

TARTU ÜLIKOOLI VILJANDI KULTUURIAKADEEMIA

Kultuuripärandi loovrakenduste magistriõppekava

Anneli Poska

**KOERAKARVA FÜÜSIKALISED OMADUSED JA SOBIVUS LÕNGA
VALMISTAMISEKS**

Magistritöö

Juhendajad:

lektor MA Ave Matsin

lektor PhD Hele Siimon

Viljandi 2024

SISUKORD

EESSÕNA.....	3
KASUTATUD TERMINID	4
SISSEJUHATUS	5
1 HISTOGRAAFIA.....	7
2. LOOMSED KIUD	8
2.1 Loomse kiu ehitus.....	10
2.2 Loomsete kiudude keemiline koostis	12
3 KOERATÕUD JA TÕUOMASED KARVAKATTE TÜÜBID	13
4 KASUTATD MATERJALID	16
4.1 Tõusiseste karva omaduste varieeruvuse uuring	17
4.2 Tõugude vaheliste karva omaduste varieeruvuse uuring	18
4.3 Uuringusse kaasatud enamlevinud loomsete kiudude allikad	21
4.4 Eksperimentaallõnga valmistamiseks kasutatud materjalid	22
5. UURIMISMEETODID.....	23
5.1 Valgusmikroskoopia	24
5.2 Skaneeriv elektronmikroskoopia.....	25
5.3 Stereomikroskoopia	26
5.4 Mõõtmised ja andmetöötlus.....	27
5.5 Eksperimentaallõnga valmistamine	28
6 TULEMUSED.....	29
6.1 Samojeedi koera tõusiseste karva morfomeetriliste tunnuste varieeruvus	30
6.2 Erinevate koeratõugude vaheline karva morfomeetriliste tunnuste varieeruvus	33
6.3 Koerakarvad võrdluses enamlevinud loomsete kiudude allikate ja inimjuustega	36
6.4 Koerakarva mõju lõnga valmistamise protsessile ja esemete omadustele	39
7 JÄRELDUSED	42
7.1 Koerakarva morfomeetrilised omadused ja sobivus tekstiilitööstuse tooraineks	42
7.2 Koerakarva mõju lõnga valmistamise protsessile ja esemete omadustele	47
KOKKUVÕTE.....	49
KASUTATUD KIRJANDUS.....	50
LISAD.....	55
Lisa 1: Näiteid uuritud kiudude säsi- ja soomusetüüpidest	55
Lisa 2: Mõõtmistulemuste koondtabelid	57
SUMMARY	63

EESSÕNA

Käesolev töö käsitleb koerakarva morfomeetrilisi tunnuseid (kiu pikkust ja läbimõõtu, säsitüüpi ja koore ning soomuste paksust), nende varieeruvust sama tõu piires, koeratõugude üleselt ja võrdluses teiste meid igapäevaselt ümbritsevate loomsete kiududega. Saadud tulemusi rakendatakse koerakarva soojuslike ja sensoorsete omaduste määratlemiseks ning arutletakse selle sobivuse üle masinketrusel lõnga valmistamiseks võrdluses tavapärase tekstiilide valmistamiseks kasutatavate loomsete kiududega.

Teema valikul on oluline osa minu pikaajalisel kooselul kahe neljajalgse sõbraga, Šoti lambakoera Kristoferi ning Samojeedi koera Nanook'iga. Mõlema koeraga on lisaks pikkadele jalutuskäikudele ja tingimusteta sõprusele kaasas käinud ka paar korda aastas pererahvaga lahkelt jagatud karvakuhi. Seda, kogu perekonna jaoks suure emotsionaalse väärtusega materjali, oleme aastakümnete jooksul kasutanud minu ema osavate käte all valminud puhtast koerakarvast lõngast kootud käpikute valmistamiseks.

Küsimused, kas kõigi koeratõugude (aga ka kõigi sama tõugu koerte) karv sobib ühtmoodi hästi lõnga valmistamiseks, miks on tekkinud uskumused et koerakarvast kehakatted on kas ülipehmed või siis torkivad, haisevad märja koera järgi või on tervendava mõjuga, ning kuidas on võimalik, et koerakarvast käpikud hoiavad kandja käed soojana ka läbimärjalt peale tunniajalist lumes müttamist, on mind saatnud juba pikka aega.

Uurimismetoodika valikus ja selle töö ülesehituses mängib suurt osa minu loodusteaduslik taust ning kindel veendumus, et igal nähtusel on olemas põhjendus ja materjalide uurimisel võib uurimisobjekti põhiolemuse selgitamiseks abi olla sageli füüsika- ja keemiaalaste põhiteadmiste rakendamisest.

Tahaksin siinkohal tänada oma erakordselt tolerantset perekonda, mille liikmed on toetavalt suhtunud minu uudishimust kantud otsinguretke koerakarva saladuste avastamiseks. OÜ Groomroom groomerit Stella Ojulaidi ja Hõbevalge kenneli omaniku Ulvi Koovi abi eest karvanäidiste kogumisel, ning VKA õppejõudu ja villakoja perenaist Astri Kaljust üüratu meisterlikkuse, kannatlikkuse ja entusiasmi eest koerakarvast lõnga tegemisel. Olen siiralt tänulik oma juhendajatele ja kõigile teistele õppejõududele. keda mul on olnud õnn kohata - õppisin teilt palju enam kui erialaseid teadmisi. Minu eriline tänu kuulub minu fantastilistele kursusekaaslastele, kelle elukogemus ja silmaring on õpingute jooksul olnud pidevaks imetluse ja innustuse allikaks.

KASUTATUD TERMINID

- Aluskarv – tihe, pehme ja peenike karv imetajate nahal
- Anageenne faas – karva aktiivse kasvu faas
- *Chiengora* – koerakarvast lõng
- Deformeeritavus – mil määral saab jõu rakendamine objekti kuju muuta
- Groomer – lemmikloomade karva hooldamise spetsialist
- Karv – niitjas sarvainest moodustis imetajate nahal
- Ketrussobivus – sobivus ketramiseks
- Kiu eritugevus – kiu tõmbetugevuse suhe tihedusse
- Kiu joontihedus – kiu lineaarne tihedus
- Koor (*cortex*) – keratiinist koosnev keskmine kiht, mis moodustab karva põhiosa
- Keratiin (sarvaine) – imetajate karva põhiosa moodustav kiuline proteiin
- Soomus (*cuticula*) – karva väliskiht, mis koosneb värvitutest lamedatest soomustest
- Loomsed kiud – loomsetest proteiinidest koosnevad looduslikud kiud
- Morfomeetria – objektide välise kuju ja mõõtmete mõõtmise protsess
- Pealiskarv – hõre, jäme, sile ja sirge karv imetajate nahal
- Rebenemistugevus – materjali võime taluda rikkeid, mis on risti rakendatava pingega
- Soojusjuhtivus – materjali võime juhtida soojust ühelt küljelt teisele
- Struktuur – iseloomulik ehituslaad, sisemine ehitus või pealispinna omapära
- Säbarus – kiu loogete arv pikkusühiku kohta
- Säsi (*medulla*) – karva sisemine osa, mis võib kas täielikult või osaliselt puududa
- Telogeenne faas – puhkefaas karva kasvus
- Tekstuur – pinna või aine tunne, välimus või konsistents
- Termoplastsus – materjali omadus temperatuuri muutudes mõõtmeid muuta
- Tõmbetugevus – tõmbekatsel esinev suurim pinge, mille korral katsekeha ei purune
- Vill – traditsiooniliselt tekstiilitööstuse toorainena kasutatavate (näit. lammas jmt.) imetajate karv

SISSEJUHATUS

Kogu maailmas on inimeste üldise keskkonnateadlikkuse tõusuga üha olulisemaks muutunud keskkonnasõbralike orgaaniliste kiudude kasutus nii tekstiilide (Oliveira Duarte 2019) kui ka ehituslike heli- ja soojusisolatsiooni materjalide (Surjit jt 2019, Webb jt 2011) tootmisel. Tänapäeval tekstiilitööstuses enamkasutatavad looduslikud valgupõhised kiud, nagu vill, mohäär ja siid, on võrreldes tehislíkuga oluliselt kallimad ja seepärast võib ebatraditsioonilisemate loomsete kiude, näiteks koerakarva kasutamine, osutada odavamaks ja loodussõbralikumaks alternatiiviks (Greer jt 2007). Paljudele koeratõugudele on iseloomulik rikkalik paksu aluskarvaga kasukas, mis vahetub reeglipäraselt vähemalt kaks korda aastas. Eesti kennelliidu (EKL) registrisse on kantud enam kui 5000 kuue (Samojeedi koer, Berni Alpi karjakoer, Tiibeti mastif, collie, Newfoundlandi koer, bernhardiin ja chow chow) enam levinud pikakarvalise ja keskmise kuni suurekasvulise tõu isendit (EKL register). Arvestades eeltoodud tõugude ühe karvavahetuse jooksul heidetud karva hulgaks ca 500 g, ehk kahe korra peale kokku ca 1 kg karva aastas, produtseerivad need koerad ainuüksi Eestis kokku enam kui 5 tonni loodussõbraliku suurepärase soojusomadustega materjali millel on suur emotsionaalne väärtus ning tootmiskulud puuduvad.

Koerakarvast tehtud lõnga jaoks on võetud kasutusel spetsiaalne termin „*chiengora*“, mis on tuletatud prantsuskeelse sõna *chien* (koer) ja *angora* (angoora küüliku karvast tehtud ülipehme lõng) liitmisel (Choron ja Chorón, 2008). Parimat lõnga andvate koeratõugude hulka kuuluvad Flaami karjakoer, borderkolli, Chow chow, Austraalia karjakoer, Shih Tzu ja Newfoundlandi koer (Choron ja Chorón, 2008). Enamasti tehakse *chiengora*’t koertelt kammimise käigus eraldunud aluskarvast, kuna uuringud on näidanud, et lõnga tegemiseks sobiva rikkaliku pehme ja pika aluskarvaga koerte pügamine võib oluliselt kahjustada looma nahka ja muuta karva struktuuri (Zur jt 2013).

Eestis, aga ka mujal maailmas, on koerakarva kohta levinud mitmeid eelarvamusi ja sellele omistatakse mitmesuguseid raviomadusi. Levinuimad negatiivsed eelarvamused on, et koerakarvast esemed on torkivad, ajavad sügelema ning eritavad nn „märja koera“ lehka. Teisest küljest on aga laialt levinud ootused, et koerakarvast esemed on väga pehmed ja soojad ning säilitavad oma soojuslikud omadused ka märjana. Lisaks eelöeldule on rahvasuus laialt levinud uskumused, et koerakarvast esemetel on põletikuvastane efekt, need kiirendavad haigustest paranemist, leevendavad liigese- ja reumaatilisi valusid ja nende kandmine parandab kudede verevarustust. Koerakarva raviomadusi tõestavaid (või ümber lükkavaid)

teaduslike uuringuid ei õnnestunud leida. Uurijate järeldused koerakarva sobivuse kohta tekstiilide valmistamiseks on erinevad. Tulemuste seas on nii selge negatiivne mõju lõnga omadustele võrdluses lambavilla ja sünteetiliste kiududega (Surjit jt 2020, 2022), neutraalne tõdemus, et *chiengora* kiu pikkus, joontihedus, eritugevus, deformeeritavus ja elastsus on võrreldavad teiste tavaliselt kasutatavate valgupõhiste kiududega ja mõnede tõugude karv võiks sobida tekstiilide tootmiseks (Geer jt. 2007), kui ka tõdemus, et *chiengora* soojusisolatsiooni võime on üle 40% (Surjit jt. 2019) ja mõnedel andmetel koguni kuni 80% (Choron ja Choron 2005) parem kui lambavillal.

Kuna loomsete kiudude puhul ei ole nende keemiliste ja mehaaniliste omaduste sobivus kehakattematerjalina ja vastupidavus inimese elukeskkonnaks sobivates tingimustes küsitav, on kiu sobivuse määramisel tekstiilide tootmiseks esikohal selle morfomeetrilised tunnused. Seepärast keskendutigi töös nendele kasutades põhilise informatsiooni kogumise vahendina mitmesuguseid tänapäevaseid mikroskoopiliste uuringute võimalusi.

Käesolev töö eesmärgiks on vastata küsimusele kas koerakarva morfomeetrilised tunnused (kiu pikkus, jämedus, säbarus, säsitüüp ja soomuse paksus) on sobivad masinketrusel lõnga valmistamiseks, sealhulgas: (1) kas kõigi sama tõugu koerte karv on sarnaste omadustega ja sobivusega; (2) kas kõigi koeratõugude karv on sobiv; (3) kas koerakarv on võrreldav tavapäraselt tekstiilitöötuses kasutatavate loomsete kiududega; (4) milline on koerakarvast lõnga valmistamiseks sobivaim tootmisprotsess ja koerakarva mõju esemete omadustele.

Eelloetletud uurimisküsimustele vastamiseks koguti karvanäidiseid 27 Samojeedi koeralt (tõusisesete karva omaduste varieeruvuse uuring), 14 erinevat tõugu koeralt (tõugudevaheliste karva omaduste varieeruvuse uuring) ja 8 erinevalt imetajalt (võrdlus enamlevinud loomsete kiudude allikatega). Kõik töö teostamiseks vajalikud karvanäidised koguti Eestis või lähiümbruse riikides (Soomes, Leedus) elavatelt loomadelt.

Käesoleva töö võib jagada kolmeks põhiosaks, millest esimesse, üldossa kuuluvad peatükid annavad teoreetilise ülevaate loomsetest kiududest ning koera arengust ja karva kasutamise ajaloost. Teine osa kirjeldab töös kasutatud materjale, tutvustab ülaltoodud uurimisprobleemi lahendamiseks moodustatud testgrupe, kogutud karvanäidiste valikukriteeriumeid ning annab ülevaate uuringuteks ning andmetöötluseks kasutatud meetoditest. Kolmas osa on pühendatud töö tulemuste kirjeldamisele ja tõlgendamisele näidates uuritud karva morfomeetriliste põhiomaduste vahelisi seoseid ning nendest tulenevaid mõjusid karva sobivusele tekstiilide tootmiseks ning toodete esteetilistele ja tunnetuslikele omadustele.

1 HISTOGRAAFIA

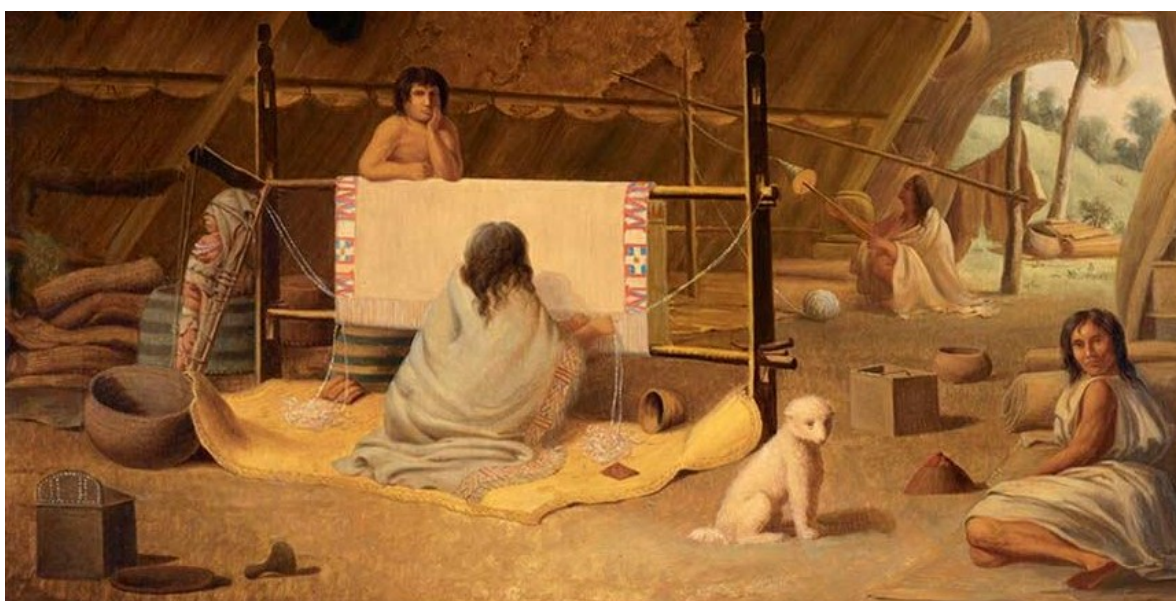
Orgaaniliste kiudude, nii loomsete kui ka taimsete, kasutamine inimese poolt algas aastatuhandete eest. Eelajalooliste inimeste elupaigaks olnud koopast Gruusias on leitud üle 30 000 aastat vanu metsiku lina kiudusid (Kvavadze jt 2009). DNA põhised uuringud on kinnitanud tänapäeval laialdaselt tekstiili tootmiseks kasutatavate loomse kiu allikate, lamba ning kitse kodustamist juba enam kui 10 000 aasta tagasi (Alberto jt 2018).

Koerakarva kasutamine tekstiilide ja lõnga valmistamiseks ei ole kirjalike allikate ja arheoloogiliste materjalide põhjal olnud nii laialt levinud ja pika ajalooga kui lamba- või kitsevill oma. Samas tuleb märkida, et kui lamba- ja kitsevill on olnud laialdaselt kasutusel troopilistel ja parasvöötme aladel, millele on omane rikkalik arheoloogiline leiumaterjal ning ulatuslikud ajalooallikad. Koerakarva kasutuspiirkond oli aga suure tõenäosusega enam seotud arktiliste aladega, kus teised villaloomad puudusid, samas on nendelt aladelt pärit arheoloogilise materjali ja kirjalike allikate hulk tagasihoidlik. Seepärast ei ole üllatav, et teadaolevalt oli koerakarv üks traditsioonilistest loomset päritolu materjalidest, mida loode-Ameerika indiaanihõimud kasutasid tekstiilide valmistamiseks enne lammaste sissetoomist Euroopast (Greer 2003). Koerte karva kasutamist tekstiilide valmistamiseks vajaliku materjali saamiseks esines ka Euroopa põhjaosa arktilise kliimaga alasid asustanud Samojeedi hõimude juures (McHugh 2004).

Koer on olnud inimese kaaslasteks aastatuhandeid. Kuigi koera kodustamise aja ja koha üle jätkuvad teadlaste vaidlused, on kindel, et koer oli esimene inimese poolt kodustatud loom ja kodustamine toimus vähemalt 15 000 aastat tagasi, arvatavasti kusagil Euraasia kontinendil (MacHugh jt 2017). Pulli asulakohast leitud koera hammas viitab sellele, et esimene koer jõudmis Eesti pinnale koos esimese inimesega käesoleva jäävaheaja alguses, enam kui 10 000 aastat tagasi (Mannermaa jt 2014). Pika koosoldud aja vältel on koer olnud inimese lojaalseks sõbraks, jahikaaslaseks, kaitsjaks, valvuriks, lapsehoidjaks, veoloomaks ja lõbustajaks, vajadusel ka sooja-, toidu- ja kehakatte-allikaks (Horard-Herbin jt 2014). Arheoloogid on leidnud tõendeid koerte naha kasutamisest juba alates vanemast kiviajast (Pionnier-Capitan jt 2011). Ka tänapäeval on koeranahk olulisel kohal Gröõni traditsiooniliste riietusesemete valmistamisel (Condra 2013).

Praeguseks välja surnud Comox'i koer e. Salish'i villakoer Põhja-Ameerika loodeosast, on unikaalne näide eelajaloolisest, spetsiaalselt tekstiilide valmistamiseks

vajamineva karva saamiseks aretatud koeratõust. Nende värvilt valgete ja sarnaselt lammastega pügatud koerte karvadest valmistatud tekid olid kuulsad, haruldased ja väga hinnalised. Sageli lisati materjali koguse või vastupidavuse suurendamise või lõnga omaduste muutmise eesmärgil koerakarvale mägikitse villa või taimseid kiude. Üheks tuntumaks tõendiks Salish'i villakoera kasutamise kohta indiaanlaste poolt loetakse 19. sajandi keskpaigast pärit P. Kane maali (joonis 1), millel on kujutatud ranniku Salishi hõimust pärit naist valmistamas valget tekki, maali esiplaanil on valge karvastikuga koer. Mitmete uurijate arvates kujutab maal Salish'i villakoera karvast tehtud teki valmistamist ja koera ennast. (Solazzo jt 2011).



Joonis 1: Fragment 19. sajandi keskpaigast pärit P. Kane (Paul Kane 1850-1856) maalist „Naine tekki kudumas“ („A Woman Weaving a Blanket“, Kuningliku Ontario Muuseumi kogu, ROM2005_5163).

2. LOOMSED KIUD

Inimese poolt tekstiilide valmistamiseks kasutatavad kiud jagunevad oma põhiolemuselt sünteetilisteks ja looduslikeks. Sünteetiliste kiudude võidukäik on kestnud ligikaudu viimased 100 aastat (Loasby, 1951) ja suur osa arendustööst on olnud suunatud erinevate looduslike kiudude omaduste matkimisele ja parendamisele. Kuna sünteetiliste kiudude tootmine on oluliselt odavam ja kiirem võrreldes looduslikega ja nende omaduste muutmine vastavaks

erinevatele toodetele esitatavatele nõudmistele lihtsam, on tänapäevane tekstiilitööstus suuresti orienteeritud sünteetiliste kiudude kasutamisele. Kahjuks on sünteetilistele kiududele omased ka mitmed negatiivsed keskkonnamõjud, kuna suure osa tootmisel kasutatakse erinevaid mittetaastuvaid maavarasid ja nendest valmistatud esemetele on sageli iseloomulik kas lühike tarbeiga või siis pikk lagunemisaeg. Kui sünteetiliste kiudude tootmise kuldajastul, eelmise sajandi keskel, tundus, et huvi looduslike kiudude vastu on kadumas, siis viimastel aastakümnetel on tänu üldise keskkonnateadlikkuse kasvule oluliselt tõusnud huvi keskkonnasõbralike, pika kasutuseaga, biolagunevate ning taaskasutatavate looduslike materjalide vastu (Rana jt., 2014).

Looduslikud kiud jagunevad oma põhiolemuselt ning keemiliselt koostiselt põhiliselt kaheks, enamasti tselluloosi-põhised taimsed ja proteiini-põhised, keratiini (imetajate karv või vill) või fibroiini (putukate kookonid) valkudest koosnevad loomsed kiud. Mõlemad eelnimetatud, nii taimsed kui ka loomsed kiud, on olnud inimese teenistuses juba aastatuhandeid. Arheoloogidele teada olevad esimesed kasutusjäljed ulatuvad enam kui 35 aastatuhande kaugusele minevikku (Kvavadze jt., 2009; Balter, 2009).

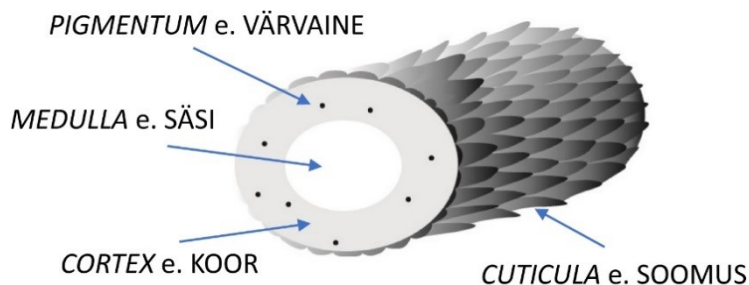
Looduslikest kiududest kõige enam toodetakse mitmesuguseid taimseid kiude. Juba ainuüksi taimsete kiudude hulgas enim kasutatavat puuvilla toodeti 2020 aastal maailmas enam kui 25 miljonit tonni (Khan jt., 2020) ja selle tootmine on pidevalt suurenev. Loomsetest kiududest toodetakse tänapäeval maailmas kõige enam lambavilla (ca 2 miljonit tonni/aastas) ja siidi (ca 400 tuhat tonni/aastas). Teisi, vähemlevinud looduslike loomseid kiudusid (mohäär, kašmiir, angoora, alpaka, vikunja jne.) toodetakse oluliselt vähem ja nende kogutoodang jääb hinnanguliselt suurusjärku ca 35 tuhat tonni/aastas (McGregor, 2012).

Kuna enamik tekstiilitööstuses kasutatavaid kiude kasvavad imetajate kehal kaitsefunktsiooni täitmiseks väliskeskkonna eest, siis enamasti on nende üldine vastupidavus keskkonnamuutustele sobiv sarnases funktsioonis inimese vajaduste rahuldamiseks. Seepärast määrab nende sobivuse lõnga valmistamiseks ja nende mõju materjali omadustele pigem kiu ehitus ja morfomeetria (kiu jämedus, pikkus, karedus, säsi tüüp, säbarus jmt.). Ajalooliselt on tekstiilide valmistamiseks kasutatud väga erinevaid loomse kiu allikaid, sõltuvalt nende kättesaadavusest etnilisele rühmale ja sobivusest erinevate eluks vajalike esemete loomiseks. Enamasti sobivad taoliste kiudude töötlemiseks pärandtehnoloogilised meetodid, mille suurimaks puuduseks tänapäeva kiire elulaadi juures on ajamahukus. Seepärast on oluline uurida nende materjalide töötlemisel tänapäevaste tootmisprotsesside kasutusvõimalusi.

2.1 Loomse kiu ehitus

Siin ja edaspidi töös kasutatakse loomse kiu mõistet eelkõige imetajatele omaste kiudude (karvad, juuksed, vill) tähenduses jättes kõrvale lindudele, putukatele jmt iseloomulikud kiud. Loomsed kiud on enamasti ümara või kergelt ovaalse kuni oakujulise ristlabilõikega ja mõne millimeetri kuni mõne meetri pikkused järkjärgulise kasvuga orgaanilised kiud.

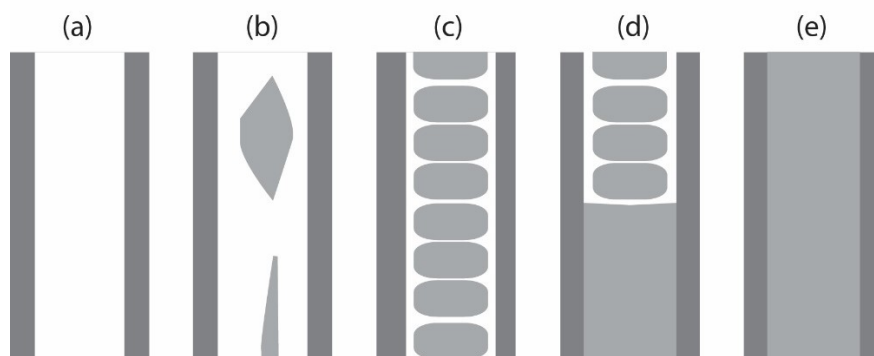
Enamik loomseid kiudusid koonevad kolmest struktuursest põhikomponendist: 1) koorest (lad. k *cortex*), 2) säsi (lad. k *medulla*) ja soomustest (lad. k *cuticula*) (joonis 2; Stoves, 1943). Kiule iseloomuliku värvi annavad koore koostises olevad pigmenti e. värvainet sisaldavad rakud.



Joonis 2: Loomse kiu ehituse lihtsustatud skeem. (autori joonis)

Kiu jämedus ning eelnimetatud põhiosade täpsem vahekord võib sõltuvalt kiu tüübist ning looma liigist olla väga varieeruv. Enamiku loomsete kiudude ristlabilõike läbimõõt on siiski alla 100 μm . Kui kõige jämedamate loomsete kiudude (metssigade harjased, hobuse sabajõhvid jmt) läbimõõt võib ulatuda enam kui 300 μm , siis inimese poolt kasutatavates loomsetest materjalides kõige peenema kiuga (ca 12 μm) on Lõuna-Ameerikast pärit kaamellaste sugukonda kuuluva vikunja vill (McGregor 2012).

Inimjuuste ja ka lambavilla puhul koosneb kiud põhiliselt koorest ja säsi ning soomuste osa on tagasihoidlik. Selliste kiudude ristlabilõige on enamasti ümar või kergelt elliptiline. Enamiku imetajate karvas moodustab aga kiu keskel paiknev säsiaines olulise osa. Seejuures võib säsi olla pidev, fragmenteeritud või ka osaliselt või täielikult puududa, moodustades karva keskossa tühimiku (joonis 3, lisa 1). Suure säsi osaga kiudude ristlõige on enamasti suuremal või vähemal määral elliptiline, puuduva säsi osaga kiudude puhul võib see olla ka oakujuline.



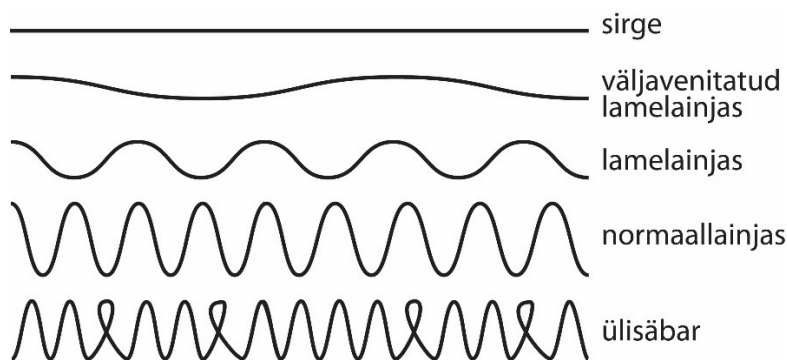
Joonis 3: Loomse kiu säsi ehituse lihtsustatud skeem: (a) pidev; (b) fragmenteeritud - lõheline; (c) fragmenteeritud – kambriline; (d) fragmenteeritud – kambriline/osaliselt puuduv; (e) täielikult puuduv. (autori joonis)

Kiu pinnal olev soomuste ehk kiu järkjärgulise kasvu käigus tekkinud soomuselaadsete moodustiste (kutiikulate) kiht võib samuti olla väga erineva struktuuri ning varieeruva paksusega jäädes enamasti vahemiku 3 – 10 μm (Stoves 1943). Varieeruv on ka soomuste kuju, suurus ning liibuvus kooreosale (joonis 4, lisa 1).



Joonis 4: Loomse kiu soomuste (kutiikulate) kuju näiteid. (Autori joonis.)

Paljudele loomsetele kiududele on iseloomulik karva loogelisus. Tekstiilide tootmiseks kasutatavate loomsete kiudude puhul nimetatakse seda säbaruseks. Säbarust võib jagada loogete arvu ja kõrguse põhjal kolme põhikategooriasse: sirge, lamelainjas ja normaallainjas, kahe viimase puhul on omakorda võimalik täpsustavalt eraldada erijuhud: väljavenitatud lamelainjas ja ülisäbar (joonis 5). Säbaruse kirjeldamiseks kasutatakse tavaliselt kas eeltoodud üldistavaid jaotusi või siis on see väljendatud arvuliselt näidates loogete arvu ja kõrgust mõõtühiku kohta.



Joonis 5: Loomse kiu säbaruse kirjeldamisel kasutatavad põhijaotused. (Autori joonis.)

Loomsete kiudude morfoloogiliste parameetrite kogum (kiu läbimõõt, säsiosa olemus ning soomuste kuju ja liiuvus) võimaldab enamasti kiu kuuluvuse määramist perekonna või ka liigi tasemel. Mõnede inimese poolt aretuseks kasutatud loomaliikide nagu lammaste (*Ovis aries*) või koera (*Canis familiaris*) puhul on sageli võimalik kiu kuuluvust seostada ka kindla tõuga.

2.2 Loomsete kiudude keemiline koostis

Keemiliselt koostiselt on enamus töös käsitletud loomseid kiudusid (juuksed, karvad, vill jmt.) kaunis sarnased ning koosnevad põhiliselt vees lahustumatutest kiulise struktuuriga valkudest (skleroproteiinidest) mille põhiosa moodustab sarvaine ehk keratiin. Samast materjalist koosnevad suurelt osalt ka näiteks naha epidermis, soomused, sõrad, sarved, suled, küüned/küünised, nokad jmt.

Enamiku selgroogsete imetajate puhul on täpsemalt tegu α -keratiiniga (Burnell 2018). Kiuline struktuurvalk α -keratiin koosneb aminohapetest, mis moodustavad spiraalse α -heeliksi sarnase korduva sekundaarstruktuuri. α -keratiini sekundaarne struktuur on väga sarnane traditsioonilise valgu omaga ja moodustab spiraali. Tänu oma tihedalt mähkunud struktuurile on see üks tugevaimaid bioloogilisi materjale. α -keratiini sünteesitakse transkriptsiooni ja translatsiooni kasutades valkude biosünteesil. Raku küpsedes see täitub α -keratiiniga ja seejärel sureb, luues tugeva keratiniseeritud koest koosneva mittevaskulaarse üksuse. (Wang jt. 2016).

Tulenevalt oma struktuurist ja keemilisest koostisest ei ole looduslikud orgaanilised kiud erinevalt enamusest sünteetilistest kiududest üldiselt termoplastsed, ehk ei tõmbu kokku ega veni välja temperatuuri tõustes (temperatuuridel, mis ei ületa nende lagunemistemperatuuri) ja ei muutu hapraks külmas (Britannica, 2020).

3 KOERATÕUD JA TÕUOMASED KARVAKATTE TÕÜBID

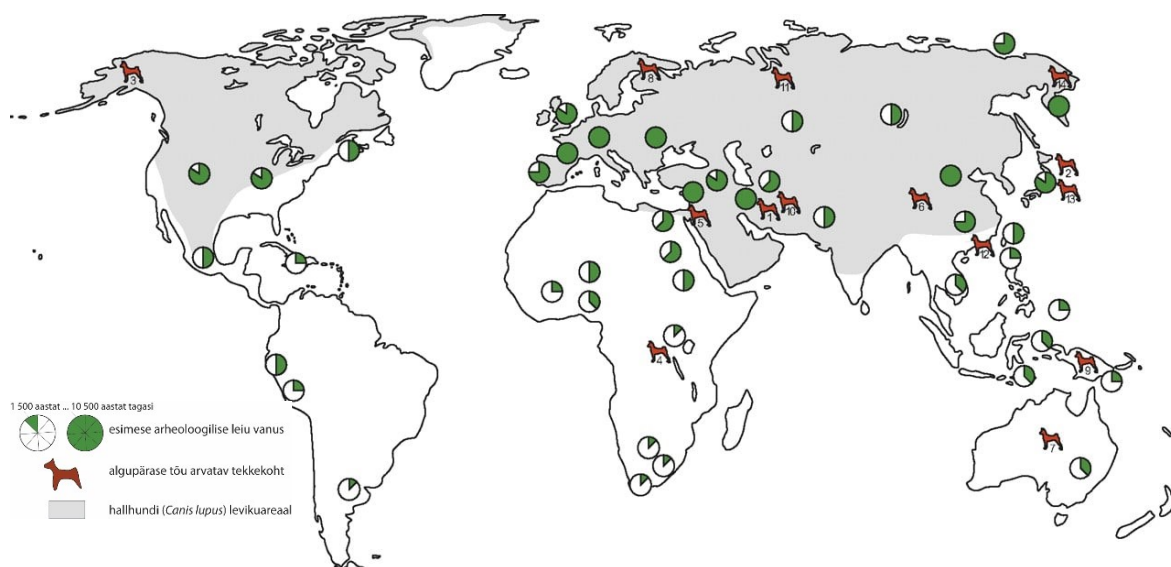
Kodukoer (*Canis familiaris*, Linné 1758) on Rootsi loodusteadlase Karl von Linné poolt loodud süstemaatilise klassifikatsiooni järgi koerlaste (*Canidae*) sugukonna koer (*Canis*) perekonna kuuluv iseseisev liik või siis DNA uuringute põhjal pigem liigi hunt (*Canis lupus*) alamliik (*Canis lupus familiaris*). Viimasel ajal tehtud DNA põhised põlvnemisliinide uuringud ei ole suutnud kodustatud koera siduda ühegi konkreetse tänapäeval maailmas olemas oleva hundi populatsiooniga järeldades, et suure tõenäosusega on koera eellaseks mõni tänaseks välja surnud hundi populatsioon. (Frantz jt. 2020).

Koera peetakse kõige esimeseks inimese poolt kodustatud loomaks. Esimesed metsikust hundist geneetiliselt ja morfoloogiliselt eristuvad, juba tuhandeid aastaid vanad, koeratõud on teada kõigilt mandritelt (joonis 6). Kõige varaseimaid inimestega koos elanud koerte leide arheoloogilise materjali põhjal raske eristada nende metsikust esivanemast hundist. Siiski on juba enam kui 12 000 aasta vanuseid kodustatud koerale viitavaid tõendeid teada Euraasia kontinendi erinevatest osadest (Larson jt. 2012). Paljud eelnimetatud kõige varasematest teadaolevatest leidudest on seotud Euroopa lääneosaga. Ka Eesti vanima, ca 11 000 aastat tagasi kasutusel olnud Pulli asula arheoloogiliste luuleidude hulgas on koera hammas (Kriiska ja Tvauri 2002).

Aastatuhandet tagusest kodustamisest alates on koeri aretatud, et tuua välja spetsiifilisi käitumismustreid, sensoorseid võimeid või füüsilisi omadusi. Paljude uurijate arvates, on mitmel puhul tänapäevani arvatavast enam-vähem algsel kujul säilinud juba tuhandeid aastaid inimese teenistuses olnud nn. algupärased koeratõud. Niisuguseid tõugude puhul on enamasti tegu mitmesuguste kelgu-, karja-, jahi- ja valvekoertega (näit. basenji, Afganistani hurt, Tiibeti mastif, shar pei, Alaska malamut, Samojeedi koer jt.).

Eriti suurel hulgal on arvatavaid algupäraseid koeratõuge teada Euraasia mandri põhja- ning lõunaosast, hallhundi loodusliku levila põhja-, lõuna- ja idapiirilt (joonis 6). Samas on mitmete arvatavalt algupäraste tõugude (näit. dingo, basenji või New Guinea laulev koer) päritolupiirkond hundi levikuarealist kaugel ja siiani pole päris selge, kus on nende koeratõugude tegelik tekkekoht. (Larson jt. 2012). Enamasti on töökoertena kasutatud algupäraste tõugude puhul olnud oluline, et koera karvkate oleks vastav piirkonna ilmastikuoludele ja ei vajaks erilist omanikupoolset hooldust. Kuna suur osa algupärastest koeratõugudest on olnud kasutusel kelgu- või jahikoertena ning tänu nende elukohas, põhjapoolkera suurtel laiuskraadidel valitsevatele karmide kliimatingimustele, on need tõud

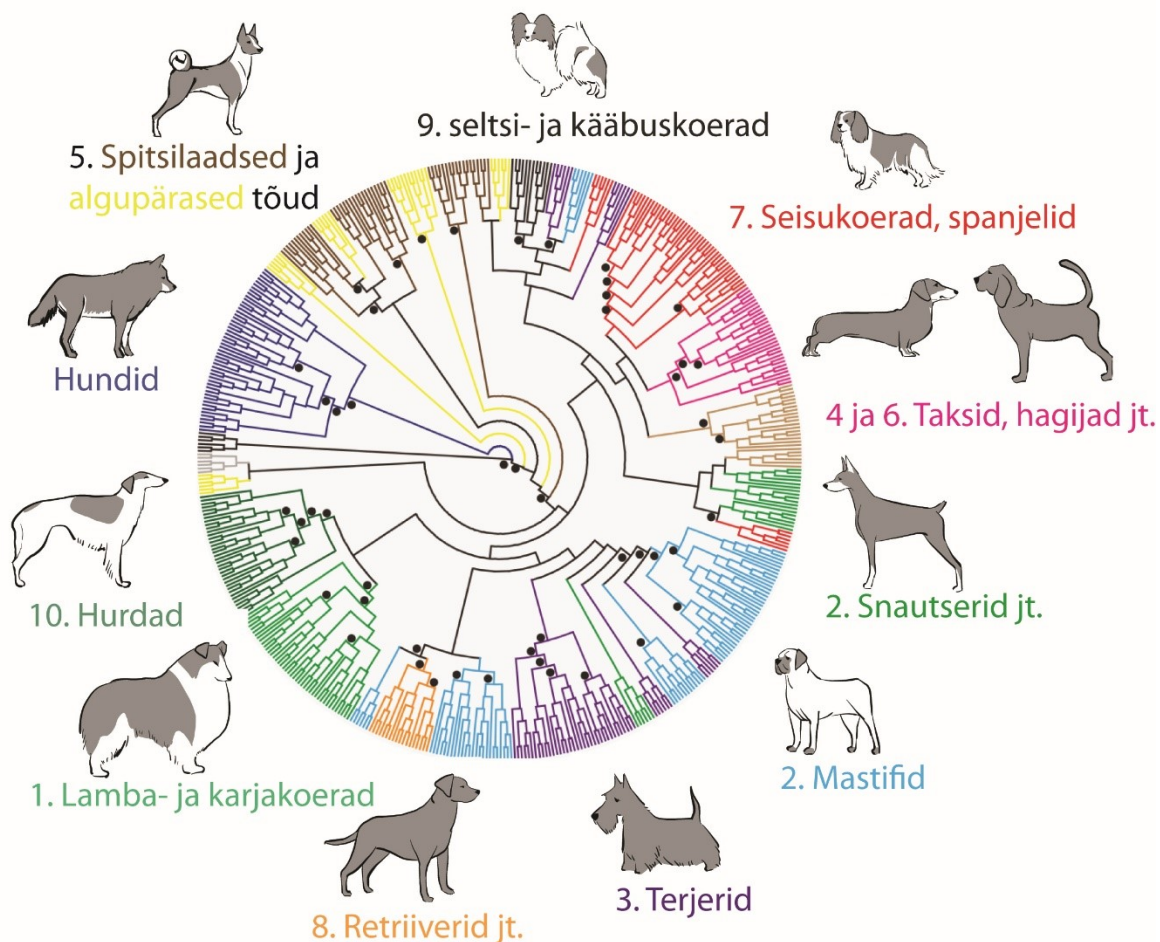
varustatud rikkaliku ja sooja aluskarva ning kasukat kohevana hoidva tugeva jämeda pealiskarvaga.



Joonis 6: Hallhundi levikuareaal, kodukoera varaseimate arheoloogiliste leidude vanust ning teadaolevate algupärase koeratõugude arvatav tekkekoht maailmas. (Larson jt. 2012 järgi).

Koer on oma fenotüübilt üks kõige varieeruvamaid imetajate liike maailmas. Kuigi koerte aretamisega on inimene tegelenud juba aastatuhandeid, on enamus tänapäeval eristatavatest ca 450 ülemaailmselt tunnustatud koeratõust saadud vaid viimase paarisaja aasta jooksul toimunud intensiivse aretustöö tulemusena (Ostrander jt. 2019). Koeratõugude vahelised erinevuse kolju kujud, keha suuruses, saba ja jäsemete proportsioonides ning karvastiku tüübis ja värvis on suurema mitmekesisusega kui kogu ülejäänud lihasööjate klassi kuuluvatel liikidel kokku (Freedman ja Wayne 2017).

Rahvusvahelise kennelliidu (Fédération Cynologique Internationale (FCI)) tunnustatavaid koeratõuge on hetkel enam kui 300. Need tõud jagunevad kümnesse põhirühma: 1 – lamba- ja karjakoerad; 2 – pintserid, snatuserid, molossid ja šveitsi alpi karjakoerad; 3 – terjerid; 4 – taksid; 5 – spitsilaadsed ja algupäraseid tõude; 6 – hagiid, verejäljekoerad ja nende sugulastõud; 7 – seisukoerad; 8 – retriiverid, linde lendu ajavad ja veekoerad; 9 – seltsi- ja kääbuskoerad; 10 – hurdad. Igasse eelloetletud rühma kuulub tavaliselt mitmeid eri tõuge mis võivad jaguneda omakorda alamrühmadesse. (www.kenneliit.ee). Enamus põhilistest rühmadest on selgelt eristatavad ka fülogeneetiliselt (joonis 7).



Joonis 7: Näitlik hundi ja koeratõugude sugulust kajastav fülogeneetiline puu. (Vonholt jt 2010 järgi).

Karva pikkuselt jagunevad koeratõud lühi-, keskmise- ja pikakarvalisteks. Eeltoodud FCI poolt tunnustatud koeratõugude põhilised grupid ei ole jaotatud sellesse kuuluvate tõugude karvakatte pikkuse ja tüübi järgi. Pigem vastupidi, kõigist gruppidest võib leida suuresti varieeruva karvakattega tõugusid. Näiteks kuuluvad samasse 5-ndasse spitsilaadsete ja algupäraste tõugude gruppi nii Samojeedi koer, tuntud oma eriti silmatorkava valge ja lopsaka karvakatte poolest, kui ka Mehhiko karvutu koer.

Kõigil metsikutel koerlastel ja enamusel tänapäevastest koeratõugudest on nn. topeltkasukas. Topeltkasukas koosneb hõredast, pikast, tugevast ning jämedast pealiskarvast (nn *guard hair*) ning enamasti pisut lühemast tihedamast pehmemast ning peenemast aluskarvast. Selline kasuka koosseis hoiab selle aastaringiselt koheva ja õhuküllase ning tagab parimad soojuslikud omadused nii kõrgete kui ka madalate temperatuuride puhul. Selline karvastik on peaaegu kõigil kelgu-, valve- ja karjakoera tõugudel, mis on aretatud tööks külmas kliimas. Topeltkasukaga koerte aluskarv vahetub enamasti regulaarselt 1-2 korda aastas. Pealiskarv

võib vahetuda kaks korda aastas koos aluskarvaga või siis pikema, 2 või enama aastase intervalliga.

Et vabaneda karvavahetusega seotud probleemidest ja vältida koerakarvast põhjustatud allergia tekitajate hulka, on aretuse käigus on loodud mitmeid praktiliselt karvutuid koeratõuge. Neid esineb nii aastatuhandete eest aretatud algupäraste tõugude (näiteks Mehhiko ja Peruu karvutud koerad) kui ka viimaste sajandite jooksul toimunud aretustöö käigus loodud tõugude (näiteks Ameerika karvutu terjer) hulgas.

Ühekordse kasukaga koeratõugude karvkate koosneb valdavalt pealiskarvast (näiteks terjer, Afganistani hurt ja puudel). Pealiskarvast koosnev karvakate võib olla mitmesuguse pikkuse ja jämedusega. Seda tüüpi karvkate vahetub väga aeglaselt ja sellise kasukaga koeri sageli pügatakse või siis kitkutakse. Enamasti on ühekordse kasukaga tõud aretatud sooja kliimaga maades ja nende kasukas on oma ehituselt seetõttu vähem sobiv külmematesse tingimustesse.

4 KASUTATD MATERJALID

Käesolev töö püüab vastata küsimusele kas koerakarva morfomeetrilised tunnused (kiu pikkus, jämedus, säbarus, säsitüüp ja soomuse paksus) on sobivad masinketrusel lõnga valmistamiseks, sealhulgas: (1) kas kõigi sama tõugu koerte karv on sarnaste omadustega ja sobivusega; (2) kas kõigi koeratõugude karv on sobiv; (3) kas koerakarv on võrreldav tavapäraselt tekstiilitöötuses kasutatavate loomsete kiududega; (4) milline on koerakarvast lõnga valmistamiseks sobivaim tootmisprotsess ja koerakarva mõju esemete omadustele.

Eelloetletud küsimustele vastamiseks koostati iga uurimisküsimuse jaoks spetsiaalne karvanäidiste kogu, millesse kuulusid vastavalt (1) 27 Samojeedi koera; (2) 14 erinevat koeratõugu; (3) 8 erinevalt imetajat; (4) 4 erinevat koeratõugu ja 3 erinevat villalooma.

Kõik kogutud karvanäidised on pärit Eestis või lähiriikides (Soomes, Leedus) elavatelt loomadelt ja alati püüti koguda võimalikult esinduslik valim isendile tüüpilistest karvadest. Kui võimalik, siis eelistati näidise kogumisel isendi abaluu lähedast ala. Kui uurimisobjektiks oleval looma karvastik jagunes alus- ja pealiskarvaks, siis püüti näidiste kogumise käigus saada materjali nii ühest kui teisest karvatüübist.

Töös kasutatud karvanäidiste puhul on oluline meeles pidada, et tegemist on nn. mugavusvalimiga, ehk näidiseid koguti kas groomeri salongis (tõugudevaheliste erinevuste uuring), näitusel osalevatelt koertelt (tõusiseste varieeruvuste uuring) või valiti juhuslikul

alusel koostöös alpaka- ja lambakasvatavatega kogutud villanäidiste hulgast. Koerte puhul oli seega enamasti tegu hästi hooldatud karvastikuga koertega ja koera põhjalik pesemine toimus kas vahetult enne karvanäidise kogumist (salongis) või oli näitusel osalev koer mõne päeva jooksul enne karva kogumist läbinud põhjaliku pesu, kammimise ja kuivatuse. Seepärast tuleb arvestada võimalusega, et eelnev karva töötlus (pesu, kammimine ja enamasti tööstusliku fööni kasutades toimuv kuivatamine) võis mõningal määral mõjutada kasutatud karvanäidist.

Kuna kogutud näidiste mikroskoopiliste sisestruktuuride uurimiseks kavatseti kasutada valgusmikroskoopi, siis oli oluline karva piisav läbipaistvus. Karva läbipaistvus sõltub oluliselt karvale iseloomuliku värvi andva pigmendi hulgast, seepärast eelistati valimis võimalusel heledat värvi isenditelt pärit näidiseid.

4.1 Tõusiseste karva omaduste varieeruvuse uuring

Tõusiseste karva morfoomeetriliste omaduste varieeruvuse uurimiseks püüti karvanäidiseid koguda kõigilt 04.06.2023 aastal Luigel, Harjumaal toimunud ESTÜ Samojeedi koerte erinäitusel osalenud koertelt. Valimisse kuulusid kõik selle näitusel esinenud erineva vanusega (kutsikad: 6-9 kuud, juuniorid: 9-18 kuud, täiskasvanud: >15 kuud ja veteranid: >8 aastat) ning soost (isased ja emased) Samojeedi koerad.

Kõigilt isenditelt püüti karvanäidist saada abaluu lähedase ala kammimisega. Kuna karvanäidiseid koguti suvisel näitusel, siis oli enamus koeri juba kevadise karvaajamise lõpetanud, lisaks olid kõik isendid läbinud näitusele eelneva hoolika pesu ja kammimise. Karvanäidiste kogumise oli reeglilik, et karv peab koera nahalt eralduma kammimise käigus. Seepärast ei olnud kolme koera (kõik kolm emased kutsikad) puhul võimalik saada uurimiseks piisavat kogust karva ja need isendid jäid valimist välja. Seega õnnestus karvanäidiseid koguda 27 näitusel osalenud isendilt: ühelt emaselt kutsikalt; kolmeteistkümnelt emaselt täiskasvanud koeralt; kolmelt isaselt juuniorilt; kaheksalt isaselt täiskasvanult ning ühelt emaselt ja ühelt isaselt veteranilt. Eraldi tuleb märkida, et kuus karvanäidist (üks emaselt kutsikalt, üks emaselt veteranilt ja neli emaselt täiskasvanult) olid väga väikese kiudude arvuga. Lisaks eelnimetatutele kuulus valimisse üks näitusel mitte osalenud isane täiskasvanu, kellelt koguti karvanäidis näitusega samal ajal. Kõikides uuritud proovides olid enamuses aluskarva kiud, pealiskavu oli oluliselt vähem ja viies proovis puudusid need täielikult.

Kuna tegu oli Eesti kennelliidu registrisse (<https://register.kennelliit.ee>) kantud isenditega, siis lisainformatsioonina oli võimalik koguda andmeid isendite sünniaja ja kenneli kohta. Kokku olid valimis esindatud koerad pärit kaheksast erinevast Eesti kennelliidu

registrisse kantud Samojeedi koerte aretamisega tegelevast Eesti, Soome ja Leedu kennelist: Smiling Snowball, Hõbevalge, Lumeingel, Põhjatäht, Tähekiir ja Belie of Belyaev Eestist; Ikiliikkujan Soomest; Klajokliu Šuo Leedust. Lisaks kindla kenneliga seotud koertele olid esindatud ka neli registreeritud kennelist väljaspool sündinud tõutunnistusega koera.

Kuna levinud arvamuse kohaselt võivad koerte elutingimused (eluaseme asukoht ning söök) mõjutada koera karvastiku arengut paluti omanikel määratleda karvanäidise andnud koera põhiline elupaik. Valimisse kuuluvatest koertest kümme elas põhiliselt õues, kaheksa elas põhiliselt toas ja üheksa elasid nii toas kui õues. Samuti küsiti omanikelt, milline on koera põhiline toit. Valimisse kuulunud koertest enamuse (18 isendi) jaoks oli põhitoiduks kuivtoitu, üks sõi põhiliselt toortoitu ja üheksa koera sõid regulaarselt nii toor- kui ka kuivtoitu.

4.2 Tõugude vaheliste karva omaduste varieeruvuse uuring

Uurimisobjektiks oli Rahvusvahelise Künoloogilise Föderatsiooni (*Fédération Cynologique Internationale*: FCI) põhigruppe esindavate koeratõugude ja hallhundi karvanäidised. Kokku vaadeldi töös ühte hallhundilt ja 13 erinevalt koeratõult pärit karvaproove. Kuna Vonholt jt (2010) järgi koeratõugude sugulust kajastava fülogeneetilise puu järgi grupp FCI 4 (taksid) ei eristu märkimisväärselt grupist FCI 6 (hagijad, verejäljekoerad ja nende sugulastõud), on käesolevas töös neid grupe vaadeldud koos.

Erinevat tõugu koertel on erinevat värvi, pikkust ja tüüpi karvadest koosnev karvastik. Nagu eelpool mainitud esineb peaaegu kõigis FCI põhigruppides nii pika kui ka lühikarvalisi tõuge. Et suurendada uurimisobjektiks valitud tõugude võrreldavust, valiti kõigist gruppidest keskmise kuni pikakarvalised koeratõud ja välditi lühikarvalisi. Tõupõhised karvanäidised koguti koostöös Tartus asuva lemmikloomasalongi GROOMROOM groomeri Stella Ojalaiuga. Allolevad tõule tüüpilise karvkatte kirjeldused on koostatud järgides Eesti kennelliidu kodulehel esitatud tõustandarditest (EKL standardid)

Valimisse kuulusid:

- Hallhunt: helehalli kuni tumehalli, tumedama jämedama ja jäigema pealis- ja ning heledama peene ja sirge aluskarvaga karvastik. Näidisena kasutati pargitud nahalt kääridega lõigatud proovi.
- FCI 1 – lamba- ja karjakoerad:
 - (1) Welshi corgi Pembroke karv on pärit põhivärvilt kollakaspruunilt isendilt, valgete märgistega jalgadel, rinnal ja kaelal. Karv on keskmise pikkusega ja tiheda

aluskarvaga, tugev ja sirge. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus.

(2) Pikakarvaline Saksa lambakoer on põhivärvilt must korrapäraste punakaspruunide, pruunide, kollaste kuni helehallide piiretega. Näidis on pärit tõutüüpilise värviga kasukaga, pika püsti hoidva kattedkarva ning rikkaliku pehme aluskarvaga isendilt. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus.

- FCI 2 – pintserid, snautserid, molossid ja Šveitsi Alpi karjakoerad:

(1) Berni Alpi karjakoer on kolmevärvilise kasukaga (üldiselt musta kasukaga koeral on helepruuni karvaga ümbritsetud valge rinnaesine, silmade ümbrus, käpad ja sabaots). Karv on keskmine kuni pikk, sirge või kergelt lainejas ja läikiv. Näidis on pärit tõutüüpilise karvastikuga isendilt. Nii morfomeetriliste uuringute näidisenä kui ka lõnga tegemisel kasutati groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus.

(2) Tiibeti mastif (Do Khyi) on sügavmust, sinine, soobel või kuldne (liivakarva toonist kuni sügavpunaseni) ruugete, pähkelpruunide või heledamat tooni piirdemärgistega või ilma. Karm ja tihe kattedkarv ei ole liiga pikk, aluskarv on peen, tugev, sirge ja püsti hoidev. Näidis on pärit pruunikaskuldselt isendilt. Nii morfomeetriliste uuringute näidisenä kui ka lõnga tegemisel kasutati Barnedi kenneli omanikult saadud kevadise karvaheite käigus omaniku poolt välja kammitud karva.

(3) Kääbusšnautser (pipar-sool) on keskmiselt tumedusega ühtlase pipravärvi pealis ning hall aluskarv. Pealiskarv on traatjas, karm ning aluskarv peenike ja tihe. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud trimmimise käigus välja kitkutud karva, seepärast tuleb arvestada, et on vaadeldud proovis on enamasti esindatud vaid isendi pealiskarv.

- FCI 3 – terjerid:

(1) Jack Russelli terjeri karv on põhivärvilt valgelt mitmel pool kehal pruunide (mustade) laikudega. Näidise andnud isend on põhivärvilt valge, pruunide laikudega. Karvastik koosneb suures osas pealiskarvast ja on keskmise pikkusega, sirge, tugev ja läikiv. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud trimmimise käigus välja kitkutud karva, seepärast tuleb arvestada, et vaadeldud proovis on esindatud vaid isendi pealiskarv.

(2) West Highlandi terjeri karv on täiesti valge. Koera pealiskarv koosneb umbes 5 cm pikkusest täiesti sirgest karmist karvast. Aluskarv sarnaneb karusnahale, on lühike,

pehme ja naha vastu liibuv. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud trimmimise käigus välja kitkutud karva, seepärast tuleb arvestada, et vaadeldud proovis on esindatud vaid isendi pealiskarv.

- FCI 5 – spitsilaadsed ja algupärased tõud:
 - (1) Samojeedi koer on täiesti valge kasukaga, lubatud on ka kergelt kollakas, nn. keeksivarjund. Nii morfomeetriliste uuringute näidisenä kui ka lõnga tegemisel kasutati Hõbevalge kenneli koerte omanike poolt kogutud kammimise käigus eemaldunud karva. Samojeedi koerte tõusise varieeruvuse uuringuks kasutatud karvanäidised koguti ESTÜ Samojeedi koerte erinäituselt.
 - (2) Kääbusspits (e. Pomeranian) on tavaliselt punane või oranž, võimalikud ka mustad, valged, pruunid, mitmevärvilised toonid. Karvkate on tihe ja kahekihiline. Pealiskarv on pikk ja sirge, karmi tekstuuriga, aluskarv on lühike, tihe ja pehme. Näidise andnud isend on põhivärvilt roostepruun. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus.
 - (3) Alaska malamoot on põhjala karmides tingimustes kelgu- ja jahikoeraks aretatud tõug, millele on iseloomulik valgest tumehalli ja mustani küündiv värvigamma. Karv koosneb karmist jämedast ja sirgest pealiskarvast ja rohkest pehmest villataolisest aluskarvast, mis vahetub tavaliselt kaks korda aastas. Selle tõu groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus kasutati vaid eksperimetaallõnga valmistamiseks kasutati.
- FCI 4 ja 6 – taksid, hagijad, verejäljekoerad ja nende sugulastõud: Beagle on enamasti kolmevärviline (must, pruun ja valge) kasukas, lisaks esinevad värvustena sinine, valge ja pruun ning mitmesugused kirju kombinatsioonid. Karvkate on lühike, tihe ja ilmastikukindel. Näidise andnud isend on põhivärvilt kolmevärviline. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus.
- FCI 7 – seisukoerad: Welshi springerspanjel on põhivärvilt kas maksapruun või must valgega. Karv on mõõdukalt siidine, pikk, tihe ja sirge. Näidise andnud isend on põhivärvilt maksapruun. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus.
- FCI 8 – retriiverid, linde lendu ajavad ja veekoerad: Kuldsed retriiveri karvastikule on iseloomulikud kuldsed ja kreemjad toonid. Karv on liibuv või laineline, korraliku tugeva ja läikiva pealiskarva ning tiheda ja veekindla aluskarvaga. Näidis on pärit tõule

tüüpilise karvkattega isendilt. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus.

- FCI 9 – seltsi- ja käabuskoerad: Papillon ehk kontinentaalne käabuspanjel on valge põhivärviga mille taustal on lubatud laikudena kõik värvid. Karvastik on lainja kiuga, rikkalik, läikiv ja ilma aluskarvata. Näidis on pärit valge põhivärvi ja mustade laikudega karvkattega isendilt. Näidisenä kasutati groomeri poolt kogutud karva, mis eemaldus peale pesu kammimise ja kuivatamise käigus.
- FCI 10 – hurdad: Vene hurt (Borzoi) puhul on lubatud kõik värvikombinatsioonid välja arvatud sinist või šokolaadipruuni (või nende varjundeid) sisaldavad kombinatsioonid. Karvkate on siidine, pehme ja õrn, laineline või väikeste lokkidega. Näidis on pärit põhivärvilt valgelt, pruunikate ja kollakate laikudega isendilt. Näidisenä kasutati omaniku poolt kogutud pealiskarva, mis eemaldus kammimise käigus.

4.3 Uuringusse kaasatud enamlevinud loomsete kiudude allikad

Koerakarvade võrdluseks teiste loomsete kiududega koguti lisaks eelpool kirjeldatud koerte karvanäidistele võrdlusmaterjali ka erinevatelt enamlevinud tekstiilides kasutatavate loomse kiu allikatelt, kodukassilt, kui koera kõrval kõige tavalisemalt lemmikloomalt ja inimeselt.

Valimisse kuulusid:

- Küüliku (*Oryctolagus cuniculus*) karv: Angooraküüliku (*Oryctolagus cuniculus angorensis*) 1-aastaselt isendilt kogutud halli värvi keskmise pikkusega sirge karv. Näidis on saadud looma kammides.
- Kodukassi (*Felis catus*) karv: 1-aastaselt isaselt tumehallides toonides karvkattega, sirge keskmise kuni pikakarvalise karvaga isendilt kogutud karv. Näidis on saadud looma kammides.
- Lamba (*Ovis aries*) vill:
 - (1) Rootsi peenvill-(„finull“)lammas – täpsustamata vanusega isendilt kogutud helebeež, pehme peenikese kiuga tugevalt säbaraline vill. Näidis on saadud pügamisel.
 - (2) Ahvenamaa lammas – täpsustamata vanusega isendilt kogutud valge, pehme, siidise läikega ja peenikese kiuga kergelt laineline vill. Näidis on saadud pügamisel.

- (3) Eesti tumedapealine lammas on valge keha ja tumedama pea ja jalgadega tiheda villakuga nii liha kui ka villa saamiseks kasvatatav lambatõug. Vill on pügamisel enamasti 5 – 7 cm pikk, laineline, kare, suhteliselt jämeda ja tugeva kiuga.
- (4) Arles meriino on Lõuna-Prantsusmaal aretatud valge tiheda villakuga villalamba tõug. Vill on pikakiuline (5-10 cm), tiheda normaallainja säbarusega ning peenikese ja tavalisest lambavillast siledama kiuga.
- Kaamellaste (*Camelidae*) sugukonna esindajate vill:
 - (1) Alpaka (*Lama pacos*) – Alpakafarmi (<https://www.alpakafarm.ee>) 4 aastaselt emasloomalt kogutud valge, pehme peenikese kiuga tugevalt säbaraline vill. Näidis on saadud pügamisel.
 - (2) Guanako (*Lama guanicoe*) – Alpakafarmi täpsustamata vanusega kollakaspruunilt isendilt saadud beež, pehme peenikese kiuga ja tugevalt säbaraline vill. Näidis on saadud looma kammides.
 - (3) Laama (*Lama glama*) – Alpakafarmi täpsustamata vanusega isendilt kogutud helehall, pehme keskmise jämedusega kiuga ja lainelise kuni pehme säbaraga vill. Näidis on saadud looma kammides.
 - Inimese (*Homo sapiens*) juuksed – 20-aastaselt naissoost kaukaasia rassi esindajalt saadud tumeblondid sirged ja läikivad juuksed. Näidis on saadud lõigates.

4.4 Eksperimentaallõnga valmistamiseks kasutatud materjalid

Koerakarva sisaldusega eksperimentaallõnga valmistamisel kasutati nelja rikkaliku aluskarva ja rohke karvaheite poolest tuntud tõu (Alaska malamuu, Tiibeti mastif, Berni Alpi karjakoer ja Samojeedi koer) karva. Masinketruse (aga ka käsitsi lõnga valmistamise puhul) on lisaks kiu läbimõõdule ja ühtlusele üks olulisemaid protsessi edukust parameetreid kiu pikkus, mis soovitavalt võiks olla vahemikus ca 5 - 10 cm (Lamb ja Yang 1996) Seepärast oli tõugude valiku puhul oluliseks kriteeriumiks testida võimalikult suurt aluskarva pikkuse varieeruvust: Alaska malamuu 4-5 cm, Berni Alpi karjakoer 5-6 cm, Samojeedi koer 6-8 cm ja Tiibeti mastif 8-9 cm. Erandlikult on valimisse lisatud eelnevates uuringutes mitte kasutatud Alaska malamuu karv. Seda peamiselt seetõttu, et kaasatud koeratõugude valimise kriteeriumiks oli eelkõige tööstuslikel masinatel lõnga valmistamiseks piisava materjali koguse kättesaadavus. Kuna vajalikus koguses pikakarvalise Saksa lambakoera karva koguda ei õnnestunud, asendati see sarnase pikkusega Alaska malamuu karvaga. Kõigi kaasatud tõugude täpsem kirjeldus ja kasutatud karva allikad on antud peatükis 4.2.

Töö selle osa eesmärgiks oli uurida koerakarva kasutusvõimalusi masinketruusel lõnga valmistamisel, seda nii ainult koerakarva kasutades kui ka tavapäraselt koerakarvast lõnga valmistamisel kasutatavate lisandite mõju tootmisprotsessile ja lõngast valmistatud esemete omadustele. Seepärast kasutati koerakarvale lisaks kolme Eesti oludes enamlevinud lõnga valmistamiseks kasutatava loomse kiu allikat – alpakavilla ja kahe erineva villatüübiga lamba (Eesti tumedapealise lamba ja Arlesi meriino) villa (vaata peatükis 4.3 toodud kirjeldust).

5. UURIMISMEETODID

Tööstusliku toorainena kasutuses olevate kiudude omaduste määramiseks on kaasajal välja töötatud rikkalik arsenal spetsialiseeritud masinaid ning tarkvara (Bunsell jt 2018). Kiudude omadusi, mis kirjeldavad nende sobivust tekstiilide valmistamiseks, võib põhimõtteliselt jagada füüsikalisteks ja keemilisteks. Füüsikaliste omaduste hulka kuuluvad mitmesugused näitajad, mis kirjeldavad kiu geomeetriat (pikkus, läbimõõt, pinna karedus jmt) ja mehaanilisi omadusi (erikaal, tõmbetugevust, elastsust, termoplastsust, venivust jmt). Keemiliste omaduste hulka aga vastupidavust hapetele ja alustele, imavust jmt kirjeldavaid näitajad. Lisaks eeltoodutele on tekstiilitoodete loomiseks kasutatavate materjalide puhul kindlasti olulised ka esteetilised ja emotsionaalsed omadused.

Käesoleva uurimistöökäigus keskenduti eelkõige kiu geomeetriat iseloomustavatele parameetritele kui esmastele kiudude sobivust riietusesemete valmistamiseks kirjeldavatele omadustele. Uuringu käigus mõõdeti kogutud karva, villa ja juuste näidiste morfomeetrilisi iseärasusi (kiu läbimõõt, koore paksus, soomuste kuju ja paksus jmt) ning määratleti kiu säsiosa olemus ja kiu säbarus.

Kuna kogutud karvanäidiste puhul on kiudude keskmine oodatav läbimõõt vahemikus 10 – 100 (200) μm ning soomuste uurimisel on uuritavate struktuuride mõõtmed 500 – 1000 (2000) nm, ei ole karvanäidiste tunnuseid võimalik määrata palja silmaga või lihtsamaid suurendust võimaldavaid abivahendeid (näiteks luup) kasutades. Eelkirjeldatud suurusega objektide vaatlemiseks ja tunnuste määramiseks on seepärast vajalik mikroskoobi kasutamine.

Töös kasutatud uuringute teostamiseks kasutati kolme erineva tööpõhimõttega ja suurendusvahemikuga mikroskoopi (foto 1): (1) Eesti Maaülikooli elurikkuse ja loodusturismi õppetooli õietolmulabori Nikoni fotokaameraga varustatud alt valgustusega mikroskoop, suurendusvahemik 100 – 1000 korda; (2) Tartu Ülikooli Geoloogia osakonna skaneeriv elektronmikroskoop (*Scanning Electron Microscope (SEM)*) suurendusvahemik 100 – 100

000 korda; (3) Tartu Ülikooli Geoloogia osakonna Leica stereomikroskoopi suurendusvahemikuga 10 – 50 korda.

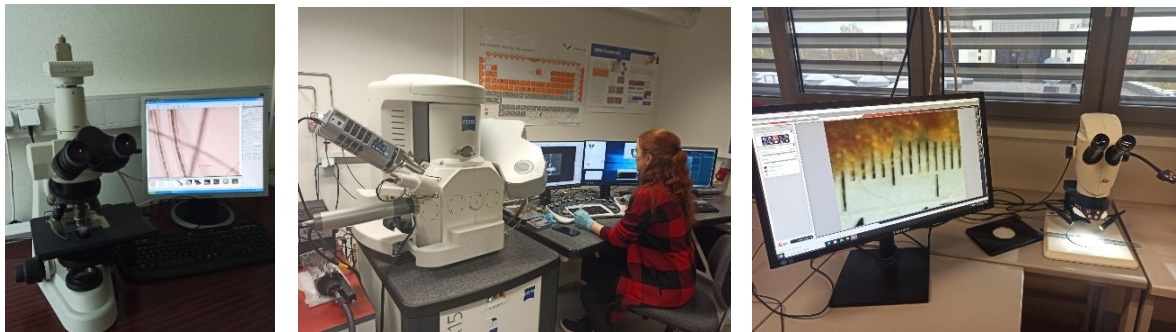


Foto 1: Uuringuteks kasutatud mikroskoobid: Nikon valgusmikroskoop koos fotokaamera ja pilditöötlusprogrammiga varustatud arvutiga Eesti Maaülikooli õietolmulaboris (vasakul); Zeissi skaneeriv elektronmikroskoop koos pilditöötluseks vajaliku aparatuuriga Tartu Ülikooli geoloogia osakonnas (keskel) ja Leica stereomikroskoop koos pilditöötluseks vajaliku aparatuuriga Tartu Ülikooli geoloogia osakonnas (paremal). (Autori fotod)

Lisaks eelkirjeldatud morfomeetrilistele uuringutele testiti VKA eksperimentaalvillakojas koerakarva sobivust masinketruseks nelja rikkaliku aluskarvaga tõu (Alaska malamuu, Berni Alpi karjakoer, Samojeedi koer, Tiibeti mastif) karva näitel. Kuna enamasti peetakse puhtast koerakarvast masinketrusel lõnga valmistamist keerukaks, kasutatakse protsessi lihtsustamiseks teiste loomsete kiude lisandeid, tavaliselt 25 – 75% (harva kuni 95%) ulatuses. Lisandite mõju testimiseks kasutati Eestis enimlevinud loomse kiu allikaid, lamba- ja alpakavilla). Detailne kirjeldus kasutatud materjalidest, tövõtetest, meetoditest ja tulemustest on esitatud VKA praktikaaruannetes (Poska, 2023 „Koerakarva kasutusvõimalused ketrusmasinaga poolkammvill-lõnga valmistamisel“ ning “Koerakarva enamusega lõngast valmistatud pitskoelised esemed: hinnangud välimusele ja nahasõbralikkusele”).

5.1 Valgusmikroskoopia

Kiu läbimõõdu, koore paksuse ning säisiosa olemuse määramiseks kasutati 400x suurendusega valgusmikroskoopi. Alt valgustusega mikroskoop võimaldab näha vähemalt osaliselt läbipaistvate objektide sisestruktuure. Karvade uurimisel kehtib seaduspära, et mikroskoobis on hästi näha heledate (valged kuni pruunid) karvad sisestruktuurid. Tugevalt pigmenteerunud

(tumepruunid või mustad) karvade puhul ei ole sisestruktuuride eristamine võimalik. See meetodipõhine piirang tingis mõningal määral töös kasutatud koeratõugude ja karvanäidiste valiku.

Valgusmikroskoobi all loomsete kiudude vaatlemiseks sobiva preparaadi valmistamisel kasutati alusklaasi, millele tilgutati paar tilka fuksiiniga (erkroosa värvaine) kergelt toonitud glütseriini. Fuksiini kasutati preparaadi üldise kontrastsuse suurendamiseks uuritavate kiudude ja keskkonna vahel ning glütseriini preparaadi murdumisnäitaja suurendamiseks (õhu murdumisnäitaja on ca 1 ja glütseriinil 1.6). Kõrgema murdumisnäitajaga keskkond võimaldab suurtel suurendustel teravama pildi saamist. Seejärel asetati glütseriinitilgale paralleelseks kammitud kiududega kiuproov, nii et kiududekimbu keskosa jäi alusklaasi keskele. Seejärel kaeti preparaat pealisklaasiga (foto 2).

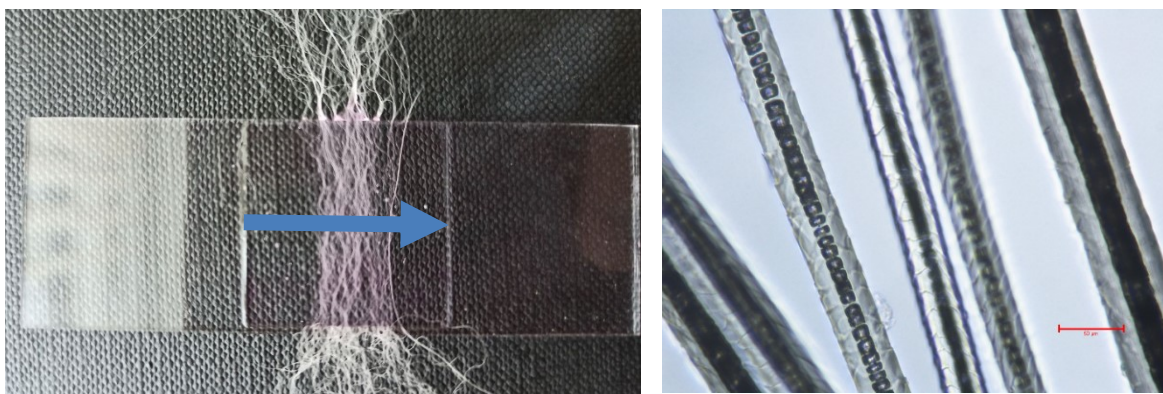


Foto 2: Valgusmikroskoobis vaatlemiseks valmis Samojeedi koera karva preparaat koos uuringuala ja suund tähistava noolega (vasakul) ja sama preparaadi foto nähtuna 400 kordse suurendusega mikroskoobis (paremal). (Autori fotod.)

Eelkirjeldatud moel ettevalmistatud preparaate vaadeldi mikroskoobis 400 kordse suurendusega. Preparaadi uurimisel liiguti sellest üle preparaadi keskjoont pidi risti kiudude suunale järgides fotol 2 kujutatud noole asukohta ja suunda. Fotode tegemisel püüti teravustada korraga võimalikult suur arv kiude. Igast preparaadist tehti vähemalt 10 fotot.

5.2 Skaneeriv elektronmikroskoopia

Skaneeriva elektronmikroskoobiga on võimalik uurida objekti topograafiat ehk pinnastruktuure, morfoloogiat ehk kuju ja suurust ning spektroskoobi olemasolul ka määrata objekti elementkoostist. SEM kasutab pildi saamiseks valguse asemel kiirendatud

elektronkiirt. Kuna elektroni lainepikkus on enam kui 100 000 korda väiksem kui nähtava valguse footonite oma siis saab seda kasutada palju väiksemate objektide uurimiseks kui valgusmikroskoopi. Töös kasutatud SEM on võimeline töötama nii madal- kui ka kõrgvaakum režiimis, võimaldades vaadelda nii katmata mitte juhtivaid proove kui ka suurema elektrijuhtivuse saavutamiseks kaetud (enamasti õhukese plaatina või süsiniku aatomitega kihiga) orgaanilisi proove.

Käesolevas uuringus kasutati kiudude läbimõõdu ja pinnastruktuuride (soomuste kuju ja liibuvus) uurimiseks vastavalt 500-1000 ja 2000 kuni 10 000 kordse suurendust. Kuna katmata preparaatide ja madalvaakumi kasutamine ei võimalda mittejuhtivast orgaanilisest materjalist (näiteks loomsetest kiududest) kõrge lahutusega pildi saamist üle 2000 kordse suurenduse juures, siis kaeti soomuste uurimiseks kasutatud proovid enne SEMi asetamist õhukese plaatina kihiga (foto 3).

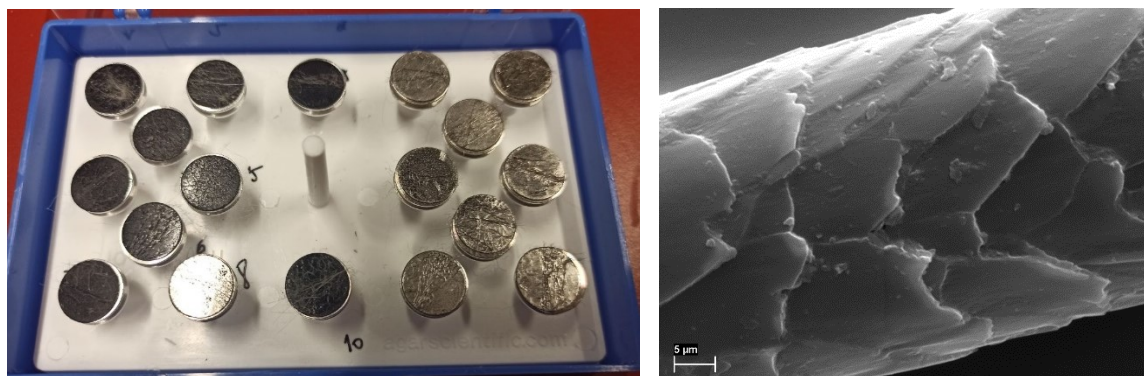


Foto 3: Karp skaneerivas elektronmikroskoobis (vasakul katmata ja paremal kaetud proovid) vaatlemiseks valmis seatud preparaatidega (vasakul) ja plaatinaga kaetud käbusspitsi pealiskarv 5000 kordse suurendusega (paremal). (Autori fotod.)

Kõik uurimisobjektid koosnesid keratiinist, mis nagu enamus orgaanilisi materjale, koosneb põhiosas süsiniku, hapniku, lämmastiku, vesiniku aatomitest. Kuna SEMi spektroskoobiga ei ole võimalik määrata kergeid elemente nagu vesinik, madalvaakumis toimub töö lämmastiku keskkonnas ja proovide alusena kasutatakse süsiniku, ei oleks SEMi kasutamine kiu koostise määramiseks kuigi usaldusväärne.

5.3 Stereomikroskoopia

Kiu säbruse määramiseks kasutati 10x suurendusega stereomikroskoopi (foto 1). See pealt valgustusega mikroskoop on põhimõtteliselt luubi sarnane ja võimaldab täpsemalt uurida

pisemate, kuid enamasti veel silmaga nähtavate objektide kuju ja pealispinda. Objekti nähtavus ei sõltu selle värvist.

5.4 Mõõtmised ja andmetöötlus

Näidiste uurimisel stereo-, valgus- ja skaneeriva elektronmikroskoobiga tehti kokku enam kui 600 fotot. Kõik töös kasutatud mõõtmistulemused on saadud fotodel kujutatud kiudude mõõtmisel kasutades mikroskoopidega kaasas olevat fotografeerimis- ja pilditöötlustarkvara.

Üldise praktika kohaselt peaks iga proovi ning parameetri kohta tegema stabiilse ja usaldusväärse keskmise tulemuse ja kõigi variatsioonide esindatuse saavutamiseks tegema vähemalt 50 (100) mõõtmist. Kuna selle eesmärgi saavutamiseks vajalike fotode arv oleks tõusnud enam kui 1000-ni ning mõõtmiste arv vähemalt 10 000-ni, ei olnud see magistritöö raames töö teostamiseks ette nähtud ajaga mõeldav ja SEM uuringute puhul ka teostatav.

Karvanäidise säbarust hinnati 10 juhuslikult valitud looke alusel otse stereomikroskoobi all. Kiudude läbimõõdu ja koore paksuse mõõtmisel ning säsi iseloomu hindamisel piirduti valgusmikroskoopi kasutades tehtud vaatlustel enamasti 25 mõõtmisega ühe proovi kohta. Kontrollimaks mõõtmiste arvu vähendamise mõju tulemusele tehti 5 juhuslikult valitud Samojeedi koera karvanäidisele 50 mõõtmist iga ülalmainitud parameetri kohta.

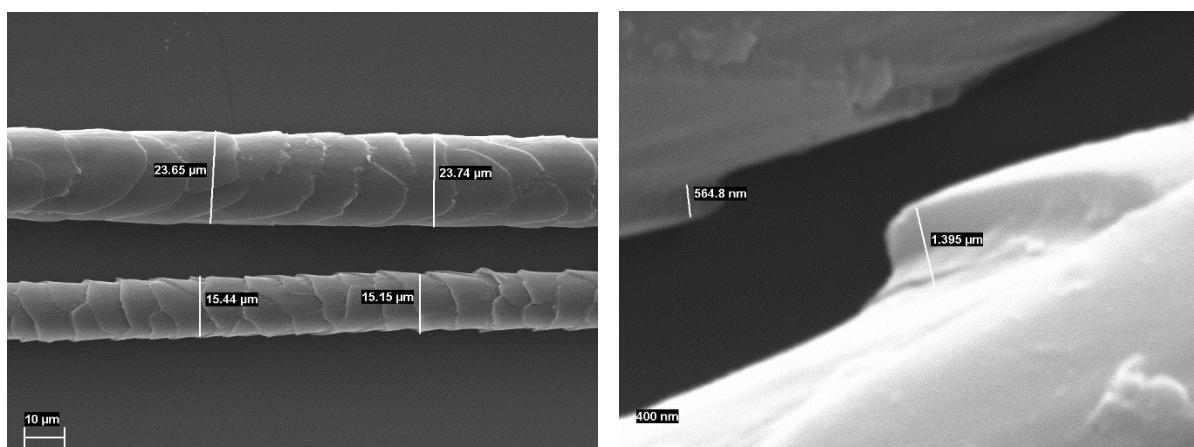


Foto 4: Näide töös kasutatud mõõtmistest: SEM pilt Samojeedi koera karvast 2000 kordse suurendusega ja karva läbimõõdu mõõtetulemustega (vasakul) ja sama koera karva lähivaade 30 000 suurendusega karva katvate soomuste liibuvuse hindamiseks (paremal). (Autori fotod.)

Valgusmikroskoobi preparaatide valmistamisel kasutati glütseriini, mis võib imenduda orgaanilistesse kudedesse ja muuta seega uuritava objekti mõõtmeid. Seepärast tehti valgusmikroskoobis tehtud mõõtmiste kontrolliks ja kalibreerimiseks 4 erineva Samojeedi koera ja angooraküüliku karvanäidise kiu läbimõõdu mõõtmised ka SEM piltidelt.

SEMi fotodelt soomuste mõõtmisel seati eesmärgiks mõõta vähemalt 10 soomuse paksus (foto 4). Kõigi stereomikroskoobis tehtud vaatluste puhul on mõõtmiste hinnanguline viga 0,1 mm, valgusmikroskoobi fotodelt tehtud mõõtmiste hinnanguline mõõtmisviga on $\pm 1\mu\text{m}$ (ca 1mm fotol) ja SEM fotodelt tehtud soomuse paksuse määramisel $\pm 10\text{ nm}$ (ca 1mm fotol).

Uurimistulemuste esitamiseks ja statistiliseks andmetötluseks kasutati R andmetötlustarkvara (R Core Team, 2021) ja pakette 'tidyverse', 'GGally', 'ape', 'ggplot' ja 'ggcorrplot'.

Statistilise andmetötluse käigus:

- arvutati kõigi töös uuritud loomsete kiudude näidiste jaoks eraldi parameetripõhised (kiu läbimõõt, koore paksus, säsiosa tüüp, soomuse paksus jmt.) keskmised ja standardhälve;
- korrelatsioonianalüüsiga testiti võimaliku korrelatsiooni olemasolu Samojeedi koera karvkatte erinevate parameetrite (kiu läbimõõt, koore paksus, kiu pikkus ning säsiosa tüüp) ja isendi päritolu, elutingimuste, söögi, vanuse ning soo vahel;
- klasteranalüüsi kasutades määratleti töös uuritud erinevad FCI klassifikatsiooni koerte põhigruppide esindajate ning põhilised loomse kiu allikate piires kiu omadustelt selgelt eristuvaid või sarnaseid isendeid.

Kõik töös esitatud joonised on koostatud või viimistletud kasutades arvutigraafika programmi Adobe Illustrator (Adobe Inc, 2019)

5.5 Eksperimentaallõnga valmistamine

Nelja erineva tiheda aluskarva ja suure aastase karvaheitega koeratõug karva kasutati VKA eksperimentaal-villavabrikus (Vilma villakojas) testlõnga valmistamiseks. VKA villakojas on olemas kogu masinketrusega lõnga tegemiseks vajalik tehniline baas. Selle varustusse kuuluvad spetsiaalsete pesu- ja kuivatusprogrammidega varustatud tööstuslik pesumasin ja kuivati ning täielik poolkammvill lõnga valmistamise liin. Spetsiaalne, villahundist, kraasimis-, kammimis-, ketrus- ja haspeldamismasinast koosnev liin on toodetud Itaalias ja alustas Vilma villavabrikus tööd 2016. aastal.

Lõnga valmistamisel testiti (1) ilma lisanditeta koerakarva sobivust masinketrusel lõnga valmistamiseks; (2) erinevate lisandite (Arles meriino, Eesti tumedapealise lamba ja alpapakavill) ja materjalide suhtvahekorra mõju ketrusele ja (3) lõngast valmistatud esemete nahasõbralikust, allergilisust ja välimuse esteetilisust. Kõikidel ketruskatsete puhul püüti valmistamisprotsessi vältel viia materjali kadu miinimumini ja saavutada minimaalse läbimõõduga lõng. Materjali sobivuse hindamisel lõnga valmistamiseks vaadeldi kolme parameetrit:

(1) Ajakulu kaaluühiku lõnga valmistamiseks;

(2) Materjali kaoprotsenti:

$$\text{kao\%} = (\text{materjali kaal} - \text{lõnga kaal}) / \text{materjali kaal} \times 100$$

(3) Tex arvu (1 000 m lõnga kaal grammides fikseeritud niiskuse juures):

$$\text{Tex} = \text{lõnga kaal(g)} / \text{pikkusega (m)} \times 1000$$

Lõngast valmistati sama silmuste arvu, vardaid ja koemustrit kasutades kätisekujulised testesemed. Esemete nahasõbralikkuse ja välimuse hindamiseks kasutati 12 liikmelist testijate gruppi (täpsem kirjeldus on leitav VKA praktikaarunades Poska, 2023 “Koerakarva enamusega lõngast valmistatud pitskoelised esemed: hinnangud välimusele ja nahasõbralikkusele”). Testi läbiviivale inimesele anti korraga kätte kõik kätised ja paluti need järjestada kohale (1) – (9) arvestades kõigepealt kudumi välimust (meeldivaimast-ebameeldivaimani) ja seejärel uuesti arvestades kudumi nahasõbralikkust (pehmeimaist – karedaimani). Kõik järjestused registreeriti ja hinnangud summeeriti, seega kõige meeldivamaks/nahasõbralikumaks osutunud kätised said kõige madalama skoori ning kõige ebameeldivamaks/karedamaks osutunud kätised kõrgeima skoori. Kahel koerakarvale allergilisel testgrupi liikmel paluti lisaks eeltoodule hinnata ka testesemete käsitsemisel saadud allergilise reaktsiooni tugevust.

6 TULEMUSED

Uuringute käigus tehti ca 500 valgusmikroskoobi ja 100 SEMi fotot. Enam kui 3000 mõõtmisega hinnati loomsete kiudude põhiparameetreid (kiu läbimõõtu ja koore paksust) ja hinnati säsi olemust valgusmikroskoobi abil tehtud fotodelt. Kiu läbimõõdu ja soomuse paksuse määramiseks tehti enam kui 400 mõõtmist SEMi abil tehtud fotodelt.

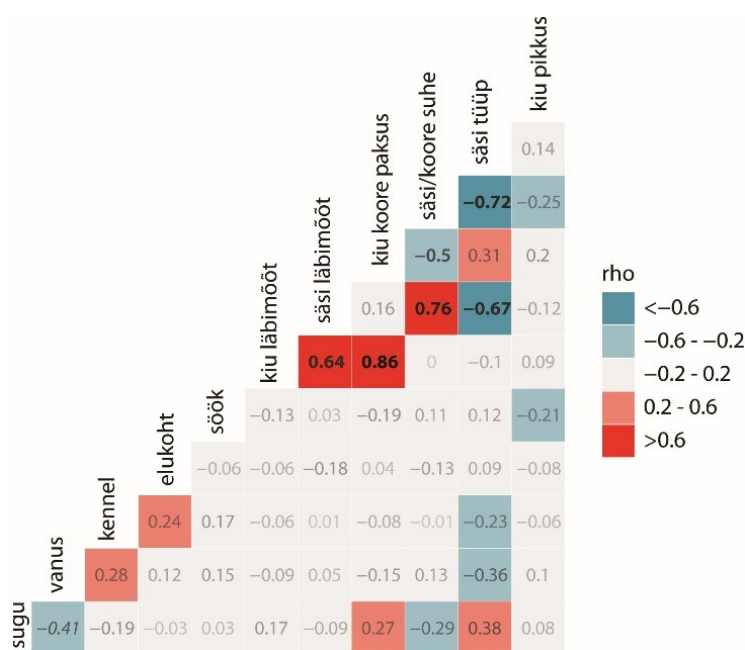
Viie Samojeedi koera karva põhjal tehtud katse tulemusena erinesid 50 mõõtmise keskmine ja 25 mõõtmise keskmine tulemus 0.4 μm (min 0,2 ja max 0,8 μm), jäädaes kõigil

vaadeldud juhtudel alla eeldatava mõõtmisvea piiri (1 μm). Seepärast võib eeldada, et vähendatud mõõtmiste arvu testide tulemusi oluliselt ei mõjutanud.

Samuti testiti valgusmikroskoobis tehtud mõõtmiste ja SEM piltidelt tehtud mõõtmiste erinevusi. Nelja Samojeedi koera isendi ning Angooraküüliku karvanäidiste mõõtmistulemuste võrdlusel selgus, et valgusmikroskoobis tehtud mõõtmised olid kõigil juhtudel ca 15% suuremad kui samade isendite karva mõõtmised SEMiga. Seega tuleb arvestada, et kõik edaspidi näidatud valgusmikroskoobis tehtud mõõtmistulemused on eelnäidatud koefitsiendi võrra suuremad kui kirjandusallikate põhjal, enamasti SEMi kasutades tehtud uuringute tulemusel saadud kiu läbimõõtu kajastavad arvud.

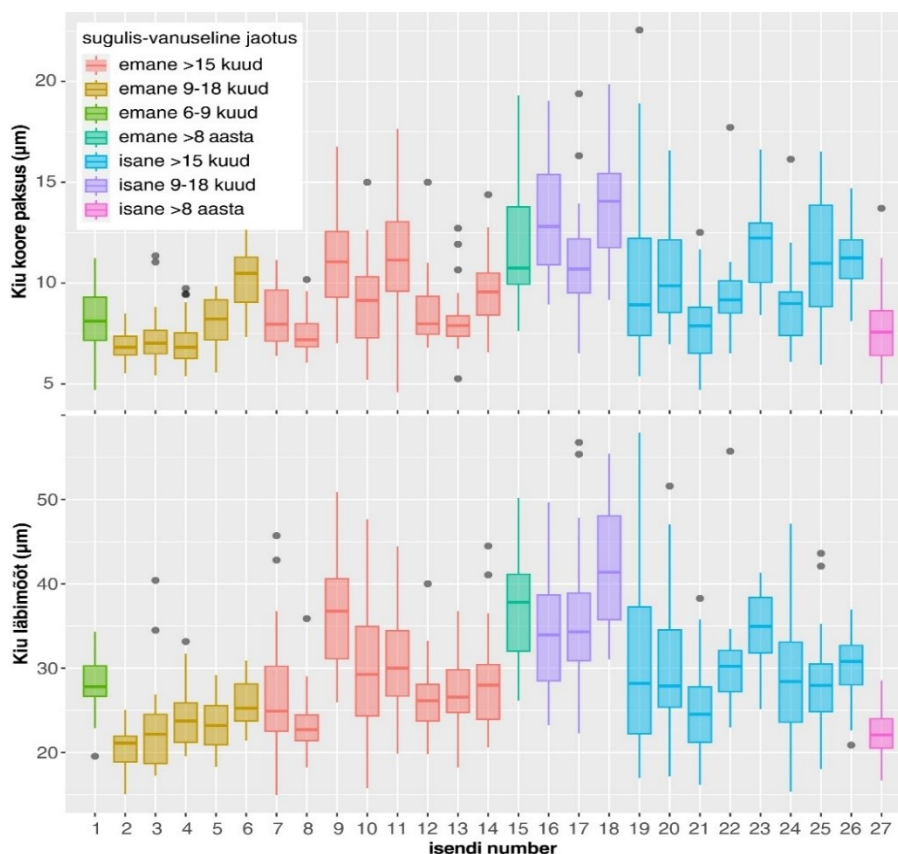
6.1 Samojeedi koera tõsiseste karva morfomeetriliste tunnuste varieeruvus

Samojeedi koera tõsiseste karva morfomeetriliste tunnuste varieeruvuse valimis osales 27 Eesti kennelliidu registris arvel olevat tõustandardile vastavat koera. Uuringute käigus püüti Pearsoni korrelatsiooni kasutades selgitada mitmesuguste elukäigupõhiste (koera sugu, vanus, päritolu (ehk kenneli), elukoht, söök) tunnuste võimaliku mõju karva morfomeetriaale (kiu läbimõõt, koore paksus, säsi/koore suhe, säsi tüüp ning kiu pikkus) (joonis 8).



Joonis 8: Samojeedi koerte karvanäidiste morfomeetriliste tunnuste ning elukäigu korrelatsioonianalüüsi tulemused. Värvid tähistavad korrelatsioonikoefitsiendi (rho) suurust ja märki. Rasvases kirjas on märgitud statistiliselt olulised korrelatsioonid. (Autori joonis.)

Kõigi Samojeedi koera aluskarva kiudude läbimõõdu mõõtmistulemuste keskmine oli 29 μm , madalaim 20 ja kõrgeim 42 μm (joonis 9, lisa 2). Vaatamata sellele, et usaldusväärset soopõhist seost karva morfoomeetriliste tunnustega korrelatsioonianalüüsil ei leitud, on siiski nähtav selge erinevus emaste (27 μm) ja isaste (31 μm) keskmise karva kiu läbimõõdu vahel.



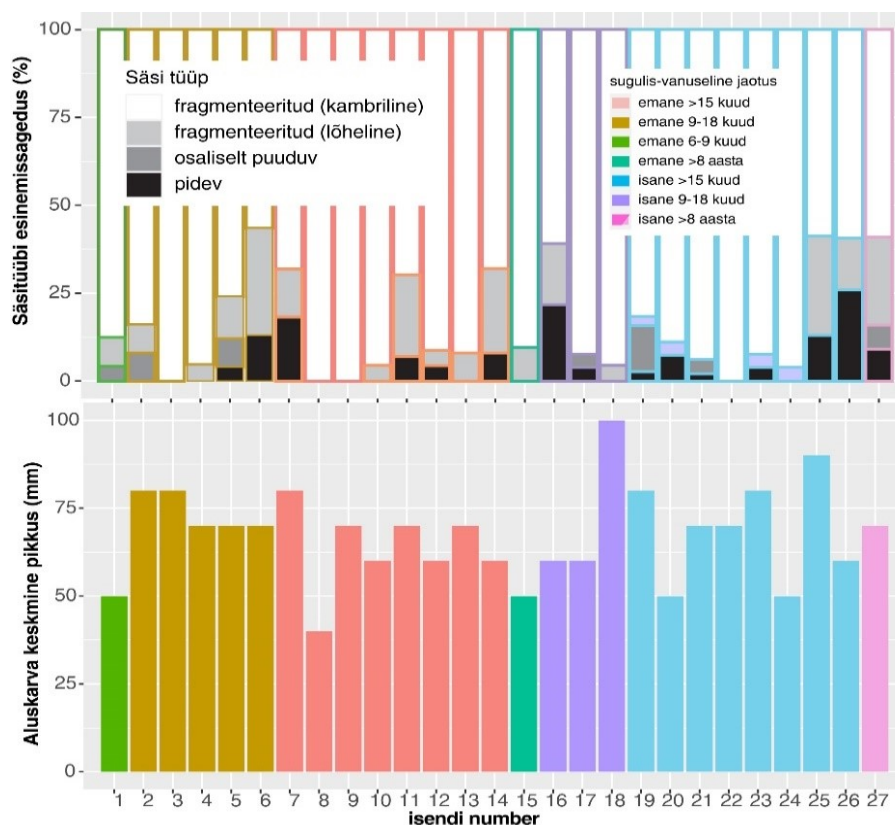
Joonis 9: Samojeedi koera isendite aluskarva kiu läbimõõd (mõõtmiste keskmine on tähistatud horisontaalse joonega) ja standardhälve (tähistatud toonitud riskülikuga). Andmetes esinevad erandid on tähistatud punktidega. (Autori joonis.)

Emaste koerte puhul on näha selget kiu läbimõõdu kasvu vanuse suurenedes (kõige väiksema läbimõõduga on emase noorlooma karv ja suurimaga vanima valimisse kuulunud emase karv. Isaste koerte puhul on täheldatava emastele vastupidine trend – suurima keskmise karva läbimõõduga on noored isased ja valimi väikseim karva läbimõõd oli valimi vanimal isasloomal. Veelgi enam, kui vanima emaslooma karva läbimõõd oli võrreldav isaste noorloomade omaga (vastavalt 36 ja 34-42 μm), siis vanima isaslooma karva läbimõõd on sarnane emaste noorloomade omaga (vastavalt 22 ja 20-26 μm).

Kiu koore paksust sai mõõta vähemalt osaliselt puuduva säsitüübi korral, ehk arvutustesse on kaasatud ka fragmenteeritud – lõhelise säsi tüübiga kiud. Seepärast võib

arvata, et mõningatel juhtudel on koore paksust pisut üle hinnatud. Samas ei erine vaid fragmenteeritud – kambriilise säsiiga valimi põhjal tehtud arvutused märkimisväärselt kõigi vähemalt osaliselt fragmenteeritud säsiõsaga kiudude põhjal arvutatutest. Nagu korrelatsioonitest näitas, on kiu läbimõõt tugevas positiivses korrelatsioonis koore paksusega, ehk kiu läbimõõdu suurenedes suureneb ka koore paksus. Koore paksuse sugulis-vanuseline muster järgib selgelt kiu läbimõõdu oma (joonis 9).

Koera karva pikkus on enamasti mitte eriti informatiivne suurus, kuna peaaegu kõigi tõugude kehal esineb nii pikema kui ka lühema karvaga piirkondi. Kuna uuringus osalenud Samojeedi koerte puhul püüti karvaproove saada keha ühest ja samast piirkonnast, on siinkohal karva pikkuse hinnangud siiski mõneti võrreldavad. Uuringus osalenud koerte aluskarva pikkus varieerus 4 cm kuni 9 cm ja keskmine pikkus oli 7 cm (joonis 10, lisa 2).



Joonis 10: Samojeedi koera isendite aluskarva keskmine pikkus (all) ja säsitüübi esinemissagedus (ülal). (Autori joonis.)

Samojeedi koera aluskarvale on iseloomulik fragmenteeritud – kambriiline säsi. See säsitüüp domineeris kõigi uuringus osalenud isendite puhul. Teisel kohal esinemissageduselt oli osaliselt fragmenteeritud – lõheline säsitüüp. Viiel isendil (nii emastel kui ka isastel) esines

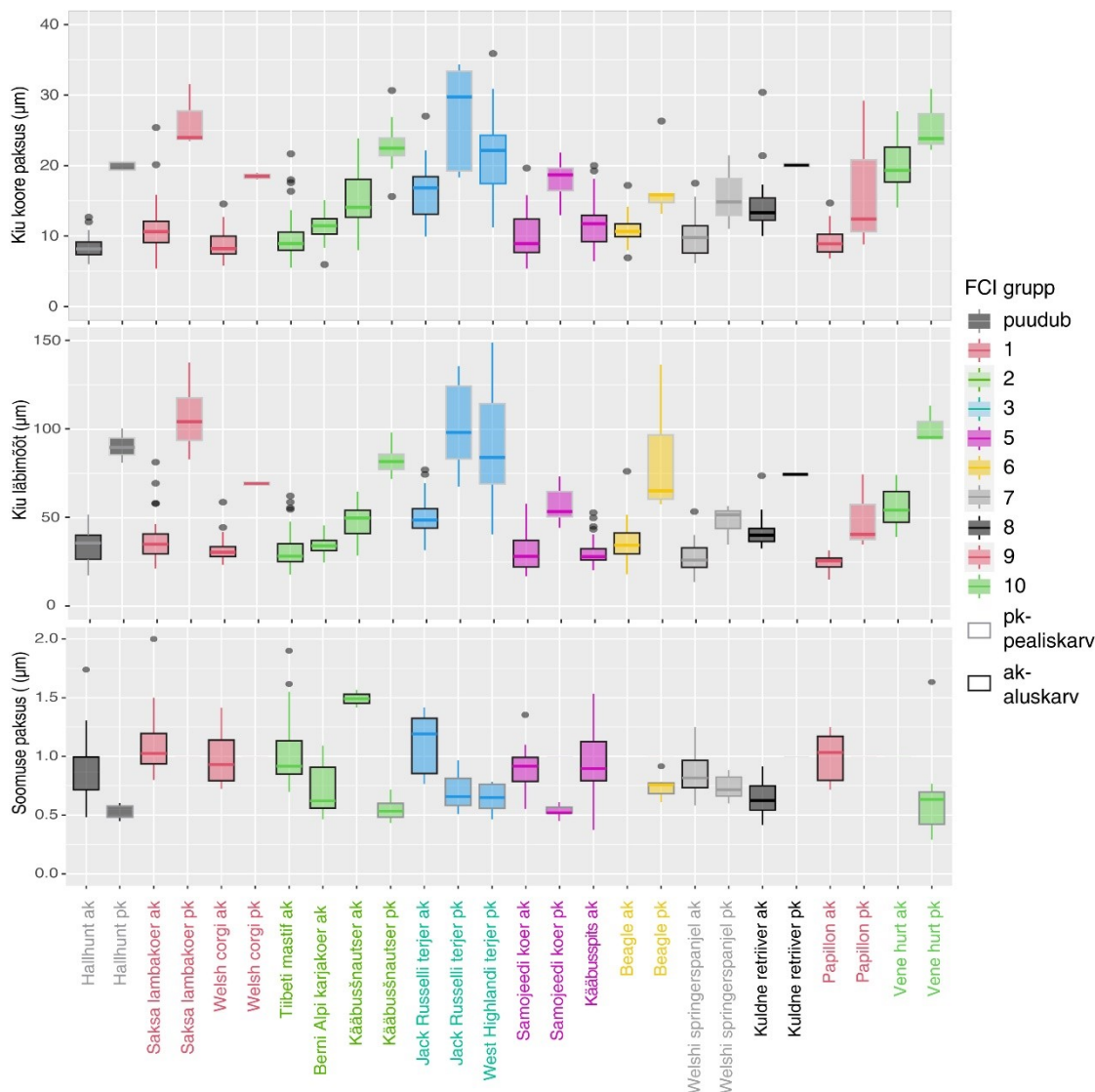
10-15% ulatuses täidetud säsitüübiga karvu. Pealiskarva puhul oli domineerivaks säsiosa täielik puudumine. Teisel kohal olid osaliselt puuduva säsiosaga pealiskarvad, vaid üksikutel juttudel esines fragmenteeritud säsiosaga pealiskarva ning vaid ühel juhul registreeriti pideva säsiosaga pealiskarv.

Kuna mitmes Samojeedi koerte uuringus osalenud isendi proovis oli pealiskarva väga vähe või puudus see täiesti, põhinevad edaspidi töö põhiosas ära toodud Samojeedi koera põhise andmetöötluse tulemused vaid aluskarva põhjal tehtud mõõtmistel. Siiski saab kokkuvõtlikult öelda, et Samojeedi koera pealiskarva iseloomulikuks morfomeetriliseks tunnuseks on suur läbimõõt, kõigi uuringus osalenud isendite keskmine pealiskarva läbimõõt oli ca 60 μm . Keskmiste puhul ilmnes ka selge sooline diferentseerumine – emastel koertel oli karva läbimõõt ca 56 μm (vahemik 37 – 82 μm) ja isastel aga ca 66 μm (vahemik 35 - 96 μm).

6.2 Erinevate koeratõugude vaheline karva morfomeetriliste tunnuste varieeruvus

Koeratõugude vaheliste karva morfomeetriliste tunnuste varieeruvuse uurimiseks vaadeldi hallhundi ja üheksat FCI põhigruppi esindava 14 erineva koeratõu karvanäidiseid. Kõik valitud tõud on Eestis tavalised. Kuna erinevate koeratõugude karvastikus on pealiskarva ja aluskarva hulk väga erinev. on uuringusse kaasatud koeratõugude puhul karva mõõtmistulemuste hindamisel oluline, millist karvatüüpi (kas alus- või pealiskarva) tulemused kajastavad. Valimis kasutatud West Highlandi terjeri karvanäidises puudus täielikult aluskarv ning kääbuspitsi, Tiibeti mastifi ja Berni Alpi karjakoera karvanäidistes puudus pealiskarv (joonis 11). Karva katvate soomuste paksuste mõõtmisel ei olnud võimalik kõigi tõugude puhul eraldi pealiskarva ja aluskarva uurimine. Seepärast on lisaks eelnimetatud tõugudele, kelle karvaproovidest pealiskarv täiesti puudus, ka Saksa lambakoera, kuldse retriiveri, Welshi corgi ja papilloni puhul mõõdetud vaid aluskarva soomuseid ning beagle ja Vene hurda puhul vaid pealiskarva omi.

Kõigi koeratõugude puhul, kelle karvanäidisesest oli võimalik nii alus- kui ka pealiskarva läbimõõdu mõõtmine, eristuvad pealiskarv ja aluskarv selgelt, seda nii kiu läbimõõdult kui ka koore paksuselt. Nagu eelkirjeldatud Samojeedi koera puhul on ka kõigi teiste tõugude pealiskarvale iseloomulik suur (50 – 100 μm) kiu läbimõõt, 20 – 30 μm vahele jääv keskmine kiu koore paksus ja avatud säsitüüp (joonis 11 ja 12, lisa 2). Vaid West Highlandi terjeri ja Welshi springerspanieli pealiskarva puhul esines olulisel hulgal pidevat säsitüüpi.



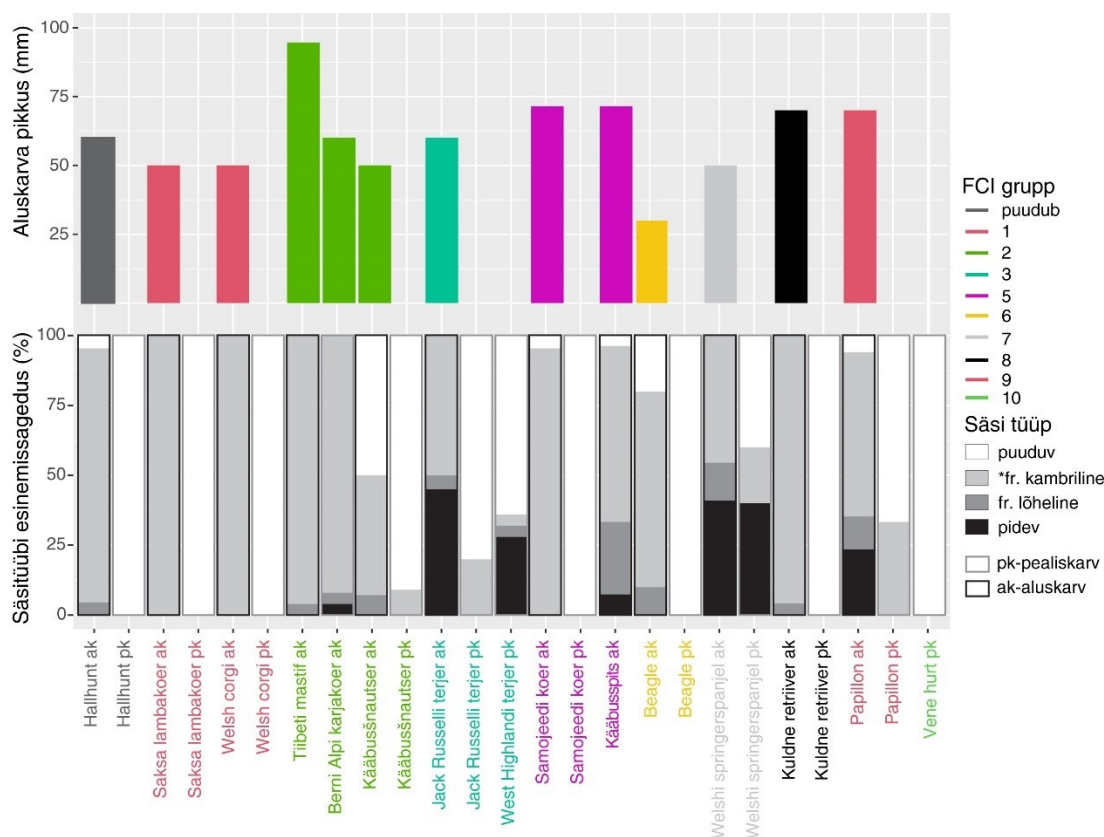
Joonis 11: Uuritud koeratõugude karva keskmine kiu läbimõõt, koore paksus ja soomuse paksus (tähistatud horisontaalse joonega) ja standardhälve (tähistatud toonitud riskülikuga). Andmetes esinevad erindid on tähistatud punktidega. (Autori joonis.)

Hallhundi, Saksa lambakoera, terjerite ja Vene hurda pealiskarvale on iseloomulik ca 100 µm ulatuv keskmine läbimõõt ning 20-30 µm vahemiku jääv kiu koore paksus. Ülejäänud tõugude puhul jääb pealiskarva keskmine läbimõõt vahemikku ca 50 – 75 µm, ning koore paksus vahemiku 10 – 20 µm. Kõigi tõugude puhul järgib kiu koore paksuse muster selgelt kiu läbimõõdu oma ning FCI gruppidest on eristatavad vaid 3 (terjerid) ning 10 (hurdad) (joonis 11).

Kõigile tõugudele on iseloomulik pealiskarva soomuste ühtlane (standardhälve jääb enamasti vahemiku $\pm 0,1$ µm) ja väike (ca 0,5-0,7 µm) keskmine paksus. Aluskarva puhul on soomuste paksus enamasti pisut suurem ja oluliselt varieeruvam, seda nii erinevate tõugude

keskmiste väärtuste puhul (näit. Berni Alpi karjakoeral 0,7 ja kääbusšnautseril 1,5 μm) kui sama isendi aluskarva soomuste mõõtetulemuste puhul (näit. Jack Russelli terjeri aluskarva soomuste mõõtmistulemused jäid vahemikku 0,8 kuni 1,4 μm).

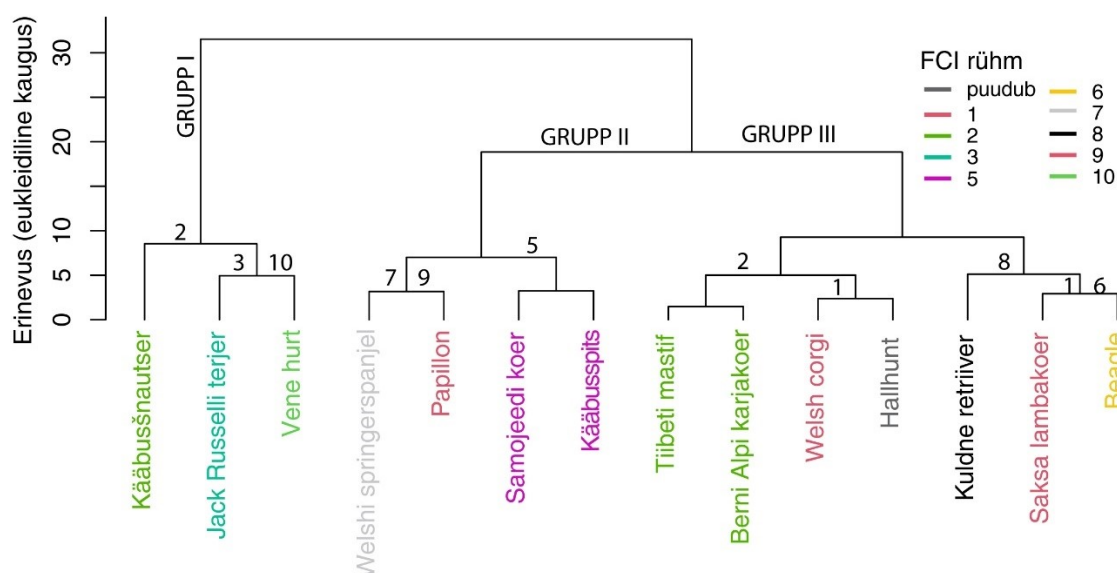
Kõigi vaadeldud karvanäidiste puhul jäi aluskarva kiu keskmine läbimõõt vahemikku 25- 50 μm (madalaim 25 ja kõrgeim 55 μm) ja koore paksus vahemikku 10-20 μm (madalaim 8 ja kõrgeim 21 μm) (joonis 11). Enamlevinud aluskarva säsitüübiks oli fragmenteeritud – kambriline (joonis 12). Vaid Jack Russelli terjeril, Welshi springerspanielil ning papillonil esines arvestataval hulgal pideva säsitüübiga aluskarva kiudusid.



Joonis 12: Uuritud koeratõugude karva säsitüübi esinemissagedus protsentides. *fr – fragmenteeritud. (Autori joonis.)

Klasteranalüüsi tulemuste põhjal eristub kolm põhilist gruppi (joonis 13). FCI rühmadesse 3 (Jack Russelli terjer) ja 10 (Vene hurt) esindajad eristuvad selgelt ülejäänutest. Teise grupi moodustavad FCI rühmadesse 5, 7 ja 9 kuuluvad tõud. Eraldi tuleb märkida, et mõlemad spitsilaadsete tõugude esindajad – Samojeedi koer ja kääbuspits moodustavad omaette alamgrupi ning teise sama grupi alamgruppi moodustavad ainukesed uuringusse kaasatud spanjeli tüüpi eellastega tõud – Welshi springerspaniel ja papillon. Kolmanda rühma

liikmeteks on FCI rühmadele 1, 2, 6 ja 8 esindajad ning hallhunt. FCI 2 rühma liikmed (Tiibeti mastif ja Berni Alpi karjakoer moodustavad omaette alamgrupi, mille lähimateks naabriteks on FCI 1 (Welshi corgi) ja hallhunt. Samuti FCI 2 rühma kuuluv käabusnautser kuulub aga klasteranalüüsi tulemuste põhjal esimesse, kõigist ülejäänud rühmadest selgelt eristuvasse klastrisse.

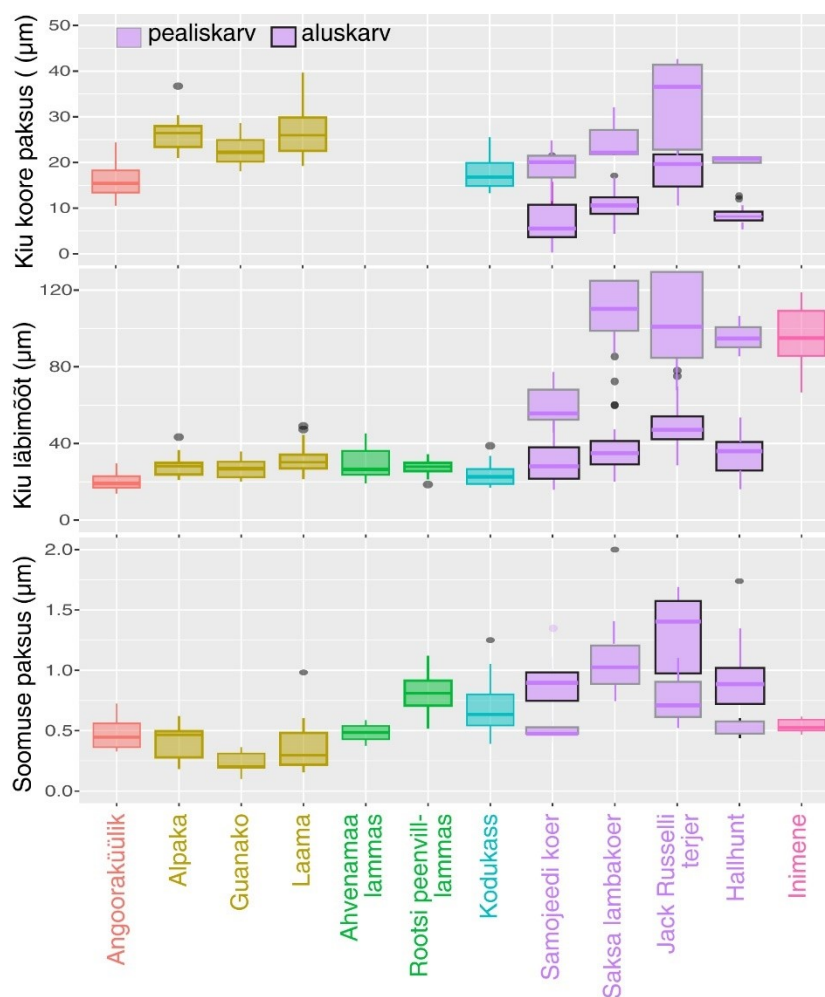


Joonis 13: Uuritud koeratõugude jagunemine aluskarva morfomeetriliste tunnuste alusel. Diagrammil näidatud numbrid tähistavad alajaotuse liikmete FCI rühma. (Autori joonis.)

6.3 Koerakarvad võrdluses enamlevinud loomsete kiudude allikate ja inimjuustega

Enamlevinud loomsete kiudude allikate vaheliste kiu morfomeetriliste tunnuste varieeruvuse uurimiseks vaadeldi hallhundi ja kolme 6.2 peatükis klasteranalüüsi tulemusel eristatud koeratõugude põhigrupi esindajaid (grupp I – Jack Russelli terjer; grupp II – Samojeedi koer; grupp III – Saksa lambakoer) võrdluses põhiliste riitusesemete valmistamiseks kasutatavate sõraliste (*Artiodactyla*) seltsi kuuluvate loomse kiu allikate (lamba – Ahvenamaa ja Rootsi peenvill-lammas, alpaka, guanako ja laama) ja angooraküüliku ning lemmikloomade hulgas koera järel populaarsuelt teisel kohal oleva kodukassi ja inimjuustega. Kuna uuritud näidiste puhul on karvatüüp väga erinev, on valimis esindatud nii tavapärase pealis- ja aluskarvaks jaotuva karvastikuga (erinevad koeratõud, kodukass, angooraküülik) kui ka enamasti vaid pealiskarva (inimese juuksed) või aluskarva (lambatõud) tüüpi kiudusid produtseerivad liigid.

Enamus uuritud kiududest on kiu läbimõõdult <math><40\ \mu\text{m}</math>. Kiu läbimõõdult osutus kõige peenemaks keskmiselt ca 20 μm läbimõõduga angooraküüliku karv ja kõige jämedamaks



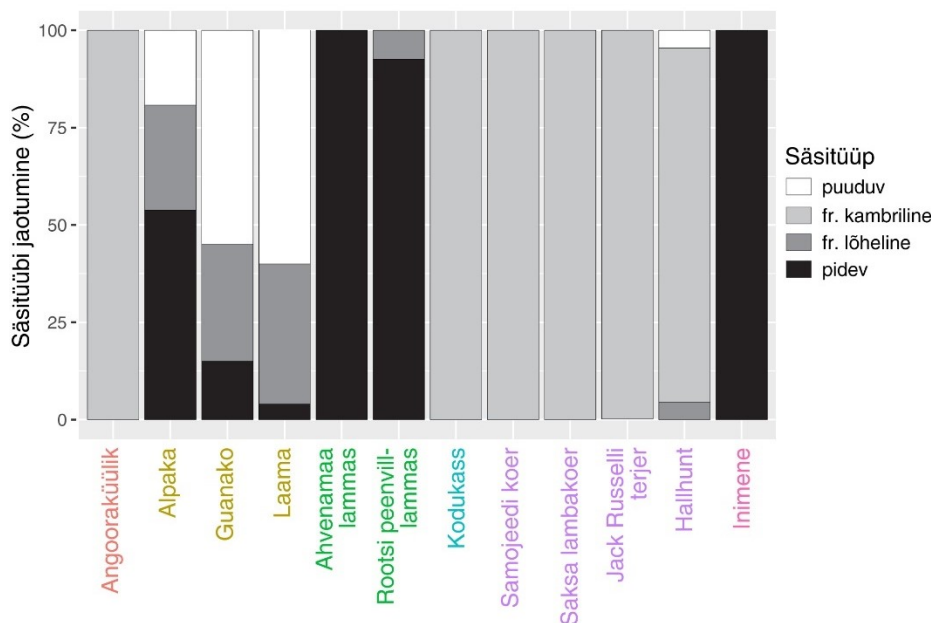
Joonis 14: Uuritud loomsete kiudude keskmine läbimõõt, koore paksus ja soomuse paksus (tähistatud horisontaalse joonega) ja standardhälve (tähistatud toonitud riskülilikuga). Koerte puhul on antud kui võimalik nii aluskarva (helehalli äärisega) kui ka pealiskarva (musta äärisega) mõõtmistulemused. Andmetes esinevad erindid on tähistatud punktidega. (Autori joonis.)

keskmiselt ca 100 μm inimjuuksed (joonis 14, lisa 2). Sõraliste villa kiudude läbimõõt jäi enamasti vahemikku ca $25 \pm 5 \mu\text{m}$ ja koerakarv vahemikku ca 28 – 48 μm . Kui peatükkides 6.1 ja 6.2 käsitletud koerakarva valimi puhul oli karva läbimõõdu mõõtmistulemuste standardhälve enamasti suur (sageli ca 10 μm), siis enamuse tavapäraselt tekstiilide valmistamiseks kasutatavatele kiudude puhul on standardhälve oluliselt väiksem (ca 5 μm) kiu, ehk läbimõõt on kogu näidise ulatuses väga ühtlane.

Kiu koore paksust oli võimalik hinnata vaid fragmenteeritud või puuduva säsitüübiga kiudude puhul, seega ei saanud seda parameetrit mõõta peaaegu alati pideva säsitüübiga

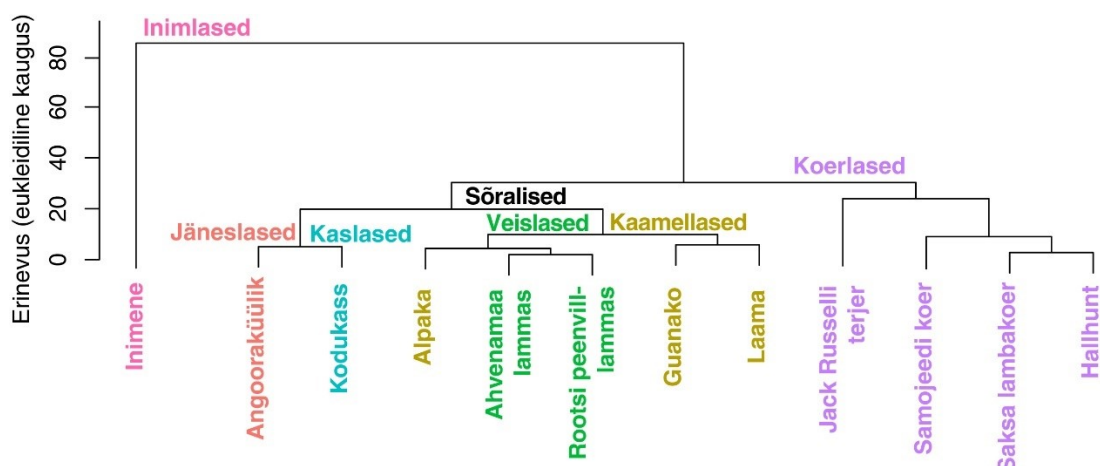
lambavilla ja inimjuuste puhul. Valimist kõige õhem (ca 5 μm) keskmine kiu koore paksus oli angooraküüliku ja kodukassi karval. Enamusel ülejäänud uuritud loomadest jäi kiu koore paksus 10 μm lähedale, vaid Jack Russelli terjeri puhul küündis koore paksus 15 μm -ni.

Säsitüübilt jaotusid uuritud kiud kolme selgelt eristuvasse rühma (joonis 15): (1) pideva säsitüübiga kiud – Ahvenamaa ja Rootsi peenvill-lamba vill ja inimjuuksed; (2) fragmenteeritud – kambrielse säsitüübiga aluskarva kiud: angooraküüliku, kodukassi ja koerlaste (välja arvatud Jack Russelli terjer) karv ning (3) suuremal või vähemal määral puuduva säsitüübiga kiud: kaamellaste sugukonna liikmed (alpaka, guanako ja laama). Jack Russelli terjeri ja uuringus kasutatud alpakavilla näidise puhul oli enam kui pool mõõdetud kiududest pideva säsitüübiga.



Joonis 15: Uuritud loomse kiu allikate karva säsitüübi protsentuaalne jaotus. Koerlaste puhul siinkohal on esitatud vaid karvaheites põhilise aluskarva säsitüüp, pealiskarva oma on esitatud joonisel 13. (Autori joonis.)

Klasteranalüüsi tulemusel jaotuvad vaadeldud kiud kahte selgelt eristuvasse rühma – inimjuuksed ja kõik ülejäänud loomsed kiud (joonis 16). Seejärel jagunevad uuritud kiud omakorda kolme selgelt eristuvasse rühma: (1) koerlased (erinevad koeratõud ja hallhunt); (2) sõralised koos kahe eristuva alamrühmaga ja (3) jänepslased ning kaslased. Teise rühma kuuluvate sõraliste puhul on jagunemine alarühmadesse põhiliselt sugukondliku kuuluvuse alusel, ehk kaamellased ja veislased eraldi. Siiski on kaamellaste sugukonda kuuluv alpaka asetatud teistest kaamellastest eraldi veislastega kokku kuuluvasse gruppi (joonis 16).



Joonis 16: Uuritud loomse kiu allikate jagunemine klastritesse karva morfoomeetriliste tunnuste alusel. Erinevad värvid väljendavad sugukondliku kuuluvust. (Autori joonis.)

6.4 Koerakarva mõju lõnga valmistamise protsessile ja esemete omadustele

VKA eksperimentaal-villakojas toimunud (pool)kammvill lõnga valmistamise protsess järgis mõningate eranditega lambavillale tüüpilist protsessi. Eranditeks olid juba eelmainitud villahundi ja heidekammi mittekasutamine. Mõlemal juhul oli põhiliseks takistuseks koerakarva kalduvus koguda staatilist elektrit, mida ei ole alati võimalik kontrolli all hoida antistaatilise aine lisamisega materjalile. See omadus raskendas oluliselt ka kraasi kasutamist. Katsete käigus selgus, et ülioluline roll koerakarva käitlusel on ümbritseva ruumi õhuniiskusel ning koerakarva ei saa alla 45% õhuniiskusega ruumis kraasida. Koerakarva kraasitavus muutus probleemivabaks üle 55% õhuniiskusega ruumis. Kraasimisel saadud heidelinti ei töödeldud kammimismasinal, kuna enamasti saavutas peen ja kerge materjal juba kraasimismasinat läbides heidelindi formeerijate õhuvoolus ühesuunalise orientatsiooni ning paljude materjalikombinatsioonide puhul oli heidelindi koospüsivus suuremal või vähemal määral problemaatiline.

Kõigi lõnga valmistamise tööprotsessi põhiosade (materjali ettevalmistus, kraasimine ja ketrus) ajakulu oli võrreldes lambavillast lõnga valmistamisele kuluva ajaga oluliselt suurem, kuna nii pesemisel, kraasimisel kui ka ketrusel kasutati protsessi käigus tavapärasest, lambavilla käitlemiseks kohandatud materjalihulgast 2x väiksemaid materjalikoguseid. Kuna peenekiulist ja kergesti lenduvat ja staatilist elektrit koguvat koerakarva ei saanud villahunti kasutades kraasimiseks ette valmistada, toimus materjali ettevalmistus käsitsi. Seepärast

lisandus töötusprotsessiks kulunud ajale veel keskmiselt 8 töötundi iga valmislõnga kilogrammi kohta.

Ainult koerakarvast lõnga tegemist Samojeedi koera karvast katsetati kahel korral. Esimesel korral oli tulemuseks kõrge kao%, kuid madala tex arvuga (kao% 54 ja tex arv 95) lõng (tabel 1). Teisel korral oli tulemuseks oluliselt madalam kao% (19) ning esimesel katsel saadust pisut jämedam (tex arv 109) lõng. Eesti tumedapealise lamba 25% lisandiga

Tabel 1: Materjali kadu ja valminud lõnga tex arv erineva koostisega lõnga valmistamisel.

Materjali koostis (%)	Kao%	Tex arv	Summa
100 Samojeedi koera karv	54 (19)	95(109)	149(128)
75/25 Samojeedi koera karv / meriinovill	18	91	109
75/25 Samojeedi koera karv / alpavill	27	100	127
75/25 Berni Alpi karjakoera karv / meriinovill	18	94	112
75/25 Alaska malamuudi karv / meriinovill	58	114	172
75/25 Tiibeti mastifi karv / meriinovill	6	106	112
50/50 Samojeedi koera karv / ET lamba vill	13	118	131
50/50 Samojeedi koera karv / meriinovill	6	98	104

materjalist ketruseks sobivat kraaslinti ei suudetud teha, seepärast on tulemused saadud mõlema materjali 50% suhtvahekorra jaoks. Kui sellise materjalide vahekorra puhul saavutati suhteliselt madal (18) kao%, siis lõnga tex arv (118) oli testitutes kõrgeim. Nii tex arvu kui kao% korruga vaadates andis ketrusel kõigil juhtudel parima tulemuse 75% koerakarva ja 25% lisandi sisaldusega lõng. Kõige pikema karvaga testitud koeratõug, Tiibet mastif andis kõige madalama kao% (ca 6%) mis on isegi madalam kui lambavilla ketrusel aktsepteeritav kadu (kuni 10%).

Testide käigus ilmnis koerakarva sisalduse ja erinevate lisandite selge mõju nii ketrusprotsessile (kao%-le) kui ka lõnga tex arvule. Kõige madalama tex arv, 91 saavutati kasutades ketrusel 75% Samojeedi koera karva ja 25% meriinovilla sisaldavat materjali. Kõige kõrgema tex arvuga (118) lõng saadi kasutades 50% Samojeedi koera karva ja 50% Eesti tumedapealise lambavilla. Mõlema eeltoodud näite puhul on materjali kao% suhteliselt sarnane (vastavalt 18 ja 13%). Kõige suuremad materjali kao% tekkisid 100% Samojeedi koera karvast ja 75% Alaska malamuudi ning 25% meriinovilla segu puhul (vastavalt 54 ja 58%). Kõige väiksem (6%) materjali kao% saavutati aga 75% Tiibeti mastifi karva ja 25%

meriinovilla ning 50% Samojeedi koera karva ning 50% meriinovilla sisaldusega materjali kasutades. Mõlema mõõdiku kogusummas andsid enamasti parima tulemuse (<112) meriinovilla lisandit sisaldavad segud. Kõige kõrgem kogusumma (> 131) on jämeda läbimõõduga kiude (Eesti tumedapealise lamba villa või Alaska malamuudivilla) sisaldavatel segudel.

Masinketrusel saadud lõngast kootud kätiste nahasõbralikkuse ja välimuse hindamiseks koostatud testgrupi hinnangul olid kõige pehmemad ja visuaalselt meeldivaimad (summaarne punktiskoor <50) Samojeedi koera karva sisaldusega esemed. Konkurentsituult parimaks hinnati mõlema vaadeldud kriteeriumi puhul 100% Samojeedi koera karvast valmistatud käsis (tabel 2, foto 5). Peaaegu alati hinnati nii välimuselt kui ka nahasõbralikkuselt Samojeedi koera karvast testesemetest madalamalt (punktiskoor >50) Alaska malamuudivilla, Berni Alpi karjakoera ja Tiibeti mastifi karva sisaldusega lõngast esemeid.

Tabel 2: Kudumite välimuse ja nahasõbralikkuse hindamistulemused

Lõnga koostis (%)	Välimus	Nahasõbralikkus	Summa
100 Samojeedi koer	10	5	15
75/25 Samojeedi koer / meriino	12	9	21
75/25 Samojeedi koer / alpaka	17	16	33
50/50 Samojeedi koer / ET lammas	21	21	42
75/25 Berni alpi karjakoer / meriino	30	24	54
75/25 Alaska malamuudivilla / meriino	24	31	55
75/25 Tiibeti mastif / meriino	26	30	56

Lisaks üldisele nahasõbralikkusele testiti kahe multiallergilise (muu hulgas ka koerte vastu) inimese reaktsiooni koerakarva enamusega lõngast esemetele. Kumbki testitust ei täheldanud vähimatki dermatoloogilist (näit. naha punetus, sügelemine või paistetused) allergilist reaktsiooni ühelegi testesemele. Siiski tundis üks testijatest peale ca 30 minutilist viibimist testesemete läheduses üldisele allergilisele reaktsioonile (näit. nohu, silmade kipitamine ja köha) viitavate sümptomite tekkimist.

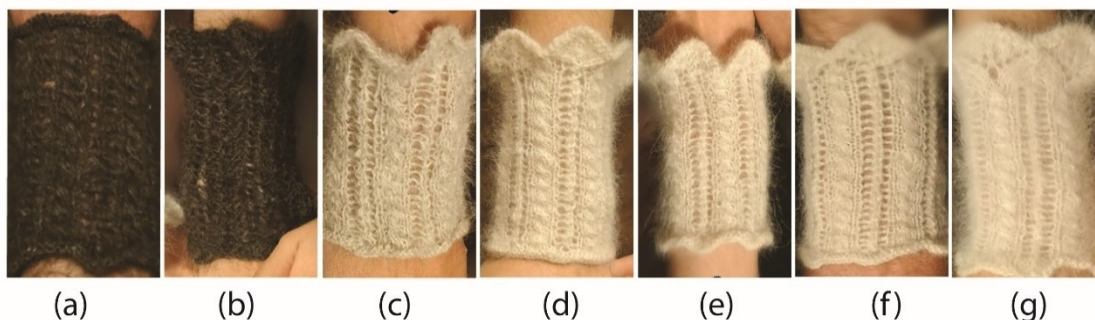


Foto 5: VKA Vilma villakojas ketrusmasinal valmistatud lõngast kootud kätsed. (a) 75% Berni Alpi karjakoer ja 25% Arles meriino; (b) 75% Tiibeti mastif ja 25% Arles meriino; (c) 75% Alaska malamoot ja 25% Arles meriino; (d) 75% Samojeedi koer ja 25% Arles meriino; (e) 75% Samojeedi koer ja 25% alpakavill; (f) 50% Samojeedi koer ja 50% Eesti tumedapealine lammas; (g) 100% Samojeedi koer.

7 JÄRELDUSED

7.1 Koerakarva morfomeetrilised omadused ja sobivus tekstiilitööstuse tooraineks

Koerakarv on üha enam populaarsust koguv mitme otstarbeline alternatiivne materjal. Samas on vaid vähesed teadusuuringud (näit. Geer jt 2007, Surjit jt 2020, 2022) keskendunud koerakarva kiudude füüsikaliste omaduste, struktuuri ja tekstuuri määratlemisele. Käesolev töö püüab vaadelda karva erisusi ühe tõu piires ja nende sõltuvust geneetilisest baasist, elukeskkonnast ning toidust; anda ülevaate mõnede Eestis levinud koeratõugude karva morfomeetrilistest eripäradest; määratleda koerakarva asendit võrdluses tavapärase loomse kiu allikatega ning testida koerakarva sobivust masinketruseks ja saadud lõngast valmistatud esemete välimust ja nahasõbralikust.

Laialt levinud arvamuse kohaselt mõjutab koera karva omadusi lisaks geneetikale ka elukeskkond ning toit. Sellist arvamust on toetanud ka mõned eelnevad uuringud. Näiteks, Favarto jt. (2008) leidsid, et karva hulk ja struktuur on erinevat tõugu koertel erinev ja sõltub ka sama tõugu isendite puhul lisaks soole, tervislikule seisundile ja söögile olulisel määral ka elukoha kliimatingimustest. Töös uuritud 27 Samojeedi koera isendi karva morfomeetriliste tunnuste ja nende päritolu kenneli, toitumise ja elutingimuste võrdlemisel ei leitud ühtegi statistiliselt usaldusväärset seost. Samas tuleb arvestada, et seose puudumine võis tuleneda kasutatud mugavusvalimist, kuna testrühmana uuriti näitusest osavõtnud koeri, kelle

karvkattele on pööratud tavalisest suuremat tähelepanu ning kes olid pärit Eestist ja lähiriikidest ja on suure tõenäosusega omavahel suguluses.

Erinevat tõugu koerte karva uurimisele leidis kinnitust väide, et erinevat tõugu koerte karv on oma morfomeetriselt parameetritelt (nii karva jämeduselt, säsi tüübilt kui soomuse paksuselt) erinev. Samas ei järgi karva omaduste alusel jagunemine üldlevinud FCI koeratõugude klassifikatsiooni (joonis 13). Kolme klasteranalüüsil eraldatud statistiliselt olulise grupi puhul eristusid kõige selgemalt erinevaid FCI rühmi esindavad tõud, mille karvkattele on omane pealiskarva enamusega kasukas (terjerid, šnautserid, hurdad) ja ülejäänud tõud jagunesid omakorda kahte gruppi, millest esimese moodustavad tõud, mille eelaste hulgas on olulisel kohal spaniel (Welshi springerspaniel ja papillon) või spits (Samojeedi koer ja kääbusspits) ning teise kuuluvad mastifi (Tiibeti mastif ning Berni Alpi karjakoer) või paljude erinevate eellastega jahi- ja karjakoerad (kuldne retriever, beagle, Welshi corgi, Saksa lambakoer) koos hallhundiga. Seega võib öelda, et tõu eellaste karva omapärad kanduvad järeltulijatele edasi.

Lisaks silmaga nähtavatele omadustele nagu karva värvus, pikkus ja säbarus on erinevate koeratõugude karva mikroskoopilistele morfoloogilistele parameetritele (karva paksus; säsi/koore läbilõikepindala suhe; soomuste tihedus, muster ja ääre kuju; säsi kuju, koostis ja struktuur) iseloomulikud tõupõhised erinevused (Cadieu jt 2009, Tumiłowicz jt 2018). Maailmas on hetkel ametlikult registreeritud enam kui 450 koeratõugu (Ostrander jt. 2019). Kuna kõiki tõuge kaasavate karva omaduste uuringute tegemine on seepärast keerukas, on suure tõenäosusega erinevates uurimistulemustes oluline osa uuringutele kaasatud tõugude valimil (Tumiłowicz jt 2018). Ka käesolevas töös vaadeldud 14 koeratõugu moodustavad vaid murdosa Eestis registreeritud enam kui 200 tõust. Seepärast tuleb kindlasti arvestada, et töö tulemused ei kajasta kogu võimaliku koerakarva morfomeetriseliste omaduste varieeruvust.

Loomse kiu sobivust ketrusmasinal lõnga valmistamiseks saab hinnata selle mitmesuguste füüsikaliste parameetrite nagu tõmbetugevuse, pikkuse, läbimõõdu, ühtluse ja säbaruse põhjal (Holman ja Malau-Aduli, 2012). Koerakarva tõmbetugevust käesoleva töö raames ei hinnatud, siiski on varasemate uuringute põhjal alust arvata, et koerakarv on ligikaudu 25% tugevam kui lambavill (Ramamoorthy jt. 2018). Enamuse uuritud koeratõugude aluskarvale iseloomulik kiu keskmine läbimõõt oli 37 (32 - kui arvestada kiu glütseriini kasutamisest tuleva ca 15% paisumisega) μm , miinimum 25 (21) ja maksimum 51(43) μm . Sarnase tulemuseni jõudsid ka Geer jt. (2007), kelle uurimuse kohaselt jäi nende poolt uuritud tõugude puhul koerakarva läbimõõt enamasti vahemiku 25 – 35 μm . Sarnane läbimõõduvahemik on iseloomulik ka tekstiilitööstuses enim kasutatavatele loomsetele

kiududele nagu lamba- ja alpakavill (Lamb ja Yang, 1996; Radzik-Rant ja Wiercińska 2021). Kiu läbimõõdult on enamuse käesolevas töös vaadeldud koeratõugude karv seega sobiv ketruse toorainena kasutamiseks. Lõnga valmistamiseks kasutatava kiudude puhul on lisaks läbimõõdule oluline ka nende ühtlus (Lamb ja Yang, 1996). Tehtud mõõtmiste põhjal on enamuse koeratõugude puhul aluskarva läbimõõdu varieeruvus suurem tavapäraste villaloomade omast (joonis 14). Lisaks tuleb arvestada asjaoluga, et kui villaloomade puhul moodustab villaku põhiosa samatüübiline (kas alus- või pealiskarv) kiud, siis koera poolt karvavahetusel heidetud karva hulgas on lisaks aluskarvale ka suuremal või vähemal määral pealiskarva, millele on iseloomulik aluskarvast oluliselt (sageli enam kui kaks korda) suurem läbimõõt. Seega võib nii aluskarva ebaühtlane jämedus kui ka pealiskarva kõrge sisaldus töödeldavas materjalis oluliselt vähendada selle sobivust kasutamiseks riietusesemete valmistamisel.

Kiu pikkus on läbimõõdu kõrval üks olulisemaid parameetreid tekstiilitööstuse toorainena kasutatavate materjalide jaoks. Käesolevasse uuringusse kaasatud koerte aluskarva keskmine pikkus oli 60 mm. Samas on see näitaja nii tõusiseselt kui ka tõugude üleselt varieeruv, jäädes näiteks Samojeedi koerte tõusiseses uuringus osalenud isendite puhul vahemikku 40 – 90 mm (joonis 10) ning 14 vaadeldud erineva koeratõu puhul vahemikku 30 – 90 mm (joonis 12). Sarnase tulemuseni jõuti ka Geeri jt. (2007) poolt läbi viidud uuringusse kaasatud tõugude puhul, kelle karva pikkus oli 40 kuni 90 mm, enamasti aga jäi 50-60 mm vahele. Enamus ülaltoodud numbreid jääb ketruseks sobiva lambavilla jaoks Lamb ja Yang (1996) poolt pakutud soovituslikku pikkusvahemikku.

Tavapärastel ketrusel kasutatavatele loomsetele kiududele nagu lamba- ja alpakavill, on iseloomulik kiudude selgelt ja tihedalt lainjas kuju - nn. normaalsäbarus. See kiu omadus on tekstiilitööstuse toormaterjali puhul oluline (Holman ja Malau-Aduli, 2012) ning toetab muu hulgas heidelindi koospüsimit ja lihtsustab ketrusprotsessi. Kõigi töös uuritud koeratõugude puhul oli aluskarvale iseloomulik laugelt lainjas kuju, nn. väljavenitatud lainjas kuni lamelainjas säbarus. See säbaruse tüüp ei suuda heidelinti ja ketrusprotsessi toetada samaväärselt normaalsäbarusega, kuid omab siiski mõningast positiivset efekti. Kuna koerte pealiskarv on enamasti suuremal või vähemal määral sirge, võib selle suur sisaldus heidelindi püsivust vähendada kuni materjali muutumiseni ketruseks täiesti ebasobivaks.

Eelpooltoodud morfomeetrilistele parameetritele lisaks on loomsete kiudude kasutamisel riietusesemete valmistamise materjalina olulisel kohal ka materjali nn. mugavusfaktor ning selle soojuslikud omadused. Sageli mõeldakse mugavusfaktori all materjali võimet põhjustada nahaärritust. Inimese nahk on väga tundlik organ. Uuringud on

näidanud et inimese nahal asuvad retseptorid suudavad eristada juba 10 nm pinnakonarusi (Skedung jt. 2013). Tavaliste tekstiilitööstuses kasutatavate kiudude läbimõõt ületab selle väärtuse enam kui 1000-kordselt. Seepärast tunnetabki inimene sageli jämedaid lõngast väljaulatuvaid karvaotsi ebamugavana ja nahka ärritavana. Siiski on eelnevate uuringute käigus leitud, et karvad läbimõõduga $<30 \mu\text{m}$ painduvad kokkupuutel inimese nahaga ning ei põhjusta torkivat aistingut (Holman ja Malau-Aduli, 2012). Lisaks eeltoodule võivad imetajate karva puhul nahaärritust põhjustada ka kiu pinda katvad soomused ning mida suurem on soomuste paksus, seda karedamana see tundub. Kuigi soomuste paksus jääb enamasti oluliselt alla kiu läbimõõdule ja tehtud vaatluste põhjal võib väita, et enamuse uuringusse kaastatud imetajate puhul on pealiskarvale iseloomulik sile, liibuvate ja õhukeste ($<0,5 \mu\text{m}$) soomustega pind ning aluskarvale karedam, paksemate ($> 0,5 \mu\text{m}$) ja eenduvamate soomustega pind (joonis 14). Soomuste paksuselt jagunevad tavapärased villaloomad kaheks: uuritud kaamellastele (alpaka, guanako ja laama) ning angooraküülikule on iseloomulikud liibuvad õhukesed ($0,25 - 0,5 \mu\text{m}$) soomused, lambatõugudele aga eenduvad ja paksemad ($0,5 - 1 \mu\text{m}$) soomused. Eelkirjeldatud soomuste eripäradest sõltuvalt peetakse alpakavilla oluliselt siledamaks, pehmemaks ja nahasõbralikumaks kui lambavilla. Uuringusse kaasatud koeratõugude puhul on soomuste paksus tavapäraste villaloomade omast varieeruvam ning jääb $0,5$ (Samojeedi koer) ja $1,5$ (käabusnautser) μm vahele. Kui eeltoodud ekstreemsed näitajad kõrvale jätta võib siiski öelda, et enamuse töös vaadeldud koeratõugude puhul on soomuste paksus sarnane lambavilla omale. Siiski on eeltoodud faktorid on arvatavasti põhjuseks, miks koerakarvast esemeid sageli peetakse ebamugavust tekitavateks, torkivateks või karedateks. Tuleb märkida, et sageli tunduvad kandjale siledad pinnad jahedamatena kui pisut karedad pinnad (Wastields jt. 2012). Samas võib karedal materjalil olla mõningane nahka ja vereinget stimuleeriv mõju. Lisaks võib suurem soomuste arv kiul tõsta selle soojusisolatsiooni võimet (Ramamoorthy jt. 2020)

Paksud ja eenduvad soomused pakuvad elupaika mitmesugustele mikroorganismidele nagu bakterid, seened ja vetikad. Niisuguste organismide suur hulk kehakatetel võib kujuned nakkus- või allergiaallikaks nende kandjale. Veelgi enam, mikroorganismide elutegevuse jääkproduktid võivad põhjustada ebameeldivat lõhna. Üks sellistest mikroorganismide laguproduktide põhjustatud ebameeldivatest lõhnadest on nn "märja koera hais". Kuna eenduvate soomustega kiudude puhul tungivad mikroorganismid soomustekihi vahele, on neid tavaliste pesumeetoditega raske eemaldada ning ka korduvalt pestud esemetel võib olla märgatav ebameeldiv lõhn, mis on üks enamlevinud kaebusi koerakarvast lõngast valmistatud esemete omanikelt. Siinjuures tuleks siiski märkida, et mitmete koeratõugude (näiteks

Samojeedi koer) karv on suhteliselt madalatele ja liibuvatele soomustel suuremal või väiksemal määral isepuhastuvate omadustega.

Uuritud loomsete kiudude soojuslike omadusi käesoleva töö käigus eraldi ei testitud. Samas võib teha mõningaid üldistavaid järeldusi arvestades varasemaid lamba- ja alpakavilla soojuslike omaduste võrdlusi ning sidudes neid käesolevas töös tehtud morfomeetriliste mõõtmistulemustega. Soroko jt. (2019) poolt tehtud võrdluses alpaka ja meriinolamba villakatte soojust isoleerivate omaduste kohta jõuti järeldusele, et alpakavillal on 20% parem soojusisoleeriv võime kui lambavillal, seega kui lambavilla soojusisoleeriv võime, ca 0,03 – 0,05 W/mK (Dénes jt. 2022) on võrreldav levinud mineraalvillade omaga, siis alpakavilla oma on sellest veelgi parem ja jääb vahemiku 0,02 – 0,03 W/mK. Alpakavilla kõrgemate soojusisoleerivite näitajate põhjuseks loetakse selle kiule omast avaud säsitüüpi. Radzik-Rant ja Wiercińska (2021) andmetel oli peaaegu 70% uuritud alpakakarvast iseloomulik säsiosa puudumine. Käesolevas töös uuritud isendi villa kiud olid ca 50% ulatuses fragmenteeritud või puuduva säsi. Säsi osalisel või täielikul puudumisel on kaks olulist mõju kiu füüsikalistele omadustele: (1) säsi puudumine vähendab oluliselt kiu kaalu ning (2) tõstab soojusisoleeriv võimet kuna õhk on parem soojusisolaator kui keratiin (vastavalt ca 0.02 ning 0.04 W/mK). Nende kahe omaduse koosmõjul on sellisest kiust valmistatud esemed nii kergemad kui ka suurema soojusisoleeriv võimega. Enam kui 90% koerakarva kiududele on iseloomulik kas puuduv (pealiskarv) või fragmenteeritud (aluskarv) säsitüüp (joonis 10 ja 12) ning õhem kooreosa (joonis 14) võrdluses teiste uuritud loomsete kiududega. Seepärast võib arvata, et koerakarval on alpakavillaga sarnased (või paremad) soojust isoleerivad omadused ning kiu erikaal. Eelnevate uuringute väitel on koerakarva soojusisoleeriv võime üle 40% (Surjit jt. 2019) ja mõnedel andmetel koguni kuni 80% (Chorton ja Chorton 2005) parem kui lambavillal. Siiski tuleb arvestada, et suur või puuduv säsi ja sellest tulenev tugev elliptilisus võivad oluliselt vähendada kiu sobivust ketruseks ning suurendada kiu deformeeritavust (McGregor 2018).

Kuigi madal termoplastsus on iseloomulik kõigile loomsetele kiududele, võivad kiule iseloomulikud lagunemistemperatuurid olla väga erinevad. Kui inimjuuste puhul loetakse kuumakahjustuste tekke piiriks ca 190 °C, siis näiteks lambavillal võivad ilmned esimesed kahjustused juba üle 100 °C temperatuuridel ning koerakarvas algab kahjustuste teke juba temperatuuridel, mis ületavad 50 °C ning mõlemal puhul muutuvad kahjustused temperatuuridel üle 200 °C laialatuslikeks ja võivad viia kiudude täieliku purunemiseni (Bell jt 1960, Wilkinson jt 2020). Kahjustuste teke juba madalatel temperatuuridel võib seega oluliselt lühendada koerakarvast toodete eluiga ja piirata nende kasutusvõimalusi.

7.2 Koerakarva mõju lõnga valmistamise protsessile ja esemete omadustele

Arvestades peatükis 7.1 käsitletud morfomeetrilisi parameetreid ning nende mõju kiu sobivusele inimese kehakatete valmistamise toormena võib oodata, et lõnga valmistamiseks on kõige sobivamad nende koeratõugude karvad, mille karvaheitele on iseloomulik suur aluskarva osakaal, aluskarva pikkusvahemik 4-10 cm, kiu keskmine läbimõõt $<30 \mu\text{m}$, suur läbimõõdu ühtlus, avatud või kambriiline säsitüüp ja väike ($<1 \mu\text{m}$) soomuste paksus. Kui karva pikkuselt sobiksid eelnimetatud kriteeriumi alusel lõnga valmistamiseks praktiliselt kõik uuringusse kaasatud tõud, siis ülejäänud parameetritele vastas töös uuritud valimist näiteks papilloni, Welshi springerspanieli, kääbuspitsi, Samojeedi koera, Berni Alpi karjakoera, Tiibeti mastifi ning Welshi corgi karv. VKA eksperimentaal-villakojas tehtud katsed nelja erineva karvapikkusega koeratõu karvast lõnga valmistamisel näitasid, et $<5 \text{ cm}$ kiu pikkusega koerakarvast (Alaska malamut) on võrreldes $>5 \text{ cm}$ kiu pikkusega materjaliga lõnga valmistamine keerukam ja sellele on iseloomulik suhteliselt suur materjali kadu ketrusprotsessi jooksul ning tulemuseks on jämedam (suurema tex arvuga) lõng (tabel 1).

Tänapäeval leidub palju erineva koerakarva sisaldusega lõnga valmistajaid, seda nii koeraomanike kui ka igapäevaselt lõnga valmistamisega tegelevate ettevõtete ja eraisikute hulgas. Autori poolt koeraomanike hulgas tehtud küsitluse kohaselt jagunevad koerakarva lõngamaterjalina kasutavad inimesed kahte põhigruppi: (1) lõnga tegemiseks kasutatakse alati ainult koerakarva – lõng valmistatakse enamasti käsitööna; (2) lõnga valmistamisel kasutatakse alati lisamaterjali (tavaliselt lambavill), enamasti vahekorras 1:1 – lõng valmistatakse käsitööna või masinketruisel.

Töö käigus tehtud masinketruuseks sobivuse ja saadud lõngast valmistatud esemete nahasõbralikkuse ning välimuse hinnangute alusel võib väita, et kuigi masinketruisel on ka 100% koerakarvast lõnga valmistamine võimalik, nõuab selline tegevus väga täpset töökeskkonna õhuniiskuse jälgimist ning on enamasti suhteliselt suure materjalikaoga. Samal ajal hindas testgrupp taolisest lõngast valmistatud esemeid (foto 5) kõige kõrgemalt nii nahasõbralikkuselt kui ka välimuselt. Mõlemas kategoorias (nii ketrusprotsessis kui ka testgrupi hinnangute kohaselt) andis puhtast koerakarvast tootega võrreldava tulemuse vahekorras 3:1 kasutatud koerakarvaga sarnase kiu pikkuse ja jämedusega ning normaalsäbarusega lisandi (näiteks meriinovill) kasutamine. Eeltoodud ulatuses meriinovilla kasutamine koerakarva lisandina andis testide tulemusel parim kao% ja tex arvu kogusumma – ehk tulemuseks oli väikseimate kadudega võimalikult peenike lõng (tabelid 1 ja 2 ning foto 5). Meriinovillast oluliselt jämedama kiu läbimõõduga ja väiksema säbarusega Eesti

tumedapealise lamba villa kasutamisel 3:1 vahekorras koospüsivat kraaslinti teha ei õnnestunud ja parimaks tulemuseks jäi 1:1 vahekorras kõigist testitutest jämedaim lõng. See tulemus kinnitab ülaltoodud levinud 1:1 koerakarva ja lambavilla masinketrusel kasutatava suhtvahekorra paikapidavust kõrgeima võimalikuna juhul kui kasutatakse jämedamat lambavilla. Alpakavilla kasutamine lõnga valmistamisel Samojeedi koera karva lisandina, andis kõigis vaadeldud aspektides oodatust kehvema tulemuse, kuna nii ketrusprotsessi tulemusel kui ka testgruppi arvamusel oli tulemus halvem kui meriinovilla lisandina kasutades. Lisaks tuleb mainida, et kui nii puhtast koerakarvast kui ka selle lambavillast lisanditest tehtud lõngast märgatavalt kiudusid ei eraldunud, oli alpakavilla lisandina kasutades kiudude hilisem eraldumine lõngast rohkearvuline, muutes taolisest materjalist valmistatud esemete kandmise ebamugavaks.

KOKKUVÕTE

Koerakarv on maailmas üha enam populaarsust koguv mitme otstarbeline alternatiivne materjal. Arvestades vaid enamlevinud pikakarvalisi koeratõuge, tekib Eestis iga-aastase karvaheite käigus enam kui 5 tonni loodussõbralikku, suurepärase soojusomadustega materjali, mille on suur emotsionaalne väärtus ning tootmiskulud puuduvad.

Käesolev töö eesmärgiks on uurida koerakarva omadusi ja sobivust masinketruisel lõnga valmistamiseks. Seepärast vaadeldi tüüpilisi tekstiilitööstuses kasutatavatele loomsete kiududele olulisi morfomeetrilisi tunnuseid (kiu pikkust, läbimõõtu, säbarust ja säsi tüüpi ning soomuste paksust), nii ühe tõu (Samojeedi koer) piires, 14 erineva keskmise kuni pikakarvalise koeratõu üleselt ja võrdluses teiste levinud loomsete kiududega.

Töö käigus koguti 2022-2024 aastatel ca 50 karva, villa ja juuste näidist Eestis või lähiumbruse riikides (Soomes, Leedus) elavatelt loomadelt. Kuna mõõdetavate tunnuste suurus oli vahemikus 0,1 – 100 µm kasutati kolme erineva tööpõhimõttega (alt- ja pealt valgustusega ning elektron-) ja suurendusvahemikuga mikroskoopi.

Leiti, et koerakarva kiu tõusisesed erinevused on väiksemad kui tõugude ülesed ning tõusisesed erinevused ei ole seotud isendi toitumise või elukohaga. Enamuse vaadeldud tõugude karv oli kiu jämeduse ja seda katvate soomuste poolest sarnane lambavillale ning säsitüübilt angooraküüliku- või alpakavilla omale. Seega vastab mitmete tõugude (näit. Berni Alpi karjakoer, Samojeedi koer, Tiibeti mastif jne) karv masinketruisel kasutatavatele kiududele esitatavatele põhinõuetele. Kuna erinevalt tüüpilistele villaloomadele iseloomulikust normaalsäbarusest on koera aluskarvale omane lamelainjas säbarus, võib see langetada heidelindi koospüsivust ketruisel. Praktiliste testidega VKA eksperimentaalvillakojas uuriti koerakarva ja enamlevinud lisandite mõju masinketruisel lõnga valmistamisele protsessile ja saadud lõngast tehtud esemete välimusele ning nahasõbralikkusele. Kõikidel juhtudel osutus koerakarva sisaldusega lõnga valmistamine võrreldes lambavillaga oluliselt ajakulukamaks. Parimaks kombinatsiooniks osutus 25% meriinovilla lisandiga 6-9 cm pikkusest koera aluskarvast lõng ketrusprotsessi tulemuslikkuse ja lõngast valmistatud esemete välimuse ja nahasõbralikkuse kogusummas. Negatiivselt mõjus lõnga valmistamise protsessile kraasimine madala õhuniiskusega ruumis, lühema (4 – 5 cm) koerakarva ning jämedama ja väiksema säbarusega lisandi (Eesti tumedapealine lammas) kasutamine.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Adobe Inc, 2019. Adobe Illustrator. URL: <https://adobe.com/products/illustrator>. (14.05.2024)
- Alberto, FJ, Boyer F, Orozco-terWengel P, Streeter I, et al., 2018: Convergent Genomic Signatures of Domestication in Sheep and Goats. *Nature Communications* 9, no. 1: 813. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03206-y>.
- Balter, M, 2009: Clothes Make the (Hu) Man. *Science* **325**, 1329-1329. DOI: [10.1126/science.325_1329a](https://doi.org/10.1126/science.325_1329a)
- Bell, JW, Clegg, D, & Whewell, CS, 1960. 86—THE ACTION OF HEAT ON WOOL. *Journal of the Textile Institute Transactions*, 51(12), T1173–T1182. <https://doi.org/10.1080/19447026008662553>
- Britannica, 2020. The Editors of Encyclopaedia. "natural fibre". *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/topic/natural-fiber> (14.05.2024).
- Bunsell, A.R., 2018. Introduction to the science of fibers, in: *Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres*. Elsevier, lk 1–20. [10.1016/B978-0-08-101272-7.00001-8](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101272-7.00001-8)
- Cadiou, E, Neff NW, Quignon P, Walsh K, et al., 2009. Coat Variation in the Domestic Dog Is Governed by Variants in Three Genes. *Science (New York, N.Y.)* 326, no. 5949: 150–153. <https://doi.org/10.1126/science.1177808>.
- Choron, S, Choron H, 2008. *Planet Dog: A Doglopedia*. Houghton Mifflin, lk 326
- Condra J, 2013. *Encyclopedia of national dress: traditional clothing around the world*. ABC-CLIO, Santa Barbara, California, lk 838
- Dénes T-O, Iştoan R, Tămaş-Gavrea DR, Manea DL, Hegyi A, Popa F, Vasile O, 2022. Analysis of Sheep Wool-Based Composites for Building Insulation. *Polymers*; 14(10):2109. <https://doi.org/10.3390/polym14102109>
- EKL register. URL: <https://register.kennelliit.ee> (14.05.2024)
- EKL standardid. URL: <https://kennelliit.ee/standardid/> (14.05.2024)
- Favarato, ES, Gonçalves Conceição L, 2008. Hair Cycle in Dogs with Different Hair Types in a Tropical Region of Brazil. *Veterinary Dermatology* 19, no.1: 15–20.
- Frantz, LAF, Bradley, DG, Larson, G., Orlando, L, 2020. Animal domestication in the era of ancient genomics. *Nature Reviews Genetics* 21, 449–460. <https://doi.org/10.1038/s41576-020-0225-0>

- Freedman, AH, Wayne, RK, 2017. Deciphering the Origin of Dogs: From Fossils to Genomes. *Annual Review of Animal Biosciences*, Vol. 5:281-307. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022114-110937>
- Greer, JS, 2003. Evaluation of non-traditional animal fibers for use in textile products (Master's Thesis) – kättesaadav: NC State Theses and Dissertations (URI No. 1840.16/1991)
- Greer, JS, Banks-Lee P, Jones M, 2007. Physical and Mechanical Properties of Chiengora Fibers. *Aatcc Review* 7, no. 5: 42–46.
- Holman, B; Malau-Aduli, AEO, 2012. A review of sheep wool quality traits. University of Tasmania. Journal contribution. <https://hdl.handle.net/102.100.100/583221>
- Horard-Herbin, M-P, Tresset A, Vigne J-D, 2014. Domestication and uses of the dog in western Europe from the Paleolithic to the Iron Age, *Animal Frontiers* 4, no 3: 23–31. <https://doi.org/10.2527/af.2014-0018>
- Khan, MA, Wahid, A, Ahmad, M, Tahir, MT, Ahmed, M, Ahmad, S, Hasanuzzaman, M, 2020. World Cotton Production and Consumption: An Overview. In: Ahmad, S., Hasanuzzaman, M. (eds) *Cotton Production and Uses*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_1
- Kvavadze, E, Bar-Yosef O, Belfer-Cohen A, Boaretto E, jt, 2009. 30,000-Year-Old Wild Flax Fibers. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1175404>.
- Lamb, P.R. and S. Yang, S. 1996. The Advantages of Longer Hauteur, CSIRO Division of Wool Technology, Report WT96-01, Geelong.
- Larson, G, Karlsson, EK, Perri, A, Webster, MT, Ho, SYW, Peters, J, Stahl, PW, Piper, PJ, Lingaas, F, Fredholm, M, jt. 2012. Rethinking Dog Domestication by Integrating Genetics, Archeology, and Biogeography. *PNAS*. USA 2012, 109, 8878–8883. <https://doi.org/10.1073/pnas.1203005109>
- Loasby, G, 1951. The development of the synthetic fibers. *Journal of the Textile Institute Proceedings*, 42:8, P411-P441, DOI: [10.1080/19447015108663852](https://doi.org/10.1080/19447015108663852)
- MacHugh, D-E, Larson G, Orlando L, 2017. Taming the Past: Ancient DNA and the Study of Animal Domestication. *Annual Review of Animal Biosciences* 5:1: 329-351
- Mannermaa, K., Ukkonen, P. & Viranta, S., 2014. Prehistory and early history of dogs in Finland. *Fennoscandia Archaeologica* XXXI: 25-44
- McGregor B., 2012. Properties, processing and performance of rare natural animal fibres: a review and interpretation of existing research results. RIRDC Research Publication No.

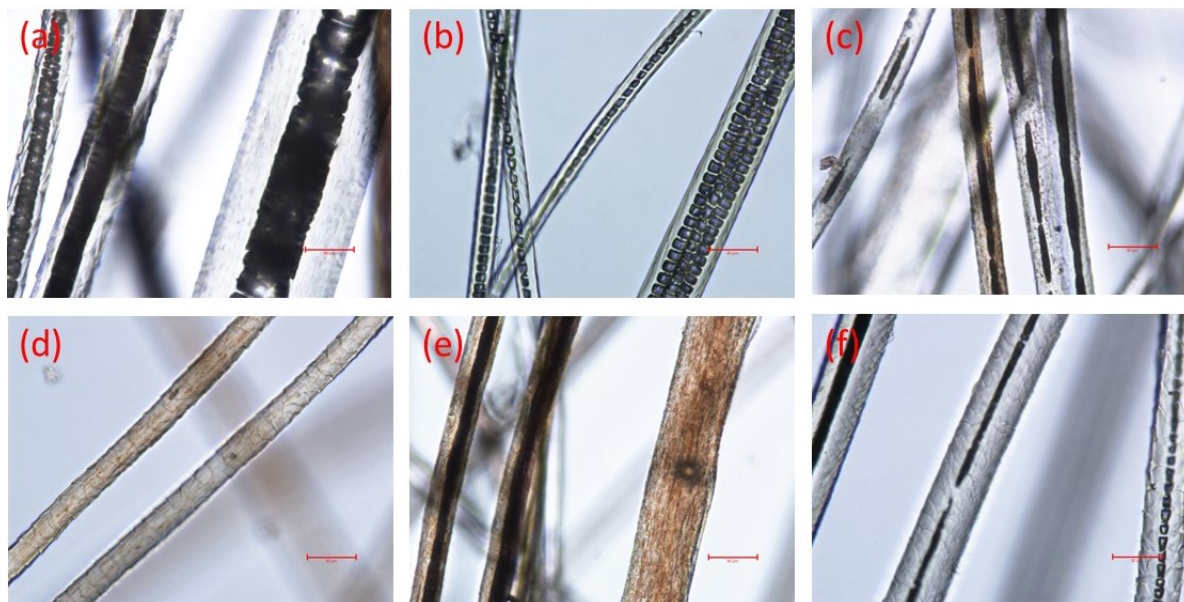
- 11/150 2012. Barton, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation, <https://rirdc.infoservices.com.au/items/11-150>.
- McGregor B., 2018. Physical, chemical, and tensile properties of cashmere, mohair, alpaca, and other rare animal fibers: Bunsell, A.R. (ed) Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres. Elsevier, pp. 105–136. doi.org/10.1016/B978-0-08-101272-7.00004-3
- Oliveira Duarte, L, Kohan L, Pinheiro L, Fonseca Filho H, Baruque-Ramos J, 2019. Textile Natural Fibers Production Regarding the Agroforestry Approach. SN Applied Sciences 1, no. 8: 914. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0937-y>.
- Ostrander, EA, Wang, G-D, Larson, G, von Holdt, BM, Davis, BW, Jagannathan, V, Hitte, C, Wayne, RK, Zhang, Y-P, 2019. Dog10K Consortium, Dog10K: an international sequencing effort to advance studies of canine domestication, phenotypes and health, National Science Review, Vol. 6, Issue 4, Pages 810–824. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwz049>
- Poska, A 2023. Koerakarva kasutusvõimalused ketrusmasinaga poolkammvill-lõnga valmistamisel“). Praktikaaruanne. Viljandi: Tartu Ülikooli Viljandi kultuuriakadeemia. Käsikiri TÜ VKA Kultuuripärandi loovrakenduste osakonnas.
- Poska, A 2023. Koerakarva enamusega lõngast valmistatud pitskoelised esemed: hinnangud välimusele ja nahasõbralikkusele. Praktikaaruanne. Viljandi: Tartu Ülikooli Viljandi kultuuriakadeemia. Käsikiri TÜ VKA Kultuuripärandi loovrakenduste osakonnas.
- Pionnier-Capitan, M, Bemilli C, Bodu P, Célérier G, et al., 2011. New evidence for Upper Palaeolithic small domestic dogs in South Western Europe. Journal of Archaeological Science 38: 2123–2140
- Radzik-Rant, A, Wiercińska, K, 2021. Analysis of the wool thickness and medullation characteristics based on sex and color in a herd of alpacas in Poland, Archaic Animal Breeds, 64, 157–165, <https://doi.org/10.5194/aab-64-157-2021>
- Rana, S, Pichandi, S, Parveen, S, Fangueiro, R, 2014. Natural Plant Fibers: Production, Processing, Properties and Their Sustainability Parameters. In: Muthu, S. (eds) Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing. Textile Science and Clothing Technology. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-065-0_1
- Ramamoorthy S, Ramadoss, M, Ramasamy, R, Thangavel, K, 2020. Analysis of physical and thermal properties of chiengora fibers. Journal of Natural Fibers, 17(2), 246–257. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1479996>
- R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

- Solazzo C, Heald S, Ballard MW, Ashford DA, DePriest PT, Koestler RJ, Collins M, 2011. Proteomics and Coast Salish blankets: A tale of shaggy dog? *Antiquity* 85: 1418-1432
- Soroko M, Wyrostek A, Howell K, Dudek K, 2019. Comparison between the thermal insulation properties of Huacayo alpaca and Merino sheep fleeces . *Veterinarski arhiv*, 89 (4), 519-528. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0350>
- Stoves, J, 1943. Structure of Keratin Fibres. *Nature* **151**, 304–305. <https://doi.org/10.1038/151304b0>
- Surjit, R, Murugan R, and Karthik T, 2019. Thermal and Sound Insulation Properties of Chiengora Blended Nonwoven Fabrics. *Indian Journal of Fibre & Textile Research* 44, no. 3: 306–13.
- Surjit, R, Murugan R, Karthik T, and Vishnu Vardhini KJ, 2022. Analysis on the Yarn and Fabric Characteristics of Chiengora Fibers from Hairs of Lhasa Apso Breed and Its Blends in Comparison with Wool and Its Blends. Part I - Yarn Characteristics. *Journal of Natural Fibers* 19, nr 13, 6339–6403. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1921655>.
- Surjit, R, Murugan R, Rathinamoorthy R, and Karthik T., 2020. Analysis of Physical and Thermal Properties of Chiengora Fibers. *Journal of Natural Fibers* 17, nr 2, 246–57. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1479996>.
- Zur, G, Regal K, Loeb E, 2013. Morphometry of Skin Changes in Newfoundland Dogs Following Coat Clipping. *The Veterinary Journal* 196, nr 3, 510–14. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.12.005>.
- Tumiłowicz P, Goliszewska A, Arct J, Pytkowska K, Szczepanik M, 2018. Preliminary Study of Guard Hair Morphology in Four Dog Breeds. *Journal of Human Nutrition & Dietetics* 31, nr 4: 332-e116.
- Vonholdt BM, Pollinger JP, Lohmueller KE, Han E, Parker HG, Quignon P, Degenhardt JD, Boyko AR, Earl DA, jt., 2010. Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication. *Nature*, 464(7290):898-902. doi:10.1038/nature08837.
- Wang B, Yang W, McKittrick J, Meyers MA, 2016. Keratin: Structure, mechanical properties, occurrence in biological organisms, and efforts at bioinspiration. *Progress in Materials Science*, 76, 229-318. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2015.06.001>.
- Wastiels I, Schifferstein HNJ, Heylighen A, Wouters I, 2012: Red or rough, what makes materials warmer?. *Materials & Design*, 42, 441-449, ISSN 0261-3069, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.06.028>.

- Webb, M, Hertzsch E and Green R, 2011: “Modelling and Optimisation of a Biomimetic Façade Based on Animal Fur” Proceedings of building simulation, 4, 58–65.
- Wilkinson, L, William Bailey J, Gwinnett C, 2020: “The Creation of an Assessment Tool for the Analysis of Two Forms of Heat Damage in Animal Hair.” Forensic Science International 312: 110265. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110265>.

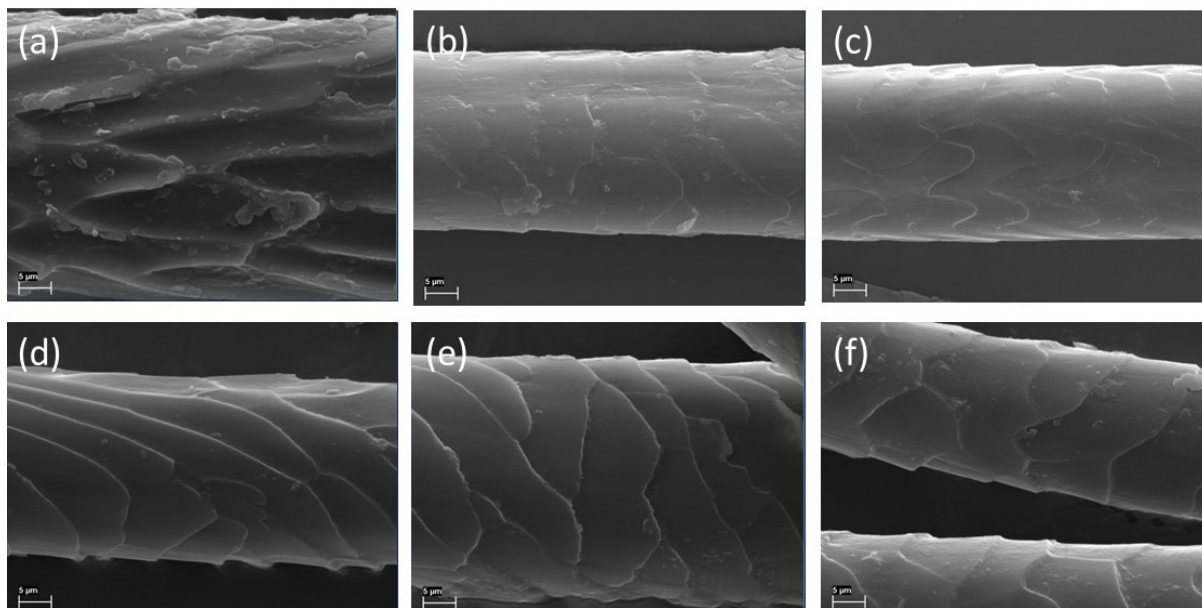
LISAD

Lisa 1: Näiteid uuritud kiudude säsi- ja soomusetüüpidest



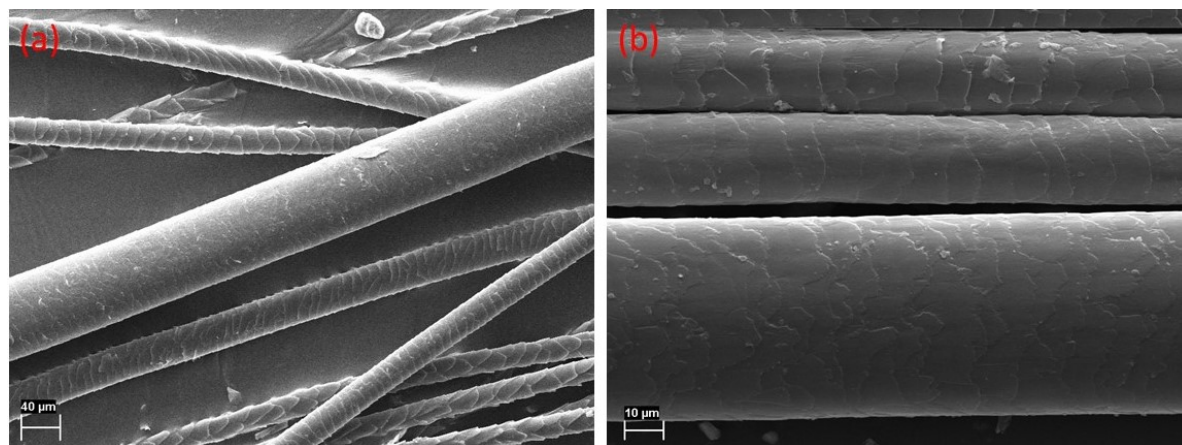
Fotoseeria 1. Enamesinenud säsitüübid uuritud karvanäidistel 400x suurendusega valgusmikroskoobiga tehtud fotodel (fotol olev punase joonega tähistatud skaala märgib 50 μm lõigu pikkust): puudev: (a) & (e) – paremal ja (f) – vasakul; pidev: (d) ja (e) – paremal; fragmenteeritud – kambriline: (b) ja (a) – vasakul, (f) – paremal; fragmenteeritud – lõheline: (c) ja (f) – keskel.

Fotodel kujutatud kiud on pärit: (a) Saksa lambakoeralt; (b) angooraküülikult; (c) alpakalt; (d) Rootsi peenvill-lambalt; (e) guanakolt ja (f) – Vene hurdalt.



Fotoseeria 2. Enamesinenud soomusetüübid 5000x suurendusega skaneeriva elektronmikroskoobi all tehtud fotodel (fotol olev valge joonega tähistatud skaala märgib 5 µm lõigu pikkust).

Kujutatud kiud on pärit: (a) Saksa lambakoeralt; (b) alpakalt; (c) angooraküülikult; (d) hallhundilt; (e) kuldsest retriiverilt ja (f) Rootsi peenvill-lambalt.



Fotoseeria 3. Soomusetüübid sama isendi karva kiududel skaneeriva elektronmikroskoobi all tehtud fotodel: (a) beagle: keskel jämedam pealiskarv, selle ümber eriilmeliste soomustüüpide ja paksusega peenemad aluskarvad (500x suurendus, fotol olev valge joonega tähistatud skaala märgib 40 µm lõigu pikkust); (b) alpaka: kõigile kiududele on iseloomulik ühtlane õhuke soomustekiht (2000x suurendus, fotol olev valge joonega tähistatud skaala märgib 10 µm lõigu pikkust).

Lisa 2: Mõõtmistulemuste koondtabelid

Tabel 1. Uuringus osalenud Samojeedi koerte aluskarva valgusmikroskoobi all mõõdetud morfomeetriliste tunnuste keskmised ja standardhälve (SD) mikromeertites (μm). Sulgudes on antud kiu glütseriinis paisumise korrektsioonifaktorit (15%) arvestav tulemus. (*fr – fragmenteeritud)

Isendi ID	Kiu läbimõõt	SD	Säsi läbimõõt	SD	Koore paksus	SD	Valdav säsitüüp	Aluskarva pikkus
1	28.1(23.8)	3.6(3.0)	11.9(10.1)	3.3(2.8)	8.1(6.9)	1.6(1.4)	*fr.-kambriline	5
2	20.8(17.7)	2.4(2.1)	6.9(5.9)	2.2(1.8)	6.9(5.9)	0.8(0.7)	fr.-kambriline	8
3	22.7(19.3)	5.2(4.4)	8.1(6.9)	2.8(2.4)	7.3(6.2)	1.4(1.2)	fr.-kambriline	8
4	24.1(20.5)	3.4(2.9)	10.0(8.5)	2.9(2.5)	7.0(6.0)	1.1(1.0)	fr.-kambriline	7
5	23.6(20.0)	3.5(3.0)	7.2(6.1)	3.7(3.1)	8.2(6.9)	1.3(1.1)	fr.-kambriline	7
6	25.9(22.0)	2.8(2.4)	5.0(4.3)	4.2(3.5)	10.4(8.9)	1.6(1.4)	fr.-kambriline	7
7	27.2(23.1)	7.7(6.6)	7.0(5.9)	4.8(4.1)	10.1(8.6)	4.6(3.9)	fr.-kambriline	8
8	23.5(20.0)	3.6(3.0)	8.3(7.1)	2.3(2.0)	7.6(6.4)	1.1(1.0)	fr.-kambriline	4
9	36.2(30.7)	6.7(5.7)	14.5(12.3)	2.8(2.4)	10.8(9.2)	2.5(2.1)	fr.-kambriline	7
10	29.7(25.3)	7.7(6.5)	11.8(10.0)	4.2(3.6)	9.0(7.6)	2.4(2.0)	fr.-kambriline	6
11	31.0(26.3)	5.7(4.9)	8.4(7.1)	5.5(4.7)	11.3(9.6)	2.7(2.3)	fr.-kambriline	7
12	26.6(22.6)	4.6(3.9)	8.8(7.5)	3.1(2.6)	8.9(7.6)	2.1(1.8)	fr.-kambriline	6
13	27.1(23.0)	4.6(3.9)	10.6(9.0)	3.5(3.0)	8.3(7.0)	1.6(1.4)	fr.-kambriline	7
14	28.7(24.4)	5.8(4.9)	8.2(7.0)	4.8(4.1)	10.2(8.7)	3.2(2.7)	fr.-kambriline	6
15	36.9(31.3)	6.9(5.8)	13.2(11.2)	5.2(4.4)	11.8(10.0)	3.3(2.8)	fr.-kambriline	5
16	34.4(29.2)	7.2(6.1)	6.7(5.7)	5.1(4.3)	13.9(11.8)	3.3(2.8)	fr.-kambriline	6
17	35.5(30.2)	8.4(7.2)	12.8(10.8)	4.6(3.9)	11.4(9.7)	3.5(3.0)	fr.-kambriline	6
18	41.9(35.6)	7.3(6.2)	13.7(11.6)	4.6(3.9)	14.1(12.0)	3.0(2.5)	fr.-kambriline	9
19	30.4(25.8)	10.8(9.2)	9.7(8.2)	4.8(4.0)	10.4(8.8)	4.0(3.4)	fr.-kambriline	8
20	30.8(26.2)	8.7(7.4)	9.5(8.1)	4.4(3.7)	10.7(9.1)	2.7(2.3)	fr.-kambriline	5
21	25.0(21.3)	5.0(4.2)	9.2(7.8)	3.0(2.5)	7.9(6.7)	1.7(1.4)	fr.-kambriline	7
22	30.6(26.0)	6.0(5.1)	11.7(9.9)	3.4(2.9)	9.4(8.0)	2.1(1.8)	fr.-kambriline	7
23	34.5(29.3)	4.6(3.9)	10.5(9.0)	4.0(3.4)	12.0(10.2)	1.9(1.6)	fr.-kambriline	8
24	28.8(24.5)	7.0(6.0)	11.0(9.3)	3.8(3.2)	8.9(7.6)	2.2(1.8)	fr.-kambriline	5
25	28.2(24.0)	4.8(4.1)	5.5(4.7)	4.2(3.6)	11.4(9.7)	2.8(2.4)	fr.-kambriline	9
26	30.0(25.5)	4.1(3.5)	6.3(5.3)	4.9(4.2)	11.9(10.1)	2.0(1.7)	fr.-kambriline	6
27	22.3(18.9)	2.8(2.4)	6.3(5.4)	4.3(3.6)	8.0(6.8)	1.9(1.6)	fr.-kambriline	7

Tabel 2. Eri tõugu koerte aluskarva valgusmikroskoobi all mõõdetud morfomeetriliste tunnuste keskmised ja standardhälve (SD) mikromeertites (μm). Sulgudes on antud kiu glütseriinis paisumise korrektsioonifaktorit (15%) arvestav tulemus. (*fr – fragmenteeritud)

Koeratõug	Kiu läbimõõt	SD	Säsi läbimõõt	SD	Koore paksus	SD	Valdav säsitüüp	Aluskarva pikkus	FCI kuuluvus
Beagle	36.8(31.3)	13.2(11.2)	15.0(12.8)	10.4(8.8)	10.9(9.3)	2.2(1.8)	*fr.-kambriline	3	7
Berni Alpi lambakoer	34.5(29.3)	6.1(5.2)	12.0(10.2)	5.5(4.7)	11.2(9.6)	2.0(1.7)	fr.-kambriline	6	3
Hallhunt	34.0(28.9)	8.8(7.4)	16.9(14.4)	7.0(5.9)	8.5(7.2)	1.8(1.6)	fr.-kambriline	6	1
Jack Russelli terjer	51.0(43.4)	12.2(10.4)	11.5(9.8)	13.0(11.1)	19.7(16.8)	5.9(5.0)	fr.-kambriline	6	4
Käabusnautser	48.2(41.0)	9.8(8.3)	17.4(14.8)	8.2(6.9)	15.4(13.1)	4.5(3.8)	fr.-kambriline	5	3
Käabusspits	30.9(26.2)	8.5(7.2)	6.8(5.7)	4.2(3.5)	12.1(10.3)	3.8(3.2)	fr.-kambriline	7	6
Kuldne retriiver	41.8(35.5)	8.6(7.3)	14.2(12.0)	6.3(5.4)	13.8(11.7)	5.5(4.7)	fr.-kambriline	7	9
Tiibeti mastiff	33.1(28.1)	12.6(10.7)	12.3(10.5)	6.0(5.1)	10.4(8.8)	4.0(3.4)	fr.-kambriline	9	3
Papillon	25.1(21.3)	4.1(3.5)	5.4(4.6)	3.9(3.3)	9.8(8.4)	2.5(2.1)	fr.-kambriline	7	10
Saksa lambakoer	39.5(33.6)	15.3(13.0)	16.1(13.7)	8.7(7.4)	11.7(9.9)	4.5(3.8)	fr.-kambriline	5	2
Samojeedi koer	30.4(25.8)	10.9(9.3)	9.9(8.4)	5.4(4.5)	10.2(8.7)	3.8(3.2)	fr.-kambriline	7	6
Vene hurt	55.6(47.3)	9.8(8.3)	13.2(11.2)	9.2(7.8)	21.2(18)	4.9(4.2)	fr.-kambriline		11
Walesi corgi	32.6(27.7)	7.6(6.5)	14.9(12.7)	5.0(4.2)	8.8(7.5)	2.3(2.0)	fr.-kambriline	5	2
Welshi springerspanjel	27.9(23.7)	9.2(7.8)	4.0(3.4)	4.4(3.7)	12.0(10.2)	5.0(4.3)	pidev	5	8
West highland terjer	95.3(81.0)	36.9(31.3)	45.7(38.9)	42.2(35.9)	24.8(21.1)	8.3(7.0)	fr.-kambriline		4

Tabel 3. Eri tõugu koerte pealiskarva valgusmikroskoobi all mõõdetud morfomeetriliste tunnuste keskmised ja standardhälve (SD) mikromeertites (μm). Sulgudes on antud kiu glütseriinis paisumise korrektsioonifaktorit (15%) arvestav tulemus. (*fr – fragmenteeritud).

Koeratõug	Kiu läbimõõt	SD	Säsi läbimõõt	SD	Koore paksus	SD	Valdav säsitüüp	FCI kuuluvus
Beagle	83.3(70.8)	33.5(28.5)	48.9(41.6)	24.2(20.6)	17.2(14.6)	5.2(4.4)	puuduv	7
Hallhunt	90.5(76.9)	9.7(8.2)	50.8(43.2)	10.4(8.8)	19.8(16.9)	1.2(1.0)	puuduv	1
Jack Russelli terjer	101.8(86.6)	28.2(23.9)	47.8(40.6)	19.5(16.6)	27.0(23.0)	7.7(6.5)	puuduv	4
Käabusnautser	82.8(70.4)	8.5(7.2)	37.1(31.6)	14.4(12.2)	22.8(19.4)	3.9(3.3)	puuduv	3
Kuldne retriiver	74.6(63.4)	2.9(0.7)	34.4(29.2)	3.4(0.4)	20.1(17.1)	1.7(0.6)	puuduv	9
Papillon	50.0(42.5)	21.4(18.2)	16.4(13.9)	0.8(0.7)	16.8(14.3)	10.9(9.3)	puuduv	10
Saksa lambakoer	107.3(91.2)	23.2(19.8)	47.1(40.0)	7.9(6.7)	30.1(25.6)	8.4(7.1)	puuduv	2
Samojeedi koer	56.8(48.3)	9.8(8.3)	20.9(17.8)	5.9(5.0)	17.9(15.3)	2.9(2.5)	puuduv	6
Vene hurt	101.2(86.0)	10.5(8.9)	49.9(42.4)	2.0(1.7)	25.7(21.8)	4.6(3.9)	puuduv	11
Welshi corgi	69.4(59.0)	0.9(0.7)	32.4(27.6)	0.4(0.4)	18.5(15.7)	0.7(0.6)	puuduv	2
Welshi springerspanjel	48.2(41.0)	8.8(7.5)	10.1(8.6)	10.3(8.7)	19.0(16.2)	6.0(5.1)	fr.-kambriline	8

Tabel 4. Koerakarvad võrdluses enamlevinud loomse kiu allikatega. Valgusmikroskoobi all mõõdetud morfomeetriliste tunnuste keskmised ja standardhälve (SD) mikromeetrites (μm). Sulgudes on antud kiu glütseriinis paisumise korrektsioonifaktorit (15%) arvestav tulemus. (*fr – fragmenteeritud).

Kiu allikas	Kiu läbimõõt	SD	Säsi läbimõõt	SD	Koore paksus	SD	Valdav säsitüüp	Aluskarva pikkus
Ahvenamaa lammas	29.4(25.0)	7.4(6.3)	–	–	–	–	pidev	11
Alpaka	27.8(23.6)	5.0(4.3)	3.7(3.2)	4.9(4.2)	11.4(9.7)	1.6(1.4)	pidev/fr.- lõheline	8
Angooraküülik	19.7(16.8)	3.8(3.2)	7.5(6.3)	1.4(1.2)	6.1(5.2)	1.6(1.3)	fr.-kambriline	7
Guanako	26.9(22.9)	4.8(4.0)	8.3(7.1)	4.9(4.1)	9.1(7.7)	1.4(1.2)	puudev	9
Hallhunt	34.0(28.9)	8.8(7.4)	16.9(14.4)	7.0(5.9)	8.5(7.2)	1.8(1.6)	fr.-kambriline	5
Inimene	98.7(83.9)	16.3(13.8)	–	–	–	–	pidev	20
Jack Russelli terjer	51.0(43.4)	12.2(10.4)	11.5(9.8)	13.0(11.1)	19.7(16.8)	5.9(5.0)	fr.-kambriline	8
Kodukass	23.7(20.2)	6.1(5.2)	11.6(9.9)	5.5(4.6)	6.1(5.1)	1.2(1.0)	fr.-kambriline	4
Laama	32.0(27.2)	7.5(6.4)	9.8(8.3)	4.4(3.8)	11.0(9.3)	2.4(2.0)	puudev	6
Rootsi peenvill-lammas	27.5(23.3)	3.8(3.2)	0.3(0.3)	1.2(1.0)	0.3(0.3)	1.2(1.0)	pidev/fr.- lõheline	6
Saksa lambakoer	39.5(33.6)	15.3(13.0)	16.1(13.7)	8.7(7.4)	11.7(9.9)	4.5(3.8)	fr.-kambriline	4
Samojeedi koer	30.4(25.8)	10.9(9.3)	9.9(8.4)	5.4(4.5)	10.2(8.7)	3.8(3.2)	fr.-kambriline	8

Tabel 5. Eri tõugu koerte aluskarva skaneeriva elektronmikroskoobi all mõõdetud soomuse paksuse keskmine väärtus ja standardhälve (SD), mikromeetrites (μm).

Koeratõug	Soomuse paksus	SD	FCI kuuluvus
Beagle	0.74	0.09	7
Berni Alpi lambakoer	0.74	0.23	3
Hallhunt	0.91	0.28	1
Jack Russelli terjer	1.11	0.27	4
Käabusšnautser	1.76	0.47	3
Käabusspits	0.92	0.26	6
Kuldne retriiver	0.66	0.14	9
Tiibeti mastiff	1.06	0.36	3
Papillon	0.99	0.19	10
Saksa lambakoer	1.12	0.32	2
Samojeedi koer	0.90	0.21	6
Walesi corgi	0.97	0.21	2
Welshi springerspanjel	0.85	0.18	8

Tabel 6. Koerakarvad võrdluses enamlevinud loomse kiu allikatega. Skaneeriva elektronmikroskoobi all mõõdetud soomuse paksuse keskmine väärtus ja standardhälve (SD), mikromeetrites (μm).

Kiu allikas	Soomuse kõrgus	SD
Ahvenamaa lammas	0.47	0.10
Alpaka	0.42	0.15
Angooraküülik	0.47	0.12
Guanako	0.24	0.08
Hallhunt	0.82	0.29
Inimene	0.54	0.06
Jack Russelli terjer	0.88	0.29
Kodukass	0.69	0.21
Laama	0.37	0.21
Rootsi peenvill-lammas	0.83	0.15
Saksa lambakoer	1.12	0.32
Samojeedi koer	0.76	0.19

SUMMARY

Dog fur is an increasingly popular, multi-purpose alternative fiber. Only considering the most common long-haired dog breeds, more than 5 tons of nature-friendly material with excellent thermal properties, great emotional value, and no production costs is produced due to annual shedding every year in Estonia.

The aim of this work is to investigate the properties and suitability of dog hair in the production of yarn using machine spinning. Therefore, the typical morphometric characteristics important for animal fibers used in the textile industry (fiber length, diameter, type of medulla, and the thickness of scales) were examined, both within one breed (the Samoyed dog) and among 14 different medium- to long-haired dog breeds and compared to other common animal fibers. From 2022 to 2024, 50 fur, wool, and hair samples were collected from animals living in Estonia or its neighboring countries (Finland, Lithuania). Since the size of the measured features was in the range of 0.1 - 100 μm , microscopes with different working principles (an optical microscope with bottom lighting, another with top lighting, and a scanning electron microscope) and wide magnification ranges were used.

It was found that intra-breed differences in dog fur fibers are smaller than between different breeds, and intra-breed differences are not related to the individual's diet or living conditions [$p > 0.05$]. The fur of the observed breeds was most similar to sheep's wool in terms of the fiber's diameter and the thickness of the covering scales. In terms of the medulla, it was similar to that of angora rabbit or alpaca wool. Thus, the fur of several breeds (e.g., Bernese Mountain Dog, Samoyed Dog, Tibetan Mastiff, etc.) met the basic requirements for the fibers used in machine spinning.

The effect of dog fur and its most common additives on the process of machine spinning of yarn and on the appearance and skin-friendliness of the items made from the obtained yarn were investigated in the VKA experimental wool factory. In all cases, producing yarn containing dog fur was found to be significantly more time-consuming than that of sheep's wool. The yarn from a 6-9 cm long dog undercoat with 25% merino wool additive was the best combination in terms of the spinning process, the appearance, and comfort. Carding in a room with low humidity, the use of a shorter (4-5 cm) dog undercoat, and the use of a coarser additive (Estonian dark-headed sheep) had a negative effect on the yarn production process, product appearance, and comfort.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anneli Poska annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

1. „Koerakarva füüsikalised omadused ja sobivus lõnga valmistamiseks“, mille juhendajad on Ave Matsin (MA) ja Hele Siimon (PhD), reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonnas, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Anneli Poska

16.05.2024