

TARTU ÜLIKOOL  
MATEMAATIKA–INFORMAATIKATEADUSKOND  
MATEMAATILISE STATISTIKA INSTITUUT

Kristel Tuisk  
LEHMADE TIINESTUMIST MÕJUTAVAD TEGURID  
Bakalaureusetöö  
Juhendaja MSc Tanel Kaart

TARTU 2003

## Sisukord

Sissejuhatus .....	3
1. Materjal ja metoodika .....	5
1.1. Lehmade sigimistsükkel ja selle sõltuvus poegimisjärgsest energiaseisundist .....	5
1.2. Lehmade sigimistsükli mõjutavad geneetilised tegurid, päritavus .....	8
1.3. Andmestiku kirjeldus .....	8
1.4. Metoodika .....	10
2. Tulemused .....	12
2.1. Andmete esmane statistiline analüüs .....	12
2.2. Lehmade sigimistsükli seos poegimisjärgse energiaseisundiga .....	18
2.3. Isa, kui geneetilise faktori mõju tiinestumisele. Päritavus .....	23
Kokkuvõte .....	26
Abstract .....	28
Kasutatud kirjandus .....	29
Lisad .....	30

## Sissejuhatus

Aastakümneid on piimakarja kasvatamisel räägitud ja kirjutatud peaaesjalikult toodangu suurendamisest, jättes peaaegu tähelepanuta lehmade elutegevuse teise loomuliku osa – sigimise. Alles viimastel aastatel on eelkõige tänu lehmapidamise kulukuse suurenemisele tõusnud päevakorda veiste tiinestumisega, haigustega ja söötmisega seotud probleemid.

Suuretoodangulised lehmad kasutavad enamuse oma energiaressurssidest piimatootmiseks, tagajärjeks on kõrvalekalded normaalsest sigimistsüklist ja suurem vastuvõtlikkus kõikvõimalikele haigustele. Olukorda on püütud parandada järjest energiarikkama ja kallima sööda abil, mis aga koos loomade tiinestamiseks ja ravimiseks tehtud suurenenud kuludega sööb ära suuremast toodangust saadud kasumi. Samas pole ka kõige paremast söödast alati kasu – lehmade jõudluspõhise aretusega on saavutatud tulemus, kus paremad lehmad suunavad kogu lisaenergia samuti piimatootmisesse ja mitte sigimistsükli ettevalmistuseks.

Lahenduste leidmisel püütakse ühelt poolt sarnaselt Põhjamaadele arvestada loomade geneetilise potentsiaali hindamisel lisaks jõudlus- ja välimikutunnustele ka sigimisnäitajatega ja teiselt poolt leida meetodeid loomade seemendamiseks ja söödaratsiooni täpsemaks määratlemiseks saavutamaks võimalikult head tiinestumist ning looma organismi energiavarude optimaalsemat taastumist. Just see teine ja ajaliselt kiiremini realiseeritav pool on üheks olulisemaks uurimisteemaks 2001. aastal käivitatud Eesti Põllumajandusülikooli Loomakasvatuse instituudi Põlula katsefarmis läbiviidavas rakendusuringus “Eesti veisetõugude maksimaalse piimajõudluse väljaselgitamine” [5].

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk oli uurida piimalehmade tiinestumise seoseid poegimisjärgset energeetilist seisukorda iseloomustavate näitajatega ja püüda tuvastada sigimisnäitajate geneetilist määratust Põlula katsefarmi andmetel 2002. aasta lõpu seisuga, konstrueerida andmete struktuuri arvestav mudel ja realiseerida see SAS-programmi protseduuri MIXED abil.

Bakalaureusetöö koosneb kahest peatükist. Esimeses peatükis tutvustatakse lehmade poegimistsükli ja energeetilist seisukorda iseloomustavaid näitajaid ning tunnuste geneetilise determineerituse määra iseloomustavat päritavuskoeffitsienti, antakse ülevaade analüüsitavast andmestikust ja kirjeldatakse edasises uuringus huvipakkuvaid tunnuseid ning tutvustatakse andmete analüüsil kasutatud meetodeid ja mudeleid. Teises peatükis kirjeldatakse andmete esmase statistilise analüüsi tulemusi ja rakendatakse SAS-i üldiste lineaarsete segamudelite protseduuri MIXED hindamaks erinevate faktorite mõju lehmade tiinestumisele ning leidmaks esimese ja tiinestava seemenduse aja päritavust. Töö lisas on ära toodud väljavõtte uuritud andmestikust, uuritavate ja seletavate tunnuste sagedushistogrammid ja olulisemad arvkarakteristikud ning näited mudelite analüüsil kasutatud programmidest.

# 1. Materjal ja metoodika

## 1.1. Lehmade sigimistsükkel ja selle sõltuvus poegimisjärgsest energiaseisundist

Lehma sigimistsükliks loetakse vahemikku poegimisest poegimiseni – so poegimisvahemikku. Sigimise seisukohalt jaguneb poegimisvahemik uuslüpsi- ja tiinusperioodiks, piimatootmise seisukohalt aga laktatsiooni- ja kinnisperioodiks (joonis 1). Et lehma piimatoodang on kõrgeim just laktatsiooni algul ja karja taastootmise seisukohast on osutunud vajalikuks keskmiselt ühe vasika sünd lehma kohta aastas, peetakse (lisaks ka veel Eestimaise kliima sesoonsust arvestades) sobivaimaks poegimisvahemiku pikkuseks 12 kuud. Kuna veiste tiinus kestab sama kaua kui inimestelgi – 280-290 päeva – on ainuke võimalus poegimisvahemiku pikkust määrata tiinestamisaja valikuga.

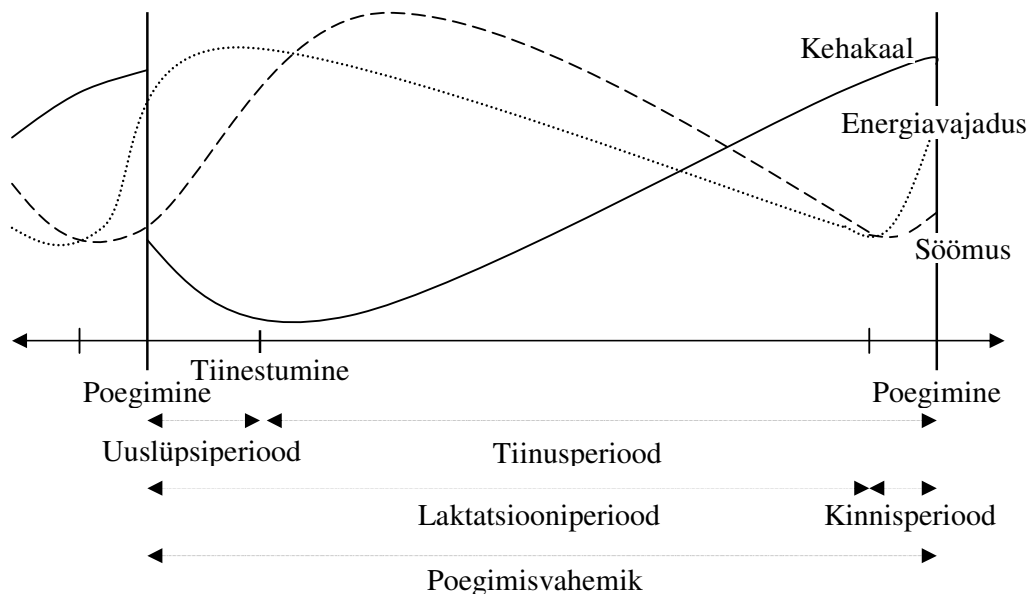
Praktikas ei ole aga lehma kalendrijärgsest seemendamiskuupäevast enamasti kasu, sest lehm ei pruugi sellel ajal olla füüsiliselt võimelinegi tiinestuma. Näiteks Jõudluskontrolli Keskuse andmetel tiinestus 2002. aastal esimese seemenduse järgselt vaid 59,6% Eesti lehmadest [1]. Et suur piimajõudlus ja hea sigivus on oma olemuselt vastuolulised, peetakse loomulikuks, et suuretoodangulised lehmad indlevad pärast poegimist hiljem ja vajavad tiinestumiseks üle ühe seemenduse – enamasti on selline tendents aktsepteeritud, sest suurem piimajõudlus kaalub üles halvema sigivuse tõttu tehtud kulutused [7]; seda aga ilmselt vaid teatud piirini, mistõttu kõiksugu piimatootmise tasuvuse uuringutel, nagu näiteks EPMÜ Loomakasvatusinstituudi Põlula katse, on olulisel kohal ka sigimiseks tehtud kulutuste optimeerimine.

Peamine põhjus, miks lehmad tiineks ei jää, on energiapuudus (joonis 1). Energiat vajab lehm nii piima tootmiseks kui ka enese elatamiseks, saab seda aga üksnes söödast. Piima tootmiseks kuluva energiakoguse arvestamisel leitakse valemist  $0,4 \cdot \text{Piim(kg)} + 0,15 \cdot \text{Piim(kg)} \cdot \text{Rasv(\%)}$  nn 'energia suhtes korrigeeritud piim' (EKMP). Lehma enese elutegevuseks kuluva energia üle peetakse arvestust lähtuvalt lehma kaalust. Piimatootmiseks ja elutegevuseks vajalik summaarne energiakogus hakkab järsult suurenema

pisut enne lehma poegimist ja saavutab oma maksimumi laktatsiooni alguses intensiivseimal piimatootmisperioodil.

Söödast saadava energiakoguse mõõtmiseks fikseeritakse võimalikult täpselt lehma poolt tarbitud söödakogused, millest seejärel (baseeruvana metaboliseerual ehk vahe- tult lehma ainevahetuses osaleval söödas sisalduval energial) avaldatakse lehma energia söömumus (kui mitu džauli lehm söödast energiat sai).

Söödast saadava ja piimatootmiseks ning enese elatamiseks kuluva energiakoguse vahet nimetatakse energiabilansiks. Üldiselt skemaatiliselt esituselt joonisel 1 on näha, et energiabilans muutub negatiivseks enne poegimist, saavutab oma madalaima punkti keskmiselt mõned nädalad pärast poegimist ning jõuab tagasi plussi keskmiselt 2-3 kuud pärast poegimist (viimane näitaja oleneb suurel määral tõust, lehma vanusest ja toodangutasemest). Poegimisjärgse energiabilansi iseloomustamiseks kasutatakse tavaliselt minimaalset energiabilansi väärtust (nadiiri) ja poegimisest positiivse energiabilansini jõudmiseks kulunud aega.



Joonis 1. Lehmade poegimisvahemiku jagunemine perioodideks ja skemaatiline kaalu, energiavajaduse (piimatoodangu) ja energia söömumuse muutus sigimistsükli jooksul

Et poegimisjärgse intensiivse piimatootmise juures kasutab lehm lisaenergiaallikana oma keharessursse, iseloomustab poegimisjärgse kaalulanguse suurus energia puudujääki looma organismis ja arvatakse olevat indikaatoriks võimalikele tiinestumiskustele. Sama tähendus on ka looma toitumishindel, mis määratakse spetsialisti poolt 5-palli skaalal ja mis iseloomustab lehma üldist konditsiooni – mida enam toitumishinne poegimisjärgselt langeb, seda enam ressursse lehm oma kehast võtab.

Lehmade energiaseisundi täpsemaks hindamiseks kasutatakse mitmeid verest määratavaid keemilisi ühendeid. Tähtsamad näitajad on vereplasma glükoosi, esterifitseerumata rasvhapete (NEFA), ketokehade ja karbamiidi sisaldus.

Lakteeriv lehm vajab piima koostisainete sünteesiks rohkesti glükoosi. Et looma organism hoiab tasakaalu maksa glükoosi tootmisvõime ja perifeerse glükoosi kasutamise vahel, siis aitab glükoosi määramine vereplasmast selgitada organismi energiaga varustatust – langenud glükoosi tase veres vihjab negatiivsele energiabilansile.

Glükoositaseme langus omakorda kutsub organismis esile varuenergia kasutuselevõtu peamiselt rasvkoest. Vereplasmas on see näha vabade rasvhapete hulga suurenemises. Esterifitseerumata rasvhapped (NEFA) on metaboliidiks, mis kõige otsesemalt näitab energiabilansi seisundit. NEFA sisalduse tõus vereseerumis poegimiseelisel ja järgsel ajal on seoses keharasvade mobiliseerimisega sel perioodil.

Rasvkoe kasutamisega energiaallikana on seotud ketokehade teke. Teatud piirini on ketokehad veise organismis oluliseks energiaallikaks. Nendest saadav energia katab osaliselt glükoosi defitsiidist tingitud energiapuuduse. Liigne ketokehade sisaldus vereplasmas viitab lehma haigestumisele ketoosi.

Vereplasma karbamiidi sisaldus on seotud lehmade valguainevahetusega. Ta aitab kirjeldada energia ja valgu suhet lehmas ning hinnata söödaratsiooni tasakaalustatust.

## 1.2. Lehmade sigimistsükli mõjutavad geneetilised tegurid, päritavus

Peale energeetilist olukorda kajastavate näitajate on lehmade erinevused sigimises tingitud ka nende geneetilisest erinevusest. Lihtsaim viis mingi kvantitatiivse tunnuse geneetilise determineerituse määra välja selgitamiseks on võrrelda omavahel suguluses olevate (ja seega ka geneetiliselt sarnaste) indiviidide gruppe. Uuritava tunnuse suurem gruppide vaheline varieeruvus võrreldes gruppide sisese varieeruvusega on tõend geneetilisest mõjust. Loomakasvatustes, kus aretuse efektiivsuse huvides on peaaegu järglas põlvkonna isade valikul, moodustataksegi geneetiliselt sarnaste isendite grupid sageli just isade alusel.

Isade alusel moodustatud gruppide võrdlemiseks kasutatakse enamasti dispersioonanalüüsi, millega hinnatakse isa mõjust tingitud dispersioon  $\sigma_s^2$  ja juhuslikule veale vastav dispersioon  $\sigma_e^2$ . Et iga looma geneetilisest materjalist on vaid pool pärit isalt, siis langeb kogu geneetilisest varieeruvusest isa arvele üksnes  $\frac{1}{4}$ . Seega hindab ka isade mõju selgitaval dispersioonanalüüsil leitud dispersioonikomponent  $\sigma_s^2$  veerandit kogu geneetilisest muutlikkusest.

Tähtsaimaks kvantitatiivsete tunnuste geneetilist determineeritust populatsioonis mõõtvaks parameetriks on päritavuskoeffitsient  $h^2$ , mis näitab uuritava tunnuse päritava geneetilise muutlikkuse osakaalu populatsioonis võrreldes üldise fenotüübilise muutlikkusega [3, 9].

Isa mõju alusel arvutatakse päritavuskoeffitsient valemist

$$h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_e^2}.$$

## 1.3. Andmestiku kirjeldus

Käesolevale tööle aluseks olevad andmed on pärit EPMÜ Loomakasvatuseinstituudi katsefarmist Põlulas ja on kogutud rakendusürituse “Eesti veisetõugude maksimaalse



piimajõudluse väljaselgitamine” raames aastatel 2001-2002. Väljavõte andmestikust on ära toodud lisas 1.

Andmestik koosneb 115 vaatlusest ja 15 tunnusest. Mõõdetud on 70 eesti holsteini tõugu (EHF) ja 45 eesti punast tõugu (EPK) lehma. Ainult esimese laktatsiooni andmed on 34 EHF ja 9 EPK lehma kohta, nii esimese kui ka teise laktatsiooni andmed on 18 lehma kohta mõlema tõu korral.

Uuritavate tunnustena on andmestikus järgmised tunnused:

Eseem – päevade arv poegimisest esimese seemenduseni;

Ptiin – päevade arv poegimisest tiinestava seemenduseni.

Seletavate tunnustena on andmestikus järgmised tunnused:

KARB – karbamiidi sisaldus veres;

GLC – glükoosi sisaldus veres;

KETO – ketokehade saialdus veres;

NEFA – esterifitseerumata rasvhapete sisaldus veres;

ASPAV – lehmale sünnimomendil omistatud vanemate jõudluse alusel prognoositud suhteline piima aretusväärtus (mõistetav kui potentsiaalne piimatootmise võime);

KA120 – lehma esimese 120 laktatsioonipäeva summaarne kuivaine söömus (kg);

ME120 – lehma esimese 120 laktatsioonipäeva summaarne metaboliseeruva energia söömus (MJ);

EKMP – lehma esimese 120 laktatsioonipäevaga toodetud energia suhtes korrigeeritud piima kogus (kg);

ME/EKMP – metaboliseeruva energia kogus ühe kg EKMP tootmiseks (iseloomustab lehma energiakasutusvõimet);

Thinne – lehma poegimiseelne 5-palli skaalal määratud toitumishinne;

Thlang – erinevus poegimiseelse toitumishinde ja poegimisele järgnenud 12 nädala jooksul määratud minimaalse toitumishinde vahel;

Klang – erinevus poegimisjärgse ja poegimisele järgnenud 12 nädala jooksul mõõdetud minimaalse kaalu vahel; lehmadel, kelle kaal poegimisjärgselt ei langenudki, on kaalu languseks 0 kg;

Nadiir – energiabilansi miinimum poegimisjärgse 10 nädala jooksul.

#### 1.4. Metoodika

Kogu statistiline andmetöötlus on läbi viidud paketi SAS abil.

Nii uuritavatest tunnustest kui ka seletavatest tunnustest esmase ülevaate saamiseks on arvutatud olulisemad arvkarakteristikud ja konstrueeritud histogrammid. Kõigi andmestikus olevate arvtunnuste omavaheliste seoste selgitamiseks on leitud lineaarsed korrelatsioonikordajad, kusjuures parempoolse ebasümmeetriaga tunnused – ketokehade sisaldus veres, esterifitseerumata rasvhapete sisaldus veres, energia kogus ühe kg energia suhtes korrigeeritud piima tootmiseks, esimese seemenduse aeg ja tiinestava seemenduse aeg – on enne analüüsi logaritmitud; poegimisjärgse kaalulanguse, mille jaotust ei saanud teisendustega sümmeetrilisemaks muuta – tunnus sisaldas reaalsete väärtustena arvu null, ja teiste tunnuste vaheliste seoste uurimiseks on leitud astakorrelatsioonikordajad.

Logaritmitud funktsioontunnuste Eseem ja Ptiin ning argumenttunnuste t6ug, laktnr, KETO, NEFA, KARB, GLC, ASPAV, KA120, EKMP, ME/EKMP, Thinne, Thlang ja Klang vaheliste seoste statistilise olulisuse kontrollimiseks on läbi viidud üldiste lineaarsete mudelite analüüsid SAS-i protseduuri MIXED abil [6]. Kasutati mudelit kujul

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{e},$$

kus  $\mathbf{y}$  on funktsioontunnuse (Eseem või Ptiin)  $N \times 1$ -vektor,  $N$  – vaatluste arv;  $\boldsymbol{\beta}$  on argumenttunnuste kordajate ja efektide vektor;  $\mathbf{X}$  on hinnatavaid kordajaid ja efekte vaatlustega siduv plaanimaatriks ning  $\mathbf{e}$  on juhuslike vigade  $N \times 1$ -vektor.

Et osadel lehmadel olid nii funktsioon- kui ka argumenttunnused mõõdetud kaks korda – nii 1. kui ka 2. laktatsioonil, ja oli loomulik arvata, et sama lehma 1. ja 2. laktatsiooni näitajad ei ole sõltumatud, on läbi viidud korduvmõõtmiste analüüs [4, 11], defineerides jääkide  $N \times N$ -dispersioonimaatriksi seosega

$$\mathbf{R} = \{r_{ij}\}_{i,j=1}^N,$$

kus  $r_{ij} = \sigma_1^2$  või  $r_{ij} = \sigma_2^2$  (vastavalt sellele, kummast laktatsioonist oli vaatlus pärit), kui  $i = j$ ;  $r_{ij} = \sigma_{12}$ , kui  $i$  ja  $j$  vastasid sama lehma erinevatel laktatsioonidel tehtud vaatlustele;  $r_{ij} = 0$  ülejäänud juhtudel.

Konstrueeritud mudelite sobivust on kontrollitud visuaalselt, kirjutades selleks väljundandmestikku mudeli prognoosid ja jäägid ning skitseerides jääkide tõenäosuspaberi ja jääkide ning prognooside hajuvusdiagrammi.

Sobivaima mudeli valikul on lähtunud argumenttunnuste olulisuse tõenäosustest ja üksteises sisalduvate mudelite võrdlustest Akaike informatsiooni kriteeriumi (AIC) ja logaritmitud tõepärafunktsiooni väärtuste põhjal [10].

Funktsioontunnuste päritavuse hindamiseks on eelnevate uuringutega parimaks tunnistatud mudelitesse lisatud juhuslik efekt isa, mille tulemusel on hinnatud isa mõju kajastav dispersioonimaatriks

$$\mathbf{G} = \sigma_s^2 \mathbf{I}_{a \times a},$$

kus  $a$  märgib isade arvu. Et erinevatel laktatsioonidel tehtud mõõtmiste jääkvarieeruvust kirjeldavad dispersioonikomponendid  $\sigma_1^2$  ja  $\sigma_2^2$  olid peaaegu võrdsed, võeti isa mõju hindamisel jääkide dispersioonimaatriksis  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ .

## 2. Tulemused

### 2.1. Andmete esmane statistiline analüüs

Andmestikku kuuluvatest arvtunnustest esmase ülevaate saamiseks on arvatud olulisemad arvkarakteristikud (tabelid 1 ja 2) ning konstrueeritud histogrammid (lisa 2). Enamuse arvtunnuste jaotus on üsna sümmeetriline, vaid tunnused KETO, NEFA, ME/EKMP, Klang, Eseem ja Ptiin jaotuvad tuntava parempoolse ebasümmeetriaga. Sarnane tendents ilmnes ka tõugude kaupa joonistatud histogrammidelt.

Mõlema tõu lehmadele sünnimomendil omistatud vanemate jõudluse alusel prognoositud suhteline piima aretusväärtus on enam-vähem võrdne, keskmine eesti holsteini tõugu lehmadel 109,97 ja eesti punast tõugu lehmadel 109,58. Et lehmade ASPAV leitakse tõugude kaupa eeldusel, et tõu keskmine nn baas-SPAV on 100, on Põlula katselauda mõlemat tõugu lehmad oma geneetiliselt potentsiaalilt keskmisest suurema jõudlusega.

Tabel 1. Andmestikus sisaldunud arvtunnuste olulisemad arvkarakteristikud eesti holsteini tõugu lehmadel

	Objekte	Keskmine	Mediaan	Standardhälve	Miinumum	Maksimum
KARB	65	40,41	40,00	17,23	8,00	105,00
GLC	63	79,20	79,08	12,39	52,01	106,84
KETO	62	2,61	2,10	2,69	0,65	19,91
NEFA	40	354,38	294,72	235,62	41,72	888,64
ASPAV	70	109,97	111,50	8,23	82,00	124,00
KA120	70	2423,17	2434,70	288,85	1720,04	3088,73
ME120	70	28969,89	29051,58	3449,63	20586,23	37038,02
EKMP	70	4031,92	3974,89	641,52	2704,06	5584,78
ME/EKMP	70	7,28	7,22	0,90	5,69	9,51
Eseem	67	83,31	82	19,85	50	163
Ptiin	51	144,59	114	79,92	58	455
Thinne	69	3,38	3,50	0,46	2	4,5
Thlang	69	0,81	0,75	0,35	0	1,75
Klang	61	40,26	40,40	30,79	0	129,80
Nadiir	40	-82,20	-74,89	44,54	-196,06	34,25

Tabel 2. Andmestikus sisaldunud arvtunnuste olulisemad arvarakteristikud eesti punast tõugu lehmadel

	Objekte	Keskmine	Mediaan	Standardhälve	Miinumum	Maksimum
KARB	39	46,78	43,00	18,07	20,00	93,00
GLC	35	75,67	75,92	12,07	50,94	105,11
KETO	34	2,96	2,23	3,10	0,80	15,75
NEFA	25	474,77	477,99	297,97	69,73	1085,91
ASPAV	45	109,58	107,00	8,91	97,00	131,00
KA120	45	2302,43	2334,30	310,34	1422,36	2913,60
ME120	45	27341,31	17763,04	3624,94	16903,11	34053,49
EKMP	45	3756,10	3753,64	684,02	2630,22	5266,45
ME/EKMP	45	7,45	7,18	1,40	5,56	11,77
Eseem	44	72,25	70	14,75	45	112
Ptiin	37	99,81	89	42,75	46	216
Thinne	35	3,56	3,50	0,41	3	4,50
Thlang	35	0,67	0,50	0,39	0	1,75
Klang	27	28,09	17,80	32,10	0	131,80
Nadiir	24	-37,12	-26,08	41,58	-150,53	3,74

Keskmine karbamiidi sisaldus veres on eesti holsteini tõugu lehmadel 40,41 ja eesti punast tõugu lehmadel 46,78 mg/dl. Tunnuse standardhälbed on tõugude lõikes vastavalt 17,23 ja 18,07 mg/dl. Minimaalne karbamiidi sisaldus veres on vastavalt 8 ja 20, maksimaalne vastavalt 105 ja 93 mg/dl.

Keskmine glükoosi sisaldus veres on EHF lehmadel 79,2 ning EPK lehmadel 75,67 mg/dl. Tunnuse standardhälbed on vastavalt 12,39 ja 12,07 mg/dl. Minimaalne tunnuse väärtus on vastavalt 52,01 ja 50,94 ning maksimaalne vastavalt 106,84 ja 105,11 mg/dl.

Keskmine ketokehade sisaldus veres EHF lehmadel on 2,61 ja EPK lehmadel 2,96 mg/dl. Kuigi tunnuse standardhälve on suurem EPK lehmadel, on tunnuse maksimaalse ja minimaalse väärtuse vahemik suurem EHF lehmadel.

Keskmine esterifitseerumata rasvhapete sisaldus veres on EHF lehmade puhul 354,38 ning EPK lehmade puhul 474,77  $\mu\text{mol/l}$ . Ka varieeruvus on EPK tõugrupis suurem, tunnuse standardhälbed on EHF ja EPK tõul vastavalt 235,62 ja 297,97  $\mu\text{mol/l}$ . Minimaalne esterifitseerumata rasvhapete sisaldus veres on vastavalt 41,72 ja 69,73 ning maksimaalne vastavalt 888,64 ja 1085,91  $\mu\text{mol/l}$ .

Laktatsiooni esimese 120 päeva energia suhtes korrigeeritud piima toodangu osas on EHF tõugu lehmad paremad, nende keskmine EKMP kogus on 4031,92 kg, samas kui EPK tõugu lehmade keskmine EKMP on 3756,1 kg.

Nii energia kui ka kuivaine söömuse osas ületavad EHF tõugu lehmad oma teisest tõust laudakaaslasti samuti – see, kes rohkem piima annab, tavaliselt ka sööb rohkem.

Metaboliseeruva energia kogus ühe kg EKMP tootmiseks on EHF lehmadel keskmiselt 7,28 ja EPK lehmadel 7,45 – EHF tõugu lehmad on sama söötmise korral võimelised pisut enam piima andma. Samas on EHF tõugu lehmade grupp piimatootmiseks kuluva energia osas pisut homogeensem, tunnuse standardhälbed on EHF ja EPK tõul vastavalt 0,90 ja 1,40.

Keskmine poegimisest esimese seemendamiseni kuluv päevade arv on EHF lehmadel 83,31 ja EPK lehmadel 72,25 päeva. Ka varieeruvus on EHF tõugrupis suurem, tunnuse standardhälbed on EHF ja EPK tõul vastavalt 19,85 ja 14,75 päeva. Minimaalne esimese seemenduseni kuluv päevade arv on vastavalt 50 ja 45 ning maksimaalne vastavalt 163 ja 112.

Tiinestav seemendus toimus EHF lehmadel keskmiselt 144,59 ja EPK lehmadel 99,81 päeva pärast poegimist. Tunnuse standardhälbed on tõugude lõikes vastavalt 79,92 ja 42,75. Minimaalne uuslüksiperioodi pikkus on vastavalt 58 ja 46 ning maksimaalne vastavalt 455 ja 216.

Tiinestumine kohe esimese seemenduse järgselt registreeriti vaid 30 juhul, mis jagunesid tõugude lõikes järgnevalt: eesti holsteini tõugu lehmadest 14 ehk 20% ja eesti punast tõugu lehmadest 16 ehk 35,6%. Karjast prakeeriti pärast esimest ja enne tiinestavat seemendust 16 eesti holsteini ja 7 eesti punast tõugu lehma, neist esimesel laktatsioonil vastavalt 11 ja 4. Seda, et lehm üksnes piimatootmise tarvis nii sageli poegima ei pea, näitlikustab eesti holsteini tõugu lehm, kelle uuslüksiperiood kestis 455 päeva, kes tiinestus alles üheksandal seemendusel ning andis piima kogu selle aja ja veel enamuse järgnenud tiinusperioodistki (kokku seega peaaegu 2 aastat).

Kaalu langus poegimisjärgselt on EHF lehmadel keskmiselt 40,26 ja EPK lehmadel 28,09 kg. Tunnuse standardhälbed on vastavalt 30,79 ja 32,10. Maksimaalseks

väärtuseks on vastavalt 129,80 ja 131,80 ning minimaalseks väärtuseks mõlema töu puhul null, mis tähendab, et lehma kaal poegimisjärgsel ei langenud.

Maksimaalse poegimisjärgse energiapuudujäägi osas on selle leidmise keerukuse tõttu teada andmed vaid esimese laktatsiooni kohta. Sarnaselt toodangule on siingi tõugude vahel selge erinevus – keskmine nadiir EHF ja EPK tõugu lehmadel on vastavalt -82,2 ja -37,12 MJ. Ka varieeruvus on tõugruppides erinev, standardhälbed on vastavalt -74,89 ja -26,08 MJ, suurimad energiapuudujäägid vastavalt 198,06 ja 150,53 MJ ning vähimad energia ülejäägid (lehmadel, kellel poegimisjärgsel energiavõlga ei tekkinudki) vastavalt 34,25 ja 3,74 MJ.

Uurides tunnuste arvkarakteristikuid laktatsioonide lõikes selgus, et suuri erinevusi näitajates ei ole, va tunnuse Ptiin puhul. Tiinestav seemendus toimus esimesel laktatsioonil olevatel lehmadel keskmiselt 132,52 ning teisel laktatsioonil olevatel lehmadel keskmiselt 110,48 päeva pärast poegimist. Uuslüpsiperioodi pikkuse standardhälbed laktatsioonide lõikes olid vastavalt 77,38 ja 47,95, minimaalne päevade arv vastavalt 46 ja 55 ning maksimaalne vastavalt 455 ja 243.

Hindamaks tunnuste vaheliste seoste tugevust ja suunda on leitud korrelatsioonimaatriksid eraldi mõlemale tõule (tabelid 3 ja 4).

Tabel 3. Arvtunnuste vahelised korrelatsioonikordajad eesti holsteini tõugu lehmadel

	KARB	GLC	KETO	NEFA	ASPAV	KA120	ME120	EKMP	ME/EKMP	Eseem	Ptiin	Thinne	Thlang	Klang	Nadiir
KARB	1														
GLC	0,1724	1													
KETO*	-0,1126	-0,2275	1												
NEFA*	0,2103	-0,2800	0,3594	1											
ASPAV	0,0700	0,0338	-0,1608	-0,1376	1										
KA120	-0,1427	-0,1917	-0,1882	-0,0812	0,3368	1									
ME120	-0,1462	-0,1912	-0,1764	-0,0904	0,3140	0,9946	1								
EKMP	-0,1274	-0,2252	0,0803	0,0458	0,2846	0,6326	0,6506	1							
ME/EKMP*	0,0120	0,1124	-0,2684	-0,1480	-0,0485	0,1461	0,1275	-0,6646	1						
Eseem*	0,0125	-0,1923	-0,1970	0,0271	-0,0637	-0,0630	-0,0895	-0,0424	-0,0362	1					
Ptiin*	-0,0923	-0,3064	0,0868	0,3397	0,1540	-0,0545	-0,0233	-0,0346	0,0502	0,4618	1				
Thinne	0,3196	-0,0291	0,0995	-0,0112	0,1928	-0,0740	-0,0866	-0,1398	0,1224	0,0350	0,0126	1			
Thlang	0,2189	-0,0391	0,0856	0,0442	0,3380	-0,0566	-0,0593	-0,0453	0,0374	-0,0388	-0,0925	0,6708	1		
Klang**	0,0017	-0,0854	-0,0730	0,1263	0,2448	0,1559	0,1246	-0,0511	0,1309	0,0279	0,0538	0,2502	0,3901	1	
Nadiir	-0,2593	0,3091	-0,0215	-0,0646	-0,1498	0,4197	0,4395	0,0631	0,3263	-0,2332	-0,1749	0,0858	-0,1371	0,1113	1

\* tunnuseid KETO, NEFA, ME/EKMP, Eseem ja Ptiin on analüüsitud eelnevalt logaritmituna

\*\* kõik tunnusele Klang leitud seosekordajad on astakorrelatsioonikordajad

Tabel 4. Arvtunnuste vahelised korrelatsioonikordajad eesti punast tõugu lehmadel

	KARB	GLC	KETO	NEFA	ASPAV	KA120	ME120	EKMP	ME/EKMP	Eseem	Ptiin	Thinne	Thlang	Klang	Nadiir
KARB	1														
GLC	0,2308	1													
KETO*	-0,2615	-0,1802	1												
NEFA*	0,2395	0,0066	0,1499	1											
ASPAV	-0,2598	0,0231	0,0077	-0,2358	1										
KA120	0,0528	0,0067	-0,3256	-0,0120	0,1743	1									
ME120	0,0373	-0,0047	-0,3358	0,0263	0,1691	0,9959	1								
EKMP	-0,3864	-0,3073	-0,1078	0,5448	0,1340	0,4008	0,4481	1							
ME/EKMP*	0,4170	0,3779	-0,1936	-0,6045	-0,0050	0,3999	0,3524	-0,6727	1						
Eseem*	0,1590	0,0524	0,2619	0,3804	-0,0752	-0,1101	-0,1106	0,0160	-0,1045	1					
Ptiin*	0,0660	0,0691	0,1694	0,1134	-0,2536	-0,1421	-0,1336	-0,0399	-0,0932	0,5037	1				
Thinne	0,0403	0,2089	0,1308	-0,2004	0,1920	-0,4002	-0,4262	-0,4955	0,2289	-0,2559	0,0891	1			
Thlang	-0,0152	-0,0637	0,2419	0,3500	-0,3108	-0,4719	-0,4761	0,0415	-0,4031	-0,1503	-0,0738	0,4754	1		
Klang**	-0,1154	-0,0338	0,0295	0,2261	-0,0111	0,2360	0,2363	0,0985	-0,4143	0,1647	0,0443	0,1118	0,1605	1	
Nadiir	0,0019	0,5794	0,2066	0,6220	-0,0469	0,2227	0,2170	-0,1627	0,3004	0,0369	0,0547	-0,1334	-0,2904	-0,5225	1

\* tunnuseid KETO, NEFA, ME/EKMP, Eseem ja Ptiin on analüüsitud eelnevalt logaritmituna

\*\* kõik tunnusele Klang leitud seosekordajad on astakorrelatsioonikordajad

Esmalt hakkab silma, et seos lehmade potentsiaalse piimajõudluse (ASPAV) ja tegeliku toodangu (EKMP) vahel on nõrk,  $r=0,2846$  EHF lehmadel ja  $r=0,1340$  EPK lehmadel. See vihjab lehmade üksnes vanemate põhjal hinnatud piimajõudlusalase geneetilise potentsiaali ebatäpsusele ning küllalt suurele keskkonna osale tegelikus toodangus.

Mõlemate tõugude puhul on tunnuste KA120 ja ME120 vahel väga tugev korrelatsioon. See on aga loomulik, sest KA120 näitab lehma esimese 120 laktatsioonipäeva summaarset kuivaine söömust ja ME120 lehma esimese 120 laktatsioonipäeva metabooliseeruva energia söömust ning kogu söödast moodustab kuivaine üle 90 %.

Eesti holsteini tõugu lehmadel on tugev seos tunnuste EKMP ja KA120 ( $r=0,6326$ ) ning EKMP ja ME120 ( $r=0,6506$ ) vahel, eesti punast tõugu lehmadel on aga vastavad kordajad 0,4008 ja 0,4481 – suurematoodangulised lehmad söövad rohkem, saavad sellest rohkem energiat ja toodavad seeläbi jällegi rohkem piima.

Tugev negatiivne seos on tunnuste EKMP ja ME/EKMP vahel (EHF puhul  $r=-0,6646$  ja EPK puhul  $r=-0,6727$ ) – mida vähem energiat kulutab lehm piimakilogrammi tootmiseks, seda rohkem piima ta söödast saadava energia arvelt toota saab.

Toitumishinde ja toitumishinde languse vahel on tugev seos ( $r=0,6708$ ) EHF lehmadel ja keskmine seos ( $r=0,4754$ ) EPK lehmadel. Selline seos nende tunnuste vahel on oodatav, sest mida paremas toitumises lehm on, seda rohkem on võimalik tal ka lisaenergiat



oma ressurssidest võtta ja seeläbi toitumishindes kaotada. Huvitaval kombel ei ilmnenud tugevat seost poegimisjärgse kaalulanguse ning toitumishinde ja toitumishinde languse vahel, kuigi oma olemuselt peaks ju nii kaalu kui ka toitumishinde langus mõlemad kajastama negatiivset muutust lehma konditsioonis – nõrk seos eriti just EPK lehmadel seab kahtluse alla toitumishinde määramise objektiivsuse.

Poegimisjärgsel minimaalsel energiabilansil on EHF lehmadel tugevaim seos kuivaine ja metaboliseeruva energia söömusega (vastavalt  $r=0,4194$  ja  $r=0,4395$ ) – mida enam lehm sööb, seda vähem tal energiat puudu jääb. Eesti punast tõugu lehmadel oli kirjeldatud seos nadiiri ja söömuse vahel nõrk – EPK lehmade toodanguvõime on madalam ning poegimisjärgne energiapuudujääk ja söömus väiksemad. Keskmise tugevusega negatiivne monotoonne seos esines EPK lehmade maksimaalse energiapuudujäägi ja poegimisjärgse kaalulanguse vahel, mida suurem on energiapuudujääk, seda enam oma keharessursse lehm kasutab.

Verenäitajate seosed teiste energiabilanssi ja sigimist iseloomustavate näitajatega on tõugude lõikes küllaltki erinevad. Ainus sarnasus on positiivne seos poegimisjärgse minimaalse energiabilansi ja glükoosi sisalduse vahel (EPK lehmadel  $r=0,5794$  ning EHF lehmadel  $r=0,3091$ ). Eesti holsteini tõugu lehmadel on teooriaga kooskõlas olevad keskmise tugevusega negatiivne seos ( $r=-0,3064$ ) uuslüksiperioodi pikkuse ja vere glükoosi sisalduse vahel ning positiivne seos ( $r=0,3397$ ) uuslüksiperioodi pikkuse ja NEFA vahel – nii vähenenud glükoosi sisaldus kui ka suurenenud esterifitseerumata rasvhapete sisaldus veres näitavad organismi lisaenergia kasutust, olles seega indikaatoriks energiapuudujäägile ja võimalikele tiinestumiskustele (lehm tiinestub hiljem). Eesti punast tõugu lehmadel ilmnesid seosed piimatoodangu ja selleks kulutatud energia ning verenäitajate vahel. Tugev positiivne seos on esterifitseerumata rasvhapete sisalduse ja energia suhtes korrigeeritud piima toodangu vahel ( $r=0,5448$ ) ning tugev negatiivne seos esterifitseerumata rasvhapete sisalduse ja piimatootmiseks kulutatud energiakoguse vahel ( $r=-0,6045$ ) – suurematoodangulistel lehmadel tekib poegimisjärgselt suurem energiapuudus, mistõttu on väiksem ka söödast saadava energia osa piimatootmisel. Analoogsed seosed ilmnevad pisut nõrgemal kujul ka karbamiidi ja glükoosi sisalduse ning piimatoodangu ja selleks kulutatud energia vahel. Keskmise tugevusega positiivne

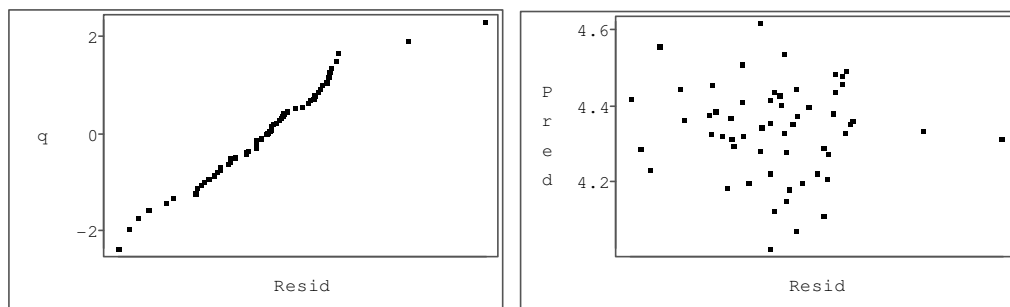
seos on esterifitseerumata rasvhapete sisalduse ja esimese seemenduseni kulunud aja vahel ( $r=0,3804$ ).

Esimese seemenduse aja ja tiinestava seemenduse aja omavaheline seos oli keskmise tugevusega ( $r=0,4618$  ja  $r=0,5037$  vastavalt EHF ja EPK lehmadel).

## 2.2. Lehmade sigimistsükli seos poegimisjärgse energiaseisundiga

Funktsioontunnuste Eseem ja Ptiin ning argumenttunnuste t6ug, laktnr, KETO, NEFA, KARB, GLC, ASPAV, KA120, EKMP, ME/EKMP, Thinne, Thlang ja Klang vaheliste seoste statistilise olulisuse kontrollimiseks viidi läbi üldiste lineaarsete mudelite analüüsid SAS-i protseduuri MIXED abil (näide kasutatud programmist on toodud lisa 3). Analüüsist on välja jäetud tunnus ME120, sest see on väga tugevas korrelatsioonis tunnusega KA120.

Kõigepealt on leitud mudel esimese seemenduseni kulunud päevade arvule. Esmase mudeli diagnostikaks skitseeritud jääkide tõenäosuspaberilt ja jääkide ning prognooside hajuvusdiagrammilt on näha, et leidub kaks teistest erinevat vaatlust (joonis 2). Edasisest analüüsist on need vaatlused välja jäetud. Uue mudeli parameetrite hinnangud, nende standardhälbed ja olulisuse tõenäosused on ära toodud tabelis 5.



Joonis 2. Funktsioontunnuse Eseem esmase mudeli jääkide graafikud

Tabel 5. Funktsioontunnuse Eseem esmase erinditeta mudeli parameetrite hinnangud, nende standardhälbed ja statistiline olulisus

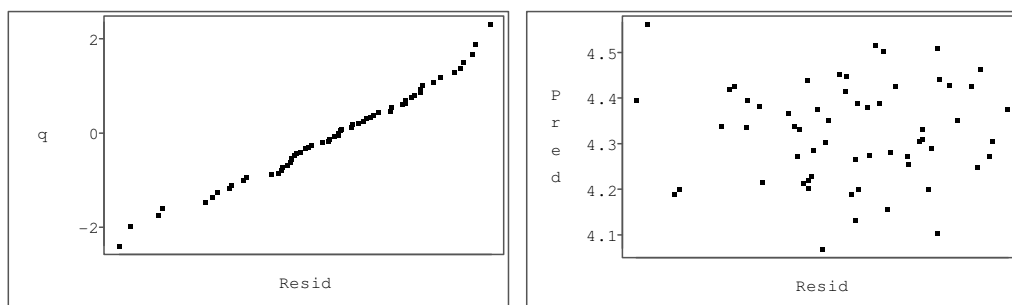
Efekt	Parameetri hinnang	Standardhälve	Olulisuse tõenäosus
Vabaliige	4,6654	1,5544	0,0044
Tõug EHF	0,1262	0,08261	0,1336
Tõug EPK	0	.	.
Esimene laktatsioon	0,1249	0,1164	0,2260
Teine laktatsioon	0	.	.
KETO	0,02625	0,01313	0,0518
NEFA	0,000291	0,000139	0,0418
KARB	-0,00421	0,002596	0,1123
GLC	0,004653	0,002641	0,0851
ASPAV	-0,00358	0,003407	0,2995
KA120	0,000187	0,000644	0,7732
EKMP	0,000014	0,000352	0,9683
ME/EKMP	-0,1041	0,2167	0,6333
Thinne	-0,03608	0,09303	0,7000
Thlang	-0,3067	0,1140	0,0101
Klang	0,002168	0,000748	0,0059

Järgnevalt on mudelist järkjärgult välja jäetud enam ebaolulised tunnused, kusjuures olulisuse nivooks on valitud 0,1. Mudelite omavahelisel võrdlemisel ning sobivaima mudeli valikul on arvestatud ka AIC-kriteeriumi ja logaritmitud tõepärafunktsioonide väärtustega – mõlema statistiku väärtused nii esmase kui ka lõpliku mudeli korral on kirjas tabelis 9. Poegimisest esimese seemenduseni kulunud päevade arvule avaldavad olulist mõju tõug, toitumishinde langus, kaalu langus ning esterifitseerumata rasvhapete ja ketokehade sisaldus veres (tabel 6). Lõpliku mudeli diagnostikaks kasutatud jääkide graafikud on ära toodud joonisel 3.

Tunnus Thlang on negatiivselt korreleeritud poegimisest esimese seemenduseni kulunud päevade arvuga, st et mida suurem on toitumishinde langus, seda lühem on poegimisest esimese seemenduseni kulunud aeg. Tunnused KETO ja NEFA on positiivses seoses poegimisest esimese seemenduseni kulunud päevade arvuga, st mida suurem on esterifitseerumata rasvhapete ja ketokehade sisaldus veres, seda rohkem päevi kulub poegimisest esimese seemenduseni. Tunnus Klang on ka positiivses seoses tunnusega Eseem, st mida rohkem lehma kaal langeb, seda hiljem teda esimest korda poegimisjärgselt seemendatakse.

Tabel 6. Funktsioontunnuse Eseem lõpliku mudeli parameetrite hinnangud, nende standardhälbed ja statistiline olulisus

Efekt	Parameetri hinnang	Standardhälve	Olulisuse tõenäosus
Vabaliige	4,2278	0,06560	< 0,0001
Tõug EHF	0,1624	0,04439	0,0006
Tõug EPK	0	.	.
KETO	0,01873	0,008858	0,0398
NEFA	0,000263	0,000107	0,0183
Thlang	-0,2984	0,07452	0,0002
Klang	0,001847	0,000881	0,0414



Joonis 3. Funktsioontunnuse Eseem lõpliku mudeli jääkide graafikud

Tiinestava seemenduseni kulunud päevade arvule leitud esmase mudeli parameetrite hinnangud ja olulisuse tõenäosused on toodud tabelis 7. Jättes mudelist järkjärgult välja ebaolulisi argumente, on jõutud lõpliku mudelini, mille parameetrite hinnangud on kirjas tabelis 8 ja jääkide graafikud on kujutatud joonisel 4. Mudelite võrdlemisel kasutatud AIC-kriteeriumi ja logaritmitud tõepärafunktsiooni väärtused on kirjas tabelis 9.

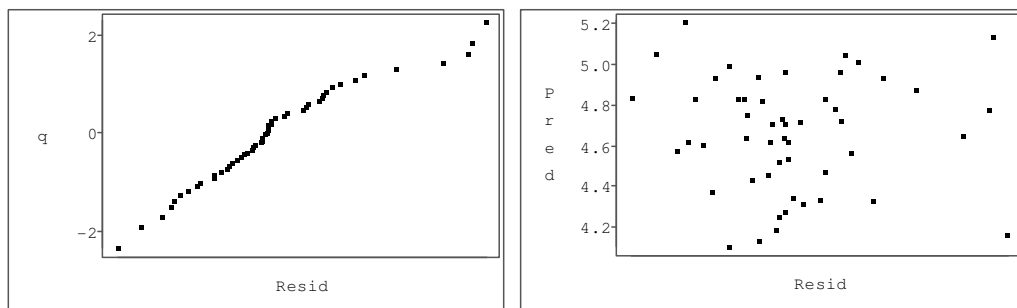
Tabel 7. Funktsioontunnuse Ptiin esmase mudeli parameetrite hinnangud, nende standardhälbed ja statistiline olulisus

Efekt	Parameetri hinnang	Standardhälve	Olulisuse tõenäosus
Vabaliige	3,4849	3,1527	0,2760
Tõug EHF	0,5065	0,1684	0,0046
Tõug EPK	0	.	.
Esimene laktatsioon	0,02238	0,1938	0,9087
Teine laktatsioon	0	.	.
KETO	0,004984	0,03291	0,8804
NEFA	0,000760	0,000266	0,0069
KARB	-0,00810	0,005432	0,1441
GLC	-0,01293	0,006594	0,0573
ASPAV	0,009540	0,008023	0,2418
KA120	0,000035	0,001279	0,9781
EKMP	-0,00002	0,000720	0,9756
ME/EKMP	-0,1280	0,4346	0,7699
Thinne	0,03766	0,2434	0,8778
Thlang	-0,1842	0,2328	0,4337
Klang	-0,00414	0,002086	0,0543

Poegimisest tiinestava seemenduseni kulunud päevade arvule avaldavad olulist mõju tõug, toitumishinde langus ning esterifitseerumata rasvhapete ja glükoosi sisaldus veres. Toitumishinde langus ja glükoosi sisaldus veres on negatiivses seoses uuslüksiperioodi pikkusega, st et mida suurem on toitumishinde langus ja glükoosi sisaldus veres, seda lühem on tiinestava seemenduseni kulunud aeg. Tunnus NEFA on positiivselt korreleeritud uuslüksiperioodi pikkusega, st mida suurem on esterifitseerumata rasvhapete sisaldus veres, seda suurem on poegimisest tiinestava seemenduseni kulunud päevade arv.

Tabel 8. Funktsioontunnuse Ptiin lõpliku mudeli parameetrite hinnangud, nende standardhälbed ja statistiline olulisus

Efekt	Parameetri hinnang	Standardhälve	Olulisuse tõenäosus
Vabaliige	5,2445	0,4238	< 0,0001
Tõug EHF	0,5277	0,1144	< 0,0001
Tõug EPK	0	.	.
NEFA	0,000493	0,000221	0,0311
GLC	-0,01127	0,005343	0,0409
Thlang	-0,3127	0,1586	0,0552



Joonis 4. Funktsioontunnuse Ptiin lõpliku mudeli jääkide graafikud

Tabel 9. Mudelite valikul arvestatud kriteeriumite väärtused esmase ja lõpliku mudeli korral

	AIC-kriteerium		-2 LL	
	Eseem	Ptiin	Eseem	Ptiin
Esmane mudel	91,4	130,7	85,4	124,7
Lõplik mudel	24,2	80,4	18,2	74,4

Et tõugude vahel olid küllaltki suured erinevused, viidi mudelite analüüsid läbi ka mõlema tõu kohta eraldi. Eesti holsteini tõugu lehmade puhul mõjutasid uuslõpsi-perioodi oluliselt lehmale sünnimomendil omistatud vanemate jõudluse alusel prognoositud suhteline piima aretusväärtus ja lehma esimese 120 laktatsioonipäevaga toodetud energia suhtes korrigeeritud piima kogus. Eesti punast tõugu lehmade puhul olid uuslõpsi-perioodile olulised lehma esimese 120 laktatsioonipäeva summaarse kuivaine söömuse ja energia suhtes korrigeeritud piima koguse mõjud.

Poegimisest esimese seemenduseni kulunud päevade arvule avaldas eesti punast tõugu lehmadel olulist mõju lisaks tunnustele NEFA, Thlang, Klang ning KETO ka glükoosi sisaldus veres ja laktatsiooni number. Esimese laktatsiooni lehmi seemendati peale poegimist hiljem kui teise laktatsiooni lehmi. Ainult eesti holsteini tõugu lehmi uurides ei ilmnenud esimese seemenduse ajale olulist mõju ühelgi tunnusel.

### 2.3. Isa, kui geneetilise faktori mõju tiinestumisele. Päritavus

Lisaks lehmade energeetilist seisukorda ja sigimist iseloomustavatele näitajatele on andmestikus ära toodud ka lehmade isad. Eesti holsteini tõugu isasid on 50 ja eesti punast tõugu 27. Kahe eesti holsteini tõugu lehma isa on teadmata. Ühe järglasega isasid on eesti holsteini tõust 13 ja eesti punasest tõust 3; kahe järglasega vastavalt 4 ja 1; kolme järglasega vastavalt 3 ja 1 ning nelja järglasega vastavalt 1 ja 3. Eesti holsteini tõugu pullidest on viie järglasega 2 ja kuue järglasega 1. Seitsme järglasega on ainult üks eesti punast tõugu pull.

Nelja ja enama järglasega pullide tütarde energeetilist seisukorda ja sigimist iseloomustavate näitajate keskmised laktatsioonide kaupa on ära toodud lisas 4.

Esimese seemenduseni kulunud päevade arvu keskmine on esimesel laktatsioonil kõige väiksem pulli Brattbacka (ID = 49011) järglastel – 62 päeva, ning kõige suurem Sioux ET (ID = 65190) järglastel – 97,2 päeva. Standardhälbed on vastavalt 14,49 ja 9,42 päeva. Teisel laktatsioonil on aga esimese seemenduseni kulunud päevade arvu keskmine kõige väiksem pulli FYN Rosen (ID = 32683) tütardele – 64 päeva, ja kõige suurem Adam ET (ID = 25708) tütardele – 103,33 päeva.

Tabelist on näha, et esimene seemendus esimesel laktatsioonil toimus eesti punast tõugu pullide tütardele varem kui eesti holsteini tõugu pullide tütardele.

Kõigi pullide tütarde keskmine glükoosi sisaldus veres on esimesel laktatsioonil suurem kui teisel. Pulli Brattbacka tütarde keskmine karbamiidi sisaldus veres on suurem teisel laktatsioonil, ülejäänutel aga esimesel laktatsioonil.

Pulli Sioux ET tütarde keskmine esterifitseerumata rasvhapete sisaldus veres on esimesel laktatsioonil kõige kõrgem (353,13  $\mu\text{mol/l}$ ) ja pulli ØJY Marbu (ID = 42737) tütardele kõige väiksem (102,81  $\mu\text{mol/l}$ ). Standardhälbed on vastavalt 55,21 ja 46,78  $\mu\text{mol/l}$ . Teisel laktatsioonil on aga ØJY Marbu tütarde keskmine esterifitseerumata rasvhapete sisaldus veres 807,88  $\mu\text{mol/l}$  ehk peaaegu 8 korda suurem kui esimesel laktatsioonil. Madalaim on teisel laktatsioonil Adam ET tütarde keskmine – 242,57  $\mu\text{mol/l}$ .

Kõigi kaheksa pulli tütarde keskmine EKMP on esimesel laktatsioonil väiksem kui teisel ning sellest tulenevalt on ME/EKMP väärtused teisel laktatsioonil väiksemad kui esimesel.

Võrreldes kaalu languste keskmisi laktatsioonidel, näeme et kõige suurem erinevus on pulli Nils (ID = 25706) tütaridel. Pulli Nils tütarde keskmine kaalu langus esimesel laktatsioonil on 91,33 kg, kuid teisel laktatsioonil vaid 36,13 kg.

Sioux ET järglaste keskmine energiapuudujääk poegimisjärgse 10 nädala jooksul on suurim (102,07 MJ) ning pulli Brattbacka järglastel väikseim (34,10 MJ). Kõigi holsteini tõugu pullide järglaste keskmine energiapuudujääk on suurem kui eesti punast tõugu pullide järglastel.

Funktsioontunnuste päritavuse hindamiseks on eelnevate uuringutega parimaks tunnustatud mudelitesse lisatud juhuslik efekt isa ja korrigeeritud on korduvmõõtmisi arvestava jääkdispersioonimaatriksi struktuuri (näide kasutatud programmist on toodud lisas 3).

Tunnusele Eseem hinnatud dispersioonikomponentide ja päritavuskoeffitsiendi väärtused leituna nii mõlema tõu kohta eraldi kui ka koos on kirjas tabelis 10. Tunnuse Ptiin korral oli nullist erinev isa mõjust tingitud dispersioonikomponendi hinnang vaid eesti punast tõugu lehmadel (vastav päritavuskoeffitsiendi väärtus  $h^2=0,758$ ).

Laktatsioonide lõikes läbi viidud analüüsidel õnnestus päritavuskoeffitsendid leida tunnusele Eseem nii esimesel kui teisel laktatsioonil (vastavalt  $h^2=0,260$  ja  $h^2=0,794$ ), kuid tunnuse Ptiin puhul vaid esimesel laktatsioonil ( $h^2=0,388$ ).

Tabel 10. Tunnuse Eseem dispersioonikomponendid ning päritavuskoeffitsent

	$\sigma_s^2$	$\sigma_e^2$	$h^2$
Tõud koos	0,00237	0,0433	0,208
Tõug EHF	0,00984	0,0379	0,825
Tõug EPK	0,00008	0,0396	0,008



Laktatsioonide ja tõugude kaupa läbi viidud analüüsidel õnnestus nullist erinev päritavuskoeffitsiendi väärtus leida vaid esimese laktatsiooni eesti holsteini tõugu lehmade uuslüksiperioodi pikkusele ( $h^2=0,244$ ).

Leitud päritavuskoeffitsientide koostõla seniste uuringutega, mille alusel lehmade sigimisnäitajate päritavus on madal, jäädes vahemikku 0-0,1 [8], on väike. Põhjuseks on eelkõige andmete vähesus ja väikene tütarde arv isa kohta. Negatiivsete ja nulliga võrduvate päritavuskoeffitsientide hinnangute võimalikule suurele esinemisele vihjab ka reaalse päritavuse väiksus [2].

## Kokkuvõte

Käesolevas töös uuriti piimalehmade tiinestumise seoseid poegimisjärgset energeetilist seisukorda iseloomustavate näitajatega ja püüti tuvastada sigimistäitajate geneetilist määratust Põlula katsefarmi andmetel 2002. aasta lõpu seisuga. Uuringu korrektseks läbi viimiseks konstrueeriti andmete struktuuri arvestav mudel ja realiseeriti see SAS-programmi protseduuri MIXED abil.

Tiinestumist iseloomustavate näitajatenä olid vaatluse all ajavahemikud poegimisest esimese seemenduseni ja poegimisest tiinestava seemenduseni. Poegimisjärgset energia-bilanssi kirjeldavate tunnustena vaadeldi karbamiidi, glükoosi, esterifitseerumata rasvhapete ning ketokehade sisaldust veres, laktatsiooni esimese 120 päeva summaarset energia suhtes korrigeeritud piimatoodangut ning kuivaine ja energia söömust, poegimisjärgset toitumishinnet ja selle langust, maksimaalset kaalulangust ja maksimaalset energiapuudujääki.

Poegimisest esimese seemenduseni kulunud päevade arvule avaldasid olulist mõju tõug, toitumishinde langus, kaalu langus ning esterifitseerumata rasvhapete ja ketokehade sisaldus veres. Poegimisest tiinestava seemenduseni kulunud päevade arvule avaldasid olulist mõju tõug, toitumishinde langus ning esterifitseerumata rasvhapete ja glükoosi sisaldus veres. Tõugude kaupa läbi viidud analüüsist ilmnas piimatoodangu ja selleks kulutatud energia koguse mõju seemendamise ajale eesti holsteini tõugu lehmadel ja söödaga saadava energia koguse mõju seemendamise ajale eesti punast tõugu lehmadel.

Paljud teistes uuringutes ilmnunud tõugudevahelised erinevused osutusid tõesteks ka antud andmestiku puhul – eesti holsteini tõugu lehmad toodavad rohkem piima, söövad rohkem, on poegimisjärgselt suuremas energiapuudujäägis ja tiinestuvad halvemini.

Pullide tütarde keskmiste näitajate vahel olid küllalt suured erinevused, aga enamjaolt võis need kanda tõu mõju arvele – sama tõugu pullide järglased olid sigimistäitajate osas suhteliselt sarnased.

Sigimistäitajate geneetilist determineeritust iseloomustavate päritavuskoeffitsientide hinnangud tulid väga ebastabiilsed, erinedes tõugude ja/või laktatsioonide kaupa läbi

viidud analüüsidest tunduvalt, paljudel juhtudel tuli päritavuskoeffitsiendi hinnanguks null. Põhjuseks on eelkõige andmete vähesus ja väikene tütarde arv isa kohta ning teiste uuringute alusel leitud sigimisinäitajate madal päritavus.

Hoolimata leitud parameetrite hinnangute ebatäpsusest ja vähesest olulisusest, sobivad antud töös välja töötatud korduvmõõtmistega andmete struktuurile vastavad mudelid ja nende realiseerimiseks SAS-is kirjutatud programmid analoogsete analüüside läbiviimiseks. Põlula katse jätkudes ja andmestiku täienedes on sama meetodikaga võimalik kindlasti saada ka täpsemaid tulemusi. Ilmselt oleks mõttekas hinnata päritavuskoeffitsiendi väärtused ka mitmetele siinses töös argumenttunnustena käsitletud ja seemenduste ajaga seotud olnud tunnustele – sellisel teel saaks vajadusel täpsustada geneetiliselt potentsiaalilt paremate sigimisinäitajatega loomade valikut. Kindlasti oleks vajalik ka erinevate sigimisinäitajate ning sigimis- ja toodangunäitajate vaheliste geneetiliste korrelatsioonide hindamine, samas tuleb aga arvestada, et taoliste mitmemõõtmeliste analüüside läbi viimiseks on vajalik veelgi suurema ja täielikuma andmestiku olemasolu.

# **Factors influencing the reproduction traits of milking cows**

**Kristel Tuisk**

## **Abstract**

In this bachelor thesis the connections between energy condition and reproduction traits of milking cows is studied. Also the degree of genetic effects on reproduction is estimated.

The animal recording data from the Põlula experimental barn belonging to the Institute of Animals Science of Estonian Agricultural University is used. Reproduction traits in the database were the length of service period and the period from calving to first insemination. Traits characterizing the energy condition were the different metabolites loads in blood, the milk production, the dry matter and energy intake, the energy balance and the body condition score.

The repeated measurements general linear models analysis are performed with SAS-program to find the statistically relevant influences. As result, the breed, loss in weight, loss in body condition score and load of non-esterified fatty acids and glyucose were statistically significant to the service period and to the period from calving to first insemination.

To estimate the heritability of reproductive traits the repeated measurements general linear mixed models analysis are performed. The influence of sires is used as genetic effect. Due to the insufficiency of data the influences of sires were nonsignificant and the estimated heritabilities were very variable, being in some analysis even negative.

## Kasutatud kirjandus

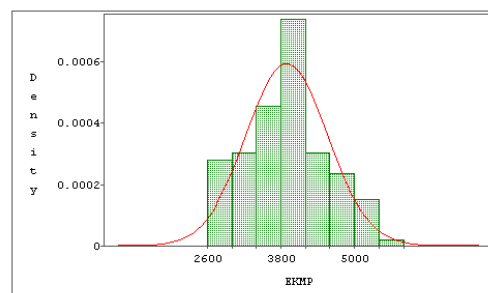
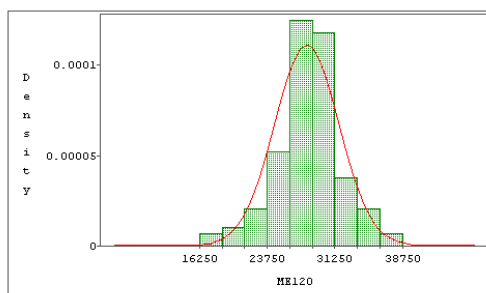
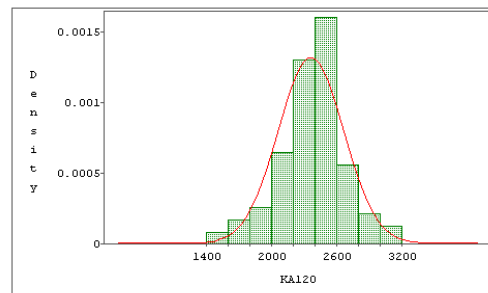
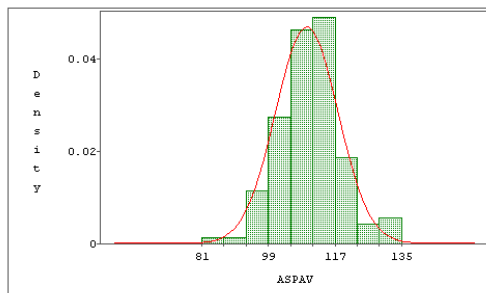
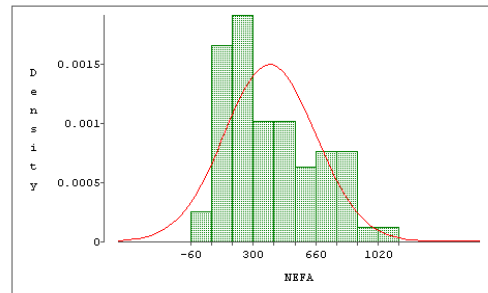
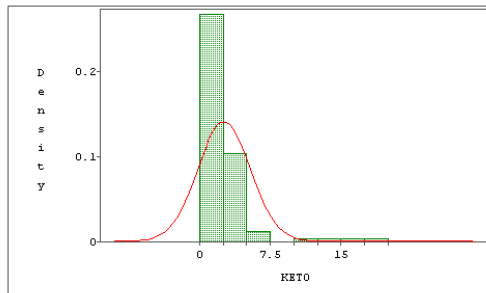
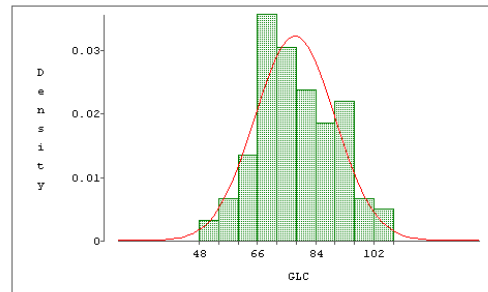
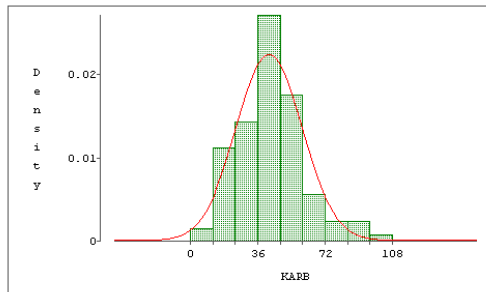
1. *Eesti Jõudluskontrolli Aastaraamat 2002*. Jõudluskontrolli Keskus, kirjastus Elmatar, 2003, lk 17.
2. Kaart, T. Probability of the estimation of heritability being negative or greater than one. *Proceedings of the 3rd Baltic Animal Breeding Conference*, Riia, 1997, lk 57-59.
3. Kaart, T. Ülevaade geneetiliste parameetrite hindamisel kasutatavatest mudelitest. *Eesti Põllumajandusülikooli Loomakasvatuseinstituudi Teadustöid* 71, Tartu, 2001, lk 52-64.
4. Käärrik, E. Statistiliste mudelite analüüs – loengumaterjalid, kevad 2003. 20. mai 2003 <<http://lepo.it.da.ut.ee/~enek/MDplaan.html>>
5. Rakendusuuring “Eesti veisetõugude maksimaalse piimajõudluse väljaselgitamine” Põlula katsefarmis. 10. mai 2003. <<http://www.eau.ee/~polulakf/>>
6. SAS Online Documentation. 10. mai 2003. <<http://www.sfu.ca/sasdoc/sashtml/onldoc.htm>>
7. Saveli, O. Lehmade sigivus ja piimatoodang. *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised* 7, Tartu, 1998, lk 97-100.
8. Saveli, O., Kaart, T. Lehmade piimajõudluse ja sigivuse päritavus. *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised* 7, Tartu, 1998, lk 101-102.
9. Teinberg, R. *Põllumajandusloomade geneetika*. Tallinn: Valgus, 1978.
10. Tiit, E.-M. Mudeli valiku probleemid – loengumaterjal, kevad 2003. 20. mai 2003. <<http://lepo.it.da.ut.ee/~enek/MudeliValikAA2ET.pdf>>
11. Tiit, E.-M. Statistiliste mudelite analüüs – loengumaterjalid, kevad 2002. 20. mai 2003. <<http://www.ms.ut.ee/oppetoo/MG/Ainepr2002.htm>>

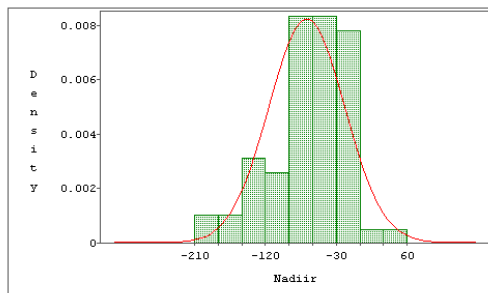
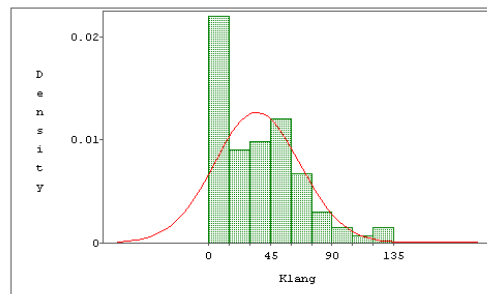
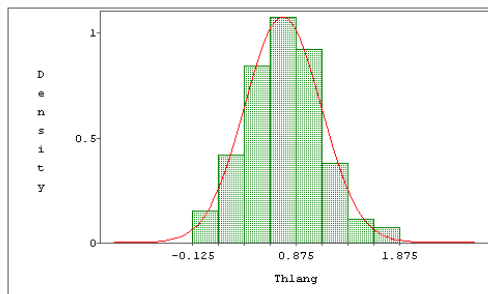
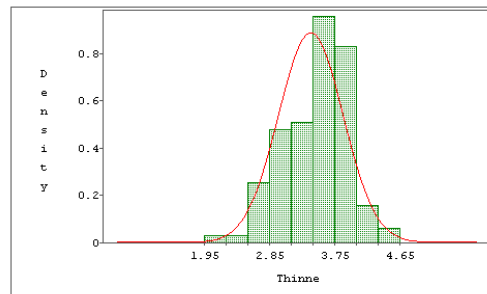
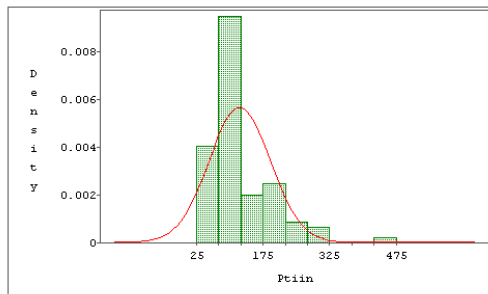
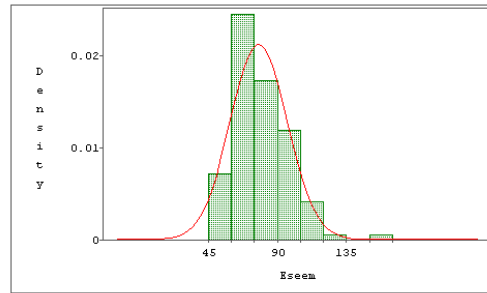
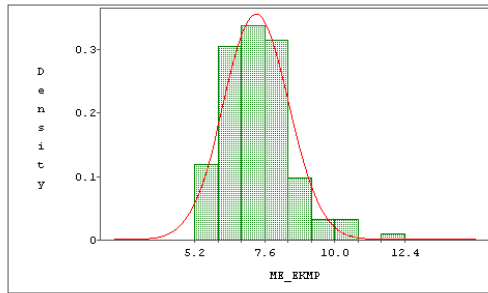
# Lisad

## Lisa 1. Vājvõte andmestikust

Laktnr	Nimi	Lehmanr	Tõug	Isa_ID	Isa_nimi	KARB	GLC	KETO	NEFA	ASPAV	KA120	ME120	EKMP	ME/EKMP	Eseem	Ptiin	Thinne	Thang	Klang	Nadiir
1	ADELE	577720	EHF	24747	Egbert	40	92,91	2,18		104	2162,91	25968,36	36444,93	7,12	53		3,5	0,75	13,80	-75,49
1	ALFA	670818	EHF	25708	Adam ET	48	74,21	1,6	230,65	102	2723,45	32781,43	4064,84	8,06	92	185	3,25	0,25	0,00	
1	AMMU	549447	EHF	65650	Nicky ET	66	89,10	1,32		119	2286,65	27356,17	4606,92	5,94	88	88	3,75	1	0,00	-82,63
2	AMMU	549447	EHF	65650	Nicky ET	20	64,47	2,2	121,58	119	3054,46	36445,36	5378,69	6,78	70		3	0,75	11,00	
1	ANJA	670812	EHF	25708	Adam ET	31	60,21	1,3	587,66	98	2442,72	29380,15	3803,92	7,72	115	115	3,25	0,5	31,20	
1	ARSI	1006100	EHF	62711	Silver	20	73,89	2,9	333,76	104	2228,88	26589,95	4072,59	6,53	65	100	3	0,5	17,60	
1	DONNA	649562	EHF	25230	Kleitus ET	31	79,08	2,05	122,77	121	2566,38	30438,65	4734,83	6,43	92	103	3,5	1	113,80	-84,41
2	DONNA	649562	EHF	25230	Kleitus ET	49	77,51	2,1	888,64	121	2605,04	30792,98	5158,39	5,97	84	213	3,25	1	32,10	
1	DOORI	584223	EHF	25706	Nils	48	94,74	1,09		114	2310,03	27631,51	2905,00	9,51	94		4	1	129,80	-23,60
1	DORTE	549450	EHF	25844	Delta R. Lutz-ET	45	69,23	1,64		122	2753,42	32959,17	4127,79	7,98	50	141	4	1	84,60	-52,20
2	DORTE	549450	EHF	25844	Delta R. Lutz-ET		67,50	2,5	114,43	122	2727,07	32656,10	5333,41	6,12	80		3,25	1	98,60	
1	GEESKE	536785	EHF	62266	Jo-Wal Cubby Metro	41	66,76	0,9		123	2531,77	30359,44	4085,72	7,43			4	1,25	58,40	-50,28
1	GRETA	549428	EHF	65650	Nicky ET	47		1,41		119	3010,84	36024,87	4614,02	7,81	97	115	3,75	1,25	63,80	-61,68
2	GRETA	549428	EHF	65650	Nicky ET	46	95,15	1,1	246,74	119	3088,72	37038,02	3996,93	9,27	64	112	2,75	0,25	30,30	
1	GRETE	647646	EHF			21	69,80	0,9	233,04	124	2446,48	28145,93	3587,04	7,85	163	312	3,5	1	78,30	-196,06
1	HAALE	565470	EPK	47028	Hansmoen 47028	54	84,32	2,86		104	2389,70	28532,82	3969,19	7,19	64	64	3,5	0,5		-43,70
2	HAALE	565470	EPK	47028	Hansmoen 47028	36	66,43	2,65	264,62	104	2289,11	27462,13	4532,86	6,06	75	95	3	0,25	23,00	
1	HALLE	565452	EPK	47028	Hansmoen 47028	33				113	1813,28	21593,78	3600,15	6,00	72	91				-27,18
2	HALLE	565452	EPK	47028	Hansmoen 47028	35	68,79	1	672,29	113	2646,32	31712,60	5160,58	6,15	98	120	3	0,25	76,60	
1	HANNA	565471	EPK	47028	Hansmoen 47028	48				97	2585,03	29947,53	2955,97	10,13	78	118				-12,07
2	HANNA	565471	EPK	47028	Hansmoen 47028	46	75,53		698,51	97	2483,39	29899,39	4509,58	6,63	57		3	0,5	25,70	
1	HANSI	565448	EPK	47028	Hansmoen 47028	68	84,31	1,26		107	2223,78	26591,90	3336,16	7,97	64	90	3,75	0,5		-33,86
2	HANSI	565448	EPK	47028	Hansmoen 47028	21	57,66	1,9	184,76	107	2573,61	30941,92	4214,73	7,34	45	89	3,5	0,5	0,00	
1	HIJU	584249	EHF	25708	Adam ET	38	82,45	1,36		105	2489,68	29846,56	3371,45	8,85	74	118	2,75	0,5		-78,69
2	HIJU	584249	EHF	25708	Adam ET	8	82,22	2,5	621,63	105	2305,10	27531,86	4641,30	5,93	82	82	3,75	1	44,30	
1	HILDA	565463	EPK	47028	Hansmoen 47028	85	85,76	3,04		107	2551,57	30144,37	3781,39	7,97	112	177	3,25	0,5		-11,79
2	HILDA	565463	EPK	47028	Hansmoen 47028	43	76,15	1,6	862,41	107	2531,93	30028,29	5266,45	5,70	69	90	3,75	1,5	6,80	
1	HOLDE	565462	EPK	47028	Hansmoen 47028	83	68,88	1,45		108	2233,98	26722,01	3682,12	7,26	85	85	3,75	1,25	17,80	-142,80

## Lisa 2. Arvtunnuste sagedushistogrammid







### Lisa 3. Programmide näidised

#### Poegimisjärgset energiabilanssi kirjeldavate argumenttunnuste mõjude analüüs

```
PROC MIXED DATA=sasuser.baka COVTEST;
WHERE l_eseem>0; /* puuduvate funktsioontunnuse väärtustega read
jätakse analüüsist välja */
CLASS lehmanr laktnr t6ug; /* klassifitseerivad argumenttunnused */
MODEL l_eseem = t6ug laktnr keto nefa karb glc aspav kal20 EKMP
me_ekmp thinne thlang klang/ SOLUTION OUTP=PRED_1;
/* antakse ette funktsioontunnus ja fikseeritud argumenttunnused;
lisavalik SOLUTION tellib fikseeritud efektide hinnangud,
OUTP=PRED_1 tulemusena kirjutatakse algandmed koos prognooside ja
prognoosivigadega faili PRED_1 */
REPEATED laktnr / SUBJECT=lehmanr TYPE=UN;
/* määratakse andmete kovariatsioonistruktuur - arvesse võetakse,
et ühel lehmal (SUBJECT=lehmanr) võib olla andmeid erinevatelt
laktatsioonidelt ja et need andmed ei ole omavahel sõltumatud
(TYPE=UN) */
RUN;

/* Järgnev vajalik jääkide tõenäosuspaberi konstrueerimiseks */

DATA p_abi_g;
SET pred_1; abi=1;
IF resid='.' THEN DELETE;
RUN;
/* protseduuri GENMOD väljundandmestikule lisatakse hiljem andmete
ühendamisel vajalik abitunnus ja kustutatakse puuduvate väärtuste
tõttu mudeli analüüsil mittekasutatud read */

PROC SORT DATA=p_abi_g; BY resid; RUN;
/* väljundandmestik sorteeritakse mudeli jääkide alusel */

PROC MEANS DATA=pred_1; VAR resid; OUTPUT OUT=p_lm n=size; RUN;
/* leitakse ja kirjutatakse väljundandmestikku jääkide (mudeli
konstrueerimisel kasutatud vaatluste arv) arv */

DATA p_abi_m; SET p_lm; abi=1; RUN;
/* lisatakse andmete ühendamisel kasutatav abitunnus */

DATA pred_2; MERGE p_abi_g p_abi_m;
BY abi;
q=probit((_n_-0.5)/size);
RUN;
/* ühendatakse protseduuride GENMOD ja MEANS väljundid abitunnuse
'abi' järgi; leitakse jääkide tõenäosuspaberi konstrueerimiseks
vajalikud standardse normaaljaotuse kvantiilid */

/* Mudeli diagnostikaks vajalike jooniste konstrueerimine */

PROC GPLOT DATA=pred_2;
PLOT q*resid; /* jääkide normaaljaotuse tõenäosuspaber */
PLOT pred*resid; /* jääkide ja prognooside hajuvusdiagramm */
run;
```

## Juhusliku efekti 'Isa\_id' ja dispersioonikomponentide hindamine

```
PROC SQL;
  /* protseduur võimaldamaks valida analüüsiks vaid soovitud
  järglaste arvuga pulle */
  CREATE TABLE WORK.baca AS
  SELECT *
  FROM sasuser.baka
  group BY isa_id
  having count(DISTINCT lehmanr) > 0;
QUIT;

PROC MIXED DATA=baca COVTEST; /* lisavaliku COVTEST tulemusel
väljastatakse lisaks dispersioonikomponentide hinnangutele ka nende
ligikaudsed standardhälbed ja olulisustõenäosused testimaks
parameetri erinevust nullist */
WHERE l_eseem>0; /* puuduvate funktsioontunnuse väärtustega read
jäetakse analüüsist välja */
CLASS lehmanr laktnr t6ug isa_id;
  /* klassifitseerivad argumenttunnused */

MODEL l_eseem = nefa karb thinne thlang klang/ SOLUTION;
  /* antakse ette funtsioontunnus ja fikseeritud argumenttunnused;
  lisavalik SOLUTION tellib fikseeritud efektide hinnangud */
RANDOM isa_id;
  /* argumenttunnust isa käsitletakse juhusliku faktorina */
REPEATED laktnr / SUBJECT=lehmanr TYPE=TOEP(2);
  /* määratakse andmete kovariatsioonistruktuur - arvesse võetakse,
  et samal lehmal tehtud mõõtmised ei ole sõltumatud, küll aga
  loetakse võrdseks jääkvarieeruvus erinevatel laktatsioonidel */
RUN;
```

**Lisa 4. Nelja ja enama järglasega pullide tütarde energeetilist seisukorda ja sigimist iseloomustavate näitajate keskmised laktatsioonide kaupa**

**Esimene laktatsioon**

ISA_ID		24747*	25706*	25708*	32683	42737	47028	49011	65190*
Tütarde arv		4	5	6	4	4	7	4	5
Eseem	<i>n</i>	4	5	6	4	4	7	4	5
	$\bar{x}$	82,00	83,80	79,67	78,25	70,00	78,00	62,00	97,20
	<i>s</i>	19,41	21,08	20,42	4,99	10,13	16,74	14,49	9,42
Ptiin	<i>n</i>	2	4	6	2	4	7	3	4
	$\bar{x}$	200,50	145,25	102,50	130,50	115,00	102,14	64,33	165,75
	<i>s</i>	156,27	34,13	47,62	74,25	60,29	36,57	16,80	49,39
KARB	<i>n</i>	4	5	6	3	3	7	2	4
	$\bar{x}$	52,75	44,40	49,50	46,67	41,67	65,00	32,00	54,50
	<i>s</i>	14,73	5,94	12,72	18,01	18,93	20,53	4,24	24,23
GLC	<i>n</i>	3	4	6	3	3	5	4	5
	$\bar{x}$	87,60	79,52	75,97	84,48	77,00	79,40	83,77	87,96
	<i>s</i>	5,16	15,75	10,52	18,59	18,29	7,61	10,71	17,66
KETO	<i>n</i>	3	3	6	3	3	5	4	5
	$\bar{x}$	1,51	7,77	2,20	2,23	2,46	1,88	2,80	1,86
	<i>s</i>	0,58	10,53	1,52	1,18	0,88	1,00	1,63	0,59
NEFA	<i>n</i>	0	0	3	1	2	0	3	2
	$\bar{x}$	-	-	302,77	260,45	102,81	-	281,91	353,13
	<i>s</i>	-	-	256,55	-	46,78	-	116,32	55,21
ASPAV	<i>n</i>	4	5	6	4	4	7	4	5
	$\bar{x}$	104,00	111,40	104,50	103,50	114,00	107,14	127,25	114,20
	<i>s</i>	0,00	4,04	4,59	4,93	11,17	5,70	5,19	1,30
KA120	<i>n</i>	4	5	6	4	4	7	4	5
	$\bar{x}$	2326,08	2290,81	2519,68	2292,34	2228,28	2293,12	2351,31	2476,47
	<i>s</i>	157,07	348,54	111,20	195,35	154,07	258,64	196,92	236,66
ME120	<i>n</i>	4	5	6	4	4	7	4	5
	$\bar{x}$	27590,41	27436,98	30259,78	27233,13	26166,62	27212,00	27904,90	29475,44
	<i>s</i>	1527,82	4121,66	1371,65	2181,95	2000,38	2889,16	2268,57	2702,25
EKMP	<i>n</i>	4	5	6	4	4	7	4	5
	$\bar{x}$	3806,57	3753,84	4010,06	3352,52	3266,73	3518,29	3600,26	3991,28
	<i>s</i>	108,24	656,83	416,92	374,00	519,69	342,00	566,27	354,40
ME/EKMP	<i>n</i>	4	5	6	4	4	7	4	5
	$\bar{x}$	7,25	7,45	7,61	8,19	8,10	7,81	7,92	7,42
	<i>s</i>	0,29	1,43	0,85	1,00	0,87	1,26	1,57	0,88
Thinne	<i>n</i>	4	5	6	4	2	5	4	5
	$\bar{x}$	3,25	3,55	3,29	3,63	3,63	3,60	4,06	3,65
	<i>s</i>	0,46	0,62	0,29	0,43	0,18	0,22	0,24	0,14
Thlang	<i>n</i>	4	5	6	4	2	5	4	5
	$\bar{x}$	0,63	0,85	0,58	0,63	0,25	0,65	0,63	0,80
	<i>s</i>	0,52	0,38	0,26	0,32	0,00	0,34	0,14	0,11
Klang	<i>n</i>	2	3	5	2	1	1	4	3
	$\bar{x}$	32,20	91,33	33,52	17,40	63,80	17,80	26,27	20,07
	<i>s</i>	26,02	37,18	34,21	24,61	-	-	33,88	34,76
Nadiir	<i>n</i>	4	5	3	4	3	7	2	4
	$\bar{x}$	-55,90	-63,39	-84,48	-48,72	-55,45	-42,34	-34,10	-102,07
	<i>s</i>	13,07	43,14	25,74	34,56	82,50	45,73	9,71	47,50

\* - eesti holsteini tõugu pullid

## Teine laktatsioon

ISA_ID		24747*	25706*	25708*	32683	42737	47028	49011	65190*
Tütarde arv		1	3	3	2	2	7	1	2
Eseem	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	74,00	64,67	103,33	64,00	93,50	68,71	103,00	87,50
	<i>s</i>	-	3,06	22,59	2,83	23,33	16,32	-	30,41
Ptiin	<i>n</i>	1	2	3	2	1	5	1	1
	$\bar{x}$	100,00	142,00	126,67	87,50	131,00	92,40	103,00	243,00
	<i>s</i>	-	110,31	38,73	9,19	-	18,58	-	-
KARB	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	40,00	27,67	18,00	38,50	31,25	38,00	48,00	25,00
	<i>s</i>	-	4,93	17,32	0,71	14,50	8,60	-	8,49
GLC	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	74,26	71,57	75,57	65,74	63,13	66,97	82,72	74,44
	<i>s</i>	-	12,05	9,65	14,40	8,06	9,53	-	10,36
KETO	<i>n</i>	1	3	3	2	2	6	1	2
	$\bar{x}$	3,70	2,10	1,60	2,55	14,68	1,77	2,70	3,25
	<i>s</i>	-	0,75	0,85	0,07	1,52	0,56	-	2,19
NEFA	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	282,50	527,66	242,57	489,02	807,88	583,57	681,23	330,48
	<i>s</i>	-	301,49	328,47	222,94	393,20	267,63	-	140,34
ASPAV	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	104,00	112,00	105,00	102,00	109,00	107,14	131,00	115,00
	<i>s</i>	-	4,36	0,00	5,66	5,66	5,70	-	0,00
KA120	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	2703,71	2689,33	2604,26	2221,35	1874,51	2533,36	2570,35	2378,01
	<i>s</i>	-	226,00	313,37	93,97	127,19	140,36	-	159,91
ME120	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	32465,74	32453,89	31254,83	26865,75	22438,59	30363,18	30447,66	28887,11
	<i>s</i>	-	2683,13	3866,17	941,99	1845,23	1698,31	-	2014,07
EKMP	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	4870,00	4684,25	4491,71	3983,12	3650,22	4666,44	4565,27	4767,36
	<i>s</i>	-	931,09	513,86	75,53	146,25	396,73	-	45,64
ME/EKMP	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	6,67	7,04	7,00	6,75	6,14	6,54	6,67	6,06
	<i>s</i>	-	0,85	1,00	0,36	0,26	0,60	-	0,36
Thinne	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	3,25	3,00	3,17	3,25	3,88	3,21	3,25	3,13
	<i>s</i>	-	0,87	0,52	0,35	0,88	0,30	-	0,53
Thlang	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	0,75	0,83	0,75	0,88	1,13	0,54	0	0,63
	<i>s</i>	-	0,29	0,25	0,18	0,88	0,44	-	0,53
Klang	<i>n</i>	1	3	3	2	2	7	1	2
	$\bar{x}$	59,30	36,13	24,53	36,60	66,30	22,56	36,00	14,95
	<i>s</i>	-	14,29	22,53	51,76	92,63	26,48	-	20,29

\* - eesti holsteini tõugu pullid