



# Állatorvostudományi Egyetem

Állathigiéniai, Állomány-egészségtani Tanszék és Mobilklinika



## Legelői vízivás gyakoriságának vizsgálata a charolais húsmarhában az időjárási tényezők változásának függvényében

Juhász Péter

Külső témavezető: Dr. Pajor Gábor

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Külső szakértő munkatárs, állatorvos-adatelemző és  
informatikus

Belső témavezető: Dr. Könyves László Péter

Állatorvostudományi Egyetem, Állathigiéniai, Állomány-egészségtani Tanszék és  
Mobilklinika tanszékvezető, egyetemi docens

Budapest

2023

## Absztrakt

Ez a diplomamunka a szabadtartású húsmarhák legelői vízivási gyakoriságát vizsgálja egy várvolgyi legelőn tartott 120 charolais marhából álló állományban, és elemzi az állatok vízivási viselkedését az időjárás függvényében. A kutatás során keletkezett nagymennyiségű adatot statisztikai eszközökkel elemeztem ki. Az adatelemzés során 98%-os szignifikancia szinten ( $\alpha=0,02$ ) bizonyítottam, hogy az állatok a legeltetés ideje alatt a bólusz hőmérsékletváltozásai ( $\Delta t$ ) alapján megállapított eredményei szerint nagyobb gyakorisággal ittak a magas átlag THI értéket mutató napokon, azonban a vizsgált napokon belül 99,9%-os szignifikancia szinten ( $\alpha=0,001$ ) igazolt, hogy a hűvösebb napszakokat választják vízfogyasztásra. Az állatok vízivása és a termelési hozamok között szoros az összefüggés, így hasonló kutatással az adott tartási helyen az állattartók felmérhetik az árnyékoló, vízporlasztó, vagy más, a marhák hőérzetét javító infrastruktúrába való beruházás megtérülésének feltételeit. Az elemzés nagy adatmennyiséget használt fel, viszont a megfelelői diagnosztikai eszköz és informatikai háttérrel replikálható.

# TARTALOMJEGYZÉK

1	Bevezetés.....	2
2	Szakirodalmi áttekintés .....	3
2.1	A víz élettani jelentősége .....	3
2.2	A szarvasmarha vízigénye .....	3
2.3	A húsmarhák .....	5
2.4	A stresszről .....	5
2.5	Technológiák a precíziós állattartásban .....	8
2.6	Meteorológiai tényezők .....	9
2.7	Leíró statisztika – Elhelyezkedési mutatók .....	10
2.8	Leíró statisztika – szóródási mutatók.....	11
2.9	Következtetési statisztika – hipotézis vizsgálat .....	11
2.10	U-próba .....	12
3	Célkitűzés.....	13
4	Anyag és módszertan .....	15
4.1	A vizsgált adat bemutatása.....	15
4.2	Vizsgált periódusok .....	17
4.3	Származtatott adatok.....	17
5	Eredmények.....	19
5.1	Környezeti adatok bemutatása .....	19
5.2	Az állatok vízivási szokásai .....	22
5.3	Vízivási gyakoriság és az időjárás .....	25
6	Következtetések .....	28
6.1	Statisztikai elemzés – t próba a napi átlag hőérzet indexre .....	28
6.2	U-próba .....	29
7	Összefoglalás.....	33
8	Irodalomjegyzék.....	35

# 1 BEVEZETÉS

A tejhasznosítású vonalon intenzíven kutatott terület a szarvasmarhák vízfogyasztása. A húshasznosítású vonalon azonban jóval kevesebb ilyen jellegű kutatást végeztek. A technológia fejlődésével lehetőség nyílik egyre könnyebben egyre több adatot szerezni a legelőn tartott állatok viselkedéséről, igényeiről is.

Diplomamunkámban szabadtartású charolais szarvasmarhák legelői vízivási gyakoriságának változását fogom vizsgálni az időjárás tekintetében.

Az adatokat egy legelőre kihelyezett meteorológiai állomás és az állatok bendőjébe helyezett bólszok segítségével állították elő, az ÖMKi vezető kutatójának, Dr. Pajor Gábor projektjének keretében. A kutatáshoz 120 megfigyelt szarvasmarhából nyert adatot dolgozok fel.

A kutatáshoz nagy mennyiségű adat áll rendelkezésre; a több millió adatpont részletes, kiértékelő kutatási eredményeként betekintést nyerünk a szabadtartású szarvasmarha viselkedési szokásaiba az állatok vízfogyasztásával kapcsolatban. A diplomamunkában alkalmazott kiértékelési módszertan és a terepen alkalmazott technológia felhasználható más hasonló legelőkön is, vagy hasonló állattartási szakterületeken, ahol kapcsolatot keressük valamely viselkedési tényező kapcsolatára időjárási paraméterrel. Az igény a modern precíziós állattartásban nagy mennyiségű adat gyors feldolgozására folyamatosan növekszik, a gyorsan fejlődő informatikai eszközökkel pedig egyre részletesebb és gyakoribb, akár valós idejű adatok is rendelkezésünkre állnak.

## 2 SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1 A VÍZ ÉLETTANI JELENTŐSÉGE

A háziállatok, így a szarvasmarha súlyát is legnagyobbbrészt víz alkotja. A petesejt a megtermékenyítéskor 95%-a, 6 hónapos magzat 85%-a víz. Az újszülött borjú testtömegének mintegy 74-78%-a, 6 hónapos borjú 69-71%-a, 11 hónapos korban az állat 62-65%-a, egy kifejlett szarvasmarha testtömegének 53-55%-a víz. A sovány bika testtömegének mintegy 57%-a, a hízott bika csupán 42%-a víz. Ha a szervezet elveszíti víztartalma 15%-át meghaladó vízmennyiséget, az állat elpusztul[1].

A víz részt vesz a szervezet biokémiai és élettani folyamataiban, elsősorban mint oldószer. Szerepet játszik többek között az emésztés, a kiválasztás és a tejtermelés folyamatában. Jelentősége van a tápanyagok szállításában – vér és nyirok legjelentősebb alkotórésze a víz[1].

A víznek a hőszabályozásban is fontos szerepe van. Nagy fajhője révén sok hőt képes felvenni abból a hőmennyiségből, amit a szervezet élettani folyamatai következtében termel. Cannon megállapítása szerint, ha a víz nem vezetné el a nagy izommunka következtében termelt hőt, az izmok percekben belül úgy felmelegednének, hogy a fehérjék kicsapódnának. A tüdön és a bőrön keresztül elpárolgó víz is nagy mennyiségű hőleadást biztosít az állatok számára, ezzel szabályozva a testhőmérsékletet[1].

### 2.2 A SZARVASMARHA VÍZIGÉNYE

A napi vízszükségletet az állat egy részét a takarmányból, nagyobb részét pedig ivóvíz formájában veszi fel. A vízigényt számos paraméter határozza meg, többek között az életkor, a testtömeg, a fizikai és termelési teljesítmény, a takarmány szárazanyag felvétel. Húshasznú szarvasmarha esetében a tehének átlagosan 1kg takarmány szárazanyagra vetítve körülbelül 3,5 l, borjak mintegy 6,5 l vizet fogyasztanak, azonban ez nagyban függ a hőmérséklettől. Ha a levegő hőmérséklete 4 °C-ról 32 °C-ra emelkedik, a napi vízigény akár megduplázódhat [2].

Hőmérséklet	Vízigény
>35 °C	8-15 l/kg szárazanyag
25-35 °C	4-10 l/kg szárazanyag
15-25 °C	3-5 l/kg szárazanyag
-5-15 °C	2-4 l/kg szárazanyag
<-5 °C	2-3 l/kg szárazanyag

A tejlő tehenek esetében a napi vízfogyasztást a hőmérséklet mellett nagyban befolyásolja a tejtermelés mennyisége.

Ha a kinti hőmérséklet 15°C, egy 20 litert adó tehén vízfogyasztása 81 liter/tehen/nap, míg egy 40 litert adó tehén esetében ez 109 liter/tehen/nap. 30 °C-ban ez az érték a 20 litert adó tehén esetében 100 liter/tehen/nap, 40 litert adó tehén esetében 127 liter/tehen/nap[3].

Fontos tényező a víz hőmérséklete. A hidegebb vizet felmelegíteni energiaigényes. Marhának 50 liter 0 °C-os vizet közel 2000 kcal energia kell – ami fél kiló cukornak felel meg –, hogy 38 fokra melegítse. Életfenntartásra a marha napi 10-11ezer kcal hőenergiát igényel. 15 °C-os víznél ez az érték már csak 1200 kcal.

Az sem elhanyagolható tényező, hogy egyszerre itatunk vele sok vizet, vagy apránként. Ha egyszerre kap sok hideg vizet nincs elég energia, hogy felmelegítse és az állat reszketni kezd.

Sóban szegény lágú vizet nem szívesen isznak az állatok, ilyen ásványi anyagban szegény víz az esővíz. Az esővíz a levegőből szén-dioxidot vesz fel, a talajba szivároghva onnan ásványi anyagokat old ki és keménnyé alakul. Egyes oldott anyagok előnyösen hatnak a marha hízására[4].

A szomjúságérzetet összetett élettani folyamatok irányítják. A szomjúságérzetet kiváltó paraméter a vér moláris koncentrációja, amely mesterséges úton kiváltható kristályos anyagok vizes oldatának vérbe fecskendezésével. A vérben oldott sókoncentráció megnövekedésével és az ennek során bekövetkező ozmotikus nyomás növekedésére hipotalamusz receptorai reagálnak, majd az agykéregben tudatosul a szomjúságérzet. A krónikus szomjúságérzet következmény a rossz közérzet és a fáradtság. A szomjúságérzet tehát az egész szervezetet állapotát meghatározó tényező [4].

## 2.3 A HÚSMARHÁK

### 2.3.1 HÚSMARHÁK TARTÁSA

A húsmarhák tartását két szakaszra bonthatjuk: nyári és téli időszak. A nyári időszakban gulyatartásban a legelőn tartjuk az állatokat, úgy, hogy azok állandóan ott tartózkodnak. Hazai körülmények között ez az időszak körülbelül 180-200 nap, klasszikusan a kihajtás április 27-e, a behajtás pedig szeptember 29-e. Ez az időszak meghosszabbítható különböző módszerekkel 30-90 nappal.

A nyári időszakban a takarmányozás legelőre alapul, ivóvízhez kihelyezett itatókból, természetes vízforrásokból (patakok, tavak) jutnak az állatok.

Téli elhelyezést általában meghatározza, hogy kiegészítő takarmányozás szükséges az állománynak, így lehetőség szerint olyan épületben, karámban vagy telelőkertben tartják a gulyát, ahol a takarmánykiosztás és itatás egyszerűen megoldható [4].

### 2.3.2 A CHAROLAIS

A charolais egy francia húsmarha fajta. Jellemző rá a fehér vagy krémszínű szőrzet és a nem pigmentált bőr. Rámája nagy méretű, jellegzetessége a „mély, hengeres mellkas és törzs, a jól izmolt elülső testfél, a hosszú far és a nagy körméreték.”[2]. Lehet szarvalt, de szarvtalan is. A felnőtt marhák vízigénye napi 30-60 liter között van átlagosan, ami hőségben jelentősen megnövekedhet.

Ha megfelelő mozgásteret biztosítunk számukra és a környezet relatív páratartalma alacsony, akkor a charolais jól tűri a hideget. Bár az európai szarvasmarhafajták általánosan hőstressz érzékenyek, a charolais szignifikánsan jobban tűri a nyári hőséget, mint a sötét szőrzetű fajták, ha a vízivás gyakoriságát (-3.1%), az állva töltött időt (+6.1%) és a fekvő töltött időt (-3.2%) vizsgáljuk. A lihegések száma is alacsonyabb, sötét szőrzetű fajtákkal összehasonlítva szintén szignifikáns a különbség[5].

## 2.4 A STRESSZRŐL

G.P. Moberg könyvében a stresszt olyan biológiai válaszként definiálja mely az egyedben akkor válik ki, ha úgy érzékeli, hogy a homeosztázisának fenntartása valamilyen külső vagy belső tényező által veszélyeztetve van. Ez a veszélyeztető tényező a stresszor. Amennyiben a stresszre adott válasz már az állat jóllétét is veszélyezteti az állat distresszt



tapasztal. Moberg továbbá úgy véli, hogy a distressz kifejezés segít elkülöníteni az állat jóllétét veszélyeztető stresszhatásokat az „ártalmatlannak” véltéktől[6].

A diplomamunkámban elsősorban az időjárás tényezők okozta stresszorokról fogok beszélni.

#### 2.4.1 A STRESSZ MÉRÉSE

A stressz mérése igen összetett és nehéz feladat. Speciális mérésekre van szükségünk ahhoz, hogy a négy stresszválasz-rendszert (viselkedési, vegetatív idegrendszeri, neuroendokrin vagy immunológiai) képesek legyünk kiértékelni, azonban ezek is egyedenkénti variabilitást mutatnak, és a négy védekezési rendszer stresszorra adott választ is számos tényező befolyásolja.

#### 2.4.2 A HŐSTRESSZ

Az emlősállatok, így a szarvasmarha is homeoterm faj, vagyis belső hőmérsékletüket bizonyos határok között képesek fenntartani. Termoneutrális hőmérsékleti zónának nevezzük azt a hőmérsékletet, amikor a kívánt testhőmérséklet fenntartása minimális energiáfordítást igényel. Szuboptimális körülmények között egy bizonyos határon belül a szervezet képes kompenzálni, ezt nevezzük kompenzációs zónának vagy túlélési tartománynak. Hogyha a szervezet nem képes tovább fenntartani az optimális állapotot, azt veszély zónának nevezzük, hypotermia vagy hypertermia léphet fel[7].

A homeoterm állatok hőstresszel szembesülnek amikor a környezeti hőmérséklet meghaladja azt az optimális hőmérsékleti tartományt melyben az állat normális metabolikus folyamatai elegendő hőmérsékletet adnak szervezetének állandó hőmérséklete fenntartásához. Általánosságban véve húsmarha esetében ezt a tartományt 0-25 °C közé teszik[8]. A természetben a szarvasmarhák által tapasztalt hőstressz szintjét több különböző paraméter befolyásolja egyidejűleg. Ezek lehetnek a tartási körülményből adódók, az állat genetikai „fogékonysága” a hőstresszre az egyed szintjén, és az időjárás okozta tényezők[9].

A tartási körülmények okozta hőstresszbe beletartozik az állatokkal végzett munka, azok szállítása, valamint az állatokat a túlmelegedéstől óvni hivatott berendezések is, mint a tejhasznú szarvasmarhatartásban elterjedt vízporlasztó berendezések és az árnyékolás. A vízpermetnek nagy cseppekben kell esnie, hogy az állat szőrén át a bőrére kerüljön. Bár

a hideg víznek önmagában is hűsítő hatása van, az állat hőmérségére igazán a víz elpárolgása hat. Ha a cseppek túl kis méretűek akkor azok megülnek az állat szőrén és szigetelik, vagyis ellenkező eredményt érünk el. Árnyékolás tekintetében Brandl-Brown kutatásában megállapította, hogy az árnyékolás olyan esetekben jár gazdasági eredményt mutató teljesítmény javulással ha évente legalább 700 óra van 29.4 °C felett az állat tartási helyén[9].

Genetikai tényezők is szerepet játszanak, például az egyedi állatok szőrzetének színe, annak árnyalata, a sötétebb szőrök aránya a világosabbakhoz, az állat kondíciója, temperamentuma, ivara, életkora, egyedi érzékenysége mind hatással van az állat állatot ért hőstresszre. Az időjárási tényezők alatt pedig a hőmérsékletet (az éjszakai hőmérsékletet beleértve is), a páratartalmat, a szél sebességét, és a napsugárzás és az abból következő fényterhelés mértéke[10].

A hőstressznek rövid- és hosszabbtávú hatásai is vannak az állat viselkedésére, majd pedig metabolikus tényezőkre, végül morfológiára nézve, homeoterm állatok esetében.

A hőleadási és hőmegtartási folyamatokat a hypothalamus szabályozza. Melegben az állat verejtékezni, lihegni kezd, vazodilatáció következik be. Hidegben vazokonstriktiót figyelhetünk meg, a szőrszálak felborzolását és remegést.

A hőstressz rövidtávú, vagy azonnali szabályozása közé tartoznak a viselkedésbeli változások: csökkent mozgásaktivitás, árnyékkeresés, vízigény fokozódása, vízforrás keresése, fürdőzés, testhelyzet változtatás.

A második fázisban megkezdődnek a metabolikus alkalmazkodási folyamatok. Csökken az étvágy, lassulnak az anyagcsere folyamatok. A kérődzők elsősorban a légzőkészüléken keresztül érik el a megfelelő hőleadást, de izzadni is képesek.

Hosszútávú alkalmazkodás közé tartozik például a szőrzet megváltozása vagy a testkondícióban bekövetkező változások [7, 11]. Tartósabb és fokozottabb hőstressz esetén a vér kortizol szintje, a BUN (blood urea nitrogen) emelkedik, míg a vér glükóz szintje csökken. A növekvő borjak estében fokozottan negatív hatással van a hőstressz a takarmányfogyasztásra, a súlygyarapodásra, valamint az immunrendszer működésére [8].

### 2.4.3 BENDŐ HŐMÉRSÉKLET

A szarvasmarha átlagos testhője 37,5-39,5 °C. A szarvasmarha maghőmérsékletének mérésére alkalmas lehet a bendő hőmérsékletének monitorozása. Angela M. Lees és munkatársai kutatása szerint a rektális hőmérséklet és a bendő hőmérséklete között minimális eltérés van, és így alkalmas lehet a maghőmérséklet mérésére, bendőbólusz alkalmazása esetén pedig többek között az esetleges megbetegedéseket, az ivarzást, az ellés közeledtét vagy a hőstressz jelenlétét is detektálni lehet [9].

## 2.5 TECHNOLÓGIÁK A PRECÍZIÓS ÁLLATTARTÁSBAN

Az utóbbi évek, évtizedek során egyre nagyobb figyelem irányult a precíziós állattartási technológiák fejlesztésére. A PLF (Precision Livestock Farming) lényegében az állatok környezeti változásokra adott reakcióinak folyamatos mérése. Korábban az állattenyésztésben a döntések legtöbbször vizuális megfigyelésekre épültek, tapasztalati úton szerzett információk álltak rendelkezésre. Ezek az gyakorlatok azonban az egyre növekvő mértékű állattartásban sokszor már nem alkalmazhatók, a telepek száma egyre csökken, azonban az állatlétszám egyre növekszik, a telepek irányítása pedig újfajta szemléletet, adminisztrációt, megfigyelést igényel [12].

Ahhoz, hogy az állatjóllét és a gazdaságosság is érvényesüljön az egyre nagyobb létszámú telepeken, mérés alapú megfigyelés szükséges, amihez azonban rengeteg adat és ezen adatok kielemezése kell. Ilyen megfigyelhető változók a környezet változói, például a páratartalom, légmozgás, levegő minősége, fényviszonyok, takarmány minősége vagy az állatok vízellátottsága. Az állathoz kötődő változók közé tartozik a szaporulati arány, az ivarzási tünetek, a közeledő ellés jelei, a testhőmérséklet, a légzésszám, a kérődzés, a vízivási gyakoriság.

A PLF legnagyobb előnye, hogy rengeteg adatot képes begyűjteni és feldolgozni valós időben, matematikai adatelemzést végezve, sokszor online is elérhető módon [13].

### 2.5.1 BÓLUSZ RFID

A bólusz RFID (radiofrequency identification) egy szájon át adminisztrált eszköz [14], mellyel lehetőségünk nyílik az állatokat egyrésztől tartósan azonosítani, valamint a viselkedésüket monitorozni, mint a táplálékfelvétel és a vízivás gyakoriságát és időtartamát, vagy az esetleges megbetegedést. Ez elősegíti, hogy információt szerezzünk az állatok viselkedésének változásáról az időjárás viszonyok függvényében. Ezek az

adatok egy központi szerverre érkeznek. Típustól függően az RFID eszközök bizonyos időnként (általában pár percenként) adatot gyűjtenek a bendő hőmérsékletéről, a pH-ról, esetleg ivarzásról stb. [15].

A bendő hőmérsékletének csökkenésével lehet detektálni a vízivás gyakoriságát. Attól függően, hogy az adott víz milyen hőmérsékletű, a bendő  $0,4 \pm 0,2$  °C-os csökkenése már jelzi a vízivást [16].

## 2.6 METEOROLÓGIAI TÉNYEZŐK

### 2.6.1 SZÁRAZ LÉGHŐMÉRSÉKLET

A száraz léghőmérséklet, vagy angolul Dry-Bulb Temperature a környezet léghőmérsékletére utal, amit egy napfénytől és nedvességtől védett hőmérővel mérünk. Egyenesen arányos az értéke a levegőmolekulák átlagos mozgási energiájával. A diplomamunkámban ezt az értéket mindig Celsius-fokban (°C) fogom megadni [17].

### 2.6.2 NEDVES HŐMÉRSÉKLET

A nedves léghőmérséklet, vagy angolul Wet-Bulb Temperature (WBT), napfénytől védett, nedves szövetdarabbal betakart, a levegő áramlásának kitett hőmérővel mérünk. Az adiabatikus párolgás lehűti a hőmérőt így az esetek többségében alacsonyabb hőmérsékletet mutat, mint a száraz léghő. Amennyiben a páratartalom 100%-os, a két hőmérséklet elméletileg megegyezik, a gyakorlatban kis különbséget mutat [17].

### 2.6.3 THI

A temperature-humidity index (THI) egy olyan érték, amely a hőmérséklet és a páratartalom együttes hatását hivatott megmutatni a hőstressz mértékével. Különböző fajok különböző mértékben képesek a hőmérsékletet és a páratartalom mértékét elviselni. Például a szarvasmarha – mivel képes az izzadásra – jobban tud alkalmazkodni a magasabb hőmérséklethez, mint a sertés, azonban párás, meleg időben az izzadás, valamint a lihegés is gátolt, így szarvasmarhánál hamarabb lép fel a hőstressz [18].

Ebből kifolyólag hőstresszel kapcsolatban a THI pontosabb érték, mintha csak a levegő hőmérsékletét vizsgálnánk [18].

Számos THI ismert, például:

- $THI1(\text{ember}) = (0.15 \times T_{db} + 0.85 \times T_{wb}) \times 1.8 + 32$  (Bianca, 1962)
- $THI3(\text{szm}) = T_{db} + 0.36 \times T_{dp} + 41.5$  (Thom, 1958) – a fogalom alkotója
- $THI8(\text{szm}) = (T_{db} + 0.36 \times T_{dp}) + 41.2$  (Yousef 1985)
- $THI = 1,8 \times T_{db} + 32 - (0,55 - 0,0055 \times RP) \times (1,8 \times T_{db} - 26)$  (NRC 1971) [19].

Az első THI mintegy 50 évvel ezelőtt került bevezetésre, ahol a határérték THI 72 volt, azonban ma már ez kritikus értéknek számít, és az ajánlott határérték manapság THI 68 [20].

## 2.7 LEÍRÓ STATISZTIKA – ELHELYEZKEDÉSI MUTATÓK

A következő statisztikai fogalmakat a diplomamunka témájának értelmében fogom röviden bemutatni. A leíró statisztika az adathalmaz kvantitatív meghatározását adja.

### 2.7.1 ÁTLAG

Az átlag, vagy mintaátlag ( $\bar{x}$ ) az átlagos értéke az összes ivások számának a vizsgált periódusban a vizsgált állatok számával elosztva,  $x_i$  az egy vizsgált egyed vízivási gyakoriságának összege,  $n$  pedig a vizsgált szarvasmarhák száma. [21]

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n$$

### 2.7.2 MEDIÁN ÉS PERCENTILIS

A kiszámításhoz először növekvő sorba kell raknunk az adatunkat majd kiválasztjuk a középső értéket, ha az átlagtól kisebb számot kapunk akkor néhány nagy értékű adat az átlagot „felhúzza”. Másképpen kifejezve a medián az 50. percentilis [21], ezzel pedig megkapjuk a percentilis fogalmát. Statisztikai elemzésben gyakran vizsgált percentilisek a 25., 50., és 75. percentilis. A 25. percentilis például az összes vizsgált szarvasmarha 25%-a vagy egyel nagyobb. A kutatásomban 120 marhát vizsgálok amikor a teljes populációt írom le, 120-nek a 25%-a 31.25 mivel ez nem értelmezhető egész marhák esetében a 25. percentilis a 32. marha, vízivási gyakoriságukat figyelembe véve növekvő sorba rendezve [21].

## 2.8 LEÍRÓ STATISZTIKA – SZÓRÓDÁSI MUTATÓK

### 2.8.1 TERJEDELEM

A terjedelem a legnagyobb és a legkisebb érték közötti különbség, amiből következtethetünk mennyire közelíti meg a

### 2.8.2 VARIANCIA

A minta varianciája megmutatja minta, vagy egyes elemének, átlagától való átlagos eltérését. Ha a variancia kicsi, a mintánk értékei az átlaghoz közel találhatóak, ha nagy akkor távol. Ez egy úgynevezett valószínűségi változó[21].

$$s^2 = \sum (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)$$

### 2.8.3 SZÓRÁS, STANDARD DEVIATION

A szórás hasonló mutató, mint a variancia, a variancia gyökét vonva kapjuk meg[21].

### 2.8.4 T PRÓBA

A t-próba egy hipotézisvizsgálat során alkalmazott statisztikai eszköz, amelyet populációk közötti különbségek megállapítására használunk mintaelemzés során[21].

A t-próbához először is ki kell számítanunk a t-értéket. Ezt az értéket fogjuk a Student féle t-disztribúciós táblázatban megkeresni az adott szabadságfokokon és szignifikancia szinten.

$$t\text{-érték} = \frac{(\bar{x} - \mu)}{(\sigma / \sqrt{n})}$$

A képletben az a nevezőben a minta átlagából vonjuk ki a populáció ismert vagy becsült átlagát. A hányadosban a minta szórásából a mintaméret gyökét vonjuk ki, a kettő szorzatával osztjuk a nevezőt. A minta szabadságfokát úgy kapjuk meg, hogy a mintaméretből kivonunk egyet. A szabadságfok és az elvárt szignifikancia szint ismeretében megkeressük a t-disztribúciós táblázatban a hozzájuk tartozó kritikus t-értéket. Ha a képletünkkel kapott t-érték meghaladja a kritikus t-értéket a null hipotézist elvethetjük, és elfogadjuk az ellenhipotézist[21].

## 2.9 KÖVETKEZTETÉSI STATISZTIKA – HIPOTÉZIS VIZSGÁLAT

Hipotézis vizsgálat során két egymással ellentétes állítást írunk fel. Az egyik a nullhipotézis, a másik az ellenhipotézis. A nullhipotézis az, amit cáfolni akarunk statisztikai módszerekkel[21].

A p-érték (alfa), vagy szignifikancia érték, annak a valószínűsége, hogy egy vizsgált esemény véletlenül következik be. Megjegyzés szerint, ha  $p < 0,05$  kijelenthetjük, hogy az eredményünk statisztikailag szignifikáns bizonyíték a nullhipotézis elutasítására az ellenhipotézis javára 5%-os szignifikanciaszinttel. Amennyiben erősebb bizonyítékot szeretnénk ettől kapni, válaszhatunk alacsonyabb p-értéket, például  $p < 0,01$ [21].

Amennyiben az eredményünk 5%-os szignifikanciaszinttel vizsgáljuk a konfidenciaintervallumunk 95%. Ez azt jelenti, hogy a paraméterek 95%[21].

Ezt a próbát az aggregált adatok átlagainak összehasonlításához fogom felhasználni.

## 2.10 U-PRÓBA

Amennyiben a mintaméret nagy, vagyis 50 elemnél nagyobb, célszerű u-próbát alkalmazni. A kutatás során két mintás u próbát használtunk a minta részarányainak összehasonlítására. Ennek képlete az alábbi:

$$u = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2)}{\sqrt{\hat{p} * \hat{q} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

A képlet nevezőjében  $\hat{p}_1$  az első minta részarányát jelenti,  $\hat{p}_2$  pedig a másodikét. A hányadosban  $\hat{p}$  a teljes populáció részarányát,  $\hat{q}$  pedig  $\hat{p}$  komplementje 1-hez.  $n_1$  és  $n_2$  a két minta méretét jelenti[21].

### 3 CÉLKITŰZÉS

A kutatás fókuszja, hogy az időjárási tényezők függvényében hogyan változik a szabad tartású charolais szarvasmarha legelői vízivási gyakorisága. Az elemzés során 2021-ben mér adatokat fogok használni, az állatok kihajtásától behajtásig, vagyis 2021. április 24-től 2021 szeptember 29-ig. A környezeti tényezők során figyelembe vesszük a száraz és nedves léghőmérsékletet és a páratartalmat, valamint az ezeket az adatokat magába foglaló hőmérséklet-páratartalom indexet. A vízivás gyakoriságát a hőmérő rumen bólusz segítségével határozom meg. A vízivási esemény meghatározásánál azt veszem figyelembe, hogyan változik az állat rumenoreticularis bóluszán mért hőmérséklet egy adott 10 perces intervallumban az előző intervallumhoz képest. A szakirodalom alapján  $0,4 \pm 0,2$  °C hőmérséklet csökkenés a rumen bólusszal mérve indikátora a vízivásnak. Ennek értelmében  $0,4$  °C hőmérsékletcsökkenéssel fogok számolni, valamint ellenőrzésképpen  $1$  °C-os hőmérsékletcsökkenést is figyelembe veszek és feltüntetek a grafikonokon, valamint az eredmények között. Az adatokat egy SQL adatbázisban egyesítettem az iMETOS meteorológiai állomásból nyert környezeti paraméterekkel, kiszámoltam a THI-t. Ezután két csoportba osztom az adatokat aszerint, hogy hőstressz szerint kockázatos vagy sem az időjárás a marhák számára. A szakirodalom azt írja már 68-as THI felett csökken az állatok teljesítménye a hőstressz következtében. A hőstressz egyik megnyilvánulása a vízivási események gyakoriságának növekedése. A kutatási kérdésem a következő:

Változik-e szignifikánsan a charolais húsmarhák legelői vízivási gyakorisága az időjárás, pontosabban a THI függvényében?

Ezek alapján mivel átlagosan 139,16 alkalommal ivott naponta a 120 állat felírhatnék egy kétoldalú hipotézist, ahol:

H<sub>0</sub>: Az állatok vízivási gyakorisága nem változik a THI függvényében;  $\mu=139,16/\text{nap}$ .

H<sub>1</sub>: Az állatok vízivási gyakorisága a THI függvényében változik;  $\mu \neq 139,16/\text{nap}$ .

De ettől talán pontosabb lenne egyoldalú null- és ellenhipotézist felírni, ugyanis feltételezhetjük, hogy a legelői tartás során a nyári meleg napokon a vízivási gyakoriság növekszik:



H0: Az állatok vízivási gyakorisága nem nő a THI függvényében;  $\mu \leq 139,16/\text{nap}$ .

H1: Az állatok vízivási gyakorisága nő a THI függvényében;  $\mu > 139,16/\text{nap}$ .

Az adatbázis, amit készítettem alkalmas arra is, hogy napi átlag adatokon belül akár azt is megvizsgáljuk, hogy egy adott 10 perces periódusban nagyobb valószínűséggel iszik-e a marha, ha az egy magas THI értékű periódus volt. Erre a bontásra kiszámolt átlagos ivások száma a csordában 0,02 vízivási esemény / 10 perc.

H0:  $\mu \leq 0,02 / 10 \text{ perc}$

H1:  $\mu > 0,02 / 10 \text{ perc}$

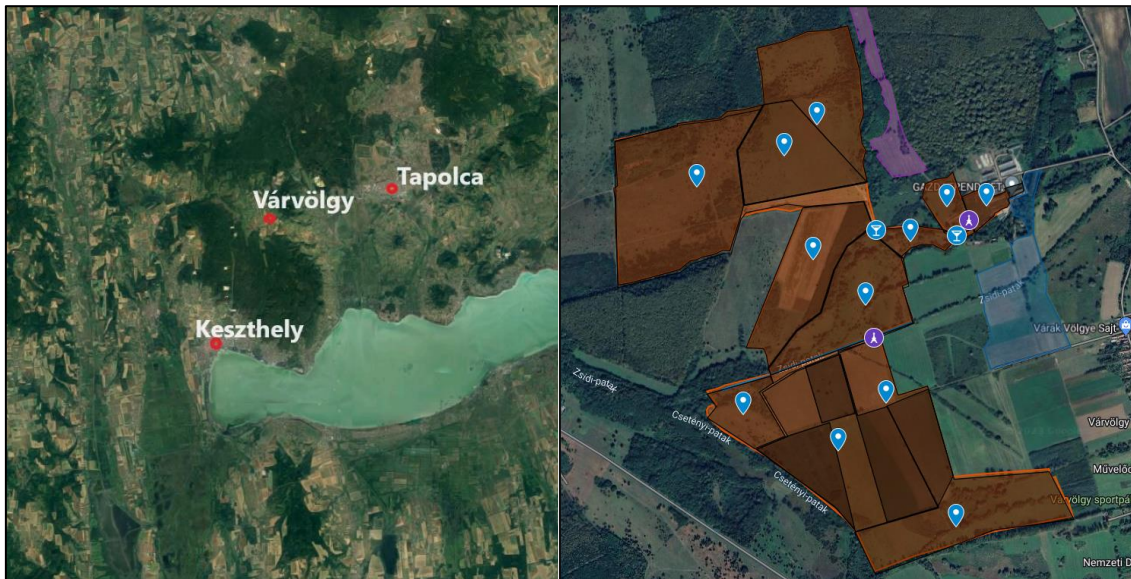
## 4 ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

### 4.1 A VIZSGÁLT ADAT BEMUTATÁSA

Az adatokat az Ökológiai Mezőgazdasági Kutató Intézet (továbbiakban: ÖMKi) külső szakértő munkatársának, Dr. Pajor Gábornak a vezetésével gyűjtötték be. Az adatgyűjtés magába foglalta az állatokból begyűjthető adatokat és a meteorológiai adatokat.

#### 4.1.1 A HELYSZÍN

A kutatás alanyaiként szolgáló charolais szarvasmarhák a Balaton-felvidéken, Zala vármegyében, a Keszthelyi járásban található Várvölgy közelében található. Várvölgy Tapolca és Keszthely között helyezkedik el. Az állatok legeltetésére használt terület Natura 2000 besorolású legelő, Várvölgytől észak-nyugatra helyezkedik. A legelő délnyugati határát a Csetényi-patak határolja, a Zsida-patak pedig keresztül folyik rajta. A Csetényi-patakhoz az állatok nem férnek hozzá, azonban a Zsida-patak vize természetes ivóvízforrással szolgál. Ezen kívül további két mesterséges vízforrás/itató is elérhetőek az állatok számára. Továbbá esős időszakokat követően a pocsolyák vizét is felhasználják az állatok.



*Várvölgy helye*

*A várvölgyi legelő*

#### 4.1.2 METEOROLÓGIAI ADATOK

A meteorológiai adatokat egy a terepen elhelyezett szenzor állomás gyűjtötte be a környezetből. Ehhez a feladathoz az IMETOS rendszerét választották. A kutatásunkhoz releváns adatokat 2021.04.12. 14:00-tól 2022.06.30. 23:00-ig óránként állnak rendelkezésre. Ez összesen 10.662 időpontot jelent. Ezeken az időpontokon a szenzorok rögzítették az adott egy óras periódusban 5 percnként mért hőmérsékleti adatokból az átlagos léghőmérsékletet, a legalacsonyabb és a legmagasabb mért hőmérsékletet 2 helyiérték pontossággal. Rögzített a rendszer még nedves hőmérsékletet is, hasonlóan 1 órán belül mért adatokból átlagot, maximális és minimális értéket. Relatív páratartalmat is mér, szintén óránkénti átlagot, minimális és maximális értéket.

Ezeket az adatokat felhasználva számítottam THI adatokat, hogy később összevessem az állatok vízivási gyakoriságának változásával

A szenzor mérőállomás az iMETOS 3.3, ami egy komplett környezet monitorozó megoldás. Modulálható szenzorkészlete van, az akkumulátorát beépített napkollektorral tölti. A kutatásunkban használt rendszer csapadékot, léghőmérsékletet, relatív páratartalmat és levélnedvességet mér. Szélsebességet és a napsugárzás mértékét nem.

#### 4.1.3 RUMEN HŐMÉRSÉKLET ADATOK

A rumen(retikulum) hőmérsékletét  $T_{(rum)}$  hőmérős bóluszokkal állították elő. Ehhez a Moonsyst rendszerét használták. A Moonsyst bóluszok 10 percnként mérnek hőmérséklet adatot, amit az állat egyedi azonosítójához rögzít. Ezek a bóluszok 6 évig képesek üzemelni, 10 cm hosszú 3,2 cm átmérőjű henger alakú, kb. 200g súlyú polyoxymethylene (POM) anyagú eszköz. Az állatokba ezt speciális bólusz pisztollyal juttatják be, saválló műgyantával van védve. Ezt a Moonsyst által gyártott terméket, aminek piaci neve Moonsyst Smart Rumen Bólusz, az Állatorvostudományi Egyetem hozzájárulása révén kapott CE Európai megfelelőségi jelölést. Az adatokat egy úgynevezett „kapun” keresztül juttatja el az adatbázisba a bólusz. A kapu interneteléréssel rendelkezik és úgy közvetít adatot az adatbázisba, amiből később dolgoztunk. Amennyiben a bólusz nem tud csatlakozni a kapuhoz egy adott 10 perces periódusban, olyankor tovább mér, eltárolja az adatot és amikor csatlakozik akkor tölti fel azt egyben. Különböző a kapunak 400 méteres hatótávja van, amin belül érzékelni és kommunikálni tud a bóluszokkal.

Ilyen bólusszal 120 charolais szarvasmarhát vértettek fel az ÖMKi munkatársai és gyűjtöttek adatot a Várvolgyi legelőn tartott állatokból. Összesen 3,375,256 egyedi adatpontot dolgoztam fel a Moonsyst bólusz által szolgáltatott adatokból. Ez mind egy adott 10 perces időintervallumban mért átlag, legalacsonyabb és legmagasabb bendő bólusszal mért maghőmérséklete az állatoknak. A dátumot illetően 2021. április 10-től 2022. október 31-ig érhetőek el az adatok, azonban az adatelemzés során ezek különböző szűkítési feltételeken estek át.

## 4.2 VIZSGÁLT PERIÓDUSOK

A vizsgált periódust a meteorológiai adatok határozzák meg, ugyanis azokból kevesebb van, csak a 2021. április 12-től 2022. június 30-ig tartó periódus vethető hozzá a bendőhőmérsékleti adatokhoz. Mivel a kutatás témája a legelői vízivási gyakoriság vizsgálata ezért a kihajtás idejétől, április 24-től szeptember 29-ig vizsgálom, azaz Szent Mihály napjáig. Ebben a periódusban összesen 120 tehénből érhetőek el az adatok.

## 4.3 SZÁRMAZTATOTT ADATOK

### 4.3.1 THI

A „Temperature-Humidity Index” -et azaz Hőmérséklet-Páratartalom indexet a nevében szereplő két mért adat ismeretében számoljuk ki. A hőmérséklet alatt a száraz léghőmérsékletet értjük míg páratartalom alatt pontosan a relatív páratartalmat értjük, ami megmutatja, hogy a pillanatnyi páratartalom a levegőben hogyan viszonyul az adott körülmények között maximálisan tartalmazható vízgőzmennyiséghez, ez tehát egy arányszám. A THI kiszámításához több képlet is létezik, én az adataim elemzése során a következőket választottam;

$$THI=(0.8xT_{(léghő)})+RHx(T_{(léghő)}-14.4)+46.4$$

Ez az egyik első ilyen képlet, amit használtak gazdasági haszonállatok hőstresszének meghatározására. A képletet 1958-ban írta le Thom. A képletben  $T_{(léghő)}$  az iMETOS mérőműszerei által számított száraz léghőmérséklet, az RH pedig a relatív páratartalom ugyanezen meteorológiai műszer által mérve.

A gyakorlatban jelenleg leginkább használt képlet a következő:

$$THI= (1.8xT_{(léghő)}+32) - ((0.55-0.0055xRH) x (1.8xT_{(léghő)}-26))$$

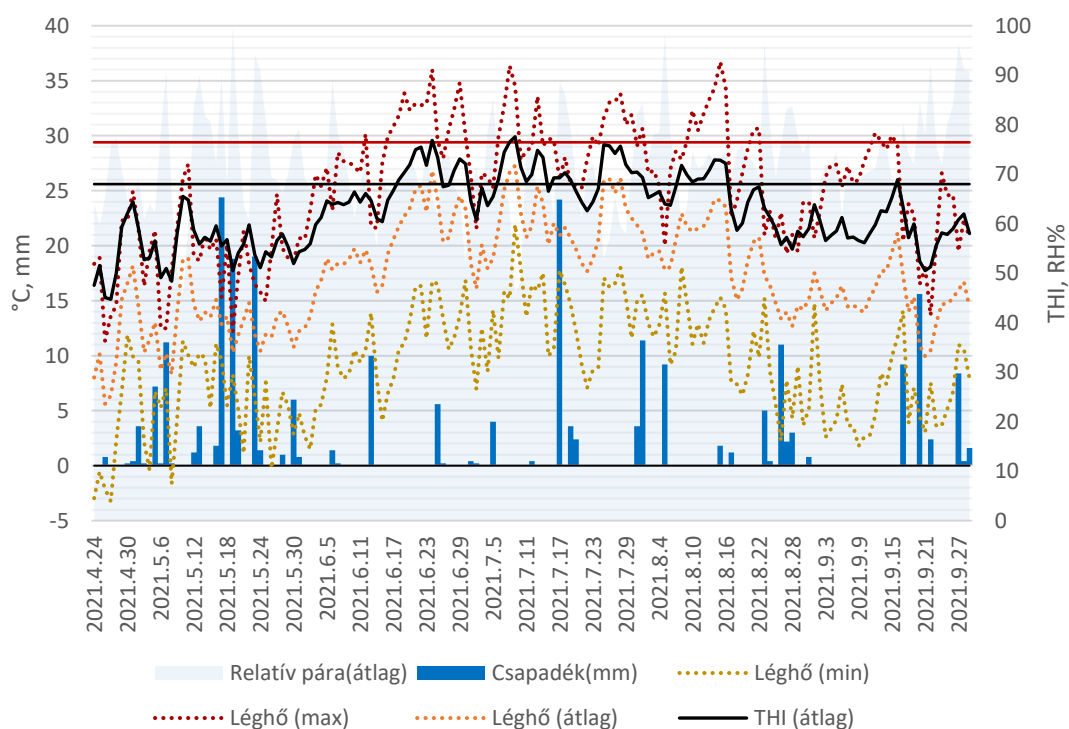
Ezt a képletet 1971-ben írta le a Egyesül Államokbeli National Research Council, az „A Guide to Environmental Research on Animals” - avagy kézikönyv állatok környezeti kutatásához – című könyvében. A két képlet 100%-os páratartalom mellett hozzávetőlegesen megegyező számot mutatnak, azonban alacsonyabb páratartalom mellett az 1971-ben megalkotott képlet magasabb értékeket ad.

Léteznek még olyan számítások is, amelyek a nedves léghőt is figyelembe veszik, de azok a relatív páratartalommal nem számolnak.

## 5 EREDMÉNYEK

### 5.1 KÖRNYEZETI ADATOK BEMUTATÁSA

A kutatás során az időjárási adatokból figyelembe vettük a mért átlagos, legmagasabb és legalacsonyabb léghőmérsékletet, a relatív páratartalmat, a csapadékmennyiséget, a származtatott adatok közül pedig a THI-t. A lenti grafikonon az alábbi értékek láthatóak napi összesítésben, az átlag hőmérséklet egy adott napi 120 mérés átlaga, a maximális és a minimális a 120 mérés legnagyobb és legkisebb értéke. A páratartalom a napi 120 mérés átlagos értékét mutatja. A csapadék a mért mennyiségek összegét mutatja, a THI pedig az óránkénti mért átlagos hőmérsékletből számított értékek napi átlagát mutatja. A grafikon bal oldalán a csapadék mm-ben és a hőmérséklet Celsius fokban egy skálán ábrázolható, a jobb oldalon pedig a THI indexszáma és a páratartalom százalék került egy skálán ábrázolásra. Így összevethető vizuálisa hogyan változott a legeltetés ideje alatt (x-tengely) a legelő meteorológiai környezete.

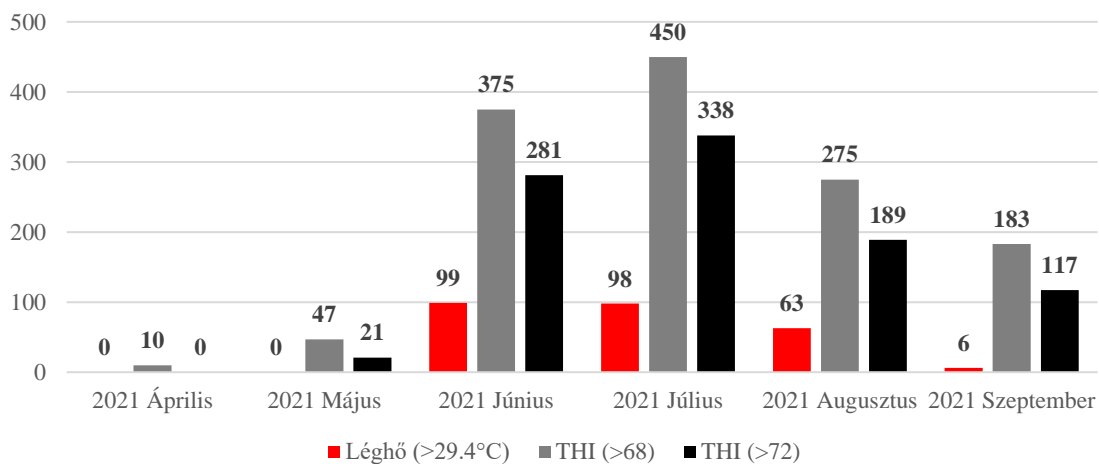


1. grafikon, környezeti adatok napi színű bemutatása

Megfigyelhető, hogy a fenti paraméterek közül a THI nagyobb korrelációt mutat az átlaghőmérséklettel mint a páratartalommal, és az is megfigyelhető, hogy a leghűlések

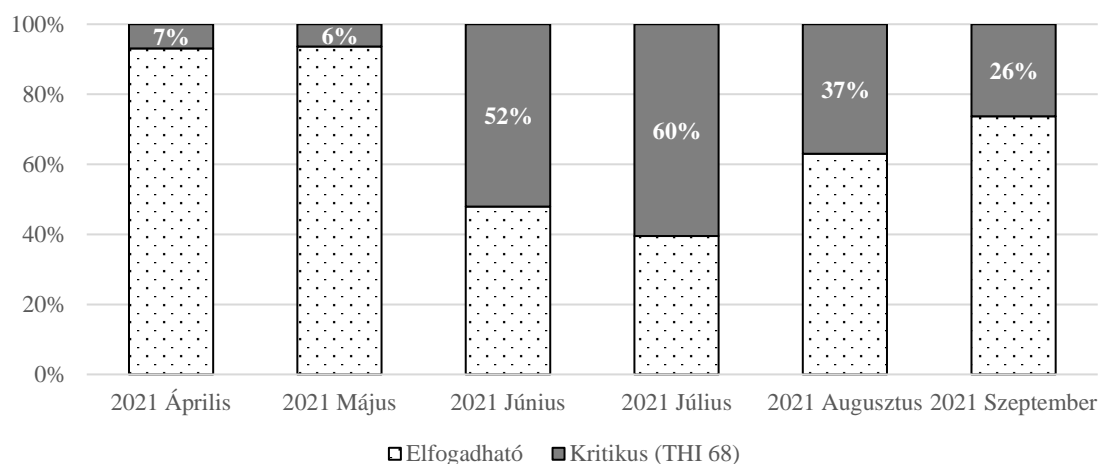
kapcsolatban vannak a csapadékmennyiséggel (valamint az ezt okozó felhők árnyékoló hatásával). A levegő relatív páratartalma esőzéseket követően mindig megemelkedik.

Fontos észrevétel, hogy bár a korábban leírt texasi kutatás eredménye szerint a húsmarhák termelékenysége abban az esetben csökken számottevően, ha az adott évben 700 óránál többet töltenek árnyékolás nélkül 29,4 °C felett. A szerző ebben az esetben javasolja az állattartóknak az árnyékolás kiépítését. Ellenben ismerjük azt is, hogy 68-as THI felett is romlik a marhák termelékenysége, 72-es THI felett pedig a termelékenységre kifejtett negatív hatás még jelentősebb. A Magyarországi körülmények között ez a tényező jelentékenyebb.

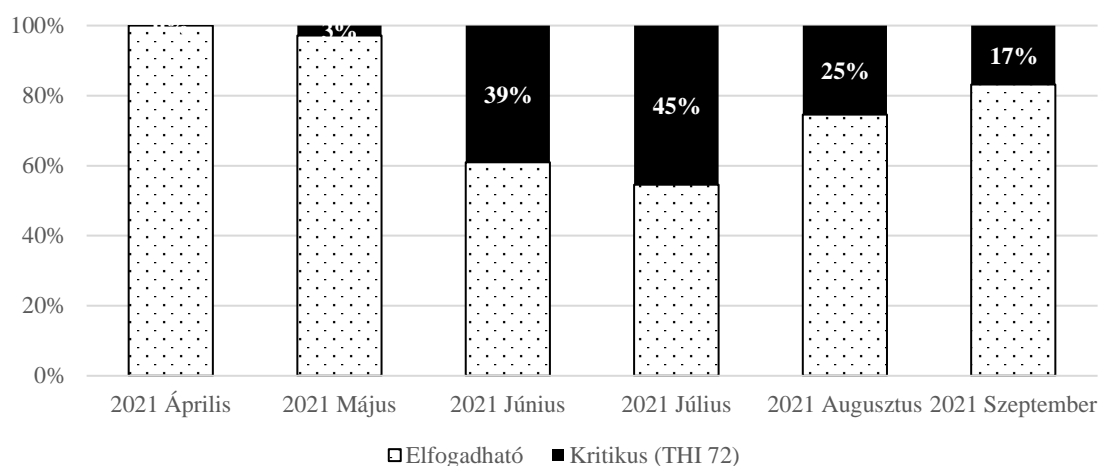


2. grafikon, havi össz órák kritikus hő és THI tartományban

A fenti grafikonon egymás mellett láthatjuk, hogy az adott hónapban mennyi órát töltöttek a marhák a legelőn a kritikus 29.4 °C-os hőmérséklet, 68-as és 72-es THI felett. Összesen 266 órát töltöttek a kritikus léghő felett, azonban 1340 órát 68-as THI tartományban és 946 órát a 72-es THI tartományban. Ez a szám még szemléletesebb, ha összevetjük mennyit is jelent ez az összes óraszámhoz képest. A két alábbi grafikonon a fentihez hasonló havi bontásban láthatóvá tettem, hogy az adott hónapokban az állatok az – különösen a nyári hónapokban – a legelőn töltött idejük jelentős része a termelésre negatívan ható THI tartományban telik.

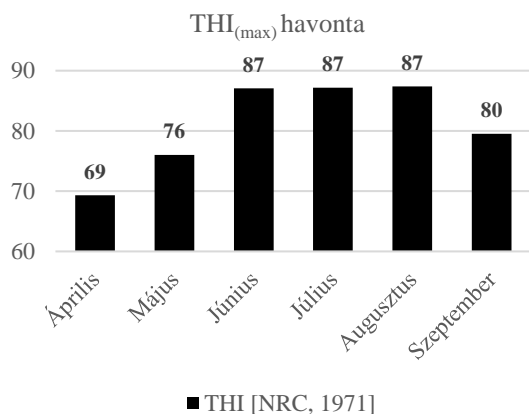


3. grafikon, havi aránya a kitikus THI-68 feletti óráknak

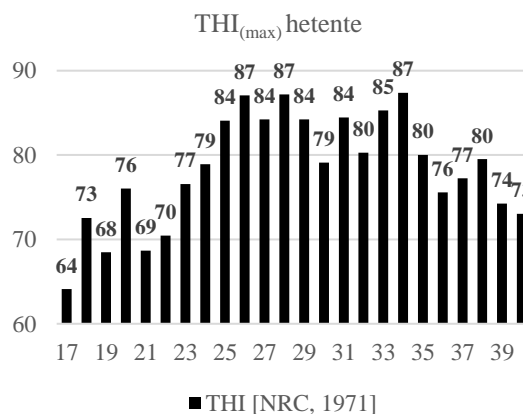


4. grafikon, havi aránya a kitikus THI-68 feletti óráknak

Érdekes még megfigyelni az adott periódusokban megfigyelhető maximális THI értékeit is.



5. grafikon, havi max THI



6. grafikon, heti max THI

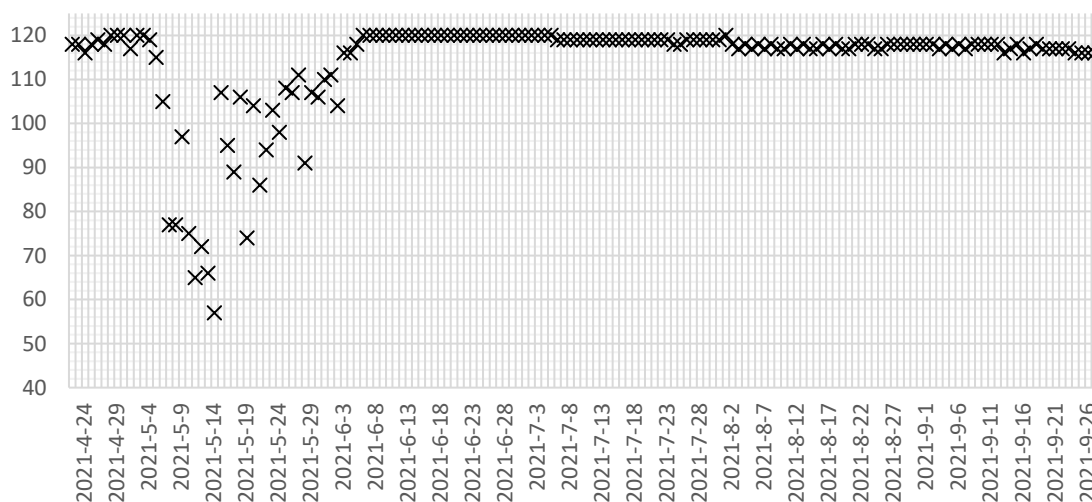


## 5.2 AZ ÁLLATOK VÍZIVÁSI SZOKÁSAI

### 5.2.1 A MEGFIGYELT ÁLLATOK

A kutatás teljes ideje alatt 120 tehenet figyeltek meg, vagyis annyit kapott a Moonsyst monitorozó rumen bóluszaiból.

A vízivási adatok pontossága érdekében fontos figyelembe vennünk, hogy egy adott periódusban hány tehénből sikerült adatot nyerni, ugyanis bár a bólusz gyártójának ígérete alapján a legelői adatokat tárolni képes a szerkezet, és 400 méteres hatótávon belül az RFID, azaz rádió frekvenciás azonosítási módszer képes a kapun (gateway) keresztül a szerver felé üzeni, mégis adódtak napok, hogy az állatoknak csak egy részéből sikerült adatot nyerni. A statisztikai számítások során (átlag, variancia, U-teszt) ezeket figyelembe kell venni. A szemléltetés érdekében az alábbi táblázatban mutatom be, hogy egy adott napon a legeltetés ideje alatt hány állatból sikerült adatot nyerni.



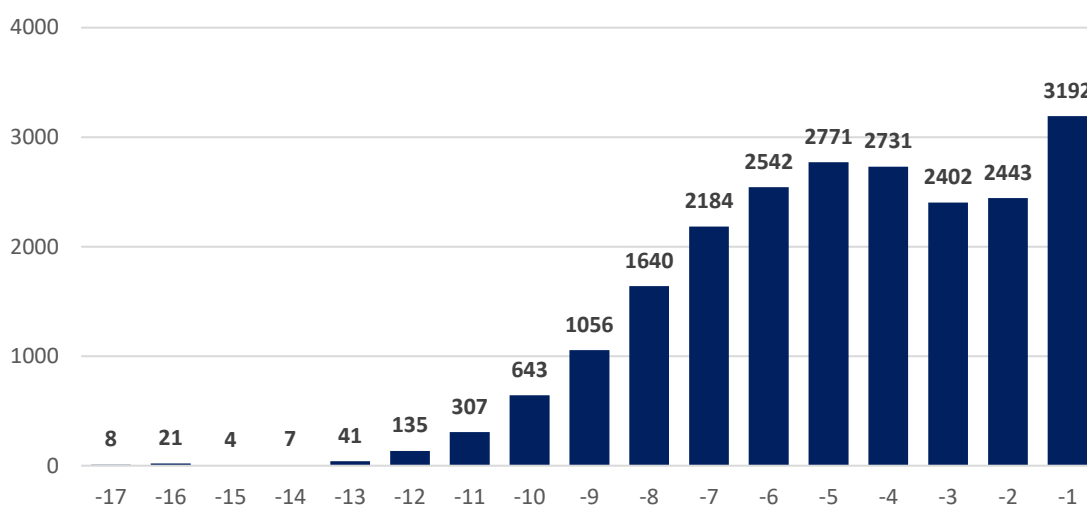
7. grafikon, naponta megfigyelt tehenek száma

A grafikonon minden pont egy napnak és az aznapi adatokból egyedi bólusz azonosítók összegének felel meg. Látható, hogy a legkevesebb adatot május és június között sikerült megszerezni, ebből is a legkevesebb 57 tehénnel május 16. június elejétől behajtásig 116 és 120 között változik az egyedi tehenek száma. Természetesen, ahol nincs adott adatot a bólusz, ott az összes ivások száma emiatt is csökken, ez azonban csak a májusi eredményeket befolyásolja csak.

### 5.2.2 IVÁSOK SZÁMA

Az állatok legelői vízivásának meghatározásához azt vettük figyelembe, hogy a bólsz által közölt legkisebb időintervallumon, azaz 10 percen belül, hogyan csökkent a bendő hőmérséklete. A kutatások alapján ivási eseménynek jegyezhető fel, ha a bendő bólsz 0,4 °C (+/-0,2°C) hőmérsékletcsökkenést mér. Az adatbázisból kinyert adatok alapján 22.127 ilyen esemény volt, tehát a csorda összes állata a mért adatok alapján ennyiszor ivott.

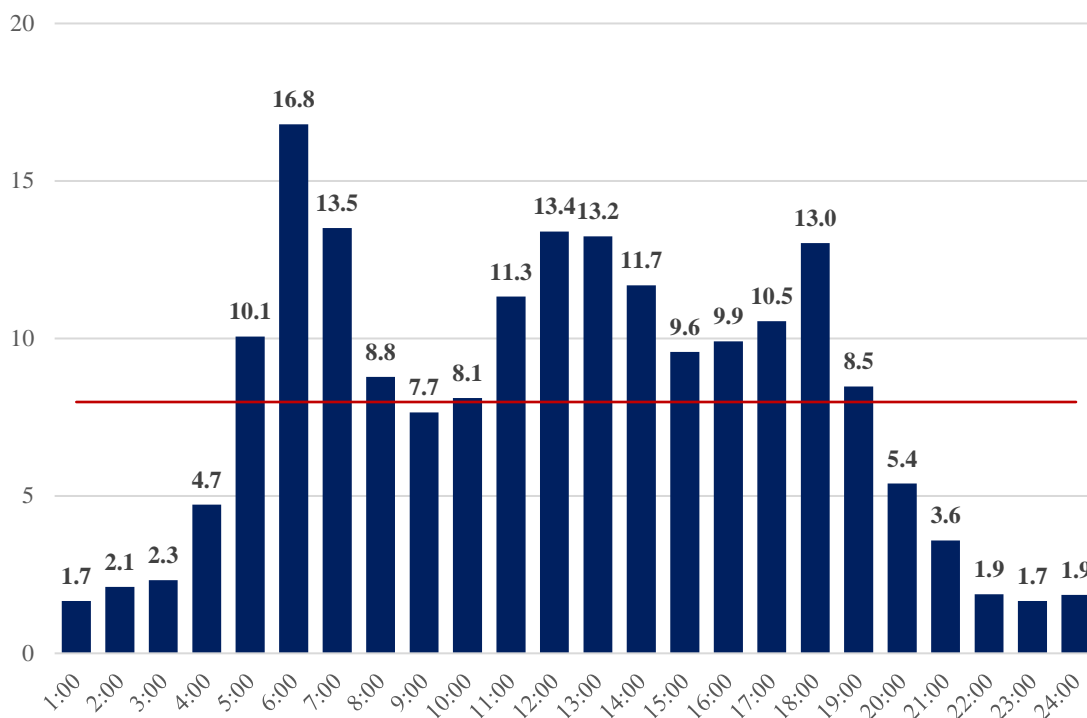
Ezt a 22.127 eseményt lebonthatjuk csoportokra a rumen hőmérséklet csökkenése mentén.



8. grafikon, vízivások száma rumenhőmérséklet csökkenésének mértéke szerint

A grafikonon megfigyelhetünk kiugró értékeket, például -15°C, vagy annál nagyobb lehűlést ( $\Delta t$ ), ezeknek az értékeknek utána járva megállapítható, hogy mérési hiba történt. Ezeknek az eseményeknek a száma azonban elenyésző, és nincs statisztikai jelentősége.

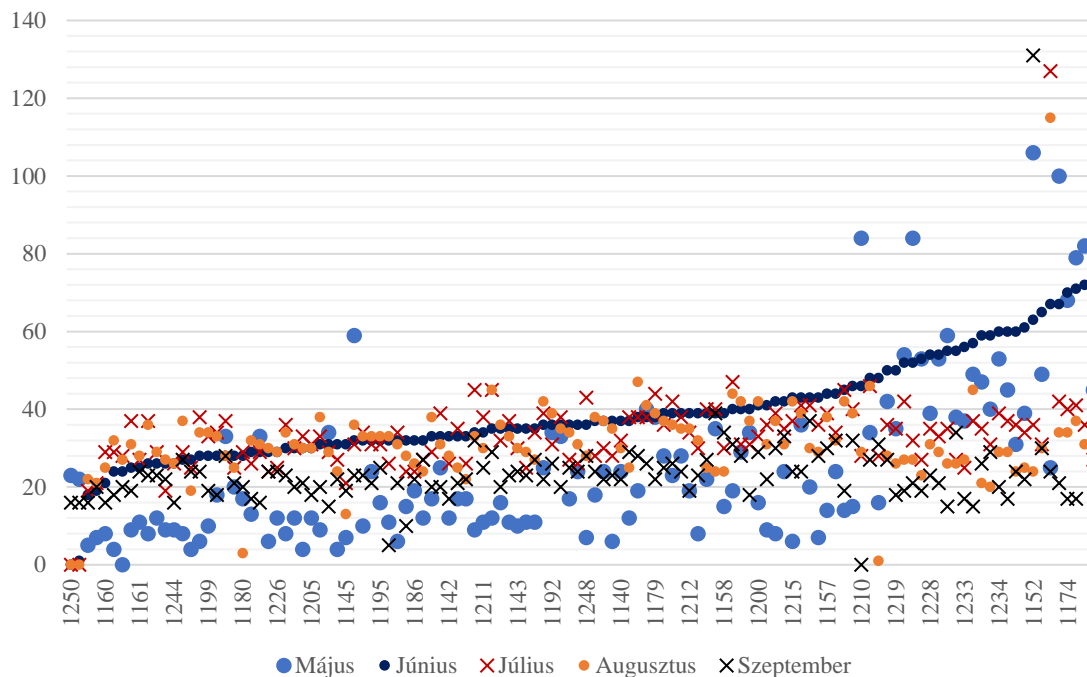
### 5.2.3 EGY ÁTLAGOS TEHÉN VÍZIVÁSA



9. grafikon, átlagos vízivások száma átlag tehenet vizsgálva a legeltetés ideje alatt, óránként

A fenti grafikonon ábrázoltam, hogy egy átlagos szarvasmarha a legelőn hányszor ivott a legeltetés ideje alatt és a nap mely szakaszában ivott gyakrabban. Ez az átlagos szarvasmarha 191.1 alkalommal ivott a legelőn 158 nap alatt. Ez kevésnek tűnhet azonban vannak időszakok amikor az állatok kevesebb vízivást regisztrálnak, ilyenkor következtethetünk arra is, hogy a felmelegedett pocsolyák vize eső után, valamint a legeltetett fű víztartalma biztosítja a vízigény egy részét. Az átlagos ivási gyakoriság 7,96 a nap 24 órájára vetítve. Ez az átlagot a grafikonon a horizontális piros vonal jelzi. Mint látható az állatok vízivási kedve a kora reggeli és a kora esti órák között a legmagasabb, azon belül is reggel 6 és 7 között ivott az átlagos szarvasmarha a legtöbbször, 16,8 alkalommal ivott a legeltetés alatt ebben az órában, majd déltől kora estéig az átlag felett volt a vízivási gyakorisága.

## 5.2.4 EGYEDENKÉNTI ELTÉRÉSEK



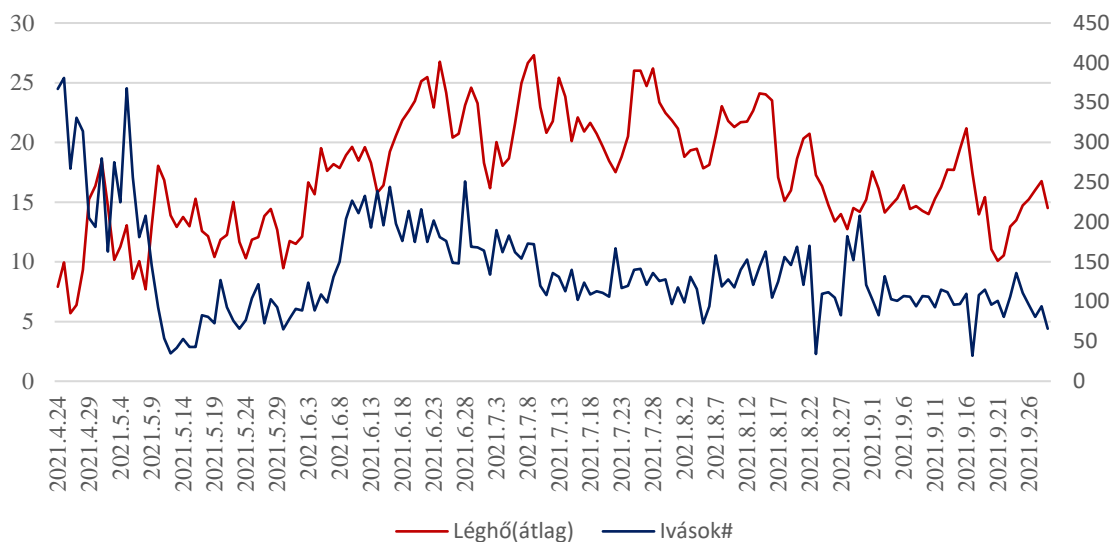
10. grafikon, havi összes vízivás tehenenként

Az állatok egyedenként is mutattak eltérést vízivási gyakoriságban, ezt a fenti táblázatban szemléltetem. Az adatok a júniusi vízivási gyakoriság szerint lettek rendszerezve, és azt mutatják, hogy egy adott azonosítójú állat a színnel jelölt hónapban hányszor tudott vízivást regisztrálni. A grafikon két oldalán a kiugró eseteket láthatjuk. Voltak állatok melyeknél egyáltalán nem rögzített adatot a rendszer, azonban vannak esetek, ahol kiugróan sokat. Egy ilyen rendszer üzemeltetése során amennyiben az adatok a valóságot tükrözik és nem mérési hiba történt következtethetünk állategészségügyi problémára.

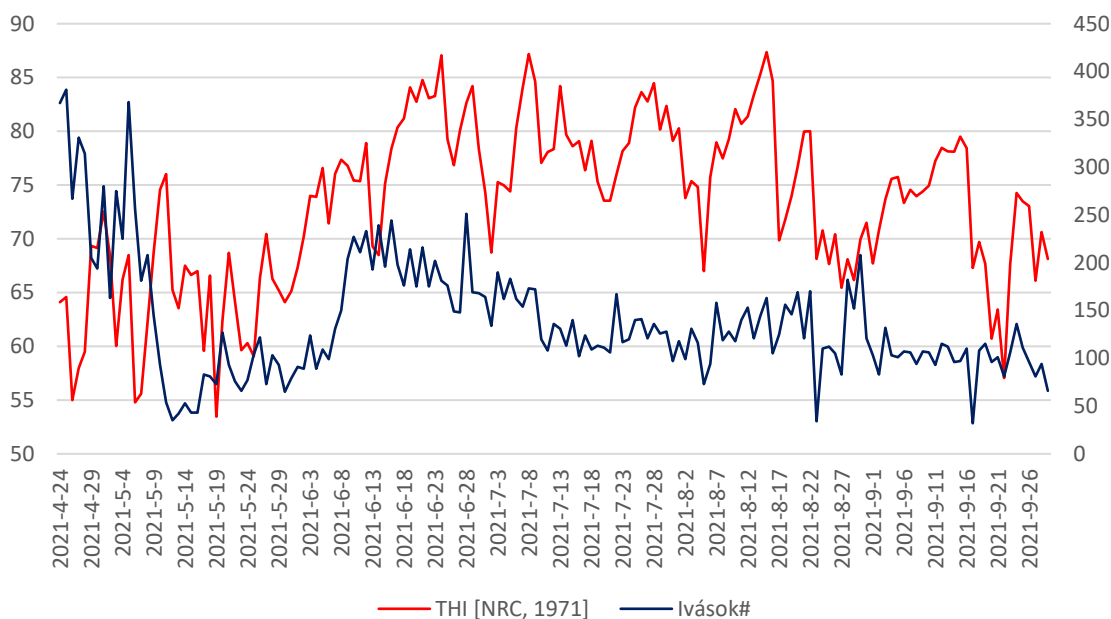
## 5.3 VÍZIVÁSI GYAKORISÁG ÉS AZ IDŐJÁRÁS

A lenti grafikonokon vizuálisan is megfigyelhető a kapcsolat a napi átlagos léghő (első), THI (második) és az állatok vízivási gyakorisága között. A grafikonokon látható, hogy nem mutat szoros korrelációt a kettő. Mint korábban láthattuk, az átlagos szarvasmarha a vizsgált legelőn reggel 6 és 7 között ivott a leggyakrabban, ez pedig nem függ össze a hőstresszel. A napi adatok közötti korrelációs együttható nullához közeli értéket mutat, hőmérséklettel viszonyítva  $r^2 = -0,096$ , a THI-val viszonyítva  $r^2 = 0,027$ . A negatív

korrelációs együttható ellentétes kapcsolatot feltételez – tehát növekedésre csökkenéssel reagál – azonban ez statisztikailag csak +0,9 felett és -0,9 alatt igazol erős kapcsolatot.



11. grafikon, léghő átlag és az ivások számának változása



12. grafikon, THI napi átlag és az ivások számának változása

Hónaponként vizsgálva sem kapunk erős korrelációt a hőmérsékletváltozás és az ivások gyakorisága között. Az összes ivás az adatbázisban mért, korábban részletezett módszer szerint meghatározott ivási események összege, míg az átlag az adott periódusban

korrigált azoknak a teheneknek a számával melynek bólusza az adott napon adatot szolgáltatott.

<b>Léghő</b>	<b>Ápr</b>	<b>Máj</b>	<b>Jún</b>	<b>Júl</b>	<b>Aug</b>	<b>Szept</b>
<b>r<sup>2</sup> - össz</b>	-0,692	-0,176	0,447	0,016	0,003	-0,082
<b>r<sup>2</sup> - átlag</b>	-0,710	-0,165	0,419	0,029	0,006	-0,082

A THI-val számolt korrelációs együttható az adott hónapokra a következő:

<b>THI</b>	<b>Ápr</b>	<b>Máj</b>	<b>Jún</b>	<b>Júl</b>	<b>Aug</b>	<b>Szept</b>
<b>r<sup>2</sup> - össz</b>	-0,405	-0,069	0,399	0,089	0,238	0,383
<b>r<sup>2</sup> - átlag</b>	-0,422	-0,023	0,378	0,102	0,242	0,378

Ez sem bizonyít korrelációt.

## 6 KÖVETKEZTETÉSEK

### 6.1 STATISZTIKAI ELEMZÉS – T PRÓBA A NAPI ÁTLAG HŐÉRZET INDEXRE

Ahogy korábban meghatároztuk a csorda össz vízivásainak száma 22.127 volt a legeltetés ideje alatt. 159 vizsgált nappal ez napi átlagos 139,16 vízivásnak felel meg.

A napi átlag THI alapján 2 csoportra tudjuk osztani az adatot a napok mentén, kritikus hőmérsékleti tartományba esőre és elfogadható átlag THI napokra. A THI értékeket a korábban részletezett 68 és 72-es értékek mentén vizsgálom. Az eredményeket a lenti táblázatban összesítem.

<i>n(napok#)</i>	<b>THI<sub>68</sub></b>	<b>THI<sub>72</sub></b>
<b>Magas THI</b>	42	18
<b>Elfogadható</b>	117	141
<b>Összes</b>	159	159

	<b>THI<sub>68</sub></b>	<b>THI<sub>72</sub></b>
<b><math>\bar{x}</math> magas THI</b>	145.90	154.33
<b><math>\mu</math></b>	139.16	139.16
<b><math>\sigma</math></b>	34.94	27.84
<b>Df</b>	41	17

$$t\text{-érték} = \frac{(\bar{x} - \mu)}{(\sigma / \sqrt{n})}$$

A t-érték kiszámításához a mintacsoportunk átlagából kivonjuk a populáció átlagát, majd elosztjuk a szigma és a mintaméret gyökének hányadosával. A mintaátlag mindkét vizsgált csoportra a táblázatból kiolvasható, THI<sub>68</sub>-on a napi mért vízivások átlaga 145,9 míg THI<sub>72</sub>-n 154,33. A teljes vizsgált periódusban, melyet populációnak tekintünk 139,16 az átlag. A szigma, vagyis a minta szórása THI<sub>68</sub> esetén 34,94, míg ugyanez a változó 27,84 (THI<sub>72</sub>) -n. A szabadságfokot (Df) úgy számítjuk ki, hogy a teljes mintaméretből kivonunk egyet, n-1. A vizsgált időintervallumban 42 nap átlag hőérzet indexe volt THI<sub>68</sub> felett és 18 volt THI<sub>72</sub> felett. Így a számított szabadságfokok 41 és 17.

Az így kapott adatokkal a fenti t-érték képletébe behelyettesítve azt kapjuk, hogy a t-érték 68-as THI-n 1,2504 míg 72-es THI-n 2,3121.

A megfelelő szabadságfokokon ( $n-1=41$ ) a Student-féle t-eloszlási táblázat segítségével megállapíthatjuk a hipotézis teszt eredményét. 68-as THI felett elfogadjuk a null hipotézist, ugyanis az eredmény kisebb, mint a kritikus t-érték 95% szignifikancia szintjén ( $\alpha=0,05$ ). A kritikus érték 41. szabadságfokon 1,303 (ez  $>1,2504$ ). Az eredmény nem teljesen inszignifikáns, ugyanis 90% szignifikancia szinttel 1,05 a kritikus T-érték, azonban ez számunkra a jelen elemzés szabályai szerint nem elégséges.

72-es THI feletti átlagértékkel számolva 2,3121 volt a t-érték, ami 17-es szabadságfok kritikus t-értékéhez viszonyítva 0,05 alfával 1,74 ( $<2,3121$ ) 0,02 alfával pedig 2,11 ( $<2,3121$ ) azonban 0,01 alfán 2,567 ( $>2,3121$ ) tehát elutasíthatjuk a null hipotézist 0,05 és 0,02 alfa értékkel. Azaz, az elvártnál magasabb szignifikancia szinten, 98%-on utasítjuk el a null hipotézist. Ez azt jelenti, hogy mivel a 2,3121 számított t-érték meghaladja a kritikus t-eloszlás értékét a kívánt szinten és attól magasabban is, a minta és a populáció átlaga közötti különbség szignifikánsnak tekinthető. Ez továbbá azt jelenti, hogy a THI<sub>72</sub> átlag napi hőérzet index felett az állatok vízivási gyakorisága a legeltetés ideje alatt nőtt. A hőérzet index tehát hatással volt az állatok viselkedésére.

## 6.2 U-PRÓBA

Az u-próbához az adatokat a t-próbához hasonlóan két csoportra kell osztani, mivel azt vizsgáljuk, hogy hogyan viszonyul egymáshoz a kettő. Ezzel a próbával vizsgáljuk, hogy a legeltetés ideje alatt gyakrabban fordult-e elő vízivási esemény kritikus THI tartományban, mint a marhák számára elfogadható hőérzetet nyújtó időben.

H<sub>0</sub>: Az állatok vízivási gyakoriságát a THI nem befolyásolja;  $\mu=0,0158 / 10$  perc.

H<sub>1</sub>: Az állatok vízivási gyakoriságát a THI befolyásolhatja;  $\mu \neq 0,0158 / 10$  perc.

Másodszorra egy oldalú vizsgálatot is folytatunk, hogy növekszik-e a vízivási események gyakorisága, ha a THI az adott vizsgált időpontban kritikus tartományban van.

H<sub>0</sub>:  $\mu \leq 0,0158 / 10$  perc

H<sub>1</sub>:  $\mu > 0,0158 / 10$  perc

Az előbb felvázolt hipotézis elbírálásához meg kell határozni a két sokaság átlagainak arányai közötti különbség statisztikai szignifikanciáját, ehhez két mintás u-próbát fogok használni a minták arányára, ugyanis azt fogom meghatározni, hogy kritikus hőérzeti tartományban nagyobb valószínűséggel fordul-e elő vízivási esemény a csorda



egészében. Ez azt jelenti, hogy 1.401.989 adatpontot, amit a bendő bóluszok állítottak elő, kell kategorizálni a THI alapján. Majd ezen a két csoporton belül meghatározzuk, hogy történt-e vízvási esemény a bendő bólusz hőmérsékletcsökkenése alapján. Az adatok felosztása a következő:

### 6.2.1 72-ES THI ÉRTÉKEN

	<b>THI<sub>72</sub></b>	<b>Normál</b>	<b>Össz</b>
<b>Nem ivott</b>	380.973	998.889	1.379.862
<b>Ivott</b>	7.356	14.771	22.127
<b>Össz</b>	388.329	1.013.660	<b>1.401.989</b>

Az u-érték meghatározásához a következő képletet fogjuk használni:

$$u = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2)}{\sqrt{\hat{p} \cdot \hat{q} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

A képletet tovább kell bontanunk. A nevezőben a  $\hat{p}_1$  az első minta, a  $\hat{p}_2$  a második minta részarányát jelöli. A  $\hat{p}_1$ -et a következő képpen kapjuk meg:

$$\hat{p}_1 = \frac{x_1}{n_1}$$

Ahol  $x_1$  az első minta kedvező kimenetelű eseményeinek számát, vagyis a THI<sub>72</sub> feletti vízvási események összegét jelöli, ami 7,356. Az  $n_1$  a vizsgált minta méretét jelöli, ez 388.329 adatpont. Behelyettesítve megkapjuk, hogy  $\hat{p}_1 = 0,0189$ .

A másik mintánk, azok az alkalmak amikor a bendőbólusz 72-es THI érték alatt mért adatokat. Ez összesen 1.012.660 adatpontot jelent, ezek közül 14.771 alkalomra határozta meg vízvási eseményt.  $\hat{p}_2$  tehát 0,0146.

A hányadosban található  $\hat{p}$  képlete:

$$\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$$

Ennek eredménye 0,0158. A  $\hat{q}$  értékét úgy kapjuk meg, hogy  $\hat{p}$ -t kivonjuk egyből, vagyis  $\hat{q} = 0,9842$ . A nevező második fele,  $\frac{1}{n_1} = 2,575 \cdot 10^{-6}$ ,  $\frac{1}{n_2} = 9,865 \cdot 10^{-7}$ .

Az u-érték képletébe behelyettesítve a fenti számokkal megkapjuk, hogy  $u=18,5821$ . Mind a két hipotézisre szignifikáns eredményt kapunk és elutasíthatjuk a nullhipotézist, vagyis, az állatok vízivási gyakoriságára hatással volt a hőérzet index. A második hipotézisre pedig eredményül kapjuk, hogy az állatok a kritikus THI csoportban szignifikánsan nagyobb arányban ittak vizet.  $u=18,5821$  továbbá alfa 0,001-nél (99,9% szignifikancia szint) is szignifikánsabb minta aránybeli eltérést igazol, tehát ezt igen erős statisztikai bizonyítéknak vehetjük.

### 6.2.2 68-AS THI ÉRTÉKEN

THI<sub>68</sub>-as értékkel is hasonlóan szignifikáns eredményt kaptunk:

	<b>THI<sub>68</sub></b>	<b>Normál</b>	<b>Össz</b>
<b>Nem ivott</b>	<i>849.186</i>	<i>530.676</i>	<i>1.379.862</i>
<b>Ivott</b>	<i>12.517</i>	<i>9.610</i>	<i>22.127</i>
<b>Össz</b>	<i>861.703</i>	<i>540.286</i>	<i>1.401.989</i>

Az u-érték ezen a THI szinten 15,077.

### 6.2.3 NAPPALI ÓRÁK VIZSGÁLATA

Feltehetjük azt a kérdést, hogy hogyan változna az eredményünk, ha csak a nappali órákat vennénk figyelembe, amikor az állatok általánosan aktívabbak. A nappali órákat reggel 05:00:00-tól este 20:00:00-ig határozta meg. A vízivási adatok ismertetésénél bemutatott táblázatban az átlagos marha vízivási szokásait jelenítettem meg grafikonon, amiben lehetett látni, hogy leggyakrabban reggel 6 és 7 óra között ivott az állat.

	<b>THI<sub>68</sub></b>	<b>Normál</b>	<b>Össz</b>
<b>Nem ivott</b>	<i>505.628</i>	<i>340.761</i>	<i>846.389</i>
<b>Ivott</b>	<i>12.938</i>	<i>6.952</i>	<i>19.890</i>
<b>Össz</b>	<i>518.566</i>	<i>347.713</i>	<i>866.279</i>

Ha behelyettesítünk a korábban kiválasztott u próba képletbe azt kapjuk, hogy az az u-érték = -15,0965. Ha az u-érték negatív az azt jelenti, hogy az első mintánk, vagyis a THI<sub>72</sub> hőérzetben mért adatok vízivási eseményeinek aránya kisebb, mint a normál hőérzeti tartományban mértéké.

Megvizsgálva az állatok aktív óráiban elkövetett viselkedését és összevetjük a napi átlagokra kiszámolt Student-féle t-próbával az eredményt akkor levonhatjuk azt a

következtetést, hogy az állatok a magasabb átlag hőérzeti indexet mutató napokon gyakrabban ittak vizet, azonban a napon belül a hűvösebb időszakokat választották. Ezt a hipotézis bizonyítást erősíti továbbá vizuálisan a grafikon, amiből leolvasható, hogy az állatok vízivási gyakorisága a kora reggeli és a késő délutáni időintervallumokban magasabb.

## 7 ÖSSZEFOGLALÁS

A diplomamunkám során végzett statisztikai elemző kutatásban a Várvolgyi legelői marhatartás paramétereit részletesen feltérképeztem az ÖMKi vezető kutatója, Dr. Pajor Gábor által biztosított adatok alapján.

Az elemző munka első részében a környezeti paraméterek kerültek részletes tárgyalásra, úgy, mint a legelői léghőmérséklet, a páratartalom, a kettő adatból számított THI, a csapadék és ezeknek minimális, átlag, és maximális értékei az adott időintervallumokban.

A kutatás második részében az állatok vízivással kapcsolatos viselkedési szokásaiba kapunk betekintést. Itt azt részleteztem, hogyan határoztam meg egy vízivási eseményt a hőmérős bendő bólusszal, hány ilyen eseményt sikerült megállapítani és azok, hogyan oszlottak szét a legeltetés ideje alatt, és a napokon belül az egyes órákban.

A harmadik részében az állatok vízivása és az időjárás közötti kapcsolat kerül részletes kielemezésre, több statisztikai eszközzel és több irányból megközelítve. Ennek első részében vizuálisan kerül szemléltetésre az adat, majd Student féle t-próbával a napi átlag adatok lettek összehasonlítva. A két minta arányának összehasonlítóra szolgáló u-próbával pedig a mért adatok teljes granularitásában is szembe kerültek egymással.

A statisztikai elemzés eredménye legmagasabb 99.9%-os szignifikancia szinttel válaszolja meg az összefüggés mértékét a szabadtartású charolais szarvasmarhák legelői vízivási gyakorisága és a hőstressz állattartásban mért legfontosabb paramétere, a THI között. A vizsgált nullhipotézis feltételezte, hogy a THI változása és a vízivás gyakorisága között nincs összefüggés, amit a felhasznált statisztikai eszközökkel minden esetben elvettem, és elfogadtam az ellenhipotézist. Részletes elemzés során bizonyítást kapunk arra, hogy az állatok a melegebb napokon és a hűvösebb időintervallumokban gyakrabban isznak. Az állatok vízivása és a termelési hozamok között szoros az összefüggés, így hasonló kutatással az adott tartási helyen az állattartók felmérhetik az árnyékoló, vízporlasztó, vagy más, a marhák hőérzetét javító infrastruktúrába való beruházás megtérülésének feltételeit. Az elemzés nagy adatmennyiséget használt fel, viszont a megfelelő diagnosztikai eszköz és informatikai háttérrel replikálható.

## 8 SUMMARY

Troughout my dissertation I have analyzed in detail the meteorological and water-intake parameters on beef cattle husbandry on several pastures around Várvolgy, Zala County, Hungary. The analysis was based on data provided by Dr. Gábor Pajor, research leader of ÖMKI, a Hungarian non-profit research organization specializing in agricultural research.

In the first part of the research analysis, I have provided details on the environmental parameters of the pasture, meaning air temperature, relative humidity, and rainfall, with minimum, average, and maximum values for multiple time intervals. From these data, THI was calculated using multiple calculations for the said index.

The second part focused on the cattle's behavior in relation to their water intake behavior. This part provides detail on the number of water-intake events, and how these data are spread throughout the grazing period on the open pasture. In Hungary, this period generally starts on the 24th of April and ends on the 29th of September.

In the third part, the meteorological data and the events of water intake were compared against each other with multiple statistical tools, including correlation testing, Student's t-test, and z-test of two proportions.

The result of the statistical analysis provides confident evidence on a 99.9% significance level that water intake is influenced by the most important environmental factor in animal husbandry, the THI. During the analysis I have arrived at the conclusion that the observed cattle have shown increased water-intake behavior on days of high average THI, however during these high average THI days, the animals chose to drink during the cooler early morning and late evening hours. This latter conclusion is true when we filter for the active hours of the cattle.

Since there is a strong correlation between productivity and the water intake of beef cattle, similar investigations could provide farmers with valuable information on whether investments in improving shading or water sprinkle infrastructure would turn a profit. While the research analysis was based on big data, it can be replicated on other pastures with proper diagnostic tools (rumen bolus) and IT infrastructure.

## 9 IRODALOMJEGYZÉK

1. Tangl Harald (1956) Háziállatok Élettana, 2nd ed. Mezőgazdasági kiadó
2. Zöldág L (2018) Állatorvosi Genetika és Állattenyésztés, 2. Állatorvostudományi Egyetem, Budapest
3. Dr. Béri B (2011) Tartástechnológia. Debreceni Egyetem
4. Holló I, Szabó F (2011) Szarvasmarhatenyésztés. Szent István Egyetem
5. Brown-Brandl TM, Nienaber JA, Eigenberg RA, Mader TL, Morrow MJL, Dailey JW (2006) Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds. *Livest Sci* 19–26
6. G.P. Moberg, J.A. Mench (2000) THE BIOLOGY OF ANIMAL STRESS Basic Principles and Implications for Animal Welfare
7. Deshazer JA, Hahn GL, Xin H (2009) Basic Principles of the Thermal Environment and Livestock Energetics
8. Kim WS, Peng DQ, Jo YH, Nejad JG, Lee HG (2021) Responses of beef calves to long-term heat stress exposure by evaluating growth performance, physiological, blood and behavioral parameters. *J Therm Biol* 100:.. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103033>
9. Lees AM, V Sejian, J C Lees, M L Sullivan, A T Lisle, J B Gaughan (2019) Evaluating rumen temperature as an estimate of core body temperature in Angus feedlot cattle during summer. *Int J Biometeorol* 939–947
10. Brown-Brandl TM (2018) Understanding heat stress in beef cattle
11. Boyazoglu JG, Nardone A, Ronchi B (1990) Animal husbandry in warm climates : proceedings of the International Symposium on Animal Husbandry in Warm Climates. Viterbo
12. Frost AR, Parsons DJ, Stacey KF, Robertson AP, Welch SK, Filmer D, Fothergill A (2003) Progress towards the development of an integrated management system for broiler chicken production. *Comput Electron Agric* 39:227–240. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(03\)00082-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(03)00082-6)

13. Berckmans D AUTOMATIC ON-LINE MONITORING OF ANIMALS BY PRECISION LIVESTOCK FARMING
14. Precision dairy farming: a review of current available technologies | Farming Connect. <https://businesswales.gov.wales/farmingconnect/news-and-events/technical-articles/precision-dairy-farming-review-current-available-technologies>. Accessed 20 Nov 2023
15. Rashamol VP, Sejian V, Pragna P, Lees AM, Bagath M, Krishnan G, Gaughan JB (2019) Prediction models, assessment methodologies and biotechnological tools to quantify heat stress response in ruminant livestock. *Int J Biometeorol* 63:1265–1281. <https://doi.org/10.1007/S00484-019-01735-9>
16. Bewley JM, Grott MW, Einstein ME, Schutz MM (2008) Impact of Intake Water Temperatures on Reticular Temperatures of Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci* 91:3880–3887. <https://doi.org/10.3168/JDS.2008-1159>
17. Spiridonov V, Curic M (2020) *Fundamentals of meteorology*. Springer International Publishing
18. Bohmanova J, Misztal I, Cole JB (2007) Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J Dairy Sci* 90:1947–1956. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>
19. Zimbelman RB, Collier R (2011) *Feeding Strategies for High-Producing Dairy Cows During Periods of Elevated Heat and Humidity*
20. Burgos Zimbelman R, Rhoads RP, Lynn Rhoads M, Duff G (2009) A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows.
21. Dupont WD (2009) *Statistical Modeling for Biomedical Researchers*, 2. Cambridge University Press

## 10 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék első sorban köszönetet mondani külsős témavezetőmnek Dr. Pajor Gábornak, az ÖMKi szakértő munkatársának és kutatásvezetőjének, hogy hozzáférést biztosított a projektjének adataihoz és hogy az elemzés során iránymutatást nyújtott.

Köszönöm Dr. Könyves Lászlónak, az Állathigiéniai, Állomány-egészségtani Tanszék és Mobilklinika tanszékvezetőjének, hogy engedélyezte, hogy a külső szervezetnél végzett adatelemző kutatásom indulhasson a tanszéke égisze alatt, valamint neki is köszönöm a munka során nyújtott támogatást.