



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Materjali- ja keskkonnatehnoloogiainstituut

KANEPIKIU TÖÖTLUS JA OMADUSED

PROCESSING AND PROPERTIES OF HEMP FIBRE

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Jana Korsakova

Üliõpilaskood: 103620KAOB

Juhendaja: Heikko Kallakas

Tallinn, 2017.a.

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” 201.....

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees
/ nimi ja allkiri /

Sisukord

Jooniste loetelu	5
Tabelite loetelu	7
Sissejuhatus	8
1 Kirjanduse ülevaade	9
1.1 Kanep.....	9
1.2 Kanepi kasvatamine	11
1.3 Kanepikiu omadused	13
1.4 Kanepi töötlus.....	14
1.5 Kanepi kasutusvõimalused	15
1.6 Kanepist isolatsioonmaterjalid	17
1.6.1 Vicarius Canna Flex	17
1.6.2 Vicarius Canna Panel	18
1.7 Lina ja kanepi komposiitide tootmine	19
2 Materjalid ja meetodid	21
2.1 Villapuhastusmasin Wood Selector 2.....	21
2.1.1 Kasutusvaldkond	21
2.1.2 Tööpõhimõtte	21
2.1.3 Villapuhastuseadme põhispetsifikatsioon	22
2.1.4 Säilitamise ja kasutamise tingimused.....	22
2.1.5 3Mehaanilised andmed.....	23
2.1.6 Elektrilised andmed.....	23
2.1.7 Kohustuslikud tarvikud komplektis:	24
2.1.8 Spetsiaalse tellimusega toodud tarvikud	24
2.1.9 Seadme ehitus.....	24
2.1.10 Kasutusjuhend	26
2.1.11 Katsetamine	29
2.1.12 Tulemuste hinnang	30
2.1.13 Hooldus ja parandus	30
2.2 Kanepikiu puhastamine villapuhastusmasinaga.....	33
2.2.1 Kanepikiudude joontiheduse määramine	33
2.2.2 Diameetri määramine mikroskoobi abil.....	35
3 Tulemused ja analüüs	36
3.1 Kiu paksuse ja pikkuse määramine peale villapuhastuse masina töötlust.....	36
3.2 Kanepikiudude joontihedus	39

3.3 Diameetri määramine mikroskoobi abil	42
Kokkuvõtte	52
Kasutatud kirjandus	53
Summary	54
Lisa 1 Villapuhastuseadme skeem.	55

Jooniste loetelu

Joonis 1.1 Kiudallikad.....	10
Joonis 1.2 Kanepi kasvatamine.....	12
Joonis 1.3 Kiukanep.....	12
Joonis 1.4 Kanepi kiud pärast pleegitamist.....	12
Joonis 1.5 Vicarius Canna Flex isolatsioonplaadid.....	17
Joonis 2.1 Plaadi proov.....	20
Joonis 2.2 Plaadi saamine pressimisest.....	20
Joonis 2.3 Villapuhastusmasina puhtakiu kogumiskast.....	32
Joonis 2.4 Villapuhastusmasinasse kanepi panemine.....	32
Joonis 2.5 Konditsioneer standard tingimuste jaoks.....	34
Joonis 2.6 Konditsioneer pult.....	34
Joonis 2.7 Analüütiline kaal	34
Joonis 2.8 pikkuse määramine.....	34
Joonis 3.1 KIUD 1.....	37
Joonis 3.2 Jääk 1.....	37
Joonis 3.3 KIUD 2.....	38
Joonis 3.4 Jääk 2.....	38
Joonis 3.5 KIUD 3.....	39
Joonis 3.6 Jääk 3.....	39
Joonis 3.7 väiksema diameetriga KIUD 1 (ssurendus 10x10).....	42
Joonis 3.8 väiksema diameetriga KIUD 1 (suurendus 10x10).....	42
Joonis 3.9 keskmise diameetriga KIUD 1 (suurendus 10x10).....	42
Joonis 3.10 keskmise diameetriga KIUD 1 (suurendus 10x10).....	42
Joonis 3.11 suurema diameetriga KIUD 1 (suurendus 10x10).....	42
Joonis 3.12 suurema diameetriga KIUD 1 suurendus 10x10).....	42
Joonis 3.13 KIUD 1 diameetrite võrdlused (μm).....	43
Joonis 3.14 väiksema diameetriga KIUD 2 (suurendus 10x10).....	43
Joonis 3.15 keksmise diameetriga KIUD 2 (ssurendus 10x10).....	43
Joonis 3.16 keksmise diameetriga KIUD 2 (ssurendus 10x10).....	43
Joonis 3.17 suurema diameetriga KIUD 2 (suurendus 10x10).....	44
Joonis 3.18 suurema diameetriga KIUD2 (suurendus 10x10).....	44
Joonis 3.19 KIUD 2 diameetrite võrdlus (μm).....	44

Joonis 3.20 väiksema diameetriga KIUD 3 (suurendus 10x10).....	45
Joonis 3.21 väiksema diameetriga KIUD 3 (suurendus 10x10).....	45
Joonis 3.22 keskmise diameetriga KIUD 3 (suurendus 10x10).....	45
Joonis 3.23 keskmise diameetriga KIUD 3 (suurendus 10x10).....	45
Joonis 3.24 suurema diameetriga KIUD 3 (suurendus 10x10).....	45
Joonis 3.25 suurema diameetriga KIUD 3 (suurendus 10x10).....	45
Joonis 3.26 KIUDUDE 3 diameetrite võrdlus (μm).....	46
Joonis 3.27 väiksema diameetriga Jääk 1 (suurendus 10x10).....	47
Joonis 3.28 väiksema diameetriga Jääk 1 (suurendus 10x10).....	47
Joonis 3.29 keskmise diameetriga Jääk 1 (suurendus 10x10).....	47
Joonis 3.30 keskmise diameetriga Jääk 1 (suurendus 10x10).....	47
Joonis 3.31 suurema diameetriga Jääk 1 (suurendus 10x10).....	47
Joonis 3.32 suurema diameetriga Jääk 1 (suurendus 10x10).....	47
Joonis 3.33 jääkide 1 diameetrite võrdlus (μm).....	48
Joonis 3.34 väiksema diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10).....	48
Joonis 3.35 väiksema diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10).....	48
Joonis 3.36 keskmise diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10).....	48
Joonis 3.37 keskmise diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10).....	48
Joonis 3.38 suurema diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10).....	49
Joonis 3.39 suurema diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10).....	49
Joonis 3.40 jääkide 2 diameetrite võrdlus (μm).....	49
Joonis 3.41 väiksema diameetriga Jääk 3 (suurendus 10x10).....	50
Joonis 3.42 väiksema diameetriga Jääk 3 (suurendus 10x10).....	50
Joonis 3.43 keskmise diameetriga Jääk 3 (suurendus 10x10).....	50
Joonis 3.44 keskmise diameetriga Jääk 3 (suurendus 10x10).....	50
Joonis 3.45 suurema diameetriga Jääk 3 (suurendus 10x10).....	50
Joonis 3.46 suurema diameetriga Jääk 3 (suurendus 10x10).....	50
Joonis 3.47 jääkide 3 diameetrite võrdlus (μm).....	51

Tabelite loetelu

Tabel 1.1 Kiudtaimed ja kogused	10
Tabel 1.2 Kliimatilised nõuded mõnedele looduslikele kiududele	11
Tabel 1.3 Sünteetiliste kiudude omadused	14
Tabel 1.4 Looduslike kiudude omadused.....	14
Tabel 1.5 Tehnilised omadused Vicarius Canna Flex.....	17
Tabel 1.6 Tehnilised omadused Vicarius Canna Panel.....	19
Tabel 2.1 Pressimine.....	20
Tabel 2.2 Võimalikud rikked ja nende kõrvaldamised.....	32
Tabel 3.1 Kanepikiu ja -jäägi mõõtmised peale esimest villapuhustusmasina töötlust.....	36
Tabel 3.2 Kanepikiu ja -jäägi mõõtmised peale teist villapuhustusmasina töötlust.....	37
Tabel 3.3 Kanepikiu ja -jäägi mõõtmised peale kolmandat villapuhustusmasina töötlust.....	38
Tabel 3.4 KIUD1 ja JÄÄK1 joontihedused.....	40
Tabel 3.5 KIUD2 ja JÄÄK2 joontihedused.....	40
Tabel 3.6 KIUD3 ja JÄÄK3 joontihedused.....	41

Sissejuhatus

Küttekulude vähendamiseks, on vaja valida õige isolatsioonimaterjal. Eriti sobib selleks looduslikust kiust - kanep. Kanep tagab ideaalse mikrokliima ruumides. Lisaks põleb kanep halvasti ja tagab hea heliisolatsiooni. Kanepist isolatsioonimaterjal säästab mitte ainult raha, vaid ka keskkonda. Lisaks sellele kasutatakse kanepit ka ehituses, tekstiiltehnoloogias, kuna ta on hea material, mida ei ole vaja töödelda erinevate pestitsiididega, kuna ta ei reageeri hallitusele ja erinevatele mikroorganismidele, mis on omakorda suur eelis allergikutele. [1]

Eesti kliima sobib hästi kanepi kasvatamiseks, kuid kanepit on vaja töödelda, ja see protsess ei ole väga odav. Selle alternatiiviks proovitakse antud töös mahuka töötlemisprotsessi asemele võtta kasutusele villapuhustusmasin Wool Selector-2.

Bakalaureusetöö eesmärgiks on selgitada välja, kas villapuhustusmasin Wool Selector-2 sobib kanepikiudude töötlemiseks ja puhaste kiudude saamiseks. Seadme tööpõhimõtte baseerub katsekeha kohestamisel eraldatud kiududeks ning prahtlisandite eraldamisel. Põhiliseks probleemiks on, kas antud villapuhustusmasinaga saab eraldada kanepi põhust puhta kiu ja prahtlisandeid ning kui palju koria tuleb kiudud töödelda, et saada paremad tulemused. Kuna kanepi ehitus ei ole sama nagu villal, siis tuleb töös uurida kas antud masin saab töödelda kiudu, mis on teistsuguse struktuuriga. Saadud kiudude omadusi saab uurida arvutades joontihedust, määrates diameetri mikroskoobi all, määrates pikkust ja paksust joonlaua abil.

Bakalauresuetöö esimeses, kirjanduse ülevaate peatükis kirjeldatakse kanepikiudude omadusi, saamist ja töötlust. Töö teises osas seletatakse põhjalikult villapuhustusmasinaga Wool Selector-2 tööpõhimõtet, ehitust, kasutamist ja hooldamist. Lisaks kirjeldatakse villapuhustusmasinaga saadud kiudude kvaliteedi määramist. Töö kolmandas osas tuuakse välja katsete tulemused ja võrreldakse erineva kvaliteediga kiudusid ning tehakse kokkuvõtte katsetulemustest.

1 Kirjanduse ülevaade

1.1 Kanep

Lisaks sisalile on kanep on enim kasutatav looduslik kiud sarrusena komposiidites. Kanep on üks kõige keskkonnasõbralikumaid ja vanemaid kiudusid. Columbia maailma ajalugu räägib, et kanepi kangaga inimese jäänused on avastatud umbes juba 8000 e.KR. Kanepitaime õitest ja vähemal määral ka lehtedest vaigu eritised sisaldavad narkootilist 9-tetrahydrokannabinooli (THC), mille pärast marihuaana ja hašiš on kuulsad. Kuna tööstuslik kanep toodab vähem kui 0,2% THC-d, siis seda ei saa kasutada narkootikumina. [1]

Kanep on iga-aastane taim Kesk-Aasias, mida kasvatatakse juba enam juba kui 12 000 aastat. Kanep jõudis tõenäoliselt Kesk-Euroopasse rauaajal ning selle kohta on olemas tõendid Ühendkuningriigis (800-1000PKR). Praegu kasvatatakse kanepit peamiselt Euroopas, Kesk-Aasias, Filipiinides ja Hiinas. Vastavalt Toitlus- ja Põllumajandusorganisatsiooni (FAO) aruannetele, kasvatatakse peaaegu pool maailma tööstuslikust kanepist Hiinas. Lisaks kasvatatakse kanepit veel Tšiinis, Prantsusmaal, Korea Rahvademokraatlikus Vabariigis ja Hispaanias. [1]

Kanepi taimedes on kiud mis annavad tugevuse ja jäikuse. Suur tugevus ja jäikus teeb kanepist kasuliku materjali, mida saab kasutada tugevdajana komposiitmaterjalides. FAO andmetel kasvas maailma kanepikiu tootmine 50 000 tonni 2000. aastast ligi 90 000 tonnini 2005 aastal. Kanep moodustab tänapäeval vähem kui 0,5% looduslike kiudude toodangust maailmas. [1]

Põhja parasvöötme kliimas kasvab 2 perekonda kanepit, mis jagunevad 3 või 4 liigiks. Need on harilik kanep (*Cannabis sativa*) või lokkis () rohi. Lehti vahetavad taimed ja tuultolmlevad taimed, mille õied on väikesed. Kanepit on tavaliselt kahteliiki: mees õisikud on tavaliselt suuremad ja paljude õitega; emasõisikud on vastupidi, väikesed ja väheste õitega.

Looduslikud kiud klassifitseeritakse 2 liigiks: primaarsed ja sekundaarsed. Esmased taimed on need, mis kohe omavad kiudainesisaldust ning teised saavad selle kõrvalsaadusena toote mõnest muust esmasest kasutamisest. Džuut, kanep, sisal ja puuvill on primaarsed taimed (Joonis 1.1). Sekundaarsete taimete hulka kuuluvad näiteks ananass, teravilja varred, agaav, palmi ja kookose õli. [1]

Tabel 1.1 Kiudtaimed ja kogused [5]

Kiud	Maailmas (kuivaine tonnides)
Puit	1 750 000 000
Kõrs (nisu, riis, kaer, oder, rukis, lina, rohi)	1 145 000 000
Varred (mais, sorgo, puuvill)	970 000 000
Suhkruroog	75 000 000
Pilliroog	30 000 000
Bamboo	30 000 000
Puuvill	15 000 000
Luu (džuut, kanep)	8 000 000
Papüürus	5 000 000
Niin (džuut, kanep)	2 900 000
Esparto	500 000
Lehed (sisal, manilla, heneken)	480 000
Sabai	200 000
Kokku	4 033 080 000

Лубянные культуры, служащие для добычи волокон из стеблей



Joonis 1.1 Kiudallikad [1]

Tabel 1.2 Kliimatilised nõuded mõnedele looduslikutele kiududele [5]

Nimetus	Optimaalne temperatuur (°C)	Minimaalne mulla niiskus (mm)	Optimaalne mulla pH	Kasvamise tsükkel (päevi)	Kiudude saak (kg/ha)
Lina	10-20	150	5,5-7,0	85-120	1100
Kanep	13-22	125	7,0-7,4	130-180	1225
Ramjee	20-30	140	5,4-6,4	45-60	550
Džuut	18-33	250	6,6-7,0	120-150	2200
Kenaf	22-30	120	6,0-6,8	150-180	1700
Roselle	25-30	150	5,2-6,4	150-180	2600
Urena	21-27	160	ca 7	120-180	2200
Sunn kanep	18-33	-	-	90-120	3610
Sisal	25-30	120	ca 7	12-15 aastat taime elutsükkel	3360
Puuvill	21-25	175	5,2-7,0	180-200	790
Manilla	25-29	200	5,2-6,4	7-8 aastat taime elutsükkel	3000
Kapok	-	120	5,2-6,4	-	-

1.2 Kanepi kasvatamine

Kanep on üldnimetus taimedele mis kuuluvad Cannabis perekonda. Cannabis sativa on tööstuslik kiu liik Euroopas, Kanadas, Hiinas ja mujal. Cannabis sativa indica on halvema kvaliteediga kiud, mis on peamiselt kasvatatud ravimite tootmiseks. See on üheaastane taim, mis kasvab parasvöötme kliimas, kus taimed kasvavad kuni 4.5m (1,2-5 m) kõrguseks ligikaudu 140-145 päevaga, varre läbimõõt 4-20mm (Batra, 2007). Kiusaak võib olla suursjärgus 900-2600 kg/ha. [1]

Kanepi kasvatamine on vähenenud viimase kahe sajandi jooksul (Joonis 1.2). Kanep on olnud populaarne kiudaine, sest taim kasvab kiiresti, moodustades väga tugeva niinekiu. Traditsiooniliselt kasutatakse neid tekstiilkiudeks ning lõuendiks. Sõna lõuend (canvas) on tuletatud sõnast kanep (cannabis). Kanepi köis on tuntud oma tugevuse ja vastupidavuse poolest mädanemisele. Kanepi köis mädaneb seest välja ja seetõttu näeb ta välja nagu tugev köis kuid võib puruneda ettearvamatult. Kanepi paberile, peamiselt sigareti paberile, on väike turg, kuid kanepimassi kulud on ligikaudu kuus korda suuremad puidumassi kulust.

Kanepi niinekiud on kaetud paksu koorega, mis eemaldatakse leotamisel ja moodustab umbes 15-25% kogu varre kuivmassist. Keskmine kanepi niinekiu pikkus on 25 mm (5-55 mm) ja keskmine kiu laius on 25 μm (10-51 μm) (Ilvessalo-PfaËffli,1993). Niinekiu otsad on koonusekujulised ja nürid. Kanepit ostetakse peamiselt sellepärast, et ta on kvaliteetne, mis on sõltuv peamiselt värvist ja läikest, ja kaalu pärast. [5]



Joonis 1.2 Kanepi kasvatamine [8]



Joonis 1.3 Kiukanep [16]



Joonis 1.4 Kanepi kiud pärast pleegitamist [14]

1.3 Kanepikiu omadused

Seoses nafta hinna tõusuga tekkib tõsine vajadus hästi soojustada eramuid, et vältida energiakadu ning selleks on vaja valida õige isolatsioonimaterjal. Eriti sobib selleks looduslik kanep.

Kanep tagab ideaalse mikrokliima ruumides.

Isolatsioonimaterjal kanepist säästab mitte ainult raha, vaid ka keskkonda.

Kanep on looduslik kiud, mis on väga vastupidav kahjuritele. Kanepist tehtud isolatsioonimaterjal sobib paigaldamiseks eramajja või remonditöödel vanas hoones. Kanep on sõltuv niiskuse toimest kuid samas on ta väga tugev materjal, mis tagab ühtlase kvaliteetse isolatsiooni. Lisaks tagab kanep ideaalse ruumi mikrokliima ja seda on lihtne töödelda. Kanepiga ei ole vaja karta terviseprobleeme, nagu sügelus ja põletustunnet. Katsed näitavad, et kanep on väga hea isolatsioonimaterjal. Taimset päritolu isolatsioonimaterjalidest on kanep esikohal. [14]

Kanepi säästab raha ja ei kahjusta keskkonda.

Kanepist isolatsioonimaterjalid ei ole hea keskkond putukatele, seega ei ole vaja töödelda pinda keemiliste pestitsiididega, mis tähendab, et antud piirkonnas ei ole terviseprobleemide tekkimise ohtu inimestele. Kuna kanep on looduslik materjal, on ta taaskasutatav peale kasutamist. Selle tõttu peetakse kanepit kõrgema kvaliteediga kiuks võrreldes teiste looduslike kiududega, mida kasutatakse isolatsioonimaterjalidena. [14]

Kanep põleb halvasti ja tagab hea heliisolatsiooni.

Tänu suurepärasele võimele - salvestada soojust, suvel kanep kaitseb eluruumi ülekuumenemise eest. Lisaks põleb kanep halvasti, kuid pakub kvaliteetset heliisolatsiooni. Kanepit saab kasutada vastupidavate ehitusmaterjalide tootmiseks ja seega on kanep ideaalne isolatsioonimaterjal, mis ei kahjusta inimese tervist ega ka keskkonda. [14]

Tabel 1.3 ja 1.4 annavad mehaaniliste ja füüsikaliste omaduste võrdlust mitmetest looduslikest ja sünteetilisest kiudude liikidest.

Selleks, et paremini mõista varieeruvuse on vaja kõigepealt mõista struktuuri looduslikest kiududest.

Tabel 1.3 Sünteetiliste kiudude omadused [5]

Liik	Tihedus ($\times 10^3 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	Young'i moodul (GPa)	Tõmbetugevus (MPa)	Deformatsioon purunemisel, %
E-klaas	2,56	76	2000	2,6
Ülitugev süsinik	1,75	230	3400	3,4
Kevlar (aramid)	1,45	130	3000	2,3
Boor	2,6	400	4000	1,0

Tabel 1.4 Looduslike kiudude omadused [5]

Liik	Tihedus ($\times 10^3 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	Young'i moodul (GPa)	Tõmbetugevus (MPa)	Deformatsioon purunemisel, %
Lina	1,4-1,5	50-70	500-900	1,3-3,3
Kanep	1,48	30-60	310-750	2-4
Dzuut	1,4	20-55	200-450	2-3
Sisal	1,45	9-22	80-840	3-14
Puuvill	1,5	6-10	300-600	6-8

1.4 Kanepi töötlus

Kanepi esmane töötluste jagatakse tööstuslikuks ja mittetööstuslikuks. Tööstusliku töötluste puhul kõik kiu saamise protsessid on koondatud spetsiaalsetesse tööstuslikesse tehastes. Mittetööstusliku töötluste puhul kiu saavad majandusest. Kõige rohkem on levinud selline vorm, kus mõned operatsioonid, mis ei ole seotud masinatega tehakse põllumajanduse ettevõttes (nagu töödeldud põhu valmistamine), ning järgnev masinatöötluste tehastes. [8]

Töödeldud põhk – lina ja kanepi põhk, mis oli töödeldud termiliselt, bioloogiliselt või keemiliselt. Sellise töötluste puhul pektiinained lagunevad ja seovad puidu ja kattekoed kiuliste kimpudega, ning see annab head tingimused järgneva kiu eraldamiseks.[9]

Kiu eraldatakse trustist mehaaniliselt, töödeldes mudi- ja ropsimismasinatega. Kiu saamise protsent linal varieerub 25-40%, kanepil 15-25%. Trustist saadakse ropsmed.

Ropsmed – ketrustaimede varte puitumine (lina, kanep, kenaf jt), saadud esmatöötlustega

Ropsmetest tehakse ehitus- ja soojusisolatsiooni materjalie, paberit, kütust. Ta on hea substraat šampinioonide kasvatamiseks. [9]

Betooni, mis on tehtud ropsmetest, sobib kanep palju paremini kui lina. Tema head tugevusnäitajad on tingitud sellest, et enne niinekiu saamist kanepi varred töödeldakse pikkaajaliselt hüdrotermiliselt (20-30 päeva jooksul varred märguvad ja siis kuivavad), mis võimaldab võimalikult palju väheneda kergesti hüdrolyseeruvaid aineid, mis takistavad tsemendi kõvenemine. [8]

Töödeldud põhu saamiseks on olemas mitu võimalust: varte aurutamine rõhu all, keemiline ja bioloogiline meetod. Kõige levinum on bioloogiline meetod, mis seisneb selles, et kiuline osa kaob mikroorganismide mõjul.

Niinetaimede pektiinainete käärimise protsessi nimetatakse leotuseks ning leotatud põhku töödeldud põhuks. Kanepikiutehasesse töödeldud põhu tarnimiseks peab iga kanepikasvatus omama mitut leotustõrt, värske vee varustussüsteemi, leotusvedeliku puhastus- ja äravoolusüsteemi, põhu transpordisüsteemi, töödeldud põhu äraveovahendeid põllule kuivatuseks. Kanepit leotatakse peamiselt augustikuus, siis kui veetemperatuur on umbes 20°C ning kanepileotus toimub 9-10 päeva. Mikroorganismide elutegevuse ideaalne temperatuur on 35-37°C. Töödeldud kanepi põhku on võimalik tööstuses töödelda hooaja jooksul 600 tonni. [11]

Kasteleotuse puhul pektiinainete käärimisel põhi ergutaja on hallitusseen (veeleotusel on – mikroorganismid). Leotuse kestvus ja töödeldud põhu kvaliteet sõltub soojusest, niiskusest ja valgustusest. Optimaalsed parameetrid seene arenemiseks on temperatuur 15-20°C ja suhteline õhu niiskus mitte vähem kui 60%. Kõige sobilikum on kanepi kasvatamiseks valida maa mis on kaetud lopsaka rohuga. Kui põhk lamab põllul, siis ebapiisava õhuvahetuse tõttu tekib mädenemine, mis alandab trusti ja kiu kvaliteedi.

Parimad tulemused annab sügisene laotus. Alustatakse seda pärast kanepi kogumist (august, september). Antud töödeldud põhk peab olema seotud kimbuna diameetriga 20-25cm, ning sorteeritud pikkuse, leotuse astme ja värvi järgi. [8]

1.5 Kanepi kasutusvõimalused

Vanasti valmistati kanepist kanepitempi inimtoiduks. Selleks jäeti puhastatud kanepiseemned ööpäevaks ahjus kuivama. Järgmisel päeval pandi nõrgale tulele küpsema seni, kuni seemned praksuma hakkasid. Küpseid seemneid uhmerdati kuumalt, kuni teradest saadi jahu. Kui segu

oli juba kleepuv, oli see valmis. Tavaliselt kasutati seda kartulitega või määriti tempi ka leivale. See retsept oli tuntud Ida- ja Lääne-Eestis. [5]

Kanepiseemned sisaldavad 30-34% õli, millest on võimalik valmistada söögiõli. Kollakaspruuni kanepiõlist on võimalik toota värnitsat, lakki või värvi. Samuti neid kasutatakse ka linnusöödaks.

Kanep on rebimisel linast tugevam. Ta on üks tugevamaid ja vastupidavamaid looduslikest kiududest. Kuna kanepi kiud on rohkem puitunud kui lina, kasutatakse seda kangakudumiseks vähe. Kanepikiu tugevuse ja niiskusele vastupidavuse tõttu, valmistatakse sellest köisi, nõöre ja isegi tuletõrjevoolikuid. [12]

Veel üheks suureks kanepi kasutusvaldkonnaks on paberite valmistamine. Paber leiutati Hiinas viis tuhat aastat tagasi ning see oli tehtud just kanepist. Esimese Piibli ning Ühendriikide konstitutsiooni originaaleksemplaarid on trükitud just kanepist paberi peale. Puidust hakati paberit valmistama palju hiljem ning see kaitses meie metsa ning hapniku saadavust, nagu räägitakse “mets on meie kopsud”.

Tänapäeval valmistatakse palju erinevaid looduslikust kiust taimseid materjale. Puit on tuntuim ja levinuim neist, kuid on ka siiski suur hulk mitte-puit kiude, mis on eriti hakanud huvi pakkuma praegusel ajal, sest nad võivad asendada sünteetilisi kiude. Kiud nagu puuvill, sisal, kookos, lina ja kanep on tuntud inimkonnale ja on kasutatud aastatuhandeid tekstiilmaterjalide valmistamiseks. Puuvill ja kapokiõli on näiteks saadud seemnetest, samas sisal saadakse lehtedest. Lina, kanep ja džuuat kuuluvad niinekiudude gruppi. Lina ja kanep saavad tänapäeval märkimisväärset tähelepanu Ühendkuningriigis ja Euroopas, kus nendes nähakse potentsiaali polümeermaatriksi tugevdajana komposiitmaterjalides (PMC).

Aluselised keemilised ehitusplokkid kõikide “lignotselluloosi kiududele” on sarnased, kas oleme viidates rafineerinud puitkiud või linakiud. Sarnaste sammude viisil korralduse konstruktsioonielementide rakud on sarnased.

1.6 Kanepist isolatsioonmaterjalid

1.6.1 Vicarius Canna Flex

Paindlik isolatsioonplaat mis on valmistatud kanepikiududest *Vicarius Canna Flex* on mõeldud seinte, põrandate ja katuste soojendamiseks. Materjal kaitseb võrdselt hästi maja nii talvel külma, kui ka suvel kuuma eest ning aastaringselt ümbritsevast müra. [7]

Peamiseks tooraineks on kanep, mis kiiresti kasvav üheaastane taim ning millel on mitmeid unikaalseid omadusi. Vicarius Canna Flex koosneb kanepikiust, sideainest ja soolast, mis parandab materjali tulekindlust ilma täiendavate kahjulike lisandite ja formaldehüüdidega.

Vicarius Canna Flex eelised:

- Kanepit kasutatakse hoonete soojendamiseks juba sadu aastaid tagasi.
- Kanepi isolatsioon on täiesti võrreldav mineraalsete isolatsioonimaterjalidega soojusjuhtivuse poolest $\lambda = 0,040 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$
- kaks korda suurem soojamahtuvus kui mineraalsetel analoogidel $C = 1600 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$
- Kanepi kiul on unikaalne omadus reguleerida ruumi niiskust, võttes liigne niiskus ja andes seda vajadusel ära
- Kõrge difusiooni avatus ja niiskuse ümberjaotumise võimalus on peamised põhjused soojendaja kulu säästmiseks väga niiskes keskkonnas.
- Absoluutselt ohutu materjal, ei nõua spetsiaalset kaitseriietust ja respiraatorit. Materjalil on meeldiv lõhn ja ei tekita kurgu ärritust või nahasügelust
- Odav tootmise energiakulu poolest- keskkonnasõbralik toode

Tabel 1.5 Tehnilised omadused Vicarius Canna Flex [7]

Pikkus X Laius	1200x600mm
Paksus	40/50/60/80/100/120/140/160/180mm
Tihedus	35kg/m ³
Soojusjuhtivus (λD)	0,040 Wt/(mK)
Sideaine	PEs (Polüester)
Tuleohtlikkuse klass (DIN 4102)	B ₂
Süttivuse klass (DIN 13501-1)	D, S1 do

Tootmine: Vicarius (Tšehhi)

1 USD = 1 EUR Vene Föderatsiooni keskpanga kursi alusel

Tasumine toimub rublades, arve alusel.

Hind:

alates 196 USD / m³



Joonis 1.5 Vicarius Canna Flex isolatsioonplaadid [7]

1.6.2 Vicarius Canna Panel

Tahke kanepikiududest isolatsiooni plaat krohvi all “Vicarius Canna Panel”.

Vicarius Canna Panel plaat on ideaalne soojus- ja heliisolatsioon välisseintele uutes ehitistes või rekonstrueerimisel, millele järgneb viimistlus "hingavate" krohvidega.

Ta koosneb peamiselt kanepist, sideainest ja soolast, mis parandab tulekindlustust ilma täiendava kahjulike kunstlike lisandite ja formaldehüüdidega.

Vicarius Canna Panel eelised [6]:

- Ideaalselt kombineerib difusioonile avatud HAGA krohvidega
- Hea soojusjuhtivus $\lambda = 0,039 \text{ Вт/(м·К)}$
- Soojusmahtuvus $C = 1\,700 \text{ Дж/(кг·К)}$
- Difusioonile avatud material
- Täiesti ohutu, ta ei nõua spetsiaalset kaitseriietust ja respiraatorit
- Suurepärase müraisolatsioon ruumides
- Odav tootmise energiakulu poolest – keskkonnasõbralik

Tabel 1.6 Tehnilised omadused Vicarius Canna Panel [6]

Pikkus x Laius	625x800mm
Paksus	20/40/60/80/100/120/140/160/180/200mm
Soojusjuhtivuse koefitsient (λD)	0,039 BT/(M·K)
Servad	Nürjad
Diffusiooni koefitsient (μ)	3,9
Sideaine	Polüester
Tuleohtlikkuse klass DIN 4102 alusel	B ₂
Süttivuse klass DIN 13501-1 alusel	E
Antipiren/Tuleaeglusti	(<1%), ammooniumsoolad
Tihedus	100kg/m ³

Tootmine: VICARIUS (Tšehhi)

1.7 Lina ja kanepi komposiitide tootmine

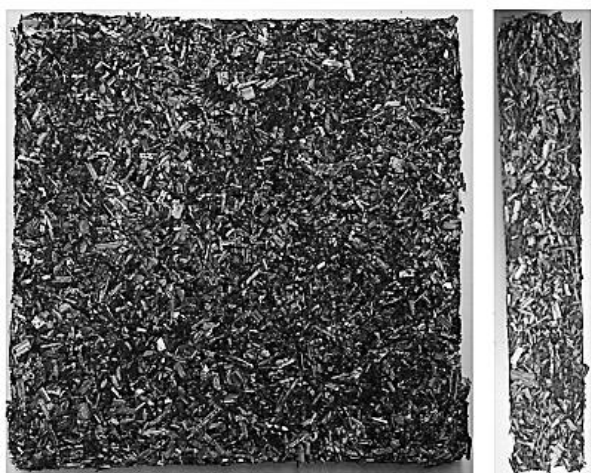
Komposiidid valmistatakse kasutades Durafiber Grade 2 linakiu ja kanepikiu koos AESO baasil polümeeriga. Kanep saadakse mittekootud mattist koos orienteeritud kiuga.

Vaik, mida kasutatakse nendes biokomposiitides, valmistatakse segamisel

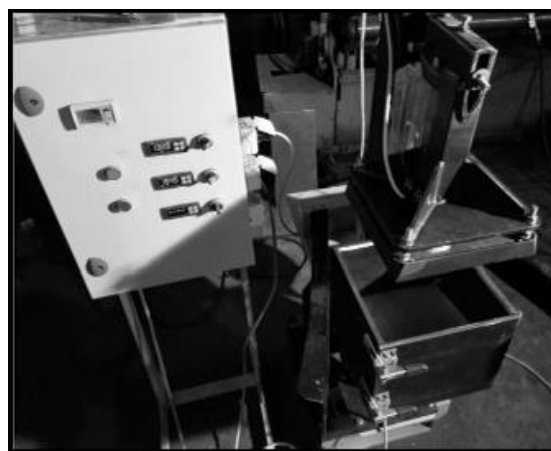
AESO, stüreeni ja divinülbenseeniga vahekorras 100: 45: 5 kogu massist. Selleks et algetada vabade radikaalide polümeerisatsioonireaktsiooni, lisatakse 1,5% kogu vaigu massist 2,5-dimetüül-2,5-di- (2-etüülheksanüülperoksiid)heksaani. Komposiitmaterjali valmistatakse kasutades RTM protsessi. Kanepi komposiite valmistatakse kahes kihis kanepi orientatsiooniga üksteisega risti. Kanep pressitakse koos vaiguga ja pannakse ahju 900C juurde 1 h, millele järgneb 1100C juures 1 h. Tõmbe- ja paindetugevus omadused mõõdeti ASTM D 3039 ja ASTM D 790 järgi. [13]

Põllumajanduse Tehnilise Potsdam-Born (ATB) Leibniz-Instituut alusel oli välja töötatud kanepi taimede korjamise ja tükeldamise tehnoloogia. Seemneid, lehti, kiude, luid pandi märjana säilima anaeroobsetesse tingimustesse. Saadud tooraine happesus oli pH = 4,6-5,0. Kuiva ja säilitatud komponendi kaalu suhe oli 1: 3. Võeti 2/3 säilitatud osa ja 1/3 kuiva komponenti, mis segati käsitsi. Selleks, et saada ühtlase kanepi struktuuri need kokku. Toormaterjal, mis jäeti 14 päevaks seisma, kasutatakse plaatide valmistamiseks. Sideaineks

on fenoolformaldehüüd-(PF) Tembec 340 ja karbamiidi-formaldehüüdvaigud (UF) Kleberit 871. Vaikude kogus oli 10 g/kg-1 segu kuivmassi järgi. Selleks, et tagada optimaalne niiskus säilinud materjalili, segatakse kuivade kanepi varretega ja töödeldatakse ekstruuderis. Segatud ja kuivatatud materjal segatakse liimiga ja moodustub fliis. Saadud fliis pannakse pressi alla, mis on soojendatud 130 kraadini 1900 sekundiks vähem kui 100 bar rõhul (tabel 3.1.1). Pressitud plaate tehakse mõõtmetega 300 x 300 mm (joonis 2.1) ja erinevate paksusega, mis olid testitud vastavalt ISO 8301:1991 standardile. Soojusisolatsioon oli valmistatud Põllumajandusmasinate uurimis instituudis ning testitud Riia Tehnikaülikooli tsiviilehituse teaduskonnas termilise voolumõõtja Laser Comp FOX 600 abil. [13]



Joonis 2.1 Plaadi proov [13]



Joonis 2.2 Plaadi saamine pressimisest [13]

Tabel 2.1 Pressimine [13]

Pressimise režiim								
T, C⁰	1 etapp		2 etapp	3 etapp		4 etapp	5 etapp	
	H₁, cm	t₁, sec	t₂, sec	H₃, cm	t₃, sec	t₄, sec	h₅, cm	t₅, sec
130	20	30	20	11	30	20	10	1800
130	10	30	20	0,55	30	20	0,5	1800
130	0,64	30	20	0,35	30	20	0,32	1800
130	0,48	30	20	0,26	30	20	0,24	1800

2 Materjalid ja meetodid

2.1 Villapuhastusmasin Wood Selector 2

Kuna kiu töötlemise masinad on väga kallid, otsustati antud töös proovida töödelda kanepit villapuhastusmasinaga WOOL_SELECTOR-2. FM-30B2. Villapuhastuseadme skeem on toodud Lisas 1.

2.1.1 Kasutusvaldkond

Villapuhastuseade näitab kui palju mehaanilisi prahtlisandeid ja puhast kiudu on 35mm puuvillas ja pestud villas, ning villakiu saamist.

Tooraine klassifitseerimine, hind ning ümbertöötlemise tehnoloogia ja tootmise kulud sõltuvad naturaalkiudude mehaaniliste lisandite puhtuse astmest. Puuvillas võivad esineda „nahk“ kiuna, tolm, lehtede ja varrete osakesed. Villas võivad esineda pärast pesemist alles jäänud põhk. [4], [3]

Maailma praktikas pestud villa mustuse katsemeetodid kirjeldatakse standardite alusel. Tavaliselt on meetodi mehaanilised ja keemilised. Need on näiteks: ASTM-D 584, ASTM-D 113-65, SEV 2055/69/M 89, MS 3227/6.

Kõige pealt hinnatakse villa puhtust selliste katsemeetotitega, mis annavad suure massiga katsekehadele ilma täiendava eeltöötlemiseta häid tulemusi. Seda tulemust võib saavutada mehaanilise jagamise alusel ning katsekeha koostisosade uurimisega. Sellised võimalused annab Villapuhastusmasin WOOL-SELEKTOR-2. [4]

2.1.2 Tööpõhimõtte

Seadme tööpõhimõtte baseerub katsekeha kohestamisel eraldatud kiududeks ning prahtlisandite eraldamisel. Seade töötab vastavalt patendile 184.206, mis on välja antud seadmele „T- Asdeel-Fiberblender“ FM-29 tüüpi, mis on kasutatav kiudude kohestamisel ja segamisel. Seade kohestab täpselt määratud massiga mehhanismi abil katsekeha eraldi kiududek. Kiuline mass koos kleebitud prahtlisanditega liigub kohestusvaltsi pinnal. Tema liikumisele risti on 1 või 2 prahti eemaldavat nuga, mis eraldavad suuremad prahtlisandid. Kohestatud kiud eraldatakse kohestusvaltsi pinnalt ja liiguvad edasi tsentrifugaaljõu ja lisa õhuvoolu abil kogurisse (kollektorisse). Kiuline mass settib koguri ülemises osas sõelte põhja, aga tolm ja väiksemad taimsete lisandite jäägid liiguvad edasi koos õhuvooluga ja settivad teises koguris väiksema sõela põhjal. Pärast sellist efektiivset kohestamist ja koostisosade

eraldamist ja kogumist sõeltele on võimalik määrata lisandite mass analüütilistel kaaludel ja vastavalt standarditele määrata villa koostisosad. [4]

FM-30 tüüpi seadmel on kohestav mehhanism, mis on mõeldud pikakiulistele materialidele. Vahest on vaja lühendada kiude, kuna intensiivne kohestamine teostub esimese protsessi jooksul. Koostiosade määramise küljest see fakt ei oma suurt tähtsust, kuid kiuline mass teiste katsete jaoks ei ole kõlblik. Selliselt sobib see ainult õhuläbilaskvuse seadme jaoks. Villakiu katsetamisel võivad nende päritolu pärast tekkida mõned probleemid kiudude kogunemisel. Probeemideks on elektrostaatilise laengu kalduvus ja tugev kokkukleepimine, mis on tingitud suurenenud säbrususe pärast. Nende nähtuste vältimiseks katsetamise ajal tuleb kasutada vajalikke meetmeid, muidu nad takistavad seadme õiget töökäiku. [14]

2.1.3 Villapuhastuseadme põhispetsifikatsioon

2.1.3.1 Üldandmed

Välismõõtmed:

- Laius 640mm
- Kõrgus 555mm
- Sügavus 950mm
- Netto mass koos lisanditega ca 80kg

Pakkekasti suurused:

- Laius 1000mm
- Kõrgus 800mm
- Sügavus 1200mm
- Brutto mass koos pakkiga ca 150kg

2.1.4 Säilitamise ja kasutamise tingimused

Hoiusuttingimused:

- Vastavalt standardile 8887/1,2,3,4
- Positsiooni number +15/040/02
- Kliima märk 1
- Säilitamise temperatuur +15...+35
- Suhteline õhuniiskus 75%

Kasutamise tingimused:

- Tootmis temperatuur +18...+22

- Suhteline niiskus 65±2%

Elektrikaitse

- Vastavalt standardile MC 172/1-67 1 klassi (kaitse traat maandusega)
- Läbilöögitugevus 1500 B/min

2.1.5 3Mehaanilised andmed

- Üheaegselt sisestava katsekeha mass 50g
- Sisseandeava laua laius 300 mm
- Sisseandeava võlli diameetr 36 mm
- Sisseandeava võlli pöörlemissagedus 1 ob/min
- Kohestusvaltsi pöörlemissagedus 1000 ob/min
- Kohestusvaltsi pinna garnituur täismetallne, negatiivse kaldenurgaga, millel kasutatakse kammimisemasina vastuvõtutrummelit. Samm=8,5 mm

Vaheruimid:

- Sisseandeava laua ja kohestusvaltsi vahel 0-3 mm
- Lööknõu ja kohestusvaltsi vahel 0-2 mm
- Kiilutaolise rihma suurused A900 (13x10x900mm)

2.1.6 Elektrilised andmed

- Elektrivõrgu toide 220V; 50/60Hz
- Energia tarve ca 1300W
- Elektromootori nominaalandmed:
 - Pingeline 220V; 50/60Hz
 - Võimsus 550W
 - Pöörlemissagedus 1400/1680 pr/min püsikondensaatoriga
- Ventilaatori elektromootori nominaalandmed:
 - Pingeline 220V; 50/60Hz
 - Võimsus 750W
 - Pöörlemissagedus ca 15000pr/min kollektor
- Signaallampide andmed:
 - Miniatuurine hõõglamp 220V
 - Väikse ventilaatori elektromootori kaitseautomaat 220V; 55W

2.1.7 Kohustuslikud tarvikud komplektis:

- Toitava laua lisaseadis 1tk
- Sabloonid sillumise paigaldamiseks (0,1-0,2-0,3-0,5mm) komplekt 1tk
- Muttrivõti 9/10 1tk
- Muttrivõti 12/13 1tk
- Muttrivõti 17/19 1tk
- Paigaldamisvõti 6 1tk
- Paigaldamisvõti 8 1tk
- Kruvikeeraja 6/200 1tk
- Kruvikeeraja 10/100 1tk
- Traadist hari kohestusvaltsi puhastamiseks 1tk
- Lame Pintsell 1tk
- Tervete jaoks plastmassist kast 1tk
- Kohestusvaltsi eemaldamiseks klamber 1tk
- Staatilise laadimise sisseehitatud eliminaator: STAATEL FD-12/A tüüpi 1tk
- Plastmassist kate 1tk
- Seadme juhend 1tk [

2.1.8 Spetsiaalse tellimusega toodud tarvikud

- Käru seadme jaoks KS-72.980 tüüpi 1tk

1. Tehniline kirjeldus

2.1.9 Seadme ehitus

Seadme ehituss ja tööpõhimõte on kirjeldatud joonisel 1.

Seadme mehaanilised funktsionaalelemendid on paigaldatud külge plastiinidel (2), mis on ühendatud omalvahel rõhttoestusega vaheseinaga (1). Kohestusvalts (3) on paigaldatud kuullaagrisse ja kaetud täismetallse garnituuriga (4), mis on negatiivse kaldenurgaga, mida tavaliselt kasutatakse kammimismasina trummeli katmiseks. Kohestusvalts (3) saab elektriakna ülekanne elektromootorist kiilutaolise rihma abil (5). (50Hz või 60Hz juhul võib kasutada kahte kiilutaolist rihma vastava rihveldusega). Materjali sisseandmise mehhanismiks, mis on kasutatav katsekeha *sisestamiseks*, on toitelaud (6) otsese vedrukoormusega (8) ja toitevalts (7). Toitevaltsi (7) elektriakna toimib kohestusvaltsist (3)

läbi kaksiktigu. Kohestusvaltsi täismetallne garnituur kohestab katsekeha eraldatud kiududeks. [4]

Kohestatud material liigub edasi kohestusvaltsi pinnal. Liikumise jooksul ta puutub kokku prahti eemaldava noaga (9), millel on õhuvooge arvestades ringkujuline profiil.

Kohestatud kiulise kihi kokkupuutel prahti eemaldava npage eralduvad suuremad prahtlisandid prahti eemaldava noa abil, mis sattuvad prahikogumiskasti (10). Kiuline kiht liigub edasi kitsas ruumis prahti eemaldava noa profiili ja kohestusvaltsi vahel pidevalt laienevas kanalis (12) ja sattub kogumisruumi (16). Ventilaatoriga tehtav õhuvoog kanalis muutub kõvemaks õhuvooks, mis eraldab kohestusvaltsi garnituurist elementaarsed kiud ja viib neid ära. Need elementaarsed kiud tekkivad saademe kogumisruumis ülevas osas. Saademe massi suurenemisega kiht aegajalt eraldub perforeeritud plaadist ja kukub kogumiskasti (26). Selle tõttu eraldava plaadi pind vabaneb õhuvoolu jaoks. Tolm ja väiksed taimsed lisandid eralduvad õhuvoolu abil perforeeritud plaadi aukude abil (13) tolmukogumise kasti (17), mis on paigaldatud jahutava ventilaatori ette (14). Tolmukogumisekasti on paigaldatud settebassein (18), millises kogunevad õhus lenduvad väiksed osakesed. [4]

Katsekeha kiudude eeraldamise protsessi osadeks võib jälgida läbi akna (22), mis on samal ajal ka puhta material kogumiskasti uks.

Kohestusvalts (3) ja kogumisruum (16) on eraldatud plaadiga (23), mis on spetsiaalse kaldkujuga.

Kohestusvaltsi (3) pöörelemine peatub piduri kangi abil (19), mis samal ajal pidurdab ka elektromootorit (32). Elektromootorit ei tohi sisse lülitada nii kaua kui pidur hoiab kohestusvaltsi fikseeritud asendis. See võimaldab ohutult võtta material kogumisruumist.

4.2. Elektrilise varustuse kirjeldus (joonis 2)

Seade võib töötada ühefaasilises elektrivõrgus 220W, 50/60Hz, maandusega. Seadme maandamine toimib samaaegselt sisselülitamisega.

Juhe (25) sattub seadme sisse rõngast läbi ja peale seda on fikseeritud klambritega.

Maandus soon on ühendatud maandamiskruviga (29), mida läbivad kaitse juhtmed. Elektriline varustus on paigaldatud spetsiaalses kinnises sõlmes (27), juhtimise elemendid on kättesaadaval paneelil (28). Faaside juhtmed lähevad pealüliti (30) juurde, mis on paigaldatud juhtpaneelil (28). Signaal lamp (31) mis on paigaldatud juhtpaneelil, näitab, et seade on sisselülitatud. Kui pealüliti (30) on asendis 0, siis kõik elektri varustus on elektrivõrgust välja lülitatud. Kui muuta asendi 1 peale, siis seade on pinges all, mõlemad elektri mootorid võivad töötada koos või eraldi. Seljuhul lülitub sisse ka jahutusventilaator (15) ning eliminaator (59). Juhtpaneelil asuvad elektrimootori (32) sisse (33) ja väljalülitamise (34) nupud ning

ventilaatori elektrimootori (35) sisse (36) ja väljalülitamise (37) nupud. Väike 10A automaat (38) kaitseb elektrimootorit (32) aga väike 10A automaat (39) kaitseb ventilaatori elektrimootori (35).

Elektrikatkestuse ajal hakkavad elektrimootorid tööle ainult pärast nuppude korduvat vajutamist. Selline tegevus toimib juhtivate 220V releede abil (40) ja (41), mida kasutatakse elektrimootorite sisselülitamisel. Korduvat elektrimootori (32) sisselülitamist takistab ka pidur (19). Selliseljuhul korduv mootorite sisselülitamine on võimalik peale rikete kõrvaldamist ja väikeste automaatide paigaldamist ning piduri vabastamist. Termiliselt sulavate kaitsmetega väikesed automaadid on paigaldatud elektrivarustuse kasti (27).

Sisevõrk on tehtud vasest juhtmetest ristlõikega 1,5mm², millidel on plastmasist isolatsioon.

2.1.10 Kasutusjuhend

2.1.10.1 Paigaldus, hooldus.

Seade on soovitatav paigaldada konditsioneeritud ruumi. Peale lahtipakkimist seade paigaldatakse laua peale normaalkõrgusele või liigutatavale kärule. Liigutatava kärus kasutamisel võib seadet liigutada ja viia läbi katset erinevates kohtades. [4]

Seade lülitakse elektrivõrku maandatud juhtmega (24). Peale elektrivõrkkude sisselülitamist on seade tööks valmis. Pinge üleandmine seadmele toimub pealüliti (30) sisselülitamisega asendisse 1, mis asub seadme tagaseinal. Väljatõmbe ventilaator lülitakse sisse nuppuga (36), mootor nuppuga (33). [4]

Seadme väljalülitamine toimub punaste nuppude (37) ja (34) vajutamisega. Sisseandeava laule ühendatakse lisand (42). Erinevate iseloomuga katsekeahde katsetamisel muudetakse vajalikud seadme tehnoloogilised parameetrid. Selle käik on kirjeldatud järgmises osas. [4]

2.1.10.2 Seade tehnoloogiline seadistamine.

Seadistamise ajal peab seade olema välja lülitatud!

Seadistamise jaoks on vaja ära võtta külge (44) ja avada kogumisruumi uks. Esiteks tuleb paigaldada vahesein kohestusvaltsi (3) ja praht eemaldava noa (8) vahel. Selle jaoks on mõlemal külgedel vabastavad kruvid, mis fikseerivad sisseandeava valtsi (7) laagrid (46). Sisseandeava valtsi paigaldus toimib paigaldavate kruvide (47) abil õhukese, paigaldusvõtmega (48) ja antud laiusega šablooniga(49). Paigaldamise ajal saab käsitsi

pöörata kohestusvaltsi tagasisuunas. Sobiva vaheseina laiuse saamisel fikseeritakse see kruvidega. [4]

Pärast seda võib alustada eraldatava profiili (9) ja tasandava noa (11) seadistamist. Selle operatsiooni tegemiseks on vaja lisaks paigaldamise varustusele ka katsekeha. Soovitatakse kasutada sellist katsekeha, mida kõige rohkem katsetakse.

Eraldatava profiili seadistamise faasid:

- a) Fikseeritavate kruuvide vabanemine (50),
- b) Vaheseina paigaldamine paigaldamise kruuvide (51) ja šablooni (49) abil,
- c) Paigaldamiskruuvide kinnitamine (50)
- d) Kohestusvaltsi käsitsi pöörlemine (3).

Seadistamise jooksul tuleb jälgida, et näitajad mõlematel külgedel oleksid võrdsed.

Et saada seadistamisel parema tulemuse, on vaja jälgida, et kogumisruumis oleks minimaalne kiudude kogus ning koos puhastatud kiududega ei eemaldata prahtlisandid. [4]

Tuleb pöörata suurtähelepanu tööõnnetuse vältimiseks!

5.3 Seadme elementide seadistamise soovitusel

Elementide seadistamiseks võetakse orienteeruvad näitajad. Ei ole alati õige ühe ja sama seadistamise jaoks katsetada erinevaid materiale, erineva pikkusega. Kui materjali pikkus on 40-55mm ja suurem siis on orienteeruvad silde andmed:

- Toitelaua ja kohestusvaltsi vahe 0,2-0,3mm
- Eraldatav profiil (9) 0,3-0,6mm

Kui katsetada väiksema mustusega materjali, st kus prahtlisandeid on 1,5-2,0%, siis tuleb paigaldada 0,6mm sille. [4]

Tasandava noa seadistamine (11)

Noa tera ja kohestustrumli sille seadistatakse orienteeruvalt 0,1-0,2mm. Pärast esimest seadistamist pole vaja midagi muuta. Erineva kvaliteediga pestud villa katsetamisel kasutatakse ketruse tehnoloogia „seadistamise üldtingimused“ . Pärast iga uut seadistamist tuleb lasta läbi seadme katsekeha massiga ca 10g ja jälgida töökäiku. [4]

2.1.10.3 Katsetamine

Nagu juba öeldud, seadet WOOL-SELEKTOR-2 kasutatakse prahtlisandite määramiseks materialis.

Seadmepõhiseid määrata:

- Kiudude sisaldust pestud villas
- Taimsete ja teiste lisandite sisaldust pestud villas

Selle alusel võib teineteisest eraldada ja määrata massi:

- Puhastatud kiududel
- Suurtel lisanditel
- Tolmul, kiududel, mis on väiksemad kui 3mm ja kõrvalmateriale

Viimaste eraldi kogumine, määramine ja detailne analüüs annab seadmele suure eelise, sest on võimalik paremini ja täpsemalt määrata materjalide puhtust võrreldes käsitsi ja keemiliselt tehtavate meetoditega. Arvestades sellega, et see katsekeha osa eraldatakse õhuvoolu abil, mitte käsitsi või keemiliselt, siis saadud tulemus näitab kiudude reaalselt asendit ja selle tõttu näitab reaalsemalt ja õigemini villakiudude saamist. [4]

Veel väga olulised eelised seadel WOOL-SELEKTOR-2 on:

- Oluliselt kiiremini, kui käsitsi, samaaegselt võib katsetada kiudude masse 5-10 kora rohkem samadel tingimustel
- Eemaldab keemilise meetodi subjektiivsust
- Palju efektiivsemalt eemaldab mikrotolmu kiu soomustest mehaanilise jõuga.

Antud juhendis on katsetamine ja hinnang tehtud Ungari standardi MS3227 alusel, et võrrelda antud tulemusitsi käsitsi saadud tulemusega. (3.1)

See on tingitud sellest, et seadme puudumise tõttu ei ole selle kasutamise praktikat nii siin kui ka välismaal ning puudub vastav standart. [4]

Enne täpse katsetamise käigu kirjeldamist tuleb pöörata tähelepanu mitmele faktorile mis mõjutavad tulemust:

- Villa tõuk
- Karja hoolitsemise tingimused
- Geograafilised tingimused ning mulla liik
- Pesemise tehnoloogia ja kvaliteet

Prahtlisandite eraldamine Wool-selektor-2 abil põhineb intensiivse mehaanilise eraldamise meetodil katsekeha eraldamine kiududeks. Lisaks mehaanilise seadistamise parameetrite jälgimisele tuleb väga palju tähelepanu pöörata katsekehale (eriti kui ta on väga säbruline ja mitte kammitud): katsekeha jaotamine sisseande laual, liiga suur kogus materjali, tuleb panna materialile õhuke kiht. [4]

2.1.10.4 Katsekeha valimistamise meetod

Katsetamiseks valitakse orienteeruva karakteristikuga katsekeha pestud villast massiga 100 +/- 1g, mida on vaja jagada 2 osaks (mõlemad 50g).

Representatiivse katsetamise jaoks valitakse katsekeha pestud villast massiga 400g, mis jagatakse 2 osaks. Üks osa nendest säilitatakse korduvate katsetamiste jaoks. Teisest tehakse katsekeha massiga 200 +/- 2g. Pärast täpse massi määramist on vaja jagada katsekeha 2 osaks (iga osa 100g). Antud katsekehad koos eeltöötlemise ajal eraldatud prahtlisanditega pannakse plastiinile ning hoitakse 1 päev standard tingimustel. Järgmisel päeval katsekehast valitakse ja kaalutakse katsetatavad 100-grammilised katsekehad täpsusega kuni 0,05g (2x50g), mida tähistatakse järjekorranumbriga. [4]

Katse käigus võivad hõõrudmise tõttu villakiud elektriseeruda. Selle vältimiseks on seadmesse sisseehitatud elektrostaatiline eliminaator. Niiskust imav vill (kuni 20%) hõõrumise toime ei elektriseeri. Õhuvoolu toime see niiskus kaob, kuid katse lõppedes, enne koostisosade massi määramist tuleb hoida katsetatavad osad standard tingimustes. [4]

2.1.11 Katsetamine

Pärast seadistamist ja proovi katsetamist lülitatakse eelnevalt puhastatud seade sisse. Vastav katsekeha massiga 50g jaotakse ühtlaselt terve sisseande laua pinna ulatuses tühja käiguga mitme minuti jooksul. Esimene ettenihe ei tohi olla suurem kui 10-15g, materjali tuleb sisestada pidevalt, jälgides seadme tööd. Sõrmedega võib aidata liigutada katsekeha rihveldatud sissetõmbevaltsile. Edasi tõmbab katsekeha masinasse kohestusvalts. Tuleb koguaeg jälgida kihi liikumist, eraldades kõige rohkem segatud (mitte kammitud) sissekanded. Tühi ruum täidetakse uute sissekannetega. Pärast katse esimese osa läbimist võib seadme peatada pidurikangi abil. (Õhuvoolu võib mitte peatada). [4]

Esiteks avatakse jäätmekambri uks ning kogutakse selle sisu pintsliga abil vannist nurkadest kokku. Pärast seda võetakse vann välja ja pintsettiga eraldatakse suuremad prahtlisandid. Tolm raputatakse vannist välja. Ülejäänud kiuline osa W2 pannakse uuesti sisseande lauale, suured prahtlisandid T2 pannakse plastiinile või kaalu tassile. Seejärel vann puhastatakse pintsliga ja pannakse tagasi ning ukse pannakse kinni. [4]

Pärast seda avatakse kiulise materjali kogumiskasti uks, võetakse sealt kiuline material W1 ja pannakse teda plastiinile. Suuremad nähtavad mustused eemaldatakse pintsetiga ja pannakse teiste suuremate prahtide juurde. Pärast seda kiuline mass W1+W2 lastakse veel kord seadmest läbi. Pärast materjali esimese osa asetamise sisseande lauale, vabastatakse pidur ning nupu vajutamisel lülitatakse sisse kohestusvalts. Teine puhastamine toimib sarnaselt esimesega. Kui teisel korral sattub jäätmekambris suurem kiudude kogus, siis see tähendab, et materjal kuivab välja. Nõrga pritsimisega võib seda vältida. Kui terve katsekeha on läbinud töötluse, siis seade peatatakse piduri abil. Esialgu võetakse puhtad kiud W3 kogumiskastist

välja ja pannakse puhtale alusele. Nähtavad prahtlisandid võetakse pintsetiga ja pannakse suuremate lisandite juurde. Kogumisruumi uks pannakse kinni. Pärast seda tehakse jäätmekambri uks lahti ja esialgu ettevaatlikult võetakse välja kiuline mass W4. Võetakse välja suuremad prahtlisandid ning seejärel tolmu raputatakse välja. Kiulist massi pannakse toitelauamanusele. Suured prahtlisandid T4 segatakse enim võetud prahlisanditega T2. Prahikogumusi vann pannakse jäätmekabrisse tagasi ning pannakse uks kinni. Piduri vabastamise abil pannakse seade uuesti tööle. [4]

Kui jäätmekambris toimib kiudude W6 eraldamine ja prahtlisanditega segamine, siis tuleb neid koguda ja panna uuesti seadmesse nii kaua kui positiivne eraldamine on saadud.

Kiulised massid W5 ja W7 lisatakse juba saadud kiulisele massile ning prahtlisandid T6 ja T7 lisatakse eelmistele prahtlisanditele. Tolmukogumiskastist eemaldatakse tolmu. Tolmumassi võib määrata eraldi, kuid kui ei ole seda eraldi nõutud võib selle panna kokku ka koos teiste prahlisanditega. Komponentid säilitatakse standard tingimustes ning hiljem määratakse mass täpsusega 0,05g. [4]

2.1.12 Tulemuste hinnang

Katsetamise ajal eraldub 50g katsekeha järgmiseteks koostisosadeks. Puhtaste kiude mass kogumisruumis grammides on:

$$W=W3+W5+W7$$

Suuremate prahtlisandite mass vannis grammides on:

$$T=T2+T4+T6+T7$$

Prahtlisandite mass, mis katsetamise ajal eraldatus sisseandelaual:

C

Tolmumass ja väiksemad taimsed lisandid vannis grammides on:

P

Niinimetatud nähtamatud jäätmel:

I

2.1.13 Hooldus ja parandus

Tänu seadme ehitusele ei ole vaja teha eri hooldust. Samas, seade ummistub naturaalsete kiudude pärast väga kiiresti. Selle tõttu seade konstrueerimisel üritati kasutada võimalusel kinnised, kaitstud lahendusi. Kuid vaatamata sellele ühenemiskohtades, õhukanalites, kogumisruumis (eriti jäätmekambris) võib tekkida kiudude ummistus. Enne katsetamise algust tuleb kõik need kohad korralikult puhastada. Selle jaoks tuleb kasutada pintslit (53),

aga kohestusvaltsi puhastus toimub harjaga (54). Puhastamise jaoks korpust ei ole vaja lahti võtta, sest, et puhastust on võimalik teostada läbi aukude ja uste. Puhastust tuleb teha siis kui seade on välja lülitatud. [4]

Kogumiskambrid saavad kättesaadavaks pärast ukse avamist (20, 22). Kohestusvaltsi puhastatakse harjaga lööknugade vahelt pöörates valtsi käsitsi vastupidi harja liikumisele (9, 11). Toite- ja kohestusvaltsi üleval olevat ruumi on võimalik puhastada avades üleval oleva plaadi. Seda kohta tuleb aeg-ajalt puhastada. Selleks, et teha õlitust, tuleb külgeseinad ära võtta, ning siis tiguülekanne ja kuullaagrid on kättesaadavad. Õlituse kohad on märgitud punase värviga. Määrde materiale sisestakse pressi abil. Kasutatakse normaalse konsistentsiga õli või masinaõli. [4]

Tabel 2.2 Võimalikud rikked ja nende kõrvaldamised [4]

	Rikke	Põhjus	Kõrvaldamine
1	Pinge all olev seade ei lülitu sisse	Elektromootori kaitse väiksed automaadid ei ole sisse lülitatud	Sisse lülitada väiksed automaadid lülitiga
2	Elktromootor ei tööta vajutades vajaliku nuppu (undab)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 faasidest ei tööta, automaat on välja lülitatud • Pidur on sees 	<ul style="list-style-type: none"> • Leida rikke asukoht. Sisse lülitada vastav automaat. Lühise puhul elektromootoris, tuleb see parandada või vahetada välja • Maha võtta pidur
3	Mootori käivitamisel on kuulda kriuksuv hääl	Kiilrihm ei ole pingestatud	Kiilrihma tuleb pingutada
4	Katsekeha sisestamisel kohestusvalts katkub välja tükkideks. Kohestusaste ei ole õige.	<ul style="list-style-type: none"> • Ei ole piisav klemm toitevaltsiga • Liiga suur sillamine toite- ja kohestusvaltsi vahel 	<ul style="list-style-type: none"> • Vedru kinnitõmbamisel suurendada toitevaltsile pinget • Seadistada vastav sillamine
5	Eraldatav profiil eraldab liiga palju kiude	Ei ole sobiv sillamine	Seadistada vastav sillamine
6	Ventilaatoril ei tööta väljaimemine ei ole piisav.	<ul style="list-style-type: none"> • Liiga palju kõrvalist õhku • Tolmuruumi renn ei ole paigaldatud lõpuni 	<ul style="list-style-type: none"> • Panna kinni ukсед • Paigaldada õieti renni (oma kohale lõpuni)



Joonis 2.3 Villapuhastusmasina puhtakiu kogumiskast



Joonis 2.4 Villapuhastusmasinasse kanepi panemine

2.2 Kanepikiu puhastamine villapuhastusmasinaga

Antud töös kasutati villapuhastuseadet kanepikiudude puhastamiseks. Katses uuritakse, kui palju kordi tuleb töödelda materjali läbi masina, et tulemus oleks parim. Uuritakse, kas mitme kordne töötlus teeb kiud peenemaks, õhulisemaks.

2.2.1 Kanepikiudude joontiheduse määramine

Tavaliselt määratakse joontihedust vibroskoobi abil, kuid kui kiud ei ole ühtlased, nagu antud juhul, siis tuleb joontihedust arvutada. Joontihedust arvutatakse jagades kiu massi kiu pikkusega. Selleks et joontihedus oleks teksides (tex) on vaja jagada mass grammides pikkusega kilomeetrites: $1\text{tex}=1\text{g}/1\text{km}$

Kanepikiud jäeti standardtingimustes (joonis 2.5 ja 2.6) 1 ööpäevaks (20°C temperatuur ja 65% õhuniiskust). Tööd tehti kummikinnastega, et mitte jätta kätterasva kanepikiule, mis annab vale kaalu. Iga kanepikiu kaaluti eraldi analüütiliste kaaludega (joonis 2.6) ning koheselt määrati sama kiu pikkust joonlauaga (joonis 2.7). Kuna kaal oli väga väike, lisati

koos kiuga ka raskuse, mis oli 0,1g ja see nulliti ära. Antud tulemused pandi tabelisse ja arutati joontihedust.



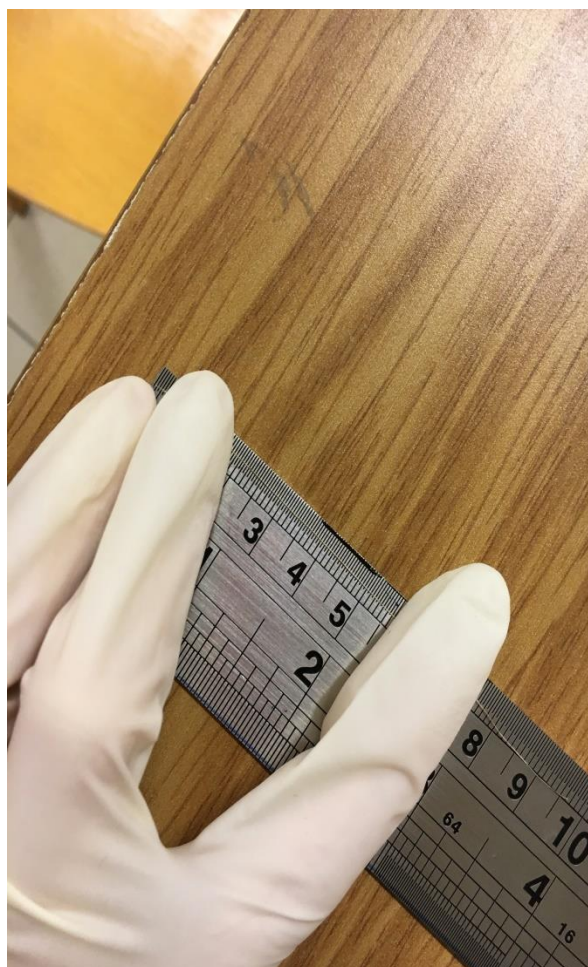
Joonis 2.5 Konditsioneer standard tingimuste jaoks



Joonis 2.6 Konditsioneer pult



Joonis 2.7 Analüütiline kaal



Joonis 2.8 pikkuse määramine

2.2.2 Diameetri määramine mikroskoobi abil

Katseklaasile oli pandud tilk vett ning sellele asetati 3-4 kiudu peale ning kaeti teise katseklaasiga. Kätes on oluline, et vesi oleks ainult klaaside vahel, ja et ümbrus oleks kuiv, et mitte kahjustada mikroskoopi. Suurendus oli pandud 10x10. Katsekeha kujutist vaadati arvutist ning seejärel salvestati sobiv pilt. Saadud pildist võeti diameetri mõõtmel 10 kordust.

3 Tulemused ja analüüs

3.1 Kiu paksuse ja pikkuse määramine peale villapuhastuse masina töötlust

Katse jaoks võeti 50,23 g kanepi põhk koos luuga ning seejärel puhastati see käsitsi ära ning järgi jäi 24,77 g materjali mis läks töötlemisele villapuhastusmasinasse. Peale puhastust tuli välja 3,57 g puhast kiudu (Kiud 1 tabelis 3.1) ning 17,41g jääke (Jääk 1 tabelis 3.1).

Tabel 3.1 Kanepikiu ja -jäägi mõõtmed peale esimest villapuhastusmasina töötlust

KIUD 1		JÄÄK 1	
Paksus (mm)	Pikkus (cm)	Paksus (mm)	Pikkus (cm)
0,5	9,3	2,0	72
0,55	10,8	1,0	40,2
0,4	18	2,0	55,2
0,35	11,9	0,95	100,5
0,3	8,5	1,0	59,6
1,0	14,2	0,55	89,4
0,35	9,85	0,85	58,9
0,2	17,7	0,35	57
1,0	16,4	2,5	32,8
0,15	5,5	1,5	90,1
Keskmine			
0,48	12,22	1,27	65,57

Tulemused näitasid, et keskmine paksus KIUD 1-l on 0,48 mm ning keskmine pikkus on 12,22 cm. Keskmine paksus Jääk 1-l on 1,27 mm ning keskmine pikkus on 65,57cm. Kui vaadata saadud tulemusi, siis on näha, et kiud ei ole ühtlased, kuid nad on „kammitud“ ja palju õhulisemad. Seetõttu võib öelda, et ka jääkides on kiud, mitte ainult põhk ja sodi ning seetõttu on võimalik seda kasutada erinevate materjalide kasutamiseks.



Joonis 3.1 KIUD 1



Joonis 3.2 Jääk 1

Katse teises etapis jagatakse puhas kiud (KIUD 1) kaheks, millest 1,38 grammi läheb puhastamisele ja teine osa jäetakse võrdlusena alles. Peale teistkordset puhastamist saadi 0,26 g puhast kiudu (KIUD 2 tabelis 3.2) ja 1,16 jääki (Jääk 2 tabelis 3.2)

Tabel 3.2 Kanepikiu ja -jäägi mõõtmed peale teist villapuhastusmasina töötlust

KIUD 2		Jääk 2	
Paksus (mm)	Pikkus (cm)	Paksus (mm)	Pikkus (cm)
0,1	24,6	0,1	13
0,1	9,6	0,4	17,8
0,15	8,5	0,2	13,8
0,15	4,5	0,1	6
0,1	4,5	0,4	18
0,15	7,7	0,1	8,95
0,45	8,4	0,3	8,51
0,2	8,6	0,25	18,2
0,1	3,75	0,1	9,55
0,1	3,5	0,4	6,8

Tulemused näitasid, et keskmine paksus KIUD 2-1 on 0,16 mm ning keskmine pikkus on 8,37 cm, mis on 66,7% õhem ja 31,5% lühem, kui kiud mis oli töödeldud 1 korra. Keskmine paksus Jääk 2-1 on 0,24 mm ja keskmine pikkus on 12,06 cm, mis on 81,5% õhem ja 81,6% lühem, kui jääk, mis oli lastud ainult 1 korra. Teise katsega kiud läksid lühemaks ja peenemaks, kuid nad ikka ei olnud ühtlased. Pikkuse määramise ajal kiud eraldusid ise, sest nad ei ole väga tugevad ja kanep iseenesest ei ole monokiud.



Joonis 3.3 KIUD 2



Joonis 3.4 Jääk 2

Katse kolmandas etapis jagatakse puhas kiud (KIUD 2) kaheks, ehk siis 0,19 g läheb puhastamisele ja teine osa jäetakse võrdlusena alles. Peale kolmandat korda puhastamist saadi 0,01 g puhast kiudu (KIUD 3 tabelis) ja 0,08 g kiudude jääki (Jääk 3 tabelis)

Tabel 3.3 Kanepikiu ja -jäägi mõõtmed peale kolmandat villapuhastusmasina töötlust

KIUD 3		Jääk 3	
Paksus (mm)	Pikkus (cm)	Paksus (mm)	Pikkus (cm)
0,1	3	0,2	7,7
0,1	2	0,35	9,6
0,1	4	0,1	8
0,15	3	0,1	7,8
0,1	2	0,1	2,9

Keskmine paksus KIUD 3-l on 0,11 mm ja keskmine pikkus on 2,8 cm, mis on 77,1% õhem ja 77,1% lühem, kui kiud, mida oli puhastatud 1 korra. Keskmine paksus Jääk 3-l on 0,17 mm ja keskmine pikkus on 7,2 cm, mis on 86,6% õhem ja 89,0% lühem, kui jääk peale esimest puhastamist.

Peale kolmandat puhastamist jäi algusproduktis alles puhtal kiul 22,9% paksust ja 22,9% pikkust ning jäägil 13,4% paksust ja 11,0% pikkust.

Peale kolmandat töötlust ei ole kiud endiselt ühtlased, kuid puhta kiu (KIUD 3) mõõtmed on rohkem sarnased, kui ennem olid. Peale iga töötlust läksid kiud läksid peenemaks ja lühemaks.



Joonis 3.5 KIUD 3



Joonis 3.6 Jääk 3

3.2 Kanepikiudude joontihedus

Kuna vibroskoobiga ei olnud võimalik joontihedust määrata, siis arvutati joontihedus käsitsi, et paremini võrrelda erinevate puhtusastmetega kanepikiudude tulemusi.

Kiud jäeti 1 ööpäevaks standard tingimustesse (20⁰C temperatuuril ja 65% õhu niiskusega). Seejärel määrati kaal analüütiliste kaaludega kasutades kummikindaid (et mitte anda kiule lisa kaalu kättele rasvast). Edasi määrati samade kiudude pikkus joonlauaga. Joontihedusi määrati jagades kaalu pikkusega. Tulemuse saamiseks teksides (tex) on vaja jagada kaal graamides pikkusega kilomeetrites.

Tabel 3.4 KIUD1 ja JÄÄK1 joontihedused

KIUD I				Jääk I			
number	Pikkus	kaal	joontihedus	number	pikkus	Kaal	joontihedus
	Cm	g	tex=g/km		cm	G	tex=g/km
1	14,7	0,0012	8,16	1	16,2	0,0031	19,14
2	7,55	0,0003	3,97	2	9,15	0,0008	8,74
3	13,05	0,0039	29,89	3	10,55	0,0011	10,43
4	8,55	0,0011	12,87	4	5,45	0,0003	5,50
5	7,25	0,0006	8,28	5	7,75	0,0007	9,03
6	4,95	0,0005	10,10	6	3,3	0,0003	9,09
7	9,65	0,0002	2,07	7	8,75	0,0017	19,43
8	9,85	0,0006	6,09	8	3,5	0,0007	20,00
9	4,95	0,0003	6,06	9	4,45	0,0003	6,74
10	3,1	0,0002	6,45	10	9,75	0,0011	11,28
keskmine	8,36	0,00089	10,65	keskmine	7,885	0,00101	12,81

Tabel 3.5 KIUD2 ja JÄÄK2 joontihedused

KIUD II				Jääk II			
number	Pikkus	kaal	joontihedus	number	pikkus	Kaal	joontihedus
	Cm	g	tex=g/km		cm	G	tex=g/km
1	8,35	0,0005	5,99	1	7,2	0,0006	8,33
2	9,35	0,0004	4,28	2	5,15	0,0008	15,53
3	9,5	0,0005	5,26	3	4,65	0,0002	4,30
4	5,5	0,0002	3,64	4	13,85	0,0018	13,00
5	8	0,0007	8,75	5	6,45	0,0006	9,30
6	8,55	0,0006	7,02	6	6,85	0,0007	10,22
7	3,5	0,0001	2,86	7	3	0,0002	6,67
8	9,65	0,0005	5,18	8	3,95	0,0003	7,59
9	3,05	0,0002	6,56	9	9,15	0,0007	7,65
10	5,6	0,0001	1,79	10	15,85	0,0031	19,56
keskmine	7,105	0,00038	5,35	keskmine	7,61	0,0009	11,83

KIU 2 Joontihedus oli vähenenud võrreledes esimese puhastamisega 49,8%, kuid Jääk 2 joontihedus oli vähenenud ainult 7,7%. See võib olla tingitud sellest, et pannes materjali villapuhastusmasinasse, puhta kiu saamiseks materjal läbib kohestusvaltsi koos eraldusnugadega, kuid prahtmaterjal ei läbi seda „tõmbetugevust“ ja sellepärast ei vähene nii tunduvalt joontihedus prahtmaterjalil.

Tabel 3.6 KIUD3 ja JÄÄK3 joontihedused

KIUD III				Jääk III			
number	Pikkus	kaal	joontihedus	number	pikkus	Kaal	joontihedus
	Cm	g	tex=g/km		cm	G	tex=g/km
1	11,35	0,0002	1,76	1	9,95	0,0007	7,04
2	7,9	0,0001	1,27	2	7,45	0,0002	2,68
3	5	0,0004	8,00	3	7,85	0,0011	14,01
4	9,45	0,0004	4,23	4	8,25	0,0002	2,42
5	6,3	0,0002	3,17	5	4,15	0,0005	12,05
6	7,25	0,0003	4,14	6	4,95	0,0003	6,06
7	6,05	0,0002	3,31	7	6,65	0,001	15,04
8	7,3	0,0001	1,37	8	4,3	0,0001	2,33
9	7,75	0,0002	2,58	9	3	0,0001	3,33
10	9,65	0,0001	1,04	10	3,25	0,0003	9,23
Keskmine	7,8	0,00022	3,09	keskmine	5,98	0,00045	7,53

Kiu 3 joontihedus langus võrreldes Kiu 1-ga 71,0% ning Jääk 3 joontihedus langes 41,2% võrreldes Jääk 1 joontihedusega.

Kui võrrelda keskmiseid joontihedusi, siis on näha, et iga uue töötlemisega joontihedus läks väiksemaks. Puhastel kiududel on väiksemad joontihedused ning jääkidel suuremad.

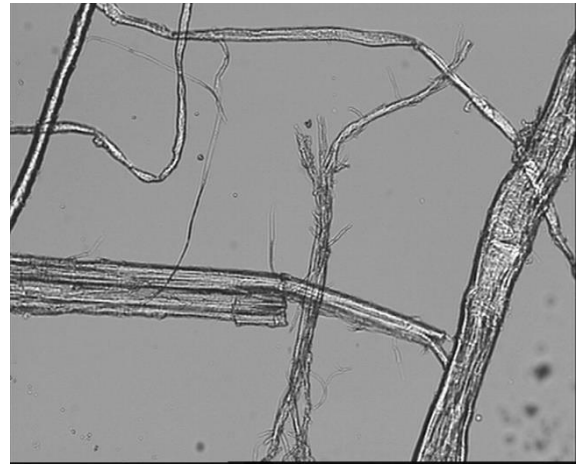
Joontiheduste näitajad on väga erinevad, kuna kiud iseenesest ei ole ühtlased. Kuid üldjuhul on näha, et kiududel, mis oli puhastatud 1 korra, on suuremad joontihedused, ning iga järgmise puhastamisega need vähenesid.

Vaadates keskmist joontihedust, on näha sarnast tendentsi, kus iga uue puhastamisega joontihedus väheneb, kuid vaadates graafikut (joonis 2), pole näha kindlat süsteemi. See võib olla tingitud sellest, et pannes materjali villapuhastusmasinasse, siis suuremad prahtlisandid eraldatakse kohe prahtlisandite kogumiskasti ja nad ei pruugi sattuda kohestusvaltsi peale ning eraldusnoad ei eraldagi antud põhku kiududeks.

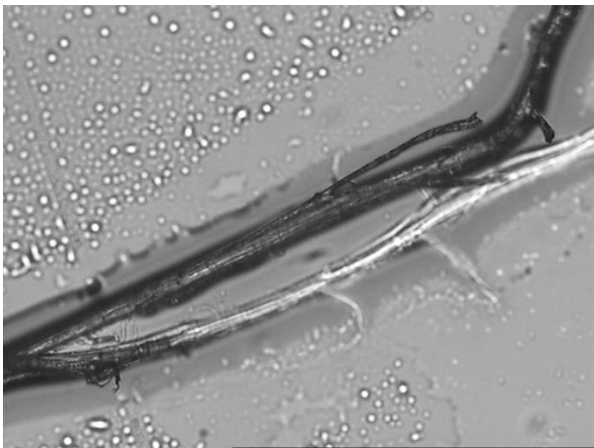
3.3 Diameetri määramine mikroskoobi abil



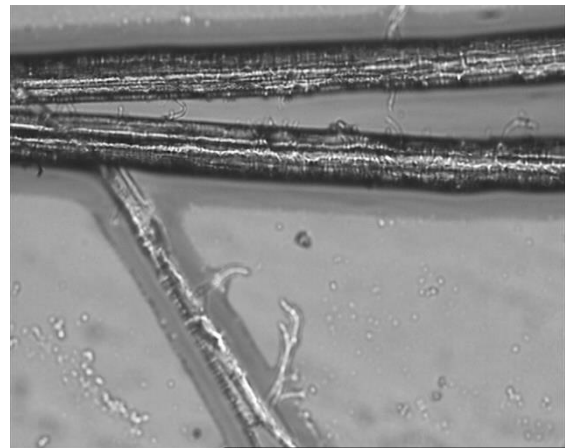
Joonis 3.7 väiksema diameetriga KIUD 1
(suurendus 10x10)



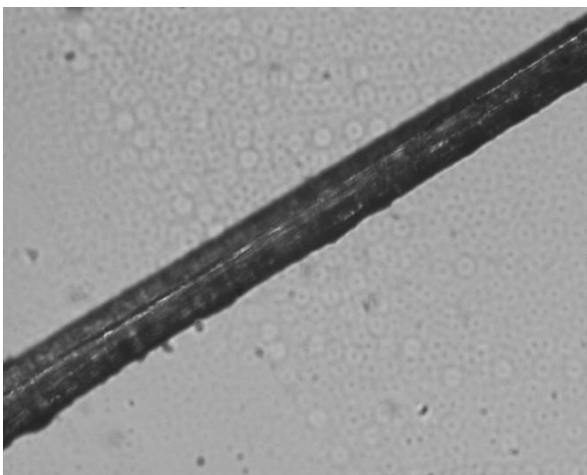
Joonis 3.8 väiksema diameetriga KIUD 1
(suurendus 10x10)



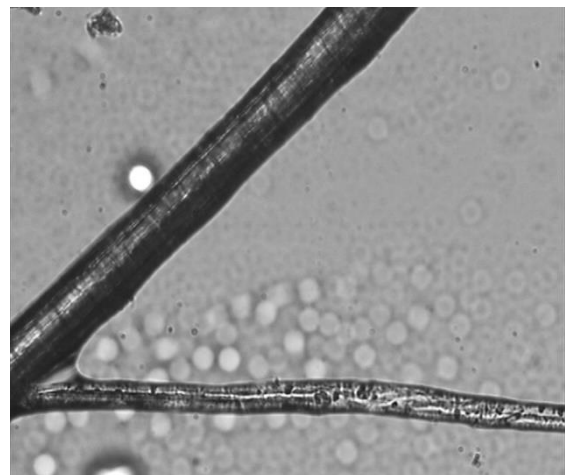
Joonis 3.9 keskmise diameetriga KIUD 1
(suurendus 10x10)



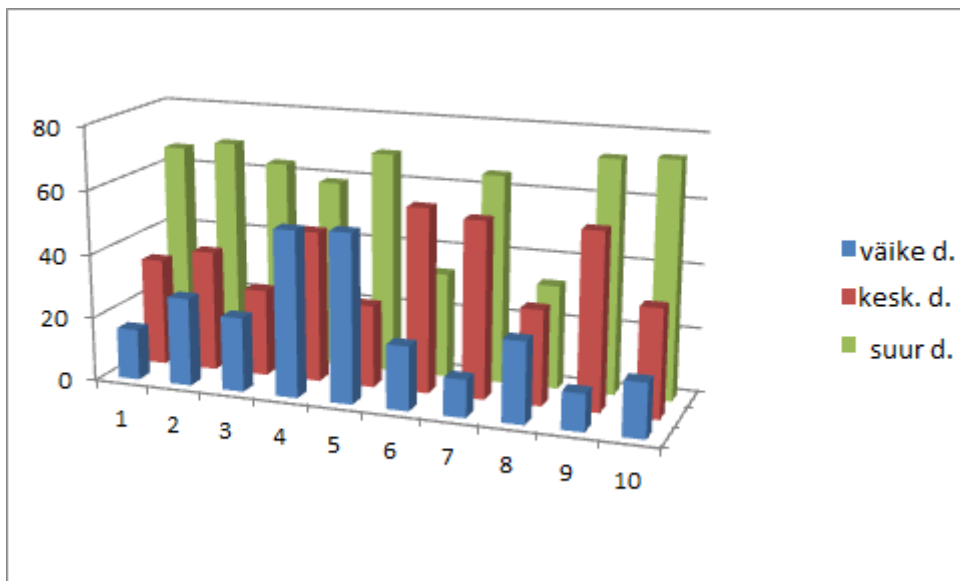
Joonis 3.10 keskmise diameetriga KIUD 1
(suurendus 10x10)



Joonis 3.11 suurema diameetriga KIUD 1
(suurendus 10x10)



Joonis 3.12 suurema diameetriga KIUD 1
(suurendus 10x10)

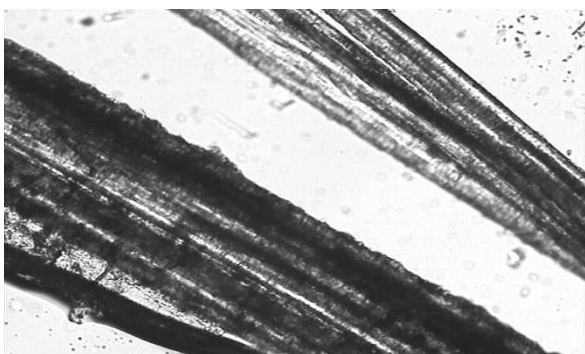


Joonis 3.13 KIUD 1 diameetrite võrdlused (μm)

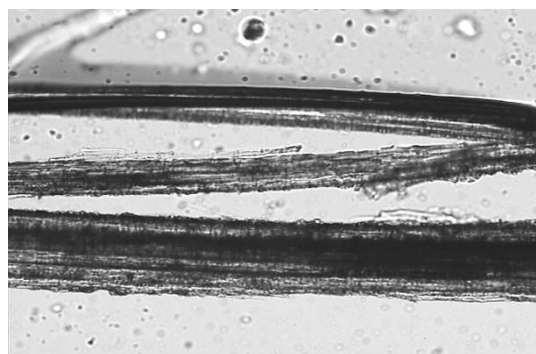
Tulemused näitavad, et kiud on väga erinevad (11,59 kuni 73,62 μm)



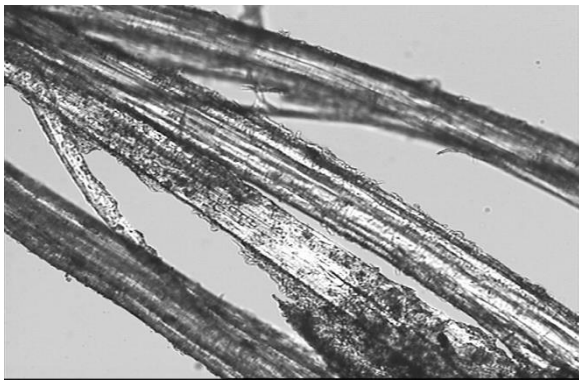
Joonis 3.14 väiksema diameetriga KIUD 2
(suurendus 10x10)



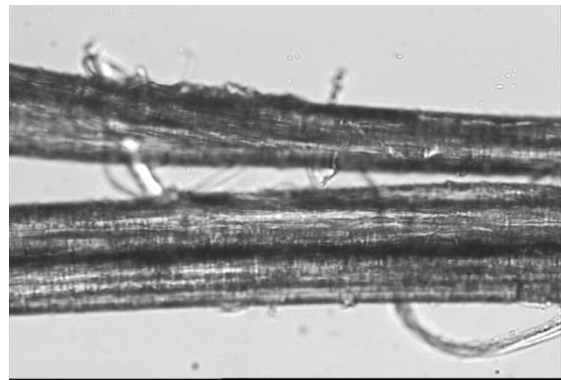
Joonis 3.15 keksmise diameetriga KIUD 2
(ssurendus 10x10)



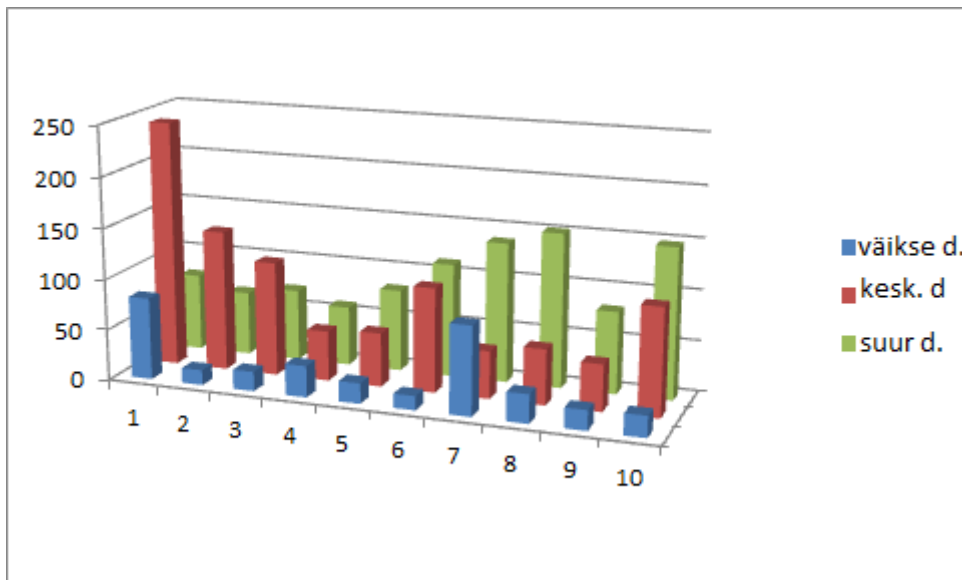
Joonis 3.16 keksmise diameetriga KIUD 2
(ssurendus 10x10)



Joonis 3.17 suurema diameetriga KIUD 2
(suurendus 10x10)



Joonis 3.18 suurema diameetriga KIUD2
(suurendus 10x10)

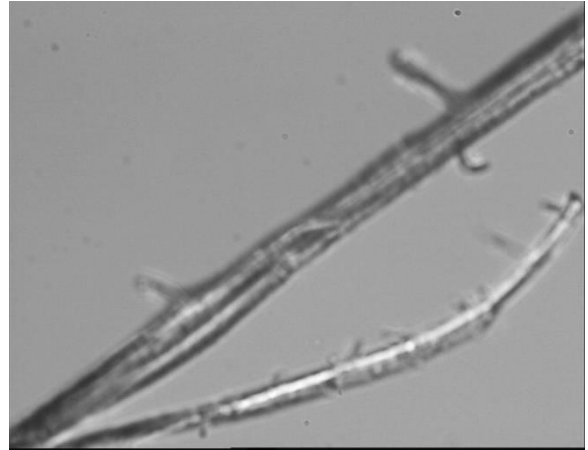


Joonis 3.19 KIUD 2 diameetrite võrdlus (μm)

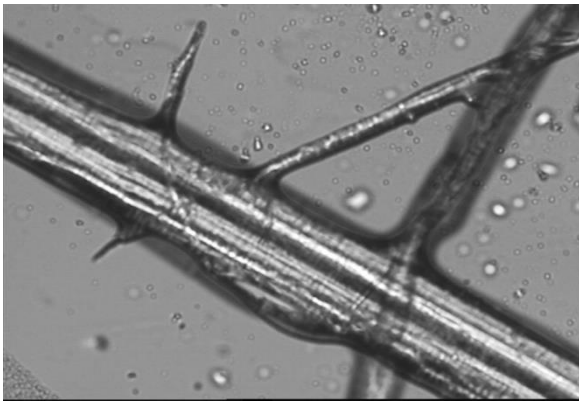
Tulemused näitavad, et kiud on väga erinevad (13,93 kuni 242,05μm)



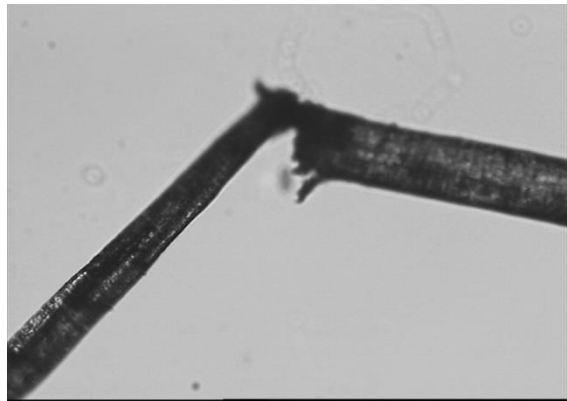
Joonis 3.20 väiksema diameetriga KIUD 3
(suurendus 10x10)



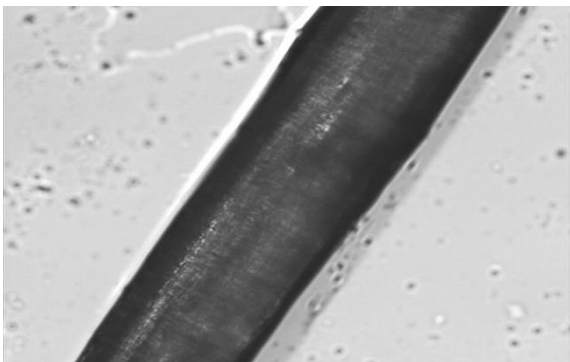
Joonis 3.21 väiksema diameetriga KIUD 3
(suurendus 10x10)



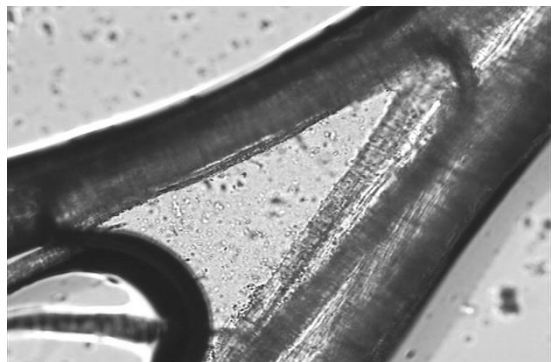
Joonis 3.22 keskmise diameetriga KIUD 3
(suurendus 10x10)



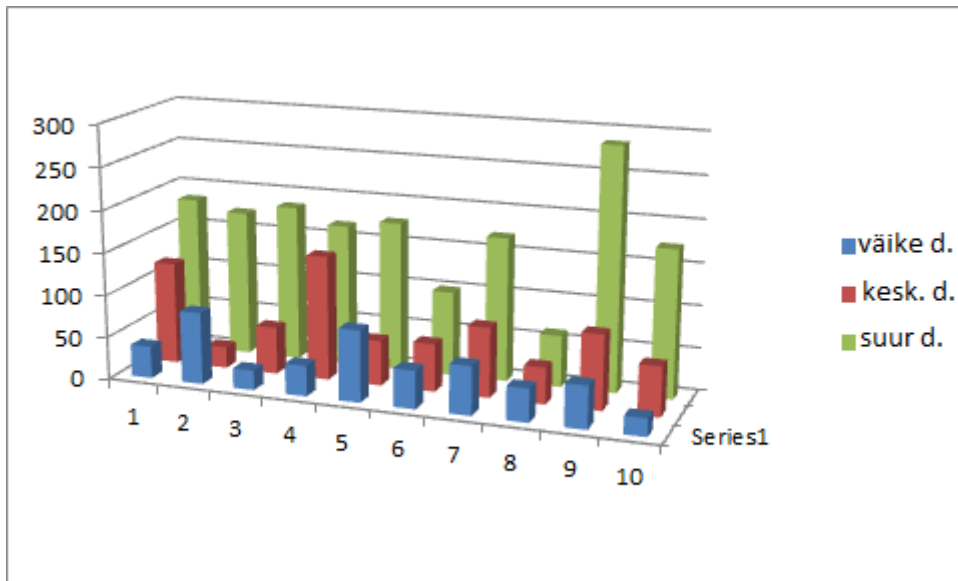
Joonis 3.23 keskmise diameetriga KIUD 3
(suurendus 10x10)



Joonis 3.24 suurema diameetriga KIUD 3
(suurendus 10x10)

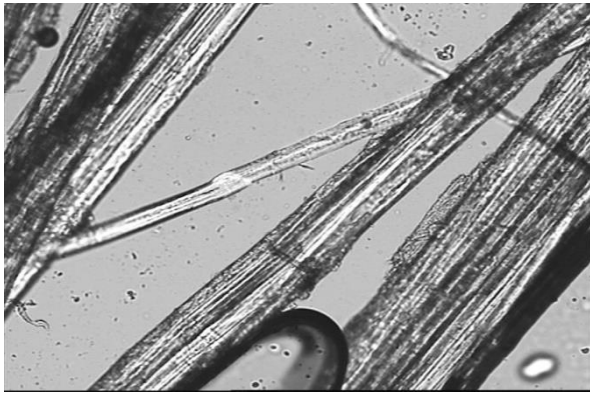


Joonis 3.25 suurema diameetriga KIUD 3
(suurendus 10x10)

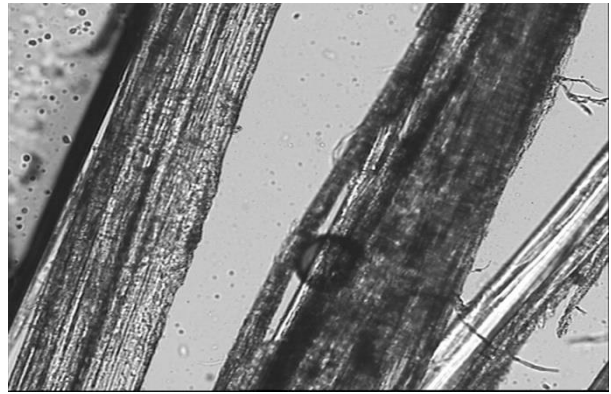


Joonis 3.26 KIUDUDE 3 diameetrite võrdlus (μm)

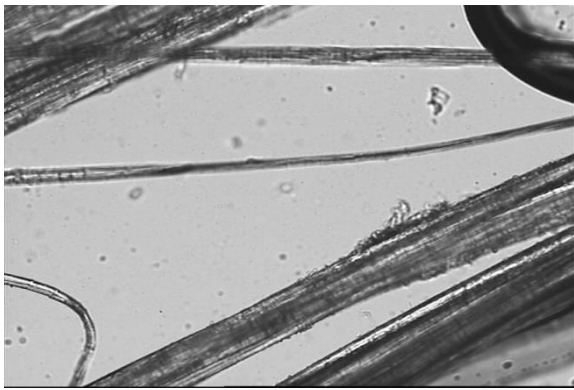
Tulemused näitavad, et kiud on väga erinevad (20,99 kuni 285,67 μm)



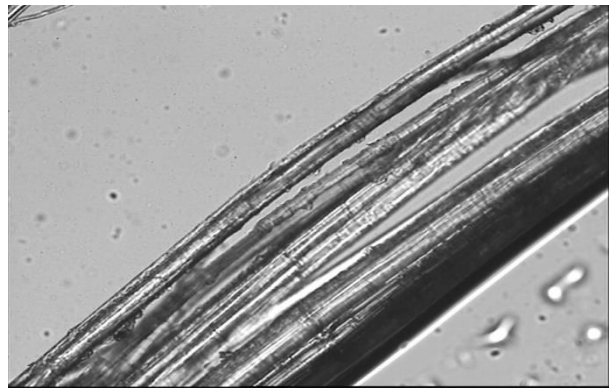
Joonis 3.27 väiksema diameetriga Jääk 1
(suurendus 10x10)



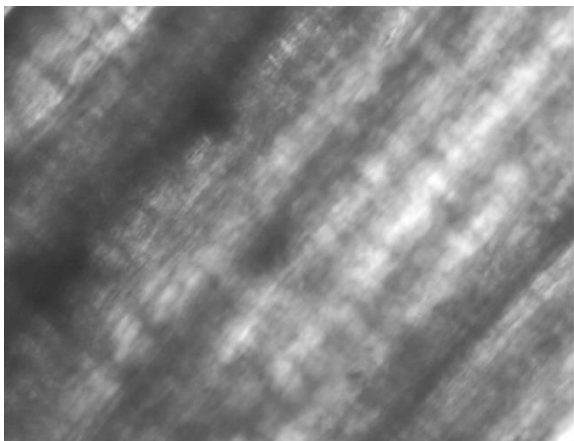
Joonis 3.28 väiksema diameetriga Jääk 1
(suurendus 10x10)



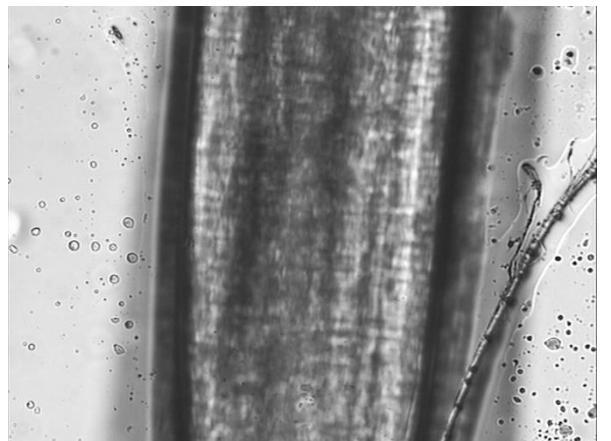
Joonis 3.29 keskmise diameetriga Jääk 1
(suurendus 10x10)



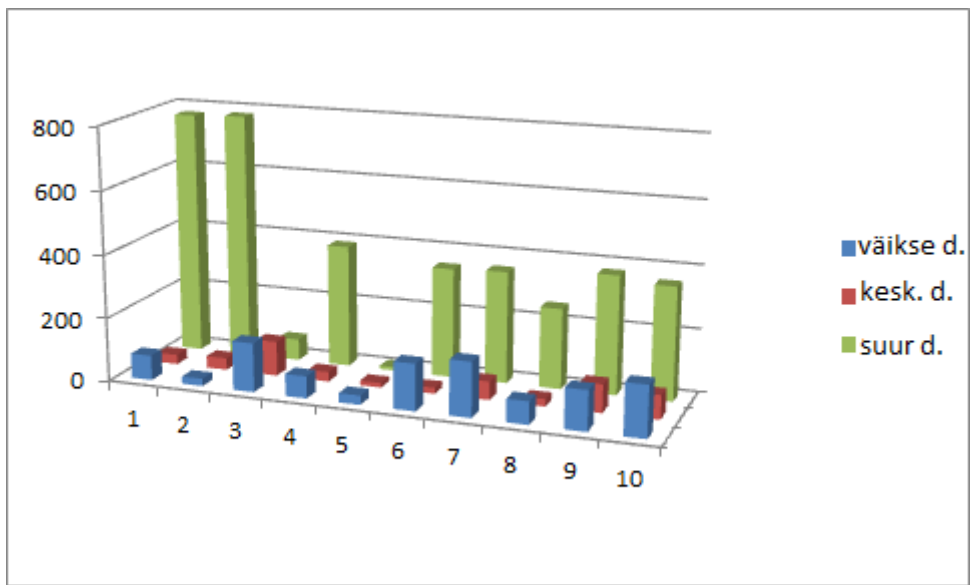
Joonis 3.30 keskmise diameetriga Jääk 1
(suurendus 10x10)



Joonis 3.31 suurema diameetriga Jääk 1
(suurendus 10x10)

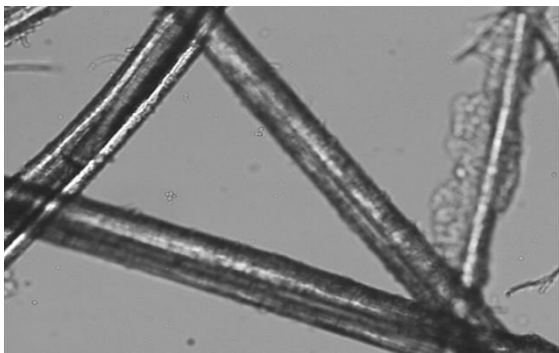


Joonis 3.32 suurema diameetriga Jääk 1
(suurendus 10x10)

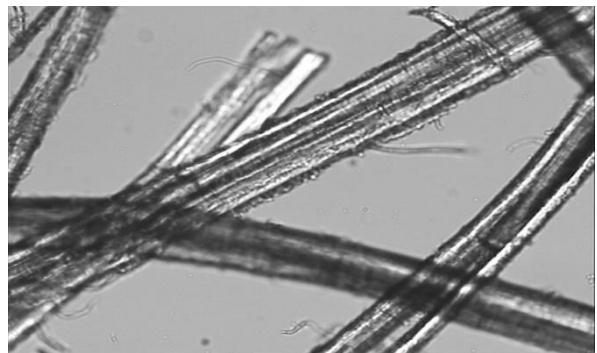


Joonis 3.33 jääkide 1 diameetrite võrdlus (μm)

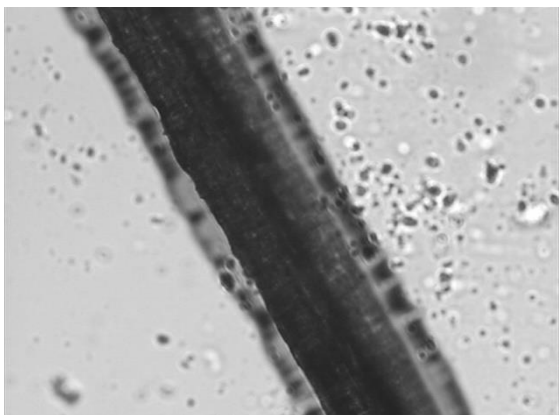
Tulemused näitavad, et kiud on väga erinevad (10,69 kuni 778,85 μm)



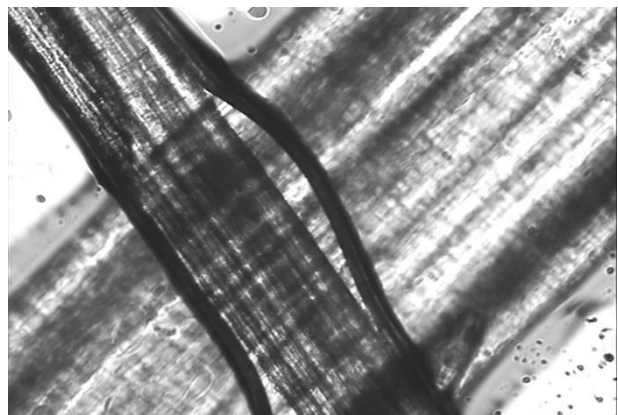
Joonis 3.34 väiksema diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10)



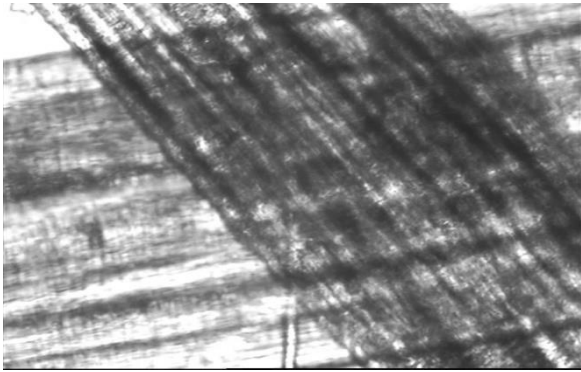
Joonis 3.35 väiksema diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10)



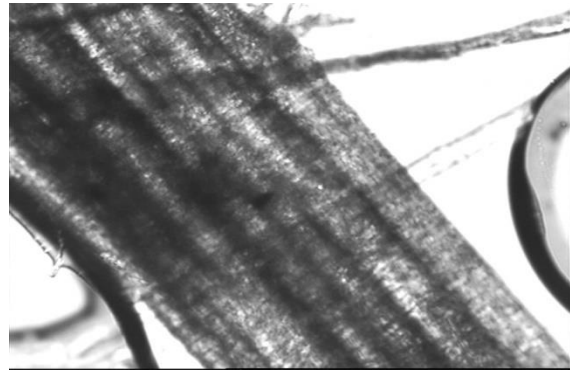
Joonis 3.36 keskmise diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10)



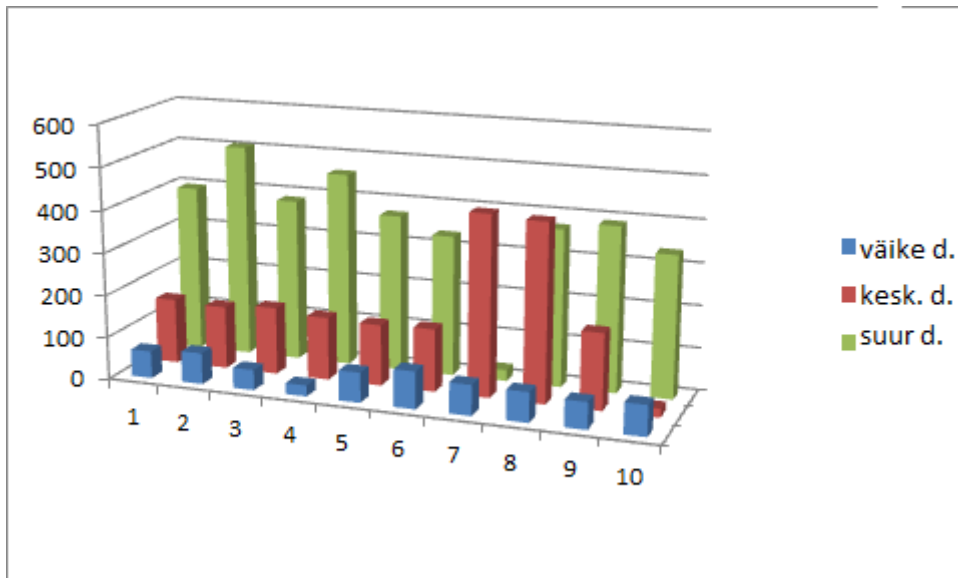
Joonis 3.37 keskmise diameetriga Jääk 2 (suurendus 10x10)



Joonis 3.38 suurema diameetriga Jääk 2
(suurendus 10x10)

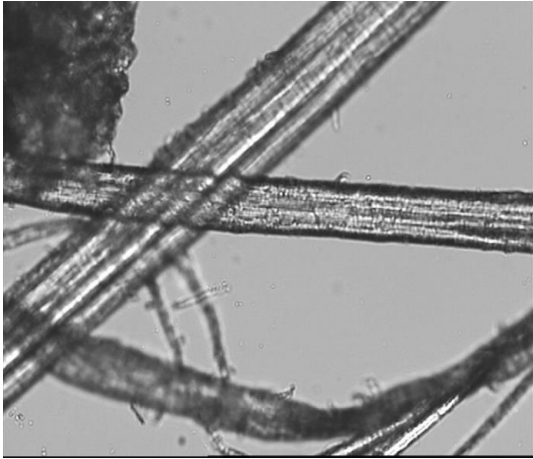


Joonis 3.39 suurema diameetriga Jääk 2
(suurendus 10x10)

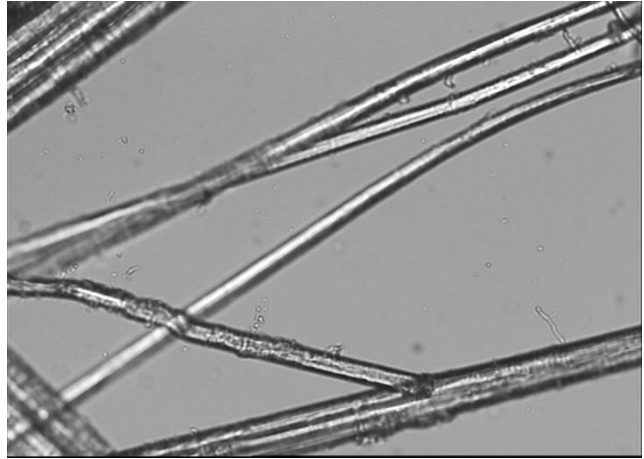


Joonis 3.40 jääkide 2 diameetrite võrdlus (μm)

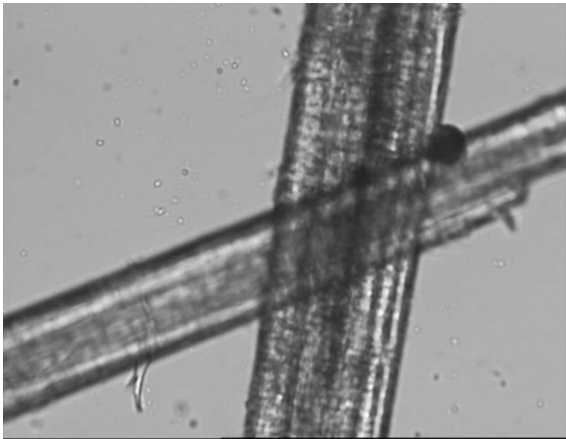
Tulemused näitavad, et kiud on väga erinevad (20,95 kuni 505,25 μm)



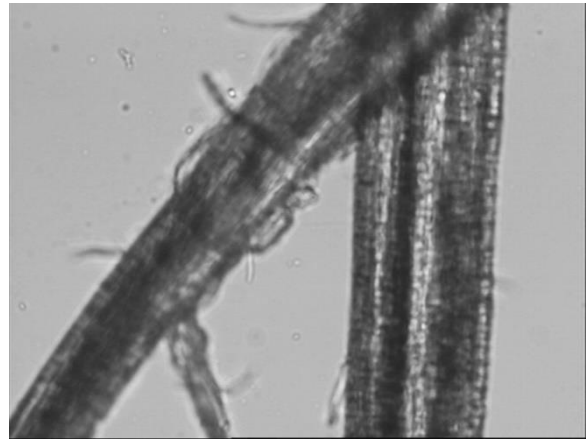
Joonis 3.41 väiksema diameetriga Jääk 3
(suurendus 10x10)



Joonis 3.42 väiksema diameetriga Jääk 3
(suurendus 10x10)



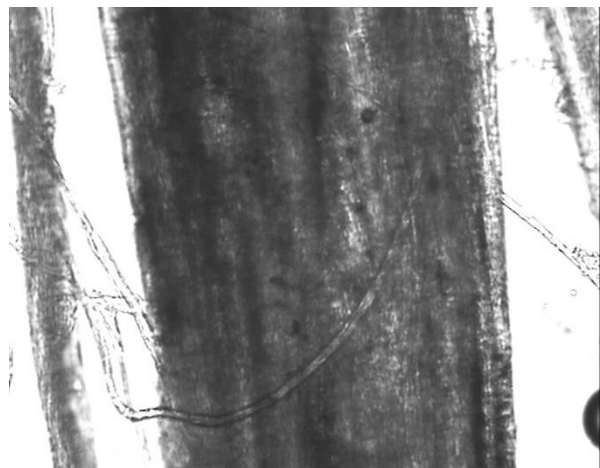
Joonis 3.43 keskmise diameetriga Jääk 3
(suurendus 10x10)



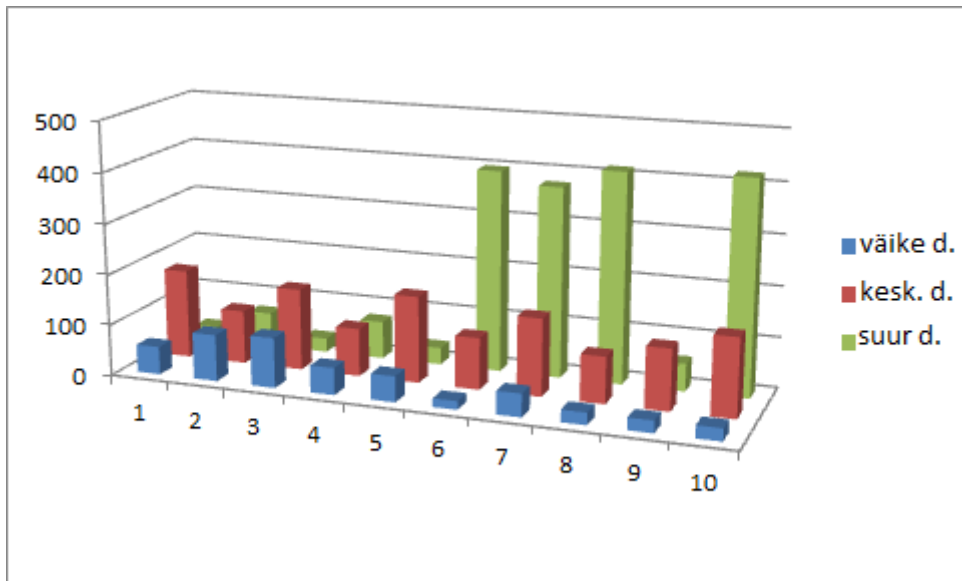
Joonis 3.44 keskmise diameetriga Jääk 3
(suurendus 10x10)



Joonis 3.45 suurema diameetriga Jääk 3
(suurendus 10x10)



Joonis 3.46 suurema diameetriga Jääk 3
(suurendus 10x10)



Joonis 3.47 jääkide 3 diameetrite võrdlus (μm)

Tulemused näitavad, et kiud on väga erinevad (16,9kuni 420,49 μm)

Kokkuvõtte

Kanepi kiud on hea tugevuse ja jäikusega. Suureks eeliseks on ideaalse mikrokliima tagamine ruumides. Kanep on väga vastupidav kahjuritele, ning seetõttu sobib isolatsioonimaterjalina kasutamiseks. Kanep on sõltuv niiskuse toimest, kuid samas ta on väga tugev material, mis tagab ühtlase kvaliteetse isolatsiooni. Vastavalt uuringutele on kanep esikohal taimse päritoluga isolatsioonimaterjalidest. Kasutades kanepit isolatsioonimaterjalina, on võimalik mitte ainult säästa raha kütmiselt vaid säästa ka keskkonda. Kanep ei tekita head keskkonda putukatele, seega ei ole vaja töödelda tema pinda keemiliste pestitsiididega. Tänu suurepärasele võimele salvestada soojust, kaitseb kanep suvel eluruumi ülekuumenemisest. Lisaks põleb kanep halvasti kuid pakub samas head heliisolatsiooni.

Kanepikiu töötlemine on väga mahukas töö, mis koosneb mitmetest etappidest. Töötlemise masinad on väga kallid ja seega oli antud töö põhimõtteks oli uurida, kas saab kasutada WOOL SELECTOR -2 villa puhastusmasinat kanepitöötluste alternatiivina.

Villapuhastusmasin eraldub materjali selliselt, et ühte kogumiskasti läheb puhaskiud ja teise aga suuremad prahtlisandid. Antud töö tulemustest selgus, et seda masinat saab kanepi puhul kasutada ainult osaliselt, kuna kiud olid mõlemates kastides. See võib olla tingitu sellest, et villal ja kanepil on erinev ehitus. Vill on monokiud, kanep aga pigem komposiitkiud, sest tema ehituses on korraga mitu monokiudu. Sellepärast masin puhastab suuremad kanepikiud prahtlisanditeks. Kuid teisest küljest kiud nii puhta kiu kastist, kui ka prahtlisandite kastist on palju rohkem „kammitud“, õhulisemad ja iga puhastamisega lähevad õhemaks ja peenemaks. Muidugi on oluline teada, milleks pärast hakatakse kasutama seda kiudu, sest sellest sõltub, kas peab olema pikk kiud või lühem.

Töö käigus villapuhastusmasin ei puhastanud kiudu ühtlaselt ja kõik olid väga erinevad. Isegi mõned kiud, mis olid puhastatud 3 korda on suurema dimeetriga, kui kiud, mis oli puhastatud 1 korra. Keskmised näitajad läksid aga iga puhastamisega väiksemaks. Seega võib antud töö tulemustest järeldada, et villapuhastusmasina kasutamine ei ole väga kasulik suurema tootmise jaoks, kuna masin töötab väga aeglaselt. Eelnevalt on vaja puhastada käsitsi algmaterjali ja eemdaldada luu, muidu pärast on vaja puhastada masinat ja eriti kohestusvaltsi.

Kasutatud kirjandus

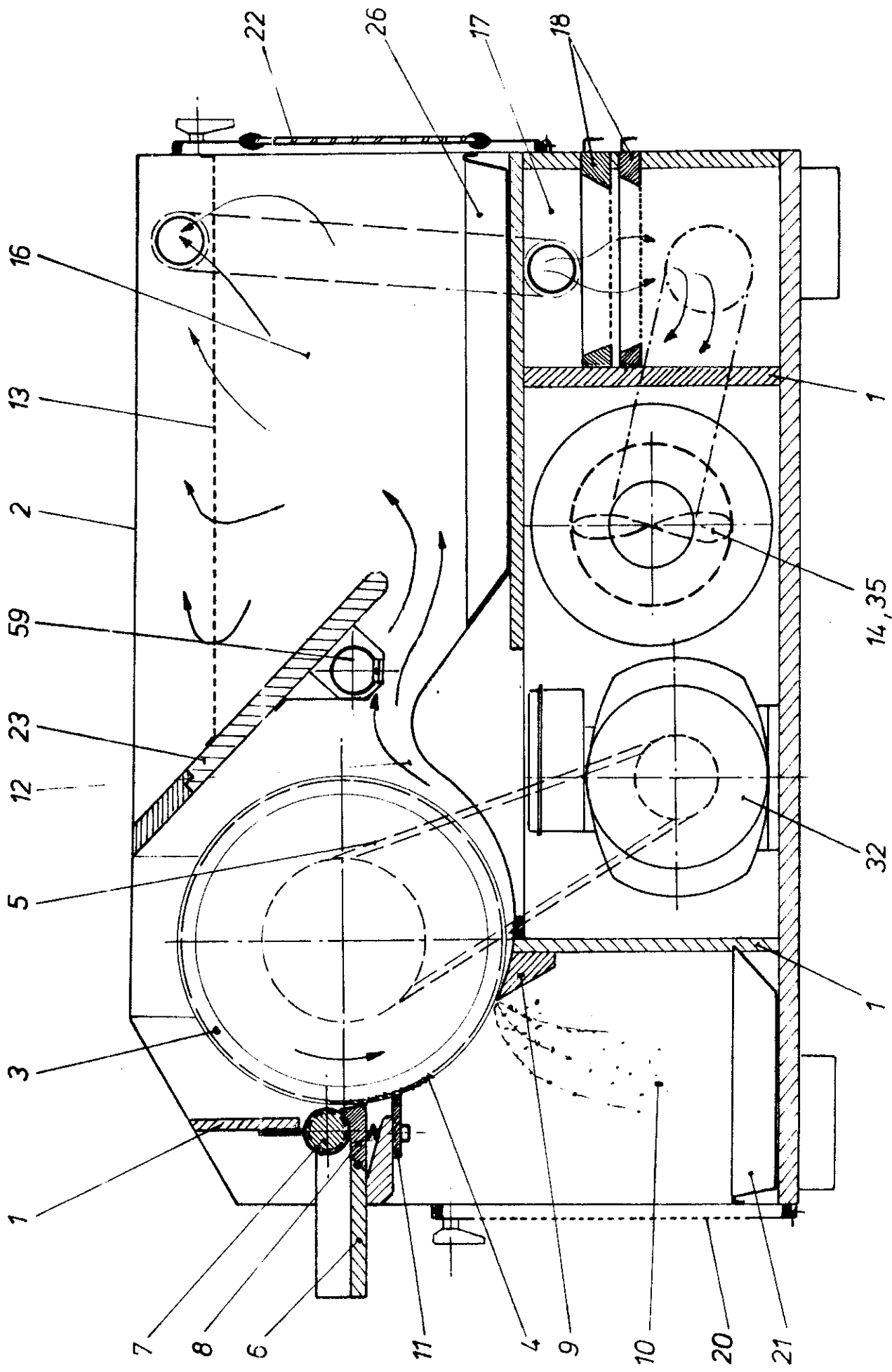
1. Тахтаджян А. Л., Федоров А.А. Жизнь растений: в 6-ти томах. — : Просвещение. 1974
2. Boncamper I., Tekstiilkiud: käsiraamat. Tallinn : Eesti Rõiva- ja Tekstiililiit. Tallinn 2000
3. Kuldma H., Vene-Eesti Tehnika Sõnaraamat. „Valgus“. Tallinn 1975
4. Немеш И. Прибор для определения содержания механических сорных примесей тонковолокнистого хлопка и мытой шерсти: инструкция. Будапешт
5. (Pickering K. Properties and Performance of Natural-Fibre Composites , 2008
6. (WWW) <http://www.ecopotential.ru/good/352> (05.04.17)
7. (WWW) <http://www.ecopotential.ru/good/735> (05.04.17)
8. Фирсов И. П., Соловьев А. М., Трифанова М. Ф. «Технология растениеводства» 2006 г.
9. Большая Советская Энциклопедия. В 30 томах Букинистическое издание 1970
10. (WWW) <http://stroyka.by/news/2013/05/17/izolyaciya-drevesina> 08.05.17
11. (WWW) <http://megafermer.ru/article/557> (10.04.17)
12. (WWW) http://www.ayzdorov.ru/tvtravnik_konoplya.php (10.04.17)
13. Wool R. Composites and Foams from Plant Oil Based Resins www.knovel.com 2005
14. (WWW) <http://www.ppu21.com.ua/teploizolyaciya/vidi-teploizolyacionnix-materialov.html> (02.02.17)
15. Quantifying the Range of Properties in Natural Raw Material Origin Polymers and Fibres Mark Hughes
16. (WWW) <http://hahayile9kk.appspot.com/0/?url=cGVuYWt1aUsvaWtpdy9ncm8uYWlkZXBpa2l3LnRlLy9BMyVzcHR0aA==> (02.02.17)

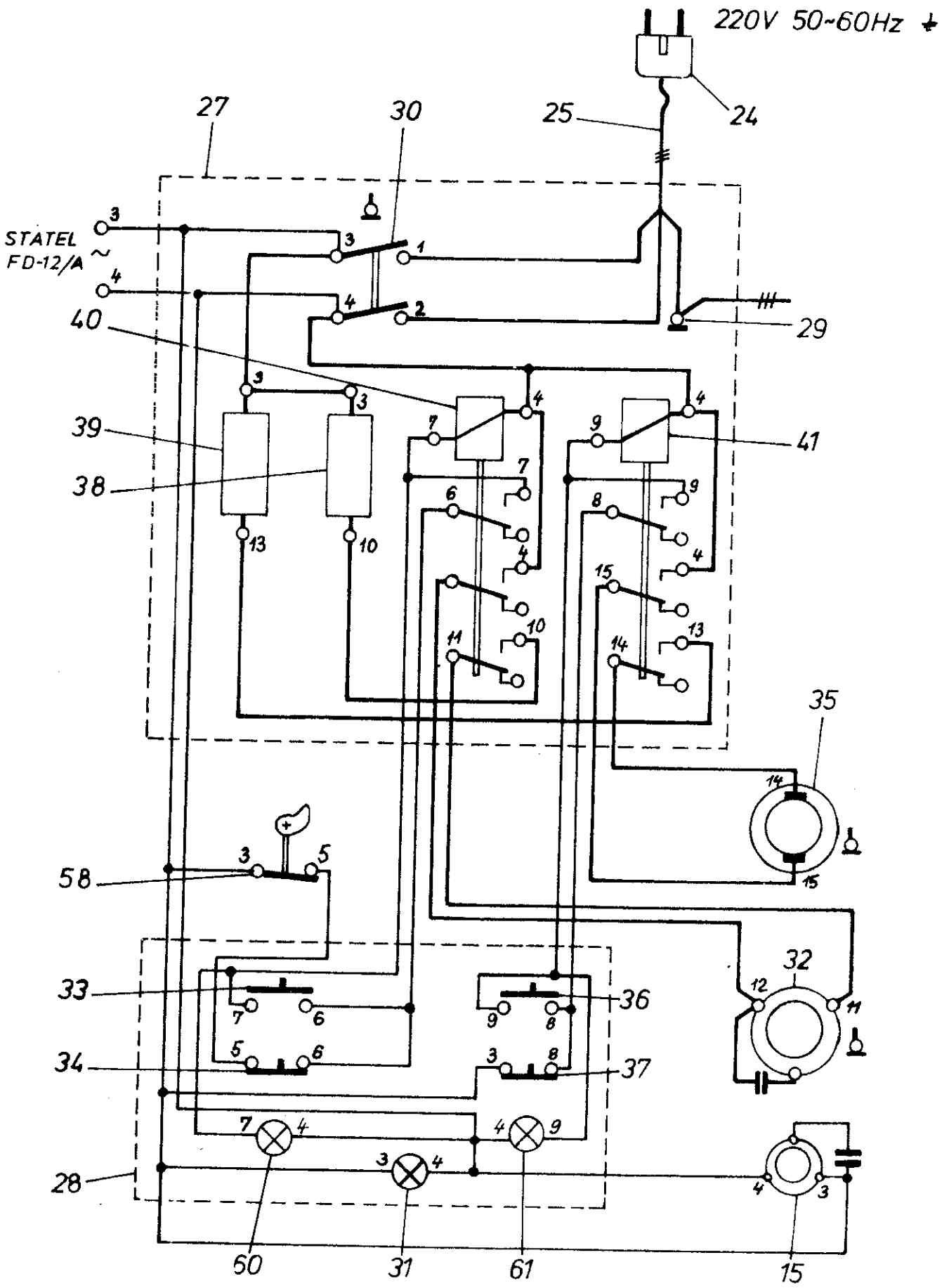
Summary

Hemp is natural fibre that is gaining popularity in construction sector. Hemp was first used already approximately 8000 years B.C. The aim of this thesis was to investigate the use of Wool Selector-2 machine usage for making the hemp fibres. The tasks of the thesis was to examine the use of Wool Selector 2 and make an overview of that machine. Second task was to produce hemp fibre with Wool Selector 2. Hemp straw was first cleaned by hand and then added to the Wool Selector machine to be cleaned. Hemp fibres were cleaned three times to investigate the effect of cleaning cycles to the hemp fibre dimensions.

The results showed that there were different types of hemp fibres after the usage of Wool Selector 2. However, the fibres were very different dimensions. Therefore it can be concluded that Wool Selector 2 is not the best solution for producing the hemp fibres.

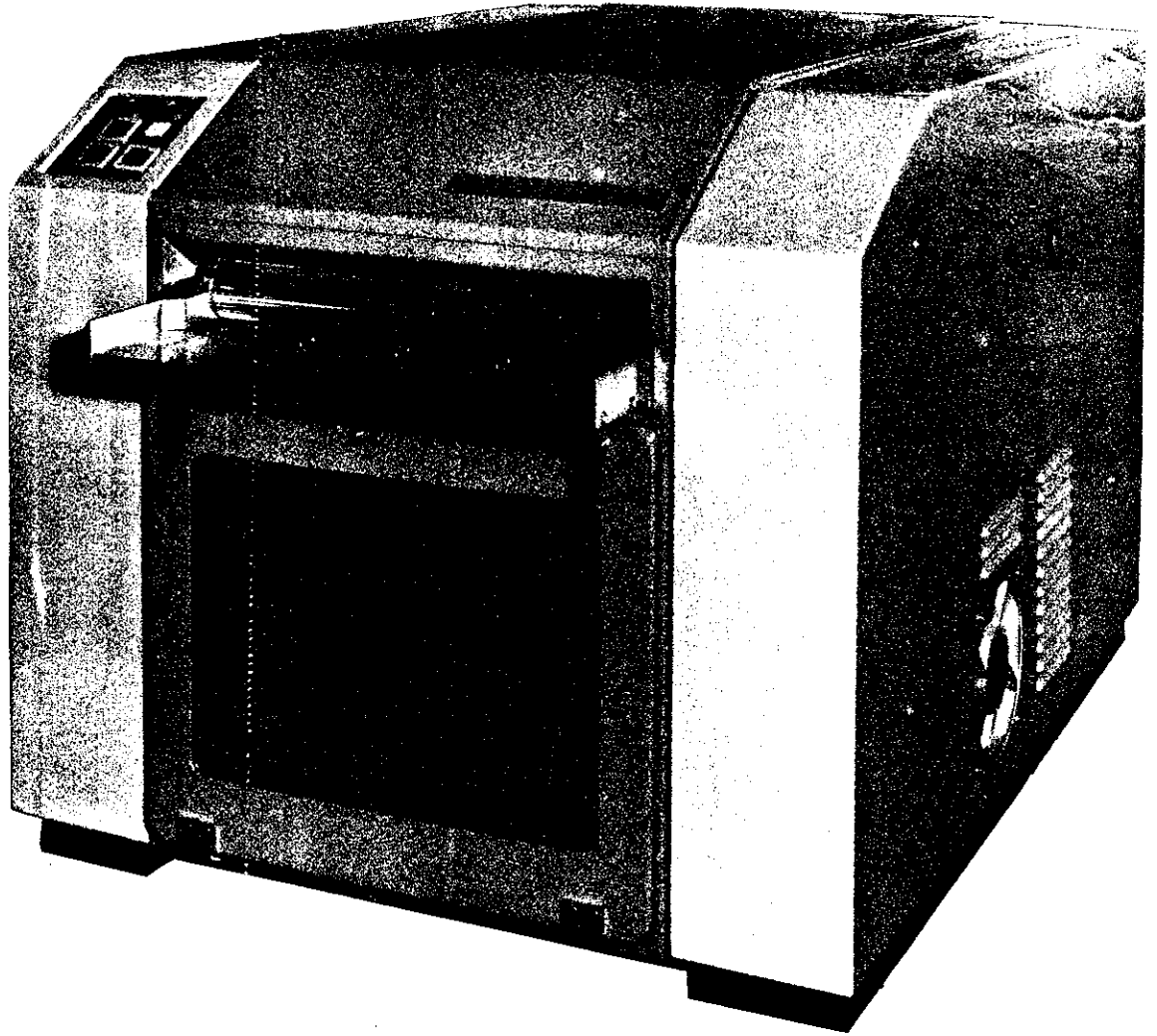
Lisa 1 Villapuhastuseadme skeem.

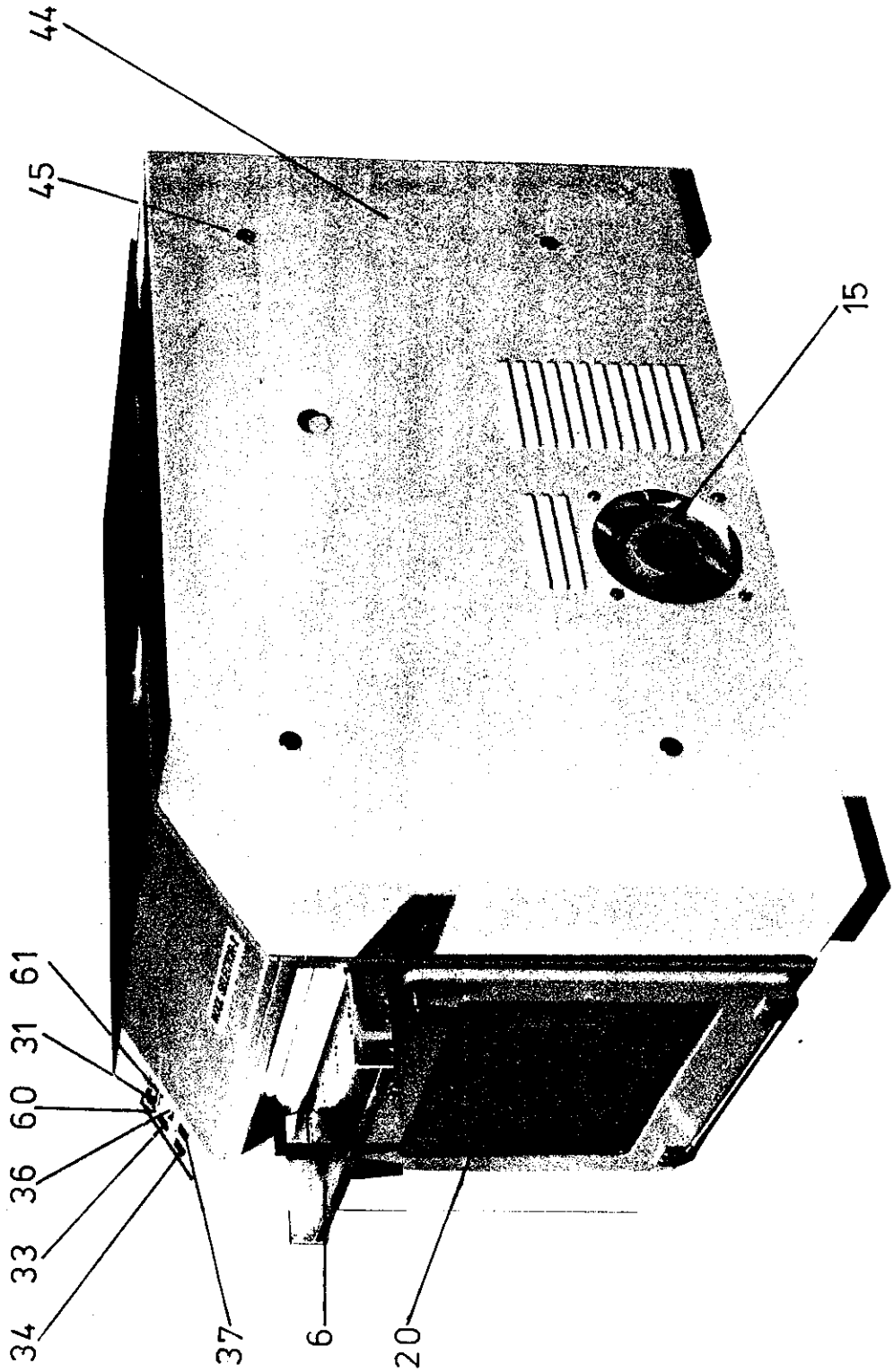


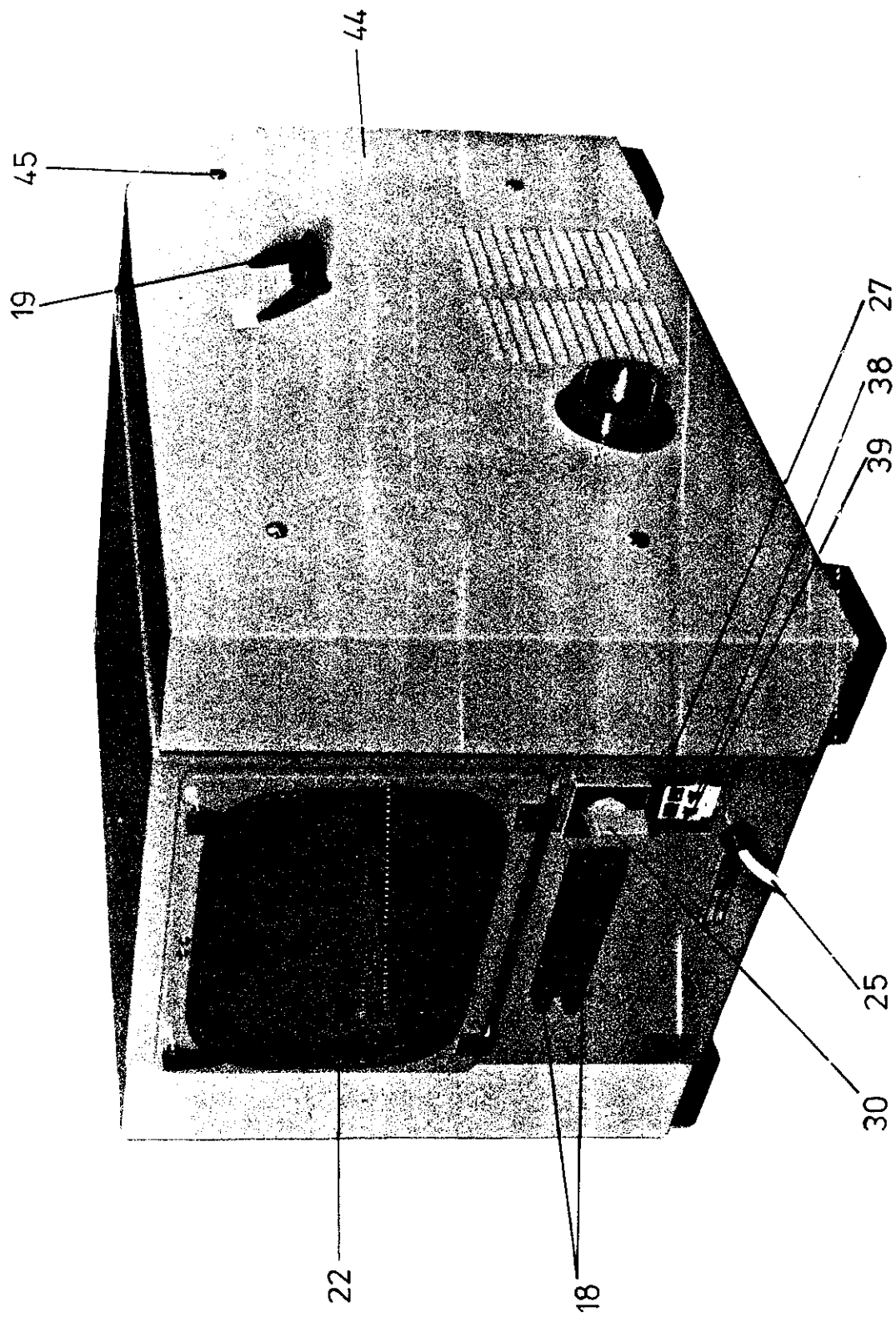


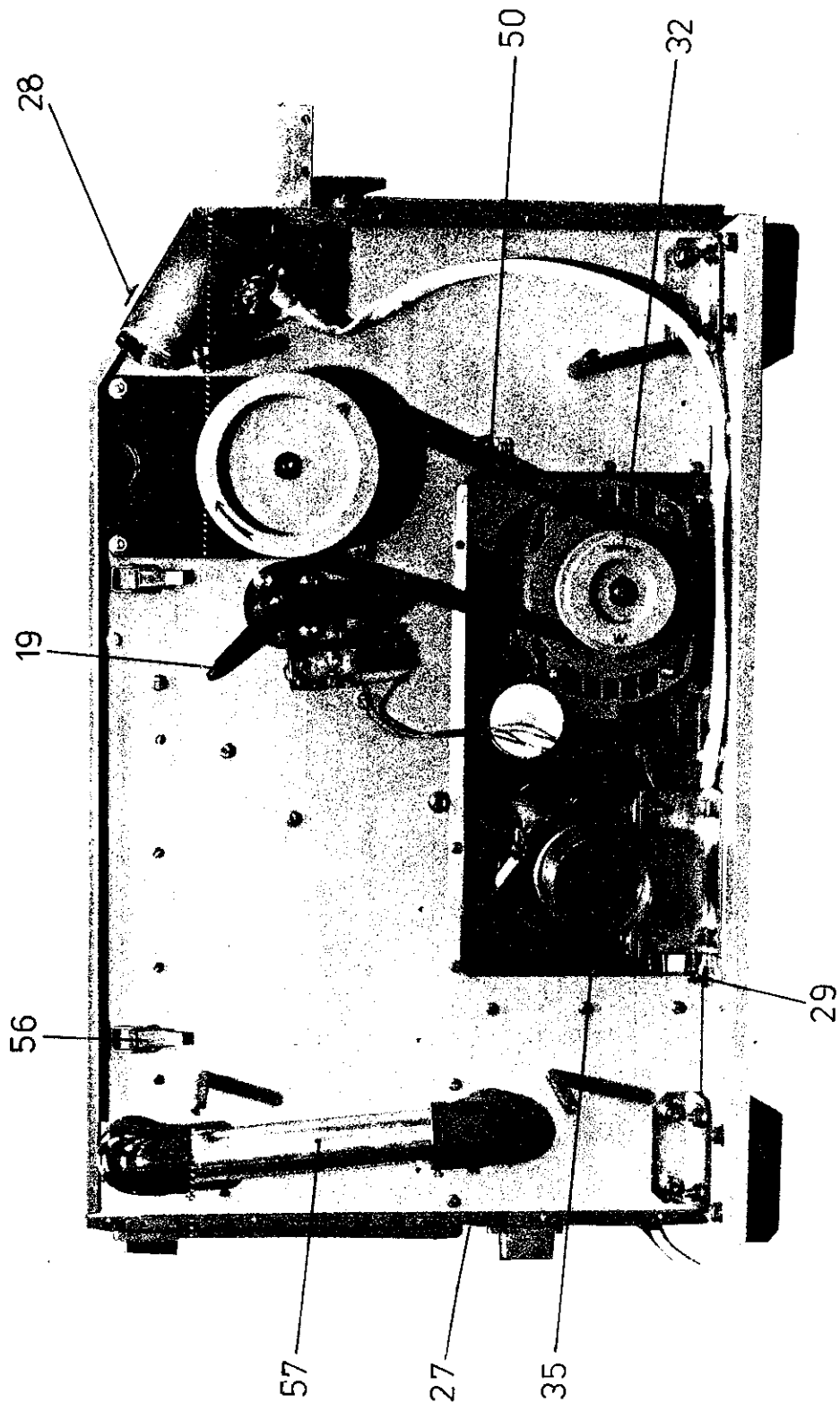
2

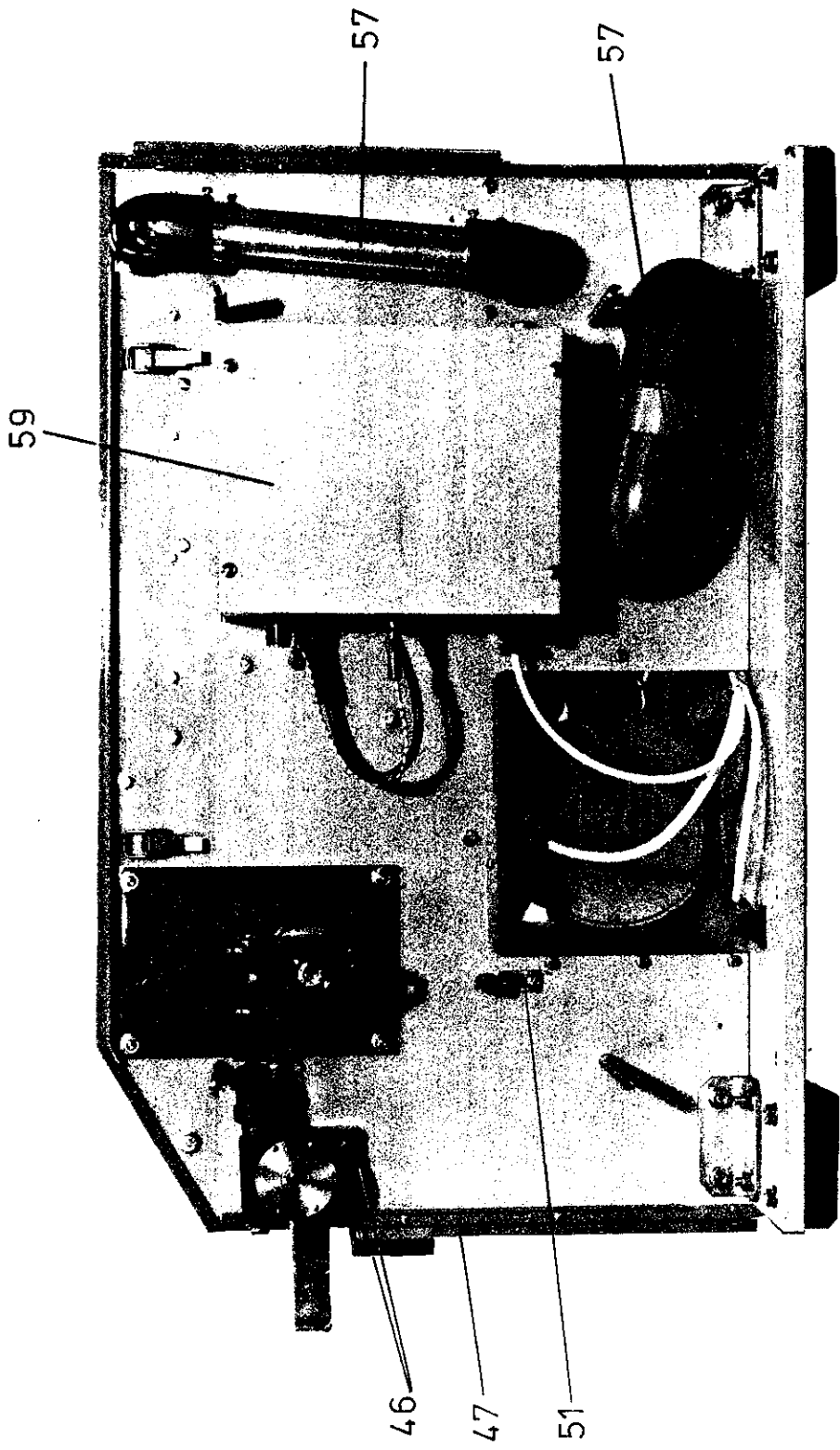
FM-30W2

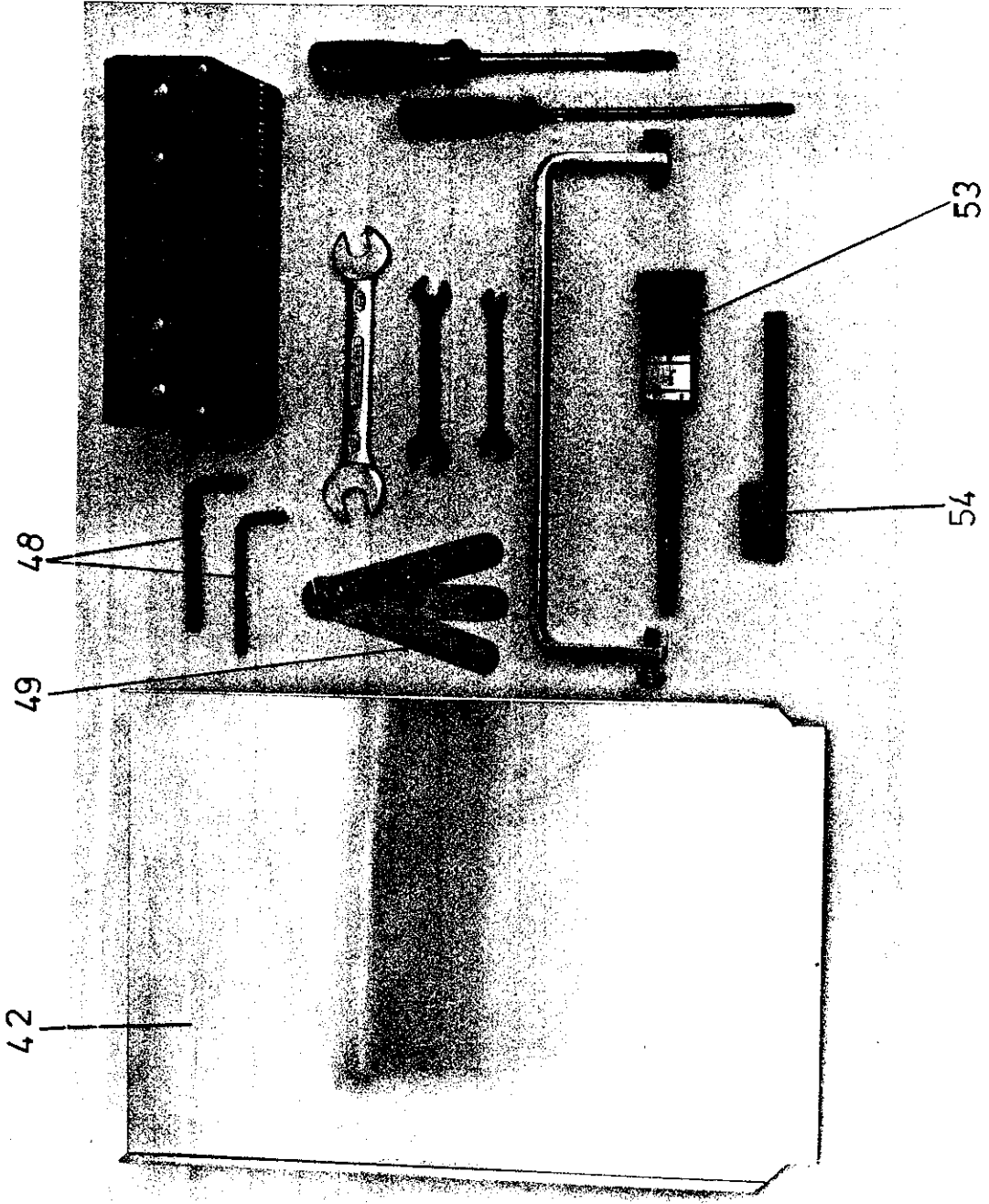


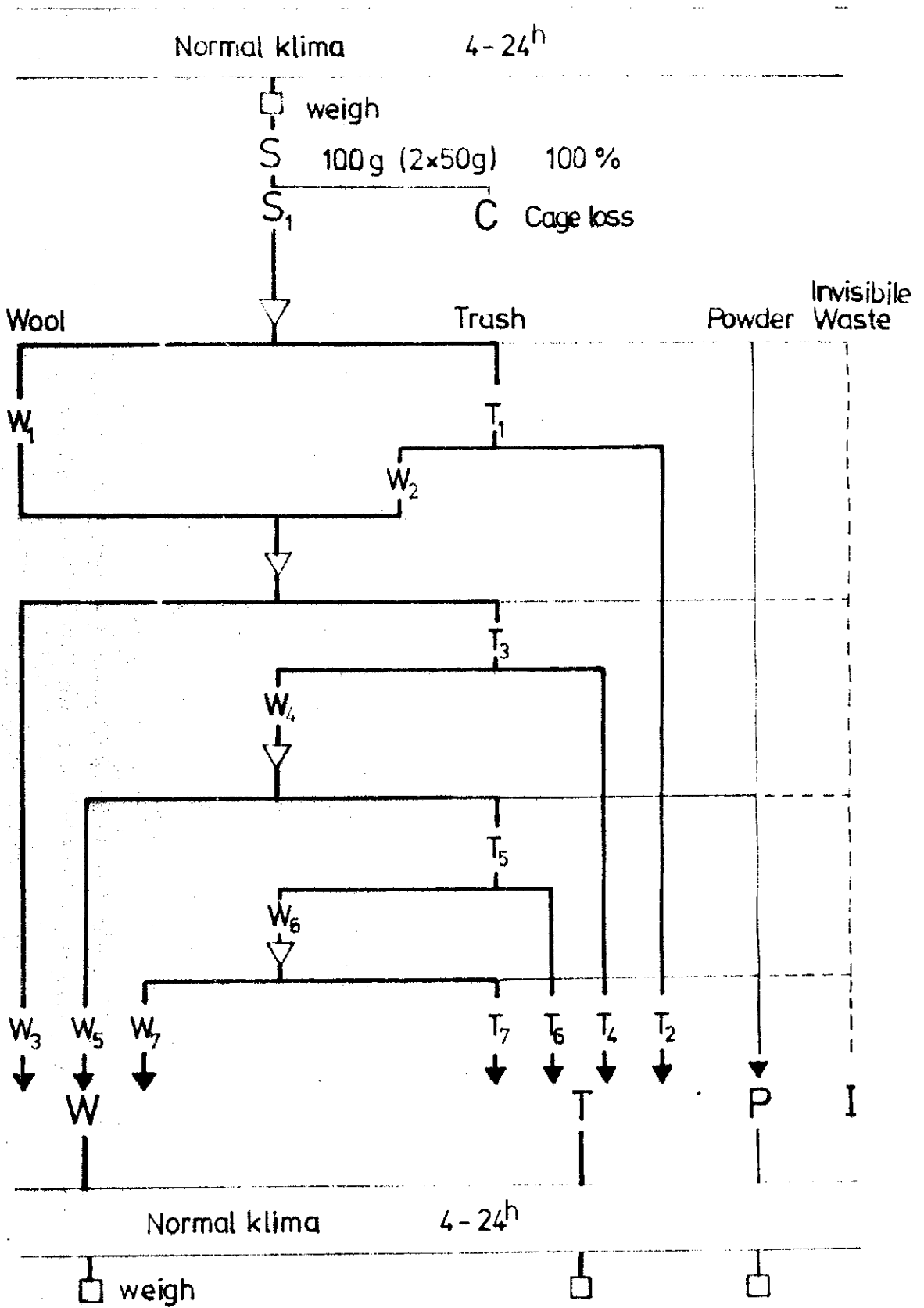


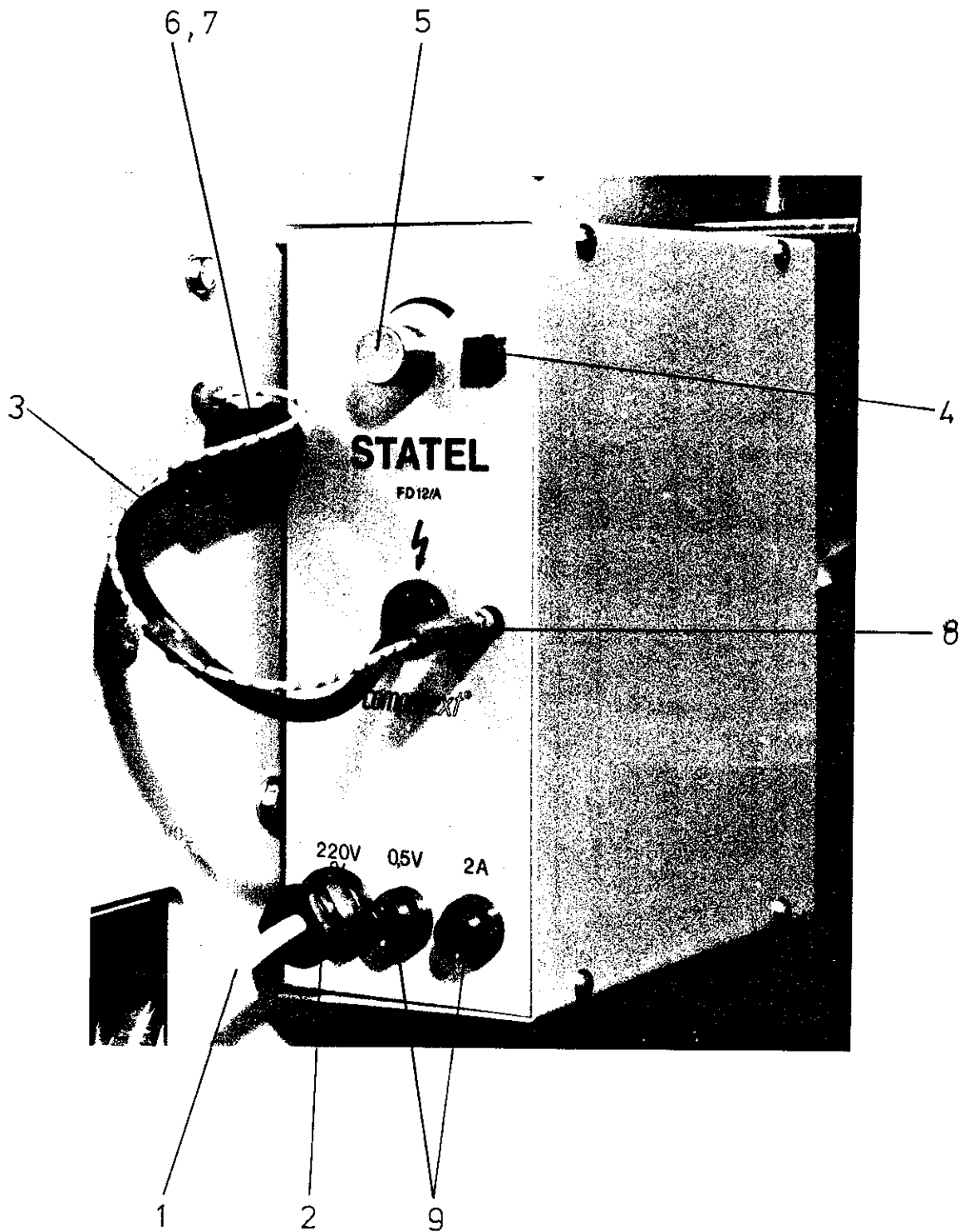












1 FD-12/A
FM-30W2