogi diameetrit mõõdetakse sentimeetrites ning seda nimetatakse valguvuseks.

Kahanemispäär

Kahanemispäär (w_S) on määratletud kui piir poolkõva ja kõva oleku vahel. Tegu on piiriga, kust alates kahanemist enam ei toimu. Savise pinnase puhul on see optiliselt tuvastatav, kui niiske segu tume värvus muutub poorides oleva vee aurustumise tulemusel heledamaks. Siiski pole tegu täpse mõõtmismeetodiga.

Kapillaarnähtus

Vee liikumine

Kõik avatud poorsete struktuuridega materjalid, nagu saviliiv, on võimelised oma kapillaarides vett hoidma ja seda transportima. Vesi liigub seega alati suurema niiskusega aladelt väiksema niiskusega aladele. Vee võimet selliselt imemisele reageerida nimetatakse „kapillaarsuseks“ ning vee transportimise protsessi nimetatakse „kapillaarnähtuseks“.

Vee kogust (W), mis saab antud ajaperioodil imenduda määratakse valemiga:

$$W = w\sqrt{t} \text{ [kg/m}^2\text{]},$$

kus w on veeimavustegur, mida mõõdetakse ühikuga $\text{kg/m}^2\text{h}^{0,5}$, ning t on aeg tundides.

Veeimavusteguri määramine

Saksamaa standardi DIN 52617 kohaselt saadakse veeimavustegur (w) järgmiselt: saviliiva kuubikujuline proovikeha asetatakse tasasele pinnale ja lastakse ligikaudu 3 mm sügavusele vette, selle massi suurenemist mõõdetakse perioodiliselt. Tegur (w) arvutatakse seejärel valemiga:

$$w = \frac{W}{\sqrt{t}} \text{ [kg/m}^2\text{h}^{0,5}\text{]},$$

kus W on massi suurenemine pindala ühiku kohta ja t on möödunud aeg tundides.

Katse käigus peaksid kuubi kõik neli külge olema suletud nii, et nendelt pindadelt ei imenduks katsekehasse vett ning töötaks vaid kuubi alumine pind.

Saviliiva proovide puhul põhjustavad probleeme alad, mis paisuvad ja aja jooksul vee all uhtuvad. FEB arendas selle vältimiseks erilise meetodi: et ennetada vee sisenemist külgedelt ning kuubi paisumist ja deformeerumist, kaetakse proovid kõigist neljast küljest klaaskiuga tugevdatud polüestervaiguga. Osakeste erosiooni takistamiseks sukeldatud pinnalt kinnitatakse selle alla filterpaber, mis liimitakse polüestervaigust külgedele. Kaalumise käigus katsekeha põhjal nõrgestatud saviliiva deformeerumise ennetamiseks asetatakse filterpaberi alla 4 mm paksune käsn akrüülklaasist plaadil (vt joonis 2.18).

Mõlemaid meetodeid võrdlev katse põletatud tellisest katsekehaga näitas, et FEB meetod vähendas tulemusi vaid 2% võrra.

Joonisel 2.19 on toodud erinevate katsetatud saviliivade tegur w ning tavaliste ehitusmaterjalide w -väärtused. Huvitaval kombel andsid möllise pinnase proovid suurema w -väärtuse kui savise pinnase proovid. Üllatavalt näitas võrdlus põletatud tellistega, et saviliiva w -väärtused on 10 korda väiksemad.

Joonisel 2.20 nähtav veeimavus ajas on samuti väga huvitav. Siit nähtub, et imelisel kombel suurendab väikese koguse tsemendi lisamine imendumist olulisel määral.

Kapillaarne veemahutavus

Maksimaalne võimalik imatava vee kogus võrreldes proovikeha mahu või massiga on „kapillaarne veemahutavus“ ($[kg/m^3]$ või $[m^3/m^3]$). Arvestades kondensatsiooni nähtusega ehitusmaterjalides, on tegu olulise väärtusega. Joonisel 2.19 on näidatud need väärtused koos w -väärtustega.

Karsteni veeläbivuse katse

Karsteni veeläbivuse katses kinnitatakse sfääriline klaasist konteiner diameetriga 30 mm ja selle külge kinnitatud mõõtesilinder silikoonliimiga katse proovile nii, et veega kokkupuutuv katsepind on 3 cm^2 (Karsten 1983; vt joonis 2.21). Tavaline vett kasutav meetod on problemaatiline, kuna proov laguneb liitekohal.

Seega kohandas FEB nimetatud meetodit, sulgedes klaaskonteineri avause filterpaberiga (vt 2.22, parem). Selle meetodi tulemused olid võrreldavad Saksamaa standardis DIN 52617 antud meetodi tulemustega (vt 2.23).

Stabiilsus staatilises vees

Stabiilsust staatilises vees saab Saksamaa standardi DIN 18952 (Osa 2) kohaselt määratleda järgmiselt: prismaatiline katsekeha kastetakse 5 cm sügavusse vette ning mõõdetakse aeg, mis kulub uputatud osa lagunemiseks. Nimetatud standardi kohaselt ei ole proovid, mis lagunevad vähem kui 45 minutiga, saviehituseks sobivad. Kuid see katse ei ole saviehituse praktikas vajalik, kuna savikomponendid ei oleks ühelgi juhul kunagi püsivalt vette uputatud. Selle asemel on oluline vastupanu jooksvale veele.

Vastupanu jooksvale veele

Ehitamise käigus on savist ehituselemendid sageli vihmale avatud ja erosioonitundlikud, eriti kui need on ikka veel märjad. Seega on oluline määrata nende vastupanu jooksvale veele. Erinevate saviliiva segude vastupanuvõimete võrdlemiseks arendas FEB katseseadme, mis on võimeline katsetama kuni kuut proovi korraga (vt 2.24). Selles seadmes piserdatakse veejoad diameetriga 4 mm 45° nurga all ja kiirusel 3,24 m/s katsekehadele, simuleerides seeläbi halvimaid hoovihma tingimusi Euroopas.

Vihma ja külma põhjustatud erosioon

Joonisel 2.25 on näidatud kaht proovikeha: kumbagi neist on näidatud enne katse läbiviimist (vasakul) ja peale kolme aastat ilmastikutingimustes (paremal). Parempoolse proovikeha pinnase segu sisaldas 40% savi; vasakpoolne proovikeha oli segatud liivaga, vähendades savi sisalduse 16%-le. Mõlemat segu katsetati mördi konsistentsil ning üksikute 5 cm paksuste kihtidena. Peale kuivamist ilmnesid suured kahanemispraod. Savisel segul oli näha 11% kahanemist, liivasel segul vaid 3%. Peale kolme aastat ilmastiku käes ilmnes savisel pinnasel eriline külma põhjustatud kestendus. Selle põhjuseks olid peenikesed juuspraod, mis ilmnesid kuivamise käigus ning läbi mille imendus pinnasesse kapillaarnähtuse kaudu vihmavesi. Kui see vesi külmus, suurenes selle maht, mis põhjustas pealmiste kihtide eraldumise. Piirkondades, kust juuspragusid ei leitud, seda toimet ei ilmnenud. Samuti ei nähtunud nimetatud piirkondades vihmavee erosiooni. Vasakpoolsel proovil ei ilmnenud seda tüüpi erosiooni ka peale kolme aastat. Siin on näha, et osa saviliivast on vihmaga minema pestud nii, et horisontaalne kahanemispragu on osaliselt nende osakestega täitunud, kuid külma põhjustatud erosiooni ei nähtu. Selle põhjuseks on juuspragude puudumine ning asjaolu, et saviliiv sisaldas piisavalt suuri poore, mis võimaldasid külmuval veel paisuda.

Katse tulemusel sai teha järgmised järeldused:

- liivase saviliiva vastupanu vihmaveele on väike, kuid materjal on pragude puudumisel külmakindel;
- suure savisisaldusega saviliival on soodumus juuspragude tekkeks ning materjal on seega külmale vastuvõtlik. Kui juuspraod puuduvad, on materjal peaaegu vihmakindel. Mida suurem on poorsus ja mida suuremad on poorid, seda suurem on saviliiva külmakindlus. Seega ei ole tavalised tehases valmistatud pressitud savitellised külmakindlad ja neid ei

tohiks külmades kliimades välisseintes kasutada. Kontrastina on liivasest saviliivast käsitsi valmistatud *adobe*'d tavaliselt külmakindlad.

Kuivamisperiood

Perioodi, mille jooksul märg saviliiv saavutab oma tasakaaluniiskuse, nimetatakse „kuivamisperioodiks“. Joonisel 2.26 on näidatud suletud ruumis temperatuuril 20 °C ja ümbritseva õhu suhtelisel niiskusel vastavalt 81% ja 44% kuivatatud liivase savimördi vähenev veesisaldus ja suurenev kahanemine. Niiskusel 44% võttis kuivamine aega umbes 14 päeva, samas kui niiskusel 81% võttis see umbes 30 päeva. Joonisel 2.27 on näidatud erinevate saviliiva proovide kuivamise protsess võrreldes teiste ehitusmaterjalidega. Selles FEB teostatud katses asetati tellisesuurused proovikehad 24 tunniks 3 mm sügavusse vette ning neid hoiti seisva õhu tingimustes ruumis temperatuuriga 23 °C ja suhtelise niiskusega 50%. Huvitaval kombel kuivasid kõik saviliiva proovid läbi 20 kuni 30 päevaga, samas kui põletatud savitellised, silikaattellised ja betoon polnud isegi peale 100 päeva läbi kuivanud.

Veeauru mõjud

Veega kokkupuutel saviliiv paisub ja nõrgeneb, veeauru mõju all imab see niiskust, kuid jääb kõvaks ja säilitab oma jäikuse ilma paisumata. Seega suudab saviliiv tasakaalustada õhuniiskust, nagu on üksikasjalikult kirjeldatud lk 15–18.

Veeauru difusioon

Keskistes ja külmades kliimades, kus sisetemperatuurid on sageli kõrgemad kui välistemperatuurid, ilmnevad sise- ja välisruumide vahel aururõhu erinevused, mis põhjustavad veeauru liikumise läbi seinte seest välja. Aur liigub läbi seinte ning seinamaterjali vastupanu sellisele liikumisele määratletakse „veeauru difusioonitakistusteguriga μ “.

Aurutakistuse väärtust on oluline teada, kui sise- ja välisruumide temperatuuride erinevus on nii suur, et siseõhk kondenseerub peale seinas jahtumist.

Saksamaa standardis DIN 52615 kirjeldatakse nende väärtuste määramise täpseid katseprotseduure. Toode m ehituselemendi paksusega s annab spetsiifilise veeauru

difusioonitakistuse S_d . Seisva õhu S_d -väärtus on 1. Joonisel 2.28 on näidatud mõned erinevate saviliivade FEB määratud μ -väärtused. On oluline märkida, et möllise saviliiva μ -väärtus on ligikaudu 20% väiksem kui liivsavi ja liivasel saviliival ning 750 kg/m^3 kaaluva keramsiidiga kerge saviliiva väärtus on 2,5 korda suurem kui põhuga segatud ja sama üldise tihedusega saviliival.

Peatükis 12 (lk 98) kirjeldatakse, kuidas värvimine vähendab seinte auru läbilaskvust.

Tasakaaluniiskus

Igal poorsel materjalil on ka kuival kujul olemas iseloomulik niiskus, mida nimetatakse „tasakaaluniiskuseks“ ning mis sõltub ümbritseva õhu temperatuurist ja niiskusest. Mida kõrgemad on temperatuuri ja niiskuse tasemed, seda rohkem imab materjal vett. Temperatuuri ja õhuniiskuse vähendamisel vabaneb materjalist ka vesi. Joonisel 2.29 on näidatud erinevate saviliiva segude imendumiskõverad. Väärtused varieeruvad 0,4%-st liivase saviliiva puhul õhuniiskusel 20% kuni 6%-ni liivsavi puhul õhuniiskusel 97%. Huvitav on märkida, et rukkipoõhu tasakaaluniiskus 80% niiskuse korral on 18%. Kontrastina saavutab keramsiit, mida kasutatakse samuti kerge saviliiva saamiseks, oma tasakaaluniiskuse vaid 0,3% juures. Joonisel 2.30 on näidatud neli saviliiva segu väärtust võrdluses teiste tavaliste ehitusmaterjalide väärtustega.

Siit nähtub, et mida suurem on saviliiva savisisaldus, seda suurem on selle tasakaaluniiskus. Lisaks tuleb mainida, et niiskusel 50% on 70% montmorilloniiti sisaldava bentoniidi tasakaaluniiskus 13%, samas kui kaoliniidi tasakaaluniiskus samadel tingimustel on vaid 0,7%.

Graafikult nähtub, et suhtelisel niiskusel 58% saavutavad möllised toorsaviplokid või *adobe*'d (graafikul nr 4) viis korda suurema niiskusesisalduse kui liivase saviliiva krohv (graafikul nr 9).

Tuleb märkida, et nagu on selgitatud leheküljel 14, on imendumise ja vabanemise protsesside kiirus ehitusmaterjalide niiskust tasakaalustava mõju jaoks olulisem kui tasakaaluniiskus.

Kondensatsioon

Keskistes ja külmades kliimavöötmes hajub siseõhus sisalduv veeaur läbi seinte välisõhku. Kui õhk seintes jahtub ja saavutab oma kastepunkti, toimub kondenseerumine.

See niiskus vähendab soojusisolatsioonivõimet ja võib viia seente arenemiseni. Sellistel juhtudel on oluline, et niiskus viiakse kapillaarnähtusega kiiresti seinte pinnale, kust see saab aurustuda. Seega on eelistatud suure kapillaarsusega materjalid nagu saviliiv.

Et vähendada kondensatsiooni ohtu seintes, peaks vastupanu auru läbilaskvusele olema sees suurem kui väljas. Teiselt poolt peaks vastupanu soojusülekandele olema väljas suurem kui sees.

Kuigi tavaliselt piisab seintes kondensatsiooni moodustumise takistamiseks ülalnimetatud põhimõtetest, on värvide või aurutõkkematerjalide kasutamisega samuti võimalik sisepinnal luua aurutõkke kiht.

Siiski tuleb mainida, et aurutõketel on kaks olulist puudust.

- Aurutõkked ei ole praktikas kunagi täielikult tihendatud, eriti liitekohtades, nagu uste või akendega seintes ning lagedes. Nendes liitekohtades võib esineda kahjulikku kondensatsiooni.
- Seinamonoliitsetes osades siseneb vihmahooajal vesi väljastpoolt seinale ning ei saa aurutõkke tõttu sissepoole aurustuda.

Sellisel juhul jääb sein niiskeks pikemaks ajaks kui ilma aurutõkketa.

Soojuse mõju

Levinud arusaam, et savi on soojusisolatsiooniks väga hea materjal, on tõestamata. Põhuta või teiste kergete täitematerjalideta tampsavist massiivseinal on peaaegu sama isoleeriv toime nagu põletatud tellistest seinal. Soojusisoleerivaks mõjuks on oluline materjali pooridesse suletud õhu mass ja selle niiskus. Mida kergem on materjal, seda suurem on selle soojusisolatsiooni võime, ning mida kõrgem on materjali niiskustase, seda väiksem on selle isoleeriv mõju.

Ehituselemendist läbi liikuv soojus on määratletud üldise soojusjuhtivusega U .

Soojuserijuhtivus

Materjali soojusjuhtivust iseloomustatakse selle soojuserijuhtivusega λ [W/mK]. Materjali soojuserijuhtivus näitab soojuse hulka vattides ruutmeetri kohta, mis läbib 1 m paksust seinat, mille pindade temperatuuride erinevus on 1 °C.

Joonisel 2.31 on näidatud erinevad standardi DIN 4108-4 (1998) kohased λ -väärtused, mis on viidatud numbriga 1. Numbriga 2 on viidatud Vanrosi mõõtmised ning numbriga 3 ja 4 on tähistatud FEB mõõtmised.

FEB-s andis kerge põhune saviliiv tihedusega 750 kg/m^3 λ -väärtuse $0,20 \text{ W/mK}$, samas kui kerge keramsiidiga saviliiv tihedusega 740 kg/m^3 andis väärtuse $0,18 \text{ W/mK}$.

Erisoojus

Soojuse hulka, mis on vajalik 1 kg materjali soojendamiseks $1 \text{ }^\circ\text{C}$ võrra, nimetatakse selle „erisoojuseks“ ning tähistatakse tähega c . Saviliiva erisoojus on $1,0 \text{ kJ/kgK}$, mis võrdub $0,24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$.

Soojusmahtuvus

Materjali soojusmahtuvus C sõltub erisoojusest c ja tihedusest ρ :

$$C = c \cdot \rho \text{ [kJ/m}^3\text{K]}$$

Soojusmahtuvus määratleb soojuse hulka, mis on vajalik 1 m^3 materjali soojendamiseks $1 \text{ }^\circ\text{C}$ võrra. Seina ühikulise ala soojusmahtuvus Q_s on C korda elemendi paksus s :

$$Q_s = c \cdot \rho \cdot s \text{ [kJ/m}^2\text{K]}$$

Soojuse neeldumine ja vabastamine

Kiirust, millega materjal soojust neelab või vabastab, määratletakse termilise efusiivsusega b , mis sõltub erisoojusest c , tihedusest ρ ja soojuseri juhtivusest λ :

$$b = \sqrt{c \cdot \rho \cdot \lambda} \text{ [kJ/Km}^2\text{h}^{0,5}\text{]}$$

Mida suurem on b -väärtus, seda kiiremini läbib soojus materjali.

Soojuse läbivuse tegur ja viivitusaeg

„Soojuse läbivuse tegur“ ja „viivitusaeg“ viitavad viisile, kuidas ehitise välissein niiskusele reageerib, ning viivitusajale, mille jooksul välistemperatuur sisepinnani jõuab. Suure

soojusmahtuvusega sein loob suure viivitusaja ja soojuse läbivuse, samas kui suure soojusisolatsiooniga sein vähendab vaid temperatuuri amplituudi.

Kuumade päevade ja külmade öödega kliimades, kus keskmised temperatuurid jäävad mugavustsooni (tavaliselt 18 °C kuni 27 °C), on soojusmahtuvus mugava sisekliima loomisel väga oluline. Joonisel 2.32 on 1964. aastal Kairos Egiptuses ehitatud kahes võrdse mahuga katseehitises tehtud mõõtmistega näidatud materjali ja ehitise kuju mõju sisekliimale. Üks maja ehitati 50 cm paksuste savist seintega ja toorsavitelistest võlvidega ning teine 10 cm paksuste monteeritavate betoonelementidega ja lamekatusega. Kui ööpäevane välistemperatuuri erinevus oli 13 °C, siis temperatuur savimajas sees varieerus vaid 4 °C võrra; betoonmajas oli erinevus 16 °C. Seega oli betoonmajas amplituud neli korda suurem kui savimajas. Betoonmaja sees oli temperatuur kell neli õhtul 5 °C kõrgem kui majast väljas, samas kui savimajas oli sisetemperatuur samal kellaajal 5 °C madalam kui majast väljas (Fathy 1986).

Soojuspaisumine

Temperatuuri tõstmisega põhjustatud materjali paisumine on oluline savikrohvide kivist, tsemendist või tellistest seintel ning lubjast või muust materjalist krohvile saviseintel. FEB mõõdetud raske saviliiva lineaarse paisumise tegurid on vahemikus 0,0043 kuni 0,0052 mm/m·K; toorsavitelistest müüritisel kuni 0,0062 mm/m·K; ning liivasel savimördil kuni 0,007 mm/m·K. Pehmel lubimördil on see väärtus 0,005 mm/m·K ning tugeval tsementmördil ja betoonil 0,010 mm/m·K (Knöfel 1979 ja Künzel 1990).

Tulekindlus

Saksamaa standardis DIN 4102 (Osa 1, 1977) on saviliiv, isegi kui see sisaldab mingil määral põhku, „mittesüttiv“, kui selle tihedus ei ole väiksem kui 1700 kg/m³.

Tugevus

Siduvus

Plastses olekus saviliiva vastupidavust tõmbepingele nimetatakse saviliiva „siduvuseks“. Saviliiva siduvus sõltub lisaks savisisaldusele ka materjalis leiduvate savimineraalide tüübist. Kuna siduvus sõltub ka veesisaldusest, saab erinevate saviliivade siduvust võrrelda vaid juhul, kui nende veesisaldused või plastilisus on võrdsed. Saksamaa standardi DIN 18952 (Osa 2) kohaselt peab saviliival olema määratletud „standardne jäikus“. Selle saamist on kirjeldatud käesolevas peatükis leheküljel 24.

Katsetatavatel proovikehadel on eriline number 8 kuju, mis valmistatakse standardse jäikusega segust. Proovikehade valmistamiseks täidetakse raketised kolmes kihis, kusjuures iga kihti tambitakse tööriistaga (vt 2.33). Igast segust tuleb sellisel viisil valmistada vähemalt kolm proovi, millele rakendatakse kohe joonisel 2.34 nähtava erilise katseseadmega koormus. Proovikeha alumise osa küljes rippuvasse konteinerisse valatakse liiva kiirusega kuni 750 g minutis. Valamine lõpetatakse, kui proov puruneb. Mass, mille juures proovikeha puruneb, jagatakse proovikeha lõikepinnaga, mis on 5 cm², ning saadud tulemus annab siduvuse. Seejärel leitakse keskmine kolme proovikeha tulemustest, mis ei erine enam kui 10% võrra. Tavaliselt varieeruvad väärtused vahemikus 25 kuni 500 g/cm². Kuigi standardis DIN 18952 ei tunnistatud ehitamise eesmärgil sobivaks pinnaseid, mille siduvus on väiksem kui 50 g/cm², siis näitasid katsed mitmetel Saksamaa ajaloolistel tampsavist seintel, et mõningatel neist oli siduvus palju väiksem, ühel proovil lausa ainult 25 g/cm².

Survetugevus

Savist valmistatud kuivade ehituselementide, nagu toorsaviplokkide ja tampsavist seinte, survetugevus erineb üldiselt vahemikus 5 kuni 50 kg/cm². Survetugevus ei sõltu üksnes kasutatava savi hulgast ja tüübist, vaid ka mölli, liiva ja suuremate täitematerjalide terade suurusjaotusest ning valmistamise ja kokkusurumise meetodist.

Töötlemismeetodeid ja lisandeid saviliiva survetugevuse suurendamiseks on kirjeldatud leheküljel 41. Gotthardt (1949) ja FEB on ümber lükanud Niemeyeri väite (1946), et survetugevus on proportsioonis siduvusega ning et võrdse siduvusega saviliivad peaksid seega langema samasse ehituses kasutatavate lubatavate pingete vahemikku (vt 2.35).

Niemeyeri ekstrapolatsioonide kohaselt oleks saviliival, mille siduvus on 60 g/cm^2 , lubatav surve 2 kg/cm^2 ning saviliival, mille siduvus on 360 g/cm^2 , lubatav surve 5 kg/cm^2 . FEB-s teostatud katsete tulemusel saadi möllise saviliiva proovid, mille siduvus oli 80 g/cm^2 ja survetugevus 66 kg/cm^2 , kuid leiti ka möllise savi proove, mille siduvus oli 390 g/cm^2 ning mille survetugevus oli vaid 25 kg/cm^2 . Mõned neist tulemustest on toodud joonisel 2.36.

Standardi DIN 18954 kohane savist ehituselementide lubatud survetugevus on vahemikus 3 kuni 5 kg/cm^2 (vt 2.37). Selle järgi on savist komponentide üleüldine ohutusvaru ligikaudu 7. See vihjab, et tegelik survetugevus on seitse korda suurem kui elemendis lubatud pinge. Lähtudes tegelikest pingetest joonisel 1.11 näidatud hoones, mis ehitati aastal 1828 ning mis on tänaseni kasutuses, on tegu hoonega, millel on viie korruse kõrgused tampsavist massiivseinad ning maksimaalne surve seinte alumises ääres on $7,5 \text{ kg/cm}^2$ (Niemeyer 1946), mis poleks standardi DIN 18954 kohaselt lubatud olnud.

Jeemenis on näiteid savist massiivseintega majadest, mis on kuni kaks korda kõrgemad kui ülalmainitud hoone. Loomulikult on võimalik ehitada ka kümnekorruseline savimaja, kuid standardis DIN 18954 lubatakse ainult kahte korrust. Vastavalt India standarditele stabiliseeritud pressitud toorsaviplokkide kohta tuleb katsetada ka ploki märga survetugevust. Selleks tuleb plokk kasta 24 tunniks 3 mm sügavusse vette.

Tõmbetugevus

Plastse saviliiva tõmbetugevust või siduvust kirjeldati lk 32. Saviehitusel ei oma kuiva materjali otsene tõmbetugevus mingit tähtsust, kuna savikonstruktsioonid ei tohi tõmbes olla.

Tabelist 2.38 nähtub, et plokkide kuiv tõmbetugevus on ligikaudu 10% survetugevusest ja savimörtide kuiv tõmbetugevus on 11% kuni 13% survetugevusest.

Paindetugevus

Kuiva saviliiva paindetugevusel ei ole saviehituses suurt tähtsust. Kuid sellel on siiski teatud olulisus savimördi kvaliteedi ja toorsaviplokkide serva jäikuse hindamisel.

Paindetugevus sõltub peamiselt savisisaldusest ja savimineraalide tüübist. Montmorilloniitsavi paindetugevus on oluliselt suurem kui kaoliniidil. Hofmann, Schembra, *et al.* (1967) uuritud madalaim väärtus ulatus kaoliniidil väärtuseni $1,7 \text{ kg/cm}^2$ ja kõrgeim väärtus montmorilloniitsavil väärtuseni 223 kg/cm^2 .

Montmorilloniidita savidel, mida Hofmann, Schembra *et al.* (1967) katsetasid, ilmneseid paindetugevused vahemikus 17 kuni 918 N/cm².

Nakkuvus

Kleepumistugevus ehk nakkuvus on oluline vaid savimörtidele. Selle suurus sõltub aluse karedusest ja mördi paindetugevusest. Kui Saksamaa standardis DIN 18555 (Osa 6) antakse nakkuvuse kontrollimiseks keeruline standardne katsetamismeetod, siis fotol 2.39 on kleepumistugevuse kontrollimiseks näidatud väga lihtne katse: kaks põletatud tellist ühendatakse 2 cm paksuse mördiga, kusjuures ülemine tellis on alumise suhtes 90° pööratud. Peale mördi kuivamist asetatakse ülemine tellis kummastki otsast tellisest tugeledele samas kui alumine tellis koormatakse liivaga täidetud konteineriga. Kui mört puruneb, annab alumise tellise ja liivaga täidetud konteineri masside summa ja mördi pindala jagatis kleepumistugevuse. See on asjakohane aga vaid juhul, kui purunemine toimub liitekohal. Kui purunemine toimub mördi sees, esindab saadud tulemus mördi otsest tõmbetugevust, mis on väiksem kui nakkuvus.

Kulumiskindlus

Saviliivast pinnad, nagu savimört ja toorsavipõrandad, on kulumistundlikud. Üks lihtne kulumiskatse on kasutada umbes 5-kilogrammise raskusega koormatud metallharja ning liigutada seda küljelt-küljele üle saviliivast proovikeha. Materjal, mis peale kindlat arvu tsükleid eemaldub, kaalutakse ning seda võrreldakse teistelt proovikehadelt eemaldunud materjaliga. Metallharja asemel võib kasutada ka liivapaberiga kaetud plaati.

FEB-s arendati saviliivast pindadele välja spetsiaalne katse: tugevat 7 cm suuruse diameetriga plastharja pööratakse pinnal 2-kilogrammise surve all. Peale 20 tsüklit kaalutakse kulunud materjal. Joonisel 2.40 on näidatud katseseade ja joonisel 2.41 on toodud katse tulemused erinevate Saksamaa turul saadaolevate savikrohvidega.

Elastsusmoodul

Saviliiva dünaamiline elastsusmoodul on tavaliselt vahemikus 600 kuni 850 kg/mm².

Nurkade löögitugevus

Toorsavitelliste käsitlemisel purunevad telliste nurgad sageli mehaaniliste löökide tõttu. Praktikas on seetõttu seda tüüpi tugevus olulisem kui surve- või paindetugevus. FEB-s arendati sellise löögitugevuse mõõtmiseks spetsiaalne katse (vt 2.42): pinnale, mis on nurgast 10 mm kaugusel, kukutatakse 60° nurga all raskus. Raskuse alumine ots on moodustatud 30-mm diameetriga poolkera kujulisest teraskuulist.

pH-väärtus

Savine pinnas on tavaliselt aluseline, pH-väärtustega vahemikus 7 kuni 8,5. Tänapäeval võib tööstuspiirkondadest kaevandatud pinnas happelihmade tõttu olla vahetult pealiskihiga all kergelt happeline. Aluseline olek ennetab tavaliselt seente kasvamist (seentele soodne pH-väärtus on tavaliselt vahemikus 6,5 kuni 4,5).

Radioaktiivsus

Beeta- ja gammakiirte kiirguse mõõtmised näitavad, et saviliiva kiirguse väärtused ei ole keskmiselt suuremad kui betoonil või põletatud tellistel. Vastupidiselt näitasid mõned käesoleva teose autori katsetatud tellised palju suuremat kiirgust, mis on tõenäoliselt põhjustatud lisanditest, nagu lendtuha või kõrgahjuräbust. Beeta- ja gammakiirtest on palju olulisemad alfakiired, mida väljastab radioaktiivne gaas radoon ja selle lühikese poolestusajaga lagunemissaadused.

„Pehmed“ kiired ei suuda inimkeha läbistada, kuna need imenduvad nahka, aga neid saab sisse hingata, mistõttu võivad need põhjustada kopsuvähki. Järgmises tabelis on näidatud OECD (1979) Saksamaale määratud radooni eraldumise kiirus, mida mõõdetakse ühikuga m bekrell/kg h.

Looduslik kips	25,2
Tsement	57,6
Liiv	54,0
Põletatud savitellised	5,0
Silikaattellised	13,3
Korebetoon	18,0

Siit nähtub, et savisest pinnasest savitellisest eraldub väga vähe radooni.

Kaitse kõrgsagedusliku elektromagnetkiirguse vastu

Joonisel 2.43 on näidatud Müncheni Bundeswehri ülikoolis (Universität der Bundeswehr München) mõõdetud tahkete ehitusmaterjalide kõrgsagedusliku elektromagnetkiirguse varjestamise (vähendamise) tõhususe erinevad astmed.

2-gigahertsiste sagedustega alas, milles enamik mobiiltelefone töötavad, loob 24 cm paksune toorsavitelistest sein 24 dB (detsibellise) vähenemise, samas kui võrdse paksusega silikaatkivisein neelab vaid 7 dB.

3 Saviliiva valmistamine

Savisest pinnasest ehitusmaterjali valmistamine ei ole alati lihtne ning kogemus on vajalik. Õige valmistamine sõltub pinnase tüübist, selle konsistentsist ja eeldatavast rakendusest. Niisket murenenud pinnast, mis sisaldab vähem savi ja rohkem liiva, saab tampsavist seinade ehitamiseks kasutada kohe ka juba selle kaevandamise ajal. Suure savisisaldusega pinnasekamakaid ei saa ehitusmaterjalina kasutada; need tuleb kas purustada või vees lahustada ja neid tuleb liivaga hõrendada. Käesolevas peatükis kirjeldatakse erinevaid võimalusi pinnase valmistamiseks spetsiifilisteks rakendusteks.

Leotamine, purustamine ja segamine

Töödeldavate ehitusmaterjalide valmistamiseks pinnasekamakatest on mitmeid meetodeid. Üks lihtsamaid meetodeid kamakate suuruse vähendamiseks ja nende konsistentsi töödeldavaks muutmiseks ilma mehaanilise tööta on asetada pinnasekamakad vette, et need saaksid iseseisvalt plastseks muutuda. Saviliivakamakad asetatakse 15 kuni 25 cm kõrguse kihina suurtesse lamedatesse konteineritesse ja kaetakse veega. Peale kaht kuni nelja päeva saadakse pehme mass, mida saab kergesti käte, jalgade või masinatega vormida ja täitematerjalidega, nagu liiva ja kruusaga, segada.

Külmades kliimades, kus esineb piisavalt härmatist, on tavapäraseks meetodiks kuhjata niisutatud pinnas 20 kuni 40 cm kõrgusesse kuhja ja lasta sellel talve jooksul külmuda, nii et toimub lagunemine jäätuva vee paisumise tõttu.

Lihtsaim viis õige saviliiva segu valmistamiseks on märja saviliiva kõplaga segada või seda jalgadega vormida. Kasutada võib ka loomade jõudu. Põhk, aganad, jäme liiv ja teised lisandid saab hulka segada sama toiminguga käigus.

Saksamaal Kasseli ülikooli ehitusuuringute laboris (FEB) ehitati tõhus toorsaviratas (3.1), mis koosneb kahest paarist vanadest veoautode rehvidest, mis täideti betooniga ja mida kasutati seejärel segu valmistamiseks. Rehvid paigaldati horisontaalsele talale, mis oli kinnitatud vertikaalsele kesksele postile ning mida hoiti töös traktoriga, loomade abil või lihasjõul. Sobiva koguse vee lisamisega saab umbes 15 minutiga valmistada ühe kuupmeetri kasutatavat saviliiva (kahe või kolme inimese abiga, kelle peamine ülesanne on

rajalt üle voolavat toorsavi rajale tagasi tõsta). Kui on võimalik kasutada traktorit, on kergem ja tõhusam laotada pinnas lihtsalt tasasele maale ja sõita sellest korduvalt üle.

Väikeste koguste jaoks on väga kasulik väike aiakultivaator (3.2). Kaasaegses saviehitustehnoloogias kasutatakse sundsegureid. Selles toimub segamine pöörlevate labadega, mis on kinnitatud kas vertikaalsele (3.3) või horisontaalsele (3.6) teljele. Sellise seguri täitmiseks on mugav kasutada mehaanilist seadet, nagu on näha joonisel 3.5.

Kasutada võib ka vanu mördisegureid, nagu neid, millel on pöörlevad rullid (3.4). Joonisel 3.6 näidatud seade arendati spetsiaalselt saviliiva valmistamiseks mis tahes pinnasetüübist (Saksamaa ettevõtte Heuser).

Kiirem meetod saviliiva valmistamiseks kuivadest savise pinnase kamakatest on purustada need masinas (3.8). Nimetatud masinal on terasest nurkraud, mis on kinnitatud kiirusel 1440 pööret minutis pöörlevale horisontaalsele plaadile. Pöörlemiseks vajab masin elektrimootorit võimsusega 4 kW. Masin ei tööta kui kamakad on märjad. Joonisel 3.9 on näha veel üht näidet seadmest, mille on tootnud Belgia ettevõtte Ceratec ning mis on 3-hobujõulise mootoriga kaheksa tunni jooksul võimeline purustama kuni 20 m³ kamakaid. Selles masinas purustatakse kamakad kahe vastupidiselt pöörleva silindriga. Joonisel 3.10 näidatud Prantsusmaa ettevõtte Royer toodetud masin suudab kaheksa tunniga purustada kuni 30 m³ pinnasekamakaid.

Alati on oluline valmis segu anumast üsna kiiresti eemaldada. Selleks on erinevaid võimalusi: joonisel 3.5 näidatud masinal on põhjas avaus, mille kaudu saab segu automaatselt kärü peale lükata, ning seadme anumast saab kallutada nii, et materjal kukub all asuvale lamedale kärule.

Tavalisi betoonisegureid, kus pöörleb ainult trummel, ei saa saviliiva segude valmistamiseks kasutada, kuna nendes kogunevad pinnasekamakad laiali lagunemise asemel kokku.

Joonisel 3.7 näidatud segurile sarnase elektrilise käsiseguri kasutamine on väga ajakulukas ning seda soovitatakse vaid väikese koguse savimördi või -krohvi valmistamiseks.

Sõelumine

Teatud saviehitustehnikate jaoks võib olla vajalik suuremad osakesed materjalist välja sõeluda. Lihtsaim meetod, mida selleks kasutada saab, on kuiva materjali viskamine sõelale. Tõhusam on aga seade, millel on silindriline sõel, mis on asetatud nurga alla ja mida pööratakse käsitsi või mootori abil (3.11).

Mehaaniline lobri valmistamine

Kerge saviliiva valmistamiseks või liivase pinnase rikastamiseks saviga on tavaliselt vaja lobri. Seda on kõige lihtsam valmistada kuiva saviliiva pulbri segamisel veega. Savise pinnase kamakate kasutamisel peavad need mõne päeva suurtes lamedates anumates vee sees seisma. Peale seda on võimalik saada lobri, kasutades spetsiaalseid rehasid, mida on näidatud joonisel 3.12, või kasutades elektrilisi käsisegureid, mida on näha joonisel 3.7. Sundsegur, mida kasutatakse tavaliselt segamiseks ja krohvi pritsimiseks, on tõhusam.

Veega tugevdamine

Veega kõvendamine on protsess, mille käigus lastakse märjal saviliiva segul 12 kuni 48 tundi seista. Kogemus näitab, et selline protsess parandab saviliiva siduvust. Seda nähtust põhjustab tõenäoliselt elektrokeemiline tõmme erinevate savimineraalide vahel, mis surub need kompaktsemasse ja korrapärasemasse asetusse.

Hõrendamine

Kui saviliiv on liiga savirikas, tuleb seda kõvendada. Lisatakse jämedaid täitematerjale, nagu liiva või kruusa, mis suurendab saviliiva survetugevust. Jämedaid täitematerjale tuleks enne savirikasse saviliiva segamist alati niisutada. Lisaks liivale ja veeristele võib kasutada ka karvu, lehmäsõnnikut, kanarbikku, põhku, aganaid, saepuru ja teisi sarnaseid materjale. Need aitavad vähendada ka kahanemist; mõned aitavad isegi soojusisolatsiooni määra suurendada.

2 TEOREETILINE RAAMISTIK

Eugene Nida sõnul ei ole tõlketeooriatest tõlkijatele alati palju kasu: „for the most part the best professional translators and interpreters have little or no use for the various theories of translation. They regard them as largely a waste of time, [...]“ (Nida 2001: 1). Ideaaljuhul loetakse enne tõlkima asumist lähtetekst tervikuna läbi, kuid eriti tarbetekstide puhul ei võeta ega ka ei anta selleks alati aega. Tõlke tellijate esmane nõue on täpsus ning sellele tõlkijad ka keskenduvad. Teksti loetavuse sujuvus on alati boonuseks. Suurem osa valikuid sellise tulemuse saavutamiseks tehakse ära alateadlikult ja automaatselt ning nimetatud automaatsus tuleneb lähtekeele ja sihtkeele põhjalikust tundmisest ja tunnetamisest. (Nida 2001: 3) Neid automaatselt toimuvaid protsesse tõlketeoreetikud analüüsivadki.

Järgnevates alapeatükkides on kirjeldatud magistriprojekti tõlkeülesande lahendamisel tehtud tõlketeoreetilisi valikuid. Lähteteksti analüüsimine teoreetilisest vaatepunktist aitab paremini mõista lähteteksti autori taotlusi ning tõlkija ülesannet lähteteksti edasiandmisel teise keelde.

Tõlkimise protsess algab lähteteksti analüüsiga, mis aitab välja selgitada teksti eesmärgi, kirjutamise stiili ja vajalikud tõlkestrateegiad. Järgnevalt tutvustatakse lähemalt lähteteksti ja selle autorit, lähteteksti olulisust Eesti säästva ehituse maastikul ning tutvustatakse tõlkemeetodeid, mida tõlkeprobleemide lahendamisel kasutati.

2.1 Lähteteksti valik

Käesolevas magistritöös käsitletava teose puhul on tegemist teaduslik-tehnilise teosega, mis käsitleb savi sisaldava pinnasega ehitamise tehnikaid, sellise pinnase ehitustehnilisi ja ehitusfüüsikalisi omadusi ning nimetatud materjali ettevalmistamist ehitamiseks. Tõlkimiseks valiti teose kolm esimest peatükki, millest esimese, sissejuhatava peatükiga antakse ülevaade materjali ajaloolisest olulisusest, säilinud ehitiste näidetest ning tutvustatakse lühidalt levinud arusaamu ja valearusaamu saviehitusest, aga ka saviliiva eeliseid ja puuduseid võrreldes tavapärase ehitusmaterjalidega. Järgmistes peatükkides esitatakse pinnase omaduste analüüsimise meetodid, saviliiva ehituseks ettevalmistamise

meetodid ning erinevad viisid materjali kasutamiseks ehitus- või viimistlusvahendina ja selle kaitsmiseks ilmastikutingimuste eest.

Teose autor, tehnikateaduste doktor Gernot Minke on Saksamaal sündinud ja seal tegutsev arhitekt ja õppejõud, kes on spetsialiseerunud saviehitusele ja ökoloogilistele ehituslahendustele. Ta on nimetatud teemadel andnud välja arvukaid teoseid, mida on avaldatud erinevates Euroopa riikides, aga ka näiteks Colombias, Argentinas, Jaapanis ja mujal. Ta on kirjutanud üle 300 artikli erinevate riikide väljaannetele ning on esinenud kümnetel rahvusvahelistel konverentsidel üle kogu maailma. Samuti on ta olnud külalislektoriks Inglismaal, Hollandis, Mehhikos, USAs, Venezuelas, Guatemalas, Paraguays, Brasiilias, Argentinas, Itaalias, Colombias. Aastatel 1974–2011 töötas ta Kasseli ülikoolis ning juhtis enda asutatud ehitusuuringute laborit Forschungslabor für Experimentelles Bauen. (Gernot Minke kodulehekülj) Nimetatud laboris teostatud katseid ja nende tulemusi on kirjeldatud ka magistriprojektis tõlgitud teoses.

Magistriprojektis tõlgitud peatükid pärinevad Menke teosest „Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture“, mis põhineb osaliselt 1994. aastal avaldatud väljaandel „Das neue Lehm-Bau-Handbuch“ (Minke 2006: 7). Teksti valik tulenes Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledži ehitusinseneriõppe õppeprogrammi juhi dotsent Aime Ruusi soovitusel, kuid ka asjaolust, et antud valdkonnas ei ole eesti keeles saadaval ühtegi samaväärset teost. Eesti raamatukogude e-kataloogi ESTER ja Ehituskeskuse andmete alusel on näha, et eesti keeles on ökoloogilise ehitamise valdkonnas saadaval vaid kirjandust ehitusfüüsika, puit- ja palkmajade ehitamise, vanade hoonete ja vanade ehituselementide taastamise ning looduslike pinnakattematerjalide alal, kuid tõlgitud teosele vastavat kõikehõlmavat ja põhjalikku kirjandust saviehituse valdkonnas eesti keeles saadaval ei ole (ESTER; Ehituskeskus).

Kuna teoses kirjeldatud saviehitustehnikatel ja materjalidel on Eesti saviehituse valdkonnas potentsiaali edukaks rakendamiseks, siis on teksti asjakohaseks edasiandmiseks sihtkeeles oluline mõista teksti eesmärki ja selle stiili ning enne tõlkimise alustamist on oluline teha selgeks tõlke eeldatav lugeja. See kõik hakkab mõjutama tõlkestrateegilisi valikuid.

2.2 Lähteteksti analüüs

Eduka tõlke tagab põhjalik arusaam lähtetekstist, kuna lähteteksti tunnetus mõjutab tõlkija suhtumist ning süntaktilisi ja terminoloogilisi valikuid. Lähteteksti analüüsimisel tuleks tähelepanu pöörata teksti eesmärgile, tõlkija eesmärgile, teksti stiilile ja kvaliteedile, tõlke eeldatavale lugejale ja sihtteksti avaldamise kohale. (Newmark 1988: 12–17)

Katharina Reissi kohaselt mõjutab tõlkemeetodi valikut peamiselt just tekstitüüp: „[...] the type of text is the primary factor influencing the translator’s choice of a proper translation method.“ (Reiss 2000: 17) Kuna iga teksti väljendus sõltub keelest, siis tuleb iga teksti käsitleda eraldi, et määrata, millist keelefunktsiooni see esindab. Tekst ei esinda aga alati kogu ulatuses sama funktsiooni, vaid funktsioonid kombineeruvad ja kattuvad sama teksti raames korduvalt. Teksti funktsioonide määramine on õigustatud juhul, kui mõni funktsioonidest domineerib teiste üle. (*ibid.* 24–25)

Peter Newmark jagab tekstid funktsiooni alusel kolmeks: ekspressiivsed, informatiivsed ja vokatiivsed tekstid. Ekspressiivse funktsiooni keskmes on teksti autori mõtted ning lugejad on taustaelemendid, nagu näiteks ilukirjanduslikes tekstides, autoriteetsetes seisukohaavaldustes, väljendusrikastes isikliku sisuga kirjutistes. Ekspressiivsele tekstile vastandub informatiivne tekst, mille keskmes on teabe edastamine, nt õpikud, teaduslikud artiklid, koosoleku protokollid jmt. Informatiivsete tekstide puhul kasutatakse tavaliselt üht neljast keelelisest stiilist: 1) akadeemiliste tööde korral ametlik, emotsioonitu, tehniline stiil; 2) õpikute korral neutraalne või mitteametlik stiil, mida määratleb tehniliste terminite kasutamine; 3) aimekirjanduse või kunstiraamatute korral mitteametlik soe stiil ning 4) populaarajakirjanduse korral familiaarne, väljendusrikas ja mittetehniline stiil. Kolmas tekstitüüp on vokatiivsed tekstid. Keele vokatiivse funktsiooni keskmes on lugeja. Vokatiivne viitab vokatiivile ehk üttekäändele, mis kutsub lugejaid üles tekstile reageerima. Seda funktsiooni on kutsutud ka näiteks instrumentaalseks, operatiivseks, pragmaatiliseks funktsiooniks. Vokatiivsete tekstide näidetena pakub Newmark välja teatiseid, juhised, propaganda, aga ka populaarkirjanduse, mille eesmärk on raamatut müüa ja lugejat lõbustada. (Newmark 1988: 39–42)

Eelmainitud funktsioonide jaotuse alusel on käesolevas magistriprojektis tõlgitud teose puhul tegu informatiivse tekstiga. Informatiivse funktsiooniga teksti eesmärk on anda edasi teksti sisu, seega tuleb tõlkimisel jälgida teksti mõtet. Selleks võib olla vajalik lähteteksti termineid ja mõtteid sihtkeeles täpsustada, et säilitada teksti funktsionaalne

eesmärk ja sellest arusaadavus. (Reiss 1971/2000: 161) Reet Kasik on tarbetekstide kirjutamisest rääkides öelnud, et tarbeteksti puhul on kõik, mis kirja on pandud, mõeldud lugejale, ning „[l]ugejat austav autor püüab oma teksti muuta hõlpsasti loetavaks“ (Kasik 2007: 51). Sama peaks kehtima ka tarbeteksti tõlkimisel. Eduka tõlke loomiseks tuleb enne tõlkimist otsustada, kui palju tähelepanu tuleb pöörata sihtteksti lugejatele, sealhulgas ka näiteks lugeja haridustasemele (Newmark 1988: 13). Teose autori sõnul on tegu käsiraamatuga, mis on mõeldud kasutamiseks ka tehnilise hariduseta inimestele, kellel võib olla huvi ise endale maja ehitada (Minke 2006: 7). See seab aga teatava piirangu kasutatava sihtkeele keerukusele. Kuna eeldatav lugejaskond koosneb nii inseneridest kui ka tavainimestest, siis tuleb tõlke keelekasutuses säilitada tehnilisus ja täpsus, kuid neutraalsus ja piisav mitteametlikkus, et tekst oleks sihtkeeles kõigile soovijatele loetav.

2.3 Tõlkestrateegiad

Eelnevast selgub, et tõlkimisel tuleb olulist tähelepanu pöörata tõlke keelekasutusele. Tõlkimine on reverbaliseerimine ehk sihtteksti lineaarne moodustamine sõnadest, lauseosadest, lausetest, lõikudest jmt. Reverbaliseerimise käigus tuleb teksti iga elemendi kohta langetada otsus, kas sihtkeeles valitud lingvistilised märgid ja nende järjestused koos nende vormi ja funktsiooniga annavad lähtetekstiga funktsionaalse vaste. (Reiss 1971/2000: 166) Kuigi Newmarki sõnul on otsetõlge tõlkeprotseduuridest ehk tõlkestrateegiatest olulisim, siis sageli tuleb teksti ja selle väiksemate üksuste funktsiooni säilitamiseks eelistada teisi protseduure (Newmark 1988: 76). Käesolevas tõlkeanalüüsis on lähtutud Newmarki tõlkeprotseduuridest, mis põhinevad Vinay ja Darbelnet seitsmel põhilisel strateegial: laenamine, kalka, sõnasõnaline tõlge, transpositsioon, modulatsioon, ekvivalents ja adaptatsioon (Vinay, Darbelnet 1995/2000: 92). Newmark nendib aga, et nende käsitluses on teatavaid puudusi, kuna nad ei ole alati arvestanud keele grammatilise paindlikkusega ning erinevustega keelte vahel. Seega on Newmarki tõlkeprotseduuride jaotus pisut üksikasjalikum. Tõlkeprotseduurid on Newmarki kohaselt järgmised (Newmark 1988: 81–93):

- ülekanne (*transference*),
- naturaliseerimine (*naturalisation*),
- kultuuriline ekvivalent (*cultural equivalent*),

- funktsionaalne ekvivalent (*functional equivalent*),
- kirjeldav ekvivalent (*descriptive equivalent*),
- sünonüümia (*synonymy*),
- kalka (*through-translation*),
- nihked ehk transpositsioonid (*shifts or transpositions*),
- modulatsioon (*modulation*),
- tunnustatud tõlkevaste (*recognised translation*),
- tõlkesilt (*translation label*),
- kompensatsioon (*compensation*),
- komponentide analüüs (*componential analysis*),
- kitsendamine ja laiendamine (*reduction and expansion*),
- parafraas (*paraphrase*),
- kombineeritud strateegiad (*couplets*),
- märkused, lisandused, seletused (*notes, additions, glosses*).

Lähteteksti tõlkimisel kasutati peaaegu kõiki nimetatud tõlkestrateegiaid. Järgnevalt selgitatakse lühidalt nimetatud tõlkeprotseduuride sisu ning, kus võimalik, tuuakse näiteid lähteteksti tõlkest. (Newmark 1988: 81–93)

- **Ülekanne** on lähtekeele sõna ülekandmine sihtteksti. Siia alla kuulub ka transliteratsioon, mille korral saab sõnast laensõna. Tavaliselt kantakse üle isikunimed, geograafilised nimed, perioodikate pealkirjad ning veel tõlkimata kirjanduslike ja audiovisuaalsete teoste nimed, ametlike tõlgeteta ettevõtete ja asutuste nimed, tänavate nimed jmt. Lugejat ja sihtkultuuri arvesse võttes võib olla vajalik lisada kultuurilisi täiendsõnu. Lähtetekstis on mitmeid asutuste nimetusi, geograafilisi nimesid ja väljaannete nimetusi, mis on muutumatul kujul sihtteksti üle toodud. Ülekande näitena võib aga välja tuua ka sõna *adobe*, kuna seda on sihttekstis läbivalt kasutatud selle ingliskeelsel kujul.
- **Naturaliseerimine** on ülekande edasiarendus, kus lähtekeele sõna mugandatakse kõigepealt sihtkeele hääldusele ja seejärel sihtkeele normikohasele morfoloogilisele kujule. Siin võib lähtetekstist tuua näitena mitmeid geograafilisi nimesid, mis on eesti keelde naturaliseeritud, näiteks Egiptus (inglise *Egypt*), Iraan (inglise *Iran*), Maroko (inglise *Morocco*).

- **Kultuuriline ekvivalent** on ligikaudne tõlge, kus lähteteksti kultuuriline sõna tõlgitakse sihtkeele kultuuriliselt ekvivalentse sõnaga. Selliste tõlgete kasutus on piiratud, kuna tegu ei ole täpse tõlkega, vaid funktsionaalse teabe edastamisega. Näiteks esineb lähtetekstis sõna *finca*, mis on hoone tüüp Hispaanias ja hispaaniakeelsetes maades. Kuna eesti keeles sellele otsest vastet ei leidu, siis saab siin kasutada kultuurilist ekvivalenti *maamõis*. Mõlemad terminid tähistavad oma kultuuriruumis maapiirkonnas asuvat ning (enamasti) põllumajandusega seotud maa-ala koos selle juurde kuuluva hoonega.
- **Funktsionaalne ekvivalent** on kultuurilise sõna tõlkimine kultuurivaba sõnaga. Funktsionaalne ekvivalent neutraliseerib ja üldistab lähtekeele kultuurilise sõna ning annab sihtkeeles edasi funktsionaalse kirjelduse. Kui ülekande näitena toodi sõna *adobe*, siis funktsionaalse ekvivalendi näitena saab tuua selle eestikeelse vaste *toorsavitellis*. Oxfordi sõnastiku kohaselt on *adobe* savitüüp, mida kasutatakse ehitamisel, või sellisest savist vormitud tellis, seega eestikeelne *toorsavitellis* ongi selle sõna funktsionaalne ekvivalent, kuna annab edasi nii savitüübi kui ka asjaolu, et see savi on vormitud telliseks.
- **Kirjeldav ekvivalent** on vastandatav funktsionaalsele ekvivalendile. Erinevalt funktsionaalsest ekvivalendist seletatakse lähtekultuuri sõna tõlkes lahti. Kirjeldavat ekvivalenti puhtal kujul sihttekstist ei leia, kuna pigem on eelistatud tõlkele lisada juurde funktsionaalne ekvivalent, mis on informatiivse teksti puhul ka õigustatud.
- **Sünonüüm** on lähtekeele sõna ligikaudne vaste sihtkeele kontekstis, kus ei pruugi täpset vastet leiduda. Sünonüümiat kasutatakse eriti sõnade puhul, millele ei ole selget üks-ühele vastet ning mis ei ole tekstis olulised. Sünonüümiat kasutatakse eriti omadussõnade või omadusi väljendavate määrsõnade korral. Sünonüümiks võiks nimetada lähteteksti termini *lean clayey loam* tõlget *savivaene liivsavi*. Tõlkevariant, mida see asendab, on *lahja liivsavi*, mis annab küll põhimõtteliselt mõista, et tegu on liivsaviga, mille savisisaldus on tagasihoidlikum, kuid sõna *lean* ei viita alati ilmtingimata savisisaldusele. Kuna lähtetestis esineb ka teisi kombinatsioone nii sõnaga *lean* kui ka vastandsõnaga *rich*, siis on *lahja* ja *rammusa* pinnase sünonüümid *savi-/mõlli-/liivavaene* ja *savi-/mõlli-/liivarikas* neutraalsemad, täpsemad ja käesolevasse teksti sobivamad.

- **Kalka** on levinud kollokatsioonide, organisatsioonide nimetuste, ühendite komponentide jmt sõnasõnaline tõlge. Tavaliselt tuleks kalkat kasutada vaid juhul kui see on juba tunnustatud tõlkevaste. Näiteks on sõnasõnalise tõlke näide termini *thermal effusivity* tõlge *termiline efusiivsus*. Nimetatud terminit on täpsemalt käsitletud järgnevas tõlkeprobleemide analüüsis.
- **Nihe** ehk **transpositsioon** on tõlkeprotseduur, mis hõlmab sõna grammatilise struktuuri muutust. Esimest tüüpi nihe on sõna muutus ainsusest mitmuseks või muutus omadussõna asukohas. Teist tüüpi nihe on vajalik, kui lähtekeele grammatilist struktuuri sihtkeeles ei eksisteeri. Kolmas nihe on juhtudeks, mil otsetõlge on grammatiliselt võimalik, aga ei ole kooskõlas loomuliku kasutusega sihtkeeles. Neljas nihe on leksikaalse augu täitmine grammatilise struktuuriga. Teatud nihked võivad keeleliste erinevuste kompenseerimise asemel olla ka lihtsalt stiililised valikud. Nihke näitena võib tuua sellise konstruktsiooni nagu *after three years of weathering*, kus *weathering* viitab tegevusele või tegevuse tulemusele. Tõlkes on aga tegevusest loobutud ning on jäetud alles ainult viide nimetatud tegevuse tegijale, ilmastikule: *peale kolme aastat ilmastikutingimustes*.
- **Modulatsioon** on muutus vaatepunktis, perspektiivis või sageli mõttekategorias. Üheks modulatsiooni näiteks on negatiivse vastandkonstruktsiooni kasutamine ehk eitava mõtte väljendamine positiivset konstruktsiooni kasutades. Muud modulatsiooni protseduurid hõlmavad abstraktse asendamist konkreetsega, põhjuse asendamist tulemusega, ühe osa asendamist teisega, terminite ümberpöörämist, aktiivi asendamist passiiviga, intervalle ja piire ning sümbolite muutmist. Nimetatud protseduurid toimivad mõlemas suunas ehk aktiivi võib asendada passiiviga ja passiivi võib asendada aktiiviga. Modulatsiooni lihtsaim näide on negatiivse konstruktsiooni asendamine positiivsega. Selle asemel, et tõlkida *at a rate of not more than 750 g per minute* kasutades negatiivset konstruktsiooni *mitte rohkem kui*, saab selle asendada positiivse piiriga, nagu tõlkes kasutatud konstruktsiooniga *kiirusega kuni 750 g minutis*.
- **Tunnustatud tõlkevaste** peaks tavaolukorras olema eelistatav tõlkevalik, seda eriti terminite korral, ning kasutatakse üldtunnustatud tõlkevasteid. Suur osa sihttekstis kasutatud terminitest on üldtunnustatud tõlkevasted. Kuid selleks, et õige vaste valida, peab tegema vahet sarnastel, kuid valedel vastetel. Näiteks terminit *porous*

concrete, mille tunnustatud tõlkevaste on *korebetoon*, ei tohi segamini ajada *poorbetooniga*.

- **Tõlkesilti** kasutatakse tekstis esinevate uute, tunnustatud tõlkevasteta terminite tõlkimisel. Uus termin tõlgitakse enamasti sõna-sõnalt ja esitatakse esimesel esinemisel tekstis muust tekstist eraldatult. Käesolevas tekstis tõlkesilte ei esine, kuna kõik uued terminid on juba lähtetekstis esimesel esinemisel eraldi välja toodud. See tähendab, et kui eesti keeles neile terminitele ka tunnustatud tõlkevastet ei ole, siis saab juba lähtetekstis esitatud väljatoomisega eesti keeles uue termini välja pakkuda ilma eraldi tõlkesilti tekitamata.
- **Kompenseerimist** saab kasutada siis, kui ühes lauseosas ära jäänud tähendus, kõneefekti, metafoori soovitakse esitada lause muus osas või mõnes järgnevas lauses. Kuna käesoleva teksti puhul on tegu käsiraamatuga, siis antud tõlkestrateegiat lähteteksti tõlkimisel kasutada vaja ei olnud.
- **Komponentide analüüsiga** jagatakse leksikaalne üksus mõtestatud osadeks, mis seejärel eraldi tõlgitakse. Komponentide analüüsiga on võimalik ära tõlkida ingliskeelne saviehitustehnika *wattle-and-daub*, millele muidu eesti keeles tunnustatud tõlkevastet ei leidu. Terminit on täpsemalt käsitletud tõlkeprobleemide analüüsis.
- **Kitsendamisel** võetakse mitmesõnaline termin kokku ühe sõnaga ja **laiendamise** korral täpsustatakse terminit nt lisasõnaga. Eesti ja inglise keele vahel on kitsendamine ja laiendamine üsna tavalised nähtused: keelte vahel liikudes paljud terminid kitsenevad või laienevad. Näiteks saab terminit *water of crystallisation* väljendada ühesõnalise terminiga *kristallvesi*, kuid sõnaühendit *riverside loams* on vaja eesti keeles pisut laiendada: *jõgede-äärsete alade saviliivad*.
- **Parafraas** on tekstilõigu tähenduse võimendamine või selgitamine. Tekstilõik antakse edasi teksti selgitava või kirjeldava ümbersõnastusega. Parafraasi käsiraamatu puhul kasutada ei saa. Üldiselt on käsiraamatus antud konkreetset kirjeldused ja juhised, mida ei tohiks omavoliliselt ümber sõnastama hakata.
- **Kombineeritud strateegiad** hõlmavad kaht kuni nelja eelnimetatud strateegiat, mille abil lahendatakse üksikut probleemi.
- **Märkuste, lisandite ja seletuste** all mõeldakse lisamärkuste lisamist tekstisisesele või allmärkustena. Käesolevas sihttekstis on selliste lisandite kasutamist välditud.

3 TÕLKEPROBLEEMIDE ANALÜÜS

Tõlgitud tekst on pärit käsiraamatust, mis tähendab, et tõlkimisel oli vaja erilist tähelepanu pöörata terminoloogiale ja terminite kasutamisele vastava valdkonna käsitluses. Lähtetekstis leidub nii termineid, millele eesti keeles otsesest vastet ei ole, kui ka termineid, millele tõlkevaste valimisel tuleb lähtuda valdkonna spetsiifikast. Seetõttu on teadmised käsitletavast valdkonnast tehniliste tekstide korral alati eelistatavad ja tulevad tõlkimisel kasuks.

Tõlkeanalüüsi alapeatükkide jaotus ei tugine eelnevalt esitatud tõlkestrateegiate jaotusele, vaid käsitletavate terminite sisule. Esimeses alapeatükis käsitletakse lähtetekstis esinenud termineid, mille tõlkimiseks on sihtkeeles mitmeid antud valdkonda sobivaid vasteid, aga ka termineid, mille puhul on otsetõlge küll võimalik, kuid eelistatud on täpsustatud käsitletava valdkonnaga seotud vaste. Teises alapeatükis on vaatluse all terminid, mille puhul puuduvad eesti keeles otsesed vasted või mille puhul on tunnustatud vastete kasutamine keerukas. Kolmandas alapeatükis on keskendunud lähtetekstis esinevatele puudustele, täpsemalt öeldes lähtetekstis esinevatele sisulistele vigadele ja kehvale sõnastusele, mis jätavad esitatud mõtte arusaamatuks. Neljas peatükk on pühendatud erinevatele tekstis esinevatele tähistele ja nende kohandamisele eesti keelde. Analüüsi käigus on kõiki tehtud valikuid põhjendatud, tuginedes erialakirjandusele ning eelmises peatükis loetletud tõlkestrateegiatele.

Kuna sellist tüüpi teksti puhul ei ole lausestusega seotud probleemid sama määrava tähtsusega kui terminoloogilised ja sisulised probleemid ning magistriprojekti maht on piiratud, siis ei käsitleta käesolevas tõlkeprobleemide analüüsis lauseehitusega seotud probleeme.

3.1 Mitmetähenduslikud terminid

Ehituse etapid hõlmavad väga erinevaid valdkondi, millega on seotud neile omane terminoloogia. Ka käesolevas teoses kasutatakse termineid nii pinnasemehaanika, ehitusfüüsika, ehitustehnoloogia, aga ka keemia, füüsika, geograafia ja ajaloo valdkondadest. Terminite tõlkimisel tuleb silmas pidada, et eelistatuim on alati kasutada tunnustatud tõlkevastet ning kui tunnustatud vastet ei ole, siis on soovitatav kasutada

laiendatud tõlget või funktsionaalset või kirjeldavat ekvivalenti. Võimalik on kasutada ka sõnasõnalist tõlget, kuid selliste vastetega tuleb olla ettevaatlik. Suures osas leidub erialakirjanduses igale ehitustehnikale, -materjalile või muule juba mingisugune vaste, seega peab iga otsetõlge olema läbi mõeldud ja põhjendatud. Vastasel korral võib otsetõlge jääda pealiskaudseks ning anda tunnistust tõlkija võhiklikkusest.

Lähteteksti tõlkimisel selgus, et juba teose pealkiri „Building with Earth“ sisaldab tõlkimise seisukohast problemaatilist terminit *earth*, millel on kaks konteksti sobivat tähendust *pinnas* ja *muld* (Filosoft). Lähtetekstis on öeldud: „Earth as building material should be free of humus and plant matter,“ (Minke 2006: 21) seega ei saa vastet *muld* kasutada, kuna muld sisaldab orgaanilisi aineid, millest suurema osa moodustab huumus (Astover 2010: 2). Seega võiks pealkirja tõlkimisel kasutada teist vastet *pinnas* ning otsetõlget „Pinnasega ehitamine“. Vaadates aga teksti kui tervikut saab selgeks, et kuigi „Pinnasega ehitamine“ oleks pealkirjana intrigeeriv, siis ei oleks see teose kontekstis siiski täpne vaste. Ehitusmaterjaliks sobib vaid *pinnas*, mis sisaldab savi, seega on eelistatud tõlkes terminit, mis täpsustab, mis pinnasega tegu on. Eesti ehituskultuuris räägitakse savi sisaldava pinnasega ehitamisest kui saviehitusest, mistõttu on ka teose pealkirja tõlge käesolevas magistriprojekti „Saviehitus“.

Nimetatud pinnasega ehitamise tehnoloogiate tõlkimisel tuleks samuti eelistada vastet *savi*. Näiteks on ühe seinte ehitamise tehnoloogia ingliskeelne nimetus *rammed earth* ning kuigi eestikeelses kirjanduses võib leida termini sõnasõnalist tõlget *tambitud pinnas*, siis saviehituse valdkonnas on kasutusel termin *tampsavi*.

Küll aga ei saa igal pool sõna *earth* otse *saviks* tõlkida. Lähtuvalt kontekstist on aeg-ajalt sobivam siiski eelistada terminit *pinnas*.

Earth as building material should be free of humus and plant matter.

*Ehitusmaterjalina peaks **pinnas** olema vaba huumusest ja taimsest materjalist.*

*Freshly dug soil has a density of 1000 to 1500 kg/m³. If this **earth** is compressed, [...]*

*Värskelt kaevatud pinnase tihedus on vahemikus 1000 kuni 1500 kg/m³. Kui nimetatud **pinnas** kokku surutakse, [...]*

Lähtetekstis on teisi termineid, mille tõlkimisel saab määravaks nende kontekst. Kui ingliskeelne *mud* tähendab eesti keeles *muda*, veekogu põhja peeneteralist rohkete taime- ja loomajäänustega setet (EKSS), siis lähtetekstis kasutatud termineid *mud* ja *mud brick* ei saa otse *mudaks* ja *mudatellisteks* tõlkida, kuna ehituse kontekstis ei ole mõeldud veekogu põhja setet. Alltoodud näidetest on näha, et esimese näite puhul on sõna kasutatud piltlikus tähenduses, kus võiks kaaluda ka otsetõlget *muda*, kuid teistel juhtudel on mõeldud savi sisaldavat materjali.

"This is like medieval times; now we have to dirty our hands with all this mud."

*„Me oleks nagu keskajal, peame nüüd oma käsi kogu selle **poriga** määrima hakkama.“*

*They are coming to realise that **mud**, as a natural building material, is superior to industrial building materials [...]*

*Nad on mõistmas, et looduslik ehitusmaterjal, **toorsavi**, on tööstuslikest ehitusmaterjalidest, [...] oluliselt parem.*

*When speaking of handmade unbaked bricks, the terms "**mud bricks**" or "adobes" are usually employed; when speaking of compressed unbaked bricks, the term "**soil blocks**" is used.*

*Rääkides käsitsi valmistatud põletamata tellistest, kasutatakse tavaliselt termineid „**toorsavitellised**“ või „adobe'd“, rääkides pressitud põletamata tellistest, kasutatakse terminit „**pressitud toorsaviplokid**“.*

Viimases näitelause on näha teoses toodud määratlust terminitele *mud bricks* ja *soil blocks*. Nimetatud terminitel puuduvad tunnustatud tõlkevasted, seega tuleb nende tõlkimisel kasutada mõnda muud lähenemist. Eespool kirjeldatud põhjusel ei ole siin otsetõlge soovitatav ning kuna lauses on terminite sisu lahti seletatud, siis võiks ka tõlkevaste valimisel nimetatud kirjeldusi arvesse võtta ja eelistada kas kirjeldavat ekvivalenti või laiendamist. Siit tulenevalt on tõlkevastete valimisel lähtunud järgmisest mõttekäigust. Teose kontekstist on teada, et siin on mõeldud telliseid ja plokkide, mis on valmistatud savi sisaldavast pinnasest. Kuna mõlema termini määratluses on olulisel kohal asjaolu, et tegu on põletamata tellistega, siis on oluline valida ka eestikeelne tõlge selline,

mis eristaks neid kahte tellist tavalisest põletatud savitellisest, seega on kasutatud põletamata savi vastena terminit *toorsavi*. Et termineid *toorsavitellised* ja *toorsaviplokid* omavahel eristada, siis on ingliskeelse termini *soil blocks* tõlget laiendatud sõnaga *pressitud*, kuna see on ainus omadus, mis nimetatud kahte plokki teineteisest eristab.

Samas näitelauses esineb ka ingliskeelne termin *adobe*, mis on eestikeelsesse erialakirjandusse otse üle toodud. Selle termini all mõeldakse käsitsi valmistatud (toor)savitelliseid, kuid kuna selliste telliste valmistamiseks on kasutusel erinevaid meetodeid, siis seal, kus on oluline teha vahet erinevate valmistamistehnikate vahel, on kirjeldavate ekvivalentide asemel eelistatud ingliskeelseid termineid. Termin *adobe* kasutamisel tuleb aga silmas pidada asjaolu, et inglise keeles lõpeb sõna hääldus i-tähega, mis tähendab, et selle käänamisel eesti keeles ei lisandu käändelõpule i-tähte.

Teose üks põhilisi käsitlusvaldkondi on saviplokkide ja savi kui materjali omadused ning seda ka võrreldes teiste ehitusmaterjalidega. Nimetatud võrreldavatest ehitusmaterjalidest on käesolevas analüüsis oluline välja tuua veel üks materjal, mis võib teemasse piisavalt süvenemata jääda tõlkimisel vajaliku tähelepanuta. Teoses on mitmel korral kasutatud terminit *lime-sandstone* ja selle variatsioone *sand-lime brick*, *lime-sand brick*, *limesandstone*. Termin *lime-sandstone* võiks põhimõtteliselt tõlkida ka otse *lubja-liivakiviks* või *lubja-liivatelliseks*. Kui teise nimetuse puhul viitab sõna *tellis*, et tegu on inimese valmistatud ehitusmaterjaliga, siis esimese puhul see nii selge pole. Siit võib jääda mulje, et tegu on loodusliku lubja- või liivakiviga. Alltoodud näitest nähtub aga, et tegu on betooni ja tavaliste savitellistega kõrvutatava tööstusliku ehitusmaterjaliga, mistõttu tuleb selle tõlkimisel lähtuda termini sisust. Ehituskivi, mis on valmistatud lubjast ja kvartslüüvast nimetatakse eesti keeles *silikaatkiviks* või *silikaattelliseks* (Eesti ehitusteave 2016), mis tähendab, et tööstusliku ehitusmaterjali mõistes ongi tegu nn lubja-liivakiviga.

[...] *superior to industrial building materials such as concrete, brick and lime-sandstone.*

[...] *on tööstuslikest ehitusmaterjalidest, nagu betoonist, tellistest ja silikaatkivist oluliselt parem.*

Otsetõlkimisega tuleb ettevaatlik olla ka näiliselt otsetõlgitavate terminitega, millel on tegelikult kasutusel tunnustatud vaste olemas. Nii võiks näiteks *pre-cast concrete elements* tõlkida *valmisvalatud betoonelementideks*. Selline tõlge ei oleks sisuliselt vale,

kuid ehituses on käibel hoopis termin *monteeritavad betoonelemendid*, kust on välja jäetud betooni valamisele viitav omadussõna ning asendatud omadussõnaga, mis kirjeldab betoonelemendi kasutusviisi ehk võimalust seda teiste elementidega monteerimise teel ühendada. Samamoodi ei oleks vale kasutada otsetõlget järgmise näite puhul ning tõlkida *plate* otse *plaadiks*, kuid kuna tegu on kindla katse kirjeldusega, siis tuleks eelistada sellele katsele omast terminit *raputuslaud*.

*Here, the mortar is poured through a standard funnel onto a **plate** that is lifted and dropped by a defined type and number of strokes.*

*Nimetatud meetodis valatakse mört läbi standardse leetri **raputuslauale**, mida tõstetakse ja kukutatakse kindlaks määratud tüüpi löökidega kindel arv kordi.*

Ehitusalases kirjanduses eeldatakse üldiselt, et lugeja on valdkonnaga kursis, ning sageli jäetakse teatavad täpsustused kirja panemata. Kuna käesolevas teoses on autor eraldi rõhutanud asjaolu, et käsiraamat ei ole mõeldud ainult valdkonna spetsialistidele ja asjatundjatele, siis tuleks mõne termini puhul eelistada kitsamat kirjeldavat või funktsionaalset ekvivalenti.

*Earth walls can be protected by **roof overhangs**, **dampproof courses**, **appropriate surface coatings etc.** (see p. 40).*

*Saviseinu saab kaitsta **üleulatuvate katuseräästastega**, hüdroisolatsiooniga, sobivate pinnakatetega ja muu sarnasega (vt lk 40).*

*Though the above principles normally suffice to inhibit the formation of condensation in walls, it is also possible to create a vapour barrier on the inside by utilising paints or **sheets**.*

*Kuigi tavaliselt piisab seintes kondensatsiooni moodustumise takistamiseks ülalnimetatud põhimõtetest, on värvide või **aurutõkkematerjalide** kasutamisega samuti võimalik sisepinnal luua aurutõkke kiht.*

*The largest particles settle at the bottom,
the finest **on top**.*

*Suurimad osakesed settivad põhja,
väikseimad **settekuhja pinnale**.*

*The diameter of the cake thus formed is
measured in centimetres and is called the
slump.*

*Selliselt moodustunud mördikoogi
diameetrit mõõdetakse sentimeetrites
ning seda nimetatakse **valguvuseks**.*

Esimeses näitelause on kasutatud terminit *roof overhang*, millele ei ole eesti keeles tunnustatud tõlkevastet. Kuna termin on osa loetelust, siis võib jääda mulje, et tegu on katuse lisaelemendiga. Seega tuleb siin eelistada kirjeldavat tõlget, mis selgitab, et tegu on katuse endaga, mille räästas ulatub lihtsalt üle seinte perimeetri. Selleks saab kasutada transpositsiooni, muutes nimisõna *overhang* omadussõnaliseks täiendiks *üleulatu*v. Sarnane täpsustus on vajalik teises näitelause, kus on kirjeldatud erinevaid aurutõkkematerjale. Terminiga *sheet* ei ole siin mõeldud mis tahes lehti, vaid siiski konkreetseid aurutõkkena kasutatavaid materjale, seega tuleb siin otsetõlke asemel kasutada funktsionaalset ekvivalenti. Ka kolmandas näites võib otsetõlge eesti keeles segadust tekitada. Kui tõlkida, et *väikseimad [osakesed settivad] pinnale*, võib tekkida küsimus *mille pinnale?*

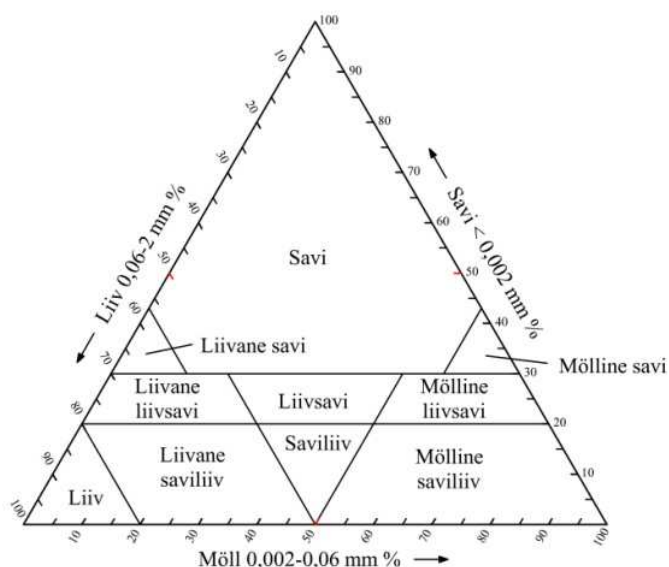
Neljandas näites on ära märgitud näide terminist, mida ei tohi otse tõlkida. Tegu on katse kirjeldusega ning termin *slump* märgib katsetatava aine omadust. Otse tõlkides võiks kasutada vastet *langus* või *vajumine*, kuid antud näite puhul oleks tegu valetõlkega. Aine omaduse nimetus on *valguvus* ning tegu on tunnustatud tõlkevastega (EVS-EN 1015-3:2004: 6).

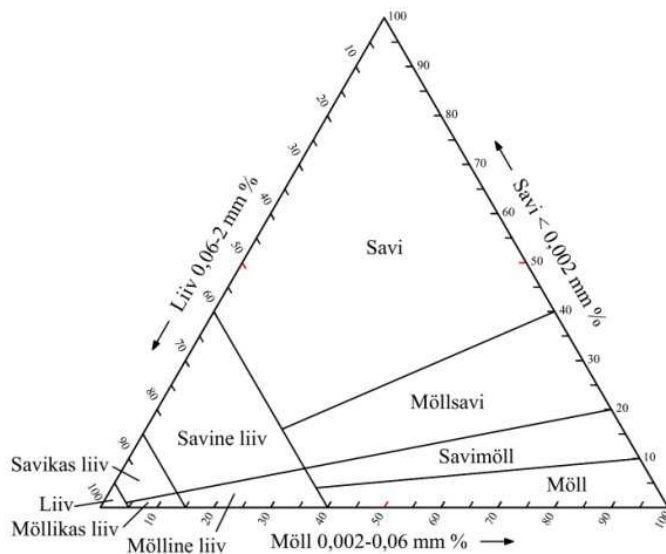
Eelnevate näidete alusel võib väita, et ehitusvaldkonnas tuleb otsetõlkimisega olla väga ettevaatlik. Kui mitmetel juhtudel ei tekita otsetõlge küll tähendusnihet, siis võib otsetõlge terminile lisada ebavajalikke lisasõnu, mis näitavad selgelt tõlkija võhiklikkust. Näiteks on lähtetekstis räägitud materjali tugevusest *bending tensile strength*. Mehaanikaga kursis olev tõlkija mõistab, et otsetõlge *painde-tõmbetugevus* on ebavajalik, kuna paine põhjustab koormatavas elemendis alati tõmmet, kuid tõmbejõud paindemomenti ei põhjusta. Käesoleval juhul räägitakse painde üldjuhust, seega tuleks termin eesti keelde tõlkida elemendi põhitööseisundi puhtpaindena. (Ehituskonstruktori käsiraamat 2010: 42–48)

3.2 Otsese vasteta terminid

Käesoleva magistriprojekti suurim tõlkeprobleem on seotud pinnase liikide tõlkimisega. Pinnaseid liigitatakse koostise, tekke ja omaduste järgi ning nende nimetuse määramisel on aluseks tavaliselt lõimis. Eestis on pinnaste liigituse aluseks projekteerimisnorm EPN-ENV 7.1, mille lisa 9 toodud pinnaste liigitus on sarnane standardis EVS-EN ISO 14688-2:2004 toodud jaotusele. Enne normi EPN-ENV 7.1 avaldamist kasutati NSV Liidu standardil (GOST) põhinevat pinnaste liigitust, mis on teatud valdkondades, näiteks teede projekteerimises, ikka veel kasutusel. (Ehituskonstruktori käsiraamat 2010: 212; Maanteeamet 2006: 7) Tõlkimisel tekib probleem asjaolust, et lähteteksti pinnaste liigitus on lihtsustatud variant USAs välja töötatud kolmnurk-diagrammist (vt joonis 2.4, lisa 2), mida kasutatakse tänapäeval rohkem põllumajanduses kui geotehnilises projekteerimises (Kovacevic, Jurić-Kačunić 2014: 802). Nimetatud kolmnurkdiagrammi pinnaste liigitus vastab aga pigem NSV Liidu standardil (GOST) põhinevale pinnaste liigitusele ja mitte tänapäevasele Euroopa Liidu standarditega ühtlustatud normile.

Järgnevalt on toodud kaks diagrammi: ülemine on lähteteksti diagrammi tõlge ja alumine EPN-ENV 7.1 lisa 9 toodud pinnaste liigitusel põhinev diagramm.





Joonis 3.2.1. Pinnaste liigitus Minke järgi (lk 57, Minke 2006: 21) ja EPN-ENV 7.1 lisa 9 järgi (lk 58)

Graafikutelt nähtub, et pinnase liikide jaotused on oluliselt erinevad, mis tähendab, et neid ei saa teineteisele otse vastandada. Samuti on näha, et EPN-ENV 7.1 kohasel graafikul puudub täielikult liiva ja mölli vahealas asetsev piirkond, kus asub lähtetekstis kesksel kohal olev pinnase liik *loam* ehk *saviliiv*. Seetõttu on käesoleva teksti tõlkimisel lähtunud pigem NSV Liidu standardis kasutatud terminitest. Ühelt poolt aitavad nimetatud standardis kasutatud terminid lihtsamalt illustreerida teoses kasutatud pinnaste liigitust, kuid teiselt poolt tekitab EPN-ENV 7.1 kohaste nimetuste kasutamine ka asjatut segadust. Kaasaegse normi liigituse aluseks on pinnase terastikuline koostis ning ka tõlgitavas teoses kasutatakse pinnaste kirjeldamisel erinevate terasuuruste protsentuaalseid osakaale pinnases. Seetõttu võib teoses esitatud diagrammi jälgimata tahtmatult tekstis kasutatud nimetusi hakata seostama normis esitatud andmetega vastava pinnase tüübi kohta, mis võib endaga tuua veada ehitusmaterjali valimisel. Antud juhul on seega õigustatud NSV Liidu standardil põhinevast liigitusest lähtuvate nimetuste kasutamine. Kuna NSV Liidu standardil põhinev liigitus tugineb ka pinnase plastsusarvule ning teoses ei seostata plastsusarvu otseselt pinnase liigiga, siis tekitab see vähem tahtmatuid vigu. Samuti aitab vanemate terminite kasutamine tuua sisse kõik lähtetekstis kasutatud nüansid pinnaste liigitamisel. Teoses kasutatud diagrammi kesksel kohal olevad pinnased nimetustega *loam*

ja *clayey loam* saab siit lähtuvalt tõlkida nimetustega *saviliiv* ja *liivsavi*, millest on näha, et tegu on sarnaste pinnastega, kuid esimeses on põhikohal liiva sisaldus ja teises pigem savi sisaldus. Kuna *loam* on pinnas, milles on keskmiselt 40% liiva, 40% mölli ja 20% savi, siis on kohane seostada seda nimetusega *saviliiv*, kus põhikohal ei ole mitte savi, vaid liiv. Ainus kohandus, mis normist EPN-ENV 7.1 tõlkesse üle on toodud, on termini *möll* kasutamine sõna *tolm* asemel. Tolm on „väga väikeste, õhus heljuda võivate tahke aine osakeste kogum“ (EKSS), kuid kuna ingliskeelne termin *silt* tähendab setet, mille osakesed on suuruselt savi ja liiva vahepeal (Oxford English Dictionary), siis on *aleuriit* ehk *möll* kui „liivast peenem ja savist jämedam purdsete“ (ÕS 2013) sobivam vaste.

Kui pinnase liikide puhul tuleneb vastete puudumine tõlgitava teose spetsiifikast, siis leidub teoses veel termineid, millele eesti keeles tunnustatud vastet veel ei leidu. Nagu eelmisest alapeatükist selgus, siis on savimaterjalid kohati inglise keelest otse üle toodud. Kui terminiga *adobe* kirjeldatakse käsitsi valmistatud toorsavitelliseid, siis termin *wattle and daub* kirjeldab teist saviehitustehnoloogiat, mis hõlmab vitspunutise kasutamist. Sõna *wattle* tähendab *vitspunutist* või *vitsmatti* (Filosoft) ning *daub* on *võõp* (Filosoft) või „krohv, savi või muu aine, mida kasutatakse pinna katmiseks, eriti segatuna põhuga, ning mis kantakse seina moodustamiseks vitsmatile“ (Oxford English Dictionary). Terminikomponentide analüüs näitab, et termin on sõnasõnalises tõlkes iseennast selgitav, seega on ka käesoleva magistriprojekti tõlkes kasutatud tõlkimisel kalkat. Küll aga tuleb tähele panna, et nimetatud sõnasõnalist tõlget ei saa eraldiseisvalt kasutada. Teose tõlgitud osas on kaks näidet termini kasutusest, kus ühel juhul lisandub terminile põhisõna *sein* ja teisel juhul *täide*.

Insects can survive only provided there are gaps, as in “wattle-and-daub” walls.

Putukad saavad ellu jääda ainult juhul, kui seintes on avauseid, nagu vitspunutis-saviseinte puhul.

Wattle and daub was also used [as an infill].

Samuti kasutati [täitematerjalina] vitspunutis-savitäidet.

Veel üks termin, millel puudub eesti keeles tunnustatud tõlkevaste, on *water curing*. Terminit ole võimalik otse tõlkida ja ka tekstist ei tule selle sisu selgelt välja.

Water curing on protsess, mis lähteteksti kohaselt parandab pinnase siduvust, põhjustades savimineraalide vahel elektrokeemilist tõmmet (Minke 2006: 38). Selle põhjal on aga raske öelda, millega täpselt tegu on. Kasuks tulevad teadmised betoonkonstruktsioonide valmistamisest. Termin *curing* viitab hüdratatsioonile, mis on „vee molekulide liitmine v liitumine mingi muu aine osakestega“ (VSL). Betooni puhul on tegu keemilise protsessiga, mille käigus betoonisegus sisalduv vesi seguneb täitematerjali ja tsemendiga, mille tulemusel toimub keemiline muutus, mis annab lõplikule elemendile suurima võimaliku tugevuse. *Water curing* viitab meetodile, millega nimetatud hüdratatsiooni protsessi kontrollitakse. Kui betoon kuivab liiga kiiresti, võib betoonelemendi tugevus kahjustuda, seega tuleb betooni kuivamise perioodil pidevalt niisutada. Mida pikema aja vältel betooni niisutatakse, seda suurem on betoonelemendi lõplik tugevus. (Kosmatka, *et al.* 2003: 219) Kui betooni puhul on vajalik pidev niisutamine, siis saviehituses ei ole tegu sama protsessiga. Lähtetekstist nähtub, et savisegu puhul on vaja lasta segul lihtsalt kuni 48 tundi niiskena seista, et parandada selle omadusi, seega ei ole sobiv saviehituses sellist protsessi niisutamiseks nimetada. Analoogselt betooni niisutamisega parandab reaktsioon veega aga segu tugevust, seega sobib tõlkevasteks funktsionaalne ekvivalent *veega tugevdamine*.

3.3 Vead lähtetekstis

Võrreldes lisas 2 joonisel 2.4 esitatud lähteteksti graafikut eelmises alapeatükis joonisel 3.2.1 esitatud esimese graafikuga, on näha, et graafiku teljel, mis kujutab savisisaldust, on lähteteksti graafikul esitatud saviosakeste suurus vale. Tegu on kirjaveaga, mis on tegelikult oluline sisuline viga, kuna osakeste suurusest sõltub kogu pinnaste liigitus. Selliseid kirjavigu on tekstis teisigi, alustades vahetusse läinud viidetest joonistele või fotodele, lõpetades vale tähisega valemis või vahetusse läinud terminiga. Neid vigu pole küll palju, aga tõlkimisel tuleb olla tähelepanelik, et mitte samu vigu tõlkesse sisse tuua.

Suurim viga, mis tekstis silma jäi, ning ka ainus terminoloogiline viga oli termin *thermal diffusivity*, mille juurde kuulus valem $b = \sqrt{c \cdot \rho \cdot k} \text{ [kJ/Km}^2\text{h}^{0,5}]$. Lähemal uurimisel selgub, et terminile *thermal diffusivity* vastab tegelikult tähis κ või α , D või k

ning valem $\kappa = \frac{k}{\rho c_p}$, mille ühik on mm^2/s (Encyclopedia of Chemistry). Seega on selge, et lähtetekstis on tekkinud viga. Võttes aluseks termini juurde kuuluva selgituse lähtetekstis, sai välja uurida, et leidub veel teine antud terminiga seotud ja samu muutujaid kasutav näitaja *thermal effusivity*, mis vastab ka tekstis esitatud valemile. Terminile *thermal diffusivity* vaste on eesti keeles difusioonitegur, kuid terminile *thermal effusivity* tunnustatud tõlkevastet ei leidu. Kalkat kasutades saab termini tõlkida *termiliseks efusiivsuseks*.

Lisaks terminoloogilisele veale leidis lähtetekstis veel üks sisuline viga, mida on esialgu raske märgata. Materjali soojusmahtuvust on kirjeldatud järgmiselt:

The thermal capacity (heat storage capacity) S of a material is defined as the product of specific heat c and the density ρ :

$$S = c \cdot \rho \text{ [kJ/m}^2\text{K]}$$

The thermal heat capacity defines the amount of heat needed to warm 1 m³ of material by 1°C. The heat storage capacity Q_s for a unit area of wall is S multiplied by the thickness s of the element:

$$Q_s = c \cdot \rho \cdot s \text{ [kJ/m}^2\text{K]}$$

Materjali soojusmahtuvus C sõltub erisoojusest c ja tihedusest ρ :

$$C = c \cdot \rho \text{ [kJ/m}^3\text{K]}$$

Soojusmahtuvus määratleb soojuse hulga, mis on vajalik 1 m³ materjali soojendamiseks 1 °C võrra. Seina ühikulise ala soojusmahtuvus Q_s on C korda elemendi paksus s :

$$Q_s = c \cdot \rho \cdot s \text{ [kJ/m}^2\text{K]}$$

Esitatud määratluste ja valemite võrdlemisel muutub viga aga silmnähtavaks. Kui vaadata mõlema näitelause lähtekeelset varianti, siis on selge, et kui esimeses näitelauses esitatud soojusmahtuvus korrutada seina paksusega, mida on tehtud teises näitelauses, siis ei saa valemite ühikud jääda muutumatuks. Esimeses valemis on kordajateks erisoojus c , mille ühik on kJ/kgK , ja tihedus ρ , mille ühik on kg/m^3 . Nende korrutamisel taandub ühik kujule kJ/m^3 ning selle suuruse täiendaval korrutamisel seina paksusega, mille ühik on m , taandub ühik kujule kJ/m^2 . Teises näitelauses esineb ka väike trükkiviga, kus seinapaksus s on valemis tähistatud tähega c , kuid see viga ei sega tekstist arusaamist, kuna valem on

seotud esimeses näitelauses esitatud valemiga ja nende kõrvutamisel on viga selgelt nähtav.

Kuigi tõlgitud kolmes peatükis rohkem nii otseseid sisulisi vigu ei leidunud, siis esines tekstis kaks lauset, mille täpne sisu jäi arusaamatuks.

*This is then cut into 2-cm-wide strips, placed **edge-to-edge touching each other**, then hammered again. This procedure is repeated until the **lower part** shows an even structure.*

*Lame tükk lõigatakse seejärel 2 cm laiusteks ribadeks, mis asetatakse **üksteisega külj-külje kõrvale**, ning saadud tükki tambitakse uuesti. Protseduuri korratakse seni, kuni **alumisel osal** nähtub ühtlane struktuur.*

*The three samples are dried for three days in a **room**.*

*Nimetatud kolme proovi kuivatatakse kolm päeva **ruumis**.*

Esimeses lauses kirjeldatakse katsemeetodit, kus tuleb lamedaks tambitud pinnase tükk lõigata 2 cm laiusteks ribadeks, mis tuleb seejärel üksteise kõrvale asetada ning uuesti tampida. Ribade kõrvuti asetsemiseks on aga ainult üks viis, mis antud juhul on sama asetus, milles nad lahti lõigati, seega jääb arusaamatuks, kuidas nad enne uuesti tampimist ümber asetada tuleks. Teine arusaamatus järgneb juhise ribad uuesti kokku tampida, kuni alumine osa saavutab ühtlase struktuuri: kuna eelnevalt on arusaamatu, mil viisil ribad üksteise kõrvale asetada tuleb, siis jääb ka arusaamatuks, missugust alumist äärt ühtlase struktuuri hindamiseks jälgida tuleb. Ka konteksti põhjal ei saa teada, mida mõeldud on, kuna need kaks lauset moodustavad protseduuri ühe terviketapi. Seetõttu on ainus variant lähtelausete tõlkimiseks tõlkida laused otse ja jätta lausete mõte sihtkeeles sama umbmääraseks.

Samasugune mõttehägusus tuleb tõlkimisel sisse jätta ka teises näites. Näitelauses on öeldud, et proovikeha tuleb kuivatada ruumis, aga täpsustamata on jäetud, mis ruumis. Tõenäoliselt on mõeldud ruumi, milles on tagatud näiteks kindel temperatuur ja õhuniiskus, kuid see täpsustus on lähtetekstist puudu.

3.4 Tähised

Lähtetekstis leidub mitmeid materjalide erinevaid omadusi kirjeldavaid mõisteid koos terminite ning nende tähiste ja valemitega. Kuna tegu on materjalide tavapärase omadustega, siis on neist suuremal osal olemas ka tunnustatud tõlkevasted ja kodustatud tähised. Järgnevalt on esitatud mõned nimetatud materjali omadustest.

<i>liquid limit LL</i>	<i>voolavuspiir w_L</i>
<i>plastic limit PL</i>	<i>plastsuspiir w_P</i>
<i>water content L</i>	<i>veesisaldus w</i>
<i>plasticity index PI</i>	<i>plastsusarv I_P</i>
<i>consistency number C</i>	<i>konsistentsiarv I_C</i>
<i>thermal conductivity k</i>	<i>soojuserijuhtivus λ</i>
<i>thermal capacity (heat storage capacity) S</i>	<i>soojusmahtuvus C</i>
<i>specific heat c</i>	<i>erisoojus c</i>
<i>density r</i>	<i>tihedus ρ</i>
<i>heat storage capacity Q_s for a unit area of wall</i>	<i>seina ühikulise ala soojusmahtuvus Q_s</i>
<i>shrinkage limit SL</i>	<i>kahanemispiir w_s</i>

Mitmete nimetatud terminite jaoks on kasutusel erinevad kirjepildid. Näiteks *soojaerijuhtivus* võib esineda kujul *sooja-erijuhtivus* ja *soojuserijuhtivus*, *soojusmahtuvus* võib esineda kujul *soojamahtuvus*, *konsistentsiarv* võib esineda ka kujul *konsistentsarv*. Ehitusinsenerid kasutavad oma töös põhiliselt „Ehituskonstruktori käsiraamatut“ ja Eesti standardeid. Kui „Ehituskonstruktori käsiraamat“ (2010: 147, 162) annab terminid kujul *sooja-erijuhtivus* ja *soojamahtuvus*, siis Eesti standardites on kasutusel erinevaid variante, kuid sidekriipsu üldiselt ei kasutata. Kuna „Ehituskonstruktori käsiraamat“ on koostatud

erialaspetsialistide poolt ning kasutatud terminid lähtuvad suure osas nende eelistustest, siis on tõlkes lähtunud Eesti Keele Instituudi soovitudest. Seega on sihttekstis kasutatud termineid *soojusmahtuvus* ja *soojuserijuhtivus*.

Termin *konsistentsiarv* on Eestis vähe kasutatav suurus. Majandus- ja taristuministri 5. augusti 2015. a määruse nr 106 „Tee projekteerimise normid” lisas „Maanteede projekteerimismid” on *konsistentsiarvu* määratletud kui suurus, mis „iseloomustab pinnase plastsust mingil veesisaldusel w “. *Konsistentsiarvu* asemel on praktikas levinud aga hoopis *voolavusarv* I_L , mille määratlus nimetatud määruse lisas on *konsistentsiarvu* määratlusega samane. Erinevus on nähtav nende kahe suuruse valemite võrdlemisel: $I_C = \frac{w_L - w}{w_L - w_P}$ ja $I_L = \frac{w - w_P}{w_L - w_P}$. Valemite jagatavad on erinevad ning lähtuvalt nende erinevusest on *konsistentsiarvu* ja *voolavusarvu* puhul tegu vastupidiste väärtustega. *Konsistentsiarv* on *voolavuspiiril* 0 ja *plastsuspiiril* 1 ning *voolavusarv* on *voolavuspiiril* 1 ja *plastsuspiiril* 0. Tõlkijatel tuleb nimetatud suuruste tõlkimisel olla hoolas, et mitte kahte suurus omavahel vahetusse ajada.

Üks problemaatiline termin on veel *shrinkage limit* tähisega *SL*. Lähtetekstis on selle määratlus järgmine.

The shrinkage limit (SL) is defined as the boundary between the semi-solid and solid states.

Kahanemispäär (w_S) on määratletud kui piir poolkõva ja kõva oleku vahel.

Eesti keeles puudub terminile tunnustatud vaste. „Ehituskonstruktori käsiraamatu“ kohaselt on *plastsuspiir* w_P „veesisaldus, mille vähendamisel muutub algselt plastne savipinnas kõvaks“ (Ehituskonstruktori käsiraamat 2010: 217). Eesti ehitustava mõistes on seega tegu põhimõtteliselt sama mõistega, kuid lähtetekstis käsitletakse *plastsuspiiri* eraldiseisva suurusena. Seetõttu on termin *shrinkage limit* tõlgitud sõna-sõnalt *kahanemispääriks*. Tähise kodustamise põhjuseks on asjaolu, et *kahanemispääri* käsitletakse alati koos *voolavuspiiri* ja *plastsuspiiriga*, mille tähised on inglise keeles vastavalt *SL*, *LL* ja *PL*. Kui *voolavuspiiri* ja *plastsuspiiri* tunnustatud tähised on eesti keeles w_L ja w_P , siis on käesolevas töös *kahanemispääri* tähis kodustatud sama loogika alusel ning sihttekstis on tähisena kasutusel w_S .

Viimane termin, millele peaks tähelepanu pöörama, on *veeauru difusioonitakistustegur*. Difusioonitakistusega seoses on kasutuses kaks suurust: *veeauru difusioonitakistustegur* μ ja *difusioonitakistus* S_d (Masso 2012: 84). Lähtetekstis on *difusioonitakistusteguri* tähis jäänud määratlemata ning tähist μ on esimest korda kasutatud kohe peale *difusioonitakistuse* S_d määratlemist viitena tabelis olevatele väärtustele. Seetõttu oleks vajalik eelnevalt siiski eraldi ära märkida, mida μ tähistab.

Vapour passes through walls, and the resistance of the wall material against this action is defined by the “vapour diffusion resistance coefficient.” [---] The product of m with the thickness of the building element s gives the specific vapour diffusion resistance s_d .

*Aur liigub läbi seinte ning seinamaterjali vastupanu sellisele liikumisele määratletakse „veeauru difusioonitakistusteguriga μ “. [---] Toode m ehituselemendi paksusega s annab spetsiifilise *veeauru difusioonitakistuse* S_d .*

Selline valik põhineb täielikult autori eespool kirjeldatud taotlusel kirjutada teos lugejaskonnale, mis ei koosne vaid inseneridest.

KOKKUVÕTE

Magistriprojekti eesmärk oli tõlkida Gernot Minke teose „Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture“ kolm esimest peatükki ning analüüsida peamisi tõlkeprobleeme. Nimetatud peatükkides esitatakse ülevaade saviehituse ajaloost, saviehituses kasutatava materjali põhiomadustest ja valmistamisviisidest ning need moodustavad hea sissejuhatuse ülejäänud teosesse, kus kirjeldatakse juba lähemalt erinevaid ehitustehnikaid. Teoses esitatakse üksikasjalik ülevaade saviehituse eripäradest ning käsiraamatut saavad saviehitusest vajalike teadmiste omandamiseks kasutada nii insenerid kui ka asjaarmastajad.

Enne tõlkeprobleemide analüüsi määrati kindlaks teksti tüüp ja teksti funktsioon, mis mõjutavad oluliselt tõlkeprobleemide lahendamiseks valitavaid meetodeid. Nimetatud meetodid piiritleti konkreetsete tõlkestrateegiatega, mida kasutati tõlkeprobleemide lahenduskäikude analüüsi alusena. Kuna teksti tüübi määramisel leiti, et tegu on informatiivse tekstiga, siis sai selgeks, et tõlkimisel kasutatav keel peab säilitama lähtetekstiga võrdse neutraalsuse ja sisulise täpsuse.

Tõlkeprobleemide käsitluses keskenduti põhiliselt terminoloogilistele probleemidele, kuid toodi välja ka mõned teksti selgusega seotud probleemid. Käsiraamatu ülesanne on selgitada ja anda juhiseid ning selleks peab tekst olema üheselt arusaadav. Tõlkeanalüüsi esimeses osas käsitleti mitmetähenduslikke termineid, mille tõlkimine sõltub nii teksti valdkonnast kui ka kontekstist. Oluline on süveneda terminite sisulisse tähendusse ning mõista, et otsetõlge ei ole alati õige lähenemine. Tähelepanu tuleb pöörata kõikvõimalikele tähendusnihetele ja vajadusel kasutada sõnasõnalise tõlke asemel kirjeldavaid või funktsionaalseid ekvivalente.

Analüüsi teises osas käsitleti termineid, millele otsesed vasted eesti keeles puuduvad. Suurim probleem tõlkimisel tulenes lähteteksti pinnaste liigitusest, mis on kogu teoses kesksel kohal, kuid mida ei ole võimalik otse eesti keelde üle tuua. Siit nähtus, et aeg-ajalt on asjakohase tõlke loomiseks vajalik sisse tuua juba pisut vananenud või muutunud käsitlusi. Samuti selgus kõnealuselt alapeatükist, et tunnustatud tõlkevaste puudumisel tuleb sobiva tõlke leidmisel kasuks valdkonna laialdasem tundmine.

Analüüsi kahes viimases osas esitati lähtetekstis esinenud sisulised vead, ebaselged tööprotsessi kirjeldused ning kasutatud tähiste kodustamise probleemid. Siit nähtus, et kui valdkonnaga kursis olev tõlkija peaks suutma märgata tekstis esinevaid sisulisi vigu, siis

protsesside puudulikud kirjeldused ei pruugi alati ka kontekstist piisavalt lisateavet anda, et tõlkes teksti parandada. Tähiste lähemal vaatlemisel selgus, et kodustamine ei ole alati lihtne. Erinevates ehituspraktikates on kasutusel mõned sarnased kuid vastandlikud terminid ja nende juurde kuuluvad tähised. Selliste terminite kodustamisel tuleb olla ettevaatlik, kuna on kerge vaadata kas ainult terminit, ainult tähist või lähtuda ainult esitatud valemist ning teha tõlkevalikuid, mis on tegelikult valed. Vigade tegemine on lihtne, mistõttu tuleb igale kodustamisotsusele eraldi tähelepanu pöörata.

Tõlkeprobleemide analüüsist selgus, et ehitusvaldkonnas leidub mitmeid termineid, millele on olenevalt kontekstist erinevaid vasteid või millele eesti keeles otsesed vasted üldse puuduvad. Selline probleem võib olla tingitud eestikeelse erialakirjanduse vähesusest või ehitusvaldkonna pidevalt arenevast loomusest. Selge on aga see, et tõlkimisel tuleb alati pöörata tähelepanu tõlgitavate terminite sisule ning iga tõlkevalik peab olema põhjendatud ja teadlik.

KIRJANDUSE LOETELU

- Astover, Alar. (2010). Mullateaduse alused. [Õppematerjal] Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut.
- Eesti ehitusteave. (06.2016). ET-3 0201-1335 Silikaattellised ja –plokid. [Infoleht].
- Ehituskeskus. (2017). [www] <http://www.ehituskeskus.ee/> (14.05.2017).
- Ehituskonstruktori käsiraamat. (2010). / Toim Tiit Masso. 2. tr. Tallinn: EHITAME.
- EKSS. Eesti keele seletav sõnaraamat. [www] <https://www.eki.ee/dict/ekss/> (14.05.2017).
- Encyclopedia of Chemistry. [www] <http://www.chemeurope.com/en/encyclopedia/> (14.05.2017).
- ESTER. Eesti raamatukogude ühine e-kataloog ESTER. [www] <https://www.ester.ee/> (14.05.2017).
- EVS-EN 1015-3:2004 Müürimörtide katsemeetodid. Osa 3: Mõrdisegu konsistentsi määramine (raputuslaual). (2004). Eesti Standardikeskus.
- Filosoft. Inglise-eesti sõnastik. [www] http://www.filosoft.ee/dict_enet/ (14.05.2017).
- Gernot Minke kodulehekül. (2017). [www] <http://www.gernotminke.de/> (14.05.2017).
- Kasik, Reet 2007. Kuidas kirjutada selget tarbeteksti. *Oma Keel* 14: 46–51.
- Kosmatka, Steven H.; Kerkhoff, Beatrix; Panarese, William C. 2003. *Design and Control of Concrete Mixtures*, 14. tr. Skokie, Illinois, USA: Portland Cement Association.
- Kovacevic, Meho Sasa; Jurić-Kačunić, Danijela 2014. European soil classification system for engineering purposes. *Gradevinar* 66(9): 801–810.
- Maanteeamet. (12.2006). Muldkeha remondi projekteerimise juhised. [www] https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/projekteerimine/muldkeha_remondi_projekteerimise_juhis.pdf (14.05.2017).

- Masso, Tiit 2012. *Ehitusfüüsika ABC : soojus, niiskus, müra*. Tallinn: EHITAME.
- Minke, Gernot 2006. *Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Basel, Berlin, Boston: Birkhäuser.
- Newmark, Peter 1988. *A Textbook of Translation*. New York jne: Prentice Hall.
- Nida, Eugene 2001. *Contexts in Translating*. Amsterdam, Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- Oxford English Dictionary [www] <http://www.oxforddictionaries.com/> (14.05.2017).
- Reiss, Katharina (1971/2000). Type, kind and individuality of text. Decision making in translation. — Lawrence Venuti. *The Translation Studies Reader*. London: Routledge, 160–171.
- Reiss, Katharina 2000. *Translation Criticism – The Potentials & Limitations. Categories and Criteria for Translation Quality Assessment*. Manchester: St. Jerome Publishing.
- Tee projekteerimise normid. Lisa „Maanteede projekteerimismid“. (Vastu võetud 05.08.2015, jõustunud 10.08.2015). — Elektrooniline Riigi Teataja. [www] https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1070/8201/5014/MKM_m106_lisa.pdf (14.05.2017).
- Vinay, Jean-Paul; Darbelnet, Jean (1995/2000). A Methodology for Translation. — Lawrence Venuti. *The Translation Studies Reader*. London: Routledge, 84–93.
- VSL. Võõrsõnade leksikon. [www] <http://www.eki.ee/dict/vsl/> (14.05.2017).
- ÕS 2013. Eesti õigekeelsussõnaraamat ÕS 2013. [www] <http://www.eki.ee/dict/qs/> (14.05.2017).

SUMMARY

Elis Sõrmus

Gernot Minke teose „Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture“ kolme peatüki tõlge ja tõlke analüüs

Translation of three chapters of 'Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture' by Gernot Minke and analysis of the translation

Master's project

2017

71 pages

The aim of this Master's project was to translate the first three chapters of 'Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture' by Gernot Minke and to analyse the main translation problems. The chosen chapters give an overview of the history of earth construction, the main characteristics of the material used for preparing earth blocks and methods for preparing the material. These chapters form a good introduction to the rest of the book where different construction techniques are described more closely. The book gives a detailed overview of earth construction, therefore it can be used by engineers as well as amateurs for obtaining the necessary knowledge.

Before analysing the translation problems that were encountered while translating, the type and function of the text were determined. These greatly affect the methods to be chosen for solving the translation problems. The methods were defined by certain translation strategies, which were used as the basis for the analysis of the problem-solving processes. As the text was determined to be an informative text, it became clear that the language used in translating has to maintain neutrality and accuracy of meaning that is equal to the source text.

The analysis of the translation problems focuses mainly on terminological problems but some problems with the clarity of the text are also discussed. The purpose of the handbook is to explain and give instructions which is why the text has to be unambiguous. The first part of the analysis deals with terms that have multiple meanings and the translation of which depends on the subject matter as well as the context. It is important to

determine the semantic meaning of the terms and understand that literal translation is not always the best course of action. It is important to note all potential semantic shifts and to use descriptive or functional equivalents instead of calque, if necessary.

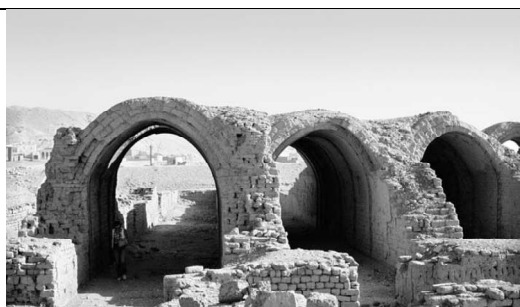
The second part of the analysis looks at terms that lack literal equivalents in Estonian. The biggest problem here occurs with the classification of soils. This classification is central to the entire book but there is no way to transfer the terms straight into Estonian. It is shown that sometimes it is necessary to use outdated or changed classifications to produce a suitable translation. It is also shown that in the case where there are no recognised translations a wider knowledge of the subject matter is a definite advantage to the translator.

In the last two parts of the analysis, the substantive mistakes in the source text, unclear descriptions of operational processes and problems concerning the localisation of symbols are described. It becomes apparent that while a translator knowledgeable in the subject field should be able to notice substantive mistakes in the source text, it might not be possible to improve the insufficient process descriptions in the source text as the source text might not provide enough additional information to get a clear understanding of the intended meaning. Viewing the symbols shows that localisation is not always easy. Different construction practises use some very similar but conflicting terms and symbols that go along with them. These terms need to be translated with special care as it is easy to only look at the term or only at the symbol or solely at the formula given and make translation choices that are actually incorrect. Making mistakes is very easy, which is why every localisation decision needs special attention.

In conclusion, the analysis of the translation problems illustrates that there are many terms in the field of construction that have different contextual meanings or that do not have direct equivalents in Estonian. This problem might be the result of the small amount of specialised literature in Estonian or the result of the continuously developing nature of the construction field. Whatever the reason, it is clear that when translating, the semantic meaning of every term has to be clear and every translation choice has to be conscious and justified.

LISAD

Lisa 1. Esimese peatüki joonised



1.1 Laoruumid, Ramses II tempel, Gourna, Egiptus



1.2 Kindlustatud linn, Drâa jõe org, Maroko



1.3 Bami tsitadell, Iraan, enne 2003. aasta detsembris toimunud maavärinat



1.4 Suur mošee, Djenné, Mali, ehitatud 1935. aastal



1.5 Mošee, Kashan, Iraan



1.6 Basaar, Sirdjan, Iraan



1.7 Tampsavist maamõis, São Paulo, Brasiilia



1.8 Toorsavitelistest seina rekonstruktsioon, Heuneburg, Saksamaa, 6. sajand eKr



I.9 Mošee, Nando, Mali, 12. sajand



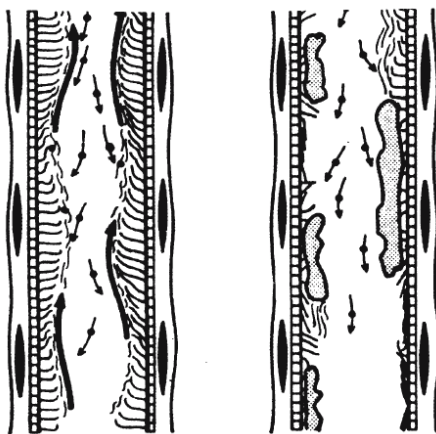
I.10 Tampsavist maja, Meldorf, Saksamaa, 1795



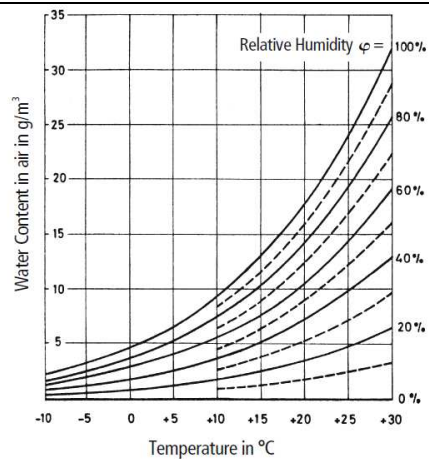
I.11 Tampsavist maja, Weilburg, Saksamaa, 1828



I.12 Tampsavist majad, Weilburg, Saksamaa, umbes 1830

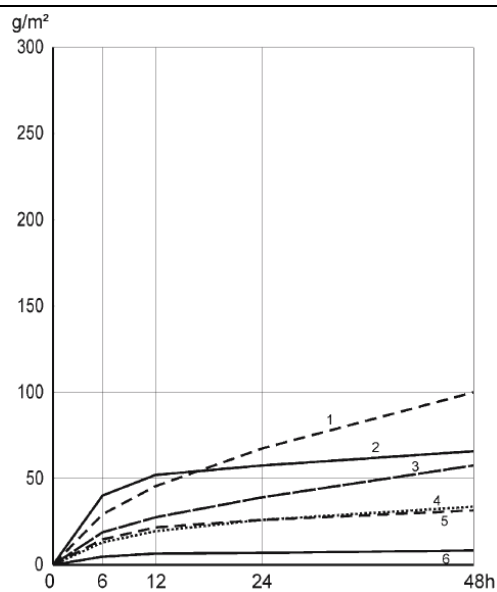


I.13 Terve (vasak) ja kuivanud (parem) limaskestaga hingetoru läbilõige (Becker 1986)

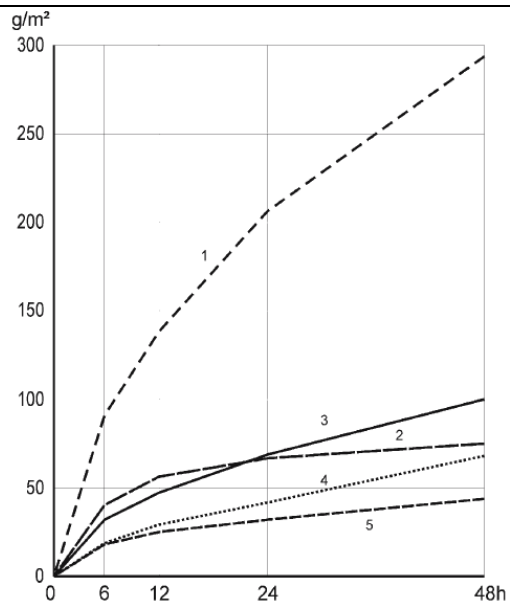


Relative humidity φ – Suhteline niiskus φ
 Water Content in air in g/m^3 – Õhu veesisaldus g/m^3
 Temperature $^{\circ}\text{C}$ – Temperatuur $^{\circ}\text{C}$

I.14 Kandjate diagramm

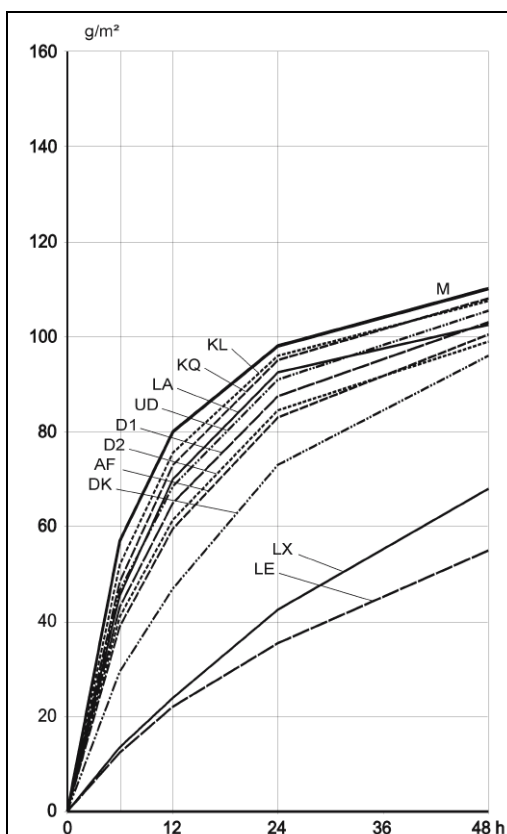


- 1 Tsementbetoon M 25
- 2 Silikaattellis
- 3 Korebetoon
- 4 Kergtellised
- 5 Täistellis
- 6 Klinkertellis



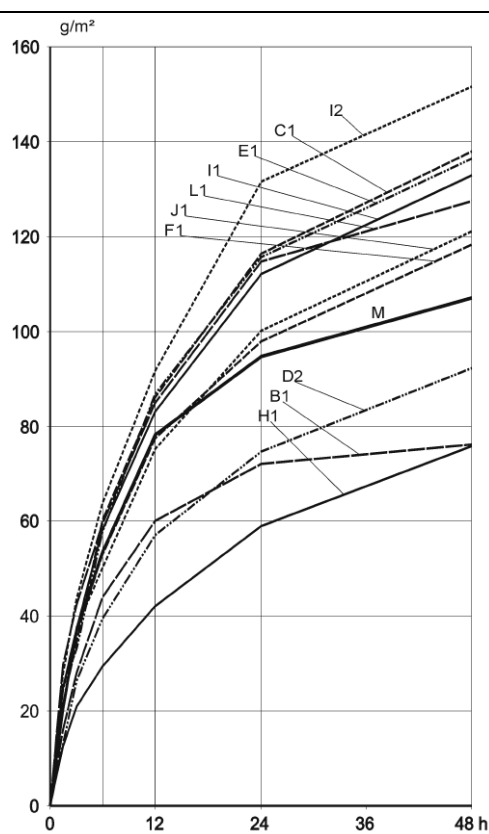
- 1 Liivsavi
- 2 Liivsavikrohv
- 3 Kuusk, hõõveldatud
- 4 Lubitsementkrohv
- 5 Kipskrohv

1.15 15 mm paksuste proovide imavus temperatuuril 21 °C ja niiskuse järsul tõstmisel 50%-lt 80%-le



M Mölline saviliiv, 2 kattekihita liiv
 KQ 2 x 1 lubi : 1 kohupiim : 1,7 vesi
 KL 2 x kriit-tselluloosliimvärv
 LE 1 x kahekordselt keedetud linaseemneõli
 D2 2 x Biofa dispersioonvärv
 LA 1 x Biofa glasuur krundiga
 AF 2 x akrüülvärv
 DK 2 x sünteetiline dispersioonvärv välispindadele
 LX 2 x lateks
 UD 2 x dispersioonvärv ilma lahustita
 D1 2 x dispersioonvärv sisepeindadele

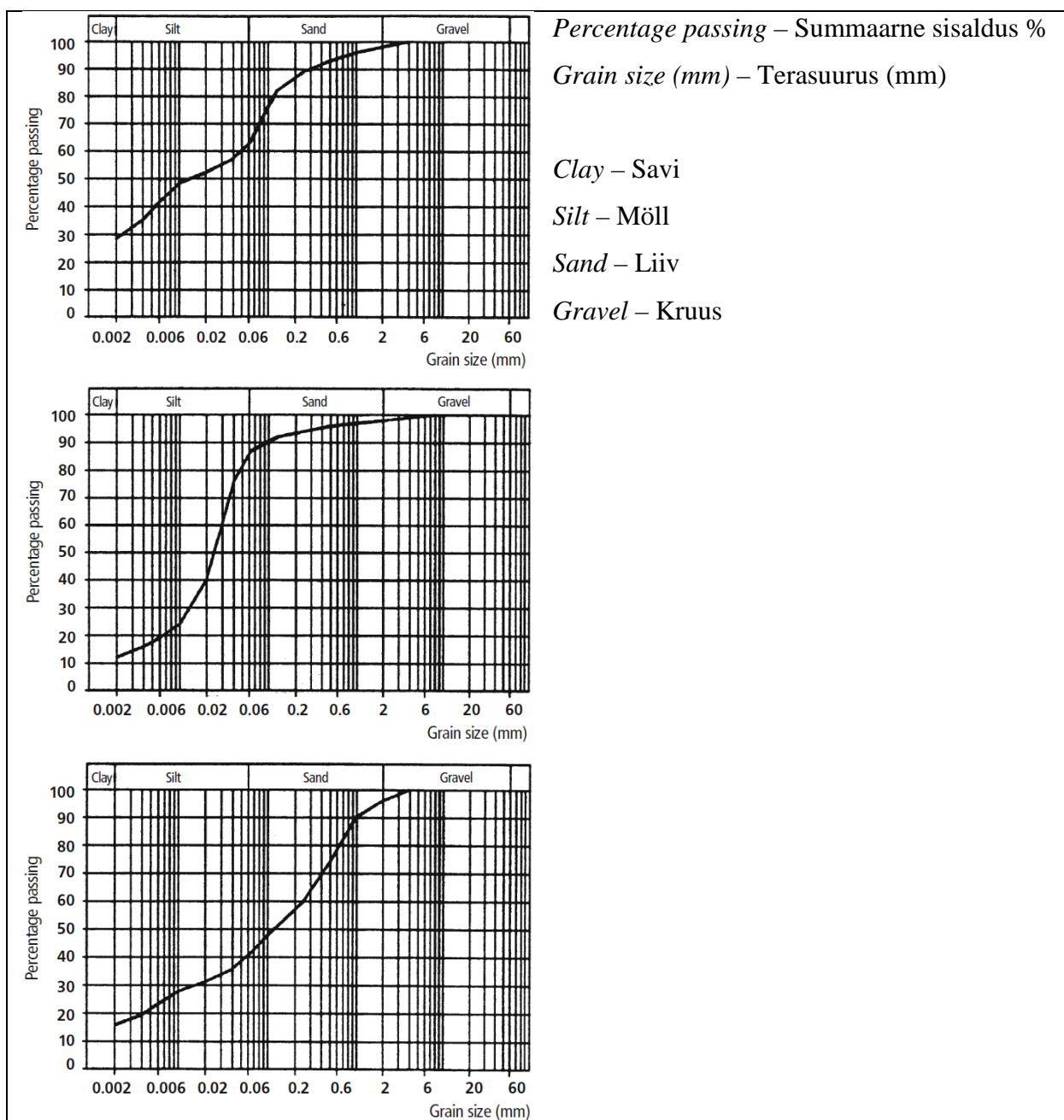
I.19 Kattekihi mõju 1,5 cm paksustele ühelt poolt katmata saviliivkrohvidele temperatuuril 21 °C (savi 4%, möll 25%, liiv 71%) peale niiskuse järsku tõusu 50%-lt 80%-le. Kattekihi paksus on 100 ± 10 µm.



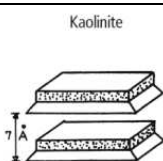
M Saviliivkrohv ilma täitematerjalita
 I2 koos 2,0% kookoskiududega
 C1 koos 2,0% tsellulooskiududega
 E1 koos 2,0% vesiklaasiga
 I1 koos 1,0% kookoskiududega
 L1 koos 3,0% saepuruga
 J1 koos 2,0% nisupõhuga
 F1 koos 3,0% tsemendiga
 D2 koos 2,0% keedetud rukkijahuga
 B1 koos 0,5% tselluloosliimiga
 H1 koos 6,0% kaseiiniga/lubjaga

I.20 Erinevate täitematerjalide mõju niiskuse imendumisele. Tingimused on samad nagu joonisel 1.19

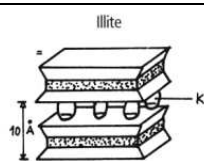
Lisa 2. Teise peatüki joonised



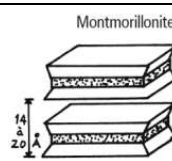
2.1 Suure savisisaldusega (*ülemine*), suure möllisisaldusega (*keskmine*) ja suure liivisisaldusega (*alumine*) saviliivade terade suurusjaotus pinnases



Kaolinite



Illite



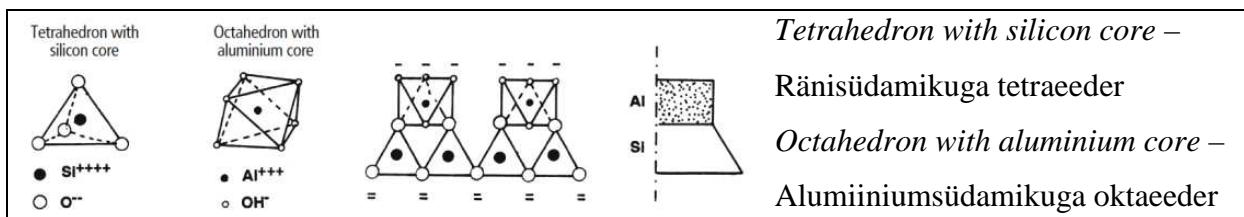
Montmorillonite

Kaolinite – Kaoliiniit

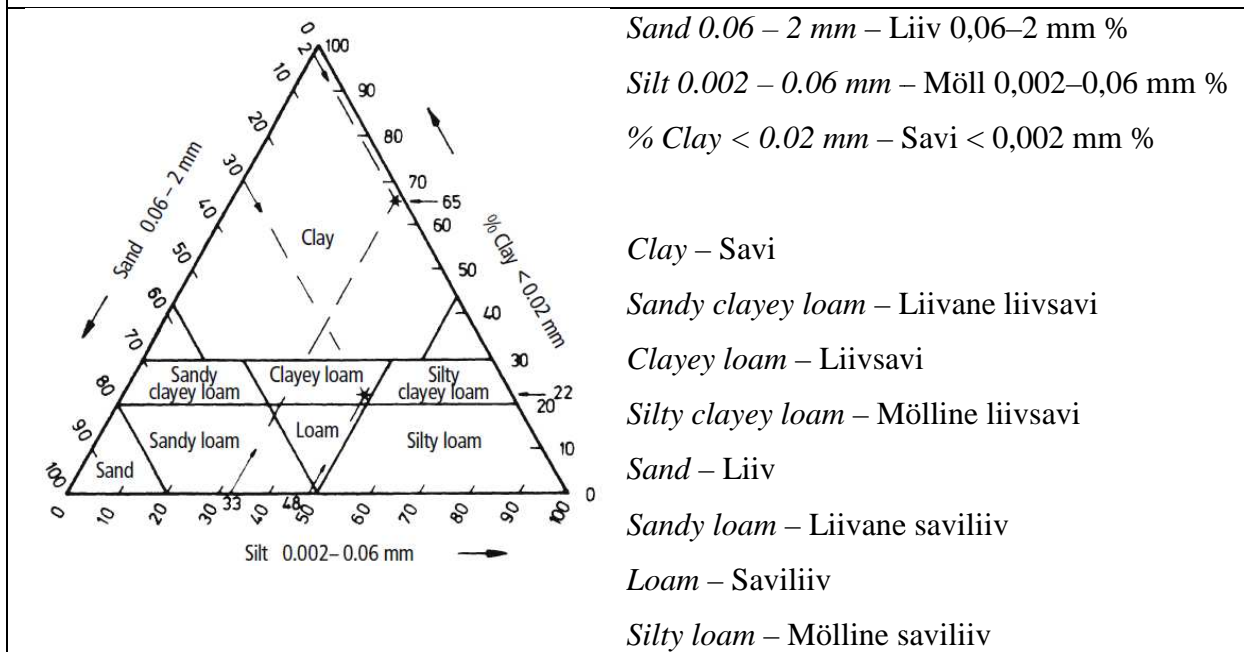
Illite – Illiit

Montmorillonite – Montmorilloniit

2.2 Kolme levinuima savimineraali struktuur (Houben, Guillaud 1984)



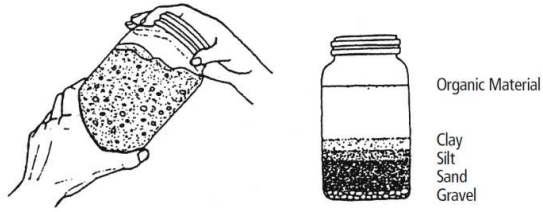
2.3 Savimineraalide kihiline struktuur (Houben, Guillaud 1984)



2.4 Pinnase terade suurusjaotus kujutatuna kolmnurksel diagrammil (Voth 1978)

Proov	Koostis	Visuaalselt		Tegelik
		% (maht)	% (mass)	% (mass)
K1	Savi	45	14	6
	Möll	18	26	38
	Liiv	37	60	56
K2	Savi	36	17	2
	Möll	24	19	16
	Liiv	40	64	82

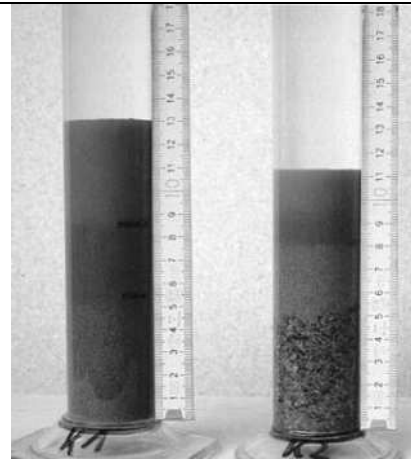
2.5 Settekatses katsetatud kahe saviliiva terade suurusjaotus



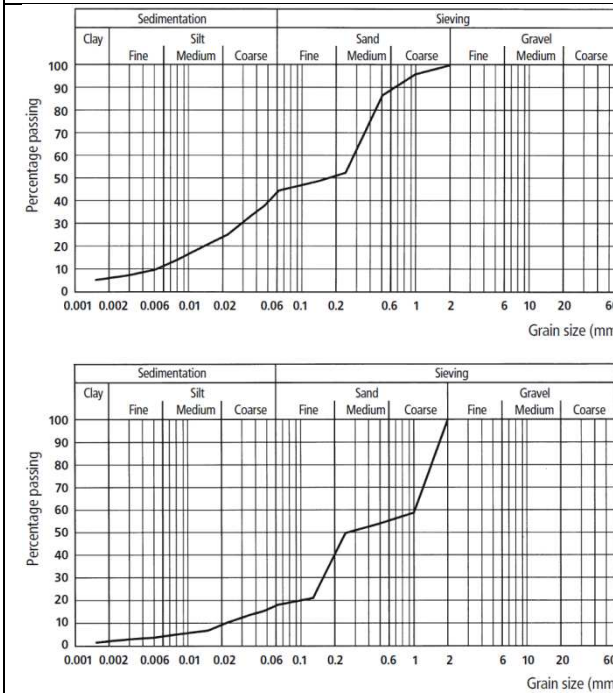
Organic Material
Clay
Silt
Sand
Gravel

Organic Material – Orgaaniline materjal
Clay – Savi
Silt – Möll
Sand – Liiv
Gravel – Kruus

2.6 Settekatse (CRATerre 1979)



2.7 Settekatse



Percentage passing – Summaarne sisaldus %

Grain size (mm) – Terasuurus (mm)

Sedimentation – Settimine

Sieving – Sõelumine

Clay – Savi

Silt – Möll

Sand – Liiv

Gravel – Kruus

Fine – Peen

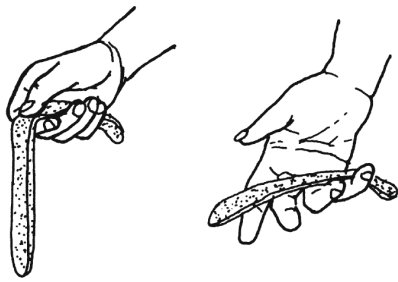
Medium – Keskmine

Coarse – Jäme

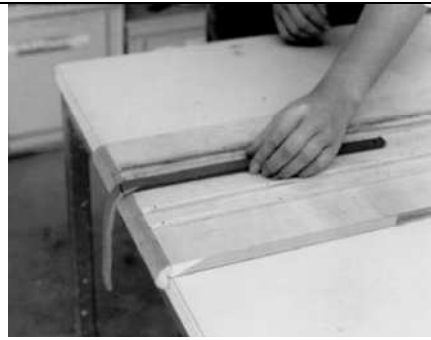
2.8 Saviliivast proovide terade suurusjaotus



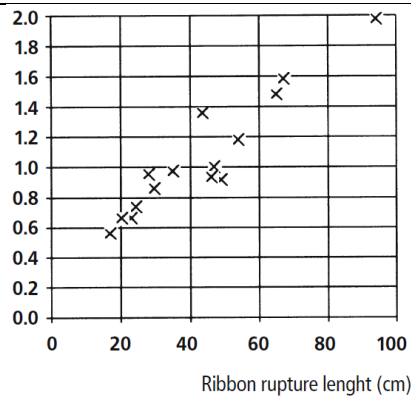
2.9 Saviliivast kerad peale kukutamise katset



2.10 Lindi katse

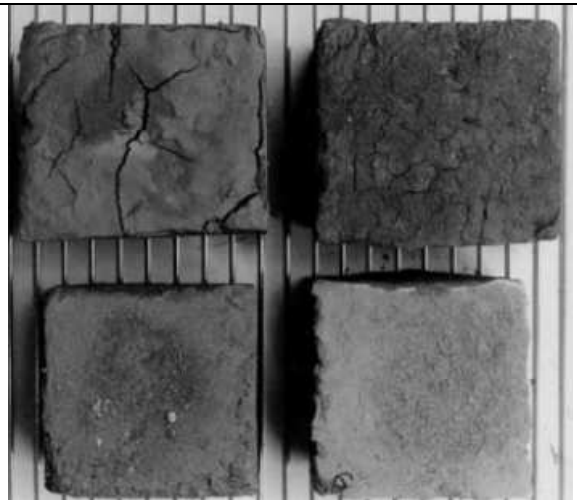


2.11 FEB-s väljatöötatud nidususe katse

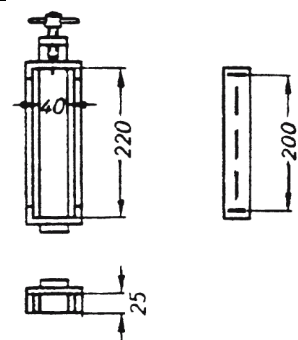


Ribbon rupture length (cm) – Lindi pikkus purunemisel (cm)

2.12 Võrdse konsistentsiga erinevate saviliivade siduvuse seos nende purunemispikkusega, katsetatud vastavalt FEB nidususe katsele



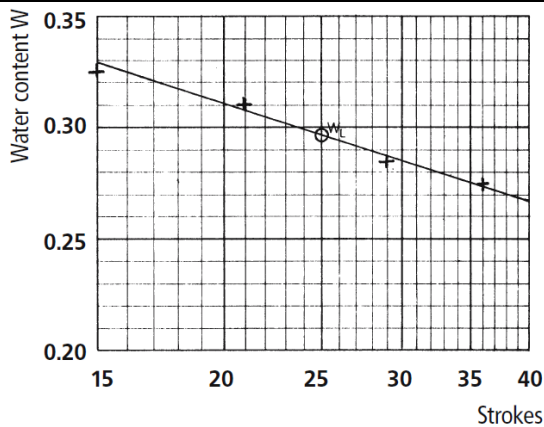
2.13 Paisumise ja kahanemise katse



2.14 Vahendid lineaarse kahanemise määramiseks vastavalt Saksamaa standardile DIN 18952



2.15 Casagrande aparaat voolavuspiiri määramiseks



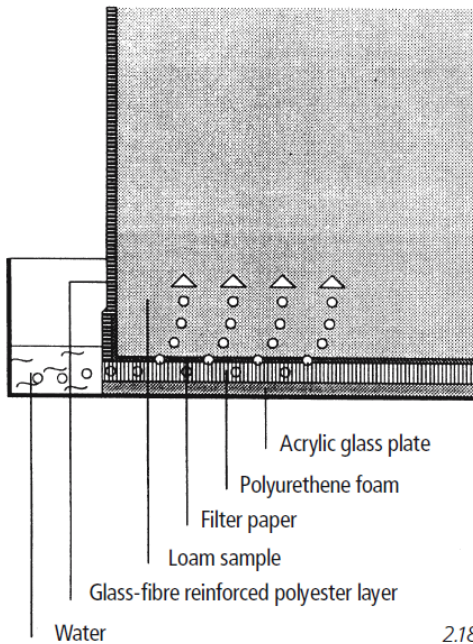
Water content W – Veesisaldus w

Strokes – Löökide arv

2.16 Voolavuspiiri saamine mitme punkti meetodiga vastavalt Saksamaa standardile DIN 18122

Saviliiva tüüp	w_L [%]	w_P [%]	$I_P = w_L - w_P$
liivane saviliiv	10–23	5–23	< 5
mölline saviliiv	15–35	10–25	5–15
liivsavi	28–150	20–50	15–95
bentoniit	40	8	32

2.17 Saviliivade plastsusarv (Voth 1978)



Water – Vesi

Glass-fibre reinforced polyester layer –

Klaaskiuga tugevdatud polüesterkiht

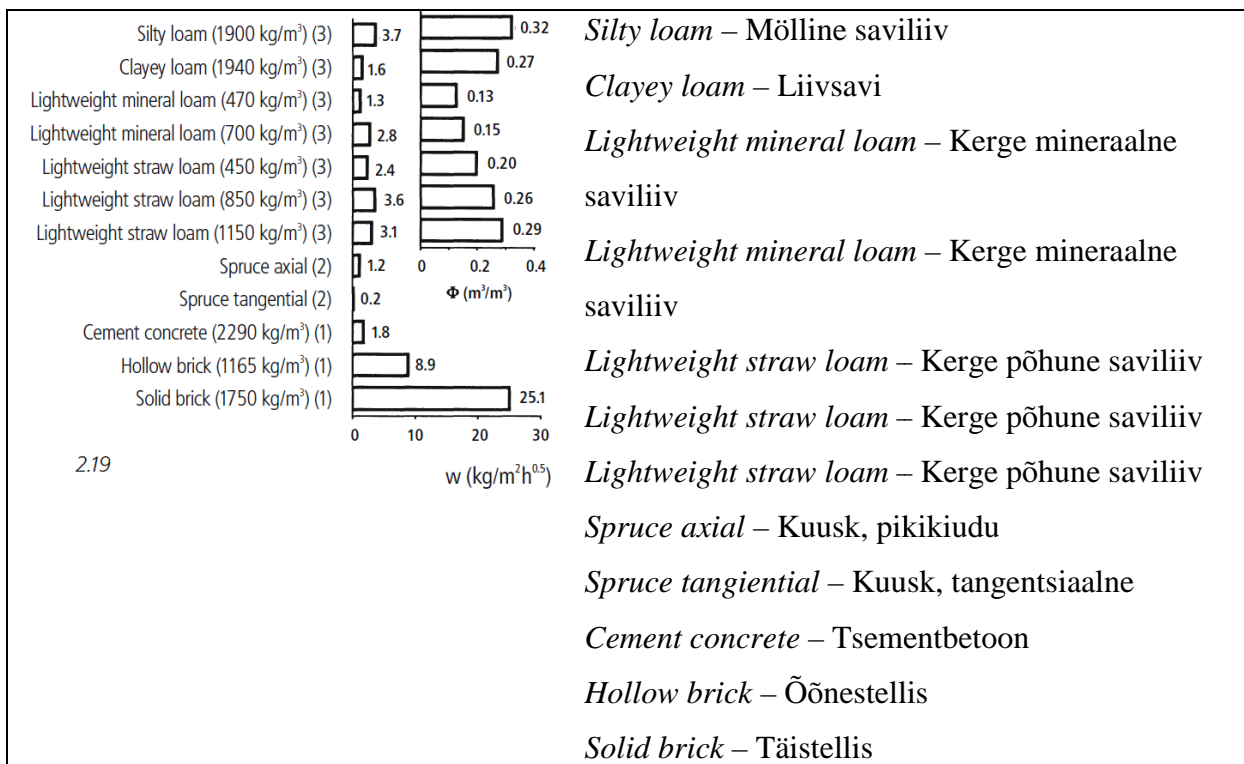
Loam sample – Saviliiva proov

Filter paper – Filterpaber

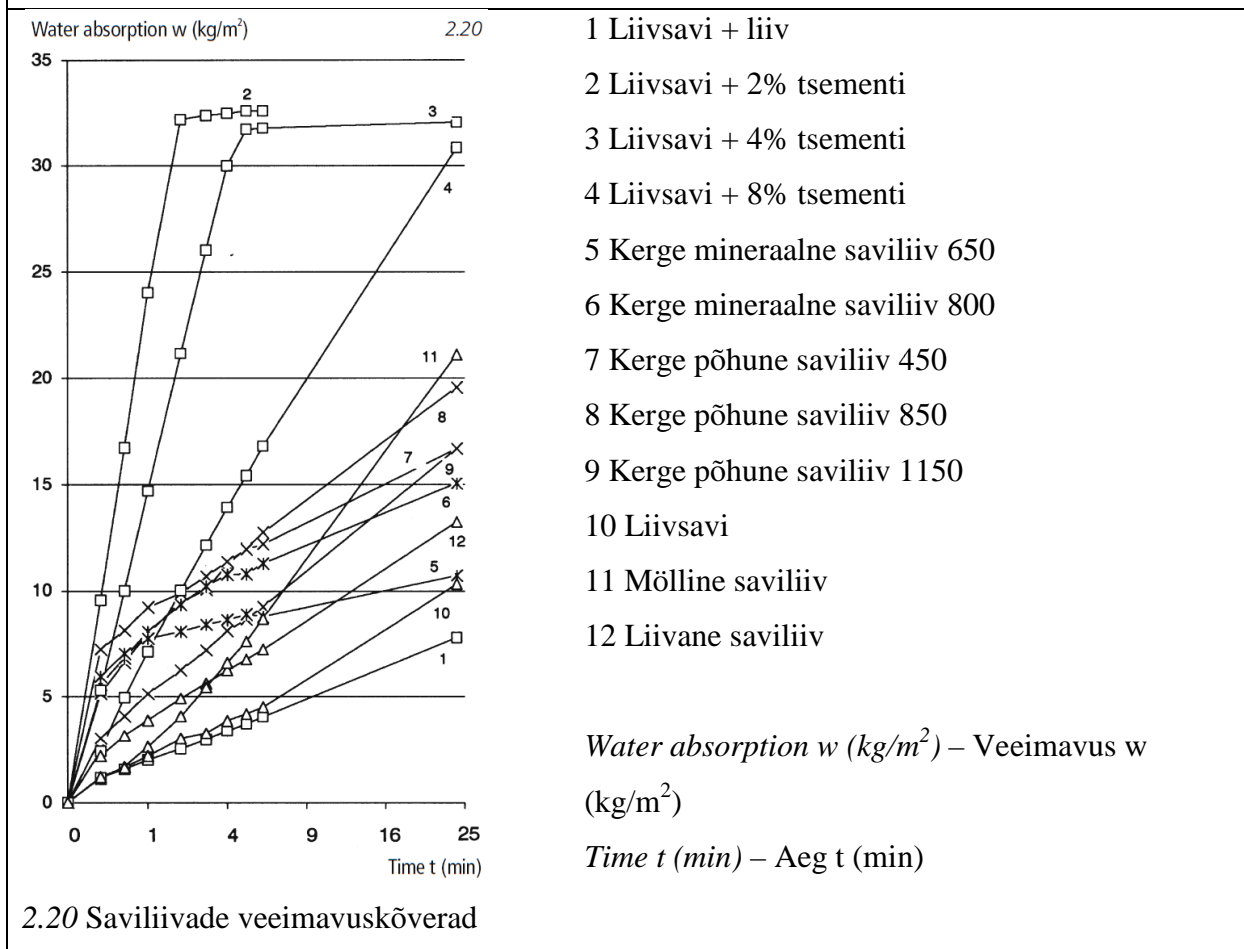
Polyurethane foam – Polüüretaanvaht

Acrylic glass plate – Akrüülklaasist plaat

2.18 Katse koost saviliiva proovide w -väärtuste saamiseks (Boemans 1990)



2.19 Saviliivade veemavustegur w võrreldes levinud ehitusmaterjalidega



2.20 Saviliivade veemavuskõverad

Silty loam – Mölline saviliiv

Clayey loam – Liivsavi

Lightweight mineral loam – Kerge mineraalne saviliiv

Lightweight mineral loam – Kerge mineraalne saviliiv

Lightweight straw loam – Kerge põhune saviliiv

Lightweight straw loam – Kerge põhune saviliiv

Lightweight straw loam – Kerge põhune saviliiv

Spruce axial – Kuusk, pikikiudu

Spruce tangential – Kuusk, tangentsiaalne

Cement concrete – Tsementbetoon

Hollow brick – Õonestellis

Solid brick – Täistellis

1 Liivsavi + liiv

2 Liivsavi + 2% tementi

3 Liivsavi + 4% tementi

4 Liivsavi + 8% tementi

5 Kerge mineraalne saviliiv 650

6 Kerge mineraalne saviliiv 800

7 Kerge põhune saviliiv 450

8 Kerge põhune saviliiv 850

9 Kerge põhune saviliiv 1150

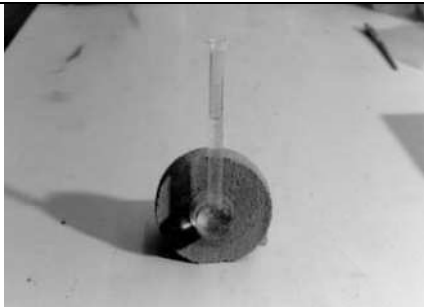
10 Liivsavi

11 Mölline saviliiv

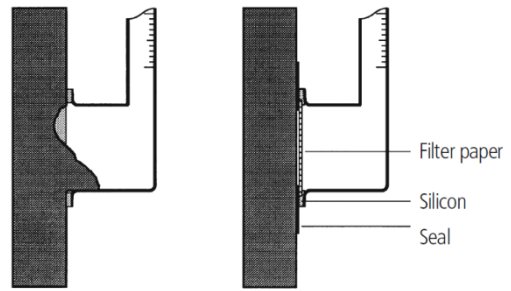
12 Liivane saviliiv

Water absorption w (kg/m²) – Veemavus w (kg/m²)

Time t (min) – Aeg t (min)



2.21 Modifitseeritud veekindluse katse, vastavalt FEB-le

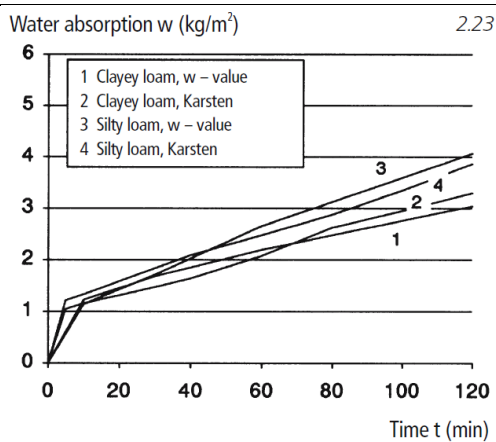


Filter paper – Filterpaber

Silicon – Silikoon

Seal – Tihend

2.22 Modifitseeritud veekindluse katse, vastavalt FEB-le



2.23 Veeimavus vastavalt Karstenile ja Saksamaa standardile DIN 52617

1 Clayey loam, w - value – 1 Liivsavi, w-väärtus

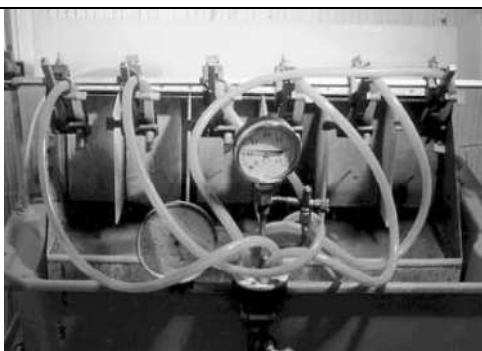
2 Clayey loam, Karsten – 2 Liivsavi, Karsten

3 Silty loam, w - value – 3 Mölline saviliiv, w-väärtus

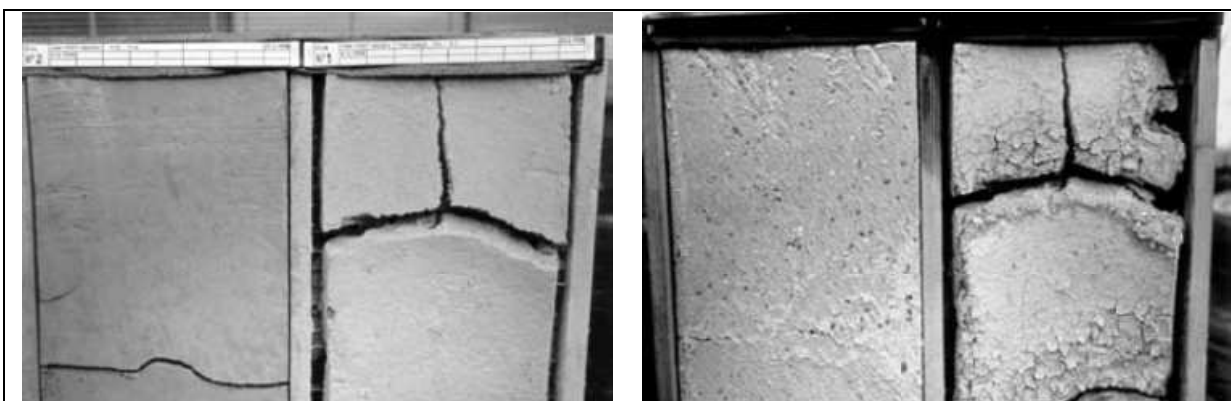
4 Silty loam, Karsten – 4 Mölline saviliiv, Karsten

Water absorption w (kg/m²) – Veeimavus w (kg/m²)

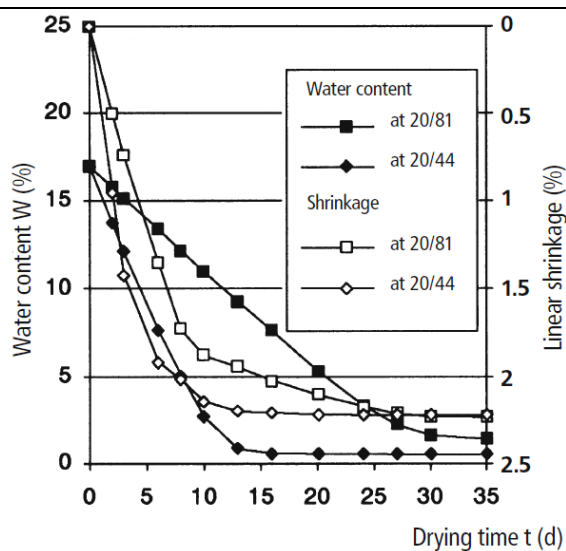
Time t (min) – Aeg t (min)



2.24 FEB-s väljatöötatud vee piserdamise katseseade



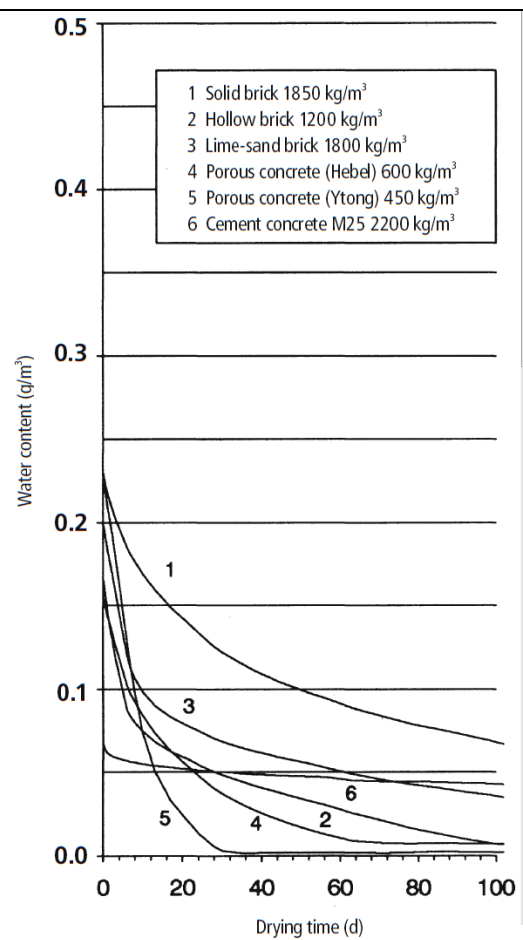
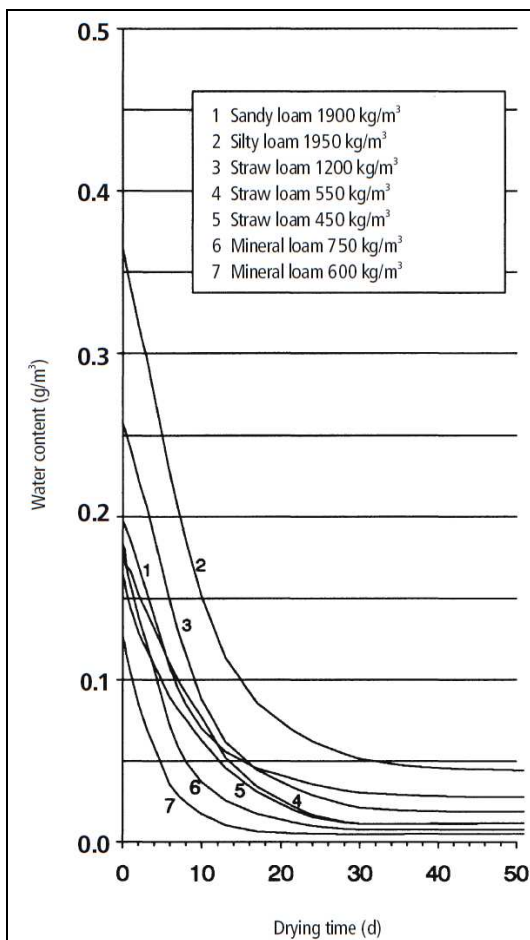
2.25 Saviliiva proovid enne (*vasakpoolne*) ja pärast (*parempoolne*) kolme aastat ilmastikutingimustes



Water content W (%) – Veesisaldus w (%)
Drying time t (d) – Kuivamisaeg t (päeva)
Linear shrinkage (%) – Lineaarne kahanemine (%)

Water content – Veesisaldus
at 20/81 – 20 °C / 81%
at 20/44 – 20 °C / 44%
Shrinkage – Kahanemine
at 20/81 – 20 °C / 81%
at 20/44 – 20 °C / 44%

2.26 42-cm valguvusega savivaese saviliiva mördi (savi 4%, möll 25%, liiv 71%) lineaarne kahanemine ja kuivamisperiodid vastavalt Saksamaa standardile DIN 18555 (Osa 2)



Sandy loam – Liivane saviliiv

Silty loam – Mölline saviliiv

Straw loam – Põhune saviliiv

Mineral loam – Mineraalne saviliiv

Water content (g/m³) – Veesisaldus (g/m³)

Drying time (d) – Kuivamisaeg (päeva)

Solid brick – Täistellis

Hollow brick – Õõnestellis

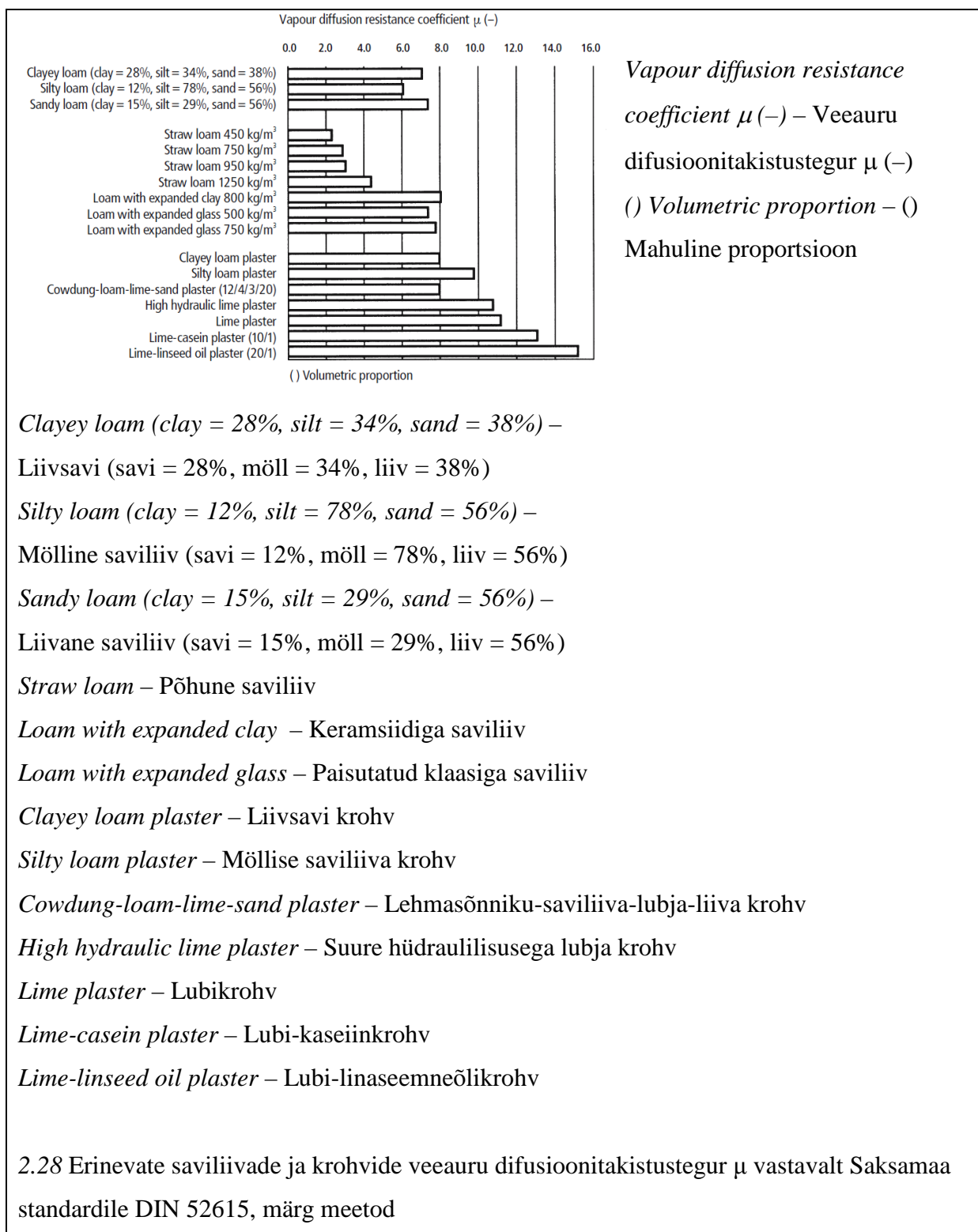
Lime-sand brick – Silikaattellis

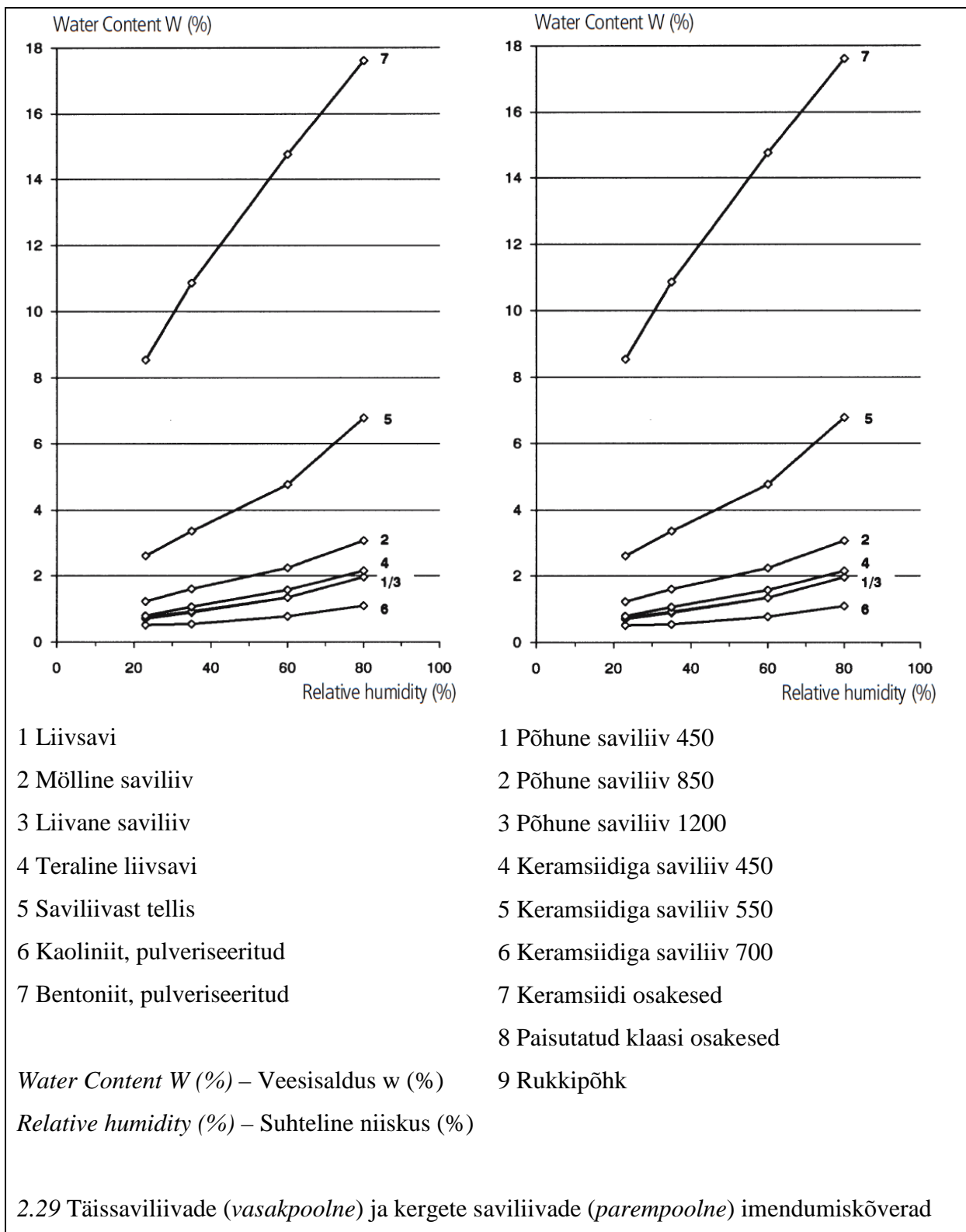
Porous concrete (Hebel) – Korebetoon (Hebel)

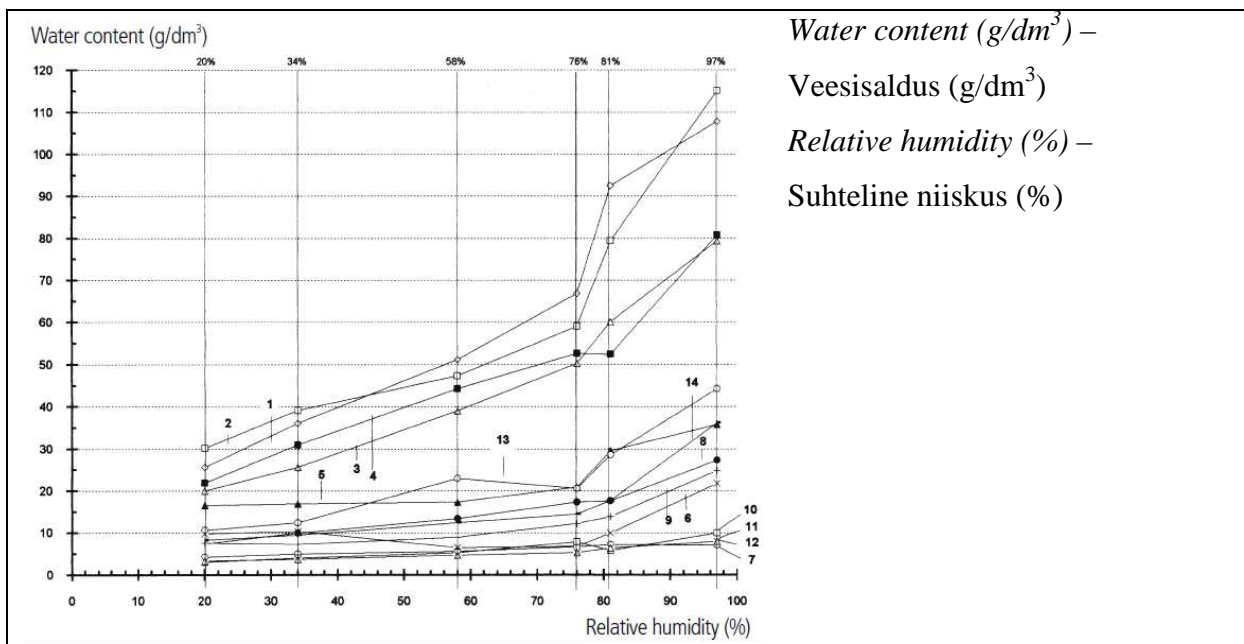
Porous concrete (Ytong) – Korebetoon (Ytong)

Cement concrete M25 – Tsementbetoon M25

2.27 Saviliivade ja muude ehitusmaterjalide kuivamisperiood







1 Kuusk, hõõveldatud

8 Möllise saviliiva krohv

2 Limba, hõõveldatud

9 Liivsavikrohv

3 Toorsaviplokk, savine

10 Täistellis

4 Toorsaviplokk, mölline

11 Klinkertellis

5 Tsementkrohv

12 Poorne tellis

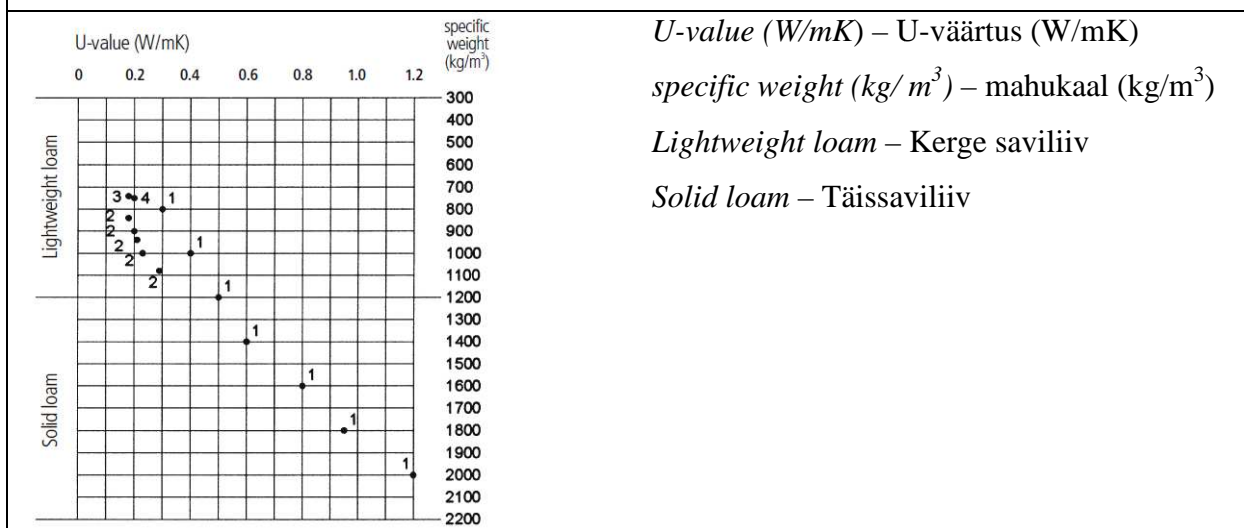
6 Lubitsementkrohv

13 Silikaattellis

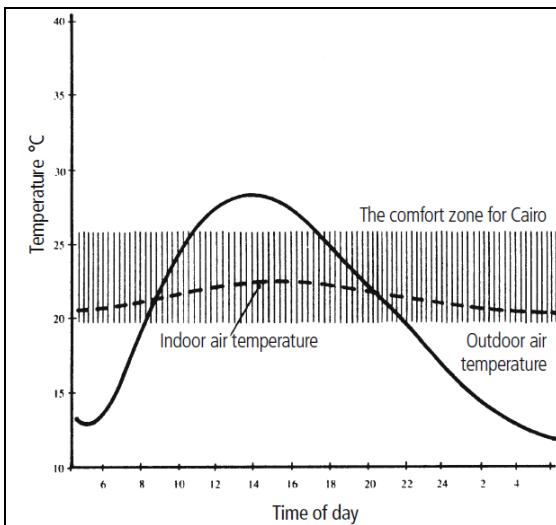
7 Lubikaseiinkrohv

14 Korebetoon

2.30 Erinevate saviliivade ja muude ehitusmaterjalide tasakaaluniiskus



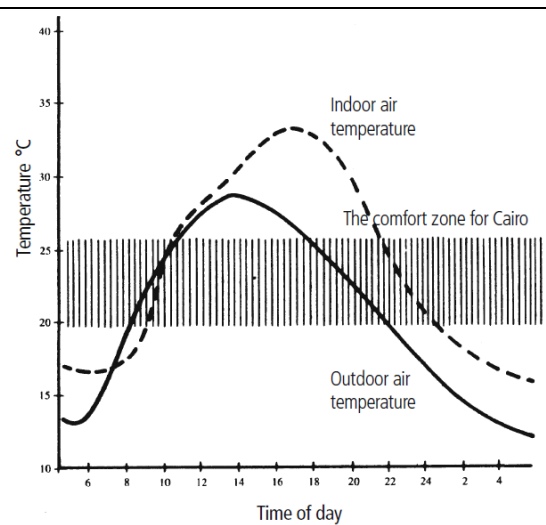
2.31 Saviliiva U-väärtused



Temperature °C – Temperatuur °C

Time of day – Kellaeg

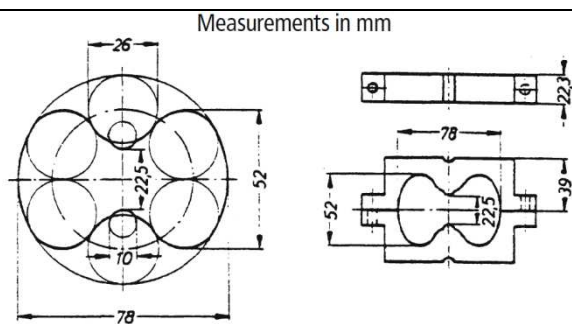
The comfort zone for Cairo – Kairo mugavustsoon



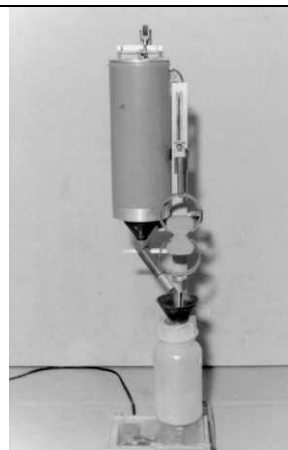
Indoor air temperature – Sisetemperatuur

Outdoor air temperature – Välistemperatuur

2.32 Adobe võlvidega (vasakpoolne) ja monteeritavate betoonpaneelidega (parempoolne) hoonete sise- ja välistemperatuuride võrdlus (Fathy 1986)

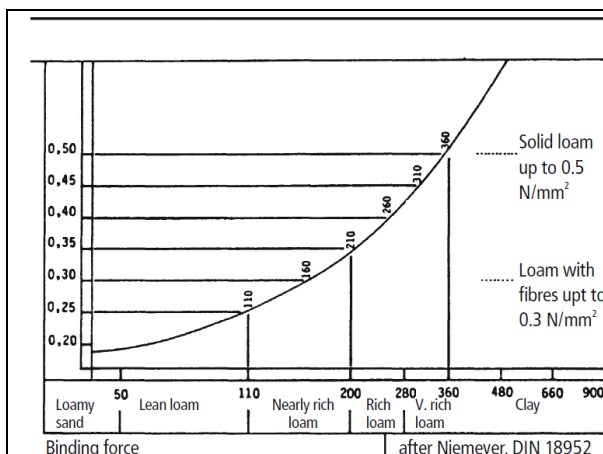


Measurements in mm – Mõõdud millimeetrites



2.33 Vorm seondumistugevuse katseproovide valmistamiseks vastavalt Saksamaa standardile DIN 18952

2.34 Katseseade siduvuse mõõtmiseks, väljatöötatud FEB-s



Solid loam up to 0.5 N/mm² – Täissaviliiv kuni 0,5 N/mm²

Loam with fibres up to 0.3 N/mm² – Kiududega saviliiv kuni 0,3 N/mm²

Binding force – Siduvus after Niemeier, DIN 18952 – Niemeieri järgi, DIN 18952

Loamy sand – Savine liiv

Lean loam – Savivaene saviliiv

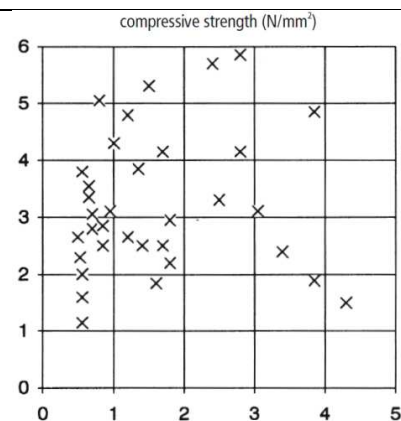
Nearly rich loam – Peaaegu savirikas saviliiv

Rich loam – Savirikas saviliiv

V. rich loam – Väga savirikas saviliiv

Clay – Savi

2.35 Saviliivast elementide siduvuse seos lubatava survepingega Niemeieri järgi



compressive strength (N/mm²) – survetugevus (N/mm²)

2.36 Erinevate saviliiva proovide siduvuse seos survetugevusega vastavalt Gotthardtile (1949) ning FEB katsetele

Mahukaal [kg/cm ³]	Survetugevus [kg/cm ²]	Lubatav survejõud [kg/cm ²]					
		sein	samba kõrgus/paksus				
			11	12	13	14	15
1600	20	3	3	2	1		
1900	30	4	4	3	2	1	
2200	40	5	5	4	3	2	1

2.37 Saviliivade lubatavad survepinged vastavalt Saksamaa standardile DIN 18954

	Tugevus [N/mm ²]		
	Surve	Paine	Tõmme
Toortellis A	3,5	1,1	0,4
Toortellis B	4,4	1,3	0,5
Toortellis C	6,1	1,6	0,6
Mört D	2,02	0,69	0,21
Mört E	2,63	0,85	0,35

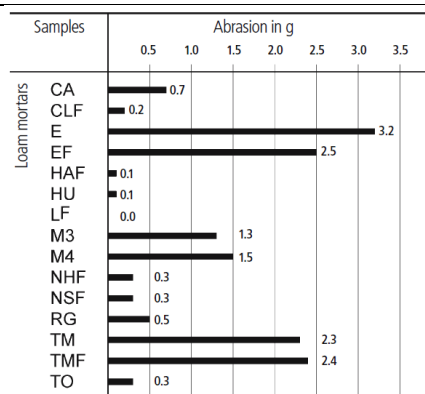
2.38 Toortelliste ja savimördi tugevus



2.39 Välikatse savimördi nakkuvuse määramiseks



2.40 Seade kulumiskindluse katsetamiseks, FEB

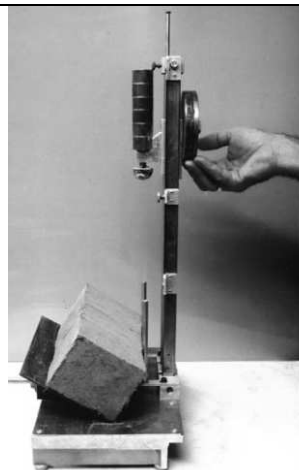


Samples – Proovid

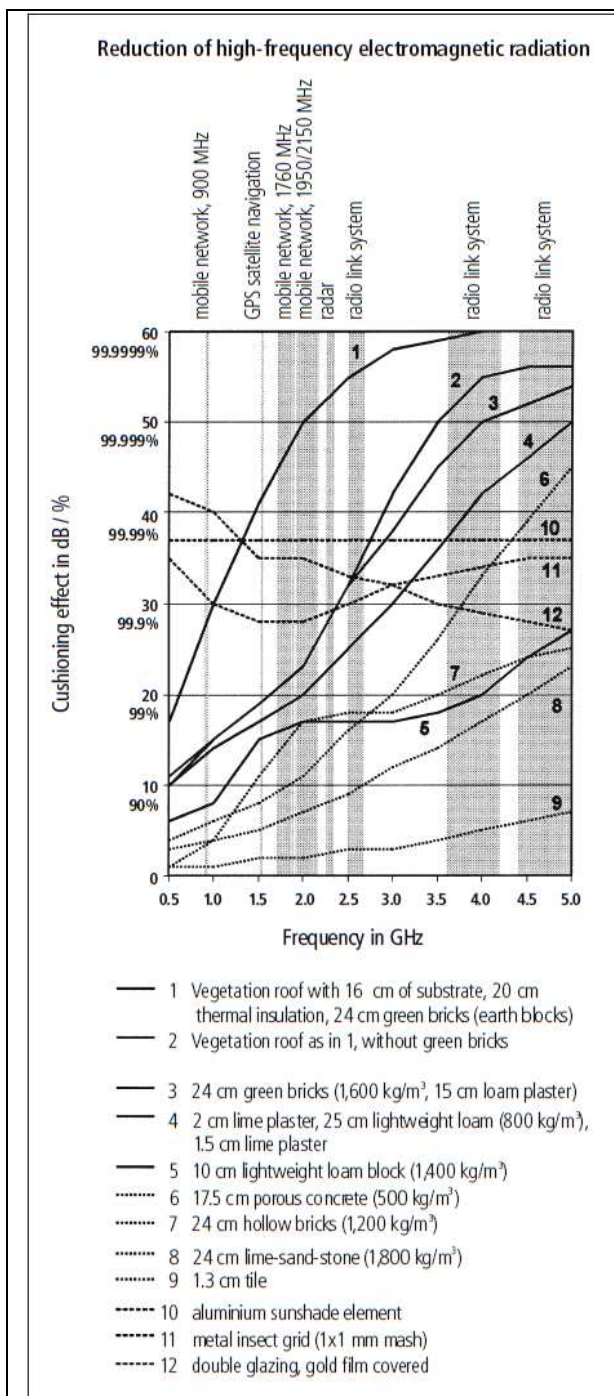
Abrasion in g – Kulumine g

Loam mortars – Saviliivast mördid

2.41 Erinevate savikrohvide kulumise mää



2.42 Seade nurkade tugevuse mõõtmiseks dünaamiliste löökide vastu



Reduction of high-frequency electromagnetic radiation – Kõrgsagedusliku elektromagnetkiirguse vähendamine

Cushioning effect in dB / % – Kiirgust vaigistav mõju dB / %

Frequency in GHz – Sagedus GHz

mobile network – mobiilsidevõrk

GPS satellite navigation – GPS satelliitnavigatsioon

radar – radar

radio link system – radioliini süsteem

1 Vegetation roof with 16 cm of substrate, 20 cm thermal insulation, 24 cm green bricks (earth blocks) – 1 Haljaskatus 16 cm substraadiga, 20 cm soojusisolatsiooniga, 24 cm toortellistega (toorsaviplakkidega)

2 Vegetation roof as in 1, without green bricks – 2 Punkti 1 haljaskatus, toortellisteta

3 24 cm green bricks (1,600 kg/m³, 15 cm loam plaster) – 3 24-cm toortelliseid (1600 kg/m³, 15 cm saviliivkrohvi)

- 4 2 cm lime plaster, 25 cm lightweight loam (800 kg/m^3), 1.5 cm lime plaster – 4 2 cm lubikrohvi, 25 cm kerget saviliiva (800 kg/m^3), 1,5 cm lubikrohvi
- 5 10 cm lightweight loam block ($1,400 \text{ kg/m}^3$) – 5 10-cm kerge saviliiva plokk (1400 kg/m^3)
- 6 17.5 cm porous concrete (500 kg/m^3) – 6 17,5 cm korebetooni (500 kg/m^3)
- 7 24 cm hollow bricks ($1,200 \text{ kg/m}^3$) – 7 24-cm õõnestellised (1200 kg/m^3)
- 8 24 cm lime-sand-stone ($1,800 \text{ kg/m}^3$) – 8 24-cm silikaatkivi (1800 kg/m^3)
- 9 1.3 cm tile – 9 1,3-cm plaat
- 10 aluminium sunshade element – 10 alumiiniumist päikesevarju element
- 11 metal insect grid (1x1 mm mash) – 11 metallist putukavõrk (võrgusilmadega 1 x 1 mm)
- 12 double glazing, gold film covered – 12 topeltklaasid, kaetud õhukese kullakilega

2.43 Erinevate ehitusmaterjalide kaitsev mõju kõrgsagedusliku elektromagnetkiirguse vastu

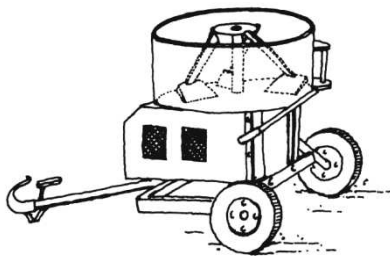
Lisa 3. Kolmanda peatüki joonised



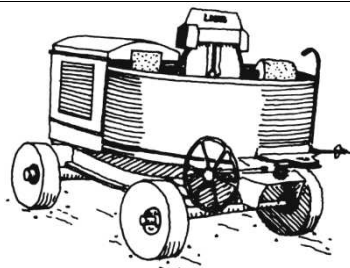
3.1 Kasselis FEB-s kasutatud segamisseade



3.2 Aiakultivaator



3.3 Sundsegur



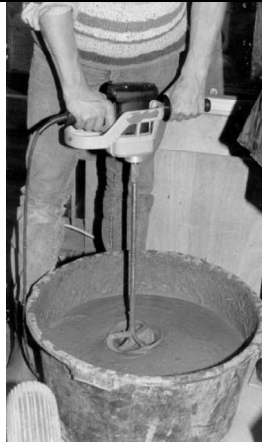
3.4 Rullidega mördisegur



3.5 Laadimisseadmega sundsegur



3.6 Saviliiva sundsegur (Heuser)



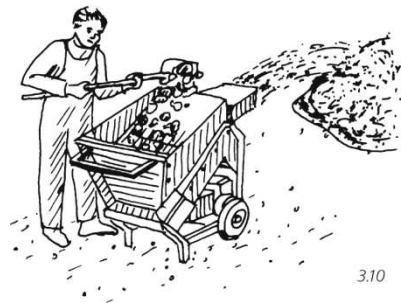
3.7 Elektriline käsisegur



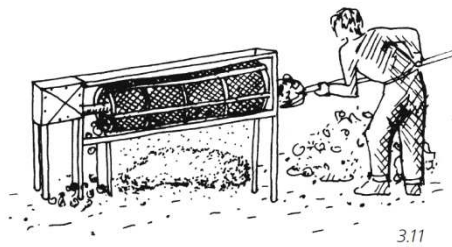
3.8 Elektriline purustaja



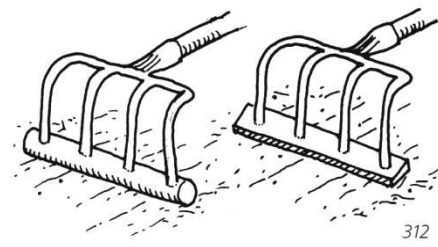
3.9 Purustaja (Ceratec)



3.10 Purustaja (Royer)



3.11 Sõelumisseade



3.12 Rehad saviliiva lobri valmistamiseks

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Elis Sõrmus,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Gernot Minke teose „Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture“ kolme peatüki tõlge ja tõlke analüüs“,

mille juhendaja on Krista Kallis,

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu 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.

Tartus, **17.05.2017**