AKTIIVIPIHATTOHEVOSTEN SYÖMISKÄYTTÄYTYMISEN ANALYYSI

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Laskennallisen tekniikan koulutusohjelma, Kandidaatintyö

2024

Hanna Vetikko

Tarkastaja: Dosentti Tuomas Eerola

Tiivistelmä

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUTin insinööritieteiden tiedekunta

Laskennallisen tekniikan koulutusohjelma

Hanna Vetikko

Aktiivipihattohevosten syömiskäyttäytymisen analyysi

Kandidaatintyö

2024

23 sivua, 5 kuvaa, 8 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Dosentti Tuomas Eerola

Avainsanat: aktiivipihatto, syömiskäyttäytyminen

Aktiivipihatot ovat vielä suhteellisen uusi hevostenpitotapa. Tutkimalla hevosten käyttäytymistä aktiivipihatossa ja vertaamalla sitä muissa elinympäristöissä saatuihin tuloksiin voidaan ymmärtää paremmin aktiivipihaton vaikutusta hevosiin. Työssä tutkittiin aktiivipihattohevosten syömiskäyttäytymistä talvella analysoimalla Harjun oppimiskeskuksen aktiivipihattohevosista kerättyä dataa. Analysoitiin suosivatko hevoset tiettyjä rehuautomaatteja tai juoma-altaita, näkyivätkö sään vaikutukset syömiskäyttäytymisessä ja vertailtin rotutyyppien välisiä eroja. Analyysin pohjalta luotiin ennustemalli hevosten käyttämälle ajalle vapaasti tarjolla olevaa olkea syöden. Syömiskäyttäytymisen analyysi suoritettiin vertailemalla datasta laskettuja tunnuslukuja ja sään vaikutusta tutkittiin korrelaatioita laskemalla. Ennustemalli toteutettiin lineaarisena regressiona pienimmän neliösumman estimointimenetelmää käyttäen. Saadut tulokset vastaavat jo olemassa oleviin tuloksiin hevosten aikabudjetista ja reagoimisesta koviin pakkasasteisiin. Lisäksi eri rehuautomaattien ja juoma-altaiden välisessä käytössä oli selkeitä eroja, eli ainakin keskimäärin hevoset suosivat tiettyjä paikkoja. Suosiota vaikuttaa selittävän eniten ruokintapaikan sijainti. Rotutyyppien välisessä vertailussa huomattiin merkittävä ero ruokintapaikoilla vietetyssä ajassa. Luodun ennustemallin selitysasteeksi saatiin 0.52. Mallia pystyisi ehkä parantamaan esimerkiksi muuttujalla, joka kuvaisi yksilön asemaa laumassa. Kaikissa saaduissa tuloksissa tulisi myös ottaa huomioon analysoidun datan suppeus.

Abstract

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

LUT School of Engineering Science

Degree Programme in Computational Engineering

Hanna Vetikko

Analysis of open barn system horses' feeding behavior

Bachelor's thesis

2024

23 pages, 5 figures, 8 tables and 1 appendice

Examiner: Associate Professor Tuomas Eerola

Keywords: open barn system, feeding behavior

Open barn systems are still a relatively new method of housing horses. By researching horses' behavior in open barn systems and comparing it with results from other housing alternatives we can gain a better understanding of the impacts of open barn systems on the horses. This study was performed by analyzing horses' feeding behavior in the winter from data collected in Harju Learning Centre's open barn systems. The goal was to determine if horses had preferences for specific feeding or drinking stations, assess how the weather influenced horses' feeding behavior, and compare different breed types. Based on the analysis, a prediction model for time spent eating freely available straw was created. The study included comparing statistical indicators obtained from the data and counting correlations between feeding durations and weather observations. The prediction model was implemented using linear regression with the least sum method. The results correspond with earlier knowledge of horses' time budget and feeding behavior in cold weather. In addition, a difference can be seen when comparing the usage of different feeding and drinking stations. This leads to the conclusion that at least on average, horses have a preference that is mostly influenced by location. When comparing breed types the clearest difference was in the time spent in feeding stations. The final prediction model has an R-squared value of 0.52. The model might improve with a variable that describes the horse's position in the herd. With all the results, the limited amount of data should be noted.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Sisällysluettelo 4

1 Johdanto 6

1.1 Työn tausta 6

1.2 Työn tavoitteet 6

1.3 Työn rakenne 7

2 Hevosten ruokinta ja aktiivipihatot 8

2.1 Hevosten ruokinta ja syömiskäyttäytyminen 8

2.2 Aktiivipihatto elinympäristönä 9

3 Ennustemallin teoria ja muodostaminen 10

3.1 Lineaarinen regressio 10

3.2 Korrelaatiokerroin ja ennustemallin arviointi 11

3.3 Ennustemalli vapaan oljen syömiselle 12

4 Tulokset 14

4.1 Data 14

4.2 Ruokintapisteet ja juoma-altaat 15

4.3 Sää ja syömiskäyttäytyminen 17

4.4 Rotutyyppien vertailua 18

4.5 Ennustemalli 18

5 Johtopäätökset 21

5.1 Ruokintapisteet ja juoma-altaat 21

5.2 Sää ja syömiskäyttäytyminen 21

5.3 Rotutyyppien vertailua 22

5.4 Ennustemalli 22

Lähdeluettelo 23

Liitteet

Liite 1 Ruokintapaikalla vietettyjen aikojen ja säähavaintojen korrelaatio

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Hevosten käytöstä tutkimalla ja siitä lisää oppimalla voidaan kehittää niille optimaalisempia elinympäristöjä, josta hyötyvät niin hevosten omistajat, hevosalanyrittäjät kuin itse hevoset. Ymmärryksellä hevosten syömistä koskevista lajityypillisistä tarpeista on suuri merkitys hevosen kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin toteutumisessa, sillä sopiva rehu ja toimivat syömisolosuhteet vaikuttavat sekä fyysiseen että henkiseen hyvinvointiin.

Aktiivipihatto elinympäristönä luo mahdollisuuden tarjota hevosille lajityypillistä laumaelämää, missä teknologiaa hyödyntämällä jokaiselle hevoselle voidaan toteuttaa yksilöllinen ruokinta. Aktiivipihatolle ominaista on rehu-automaattien hyödyntäminen. Automaatit toimivat hevosissa olevien yksilöllisten tunnisteiden perusteella, ja Harjun oppimiskeskuksen aktiivipihatoissa niiden avulla voidaan myös seurata hevosten sijaintia. (Harjun oppimiskeskus, ei julkaisupäivää)

Vielä suhteellisen uutena hevosenpitotapana aktiivipihattoa on hyvä tutkia lisää, jotta sen vaikutuksia hyvinvointiin voidaan ymmärtää paremmin. Tutkimus keskittyy käsittelemään aktiivipihattoympäristöstä kerättyä dataa liittyen hevosten syömiskäyttäytymiseen. Aktiivipihattoympäristö mahdollistaa datan keräämisen hevosia häiritsemättä ja niiden keskinäiseen toimintaan puuttumatta. Tällaista dataa hyödyntämällä voidaan tutkia monenlaisia asioita hevosten käyttäytymisestä. Aktiivipihatosta tähän menneessä tehdyissä tutkimuksissa sitä on esimerkiksi vertailtu muihin ihmisen luomiin elinympäristöihin hevosille (Kiukas, 2022) ja tutkittu sen soveltuvuutta tietyntyyppisille hevosille (Silvennoinen, 2019). Kiukas vertaa opinnäytetyössään aktiivipihattoa ja karsinatallia sekä hevosen että tallityöntekijän näkökulmasta. Hänen tutkimuksensa tukee oletusta, että aktiivipihatto lisää hevosten aktiivisuutta samalla keventäen työntekijöiden työtaakkaa. Silvennoinen (2019) tarkastelee opinnäytetyössään aktiivipihattoa urheiluhevosten tarpeiden näkökulmasta. Tutkimuksessa todetaan aktiivipihaton tarjoavan hevosille monia terveydellisiä hyötyjä, mutta samalla sen riskinä ovat esimerkiksi toisten hevosten potkuista johtuvat loukkaantumiset.

1.2 Työn tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on analysoida hevosten syömiskäyttäytymisestä aktiivipihatossa. Tavoitteeseen pääsemiseksi työn osatavoitteina on:

1. tutkia suosivatko hevoset tiettyjä heinäautomaatteja tai juoma-altaita,
2. vertailla eri rotutyyppien syömiskäyttäytymistä,

3. tutkia korrelaatioita sään ja syömiskäyttäytymisen välillä ja
4. luoda ennustemalli, joka antaa arvion ajasta, jonka hevoset päivän aikana viettävät vapaasti tarjolla olevaa olkea syöden.

Yllä mainittujen tavotteiden tuloksia pohditaan ottaen huomioon olemassa oleva tieto sekä juuri tämän aktiivipihaton ominaisuudet. Ennustemalli luodaan lineaarista regressiota hyödyntäen ja se ottaa huomioon päivän keskilämpötilan, hevosen iän ja rotutyypin.

1.3 Työn rakenne

Luvussa 2 käydään läpi hevosen lajiominaisia piirteitä syömiskäyttäytymiseen liittyen ja sen merkitystä hevosen hyvinvoinnille. Luvussa kuvataan myös tyypillistä aktiivipihattoympäristöä ja sen eroavaisuuksia muihin hevostenpitopaikkoihin. Erityisesti keskitytään aktiivipihaton keinoihin vastata hevosten lajityypillisiin tarpeisiin.

Luvussa 3 käydään läpi ennustemallin taustalla olevaa teoriaa. Lisäksi käydään läpi keinoja arvioida ennustemallia ja kuinka työssä luotu ennustemalli on muodostettu. Luvussa 4 esitellään tutkimuksessa hyödynnetty data, tutkimusympäristö ja saadut tulokset osa-alueittain. Lopulta luvussa 5 arvioidaan tuloksia ja pohditaan niiden merkitystä.

2 Hevosten ruokinta ja aktiivipihatot

Monet hevosenomistajat vaikuttavat tuskailevan hevostensa ruokinnan kanssa. Ongelmia tulee varsinkin silloin, jos hevosille halutaan tarjota laumaelämää lajityypilliset tarpeet huomioiden, mutta laumassa olevien hevosten ruokinnalliset tarpeet ovat keskenään erilaisia. Aktiivipihaton tavoitteena on tarjota mahdollisuus laumaelämään kuitenkin hevosten yksilölliset ruokinnalliset tarpeet huomioiden. Lisäksi tavoitteena on lisätä hevosten aktiivisuutta niiden ollessa aktiivipihatossa.

2.1 Hevosten ruokinta ja syömiskäyttäytyminen

Sopivalla ruokinnalla on iso merkitys hevosen hyvinvoinnille. Vääränlainen ruokinta tai liian pitkät tauot ruokintakertojen välissä voivat aiheuttaa hevoselle vakavia sairauksia. Tämä selittyy sillä, että luonnossa hevonen käyttää noin 50-70% vuorokaudesta syömiseen ja ruuan etsintään (Hevostietokeskus, 2020). Myös äkilliset muutokset ruokinnassa saattavat aiheuttaa ongelmia hevosen ruuansulatuskanavalle. Seurauksia virheellisestä ruokinnasta on esimerkiksi ähky, kaviokuume ja mahahaava, jotka pahimmillaan voivat johtaa hevosen lopettamiseen tai pitkäkestoiseen kuntoutukseen. (Huttunen, 2013) (Hevostietokeskus, 2020)

Hevosen ravinnon tulisi koostua suurimmalta osin karkearehusta, eli esimerkiksi kuiva- tai säilöheinästä, oljesta tai heinäpelleteistä ja sitä voidaan tarpeen mukaan täydentää viljoilla ja teollisilla rehuilla (Hevostietokeskus, 2020). Näillä täydennys-/väkirehuilla voidaan lisätä hevosen energian saantia ja varmistaa tarvittavien kivennäisaineiden ja vitamiinien saanti. Hevosen ruuansulatuselimistön toiminnan ja ruokinnasta syntyvien kustannusten kannalta on järkevää syöttää hyvälaatuista heinää, jolloin täydennysrehuja ei tarvita niin paljoa.

Yksi iso ongelma on hevosten lisääntynyt ylipaino, joka altistaa hevosia monille sairauksille kuten kaviokuumelle ja metaboliselle oireyhtymälle (Pulkkinen & Saukko, 2018). Lisäksi ylipaino rasittaa hevosen niveliä. Hevosen laihduttaminen voi olla haastavaa, jos hevosen hoitaja ei pysty lisäämään hevoselle sopivan liikunnan määrää tai muuttamaan ruokavaliota. Laihdutettavan hevosen ruokavaliota muuttaessa on oltava tarkka, että hevonen saa edelleen riittävästi energiaa, kivennäisaineita sekä vitamiineja (Heppalääkäri, 2018).

Tärkeä osa hevosen ruokintaa on riittävä veden saanti. Terveen aikuisen hevosen tulisi juoda useita kymmeniä litroja vettä päivässä(Hevostietokeskus, 2020). Lämpimillä keleillä veden tarve voi kasvaa hikoilun myötä, mutta myös kylmillä keleillä tulee kiinnittää huomiota hevosten riittävään juomiseen. Hevoset eivät välttämättä juo riittävästi, jos vesi on kylmää. Lisäksi kylmän veden juonti voi rankan fyysisen suorituksen jälkeen altistaa esimerkiksi ähkylle. (Kristula & McDonnel, 1994)

Ravintosisällön ja määrien lisäksi hevosten ruokinnassa tulisi ottaa huomioon myös hygieninen laatu. Vesi tulisi tarkistaa riittävän usein ja vesiastia pestä päivittäin. Heinässä ei saisi olla pölyä tai hometta. (Hevostietokeskus, 2020)

2.2 Aktiivipihatto elinympäristönä

Aktiivipihaton selkeä ero perinteiseen pihattoon verrattuna on rehuautomaattien hyödyntäminen ja erityisesti yksilöllisten tunnisteiden hyödyntäminen. Myös tavallisessa pihatossa voidaan hyödyntää automaatteja ruokinnassa, mutta niillä tarkoitetaan yleensä ajastimella toimivia ratkaisuja, jossa kaikki kyseisessä pihatossa asuvat hevoset saavat karkearehun yhtäaikaa. Aktiivipihatossa jokaiseen hevoseen kiinnitetään yksilöllinen tunniste esimerkiksi kaulapannan avulla, jolla ne saavat karkearehua automaateista tietyn ajan kerrallaan ja tietyin aikavälein. Ruokinta voidaan siten sovittaa aina kyseisen hevosen tarpeisiin sopivaksi vaikka samassa tarhassa asuisi hyvin erilaisen ravinnontarpeen omaavia yksilöitä. Lisäksi heinän syöminen pienissä kerta-annoksissa tasaisesti ympäri vuorokauden muistuttaa hevosten luontaista syömisrytmiä. Rehuautomaatit mahdollistavat myös tiheän ruokintavälin, lisäämättä työntekijöiden työmäärää. Automaatteja voidaan hyödyntää sekä karkearehun että täydennysrehujen tarjoamiseen.

Yksilöidyn ruokinnan lisäksi automaateilla pyritään lisäämään hevosten aktiivisuutta aktiivipihatossa vietetylle ajalle. Kun automaatilta saa rehuja vähän aikaa kerrallaan useita kertoja päivässä, oletetaan hevosten kiertävän eri automaateilla etsimässä ruokaa. Etuna pidetään esimerkiksi rauhallisemmin käyttäytyviä hevosia, vaikka ne olisivat olleet pidempään ihmisen toimesta liikuttamatta.

Aktiivipihatosta tehdystä opinnäytetyöstä saadut tulokset osoittavat, että vertailussa karsinatalliin hevosten paikallaan seisoen vietetyn ajan osuus on pienempi, kun taas kevyttä tai reipasta kävelyä oli enemmän (Kiukas, 2022). Tutkimuksessa ihmisen seisomiseen verrattavissa olevaa aktiivisuutta oli aktiivipihattohevosilla 44.1 %, kun karsinatallissa vastaava luku oli 50.1 %. Aktiivipihattohevosilla kevyttä kävelyä oli mitattu keskimäärin 5.2 % ja reipasta kävelyä keskimäärin 1.2 %. Aktiivipihaton tavoitteet siis toteutuvat ainakin vertailussa karsinatalliin.

3 Ennustemallin teoria ja muodostaminen

Dataa voidaan analysoida laskemalla siitä erilaisia tunnuslukuja ja toisaalta myös mallintamalla sitä. Luotua mallia voidaan käyttää kuvaamaan ilmiötä tai sillä voidaan yrittää ennustaa sen käyttäytymistä tulevaisuudessa.

3.1 Lineaarinen regressio

Lineaarisella regressiolla voidaan estimoida haluttua muuttujaa (kutsutaan jatkossa selitettäväksi muuttujaksi) selittävien muuttujien avulla. Tämän menetelmän käyttö sisältää oletuksen, että selittävän muuttujan vaihtelu aiheuttaa selitettävän muuttujan vaihtelun. Lisäksi mallin on oltava lineaarinen parametreihin nähden.

Usean muuttujan lineaarisella regressiolla (multiple linear regression) tarkoitetaan lineaarisen regression tapausta, jossa selittäviä muuttujia on useampia kuin yksi. Aiemmin mainittujen oletuksien lisäksi vaaditaan, etteivät selittävät muuttujat ole keskenään kollineaarisia. Yhden muuttujan tapaukseen verrattuna haasteita voi tulla esimerkiksi mallin graafisen esittämisen kanssa. Usean muuttujan lineaarisen regressiomalli annetaan usein muodossa:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_p x_p + e, \tag{1}$$

jossa y on selitettävä muuttuja, x_k selittävä muuttuja, β_0 vakiotermi ja β_k selittävän muuttujan kertoimia. Virhetermi e sisältää ne selitettävään muuttujaan vaikuttavat asiat, joita mallissa ei ole erikseen huomioitu.

Mallin estimointiin voidaan käyttää erilaisia menetelmiä, joista yksi on pienimmän neliösumman menetelmä (PNS) (ordinary least squares, OLS). Menetelmä perustuu havaintojen ja regressiosuoran välisen etäisyyden, eli matemaattisesti neliösumman, minimoimiseen. PSN-menetelmän ominaisuuksia on, että usean muuttujan tapauksessa estimoitu regressiopinta kulkee kaikkien muuttujien keskiarvojen kautta.(Yan & Su, 2009)

Yhden muuttujan tapauksessa derivoimalla kaavaa

$$S(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^{N} (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \tag{2}$$

saadaan kaavat parametrien laskemiseksi. Kulmakerroin saadaan kaavalla

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \overline{y})(x_i - \overline{x})}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \tag{3}$$

ja vakiotermi kaavalla

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x}. \tag{4}$$

3.2 Korrelaatiokerroin ja ennustemallin arviointi

Korrelaatiokertoimella tarkoitetaan tunnuslukua, joka kuvaa kahden muuttujan yhteisvaihtelua. Yleisesti korrelaatiokertoimesta puhuttaessa tarkoitetaan Pearsonin korrelaatiota, joka voidaan laskea kaavalla

$$r = \frac{cov(x,y)}{s_x s_y}, \tag{5}$$

jossa $cov(x,y)$ on koverianssi, s alaindeksissä näkyvän muuttujan keskihajonta. Korrelaatiokerroin voi saada arvoja väliltä -1 ja 1. Arvo 1 tarkoittaa, että muuttujien arvot kasvavat samassa suhteessa (kuva 1a) ja arvo -1, että toisen muuttujan arvojen kasvaessa toisen muuttujan arvot pienenevät. Korrelaatiokertoimen arvo 0 taas kertoo, etteivät muuttujat vaikuta toisiinsa yhtään. (Tietoarkisto, ei julkaisupäivää[a])

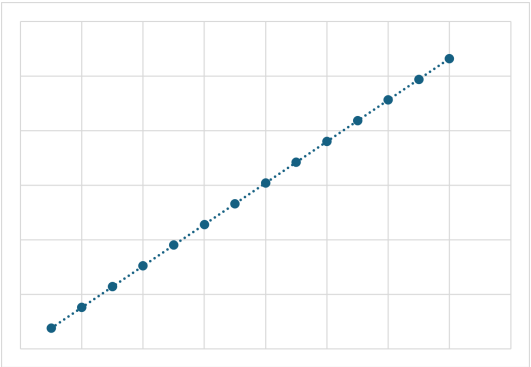
Korrelaatiokertoimen yhteydessä halutaan usein tarkastella myös sen tilastollista merkitsevyyttä, eli arvioida kuinka todennäköisesti saatu korrelaatio esiintyisi yleisemmässä tapauksessa. Esimerkiksi otoskoon ollessa pieni, voi saatu tulos olla hyvin sattumanvarainen. Tätä voidaan arvioida laskemalla p-arvo, joka kuvaa todennäköisyyttä tai riskiä sille, ettei korrelaatiota esiinny yleisemmässä tapauksessa. Raja voidaan määritellä hieman tapauskohtaisesti, mutta yleensä tulosta pidetään tilastollisesti merkitsevänä, jos p-arvo on alle 0.05. (Tietoarkisto, ei julkaisupäivää[a])

Ennustemallia voidaan arvioida laskemalla sille selitysaste R^2, joka kuvaa sitä, kuinka paljon malli selittää ilmiötä. R^2 saa arvoja väliltä $[0,1]$, jossa arvo 1 tarkoittaa mallia, joka kuvaa täysin mittaupisteitä. R^2 määritellään yhtälöllä:

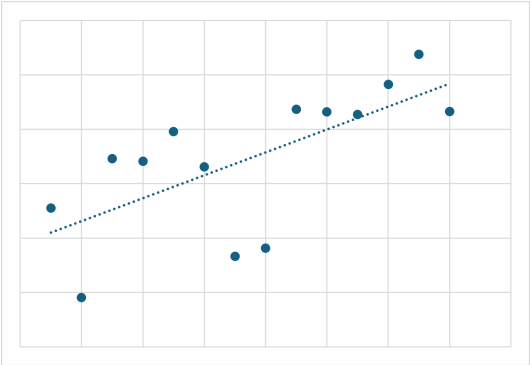
$$R^2 = \frac{SS_{Reg}}{SS_{Total}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}-\bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2} = 1 - \frac{SS_{Res}}{SS_{Total}}. \tag{6}$$

Yhtälössä SS_{Total} on koko neliösumman arvo. SS_{Reg} on neliösummaa, jonka antama arvo kertoo kuinka paljon malli kuvaa dataa. SS_{Res} taas kuvaa neliösumma, jonka arvo kertoo kuinka paljon virhettä mallissa on. Yhden muuttujan tapauksessa pätee $SS_{Total} = SS_{Reg} + SS_{Res}$.

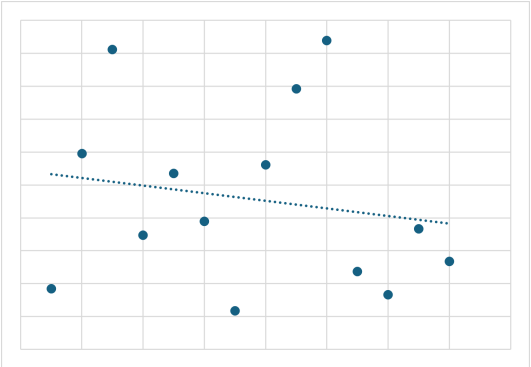
R_2 kasvaa aina muuttujia lisäämällä, eikä automaattisesti tarkoita, että malli olisi parempi. Ennustemallin tapauksessa tämä tarkoittaa, että malli saattaa kuvata hyvin dataa, jolla se on estimoitu, mutta ei kuitenkaan anna hyviä ennusteita. R^2 toimii mallien vertailussa silloin, kun selittävien muuttujien määrä on sama. (Tietoarkisto, ei julkaisupäivää[b])



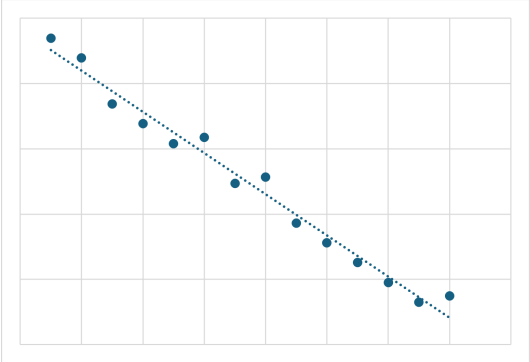
(a) $r = 1$, $R^2 = 1$



(b) $r = 0.68$, $R^2 = 0.46$



(c) $r = -0.18$, $R^2 = 0.03$



(d) r = -0.99, $R^2 = 0.98$

Kuva 1: Esimerkkejä korrelaatiokertoimen ja selitysasteen näkymisestä graafisesti

R^2 lisäksi mallia voidaan arvioida korjatulla selitysasteella (adjusted R^2), joka ottaa huomioon myös estimoitavien parametrien ja havaintojen määrän. Korjattua selitysastetta kannattaa käyttää, kun halutaan vertailla malleja keskenään. (Tietoarkisto, ei julkaisupäivää[b])

3.3 Ennustemalli vapaan oljen syömiselle

Usean muuttujan lineaariseen regressiomalliin on valittu selittävät muuttujat tarjolla olevan datan pohjalta. Selittäviksi muuttujiksi otettiin päivän keskilämpötila lukuarvona ja rotutyyppi sekä ikä indikaattorimuuttujina. Jokaisen korrelaatio on testattu vapaalla oljella vietettyä aikaa kohti ja todettu tilastollisesti merkitseväksi.

Ikä-muuttuja on jaettu kolmeen luokkaan, joista indikaattorimuuttujina nuoret (alle 8-vuotiaat) ja vanhat (yli 12-vuotiaat). Muuttuja nuori tai vanha saa arvon 1, jos ehto täyttyy. Jako ikäluokkiin on tehty korrelaation merkitsevyyden perusteella. Rotutyyppiä kuvaava indikaattorimuuttuja saa arvon 1, kun hevonen on jotain muuta rotutyyppiä kuin kylmäverinen. Esimerkki muuttujien saamista arvoista taulukossa 1.

Mallia lähdettiin muodostamaan yllä esitettyjen muuttujien kertoimia estimoimalla, sekä kokeiltiin muita erilaisia yhdistelmiä. Esimerkiksi malliin lisättiin iän ja rotutyypin indikaatto-

Taulukko 1: Esimerkki muuttujien saamista arvoista kun kyseessä on 2012 syntynyt hannover-hevonen

Nuori	Vanha	Rotutyyppi	Lämpötila
0	0	1	Päivän keskilämpötilan mukaan

reiden yhdistelmät.

4 Tulokset

4.1 Data

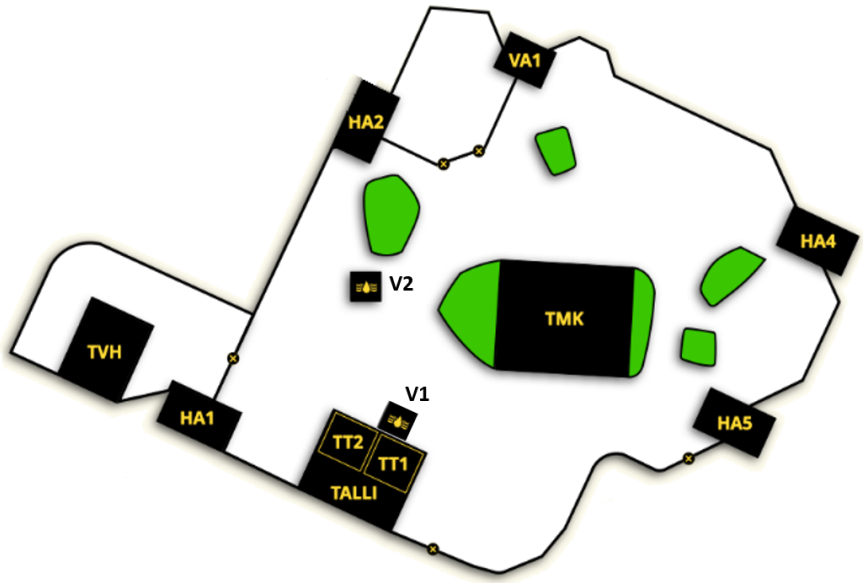
Tutkimuksessa käytettiin sijaintidataa Harjun oppimiskeskuksen aktiivipihatossa asuvasta tammalaumasta. Dataa kerättiin joulukuussa 2023 ja tammikuussa 2024 yhteensä 12 vuorokaudelta. Lisäksi ennustemallin luomiseen ja testaamiseen otettiin lisädataa huhti- ja maaliskuulta 2024 12 vuorokauden verran. Laumaan kuuluu 15 hevosta, joista 14 hevosen dataa on hyödynnetty. Hevosista on tiedossa niiden sukupuoli, syntymävuosi ja rotutyyppi (taulukko 2).

Taulukko 2: Taulukko hevosista olleista tiedoista

Syntymävuosi	Rotu
2015	Hollantilainen lämminverinen ratsuhevonen
2010	Suomenhevonen
2009	FWB
2014	Eestinhevonen
2016	FWB
2012	Hannover
2006	Hollantilainen lämminverinen ratsuhevonen
2008	Suomenhevonen
2011	Puoliverinen
2006	Suomenhevonen
2018	Suomenhevonen
2020	Suomenhevonen
2008	Suomenhevonen
2010	Suomenhevonen

Aktiivipihatto, jossa hevoset asuvat, sisältää 4 heinäautomaattia (HA), kaksi juoma-allasta (V), väkirehuautomaatin (VA1) sekä ruokintapaikan, jossa hevosille on vapaasti tarjolla olevaa olkea (TVH). Juoma-altaat ovat lämmitettyjä, joten vesi pysyy sulana kovillakin pakkasilla. Väkirehuautomaatista hevoset saavat kivennäisiä ja vitamiineja, eivätkä niinkään varsinaisia väkirehuja. Jokaisessa automaatissa on myös eräänlainen odotustila, jossa hevonen voi odottaa vuoroaan automaatin ollessa varattu. Paikkojen sijainnit esitettynä kuvassa 2 niitä vastaavilla lyhenteillä ja numeroin yksilöityinä.

Hevosten liikkumista aktiivipihatossa seurataan tunnisteilla, jotka keräävät tietoa esimerkiksi liikkumisen nopeudesta ja hevosen sijainnista. Kerätty data päivittyy reaaliajassa pilveen. Hevosille on kiinnitetty tunnisteet kaulapantoihin. Tunnisteiden toiminta perustuu Ultra Wideband -tekniikkaan (UWB-tekniikka) (Harjun oppimiskeskus, ei julkaisupäivää). Sijainti saadaan noin puolen metrin tarkkuudella. Datasta ei voida kuitenkaan päätellä milloin hevoset ovat saaneet automaateista heinää tai kivennäisiä.



Kuva 2: Aktiivipihaton kartta

Tarkastelujaksolla heinäautomaattien ja vapaan oljen paalien vaihdot on merkitty ylös. Tuloksissa ne on huomioitu vain heinäautomaatin 5 tapauksessa, jossa automaatille vaikuttaisi vaihtuneen huonommin kelvannutta heinää. Paali oli vaihdettu 31.12 ja sen jälkeen voidaan nähdä kuinka heinäautomaatilla keskimäärin vietetty aika tippuu selkeästi (kuva 3).

Säädata on ladattu Ilmatieteenlaitoksen sivuilta. Mittausasema on Virolahti, Koivuniemi. Asema sijaitsee linnuntietä noin 6 kilometrin päässä aktiivipihatolta, joten voidaan olettaa, että säätiedot ovat tarkkoja. Tutkimukseen on valittu päivittäishavaintoja jotka sisältävät päivän keskilämpötilan (°C), sademäärän (mm) ja lumen syvyyden (cm).

Tutkimuksen aikana tuli myös ilmi, että datassa saattaa olla merkittäviä epätarkkuuksia, jotka koskevat ruokintapaikoilla vietettyjä aikoja. Hevosen sijaintitietoa on kerätty eri perusteilla ja epätarkkuutta on pyritty arvioimaan vertailemalla näitä sijaintitietoja keskenään. Isoimpia vaihteluita löytyy vapaalla oljella vietetystä ajasta. Heinäautomaattien kohdalla vaihtelu on paljon tasaisempaa ja usein heittoa on vain muutamia minuutteja. Juoma-altailla tilanne on sama kuin heinäautomaateilla, mutta jo muutaman minuutin mittainen heitto merkitsee enemmän kuin heinäautomaattien tapauksessa. Epätarkkuudet eivät vaikuta eri ruokintapaikkojen suosiosta saatuihin tuloksiin eikä käyntikertojen määrään.

4.2 Ruokintapisteet ja juoma-altaat

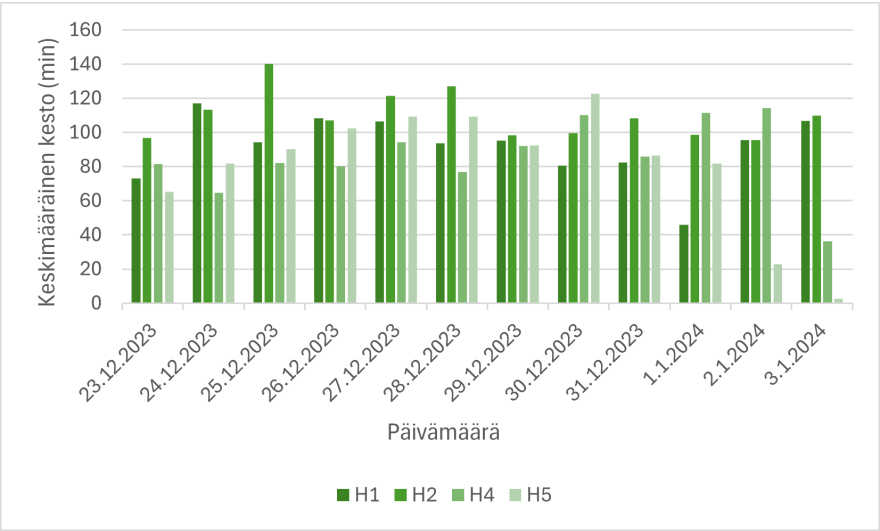
Ruokinta- ja juomapaikoilta laskettiin esimerkiksi vuorokauden aikana vietettyä aikaa, käyntikertoja ja kerrallaan kohteessa vietettyä aikaa. Tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3: Tilastoa ruokinta- ja juomapaikkojen käytöstä

	HA1	HA2	HA4	HA5	TVH	VA1	V1	V2
Keskimäärin vietetty aika (min/vrk)	92	110	86	81(97)	182	28	7	12
Käyntikertojen keskiarvo (krt/vrk)	24	22	22	17	29	12	4	8
Kerrallaan paikalla vietetyn ajan keskiarvo (min)	3	4	3	3	9	2	0.7	0.8
Vuorokaudessa vietettyjen aikojen keskihajonta	19	14	22	35	78	23	4	6

Taulukosta 3 nähdään, että vuorokaudessa automaatilla vietetyn ajan keskiarvon perusteella heinäautomaatilla 2 vietettiin eniten aikaa, kun taas heinäautomaattilla 5 vähiten. Huomioiden oletuksen, että heinäautomaatille 5 vaihtui huonommin maistuvaa heinää, lasketaan keskiarvo myös paalinvaihtoa edeltävältä ajalta. Vertaamalla tätä keskiarvoa muiden automaattien keskiarvoihin, heinäautomaatti 5 olisi toiseksi suosituin kaikista heinäautomaateista.

Taulukosta 3 nähdään myös, että heinäautomaateissa kerrallaan vietetyn ajan keskiarvot olivat varsin samoja. Odotustilassa kerrallaan vietetty aika oli keskimäärin noin yksi minuutti kaikille heinäautomaateille. Heinäautomaateille kertyi käyntikertoja yhden vuorokauden aikana kahdenkymmenen molemmin puolin. Keskimäärin käyntejä oli eniten heinäautomaatille 1. Kuvaajasta 3 nähdään, että heinäautomaattien käytössä on kuitenkin päivittäistä vaihtelua ja jokainen automaatti on ollut joskus päivän käytetyimpänä.



Kuva 3: Heinäautomaateilla vietetyn ajan päivittäiset keskimäärät

Vapaalla oljella hevoset kävivät keskimäärin 29 kertaa vuorokaudessa ja viettivät keskimää-

rin 182 minuuttia vuorokaudessa. Väkirehuautomaatilla vuorokauden keskiarvot olivat 12 käyntikertaa ja 28 minuuttia.

Vuorokaudessa vietettiin selkeästi enemmän aikaa juoma-altaalla 2 kuin juoma-altaalla 1. Lisäksi juoma-altaalla 2 käytiin keskimäärin kaksi kertaa useammin vuorokaudessa, kun juoma-altaalla 1.

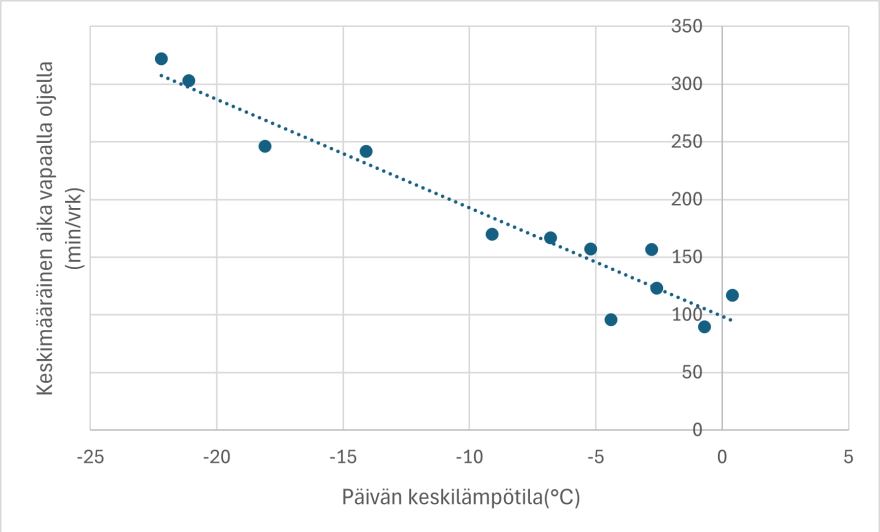
4.3 Sää ja syömiskäyttäytyminen

Säädatan päiväkohtaisia mittauksia verrattiin eri ruokintapisteissä ja juoma-altailla vietettyihin päivittäisiin keskimääriin. Heinäautomaattien kohdalla nähdään (liite 1), että HA5 vaikuttaisi korreloivan muita heinäautomaatteja merkitsevämmin keskilämpötilan kanssa. Havainto voidaan kuitenkin sivuuttaa oletuksella, että kyseessä on vain huonommin maistuneen heinäpaalin vaihdon osuminen samoille päiville kuin tarkastelujakson matalimmat lämpötilat.

Taulukko 4: Kooste tarkemmin käsiteltävistä korrelaatioista

Paikka /sääilmiö	Korrelaatiokerroin	p-arvo
TVH / keskilämpötila [°C]	-0.96	$5.19 \cdot 10^{-7}$
V1 / keskilämpötila [°C]	0.75	0.005
V2 / keskilämpötila [°C]	0.52	0.081

Merkittävin korrelaatio löytyi vapaalla oljella vietetyn ajan ja ilman keskilämpötilan välillä (kuvaaja 4). . Yksittäisillä mittaustuloksilla laskettuna korrelaatio oli kuitenkin huomattavasti pienempi (noin -0.5).



Kuva 4: Keskimäärin vapaalla oljella käytettyn ajan suhde päivän keskilämpötilaan

Molemmilla juoma-automaateilla vietetty aika korreloi positiivisesti ilman keskilämpötilan

kanssa. Kuitenkin vain juoma-automaatista 1 saatua tulosta voidaan pitää tilastollisesti merkitsevänä.

4.4 Rotutyyppien vertailua

Rotutyyppien väliltä löytyi eroja syömisen ja ruuan etsinnäksi tulkittavan ajan käyttämisessä. Tähän aikaan on laskettu mukaan väkirehuautomaatilla, heinäautomaateilla ja vapaalla oljella vietetty aika. Kylmäverisillä tämän ajan osuus koko vuorokaudesta oli noin 36 %, kun muilla rotutyypeillä vastaava aika oli 46 % eli yli 2 tuntia enemmän. Kaikesta syömiseen ja ruuan etsintään käytetystä ajasta vapaalla oljella vietetyn ajan osuus oli lähes sama kaikilla rotutyypeillä.

Taulukko 5: Rotutyyppien vertailua

	Kylmäveriset	Muut
Ruokintapaikoilla käytetty aika (min/vrk)	519	657
Vapaalla oljella käytetty aika (min/vrk)	168	200
Juoma-altailla käytetty aika (min/vrk)	18	21
Ruokintapaikoilla käytetty aika (%-vrk)	36	46
Vapaalla oljella käytetty aika (%-ruokintapaikoilla käytetystä ajasta	33	31
Kuljettu matka (km/vrk)	6.3	5.9

Päivittäin kuljettua matkaa laskemalla huomataan kuitenkin, että kylmäveriset liikkuivat keskimäärin muita rotutyyppejä enemmän, eikä pidempi syömiseen käytetty aika ole johtanut muilla rotutyypeillä enempään aktiivisuuteen.

4.5 Ennustemalli

Käytettävissä oleva data jaettiin niin, että mallin koulutukseen otettiin 252 mittaustulosta ja testaukseen 56. Lineaarinen regressiomalli on saatu Python statsmodels-kirjaston ols()-funktiota käyttämällä.

Mallia on kokeiltu muodostaa kaikkia valittuja muuttujia käyttämällä sekä yhdistämällä indikaattorimuuttujia eri tavoilla. Kaikissa tapauksissa selitysaste R^2 pysyy lähellä arvoa 0.5.

Lähtötapauksessa malli saatiin muotoon:

$$y = -30.94 + 151.11x_1 + 126.20x_2 + 64.06x_3 - 9.30x_4 \tag{7}$$

jossa on x_1 on nuori, x_2 vanha, x_3 muut ja x_4 lämpötila. Muuttujat $x_1 - x_3$ ovat indikaattorimuuttujia. Tällä mallilla selitysaste oli 0.50 ja korjattu selitysaste 0.49.

Suurin R^2 (0.53) saatiin tapauksessa, jossa yllä esitettyyn malliin lisättiin iän ja rotutyypin indikaattoreiden yhdistelmät. Myös korjattu selitysaste oli suurin, 0.52. Tämä yhtälö oli muotoa

$$y = 35.05 + 78.31x_1 + 49.72x_2 - 34.93x_3 - 9.30x_4 + 112.50x_5 + 119.40x_6 \tag{8}$$

jossa muuttujat $x_1 - x_4$ ovat samat kuin lähtötapauksen yhtälössä. x_5 on 1, jos hevonen on nuori ja rotutyypiltään muu kuin kylmäverinen ja x_6 vastaavasti vanhoille hevosille. Koko mallin merkitsevyyttä kuvaava p-arvo on $9.50 \cdot 10^{-38}$. Vain rotutyyppiä kuvaavan muuttujan estimoitu kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä riskitasolla $P < 0.05$ (taulukko6). Taulukosta 6 nähdään myös, että lämpötilamuuttujan (x_4) estimoidun kertoimen keskivirhe on selvästi muiden kertoimien keskivirheitä pienempi.

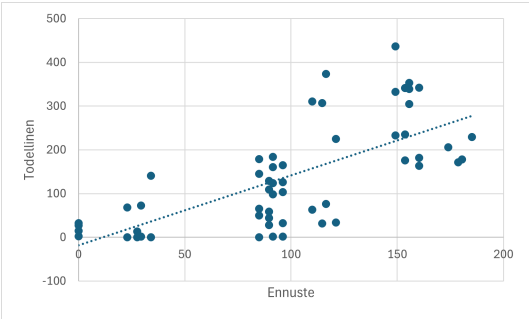
Taulukko 6: Estimoitujen kertoimien ominaisuuksia

	Estimoitu kerroin	Estimoidun kertoimen keskivirhe	t-testi suure	p-arvo
Vakiotermi	30.81	21.97	1.40	0.162
x_1	73.96	26.41	2.80	0.005
x_2	46.96	23.62	1.99	0.048
x_3	-32.73	26.40	-1.24	0.216
x_4	-9.88	0.74	-13.30	0.000
x_5	112.50	37.34	3.01	0.003
x_6	119.62	30.74	3.89	0.000

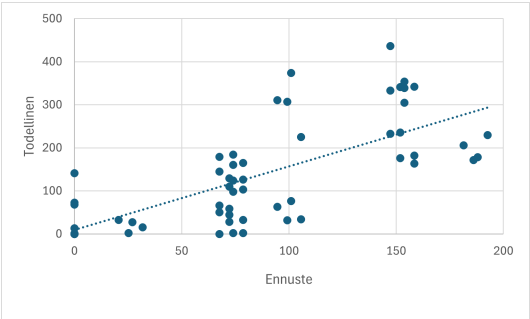
Malleja arvioitiin vertaamalla todellisia arvoja mallilla saatuihin arvoihin. Kuvassa 5 mallin antamat negatiiviset arvot on muutettu nollaksi, sillä vapaalla oljella vietetty aika ei voi olla negatiivinen.

Kuvassa 5 esitetyt kuvaajat ovat varsin samanlaiset. Kuvan 5b mallissa muutama pisterykelmä on saanut pienempiä arvoja ennusteena, mutta 150 min/vrk isommilla ennustearvoilla eroja on vaikeampi löytää. Kumpikaan malleista ei anna yli 200 min/vrk ennusteita, vaikka mittaustuloksia on useita jotka ylittävät 300 min/vrk.

Malleja luodessa sille suoritettiin myös muita testejä (tarkemmat tulokset taulukossa 7), jois-



(a) Malli lähtötapauksessa



(b) Malli parhaan R^2 tapauksessa

Kuva 5: Ennustemallin tuloksia todellisiin mittaustuloksiin verrattuna

ta nähdään esimerkiksi, ettei mallissa esinny käytännössä lainkaan autokorrelaatiota.

Taulukko 7: Muut ennustemallille tehdyt testit

Omnibus	0.093
Prob(Omnibus)	0.955
Skew	-0.029
Kurtosis	3.006
Durbin-Watson	1.983
Jarque-Bera (JB)	0.035
Prob(JB)	0.982
Cond. No	99.8

5 Johtopäätökset

Tutkimus saatiin toteutettua aika hyvin asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Isoimmaksi ongelmaksi muodostui tutkimukseen käytetyn datan vähäinen määrä, mikä vaikuttaa tuloksien merkittävyyteen.

5.1 Ruokintapisteet ja juoma-altaat

Yhtenä tavoitteena oli tutkia hevosten mieltymyksiä tiettyihin rehuautomaatteihin ja juoma-altaisiin. Tulosten perusteella päädyttiin oletukseen, että heinäautomaattien käytössä oli eroa. Juoma-altaiden käytössä ero oli vielä selkeämpi. Suosituimpien paikkojen suosion syyksi voidaan olettaa niiden sijaintia (kartta kuvassa 2). Molemmat sijaitsevat hevosille mieluisten paikkojen, vapaan oljen ja väkirehuautomaatin, välillä sekä ovat varsin avoimella paikalla. Pakoeläimenä hevonen todennäköisesti suosii paikkoja, joista sen on helppo seurata ympäristöä. Lisäksi vapaan oljen ja väkirehuautomaatin välillä liikkuessa hevoset pääsevät heinäautomaatille 2 ja juoma-altaalle 2 vaivattomasti.

Heinäautomaatilla 5 todennäköisesti paalinvaihdosta aiheutunut vietetyn ajan tippuminen haittasi hieman tutkimusta, mutta on myös kiinnostava mahdollisuus tutkia myös sitä, miten eri hevoset ovat tässä tilanteessa reagoineet. Tuloksesta voidaan havaita, että hevoset syövät niille parhaiten maistuvaa ruokaa, kun niillä on mahdollisuus valita.

Väkirehuautomaatilla keskimäärin vietetty aika (28 min/vrk) on myös kiinnostava, sillä se on selkeästi suurempi kuin mitä hevoset ovat oikeasti voineet kyseisellä automaatilla käyttää syömiseen. Tämä havainnollistaa, miten hevoset arvottavat tietyntyyppistä ruokaa. Väkirehuautomaatin voidaan ajatella tarjoavan hyvän mahdollisuuden lisätä hevosten aktiivisuutta, sijoittamalla se kauemmas muista ruokintapaikoista.

5.2 Sää ja syömiskäyttäytyminen

Vahva korrelaatio vapaalla oljella vietetyn ajan ja ilman keskilämpötilan välillä oli varsin odotettu tulos ja havainnoi hyvin yleistä käsitystä siitä, että hevoset tarvitsevat enemmän ruokaa pitääkseen itsensä lämpimänä kylmällä kelillä.

Kuitenkin huomattiin myös, että kaikilla hevosilla keskilämpötilalla ei tuntunut olevan vaikutusta vapaalla oljella vietettyyn aikaan. Todennäköinen syy on hevosten laumahierarkia, jonka takia lauman arvoasteikossa alempana olevat hevoset eivät ole välttämättä päässeet syömään vapaata olkea vaikka olisivat halunneet. Toinen mahdollinen syy on hevosten loimittaminen, jota ei ole otettu huomioon tutkimuksen tuloksissa. Loimitetulla hevosella lämpötilan kylmeneminen ei ehkä kasvata syömisen tarvetta niin paljoa kuin loimittamattomalla.

Juoma-altailla käytetyn ajan positiivinen korrelaatio sopii hyvin käsitykseen siitä, että kylmällä kelillä hevoset saattavat juoda vähemmän. Juomisen määrään pitäisi kuitenkin vaikuttaa veden lämpötila eikä lämpötila ylipäätään. Harjun oppimiskeskuksen aktiivipihatossa olevat juoma-altaat ovat lämmitettyjä, joten tätä ilmiötä ei pitäisi näkyä. Toisaalta laskettu korrelaatio oli tilastollisesti merkittävä vain juoma-altaan 1 tapauksessa,

5.3 Rotutyyppien vertailua

Kylmäveristen hevosten syömiseen ja rehun etsintään tulkittavan ajan osuus vuorokaudessa vastaa hyvin aiemman tutkimuksen tuloksia kylmässä ilmastossa elävien pihattohevosten aikabudjetista (Autio, 2008). Väitöskirjassaan Autio (2008) esittää hevosten käyttäneen noin 37% vuorokaudesta syömiseen ja juomiseen. Kun ajasta vähennetään juomiseen käytetty aika, 0.6% vuorokaudesta, ollaan hyvin samoissa lukemissa kuin aktiivipihatossa asuvien kylmäveristen kanssa. Muiden rotutyypien edustajilla vastaava aika oli huomattavasti suurempi, mikä selittyy osittain niille automaatteihin asennetuista syöttöajoista.

Vuorokauden aikana kuljettuja kilometrejä vertaamalla huomataan, että kylmäveriset olivat muita rotutyyppejä aktiivisempia, eikä ruokintapaikoilla käytetty aika viitannut aktiivisempaan liikkumiseen rehuautomaattien välillä.

5.4 Ennustemalli

Ennustemalli jäi jossain määrin epätarkaksi. Mallia olisi ehkä mahdollista parantaa, mutta siinä tapauksessa se todennäköisesti olisi toimiva vain juuri tässä tutkimuksessa käytetyille hevosille. Lisäksi ongelmia aiheuttaa tarkastelujaksolla olevien säätietojen rajallisuus, sillä suurin osa mitatuista keskilämpötiloista on nollan alapuolella.

Kun mietitään laajemmin asioita, mitkä vaikuttavat vapaalla oljella käytettyyn aikaan, tulee esille myös jo sään vaikutuksien kohdalla mainittu laumahierarkia. Tätä on yritetty sisällyttää malliin iän ja rotutyypin kautta, sillä tämän lauman tapauksessa oli huomattu nuorempien hevosten olevan todennäköisesti alempiarvoisia jäseniä laumassa. Rotutyypiltään muiden kuin kylmäveristen oli havaittu olevan usein korkeammassa asemassa. Tarkempaa olisi kuitenkin luoda esimerkiksi jonkinlaista tapaa mitata numeerisesti hevosten sosiaalisia suhteita niin, että se voitaisiin sisällyttää johonkin vastaavaan malliin.

Lähdeluettelo

Autio, E. (2008). Loose Housing of Horses in a Cold Climate. Effects on Behavior, Nutrition, Growth and Cold Resistance. Tohtorinväitöskirja. Kuopio, Suomi: Kuopion Yliopisto.

Harjun oppimiskeskus (ei julkaisupäivää). *Aktiivipihatto*. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2024-04-06]. URL: https://harjunopk.fi/hevoset/aktiivipihatto/.

Heppalääkäri (2018). *Ylipaino*. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2024-05-22]. URL: https://www.heppalaakari.fi/ylipaino/.

Hevostietokeskus (2020). [Verkkosivu]. [Viitattu: 2024-05-03]. URL: https://hevostietokeskus.fi/.

Huttunen, A. (2013). Hevosen suolistomikrobisto, ruokinta ja terveys. Opinnäytetyö. Suomi: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Kiukas, K. (2022). Aktiivipihatto toimintaympäristönä. Opinnäytetyö. Suomi: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK.

Kristula, M. A. & McDonnel, S. M. (1994). Drinking water temperature affects consumption of water during cold weather in ponies. *Applied Animal Behaviour Science* 41, s. 155–160. DOI: 10.1016/0168-1591(94)90020-5.

Pulkkinen, H. & Saukko, E. (2018). Hevosen sykemittaus. Opinnäytetyö. Suomi: Oulun ammattikorkeakoulu.

Silvennoinen, L. (2019). Aktiivipihaton hyödyt ja haitat urheiluhevosille. Opinnäytetyö. Suomi: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Tietoarkisto (ei julkaisupäivää[a]). *Koverianssi ja korrelaatio*. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2024-06-14]. URL: https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/regressio/analyysi/.

Tietoarkisto (ei julkaisupäivää[b]). *Regressioanalyysi*. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2024-05-22]. URL: https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/regressio/analyysi/.

Yan, X. & Su, X. (2009). *Linear Regression Analysis: Theory and Computing*. Singapore: World Scientific Publishing Company. ISBN: 9789812834119.

Liite 1 Ruokintapaikalla vietettyjen aikojen ja säähavaintojen korrelaatio

Taulukko 8: Ruokintapaikalla vietettyjen aikojen ja säähavaintojen korrelaatio

	Keskilämpötila [°C]	Ylin lämpötila [°C]	Alin lämpötila [°C]	Sademäärä [mm]	Lumen syvyys [cm]
HA1	0.17	0.13	0.10	-0.13	-0.33
HA2	0.25	0.28	0.17	-0.31	-0.34
HA4	-0.08	0.00	-0.02	0.06	0.26
HA5	0.64	0.75	0.56	0.16	-0.26
VA1	-0.63	-0.60	-0.52	-0.29	0.73
TVH	-0.96	-0.94	-0.93	-0.50	0.64
V1	0.75	0.71	0.67	0.45	-0.82
V2	0.52	0.50	0.37	0.19	-0.57