

Savi valdkonna käsiraamat

**Tellijad: Setomaa Valdade Liit ja Ape vald,
Eesti-Läti koostööprojekti „BUY LOCAL”
raames**

Tartu 2011

KOOSTAJAD:

Kaire Vahejõe, Teadur, *MSc.*, Eesti Maaülikool, majandus- ja sotsiaalinstituut

Kristina Akermann, Lektor, (säätva ehituse ja renoveerimise), Eesti Maaülikool, metsandus- ja maaehitusinstituut

Sisukord

1.	Savi mõiste, omadused ja leiukohad Setomaal ja Ape piirkonnas	4
2.	Savi kasutamise võimalused	7
2.1.	Savi kui kohalik looduslik ja keskkonnasõbralik ehitusmaterjal.....	7
2.1.1.	Toorsavist hoonete ehitamine	7
2.2.	Savi ehituskõlblikkuse määramine.....	8
2.3.	Erinevad saviehituse tehnoloogiad	12
2.4.	Savikrohv sein- ja laeviimistlusmaterjalina	15
2.5.	Savist valmistatud kergkruus	17
2.6.	Savi kasutamine tervishoius.....	18
2.6.1.	Savi raviomadused.....	19
2.6.2.	Kunstiteraapia	22
3.	Keraamiline mass ja keraamika	23
3.1.	Keraamika toodete liigitamine.....	29
3.1.1.	Liigitamine põletatud keraamilisele massile omase struktuuri ja värvuse põhjal.....	29
3.1.2.	Liigitamine keraamiliste toodete funktsiooni põhjal.....	30
4.	Keraamika näidiskalkulatsioon	32
4.1.	Keraamika väiketöökojaga alustamine	32
4.2.	Näidiskalkulatsiooni koostamine	34
	Kasutatud kirjandus:.....	38

1. Savi mõiste, omadused ja leiukohad Setomaal ja Ape piirkonnas

Savi on maailma levinuim ehitusmaavara. Savi koosneb peamiselt savimineraalidest, mille osakeste suurus on alla 0,01 mm. Savi iseloomulik tunnus on plastilisus ja voolitavus. Põletamisel omandab plastne mass kivimile omase kõvaduse.

Saviks nimetatakse peeneteralisi polümineraalseid segusid, mis koos veega moodustavad plastilise massi, säilitavad peale kuivamist sellele antud vormi ja peale põletust muutuvad kiviõvaks. Savi keraamilise massi koostisel on kaks põhifunktsiooni: savi annab massile plastilisuse ja põletamisel savi tiheneb kuni paakumiseni. Savi kasutamise valdkonnad on väga erinevad, sõltudes materjali omadustest, eelkõige plastilisusest ja voolavusest. Keraamikas kasutatakse savi telliste, ahjupottide, dreanaažitorude, katusekivide, tarbekeraamika jms tootmiseks. Savi on tsemendi ja ehituskeraamika põhiline tooraine, samuti kasutatakse seda veel keramsiidi tootmiseks, valu- ja keemiatööstuses, naftasaaduste ja rasvade puhastamiseks, puurimislahuste valmistamiseks jne. Tulekindluse järgi jaotatakse savi kolme rühma: tulekindel (sulamistemperatuur 1580°C ja kõrgem), raskelt sulav (1580-1350°C) ja kergelt sulav (alla 1350°C). Tulekindel savi koosneb põhiliselt kaoliniidist ja hüdrovilkudest koos kvartsi lisanditega (Rohlin 2003). Raskeltsulav savi on arvele võetud Võrumaal Sänna maardlas (Devoni savi keraamiliste segude jaoks ja tulekindlate telliste valmistamiseks), kuid varu on passiivne ja seda kaevandatud ei ole (Ehitusmaavarade kasutamise võimalused, 2011).

Eesti lõunaosa saviresursid (Devoni ja Kvaternaari savi) on piiratumad, mõnes maakonnas puuduvad väljaeraldatud maardlad üldse. Lõuna-Eestis sh ka Setomaal esinevate Devoni savide väärtust tõstab nende mõnevõrra parem kvaliteet sh suurem tulekindlus, takistavad aga keerukad mäetehnilised tingimused (kiilduvad läätsjad kehad) ja varuse vähesus (Rosentau jt 2009).

Küllatova maardla asub Meremäe vallas pindalaga 31,06 ha ja kasuliku kihi moodustavad hallid ja kirjuvärvilised savid. Savi maksimaalsed paksused (20-25 m) jäävad mõlemale poole Tuhkavitsa oja, kuid paksema savilasundi ühtlasemat esinemist võib jälgida levikuala kirdeosas, kus on välja eraldatud savi tarbevaru. Tulekindluse poolest on enamus savidest kergeltsulavad, vaid tumehallide savide hulgas leidub raskeltsulava savi kihte. Maardla varud on 25.09.2008 aasta seisuga järgmised:

- Aktiivne tarbevaru – 641 tuh m³
- Aktiivne reservvaru – 3046 tuh m³
- Prognoosvaru – 957 tuh m³.

Küllatova on oma suurte varude ja mitmete erimitega üks perspektiivsemaid savimaardlaid Lõuna-Eestis. Kaevandamist mõjutavad veekihid praktiliselt puuduvad, kuid tõenäoliselt ei sobi kogu materjal savitööstusele, vaid tuleb teostada savide selektiivset väljamist. Küllatova savi on hästi töödeldav ja sobib ka nõudlikuma keraamika tootmiseks. Mõeldav oleks spetsialiseeritud väikeettevõtte rajamine leiukoha vahetusse lähedusse, kes tegeleks maavarade kaevandamisega ka teiste keraamikaettevõtete tarbeks. Savi leiaks tõenäoliselt turgu ka mujal Eestis.

- *Tumehall savi* on kergeltsulav (1220-1380°C) ja hästi paakuv madala paakumistemperatuuriga. Savi ei sobi harilike ja fassaaditelliste tootmiseks väikese veeimavuse tõttu. Hea paakuvuse ja pika paakumise intervalli pärast soovitatakse neid klinkertelliste tootmiseks.
- *Hall savi* levib läätsedena kogu maardla piires koos tumehalli saviga. Savi on kergeltsulav (1260-1380°C) ja madala paakumistemperatuuriga. Hall savi sobib tavaliste telliste, õonestelliste ja fassaaditelliste tootmiseks ning nefeliini lisamisel ka põrandaplaatide tootmiseks.
- *Roheline savi* on kergeltsulav (1240-1400°C), kvaliteet on ebahütlane, mittepaakuv. Savi sobib harilike telliste, õõnes- ja fassaaditelliste tootmiseks.
- *Violetne savi* on mineraloogiliselt koostiselt sarnane roheline saviga, liiva lisandiga, vähedispersne, keskmiselt plastne, mittepaakuv, põletamisel roosakaskollane ja punane. Kasutatakse koos roheline erimiga tellisetootmiseks.
- *Kollane savi* on aleuriidikas, liiva lisandiga, tekstuurilt massiivne, kergeltsulav, keskmiselt plastne ja mittepaakuv. Põletamistemperatuuril 950-1050°C kollane kuni punane. Savi sobib nefeliini lisamisel põrandaplaatide tootmiseks. Tema kasutamine eraldi pole kuigi mõttekas ja sobib koos roheline saviga telliste tootmiseks.
- *Punane savi* levib ebahütlaselt, on vähedispersne, keskmiselt plastne ja mittepaakuv. Põletamisel hele- kuni pruunikaspunane. Põletamisel 950-1000°C juures sobib

harilike fassaaditelliste tootmiseks, nefeliini lisamisel ka põrandaplaatide tootmiseks. Soovitatakse kasutada koos teiste erimitega telliste tootmiseks.

- *Kirjuvärviline savi* on laia levikuga, on massiivne, sisaldab arvukalt roheline savi läätsi, vähedispersne, mõõdukalt plastne, mittepaakuv, kergeltsulav. Soovitatakse kasutada telliste tootmiseks. (Rosentau jt 2009)

Määsi maardla asub Misso vallas, pindala on 1,16 ha, maardla on kohaliku tähtsusega. Maardla varud on 25.09.2008 aasta seisuga:

- Aktiivne tarbevaru – 25,4 tuh m³
- Prognoosvaru – 43 tuh m³.

Mäetehnilised eritingimused on head, kuna maardla asub järsunõlvalise künka harjal, mis võimaldab sademete veed kergesti ära juhtida. Savi on praktiliselt kuiv. Savi sobib ehitustelliste (põletustemperatuur 1057 - 1109°C), kattekeraamika ja dreanaažitorude (põletustemperatuur 1058 - 1122°C) toomiseks. (Rosentau jt 2009)

Perametsa maardla asub Misso ja Haanja vallas. Maardla kirdeosas asub kinnikasvanud savikarjäär (5 m lai ja 8 m pikk), kust on kaevandatud ehituse tarbeks savi. Maardla varu on arvutatud 3,11 ha suurusel pindalal. Aktiivne tarbevaru on 25.09.2008 aasta seisuga 54,0 tuh m³. Kasuliku kihi savi on helepruun, ülemises osas rohekashallide laikudega. Savi on plastne, esineb pudedaid lubjakivi tükikesi. 1994. aastal AS Misso poolt läbiviidud katse tõestas, et savi sobib kvaliteetsete telliste toomiseks, lubjakivi tükikestest põhjustatud praagi vältimiseks soovitatakse savimassi töödelda valtspurustis. Maardla ala on praktiliselt tasane ning põhjavesi kaevandamist ei mõjuta. (Rosentau jt 2009)

Luha maardla asub Misso vallas. Maardla pindala on 5,01 ha, aktiivne reservvaru on 50 tuh m³, prognoosvaru 184 tuh m³. Maardla on tasase reljeefiga, kattekihi paksus on väike, kasulik kiht on ühtlase paksusega. Sobib telliste, katusekivide, keraamiliste plaatide ja tarbekeraamika tootmiseks. Mäetehnilised tingimused on soodsad: kattekihi paksus on väike ja kasulik kiht on ühtlase paksusega. (Rosentau jt 2009)

Andrikova leiukoht asub Meremäe vallas. Leiukoht ei ole arvel Keskkonnaregistris, leiukoha suurus on ca 90 ha, millest 25 ha on detailsemalt uuritud. Savikiht on kaetud õhukese liiva kihiga, savi on pruuni värvi, massiivne ja plastne. Savi on keeruka mineraalse koostisega, koosnedes peamiselt hüdrovilgust ja kaoliniidist. Sobib kasutamiseks tellisetootmiseks,

keraamatööstuse tarbeks vajab savi liivlahjendajat. Perspektiivalale jääb mitu õueala koos taluhoonetega. (Rosentau jt 2009)

Ape piirkonna geoloogilise ehituse eripära määrab selle paiknemine kahe suure regioonidevahelise struktuuri kontaktsoonis. Piirkonna põhjaosa hõivab Balti kilbi lõunanõlva fragment, kuid lõunaosa Läti sadula fragment. Ape piirkond on võrreldes teiste Läti piirkondadega rikas mineraalveeresursside ning mineraalse toorme poolest: dolomiit, savi, liiv, kruus jne. Ape piirkonnas on laialt levinud peamiselt kivivabad savid, savi ja aleuriitide segu ehk viirsavid. Neid leidub kõige enam Trapene vallas, samuti Gaujiena vallas ja Ape valla edelaosas. Savid on kergelt sulavad, hapud, keskmiselt plastilised ning võrdlemisi kõrge värvioksiidide sisaldusega ja need sobivad telliste ning dreneažtorude tootmiseks. Alternatiivina võiks kasutada neid savisid ka poorse keraamika või klinkertelliste tootmiseks. Suurim läbiuuritud savileiukoht on **Trapene**, mille suuruseks on 12 ha ja uuritud varudeks on 0,7 milj m³ (A kategooria) ja 3,4 milj m³ (N kategooria). (Vahearuanne loodusressursside kohta, 2010)

2. Savi kasutamise võimalused

2.1. Savi kui kohalik looduslik ja keskkonnasõbralik ehitusmaterjal

2.1.1. Toorsavist hoonete ehitamine

Üheks põhjuseks, miks savi on leidnud nii laialdast kasutust, on tema kättesaadavus, odavus ning saviehitustehnoloogiate lihtsus. Seetõttu on savi eelkõige sobiv materjal ise ehitajatele. Oskusteabe või konsultatsiooni toel ning korraliku ehitusjärelvalve abil on võimalik suurem osa ehitustöödest ise korraldada. Seda soosib ka suhteliselt väike vajadus mehhanismide ja suur vajadus inimtöö järele. (Minke 2006)

Toorsavist hoone ehitamine on energiasäästlik. Savi ettevalmistamisele ja töötlemisele kulutatakse võrreldes teiste materjalidega väga vähe energiat. Kuna suurema osa ehitiste jaoks sobilik savi on leitav kas otse vundamendikaevest või siis lähinaabrusest, siis kulub ka materjali transpordile vähem energiat ja ka materjal ise on odavam. Tüüpilise toorsavist hoone ehitamiseks tarvitatakse umbes 1% energiast, mis kuluks tavalise põletatud savitelliste või raudbetoonist hoone ehitamiseks. Toorsavist seintel on omadus soojust akumulierida. Sarnaselt teiste massiivsete materjalidega on savil hea soojasalvestamisvõime ning seda saab

kasutada passiivsel moel päikeseenergia talletamiseks, mis aitab kokku hoida hoone kasutusperioodil kütmisele kuluvat energiat. (Minke 2006)

Toorsavi on igal ajal ilma piiranguteta uuesti kasutatav. Vähesse veega niisutatult saab taastada kõik savi vormitavus ja ehitusomadused. Seetõttu ei teki savi puhul keskkonda koormavat ehitusprahti.

Savil kui ehitusmaterjalil on mitmeid eeliseid teiste materjalide ees, kuid samas ei tohi unustada ka tema peamisi puuduseid. Esiteks ei ole savi standardne ehitusmaterjal, see tähendab, et toorsaviks nimetatav materjal esineb looduses väga erinevate segudena sauest, peenliivast, liivast ja kruusast. Seetõttu varieeruvad suuresti ka erinevate piirkondade savipinnaste omadused ning iga savi leiukoha puhul tuleb need omadused enne ehitama hakkamist kindlaks teha. Teiseks, toorsavi kahaneb kuivades. Vee, mis on esmalt vajalik savi töödeldavaks muutmiseks (selle liimivate omaduste aktiveerimiseks), äraauramisel toimub materjali mahu vähenemine ja võimalik pragude teke. Kahanemist saab olulisel määral vähendada vee- ja saueosakeste hulga vähendamisega segus, segu granulomeetrilise koostise optimeerimisega ning täiteainete lisamisega. (Minke 2006)

Viimaseks- savi ei ole veekindel ehitusmaterjal, ning tuleb seetõttu otsese vee, niiskuse ja külmumise eest kaitsta. Toorsavist seintega hoonel peab olema kõrge sokkel, katusel pikad räästad ning seinad peavad olema ilmastiku mõjutuste eest kaitstud sobiva viimistlusmaterjaliga.

Ehituseks sobivat savipinnast leidub kõikjal Eestis, kuid samas on nende savide omadused piirkonniti väga erinevad. Leiduva savi ehituskõlblikkuse üle tuleb otsustada katsetamise abil.

2.2. Savi ehituskõlblikkuse määramine

Savipinnaste omaduste määramine võib jagada neljaks etapiks, reastades need keerukuse järgi:

1. Esmane uuring – lõhnakatse, hammustamise katse, värvikatse;
2. Lihtsamad katsed savi leiukohas kasutades lihtsamaid igapäevaseid katsevahendeid – savikuulikatse, savilindi katse, lõikamiskatse, hõõrumis- ja pesemiskatse, settekatse purgis;

3. Lihtsamad laboratoorsed katsed savi leiukohas kasutades spetsiaalseid katsevahendeid-rullipiiri määramine, voolavuspiiri määramine, savi granulomeetrilise koostise määramine;
4. Keerulisemad katsed laboratoorsetes tingimustes - loodusliku savi veesisalduse määramine, rullipiiri määramine, voolavuspiiri määramine, savi granulomeetrilise koostise määramine, savi mineraloogilise koostise määramine.

Katsete (ja ka ehitamise) jaoks vajalikud pinnaseproovid tuleks võtta alati mulla aluskihist ning mitte kunagi künnikihist, mis sisaldab rohkesti orgaanikat ja huumust. Kuna eri paikades võivad pinnase omadused varieeruda, tuleks proove võtta mitmest erinevast kohtast. Samuti oleks kasulik võtta proove ka erinevatest sügavustest ja erinevatest pinnasekihtidest. Erinevaid pinnasekihte võib hiljem omavahel segada, et saada ehitamiseks sobiliku koostisega toorsavi.

Kõige lihtsamate katsete jaoks piisab mõnest kilogrammist pinnasest. Laboratoorsete katsete jaoks läheb juba vaja ca 20 kg pinnast ning spetsiifiliste laboratoorsete katsete jaoks isegi rohkem. (Norton 1997)

Lihtsamad katsed savipinnase ligikaudse koostise ja ehituskõlblikkuse määramiseks on väga hõlpsasti tehtavad savi leiukohas, kuna nende teostamiseks ei ole vaja erilist aparatuuri ega ole ka liialt aeganõudvad.

Järgnevalt on lühidalt kirjeldatud erinevaid lihtsamaid katseid, millega saab määrata savi esmane ehituskõlblikkus.

Lõhnakatse

Lõhnakatse eesmärk on tuvastada kas savipinnases leidub orgaanikat ja huumust. Puhas savi on lõhnatu. Kui savi on kõdulõhnaga, siis sisaldab ta huumust ja orgaanilist ainet. Selline savi ehitamiseks ei sobi.

Värvikatse

Ka pinnase värvus ütleb palju tema omaduste ja koostise kohta. Näiteks pruunist kuni musta värvusega savipinnased võivad sisaldada rohkesti orgaanikat. Punane ja ookrutooni savid sisaldavad üldjuhul rauda. Pinnased, mis sisaldavad palju lubjakivi või kipsi on tavaliselt valget või halli tooni.

Hammustamise katse

Hammustamiskatse on lihtne viis tuvastada kas tegemist on liiva-, mölli või savipinnasega. Igast proovist eraldatakse tükike savi ning rullitakse käte vahel ühtseks tükiks. Rullitud savitükk hammustatakse pooleks. Kui proovikeha hammustades hambad krigisevad, siis sisaldab pinnas rohkesti liiva ja tegemist on savika liivaga. Mölli osakesed on palju väiksemad kui liiva osakesed, kuid siiski tekitavad nad hammaste kriginat. Möllipinnas tundub võrreldes liivapinnasega palju ühtlasem, kuid ei sobi ehitamiseks. Savise pinnase puhul puudub krigin hoopis ning pinnaseproov tundub jahusena, samuti on selline pinnas suus kleepuv. Mida suurem sauesisaldus savipinnases on seda jahusem ja kleepuvam on ka proov.

Savikuuli katse

Katsesavist vormitakse ca 4 cm läbimõõduga kuul, mis lastakse kukkuda 1,5 m kõrguselt. Katsesavi peaks olema nii kuiv kui võimalik. Kui kuul puruneb täiesti, on tegemist eriti liivase saviga, mida ei saa kasutada saviehituses. Kui kuul on peale kukkumist ainult ühest küljest lame ja pragusid ei teki või on neid vähe, on tegemist suure sauesisaldusega saviga. Rasvane savi on heade siduvusomadustega, ehituses kasutamiseks tuleb seda lahjendada. Kui kuul puruneb osaliselt, siis savil on kehvad siduvusomadused, kuid siiski sobib ta tampsaviks või kompressitud saviplokkide tegemiseks.

Savilindi katse

Niiskest savist vormitakse ca 2-3 cm läbimõõduga kuul. Kuulist rullitakse 3 mm paksune savilint. Kui lint murdub või tekivad suured praod enne kui saavutatakse 3 mm paksune diameeter, siis lisatakse vett segule niikaua kuni on võimalik voolida 3 mm diameetriga lint ning vormitakse sellest niidist kuul. Kui see ei ole võimalik, siis on liiva sisaldus liiga suur ja saue sisaldus liiga väike. Kui kuuli saab pöidla ja nimetissõrmega purustada vaid väga tugevat jõudu kasutades, on tegemist väga suur saue sisaldusega materjaliga ning sinna tuleb lisada liiva. Kui kuul mõraneb kiiresti, siis antud katsekehas on vähe saueosakesi.

Hõõrumis- ja pesemiskatse

Kui proovikeha käte vahel hõõrudes muutub teraliseks, on tegemist liivapinnasega, mis sisaldab savi. Selline pinnas ei sobi ehitamiseks. Kui proovikeha, mis hõõrudes käte peale jääb, ning peale kuivamist kergelt käsi pestes eemaldub, siis sellisel juhul sisaldab savi palju

liiva või kui savi kleepub kõvasti käte külge ja seda on raske maha pesta, on pinnases palju saueosakesi.

Lõikamiskatse

Lõikekatsega saame teada kas tegemist on liivase- või rohke sauesisaldusega savipinnasega. Niiske savi vormitakse kuuliks ja lõigatakse terava noaga pooleks. Lõikepooled peavad olema siledad. Kui lõikepooled on poolläikivad või tuhmid, on tegemist liivase saviga. Kui need on läikivad, on tegemist suure sauesisaldusega saviga.

Mahukahanemise test

Oluline savi iseloomustav parameeter on selle kuivamisel tekkiv mahukadu. Nähtus omab tähendust ennekõike just massiivsavi tehnoloogia või toorsavist telliste valmistamise puhul.

Katseks võetakse 200 g sõelutud ja segatud savipinnast. See niisutatakse ja pressitakse kitsa ribana puitliistude vahele (joonis 1). Sõltuvalt pikisuunas toimuvast mahu kahanemisest hinnatakse savi:

- Lahjaks ehk vähese sauesisaldusega, kui kahanemine on 2 kuni 5 mm;
- peaaegu rasvaseks, kui kahanemine on 4 kuni 7 mm;
- rasvaseks ehk suure sauesisaldusega, kui kahanemine on 6 kuni 10 mm;
- väga rasvaseks ehk väga sauerikkaks, kui kahanemine on 8 kuni 20 mm.



Joonis 1. Katseproovide vorm ja katseproov (fotod D.Mesteljaineni)

Settekatse purgis

Settekatse puhul tuleb 1/3 purgist täita savipinnasega ja märkida see kõrgus ka purgile. Seejärel täita purk 2/3 kõrguseni veega ning lisada näputäis soola ning segada korralikult

läbi. Segu jätta seisma 1 tunniks ning siis uuesti segada ja 1 minuti pärast märkida purgile kui palju pinnast on 1 min jooksul purgi põhja settinud (T1). Esimesena settivad purgi põhja kruus ja liiv. Pärast 30 minuti möödumist märkida uuesti, kui palju pinnast on purgi põhja settinud (T2). Selle aja jooksul on purgi põhja settinud ka mölliosakesed. Peale 24 h möödumist on purgi põhja settinud ka saviosakesed (T3).

Kihtide kaupa saab hinnata, kui palju peen- ja jämeosakesi savi sisaldab. Antud katse annab ainult ligikaudse granulomeetrilise koostise ja katse täpsus on küsitav. Igal juhul näitab see katse, kas antud pinnases on kõik pinnase liigid olemas või on mõni puudu ja mõnda liiga palju. (Norton 1997)

Keerulisematest laboratoorsete katsetega uuritakse pinnase kolme tähtsamat omadust:

- Määratletakse pinnaseosakeste liik ja nende osakaal pinnases ehk granulomeetriline koostis. Pinnaseosakeste ülekaaluga määratletakse pinnase põhiomadused ning selle põhjal on võimalik otsustada kas antud pinnas sobib ehitamiseks ning kas ta sobib kergsaviehituseks või massiivsaviehituseks.
- Määratletakse pinnase maksimaalne tihedus optimaalse veesisalduse juures ja seega pinnase maksimaalne tugevus.
- Määratletakse pinnase plastsuspiir.

2.3. Erinevad saviehituse tehnoloogiad

Savist ehitamisel eristatakse kahte liiki ehitussavi: massiiv- ja kergsavi. Peamine erinevus nende kahe liigi vahel on tihedus, millest sõltub ka materjali soojaerijuhtivus ning survetugevus.

Massiivsavi võib olla kandekonstruktsiooniks, kuid tema soojust isoleerivad omadused on halvad. Massiivsaviks loetakse kokkuleppeliselt materjali tihedusega 1200-2200 kg/m³. Massiivsavi puhul tambitakse liivane savipinnas raketise vahele 20-30 cm kihtidena. Massiivsavisein on soovitatav ehitada vähemalt 50 cm paksune. Massiivsavi ehitamiseks, erinevalt kergsavist, sobib savipinnas, mis osaliselt sisaldab ka liiva. Vägev ehk rasvane savi sisaldab vähe lisaaineid: liiva, kruusa ja lupja. Kahjuks tekivad rasvasesse savisse kuivades praod. Selle puuduse eemaldamiseks tuleb savisse segada liiva kuni pool osa savi mahust.

Keskmise rasvasusega savi sisaldab juba osaliselt liiva, kruusa ja lupja ning sellist savi saab ehitamiseks kasutada liiva lisamata. Lahja savi sisaldab palju lisaaineid ja seda saab ehitamiseks kasutada väikse osa lubja lisamisel. Paraja rammususega ja ühtlaseks sõtkatud savi segati vanal ajal linaluude, hakitud õlgede, kanarbiku, kuuseokste vm armeeriva materjaliga. Savi võib segada ka hundinuia seemnevillaga. Hundinuia tõlvikuid kogutakse talvel. Kevade poole, kui ilmad soojaks lähevad, pudenevad seemned laiali. Et vill kätte saada, tuuakse hundinuiad tuppa sooja. Varsti tulevad seemned koheva villana varre küljest lahti. Savisegu tambiti tihedalt saalungite vahele. Seinu armeeriti sageli hagude, kanarbiku või okaspuulattidega. Savisein krohviti savi-, savi-lubi- või lubikrohviga. (Sepp 1935)

Kergsavi pole seinamaterjalina kandekonstruktsioon, vaid heade isolatsiooniomadustega piire. Kergsavi saadakse saviveele mingi kergema täiteaine (näiteks puiduhake, puidulaastud, linaluu või põhu) lisamisel. Seetõttu väheneb küll savi tihedus ja survetugevus, kuid paranevad soojapidavad omadused. Kergsaviks loetakse kokkuleppeliselt materjali tihedusega 350-1200 kg/m³. Kuna kergsavist seinad ei ole kasutatavad kandeseintena, ehitatakse seinad puitkarkassi või mõne muu kandva konstruktsiooni vahele. Kergsavi paigaldatakse kergelt tampides saalungite vahele. Kergsavisein on soovitatav ehitada vähemalt 300-350 mm paksune. Kasutatakse ka vormitud ja kuivatatud kergsaviplokke, mis kiirendab hoone valmimisaega märkimisväärselt. Kergsavi valmistamiseks kasutatakse suure sauesisaldusega savi, mida segatakse erinevate täitematerjalidega käsitsi või spetsiaalse seadmega. Sauerikas savi on heade siduvusomadustega. Ehituseks sobiv savi peab olema ka huumuse vaba ja ei tohi sisaldada orgaanilist materjali. Olenevalt savi täitematerjalist nimetatakse kergsavisid nt. põhk-kergsaviks, linaluu-kergsaviks, hakkepuit-kergsaviks, mineraalse materjali täitega kergsaviks.



Joonis 2. Kergsavist saunuvila Põlvamaal



Joonis 3. Kergsavist hoone Ihamarus (fotod A.Altement)



Joonis 4. Rookatusega savimaja

(Allikas: <http://huckleberryfriend.wordpress.com/2007/09/07/still-got-no-home/>)



Joonis 5. Savi ja põhu segust käsitsi vormitud pitsaahi koos pingiga

(Allikas: www.landerland.com)

Savi kui ehitusmaterjali omadused:

- hea heliisolaator
- keskmine soojusisolaator (hakitud õlgedest täidisega)
- tuleohutu
- hingab
- puhastab õhku
- ökoloogiline – vähene energiakulu ehitamisel
- elektriliselt neutraalne

Aga:

- krohvimata sein on vihma suhtes tundlik
- tõmbub kuivades kokku, praguneb

2.4. Savikrohv sein- ja laeviimistlusmaterjalina

Savikrohv on sein- ja laeviimistlusmaterjal, mille koostiseks on lihtsad looduslikud ained-savi ja liiv. Võib lisada taimset armatuurkiudu (hobusesõnnik, linakiud, hundinui, saepuru, roog jne). Kiu lisamine tagab pinna pragunemiskindluse ja suurema tugevuse. Lõuna-Eesti savikrohvidel on omapärane ookerpunane toon, mida saab ruumi kujundamisel hästi ära kasutada. Krohvi pind on matt. Krohvitud pinda saab värvida looduslike hingavate värvidega. (Mauring 2005)

Tervislikkus:

- Õhuniiskuse reguleerimine, sorptsiooniomadused. Savil on hea omadus ruumis ühtlast õhuniiskust hoida. Kuna savi sideainena keemiliselt ei kivistu, suudab see õhust kiiresti niiskust endasse võtta ja seda sinna kuival ajal ka tagasi anda. Ühtlane õhuniiskus on hea enesetunde jaoks ruumis üks olulisemaid eeldusi. Alla 40 % suhtelise õhuniiskuse juures tekib näiteks hingamisteedes liigne kuivus ja suureneb vastuvõtlikkus külmetushaigustele. Liigne niiskus (üle 70 %) tekitab aga samuti terviseprobleemi. Suureneb hallituse spooride levik ruumi ja samuti terviserisk, eriti allergikutele.
- Seob õhust kahjulikke aineid. Savi suudab vähendada õhus olevaid kahjulikke aineid, nt sigaretsuits, köögiaurud.

- Pind on antistaatiline. Toas on vähem tolmu. Sein ei tõmba ligi õhus hõljuvaid kõige väiksemaid tolmuosakesi. Saviga krohvitud pinnal on võime ka toaõhus kahjulikke aineid vähendada.
- Vähendab elektromagnetlainete levikut. Savil on võime tõkestada mobiili- või muudest võrkudest tekkivaid kõrgsageduslikke elektromagnetlaineid.
- Hügieenilisus. Saviga krohvitud pinnad juhivad niiskust kiiresti edasi ja ei lase seetõttu seintele hallitust tekkida. Vannitubades on saviga krohvimine isegi hügieenilisem kui tavalised plaatpinnad, sest seina pinnal puudub hallituse levitamiseks vajalik niiskus. Krohvi on võimalik niiskuskindlaks viimistleda sobivate värvidega.

Ökoloogilisus:

- Väike energia. Savist krohvisegu tootmiseks kulutatakse üksnes 5 kuni 20 % sellest energiast, mis on tüüpiline analoogsete materjalide juures.
- Savist ehitusmaterjal püsib kaua. Euroopas on tänaseni hästi säilinud mitmed tuhanded hooned, mis tõestab, et savist ehitus võib kesta õige ehituse korral aastasadu.
- Savi konserveerib puitu. Savi on tasakaaluniiskus tavaliselt 5%, puidul 12%, mistõttu niiskus liigub alati puidust savi poole. See hoiab puidu kuivana ja loob eeldused puidu hea säilimiseks. Keemiline puidu töötlemine ei ole vajalik.
- Saviga saab hästi ise ehitada. Erinevad saviehitustehnikad on kergesti õpitavad. Savi soosib loomingulisemat ehitamist.
- Uuesti kasutatavus. Puhtalt looduslikud savitooted on 100% uuesti kasutatavad või kompostitavad. Tavaliselt on ehitustooted peale kasutamist ohtlikud jäätmed, millest lahtisaamine on kulukas. (Mauring 2005)

Savikrohvi eelistajateks on põhiliselt inimesed, kes tahavad sünteetiliste ja umbsete materjalide kõrval veidi rohkem stiili, tervislikkust ja naturaaltoone. Peamine eelis on siiski selle materjali võime hoida ruumis ühtlast õhuniiskust. Inimesel on sellises ruumis lihtsalt enesetunne parem, meeleolu on reipam ja töövõime suurem. Probleem on tuntavam just nt talvel, kui niigi kuiv õhk muutub toas soojenedes äärmiselt kuivaks. Harvad pole nt kontorid,

kus õhuniiskus on 25-30%. Samas on praegused suuremad savikrohviga tehtud objektid tõesti näidanud, et õhuniiskus on ruumis pidevalt kõige soodsamaks peetava 50% ümber.

Savi on looduslikest sideainetest ainuke materjal, mis kivineb vee väljaaurumisel. See jätab krohvile ka võimaluse endasse uuesti õhuniiskust puhverdada. Liigse kuivuse korral liigub veeaur ruumi jälle tagasi. Nii hoitaksegi õhuniiskus pidevalt ühtlane, mis on üks hea tervise ja enesetunde eeldusi. Mõõtmised näitavad, et kahe ööpäeva jooksul suudab savipind võtta niisketest ruumiõhust endasse 300 gr vett ruutmeetri kohta (seejuures ilma, et pinna tugevus väheneks). Teistel keemilise reaktsioonina tahenevatel ja seetõttu inertsematel krohvidel (lubi, tsement, kips) jääb sama näitaja tavaliselt vahemikku 50-75 g/m². Kindlasti peaks seda omadust ka edasise viimistlusega säilitama.

Savikrohvile sobivad seetõttu samuti naturaalse sideainega ja seetõttu hingavad kaseiin- või lubivärvid. Lubivärviga tehtav viimistlus annab seejuures võimaluse kasutada savikrohvi ka niisketes ruumides (dushiruumid, köögipiirkonnad), kus õhuniiskuse reguleerimise vajadus on just suur. Pind jääb hooldatav ja vastupidav.

Õige terasuuruse jaotuse ja tugeva liimiva savi kasutamine on andnud praeguseks savikrohvile pinnatugevuse 3 N/mm². Paljudel krohvidel on see oluliselt alla selle: lubikrohvil nt ca 1,5 N/mm². Tsementkrohvil tavaliselt veidi üle 3 N/mm². Hea krohvisegu mehaanilisel hõõrutiga töötlemisel saadakse tugev ja ühtlane pind, mille võib radikaalsema variandina ka üldse viimistlemata jätta. Sel juhul eksponeeritakse savi väga ilusaid naturaalseid toone (pruunikas-punane, kollane, hallikas-valge) ja ka ehedat pinda kõige paremal kujul. (Mauring 2005)

2.5. Savist valmistatud kergkruus

Kergkruus on üldnimetus ehitus- ja täitematerjalile, mis on looduslikuga võrreldes 4 korda kergem. Kergkruus (joonis 6) on sõmer materjal, mis saadakse savi paisumisel 1150°C kõrgtemperatuurisel põletusel pöördahjus. Põletamisel savi paisub ning muutub tänu ahju pöörlemisele keraamilisteks graanuliteks. Graanulid on täis väikseid suletud õhupoore ning see teebki temast kerge ja hea soojusmaterjali. Kergkruus on keraamiline, tulekindel looduslik toode, mis hakkab pehmenema umbes 950 °C juures ja mille sulamistemperatuur on ca 1150 °C. Kergkruus on keemiliselt lähedane neutraalsele – pH on ligikaudu 8–9. Kergkruus on valmistatud looduslikest materjalidest, on põlematu, külmakindel, tugev, hea

soojus- ja heliisolaator. Kergkruus ei sisalda kahjulikke ühendeid, ei karda niiskust ja külma, ei hallita ega mädane.

Savi – kergkruusaks

- eriliste omadustega savi segatakse ühtlaseks massiks
- mass kuivatatakse ja töödeldakse pöördahjus
- savi paisub temperatuuri tõustes põletustsoonis 1150°C-ni
- tekivad poorse struktuuri ja tugeva koorikuga graanulid

Kergkruus sobib hästi ka lillepoti põhja "drenaažiks", et tagada juurestikule vajalik hapnik. Samuti sobib see pinnakatteks mulla niiskuse tasakaalustamiseks ja mullapinna puhtana hoidmiseks. (Fibo kergkruus 2011)



Joonis 6. Kergkruus

(Allikas: <http://www.okk.ee/kergkruus/>)

2.6. Savi kasutamine tervishoius

Savi on hinnatud nii tervishoius, kui ilumaailmas. Seda, kas Setomaa ja Ape piirkonna savid sobivad kasutamiseks tervishoius, tuleks selgitada lisauuringute ja analüüsidega. Savi on võimalik kasutada loodustoodetes (näomaskid, koorivad kreemid, mähised, seebid jne). Tänu savi poorsele struktuurile on savi suurepäraseks absorbent, mis imab väga hästi ja tänu sellele on savi kasutusel näohooldusvahenditest kõige rohkem näomaskides (joonis 7). Sageli rikastatakse savimaske puuviljahapetega, mis omakorda lisavad tootele lisaväärtust mõjutades näonaha rakkude elastsust.



Joonis 7. Savimask

(Allikas: <http://www.obeyyourbody.ee>)

Saviseep (joonis 8) koorib nahka hellalt, eemaldades surnud rakud ning muudab naha pehmeks. Annab nahale palju erilist kasulikku mineraale samaaegselt sügav puhastades nahka ja elavdades ainevahetust. Seep aitab kehal üldiselt jääkainetest vabaneda, näiteks tselluliidist. Tänu antibakteriaalsetele omadustele kasutatakse savi vistrike ja aknenaha hoolduses.



Joonis 8. Saviseep

(Allikas: <http://www.seep.ee/sophi-okoseebid>)

2.6.1. Savi raviomadused

Savi vähendab põletikku, tõmbab välja haiguslikud ja mädased ained ning puhastab haavandeid. Suurepäraselt aitab see pea- ja seljavalude, põletike, paisete, mürgistuste ja traumade korral. Nii on väitnud saksa abt ja ravitseja Sebastian Kneipp. Müncheneri professor Schlager on pidanud samal põhjusel heaks sisehaiguste ravimise vahendiks savi. See neelab kõik sisemiste mürgainete liigid ning teeb kahjutuks ja väljutab patogeensed mikroobid. Vahel hakkab kompressiks kasutatud savi vastikult haisema – haigus on sellesse üle läinud. Seespidisel tarvitamisel võib täheldada sedasama: maos ja soolestikus kogub savi endasse mürgid ja mikroobid, teeb need kahjutuks ja väljutab organismist. Savi omadus neelata mürgiseid ja toksilisi aineid on tõestatud ka laboratoorsete katsetega. Katserotile anti väike

kogus strühniinilahust ja ta suri mõne minuti jooksul. Sama kogus anti teisele rotile, kuid lahusele oli lisatud väike kogus savi. Selle katselooma organism tuli mürgiga hästi toime. See viitab asjaolule, et savi neelas mürgi endasse. (Saviravi 2001)

Vähesed teavad, et savi baasil valmistatakse puudrit ning tänu absorbeerivatele omadustele on see leidnud kasutamist ka toiduainetetööstuses. Näiteks puhastatakse savi abil taimeõli. Paneme katse korras liitrisse piima lusikatäie savi. Näeme, et piima seisab ka kõige kuumema ilmaga mitu päeva värske – oleme saanud loomulikul viisil steriliseeritud ja suure elujõuga piima. Savi väga tugevat antibakteriaalset toimet kinnitab tõik, et peale selle sisaldab savi raadiumi, mis kõrvaldab meie organismist kõik roiskuva ja keha rakke kahjustava – sealhulgas kasvajate tekitajad. (Saviravi 2001)

Raadium on savi komponentidest kõige radioaktiivsem ja tugevaima toimega element. Mida pikemat aega savi päikese käes hoitakse, seda rohkem sisaldab see raadiumi. Saviga ravimisel saab organism seda elementi puhtal kujul, loomulikus olekus ja organismile vajalikes annustes. Mängus on targa looduse enda käsi ning ükski mikroob, viirus ega muu mikroorganism ei suuda sellisele kiirgusele vastu panna. Tänu radioaktiivsusele on savi parim looduslik sterilisaator. Erinevalt keemilistest antiseptikutest, mis hävitavad peale mikroobide ka terveid rakke, tugevdab savi mikroobe ja nende mürke kõrvaldades organismi immuunsust, aitab tal võidelda nakkuse vastu, uuendab rakke ja annab neile jõudu vananemisest tingitud kahjustuste vastu seista. (Saviravi 2001)

Haigete kohale pandud savikompress toimib nagu elustav magnetvihm, mis annab elundile jõudu ja tervist ning kõrvaldab kõik tõvestava ja ebanormaalse. Et selles veenduda, piisab ühest kompressist. Savi radioaktiivsus taastab rakkude elektromagnetilise tasakaalu, puhastades ühtlasi verd, näärmeid ja närvikeskusi ning karastades ainevahetust. Peale raadiumi sisaldab savi veel paljusid inimorganismile vajalikke sooli ja mikroelemente: fosforit, rauda, lämmastikku, kaltsiumi, magneesiumi, kaaliumi ja räniühendeid, pealegi veel hästi omastataval kujul ning optimaalses proportsioonis ja kombinatsioonis. Läbides seedetrakti täies ulatuses, annab see jõudu kogu organismile. Radioaktiivsed osakesed stimuleerivad mao ja soolte limaskesta ja aktiveerivad seedetegevust. Savi toimel uuenevad nõrgenenud rakud ning organism saab just neid mineraalsooli, millest tal vajaka on. Ühtlasi korjab see aine endasse kõik toksiinid, mürgid, roisugaasid ja liigsed happed ning juhib need välja, puhastades niiviisi kogu organismi. Podagra, ateroskleroosi, diabeedi, naha-, vere-, maksa-, sapipõie-, neeru- jm. Haiguste puhul tuleks savi sisse võtta. Juba pärast

kaheksapäevast ravi suureneb haigetel punaste vereliblede arv ja paraneb jume. Erütrotsüütide hulga suurenemist saab kontrollida enne ja pärast saviravi võetud analüüside abil. Punased verelibled leiavad savist uut energiat, mis aitab neil osa võtta rakkude uuendamisest. Seepärast peaksid kõik inimesed, kes kannatavad verevaesuse, mineraalainete vähesuse või lümfihäiguste all, samuti kasvueas lapsed jooma pidevalt savivett. Ravi käigus paranevad neerude talitlus ning maksa ja sapipõie funktsioon.

Nii laste kui ka täiskasvanute puhul on ühekordne sissevõetav annus 10 g savipulbrit, mis lahustatakse soojas vees. Mõnikord tundub ravi algul, et tõbi ägeneb ja enesetunne halveneb, aga see ei pea paika: savi kisub endasse toksiine, juhivad need organismist välja ja aitab paraneda. Savi on puhas ja looduslik ning viga ei peitu mitte savis, vaid haige organismis. Saviasjatundja Aino Asszony hindab kõrgelt sinisavi võimet tõmmata endasse negatiivset energiat. Profülaktika mõttes soovib ta segada igal hommikul teelusikatäie peeneks hõõrutud savipulbrit klaasi vee hulka, lasta liivaosakestel põhja vajuda ja juua. „Turgutust saanud organism on teile igatahes tänulik. Kui teil jätkub püsivust, märkate endas kindlasti meeldivaid muutusi.“ (Saviravi 2001)

Kui palju tohib savi tarvitada?

Sissevõetava savi hulk sõltub organismi vajadustest. Savi ei ole kahjulik, kuid võib erandjuhtudel esile kutsuda ebameeldiva reaktsiooni. Kui magu on nõrk, tuleb juua esialgu väga lahjat lahust. Kui organism on juba harjunud, võib sisse võtta pool teelusikatäit, seejärel aga juba terve lusikatäie. Peatselt võib suurendada kogust kahe lusikatäieni, mida võtta korruga või jaokaupa. Kes armastab palju süüa või tahab tervist taastada, võib sisse võtta neli teelusikatäit päevas – kaks hommikul ja kaks õhtul enne magamaheitmist. Kasulik on savi võtta hommikul, kohe peale ärkamist. Alati tuleks seda teha enne sööki. Pärast hommikust savi võtmist ei tohi palju süüa. Kui savi tarvitamine kutsub esile kõhuvalu, siis tuleb asendada savi mõneks ajaks lahjendatud sidrunimahlagaga. Savivett võib ravi otstarbel juua mitu kuud või isegi aasta, kuid on otstarbekas pidada aeg-ajalt vahet, et magu saviga liiga ära ei harjuks. Juua näiteks savi 21 päeva ja teha siis 9-päevane vaheaeg. Muidugi peab iga haige määrama ise kuuri pikkuse, lähtudes oma seisukorrast ja vajadustest. Savi tarvitamise ajal soovivad tervendajad hoiduda teistest ravimitest: pole mõtet ravida end saviga, vabastamaks organismi mürkidest ja küllastades seda samal ajal uute mürkidega. Savi on soovitav hoida võimalikult sageli värskes õhus ja päikese käes, selleks et koguda päikese kiirgust. (Saviravi 2001)

VEEL VÕIMALUSI:

Suuloputus: hoida savivett veidi aega suus ja sülitada siis välja. Muudab suuõõne vastupidavamaks bakterite suhtes, tugevdab igemeid, hea kroonilise mandlipõletiku ja angiini puhul ja vältimiseks.

Saviveevannid: hea alakõhu, neerude ja jalgade raviks. Protseduur võiks kesta sõltuvalt haige olukorrast 30 minutist 1 tunnini. Mõnikord võib haige esialgu nõrkust tunda, aga see läheb mööda.

Saviveega hõõrumine: Suur vatitampoon teha savivees märjaks ja sellega haigeid kohti hõõruda. Reuma, artriidi, närvihälvatuse ja anküloosi puhul tuleks toime tugevdamiseks segada savilahuse hulka 2-3 purustatud küüslauguküünt. Tuberkuloosi korral hõõruda selle seguga 2-3 korda päevas rinda ja kõri.

Mähised: Mähiseid tehakse savivees niisutatud linaste või puuvillaste linadega. Need alandavad palavikku ja rahustavad närve.

Maskid: Savi on tuntud kosmeetiline vahend juba muinasajast. Saviga koos võib kasutada erinevaid õlisid ja ravimtaimi.

Nahahaiguste raviks: seal hulgas abstsessid, karbunkulid, ekseemid, psoriaas, roos, soolatüükad ja isegi kiilaspäisus.

Klistiirid: Näiteks kroonilise kõhukinnisuse puhul teha klistiiri kehasooja saviveega 3-el päeval, siis päev vahet, veel 3 päeva, siis 15 päeva vahet ja kuuri korrata.

Teisi haigusi, mille puhul savist võib abi olla: silmahaigused, kõrvapõletik, uroloogilised haigused, diabeet, depressioon, unetus, neuroosid, halvatus, peavalu, migreen, hamba – ja igemehaigused, südamehaigused, veenilaiendid, hingamisteedehaigused, seedeelundite haigused, kasvaja, vähk. (Saviravi 2001)

2.6.2. Kunstiteraapia

Töö voolimissaviga on Saksamaal prof. Heinz Deuseri poolt 1970-80-ndatel välja töötatud gestaltteraapia meetod, mis on kasutusel nii teraapilises kui ka pedagoogilises töös.

Saviga töötamise võimalused on avatud ja ilma kindla suunata ning tänu sellel saab savi kasutada milleks iganes: midagi valmis teha, näidata, tunda, millestki vabaneda, vormida, hoida, haarata, puudutada, hoolitseda. Savitöö on ülekantav inimese igapäevaelule; sellele kuidas inimene midagi puudutab, kuidas kasutab ruumi ja objekte. See annab võimaluse neid aspekte ja oma eripära teadvustada ja analüüsida.

Samuti on võimalus teraapia protsessis ennast ohutult välja elada - olla agressiivne, rünnata, väljendada oma jõudu, viha, raevu, ahastust ja kurbust. Savi annab võimaluse baasiliseks maanduseks. Materjali on piisavalt, see ei hakka vastu, ei saa haiget, ükskõik, mida temaga ei tee. Terapeudi roll on olla kliendi protsessi saatjaks/tunnistajaks, pakkudes turvalist eneseväljenduse võimalust.

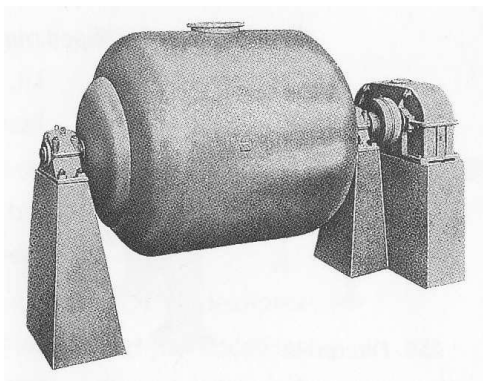
Tegutsemine saviväljal annab võimaluse:

- tugevdada minatunnetust, kasvatada enesekindlust, tugevdada ja diferentseerida enesetunnetust ning avastada iseennast
- luua sisemist tasakaalu, maandada pingeid
- saada üle hirmudest, lahendada kriisiolukordi
- kogeda rõõmu tegutsemisest, avastada sisemisi loovaid jõude
- leevendada traumajärgsed sümptoome
- arendada peenmotoorikat
- toetada insuldi- ja infarktjärgset taastumist
- arendada keskendumisostust
- muuta käitumismustreid, teadvustada suhtlemisprobleeme (Kunstiteraapia 2011)

3. Keraamiline mass ja keraamika

Savi on hõlpsasti kaevandatav, kuna savikihid enamasti ei asu väga sügaval pinnakatte all (0,3-15 meetrit). Suuremaid koguseid kaevandatakse ekskavaatoritega, väiksemaid on otstarbekam käsitsi kaevata, sellega tagatakse ka savimaagi parem kvaliteet. Kaevandatud savimaaki võib hoida lahtise taeva all selleks kohandatud laoplatsil või basseinis aastaringselt, kuna temperatuuri kõikumine muudab savi plastilisemaks. Siseruumi on soovitatav paigutada vaid kaoliin ja valge kvartsiiv. Kuna savimaak sisaldab kuni 30% vett, on hädavajalik läbi

viia maagi kuivatamine 5-10%-lise niiskusesisalduseni. Parim kuivatustemperatuur on 110°-120°, sellest kõrgemal temperatuuril hakkab savi kaotama om plastilisust. Tükeldamist ja peenendamist vajavad kõik keraamiliste masside toorained. Savimaagi puhul lastakse tavaoludes eelnevalt kuivatatud ja tükeldatud savil vees liguneda ning seejärel uhutakse ja sõelutakse läbi erineva tihedusega sõelte. Sõelale jäänud jääk on tavaliselt liiv või kruus. Saadud savimass jäetakse seisma ning aja jooksul eemaldatakse pealekerkinud veekiht. Ideaalne on kasutada keraamilise massi lõplikuks peenendamiseks ja nende omavaheliseks segamiseks kuulveskit (joonis 9), mis kujutab endast ümber oma telje keerlevat silindrilist või koonusetaolist trumlit. (Rohlin 2003)



Joonis 9. Kuulveski.

(Allikas: Rohlin, 2003)

Kuulveskis või settimise tulemusena peenendunud ja seejärel sõelatud savimass ei ole veel keraamiline mass. Valumassi puhul on soovitatav saadud savi mass kuivatada ning alles seejärel koos vajalike lisanditega ja ettenähtud veega kokku segada. Mitteplastiliste materjalide peenendamisel on otstarbekas need enim veskis peeneks jahvatada ja alles seejärel savi lisada ning korralikult koos veskis läbi segada. Peale seda peab segu laagerduma vähemalt 2-5 ööpäeva. Kui savimass sisaldab elektrolüüte, võib seda peale laagerdumist kasutada valmis valumassina. Savimassi, mis ei sisalda elektrolüüte, kasutatakse pooltoodanguna vormimismassi valmistamiseks. Plastiline vormimismass saadakse valumassi liigse niiskuse eraldamise teel. Käsitöenduslikult kuivatatakse seda soojas kuivas ruumis kipsvannides või vanades kipsvormides. Pottsepatöökodades täideti linasest kangast kotid valumassiga ning asetati pressi alla. Keraamatööstuses kasutatakse vee eraldamiseks filterpressi. Kvaliteetse vormimismassi saamiseks tuleb tahenenud massist eraldada õhk ning vajaduse korral mass ühtlustada. Tavaoludes piisab selleks massi käsitsi läbisõtkumisest, keraamatööstuses suunatakse töödeldav mass vaakumpressi, kus koos õhu eraldamisega toimub massi teistkordne ja lõplik läbisegamine ja ühtlustamine. Valminud vormimismassi on

soovitav lasta seista enne kasutamist. Mida kauem mass laagerdub, seda paremad on selle plastilised omadused. Valmistatakse ka pulbermassi, mida toodetakse savimassi tsentrifugaalse töötlemise teel vastavates kuivatites või õhkuiva vormimismassi jahvatamise teel. (Rohlin 2003)

Keraamilisest massi on võimalik tehnikult värvida, viies massi koostisse mitmeid metallioksiide ning nende alusel valmistatud värvipigmente. Värvide intensiivsus sõltub savi liigist, põletustemperatuuri kõrgusest ning värviva komponendi kogusest. Reeglina on kõrgemal temperatuuril põletatud värviline mass tumedam, toonilt intensiivsem ning pealispinnalt küpsem. Valge savi alusel on võimalik välja kujundada rikkalikumat värviskaalat. Värvilisi masse kasutatakse kõrgkuumuskeraamikas baasmassina ja mitmesugustes tehnikates (inkrustatsioon, aplikatsioon, nerikom, neriaaz jt).

Valmistatakse kolme keraamilist massi: vormimismass ja treimismass, valumass ning stantsimismass (Rohlin 2003):

1. Vormimismassi valmistatakse heade plastiliste omadustega savist, millele lisatakse reeglina šamotti, erandjuhtudel ka jämedakoelist lahjat savimaaki. Peeneteralist või jämedateralist šamotti lisatakse 20-50%. Plastilisuse suurendamiseks ka 2-3% betoniiti. Savi kergemaks muutmisel võib lisada ka peenendatud orgaanilisi lisandeid, mis põletuse käigus ära põlevad ning savi urbseks ja kergemaks jätavad. Veesisaldus vormimismassis on 25%.
2. Treimismass valmistatakse väga plastilistest savidest, millele lisatakse minimaalses koguses mitteplastilisi materjale (8-10% keskmise jämedusega šamotti ning sama kogus räniliiva või põldpagu). Saviollus peab treimismassis sisalduma 70-80%. Veesisaldus masintreimise puhul on 20% ja käsitreimise puhul 25-30%.
3. Valumassi kasutatakse keerukama kujuga või õhukeseseinalise seeriaviisiliseks valmistamiseks valumenetluse teel. Valumassile sobivad paremini puhta koostisega ning kõrgema sulamistäpiga savid. Veesisaldus selles on 50-60%, mida võib vähendada elektrolüütide ehk deflokulantide lisamise teel vähendada 30-35%-ni. Deflokulandid soodustavad saviosakeste üksteisest eraldumist, millega on võimalik muuta mass voolavaks vähese vee lisamisega. Massi vähendatud veesisaldus võimaldab muuta tooted sitkemaks ka toores olekus, aeglustada valuprotsessi, säästa kipsvorme liigsest märgumisest ja pikendada nende kasutamist. Deflokuleeritud

massi puhul jääb toodete sisepind ühtlaseks ja siledaks. Flokulandid muudavad valumassi paksemaks ning aitavad settimist vältida.

4. Stantsimismass on plastiline ja teraline ning võib olla kuiv või poolkuiv. Tooteid vormitakse mehhaanilise surve all. Stantsimismass valmistatakse tavaliselt väheplastiliste savide alusel.

Keraamika valmistamine algab savimassi vormimisega. Keraamikas kasutatakse kolme vormimisviisi: valamine, plastiline vormimine ja pressimine ehk stantsimin (Rohlin 2003):

1. Valamise puhul eristatakse avavalu ehk tavaline valu, umbvalu ehk kahepoolne valu ning segavalu ehk avavalu ja umbvalu kooskasutus. Avavalu on enam levinud menetlus, õhukeseseinaliste ja enamasti keeruka konfiguratsiooniga toodete seeriaviisiliseks valmistamiseks. Avavalu puhul puutub valuvormiga kokku vaid vormi valatava eseme välispind ehk eseme valusein moodustub ühelt poolt vastu kipsvormi pinda, teine pool moodustub vabalt. Umbvalu on vähem levinud menetlus, enamjaolt paksemaseinaliste toodete seeriaviisiliseks valmistamiseks. Umbvalu menetlusel on valuvormiga vahetus kokkupuutes nii valatava eseme sisepind, kui ka välispind ehk eseme valusein moodustub mõlemalt poolt vastu kipsvormi pinda. Surve (rõhu) all teostatud umbvalu nimetatakse survevaluks. Segavalu valamine toimub kipsvormidesse. Valuvorm, mis sõltuvalt toote keerukusest võib koosneda paarist kuni paarikümnest osast, liidetakse kokku ning seotakse kinni kummivooliku või kummiribaga. Seejärel valatakse vormi savimass. Kipsvorm hakkab niiskust imama ning vormi seintele tekib tahenenud, hangunud massist ühtlane ja pidevalt paksenev kiht. Savimassi tase alaneb ning seetõttu tuleb uut savimassi kogu aeg juurde valada. Valamine toimub nii kaua, kuni on saavutatud soovitud eseme paksus. Seejärel valatakse üleliigne savimass vormist välja, soovitatav on vormi mõni aeg kummuli hoida, mis soodustab massi lõplikku väljavalgumist.
2. Vormimine jaguneb: vaba modelleerimine, vormimine kipsvormide abil ning treimine. Vaba modelleerimise puhul vormitakse õõnesnõu või skulptuur käsitsi vormi kasutamata. Levinumad võtted on: eseme väljapigistamine (-pressimine, -muljumine) savitombust, eseme modelleerimine saviribade (-paelte, - lintide) kokkukleepimise teel (nn kerimismeetod) ja eseme modelleerimine saviplaatide kokkukleepimise teel. Vormimine kipsvormide abil on sobilik õõnesvormide, skulptuuride, reljeefide, plaatide jms seeriaviisiliseks valmistamiseks. Vormi topitakse ühtlane kiht keraamilist

massi, mis eemaldatakse peale toote tahenemist. Treimise puhul on eseme vorm sõltuvuses treiratta pöörlemisest. Käsitreimine on iidne keraamika vormimise viis, milleks kasutati potiketra. Tänapäeval kasutatakse peamiselt elektrilist potiketra, mis vähendab füüsilist koormust ning suurendab keskendumist käte tööle.

3. Stansimise teel vormimine on levinud peamiselt tehnilise ja ehituskeraamika ning tarbekeraamika masstootmisel.

Pärast vormimist peab saviesemeid kuivatama, et kõrvaldada põletamisel takistavalt mõjuvat niiskust. Savimassi niiskus oleneb veest, mida lisatakse toormaterjalide pehmendamiseks. Savimassi vormimisel väheneb niiskus, eriti kipsvormide kasutamisel. Vesi aurab saviesemetel peamisest pinnast, sisemusest tungib vesi järk-järgult pinnale. Seetõttu kuivavad nurgad, kandid ja õhemad pinnad kiiremini, mis võib põhjustada eseme pragunemist. Seetõttu on soovitatav ese vormida ühepaksuselt või kuivatamiselt õhemad kohad katta, et kogu ese kuivaks ühtlaselt. Õhutõmme ja päikesevalgus võivad põhjustada mitteühtlast kuivamist, vormimuutust või pragunemist. Keraamatööstuses kasutatakse kinniseid kuivatusruume ja – kambreid. (Jakó 1933). Kuivatatud saviesemeid põletatakse, et muuta savi kõvaks, väliskeskkonna mõjudele vastupidavaks ja veekindlaks. Põletamata keraamilist massi on pärast kuivatamist võimalik vee lisamisega taas plastiliseks muuta. Pärast põletust, tänu põletuse käigus toimunud muutustele keraamilise massi struktuuris, on see aga võimatu.

Eristatakse nelja põletusviisi: eelpõletus, ühekordne põletus, dekoorpõletus ja glasuurpõletus (Rohlin 2003):

1. Eelpõletuse korral põletatakse õhkuivaks kuivatatud keraamilised esemed enne nende glasuurimist.
2. Ühekordset põletust kasutatakse terrakotatoodete ja kiviõuliikide (savi- ja soolaglasuuriga kaetud tooted) ainukordseks põletuseks.
3. Dekoorpõletuse puhul kinnistatakse põletuse käigus glasuurile glasuuripealsete värvidega maaling või kaetakse ese teistkordse glasuurikihi ja teostatakse põletus madalamal temperatuuril, et takistada alusglasuuri sulamist.
4. Glasuurpõletus on eelnevalt ettepõletatud ja seejärel glasuuritud toodete põletus, mille käigus moodustunud glasuur kinnistub tootele. Glasuurimine on keraamilise toote valmimisel olulisimaid etappe. Glasuurimisel tehtud vead võivad annulleerida kogu

eelneva töö. Glasuuriga kaetud eseme kvaliteedi üle saab otsustada peale põletust, siis on aga enamikul juhtudel võimatu tulemust parandada. Seetõttu nõuab glasuurimine suuri kogemusi ja head materjalitundmist, et ennetada ebaõigetest töövõtetest põhjustatud glasuuridefekte. Enne glasuurimist tuleb tooted hoolikalt puhastada tolmust, kasutades selleks võimaluse korral kompressorit või tolmuimejat. Tolmuvabad esemed pühitakse üle niiske käsna. Glasuur kantakse toodetele pintsliga, sissekastmis- või ülevalamismeetodil või pritsimise teel. Pintsliga pealekandmist kasutatakse väikesemõõduliste esemete puhul. Sissekastmis- ja ülevalamismeetodil on võimalik tooteid katta ühtlase glasuurikihiga ja vähese ajakuluga. Glasuur peab sel juhul olema valmistatud suuremas koguses. Glasuure pritsitakse pulverisaatori ehk pihusti abil, mis on ühendatud kompressoriga ning töötab suruõhu toimel. Savist esemed on asetatud tõmbekapis olevale pöörlevale alusele. Pritsimismeetodil tuleb arvestada glasuurikaoga, kuid samas on võimalik suhteliselt väikese koguse glasuuriga ese üleni ära glasuurida. Glasuuri õnnestumine sõltub glasuurikihi paksusest. Osad glasuuriliigid võivad olla toodetel õhema, teised paksema kihina. Eseme põhi või põhjarant peab jääma glasuuriga katmatuks. Soovitatav on see enne glasuurimist üle võõbata kuuma vaha või parafiiniga, et vältida glasuuri kinnitumist sellesse piirkonda.

Savi põletamiseks kasutatavad ahjud jagunevad küttematerjali või energia liigi järgi (puuküte, õliküte, gaasiküte, kivisöeküte, lõkkepõletuse küte, elektri- ja päikeseenergia), töötamisperioodi järgi (perioodiline või pidev), ahju ehituse ja tõmbe järgi. (Keraamikapõletusahi 2011)

Keraamika jaguneb põletamistemperatuuride järgi madalkuumus- ja kõrgkuumuskeraamikaks (Rohlin 2003):

1. Madalkuumuskeraamika puhul toimub põletamine kuni temperatuurini 1150 °C, mille tulemusena saadakse urbse killuga tooted, mis muudetakse glasuurpõletusega vettpidavateks. Madalkuumuskeraamika alla kuuluvad primitiivkeraamika, majoolika, pottsepakeraamika, lubjafajanss. Madalkuumuskeraamikat viljeletakse põhiliselt erinevate glasuurvärvide rohkuse tõttu.
2. Kõrgkuumuskeraamika põletamine toimub temperatuurivahemikus 1150-1500 °C. Kõrgkuumuskeraamika alla käivad kivinõud, fajanss, portselan, kuumuskindlad nõud.

Tooted on paakunud killuga, mis peavad vett ka glasuurpõletusetä. Kõrgkuumuskeraamika on vastupidavam, kuid esineb vähem erinevaid glasuurvärve.

3.1. Keraamika toodete liigitamine

3.1.1. Liigitamine põletatud keraamilisele massile omase struktuuri ja värvuse põhjal

Pottsepis - pottsepatooted (nimetatakse ka jämedaks või talurahvakeraamikaks) – kergesti sulavast ja enamjaolt ehedast savist valmistatud poorsed tooted, mis on põletatud temperatuuril 850°-1000° C ning võivad olla kaetud angoobide ja lihtsa koostisega toorglasuuridega (näiteks plii- ja saviglasuurid); siia alla kuulub ka primitiivkeraamika;

Madalkuumuskeraamika - mitme lisandiga väärstatud keraamilisest massist vormitud tooted, mis on põletatud temperatuuril 900°-1100° C ning kaetud väga eritüübiliste glasuuridega (siia alla kuuluvad ka lubjafajanss, majoolika ning raku);

Lubjafajanss - lubjarikkast savist valmistatud poorsed tooted, mis on kaetud valge katva tinaglasuuriga, enamjaolt kaunistatud glasuuripealse maalinguga ning põletatud temperatuuril 950° – 1000° C, tüüpiliseks esindajaks on Delfti fajanss;

Majoolika - rauarikkast savist valmistatud poorsed tooted, mis on kaetud valge katva tinaglasuuriga, kaunistatud glasuuripealse maalinguga ning põletatud temperatuuril 900°-1050° C, tüüpiliseks esindajaks on Itaalia majoolika;

Raku - eripõletuse läbi teinud lahjast massist urbsed tooted;

Šamott-tooted - tulekindlast savist poorsed tooted, mille koostisse kuulub põletatud savikillustik šamotipuru näol ning mis põletatakse tavaliselt temperatuuril 1150°-1300° C;

Kuumuskindel keedunõu – urbsest, tavaliselt šamoti- või talgirikkast massist valmistatud ja termilist šokki taluvad tooted, mis on põletatud temperatuuril 1160°-1300° C (erandjuhul ka madalamal t°) ning mida kasutatakse nii toidu valmistamiseks kui ka serveerimiseks;

Peenfajanss -heledast või valgest savist poorsed tooted, mis on põletatud temperatuuril 1120°-1280° C ning kaetud läbipaistvate või spetsiifiliste fajanssglasuuridega;

Klinker -värvilisest massist valmistatud tihedad paakunud ja glasuuriga katmata tooted, mis on põletatud temperatuuril 1150°-1350°C;

Kivinõu -halliks või pruuniks põlevast savist tihedad, paakunud tooted, mis on põletatud temperatuuril 1150°-1350° C ning kaetud eritüübiliste glasuuridega (soola-, savi-, tuha-, põldpao- jt. glasuurid);

Portselan - kõige kvaliteetsem keraamikaliik, valgest savist tihedad happe- ja ilmastiku-kindlad, teatud liikide puhul poolläbipaistvad tooted, mis on enamjaolt kaetud läbipaistva glasuuriga, põletatud temperatuuril 1250° – 1500° C ning vajadse korral kaunistatud glasuurialuste või -pealsete värvidega. Portselantooteid võib katta ka väga eritüübiliste glasuuridega;

Tulekindel keraamika - tulekindlast savist tihedad, paakunud tooted, mis on põletatud temperatuuril 1350° -1500° C.

See liigitus on küllaltki tinglik. Igal tooteliigil on omakorda alajaotusi, sageli on liigid omavahel segunenud, sellest tekivad vahevariandid jne.

3.1.2. Liigitamine keraamiliste toodete funktsiooni põhjal

Tehniline keraamika - tulekindel ning elektro- ja raadiotehniline keraamika, mida kasutatakse paljudes tööstusharudes ja seadmetes selle materjali tulekindluse ja isolatsiooniliste ning elektriliste omaduste tõttu. Tulekindlaid detaile rakendatakse tööstuslikes ahjudes ja agregaatides, mis töötavad kõrgel temperatuuril, tuumareaktorites, kosmosetehnikas, autotööstuses jm. Elektrotehnilist keraamikat vajavad elektrijaamad, elektrimootorid ja elektroonikatööstus (arvutid, raadiod jne).

Ehituskeraamika - keraamilised tooted ja materjalid, mida kasutatakse ehitiste, teede, kanalisatsiooni- ja drenaazivõrkude ning teiste sellelaadsete tehnorajatiste ehitamisel. Tuntuimad on järgmised tooteliigid:

- * *tellis* - täis- ja kärgtellis, fassaaditellis, klinkertellis jne;
- * *katusekivid*;
- * *ahjukahlid (ahjupotid)* - ahjude ja kaminade välisvooderduseks;
- * *seina- ja põrandakatteplaadid* - ehitiste sise- ja välispindade katmiseks;
- * *kanalisatsioonitorud* - roiskvee ära juhtimiseks.

Keemiatööstuse keraamika - keraamilised tooted, mis peavad vastu hapete ja gaaside toimele ning on hõõrdumis- ja survekindlad - ventilaatorite ja pumpade detailid, gaaside ja vedelike ärajuhtimise torud, laboritarbed jne.

Sanitaar-mediitsiiniline keraamika - keraamilised sanitaarseadmed (vannid, kraanikausid jmt.) ning laboritarbed. Meditsiinis kasutatakse keraamikat nii hamba- kui ka luuproteeside valmistamisel.

Keraamika kunstiteose ja -tootena - vabakunstis, tarbekunstis, arhitektuuris ja disainis.



Joonis 10. Savist istutuspotid

(Allikas: <http://www.hortes.ee>)



Joonis 11. Savinõud

(Allikas: <http://www.keramika-asb.lt/ee/tooted>)



Joonis 12. Saviehted

(Allikas: http://isemoodilooovustuba.blogspot.com/2010_11_01_archive.html)

4. Keraamika näidiskalkulatsioon

4.1. Keraamika väiketöökojaga alustamine

Antud uurimuses tuuakse välja väike keraamika (keraamika kunstiteose ja –tootena) tootmiseks mõeldud näidiskalkulatsioon ja esmaste tarvikute ja seadmete kirjeldus, mida on vaja alustamiseks. Kuna kunstikeraamika tootmine ei vaja nii palju ressursse kui ehituskeraamika tootmisega ja saviehitusega alustamine.

Ruum

Keraamikatöökoja ruumile erilisi nõudmisi pole. Soovitav on, et põrandad oleks kaetud kergesti puhastatava kattega. Tööruumi suurus sõltub töökoja profiilist. Tööruum ja ahjuruum peaksid asuma soovitavalt eraldi ruumides, et vältida keraamika põletuse ajal õhku lenduvate kahjulikke ainete sissehingamist. Ahjuruumi minimaalne suurus peaks olema 6 m² (3x2m) ja seal peaks olema hea väljatõmbeventilatsioon kas tsentraalsesse süsteemi või läbi seinat otse välja.

Riulid

Keraamikatöökojas on riulid vajalikud nii materjalide ja tööriistade hoidmiseks, kui saviesemete kuivatamiseks. Saviesemete kuivatamiseks on sobilikud tugevad, hõreda konstruktsiooniga puitriulid. Hõre konstruktsioon võimaldab õhu liikumist ja võimaldab saviesemetel ühtlaselt kuivada.

Kuna keraamika valmistamise protsess nõuab aeg-ajalt saviesemete ümberpaigutamist (töölaualt riulisse, hiljem ahjuruumi lõppkuivatusele ja põletusse, sealt jälle tööruumi glasuurimisele jne), on otstarbekas esemete tõstmiseks kasutada vineerist või puidust aluseid.

Töölauad

Töölauad peaksid olema tugeva konstruktsiooniga ja kergestipuhastatava kattega. Saviga töötamisel on soovitav kasutada ka voolimisaluseid. Selleks sobivad vettimavad plaadid (vineer, puitlaastplaat, valatud kipsplaat). Alused aitavad vältida savi kleepumist tööpinnale.

Setiti ja kraanikauss

Keraamatöökotta sobib kahe osaga suurem kraanikauss. Savijääke sisaldava pesuvee eelpuhastamiseks on hädavajalik kraanikausi ja kanalisatsioonisüsteemi vahele paigaldada mitmekambriline setiti. See väldib kanalisatsioonisüsteemi ummistumist savi- ja glasuurijääkide tõttu.

Keraamikaahi

Keraamika ahju valimisel peaks silmas pidama esmalt ahju suurust (töömaht) ja põletuskoormust ning saadaolevat elektritoidet (kas on tööstusvool). Ostmisel tuleks jälgida kontrolleri ja ahjuvarustuse (riiulid, vahepostid) olemasolu ja sobivust rakendusega (keraamika, klaas).

- Pealtlaetavad ümarahjud mahuga 30-300 l. Need ahjud sobivad nii hobikeraamikutele kui väiksematesse savikodadesse. Sobiv madala ja keskmise põletuskoormuse korral.

- Eestlaetavad kamberahjud 50-250 l. Selliseid ahjud sobivad suurema põletuskoormuse korral ning kui on vaja suuremat ahju. Suuremahulist eestlaetavat ahju (suurem kui 150 (200) liitrit) on võrreldes pealtlaetavaga mugavam pakkida. Küttekehad (spiraalid) võivad olla paigaldatud pesadesse või keraamilistele torudele. Torudele paigaldatud küttekehadel on veidi pikem tööiga, kuna need ei vaju ajapikku längu. Ühtlasema soojuse jaotuse tagavad ahjud, mille küttekehad asuvad 5-es küljes - see on kriitilisem just suurema mahuga ahjude korral. Kamberahjude eeliseks on ka parem soojusisolatsioon.

Olenevalt kasutatavast tehnikast on tarvis veel: potikeder, rullpress, savi rull, silmusraud, lõiketera, puhastusraud, voolimispulgad, tross, švammid, spaatlid, glasuurimispiitslid, angoobimaali pipetid jm tööriistad.

Savid

Portselansavi, voolimissavi, treimissavi, erinevat värvi savid jne.

Angoobid

Angoob on niiskele, õhkuivale või ettepoletatud saviesemele kantav vedel keraamiline mass. Lääke sügavama tooni saavutamiseks kaetakse angoob läbipaistva glasuuriga.

Glasuurid

Kõrgkuumusglasuurid, madalkuumusglasuurid.

4.2. Näidiskalkulatsiooni koostamine

Kulude arvestamisel on kulusid liigitatud käitumuslikust aspektist (st reageerimise alusel tegevusmahu muutumisele) püsikuludeks ja muutuvkuludeks.

1. **Püsikulud** - tinglikult püsivad kulud, ei ole võrdelises sõltuvuses toodangu mahu muutusega (amortisatsioon, kapitaliprotsent, hooldus – ja remondikulud, kindlustus, maamaks jne). Püsikulude kogusumma suurus ei sõltu tootmistegevuse mahust, vaid jääb toodangumahu suurendamisel teatud tasemeni püsivaks. Tootmise laiendamiseks sellest tasemest enam tuleb tootmisvõimsusi suurendada, seega suurenevad ka püsikulud. Põhivara kasutamise seotud kulud on samal tasemel ka siis, kui tootmismahut on väike. Nende kulude katmise vajadusega tuleb arvestada ka juhul kui ei toodeta üldse midagi (näiteks maamaks, rendikulu jne).

2. **Muutuvkulud** - tootmiskulud, mille summa suurus muutub võrdeliselt valmistatava toodangu hulga muutumisega (materjalikulud, kütusekulu, elektrikulu, tulemuspalk jne).

Amortisatsioon ehk kapitali kutsutuskulu on varade hankeväärtusest ühele aastale tulenev osa. Amortiseerumiseks nimetatakse põhivahendite väärtuse vähenemist tema kasutamise käigus. Amortisatsioon on arvestuslik kulu ja see kantakse toodanguliigi kuludesse (omahinda) kaudseid meetodeid kasutades. Ettevõttes arvutatakse amortisatsiooni summa põhivara majandusliku kasutusaja põhjal.

$$\text{Amortisatsioon, } \frac{\text{€}}{\text{aastas}} = \frac{\text{Soetusmaksumus, €}}{\text{Kasutusaeg aastates}}$$

Tootmise tasuvus. Põhiliseks tootmise efektiivsuse näitajaks on tootmise tasuvus ehk rentaablus. Rentaabel ehk tasuv tootmine tähendab seda, et ettevõtte katab toodangu

valmistamiseks ja realiseerimiseks tehtud kulutused ning saab lisaks sellele kasumit. Kulude tasuvust iseloomustab kasumi (kahjumi) ja toodangu tootmiseks ja turustamiseks tehtud kulude suhe. Kulurentaablust arvutatakse järgnevalt:

Kulurentaablus iseloomustab tehtud kulutuste efektiivsust, näidates mitu senti kasumit saadi toodangu müümisel iga kulutatud euro kohta.

$$\text{Kulurentaablus, \%} = \frac{\text{kasum}}{\text{kulud}} * 100$$

Näidiskalkulatsioon koostati realselt toimiva keraamikatöökoja baasil, kus toodetakse ühe tootena savikausse pressimise ehk stantsimise vormimisviisil. Näidiskalkulatsioonis kasutatakse elektrilist põletusahju. Näidiskalkulatsioonis on aluseks võetud, et tootmine toimub 6-el kuul aastas ja ühes kuus toodetakse 100 kaussi. Üks põletusprotsess kestab 10 tundi.

Näidiskalkulatsiooni teostamiseks koostati *MS Excelis* tabel (tabel 1), milles on kirjas keraamiliste kausside tootmisega seotud kulud, tulud ja kasum rahalises väärtuses. Kasum on leitud tulude ja kulude vahena. Kõik kulud ja tulud on esitatud eurodes. Palgakulu arvestamise aluseks on keskmine töötunni tasu põllumajandussektoris Lõuna-Eesti piirkonnas (Eesti Statistikaamet). Töötunnitasuks on koos maksudega 4,14 €/h.

Tabel 1. 100 kausi tootmise kulud, €

KULUD	€
1. PÜSIKULUD	
Palgakulu	82,8
Ruumide remont	13
Masinate hoolduskulud	13
Amortisatsioon	87
Püsiikulud kokku	195,8
2. Muutvkulud	
Materjalid	58,8
Põletamisega seotud elektrikulud	64
Muudeks töödeks vajalik elekter (sh üldelekter)	38
Muutvkulud kokku	160,8
3. Muud kulud	
Transport	25
Telefon	20
Turunduskulud	13
Muud kulud kokku	58
Kulud kokku	414,6

Antud näites valmistatakse 100 kaussi, mis mahuvad korraga põletusahju. Palgakulu leitakse erinevate tööoperatsioonide kaudu, kokku kulub 100 kausi valmistamiseks 20 töötundi. Kõige töömahukam on kausside pesemine, puhastamine ja glasuurimine (tabel 2).

Tabel 2. Tööaja tabel

Tööoperatsioon	Aeg, tundides
1. Segamine, pressimine, viimistlemine	7
2. Eelpõletuseks kausside ahju sisse ja väljaladumine	3
3. Pesemine, puhastamine, glasuurimine	7
4. Kausside paigutamine ahju ja sealt väljavõtmine	3

Ruumide remont ja hooldus oleneb kasutatavast hoone seisukorrast ja uudsusest. Seadmete remondi ja hoolduskulud olenevad samuti seadmete amortiseerumisest ja tüübist. Näidiskalkulatsioonis on nii hoonete kui seadmete hoolduskuluks 13 €.

Hoone sisustuse amortisatsiooniks on antud näidiskalkulatsioonis 11€/kuus. Sisustuse soetusmaksumuseks on arvestatud 640€, mis amortiseeritakse 10-ne aasta jooksul. Kuna tootmine toimub kuuel kuul aastas, siis ka amortisatsioon on arvestatud 6-le kuule.

Põletusahju maksumuseks on võetud 3196 €, mis amortiseeritakse 7 aasta jooksul ning samamoodi aastas kasutatakse seda ahju 6 kuul. Ühe kuu amortisatsiooni summaks kujuneb sellisel juhul 76€.

Kausside valmistamiseks kulub näidiskalkulatsioonis 300 kg savi, mille kuluks on 28,8 € (tonni hind on 96 €/t, kasutatakse kohalikku savi). Saja kausi valmistamiseks kulub 3 kg glasuuri hinnaga 10 €/kg.

Põletamise elektrikuluks on arvestatud keskmiselt 64 € kahe põletuskorra kohta. Ülejäänud tööoperatsioonideks vajalik elekter koos üldelektriga on arvestatud 38 €.

Transpordi-, turundus- ja telefonikulud olenevad tootmishoone asukohast, valitud turustuskanalist ja tööde organiseerimisest.

Näidiskalkulatsioonis on arvestatud 100 kausi kogukuludeks (püsikulud+muutuvkulu+muud kulud) kokku 414,6€, ehk 4,146 € ühe kausi kohta.

Müügikõlbulikke kausse arvestatakse 80, st praagiks on arvestatud 20%. Ühe kausi müügihinnaks on arvestatud 6 €, tuludeks on sellised juhul 480 €.

Tabel 3. Savikausside tulud, kasum ja tasuvus

Kulud kokku, €	414,60
Tulud kokku, €	480
Kasum, €	65,40
Kulurentaablus, %	15,77%

Kasumiks kujuneb näidiskalkulatsioonis 100 kausi toomisel 65,40 € ja kulurentaabluseks on 15,77%. Kui kausside kuu toodangut suurendada, siis püsikulude summa ühiku kohta väheneb, mis tähendab, et eeldatav kasum suureneks, seda juhul kui kausside müügihind jääb samaks ja sisendite hinnad ei muutu.

Kasutatud kirjandus:

Ehitusmaavarade kasutamisevõimalused.

(<http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1157415/4lisaKasutamisevoimalused.PDF>)

(14.11.2011)

Fibo kergkruus. (http://www.maxit.ee/media/34/kerkruus/Fibo_Kergkruus_est_03_08.pdf) (14.11.2011)

Jakó, G. 1933. *Eesti savitöösturite käsiraamat*. Riigi Kunsttööstuskool, Tallinn

Rohlin, L. 2003. *Keraamika käsiraamat*. Eesti Kunstiakadeemia, Tallinn

Geotehniline projekteerimine. 2003. Osa 1: Üldeeskirjad: Eesti Standard EVS

1997-1:2003. Tallinn: Standardiamet.

Keefe, L. 2005. *Earth Building: methods and materials, repair and conservation*. London: Taylor & Francis.

Keraamikapõletusahi. (<http://et.wikipedia.org/wiki/Keraamikap%C3%B5letusahi>)

(14.11.2011)

Keskküla, T. 2001. Eesti savihoonete ehitamise ajalugu. – EPMÜ teadustööde kogumik, 214.

Kunstiteraapia. Töö voolimissaviga. (10.10.2011)

(http://www.kunstiteraapiad.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=59)

Minke, G. 2006. *Building with Earth: design and Technology of a Sustainable Architecture*. Basel: Birkhäuser-Publisher for Architecture.

Norton, J. 1997. *Building with Earth: a handbook*. 2nd ed. Warwickshire: ITDG Publishing.

Pirrus, E. 2000. *Maavarade geoloogia*. Tallinn: TTÜ kirjastus.

Rosentau, A., Puura, V., Olesk K., Hõlpus, K. „Setomaa maavarad“, 2009. Uurimustöö

Saviravi. Kirjastus Sünnimaa, 2001 (<http://www.loodusand.ee/savi.htm>)

Sepp, A. 1935. *Savihooned*.

Tõnu Mauring „Savikrohvi olulisemad omadused“ 2005

(http://www.srik.ee/static_files/Tartu/Konspektid/Savikrohvi_T-Mauring.doc)

Vahearuanne loodusressursside kohta. Eesti-Läti koostööprojekti „BUY LOCAL” raames läbi viidud uuringu aruanne Setomaa ja Ape regiooni loodus- ja inimressursside kohta. 2010.

(<http://www.setomaa.ee/docs/File/Aruanne%20Seto-Ape%20ressursid.pdf>) (14.11.2011)