

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR
ÁLLATTUDOMÁNYI ÉS VADGAZDÁLKODÁSI INTÉZET

**MÓDSZERTANI JAVASLAT EGYES KLIMATIKUS TÉNYEZŐK MEZEI NYÚLRA
KIFEJTETT HATÁSAINAK VIZSGÁLATÁHOZ**

Készítette:
TÓTH KORNÉLIA
Vadgazda mérnök

Konzulens:
Dr. Majzinger István
egyetemi docens

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY
2012

TARTALOMJEGYZÉK

1	BEVEZETÉS	3
2	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1	A mezei nyúl releváns élettani, etológiai és ökológiai jellemzői	5
2.2	Az egyes klímátényezők bemutatása Magyarország viszonylatában	7
2.2.1	Középhőmérséklet	8
2.2.2	Csapadékösszeg	9
2.2.3	Hótakarós napok	10
2.3	Az eddigi tudományos vizsgálatok alapján megállapított összefüggések összegzése a klímátényezők és a mezei nyúl állomány között	11
3	ANYAG ÉS MÓDSZER	13
3.1	Anyag	13
3.1.1	A kontroll terület bemutatása	13
3.2	Módszer	14
3.2.1	A vizsgálathoz szükséges mezei nyúl állománybecslési módszerek	14
3.2.2	Meteorológiai mérőeszközök és adatgyűjtés	15
3.2.3	Adatbázis és adatfeldolgozás	18
3.2.4	Függvényspecifikáció	22
4	EREDMÉNYEK, ÉRTÉKELÉS	28
5	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	41
6	ÖSSZEFOGLALÁS	44
7	IRODALOMJEGYZÉK	45
8	MELLÉKLET	47

1 BEVEZETÉS

A tudomány fejlődésével egyre többet ismerhetünk, érthetünk meg a Földünket és közvetlen lakóhelyünket jellemző, klímát alakító hatásokból, időjárási jelenségekből. A meteorológiai adatok és események dokumentálásával óriási méretű adatbázis jött létre és áll a kutatók rendelkezésére. Az 1900-as évekre jellemző, hogy a fejlett társadalmak egyre nagyobb figyelmet szenteltek a Földön zajló klímafolyamatoknak. A kutatások és a meteorológiai adatok elemzése alapján a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy a Föld klímája folyamatosan változik. Ezt a változást ebben az időszakban a fokozatos melegedés jellemezte (Rácz, 2001). A század végére a kutatókat komolyan aggasztani kezdte a klíma ilyen irányú megváltozása, mivel a globális klímaváltozással összefüggő lokális változások egyre szélsőségesebb időjárási eseményeket okoztak. Sajnos tény az is, hogy egyes szélsőséges álláspontot képviselő kutatók bizonyos szinten túlzásba estek a várható következmények prognosztizálásánál, mellyel ok nélkül keltenek félelmet az emberekben.

Ha pusztán egyes időjárási eseményeket és azok gyakoriságát tekintjük, arra a téves következtetésre juthatunk az elmúlt 10-15 év híradásai alapján, hogy sokkal több kiemelkedő meteorológiai esemény történt, történik, mint korábban. A valóság viszont az lehet, hogy bizonyos időjárási események mostanában több figyelmet kapnak, mint korábban és a technika fejlődésével egyre több eseményt tudunk előre jelezni, megfigyelni és dokumentálni.

A kockázat vagy a kár mérséklése miatt, az emberekben és még inkább az időjárástól függő gazdálkodási tevékenységet folytatókban fokozódó igény van a pontosabb meteorológiai és klimatológiai előrejelzésre - rövid és hosszútávon egyaránt, - és mindezek mellett a lehetséges hatások vizsgálatára, előrejelzésére.

A vadgazdálkodás szempontjából tekintve a klímátényezőket, megállapítható, hogy míg a nagyvadállományt nem, vagy csak nagyon ritkán, szélsőséges esetben befolyásolhatja, addig az apróvadállományt - testmérete, szaporodása, táplálkozása, viselkedése miatt – jelentősen befolyásolhatják a klímátényezők egyedi és komplex hatásai. Így az apróvadas területtel rendelkező vadgazdálkodókban is jogosan merülhet fel a kérdés, hogy mekkora hatása lehet az apróvadállomány alakulására az időjárási elemeknek (csapadék, hőmérséklet, szél, napsütéses órák száma, hóborítottság), mekkora lehet a valódi pusztulás egy olyan jellegű időjárási szélsőség, mint a 2010-es évben lehullott rekord mennyiségű csapadék után és lehet-e valamilyen módon csökkenteni a klímátényezők hatását.

Célom, hogy olyan módszertant dolgozzak ki, amellyel a rendelkezésre álló adatokat úgy lehet vizsgálni, hogy jobban érzékeltesse az apróvadállomány, azon belül is a mezei nyúl állomány és a klímátényezők összefüggéseit.

Az alábbi kérdések mentén végzem vizsgálataimat:

- Milyen vizsgálatokat és mikor szükséges elvégezni a vadász területen, amelyek alapján következtetni lehet a mezei nyúl, a környezet és az időjárási események kölcsönhatására?
- Milyen hatása van az egyes klíma tényezőknek a mezei nyúl állomány alakulására?
- Lehet-e - ha igen milyen pontossággal - következtetni a környezet és az időjárási események kölcsönhatásából a mezei nyúl állomány reakcióira rövid és hosszú távon?
- Milyen eszközökkel és milyen hatásfokkal lehet az időjárási eseményekből eredő kockázatokat mérsékelni?

2 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A mezei nyúl releváns élettani, etológiai és ökológiai jellemzői

Minden élőhelytípusban előfordul, magas állománysűrűséget azonban csak mezei élőhelyeken tapasztalhatunk. Az eredetileg sztyepplakó mezei nyúl jól alkalmazkodott a kultúrsztyeppékhez. A mezei nyúl a legmagasabb állománysűrűséget ott érheti el, ahol a sokféleséget biztosító vetésszerkezet kispárcellákon jelenik meg, fennmaradtak a természetes és mesterséges gyepek, továbbá erdősávok, erdőfoltok váltogatják egymást. (Pielowski és Racinski, 1976, cit Kovács és Heltay, 1993)

Szezonálisan szaporodó állat. Szaporodása az év hosszabb időszakára terjed ki, de ennek kezdete és vége rendszerint pontosan behatárolható egy adott földrajzi környezetben. A nőstény mezei nyulak szaporodási ciklusa januárban kezdődik és szeptember végig, október elejéig tart. A vemhesség időtartama átlagosan 41 nap. A második alom megszületése az előző fialáshoz képest a 38. npra történhet a szuperfötáció jelensége miatt. Álvemhesség kialakulása esetén a két fialás közötti idő 54-59 npra emelkedik. (Kovács és Heltay, 1993)

A születésük évében szaporító nyulak általában egy, ritkán két almot vetnek. A felnőtt nyulak alomszáma a szaporodási időszak hosszától, két fialás között eltelt időtől, a földrajzi helytől, a nőstény korától, a populáció sűrűségétől stb. függ (Faragó, 2007). A természetben élő populációk nőstényenkénti alomszáma három és négy közé esik. Az almonkénti nyúlfiak száma függ a fialás időpontjától és attól is, hogy a tenyésztési időszak hányadik fialásáról van szó. Pépin, (1981) cit Kovács és Heltay (1993) vizsgálatai szerint az egy alomban lévő legnagyobb utódszám a március-augusztus időszakra esik az északi féltekén. Januárban egy-két utóddal számolhatunk, ez márciusban kettő-háromra, áprilisban három-négyre emelkedik. Júliusig ezen a szinten marad, majd ezt követően csökken. Az átlagérték 1,9 és 2,8 között mozog. Flux, (1967) cit Kovács és Heltay (1993) szerint „...az alomszám és az almonkénti utódszám között fordított arányosság van: minél több almot ellik egy nőstény, annál kevesebb lesz az egyes almokban megszületett utódok száma.” (Kovács és Heltay, 1993)

A magzat a méhen belüli élet 30. napjától megkezdzi a felkészülést a viszonylag önálló, fészket nem igénylő, méhen kívüli életre. A nőstény minden előkészület nélkül egy jól védett, száraz helyen hozza világra ivadékait. Az átlagos 41 napos újszülött teste sűrű és hosszú szőrtakaróval fedett, szemei nyitottak. A nyulak születéskori testtömege leggyakrabban 100 és 130 g között változik. A kifejlett állatra jellemző tömeget átlagosan a 240. npra éri el, azaz 8 hónapos korra. (Kovács és Heltay, 1993)

Az elhullás már a méhen belüli életben csökkenti a várható szaporulat nagyságát, de ennél

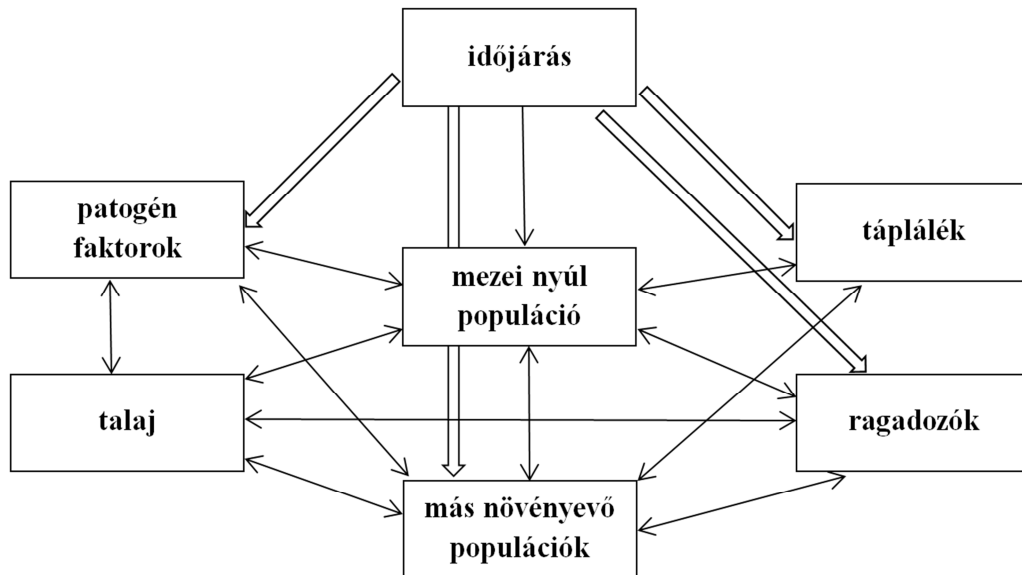
nagyobb jelentőségű a már megszületett fiatal nyulak mortalitása. A legtöbb kisnyúl abban az időszakban (március – május) születik, amikor a környezeti tényezők – időjárás, táplálékforrás, takarás – az újszülöttek számára a legkedvezőbbek. Ennek ellenére rendkívül magas az elhullás aránya, aminek mértéke igen nagy eltéréseket mutathat akár szomszédos vadászterületek között is. (Faragó, 2007)

A törzsállományt alkotó kifejlett egyedek elhullása a tavasztól ősziig tartó időszakban lényegesen kisebb. Sem időben, sem térben nem olyan változó, mint a fiatalok ugyanezen időszak alatt tapasztalt elhullása. Átlagosan 30%-os elhullással számolhatunk. Az ősztől tavaszig tartó időszakban az állomány természetes veszteségei viszonylag elenyészőek, ha a vadászati hasznosítás elég nagy értéket képvisel. Ez a veszteség 10% körül mozog. A hasznosítás mértéke és a természetes elhullások közötti kapcsolat különös érdeklődésre tarthat számot a vadászott állományok tekintetében. Az eddigi kutatások egyértelműen amellett szólnak, hogy a két létszámvesztést okozó tényező között kiegyenlítő mechanizmus működik. Megfigyelések alapján az olyan állományokban, ahol az őszi felnevelt szaporulat aránya alacsony szinten van, a kifejlett nyulak elhullása alacsony szinten marad, mintegy biztosítva az állomány fennmaradását. Ahol viszont ez az arány nagy, ott a felnőtt nyulak elhullása is nagyobb lesz, megakadályozva ezzel az állomány túlszaporodását. (Kovács és Heltay, 1993)

A mezei nyúl esetében az elhullások okai elsőként a ragadozók, de szólnunk kell a betegségekről is. Az utóbbi időben az ember természetformáló tevékenysége az egyre civilizáltabb környezet is gondot okoz. Olykor az időjárás szélsőségei viselik meg az állományt. Ezen hatások erősségét az állományra gyakorolt befolyását már régóta kíváncsian vizsgálják a vadgazdák és a kutatók, hogy az ellenük való védekezésre is eredményes lehetőséget találjanak. Abban az esetben, ha a felsorolt tényezők hatását külön-külön vetjük össze a mezei nyúl állomány számszerű alakulásával, könnyen félrevezető következtetéseket vonhatunk le. Ezek a tényezők ugyanis egyidejűleg, együttesen, nem pedig külön-külön és nem egymás hatásától függetlenül játszanak szerepet a nyúlállomány mennyiségének alakulásában. Tagadhatatlan azonban, hogy az elhullást előidéző okok együttes vizsgálata nagyon bonyolult és nehéz feladat elé állítja a kutatókat. Ennek ellenére a gyakorlatban sokszor csak egy-egy faktort vizsgálnak, és annak szerepét igyekeznek megállapítani. (Kovács és Heltay, 1993)

Az egyed sorsának alakulását befolyásolják a környezetében élő társai, de nem tudja függetleníteni magát más fajok egyedeinek hatásától sem. A növényvilág nemcsak közvetlenül - a táplálék révén -, hanem közvetve is, például a búvóhelyekkel, a mikrokörnyezet megváltozásával hat a mezei nyúlra. De nemcsak az élővilág, hanem más tényezők, egyebek között az éghajlat, az időjárás, a talaj, a domborzat és a civilizált társadalom technikai "csodái" is beavatkoznak a nyulak

hétköznapijaiba. Mindezek együttesen és sokszor egy időben hatva alakítják a természetben élő mezei nyulak sorsát. Ez a bonyolult kölcsönhatás-rendszer első pillantásra áttekinthetetlennek tűnhet (1. ábra). A tudomány mégsem riad vissza e látszólag kusza hálózat láttán, hanem arra törekszik, hogy felismerje azokat az elsődlegesen meghatározó okozati összefüggéseket, amelyek az alapvető mozgatórugókat jelentik. (Kovács és Heltay, 1993)



1. ábra: A környezet és a mezei nyúl-populáció kölcsönhatása (Kovács és Heltay, 1993 nyomán)

2.2 Az egyes klímátényezők bemutatása Magyarország viszonylatában

Mersich és mtsai (2003) alapján:

Magyarországon éghajlati viszonylatban a napfénytartam éves összege mintegy 1750 és 2050 óra között változik. Maximumát Dél-Alföldön és Pécs környékén éri el, míg minimuma az Alpokalján és Északkelet-Magyarországon van. Az eloszlásra a levegő tisztasága is hatást gyakorol, mivel a szennyezettebb levegő jobban csökkenti a napsugárzás hatását, gyakrabban alakul ki köd. Az évi napfénytartam esetében főleg a téli időszakban fontos befolyásoló tényező a domborzat. A hazai domborzati viszonyok mellett nyáron a helyi hatások kicsik.

A derült napok számának maximuma július-október hónapokban van, ami egybeesik a borult napok számának minimumával. Lényegében a teljes decemberi –júniusi időszakot viszonylag kisszámú derült nap jellemzi, míg a borult napok száma télen határozott maximummal rendelkezik. Az ország déli részén kevesebb a borult, több a derült nap.

Az évi középhőmérséklet elsősorban a tengerszint feletti magasság függvénye, az ország kis meridionális kiterjedése miatt kevésbé feltűnő a középhőmérséklet délről észak felé történő csökkenése. A hőmérsékletet télen és nyáron meghatározó, eltérő tényezők kiegyenlítő hatása miatt az évi átlag – hegységeink kivételével – mindenütt 9,5-11°C körül alakul, térbeli változékonysága

kicsi. Az ország területének döntő részén 10-10,5°C az évi középhőmérséklet, 8°C alá csak a magasabban fekvő részeken, a Bakony és az Alpokalja kisebb területein, illetve az Északi-középhegységben süllyed. A legmelegebb területek a Duna medencéjének Budapest alatti része és Szeged környéke.

Az ország egyes területei között nincsenek nagy hőmérséklet eltérések, legnagyobb különbség a tengerszint feletti magasság szerint alakul ki.

2.2.1 Középhőmérséklet

Téli hónapok középhőmérséklete

Télen a hőmérséklet délnyugatról északkelet felé haladva csökken. Míg a decemberi átlaghőmérsékletek csak a magasabb helyeken és az ország északkeleti területein negatívak, addig a januári átlagok az egész országban 0°C alatt maradnak, ez a leghidegebb hónapunk. Februárban mind negatív, mind pozitív középhőmérsékletű területekkel találkozhatunk. A téli havi középhőmérsékletek változékonysága az egyes évek között nagy. Voltak évek, amikor télen a napi középhőmérsékletek csak néhány esetben csökkentek 0°C alá, míg máskor januárban az átlag -10°C körül alakult.

A tavaszi hónapok középhőmérséklete

A tavaszi időszakra a gyors melegedés jellemző. Ekkor a hőmérséklet területi eloszlásában is változás történik, ugyanis télen délnyugat felől északkeleti irányba csökken, nyáron pedig északnyugati irányból délkelet felé növekszik a hőmérséklet. Míg márciusban a havi középhőmérséklet sehol sem éri el a 7°C-ot, addig a májusi átlag már az ország nagy területén a 16°C-ot is meghaladja. A márciusi értékek ingadozása nagy, előfordult már, hogy a február melegebb volt a márciusnál. A tavaszi időszak egyben a vegetációs időszak kezdete is. A napi középhőmérséklet átlagosan március 9. és 19. között emelkedik 5°C fölé, míg a 15°C-ot május második felében haladja meg.

A nyári hónapok középhőmérséklete

A nyári középhőmérsékletek területi eloszlása alapján az ország leghűvösebb területei a nyugati határszél és a magasan fekvő területek, míg legmelegebb az Alföld déli része. Az év folyamán ebben az évszakban a legkisebb a három hónap közötti hőmérsékleti különbség, az is többször előfordul, hogy a legmelegebb hónap – az átlagoktól eltérően – az augusztus. Alacsony a hőmérséklet változékonysága a különböző évek és az egymást követő napok között is. Legmelegebb hónapunkban, júliusban az Alföldön a havi átlaghőmérsékletek a 21°C-ot is

meghaladják, míg a hűvösebb területeken 18°C táján alakulnak.

Az őszi hónapok középhőmérséklete

Ősszel az átmeneti jelleg miatt ismét nagy eltérést mutatnak a három hónap átlaghőmérsékletei. Szeptember eleje még gyakran nyáriasan meleg, az ősz csak a hónap második felében köszönt be igazán, de még október elején, a „vénasszonyok nyarán” is lehet kellemesen meleg az időjárás. Szeptemberben az ország döntő részén a havi középhőmérséklet sokévi átlaga 14-17°C, októberben 10-11°C és novemberben 4-6°C között alakul. A napi átlaghőmérséklet általában szeptember közepe táján süllyed 15°C, november közepe táján pedig 5°C alá. November végén még lehetnek pozitív napi középhőmérsékleti értékek, de már téliesen hideg napok is. A hőmérséklet a magassággal kevésbé változik, mint más évszakokban.

2.2.2 Csapadékösszeg

Az éves csapadékösszeg területi eloszlására egyrészt a domborzat, másrészt a nyugatról kelet felé erősödő kontinentalitás nyomja rá bélyegét. 100 m-es magasságnövekedés nagyjából 35 mm-nyi növekményt eredményez az évi összegben, a kontinentalitás fokozódása pedig a csapadékösszeg csökkenésében mutatkozik meg. A legcsapadékosabb délnyugat-dunántúli területek – ahol a Földközi-tenger hatása számottevő – és a magasabb hegyek csaknem kétszer annyi csapadékot kapnak, mint az Alföld közepe. A kevéssel 600 mm fölötti országos átlag körül az egyes évek akár plusz-mínusz 30%-nyi ingadozást mutathatnak.

A téli hónapok csapadékösszege

A négy évszak közül a tél szolgáltatja a legkevesebb csapadékot, az éves összegnek mindössze 19%-át. A havi összegek decembertől februárig csökkennek, ez utóbbi majdnem mindenütt az év legszárazabb hónapja. Ekkor az Alföld nagy részén a havi összeg 30 mm alatt van.

A tavaszi hónapok csapadékösszege

A csapadékhajlam a tavaszi hónapok során fokozatosan és jelentősen nő. Míg márciusban az országos átlag csak 35 mm körül van (alig több mint tél végén), májusban megközelíti a 60 mm-t. Összességében a három tavaszi hónap csapadéka az éves összeg 23%-át teszi ki. Az egyes évek között nagy az ingadozás.

A nyári hónapok csapadékösszege

A három nyári hónap közül – sőt az egész évben is – szinte mindenütt a június a legcsapadékosabb hónapunk, kivéve a Dunántúl nyugati részét, ahol a maximum júliusra tolódik át. Nem csak a

legnagyobb havi összeg miatt, hanem a viszonylag kisebb időbeli változékonyság miatt is júniusban számíthatunk a legnagyobb valószínűséggel csapadékra. Júliusban és augusztusban az átlagos csapadékösszeg és annak területi eloszlása nagyon hasonló.

Az őszi hónapok csapadékösszege

A csapadékmennyiség évi menetében a havi összegek júniustól októberig fokozatosan csökkennek. Az országos átlag szeptemberben 50 mm alatti érték, októberben 40 mm alá esik. Ez utóbbi hónap mutatja a legnagyobb térbeli változékonyságot is. Az őszi – és egyben a téli félév – legcsapadékosabb hónapjában, novemberben a havi összeg az ország túlnyomó részén 50-60 mm között alakul.

2.2.3 Hótakarós napok

A hótakarós napok évi száma

A talajfelszín hóborítottságának tartamát több tényező határozza meg: a lehullott csapadék halmazállapota, kisebb mértékben annak mennyisége, a hőmérséklet csökkenése a tengerszint fölötti magassággal, a sík területeken a téli hónapok jellemző hőmérséklete is. A hótakarós napok számában az egyes évek között igen nagy a változékonyság.

A téli időszak első havas napjának dátuma általában az országon belül – a hegyeket leszámítva – nem mutat jelentős változékonyságot, általában őszi végére, november 20. és 30. közé esik ez a nap. Az utolsó havas nap esetében valamivel nagyobb a szórás: sík vidékeken március 10. és 30. között van az utolsó havazás, a magasabb hegyek térségében viszont még egy hónappal később is lehet havazásra számítani.

A téli hófelhalmozódás mértékét a hó formájában lehulló csapadék mennyisége és a hőmérséklet határozza meg. Főleg az előbbinek nagy változékonysága miatt az adatok az egyes évek között jelentős szóródást mutatnak. Az évi legnagyobb hóvastagság 30 éves átlaga az Alföld túlnyomó részén 15-20 cm között van, de előfordul, hogy egyes években egyáltalán nem alakul ki összefüggő hótakaró. A legnagyobb hóvastagság általában február első felére alakul ki.

A magyarországi csapadékviszonyokat nagy időbeli változékonyság jellemzi. A nagy ingadozások miatt még hosszabb időszak alatt is nehezebb meghatározni a csapadék idősorában esetleg megtalálható trendet. Csapadékoság szempontjából hazánkban az elmúlt évszázadokban mindig voltak akár évtizedes időskálájú szárazabb és nedvesebb periódusok. A XX. század legcsapadékosabb évtizede az 1960-as évek voltak, míg az 1980-as évek elejétől mintegy 1995-ig egy száraz időszak következett, amikor több évben is nagy aszály sújtotta hazánkat. Az elmúlt néhány év csapadékosabb volt, amit az áradások is mutattak. Ez azonban lényegében nem

változtatott azon a statisztikán, hogy az aszályhajlam az elmúlt száz évben növekedett.

2.3 Az eddigi tudományos vizsgálatok alapján megállapított összefüggések összegzése a klímátényezők és a mezei nyúl állomány között

A mezei nyúl nagyfokú alkalmazkodóképessége az oka annak, hogy nagyon változatos élőhelyeken találja meg a többé-kevésbé megfelelő életfeltételeket. A különböző földrészekre történő sikeres betelepítése arra enged következtetni, hogy a különböző klimatikus viszonyokhoz is sikeresen tudott adaptálódni. (Kovács és Heltay, 1993)

Egy-egy táj vagy ország időjárását kialakító meteorológiai hatásokat (csapadék, hőmérséklet, a napfényes órák száma, a hótakarós napok száma stb.) régóta pontosan feljegyzik a meteorológusok. A vadgazdálkodással foglalkozókat már régóta izgatja, hogy az időjárás milyen befolyást gyakorol a nyúlállományra, annak egyes komponensei hogyan veendő figyelembe. A konkrét kapcsolat feltárása igen komoly nehézségbe ütközik, ezért az egyes vizsgálatok eredményei nemritkán egymásnak ellentmondóak. Míg Spittler (1976) cit Kovács és Heltay (1993) a hosszan tartó esőzéseket kedvezőtlennek ítélte, és vele egybehangzóan Möller (1976) cit Kovács és Heltay (1993) a csapadékszegény évek állománynövelő hatását tapasztalta, addig Bresinski (1976) cit Kovács és Heltay (1993) valamint Eiberle és munkatársai (1982) cit Kovács és Heltay (1993) összefüggést találtak az állomány csökkenése és a hosszan tartó száraz nyarak között. Ennek kapcsán legvalószínűbb az a feltevés Schneider (1978) cit Kovács és Heltay (1993), hogy a nagy nyári szárazság, minden bizonnyal a táplálék nedvességtartalmának számottevő csökkenése miatt, kedvezőtlenül hat a reprodukcióra. Schneider (1978) cit Kovács és Heltay (1993) szerint, ha a március első fele túlzottan csapadékos, az ismét a parazitáknak, a betegségeknek kedvez, nem utolsósorban még a párási aktivitást is fékezheti. Eiberle és mtsai, (1982) cit Kovács és Heltay, (1993) Svájc két kantonjában vizsgálták az időjárás és az éves teríték kapcsolatát. Vizsgálatuk jelentős periódust ölel fel:

- A vizsgált időjárási hatások közül a hőmérséklet befolyásoló szerepe felülmúlta a többi tényezőt. A megfigyelések azt mutatták, hogy az 1942-53-tól bekövetkező hosszabb száraz periódus kedvezőtlenül befolyásolta az állomány számszerű alakulását.
- Az éves terítékek összehasonlítása során azt tapasztalták, hogy az előző évi zsákmány mennyisége számottevő hatással van a hasznosítható mennyiségre. Ez – véleményük szerint – könnyen vezethet a meteorológiai hatások túlértékeléséhez.
- Ők is megerősítették azt a tapasztalatot, amely szerint a hosszú, enyhe tél elősegíti a kokcidiózis járványszerű fellépését.

Hell (1972) cit Kovács és Heltay (1993) Szlovákiában úgy értékeli a hőmérséklet szerepét, hogy ott

nagyobb az állománysűrűség, ahol az évi átlaghőmérséklet meghaladja a 9°C-ot. Hazánkban az éves átlaghőmérséklet ezt meghaladja, kivéve a középhegységeket. Optimális csapadékmennyiségnek Hell (1972) cit Kovács és Heltay (1993) az 500-650 mm-t tartja, és úgy véli, hogy a 700 mm-nél több eső már hátrányos a szaporulat felnevelésére. Döntő jelentőségűnek tartja a hótakaró fennmaradásának hosszát, mert a legjobb nyulas területeken az nem több 40-50 napnál, míg ott ahol meghaladja a 60-80 napot, az állománysűrűség olyan alacsony, hogy a fajnak nincs gyakorlati jelentősége. (Kovács és Heltay, 1993)

Áttekintve a rendelkezésre álló vizsgálatok jelentős részét, meg kell állapítanunk, hogy a meteorológiai hatások szerepének tisztázása továbbra is nagy feladatot ad. Az eddigi eredményekből igazán „megfogható” következtetést nehéz lenne levonnunk, mert az egyes faktorok alakulását aligha tudnánk befolyásolni. (Kovács és Heltay, 1993)

3 ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 Anyag

Kontrollterületként a különböző domborzati viszonyok miatt kialakult változatos hőmérséklet- és csapadékviszonyokból eredő hibás eredmények kizárása érdekében közel sík területet vizsgáltam.

Azokat az állománybecslési módszereket választottam, amelyeket a gyakorlatban is alkalmaznak, főként az éves üzemtervi adatok megadásához illetve korrekciójához.

A meteorológiai adatgyűjtéshez a legalapvetőbb és leghatékonyabb eszközöket ajánlom a vizsgálathoz szükséges adatok rögzítéséhez.

3.1.1 A kontroll terület bemutatása

A kontroll terület a Karcagi Nagykun Vadásztársaság, mely főként apróvadas terület (I. Duna-Tisza közí és tiszántúli apróvadas vadgazdálkodási táj, I/1. Szolnok és dél-hevesi apróvadas vadgazdálkodási körzet). A vadászatra jogosult 1997 óta ugyanazon a területen gazdálkodik. A vadászatra jogosult kódszáma az 1997 és 2006 közötti üzemtervi ciklusban a 752800, 2007-től az új üzemtervi ciklusban pedig a 752810. A vadászatra jogosult által kezelt területek adottságait az 1. táblázat, a mezei nyúl állomány- és hasznosítási adatait a 2. táblázat tartalmazza:

1. táblázat: A vadászterület megoszlása művelési ágak szerint

Megnevezés		Terület (ha)
Szántó		20992
	Gabona	10900
	Kapás	7300
	Egy nyári évelő takarmány	2645
	Egyéb	147
Kert		380
Szőlő		26
Gyep		4100
Erdő		461
Nádas		70
Tó és vízfelület		165
Művelés alól kivont terület		3688
Vadgazdálkodásra alkalmas terület		26194
Karcag közigazgatási határa		27756
Berekfürdő közigazgatási határa		2126

2. táblázat: A kontroll terület mezei nyúl állományadatai

Év	Tavaszi becslés	Tervezett lelövés	Tényleges lelövés	Tervezett befogás	Tényleges befogás	Tervezett hasznosítás	Tényleges hasznosítás
1997	1872	748	381	0	0	748	381
1998	2054	690	369	0	0	690	369
1999	1800	330	264	0	256	330	520
2000	2380	600	399	0	180	600	579
2001	1910	300	331	300	364	600	695
2002	2180	800	548	0	382	800	930
2003	2500	500	563	500	88	1000	651
2004	2500	700	585	300	142	1000	727
2005	2560	600	712	300	131	900	843
2006	2600	600	536	300	0	900	536
2007	2150	850	781	0	0	850	781
2008	2810	843	494	0	0	843	494
2009	2100	400	461	0	0	400	461
2010	2300	690	255	0	0	690	255
2011	1000	300	141	nincs adat	0	300	141
2012	1700						

3.2 Módszer

3.2.1 A vizgálathoz szükséges mezei nyúl állománybecslési módszerek

A mezei nyúl esetében tél végén, tavasszal az alacsony takarás miatt a reflektoros állománybecslést lehet alkalmazni, amely gyakran alkalmazott módszer.

A reflektoros állománybecslés mintaterületen alapuló becslési eljárás. A mintaterület formája szerint két alapvető típusa ismert: a sávos és a parcellás reflektoros becslés. A nyulak számlálása mindkét esetben a terület kézi reflektoros bevilágításával az aktív táplálkozási időszakban, a naplemente és a napfelkelte közötti periódusban történik, gépjármű alkalmazásával. Alapelve, a mezei nyúl szeméről visszaverődő fénypontok által észlelt nyulak megszámlálása. A sávos és parcellás reflektoros becsléskor a mintaterületeket úgy kell kijelölni, hogy azok reprezentatívan tükrözzék a terület élőhelyi adottságait, emellett pedig az összes vizsgált terület hozzávetőlegesen 10%-a legyen az összterület nagyságnak. (Majzinger, 2008)

Továbbá szükség van egy második, őszi állománybecslésre is. Az őszi állománybecslésnél három adatra van szükség. Az egyik adat a létszám, a másik adat a fiatalok aránya az állományban, a harmadik pedig az ivararány. Az állománynagyságot a már alkalmazott reflektoros becsléssel lehet vizsgálni. Ugyanakkor fontos, hogy a minták ebben az esetben is reprezentatívak legyenek, ha szükséges új útvonalakat, mintaterületeket kell kijelölni.

Az állomány hasznosításának megkezdése előtt (szeptemberben-októberben) próbavadászaton lőtt

anyanyulak méhvizsgálata (placentaheg számlálás) információt adhat az az évi szaporulat alakulásáról. Emellett a Storh-jegy alapján a fiatalok és idősök arányát lehet megállapítani. A Stroh-jegy a fiatal mezei nyulak singcsontján, annak ujjak felőli végének külső felületén, (az ulna distalis epifízisén) az ízületől kb. 1 cm-re található porcdudor, mely könnyen kitapintható. Ez 7 hónapos korban már csak kismértékben tapintható, a 8-9 hónapos egyedeknél teljesen eltűnik. A próbavadászaton összesen legalább 30 db mezei nyulat kell elejteni. (Majzinger, 2008)

A tavaszi és őszi létszámbecslési eredményeket alapul véve, a fiatal-idős arány segítségével kiszámolható, hogy a tavaszi törzsállományból mennyi nyúl pusztult el a két becslés közötti időszakban. Az ivararány, a méhlepényhegek és a fiatal-idős arány alapján következtetni lehet, hogy mennyi nyúlfi született, és mekkora volt köztük az elhullás, mennyi érte meg a vadászati idejének kezdetét. (Majzinger, 2008)

3.2.2 Meteorológiai mérőeszközök és adatgyűjtés

A szakirodalmak alapján a két legmeghatározóbb időjárási tényező az apróvad esetében a csapadék és a hőmérséklet.

Csapadékon a légkörből a talajra lehulló, illetve a talajfelszíni tárgyakon kicsapódó vízmennyiséget értjük. A csapadékmérés során azt határozzuk meg, hogy milyen magasan borítaná a vízszintes talajt a lehulló esővíz, felolvadt hólé, ha az teljes egészében a felszínen maradna. A különböző csapadékfajtákat keletkezési helye szerint, valamint halmazállapotuk alapján osztályozhatjuk:

Cseppfolyós halmazállapotú csapadékok: esőszitálás, ködcsitálás, eső, záporosó, ónososó

Szilárd halmazállapotú csapadékok:

- Kristályos csapadékok: jégtű, hó, závorszerű hóesés, havaseső, závorszerű havaseső
- Szemcsés csapadékok: szemcsés hó, jégzemcsék, hódara, jégdara, jégeső

Mikrocsapadékok:

- Harmat (cseppfolyós)
- Dér és zúzmara (szilárd)

Vadgazdálkodási szempontból ezek közül főként az eső illetve hó az, ami befolyásolhat, eltekintve a jégeső esetlegesen végzetes hatásától.

A csapadékmennyiség mérésének metódusa

A mérési eredmény annak a vízrétegnek a milliméterben mért magasságát fejezi ki, amely sík felületen képződne, ha elfolyás, hozzáfolyás és szivárgás nem következne be. Az így kialakult vízborítást 0,1 mm pontossággal szokás meghatározni. A csapadék mérése során fel kell jegyezni a csapadékhullás kezdetét és végét. Naponta egy alkalommal 7 órakor kell a mérést elvégezni, a mérési eredmény a napi csapadékösszeg, amit az előző nap összegének kell tekinteni. (Szász és

Tőkei, 1997)

Csapadékmérő eszközök

Hellmann-rendszerű csapadékmérő a legelterjedtebb, amely három részből áll: felfogó-, gyűjtő-, és tartóedényből. A felfogó edény felső peremét háromszög keresztmetszetű fém gyűrű alkotja, amelynek a felső él által bezárt területe $1/50 \text{ m}^2$, vagyis 200 cm^2 , átmérője 159,6 cm. A lefolyóedény kettős falú alumíniumhenger, amely a túlzott felmelegedés párolgás fokozó káros hatását küszöböli ki bizonyos mértékig. A felfogó edény alul tölcészerűen elszűkül, ezen keresztül a felfogott vízmennyiség a gyűjtőedénybe jut. A gyűjtőedény a tartóedényben helyezkedik el, s erre helyezhető rá a felfogó edény. A csapadékmérőt rendszerint faoszlop végére vagy oldalára kell rögzíteni, fémkosárban vagy tartókaron. A csapadékmérőt úgy kell elhelyezni, hogy a felfogó edény felső pereme a talaj felszíne felett 1 m magasságban, vízszintesen helyezkedjék el. Téli tartozék még a hókereszt a káros szélhatás csökkentése érdekében kell elhelyezni a felfogó edényben. (Szász és Tőkei, 1997)

Olyan területen ahol a rendszeres, naponkénti mérés nem valósítható meg (pl. lakott területtől távol, hegyvidéken stb.) a Mougín-féle csapadékgyűjtő használatos. Felfogó felülete azonos a Hellmann-rendszerű csapadékmérőjével. A felfogó edény nagy térfogatú gyűjtőedényhez csatlakozik, amely több száz milliméter csapadékvíz befogadására képes. A gyűjtőedény alján helyezkedik el az elzárható kifolyónyílás, amely a mérést lehetővé teszi. A gyűjtőben a felfogott víz felszínén vékony olajréteg akadályozza meg a párolgást. A csapadékgyűjtőt ún. szélgallér veszi körül, amely a nagy szélsébség által okozott mérési hiba csökkentésére szolgál. (Szász és Tőkei, 1997)

A csapadékmérő által felfogott csapadékmennyiség megállapításának módja

A felfogó edény leemelése után a gyűjtőedényben lévő vizet az üveg mérőhengerbe kell önteni, a henger oldalán lévő 0,1 mm-es osztás alapján leolvassuk a vízoszlop magasságát. Mivel a víz tapadó felület, ezért a vízoszlop meniszkuszának legalacsonyabb pontjával egybeeső skálaosztás értéke adja a mennyiség értékét. A mérés során ügyelni kell arra, hogy a mérőhenger talpzata vízszintes legyen. Télen a hócsapadék esetén az egész csapadékmérőt leemeljük s szobahőmérsékleten kiolvastjuk ezt követően történik meg a lehullott hó víztartalmának megállapítása. (Szász és Tőkei, 1997)

A hőmérséklet mérése Szász és Tőkei (1997) nyomán

A meteorológiai gyakorlatban legáltalánosabban a hőtáguláson alapuló folyadékos és fém hőmérők terjedtek el. A folyadékos hőmérők pontosabb mérést tesznek lehetővé viszont a fémek jól felhasználhatók öniró készülékek készítésére. A folyadékos hőmérőknél kevés a hibaforrás,

megbízhatók, egyszerűen kezelhetők. Megbízhatóságánál fogva a higanyos hőmérőt vehetjük alapul más típusú hőmérők ellenőrzéséhez, kalibrálásához. Az elektromos hőmérőknek több igen előnyös tulajdonságuk van. Érzékelőjük többnyire kisméretű ezért gyorsan felveszik a környezetük hőmérsékletét, érzékenyek. Kicsiny méretükkel kevésbé zavarják meg az eredeti légállapotot, alkalmasak mikroklíma vizsgálatokhoz, távmérésekhez, automatikus regisztrálásra. Ezek a készülékek azonban meglehetősen drágák és üzembe helyezésük, ellenőrzésük, kalibrálásuk kellő szakmai jártasságot igényel.

Számos feltételről kell gondoskodni ahhoz, hogy a hőmérő pontosan fel is vegye a mérendő közeg hőmérsékletét. Alapkövetelmény, hogy a hőmérő érzékelő kizárólag a mérendő közeggel álljon hőcserében. Nem érhetik a hőmérőt különféle sugárzások, mert ezek a levegőt csak elhanyagolhatóan csekély mértékben melegítik, a hőmérőre viszont nagymértékben hatnak. Sugárzásvédelem nélkül a valóságos léghőmérsékletet megbízhatóan nem lehet megmérni. A hőmérőt a csapadéktól is védeni kell, mert a benedvesedett hőmérőtől a víz elpárolgása hőt von el és akkor a helyes értéknél alacsonyabb értéket mutat. A meteorológiai állomásokon a Stevenson-féle hőmérőházat alkalmazzák, ami egyúttal a klímamérések egyezményes 2 m-es mérési magasságát is biztosítja. A hőmérőház a nemzetközi szabványok előírásai szerint jól szigetelő anyagból, fából vagy műanyagból készül. Kettős zsáuzású kívül belül fehérre festett. Fémcső vagy falábazatra állítják úgy, hogy alapja 1,8m magasan legyen. Fedőlapja is jó hő és vízszigetelő anyagból készül. Ajtaja észak felé néz, fedőlapja tehát déli fekvésű. Tartozéka a lépcső, amelynek magassága a műszerek kényelmes kezelését és a leolvasások pontosságát is szolgálja.

Hőmérő típusok (Szász és Tőkei, 1997 nyomán)

A higanyos hőmérő -39°C-on megdermed, ezért ennél alacsonyabb hőmérséklet mérésére az alkohollal működő hőmérőket használják. Az alkohol -100°C-on dermed meg. A hőmérőt gyorsan kell leolvasni, lehetőleg leolvasás előtt ne vegyük kézbe, de ha muszáj, akkor felső végénél fogjuk meg. A hőmérőt akkor olvassuk le helyesen, ha a meniszkusz magasságában merőlegesen nézünk a számlapra.

A kontroll terület mérőeszközei

Az Országos Meteorológiai Szolgálat automata mérőállomása szolgáltatja a csapadék és hőmérséklet adatokat. Az állomáson Hellmann-féle csapadékmérő (1. kép) és elektromos hőmérő (2. kép) üzemel. Az automata az eszközök által mért és rögzített adatokat automatikusan rádióadón keresztül küldi el az OMSZ központjába, ahol feldolgozásra és rögzítésre kerülnek. A mért és rendezett adatokat a DE ÁGTC Karcagi Kutató Intézet tudományos főmunkatársa Dr. Zsembeli József bocsátotta rendelkezésemre.



1. kép: Hellmann-féle csapadékmérő



2. kép: Elektromos hőmérő(bal felső sarok) és adattovábbító állomás

3.2.3 Adatbázis és adatfeldolgozás

Meteorológiai adatok

Napi adatokból havi átlagot kell képezni. Ezek a származtatott adatok már rendelkeznek valamilyen szintű torzítással, de lényegesen nem befolyásolják a vizsgálat kimenetelét. Ezt támasztja alá a következő megállapítás: „Bár sok helyen használják a napi középhőmérséklet becslésére a minimum- és maximumhőmérséklet átlagát, mely a tényleges napi középértéket általában felülbecsli, mivel a hőmérséklet napi menete nem szimmetrikus. Az eltérés azonban rendszerint 1 °C alatt marad.” (Mersich és mtsai, 2003)

Feltételezésem, hogy a rövid egy-két napos extrém csapadék vagy hőmérsékleti viszonyokat sikeresebben át tudja vészelní a mezei nyúl, mint a hosszabb extrém jelenségeket. Amennyiben

hosszabb extrém jelenségről beszélünk az már a havi átlagban is megmutatkozik, így az információ nem vész el az átlagolás következtében. Továbbá a napi csapadék és hőmérséklet adatok alapján képzett szórást havi bontásban kell a hőmérséklet és csapadék adatokhoz rendelni. Az így kiegészített adatsorok még pontosabban jellemzik az adott hónap időjárását, a nagy hőmérséklet- és csapadékingadozást.

Állomány adatok

A rendelkezésre álló állományadatokból ki kell választani azokat, amelyek a vizsgálat tárgyát fogják képezni. Ezek lehetnek a tavaszi állománybecslési adatok, a terítékadatok és az őszi állománybecslési adatok. Sok esetben azonban nem áll rendelkezésre pontos és megbízható őszi állománybecslési adat. Ebben az esetben az ismert állomány- és szakirodalmi adatok alapján kalkulálható a kialakult őszi állomány létszáma. Az alábbi képletet alkalmaztam:

$$\check{O}_t = \frac{T_{t+1} + H_t}{1 - E_t}$$

$\check{O}$: őszi kalkulált állomány létszám

T: tavasz állománybecslési adat

H: hasznosítás

E: téli elhullási ráta

t: év

A téli elhullási ráta értéke Kovács és Heltay (1993) nyomán 20%, ott ahol van hasznosítás.

Adatbázis kialakítása a kontrollterület adatai alapján

3. táblázat: A havi átlaghőmérséklet alakulása a vizsgált időszakban

Év	jan	feb	márc	ápr	máj	jún	júl	aug	szept	okt	nov	dec
1997	-2,60	0,02	4,87	7,77	17,13	19,18	19,75	20,49	16,31	8,46	6,24	1,97
1998	1,79	3,20	3,30	11,95	15,90	20,42	21,70	20,61	15,88	9,69	2,71	-5,93
1999	0,61	-1,11	5,97	11,81	15,37	21,09	22,95	20,91	19,27	12,42	4,62	0,82
2000	-2,47	3,28	6,04	14,35	19,40	22,32	21,47	24,47	16,32	15,14	8,70	2,74
2001	0,69	2,65	8,18	11,30	18,15	18,55	22,37	23,26	15,34	13,86	3,19	-4,49
2002	-0,23	5,43	8,30	12,33	20,38	22,05	24,54	22,62	16,78	10,93	7,63	-1,24
2003	-3,56	-6,36	3,46	10,47	19,88	22,88	22,85	24,69	16,81	8,92	7,24	-0,25
2004	-2,55	1,29	6,27	12,47	15,64	20,24	22,33	21,52	16,42	11,64	5,08	0,58
2005	-0,56	-4,24	3,17	11,39	16,80	19,00	21,00	19,56	16,91	10,77	3,34	0,37
2006	-3,00	-1,69	3,53	12,15	15,84	19,47	23,17	18,96	17,48	12,33	6,52	2,01
2007	3,85	4,31	8,89	12,47	18,07	22,01	23,63	23,02	14,53	10,39	3,48	-0,96
2008	0,53	2,92	6,67	11,35	16,70	20,60	21,00	21,40	15,40	12,00	6,30	2,10
2009	-2,10	0,70	5,40	14,40	17,00	19,40	22,80	22,60	19,10	11,60	7,60	1,70
2010	-2,00	0,50	6,00	11,40	16,10	19,70	22,50	20,90	14,80	7,90	8,00	-1,10
2011	-0,56	-1,08	5,97	13,09	16,95	20,87	21,25	22,62	19,62	10,40	2,04	2,37

4. táblázat: A hőmérséklet havi szórása a vizsgált időszakban

Év	Hőm 1	Hőm 2	Hőm 3	Hőm 4	Hőm 5	Hőm 6	Hőm 7	Hőm 8	Hőm 9	Hőm 10	Hőm 11	Hőm 12
1997	2,48	3,92	3,27	3,99	4,01	3,45	2,07	1,76	3,47	6,08	4,65	3,55
1998	3,82	5,29	3,48	2,42	3,99	3,29	4,41	3,79	2,23	3,05	3,40	4,57
1999	2,01	2,88	4,02	2,15	3,08	1,84	2,34	2,86	2,03	3,68	4,02	3,99
2000	2,87	1,71	4,05	5,13	3,18	4,38	3,48	3,21	2,38	3,63	3,34	4,27
2001	3,80	3,27	3,43	3,15	2,63	2,83	3,05	3,20	2,68	3,85	3,31	3,85
2002	4,85	2,88	2,60	3,94	2,51	4,09	2,79	1,77	4,28	3,02	3,77	5,77
2003	4,83	4,02	4,70	4,62	3,36	2,52	2,59	2,41	2,56	4,99	3,36	2,60
2004	3,96	3,73	5,14	2,45	2,78	1,75	3,63	2,31	2,75	2,72	3,96	2,85
2005	3,70	6,17	6,07	2,93	4,31	3,74	3,34	2,50	2,72	3,45	3,13	2,82
2006	4,21	4,06	4,94	3,35	2,32	5,13	2,31	2,87	1,66	4,36	3,47	4,21
2007	3,13	2,09	1,95	2,68	4,38	2,24	4,57	3,17	2,66	3,52	2,97	3,97
2008	3,95	4,34	2,52	2,70	2,96	2,98	2,74	3,04	5,52	2,69	4,86	4,51
2009	4,89	4,09	3,05	1,57	3,73	3,04	2,44	2,37	2,25	4,83	2,41	5,89
2010	4,40	5,31	5,44	2,56	2,89	3,74	3,32	3,11	2,12	2,39	3,66	5,72
2011	4,36	3,08	4,65	2,82	4,00	2,87	4,20	2,69	2,59	4,25	4,27	3,21

5. táblázat: A havi összes csapadék mennyiség mm-ben a vizsgált időszakban

Év	jan	feb	márc	ápr	máj	jún	júl	aug	szept	okt	nov	dec
1997	15,00	6,30	5,70	26,30	49,30	73,10	78,30	49,60	8,70	19,00	16,40	42,60
1998	18,60	1,40	13,30	89,70	82,20	48,40	107,70	43,60	111,90	51,40	64,30	20,60
1999	12,50	68,70	19,80	40,70	40,10	75,60	85,00	62,80	37,60	28,00	94,50	73,30
2000	9,90	10,70	30,20	50,80	12,00	9,60	80,90	2,80	32,20	1,80	25,80	45,60
2001	32,50	2,00	61,50	54,20	22,10	116,40	119,80	27,80	101,60	2,70	22,60	7,10
2002	3,70	18,10	6,90	21,60	41,90	86,20	63,10	47,80	66,60	28,00	25,90	30,40
2003	33,70	45,20	5,60	4,10	26,20	48,40	25,20	19,30	27,50	113,50	25,80	6,70
2004	35,30	40,20	66,00	44,20	26,60	78,20	155,30	88,60	31,50	33,80	71,00	36,40
2005	15,00	43,40	22,10	70,10	37,80	68,80	152,20	152,90	63,60	9,20	20,40	49,30
2006	28,30	56,10	57,70	70,20	68,20	102,80	37,90	108,00	9,10	23,80	20,90	1,90
2007	17,60	46,20	26,60	0,00	97,90	49,70	37,10	36,30	74,10	91,80	35,10	35,60
2008	21,50	3,80	34,10	48,20	73,20	95,10	104,50	48,00	34,50	15,20	25,40	64,40
2009	30,40	40,10	46,90	17,00	16,90	121,90	38,30	22,70	6,00	49,70	116,20	41,30
2010	51,40	62,30	12,10	63,30	124,80	105,20	118,10	101,60	77,90	23,10	56,20	93,10
2011	12,70	15,00	22,00	18,90	46,90	49,30	84,40	28,40	31,70	18,60	0,00	57,80

6. táblázat: A csapadék havi szórása a vizsgált időszakban

Év	Csap 1	Csap 2	Csap 3	Csap 4	Csap 5	Csap 6	Csap 7	Csap 8	Csap 9	Csap 10	Csap 11	Csap 12
1997	1,50	0,59	0,65	2,06	2,90	6,37	4,36	4,36	0,62	1,73	1,63	3,20
1998	1,55	0,23	1,01	5,41	5,40	4,48	6,45	3,21	8,74	3,32	4,88	2,20
1999	1,12	4,71	1,75	2,30	2,71	4,11	5,77	3,79	4,30	2,29	5,98	4,82
2000	0,87	1,25	1,85	3,93	1,09	1,07	4,71	0,40	2,95	0,29	2,45	2,89
2001	2,41	0,36	3,49	4,27	2,08	7,34	8,96	3,61	5,88	0,28	2,35	0,50
2002	0,26	1,64	0,71	1,59	4,79	7,19	4,52	4,01	3,82	1,93	1,96	1,95
2003	2,35	5,91	0,52	0,36	1,93	6,69	1,38	2,65	2,63	6,23	2,21	0,51
2004	2,77	2,28	7,22	2,52	2,06	4,65	16,86	6,25	3,28	2,28	6,69	2,59
2005	1,14	3,84	1,92	4,07	4,45	8,72	10,72	12,66	6,17	1,02	2,41	3,59
2006	2,75	3,91	4,20	5,76	3,59	6,11	3,33	5,82	0,77	2,32	1,50	0,25
2007	1,48	2,68	2,17	0,00	7,49	3,70	3,42	3,22	4,69	6,10	2,66	3,12
2008	1,59	0,34	2,84	2,54	4,59	8,34	7,81	3,65	3,04	1,77	2,25	4,28
2009	1,68	1,98	4,06	2,14	1,51	8,49	3,06	1,54	0,95	4,53	8,04	2,88
2010	3,26	4,27	1,27	4,31	5,56	7,23	11,99	8,31	3,94	2,71	3,43	5,65
2011	0,81	1,57	1,55	2,03	3,94	4,21	6,61	3,88	3,13	1,90	0,00	4,29

7. táblázat: Állományadatok

Év (<i>t</i>)	Tavaszi becslés (<i>T</i>)	Őszi kalkulált létszám (<i>Ó</i>)	Hasznosítás (<i>H</i>)	A hasznosítás aránya az őszi kalkulált létszámhoz
1997	1872	3044	381	13%
1998	2054	2711	369	14%
1999	1800	3625	520	14%
2000	2380	3111	579	19%
2001	1910	3594	695	19%
2002	2180	4288	930	22%
2003	2500	3939	651	17%
2004	2500	4109	727	18%
2005	2560	4304	843	20%
2006	2600	3358	536	16%
2007	2150	4489	781	17%
2008	2810	3243	494	15%
2009	2100	3451	461	13%
2010	2300	1569	255	16%
2011	1000	2301	141	6%
2012	1700	-	-	-
			Átlag:	16%

Az adatok elemzéséhez szükséges statisztikai módszerek

A regresszió-számítás az összefüggésekben lévő sztochasztikus tendenciát vizsgálja, és a kapcsolat természetét valamilyen függvénnyel írja le. A korreláció-számítás a vizsgált tényezők közötti sztochasztikus kapcsolat erősségét, intenzitását jellemzi.

Sztochasztikus összefüggés van az Y és az X változó között, ha az X változó adott értékeihez az Y változónak több lehetséges értéke tartozhat. Ezek az értékek és a hozzájuk tartozó valószínűségek az Y változónak az X változóra, mint feltételre vonatkozó feltételes valószínűségi eloszlását alkotják. Az Y és X változó sztochasztikusan független egymástól, ha az Y feltételes valószínűségi eloszlása azonos az X változó minden értékére. Ebben az esetben a feltételes várható értékek és varianciák is azonosak minden X értékre nézve. Ekkor azt mondjuk, hogy az Y változó nem függ az X változótól, vagyis a változók korrelálatlanok. (Hunyadi, Mundruczó és Vita, 2000)

A függvény függő és független változóinak rögzítése

Rögzítjük, hogy milyen jelenséget vizsgálunk, mi lesz az eredményváltozó, vagyis az Y és, hogy azt hány tényezőváltozóval (X) írjuk le. (Kardos és Vargáné, 1997)

Y eredményváltozó és X tényezőváltozó rögzítése mezei nyúl esetében:

Y = Őszi kalkulált létszám

X_1 = Tavaszi hónapok (március, április, május) Havi átlaghőmérséklete, Hőmérséklet havi szórása, Havi összes csapadék mennyisége, Csapadék havi szórása, Tavaszi állománybecslési adatok.

X_2 = Nyári hónapok (június, július, augusztus) Havi átlaghőmérséklete, Hőmérséklet havi szórása, Havi összes csapadék mennyisége, Csapadék havi szórása, Tavaszi állománybecslési adatok.

Három szempont szerint választottam ki a fentiekben megadott tényezőváltozókat.

- A szaporodási időszak jelentős része március és augusztus közé tehető
- Az állományt ebben az időszakban csak a természetes elhullás jellemzi, azaz nincs vadászati hasznosítás
- Az időszak elején ismerem a becsléssel meghatározott induló állománylétszámot, az időszak végén pedig egy kalkulált „záró” állománylétszámot tudok meghatározni.

A tényezőváltozókat az évszakok közötti eltérések miatt nem egyszerre vizsgálom, hanem az évszakoknak megfelelő változókat egy-egy csoportban. Ez azért is fontos, mert más körülmények uralkodnak a tavaszi időszakban és más a nyári időszakban.

3.2.4 Függvényt-specifikáció

A regressziós modell megválasztása során a gyakorlat az alábbi szempontokat veszi figyelembe Hunyadi, Mundruczó és Vita (2000) nyomán:

- 1 Legalább annyi magyarázó változót tartalmazzon, amennyi biztosítja a megfigyelések és a becsült értékek jó illeszkedését.
- 2 A sztochasztikus kapcsolatot a lehető legkevesebb magyarázó változó segítségével írja le az adott megbízhatósági szinten belül.

E két cél eléréséhez a regressziós modellben a „*backward elimináció*”-s eljárást alkalmazzuk.

Lényege, hogy az első lépésben minden szóba jöhető magyarázó változót bekapcsolunk a regressziós modellbe, majd a regressziós együtthatókat szeparált módon teszteljük t vagy F próbafüggvény segítségével. A nem szignifikáns paraméterekkel rendelkező változók közül a legalacsonyabb t -értékhez tartozó változót elhagyjuk, és a regresszió-függvényt újra számítjuk. A folyamatot addig ismételjük, amíg csak szignifikáns paraméterű változók maradnak a regresszió-függvényben.

További feltételrendszer a többváltozós lineáris regresszió modellhez:

Az elméleti reziduumokra (ε) feltételeztük, hogy normális eloszlást követnek, nulla várható értékkel és konstans σ^2 varianciával.

A magyarázó változók lineárisan függetlenek (az X mátrix rangja: $m+1$), értékük rögzített, és mérési hibát nem tartalmaznak. A magyarázó változók függetlensége azt jelenti, hogy egyik változó sem állítható elő a többi magyarázó változó lineáris kombinációjaként. Ebből következik, hogy az X mátrix rangja megegyezik a mátrix oszlopainak számával. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy jó becslési eredmények eléréséhez minimálisan négyszer-ötször annyi megfigyeléssel kell rendelkezni, mint ahány magyarázó változó van a modellben.

Többváltozós lineáris regressziós modell mátrix egyenlete:

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Y = a függő változó ($n \times 1$)-es oszlopvektora

m = a magyarázó változók száma

X = a magyarázó változók [$n \times (m+1)$]-ed rendű mátrixa

β = a becsülni kívánt paraméter [$(m+1) \times 1$]-es oszlopvektora

ε = a hibatag [$n \times 1$]-es oszlopvektora

A becsült paraméterek segítségével a modellt a következőképpen írhatjuk fel:

$$y = X\hat{\beta} + e$$

Az elméleti hibatagot (ε) a reziduumok $e = \left(y - X\hat{\beta} \right)$ vektorával helyettesítjük. Ha az alkalmazott regressziós modell megfelelő, a becsült reziduumok is az elméleti reziduumok tulajdonságaival rendelkeznek.

A legkisebb négyzetek módszere a reziduumok négyzetösszegét minimalizálja:

$$e'e = \left(y - X \hat{\beta} \right)' \left(y - X \hat{\beta} \right) \rightarrow \min.$$

A becsült paraméterek vektora: $\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'y$

Konstans tag becslése: $\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}_1 - \hat{\beta}_2 \bar{X}_2$

A becslőfüggvény várható értéke: $E(\hat{\beta}) = \beta$

Varianciája: $\text{var}(\hat{\beta}) = \sigma^2 (X'X)^{-1}$

Mivel a σ^2 értékét a gyakorlatban nem ismerjük, ezért a mintából számított reziduumok

felhasználásával becsüljük: $s^2 = \frac{e'e}{n - m - 1}$

A becsült paraméterek szórását más néven a standard hibát a $(X'X)^{-1}$ diagonális elemeinek és a s^2 szorzatának gyöke adja.

Függvényvizsgálat

A hibatagra tett feltételezések teljesülésének a becsült reziduumok adatain történő ellenőrzése:

Homoszkedaszticitás ellenőrzése vagyis, hogy a hibatag varianciái konstansak. A feltételt grafikusan teszteljük. A becsült reziduumokat egy-egy kiválasztott magyarázó változó, vagy a magyarázó változók lineáris kombinációja, azaz $\hat{Y}$ függvényében ábrázoljuk. Homoszkedaszticitás esetében a grafikon pontjai random helyezkednek el, ha viszont valamilyen alakzatot (tölcsér, görbe, minta) vesznek fel, akkor Heteroszkedaszticitásról beszélünk. Ebben az esetben nem-lineáris kapcsolat lehet valamelyik magyarázó- és eredményváltozó között.

Normalitás ellenőrzéshez szintén használhatunk grafikus ábrát. A reziduumokat a normális eloszlás során várható értékük függvényében ábrázoljuk. Amennyiben ez a függvény lineáris akkor a feltétel teljesült.

A hibatag várható értéke nulla, azaz a modellben nem szereplő változók nem hoznak létre szisztematikus hatást a hibatagban, vagyis pozitív és negatív értékeik kiegyenlítik egymást, ezért várható értékük nulla. A hibatag várható értékének eltérése a nullától visszavezethető a modellből kihagyott változókra. Ebben az esetben a várható érték a kihagyott változó átlagos értékének és a regressziós együtthatónak a szorzata. Az $E(\varepsilon) = 0$ feltétel ritkán ellenőrizhető mivel a legkisebb négyzet módszere automatikusan biztosítja, hogy a reziduumok átlaga nulla legyen.

A magyarázó változók tesztelése:

Variancia-analízis

A regressziós modell tesztelése során a modell magyarázó változóit együttesen vizsgáljuk, hogy van-e releváns kapcsolat a magyarázó változók és az eredményváltozók között. A vizsgálatot a variancia-analízis módszerével végezzük. Amennyiben a változók együttesen szignifikáns kapcsolatban vannak az eredményváltozóval, a vizsgálatot az egyes magyarázó változók paramétereinek szeparált tesztelésével folytatjuk.

8. táblázat: Variancia-analízis tábla (ANOVA)

A variancia eredete	Négyzetösszeg	Szabadság fok	Átlagos négyzetösszeg	F
Regresszió	SSR	m	MSR	F=MSR/MSE
Hibatag	SSE	n-m-1	MSE	
Együtt	SST	n-1	--	

A variancia-analízisben vizsgált hipotézisek:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0$$

$$H_1 : \text{van olyan } \beta_k (k = 1, \dots, m) \neq 0$$

F próba számított értéke: $F_{1-\alpha}$ (regresszió szf; Hibatag szf)

H_0 hipotézis azt fogalmazza meg, hogy csak a regresszió függvény konstans tagja különbözik szignifikánsan nullától. A H_0 hipotézis elfogadása egyúttal azt is jelenti, hogy a regressziós módszer, az adott változókat feltételezve, nem alkalmas eszköz a jelenség elemzésére.

A H_1 alternatív hipotézis elfogadása önmagában nem jelenti azt, hogy a regresszió függvény alkalmas előrejelzési célokra, de a regresszió valódisága feltételezhető.

Az F próbafüggvény azt vizsgálja, hogy az Y eredményváltozó varianciájából szignifikánsan nagy hányadot magyaráz-e meg a regresszió-függvény. A H_0 hipotézist mindaddig elvetjük, amíg az F számított értéke az adott szabadságfokokhoz és szignifikancia szinthez tartozó kritikus tartományba esik.

Többszörös determinációs együttható $R^2 = \frac{SSR}{SST}$

Azt mutatja meg, hogy a modellben figyelembe vett magyarázó változók az Y változó varianciájának hány százalékát magyarázzák meg. Határai $0 \leq R^2 \leq 1$ az alsó határ a kapcsolat teljes hiányára, felső határa a kapcsolat teljes meghatározottságára utal.

t-próbafüggvény

A t-próbafüggvény $t = \frac{\hat{\beta}_m}{s_{\hat{\beta}_m}}$ β paraméterek tesztelésére alkalmas. A β_m paraméter tesztelése során

azt vizsgáljuk, hogy az X_m magyarázó változó bekapcsolása a modellbe (utolsó változóként) szignifikánsan javította-e a modell magyarázó erejét. Jelentősen javult-e a függvény illeszkedése a megfigyelésből származó adatokhoz.

A t-próba esetén vizsgált hipotézisek:

$$H_0 : \beta_m = 0$$

$$H_1 : \beta_m \neq 0$$

A t-próba számított értéke: $t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ (Hibatag szf)

Ha a t-próbafüggvény számított értékének abszolút értéke kisebb, mint a kritikus érték, a vizsgált hipotézisek közül a H_0 hipotézist fogadjuk el. Ez azt jelenti, hogy az X_m magyarázó változó nincsen releváns kapcsolatban a vizsgált Y eredményváltozóval, ezért nem célszerű bekapcsolni a modellbe. Ha a próbafüggvény abszolút értéke nagyobb (egyenlő), mint a kritikus érték, akkor a H_1 alternatív hipotézist fogadjuk el. Ebben az esetben az X_m és Y változók valós kapcsolatára utalnak a mintabeli információk adott szignifikancia szinten.

Multikollinearitás kizárása

Multikollinearitáson két vagy több magyarázó változó lineáris korrelációs kapcsolatát értjük. A kapcsolat megléte miatt az egyik magyarázó változó értékeinek változása együtt jár a másik magyarázó változó értékeinek a megváltozásával, és ezért az egyes magyarázó változók hatásainak vizsgálata nehézségekbe ütközik.

A vizsgálatára alkalmazott mutatók:

- *VIF* Varianciát infláló faktor megadja, hogy a multikollinearitás jelenléte milyen mértékben növeli a becsült paraméterek varianciáját. Határai $1 \leq VIF_j < \infty$
- Ha $VIF_j = 1$ akkor a j -edik magyarázó változó lineárisan független a többi magyarázó változótól, azonban ha a $VIF_j > 10$ akkor a változó elhagyása indokolt.
- Tolerancia mutató a *VIF* reciproka. Határai $0 \leq T \leq 1$. Ha $T < 0,1$ akkor a változó elhagyása indokolt.
- Eigenvalue (λ) Amennyiben az értéke 1, akkor nincs multikollinearitás. Ha közelít a 0-hoz az értéke, akkor multikollinearitást mutat.
- Conditional number (κ) értéke 1, akkor nincs multikollinearitás. Ha < 15 -nél akkor még

elfogadható mértékű a multikollinearitás. $\kappa = \sqrt{\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}}}$

Outlierek keresése

Outlier adatok fogalmán az olyan megfigyeléseket értjük, amelyek nem konzisztensek a vizsgált modellel, illetve aránytalanul nagy befolyást gyakorolnak a regressziós modell paramétereire. Ennek következtében a modell nem az adatok többségének, hanem a kilógó adatoknak a viselkedését tükrözi. Ezen adatok felderítésének egyszerűbb módszerei a grafikus eljárások. Outlier adatok keresése esetén ismerni kell, hogy milyen adatokat alkalmazok, hogy megfelelően el lehessen dönteni, hogy az adott értéket kizárom, vagy a vizsgálatban tartom.

Konfidencia intervallum megadása

A regressziós függvény paramétereire, várható értékére és az egyedi Y értékre is készíthetünk konfidencia intervallumot. Ez utóbbi eset akkor válhat fontossá, ha a korábbi mintához képest újabb (X_0, Y_0) megfigyeléssel rendelkezünk, azt vizsgáljuk, hogy a korábbi minta alapján meghatározott összefüggés továbbra is érvényesül-e.

Korreláció

A többváltozós regressziós modellben is számíthatunk kétváltozós korrelációs együtthatókat egyrészt a magyarázó változók és az eredményváltozó, másrészt az egyes magyarázó változók közötti sztochasztikus kapcsolat jellemzésére. Az R korrelációs mátrix a modellben számítható összes kétváltozós korrelációs együtthatót tartalmazza. A korrelációs mátrix szimmetrikus, a fő-diagonálisában lévő elemek értéke 1, ami a kétváltozós lineáris korrelációs együttható képzési módjából közvetlenül adódik. Az R mátrix számos információt tartalmaz a változók közötti kapcsolat természetére vonatkozóan. Megállapítható, hogy melyek azok a magyarázó változók, amelyek a legszorosabb összefüggésben vannak az eredményváltozóval, és mely magyarázó változók között van számottevőbb korrelációs összefüggés.

A parciális korrelációs együttható azt mutatja meg, hogy milyen szoros valamelyik kiválasztott magyarázó változó és az eredményváltozó kapcsolata, ha a többi magyarázó változó hatását mind a vizsgált magyarázó változóból, mind az eredmény változóból kiszűrjük. Pozitív korrelációnál pozitív, negatív korrelációnál negatív előjelű lesz, abszolút értéke nulla és egy között helyezkedik el.

Rész-parciális korrelációs együtthatóból megtudhatjuk, hogy ha az adott magyarázó változót eltávolítjuk a modellből, akkor mennyivel változik a többszörös determinációs együttható.

$$(\text{Koefficiens})^2 = R^2_{\text{change}}$$

4 EREDMÉNYEK, ÉRTÉKELÉS

A regressziós modellek felhasználásának fontos területét jelenti a vizsgált jelenségek jövőbeni alakulásának előrejelzése. Ezenél az előrejelzéseknél abból a feltételezésből indulunk ki, hogy a változók között a múltbeli adatok alapján meghatározott kapcsolat a jövőben is érvényesül, valamint, hogy ismerjük a magyarázó változók jövőbeni értékeit. Az előrejelzés pontossága nagymértékben függ az alkalmazott feltételezések helyességétől. A változók közötti kapcsolat jellege és intenzitása nem tekinthető minden időre állandónak, ezért nem tanácsos hosszú távú előrejelzéseket készíteni a modellekkel (Hunyadi, Mundruczó és Vita, 2000).

A vizsgálat menetének bemutatása

A vizsgálatokhoz két programot használtam:

A Microsoft Excel 2010-es programot használtam:

- Az adatbázis létrehozásához
- A regresszió függvények alapján $t+1$ évre vonatkozó előrejelzések elkészítéséhez

A PASW Statistic 18 programot használtam az alábbi vizsgálatok elvégzéséhez:

- Regresszió analízis lefuttatása a tavaszi és az nyári hónapokra.
- A regresszió függvény várható értékei és a függő változó közötti eltérés kiszámítása %-osan

A statisztikai vizsgálat beállításai a PASW Statistics programban

Első lépés

Az adatbázisok elkészítése. Mivel egy regresszió analízis során egyszerre 12 független változót használok, ezért minimum 12-éves adatsort vizsgállok.

Változók: Év, Hasznosítás, Tavaszi becslés, Őszi kalkulált létszám Havi átlag hőmérséklet, A hőmérséklet havi szóródása, Havi összes csapadék, A csapadék havi szóródása.

Második lépés

Regresszió lefuttatása. (*Analyze > Regression > Linear Regression*)

Beállított paraméterek (a paraméterek magyar megfelelői Ketskemény és Izsó, 2005 - alapján.)

Dependent (célváltozó): Őszi kalkulált létszám

Independent(s) (független változó): Havi átlag hőmérséklet (*Hőm_hónap kezdőbetűje*), a hőmérséklet havi szóródása (*Hőm_hónap számmal*), a havi összes csapadék (*Csap_hónap kezdőbetűje*) és a csapadék havi szóródása (*Csap_hónap számmal*) Tavaszi állománybecslési adatok (*Tavaszi_becsles*).

Method (modellépítési stratégia):

- Backward: a független változókat először mind figyelembe veszi, majd a legkevésbé szükségeseket kiveszi addig, amíg az Options dobozban beállított feltétel még teljesül.
- Enter: Az összes kiválasztott független változót bevonja a modellbe és ezek együttes hatását vizsgálja.

Statistics: Estimates, Confidence intervals (95%), Model fit, Part and Partial correlations, Collinearity diagnostics

Plots: Normal probability plot, Produce all partial plots, Y=*ZRESID, X=*ZPRED

Save (mentés): Predicted Values (előrejelzett értékek):

- Unstandardized: A regressziós összefüggésnek az egyes esetekhez kiszámított értéke, amivel a célváltozót közelítjük.
- S.E. of mean predicitions: minden esethez számolt várható becslési pontosság

Residuals (maradék vagy hibatagok):

- Unstandardized: a tényleges és az előre jelzett értékek különbsége.
- Studentized: esektől függően súlyozza az eltéréseket. Az átlagostól jobban eltérő független eseteknél kisebb súllyal, az átlagoshoz közeli helyeken nagyobb súllyal veszi figyelembe a hibát.

Prediction Intervals (előrejelzési intervallumok): Mean (átlag), Individual (egyedi)

Ezek után indítható a vizsgálat.

Két külön regresszió analízist kell lefolytatni. Az elsőnél márciusi, áprilisi és májusi hőmérséklet és csapadék adatokat, mint független változókat adunk meg. A Backward eliminációs eljárást azért fontos alkalmazni, mivel így a program automatikusan kiszűri azokat a paramétereket, amelyek miatt az F érték nem lehet maximális. Addig próbálkozik újabb és újabb regressziós függvény felírásával, amíg nem talál optimális függvényt, vagy, ha nincs ilyen optimális függvény, akkor az látható, hogy kiesik az összes vizsgált paraméter és csak a konstans érték marad meg. Két okból azonban megtarthatja a program az összes független paramétert, amit adott futásban vizsgál. Az egyik ok, hogy túl rövid a vizsgált adatsor, a másik ok, hogy minden paramétert hasznosnak ítél a program a függvény F értékének maximalizálásánál. A paraméterek szelektálását a kollinearitás vizsgálat alapján lehet és kell elvégezni, illetve a t-próba értéke és annak szignifikancia szintje lehet ok a paraméter kizárására. Ezeket a paramétereket manuálisan kell eltávolítani a vizsgálatból, majd újra le kell futtatni a regresszió analízist. Amennyiben a program előállította az optimális regresszió függvényt a hőmérséklet és csapadék adatok alapján, még egyszer manuálisan le kell futtatni az analízist úgy, hogy a tavaszi becslési adatokat is a független változók közé integráljuk. Ennek az analízisnek az eredménye az adott időintervallumra elkészült regresszió függvény.

Az optimális regresszió függvény pontosságát t évre vizsgálom az alábbi módszerrel:

Transform > Compute Variable >

Target Variable (az új változó nevét kell ide beírni)

Numeric Expression (az egyenlet felírása): (RES_X/ Őszi_kalkulált_létszám)*100

OK

Ezzel %-os formában láthatjuk az eltérést az őszi kalkulált létszám és a függvény által számított adat között.

Ezt a vizsgálatot célszerű az egyes regresszió függvények felírása után közvetlenül elvégezni.

Ugyan így kell lefolytatni a regresszió analízist és az eltérés vizsgálatot június, július és augusztus hónapokra.

A két analízis eredménye optimális esetben 2db regresszió függvény.

Excel táblázat segítségével a t évre felírt regresszió függvényekbe behelyettesítjük a $t+1$ év megfelelő adatait. Ezzel kapunk két becslést a $t+1$ év őszi létszámára. Ezt a két eredményt átlagoljuk és így kapunk egy becslést a $t+1$ év őszi létszámára.

Az ősszel lefolytatott állománybecslés eredményét a becsült létszámadattal összevetve, illetve az adatbázisba illesztve új regresszió függvényt készítünk.

A vizsgálat lefolytatása a kontrol terület adatsorán

Bár a dolgozatom egyértelműen a klímátényezők (hőmérséklet, csapadék mennyiség) mezei nyúl állományra gyakorolt hatását vizsgálja, azonban fontosnak tartom kiemelni, hogy a szörmés ragadozók, azok közül is a róka gyérítése 1997-óta folyamatosan, a róka állományához igazodva zajlik a területen, ezért konstansnak vehetem a mezei nyúl populációra gyakorolt hatását. Ezzel kiküszöbölhető az a feltételezés, hogy a változó intenzitású róka gyérítés torzíthatja az állomány nagyságot.

Általánosságban nem jellemző, hogy egy vadásztársaság 15 éves adatsorral rendelkezzen. A 15 év alatt rögzített adatok lehetőséget adnak több vizsgálat, így több függvény elkészítésére. A tizenöt éves adatsort 4 intervallumra bontottam fel, 1997-2008, 1997-2009, 1997-2010 és 1997-2011. Így vizsgálhatok először 12 majd 13, 14 és 15 évet. Tehát az adatbázisokat az 1997-2008; 1997-2009; 1997-2010; 1997-2011-es időintervallumokra külön-külön fájlokba készítem el.

Az analízist és az egyéb vizsgálatokat a fent leírtak alapján végzem el.

Az eredményeket a nagy terjedelmük miatt összegezve mutatom be és értelmezem.

A tavaszi hónapokra lefuttatott regresszió analízis eredményei:

9. táblázat: Model Summary^x

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1. 1997-2008	0,976 ^a	0,953	0,926	156,54328
2. 1997-2009	0,996 ^b	0,992	0,983	71,54120
3. 1997-2010	0,864 ^c	0,747	0,701	419,15559
4. 1997-2011	0,861 ^d	0,742	0,672	458,02567

a. Predictors: 1997-2008 (Constant), Csap_5, Csap_Á, Hőm_Ma, Hőm_3

b. Predictors: 1997-2009 (Constant), Csap_5, Csap_Á, Hőm_4, Hőm_Ma, Hőm_3, Hőm_M

c. Predictors: 1997-2010 (Constant), Csap_5, Csap_M

d. Predictors: 1997-2011 (Constant), Csap_5, Tavaszi_becsülés, Csap_M

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

A modellek összegző táblázata alapján megállapíthatom, hogy a többszörös determinációs együttható (*R square*) a 1997-2008-as időszakban az „a” változók a 95,3%-át, míg a 1997-2009-es időszakban a „b” változók a 99,2%-át, a 1997-2010-es időszakban a „c” változók a 74,7%-át és a 1997-2011-es időszakban a „d” változók a 74,2%-át magyarázzák a vizsgált függő változónak (Őszi kalkulált létszám). Az a tendencia is megállapítható, hogy az adatbázis bővülésével csökken az R^2 értéke.

A determinációs együttható torzítatlan értéke (*Adjusted R Square*) - hasonlóan az R^2 -hez - csökkenő tendenciát mutat az adatbázis bővülésével, azaz a magyarázó változók és a függő változó között szoros, de gyengülő kapcsolat áll fenn. Továbbá az is leolvasható, hogy az adatbázis bővülésével változnak a magyarázó változók is a függvényben.

Magyarázó változók értékelése

10. táblázat: ANOVA^x

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression 1997-2008	3455475,670	4	863868,917	35,252	0,000 ^a
2 1997-2009	3633322,831	6	605553,805	118,315	0,000 ^b
3 1997-2010	5698146,898	2	2849073,449	16,216	0,001 ^c
4 1997-2011	6638602,244	3	2212867,415	10,548	0,001 ^d
1 Residual 1997-2008	171540,580	7	24505,797		
2 1997-2009	30708,862	6	5118,144		
3 1997-2010	1932605,459	11	175691,405		
4 1997-2011	2307662,689	11	209787,517		
1 Total 1997-2008	3627016,250	11			
2 1997-2009	3664031,692	12			
3 1997-2010	7630752,357	13			
4 1997-2011	8946264,933	14			

a. Predictors: 1997-2008 (Constant), Csap_5, Csap_Á, Hőm_Ma, Hőm_3

b. Predictors: 1997-2009 (Constant), Csap_5, Csap_Á, Hőm_4, Hőm_Ma, Hőm_3, Hőm_M

c. Predictors: 1997-2010 (Constant), Csap_5, Csap_M

d. Predictors: 1997-2011 (Constant), Csap_5, Tavaszi_becslés, Csap_M

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

Az ANOVA táblázat (variancia analízis) adatait df (szabadságfok) F (F-eloszlás) Sig. (az F eloszlás szignifikanciája) használok a magyarázó változók és a függő változó közötti összefüggésre felírható hipotézisek megalkotásában és vizsgálatában.

$$1997-2008: H_0: B_{Csap_5}=B_{Csap_Á}=B_{Hőm_Ma}=B_{Hőm_3}=0;$$

$$1997-2009: H_0: B_{Csap_5}=B_{Csap_Á}=B_{Hőm_4}=B_{Hőm_Ma}=B_{Hőm_3}=B_{Hőm_M}=0;$$

$$1997-2010: H_0: B_{Csap_5}=B_{Csap_M}=0;$$

$$1997-2011: H_0: B_{Csap_5}=B_{Tavaszi_becslés}=B_{Csap_5}=0;$$

A H_0 hipotézis alapján a regressziós módszer az adott változókat feltételezve nem alkalmas a mezei nyúl őszi kalkulált létszámának elemzésére.

$$1997-2008: H_1: B_{Csap_5} \neq B_{Csap_Á} \neq B_{Hőm_Ma} \neq B_{Hőm_3} \neq 0;$$

$$1997-2009: H_1: B_{Csap_5} \neq B_{Csap_Á} \neq B_{Hőm_4} \neq B_{Hőm_Ma} \neq B_{Hőm_3} \neq B_{Hőm_M} \neq 0;$$

$$1997-2010: H_1: B_{Csap_5} \neq B_{Csap_M} \neq 0;$$

$$1997-2011: H_1: B_{Csap_5} \neq B_{Tavaszi_becslés} \neq B_{Csap_5} \neq 0;$$

Az alternatív hipotézis alapján a regressziós módszer az adott változókat feltételezve alkalmas lehet a mezei nyúl őszi kalkulált létszámának elemzésére.

1997-2008: szf=4;7; 5%-os szignifikancia szint
 1997-2009: szf=6;6; 5%-os szignifikancia szint
 1997-2010: szf=2;11; 5%-os szignifikancia szint
 1997-2011: szf=3;11; 5%-os szignifikancia szint

$$F_{0,95}(4,7)=4,12$$

$$F_{0,95}(6,6)=4,28$$

$$F_{0,95}(2,11)=3,98$$

$$F_{0,95}(3,11)=3,59$$

Mivel F mind a négy vizsgálatban nagyobb a küszöbértéknél, ezért a ***H₀ hipotézist elvetem az alternatív hipotézis javára.*** A vizsgált magyarázó változók és az eredményváltozó között releváns összefüggés van. Továbbá az F érték szignifikanciája jelzi, hogy a független változók hatását az alapsokaságra is érvényesnek tekinthetem.

Mind a 4 regresszió analízishez tartozó Coefficients táblázat a nagy kiterjedésük miatt a mellékletben szerepelnek (*Melléklet 1.-4. táblázat*). Itt csak a függvényeket és az értékelést tüntetem fel.

A Coefficients táblázatok B értékei alapján tudom felírni az optimális regressziós egyenleteket.

$$\hat{Y}_{1997-2008} = -182,189 + 230,035X_{H\ddot{o}m_Ma} + 599,34X_{H\ddot{o}m_3} - 12,994X_{Csap_A} + 215,524X_{Csap_5}$$

$$\hat{Y}_{1997-2009} = -1768,522 + 177,488X_{H\ddot{o}m_Ma} + 569,162X_{H\ddot{o}m_3} - 253,303X_{H\ddot{o}m_4} - 11,343X_{Csap_A} + 167,359X_{H\ddot{o}m_M} + 173,152X_{Csap_5}$$

$$\hat{Y}_{1997-2010} = 3394,895 - 37,751X_{Csap_M} + 567,354X_{Csap_5}$$

$$\hat{Y}_{1997-2011} = 1519,585 + 0,833X_{Tavaszi_becsl\acute{e}s} - 37,406X_{Csap_M} + 549,815X_{Csap_5}$$

A regressziós függvény paramétereinek standard hibája minimális.

A függvények értékelése

A 1997-2008 Coefficiens táblázat (*Melléklet 1. táblázat*) Beta értéke alapján megállapítom, hogy az őszi kalkulált létszámra a március hó napi középhőmérsékleteinek szóródása gyakorolja a legnagyobb hatást. A második a március havi átlaghőmérséklet. Legkevesbé pedig a májusi csapadék szóródása és az áprilisi csapadék összeg hat az őszi kalkulált létszám alakulására.

A 1997-2009 Coefficiens táblázat (*Melléklet 2. táblázat*) Beta értéke alapján megállapítom, hogy az előző modellhez hasonlóan az őszi kalkulált létszámra a március hó napi középhőmérsékleteinek

szóródása gyakorolja a legnagyobb hatást. A második a március havi átlaghőmérséklet. A maradék négy változó között csak kis különbség van a hatásfok tekintetében, amelyet az őszi kalkulált létszámra gyakorolnak.

A 1997-2010 Coefficiens táblázat (*Melléklet 3. táblázat*) Beta értéke alapján megállapítom, hogy a legnagyobb hatást a májusi csapadék összeg és kicsivel ettől elmaradva a májusi csapadék szórása gyakorol az őszi kalkulált létszámra.

A 1997-2011 Coefficiens táblázat (*Melléklet 4. táblázat*) Beta értéke alapján megállapítom, hogy továbbra is a májusi csapadék összeg és a májusi csapadék szóródása gyakorolja a legnagyobb hatást a függő változóra, de emellett a tavaszi becslés is, bár jóval kisebb mértékben.

A t-próba hipotézis vizsgálata a konstansra:

$$H_0 : e = 0$$

A H_0 hipotézist akkor fogadom el, ha $|t_e| < t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ (Hibatag szf)

$$H_1 : e \neq 0$$

A H_0 hipotézist elutasítva a H_1 hipotézist akkor fogadom el, ha $|t_e| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ (Hibatag szf)

A t-próba hipotézis vizsgálata a adott változóra:

$$H_0 : \beta_x = 0$$

A H_0 hipotézist akkor fogadom el, ha $|t_x| < t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ (Hibatag szf)

$$H_1 : \beta_x \neq 0$$

A H_0 hipotézist elutasítva a H_1 hipotézist akkor fogadom el, ha $|t_x| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ (Hibatag szf)

t-próba számított értékei:

1997-2008: $t_{0,975}(7)=2,36$

1997-2009: $t_{0,975}(6)=2,45$

1997-2010: $t_{0,975}(11)=2,2$

1997-2011: $t_{0,975}(11)=2,2$

A Coefficients táblázatok (*Melléklet 1.-4. táblázat*) t oszlopa alapján minden paraméter esetében **elvetem a H_0 hipotézist és a H_1 alternatív hipotézist fogadom el.** Tehát a magyarázó változók és a függő változó között valós kapcsolat áll fenn 5%-os szignifikancia szint mellett az adott időintervallumokban.

Amennyiben ugyanazon független változók magyaráznák a függő változót, akkor érdemes és szükséges lenne a konfidencia intervallum megadása. Azonban a vizsgálatok során kiderült, hogy a független változóknak nagy a változékonysága, ezért konfidencia intervallum megadását jelenleg nem tartom szükségesnek.

A változók közötti korreláció a regresszió analízis Coefficients táblázatából (*Melléklet 1.-4. táblázat*) a Zero-order, Partial oszlopokból olvasható le.

A Zero-order oszlop adataiból megállapítható, hogy amennyiben a magyarázó változók egymásra és a függő változóra gyakorolt hatását nem közömbösítjük úgy az egyes változók milyen kapcsolatban állnak az Őszi_kalkulált_létszámmal. A vizsgált négy időintervallumban a közepesnél jelentősen erősebb sztochasztikus kapcsolatot egyik változónál sem látunk. A 1997-2008-ra vonatkozó analízisben közepesen erős negatív sztochasztikus kapcsolatot látunk az áprilisi összes csapadék és az őszi kalkulált létszám között. A leggyengébb kapcsolatban a március havi napi középhőmérsékletek szóródása áll a függő változóval. Az adatbázis bővülésével a 1997-2010-re vonatkozó vizsgálatnál már nem is látjuk az áprilisi összes csapadékot, mint független változót. A májusi összes csapadék veszi át a helyét a modellben.

Abban az esetben, hogyha parciális korrelációval vizsgálom meg ugyanezen változókat és kapcsolatukat a függő változóhoz, akkor leolvasható a *Coefficients Correlations Partial* oszlopából, hogy a függő változók szoros negatív vagy pozitív, azonban az adatbázis bővülésével gyengülő kapcsolatban állnak az őszi kalkulált létszámmal.

Az áprilisi és májusi összes csapadék változókra elmondható, hogy szoros negatív kapcsolatban állnak a függő változóval, amennyiben a függő változóra gyakorolt hatásukat a többi változótól függetlenül veszem. Tehát, ha önmagában nézem a csapadék mennyiségét, akkor azt a következtetést vonhatom le, hogy a nagyobb mennyiségű csapadék áprilisban, majd májusban, negatívan befolyásolja az állomány későbbi nagyságát.

Érdekes, hogy mind a négy analízis a csapadék szóródási változók közül csak a májusi csapadék szóródását találta befolyásoló tényezőnek az őszi kalkulált létszámmal. Ebből azt a következtetést vonhatom le, hogy ha önmagában a májusi csapadék szóródását nézem, akkor a nagyobb szóródás pozitív hatást gyakorol a populációra. Ezek alapján az inverz következtetésem az, hogy az elhúzódó, csapadékos időszak májusban - amely a szóródás értékét csökkentené - nem kedvez a mezei nyúl populációnak.

A négy vizsgálatból csak kettőben szerepel az átlag hőmérséklet, mint befolyásoló tényező. Kézenfekvő, hogy amennyiben magasabb a márciusi átlaghőmérséklet, ez közvetlenül és közvetetten is pozitívan befolyásolhatja a mezei nyúl populációt, azaz a későbbi őszi létszámot.

Önmagában tekintve a március havi hőmérsékletek szóródását, mint befolyásoló tényezőt a modell által mutatott viszonya az őszi kalkulált létszámhoz meglepő. Ahelyett, hogy arra utalna a modell, hogy minél egyenletesebb márciusban a hőmérséklet, az annál pozitívabb az állományra, e helyett a növekvő szóródást mutatja kedvezőbbnek.

A modellekben fel-fel bukkannak olyan változók, amelyek csak egy-egy évre kerülnek bele a változók közé. Ilyen az április havi hőmérsékletek szóródása, a májusi átlaghőmérséklet és a tavaszi becslés változók. Ezen tényezők elemzésétől eltekintek, mert nincs elég információ az esetleges tendenciákról, hogy pontosabb képet kaphassak az egyes változók függő változóra gyakorolt hatásáról.

A változók között kis mértékű multikollinearitás fedezhető fel. Ennek pontos mértékét a *Collinearity Statistics VIF* oszlopában található értékek és a *Collinearity Diagnostics* tábla (Melléklet 5.-8. táblázat) *Eigenvalue* és *Condition Index* oszlopai mutatják meg.

Mivel a VIF érték egyik esetben sem egyenlő 1-el, ami kizárná a multikollinearitást, de mindegyik érték kisebb 10-nél, ezért egyik változót sem kell kizárnom. Ennek a döntésnek a helyességét támasztja alá a Condition Index értéke.

Outlier és a rejtett befolyásoló tényezők kiszűréséhez a *Partial Regression* pont grafikont használok (Melléklet 1.-15. grafikon). Az Y tengelyen az őszi kalkulált létszám az X tengelyen a különböző független változók. A grafikonok alapján elmondható, hogy mindegyik magyarázó változó lineáris kapcsolatban van a teríték adattal, továbbá nem látható rejtett befolyásoló tényező vagy outlier. Az esetleges outlier adatot jelen esetben nem szabad eltávolítani a vizsgálatból, csak a kiinduló adatok vizsgálatára lehet szükség a hibák javításához. Amennyiben nincs hiba az alapadatok között, akkor a vizsgálati adatok között kell hagyni a kiugró értéket, mivel köztudott, hogy az időjárási tényezők, mint csapadék és hőmérséklet, tudnak kiugró értéket produkálni, de ezek hatása is fontos vizsgálendő adat.

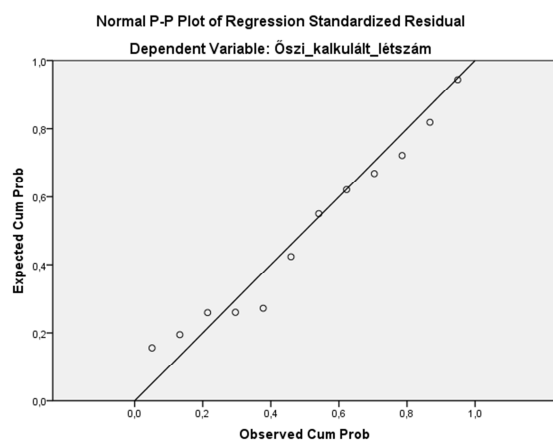
Hibatag feltételeinek értékelése

11. táblázat: Residuals Statistics^x

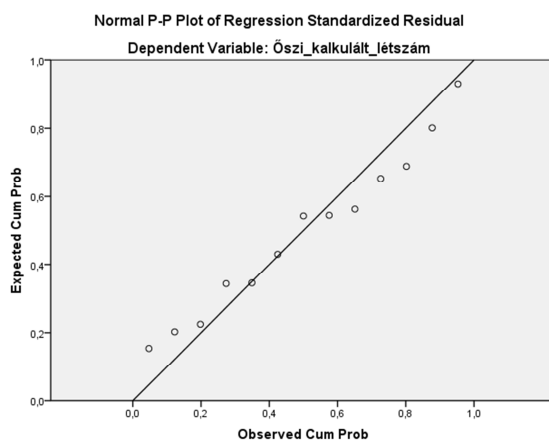
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Std. Residual 1997-2008	-1,010	1,589	0,000	0,798	12
Std. Residual 1997-2009	-1,018	1,477	0,000	0,706	13
Std. Residual 1997-2010	-1,537	1,313	0,000	0,920	14
Std. Residual 1997-2011	-1,188	1,578	0,000	0,886	15

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

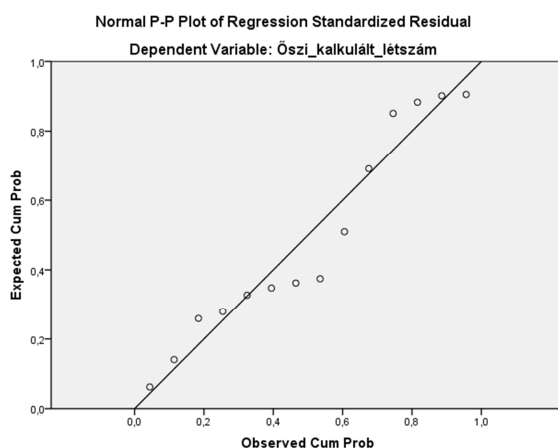
A hibatag várható értéke = 0 teljesül.



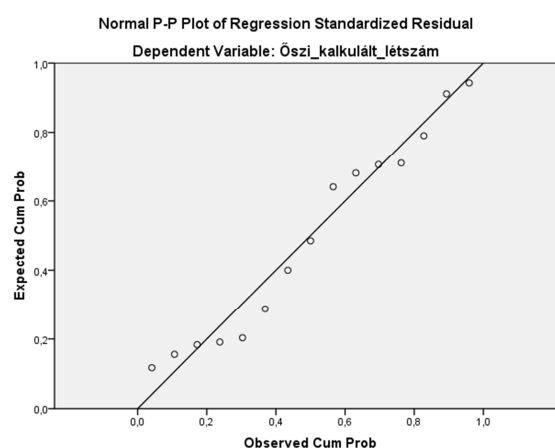
1. grafikon: 1997-2008 A reziduumok normalitása



2. grafikon: 1997-2009 A reziduumok normalitása

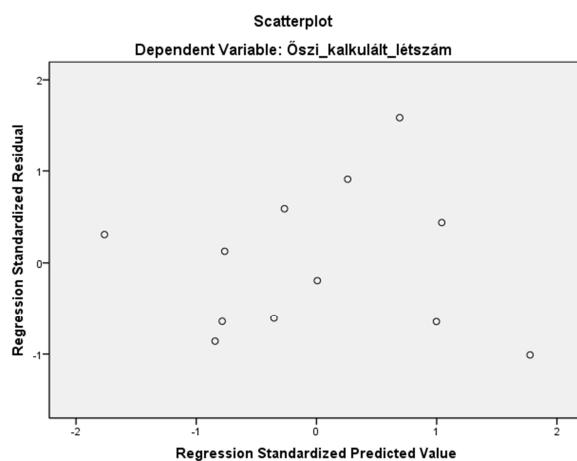


3. grafikon: 1997-2010 A reziduumok normalitása

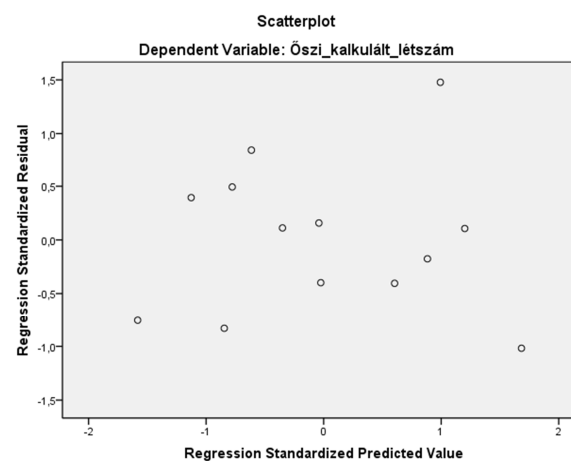


4. grafikon: 1997-2011 A reziduumok normalitása

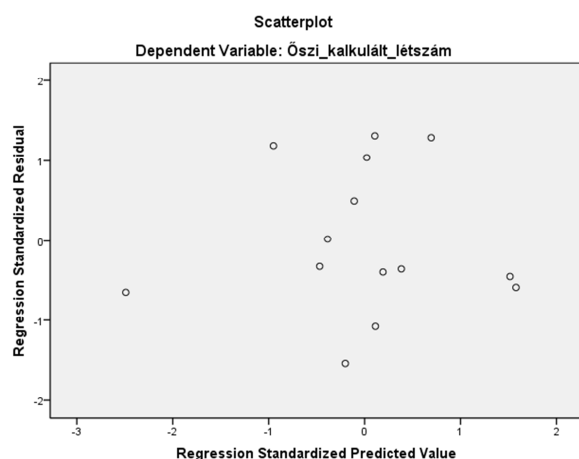
Az 1.-4. grafikonok a reziduumok normalitását mutatják. Ezek alapján elmondható, hogy a reziduumok várható értéke jól illeszkedik az egyeneshez, tehát mind a négy vizsgálatban a reziduumok normális eloszlásúak.



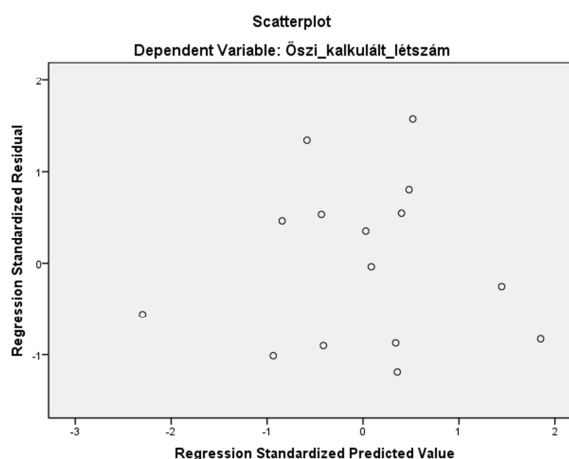
5. grafikon: 1997-2008 A becsült reziduumok az $\hat{Y}$ függvényében.



6. grafikon: 1997-2009 A becsült reziduumok az $\hat{Y}$ függvényében.



7. grafikon: 1997-2010 A becsült reziduumok az $\hat{Y}$ függvényében.



8. grafikon: 1997-2011 A becsült reziduumok az $\hat{Y}$ függvényében.

Az 5.-8. grafikonokon a becsült reziduumokat a regresszó függvény becsült értékének függvényében ábrázolom. A grafikon pontjai random helyezkednek el, tehát teljesül a homoszkedaszticitás feltétele.

A nyári hónapokra lefuttatott regresszió analízis eredményei:

A négy vizsgálatból mindössze két időszakra, az 1997-2008 és az 1997-2009-es időszakra talált a regresszió analízis releváns változókat. Az 1997-2010 és a 1997-2011-es időszakokban azonban egy változó sem mutatott releváns kapcsolatot az őszi kalkulált létszámmal. A vizsgálatok 50%-os eredményességéből arra a következtetésre jutottam, hogy a nyári hónapok hőmérséklet és csapadék adatainak vizsgálatához még nagyobb adatbázisra lenne szükség, amely jelenleg nem áll rendelkezésre.

Eredmények összegzése, értékelése

A fenti eredmények alapján megalkothatóak a 1997-2008, 1997-2009, 1997-2010, 1997-2011-es időintervallumokat magába foglaló tavaszi változókat használó regresszió függvények.

$$\hat{Y}_{1997-2008} = -182,189 + 230,035X_{H\ddot{o}m_Ma} + 599,34X_{H\ddot{o}m_3} - 12,994X_{Csap_A} + 215,524X_{Csap_5}$$

$$\hat{Y}_{1997-2009} = -1768,522 + 177,488X_{H\ddot{o}m_Ma} + 569,162X_{H\ddot{o}m_3} - 253,303X_{H\ddot{o}m_4} -$$

$$11,343X_{Csap_A} + 167,359X_{H\ddot{o}m_M} + 173,152X_{Csap_5}$$

$$\hat{Y}_{1997-2010} = 3394,895 - 37,751X_{Csap_M} + 567,354X_{Csap_5}$$

$$\hat{Y}_{1997-2011} = 1519,585 + 0,833X_{Tavaszi_becsl\acute{e}s} - 37,406X_{Csap_M} + 549,815X_{Csap_5}$$

A kapott függvények értékelése rendkívül nagy óvatosságot igényel.

A négy vizsgálat eredményei alapján nem tudom meghatározni azokat a konkrét változókat, amelyek elsődlegesen befolyásolnák az őszi állomány létszámot.

Az eredmények jól mutatják, hogy mind a hőmérséklet, mind a csapadék jelentős szerepet játszhat egy-egy év állomány alakulásában.

Először mind a négy függvénynél megvizsgálom, hogy milyen pontossággal közelíti az adott időintervallum utolsó évi függő változó értékét.

Az 1997-2008 időintervallum tavaszi adataiból készült függvény a 2008. évi őszi kalkulált létszámot 0,61%-kal becsli alul. Azaz a kalkulált létszám 3243, míg a függvény által számított 3223.

Az 1997-2009 időintervallum tavaszi adataiból készült függvény a 2009. évi őszi kalkulált létszámot 0,23%-kal becsli alul. Azaz a kalkulált létszám 3451, míg a függvény által számított 3443.

Az 1997-2010 időintervallum tavaszi adataiból készült függvény a 2010. évi őszi kalkulált létszámot 17,26%-kal becsli túl. Azaz a kalkulált létszám 1569, míg a függvény által számított 1839.

Az 1997-2011 időintervallum tavaszi adataiból készült függvény a 2011. évi őszi kalkulált létszámot 20,15%-kal becsli túl. Azaz a kalkulált létszám 2301, míg a függvény által számított 2764.

Bár az adatbázis bővülésével csökken a becslési pontossága a regresszió függvénynek azonban még így is elfogadható pontossággal képes visszamenőlegesen meghatározni azokat a változókat, amelyek a leginkább hatást gyakoroltak az őszi kalkulált létszámra.

Másodszor pedig a korábban felírt regresszió függvényeket tesztelem arra, hogy az időintervallumot követő év adatainak behelyettesítésével, milyen pontossággal képes becsülni az őszi várható létszámot.

A 1997-2008-as függvénybe a független változók helyére behelyettesítem a 2009-es adatokat. A függvény eredménye 2993. A 2009-es kalkulált létszám 3451. Tehát 13,29%-al becsülte alul a függvény az őszi létszámot.

A 1997-2009-es függvénybe a 2010-es adatokat helyettesítem, melynek eredménye 4683. Ez 198,49%-al haladja meg a kalkulált őszi létszámot, ami 1569.

Végül a 1997-2010-es függvénybe a 2011-es adatokat helyettesítem be. Az eredmény 3860. Ez 67,74%-al haladja meg a kalkulált őszi létszámot, ami 2301.

A becslés pontossága rendkívül hektikusan mozog, ezért ilyen rövid adatsorból képzett regresszió függvény még nem alkalmas - akár csak egy évre - előre becsülni a várható őszi állománylétszámot.

Az 1997-2011-ig tartó időintervallumra készített regresszió függvény pontossága, illetve

pontatlansága csak 2013 tavaszán válik ellenőrizhetővé, amikor a tavaszi állománybecslési adatokat felhasználva kalkulálhatóvá válik az őszi állománylétszám.

5 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kontroll terület adatainak vizsgálata során szerzett tapasztalatok alapján elmondhatom, hogy rendkívül fontos az adatok megbízhatósága, precíz rögzítése, továbbá, hogy megfelelő mennyiségű adat álljon rendelkezésre. Ezek nélkül a vizsgálat garantáltan hibás következtetésekre fog jutni. Amennyiben a hasznosítás során ezeknek a hibás következtetéseknek a gyakorlati alkalmazására kerül sor, annak beláthatatlan következményei lehetnek.

A kontroll területről kapott teríték és becslési adatokból kalkulált őszi állomány adatokkal számoltam, melyek közelíthetik a valós adatokat, azonban bizonyos torzítás előfordulhat az adatsorban, melynek mértéke nem ismert.

Mivel a vadászatra jogosultak területe tízévente változhat - sok esetben változik is - elmondható, hogy ritka az az eset, hogy ilyen nagy időintervallumból állnak rendelkezésre állomány és teríték adatok. Fontos pozitívum, hogy 15 év adatsorát sikerült vizsgálnom, de a vizsgálatoknál azt tapasztaltam, hogy még ez a 15 éves adatsor is éppen, hogy elegendő a vizsgálatok elkezdéséhez.

A vadászterületek tíz évenkénti újrafelosztása - rosszabb esetben területcsökkenése, jobb esetben területnövekedése - használhatatlanná teszi a már korábban elkészített adatsort, ezért javaslom, hogy a mezei nyúlra vonatkozó állománybecsléseket nagyobb, fix, hosszútávon nem változó határvonalakkal rendelkező régiókra terjesszék ki (pl.: megye). Az így kialakított régiókban meteorológiai mérőhálózatot lehetne felállítani, melynek adataiból időintervallumban korlátlan adatbázist lehetne létrehozni. A meteorológiai és állomány adatokból álló adatbázis létrehozásával, vizsgálatával és az évközi változások rögzítésével prognosztizálhatóvá válna a mezei nyúl állomány alakulása és így közvetetten a hasznosítható mennyiség. Továbbgondolva, az így nyert információ megalapozhatna más, az apróvadra vonatkozó kutatást úgymint, mekkora az ideális állománysűrűség, azaz mekkora részt szükséges hasznosítani, hogy a sűrűségfüggő járványos megbetegedések, populáció összeomlások elkerülhetőek legyenek. Ezen gondolatmenet továbbfolytatása azonban nem témája a dolgozatomnak.

Amennyiben létrejönne a kívánatos összefogás a vadászatra jogosultak között, akkor az adatbázis kialakítását két módon lehetne elvégezni, attól függően, hogy milyen pontos és megbízható előrejelző modellre van igény. Természetesen nem elhanyagolható az sem, hogy az adatgyűjtést jelentősen befolyásolja, hogy mennyi erőforrás (pénz- és humántőke) áll rendelkezésre. A haszonráfordítás mérlegelését nem szabad elhanyagolni, de mindenképpen elgondolkodtató, hogy lehetséges, hogy ugyanannyi ráfordításba kerül jelenleg a pontatlan adatok rögzítése, mintha a becslés a lehető legprecízebben lenne elvégezve.

A kevésbé pontos és így kevésbé ráfordítás igényesebb modellhez elegendő, ha a teríték adatok, a tavaszi állománybecslési adatok és a meteorológiai adatok kerülnek rögzítésre. Ismételten

hangsúlyozom, nem csak az a fontos, hogy valós legyen a teríték adat, hanem hogy a teríték nagysága tükrözze a mindenkori állomány nagyságot.

A pontosabb modellhez a tavaszi állománybecslést ki kell egészíteni egy valóságos értékeket eredményező őszi becsléssel. Természetesen ez a költségesebb vizsgálat, hiszen legalább két becslést kell elvégezni az adott területen. A gyűjtött adatok alapján hozzávetőlegesen megadható lenne az ivararány, a fiatal idős arány és maga az állomány nagyság is. Az eredményeket összevetve a meteorológiai adatokkal, elkészíthető lenne egy állománybecslő függvény. A függvény által becsült létszámból következtetni lehetne, hogy az időjárás függvényében milyen állományváltozásokkal és hasznosítással lehet számolni. Továbbgondolva, ha az időjárási paraméterek optimálisak lennének az állomány számára és így stagnálást, vagy növekedést becsül a függvény az állomány létszámban, azonban az őszi becsléskor kapott adatok ettől negatív irányba jelentősen eltérnek, akkor ez okot adhat más súlyos problémák felderítésére, vizsgálatára.

A meteorológiai adatok gyűjtésének folyamatosnak kell lennie. Minimálisan szükség van napi középhőmérsékletre, napi csapadék mennyiségre, de ezeken felül más változókat is be lehet vonni. Azonban tudni kell, hogy adott változónak van-e egyáltalán releváns és kimutatható hatása.

A mérőállomások elhelyezése nagymértékben függ a vizsgált terület domborzati viszonyaitól, mikroklimatikus jellemzőitől és a terület nagyságától. Amennyiben sor kerülne egy ilyen nagyszabású rendszer kiépítésére, akkor mindenképpen szakmai segítséget az Országos Meteorológiai Szolgálatól kellene igénybe venni, hogy az adatok ne csak hitelesek legyenek, hanem a valóságot tükrözzék. A kontrollterületen a vizsgálatomat 1 mérőállomás adatai alapján végeztem, mivel a vadászterület sík vidéken és a mérőállomás körül, körülbelül 10km-es sugarú körben terül el. Így elfogadhatónak véltem a vizsgálatban az egy mérőállomás adataira való támaszkodást.

Arra a következtetésre jutottam a vizsgálat eredményei és korábbi tapasztalataim alapján, hogy a függvényt nem lehet egy évnél hosszabb távú előrejelzésre használni. Ez adódik az időjárási tényezők változékonyságából és a mezei nyúl populáció előre nem jelezhető változásaiból. Azonban a rövidtávú, azaz éven belüli előrejelzésnek is több haszna lehet. Az egyik ilyen, hogy nem a vadászidény kezdetén szembesül a mezei nyúl állomány helyzetével, létszámával és így a hasznosítható mennyiséggel a vadgazdálkodó, hanem már korábban tud becslést adni a várható bevételekre. A másik, hogy mérsékelhető az időjárási események hatása. Ez azonban csak tüneti kezelés lehet. Ilyen tüneti kezelés az etetőkből történő takarmányozás és szükség esetén itatók létesítése. Természetesen ezzel adott évben szép eredményeket lehet elérni, de hosszabb távra nem nyújt megoldást. Ezért nem szabad elfelejteni, hogy az időjárási eseményekből fakadó kockázatokat minimalizálni csak hosszútávon lehet. A minden évre elkészített becslőfüggvényekben két féle

tényezőt fedezhetünk fel. Az egyik tényezőcsoport, amelyek évről-évre megjelenve hatást gyakorolnak az állomány alakulására. A másik tényezőcsoportba pedig csak az adott évben az állományra ideiglenesen ható tényezők tartoznak. A két tényező csoport közül az állandó befolyásoló tényezőkre lehet célzott élőhely fejlesztéssel reagálni. Ezen tényezők hatásmechanizmusának vizsgálata után a hatás ellensúlyozására, vagy kiküszöbölésére lehet kísérletet tenni. Ehhez azonban fontos, hogy pontosan ismerjük az apróvad etológiáját, igényeit is. Az élőhely fejlesztés keretein belül olyan megoldásokat lehet megvalósítani, amelyek mindamellett, hogy növelik az élőhely eltartó-képességét a több táplálékon, és több búvóhelyen keresztül, egyúttal mérséklék az időjárás hatásait. A legjobb példa erre a mezőgazdaságban korábban hatékonyan alkalmazott mezővédő erdősávok. (Faragó, 1997)

Legfontosabb hatásai a következők (Gál és Káldy, 1977, cit Faragó, 1997):

- csökkentik a szél erejét,
- csökkentik (20-30% mértékig) az elpárolgást, megőrzik a talajnedvességet a szélvédett oldalon,
- növelik a legelő relatív légnedvességét, fokozzák a harmatképződést,
- hőmérséklet-kiegyenlítő hatásuk van,
- hóvisszatartó hatásuk van,
- 5-30 (átlagosan 10)%-os termésnövekedést eredményeznek,
- faanyagot és erdei melléktermékeket (gyümölcs, méz) szolgáltatnak,
- környezetvédelmi hatást (zaj-, és levegőtisztaság védelem) fejtenek ki,
- a biológiai védelmet segítik környezetükben,
- a biodiverzitás fenntartásában is nagy a szerepük.

Az időjárás hatásait közvetetten a már említett táplálék és búvóhely befolyásolja. A jó kondícióban lévő apróvad ellenállóbb az esetleges fertőzésekkel szemben, és a szélsőséges időjárási viszonyokat könnyebben vészeli át, amennyiben a jó kondíció mellett megfelelő búvóhelye van.

6 ÖSSZEFOGLALÁS

A statisztika egyszerűbb eszközei, úgymint átlag- és szórásszámítás és összetettebb eszközei, úgymint többváltozós regresszió analízis és korrelációs számítás alkalmasak a klímátényezők és a mezei nyúl állományalakulás kapcsolatának vizsgálatára. A becslési eljárás szabályainak betartása, valamint a vizsgált apróvad faj ismerete alapvető fontosságú az állománybecslési adatok készítésekor. Ha nem áll rendelkezésre megfelelő állománybecslési adat, akkor a teríték adatok is hatékonyan használhatóak. Más területre a kontrollterület adatai alapján megalkotott függvény nem extrapolálható, de a felvázolt feltételek teljesítésével, adott terület adataihoz újraalkotható az előrejelző függvény.

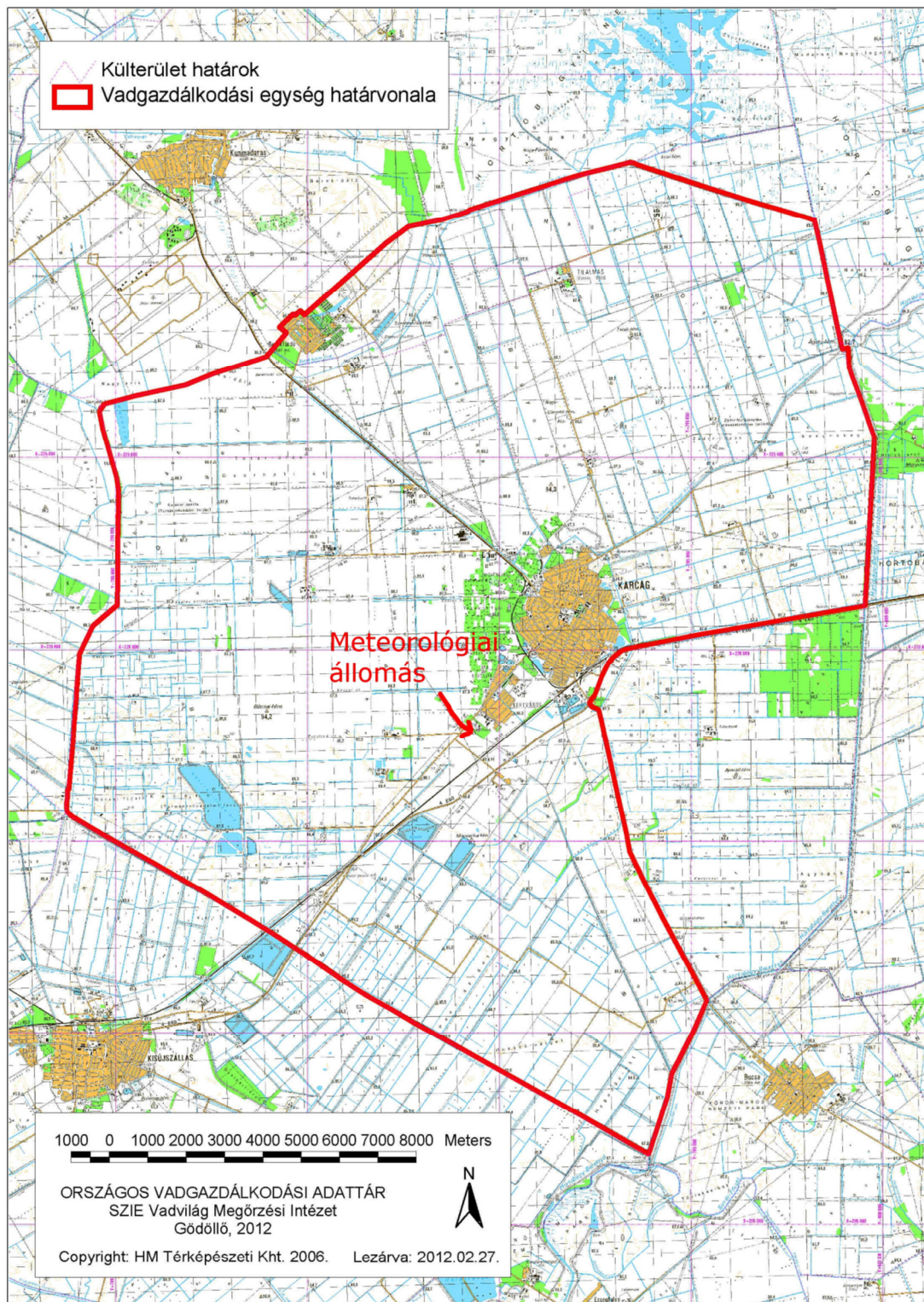
Fontos megállapítás, hogy a függvényt és a függvény által kapott eredményt statisztikai előrejelzéseként kell kezelni, amely a múltbéli adatok alapján, de adott évi friss adatokkal kiegészítve alkotja meg a becsült értéket. Attól függően, hogy hány évnnyi adat áll rendelkezésre, a megalkotott függvény adhat pontosabb és pontatlanabb eredményt. A kapott értéket azonban minden esetben össze kell vetni a valósággal, mivel más egyéb tényezők is befolyásolhatják az állományt, amellyel a függvény nem számolt. Így elkerülhető a vizsgált apróvad-állomány túl vagy alulhasznosítása.

7 IRODALOMJEGYZÉK

1. Bersinski W. (1976): Weather conditions vs. European hare population dynamics. 105.114. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 78. p.
2. Eiberle K., Matter J. – F. és Wettman O. (1982): Zur Bestandentwicklung des Feldhasen im Kanton Zürich. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 127 (3): 231-245. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 78. p.
3. Faragó S. (2007): Vadászati állattan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
4. Faragó S. (1997): Élőhelyfejlesztés az apróvad-gazdálkodásban. A fenntartható apróvad-gazdálkodás környezeti alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest
5. Flux J. E. C. (1967): Reproduction and body weight of the hare, *Lepus europaeus* Pallas, in New Zealand. N. Z. J. Sci. 10:357-401. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 42. p.
6. Gál J. és Káldy J. (1977): Erdősítés. Akadémiai Kiadó, Budapest. In: Faragó S. (1997): Élőhelyfejlesztés az apróvad-gazdálkodásban. A fenntartható apróvad-gazdálkodás környezeti alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 191-192. p.
7. Hell P. (1972): Zajac a kralik. Priroda, Bratislava. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 79. p.
8. Hunyadi L. – Mundruczó Gy. – Vita L. (2000): Statisztika III. javított kiadás. Aula Kiadó, Budapest
9. Kardos Z. – Vargáné Dugonics R. (1997): Alkalmazott Statisztika. Keszthelyi Akadémia Alapítvány – Talentum Kft, Keszthely
10. Ketskeméty L. – Izsó Lajos (2005): Bevezetés az SPSS programrendszerbe. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
11. Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest
12. Majzinger, I. (szerk. 2008): Apróvadgazdálkodás. Főiskolai jegyzet. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet, Hódmezővásárhely

13. Mersich I. et al (Szerk.) (2003): Magyarország éghajlati atlasza. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest
14. Möller D. (1976): Die Fertilität der Feldhasenpopulationen. 69-74. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 78. p.
15. Pépin D., Meunier M. és Angibault J. M. (1981): Étude de la reproduction du lièvre (*Lepus europaeus*) dans le Bassin parisien. Bull. mens. off. Nation. Chasse, No spécial 3-26. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 41. p.
16. Pielowski Z. – Raczynski J. (1976): Ecological conditions and rational management of hare populations. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 91. p.
17. Rácz L. (2001): Magyarország éghajlattörténete az újkor idején. Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, Szeged
18. Schneider E. (1978): Der Feldhase. BLV. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 78. p.
19. Spittler H. (1976): Witterungsfaktoren als Grundlage für Vorhersagen über die Entwicklung des Hasenbesatzes. In: Kovács Gy. – Heltay I. (1993): A mezei nyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. A Hubertus Bt. és a Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest, 78. p.
20. Szász G. – Tőkei L. (1997): Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest

A 752810 kódszámú vadgazdálkodási egység térképe



1. táblázat: Coefficients^x

Model 1997-2008	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1 (Constant)	-182,189	463,555		-0,393	0,706	-1278,324	913,945					
Hőm_Ma	230,035	34,005	0,829	6,765	0,000	149,625	310,444	0,380	0,931	0,556	0,450	2,223
Hőm_3	599,340	63,609	1,266	9,422	0,000	448,928	749,752	0,096	0,963	0,774	0,374	2,672
Csap_Á	-12,994	2,028	-0,609	-6,406	0,000	-17,790	-8,197	-0,537	-0,924	-0,527	0,747	1,339
Csap_5	215,524	30,718	0,684	7,016	0,000	142,889	288,160	0,277	0,936	0,577	0,712	1,405

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

2. táblázat: Coefficients^x

Model 1997-2009	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1 (Constant)	-1768,522	402,773		-4,391	0,005	-2754,071	-782,972					
Hőm_Ma	177,488	15,012	0,637	11,823	0,000	140,756	214,220	0,382	0,979	0,442	0,481	2,078
Hőm_3	569,162	26,828	1,218	21,216	0,000	503,517	634,807	0,113	0,993	0,793	0,424	2,358
Hőm_4	-253,303	35,759	-0,467	-7,084	0,000	-340,803	-165,804	-0,051	-0,945	-0,265	0,322	3,110
Csap_Á	-11,343	1,033	-0,550	-10,985	0,000	-13,870	-8,817	-0,486	-0,976	-0,411	0,557	1,794
Hőm_M	167,359	24,926	0,502	6,714	0,001	106,366	228,351	0,300	0,939	0,251	0,249	4,009
Csap_5	173,152	12,857	0,576	13,468	0,000	141,693	204,611	0,293	0,984	0,503	0,765	1,308

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

3. táblázat: Coefficients^x

Model 1997-2010	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1 (Constant)	3394,895	252,095		13,467	0,000	2840,037	3949,752					
Csap_M	-37,751	6,632	-1,646	-5,692	0,000	-52,349	-23,153	-0,477	-0,864	-0,864	0,275	3,634
Csap_5	567,354	119,499	1,373	4,748	0,001	304,338	830,369	-0,028	0,820	0,720	0,275	3,634

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

4. táblázat: Coefficients^x

Model 1997-2011	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1 (Constant)	1519,585	676,223		2,247	0,046	31,227	3007,942					
Tavaszi_becslés	0,833	0,282	0,458	2,958	0,013	0,213	1,453	0,339	0,666	0,453	0,978	1,023
Csap_M	-37,406	7,246	-1,508	-5,162	0,000	-53,355	-21,458	-0,427	-0,841	-0,791	0,275	3,637
Csap_5	549,815	130,027	1,231	4,228	0,001	263,627	836,002	-0,046	0,787	0,648	0,277	3,613

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

5. táblázat: Collinearity Diagnostics^x

Model 1997-2008	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions				
				(Constant)	Hőm_Ma	Hőm_3	Csap_Á	Csap_5
1	1	4,425	1,000	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
	2	0,334	3,642	0,00	0,03	0,01	0,27	0,08
	3	0,156	5,324	0,00	0,04	0,04	0,19	0,42
	4	0,079	7,502	0,00	0,21	0,13	0,52	0,20
	5	0,007	25,603	0,99	0,71	0,82	0,02	0,30

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

6. táblázat: Collinearity Diagnostics^x

Model 1997-2009	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions						
				(Constant)	Hőm_Ma	Hőm_3	Hőm_4	Csap_Á	Hőm_M	Csap_5
1	1	6,293	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,336	4,327	0,00	0,03	0,01	0,00	0,27	0,00	0,05
	3	0,225	5,293	0,00	0,00	0,01	0,02	0,07	0,00	0,42
	4	0,081	8,796	0,00	0,30	0,04	0,04	0,21	0,00	0,35
	5	0,052	10,949	0,00	0,00	0,26	0,26	0,22	0,00	0,00
	6	0,011	23,869	0,07	0,66	0,58	0,13	0,00	0,05	0,19
	7	0,001	73,657	0,92	0,00	0,09	0,55	0,22	0,95	0,00

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

7. táblázat: Collinearity Diagnostics^x

Model 1997-2010	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	Csap_M	Csap_5
1	1	2,802	1,000	0,02	0,01	0,01
	2	0,164	4,132	0,78	0,14	0,02
	3	0,034	9,129	0,20	0,85	0,97

x. Dependent Variable: Őszi_kalkulált_létszám

8. táblázat: Collinearity Diagnostics*

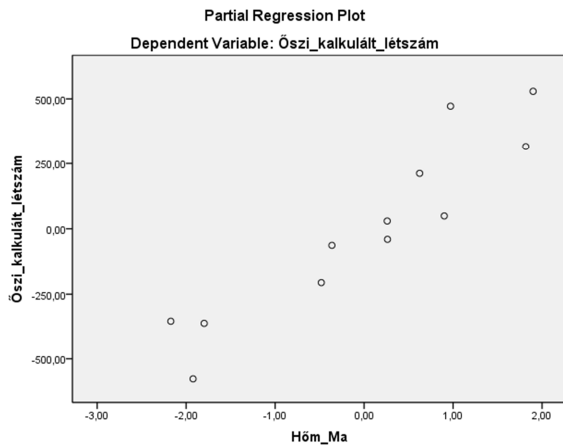
Model 1997-2011	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions			
				(Constant)	Tavaszi_becslés	Csap_M	Csap_5
1	1	3,715	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,233	3,997	0,03	0,04	0,12	0,03
	3	0,036	10,174	0,02	0,08	0,75	0,77
	4	0,016	15,058	0,95	0,88	0,12	0,19

x. Dependent Variable: Ōszi_kalkulált_létszám

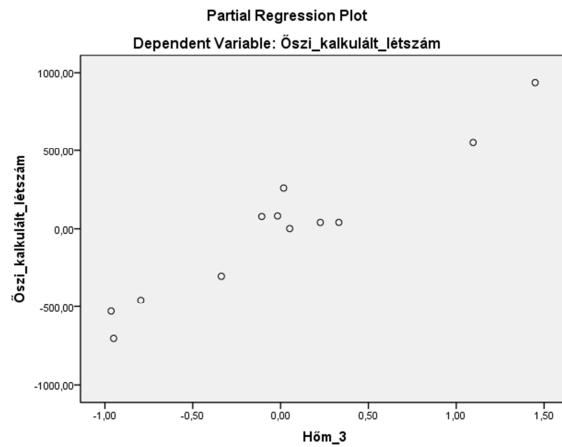
Diagramok az outlier és a rejtett befolyásoló tényezők kiszűréséhez

1997-2008

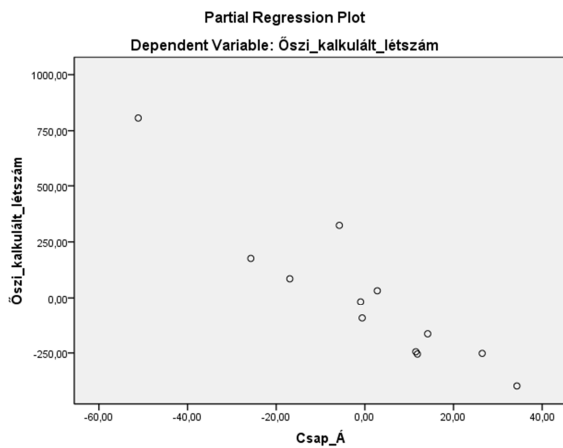
1. grafikon



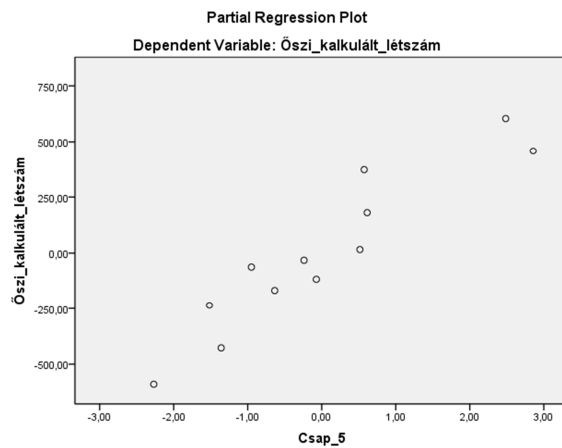
2. grafikon



3. grafikon

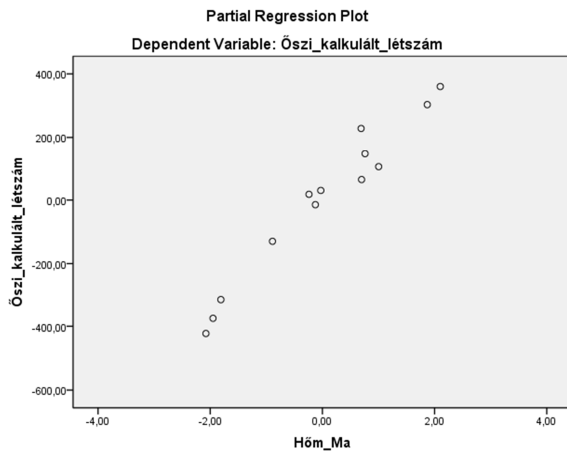


4. grafikon

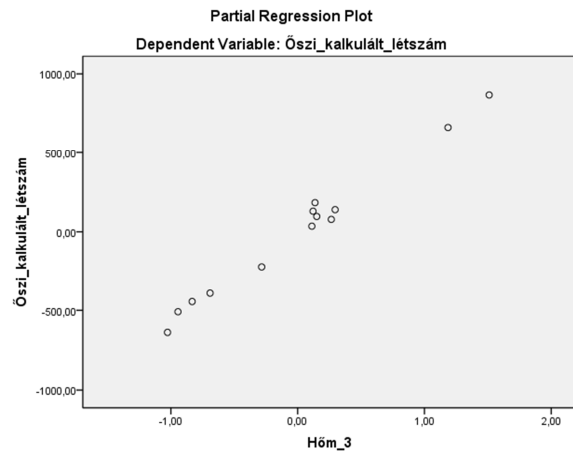


1997-2009

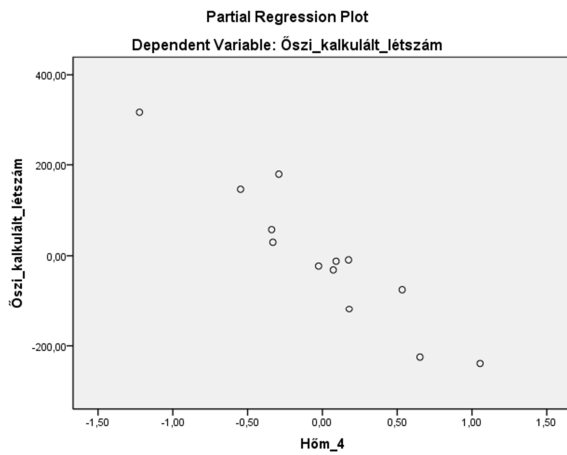
5. grafikon



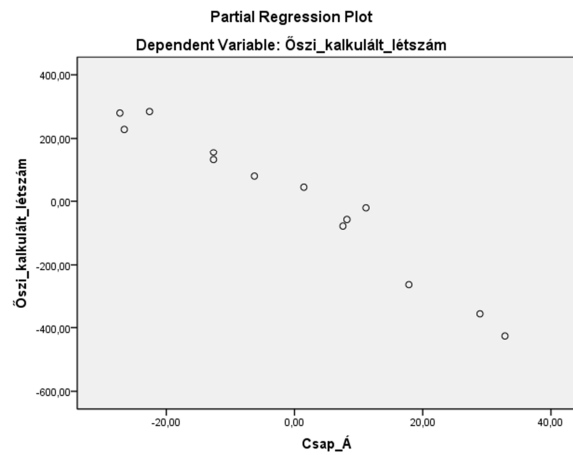
6. grafikon



7. grafikon



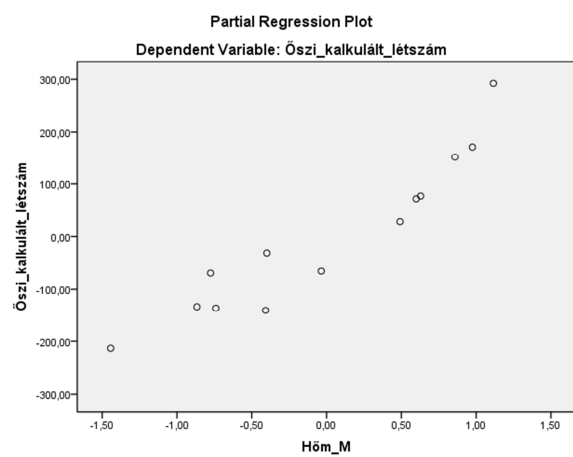
8. grafikon



9. grafikon



10. grafikon

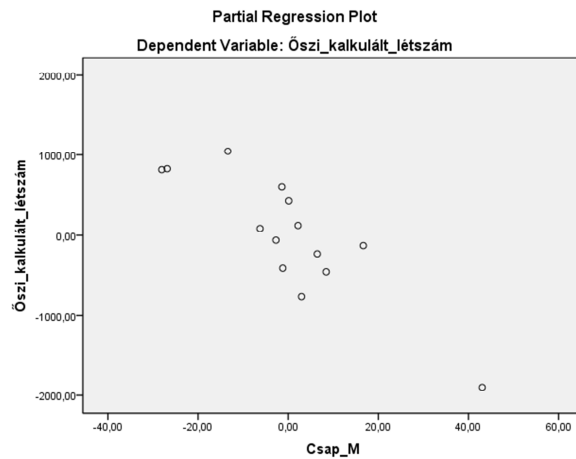


1997-2010

11. grafikon

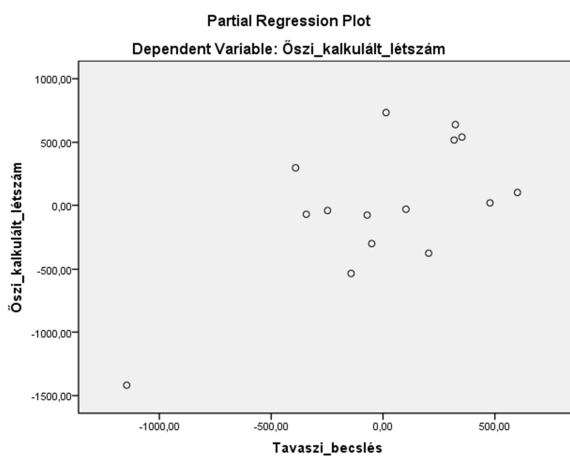


12. grafikon

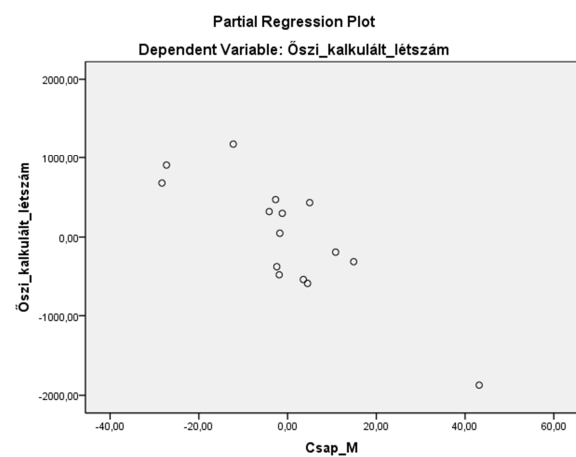


1997-2011

13. grafikon



14. grafikon



15. grafikon

