



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
TARTU KOLLEDŽ

Säästva Tehnoloogia Õppetool

# TEKSTIILIJÄÄTMETE VÄHENDAMINE LÄBI EHITUSSEKTORI

## REDUCTION OF TEXTILE WASTE THROUGH CONSTRUCTION SECTOR

Magistritöö

Materjalide taaskasutuse erialal

Üliõpilane: Verner Mägi

Juhendajad: dotsent Jüri Resev

PhD Reet Aus

Tartu 2017

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.  
Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite  
tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt  
pärinevad andmed on viidatud.

..... (töö autori allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 083383 NAKI

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud: ..... (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: ..... (allkiri)

## **Abstract**

Mägi, V. Reduction of textile waste through construction sector. Master's degree. 69 pages. Tartu 2017. 39 figures. 9 tables. 3 formulas. Format A4. In Estonian

Textile industry is the second largest polluter in the world. Fast fashion has made the situation even worse and the amount of clothes and other textile waste is ever growing. There are many symbiosis between industries but not so many between textile industry and construction industrie. Witch could lead to the use of textile wastes in construction.

The aim of this thesis is to get to know what is happening in the world of textile and constuction industries and what are the practicies today. Thesis has a overview of Estonian textile industry and how much textile is left over in Estonian companies. In practical part the author is testing how good would textile waste be in a concrete mix as a filler. The specimens were made according to the standard EVS-EN 12390-2:2009 Testing hardened concrete. Part 2: Making and curing specimens for strenght tests. Textile was added to the mix as a weight percentage of 1% and 2% of the total weight. Three textile materials were used. Cotton, wool and polyester. There speciemens were tested using standards EVS-EN 12390-3:2009 Testing hardened concrete. Part 3: Compressive strength of test specimens and EVS-EN 12390-5:2009 Testing hardened concrete. Part 5: Flextual strenght of test specimens.

The research showed that concrete with textile as a filler did not perform as good as a concrete without textile. 1% of textile speciemens performed better as 2% textile speciemens so there is a certain amount of textile that is obtainable. All the speciemens were in the range of allowed strenght but many of them were in the lowest category.

As the results showed textile waste can be used as a filler for concrete but only in lower priority constructions. Tests were done as a low skill working conditions so it could be used in areas of low living conditions. No sound or heat conductivity tests were done.

**Key words:** textile waste, textile industry, constuction industry, symbiosis, cotton, wool, polyester, compressive strength, flextual strenght

# SISUKORD

Abstract.....	3
Sissejuhatus .....	6
<b>1. Kirjanduse ülevaade .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Praktikaid maailmast.....</b>	<b>9</b>
1.1.1 Bonded Logic inc.....	9
1.1.2 Ecoalf.....	10
1.1.3 Concrete Canvas .....	11
<b>1.2 Tekstiili taaskasutatavad firmad Eestis.....</b>	<b>12</b>
1.2.1 Toom Tekstiil.....	12
1.2.2 Reet Aus .....	14
1.2.3 Reverse Resources .....	14
<b>1.3 Post-Consumer jäätmed Eestis .....</b>	<b>15</b>
1.3.1 Sissejuhatus .....	15
1.3.2 Humana.....	15
1.3.3 Uuskasutuskeskus .....	16
1.3.4 Millum OÜ.....	17
1.3.5 Kasutatud rõivaste eksport ja import .....	17
<b>1.4 Ehitussektori toodete ülevaade ja sümbioos tekstiilisektoriga .....</b>	<b>22</b>
<b>1.5 Tekstiili toorjäätmete teke Eestis.....</b>	<b>25</b>
1.5.1 Sissejuhatus .....	25
1.5.2 Küsimustiku analüüs.....	26
<b>2. Töö eesmärk ja ülesanded .....</b>	<b>29</b>
<b>3 Materjal ja meetoodika .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.Katsemetoodika .....</b>	<b>31</b>
3.1.1 Konsistentsikatse .....	31
3.1.2 Katsekehade valmistamine .....	32
3.1.3 Veeimavuse algkiiruse määramine .....	34
3.1.4 Survetugevuse määramine.....	35
3.1.5 Paindetugevuse määramine .....	37
<b>3.2 Katsetes kasutatud seadmed .....</b>	<b>38</b>
3.2.1 Konsistentsikatse .....	38
3.2.2 Katsekehade valmistamine .....	39

3.2.3 Veeimavuse algkiiruse määramine .....	39
3.2.4 Survetugevuse määramine .....	40
3.2.5 Paindetugevuse määramine .....	41
<b>3.3 Katsetes kasutatud proovikehad .....</b>	<b>42</b>
3.3.1 Konsistentsikatse .....	42
3.3.2 Veeimavuse algkiiruse katse .....	42
3.3.3 Survekatse proovikehad .....	43
3.3.4 Paindekatse proovikehad .....	44
<b>4. Tulemused .....</b>	<b>45</b>
4.1 Konsistentsiklass ehk vajumisklass .....	45
4.2 Veeimavuse algkiirus .....	45
4.3 Survetugevuse määramine .....	49
4.4 Paindetugevuse määramine .....	52
<b>5. Arutelu .....</b>	<b>55</b>
5.1 Veeimavuse algkiirus .....	55
5.2 Survetugevuse määramine .....	55
5.3 Paindetugevuse määramine .....	57
<b>Kokkuvõte .....</b>	<b>58</b>
<b>Kasutatud Kirjandus .....</b>	<b>59</b>
<b>LISA 1 .....</b>	<b>60</b>
<b>LISA 2 .....</b>	<b>63</b>

## Sissejuhatus

Tekstiilitööstus on naftatööstuse järel kõige saastavaim tööstusharu maailmas on tõsiasi ja seda on tunnistanud paljud teadlased. Tekstiilitööstuse reostus ei ole tavainimesele silmaga nähtav ja tajutav. Kõik hakkab peale juba toormaterjalist. Toormaterjale mida kanga valmistamiseks kasutatakse on erinevaid. Peamine liigitus on kas looduslikud või tehnilikud. Looduslike alla lähevad kõik taimsed kiud. Nagu näiteks puuvill, lina jne. Lisaks on loodulike all ka loomsed tekstiilikiud, milleks oleks erinevate loomade kasukatest tehtud kiud, nagu näiteks lamba vill. Tehsilike kiudude alla jagunevad inimese poolt leiutatud kiud. Materjal millest need kiud koosnevad on enamasti valminud laboris. Suurim osa tehnilikest kiududest on naftatööstuse järelprodukt. Siinkohal tekib seos naftatööstuse ja tekstiilitööstuse vahel. Kiud, mida saadakse naftast on näiteks polüester.

Tekstiilitööstus on saastav suuresti tänu ressursirikastele protsessidele kiudude valmistamisel. Puuvilla, mis on monokultuurne taim kasvab väga spetsiifilistes keskkonnatingimustes. Ta nõuab palju soojust ja vett, mistõttu kasvab ta väga hästi troopilises kliimas. Kahjuks on kujunenud maailmas troopilised alad alla keskmise elatustasemega piirkondadeks ning paljud maaharijad kasvatavad puuvilla. Puuvill on väga aldis parasiitidele ja haigustele, mistõttu tuleb taimi väetada ja mürgitada suurte kogustega. Tagajärjeks on pinnas, mis ei ole väga hea uute taimede kasvuks. Probleemi vältimiseks lisatakse veel rohkem väetisi ja nii läheb pinnas järjest hullemaks, muutes põlluharimise võimatuks. Maapinna mürgitamisega mürgitatakse ka enda joogivett ja nii surevad paljud loomad ja inimesed juues mürgist vett. Järgmine reostuse allikas on tehased, kus kangas värvitakse kasutades mürgiseid kemikaale, mis pestakse pärast kanga värvimist maha veega. Vesi aga suunatakse puhastamata kohalikku jõkke või lihtsalt pinnasesse. Mürgitades jällegi joogivett. Tekstiilitööstus aga järjest kasvab ja kasvab. Kiirmood on toonud meile suure tarbimismaania ning poodidest saab riideid nii odavalt, et ühekordne kandmine ei tundu raha raiskamisena. See tekitab olukorra, kus inimestel on kodus hunnikute viisi riideid, mis kas lihtsalt visatakse minema või leitakse mingi muu kasutus.

Tekstiilijäätmete taaskasutamise ja korduvkasutamise propageerimisega tegelevaid asutusi tekib juurde iga aasta, aga arvestades tööstuse tootmise suurst, siis oleks neid veel juurde vaja. Paljud firmad propageerivad tekstiilide korduvkasutamist, mis on toote kasutamine

samal eesmärgil. Firmsid, kes aga on leidnud tekstiili jäätmetele taaskasutamise võimalusi on vähe. Taaskasutamine on toote algmaterjali kasutamine uuesti ehk esialgne toode võetakse lahti ja kasutatakse uue toote valmistamisel. Taaskasutamine tekitab väga häid tööstuslike sümbiooside võimalusi. See tähendab, et erinevad tööstused saavad kasutada üksteise tooteid oma valdkonnas mingil muul otstarbel. Maailmas on heaks tööstusliku sümbioosi näiteks Kalundborgi tehnoloogia park, kus paljud erinevad ettevõtted vahetavad omavahel firmale kasulikke ja mitte kasulikke ressursse.

Tekstiilitööstuse ja ehitustööstuse vahelisi sümbioose on maailmas väga vähe. Leidmaks võimalusi nende kahe tööstusharu vahelisele koostööle peaks lähenema loominguliselt ja avatud mõtlemisega. Parim näide maailmast on Bonded Logic Inc., kes teeb vanadest teksadest soojustusmaterjali. Lisaks soojustusele saaks ehitusel kasutada ka tekstiili muudel otstarvetel. Näiteks kiudbetoonis. Ehitussektor on lai, nagu ka tekstiilisektor. Sümbioosi võimalusi võib olla palju ja erinevaid.

Ehituses kasutatakse tekstiili juba pikemat aega, aga tekstiil on uus ja tekitab juurde jäätmeid. Peamised valdkonnad, kus ehituses kasutatakse tekstiili on teede ehitus. Geotekstiil on laialdaselt kasutusel pinnase töötlemisel ja vormimisel. Lisaks on hakatud kasutama väga kõrge kvaliteedilist tekstiili betooni paneelide tugevdamisel metalli asemel sarrusbetoonis ning ka kiudbetoonis. Tekstiil mida antud olukordades kasutatakse on näiteks süsinikkiud ja aramiid.

Käesolevaid töös on uuritud tekstiilijääkide vähendamist läbi ehituse. Üritatud leida võimalikke kasutusvaldkondi tekstiilile tsiviilehituses.

Töö teoreetiline osa annab ülevaate tekstiilijääkide kasutamise praksistest maailmas ja Eestis ning uurib, erinevatelt Eesti tekstiilitootjate jääkide tekkimist ja nende kasutamise. Lisaks võrdleb post-consumer ehk second hand jäätmete elu Eestis.

Töö praktiline osa uurib, mis juhtub kui lisada täitematerjaline betoonile erinevaid tekstiile. Tekstiilidena on kasutaud puuvilla (PV) , polüestrit (PE) ja villa. Katsetatakse veeimavust, survetugevust ja paindetugevust. Katsetes on tuginetud Eesti Vabariigi standarditele EVS-EN 12390-1:2012 Kivistunud betooni katsetamine. Osa 1: Kuju, mõõtmed ja muud katsekehad ja vormidele esitatavad nõuded. EVS-EN 12390-3:2009 Kivistunud betooni katsetamine. Osa 3: Katsekehade survetugevus ja EVS-EN 12390-3:2009 Kivistunud betooni katsetamine. Osa 5: Katsekehade paindetugevus.

Teema valik on autori enda huvi sümbioosi ja tekstiili vähendamise praktikate ja võimaluste kohta. Katsetuste suureks abiks ja toeks oli Olgerd Vares ning ideedega aitas ka Aime Ruus. Materjalid katseteks hankis Aime Ruus.

Autor tänab Olgerdit ja Aimet katsete tegemisel ja Reet Aus-i teoreetilise osa suunamisel. Suur tänu ka Jüri Resev-ile viimase lükke andmise eest.



# 1. Kirjanduse ülevaade

## 1.1 Praktikaid maailmast

### 1.1.1 Bonded Logic inc.

Aastal 1996 Arizonas Ameerika Ühendriikides asutatud firma, mis disainib, toodab ja turustab paljusid soojus- ja heliisolatsiooni tooteid mitmele eri tööstusharule. Bonded Logic patenteeritud tootmisprotsess lubab mitmeid eri tiheduse ja paksusega tooteid, samal ajal täites tähtsaid tervise ja ohutuse tagamise omadusi. Kõik isolatsiooni tooted on Klass-A tulekindlad, turvalised keskkonnale, ei sisalda mürgised kemikaale ja ärritajaid ning ei erita gaase ega lenduvaid orgaanilisi ühendeid.

Tooteid müüakse erinevates ehituskettides üle kogu Ameerika Ühendriikide.

Bonded Logic Inc. toodab kolme eri sorti soojustusmaterjali tekstiilijäätmetest.

Tekstiilijäätmed on 100 % denim tooted. Teksased, mis enam kasutamiseks ei kõlba kogutakse Bonded Logic inc. sõsarfirma Phoenix fibers poolt, kes need ka kiududeks teeb. Andes sellega algmaterjali Bonded Logic inc. toodangule. Phoenix fibers muudab 300 tonni denimit ja muid puuvillaseid kangaid sekundaarseteks kiududeks. Seejärel saadab Phoenix fibers oma toodangu Bonded Logic inc. firmale, kes valmistab sellest soojustusmaterjali, meid on kolme sorti.

Keskkonnaalasel vastutustundlik isolatsioon. UltraTouch™ on keskkonnasõbralik isolatsioonimaterjal, millel on hulgaliselt häid omadusi: ei tekita sügelust ega nahaärritust, energiat säästvad isolatsiooniomadused ja suurepärased heli-isolatsiooniomadused.

Looduslikud kiud, mida kasutatakse UltraTouch-i tootmiseks on 100% taaskasutatavad säästes sellega jääkide teket. Kui UltraTouch isolatsioonimaterjal pärast kasutamist tagastada Bonded Logic-ule, siis on võimalik sellest uut toormaterjali toota. Algne toormaterjal on pärit tarbimisjärgsest jäätmetest, andes uue elu jäätmetele, mis muidu suunatakse prügimäele.

UltraTouch-i tootmiseks on vaja minimaalselt energiat aidates kaasa keskkonnasäästule läbi energia säästmise ja saaste vähendamise. UltraTouch ei sisalda lenduvaid orgaanilisi ühendeid, puuduvad gaasi eraldumisest tekkivad mured ja lisaks puuduvad tavaliselt isolatsioonimaterjalides esinevad formaldehüüdid. UltraTouch tagab loodusliku ja keskkonnasäästliku elukeskkonna.

UltraTouch on ka Klass-A ehitustoode ning vastab kõrgeimatele USA ASTM testimiste standarditele tule ja suitsu reitingutes, hallituse resistentsuse ja kiirituse tasemetes.

UltraTouch Denim isolatsioon sisaldab 80% tarbimisjärgset taaskasutatud looduslikku kiudu tehes sellest ideaalse valiku kliendile, kes otsib kõrgekvaliteetset jätkusuutlikku ehitusmaterjali. UltraTouch teeb paigaldamise kasutajasõbralikuks. Toode sisaldab perforeeritud lõike, mis lubab kiiret ja lihtsat paigaldust.

UltraTouch looduslikust puuvillast peegeldav kaitse on kerge fooliumi kihiga tulekindel tekk-tüüpi isolatsioon erinevate kasutusalaadega. UltraTouch pakub suurepäraseid soojust ja akustilisi omadusi ning omab Klass-A tulekindlust. Valmistatud vastupidavast looduslikust kiust, UltraTouch ei sisalda klaaskiudu ning ei põhjusta sügelust ega nahaärritust. UltraTouch tootmisel kasutatavad kiud pakuvad suurepäraselt heliimavust ning iga kiud on töödeldud USA Keskkonnaameti (EPA) registreeritud antibakteriaalse ühendiga, mis pakub suurepäraselt kaitset hallituse, seente ja ka tulekindlust. UltraTouch alumiiniumist kiht kaitseb soovimatut soojustkiirguse vastu ja pakub suurepäraselt kaitset tuuleilide, niiskuse ja aukude vastu.

UltraTouch+ Sound Control System on Bonded Logic-u kõige kvaliteetsem toode. Pakkudes väga head soojusisolatsiooni ning lisaks ka helisolatsiooni.

### **1.1.2 Ecoalf**

Ecoalf sündis 2009. aastal. Idee oli luua moe bränd, mis oleks läbinisti jätkusuutlik. Kontseptsioon sündis ängist maailma loodusvarade üleliigsest kasutamisest ja jäätmete kogusest, mida tööstusriigid toodavad. Otsustati luua jätkusuutlik rõivabränd, mis lõpetaks maakera loodusressursside kasutamise hooletult (kõik uuringud on näidanud, et kasutatakse viis korda rohkem loodusvarasid, kui maakera suudab uuesti toota). Taaskasutamine võib olla just see lahendus.

Firma algus aastatel oli suureks probleemiks leida taaskasutatud materjali, sest pakutav oli väikeses koguses ja halva kvaliteediga. Enamus kangaid sisaldasid väga väikeses koguses taaskasutatud materjali. Ecoalf leidis vajaduse alustada koostööd tehastega, et välja töötada kangas, vooder, paelad, tallad, sildid ja nöörid, mis oleksid taaskasutatud materjalist.

Investeerides teadus- ja arendustegevusse ning reisidesse üle maailma, et identifitseerida jäätmed ning leida parimad tootmisressursid, loodi alus ettevõttele Ecoalf. Läbi uudse ja huvitava tehnoloogia taheti luua riideid ja muid tooteid, mis oleksid täielikult tehtud

taaskasutatud materjalist, aga samas ei näeks sellised välja nagu nad oleks taaskasutatud materjalist.

Nüüdseks on firmal 11 aktiivset koostööprojekti üle maailma (Taiwan, Korea, Portugal, Mehhiko, Jaapan, Hispaania jne), see annab jätkuvalt arenemise võimalust integreerides läbimurdvaid tehnoloogiaid, millega saab toota vajalikke elemente, et toota jätkuvalt moodi, mis on tehtud taaskasutatud materjalist.

### **1.1.3 Concrete Canvas**

Concrete Canvas(CC) on painduv, betooni immutatud tekstiil, mis kõveneb kui satub kokkupuutesse veega, moodustades õhukese, vastupidava, veekindla ja tulekindla betoonkihi. CC lubab betoonist konstruktsioone ilma seadmete või segamiseks mõeldud vahenditeta. Lihtsalt tuleb positsioneerida toode ja lisada vett.

CC koosneb kolmedimensioonilisest tekstiilimaatriksist, mis sisaldab spetsiaalselt formuleeritud kuiva betoonisegu. PVC kattega üks pool tagab selle, et kogu materjal on veekindel. Materjali võib märjaks teha kas pritsides või täielikult vee alla uputades. Tahenedes annavad betoonile tugevuse kiud, mis on segus ning nad hoiavad ära pragude tekke ning tagavad turvalise plastilise purunemise.

CC on saadaval kolmes eri tiheduses, CC5, CC8 ja CC13, mis on vastavalt 5mm, 8mm ja 13mm paksusega. CC kasutatakse mitmetes erinevates tsiviilehituse infrastruktuuride lisandite ehituses, nagu näiteks kraavide vooderdamine, nõlvade kindlustamiseks ja vallides tõkestitena.

Võrreldes traditsiooniliste betooni lahendustega on CC kiirem, lihtsam ja odavam paigaldada ning ta vähendab lisaks koormust keskkonnale kuni 95%.

Kiire paigaldus . CC saab paigaldada kiirusega 200 ruutmeetrit tunnis kolmemehelise tiimiga. Tavalised paigalduskiirused on kuni kümnekorda kiiremad kui harjumuspärasel betoonivalamise lahendusel.

Lihtne kasutada. CC on olemas inimese poolt kantavates rullides elimineerides vajaduse seguplatši olemasoluks ning tehes võimalikuks betoonitööd keerulise ligipääsetavusega alades. Enne märgamist saab CC kihid lõigata õigeteks pikkusteks käsitööriistadega

eemaldades ohud, mida pakuvad rasked elektritööriistad rasketes oludes. Betoon on eelnevalt segatud eemaldades vajaduse eeltötluseks, lisada tuleb ainult vesi.

Madalad kulud. Paigaldamise lihtsus ja kiirus tagavad selle, et CC on säästlikum tänu väiksemale logistilisele koormusele, kui traditsioonilised betoonisegud. Kuni 200 ruutmeetrit CC saab transportida ühe kaubaaluse peal vähendades sellega oluliselt transpordi ja paigutamise logistikat.

Keskkonnasõbralik - CC on madala massi ja madala süsinikutehnoloogial tehtud ning kasutab kuni 95% vähem materjali kui tavalised segud.

## **1.2 Tekstiili taaskasutavad firmad Eestis**

### **1.2.1 Toom Tekstiil**

Alates 1995 aastast on Toom Tekstiil AS üks juhtivatest kodutekstiili, madratsite ja mittekootud materjalide tootjatest Eestis.

Tänu kaasaegsete ja kõrgtehnoloogiliste tootmiseladmetele, kõrgelt kvalifitseeritud töötajatele ning tihedale koostööle klientidega tootearenduses, suudavad pakkuda erinevatele kliendigruppidele laia valikut tekstiilitooteid ja mittekootud materjale.

Toom Tekstiili peamised tootegrupid: Tekid, padjad, madratsikatted, põrandapadjad, toolipadjad ja diivanipadjad, voodilina, katte-, viskoelastsed- ja vedrumadratsid.

Vedruvoodid ja pehme mööbel, nõeltorgitud mittekootud materjalid, vatiin.

Toom Tekstiil tegeleb ka oma toodangu ümbertöötlemisega, mille tulemusena on nad välja töötanud mitu erinevat toodet, mis kasutavad ümbertööteldud kiudu.

Toom Tekstiil AS avas 2013. aasta jaanuaris uue tehase, kus toodetakse taaskasutatud kiudu ja mitteõmmeldud soojusega liidetud kiudu ning vilditud materjali. Tehase asukohaks on Puidu 13a Viljandis.

Projekti põhiline idee on koguda tööstuslikke tekstiilijäätmeid ning teha nendest mitteõmmeldud soojusega liidetud materjali. See on uus suund keskkonnavalasest mõtlemises ning lisaks ka kulude vähendamine. Mitteõmmeldud materjal müüakse pehmemööbli tööstusele, madratsite tootjatele, soojustuse eesmärgil jne.

Uus tehas suudab toota 4000 tonni mitteõmmeldud materjali aastas. Toote kaal on 60g/m<sup>2</sup> kuni 5000g/m<sup>2</sup> ja maksimaalne trimmitud laius on 3,2 meetrit. Algusaastatel toodeti 1500 tonni tekstiilijäätmeid aastas.

Tooted võivad olla seetõttu toodetud 100 % toormaterjalist või kuni 80 % ulatuses taaskasutatud tekstiilikiust.

Uuenduslik tootmisliin lubab toota võileiva stiilis soojusega liidetud materjali, mis tähendab, et toode võib koosneda materjalidest, mis on kahe eri päritoluga eri kihis. Näiteks on üks kiht 100 % uus materjal, aga sellega kontaktis olevad kihid on kuni 80 % taaskasutatud materjalist. Selline uudne lähenemine lubab materjali asendust tootes lihtsamaks teha.

Alates asutamisest on Toom Tekstiili Ltd peamiseks toodanguks olnud magamisvarustus. Mitteõmblus osakonnal on suur kogemus naturaalsetest ja sünteetilistes kiududes võrgu tootmisel ja sünteelisest kiust vatiini tootmisel.

Vatiini kasutatakse topp tekkides ja teistes magamisvarustustes ning madratsite polsterduses. Toodetel on stabiilne struktuur ja seeläbi säilitavad kuju tunduvalt kauem kui vilditud vatt fliisid.

Toom Tekstiil AS suudab toota erinevaid mitteõmmeldud materjale mööbli toodetele. Materjalid toodetakse viltimise stiilis kasutades soojusega liitmise tehnikat. Tooted on valmistatud kasutades moodsaid masinaid, mis suudavad saavutada laiust vahemikus 0,25 meetrit kuni 2,1 meetrit. Kaal varieerub 90 kuni 500 grammini ruutmeetri kohta. Vildid on peamiselt toodetud polüestrist aga erinevaid tehnilisi lahendusi on võimalik saavutada segades erinevaid tüüpi kiudusid ja isegi tekstiilijäätmeid hinnatundlikule projektile.

Lisaks toodab Toom Tekstiil AS Heliisolatsioonimaterjale, lamineeritud materjale, sein- ja laepaneele jne.

### **1.2.2 Reet Aus**

Reet Aus on Eestis ja ka maailmas pioneer omal alal. Reet Aus on moedisainer, kelle südameasjaks on moemaailma eetilisemaks muutmine ning taasväärtustava moekeskonna arendamine. Väärtustav taaskasutus ehk upcycling on protsess, mis võimaldab tootmises tekkivaid jääkmaterjale disaini abil tagasi tootmisse suunata, vähendades sellega märgatavalt moetööstuse keskkonnamõju. Võimalustest rakendada upcycling meetodit moetööstuses on valminud ka UPMADE® sertifikaat, mis hõlmab kogu tekstiilitoote elutsükli analüüsi ning loob võimalusi materjali täiepotentsiaaliliseks ärakasutamiseks.

Enamus masstootmisest tekitab keskmiselt 18% tootmisjääke, mis tavaliselt viiakse lihtsalt prügimäele või põletatakse.

Iga UPMADE® meetodil toodetud riideese Reet Aus kolleksioonis säästab keskmiselt 75% veest ning 88% energiast, võrreldes uue toote loomiseks kasutatavate vahenditega.

Tekstiil, mida Reet Aus oma toodetes kasutab ei ole tavamõistes prügi vaid tehase jääk. Tehas, kus toodetakse tekstiili ehk valmistatakse riideid on Aasia maades küllaltki madala tehnoloogiaga ettevõtte. Enamus tööst tehakse käsitsi ja optimeerimine ei ole tihti kasutatav sõna. Kangad lõigatakse suure ülejäägiga ning ülejääk lihtsalt visatakse minema. Seda minema visatavat kangast kasutabki Reet Aus oma toodetes.

Reet Aus-il on side Bangladeshis ühe firmaga, kes omab mitut tehast ning jääkide puudust ei paista mitte kuskilt. Tänu Reet Aus-i tööle on paljud tehased hakanud oma jääke ära kasutama otstarbekamalt ja vähendanud prügi teket.

### **1.2.3 Reverse Resources**

Reet Aus-i poolt algatatud tegevus on toonud kaasa samas valdkonnas uusi tegijaid. Edukas start-up firma Reverse Resources sai alguse just Reet Aus-ist. Nüüdseks on firma kasvanud ja teeb koostööd tekstiilitööstuse hiigu H&M-iga.

Reverse Resources tegeleb andmete edastusega tehaste ja tellijate vahel. Tekitades andmebaasi, mis materjali millisel tehasel üle on. Andes sellega võimaluse disaineritel kasutada säästlikumalt ja efektiivsemalt tekstiilitootmise tehaseid. Enam ei kasutata ühte

kangast ainult särki jaoks vaid saab ka samast kangast lõigata välja mõne väiksema tüki teise riideseme jaoks.

Aastas toodetakse 80 miljardit riide eset, mille valmistamisest läheb 15% materjalist jääkideks otse tehases. Lääne maailmas seda näha pole, aga Aasia maades, kus asuvad enamuse maailma tekstiili tootjaid on jäätmete ja jääkide teke suureks probleemiks. Andes tellijatele teada, et tehases on üleliigset materjali vähendatakse uute kangasetootmise arvelt kuni 80% vähem vett.

Tavaliselt on väärtustav taaskasutamine võimalik ainult väikestes kogustes, sest tootjad saavad väikestes kogustes materjali, mida nad ise peavad poodide ülejääkidest sorteerima, siis Reverse Resources annab võimaluse antud protsessi suurendada. Info jääkidest on väärtuslik ja keskkonda säästev.

### **1.3 Post-Consumer jäätmed Eestis**

#### **1.3.1 Sissejuhatus**

Post-Consumer ehk teise ringi riide turg Eestis on väga suur ning turul on mitmeid firmasid ja erinevaid ärimudeleid. Suurim vahe seisneb selles, et kas toormaterjal saadakse Eestist kohapealt või ostetakse sisse välismaalt. Ainult Eesti põhiselt tegutseb väga vähe firmasid, nendest suurim on Uuskasutuskeskus. Välismaalt toormaterjali ehk tekstiili ostvaid firmasid on väga palju. Suurim neist on Humana Eesti ning ka Millum OÜ.

#### **1.3.2 Humana**

Humana kauplustesse annetatud riideid kaupluse töötajad üle ei vaata, need saadetakse kohe sorteerimiskeskusesse, kus sorteeritakse vastavalt kehtivatele kvaliteedistandarditele. Praegu võib juba öelda, et Eestist annetatud riide kvaliteet sarnaneb nii kulumise kui kaubamärkide poolest Soome annetustele.

Humana eristub teistest rõivakogujatest peamiselt selle poolest, et tänu suurtele tootmismahitudele leiavad nad adressaadi ka rõivastele ja jalatsitele, mis oma kulumise või vanamoodsuse tõttu enam kauplustele müügiks ei kõlba. Humana töödeldud riietest jõuab prügimäele vaid kaduvväike osa, mida tõepoolest pole võimalik kaasaegsete meetoditega ümber töödelda.

2016. aastal kogus Humana sorteerimiskeskus 1 033 646 kilogrammi riideid, jalatseid ja kodutekstiili. Kogumismaht kasvas 2015. aastaga võrreldes 15 protsenti. 2015. aastal kogus Humana 60 rekkatäit riideannetusi, mis on kilode keeles rääkides on 900 709 kilogrammi.

Üle poole 2016. aastal kõigist annetatud riietest – 545 tonni – koguti läbi Tallinna jäätme keskuse kogumiskonteinerite, mis lisaks Tallinnale asuvad ka lähivaldades, kokku 32 asukohas. Välikogumine kasvas võrreldes 2015. aastaga tervelt 30 protsenti.

Eestis kogutud riideannetused moodustavad Humana sorteerimiskeskuse toorainest 10 protsenti. Aasta jooksul sorteeritakse sorteerimiskeskuses üle 10 000 tonni riideid, millest pool suunatakse ümbertöötlusse, 12 protsenti jõuab Humana kauplustesse Eestis, sama palju annetuseks partnerorganisatsioonidele Aafrika riikides. Hulgimüüki Eestis ja naaberriikides jõuab ligikaudu viiendik toodangust.



**Joonis 1.1.** Humana Ladu Jälgimäel

### **1.3.3 Uuskasutuskeskus**

MTÜ Uuskasutus on 2004 aastal Heateo Sihtasutuse, Eestimaa Looduse Fondi, SA Caritas ja kahe eraisiku, Rasmus Raski ja Priit Mikelsaare poolt ellu kutsutud isemajandav sotsiaalne ettevõtte, mille eesmärgiks on saada kasutatud asjad ringlusesse ning muuta uuskasutamine lihtsasti kättesaadavaks ja igapäevaseks kõikidele Eesti inimestele. Unistame sellest, et Eestis oleks miljon uuskasutajat!

Tahame jõuda olukorrani, kus kõik Eesti inimesed peavad (vähemalt osalist) uuskasutamist oma igapäevaasjade ostmisel ja kasutamisel loomulikuks. Et see juhtuks, peab uuskasutus



tavaostja jaoks olema hästi kättesaadav ja teise ringi tooted peavad kvaliteedilt suutma konkureerida nn odavate uustoodetega.

Uuskasutuskeskus tegeleb uuskasutuse edendamise eelkõige kahel viisil: suunatakse puhtad ja kasutuskõlblikud asjad uuesti ringlusesse ning otsitakse võimalusi kuidas vanale asjale uus elu anda. Usume, et ükski korralik ese ei peaks sattuma prügimäele.

Uuskasutuskeskus (MTÜ Uuskasutus) on sotsiaalne ettevõtte, mille eesmärk on saata kasutatud asjad ringlusesse ning propageerida keskkonnasõbralikku elustiili. 2016. aastal saatis Uuskasutuskeskus uuele ringile ligi 900 tonni veel kasutuskõlblikke esemeid. Asjadele leiab Uuskasutuskeskus uued omanikud kas oma heategevuspartnerite abiga või need mõistliku hinnaga keskustes maha müües. Müüdüd esemetelt saadud tulu kasutatakse selleks, et uuskasutust kui keskkonnasõbralikku käitumisviisi veelgi enam propageerida ning toetada teisi sotsiaalselt mõjusaid ettevõtteid.

#### **1.3.4 Millum OÜ**

Kauplus Exclusive Second Hand avas 2000 aasta mais kolme töötaja ja ühe ruumiga. Tänapäevaks töötab kaupluse heaks kümme töötajat ja hõlmatud on kolm ruumi.

Hetkeks on Exclusive Second Hand tõusnud üheks parimaks kasutatud riide ja jalanõude müüjaks. Lisaks tuntusele Tartus ja ka mujal Eestis, külastab kauplusi ka palju välisriikide kodanikke.

Exclusive Second Hand tegeleb kvaliteetsete kasutatud meeste-, naiste-, ja lasteriide müügiga. Lisaks võib poodidest leida jalatseid kogu perele, spordiriideid, aksessuaare ning tuntud disainerite loomingut. Sageli saavad meilt abi ka suuremaid numbreid kandvad kliendid.

#### **1.3.5 Kasutatud rõivaste eksport ja import**

Kasutades Statistikaameti andmebaasi uuris autor artiklit 6309, mis on kantud rõivad jm kasutatud tooted. Valimikku võeti nii eksport kui ka import päritoluriigi järgi. Kuna eelpool mainitud Humana Eesti OÜ ja Millum OÜ ei maini enda kodulehel, kust nende riided pärit on, siis peab seda uurima statistika järgi. Suur miinus Statistikaameti andmetes autori huvitava küsimuse juures on see, et artiklis 6309 ei ole ainult kantud riided, vaid ka muud kasutatud tooted. Seega peab autor tegema mõne riigi kohta eeldusi ning kindlaid andmeid just rõivaste kohta ei saa anda.

Alustades ekspordist, siis võib küllaltki kindlalt väita, et Eestis tegeleb ekspordiga peamiselt Humana Eesti, kellel on selle jaoks olemas tehas Tallinna lähedal Rae vallas. Vaadates riike, kuhu Eesti ekspordib artiklit 6903, siis paistab silma päris arvestatav kogus Aafrika riike. See tuleb sellest, et Humana Eesti teeb suures osas heategevuslikku tööd. Nende poolt sorteeritud riided saadetakse humanitaarabina Aafrikasse vaestesse kogukondadesse.

Teine rõivaste ekspordi eesmärk on aga puhtalt rahaline. Tekstiil, millest rõivad on tehtud läheb uuesti kasutusse. Selle tegevuse jaoks on olemas tehased Pakistanis ja Türgis, ning arvatavasti ka Indias. Sealsed firmad ostavad Humana Eesti käest tekstiili ning kohapeal töödeldakse ümber uueks. Peamiselt on seal tekstiiliks sünteetiline kiud, millest saab pärast töötlust teha plastpudeleid või uut kiudu tekstiiliks.

Miks on Slovakkia nõnda suurte kogustega esindatud, siis autor arvab, et tekstiil, mis sinna saadetakse kasutatakse ära autotööstuses. Vooderduse ja vatiinina toodete täites. Ukraina on suure tõenäosusega tabelis humanitaarabi tõttu.

**Tabel 1.1.** Kantud rõivad jm kasutatud tooted eksport 2012 – 2016 aastal

VK200: VÄLISKAUBANDUS --- Kaubakood, Riik, Kaubavoog, Näitaja ning Aasta										
	Eksport									
	Väärtus, eurot					Netokaal, kg				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
<b>6309 Kantud rõivad jm kasutatud tooted</b>										
Ameerika Ühendriigid	1 900	0	0	1 131	0	38	0	0	152	0
Angola	166 657	244 093	155 018	208 751	285 042	1 111 049	811 618	515 567	709 458	968 997
Belgia	0	36 811	0	0	0	0	15 557	0	0	0
Benin	881 622	1 516 164	1 407 720	1 404 697	489 906	1 472 638	2 149 994	1 939 099	1 952 059	664 570
Burkina Faso	339 220	294 388	199 551	0	0	373 264	394 152	287 022	0	0
Gambia	0	0	36 195	61 485	109 743	0	0	107 529	215 179	338 356
Gruusia	14 885	15 566	26 736	19 947	19 880	18 071	13 114	4 988	13 298	19 880
Hiina	0	0	23 082	13 418	0	0	0	143 980	28 199	0
India	63 477	91 475	33 989	19 246	33 369	511 207	586 521	230 737	206 133	504 947
Kamerun	0	0	0	0	229 026	0	0	0	0	199 147
Leedu	337 073	208 591	312 929	340 660	592 442	94 163	185 534	164 507	222 511	270 501
Läti	2 334 774	3 272 833	2 587 724	1 366 817	2 051 370	1 698 196	2 305 259	1 841 675	1 775 773	2 180 590
Malawi	0	120 352	156 524	101 283	170 431	0	400 267	520 574	357 745	607 073
Mongoolia	227	0	192	0	4 214	3 782	0	3 198	0	23 300
Mosambiik	122 957	84 597	82 246	10 414	7 667	819 715	281 403	273 565	51 911	25 556
Norra	0	702	0	300	0	0	20	0	150	0
Pakistan	302 315	318 721	271 054	256 759	232 287	1 406 184	1 585 182	1 803 932	2 019 841	2 137 706
Sambia	15 680	0	29 138	0	6 989	22 989	0	41 580	0	23 297
Slovakkia	66 991	74 790	149 033	157 248	528 879	111 782	17 976	35 930	84 972	179 594
Soome	0	3 709	79 753	120	17 691	0	5 489	34 741	20	5 150
Togo	83 807	0	0	0	106 965	139 598	0	0	0	194 019
Türgi	0	169 868	150 602	173 972	147 370	0	328 836	418 554	367 217	321 736
Ukraina	717	0	38 117	121 072	81 866	10 913	0	43 587	119 265	93 509
Valgevene	0	3 500	84 124	0	4 011	0	1 000	7 520	0	8 974
Venemaa	2 641 063	3 268 572	3 633 690	6 433 105	9 539 968	971 677	963 041	1 407 843	1 958 930	2 885 384

**Märkus:**  
2015. ja 2016. aasta andmed on korrigeeritud 09.03.2017.  
Eesti päritolu kaupade ekspordi andmed on olemas alates 2013. aastast, varasemad andmed puuduvad.  
Kuni 2011. aastani on andmed eurodesse ümber arvatud koondandmete baasil (1 euro = 15,6466 Eesti krooni).

Impordi osas saab näha suurt trendi Skandinaavia maadest. See ei tule suure üllatusena, kui käia ringi meie taaskasutuspooides. Sealne rõivaste valik on pärit enamasti just nendest riikidest. Viimastel aastatel on kahanenud Euroopa riikide eraldi import, aga on tunduvalt suurenenud Euroopa Ühenduse import. See tuleb suure tõenäosusega paberimajandusest. Üllatav hüpe on tulnud Türgist, aga see võib olla seotud Humana Eesti koostöoga Türgi ettevõtetega, kes sammuti sorteerivad rõivaid. Humana Eesti oma sorteerimistehasega ei sorteeri ainult Eestist pärit rõivaid, vaid nad ostavad sisse rõivaid üle Euroopa ja siis sorteerivad need siin Eestis kohapeal vastavalt vajadusele. Mistõttu on Eesti artikli 6903 Kantud rõivad jm kasutatud tooted üllatavalt suur kasutaja.

**Tabel 1.2.** Kantud rõivad jm kasutatud tooted import 2012 – 2016 aastal

VK200: VÄLISKAUBANDUS --- Kaubakood, Riik, Kaubavoog, Näitaja ning Aasta										
	Import päritoluriigi järgi									
	Väärtus, eurot					Netokaal, kg				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
<b>6309 Kantud rõivad jm kasutatud tooted</b>										
Ameerika Ühendriigid	2 655 067	3 133 822	2 186 069	683 408	131 993	3 418 774	3 881 976	3 075 158	893 541	150 643
Araabia Ühendemiraadid	0	0	4 002	76	0	0	0	3 770	20	0
Austraalia	0	1 313	10	29	10	0	278	11	4	51
Belgia	211 349	324 745	441 460	0	0	254 595	447 560	700 525	0	0
Euroopa Ühendus	432 883	717 158	790 834	5 579 094	5 661 791	91 876	142 569	410 832	6 995 375	9 049 954
Hiina	0	120	1 208	172	143	0	10	213	133	23
Holland	241 981	42 105	79 352	0	80 512	342 376	51 718	121 740	0	20 176
India	0	11 976	15 537	11 220	2 705	0	2 215	2 771	1 532	385
Itaalia	0	0	0	145	40 596	0	0	0	6	3 001
Kanada	6 843	0	1 471	110	50	15 187	0	476	60	2 120
Korea Vabariik	136	0	53	0	83	23	0	24	0	3
Leedu	74 119	163 206	644 446	395 753	867 023	30 951	49 279	226 868	116 545	113 388
Läti	0	167 412	275 092	49 460	37 513	0	24 478	180 344	32 946	4 241
Norra	2 134 068	2 166 393	1 713 202	1 312 687	780 595	2 769 792	2 740 904	2 311 166	1 793 084	1 192 661
Poola	104 112	667 525	347 254	56 097	119 646	97 581	412 075	212 343	10 973	34 035
Rootsi	1 021 931	463 004	261 766	0	0	1 165 117	635 537	453 198	0	0
Saksamaa	959 417	1 276 466	5 397	505	619 272	1 127 526	716 496	213	19	178 081
Soome	717 434	1 266 663	1 361 160	300	300	1 705 981	2 925 272	3 161 259	17 708	16 312
Suurbritannia	370 118	158 012	610	39 313	146 476	77 907	41 883	30	20 810	30 754
Taani	303 059	211 806	0	0	194 624	192 230	116 502	0	0	20 626
Türgi	0	0	0	221 446	4 455 412	0	0	0	59 817	1 385 557
Ungari	0	0	0	7 675	104 935	0	0	0	1 966	21 165
Venemaa	1 250	5 000	804	1 303	630	342	6 600	204	103	300
Šveits	52 870	24 460	28 973	2 172	0	34 562	12 302	13 197	1 043	0

**Märkus:**  
2015. ja 2016. aasta andmed on korrigeeritud 09.03.2017.  
Eesti päritolu kaupade ekspordi andmed on olemas alates 2013. aastast, varasemad andmed puuduvad.  
Kuni 2011. aastani on andmed eurodesse ümber arutatud koondandmete baasil (1 euro = 15,6466 Eesti krooni).

Kui nüüd vaadata ekspordi ja impordi vahet aastatel 2012 kuni 2016, siis on märgatav rahaline kasv olnud artiklis 6903, aga üllatavalt on aastast 2014 olnud import väiksem, kui eksport. Selline tulemus näitab, et Eesti on jõudnud olukorda, kus me ei vaja enam humanitaarabi ja inimeste heaolu on nõnda kõrge, et kasutatud rõivaste ostmine ei ole nii tähtis. Lisaks annab see aimdust Humana Eesti ärimudelist, kus suur hulk rõivaid, mis sisse tulevad Eestisse, saadetakse ka tagasi välja.

**Tabel 1.3.** Kantud rõivad jm kasutatud tooted eksport ja import kokku riigiti 2012 – 2016 aastal

VK200: VÄLISKAUBANDUS --- Kaubakood, Riik, Näitaja, Kaubavoog ning Aasta										
	Väärtus, eurot									
	Eksport					Import päritoluriigi järgi				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
<b>6309 Kantud rõivad jm kasutatud tooted</b>										
Riigid kokku	7 432 195	9 727 363	9 490 066	10 714 872	14 659 116	9 294 030	10 896 588	8 173 133	8 374 926	13 254 164
<b>Märkus:</b> 2015. ja 2016. aasta andmed on korrigeeritud 09.03.2017. Eesti päritolu kaupade ekspordi andmed on olemas alates 2013. aastast, varasemad andmed puuduvad. Kuni 2011. aastani on andmed eurodesse ümber arvutatud koondandmete baasil (1 euro = 15,6466 Eesti krooni).										

Tulevikus loodetavasti kogused suurenevad taaskasutuse kohapealt, mis tähendaks väiksemat tootmist ja targemat taaskasutamist. Eestis asuv sorteerimistehas on väga hea ja tulutoov.

## 1.4 Ehitussektori toodete ülevaade ja sümbioos tekstiilisektoriga

Maailmas on tehtud üllatavalt palju uuringuid tekstiili kasutamisest ehituses ja järgnevalt teeb autor väikese kokkuvõtte uurimistööst R. Senthil Kumar “Textiles for industrial applications” mis valmis aastal 2008. Nimetatud uurimistöö on 371 lehekülge pikk ning annab väga põhjaliku ülevaate tekstiilitööstusest. Kirjeldades väga detailselt ja üksikasjalikult kogu tekstiilitööstusest ja tekstiilitööstuse seoste teiste tööstustega. Autorit puudutab antud töö raames ainult üks peatükk „Textiles in Civil Engineering“, kus kirjeldatakse milliseid tekstiilitooteid kasutatakse ehituses. Siinkohas peab mainima, et tekstiil ei tähenda ainult riideid, mida kantakse vaid tekstiili tähendus on väga lai. Üldiselt liigitatakse tekstiile kolme liiki: riided, kodutekstiil ja tööstuslik tekstiil. Kui riided ja kodutekstiil on enamvähem arusaadavad valdkonnad, siis tööstuslikul tekstiilil on alam kategooriaid palju. Mõned lihtsamad näited oleksid köied, vee filtrid, heli isolatsioon, autode vooderdus ja nii edasi.

Ehitussektoris kasutatavat tekstiili leiab ka väga erinevatest toodetest. Tekstiil, mida kasutatakse ehitusel nimetatakse geotekstiiliks. Geotekstiile saab eristada tootmise järgi järgnevalt:

Kootud – Kaks lõnga asetsevad omavahel ristirästi. Kootud geotekstiilid on väga tugevad ja vastupidavad jõududele erinevatest suundadest.

Heegeldatud – Üks või mitu lõnga on omavahel kinnitatud silmustega. Heegeldatud geotekstiilid on hästi venivad, aga nõrgad võrreldes kootud geotekstiiliga.

Mittekootud – Paksemad kui kootud ja enamasti valmistatud filamentkiududest või staapelkiududest. Kiud on omavahel ühendatud kas soojusega, mehhaaniliselt või keemiliselt.

Õmmeldud – Kangad või kiud on omavahel kokku õmmeldud, mis tagab kiire tootmise.

Geovõre – Vahedega võrgustik. Kasutatakse pinnase stabiliseerimisel.



**Joonis 1.2. ; 1.3.** Geovõre ja Geovõrk

Geovõrk – Koosneb kahest paksust, paralleelsest välja surutud polümeersest ahelast, mis lõikuvad konstantse nurga all.

Geomembraan – Katkematu painduv leht, mis on valmistatud ühest või mitmest sünteetilisest materjalist. Suhteliselt läbimatu ja on kasutuses näiteks aurutõketena.

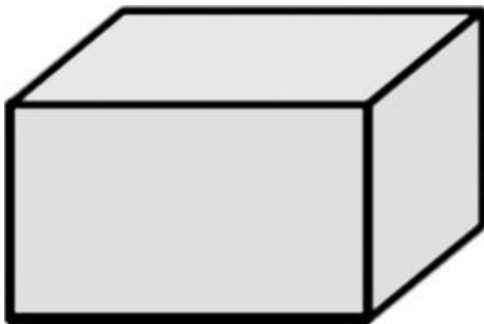
Geokomposiit – Valmistatud kahest või enamast geosünteetilisest tüübist.

GCL – Geokomposiit, mis koosneb geotekstiili ja betoniidi kihtidest, kus betoniit asub kahe geotekstiilikihi vahel. Kasutatakse enamasti prügmägede aluspinnana, sest ei lase läbi vedelikke ega gaase.

Geotorud – Perforeeritud või tahke seinaga polümeerist torud, mida kasutatakse gaaside või vedelike äravooluks.

Geokärjed – Suhteliselt paks 3-D võrgustik, mis on konstrueeritud polümeer ribade lehtedest. Ribad ühendatakse, et moodustada kärjeline struktuur, kuhu vahele lisatakse pinnast.

Geovaht – Polüstereeni vaht paisutatakse moodustades madalatihedusega võrgustik, mis sisaldab gaase. Kasutatakse soojuste isolatsiooniks või lihtsalt täitematerjaliks.



**Joonis 1.4.** Geovaht

Geotekstiilidel on palju erinevaid otstarbeid ehituses. Peamiselt aga kasutatakse neid teedehituses. Järgmiste omaduste tõttu: eraldusfunktsioon, millega takistatakse kahte erinevat pinnast omavahe segunemast (näiteks takistatakse killustiku „uppumine“ pehmemasse pinnasesse);

filtrerimisfunktsioon, mis tagab selle, et pinnases liikuv vedelik läbib geotekstiili, kuid pinnas ise jääb paigale (näiteks takistatakse dreensüsteemi ummistumine);

dreenfunktsioon, mis tähendab, et vedelik liigub mööda geotekstiili tasapinda (vett dreenitakse sõna otseses mõttes geotekstiili abil);

kaitsefunktsioon, mis tähendab, et geotekstiili kasutatakse mingi toote või konstruktsiooni kaitsmiseks, punktkoormuste hajutamiseks (takistamaks näiteks geomembraani purunemist punktkoormuse tagajärjel).

Lisaks kasutatakse geotekstiile laste mänguväljakute ehitamisel ja ka kunstmuru väljakute ehitamisel.

Kui eelpool kirjeldatud geotekstiilid on enamasti valmistatud mitte lagunevast materjalist, siis on kasutusel ka looduses lagunevad geotekstiilid. Need on valmistatud näiteks paberist, villast või puidust.

Tekstiiliga tugevdatud betoon. Betoon on komposiitmaterjal, mis koosneb lisandist, tsemendist ja veest. Tavabetonis tekivad mikro praod ainuüksi juba kuivamisest. Selleks et neid vältida on kasutusele võetud tugevdatud betoon. Tugevdatud betooni saab liigitada sarrusbetoniks ja kiudbetooniks. Tekstiili saab kasutada mõlemal juhul. Kui klassikaline praktika ehituses on kasutada struktuuri tugevdamiseks rauda, siis tekstiil pakub erinevaid uusi lahendusi. Kuna raual ja üldiselt metallil on omadus korrodeeruda õhuga kokkupuutel, siis ta muutub ajas hapraks. Et õhk metalli betoonis ei segaks peab tema peale valama 20 - 70 mm betoonisegu, mis teeb struktuuri suureks ja raskeks. Kuna tekstiilil sellist muret ei ole, et ta hakkaks korrodeeruma, siis saab olla struktuur kitsas ja kerge, säästes nii suures koguses betooni.

Tekstiili saab kasutada nii kiuna kui ka sarrusena. Kuna tekstiil on sarnane mõiste metallile, siis on tekstiile hästi palju erinevaid. Ehituses kasutatavad kiud on kõrgema kvaliteediga kui millest tehakse riideid.

Kiudbetoonis, mis on komposiitbetooni ja erinevate kiudude vahel ühtlase seguna, kasutatakse tekstiilmaterjalidest enamasti sünteetilisi kiude, mis annavad suurema tugevuse. Kasutatakse aga ka naturaalseid kiude, neid aga madalama tasemega ehitistes, kus pole tugevus nõnda tähtis. Tekstiil kiudbetoonis näiteks on süsinik kiud. Lisaks kasutatakse veel klaaskiudu, grafiitkiudu, akrüülkiudu, nailonkiudu, aramiidkiudu ja mõnda veel. Aramiidi kiud on näiteks kaks ja pool korda tugevamad kui klaaskiud ja viis korda tugevamad kui rauast kiud massiühiku kohta.





**Joonis 1.5. ; 1.6. ; 1.7.** Sarrusbetoon ; Kiudbetoon ; tekstiiliga tugevdatud betoon

Sarrusbetoonis, mis on varraste katmine betooniga, kasutatakse tekstiilmaterjalidest samasid, mis kiudbetooniski. Siiski struktuuraalselt erinevalt. Kiududest tehakse pikad vardad ning kuna nad õhu käes ei korrodeeru ega lagune, siis pannakse nad väljapoole betooni. Sellist viisi kasutatakse ka vanade betoonist majade kindlustamisel, kuna selleks ei pea struktuuri lõhkuma.

## 1.5 Tekstiili toorjäätmete teke Eestis

### 1.5.1 Sissejuhatus

Seoses teadmatusena, mis toimub Eesti tekstiili ettevõtete jäätmemajanduses koostas autor väikese kuuest küsimusest koosneva küsimustiku. Küsimustik on koostatud autori esmakogemuste põhjal külastades firmasid ja rääkides nende töötajatega. Küsimustik on läbiviidud aasta 2015 kevadel. Selle ajaga on toimunud palju muutusi Eesti tekstiilitööstuses. Näiteks on Ilves Extra pankrotistunud ja nende andmed ei oma enam suurt tähtsust. Küsimused peegeldavad seda, mis autorile olid tähtsad ja vajalikud töö koostamisel. Lisaks on võetud natuke eeskujul MTÜ ReUse interneti lehel olevast andmebaasist ning väike eesmärk oli täiendada seda interaktiivset andmebaasi. Kokku on andmeid olemas 17 firma kohta, kes soostusid vastama küsimustikule. Firmade tegevus on äärmiselt erinev. Mõned tegelevad väike mahuliste tellimustöödega ja mõned suuremahuliste liinitöödega.

Küsimustik koosnes järgmistest küsimustest:

1. Kas teie ostate sisse kangast või ainult lõnga?
2. Kas teie kanga lõiked on optimeeritud ja ülejäägi teke viidud miinimumi?
3. Kui palju teil tekib ülejääke? Kg? tonnid?

4. Mis on Teie praegused praktikad nende jäätmete kasutamisel?

5. Kas te oleksite nõus neid koguma ning seejärel soovijatele edastama?

6. Mis materjalid Teie jäägid moodustavad? Segatud kiud või 100% üks materjal?

Nende küsimuste järgi saab väikese ülevaate ja idee, mis viise ja meetodeid Eesti tekstiilitootjad kasutavad. Põhiline rõhk küsimustel on seotud tekstiili ülejääkidega firmades ehk jäätmetega.

### 1.5.2 Küsimustiku analüüs

Küsimustikus osalenud tekstiiliettevõtted on erineva tausta ja suurusega. Kuna Eesti ei ole väga suur tekstiiltoodete tootismaa, siis suurem osa autori küsimustikule vastajaid olid väiketootjad. Nende jääkide ja jäätmete hulk on arusaadavalt väike. Samas olid väiketootjad küsimustiku järgi kõige usinamad jääkide kasutajad ja edasiandjad. Enamasti kas antakse jäägid soovijatele või kasutatakse ära parandustöodes. Lisaks lappidena koristusel. Suuremad tootjad on ka küllaltki head jääkide ja jäätmete taaskasutamises. See tuleb sellest, et nende jääkide hulk on nii suur, et nende äraviskamine ja mitte kasutamine oleks majanduslikult mittekasulik. Seoses sellega on nad investeerinud antud valdkonda. Näiteks avas Toom Tekstiil Viljandis tehase, mis teeb tekstiilijääkidest uue kiu. Seda läbi masina, mis lõhub ära kanga jäägid. Selleks esmalt kangas lõigatakse väikesteks tükkideks giljotiiniga ning seejärel läbib kangatükk üksteise järel asetsevaid rulle, millel asetsevad teravad harjad, mis kanga kiududeks rebivad. Antud tehasesse saadab oma jääke ka teine suurtootja Wendre AS. Suurim mureallikas tekstiilijäätmete kasutamise osas on keskmise suurusega tootjad, kes arvavad, et nende jääkide ja jäätmete maht ei ole piisavalt suur, et peaks eraldi tegelema jääkidega. Majanduslikku kahju nad sellest olukorrast ei saa. Need tekstiilitootjad viskavad oma jäätmed, mis on segatud muude jäätmetega olmeprügisse.



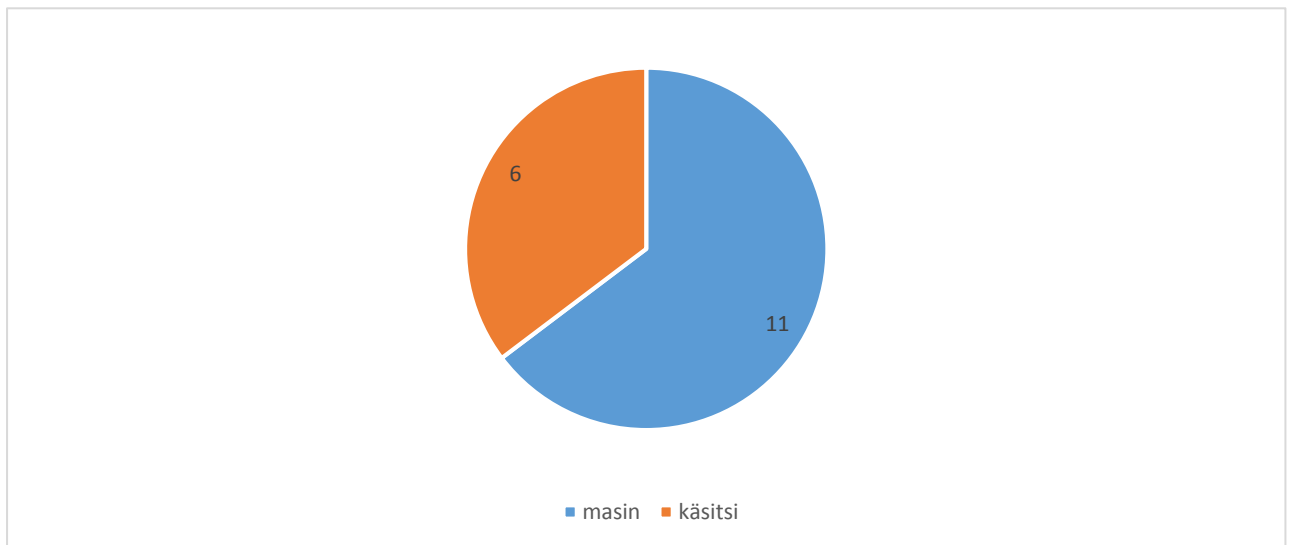
**Joonis 1.8.** Toom Tekstiili ümbertöötlemise tehas Viljandis

Jääkide ja jäätmete hulk mis tekib tekstiiltootjatel on koguselt väga erinevad. Väiksemad tootjad tekitavad kuskil ühe kilogrammi koguses jääke nädalas, samas kui suurtootja Wendre AS tekitab nädalas 10 kuni 15 tonni jääke. Wendre ja Baltika Tailor on ainukesed suurtootja Eestis kellel tekib jääki tonnides. Ülejäänud firmadel tekib jääke kilodes ja kogused jäävad tagasihoidlikuks. Samas on ka firmasid, kes ei pea üldse arvestus oma jääkide ja jäätmete hulga üle. Nemad aga on pigem väiketootjad ja kogused üle 100 kg kuus ei pürgi.

Materjalivoog Eesti tekstiiltootjatel on erinev. Kui sisse ostetakse ühe erandina puhast kangast, siis välja läheb enamjaolt segu kangas. Erand on Suva Sokivabrik, kes ostab sisse lõngasid, millest kootakse sokke ja sukkasid. Nagu Suva, nii ka teised firmad segavad erinevaid materjale omavahel tootmises. Seetõttu on jääkide ja jäätmete sorteerimine raskendatud ning paljud ei viitsi seetõttu sorteerimisega üldse tegeleda. Kaks firmat kasutavad lõigete tegemisel paberit, mis tekitab veel eraldi jäätmeliigi, kus on koos nii tekstiil kui ka paber ja seda on eriti keeruline sorteerida. On ka mõned erandid, firmad, kelle jäätmed on puhtad ehk ühte liiki. Näiteks AS Teaspoon ja Tuub OÜ. Need firmad kasutavad enamasti ühte kindlat liiki kangast ja kui on erinevaid kangaid, siis nad omavahel neid ei sega. Tuub OÜ on väga hea näide materjalivoo haldamisest keskkonnasäästlikult ja jätkusuutlikult. Nende sisse tulev kangas on päris Itaaliast ja tegemist on juba teise järgu kangaga. Täheleb, et sealsetes tehastes on vanast kangast tehtud uus. Kuna Tuub OÜ kasutab ainult ühte kanga liiki, siis nende jäägid ja jäätmed on ka ainult ühte liiki, milleks on polüamiid. Suuremal hulgal firmadest on jäägiks puuvill segatud mõne teise tekstiili liigiga.

Küsimustikule vastanud Eesti tekstiiltootjad, kelle tootmismaht on suur, on oma tehnika viinud sellele tasemele, et käsitsi lõikamist ei toimu. Samas kui väiksemad tootjad, kes tegelevad tellimustöödega lõikavad oma kanga väljalõiked ise. Aasia riikides asuvates tehastes, kus valmistatakse tekstiilist tooteid ei ole kangast väljalõiked enamasti automatiseeritud ja selle tagajärjel tekib suur kogus jääke. Eesti firmad aga küsitluse põhjal optimeerivad kõik oma väljalõiked kangastest. Kasutades ära võimalikult suure osa kangast, mis tagab väikese jäägi koguse.

**Tabel 1.4.** Tootja väljalõigete tehnoloogia



Väga positiivse tagasiside andsid küsimustiku täitmisel kõik osalised küsimusele kas firmad on nõus jääke ja jäätmeid koguma ja edastama soovijatele. Kõik olid sellega nõus ja osad juba tegelevad sarnase tegevusega. Küll aga mainisid mõned asutused, et nad hea meelega koguksid ja jagaksid, aga finantsiliselt ja ressursi arvestavalt nad ei ole selleks hetkel võimelised.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et Eesti tekstiilitootjad on keskkonnasõbralikud ja teavad oma jääkidest ja jäätmetest küllaltki palju. Otsitakse lahendusi nende vähendamiseks ja paremaks kasutamiseks. Eesti on aga tootmises väike ja maailma mastaabis peaaegu olematu. Kui suurtes tehastes maailmas tekib 40 000 tonni jäätmeid aastas, siis meie suurim tootja tekitab maksimaalselt 780 tonni jäätmeid aastas.



**Joonis 1.9.** Tekstiilitööstuse jäätmed Bangladeshis

## 2. Töö eesmärk ja ülesanded

Käesoleva töö eesmärk on leida alternatiivseid kasutusviise tekstiilijäätmetele ehitusvaldkonnas. Tekstiilijäätmed on erinevatest materjalidest ning toimub nende võrdlemine samas kasutuses nii survetugevuse leidmisel, paindetugevuse leidmisel ja ka veeimavuses. Kasutatud tekstiilid on eelnevalt olnud kantavad riideesemed. Materjalideks on puuvill, polüester ja vill. Need materjalid on segatud täiteks Weber S-30 segule ning tekstiil on varem märjaks tehtud, et ei muutuks betooni segule vajaminev veehulk. Eesmärgiks on kasutada lihtsaid koduseid variante, et antud metoodikat saaksid kasutada kõik inimesed sõltumata nende asukohast ja ligipääsust kõrgetasemelisele tehnoloogiale. Näiteks arengumaad, kus ei ole palju võimalusi, aga elukeskkonnas on tekstiili jääke hunnikutes. See annaks hea võimaluse neile kasutada antud materjali kasulikult ning samas ka vähendada jäätmete hulka keskkonnas.

Praktiline töö jaguneb mitmesse etappi, kus esimene on betooni ja tekstiili omavahel segamine ja vormi valamine. Teine on betooni valmimine ja materjalide veeauru sorptsiooni määramine. Kolmandaks veeimavuse algkiiruse katsetamine ning viimaseks on valminud katsekehade survetugevuse ja paindetugevuse mõõtmine. Kogu protsessi vältel tuginetakse Eesti Vabariigi standarditele. Katsete käigus jälgitakse katsekehade massi muutust ning veeimavuse leidmiseks tehakse kindla ajavahemiku järel kaalumisi, et katsekehad oleksid vastavalt standardile valmis veeimavuse algkiiruse määramiseks. Lisaks purustatakse katsekehad vastavalt standardile nii survetugevuse leidmiseks kui ka paindetugevuse leidmiseks ja tehakse järeldusi saadud tulemustest ja purunemispiltidest.

Lähtuvalt töö eesmärgist on ülesanded jaotatud järgmistesse etappidesse:

- Tutvuda katsekehade valmistamiseks vajalike Eesti Vabariigi standarditega
- Valmistada ette proovikehad katseteks
- Tutvuda konsistentsikatset(vajumiklassi) käsitleva juhendiga.
- Viia läbi konsistentsi määramise katse ja teha esimesed andmetöötlused saadud tulemustega
- Valmistada ette katses kasutatavad proovikehad
- Tutvuda veeimavuse algkiiruse määramiseks Eesti Vabariigi standarditega
- Viia läbi veeimavuse algkiiruse määramise katse ning teha esimesed andmetöötlused

- Tutvuda survetugevuse määramiseks vajalike Eesti Vabariigi standarditega
- Valmistada ette eelmises katses kasutatud proovikehad
- Viia läbi survetugevuse leidmise katsed ning teha esimesed andmetöötlused saadud tulemustega
- Tutvuda paindetugevuse määramiseks vajalike Eesti Vabariigi standarditega
- Viia läbi paindetugevuse leidmise katsed ning teha esimesed andmetöötlused saadud tulemustega
- Teostada lõplik andmetöötlus
- Teostada lõplik analüüs ning teha järeldused

## 3 Materjal ja metoodika

### 3.1. Katsemetoodika

#### 3.1.1 Konsistentsikatse

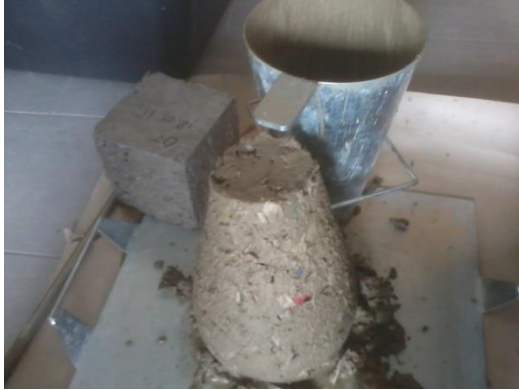
Eesti Vabariigi standard EVS-EN 12350-2:2009 järgi määratakse vajumiskatse järgi segu klass. Selleks võetakse kokku segatud segu, mis antud katse puhul oli erinev tekstiili protsent kogu kaalust (kas 1% või 2%) ning Weber S-30 valmissegule. Tekstiil oli eelnevalt märjaks tehtud, et vältida segule vajamineva vee puudujääki. Märjamine toimus nõnda, et kuiv tekstiil pandi ämbrisse ja lasti liguneda kuni märgumiseni. Selleks aidati kaasa käega, millega suruti välja vett tekstiilist. Pärast seda eemaldati tekstiil ämbrist ning liigne vesi lasti välja nõrguda. Vett lisati antud segule maksimaalselt lubatud hulk.



**Joonis 3.1. ; 3.2.** Segu valmistamine

Pärast korralikku segamist pandi segu antud katseks mõeldud metallist alusega, mis oli eelnevalt märjaks tehtud, koonusesse. Koonust täideti kolmandiku kaupa. Kõigepealt 1/3 segust koonusesse ning seejärel metallist standardile vastava pulgaga 25 tasandamiseks mõeldud lööki. Järgmiseks 2/3 koonusest täis ja järjekordsed 25 lööki, nii, et alumist kihti löögid enam ei puudutanud. Lõpetuseks valati koonus ääreni täis ja järjekordses 25 lööki eelmist kihti puutumata. Kui see protseduur sai tehtud, siis eemaldati metallist koonus ja vaadati, kui suur oli vajumine proovikehal. Metallist koonus eemaldati segu ümbert ühe tõmbega ja jäeti vastavalt standardile seisma minutiks ajaks. Vajumise suuruse järgi määrati antud segu klass, mis on määratud standardis vastavalt vajumise suurusele. Pärast minuti möödumist mõõdeti vajumist algsest seisundist uude seisundisse joonlauaga. Selleks asetati metallist koonus segu kõrvale, et näha algset kõrgust ja seejärel mõõdeti vahet, mis oli

tekinud algse seisundi ja vajumisjärgse seisundi jooksul. Antud tulemus määras ära vajumise hulga ja vajumisklassi. Pärast tulemuse saamist kasutati segu katsekehade valmistamisel.



**Joonis 3.3.** Plastsuse katsekeha pärast vormist eemaldamist

### **3.1.2 Katsekehade valmistamine**

Proovikehade valmistamine toimub vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS-EN 12390-2:2009 „Kivistunud betooni katsetamine. Osa 2: Tugevuskatsete katsekehade valmistamine ja hoidmine“. Lisaks standardsele valmistamisele lisati segule ka täitematerjalina tekstiili. Tekstiiliks valiti kolm erinevat liiki. Puuvill, polüester ja vill. Lisaks erineva mahuprotsendiga kogukaalust. Kas üks protsent või kaks protsenti. Näitena kasutati varasemalt tehtud tööd : "Aspiras, F.F., Manalo, J.R.I., 1995, "Utilization of Textile Waste Cuttings as Building Material" ", kus tekstiili materjali osakeste suurus oli kaks cm kuni neli cm. Antud uurimistöös uuriti, kas oleks võimalik valmistada betooni ja tekstiili komposiit materjali kergeteks struktuurideks. Selleks valmistati 54 katsekeha erineva tekstiilisaldusega ja seejärel testiti survetugevust ning paindetugevust. Sama suurust kasutati ka antud töös ehk tekstiili tüki suurus oli umbes 1x4 cm. Sellise tekstiili suurus saavutati lõikamisel tavaliste kääridega laua taga. Kuna lõikamiseks kasutati inimtööjõudu ja tavalisi kääre, siis ei olnud katses kasutatud tekstiili tükid väga sarnased vaid erinesid üksteisest kuju poolest märgatavalt. Materjal saadi vanadest riietest, mis ei olnud enam kasutusvajadusega. See tähendab, et tekstiili kiud võisid olla kulumiskahjustusega. Antud protsessi kasutatakse ka tekstiili taaskasutatavates tehastes esmase tegevusena, aga seal on olemas giljotiin, mis lõikab tekstiili soovitud suuruseks. Vastav seadeldis on olemas AS Toom Tekstiili vabrikus Viljandis. Seadmel on kaks järjestikku asetsevat lõiketera, mis muudavad suure tüki kangast väikesteks ribadeks. Ribade mõõtu saab muuta



Proovikehasid valmistati korraga 15. Kaksteist survekatse proovikeha ja kolm painekatse proovikeha. Selleks kasutati Weber S-30 valmisseguga, millele tuli lisada etteantud kogus vett. Ühe valmistamise korra ajal kasutati optimaalset segu kogust, et ei tekiks ülejääke.

Standardile kohaselt piisab katse läbiviimiseks kuuest katsekehast, mis ka katsete autor võttis eesmärgiks. Segu segati vannis, kuhu oli lisatud ka eelnevalt märjaks tehtud tekstiil. Peale segu korralikku segamist valati see 10x10x10 cm suurusesse metallvormi ning tihendati mehaaniliselt 25 löögiga standardile vastava pulgaga. Seejärel jäeti proovikehad tahenema temperatuurile 20 kraadi Celsiust kuni kolmeks päevaks. 20 kraadi saavutati laboris kasutatava termostaadiga. Pärast tahenemist eemaldati tahenenud blokid metallvormist ning asetati pärast märgistamist seisma vette 28-ks päevaks.

Paindekatsakehasid tuleb vastavalt Eesti Vabariigi standardile valmistada vähemalt kolm ning samal meetodil kui survekatsakehad.

Tekstiili eelnev märgamine tuli seoses proovikeha tegemisest ilma eelneva märgamiseta. Selline proovikeha ei tulnud piisavalt plastiline ja kippus murenema, kuna tekstiil oli endasse imenud suurema osa veest, mis pidi minema betooni segu kokku segamiseks. Olukorra vältimiseks võeti vastu otsus koos katsete juhendajaga teha tekstiil enne märjaks. Märjaks tegemine tähendas seda, et tekstiil uputati ämbrisse ning lasti seal minut aega olla. Peale ämbrist väljavõtmist lasti üleliigne vesi tekstiilist välja nõrguda. Seejärel kasutati tekstiili segu valmistamisel.

Katsekeha hoidmise vormid olid metallist ja eelnevalt õlitatud, et katsekeha ei jääks vormi seinte külge kinni. Vormide suurus oli 100x100x100 mm ning kolm vormi olid ühe aluse peal. Vormi valatud betooni segu ülemine äär tõmmati tasa vormi ülemise äärega kasutades kellut, millega tehti saagjaid liigutusi ning seejärel jäeti segu seisma. Vormi valades kasutati mehaanilist tihendamist. Mehaanilist tihendamist tehti Eesti Vabariigi standardile vastava tihendamispulgaga. Esmalt täideti üks kolmandik vormist, mille järel tihendati 25 löögiga. Seejärel täideti järgmine kolmandik ning teostati järjekordsed 25 lööki ning lõpuks täideti kogu vorm ja tehti veel 25 lööki tihendamaks segu.



**Joonis 3.4. ; 3.5.** Katsekehade valmistamise etapid. Vormi valamine ja hoidmine

### 3.1.3 Veeimavuse algkiiruse määramine

Proovikehade veeimavuse määramise standardi EVS-EN 772-11:2011 „Müürikivide katsemeetodid. osa 11: Betoonest, autoklaavitud poorbetoonist ja tehis- ning looduskivist müürikivide kapillaarse veeimavuse ning keraamiliste müürikivide veeimavuse algkiiruse määramine,, kohaselt on vaja vähemalt kuut katsekeha. Kuna survekatsekehasid oli täpselt kuus, siis kasutati neid. Kokku oli ka kuue erineva koostisega segu, mis vajasid katsetamist.

Katsekehade testimiseks ei tohi olla nende eelnev massikadu 24h jooksul muutunud üle 0,1%.

Tegutselti vastavalt standardile, kus on kirjeldatud katse käiku nõnda: Katsekehad lastakse jahtuda toatemperatuuril, seejärel mõõdetakse immutatava pinna mõõtmed, jälgides EN 772- 16 rakendatud põhimõtet ja arvutatakse kogupind  $A_s$ . Katsekehade külgede osa, mis vette läheb ei arvestata. Katsekeha uputatakse 5mm +- 1 mm sügavuselt vette, nii et kandiku vahele jääb vaba ruumi. Käivitatakse stopper. Veetase hoitakse ühtlasena kogu katse vältel. Pärast standardites EN 771-1, EN 771-3, EN 771-4, EN 771-5 või EN 771-6 kindlaksmääratud aja ( $t_{s0}$ ) vältel vees hoidmist võetakse katsekehad veest välja, pühitakse pinnavesi ära kuivatuslapiga ja kaalutakse ( $m_{s0,s}$ ) . Antud katsetes oli  $t_{s0}$  ajaks 600 sekundit.

Müürikivide kapillaarse veeimavuse koefitsiendi määramiseks kasutati järgnevat valemit

$$C_{w,s} = \frac{m_{s0,s} - m_{dry,s}}{A_s \times t_{s0}} \quad (1)$$

kus  $C_{w,s}$  – betoonist, autoklaavitud poorbetoonist ja loodus- ning tehiskivist müürikivide kapillaarse veeimavuse koefitsient

$m_{s0,s}$  – katsekeha mass pärast vees hoidmist aja  $t$  vältel (g)

$m_{dry,s}$  – katsekeha mass pärast kuivatamist (g)

$A_s$  – vette asetatud katsekeha külje kogupindala ( $\text{mm}^2$ )

$t_{s0}$  – immutamise aeg (s)

Tulemuste ühikuks on ( $\text{g}/\text{m}^2 \times \text{s}$ )



**Joonis 3.6.** Katsekehad veeimavuse määramises

### 3.1.4 Survetugevuse määramine

Antud katset viidi läbi standardi EVS-EN 12390-3:2009 "Kivistunud betooni katsetamine. Osa 3 Kaitsekehade survetugevus" põhjal. Mis ütleb, et katsekehasid koormatakse kuni nende purunemiseni standardi EN 12390-4 kohaselt survekatsemasinas. Suurim koormus, mida katsekeha vastu võtab, registreeritakse ja arvutatakse betooni survetugevus.

Enne kui proovikeha katsemasinasse pannakse peab tagama vastavuse Eesti Vabariigi standarditele EN 12350-1, EN 12390-1 ja EN 12390-2 ning tegema ka ülejäänud vajalikud toimingud, milleks on puru ja ebatasasuste eemaldamine. Kui katsekeha on õigesti ettevalmistatud, siis hakkab peale koormamine.

Selleks pannakse proovikeha katsemasinasse nõnda, et proovikeha asetseks survepinna keskel vältimaks erisusi proovikehade vahel. Edasi valitakse konstantne koormamiskiirus piirides 0,6 +- 0,2 MPa/s (N/mm<sup>2</sup>s). Pärast algkoormuse rakendamist, mis ei tohi ületada ligikaudu 30% purustatavast koormusest, rakendatakse katsekehale koormust ilma tõuketa ja suurendatakse pidevalt valitud konstantse kiirusega +-10%, kuni suuremat koormust pole võimalik rakendada. Maksimaalne koormusenäit registreeritakse kilonjuutonites (kN)

Pärast proovikeha maksimaalse tulemuse saamist rakendatakse proovikehale niikaua koormust, kuni saadakse purunemispildi tekkimiseks vajalik tulemus. Katsekehade purunemispilt, mille puhul võib katse lugeda õnnestunuks, on esitatud kuupide puhul Eesti Vabariigi standardi EVS-EN 12390-3:2009 joonisel 1. Katsekehade mitterahuldava purunemise näited on esitatud kuupide puhul Eesti Vabariigi standardi EVS-EN 12390-3:2009 joonisel 2 .

Tulemuse esitamine toimub vastavalt standardile, kus leitakse survetugevus valemiga:

$$f_c = \frac{F}{A_c} \quad (2)$$

kus  $f_c$  - survetugevus megapaskalites(njuutonites ruutmillimeetri kohta) ;

$F$  - suurim koormus njuutonites

$A_c$  - katsekeha ristlõikepind, millele survejõud mõjub, ruutmillimeetrites, arvatatud kasekeha valitud mõõtme alusel.

Survetugevus tuleb esitada täpsusega 0,1 MPa (N/mm<sup>2</sup>)



**Joonis 3.7. ; 3.8.** Survetugevuse katsekehad koormamise ajal ja pärast koormamist

### 3.1.5 Paindetugevuse määramine

Paindetugevuse määramisel on kasutusel Eesti Vabariigi standard EVS-EN 12390-5:2009 "Kivistunud betooni katsetamine. Osa 5: Katsekehade paindetugevus" . Antud katsete puhul tegutseti vastavalt standardile kus proovikeha ettevalmistus oli järgmine.

Masin puhtaks ja katsekehalt pühitakse liigne vesi. Katsekeha paigutatakse masinasse täpselt tsentreeritult, proovikeha pikkitelg ülemiste ja alumiste rullide pikkitelje suhtes täisnurga all. Veendutakse, et koormamise suund on risti katsekeha valamise suunaga; see on koormamise etalonsuund.

Proovikeha asetatakse masinasse, mis on seadistatud. Seejärel toimub katse läbiviimine ehk koormamine. Koormust ei tohi rakendada enne, kui kõik koormamis- ja tugirullid on ühtlaselt katsekehaga kontaktis. Valitakse konstantne koormamiskiirus piirides 0,04 MPa/s kuni 0,06 MPa/s. Pärast algkoormuse rakendamist, mis ei ületa ligikaudu 20 % purustavast koormusest, rakendatakse koormust ilma tõuketa ja suurendatakse pidevalt valitud konstantse kiirusega +- 10% kuni suuremat koormust pole võimalik rakendada. Katsemasinal rakendatav nõutav koormamiskiirus on antud valemiga

$$R = \frac{s \times d_1 \times d_2^2}{l} \quad (3)$$

kus  $R$  - nõutav koormamiskiirus, N/s

$s$  - pinge kasvu kiirus, MPa/s ( $\text{N}/\text{mm}^2 \cdot \text{s}$ )

$d_1$  ja  $d_2$  - katsekeha ristlõike mõõtmed millimeetrites

$l$  - alumiste rullide telgede vahe millimeetrites

Maksimaalne koormusnäit registreeritakse.



**Joonis 3.9. ;3.10.** Paindekatskehad pärast koormamist

## 3.2 Katsetes kasutatud seadmed

### 3.2.1 Konsistentsikatse

Vastavalt standardile oli antud katsete juures kasutusel metallist koonus, mille väiksema otsa diameeter on 10 cm ja suurema otsa diameeter 20 cm . Kogu katse toimus metallist alusel

mõõtmetega 70x70 cm ning katseseade oli eelnevalt märjaks tehtud vältimaks haakumist.



**Joonis 3.11.** Konsistentsikatse vahendid

### 3.2.2 Katsekehade valmistamine

Proovikehade valmistamisel kasutatud seadmed olid peamiselt manuaalsed. Üks elektrooniline seade oli digitaalkaal Mettler PC440 Delta Range. Ülejäänud seadmed olid ämbrid, vannid ja metallist vormid.



**Joonis 3.12. ; 3.13.** Digitaalkaal Mettler PC440 Delta Range ja segu anumad.

### 3.2.3 Veeimavuse algiiruse määramine

Katsekeha kuivatamiseks viitab standard EVS-EN ISO 12571:2000 standardile EVS-EN ISO 12570:2000. Antud katsetes kasutati sundventilatsiooniga kuivatuskapp



Memmert UFB-500, mille temperatuurivahemik on +30...+220°C ning täpsus kuni 100°C puhul  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  ja üle 100°C juures  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Lisaks kasutati digitaalkaalu Mettler PC440 Delta Range, et määrata kaalu kaotus proovikehades, mille mõõtepiirkond on 0,5...400g, mõõte täpsusega 0,01g



**Joonis 3.14. ; 3.15. ;3.16.** Kuivatuskapp Memmert UFB-500 ja digitaalkaal Mettler PC440 Delta Range

### **3.2.4 Survetugevuse määramine**

Kasutati masinat Form+Test Seidner&Co. MEGA 7. Masin vastab standardile EN 12390-4 ning on mõeldud katsetama katsekehi, mis on valmistatud standardi EN 12390-3 järgi. Masina mõõtevahemik on 80.00 kuni 2000 kN. Katsete tegemisel ei olnud kõrvalekaldeid standarditest. Koormuse mõõtmiseks kasutab masin elektroonilist vedelikurõhu andurit.





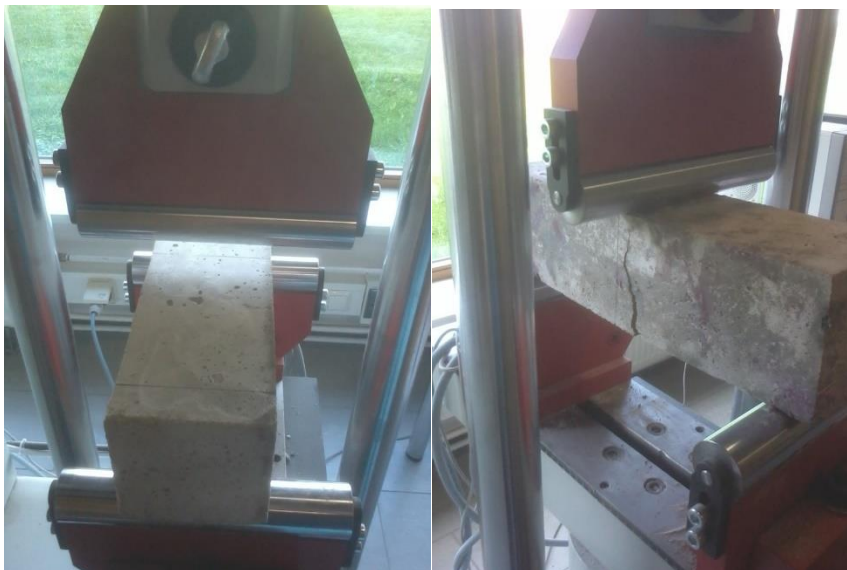
**Joonis 3.17. ; 3.18.** Form+Test Seidner&Co. MEGA 7 katseseadeldis

### 3.2.5 Paindetugevuse määramine

Kasutati masinat Form+Test Seidner&Co. MEGA 7. Masin vastab standardile EN 12390-4 ning on mõeldud katsetama katsekehi, mis on valmistatud standardi EN 12390-5 järgi.

Katsemasin kasutab kolme rulli, millede läbimõõt on 40 mm. Rullide pikkus on 210 mm.

Katsemasina mõõtevahemik on 4.00 kuni 100 kN. Katsete tegemisel ei olnud kõrvalekaldeid standarditest. Koormuse mõõtmiseks kasutab masin elektroonilist vedelikurõhu andurit.



**Joonis 3.19.** Form+Test Seidner&Co. MEGA 7 paindekatse vahendid

### 3.3 Katsetes kasutatud proovikehad

#### 3.3.1 Konsistentsikatse

Katses vajalik segu oli valmistatud vahetult enne katsetamist. Kasutati seitset erinevat segu, millest üks oli kontroll ehk ei olnud lisatud täiteainena tekstiili. Kõik segud olid valmistatud sama veekoguse ja valmisseguga Weber S-30 koostisega. Lisaks kuus erinevat segu, milles kasutati erinevat materjali tekstiili ja kahes erinevas koguses. Kogused olid arvestatus massiprotsendist ja näitena võetud kunagi tehtud katset Brasiilias :

Aspiras, F.F., Manalo, J.R.I., 1995, "Utilization of Textile Waste Cuttings as Building Material". Kasutati 1% ja 2% massist. Materjalid olid puuvill, polüester ja vill.



Joonis 3.20. ; 3.21. Konsistentsiklassi määramine

#### 3.3.2 Veeimavuse algkiiruse katse

Proovikatsekehad olid peale segu vormi valamist standardis ette antud keskkonnas, milleks oli vähemalt 28 päeva vees. Peale seda proovikehad viibisid kuivatusahjus nii kaua kuni nende mass ei vähenenud enam üle 0,1% 24 tunni jooksul. See määrati selgeks kaalumise teel. Pärast antud olukorra saavutamist olid proovikehad valmis katseteks. Veeimavuse proovikehad olid valmistatud seitsmest erinevast segust, samast nagu plastsuse katses kasutatavad. Proovikehade tähistus oli vastavalt materjalile ja massiprotsendile



**Joonis 3.22.** Veeimavuse algkiiruse katsekehad

Veeimavuse algkiiruse katses kasutatavad proovikehad on samad mis survekatses.

**Tabel 3.1.** Veeimavuse algkiiruse ja Survetugevuse katsekehade nimetused

Survekatsekehad							
Katsekeha koostis	Tavaline	1 % puuvill	2% Puuvill	1% polüester	2% polüester	1% vill	2% vill
Katsekeha nr							
1	1	1 1%PV	1 2%PV	1 1%PE	1 2%PE	1 1%Vill	1 2%Vill
2	2	2 2%PV	2 2%PV	2 2%PE	2 2%PE	2 2%Vill	2 2%Vill
3	3	3 3%PV	3 2%PV	3 3%PE	3 2%PE	3 3%Vill	3 2%Vill
4	4	4 4%PV	4 2%PV	4 4%PE	4 2%PE	4 4%Vill	4 2%Vill
5	5	5 5%PV	5 2%PV	5 5%PE	5 2%PE	5 5%Vill	5 2%Vill
6	6	6 6%PV	6 2%PV	6 6%PE	6 2%PE	6 6%Vill	6 2%Vill

### 3.3.3 Survekatse proovikehad

Proovikehad on vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS-EN 12390-3:2009 mõõtmetega 10x10x10 cm. Kasutatavad katsekehad on samad mis veeimavuskatses. Proovikehad on ettevalmistatud peale veeimavuskatset survekatseks vastavalt standardile. Tähistused on vastavalt materjalile ja massiprotsendile.

### 3.3.4 Paindekatse proovikehad

Paindekatsekehad on valmistatud vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS-EN 12390-5:2009 . Katsekehad valmistati puidust raamidesse mõõtmetega 10x10x35 cm. Kasutati seitset erinevat segu vastavalt materjali massiprotsendile. Nimetused anti vastavalt materjalile sisaldusele.

**Tabel 3.2.** Paindekatsekehade nimetused

Paindekatsekehad							
Katsekeha koostis	Tavaline	1 % puuvill	2% Puuvill	1% polüester	2% polüester	1% vill	2% vill
Katsekeha nr							
1	1	1 1%PV	1 2%PV	1 1%PE	1 2%PE	1 1%Vill	1 2%Vill
2	2	2 1%PV	2 2%PV	2 2%PE	2 2%PE	2 2%Vill	2 2%Vill
3	3	3 1%PV	3 2%PV	3 3%PE	3 2%PE	3 3%Vill	3 2%Vill

## 4. Tulemused

### 4.1 Konsistentsiklass ehk vajumisklass

Katsekeha kus ei olnud lisatud täiteaineks tekstiili saavutas plastilisuse klassi S3, samas kui katsekehad, kuhu oli lisatud tekstiili, mis katseteks olid valitud saavutasid plastilisus klassi parema kui S3 vajudes kõikidel kordadel poole võrra vähem kui ilma tekstiilita katsekeha.

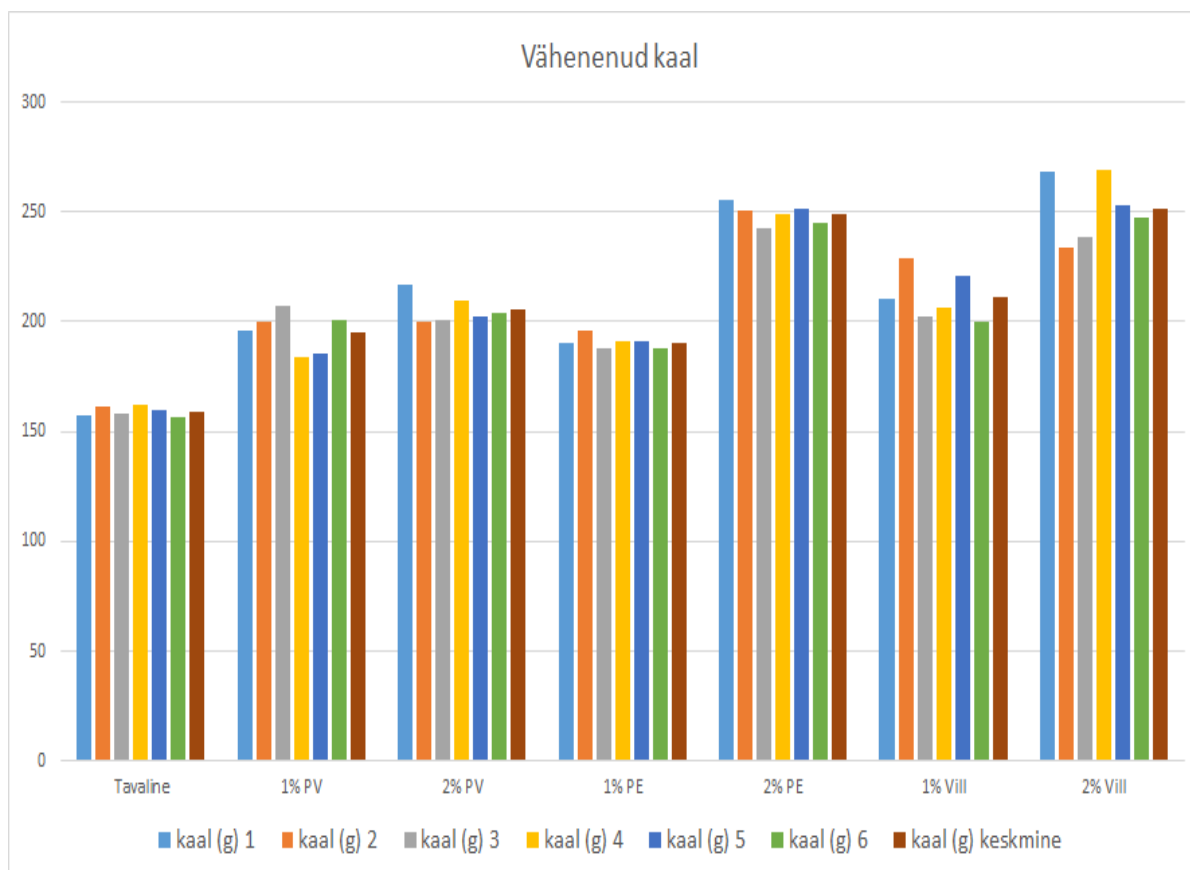
**Tabel 4.1.** Katsekehade konsistentsiklass ehk vajumisklass

Katsekeha	Vajumisklass
Tavaline	S3
1% puuvill	S1
2% puuvill	S2
1% vill	S2
2% vill	S1
1% polüester	S2
2% polüester	S2

Tulemustest võib näha, et kõik tekstiilisegud imavad endasse vedelikku tehes betoonisegu kuivemaks ja vähem vajumaks. Lisaks annab tekstiili struktuurile rohkem siduvust, mille tagajärjel püsib segu kindlamana.

### 4.2 Veeimavuse algkiirus

Veeimavus algkiirusekatse tulemuste saamiseks pidid katsekehad olema enne standardile vastavad olukorras. Selleks oli vaja neid kuivatada olukorda, kus 24 tunni jooksul ei muutunud nende kaal üle 0,1 %. Selleks kaaluti katsekehi vahemikul 22.04.2015 - 06.05.2015 ja saadi teada, mitu grammi vähenes katsekehade kaal vee arvelt. Suurim kaalukaotaja oli 2% polüester katsekeha, kaotades kuue katsekeha kohta keskmiselt 249 g. Kõige vähem kaotas kaalu katsekeha, kus polnud tekstiili lisatud. Keskmiselt kuue katsekeha kohta 159 g. Antud katse tulemustest on näha, et mida suurem oli tekstiili sisaldus protsentuaalselt, seda rohkem kaotas katsekeha vee sisalduse vähenemise tõttu kaalu. Seda tänu tekstiili heale veeimavusele, mis kuivamise tagajärjel kadus katsekehast.



**Joonis 4.1** Vähenenud kaal (g)

Katsekehade vee vähenemise hulk oli aeglustuv. Esimestel päevadel vähenes kaal kiirelt ning mida aeg edasi, seda aeglasemalt hakkas kaal vähenema tänu vee väljumisega katsekehadest. Antud katsetes kasutati kokku 21 erineva katsekeha kaalu. Kõik katsekehad ei kuivanud ühesuguse kiirusega. Kõige kiiremini kuivasid 2% puuvilla sisaldusega katsekehad. Nemat saavutasid vajaliku seisundi 13 päevaga. Kõige kauem võttis aega kolmel katsekehal. Vastavalt segul, kuhu ei oldud lisatud tekstiili ning katsekehadel, kuhu oli lisatud 1 % ja 2% villa.

**Tabel 4.2.** Vähenenud kaal katsekehades (g)

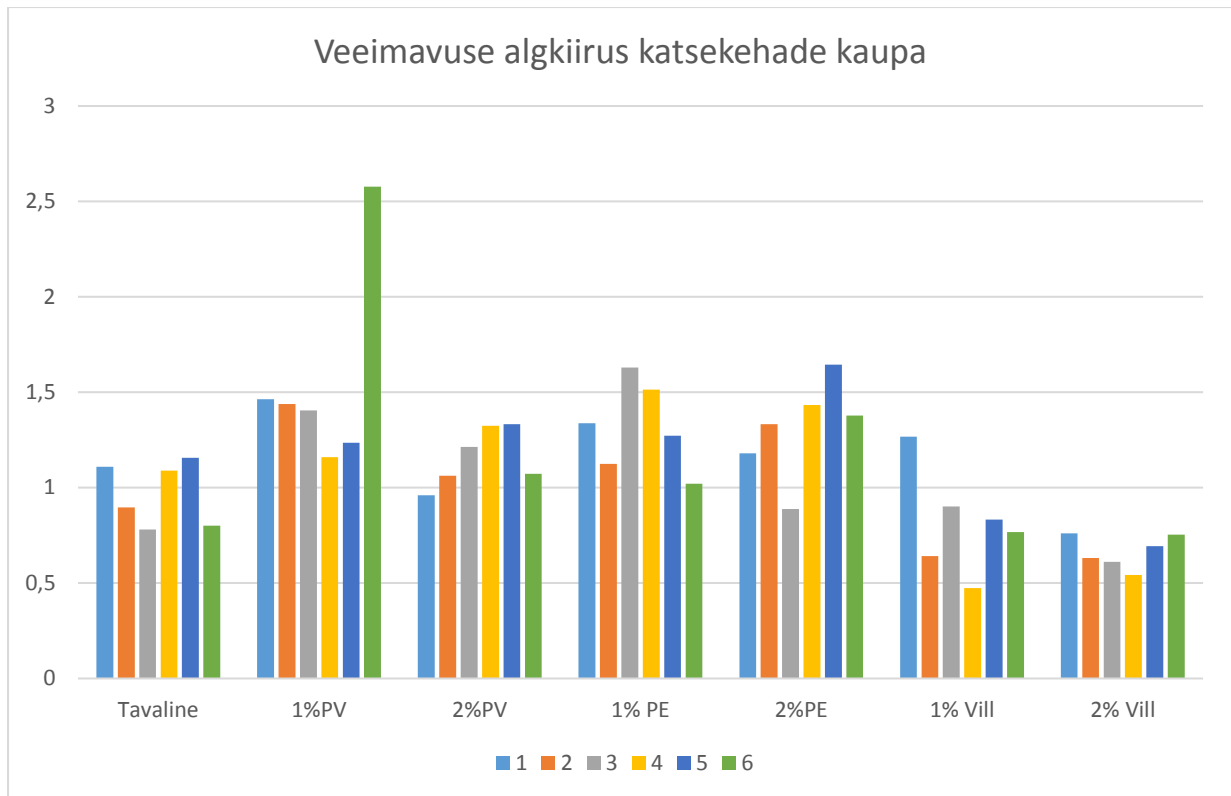
	<b>katsekeha nr.</b>	<b>Tavaline</b>	<b>1% PV</b>	<b>2% PV</b>	<b>1% PE</b>	<b>2% PE</b>	<b>1% Vill</b>	<b>2% Vill</b>
<b>kaal (g)</b>	1	157,2	196	217	190,1	255,1	210,1	268,1
	2	161,4	199,6	199,9	195,9	250,8	228,8	233,5
	3	158,1	207,2	200,5	188	242,8	202,6	238,5
	4	161,9	183,5	210	191,3	249,2	206,6	269
	5	159,4	185,8	202,5	191	251,3	220,6	253,4
	6	156,3	200,6	204,1	188	244,9	200,1	247,1
	keskmine	159,05	195,45	205,6	190,72	249,02	211,47	251,60
<b>PV - puuvill</b>		<b>PE - polüester</b>						

Oli ka märgatav vee hulga vähenemise vahe 1% ja 2% tekstiili sisalduse vahel.

**Tabel 4.3.** Kaheprotsendiliste ja üheprotsendiliste katsekehade vee kao erinevus.

<b>Katsekeha nr</b>	<b>Puuvill (g)</b>	<b>Polüester (g)</b>	<b>Vill (g)</b>
<b>1</b>	68,6	79,6	197,2
<b>2</b>	74	93	29,1
<b>3</b>	45	132,7	76,6
<b>4</b>	9,3	34,7	125,4
<b>5</b>	41,9	105,2	50,9
<b>6</b>	67	157,3	90,6

Nagu numbritest näha, siis tekstiil omastas katsekeha valmistamise käigus seda rohkem vett, mida rohkem oli seal tekstiilikiudu. Sellest saab järeldada, et tekstiil imab endasse hulgaliselt vett.

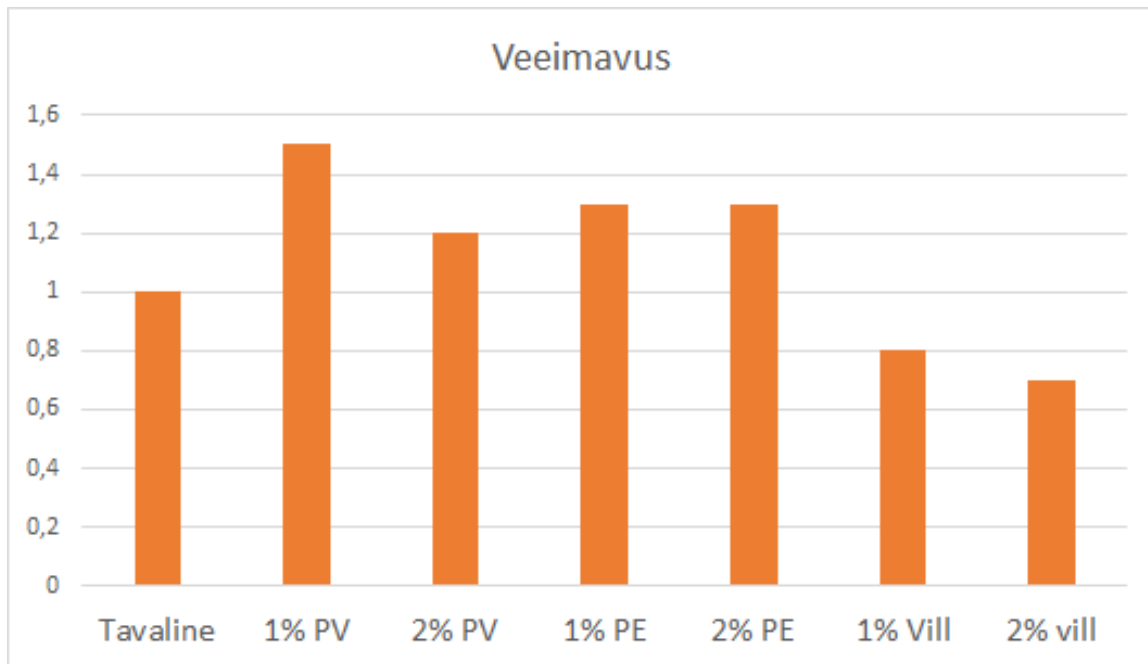


**Joonis 4.2.** Veeimavuse algkiirus katsekehade ja sisalduse kaupa

Veeimavuse algkiiruse katse, mida kirjeldatakse standardis EVS-EN 772-11:2011

„Müürikivide katsemeetodid. osa 11: Betoonest, autoklaavitud poorbetoonist ja tehis- ning looduskivist müürikivide kapillaarse veeimavuse ning keraamiliste müürikivide veeimavuse algkiiruse määramine „ andis sammuti huvitavaid tulemusi. Antud katse kirjeldab katsekeha veeimavust 600 sekundi jooksul tema pindala kohta. Tulemustest saab näha, et parima veeimavuse algkiirusega oli 1% puuvill, millele järgnesid nii 1% polüester ja 2% polüester, Kõige nõrgema tulemusega olid üllatuslikult katsekehad, milles oli vill. Nad olid keskmiselt märkimisväärselt halvema tulemusega kui ilma tekstiilita katsekehad. Kindlasti mõjutasid tulemusi tekstiili paiknemine katsekehas. Kui tekstiil oli pinnale väga lähedal, mis puutus kokku veega, siis toimus vee imamine kiiremini. Villa puhul arvatavasti moodustus tema kiudude vahele betoon, mis võttis ära koha veelt kuhugi kinnituda, muutes villa libedaks.





**Joonis 4.3** Veeimavuse algkiirus keskmine ( $\text{g/m}^2 \times t_0$ )

Arusaadavalt imesid puuvilla ja polüestriga katsekehad endasse rohkem vett kui tavaline tekstiilita katsekeha, kuhu sisse poldud pandud tekstiili. Üllatavalt aga imas villa sisaldav katsekeha vähem vett kui tavaline tekstiilita katsekeha. Seda põhjuse väljaselgitamiseks on vajalikud edasised katsetused.

#### 4.3 Survetugevuse määramine

Survetugevuse tulemused on antud katsete ühed tähtsamad numbrid ja annavad huvitava ülevaate võimalustest, mida tekstiiliga täitmine betooniseguga teeb. Tahaks ka toonitada, et antud katsetes ei ole kasutatud kõrgtehnoloogilisi seadmeid ega viise. Katsetes kasutatud betoonisegu tekstiili täitega saab valmistada igauks tingimustel, et neil on olemas seguvahendid, anumad ja materjal. Saadud tulemused näitavad, kas on mõtet ära peita vana tekstiili betooni sisse just tugevuse ja vastupidavuse eesmärgil. Kahjuks ei katsetatud antud betoonisegu tekstiilitäitega soojuspidavuse ja läbilaskvuse omadusi. Need teadmised oleks kindlasti lisanud antud segudele lisaväärtuse ja suurema huvi vastava betoonisegu kasutuselevõttus kodustel ehitustel.

Teine võimalik lisandväärtus antud segul oleks heliisolatsioon, kuna tekstiili kasutatakse väga palju heli summutamiseks. Kahjuks ei tehtud ka vastavaid katseid seekord. Samas võib ette

kujutada, et tekstiili sisaldav betoon summutaks heli efektiivsemalt kui lihtsalt tavaline betoonisegu .

Survetugevuse määramine näitab, kus ja kuidas saab antud betoonisegu tekstiililisanditega kasutada. Vastavalt standardile EVS-EN 206:2014+A1:2016 saab määrata betoonisegule klassi ning seeläbi tema lubatud kasutusvaldkond.

Ilma tekstiilita ehk tavaline betoon andis antud katsetes minimaalse survetugevuse 40,1 N/mm<sup>2</sup> ja maksimaalse 54,6 N/mm<sup>2</sup>. Keskmiselt kuue katsekeha peale tuli survetugevus 47,5 N/mm<sup>2</sup>. Tava- ja raskebetooni survetugevusklassid standardi EVS-EN 206:2014 alusel saab paigutada antud katsekehad C30/37 klassi.

1% puuvilla sisaldusega betoonisegu andis minimaalse survetugevuse 18,7 N/mm<sup>2</sup> ja maksimaalse 22,8 N/mm<sup>2</sup>. Keskmise kõigi katsekehade kohta oli 21,0 N/mm<sup>2</sup>. Kusjuures olid kõikide katsekehade purunemispildid samad - 1-3. Vastavalt standardile saab paigutada katsekehad C12/15 klassi.

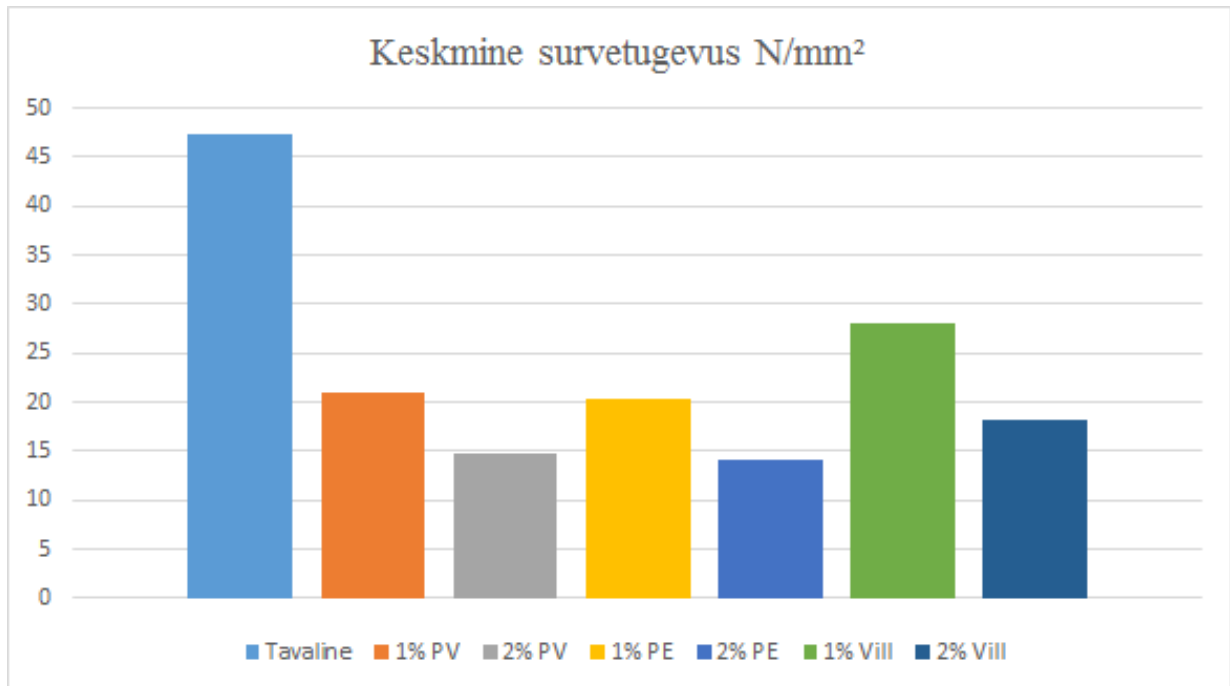
2% puuvilla sisaldusega betoonisegu andis minimaalse survetugevuse 14,3 N/mm<sup>2</sup> ja maksimaalse 15,6 N/mm<sup>2</sup>. Keskmiseks tulemuseks kuue katsekeha kohta oli 14,8 N/mm<sup>2</sup>. Huvitav oli siinkohal, et kõikide katsekehade tulemus oli väga sarnane ja mahtus 1,3 N/mm<sup>2</sup> sisse. Samas olid purunemispildid erinevad. Vastavalt standardile saab paigutada antud katsekehad madalamasse C8/10 klassi.

1% polüestri sisaldusega betoonisegu andis minimaalse survetugevuse 17,8 N/mm<sup>2</sup> ja maksimaalse 22,7 N/mm<sup>2</sup>. Keskmiseks tulemuseks oli 20,3 N/mm<sup>2</sup>. Kaks katsekeha, mis andsid nõrgema tulemuse olid purunemispildiga 1-1 ja teised, mille tulemus oli üle 2 N/mm<sup>2</sup> suurem purunesid 1-3 pildile vastavalt. Vastavalt standardile saab antud katsekehad paigutada C12/15 klassi.

2% polüestri sisaldusega betoonisegu andis minimaalse survetugevuse 11,8 N/mm<sup>2</sup> ja maksimaalse 14,9 N/mm<sup>2</sup>. Keskmise tulemuse kuue katsekeha kohta oli 14,1 N/mm<sup>2</sup>. Väljaarvatud üks katsekeha purunesid teised ainult 0,8 N/mm<sup>2</sup> suuruse erinevusega. Lisaks andsid kõik katsekehad samasuguse purunemispildi – 1-1. Vastavalt standardile saab antud katsekehad paigutada C8/10 klassi.

1% villa sisaldusega betoonisegu andis minimaalse survetugevuse 22,9 N/mm<sup>2</sup> ja maksimaalse 30,1 N/mm<sup>2</sup>. Keskmise tulemuse oli 28,1 N/mm<sup>2</sup>. Purunemispildis esines nii 1-1, 1-2 ja 1-3. Vastavalt standardile saab antud katsekehad paigutada C16/20 klassi.

2% villa sisaldusega betoonisegu andis minimaalse survetugevuse 14,6 N/mm<sup>2</sup> ja maksimaalse 23,7 N/mm<sup>2</sup>. Kuue katsekeha keskmine tulemus oli 18,2 N/mm<sup>2</sup>. Antud katsekehade hulgas esines kas anomaaliat purunemispiltide juures. Nimelt katsekeha 4 purunemispilt oli 2-6 ja katsekeha 6 purunemispilt oli 2-7. Lisaks oli üks katsekeha survetugevus teistest üle 4,5 N/mm<sup>2</sup> suurem. Vastavalt standardile saab antud katsekehad paigutada C8/10 klassi.



**Joonis 4.4** Keskmine survetugevus (N/mm<sup>2</sup>)

Tulemusi vaadates võib selgelt näha, et ükski tekstiil, mis lisati täitena betoonisegule ei teinud survetugevust paremaks. Samas aga täidavad kõik segud miinimum nõuded standardi kõige madalamale klassifikatsioonile.

Tulemustest saab ka välja tuua, et kahe protsendiline sisaldus oli nõrgem kui ühe protsendiline sisaldus. Võib järeldada sellisest tulemusest, et mida rohkem on betoonisegus täiteainena tekstiili, seda nõrgem on betoon. Mis on ka küllaltki loogiline järeldus antud olukorras, nähes et ilma tekstiilita on betoonisegu üle kahe korra tugevam.

Katsete eesmärk oli leida, kui palju vähendab tekstiili lisamine betoonisegu survetugevust ning positiivse poole pealt võib välja tuua, et kuigi survetugevus vähenes üle kahe korra, siis jäi tekstiiliga segatud betoon ikkagi standardi nõrgemate nõudmiste piirkonda, mis tähendab, et antud segusid saab ehitusel ikkagi kasutada.

Purunemispiltide vaatamisest saab näha, et ainult kolm katsekeha purunesid standardi teises klassis ehk läksid pooleks. Ülejäänud katsekehad püsisid kenasti koos ja purunemispildid oli standardsed. Mis tähendab, et peale survetugevuse betoonisegu ei deformeerunud ega muutunud mingil muul moel kehvemaks.



**Joonis 4.5** Katsekehad pärast koormamist

#### **4.4 Paindetugevuse määramine**

Paindetugevuse määramine antud betoonisegule koos tekstiiliga annab aimdust, kui hea silluse ava toeks sobib vastav segu. Lisaks näitavad tulemused ka seda, kui kergesti antud betoonisegust ehitis murduks näiteks maavärina või mõne muu juhtumi toimel.

Katsetes kasutati standardile vastavat mõõtu ning purustused toimusid ka vastavalt standardile. Kasutati kolmepunkti meetodit katsete läbiviimisel. Kolmepunkti meetod tähendab, et masinal oli kolm kontakti punkti katsekehaga. Kaks all kindla 30 cm vahega ja üks üleval katsekeha keskel



**Joonis 4.6 ; 4.7** Enne paindekatset ja pärast paindekatset

Katsetes kasutati seitset erinevat betooni segu, millest üks oli kontroll ehk ilma tekstiilita betoonisegu. Kõiki segusid oli kolm katsekeha.

Tavaline betoonisegu andis minimaalse paindetugevuse  $0,727 \text{ N/mm}^2$  ja maksimaalse  $0,805 \text{ N/mm}^2$ . Keskmiseks tulemuseks kolme katsekeha juures tuli  $0,759 \text{ N/mm}^2$ .

1% puuvilla betoonisegu andis minimaalse paindetugevuse  $0,837 \text{ N/mm}^2$  maksimaalse  $0,973 \text{ N/mm}^2$ . Keskmiseks tulemuseks tuli  $0,910 \text{ N/mm}^2$ . Siinkohas on suureks üllatuseks, et 1% puuvilla betoonisegu oli parem kui ilma tekstiilita betoonisegu ja mitte ainult üks katsekeha, vaid kõik katsekehad olid parema paindetugevusega.

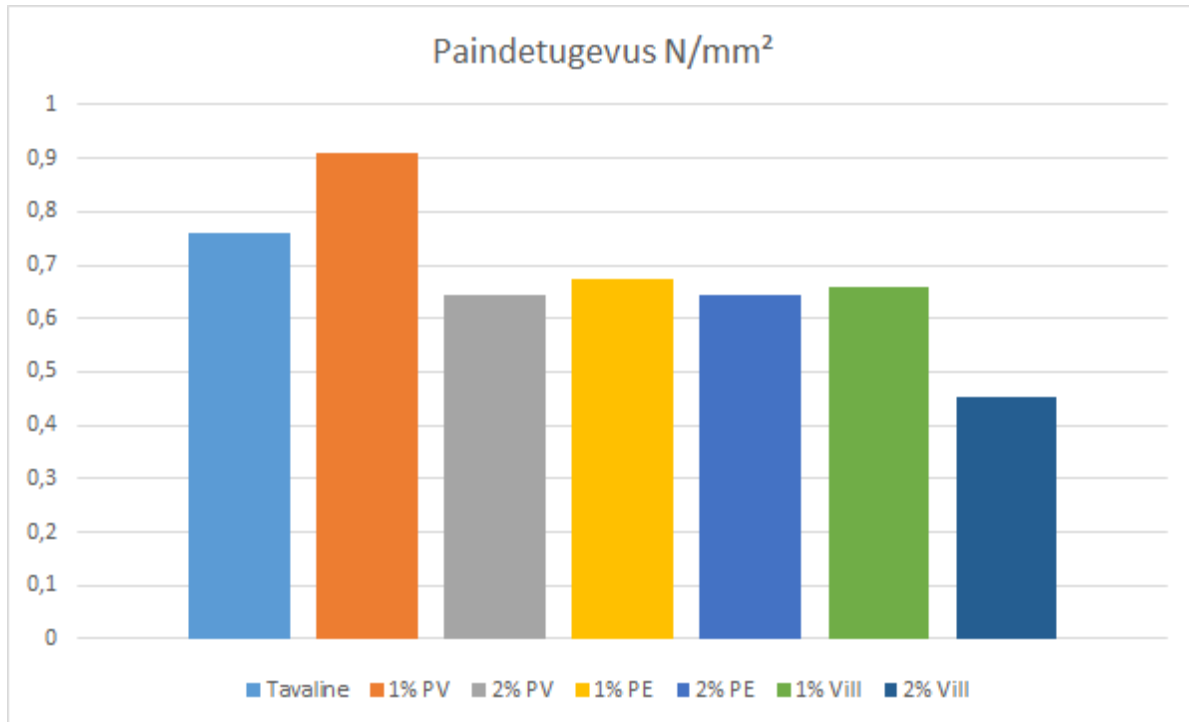
2% puuvilla betoonisegu andis minimaalse paindetugevuse  $0,625 \text{ N/mm}^2$  ja maksimaalse  $0,661 \text{ N/mm}^2$ . Keskmiseks tulemuseks kolme katsekeha juures tuli  $0,642 \text{ N/mm}^2$ .

1% polüestri betoonisegu andis minimaalse paindetugevuse  $0,582 \text{ N/mm}^2$  ja maksimaalse  $0,732 \text{ N/mm}^2$ . Keskmiseks tulemuseks kolme katsekeha juures tuli  $0,672 \text{ N/mm}^2$ . Siin tekkis kolme katsekeha vahel päris suur erinevus.

2% polüestri betoonisegu andis minimaalse paindetugevuse  $0,543 \text{ N/mm}^2$  ja maksimaalse  $0,737 \text{ N/mm}^2$ . Keskmiseks tulemuseks kolme katsekeha juures tuli  $0,645 \text{ N/mm}^2$ . 1% ja 2% polüestri betoonisegu vahel ei olnud väga suurt erinevust erinevalt puuvillast.

1% villa betoonisegu andis minimaalse paindetugevuse  $0,646 \text{ N/mm}^2$  ja maksimaalse  $0,666 \text{ N/mm}^2$ . Keskmiseks tulemuseks kolme katsekeha juures tuli  $0,658 \text{ N/mm}^2$ . Kõik kolm katsekeha andsid väga sarnase tulemuse.

2% villa betoonisegu andis minimaalse paindetugevuse 0,398 N/mm<sup>2</sup> ja maksimaalse 0,500 N/mm<sup>2</sup>. Keskmiseks tulemuseks kolme katsekeha juures tuli 0,453 N/mm<sup>2</sup>.



**Joonis 4.8** Paindetugevus (N/mm<sup>2</sup>)

Saadud tulemustest võib järeldada, et üllataval kombel on 1% puuvilla betoonisegu parem kui ilma tekstiilita betoonisegu. Seda saab seletada sellega, et ehitusel silluse betoon sisaldab rauast vardaid, mis võtab paindetugevuse enda kanda. Betooni tugevus seisneb just survetugevuses. Puuvill andis siin kohal just seda kokkuhoidmise tugevust, mida betoonis enamasti annavad rauast vardad ehk sarrus.

Nagu ka survetugevuse katsetes oli näha, et 1 % sisaldusega betoonisegud andsid parema tulemuse kui 2% betoonisisaldusega segud, siis paindetugevuses oli seis sarnane. Siin aga olid vahed väiksemad kui survetugevuses. Järelikult on optimaalne panna vähem tekstiili kui rohkem.

Mida tulemustest näha ei ole, on see, et tekstiiliga betoonisegud ei murdunud kohe pooleks vaid jäid kiududega hoidma. Nagu on näha all oleval pildil. See on hea näiteks maavärina järgses olukorras, kui ehitus hakkab kokku vajuma. Siis suudab struktuur end natuke aega veel püsti hoida.

## 5. Arutelu

### 5.1 Veeimavuse algkiirus

Katsekehade veeimavuse algkiiruse erinevus nagu näha joonisel 4.2. oli erinev materjali sisaldusest tulenevalt, aga üllatavalt sarnane olenemata konsistentsist. Näiteks puuvilla ühe protsendiline sisaldus ei erinenud kahe protsendilisest sisaldusest väga suurelt. Keskmise tulemuste tabelis toob anomaalia sisse üks väga suur tulemus kuuenda katsekehaga ühe protsendilisel puuvillal. Ülejäänud katsekehad ei erine omavahel pea aegu üldse. Sama võib näha ka polüestri puhul, kus ühe protsendiline ja kahe protsendiline polüestri sisaldusega katsekehad omavad keskmiselt pea identset veeimavuse algkiirust.

Puuvill ja polüester andsid veeimavuse algkiiruse määramisel suurema tulemuse, kui tekstiilita betoon ja villaga segatud betoon. Tulemused näitavad, et vihmase kliima puhul on targem kasutada välimise kihina betooni, kuhu on segatud villa, sest antud segu ei lähe nii kiirelt märjaks. Kasutades aga antud segusid hoones sees ei ole väga suurt vahet nende veeimavuse algkiirusel.

Kui veeimavuse algkiiruses oli villa ja betooni segu kõige väiksema tulemusega, siis vastupidine olukord oli katsekehade kuivamisel vee massi kaoga. Villaga segud imasid endasse enne betooniga segunemist suure koguse vett ning kuivatades väljus nendest 269 grammi vett. Pärast kuivamist ja vee välja aurumist aga villaga betoon endasse enam vett nii hästi imada ei tahtnud. See võib olla seotud villa omadustega ning nõuab edasist uurimist.

Veeimavuse algkiiruse määramine ei olnud primaarne katse antud töös. Need katsed lisati tööle katsete juhendamisel abiks olnud Olgerd Varese ja Aime Ruusi poolt. Kuna maailmas ei ole tehtud katseid veeimavuse algkiiruse määramiseks antud katsekehadega, siis puudub võrdlusvariant teiste töödega. Saab ainult võrrelda katsekehi omavahel.

### 5.2 Survetugevuse määramine

Betooni kõige kasulikum omadus on survetugevus. See tagab ehitise püsimise ja ohutuse. Betooni katsetamiseks valmistati kuubikud mõõtmetega 100x100x100mm ning saadi tulemused N/mm<sup>2</sup>.

Nagu algselt juba arvat oli, muutis tekstiil betooni survetugevust väiksemaks. Küsimus oli kui palju ja kas saadud tulemused sobivad mingiks ehituseks. Varasemate uuringute põhjal tekstiili lisamisel betooni ja epoksiidvaigu segule (L.P.N. Silva, J.M.I. Reis, 2007) ning Portlandi tsemendile (F.F. Aspiras, J.R.I. Manalo, 1995) oli teada, et segud on väiksema survetugevusega kui tavabetoon, aga saadud segudel on piisavad survetugevuse näitajad, et neid saab kasutada madalama klassi ehitistes. Lisaks pakuvad segud muid huvitavaid omadusi, mida tavaline betoon ei paku. Näiteks lihtsat naela seina löömise võimalust (F.F. Aspiras, J.R.I. Manalo, 1995).

Võrreldes antud tööd varem tehtud töödega, siis kõigil on tulemused sarnased seoses tekstiili osakaalu ja survetugevusega. Mida rohkem on kasutatud segus tekstiili, seda väiksem on survetugevus. Eelpool mainitud töödes on kasutatud ainult ühte tekstiili materjali. Antud uurimuses on kasutatud kolme erinevat tekstiili liiki. Mis annab võimaluse neid omavahel võrrelda ning on ka kontroll ilma tekstiilita katsekehade näol.

Polüestri ja Puuvillaga betoonisegud andsid väga sarnased tulemused nii ühe protsendilise sisalduse kui ka kahe protsendilise sisalduse juures. Mõlemal oli üheprotsendiline segu  $20 \text{ N/mm}^2$  juures ning kahe protsendiline segu  $14 \text{ N/mm}^2$ . Kui puuvill on looduslik materjal, siis polüester on tehisklik materjal. Sarnast tulemust on raske seletada ilma täpsema materjali uuringuta, aga arvatavasti on puuvillal ja polüestril sarnane sidumisvõime betooniga.

Eraldi tuleb vaadelda villa ja betooni segu. Saadud segu tulemus on ühe protsendi juures kaheksa ühikut parem ja kahe protsendilise segu juures neli ühikut suurem. Kui vaadata villa ja ilma tekstiilita segu erinevust, siis on see kahekordne. Villa parem survetugevus teistest tekstiili ja betooni segudest võib arvatavasti panna villa heale sidumisomadustele. See aga vajab edasist uuringut materjali käitumise osas betooniga. Kui vaadata seda, et villa ja betooni segu oli veeimavuse algkiiruses teistest tekstiili segudest madalama tulemusega ja survetugevuses teistest tekstiili segudest suurema tulemusega, siis oleks kõige otstarbekam võtta kasutusele villa ja betooni segu. Ilma edasise uuringuta ei saa kindlalt väita, aga tundub, et vill on hea betooni sideaine võrreldes teiste katsetatud tekstiilidega.

Kõik tekstiili ja betoonisegud läbisid minimaalse normsurvetugevuse ja sobiksid kasutamiseks ehitusplatsil. Kindlasti mitte kandvate konstruktsioonidena vaid vähem koormust nõudvate konstruktsioonidena. Lisa uuringuid on vaja, et leida, kas tekstiili lisamine betooni annab ka mingeid muid eeliseid. Näiteks parem heli isolatsioon või parem soojuse läbilaskvus.



### 5.3 Paindetugevuse määramine

Paindetugevusi uurides saab näha, et kui survetugevuses ja veeimavuse algkiiruses olid parimad tulemused villa ja betooni segul, siis paindetugevusel sama segu ei toimi nii hästi võrreldes puuvilla ja polüestri segudega. Kui hästi struktureeritud kiudbetoon muudab betooni paindetugevuse suuremaks, siis tekstiiliga segatud betoonisegu, kus tekstiil on jagatud segu peale suvaliselt ei ole paindetugevus suurenenud vaid pigem vähenenud ühe erandina. Protsentuaalse sisu erinevus survetugevusel polüestri ja betooni segu vahel ei olnud suur. Küll aga olid erinevused ühe protsendilise puuvilla ja kahe protsendilise puuvilla ning ühe protsendilise villa ja kahe protsendilise villa vahel. Protsentuaalne erinevus tagab erineva paindetugevuse (F.F. Aspiras, J.R.I. Manalo, 1995). Mida väiksem protsent seda suurem on paindetugevus.

Üks protsent puuvilla oli paindetugevuse katsetel tunduvalt parem kui ilma tekstiilita segu. See on seletatav kiudbetooni omadusega parandada toote paindetugevust ühtlase kiu paiknemisega segus. Arvatavasti paiknesid puuvilla ja betooni segus kiud piisavalt korrapäraselt, et anda saadud tulemus.

Huvitavalt toimus katsekehade purunemisel pilt, kus kaks poolt püsisid omavahel koos ning ei murdunud lahti ka edasisel käsitlemisel. Selline omadus annaks purunemisel aega konstruktsiooni alt eemalduda. Võimalik kasutusvaldkond oleks maavärina piirkonnas, kus majade kokku kukkumist saaks viivitada elutähtsad sekundeid.

## Kokkuvõte

Käesoleva töö käigus keskenduti tekstiilijäätmete tekkimisele ja võimalikele kasutusvaldkondadele väljaspool tekstiilitööstust. Küsitleti Eestis asuvaid tekstiilifirmasid nende jäätmete tekke ja kasutamise kohta. Võrreldi kolme eri tekstiilmaterjali ja betooni segu ning uuriti nende erinevaid mehhaanilisi omadusi.

Tekstiilidena kasutati kasutusel olnud rõivaid, mis enam kandmiseks ei kõlvanud. Betooni segule lisati massiprotsentide üks ja kaks suuruses kolme erinevat tekstiili. Puuvilla, polüestrit ja villa. Konsistentsiklassi leidmisel sattusid tekstiiliga betoonisegud klassidesse S1 ja S2. Samas kui tavaline ehk ilma tekstiilita katsekeha oli konsistentsiklassis ehk vajumisklassis S3.

Veeimavuse algkiirus oli kõige madalam villaga segatud betoonisegu. Tulemus oli parem kui tavalisel ehk tekstiilita katsekehal. Kõige kiiremini imas vedelikku endasse üheprotsendiline puuvilla ja betooni segu.

Betooni tähtsaima omaduse survetugevuse leidmisel ei olnud tekstiiliga segatud betoonidel tavalisele ehk ilma tekstiilita segule vastast. Tavalise segu keskmine tulemus oli  $47,45 \text{ N/mm}^2$ . 1% puuvilla segu keskmine tulemus oli  $20,99 \text{ N/mm}^2$ . 2% puuvilla segu keskmine tulemus oli  $14,78 \text{ N/mm}^2$ . 1% polüestri segu keskmine tulemus oli  $20,27 \text{ N/mm}^2$ . 2% polüestri segu keskmine survetugevus oli  $14,1 \text{ N/mm}^2$ . 1% villa keskmine tulemus oli  $28,11 \text{ N/mm}^2$ . 2% villa keskmine survetugevus oli  $18,2 \text{ N/mm}^2$ .

Survetugevus vähenes tänu tekstiilile üle kahe korra. Samas aga läbisid kõik katsekehad minimaalse normsurvetugevuse ning oleksid kasutatavad vastava tasemega ehitistel.

Paindetugevus katsekehad olid valmistatud sarnaselt survekatsekehadele. Parima tulemuse katsetustes andis ühe protsendiline puuvilla ja betooni segu. Olles tavalisest ehk tekstiilita segust parem  $0,151 \text{ N/mm}^2$ . Teised tekstiili ja betooni segud olid kehvema tulemusega kui tavaline.

Katsete tulemusena saab öelda, et tekstiili ja betooni segu on kasutamiskõlblik ning nõuab lisa katsetusi, et saada teada erinevaid omadusi ja kasutusvaldkondi.

## Kasutatud Kirjandus

EVS-EN 772-11:2011 „Müürikivide katsemeetodid. osa 11: Betoonest, autoklaavitud poorbetoonist ja tehis- ning looduskivist müürikivide kapillaarse veeimavuse ning keraamiliste müürikivide veeimavuse algkiiruse määramine“. Eesti Standardikeskus

EVS-EN 12350-2:2009 Betoonisegu katsetamine. Osa 2: Vajumiskatse . Eesti Standardikeskus

EVS-EN 12390-2:2009 „Kivistunud betooni katsetamine. Osa 2: Tugevuskatsete katsekehade valmistamine ja hoidmine“. Eesti Standardikeskus

EVS-EN 12390-3:2009 "Kivistunud betooni katsetamine. Osa 3 Kaitsekehade survetugevus". Eesti Standardikeskus

EVS-EN 12390-5:2009 "Kivistunud betooni katsetamine. Osa 5: Katsekehade paindetugevus". Eesti Standardikeskus

R. Senthil Kumar. 2013, “Textiles for industrial applications” . „Textiles in Civil Engineering“ lk 217- 243

Aspiras F.F. and Manolo J.R.I., 1995, Journal of Materials Processing Technology, vol. 48, pp. 379-385. “Utilization of Textile Waste Cuttings as Building Material”

L.P.N. Silva and J.M.I. Reis., 2007, 19th International Congress of Mechanical Engineering. Brasilia. „Mechanical properties of textile reinforced polymer concrete“

Vares, O. 2012, „Savikrohvi niiskustehniliste omaduste määramine: pinnakatete mõju sorptsioonile ja veeauru läbilaskvusele“. Magistritöö. Tallinna Tehnikaülikool Tartu Kolledz

Laasner, E. 10.01.2017, „Eestimaalased annetasiid üle miljoni kilo riideid ja jalatseid“.

<http://tarbija24.postimees.ee/3974157/eestimaalased-annetasid-ule-miljoni-kilo-riideid-ja-jalatseid>

Mägi, M. 19.01.2016, „Humana kogus 60 rekatait riideannetusi“

<http://tarbija24.postimees.ee/3473737/humana-kogus-60-rekatait-riideannetusi>

# LISA 1

Tabel L.1 Survetugevused

Mõõtmed	a	b	c	Purustav Jõud kN	A mm <sup>2</sup>	survetugevus N/mm <sup>2</sup>	Purunemispilt
Tavaline							
1	100,1	98,8	102	540	9889,88	54,6	1 – 2
2	99,7	99,1	102,5	512,3	9880,27	51,85	1 – 2
3	100,6	100,2	101,8	429,1	10080,12	42,57	1 – 2
4	103,6	102,1	100,5	423,8	10577,56	40,07	1 – 2
5	103,1	102,5	100,7	518,2	10567,75	49,04	2 – 7
6	102,1	101	100	480,6	10312,1	46,61	1 – 2
					keskmine	47,45	
1% PV							
1	100,2	101,6	101,2	205,4	10180,32	20,18	1 – 3
2	99,8	101	101	208,5	10079,8	20,68	1 – 3
3	100	101	100,8	188,7	10100	18,68	1 – 3
4	100,2	100,4	100,4	227	10060,08	22,56	1 – 3
5	99,7	100,5	100,2	228	10019,85	22,75	1 – 3
6	100,3	100,5	100,6	212,3	10080,15	21,06	1 – 3
					keskmine	20,99	
2% PV							
1	100,1	102,6	102,3	160	10270,26	15,58	1 – 1
2	102,1	101,2	99,8	153,4	10332,52	14,85	1 – 3
3	101,7	101,2	100	147,5	10292,04	14,33	1 – 1
4	100,4	103,1	101,5	152,9	10351,24	14,77	1 – 3
5	100	102,2	100,1	151,4	10220	14,81	1 – 2
6	100,6	101,3	100,4	145,9	10190,78	14,32	1 – 3
					keskmine	14,78	
1% PE							
1	100	100,9	101	179,5	10090	17,79	1 – 1
2	99,7	99,3	101	179,4	9900,21	18,12	1 – 1
3	100,4	99,2	100,8	210	9959,68	21,09	1 – 3
4	100,3	99,3	101	201,4	9959,79	20,22	1 – 3
5	100	99,9	100,9	216,5	9990	21,67	1 – 3
6	100,5	100,1	100,8	228,6	10060,05	22,72	1 – 3
					keskmine	20,27	
2% PE							
1	100	103	101,7	151,5	10300	14,71	1 – 1
2	100	101,2	101,3	147,6	10120	14,58	1 – 1
3	100,2	101	101,1	142,3	10120,2	14,06	1 – 1
4	100,3	104	103,1	123	10431,2	11,79	1 – 1
5	100	102,6	102,4	149,9	10260	14,61	1 – 1
6	99,6	102	102	151,1	10159,2	14,87	1 – 1
					keskmine	14,1	

Mõõtmel	a	b	c		Purustav Jõud kN	A mm <sup>2</sup>	survetugevus N/mm <sup>2</sup>	Purunemispilt
1% Vill								
1	100,3	101,1	101		296,1	10140,33	29,2	1 – 1
2	100,7	101	100,5		232,6	10170,7	22,87	1 – 2
3	99,6	100	100,2		299,3	9960	30,05	1 – 2
4	100,2	101,6	102		295,1	10180,32	28,99	1 – 2
5	100,2	102	101,9		305,1	10220,4	29,85	1 – 2
6	100,6	101	101,5		281,3	10160,6	27,69	1 – 3
						keskmine	28,11	
2% Vill								
1	100,2	99,9	100,6		161,1	10009,98	16,09	1 – 2
2	99,8	100,5	100,5		237,7	10029,9	23,7	1 – 1
3	100,2	100,6	100,7		195,5	10080,12	19,39	1 – 1
4	100,4	102,8	100,8		150,5	10321,12	14,58	2 – 6
5	100	102,9	101		177,1	10290	17,21	1 – 1
6	100,6	102	101,1		186,8	10261,2	18,2	2 – 7
						keskmine	18,2	

**Tabel L.2** Paindetugevused

Andmed	d1	d2	F	A	f <sub>cf</sub>
Tavaline	mm	mm	kN	mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	102,5	100,5	7,49	10301,25	0,727
2	101,1	100,3	7,56	10140,33	0,746
3	100,2	101,1	8,15	10130,22	0,805
				keskmine	0,759
1% PV					
1	102,1	101,2	10,05	10332,52	0,973
2	101,1	100,2	9,31	10130,22	0,919
3	102,2	100,4	8,59	10260,88	0,837
				keskmine	0,91
2% PV					
1	102,8	99,8	6,41	10259,44	0,625
2	100	100,2	6,62	10020	0,661
3	103	100,5	6,64	10351,5	0,641
				keskmine	0,642
1% PE					
1	103	100,8	7,6	10382,4	0,732
2	101,2	100,5	5,92	10170,6	0,582
3	101,7	100,6	7,19	10231,02	0,703
				keskmine	0,672
2% PE					
1	100,5	100,6	7,45	10110,3	0,737
2	103,4	100,7	5,65	10412,38	0,543
3	102	100,4	6,7	10240,8	0,654
				keskmine	0,645
1% Vill					
1	102	100,1	6,57	10210,2	0,643
2	101	101	6,79	10201	0,666
3	101,8	101,5	6,88	10332,7	0,666
				keskmine	0,658
2% Vill					
1	100	100,1	4,61	10010	0,461
2	102	100,4	4,08	10240,8	0,398
3	102,1	100,8	5,15	10291,68	0,5
				keskmine	0,453

## LISA 2

### KÜSIMUSED:

- 1.Kas teie ostate sisse kangast või ainult lõnga?
- 2.Kas teie kanga lõiked on opimeeritud ja ülejäägi teke viidud miinimumi?
- 3.Kui palju teil tekib ülejääke? Kg? tonnid?
- 4.Mis on Teie praegused praktikad nende jäätmete kasutamisel?
- 5.Kas te oleksite nõus neid koguma ning seejärel soovijatele edastama?
- 6.Mis materjalid Teie jäägid moodustavad? Segatud kiud või 100% üks materjal?

### Vastused:

#### Suva sokivabrik

- 1.Meie ostame sisse erinevaid lõngasid, millest me koome sokke ja sukkasid oma enda tehases Tallinnas.
- 2.Lõnga kasutamisel tekivad äralõiked, mis on protsessi paratamatu osa ja seda vähendada on väga keeruline. Tootmisel tekib ka alati praake ning selle vähendamine on sammuti keeruline.
- 3.Aastane jääkide maht on kuskil 6-7 tonni.  
Seal hulgas on nii praak tooteid kui ka kudumises tekkivaid lõngajuppe.
- 4.Hetkel me lihtsalt viskame need olmeprügisse ning seal edasi lähevad nad prügivedaja käsutusse. Aastaid tagasi oli meil üks klient Venemaalt, kes käis korra kolme aasta jooksul ja viis kõik meie poolt kogutud jäätmed ühe korraga ära. Tal oli tehas, mis purustas tekstiili, et saada uus kiud. Kahjuks viimasel ajal pole temast midagi rohkem kuulnud.
- 5.Kui keegi tunneks huvi meie tekstiilijäätmetest, siis me oleks nõus neid koguma ja edasi müüma soovijale.
- 6.Meie ostame sisse ühte sorti lõnga ning kudumise käigus segame nad omavahel, mille tagajärjel tegib segukiud.

#### Tiina Talumees moestuudio

- 1.Ostame sisse kangast väikeses koguses, sest meie toodangumaht on väike ning sellest õmbleme oma rõivad.
- 2.Kuna lõikamine toimub käsitsi ja personaalselt ühele inimesele, siis kasutatakse maksimaalselt üks kangas ära.
- 3.Kogused ei ole arvestatava suurusega, sest lihtsalt toodangumaht on väga väike.
- 4.Paneme kasti, kust kõik soovijad võivad neid endale haarata ja omal soovil kasutada

5.---

6.Jääkideks on naturaalsed kangad.

#### Ilves Extra

- 1.Kangas ostetakse enamasti Aasiast ning kogused vastavalt tellimustele
- 2.Kanga lõikamine on optimeeritud ning jääkide teke väga väike.
- 3.Ei oska arvuliselt öelda, aga küllaltki vähe. umbes 500 kg kuus ehk.
- 4.Anname heategevuseks ja koolide tööõpetuse tundideks.
- 5.Pole kogumisest huvitatud, sest pole ruumi kuhugi korjata ja tuleohutuse seisukohalt ei tohi midagi liigset kusagi olla
- 6.Segatud, näiteks elasthaniga , kangaste põhikoostis on polüester, on ka 100% polüamiidi

#### Wendre AS

- 1.Lõnga me ei osta. Põhimaterjalid on kangas (erinevad artiklid) ja polüesterkiud. Osaliselt ka nõ. naturaalseid kiudusid nt viskoosi baasil tencel/lyocel
- 2.Oleme püüdnud oma jäätmeid optimeerida- kangalaiuste muutmiseks kitsamaks. Lõikepikkused viidud võimaluse piires miinimumini
- 3.10-15 t nädalas
- 4.Taaskasutame majasiseselt, mis võimalik. Purustatud tekiäärtest teeme padjatäidet. Kui kiud ja kangas eraldatakse majas , siis kiud, kus võimalik, uuesti tootesse. Kangas jäätmeks. Koostöös Toom-tekstiiliga proovime kasutada kiu ja kanga jäätmest kiusegu taaskasutada. Osaliselt müüme jäädet välja. (Leedu, Poola)
- 5.Oleme nõus
- 6.On nii segu kui ka nõ. puhast jäädet

#### Toom Tekstiil

- 1.Kas teie ostate sisse kangast või ainult lõnga?  
Me ostame sisse nii kanga kui ka niidid.
- 2.Kas teie kanga lõiked on optimeeritud ja ülejäägi teke viidud miinimumi?  
On arvestatud pesus kokkutõmbamisega ning õmblusele kuluva osaga. Kangaülejääke müüme samuti Outletis.



3. Pigem kilogrammides, kuna tekiääreriba saame kasutada uuesti. Otseselt kangast me ei purusta ega töötle ümber- seisma jäänud kangad üritame kasutada odavtoodetes ära.
4. Purustusmasinasse kõik mis kannatab purustada (tekiääreriba, nõeltorgitud materjalid jms) Kas te oleksite nõus neid koguma ning seejärel soovijatele edastama? Me müüme oma jääke juba praegusel hetkel edasi, kui tahtjaid on.
5. Kiu kasutame me ise ära, segatud-purustatud kiu saame ka suures osas ära kasutada, osa müüme edasi. Just jääkide korduvkasutuse tõttu võtsimegi kasutusele taaskasutusliini, mis eelnevalt purustab ning seda purustatud materjali saame segada korraliku materjaliga või 100% purustatud materjali uuesti toota.

#### Delux AS

1. ostame sisse kangast.
2. kanga kasutust oleme optimeerinud, nii, et jäägi protsent oleks minimaalne.
3. jääke tekib, kuid suurust ei oska vastata.
4. tekkinud jäätmed pressime kokku, hoiustame ja teatud perioodi tagant saadame ära likvideerimisele.
5. Kogumise kohta- oleme nõus koguma, kui tingimused meile sobivad, kuid mitte väga pikka aega.
6. Jääke on erinevaid, kuna tegeleme nii kanga lõikuse kui ka kanga teppimisega, seega on meil jäätmeid, kus kangas on segatud kiuga ja on ka jäätmeid, mis koosnevad ainult kangast.

#### Tuub

1. Second hand kangas Itaaliast, mis on valmistatud vanadest võrkudest ja vaiba tükkidest
2. Jah, käsitsi lõikamine.
3. Vähe tekib, ei oska kogust öelda.
4. Lapsele lähevad mängimiseks need tükid ning osad tükid lähevad Kleidivabrik OÜ-le, kes teeb nendest lasteriideid.
5. Jah, juba teeme seda.
6. 100% polüamiid

#### Diana Kurves

1. Kangas tuleb Eesti poodidest
2. Käsitsi lõikamine

3. Oleneb nädalast, kuskil 1-5kg varieerub
4. Olmeprügisse
5. Ei tea, kas keegi sooviks.
6. Segakiud, kuna ei vali materjali järgi kangast

#### Raili Nõlvak

1. Kangas ostetakse Itaaliast
2. Käsitsi lõikamine
3. Koguseid ei oska öelda, aga küllaltki vähe
4. Suuremad tükid annavad edasi "Kreeka pähkel" firmale, kes teevad lapiseelikuid ja väiksematest tükkidest õmbleb endale ise padjapüüre. Väga väikesed lähevad äraviskamisele.
5. Juba tegelevad
6. Segu kangas

#### Donna Nordica

1. Kangas tuleb Aasiast
2. Käsitsi lõikamine
3. Ei tea, sest õmblemisteenus ostetakse sisse
4. Ei tea
5. Ei tea
6. Segu kangas

#### BonBon Lingerie

1. Ostame sisse ainult kangaid.
2. Paigutuse teeme nii hästi kui on võimalik, lõigete vahelistesse aukudesse paigutame lisatooted (väikesed): sokid, laste aluspesu, särgid, silmamaskid ja vaatame jooksvalt, et kangas saaks maksimaalselt kasutatud.
3. Me ei pea jääkidele arvestust.
4. Kuna toodame aluspesu Eestis, siis meie enda õmblejad oskavad juurdelõikusest tekkinud jääkidele maksimaalse rakenduse leida ja kasutavad need enda otstarbeks ära. Arvestades fakti, et ühe komplekti aluspesu valmistamiseks ei lähe meetreid kangast – nagu näiteks ülerõivaste tootmiseks.

5. Tavaliselt selliseid märkimisväärseid jääke ei jää või kuluvad need siin samas proovilappideks ja õmbluste katsetamiseks ära. Samas kui on mõni kursuseprojekt või pesuprojekt käsil, siis oleme olnud nõus tudengeid aitama.
6. Materjalid on enamasti segatud kiud, välja arvatud hügieeniks kasutatava puuvilla puhul (100% puuvill).

#### Little Green Bird

1. Ainult kangast
2. jah, kasutan ka ülejääke teistes toodetes
3. aastas u 80 kg
4. olenevalt jäätme suurusest loon neist uusi tooteid rõivadisainis
5. jah
6. umbes 70% puuvill, 30% muud kuid

#### AS Teaspon

1. Ostame sisse kangast
2. Loomulikult
3. Umbes 300-400L nädalas
4. Mõned kasutavad kaltsuvaipade kudumiseks, ise kasutame käte kuivatamiseks
5. Üldiselt jah; oleneb kokkuleppes
6. Peamiselt 100% PV ja 100% lina

#### Kamilla OÜ

1. Ostame kangast.
2. Ikka kasutatakse riidet võimalikult optimaalselt.
3. Tekkib kilodes, ehk 15 kg kuus
4. Sünteetilised visatakse ära ja imavad materjalid korjame kokku ja anname autofirmadele kasutamiseks.
5. Teeme seda kogu aeg.

## 6. Pa ly, co ly, viskoosid

### Nurme Production OÜ

1. Kas teie ostate sisse kangast või ainult lõnga? Ostame kangast.
2. Kas teie kanga lõiked on opitmeeritud ja ülejäägi teke viidud miinimumi? On optimeeritud ja viidud miinimumini.
3. Kui palju teil tekib ülejääke? Kg? tonnid? Keskmiselt 1,5 tonni kuus.
4. Mis on Teie praegused praktikad nende jäätmete kasutamisel? Olmejäätmed.
5. Kas te oleksite nõus neid koguma ning seejärel soovijatele edastama? Need jäätmed on koos lõigetega, meie eraldi sorteerima ei hakka, kui keegi soovib ise sorteerida, siis võimalik.
6. Mis materjalid Teie jäägid moodustavad? Segatud kiud või 100% üks materjal? Jäägid moodustuvad nii segatud kiududest kui ka 100% ühest materjalist.

### AS Svarmil

1. Kas teie ostate sisse kangast või ainult lõnga?  
AS Svarmil ei osta sisse kangast ega ka lisatarvikuid. Toodame tööriivaid emattevõtetest saadetud materjalidest.
2. Kas teie kanga lõiked on opitmeeritud ja ülejäägi teke viidud miinimumi?  
Meie juurdelõikus programmid ja juurdelõikust sooritavad robotid on viidud tasemeni, kus jääke tekib vähe ning raiskamist pole.
3. Kui palju teil tekib ülejääke? Kg? tonnid?  
Juurdelõikusrobot sooritab lõikustööd läbi kangale asetatud perforeeritud paberi ning seetõttu ei ole meie jääkides ainult tekstiilmaterjal vaid ka osad perforeeritavast paberist ehk segajäätmed. Jäätmete kogus sõltub paljuski tellimuste arvust.
4. Mis on Teie praegused praktikad nende jäätmete kasutamisel?  
Kuna jäätmed on segu tekstiilist ja paberist, siis need jäätmed pressitakse kokku ja utiliseeritakse.
5. Kas te oleksite nõus neid koguma ning seejärel soovijatele edastama?  
Kahjuks ei saa neid sorteerida või kui olekski soovi sorteerida, siis oleks see väga ajamahukas töö.

6. Mis materjalid Teie jäägid moodustavad? Segatud kiud või 100% üks materjal?  
Vt.punkti nr. 3.

OÜ Peirro

- 1.Valmistame allhanget peamiselt tellijate materjalist ( kangast )
2. Lõiked on optimeeritud ja ülejäägid viidud miinimumini
3. Ei oska öelda
- 4.Viskame ära
- 5.Oleksime nõus koguma kuigi see on lisaag
6. Segatud kiud

Baltika Tailor

1. Kas teie ostate sisse kangast või ainult lõnga? Kasutame tootmises kangast ( villane, siid, linane, segakiudkangad jne )
2. Kas teie kanga lõiked on optimeeritud ja ülejäägi teke viidud miinimumi? Jäägid viidud miinimumini ( paigutused ja lõikus on automatiseeritud )
3. Kui palju teil tekib ülejääke? Kg?  
tonnid? Sõltuvalt materjalide raskusest võib kuude lõikes jäätmete kogus kõikuda 6- 9 tonni /kuu, keskmiselt arvestame ca 7 tonni/kuu ( töötame aastas 11 kuud ) Tallinna ja Ahtme tootmine kokku.
4. Mis on Teie praegused praktikad nende jäätmete kasutamisel? Paberi kogume ( suured tükid, mida on võimalik tootmise käigus koguda ), saadame taaskasutusse, ülejäänud segajäätmed utiliseerime prügifirma abiga.
5. Kas te oleksite nõus neid koguma ning seejärel soovijatele edastama? Oleme nõus koguma, kui see ei nõua liiga suuri pingutusi s.t. on võimalik teostada maksimaalselt lihtsalt ja osutub meile kasulikuks tegevuseks.
6. Mis materjalid Teie jäägid moodustavad? Segatud kiud või 100% üks materjal?  
Lõigetevahelised kaod on segajäätmed, milledes on kihtidena jõupaber, kangad, paigutuste jooniste paber, kile.