

Tarukaalude andmeanalüüs 2021  
Eesti Mesindusprogramm 2020-2022  
Sigmar Naudi, MSc

## Sisukord

1. Sissejuhatus.....	3
2. Metoodika.....	4
2.1. Tarukaalude spetsifikatsioon.....	4
2.1.1 Tarukaalude asukohad .....	5
3. Tulemused.....	8
3.1. Temperatuur eri piirkondades .....	8
3.1.1. Temperatuur ja kaalutõus.....	9
3.1.2. Keskmine taruväline suhteline õhuniiskus piirkonniti.....	10
3.1.2.1 Õhuniiskus ja kaalutõus .....	11
3.2. Netokaal .....	13
3.2.1 Keskmine netotõus piirkonniti .....	14
3.2.2. Keskmine netokaal maakonniti .....	15
3.2.3. Keskmine netotõus suvekuude lõikes .....	16
3.3 Maksimaalne netotõus päevas.....	20
Kokkuvõte.....	21

## 1. Sissejuhatus

Meemesilased ja mesindus kannavad Eesti põllumajanduses ja majanduses olulist rolli. Meemesilaste stressifaktoritest räägitakse tänapäeval palju, küll aga on vähem selgitatud meemesilaste korjekäitumist muutavas põllumajanduslikus maastikus. Näiteks vajavad detailset, regioonispetsiifilist lähenemist küsimused, mis on seotud ilmastikutingimuste ning geograafilise asukohaga, soodustades nii mesilasperede arengut. Sealjuures aitaks mesilasperede kasv sümbioosina suurendada ja paranda nii meetoodangut kui tolmeldamisteenust, mille läbi tekib kasu üldsusele. Nende parameetrite eristamine ja analüüsimine annab hea väljundi mõistmaks, milliseid mullastikutüüpe on soodne kasutada mesilasperede paigutamisel või teisalt, millised temperatuurid on taimede nektari eritamisele soodsad ja millised mitte. Läbi nektari erituse suureneb ka mesilasperede kaal ning seejuures aitaks selline teave ka mesinikel oma tegevusi paremini planeerida.

Käesoleva analüüsi eesmärgiks on analüüsida Eesti erinevates piirkondades asetsevate tarukaalude abil mesilastarude kaalumutusi vastavalt hooajale ning selgitada, missugused parameetrid seda enim mõjutavad.

## 2. Metoodika

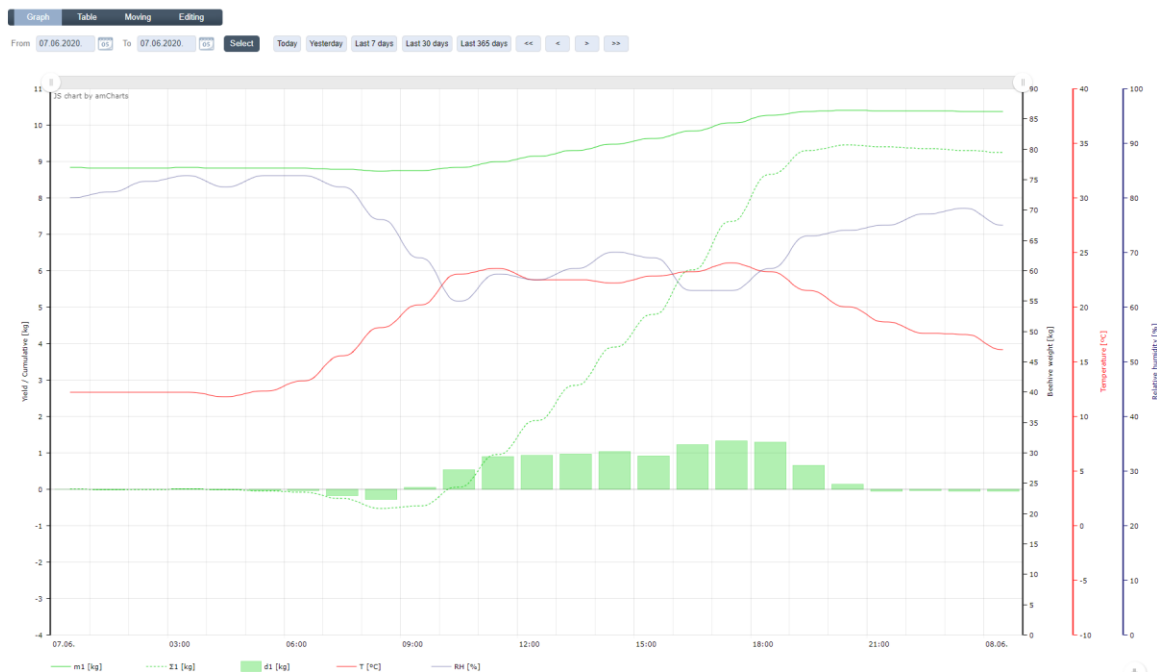
### 2.1. Tarukaalude spetsifikatsioon

Mesindusprogrammi 2019-2022 raames kasutatakse Horvaatia tootja Micro EL d.o.o. tarukaale, mille nimeks on XLOG *beehive scale* (Joonis 1). Tarukaalud on täisautomaatsed ning mõeldud korpustarude all kasutamiseks. Info edastatakse läbi sisseehitatud sim-kaardi, SMS/GPRS kaudu internetiprogrammi, mis automaatselt esitab need graafikute kujul ja on kergesti eksporditavad Microsoft Excelisse (Joonis 2). Andmed edastatakse korra päevas (10 grammi täpsusega) ning on lihtsasti jälgitavad. Kaalud on vastupidava roostevabast terasest konstruktsiooniga ning ilmastikukindlad (mõõtmega 410 mm \* 360 mm \* 80 mm) – sisse ehitatud aku kestvuseks on tootja poolt lubatud kümme aastat. Kaalud taluvad kuni 200 kilogrammist raskust, mis on vajalik täpsete tulemuste ja analüüsi saamiseks. Tarukaal on kasutajasõbralik ning ei vaja lisakülastusi peale kaalu installeerimist ning tehase garantiiks antakse kaks aastat.

Tarukaalude mõõtespekter on lai, kuid Eestis asuvate kaalude mõõtefunktsioonide juures lähtusime peamistest: taru kogukaal, kumulatiivne kasv, päeva/tunni kasv, miinimum-maksimum temperatuur, keskmine temperatuur ning keskmine päevane niiskus. Lisaks nimetatutele on lisatasu eest võimalik juurde soetada veel seadmeid, mis teotavad näiteks tuule kiiruse mõõtmist kui ka sademete hulka – kuid leidsime, et need ei ole nii olulised.



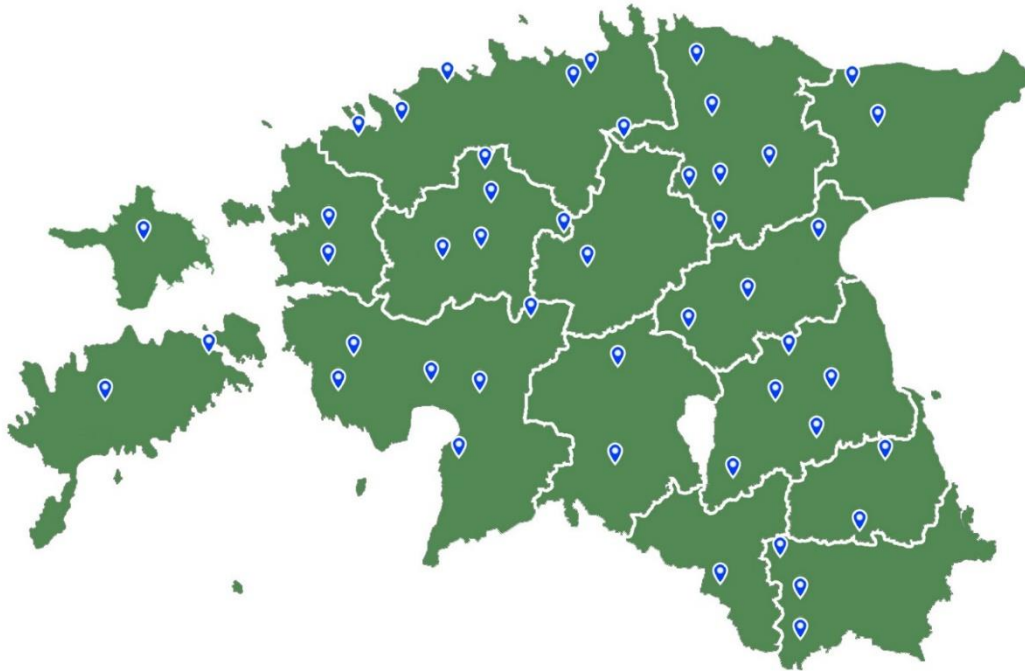
Joonis 1. Mesindusprogrammi raames kasutatavad tarukaalud (XLOG beehive scale) (tootja koduleheküljel).



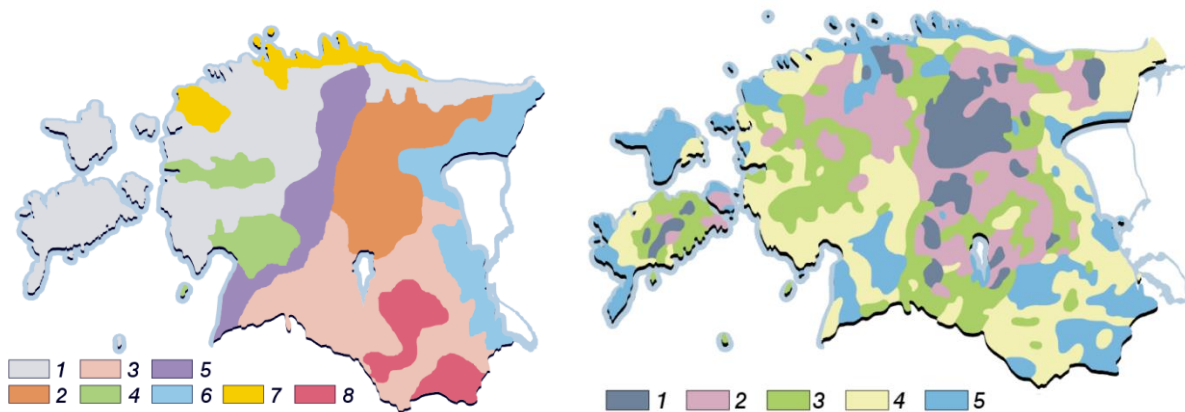
Joonis 2. Tarukaalust tulnud info, millest on loodud lugejale informatiivne graafik. Roheline joon näitab taru kogukaalu. Sinine joon on niiskuse jaoks, punane joon näitab välistemperatuuri ja tulbad, mis jooksevad lineaarselt, näitavad kumulatiivset hetkekasvu (ühe tunni lõikes) (tootja koduleheküljel).

### 2.1.1 Tarukaalude asukohad

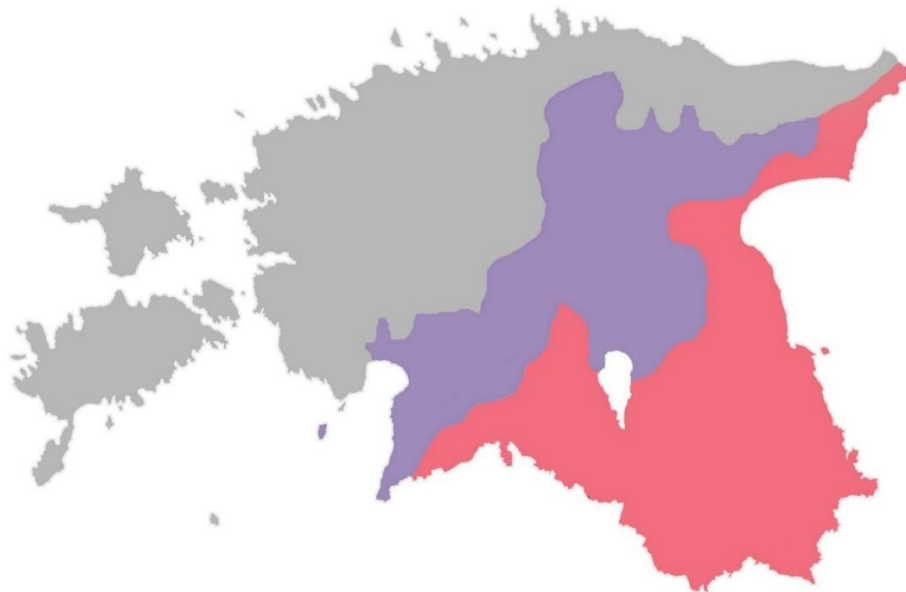
2020. aastal paigaldati Eesti erinevatesse piirkondadesse kokku 47 kaalu (Joonis 3). Kaalude paigutamisel lähtuti asukoha ligipääsust ja mesinike koostöövõimalustest – suur osa Eesti pindalast on kaetud soode ja metsaga, kus mesilasperesid ei asetse. Samuti ei olnud osad sobiva kohaga mesinikud aldis koostööd tegema. Asukohtade ühtlaseks jagunemiseks lähtuti võimalikult täpselt Eesti mullastikuvaldkondadest (Joonis 4), mis võimaldaks tulevikus, kui tulemuste valim on suurem ja kui kaalud on töötanud pikema perioodi vältel, luua konkreetseid seoseid mullastikuvaldkondade, saagikuse ning korjetingimuste vahel. Selleks jagati Eesti kolmeks eri piirkonnaks: Lääne-Eesti, Kesk-Eesti ning Lõuna-Eesti just vastavalt joonisel 4 toodud mullastikuvaldkondadele (Joonis 5).



Joonis 3. Eestisse paigaldatud tarukaalude asukohad.



Joonis 4. Vasakul Eesti mullastikuvaldkonnad. 1 tüüpiliste kamar-karbonaatmuldade valdkond, 2 leostunud ja leetunud kamar-karbonaatmuldade valdkond, 3 kamar-leetmuldade valdkond, 4 kamar-glei- ja lammimuldade valdkond, 5 Vahe-Eesti leet- ja soomuldade valdkond, 6 Peipsi-äärne leet-, soostunud leet- ja soomuldade valdkond, 7 põhjaranniku kiviste leetmuldade valdkond, 8 erodeeritud muldade valdkond. Paremal Põllumuldade viljakus. Põllumuldade keskmine boniteet (100-punktilises süsteemis): 1 kõrge (üle 55 punkti), 2 üle keskmise (50-55), 3 keskmine (45-50), 4 alla keskmise (40-15), 5 madal (alla 40) (<http://entsyklopeedia.ee/>)

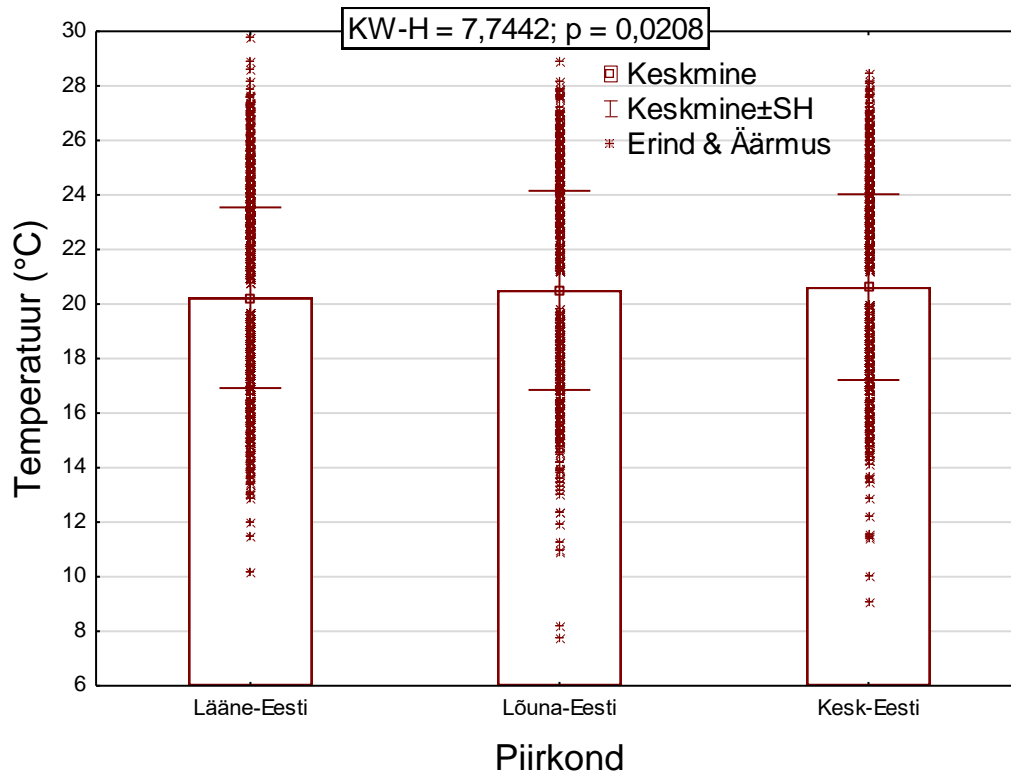


*Joonis 5. Selleks et leida tulevikus seoseid mullastiku ja korje vahel, jagasime Eesti kolmeks eri piirkonnaks. Halli ala sisse jääb statistlist analüüsi tehes Lääne-Eesti, lilla osa sisse jääb Kesk-Eesti ja punase osa sisse jääb Lõuna-Eesti tarukaalud.*

### 3. Tulemused

#### 3.1. Temperatuur eri piirkondades

Piirkondade analüüsimise juures on arvestatud meetodikas toodud mullastikutüüpide kaarti (Joonis 4) ning Eesti jaotatust kolme piirkonna vahel (Joonis 5). Tarukaalude teise hooaja mõõtmise ajal oli ilmastik kevadel vihmane, suve esimene pool väga kuum ja suve teine pool peegeldas Eesti tavapärast suve, kus oli nii vihma kui ka päikest korraga. Kui vaadata tarukaalude andmeid eri piirkondade lõikes, siis temperatuurid paljuski kattuvad (Joonis 6). Kesk-Eesti oli kõige soojemaks piirkonnaks (20,6 °C), sellele järgnes Lõuna-Eesti (20,5 °C) ning ca 0,3 °C võrra jäi Lõuna-Eestist maha Lääne-Eesti, kus hooaja keskmiseks temperatuuriks oli 20,2 °C. Antud parameetrite vahel leiti ka statistiliselt olulised erinevused ( $p < 0,05$ ). Kui vaadata miinimume ja maksimume, siis Lääne-Eestis oli maksimaalseks temperatuuriks 29,8 °C, kõige madalamaks temperatuuriks 10,2 °C, Lõuna-Eestis oli maksimaalseks temperatuuriks 28,9 °C ja minimaalseks 7,8 °C ning Kesk-Eesti temperatuurideks oli vastavalt 28,5 °C ja 9,1 °C (Joonis 6).

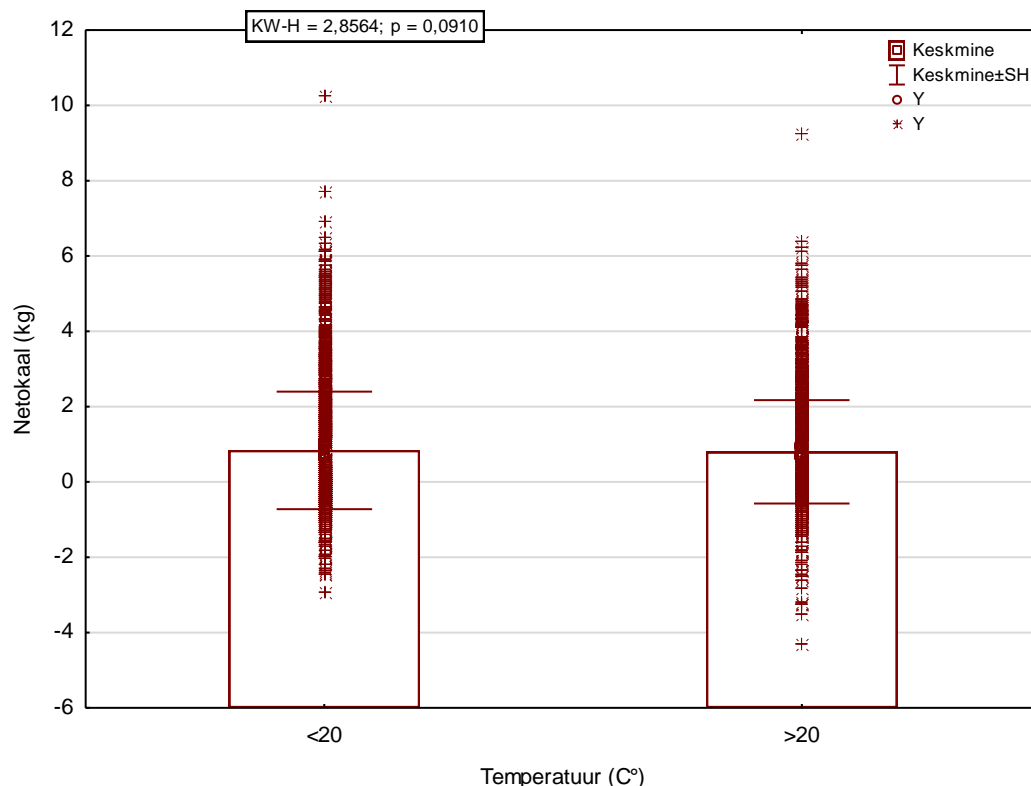


Joonis 6. Hooaja keskmised temperatuurid eri Eesti piirkondades. Joonisel tulbad peegeldavad keskmist, vurrud standardhälvet ning tärn tähistab kaalude erindeid ja äärmusi (outliers and extremes).



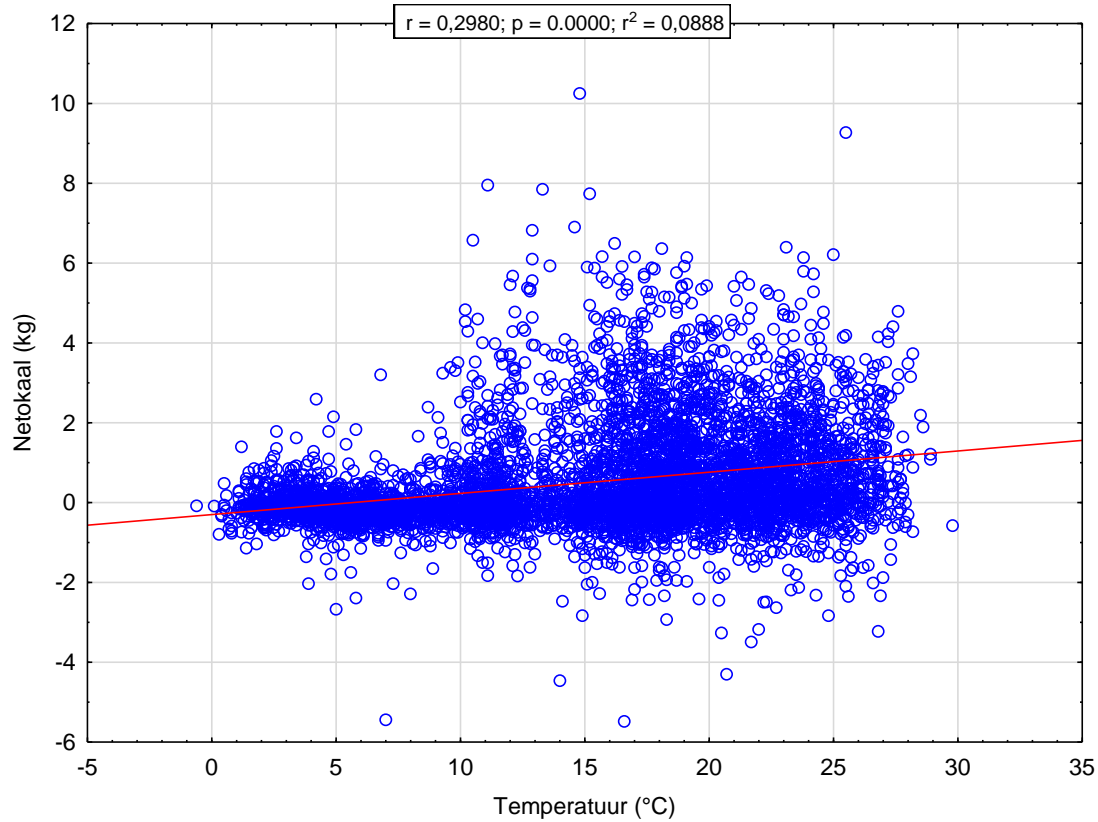
### 3.1.1. Temperatuur ja kaalutõus

Kaalumuutus ei sõltunud sellest, kui soe oli antud perioodi ilm ( $p > 0,05$ ) (joonis 7). Kui temperatuur oli üle 20 °C, tõusid kaalud keskmiselt 0,83 kilogrammi päevas, kui temperatuur jäi aga alla 20 °C, mõõtsid kaalupered ligikaudu 0,79 kilogrammi plussi päevas.



Joonis 7. Kaalumuutus vastavalt temperatuuridele. Joonisel tulbad peegeldavad keskmist, vurrud standardhälvet ning tärn tähistab kaalude erindeid ja äärmusi (outliers and extremes).

Selleks, et leida seoseid temperatuuri ja kaalumuutuste vahel, kasutasime regressioonimudelit, millest selgub, et kaalude tõus on suhteliselt võrdne, vaatamata sellele, kas on külmem või soojem temperatuur. 2021. hooajal oli rekordsaak just madala temperatuuriga päeval, kui päevane keskmine oli 14,8 °C, mõõtis üks kaal 10,25 kilogrammi juurdekasvu. Huvitaval kombel, umbes sama temperatuuri juures mõõtis üks tarukaal ka ligikaudu 4-kilogrammise kaalukao (Joonis 8). regressioonanalüüsi tulemusest nähtub, alla 10 kraadise õhutemperatuuri korral on samuti võimalik saavutada taru kaalu tõus, kuigi see jääb väikeseks, ja enamikel juhtudel on see siiski negatiivne. Kõik üle 10-kraadised temperatuurid võimaldavad samuti nii positiivset kui negatiivset kaalumuutust.

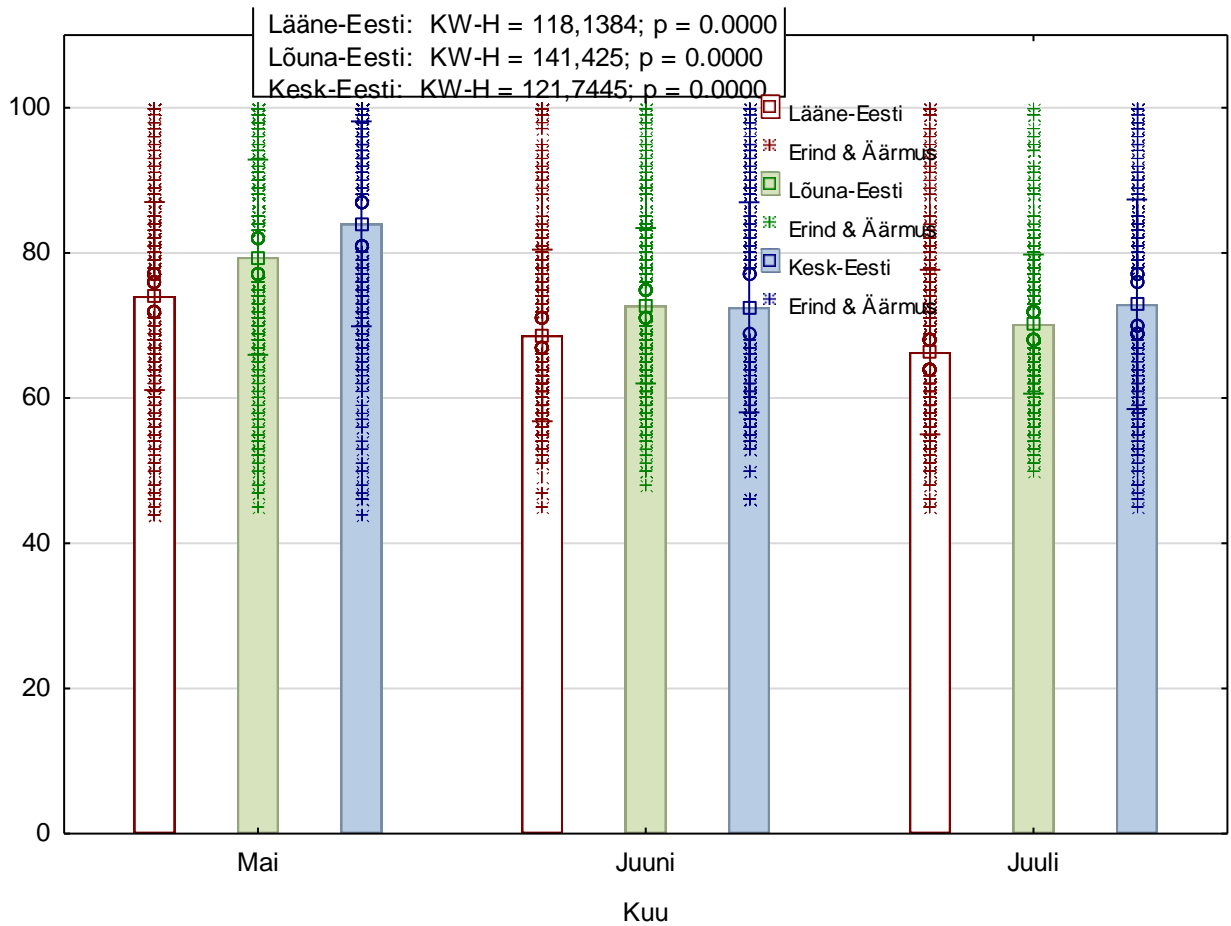


Joonis 8. Korrelatsioonanalüüsi tulemus leidmaks seoseid temperatuuri ja kaalumuutuse vahel.

### 3.1.2. Keskmise taruväline suhteline õhuniiskus piirkonniti

Keskmine suhteline õhuniiskus oli Lääne-Eestis ja Kesk-Eestis 79,6% ja Lõuna-Eesti taruväline suhteline õhuniiskus 78,3%. Lääne-Eesti ja Kesk-Eesti kõige madalam taruväline õhuniiskus oli 47% ja Lõuna-Eestis oli selleks 44%. Taruvälise suhtelise õhuniiskuse ja piirkondade vahel leiti

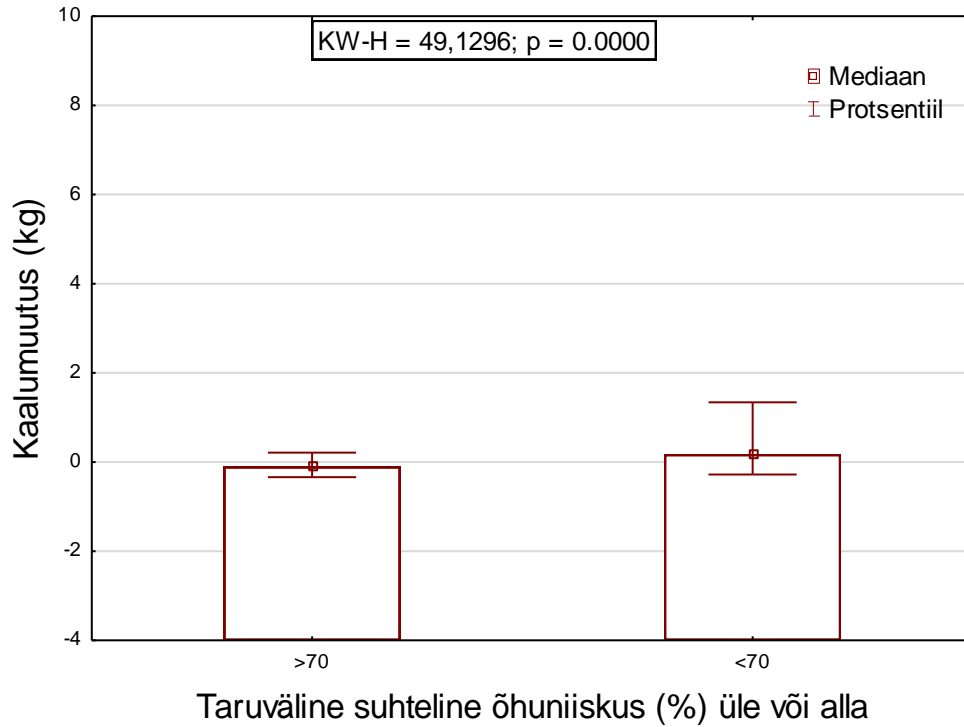
statistiliselt oluline erinevus ( $p < 0,05$ ) (Joonis 9).



Joonis 9. Taruväline suhteline õhuniiskus piirkonniti. Joonisel tulbad peegeldavad keskmist, vurrud standardhälvet ning tärn tähistab kaalude erindeid ja äärmusi (outliers and extremes).

### 3.1.2.1 Õhuniiskus ja kaalutõus

Kui taruväline suhteline niiskusprotsent oli alla 70 %, tõusid kaalud keskmiselt 0,66 kilogrammi, kui niiskusprotsent oli üle 70 %, olid mesilaspered pigem elatuskorjel ning suurenesid 0,05 kilogrammi võrra (Joonis 10). Regressioonimudel aga näitab, et nii positiivset kui negatiivset kaalumuutust esines kõikide õhuniiskuste juures, kuid mudel ise näitab negatiivset sõltuvust (joonis 11). Näiteks isegi üle 90% õhuniiskuse juures esines osadel tarudel nektarikorjet. Üldiselt oli positiivseid kaalumuutusi kaugelt rohkem kui negatiivseid. Suurim kaalukadu oli veidi üle 5 kg ning suurim kaalutõus üle 10 kg. Taolised kaalumuutused esinesid pigem keskmiste õhuniiskuste juures.



Joonis 10. kaalumuutus sõltuvalt suhtelisest õhuniiskusest. Joonisel tulbad peegeldavad mediaani, vurrud aga protsentiili.

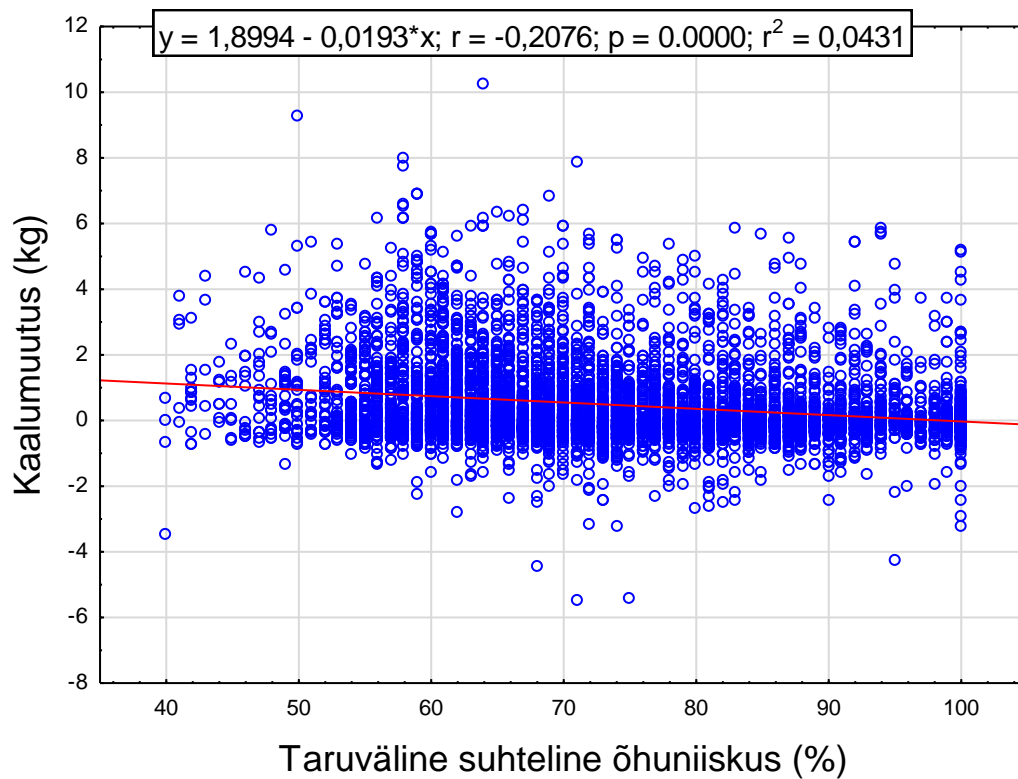
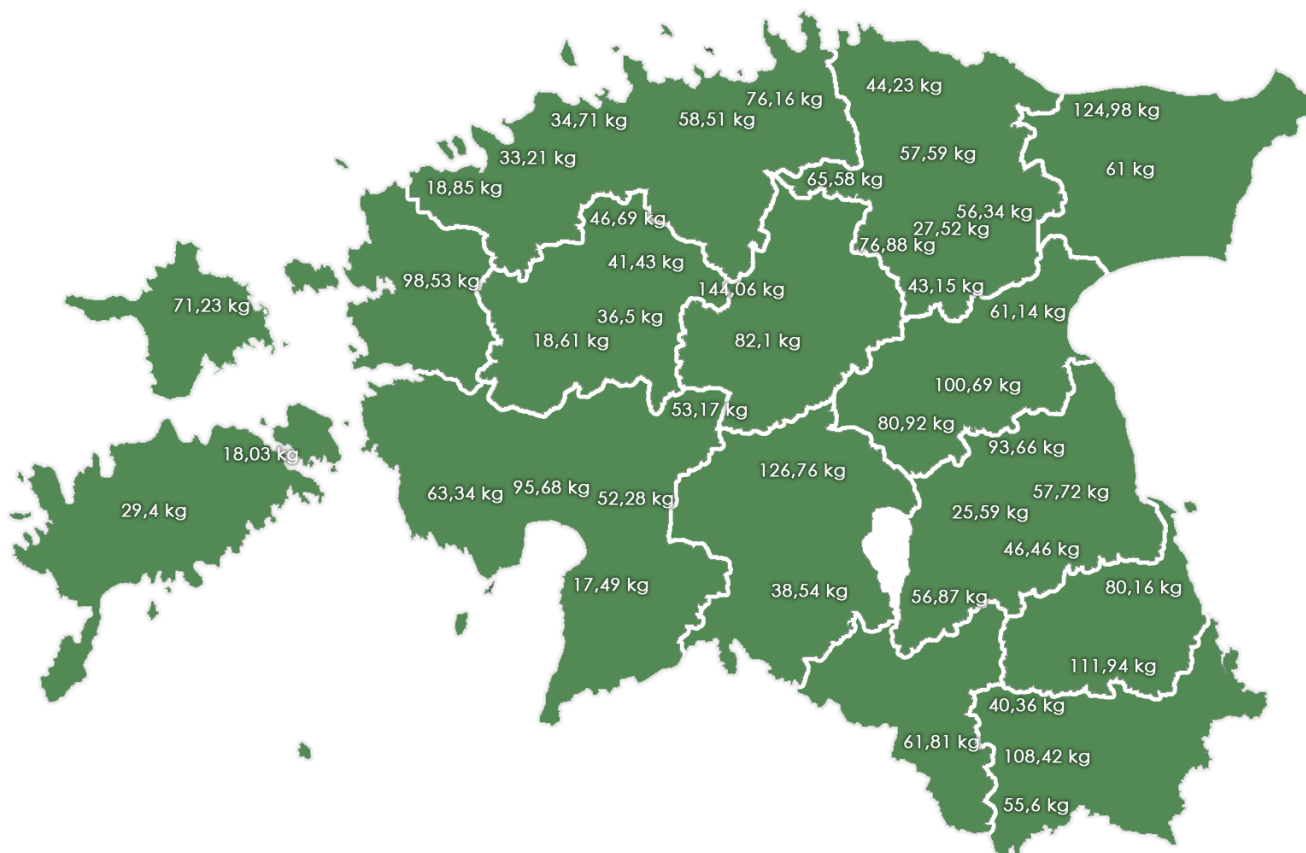


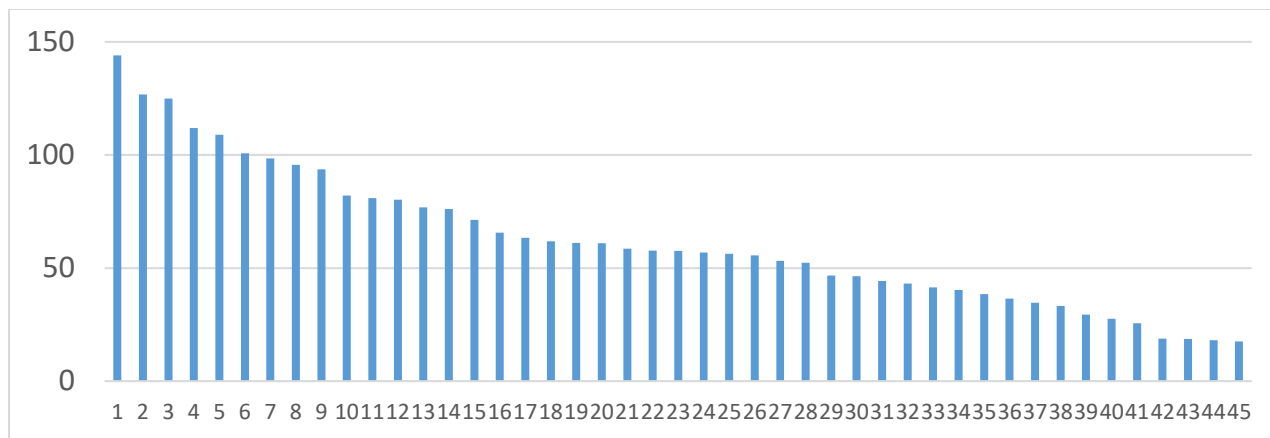
Figure 11. Korrelatsioonanalüüsi tulemus leidmaks seoseid kaalumuutuse ja taruvälise õhuniiskuse vahel.

### 3.2. Netokaal

Tarukaalude netotõus hooaja lõpuks oli kõigi kaalude peale kokku keskmiselt 62 kilogrammi. (Joonis 12). Netokaalu juures on juba välja arvestatud kõik muutuvad tegurid (nektarist niiskuse välja töötlemine, mesilaste kadu jms.). Maksimaalselt suutis üks kaal mõõta ligikaudu 144 kilogrammi. Sellel hooajal oli kõige väiksem saagikus 17,5 kilogrammi. Kokku suutis üle 100 kilogrammi mõõta kuus kaalu ja neli kaalu sellel hooajal suutsid mõõta alla 20. kilogrammi.



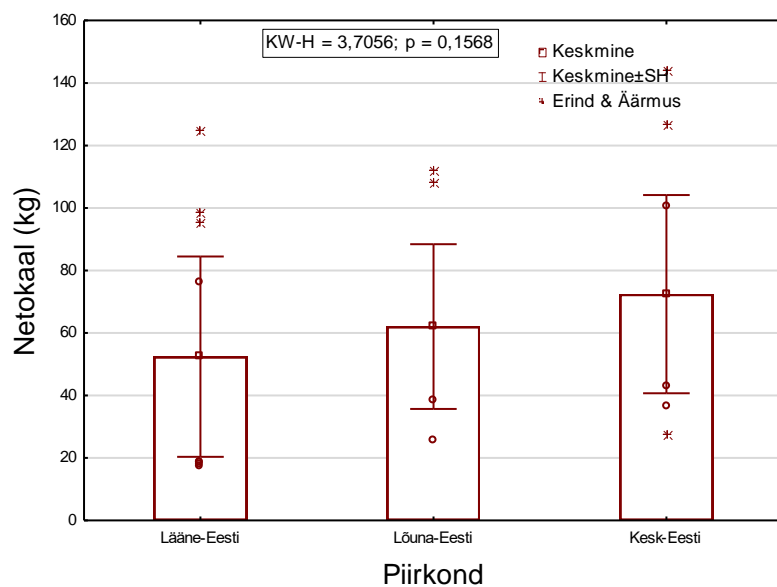
Joonis 12. Netokaal 2021. hooajal. Netokaalu juures on arvestatud perioodi (puhastuslend-esimene söötmine).



Joonis 13. Netokaal 2021. hooajal. Iga sinine tulp peegeldab ühte taru ning on toodud esile kahanevas järjekorras.

### 3.2.1 Keskmine netotõus piirkonniti

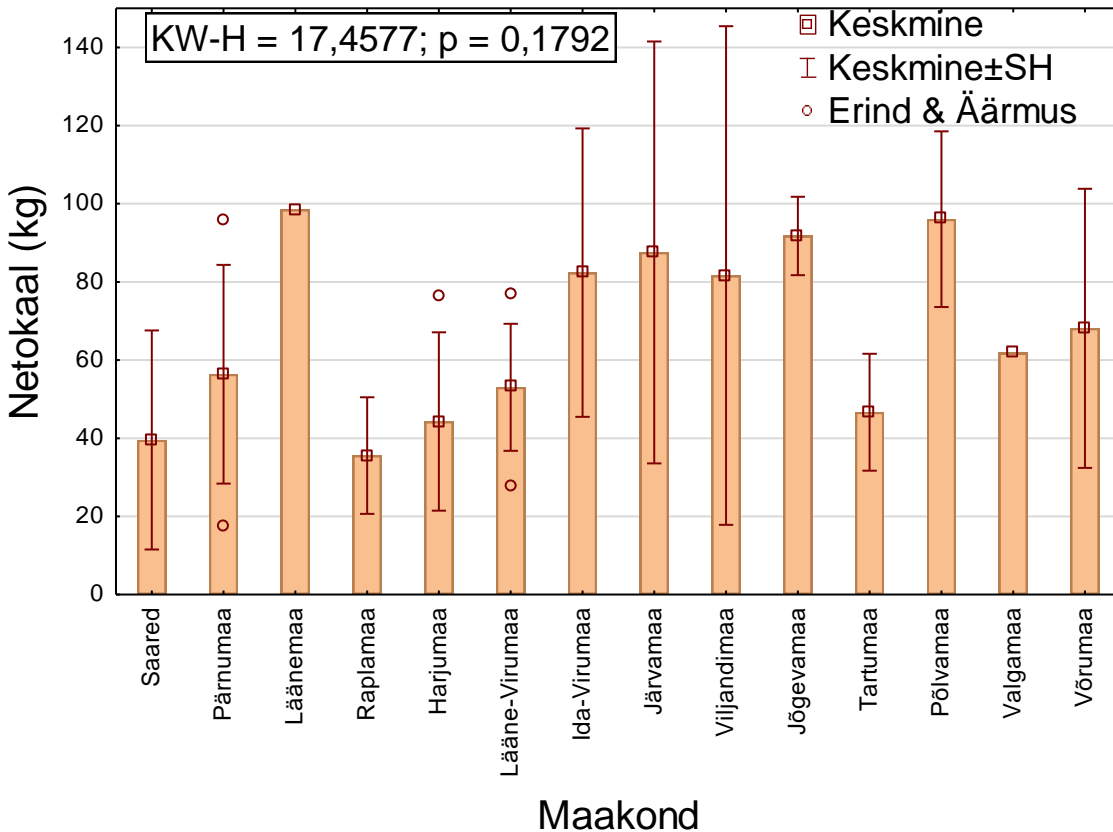
2021. hooajal oli keskmiselt kõige suurema netotõusuga Kesk-Eesti, milleks oli 72,4 kilogrammi, sellele järgnesid Lõuna-Eesti 62 kilogrammiga ning Lääne-Eesti, kus keskmine tõus oli 52,4 kilogrammi terve hooaja peale (Joonis 14). Kesk-Eesti maksimaalseks netokaaluks oli 144 kilogrammi, Lõuna-Eesti maksimum netokaaluks oli 112 kilogrammi ning Lääne-Eesti maksimumiks 125 kilogrammi. Lääne-Eesti minimaalseks netokaaluks oli aga 17,5 kilogrammi, Kesk-Eestis oli selleks 27,5 kilogrammi ja Lõuna-Eestis oli minimaalseks netokaaluks 25,6 kilogrammi. Netotõusu ja piirkondade vahel ei leitud statistiliselt olulist erinevust ( $p > 0,05$ ).



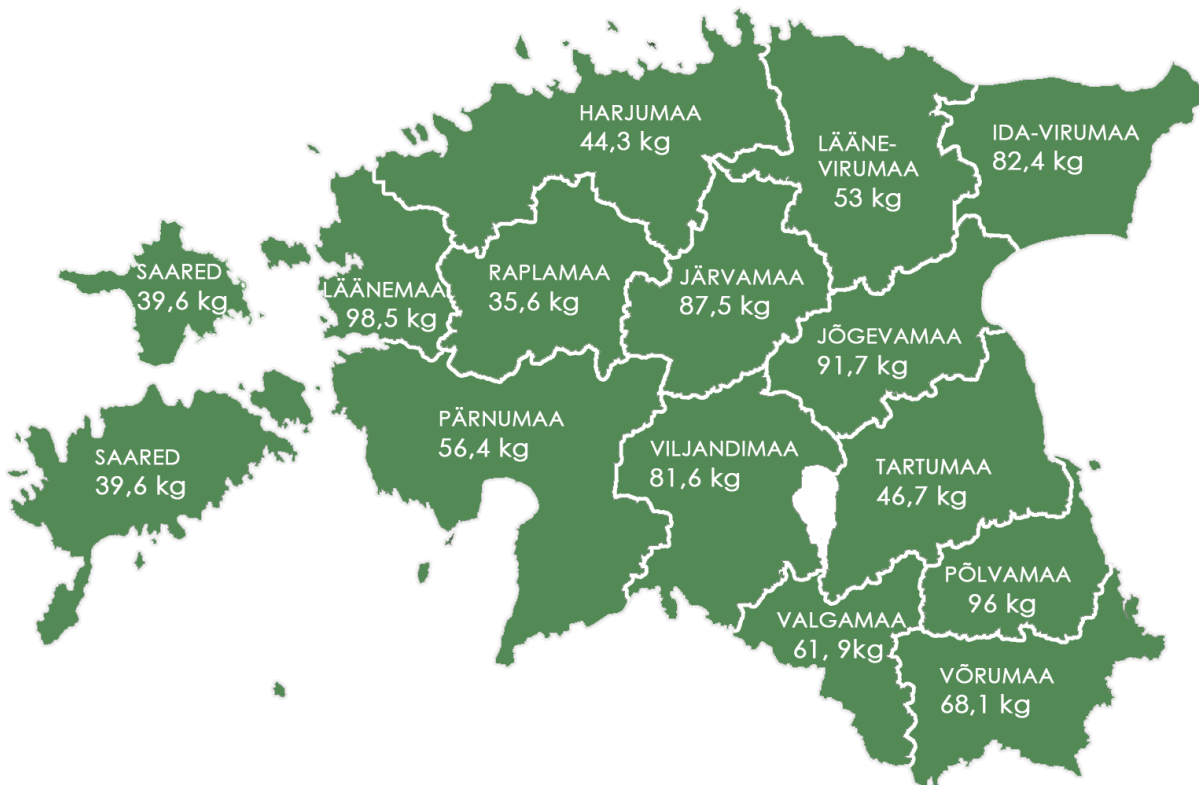
Joonis 14. Keskmine netokaal eri piirkondades. Joonisel tulbad peegeldavad keskmist, vurrud standardhälvet ning tärm tähistab kaalude erindeid ja äärmusi (outliers and extremes).

### 3.2.2. Keskmise netokaal maakonniti

Keskmine netokaal maakonniti varieerus, kaalu ja maakondade vahel puudus statistiliselt oluline erinevus ( $p > 0,05$ ). Kõige suurema netokaaluga oli Läänemaa, kus netokaal oli keskmiselt 98,5 kilogrammi, sellele järgnes Põlvamaa 96,05 kilogrammiga ning Jõgevamaa oli kolmas 91,8 kilogrammiga. Eestis peetakse selliseks üldiseks keskmiseks saagiks 50 kilogrammi mesilaspere kohta. Kui vaadata antud tulemusi, siis kümme maakonda ületasid selle tublisti ja nelja maakonna kaalud mõõtsid 2021. hooajal ka alla viiekümne kilogrammi, nendeks olid Saared (39,5 kilogramm), Raplamaa (35,6 kilogrammi), Harjumaa (44,3 kilogrammi) ning Tartumaa (46,7 kilogrammi) (Joonis 15 ja 16).



Joonis 15. Keskmise netokaal maakondades. Joonisel tulbad peegeldavad keskmist, vurrud standardhälvet ning ring tähistab kaalude erindeid ja äärmusi (outliers and extremes).

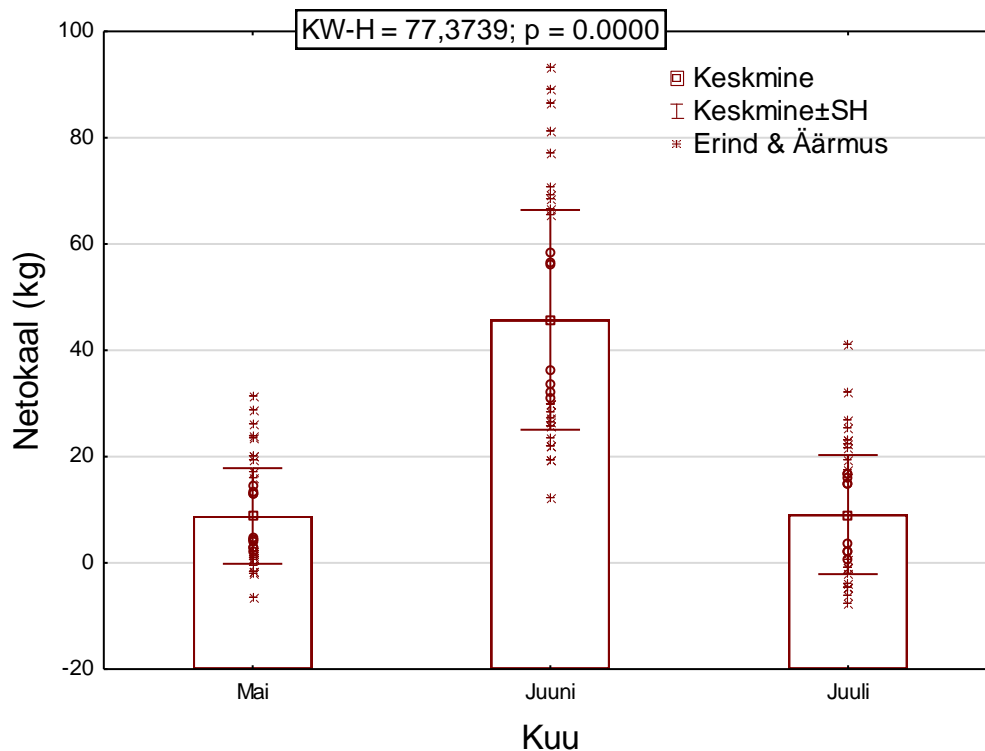


Joonis 16. Keskmine netokaal maakonniti.

### 3.2.3. Keskmine netotõus suvekuude lõikes

Juunikuu oli 2021. aastal ülekaalukalt parima korjega, mille ajal suutsid kaalud tõusta keskmiselt ligikaudu 45,7 kilogrammi. Juulikuus oli keskmine kaalutõus 9 kilogrammi ning maikuus oli keskmine kaal 8,8 kilogrammi. Rekordsaak juunis oli 93,27 kilogrammi, juulis 41,12 kilogrammi ning mais 31,49 kilogrammi. Juunis jäid minimaalsed kaalud plusspoolele, kõige väiksem oli kaalutõus 12,36 kilogrammi. Mais ja juulis aga esines ka taru kaalu vähenemist: juulis -7,5 kg ja mais -6,31 kilogrammi. Kaalutõusu ja suvekuude vahel leiti ka statistiliselt oluline erinevus ( $p < 0,05$ ) (Joonis 17).

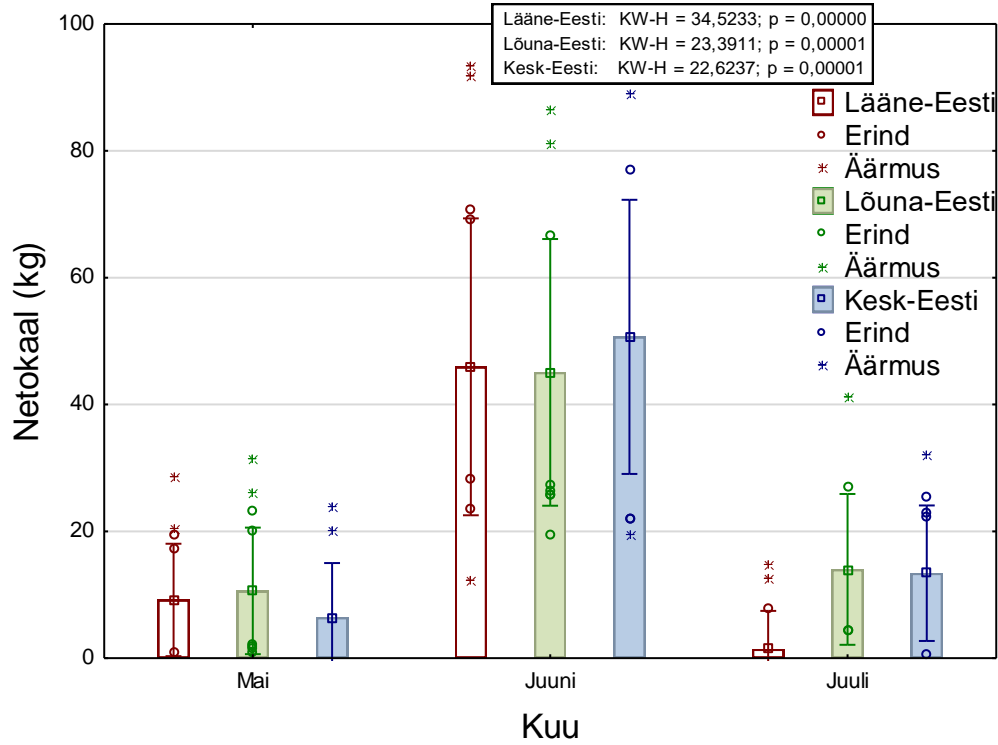




Joonis 17. Keskmine netokaal ja suvekuud.

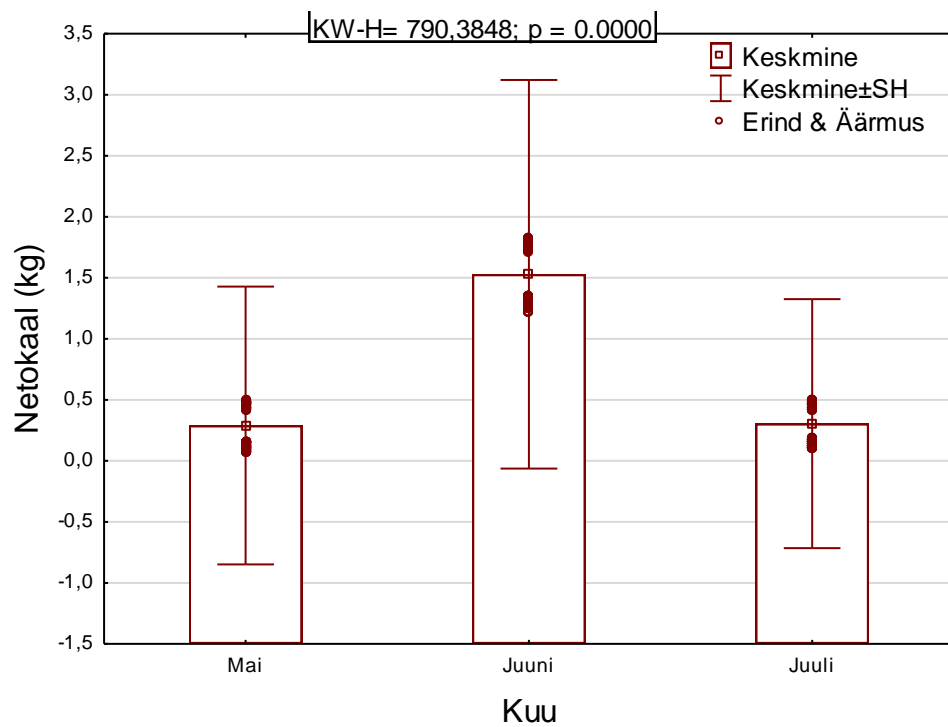
Kui eristada kolme kuud eri piirkondadega, siis kaalutrend on paljuski sarnane. Maikuus on suurima päevase keskmise tõusuga olnud Lõuna-Eesti kaalud (10,6 kg), kõige suurem tõus Lõuna-Eestis oli 31,5 kg ja kõige väiksem 1kg. Selle järgneb Lääne-Eesti, kus keskmiseks päevaseks juurdekasvuks oli 9,2 kg, kõige suurem tõus aga 28,7 kg ja kõige väiksemaks -1,71 kg. Kesk-Eesti kaalud mõõtsid selle aja jooksul kõige vähem, milleks oli keskmiselt 6,4 kg. Kõige suurem tõus Kesk-Eestis maikuus oli 24 kg ja kõige väiksem -6,3 kg. Juuni pakkus aga kõige paremat korjet, selline trend oli ka eelmisel aastal. Eelkõige on juuni esimene pool väga korjerikas (ilmselt talirapsi korje) ja järk-järgult stabiliseerub. Juunis oli kõige suurema keskmise tarude kaalu tõusuga Kesk-Eesti (50,7 kg), selle järgnes Lääne-Eesti (46 kg) ja Lõuna-Eesti 44 kilogrammi. Kesk-Eesti juunikuu maksimum ja miinimum tõus oli vastavalt 88,9 kg ja 20 kg. Lääne-Eestis aga vastavalt 93,3 kg ja 12,4 kg ning Lõuna-Eestis vastavalt 86,5 kg ja 19,4 kg. Juuli oli sarnaselt maikuule väga väikese tõusuga, kui Lääne-Eestis olid kaalud juba peamiselt elatuskorjel (1,4 kg), järgnes Kesk-Eesti (13 kg) ja Lõuna-Eesti (14 kg). Juulis oli Lääne-Eesti rekordtõusuks (14,8 kg) ja kõige vähem suutis selle aja jooksul mõõta üks tarukaalkaal (-6,25 kg). Lõuna-Eestis oli vastavateks kaaludeks (41,1 kg) ja (-4,7 kg). Kesk-Eesti juuli maksimum tõusuks oli (32 kg) ja üks tarukaal mõõtis (-7,5

kg) miinust (Joonis 18). Kaalutõusu ja suvekuude vahel leiti ka statistiliselt oluline erinevus ( $p < 0,05$ ).



Joonis 18. Netokaal suvekuude ja Eesti eri piirkondade vahel. Joonisel tulbad peegeldavad keskmist, vurrud standardhälvet ning ring tähistab kaalude erindeid ja ja tärm äärmusi (outliers and extremes).

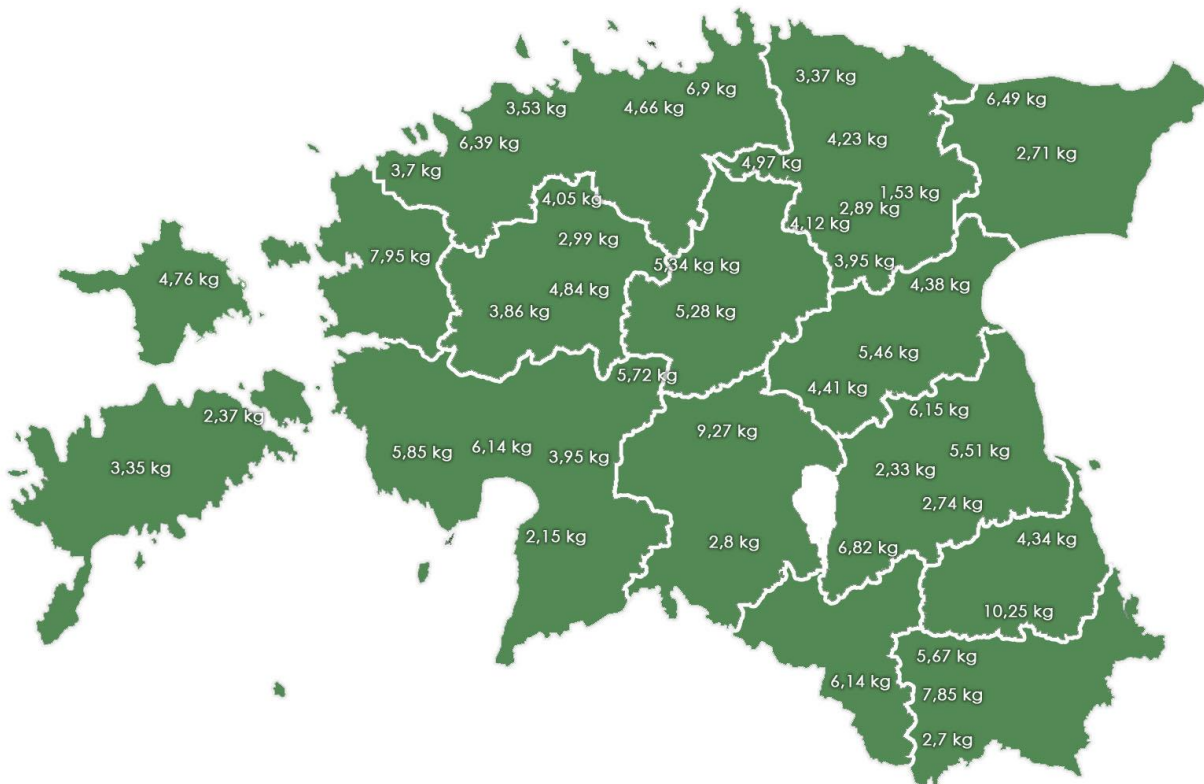
Päeva keskmine tõus oli parim juunikuus, kui kaalud mõõtsid ühel päeval keskmiselt 1,5 kg. Sellele järgnes võrdselt mai ja juuli, kus kaalud mõõtsid päevas keskmiselt (0,3 kg) plussi. Juunis kõige suurema päevaseks tõusuks oli keskmiselt (1,83 kg), ja kõige väiksemaks keskmiselt (1,23 kg). Mais oli päeva kõige suuremaks tõusuks keskmiselt (0,49 kg) ja kõige väiksemaks (0,08 kg). Juulis oli vastavateks tõusudeks (0,30 kg) ja (0,11 kg) (Joonis 19). Kaalutõusu ja suvekuude vahel leiti ka statistiliselt oluline erinevus ( $p < 0,05$ ),



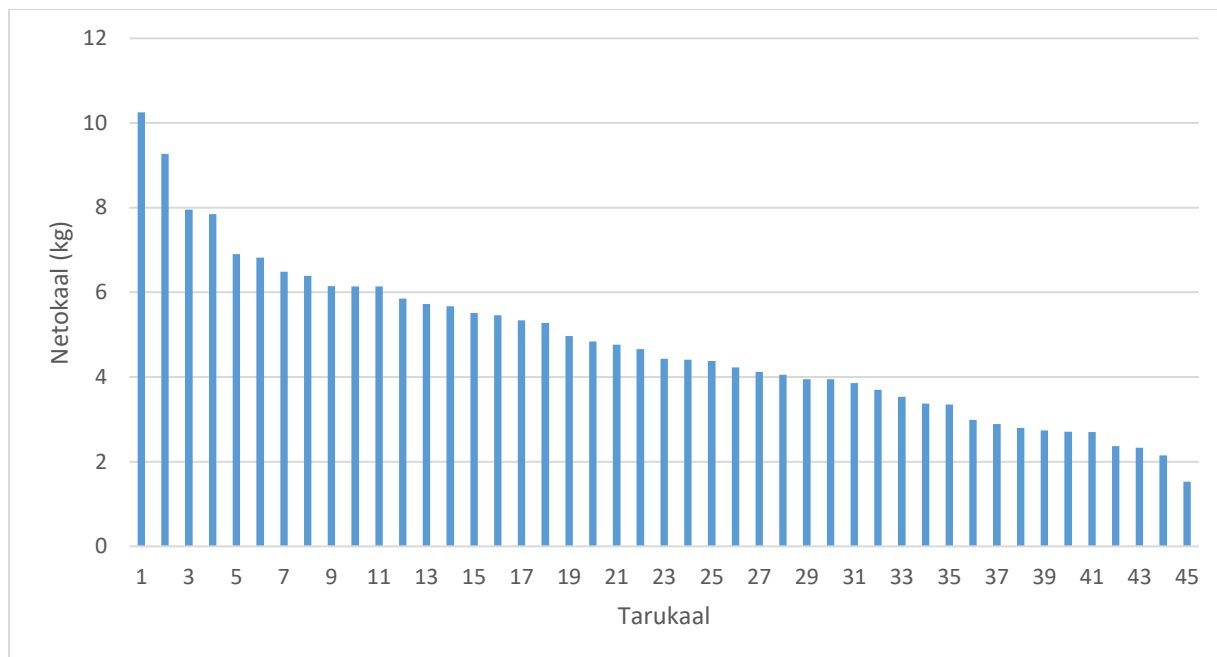
Joonis 19. Ühe päeva keskmine netokaal suvekuude vahel. Joonisel tulbad peegeldavad keskmist, vurrud standardhälvet ning ring tähistab kaalude erindeid ja äärmusi (outliers and extremes).

### 3.3 Maksimaalne netotõus päevas

Maksimaalseks netotõusuks 24h lõikes oli 10,25 kilogrammi, mille mõõtis Põlvamaa kaal. Selle järgnes 9,27 kilogrammiga Viljandimaa kaal ning kolmandaks oli 7,95 kilogrammiga Võrumaa kaal. Kõige väiksema maksimaalse netotõusuga oli üks Lääne-Virumaa kaal (1,53 kg), sellele järgnes 2,15 kilogrammiga Pärnumaa kaal ning kolmandana kõige vähem oli tõusuks ühel Saaremaa kaalul (2,37 kg). Keskmise päevane netotõus, mis tarukaalud suutsid mõõta 24 tunni jooksul oli kõigi tarukaalude peale kokku ligikaudu 4,8 kilogrammi (Joonised 20 ja 21).



Joonis 20. Maksimaalne netotõus ühes päevas.



Joonis 21. Maksimaalne netotõus päevas.

### Kokkuvõte

Suvine päevane temperatuur mõjutab meekorjet – mida kõrgem on temperatuur, seda kõrgem on ka nektarikorje. Samas on negatiivseid ja positiivseid kaalu muutuse väärtusi nii madalate kui ka kõrgete temperatuuride juures. Positiivseid kaalumuutusi esineb võrdselt erinevate temperatuuride puhul vahemikus 10-30 kraadi. Päevane suhteline õhuniiskuse ei ole samuti näitaja, mis otseselt kaalumuutust ennustaks. Kaalumuutus on mõnevõrra väiksem kõrgema õhuniiskuse korral, kuid ei ole üheselt determineeritav. Taimede nektaritootlikkus ei sõltub otseselt sama päeva sademetest ega õhuniiskusest ning seetõttu ei pruugigi päevase õhuniiskuse hindmine häid seoseid tarukaalu muutustes välja tulla. Tarude asupaik mõjutab hooajalist taru kaalu tõusu oluliselt. Kusjuures oluline ei ole mitte maakondlik jaotus, vaid mullastiku boniteet. Kesk-Eestis on ka üldistades pigem keskmise ja kõrge boniteediga mullad ning seal oli taru kaalu tõus ka kõige suurem. Lõuna-Eesti ja Lääne-Eestis on üldiselt madalama boniteediga mullad ning väiksemad taru kaalu muutused. Erinevatel kuudel olid need kolm riigisisest jaotust suhteliselt sarnaste tulemustega, kuid eriliselt kuiva ja kuuma juulikuul jooksul jäid Lääne-eesti valdavalt õhukesed ja kuivad mullad liiga kuivaks ning seetõttu nektarivaeseks.