

DEBRECENI EGYETEM  
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR  
ÁLLATTENYÉSZTÉSTANI TANSZÉK

**KUTATÁSI BESZÁMOLÓ**

**AZ OTKA PD83885 –**  
**„SPORTLOVAK DÍJUGRATÁSI**  
**SPORTEREDMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE”**  
**PROJEKT EREDMÉNYEIRŐL**

**OTKA**



Debrecen  
2014

# 1 Tartalomjegyzék

1	Tartalomjegyzék .....	2
2	Összefoglalás .....	4
3	Szakirodalmi áttekintés.....	6
3.1	Nyugat-Európában alkalmazott tenyészték-becslési módszerek .....	6
3.1.1	Németország.....	8
3.1.2	Hollandia.....	9
3.1.3	Svédország .....	10
3.1.4	Franciaország és Belgium .....	11
3.1.5	Egyesült Királyság .....	12
3.1.6	Írország.....	12
3.1.7	Nemzetközi genetikai értékelések.....	13
3.1.8	Tenyésztékbecslés Magyarországon .....	14
3.2	Tenyésztékbecslési modellek.....	15
3.2.1	A BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) modellek .....	15
3.2.2	A BLUP módszer előnyei .....	16
3.2.3	Random regresszió elméleti és gyakorlati alkalmazásai .....	17
3.3	A díjugrató sportban hasznos élettartam értékelése.....	17
4	Hazai és külföldi tenyésztésű lovak teljesítményének összehasonlítása a díjugrató sportban elért eredmények alapján.....	19
4.1	Anyag és módszer .....	19
4.2	Eredmények és megbeszélés.....	20
4.3	Következtetések .....	27
5	A díjugrató sportban hasznos élettartam értékelése különböző mérőszámokkal .....	28
5.1	Anyag és módszer .....	28
5.2	Eredmények és megbeszélés.....	30
5.3	Következtetések .....	32
6	Néhány tényező hatása magyar sportlovak díjugratási sportkarrierére .....	33
6.1	Anyag és módszer .....	33
6.2	Eredmények és megbeszélés.....	33
6.3	Következtetések .....	37
7	A díjugrató sportban hasznos élettartam értékelése túlélés-analízissel .....	38
7.1	Anyag és módszer .....	38
7.2	Eredmények és megbeszélés.....	38
7.3	Következtetések .....	40

8 A díjugratásban nyújtott teljesítményt értékelő különböző matematikai átalakítások összehasonlítása .....	41
8.1 Anyag és módszer .....	41
8.2 Eredmények és megbeszélés.....	43
8.3 Következtetések .....	49
9 Különböző nehézségi szinteken nyújtott sportteljesítmények értékelése.....	50
9.1 Anyag és módszer .....	50
9.2 Eredmények és megbeszélés.....	50
9.3 Következtetések .....	52
10 Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval.....	53
10.1 Anyag és módszer .....	53
10.2 Eredmények és megbeszélés.....	54
10.3 Következtetések .....	57
11 A kutatási program keretein belül megjelent publikációk.....	58
12 Irodalomjegyzék .....	60

## 2 Összefoglalás

A kutatás első évi ütemezésének megfelelően a díjugratási sporteredmények és származási adatok egységes, további értékelésekre alkalmas formátumú adatbázisba rendezésére került sor. A kiindulási adatok között egyaránt megtalálhatóak hazai és külföldi tenyésztésű és tulajdonú lovak magyarországi és külföldi sporteredményei is. Az újonnan felépített adatbázisban szerepel a ló neve, azonosítója, ivara, lovasának neve, a verseny éve, szintje, esetleg a magassága, a hibapont és az elért helyezés. A sporteredményekkel rendelkező lovakhoz a származási adatokat is hozzárendeltük, ami lehetővé teszi a kutatási ütemezésnek megfelelően a munka további folytatását. A populációgenetikai elemzéshez, a genetikai paraméterek meghatározásához, és a tenyészérték-becslés elvégzéséhez adatszűrések, adatkorrekciók voltak szükségesek.

A kutatáshoz kapcsolódóan februárban a németországi Uelzenben, majd decemberben a svédországi Arlandában lótenyésztési konferencián vettem részt. A meghallgatott előadások konklúziói a kutatásban később elvégzendő vizsgálatokban hasznosak lettek. Júniusban egy kéthetes, „Methods and Constraints for Optimisation of Animal Breeding Schemes” elnevezésű kurzuson Gammel Brydegaard-ban, Dániában vettem részt. A képzésen az állattenyésztési programok optimalizálására felhasználható számítógépes szimulációs szoftvereket mutattak be. Az adattisztítás és az adatbázis létrehozása során gyűjtött tapasztalatokat konferencián és ismeretterjesztő publikáció formájában adtuk közre.

A kutatás második évi ütemezésének megfelelően a hosszú hasznos élettartam, illetve néhány befolyásoló tényezőjének értékelésére, valamint a hazai díjugrató szakágban versenyző lovak nemzetközi összevetésben történő vizsgálatára került sor. A hasznos élettartam értékelésekor a sportban töltött évekből indultunk ki. A tenyésztők számára lényeges, hogy az alacsony örökölhetőségű tulajdonság mellett is lehetséges a mérőszámok alapján a hosszú élettartamra kellően nagy szelekciós nyomás mellett szelekciót folytatni. Az adatelemzések, értékelések elvégzése után a 2012-ben elvégzett munkából tudományos és ismeretterjesztő publikációk készültek, valamint a kutatás eredményeinek bemutatására több hazai és nemzetközi konferencián is előadás hangzott el.

A kutatómunka harmadik évében ismételtetőségi egyedmodellel a sportversenyeken elért helyezések matematikai átalakításokkal származtatott új mérőszámainak értékelésére került sor. A különböző mérőszámok közül a három legkedvezőbb esetben random regressziós elemzést is végeztem. A random regressziós modellek előnye, hogy az adott tulajdonságot minden életkorban lehet mérni, így az egyedek közötti genetikai különbség pontosabban szemléltethető. A nagy számításigényű munkából készített közlemények egy része már megjelent, több kéziratot is elküldtünk referált külföldi folyóiratokba. A kutatási eredményekből még további publikációk elkészülése is várható. Az eredmények kiértékelését nagyban segítette a „Selection and Response on Quantitative Traits” elnevezésű kurzus Herrschingben Németországban, valamint a Magyar Sportlótenyésztők Országos Egyesületének a konzultációs lehetőségei.

A munka összegzéséből készült kiadványt az eredmények gyakorlati hasznosítása érdekében hazai tenyésztőszervezetek, kutatóbázisok mindegyikének eljuttattuk. A „3.1. Külföldi utazás, konferencián való részvétel dologi kiadásai” költségvetési soron az előző évekből fennmaradt maradványösszegeből 100.000 Ft-nak (a soron három évre tervezett költségek 4,8%-a) a „3.3. Egyéb költség” költségvetési sorra történő átcsoportosításával (a soron három évre tervezett

költség 12,5%-a) a kiadványt a tervezett 300 helyett 500 példányban lehetett elkészíttetni, ami a kutatás eredményeinek szélesebb körben való megismertetését tette lehetővé. A kutatási jelentésben részletesen bemutatom a hároméves kutatómunka folyamán elkészült elemzéseket, továbbá az eredményeket közlétező megjelent, és megjelenés alatt lévő publikációkat, amelyek megtalálhatóak és letölthetőek a [http://portal.agr.unideb.hu/oktatok/postajanos/sajat\\_oldalak/index.html](http://portal.agr.unideb.hu/oktatok/postajanos/sajat_oldalak/index.html) oldalról.

### 3 Szakirodalmi áttekintés

#### 3.1 Nyugat-Európában alkalmazott tenyészérték-becslési módszerek

A szervezetek tenyészcéljai csak az irány meghatározásában egységesek, a megvalósítás módját tekintve eltérőek, jelezve, hogy a lótenyésztésben sok értékmérő tulajdonságot nem könnyű objektíven értékelni. A legtöbb tenyészcélban szerepel a testalkat, a jármódok javítása, valamint a díjugratásban és a díjlovaglásban nyújtott teljesítmény növelése. Nehézséget jelent a sportlótenyésztés tenyészcéljainak megvalósításában az összetettség, az egyes jellemzők érzékenysége. Sok jellemző számos faktor egymásra hatásának következménye, például a szervezeti szilárdság testalkati és egészségi jellemzők eredménye. További nehézséget jelent, hogy sok tenyésztő szervezet nem választja szét a szakági követelményeknek való megfelelést. Elvárja, hogy a ló különböző szinteken (amatőr, országos vagy nemzetközi) egyformán teljesítsen (*Koenen és mtsai 2004*).

Ahhoz, hogy az egyre növekvő követelményeket teljesíteni tudó sportlovakat tenyészünk, elengedhetetlenül fontos a tenyészérték ismerete. A sportlovak tenyészértékének minél pontosabb meghatározása szinte egyetlen feladattá vált az állatok teljesítményével szemben elvárt egyre nagyobb igény miatt. A tenyészérték meghatározásában a tenyésztő szervezetek járnak az élen, a tenyészcélok azonban tenyésztőszervezetenként eltérőek. Ennek ellenére a sportlovak teljesítményvizsgájában sok hasonlóság fedezhető fel az európai tenyésztő szervezetek között. A holsteini, a selle francais és az ír sportló fajta tenyészcéljában a díjugratás, míg a trakehneni fajta esetében a díjlovaglás van előtérben. A hannoveri, a belga, a dán, a holland és a svéd melegvérű fajtákban a tenyészcél a díjlovaglást és a díjugratást egyaránt magába foglalja (*Mihók, 2010*).

Sok tenyésztő szervezet a genetikai szelekcióval akarja fejleszteni a díjlovagló és díjugrató sportlovak teljesítményét (*Koenen és mtsai, 2004*). A teljesítményre való közvetlen szelekcióra használt versenyek legmagasabb eredményei több okból sem hatékonyak. Egyrészt, magas szintű versenyeredményeket 8 évesnél idősebb lovak érnek el, ami a generációs intervallumot hosszabbítja. Másrészt, a magas szintű versenyjellemzők örökölhetősége általában alacsony, 0.10-0.25 (*Ricard és mtsai, 2000*), amely részben a lovas hatása is (*Brockmann és Bruns, 2000*). Az alacsony örökölhetőség azt jelenti, hogy a tenyészérték csak sok ivadék tesztelése esetén megbízható. Több tenyésztő szervezet az idősebb lovak versenyeredményei helyett inkább a fiatal lovak vizsgaeredményeit használja a versenyen nyújtott teljesítmény előrejelzésére (*Ducro és mtsai, 2007b*).

A vezető európai lótenyésztő szervezetek a fiatal lovak teljesítmény- és versenyeredményeit használják a tenyészérték becsléshez. Mivel a magasabb szintű versenyek eredményei a legtöbb sportlótenyésztőnél hangsúlyozottan szerepelnek a tenyészcélban (*Koenen és mtsai, 2004*) fontos, hogy a fiatal lovak vizsgái szoros genetikai korrelációban legyenek a későbbi versenyeredményekkel (*Thoren-Hellsten és mtsai, 2006*). A tenyésztő szervezetek többnyire háromféle teljesítményvizsga-rendszert használnak, a központi vizsgát, az üzemi vizsgát és a versenyeredményeket.

A Hannoveri Tenyésztő Szövetség úgy véli, hogy a ménék szelekciójának a központi sajátjellemző-vizsgájukon és a kancaivadékaik vizsgaeredményein kell alapulnia. A ménék ivadékaik teljesítménye alapján végzett szelekciója ugyan megnöveli a várt genetikai előrehaladását a sajátjellemző-vizsga alapján történő egylépcsős szelekciójához képest, de megbízhatóbbá teszi a tenyészértékbecslést. A kancavizsga az ivadékvizsga hatékonyabb formája, mert a kancavizsga változóinak az örökölhetősége magasabb, mint a versenyeken nyert változóké (*Bruns és Schade, 1998*).

Több ország több információforrást használ egyszerre a sportteljesítmény jellemzőinek becslésére. A német modell a legdrágább, amely a versenyeredményeket a ménvizsgák és a kancavizsgák eredményeit egyszerre veszi figyelembe.

Több európai országban meghatározták díjugrató sportlovak hivatalos tenyészértékét a teljesítményre (Koenen és Aldridge, 2002). Ezek a becsült tenyészértékek nemzeti információkon alapszanak, mivel a fedezőmének piaca nemzetközi. Az 1980-as évek elején ugyanezen okok vezettek ahhoz, hogy a tejlő szarvasmarha tenyésztők több információt kérjenek a szarvasmarha genetikai értékeléséről különböző országokban (Philipsson, 1987). Így a tenyésztői munka segítése érdekében először 1983-ban létrehozták az Interbull bizottságot, mint egyesített vállalkozást, majd 1988-ban, mint az ICAR (International Committee for Animal Recording) állandó albizottságát. A ló kereskedelem fellendülésének köszönhetően az elmúlt 15-20 évben a genetikai anyag cseréje egyre inkább megnőtt a sportló tenyésztést illetően. Ez a nagymértékű fejlődés igényt teremtett a tenyésztők és a tenyésztő szervezetek között, hogy a ménekről objektív információkat kapjanak. 1998-ban létrehozták – a szarvasmarha példáját követve - a WBSFH (World Breeding Federation for Sport Horses) és az ICAR támogatásával az Interstallion bizottságot, mint az EAAP (European Association for Animal Production) egy munkacsoportját. Az Interstallion fő célja (Koenen és Aldridge, 2002) egyrészt, hogy megvitassa az aktuális tenyészcélokat, tesztelési programokat és genetikai értékelési eljárásokat, másrészt összehasonlítsa a különböző országokban becsült tenyészértékeket. A becsült tenyészértékek összehasonlítása céljából az Interstallion két kísérleti projektet kezdeményezett (Bruns és mtsai, 2004).

Az **első projekt**ben Thoren-Hellsten és mtsai (2008) öt európai sportló populáció (dán, holland, svéd, hannoveri és holsteini) méneskönyve alapján vizsgálta a becsült tenyészértéket a fiatal lovak vizsgájának eredményeinek (ugrásra való hajlam, díjlovaglásra és díjugratásra való képesség) felhasználásával. Továbbá vizsgálták a sportban teljesítő mének országonként becsült tenyészértékének nemzetközi szintű használata előfeltételeit. Az országok közötti összehasonlítás csak akkor megvalósítható, ha fennáll a populációk közötti genetikai kapcsoltság, ugyanis a gyenge kapcsolat az eredményekben nagy ingadozáshoz vezet. (Jordani és mtsai, 2005, Mark és mtsai, 2005). Ahhoz, hogy megállapítsák a becsült tenyészértékek nemzetközi összehasonlításának használhatóságát, még több és még részletesebb információkra van szükség. A megfelelő kapcsoltság szükséges, hogy a különböző országokban becsült ugyanazon jellemzők közötti genetikai korreláció meghatározása lehetséges legyen (Schaeffer, 1994; Árnason és Ricard, 2001). Thoren-Hellsten és mtsai (2008) végül megállapították, hogy az érintett tenyésztő szervezetek genetikai értékelésében használt modellek és anyagok különbözőségének ellenére a genetikai kapcsoltság becsülése megvalósítható. A vizsgált öt tenyésztő szervezet törzskönyvében szereplő lovak közötti genetikai kapcsoltság lehetővé teszi a populációkban tesztelt hasonló jellemzők közötti genetikai korreláció becslését. Megállapították továbbá, hogy a vizsgált lóállományok közötti genetikai kapcsoltság mértéke idővel növekszik. Tanulmányuk alapján, genetikai összetétel szerint, a két legjobban kapcsolt populáció a dán és a svéd melegvérű. Az országok közötti genetikai korreláció meghatározását azonban jelentősen megnehezíti, hogy ugyanazoknak a lovaknak a különböző országokban eltérő azonosítóik vannak. Erre a problémára az ún. UELN-szám (Universal Equine Life Number) kínálhat megoldást (Thoren-Hellsten és mtsai, 2008), ami könnyű átjárhatóságot teremt a szervezetek között a lovak azonosítására. Ruhlmann és mtsai (2009a) iteratív programot használtak a lovak azonosítására, amely program minden ős és minden ivadék azonosító számát összepárosította.

A **második projekt** eredményeit Ruhlmann és mtsai (2009a) közli. Hét európai ország, nevezetesen Belgium, Dánia, Franciaország, Németország, Írország, Svédország és Hollandia

lóállománya közötti genetikai kapcsoltságot becslik a teljesítményre a díjugrató versenyek alapján. Minden egyes ország választott nemzeti genetikai értékelési kritériumokat, valamint egy modellt, amely a fennálló tesztelési rendszer szabályain alapszik. A kapcsoltságot az apamének becsült tenyésztértékei alapján határozták meg akkor is, ha minden egyes országban egyed modellt használtak az országos értékelésben. Ezen felül megjegyzik, hogy a legtöbb országban csak a tenyésztésben részt vevő mének tenyésztértékeit közlik.

A második projekt eredményeként végül azt kapták, hogy Franciaország, Hollandia és Németország, és opcionálisan Belgium vagy Svédország jól-kapcsolt csoportot alkot. A kapcsoltságot valószínűleg tovább fog növekedni a jövőben, az egyre gyakoribb genetikai anyag cseréjének köszönhetően. A projekt folytatásaként *Ruhmann és mtsai (2009b)* a díjugrató versenyek jellemzőire genetikai korrelációt számolnak, öt európai országban, úgymint Belgium, Dánia, Franciaország, Írország és Svédország. Németország és Hollandia kihagyása kis mértékben csökkentette a kapcsoltságot, mivel több országban is az utódokkal rendelkező mének és az apamén utódok pedigréje német eredetre vezethető vissza.

Az alábbiakban az egyes országokban alkalmazott, illetve jellemző módszerekről adunk áttekintést.

### 3.1.1 Németország

Németországban a tenyésztérték-becslés alapját a sajátteljesítmény vizsgálatok képezik. A mének számára rendezett teljesítményvizsgák eredete 1926-ra nyúlik vissza (*Bade és mtsai, 1975*). Az értékelés során mindig figyelembe veszik az egyéni teljesítményadatokat (*Kalm, 1997*). *Bruns (1981)* és *Meinardus és Bruns (1987)* közlik, hogy a versenyek indulásonkénti nyereségösszege részt vesz a tenészteljesítmény genetikai értékelésében. 1990 óta a sportlovak tenészteljesítmény-becsléséhez a nyereségösszeg logaritmusára átalakított versenyeredményeket használtak. Ezzel a jellemzővel az induló lovak 75%-a nem járult hozzá a tenészteljesítmény-becsléshez, mert a versenyző lovaknak csak 25%-a kapott nyereséget. Hassenstein és mtsai (1998) megkísérelték minden induló ló teljesítményét figyelembe vevő jellemző, továbbá egy statisztikai modell kidolgozását, hogy torzítatlan becsléseket kapjanak genetikai paraméterekre és tenészteljesítményekre. A régebbi, versenyekre alapozott tenészteljesítmény-becslési módszer hátránya a lovak előszelekciója, aminek során figyelembe veszik alkalmasságukat és tehetségüket a díjugratás és a díjlovaglás szakágakban. E miatt az előszelekció miatt a genetikai variancia alulbecsült, és a lovak tenészteljesítménye torzult. (*Luehrs-Behnke és mtsai, 2002*).

Az utóbbi években már sikerült kiküszöbölni a versenyekre alapozott tenészteljesítmény-becslési módszer szisztematikus hibáját, ugyanis kétlépcsős szelekciót vezettek be. *Christmann (1996)* közlése szerint a Hannoveri Tenésztő Szövetség álláspontja szerint a mének szelekciójának a központi sajátteljesítmény vizsgájukon és a kancaivadékaik vizsgaeredményein kellene alapulnia. *Bruns (1981)* az ivadékok ismételt teljesítményét használva szelekciós indexet konstruált a mének tenészteljesítmény-becslésére. *Bruns és Schade (1998)* közleményében összehasonlítva az egy lépéses (a mének sajátteljesítmény-vizsgáin alapuló) szelekciót a két lépcsős szelekcióval, megállapítják, hogy a mének szelekciója a saját és ivadékaik teljesítménye alapján megnöveli a várt genetikai előrehaladást az egylépcsős szelekcióhoz képest. Azonban hangsúlyozandó, hogy a mének sajátteljesítmény vizsga alapján végzett szelekciója intenzívebb lehet, mint az ivadékok teljesítménye alapján végzett szelekció.

A különböző teljesítményvizsgák és versenyek jellemzői közötti nagyszámú kapcsolat miatt 2001-ben bevezetésre került egy új integrált tenészteljesítmény-becslési módszer (összevont tenészteljesítmény-becslés), melynek fő célja az volt, hogy a tenésztelésből, ill. a sportból származó összes információ bevonásával - az ugró, ill. idomíthatósági képességet híven kifejező -



tenyésztéértékét lehessen becsülni. Változatos tudományos becslések vezettek a jelenleg alkalmazott becsléshez (*Hassenstein, 1998, von Velsen-Zerweck, 1998*). A Göttingeni Egyetem Genetikai és Állattenyésztési Intézetében folyó kutatások eredményeit felhasználva a modell kidolgozása, ill. a gyakorlatban történő alkalmazása a VIT-ben (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung) történt az FN tenyésztéérték-becslési munkacsoportjával együttműködve. A változás az eddigi becslési eljárásokkal szemben a feldolgozott adatok mennyiségének, ebből következően egy lényegesen kidolgozottabb becslési modellben van.

Az új módszer egy többjellemezős, ismételtetű egyedmodellen alapul és egyidejűleg tartalmazza a ménék, illetve a kancák teljesítményvizsgájából, valamint a sportlovak versenyeredményeiből (a nem helyezett lovakat is beleértve) eredő információkat, amely során 4 fő forrásból származó 15 jellemzőt vesz figyelembe:

- 1) mén sajátteljesítmény-vizsga (lépés, ügetés, vágta, lovagolhatóság, szabadon ugrás és lovas alatti ugrás)
- 2) kanca sajátteljesítmény-vizsga (lépés, ügetés, vágta, lovagolhatóság és szabadon ugrás)
- 3) fiatal (4-6 éves) lovak díjugrató és díjlovagló versenyei (eredmények, beleértve a nem helyezett lovakat is)
- 4) díjugrató és díjlovagló versenyek eredményei (beleértve a nem helyezett lovakat is)

A mén- és kanca teljesítményvizsgák korai információt nyújtanak és a teljesítményvizsgán megfigyelt jellemzők szoros kapcsolatban vannak a versenyeken nyújtott teljesítménnyel. Az új módszerrel a pontosság növekszik, az előszelekció miatti tenyésztéérték torzulása csökken (*Luehrs-Behnke és mtsai, 2002*).

*Jaitner és Reinhardt (2003)* közlése szerint, a német becslés valószínűleg világszerte a legfejlettebb lovakra alkalmazott tenyésztéérték-becslés, azonban a Német Lovas Szövetség munkacsoportjával együttműködve folyamatosan finomítják. Összehasonlítva a korábbi német becslési rendszerrel, ennek az újnak két nagy előnye van. Az egyik az, hogy a sportadatokat figyelembe véve minden indulót bevonnak a vizsgálatba, míg korábban csak azokat vizsgálták, amik pénzüsszeget nyertek a versenyeken. A másik előnye pedig, hogy a két fő különböző adatforrást kombinálják és használják fel – sport és tenyésztés – és így a lovak teljesítményadataira vonatkozó majdnem minden információt számításba vesz.

*Koenen és Aldridge (2002)* közleményében olvasható, hogy a német modell a legrágább, ami a versenyeredményeket, a ménvizsgák és a kancavizsgák eredményeit egyszerre veszi figyelembe. Németországban a becsült tenyésztéértékeket indexekké alakítják át. A Németországban alkalmazott melegvérű háttaslovak teljesítményének (díjugratás, díjlovaglás) becslési rendszerét *von Velsen-Zerweck (1998)* elemzi versenyeken elért helyezések alapján, illetve vizsgaeredmények alapján való elemzés az FN (2001) közleményében olvasható.

A németországi tenyésztéérték-becslést *Jaitner és mtsai (2005)* új szempont alapján mutatták be közleményükben. Az eddigi eljárásoktól eltérően, a Hannoveri Lótenyésztő Egyesület az árverési eredmények alapján kísérli meg a tenyésztéérték-becslést.

### **3.1.2 Hollandia**

Hollandiában a versenyeredményeket (legmagasabb szintű) és a központi teljesítményvizsga eredményeit (lovagolhatóságra adott pontok) egy kétváltozós egyedmodellben kombinálják, hogy a versenyeken nyújtott teljesítményből becsüljék a tenyésztéértéket. 1957 óta rendeznek üzemi teljesítményvizsgákat kancák és herétek számára, amely vizsgákon a teljesítmény jellemzőket és a viselkedést mérik (*Huizinga és mtsai, 1990*). A ménék számára 1966 óta rendeznek központi teljesítményvizsgákat. A ménvizsgák jelentőségét a szelekciós eljárásban

*Huizinga és mtsai (1991)* mutatták be. A (legmagasabb szintű) versenyeredményeket és a központi teljesítményvizsga eredményeit egy kétváltozós egyedmodellben kombinálják, hogy a versenyeken nyújtott teljesítményből becsüljék a tenyésztéket (*Koenen és Aldridge, 2002*). A vizsgát megelőző ménszemlét fontosabbnak tartják, mint a teljesítményvizsgát, mivel sok ló vesz részt a ménszemle első, egynapos szakaszában. Továbbá a szemle lényegesen hozzájárulhat a tenyésztőprogram hatékonyságához, mivel a ménszemlén értékelt jellemzők kedvező genetikai kapcsolatban vannak a tenyészcélban leírt jellemzőkkel. A ménszemle díjugrató jellemzői és a díjugrató versenyeken nyújtott teljesítmény közötti korrelációt 0,80-nál nagyobb értékűnek találták, vagyis alkalmas szelekciós célokra. A 2-3 éves lovaknak rendezett ménszemlén hét jellemzőt (lépés, ügetés, vágta, egyensúly, talajra érkezés, technika, erő) vizsgál egy háromtagú, állandó összetételű bizottság, így a bírálatból eredő torzulás csökken. A ménszemlén a jármódok becsült örökölhetőségi értéke 0,25 (vágta) és 0,5 (ügetés) között változik (*Ducro és mtsai, 2007a*).

A Hollandiában alkalmazott melegvérű hátaslovak teljesítményének (díjugratás, díjlovaglás) becslési rendszerét *Huizinga és van der Meij (1989)* mutatja be a legmagasabb szintű versenyek alapján, illetve *Koerhuis és van der Werf (1994)* a vizsgaeredmények alapján.

### **3.1.3 Svédország**

Svédországban a tenyésztétkbecslés a Hátasló Minősítő Vizsgán, a Fialat Lovak Vizsgáján és a Versenyeredményeken alapul. Ez a rendszer lehetővé teszi a tenyésztésre alkalmas kancák kiválasztását és a mének korai ivadékvizsgálatának is hatékony eszköze. A svédek a versenyeredmények alapján is tenyésztésbe állíthatnak méneket, de nem ezt tekintik a tenyésztésbe kerülés alapvető útjának (*Olsson és mtsai, 2000*).

A svéd melegvérűek genetikai értékelését felvállaló Ph.D doktori értekezésben *Viklund (2010)* összevetette a fiatal lovak (hároméves kancák és mének) vizsgaeredményeit a későbbi hátaslívizsgán (négyéves korban) elért eredményekkel. A különböző életkorban tett vizsgákon elbírált jellemzők között magas pozitív korrelációt talált. Éppen ezért a fiatalkori vizsga korai információforrás lehet a tenyésztétk-becslés során. A sporteredmények értékelésekor a teljes karrier eredményét javasolja figyelembe venni a genetikai értékeléskor. Természetesen a több adat növelte a becsült tenyésztétk megbízhatóságát. A négyéveskori hátasló vizsga és a sportteljesítmény között szoros genetikai korrelációt talált. A díjugratás a hátasló vizsga ugróképességet értékelő összetevőivel (ugróstílus, ugróképesség és az ugrókészség), míg a díjlovaglásban nyújtott teljesítmény a lépés és jármódkészséggel mutatott összefüggést. Ezek az eredmények jelzik, hogy a hátasló vizsga összetevőit figyelembe kell venni a genetikai értékelés folyamán, mivel szorosan összefüggnek a tenyészcélban meghatározott tulajdonságokkal, korai életkorban mérhetőek, és közepes-magas örökölhetőségűek. Mivel a sportversenyekre már előszelektált állomány kerül, mindenképpen javasolható a fiatal lovak vizsgáinak figyelembevétele a tenyésztétk-indexek számítása során. Kiemeli, hogy az állományban történt genetikai előrehaladás elsősorban a mének kiválasztásakor tapasztalható erős szelekciós nyomásnak köszönhető.

A svéd hátasló programok optimalizálásának igénye miatt különböző alternatív válogatási stratégiákat dolgozott ki *Philipsson (1989)*. A ménkiválasztási rendszerek 2 és 3 lépcsőben zajlanak aszerint, hogy a küllemi bírálat és a sajátteljesítmény vizsga eredményeinek figyelembe vételénél számolnak-e a jelentősebb versenyeredményekkel. A kancákat 1 és 2 lépcsős módszerrel válogatják, tehát a küllemi bírálat eredményeit, ha vannak, a kancavizsgák eredményeivel egészítik ki. Különösen eredményesnek véli a szelekciót, *Ström és Philipsson (1978)*, ha a kancavizsgák eredményei alapján a ménnevelő kancákat is kiválogatják.

### 3.1.4 Franciaország és Belgium

Franciaországban és Belgiumban a tenyésztérbecslés a versenyeken alapul. A díjugratás a meghatározó versenyszám, ugyanis az elmúlt 20 évben a szelekció elsősorban a díjugrató sportlovakra folyt, és a versenytesztek sikerére alapozott (*Dubois és Ricard, 2007*). A magas genetikai korreláció miatt (két egymást követő év eredményei közötti genetikai korreláció 0,9-nél magasabb, 4 és 6 éves lovak eredményei közötti genetikai korreláció 0,76) a lovakat fiatal korban végzett teljesítményvizsga után tenyésztésbe lehet vonni, ami a generációs intervallum rövidülését eredményezi (*Thoren-Hellsten és mtsai, 2006*).

Franciaországban az éves nyereségösszeg alapján dolgozták ki a tenyésztérbecslési modellt. 1972 óta központilag gyűjtik a versenyteljesítmény adatokat. Az évenként számolt nyereségösszeg alapú teljesítmény index alkalmazásával rangsorolják a lovakat. Az itt használt BLUP tenyésztérbecslési módszer a normáeloszlás érdekében a lovak által nyert nyereségösszegek logaritmusával számol, de tenyésztési szempontból rengeteg hibával terhelt, mert sok ló jó eredménye ellenére nem ér el pénzdíjat - mutatott rá *Hassenstein (1998)*. *Ricard (1997)*, *Langlois és Vrijenhoek (2004)* egyaránt felhívták a figyelmet a nyereségösszegeken alapuló tenyésztérbecslési eljárás hátrányaira. A pénzdíj nagysága jelentősen függ az adott verseny státuszától is, ami jelentős torzító tényező.

Az eddig általánosan használt nyereségösszeg helyett azonban a helyezéseket kívánják az értékelés középpontjába állítani. A helyezéseket a sportversenyek nehézségével súlyozva (szorozva) növelnék a varianciát, és tennének különbséget a különböző nehézségi szinteken elért ugyanazon helyezések között. Az értékelés során a nemzetközi sporteredményeket is figyelembe kívánják venni (*Blanc, 2010*).

Mivel a pénzdíjak nagysága nincs feltétlen összefüggésben a verseny nehézségi fokával, ezért a versenyeken elért helyezésből számolt tenyésztérbecslés sokszor pontosabb képet adhat *Tavernier (1990)*. A versenyen elért helyezéseket régóta használják sportlovak és ügöző lovak genetikai értékelésben, mint fenotípust. *Langlois (1980)* transzformált helyezéseket használt díjugrató lovak tenyésztérbecslésére. A helyezéseket a nyereségösszegek felhasználásával alakította át folyamatos skálára. *Tavernier (1990,1991)* olyan értékelést fogalmazott meg, ami a helyezéseket veszi alapul a lovak versenyteljesítményének megítélésékor. A modell paramétereinek kiszámításához bonyolult matematikai módszereket alkalmaztak, így egyszerűbb eljárások kidolgozását tartották szükségesnek. A helyezések különböző transzformációit alkalmazták tenyésztérbecslésre, úgymint a helyezések négyzetgyökét (*Jaitner és Reinhardt, 2003*), és normalizált helyezéseket a versenyeredmények értékelésére (*Foran és mtsai, 1995*). Európában ezek a módszerek váltak a leggyakrabban alkalmazott kritériumokká a sportlovak tenyésztérbecslésére (*Ruhlmann és mtsai, 2009b*). *Ricard és Legarra (2010)* a helyezéseket különböző modellek összehasonlításával elemzik.

*Janssens és mtsai (1997)* belga sportlovak versenyeken elért helyezéseik alapján becsülték a díjugratási és díjlovaglasi teljesítményt úgy, hogy a versenyeken indult összes ló eredményét figyelembe vették, így nem csak a pénzdíjat nyert állatokat tudták szerepeltetni számításaikban. A lovak sportversenyen elért helyezéseit a Blom pontozás alkalmazásával alakították át normál eloszlású változóvá.

*Peeters és mtsai (2009)* a díjlovaglásban nyújtott teljesítményre becsülték genetikai paramétereiket, belga sportlovak összetett versenyszínteken nyújtott eredményeiből. Megállapították, hogy a javasolt szintekhez való alkalmazkodás megfelelő tenyésztérbecslést tesz lehetővé, a lovak különböző versenyszínteken elért eredményeire alapozva.

A sportversenyek (díjugratás, díjlovaglás és lovastusa) mellett a síkversenyek és az ígáslovak jármódjai és külleme alapján is közölnek tenyésztérbecsléseket Franciaországban. A közeljövőben

tervezik a hosszú hasznos élettartam (longevity) beépítését is a tenyészték-becslésbe. *Ricard és Blouin (2009)* az 1972-2008-as versenyeredményeket felhasználva számoltak tenyésztéket díjugrató lovak hosszú hasznos élettartamára. Fontos fix hatásként szerepelt a versenyteljesítmény befolyása a hosszú hasznos élettartamra. Érdekes tényként tapasztalták, hogy egy bizonyos érték fölött (kb. 0.5 szórással az átlag fölött) a teljesítmény szinte nem volt hatással a selejtezésre. Másik érdekes eredményük, hogy egy ló minél fiatalabb korban kezdi a versenyzést, annál tovább fog versenyezni.

Franciaország új szempontokra tervez tenyészték számítását, úgymint az ugrás hosszúságára, valamint a távlovaglás (arab és arab telivérrel keresztezett lovak esetében) és a sportpónik (díjugrató, díjlovagló és lovastusa) sportteljesítményére. Folyamatban lévő fejlesztések között szerepel új követelmények kidolgozása a sportversenyekre, új módszertan versenyszintek meghatározására, nemzetközi adatok közzététele francia lovakra (*Blanc, 2010*).

Belgiumban a tenyészték-becslésre referenciapopulációt alkalmaznak, így a 7 és 18 éves kor közötti lovak átlagos tenyésztékéhez hasonlítják a populáció egyedeire becsült értékeket. A jövőbeli terveik között szerepel a külföldi tenyésztőszervezetek által becsült tenyésztékek integrálása a belga értékelésbe, amely szerint át lehetne számítani a külföldön becsült tenyésztékeket a belga skálára. A tenyészték-becslés során szeretnék figyelembe venni a nemzetközi sporteredményeket is, a holland francia és német társszervezetekkel már kapcsolatba is léptek ennek megvalósítására. A külföldön becsült tenyésztékek átvételekor fontos lenne azokhoz megbízhatósági érték számítása. A jövőbeni tervek között szerepel az országok közötti genetikai korreláció meghatározása (*Janssens, 2010*).

### **3.1.5 Egyesült Királyság**

Nagy-Britanniában a díjlovaglás értékelésére ismételtetőségi egyedmodellt alkalmaznak. *Brotherstone (2010)* számol be aktuális vizsgálatokról. A lovastusában nyújtott teljesítmény elemzésekor négy nehézségi szintre osztották a sporteredményeket. A díjlovaglásban, díjugratásban és tereplovlásban nyújtott teljesítményeket nehézségi szintenként külön veszik figyelembe, így mindösszesen 12 értékmérőt vizsgálnak. Az elemzésben a hibapontokat vették alapul a genetikai paraméterek meghatározásához. Minden összetevőre alacsony örökölhetőséget becsültek. Az alkalmazott apamodellben kiemelték a lovas figyelembe vételének nehézségét.

Az Egyesült Királyság elsődleges célként fogalmazta meg genetikai paraméterek és tenyésztékek becslését számítását a díjlovaglásban és militaryben elért teljesítményre. Tették ezt azért, mert amit az észak-európai országok a genetikai értékelés gyakorlatában alkalmaznak, az Egyesült Királyságban hiányzik. *Stewart és mtsai (2010)* Nagy-Britanniában elsőként közöltek genetikai paramétereket és eredményeket lovak díjlovaglásban elért teljesítményeinek genetikai értékelésére. Tenyésztékeket egyedmodell segítségével becsültek.

A militaryban az ideális genetikai értékelést tekintve 12 jellemzőt értékelnek egyénileg, a súlyozás rugalmasan a célnak megfelelően változik. A tenyészték becsléséhez 12x12-es kovariancia mátrix szükséges, amelynek előállítására két módszert vizsgáltak. Nevezetesen a strukturált és strukturálatlan módszert. Elvben a strukturálatlan jobb, jobban illeszkedik az adatokhoz, ezzel szemben a strukturált módszer kevesebb adatbevitt igényel, viszont alkalmazásához még további kutatásokra van szükség (*Brotherstone, 2010*).

### **3.1.6 Írország**

*Brady (2010)* közlése szerint Írországban egy új sportló tenyésztési politika megfogalmazását tűzték ki célul. Tanulmányukban vizsgálták, hogy milyen tényezők befolyásolják a vásárlói döntéseket. Megállapították, hogy az eladó és a vevő más-más szempontokat tart fontosnak. A

vásárlási döntések nagyban függenek a ló jellemzőitől, emellett a piacképesség is fontos tényező. Kiemelték, hogy a megjelenés és a vérmérséklet nagyban befolyásolja az eladhatóságot. Érdekesség, hogy a vérmérséklet nagyobb jelentőséggel bír a szabadidős lovaknál, mint a teljesítménylovaknál. Az ár meghatározásakor lényeges lehet az érintett ló apaja és fajtája, a versenytapasztalat, a fiatalkori sportteljesítmény és a testvérek sportteljesítménye is. A szabadidőlovak és a teljesítménylovak esetében egyaránt fontos szempontok a fajta és származás, küllem, mozgás, sérülésmentesség és trenírozhatóság. Ezeken túlmenően *Brady (2010)* beszámolt a ménszemle és a kancák vizsgálatának lépéseiről. A ménszemlén, legalább 3 éves ménnek esetén, sok kerül pedigrelemzésre, a küllem értékelésére (lineáris pontozás rendszert használva), jármódok vizsgálata felvezetővel, illetve szabadon, szabadon ugrás értékelésére, és végül egy teljes körű klinikai vizsgálatra (röntgent is beleértve). A 4 éves ménknél a lovas alatti jármódot és a lovas alatti ugrást is értéklik, kb. 6-8, 1.10 méter magasságú akadályt (ezek közül 1 összetett) kell átugorni, amelyek egymástól négy vágtaugrásnyi távolságra vannak. A lovas alatti ugrást állandó és tesztlovassal is értéklik. Ha sikerül teljesíteni a követelményeket a lónak, akkor „előzetesen jóváhagyott” bejegyzést kap egy bizonyos időszakra, de legfeljebb 10 évre. „Jóváhagyott” minősítést az a mén kaphat, amely az előzőekben leírt vizsgálatokban sikeresen megfelel, illetve a saját teljesítménye és az utódainak teljesítménye alapján, 1-től 5-ig terjedő csillagos osztályozásban részesül. A minősítő csillagokat a sikeresen átugrott akadály magassága, illetve a lovastusában vagy díjlovaglásban azzal egyenértékű szintek alapján határozzák meg.

### 3.1.7 Nemzetközi genetikai értékelések

#### 3.1.7.1 Dánia, Finnország és Norvégia

Dániában a tenyészték-bebecslés a teljesítményvizsga eredményein alapulnak. Tenyésztékeket a legalább 15 tesztelt ivadékkal rendelkező ménekre közölnek, a tenyészték legalább 0.6 ismételtelőségi értéke esetén. Továbbá azoknak a kancáknak ismertetik a tenyésztékét, amelyeket teszteltek teljesítményvizsgán vagy nyereg alatti osztályozásban, ezen túl legalább öt versenyeredménnyel rendelkeznek. Az indexeket minden jellemzőre 100-as átlaggal és 20-as szórással mutatják be (*Furre, 2010*).

Dánia, Finnország és Norvégia tenyészcéljában díjugratásra és díjlovaglásra alkalmas lovak tenyésztése fogalmazódik meg. Dániában 2004 óta inkább a díjlovaglásra (70%) specializálódott a tenyésztés, Norvégiában a díjugratásra (*Furre, 2010*), Finnországban pedig a díjlovaglás és díjugratás mellett a tereplovaslás is szerepel a tenyészcélban (*Mäenpää, 2010*).

A dán és svéd melegvérű populációk közötti genetikai kapcsoltságot többek között *Thoren-Hellsten és mtsai (2008)* vizsgálták. Megállapították, hogy a két populáció közötti egyesített genetikai értékelés megvalósítható. 2009-ben pedig arra az eredményre jutottak, hogy a fiatal lovak versenyén tesztelt fenotípusosan hasonló jellemzők közötti genetikai korreláció nagyon magas, 0.879-0.999, a dán és svéd melegvérű populációk esetében (*Thoren-Hellsten és mtsai, 2009*).

A 2010-ben indult Skandináv Interstallion Projekt célkitűzése a dán, finn, norvég és svéd sportlovak egyesített genetikai értékelésének és a ménnek egyesített tenyésztékének meghatározása (*Vangen, 2010*). Az értékelés a skandináv országokban gyakran használt, egyébként külföldi tenyésztőszervezetekhez tartozó ménekre is vonatkozik. A négy ország állománymérete jelentősen eltér, Svédország és Dánia populációi nagyságrendileg nagyobbak a norvég és a finn állományoktól. Jól lehet, Norvégiában kevés lovat tudnak tesztelni évente (kb. 100), azonban az egyesített genetikai értékelés szempontjából előnyös lehet, hogy a

norvég melegvérű lóállomány alakulásához más populációk nagymértékben (95%) hozzájárulnak (Furre, 2010).

Svédország és Dánia tenyésztékbecslési rendszere alig különbözik egymástól, ezzel szemben Finnország és Norvégia módszere alig hasonlít. A nemzetközi tenyésztékek meghatározására azonban mégis van lehetőség (Thoren-Hellsten és mtsai, 2008; Ruhlmann és mtsai, 2009a) a vizsgált jellemzők közötti genetikai korreláció, illetve a fennálló genetikai kapcsolttság miatt. A jövőben a genetikai kapcsolttság növekedését várják a genetikai anyag nagymértékű kölcsönös használata miatt (Ruhlmann és mtsai, 2009a).

A projekt célja a populációk közötti genetikai kapcsolttság felmérésére után a fiatal lovak vizsgaeredményeiből és sporteredményeiből egyesített adatbázis létrehozása, majd különböző modellek tesztelése, végül az adatelemzések után az eredmények tudományos közlése és bevezetése a tenyésztésbe (Vangen, 2010).

### 3.1.7.2 Izland

Az elmúlt években több ország tűzte ki célul a nemzetközi genetikai értékelés megvalósítását. A nemzetközi genetikai értékelés lehetővé tenné az országok tenyészegyedek szerinti összehasonlítását. 2000-ben a FEIF és a FAIC megegyezése alapján létrehozták az izlandi lovak egy online globális adatbázisát „WorldFengur” néven. A program további érdekessége, hogy lehetőség nyílik az adatbázisban szereplő lovak virtuális párosítására, és a születendő ivadékról több információt is valószínűsíthetünk, úgymint a becsült tenyésztékét, a beltenyésztési együtthatóját, a lehetséges genotípusát, illetve a színét (Árnason, 2007).

1995 és 2001 között az izlandi, dán és svéd adatokat összevetve számolásokat végeztek közös genetikai értékelésre, az eredményeket publikálták is. A kutatásokat azonban nem tudták folytatni az adatok diszharmóniája, illetve az egyedi azonosítószámok bizonytalansága miatt, különösen a svéd adatokat illetően. 2003-ban Ágúst Sigurdssont és Thorvaldur Árnasont bízták meg a WorldFengur-ben szereplő izlandi lovak nemzetközi genetikai értékelésére. A projekt Izland és 10 FEIF tagország származási és pontozási adatait átfogó statisztikai elemzéseket foglalt magában. Az eredményeket Bruns és mtsai (2004) közzölték. A főbb eredmények az adatokban származási teljességet és az országok lóállománya közötti figyelemre méltó genetikai kapcsolttságot mutatnak.

Albertsdottír (2007) értekezésében az izlandi lovak genetikai értékelését vizsgálja versenyjellemzők bevonásával. Eredményeiből arra következtet, hogy a versenyjellemzők megfelelőek a genetikai szelekcióra, továbbá a lovagolhatósággal szoros genetikai korrelációban állnak, üzemi vizsgák eredményeit felhasználva. A verseny adatok genetikai paramétereinek becslésében a szelekciós torzítás csökken, ha a magas korrelációban álló versenyjellemzőket egyidejűleg vizsgáljuk az üzemi vizsgán mért jellemzőkkel. A versenyjellemzők bevonása a genetikai értékelésbe előnyös lenne az izlandi lovak esetében, ugyanis ezek a jellemzők információt adnak a tenyészcélra vonatkozóan.

### 3.1.8 Tenyésztékbecslés Magyarországon

Magyarországon a sportlótenyésztés az 1970-es években kezdődött el a hagyományos magyar lófajtáink kancaanyagából kiindulva, import mének felhasználásával. Napjainkra hazánkban a mai európai állomány genetikai értékéhez hasonló, döntően holland félvér és holsteini fajták génállományára alapozott sportló alakult ki (Posta és mtsai, 2006).

Hazánkban a tenyészték-becslési rendszer kidolgozására az 1980-as években tett kísérletet Hecker (1980), aki a méneket ivadékaik alapján rangsorolta. E módszer előnye, hogy figyelembe veszi a különböző akadálymagasságokat, azonban nem veszi figyelembe az indulók létszámát, emellett a különböző nehézségű versenyeket is különféleképpen kellene elbírálni. A következő módszert az a mérőszám-rendszer jelentette, amely a legkönnyebb, 110

cm-es területi versenyek hibátlan köre esetén 10 pontot ad a lónak, míg a 160 cm-es nemzetközi verseny esetén 260 pontot, a hibapont ezekből levonásra kerül. 130 cm-es vagy ezen magasság alatti pályán 2 verőhiba megengedett, több hiba esetén a ló nem kap pontot. Ez a rendszer ivadékteljesítmény esetén a tenyésztésben tartottmének rangsor-elkészítésére alkalmas (Bodó, 1997). Az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet (OMMI) a méneket ivadékaik díjugrató tenyészversenyen elért teljesítménye alapján rangsorolja (Németh, 1993).

Magyarországon az OMMI kezdeményezésére, Németh (1993) által elkészült egy olyan mérőszám módszer, amely a legkisebb követelményű ugróversenyektől a legnehezebb 160 cm-es nemzetközi viadalokig a teljesítményeket egy megadott értékelő rendszer szerint pontozza. Hecker (1980) a mének rangsorolását ivadékaik sporteredményéből kiindulva végezte, a díjugrató szakágban kapható pontszámok alapján. A sportversenyek eredményeinek értékelése annak több összetevője miatt nehezen kivitelezhető. A versenyteljesítmény és a versenyző képesség örökölhetőségéről Bodó (1976, 1977) tett közzé számításokat. A versenyző-képességet a jól, vagy közepesen jól öröklődő tulajdonságok közé sorolják (örökölhetőségi értéke 0,3-0,4), azonban ez csak az ivadékok átlagos potenciálját jelzi és nem a képesség alsó-felső határára ad garanciát (Mihók, 2005). Bokor és mtsai (2006) a hazai angol telivér állományra határozták meg a nyereseményösszeg és a versenyen elért helyezések örökölhetőségi értékeit.

A hazai sportló-állomány tenyészérték-becslése számos ok miatt késett, de az elmúlt években a Sportlótenyésztők Országos Egyesülete és a Debreceni Egyetem Állattenyésztéstudományi Intézete közötti együttműködés keretében elkezdődött a magyar sportló kancavizsgákon értékelt jellemzők genetikai paramétereinek meghatározása és a genetikai előrehaladás vizsgálata egyedmodell alkalmazásával (Posta és mtsai, 2007a).

A Debreceni Egyetem Állattenyésztéstudományi Intézete szorosan együttműködve a Magyar Sportlótenyésztők Országos Egyesületével (MSLT) többéves kutatómunkát végzett tenyészértékbecslési kutatások területén és kifejlesztettek egy, az MSLT kaposvári kanca központi sajátteljesítmény vizsgákon alapuló rendszert, amelynek közreadásával a hazai sportlótenyésztők munkáját kívánják segíteni (Mihók és mtsai, 2010). A tenyészértékbecslés az állat sajátteljesítményén és versenyeredményén alapult. Az alacsony ivadékszám következménye a tenyészérték pontatlansága és a lassú genetikai előrehaladás (Posta és mtsai, 2007a).

A magyar sportló-fajta díjugratási eredményeit több mérőszám megalkotásával, ismételhetőségi egyedmodell felhasználásával elemezték Mihók és mtsai (2009). Posta és mtsai (2009) összehasonlították a magyar sportlovak díjugratásban elért eredményeire alkalmazható (adat)transzformációs módszereket, modelleket. A teljesítmény mérésére a helyezések négyzetgyökét, harmadik és negyedik gyökét alkalmazta, a helyezések normalizálását pedig Blom módszerrel és kotangens függvényvel valósították meg. Az előző öt mérőszámot egy további mérőszámmal is kiegészítették, az akadálymagasság és a hibapont különbségével képzett számmal is értékelve a teljesítményt. Megállapították, hogy a mérőszámok közül a legkedvezőbb a Blom módszerrel normalizált helyezések, ugyanis ennek a mérőszámnak az eloszlása közelíti leginkább a normális eloszlást.

## **3.2 Tenyészértékbecslési modellek**

### **3.2.1 A BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) modellek**

A BLUP-eljárás egy többismeretlenes egyenletrendszer megoldását jelentő matematikai módszer, amelyet Henderson (1975) amerikai kutató dolgozott ki. A BLUP jelentése legjobb

lineáris torzítatlan becslés, a legelterjedtebb módszer a gazdasági állatfajok tenyészték becslésében. Az eljárás jelentése:

- *Legjobb*, tehát az előre jelzett érték legpontosabb megközelítését szolgálja.
- *Lineáris* a becslés, ha az adatoknak csak az összeadása megengedett, illetve az előrejelzés kiszámításánál ezen kívül csak konstans mennyiségekkel történő szorzás és osztás lehetséges.
- *Becslés* alatt egy biometriai (matematikai-statisztikai) eljárást értjük, amellyel egy megközelítő értéket határozunk meg, egy ismeretlen mennyiségre vonatkozóan.
- *Torzítatlan* vagyis, semmiféle hibát nem veszünk be a számításokba, amely az eredményt befolyásolná (pozitív és negatív irányban egyaránt) (*Bokor, 2008*).

A lótenyésztésben a BLUP módszert először *Arnason (1980)* alkalmazta izlandi póni esetében. A BLUP egyedmodellt 1982-ben alkalmazta izlandi lovak korrelált 10 testalkati jellemzőjének és ugróképességének genetikai értékelésére (*Arnason, 1982*). Az eredményeket a tenyésztők számára konferenciákon mutatták be több éven keresztül. A legtöbb pontot elért lovakat az Eidfaxi folyóiratban publikálták. Megjegyezzük, hogy az Eidfaxi online folyóiratban napjainkban is közzéteszik a legjobb tenyésztékű izlandi lovakat. A BLUP egyed modell módszerét hivatalosan 1986-ban alkalmazta a FAIC (The Farmers Association of Iceland), és azóta rendszeresen publikálják a genetikai értékelésre kapott eredményeket. A lovak tenyészték becslésében alkalmazott BLUP egyedmodell előnyeiről *Tavernier (1988)* számolt be. A BLUP módszer hatékonynak bizonyult az izlandi ló populáció genetikai értékelésére, és a lótenyésztésre is pozitív hatással volt, így a módszer széles körben elterjedt. A módszer tenyészték-becslésre való alkalmazását Európa lótenyésztésében *Petzold (1991)* tanulmányozta. Az elmúlt több mint ötven évben a világ több országában is sikeresen alkalmazták, illetve alkalmazzák a BLUP-ot. Ugyanakkor az utóbbi években egy új módszer kidolgozása vált szükségessé, ugyanis a jellemzők definíciója és a pontozási módszerek időről időre változtak, amely a genetikai paraméterek változását eredményezte a különböző időszakok között (*Arnason, 2009*).

### 3.2.2 A BLUP módszer előnyei

A BLUP-eljárás alkalmazása esetén lehetővé válik mind a fix (például ivar, életkor), mind a véletlen (például egyed, talaj, lovas) számszerűsítése és a szelekciós tulajdonságok mindegyikére vonatkozó, nagy pontosságú tenyészték becslése. A BLUP-módszerrel minden tenyészállat jelölre egyedi tenyészték számítható akkor is, ha az egyed még nem rendelkezik saját versenyeredménnyel. Így akár a szülők, vagy az oldalági rokonok teljesítménye alapján is nagy pontossággal előre jelezhető a várható tenyészték.

A módszerrel különböző teljesítményvizsgálati eredmények összevonhatóak és egységesen kiértékelhetőek. A BLUP-eljárásnak több változata is létezik. A legegyszerűbb modell az ivadékok adatai alapján felhasználható ezen utódok hímivarú szülei tenyésztékeinek meghatározására (apamodell). Napjainkban általános a családfában szereplő összes egyed tenyésztékének meghatározása, függetlenül attól, hogy van –e mérési eredményünk az összes egyedre vagy sem (egyed-modell). Az eljárás ezen kívül figyelembe tudja venni az egyedekre vonatkozó ismételt mérési eredményeket (ismételhetőségi modell). A BLUP változatainak bemutatásával *Mrode (2005)* részletesen foglalkozik. *Szőke és Komlósi (2000)* közleményében az egyed-, apa- és anyai-nagyapa modelleket hasonlítják össze. Megállapították, hogy az egyedmodellel becsült tenyészték pontossága meghaladja az apaállat modell pontosságát, ami nagyobb genetikai előrehaladást jelent. Az egyedmodell további előnye, hogy a teljesítménnyel nem, de a rokoni kapcsolattal rendelkező egyedekre is



becsül tenyésztértéket (*Komlósi és Veress, 2006*). *Posta és mtsai (2007b)* ezen az elven működő tenyésztérték-becslésről mutattak be eredményeket.

*Bokor (2008)* szerint a versenyteljesítményre utaló, többnyire gyengén öröklődő tulajdonságok (pl. helyezések, nyereségek) alapján történő tenyésztérték-becslésre kiváló lehetőséget nyújt a BLUP-módszer. Továbbá gyorsabb genetikai előrehaladást eredményez, ugyanis alkalmazásával a tenyésztérték-becslés pontossága és megbízhatósága növelhető. Ez azt jelenti, hogy a populáció évről évre a módszer alkalmazásával javítható a legnagyobb mértékben amennyiben a tenyésztő a becsült tenyésztértékekre alapozva végzi a szelekciós munkát.

A BLUP-modell kiküszöböli a szelekcióból és a tervszerű párosításból adódó torzításokat. A rokonsági mátrix összekapcsol minden állatot, amely a szelekciós folyamatban érintett. Ha csak a kiválasztott állatokat engedi szaporodni, leírja, mely állatok szaporodtak, így a szelekcióhoz köthető hibák megelőzhetőek. A rokonsági mátrix fontosságát több szerző is megmutatta a genetikai becslésben (*Henderson, 1975*).

### **3.2.3 Random regresszió elméleti és gyakorlati alkalmazásai**

A regressziós modellek a BLUP továbbfejlesztésének tekinthetők. Random regressziós modelleket akkor érdemes használni, ha a vizsgált tulajdonság ismétlődve fejeződik ki, azaz különböző időpontokban, vagy környezetekben. Ebben az esetben a vizsgált hatás fokozatosan változik az idő, vagy más folytonos változó függvényében (pl. hőmérséklet, tengerszint feletti magasság, csapadékmennyiség). Ha a véletlen hatásokat az életkor függvényében modellezzük, akkor a különböző időpontokhoz tartozó (ko)variancia egy folytonos függvénnyel jellemezhető. Az ismételt méréseket többtulajdonságos modellel is le lehetne írni. A random regresszió előnye, hogy az adott tulajdonságot a függő változó minden pontjában, azaz minden korban lehet mérni, és azt nem kell szakaszokra osztani. A lótenyésztésben még csak kevés területen alkalmazott módszer a tejelő-szarvasmarha tenyésztésben egyre szélesebb körben terjed, mivel a random regressziós modellel minden egyedre külön-külön adható meg laktációs görbe, így pontosabban szemléltethető az egyedek közötti genetikai különbség (*Márkus és mtsai, 2007*).

Versenyteljesítmény értékelésére *Bugislaus és mtsai (2006)* alkalmaztak random regressziót német ügetőlovak sporteredményeinek elemzéséhez. Különböző modelljeikben mérőszámként a lovak sebességét használták fel. Hasonló vizsgálatokról számoltak be *Gómez és mtsai (2010, 2011)* spanyol ügetőállomány sporteredményeinek értékelésekor.

### **3.3 A díjugrató sportban hasznos élettartam értékelése**

A hosszú hasznos élettartam más gazdasági állatfajokhoz hasonlóan a lótenyésztésben, kiemelten a sportlótenyésztésben, is fontos értékmérő tulajdonság. A lovak hasznosításának időtartama más fajokhoz hasonlítva hosszú, de a fajlagos költségek elviselhetősége miatt ez fontos is, mert a humánbefektetés mértéke egyenes arányban van a sportsikerrel. A nemzetközi teljesítményszintre való kiképzés a jelentős anyagi ráfordítás mellett sok időt is igényel, így nem közömbös a sportban eltöltött időtartam. Jellemző, hogy a lovak maximális sportteljesítményüket rendszerint 10-15 éves korukra érik el, ami jól érzékelteti a hosszan tartó eredményes teljesítmény fontosságát.

A hosszú eredményes teljesítményt a testalakulás, valamint a csontozat egészségügyi állapota is befolyásolja (*Wallin és mtsai, 2001*).

*Foran és mtsai (1994)* a hosszú élettartam értékelésére a lovankénti indulások számát választották mérőszámnak. *Wallin és mtsai (2001)* eredményei szerint a hosszú élettartamra a

születési év és az ivar is hatással van. *Ricard és Fournet-Hanocq (1997)* túlélés-elemzéssel végzett munkájukban alacsony örökölhetőséget becsült a franciaországi ugrólovak hosszú élettartamára. *Wallin és mtsai (2000, 2001)* valamint *Arnason (2006)* egyaránt arra a következtetésre jutott, hogy a ménék és a herétek tovább maradnak a sportban, mint a kancák. Ennek a genetikai meghatározottság mellett természetesen sportszakmai okai is lehetnek. *Arnason (2006)* közlése szerint a svéd ügetők teljes fenotípusos varianciájának (pályán elért eredményeik) mindösszesen 5%-a genetikai eredetű.

*Braam és mtsai (2011)* pozitív összefüggést találtak a sportban töltött évek száma és a sportteljesítmény között. Elemzésükben a születési évet és az első induláskori életkort vették figyelembe. *Ricard és Blouin (2009)* szerint sportkarrierjüket egészen fiatalon megkezdő lovak, hosszabb ideig maradnak a sportban. A sportban töltött évek száma alapján 0,1-es örökölhetőséget becsültek a hasznos élettartamra. Az angol telivérek versenykarrierének hosszát többen is tanulmányozták. *Sobczynska (2007)* szerint az első induláskori életkor hatással van a későbbi versenyben töltött évekre. Eredményei szerint a korábban induló lovak nagyobb eséllyel maradtak hosszabb ideig a versenypályákon. *Burns és mtsai (2006)* eredményei szerint a cenzorált adatok nagy aránya torzíthatja a becsült örökölhetőséget.

## 4 Hazai és külföldi tenyésztésű lovak teljesítményének összehasonlítása a díjugrató sportban elért eredmények alapján

### 4.1 Anyag és módszer

Vizsgálatunkban a Magyar Lovassport Szövetség Díjugratás Szakága által rendelkezésünkre bocsátott, 1996. és 2011. közötti díjugratás szakágban nyilvántartott sporteredményeket használtuk fel. Az adatbázisban megtalálható volt a ló azonosítója, neve, ivara, lovasának neve, a verseny éve, szintje, helyszíne, a hibapont és a helyezés. A versenyszámok között hazai és magyar lovasok magyar sportlóazonosítóval rendelkező lovakkal külföldi versenyeken elért eredményei egyaránt szerepeltek.

Az adatbázis, a hibás adatok javítása, illetve a hiányos adatok pótlása után 10199 ló 358342 indulásának eredményét tartalmazta. Az adatrögzítők elmúlt években elkövetett hibáinak korrigálása szükséges volt a lovak és lovasok egyértelmű azonosítása miatt. A lovak pedigében szereplő ősök pontos ismerete és azonosítása szintén elengedhetetlen volt az elemzésekhez. A lovak származását az Országos Lótenyésztési Információs Rendszer, sportló-nyilvántartások és származási lapok segítségével építettük fel.

A sportlovakat származásuk szerint három csoportra osztottuk, mégpedig a ló és apja hazai tenyésztésű (1. csoport), a ló hazai, apja külföldi tenyésztésű (2. csoport), a ló külföldi tenyésztésű (3. csoport).

A három genetikai csoport teljesítményének összehasonlításához a versenyeket nehézségi szintjük szerint öt kategóriába soroltuk szakértők segítségével (*1. táblázat*). Figyelembe véve a versenyszám típusát és az akadályok magasságát, a kategóriákat országosan elismert pályaépítő; az utóbbi négy évtized egyik meghatározó lovas szakadzóje és a díjugrató sportban legeredményesebb lovas szakosztály vezetője; valamint jelenleg aktív, fiatal lovasaikat válogatottságig juttató edzők határozták meg.

A lovak teljesítményének mérésére az egyes nehézségi szinteken elért dobogós helyezéseket, illetve a hibapontokat vettük alapul.

Elvégzett vizsgálatok

1. Dobogós helyezések lovankénti eloszlásának, és lovak számának eloszlás vizsgálata
2. Dobogós helyezések startonkénti eloszlásának, és lovak startjainak eloszlás vizsgálata
3. A hibapontok vizsgálata
4. Lovak számának eloszlása genetikai csoportonként a különböző versenyekben
5. Lovak számának eloszlása korcsoportonként
6. Átlagos és kumulatív startszámok lovanként
7. Átlagos és kumulatív startszámok lovasonként.

Az 1., 2., 6. és 7. elemzéseknél homogenitás-vizsgálatot végeztünk az egyes nehézségi kategóriák között. A független minták homogenitás-vizsgálatát Kruskal-Wallis próbával végeztük el (*Kruskal és Wallis, 1952*) a

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^p \frac{R_j^2}{n_j} - 3*(N+1) \sim \chi_{\alpha, p-1}^2$$

rendstatisztika alkalmazásával.

## A versenyszámok nehézségi kategóriába sorolása

Versenyszám típusa	Nehézségi kategória
C0, C1, C2, B0, B1, B2, F1, F2, 4 éves lovak bajnoksága, 4-5 éves lovak minősítő versenye, 5-6 éves lovak minősítő versenye (országos fedettpályás), 5 éves lovak tenyészsversenye (elő-, középdöntő), Aranyos kupa, Koroszt. Champ. Póni/Gyermek/Serdülő B, Ált. Isk. OB, Show versenyszámok 100-115 cm	1
C3, C4, B3, B4, A1, F3, F4, 5 éves lovak tenyészsversenye döntő, 6 éves lovak tenyészsversenye, 7 éves lovak minősítő versenye (országos fedettpályás), Díjugrató TB könnyű és közép kategória, Koroszt. Champ Serdülő A/Utánpótlás, Középfokú Tanint. OB., Felsőfokú Tanint. OB., Amatőr OB., Kanca I., Mén I., Show versenyszámok 120-125 cm, CSI 120 cm	2
C5, C6, B5, A2*, A2**, F5, F6, Év legjobb utánpótlás lova cím (7 éves), 6-7 éves lovak VB., 7 éves lovak tenyészsversenye döntő, Kanca II., Mén II., Díjugrató TB. nehéz kategória, Ifjúsági OB., Fiatal lovas OB (elő-, középdöntő), Show versenyszámok 130-135 cm, CSI 130-135 cm	3
A3*, A3**, Év legjobb utánpótlás lova cím(8 éves), Mesterek Tornája Nagydíj, 8 éves és idősebb mén és kanca döntő, Samsung kupa, Fiatal lovas OB döntő, Felnőtt OB. (elő-, középdöntő), Bábolna Nagydíj, Ifjúsági EB., Nemzetközi Kanca- és Mén verseny Kanca II., Mén II., Lajta-Kaiser Kupa Nagydíj, Széchenyi Emlékverseny Nagydíj, CSI-W 140 cm, CSI 140-145 cm	4
A3***, A4, Felnőtt OB. Döntő, CSI-W 150 cm, CSI-W Nagydíj, CSIO 150-160 cm, CSIO-W Nemzetek Díja, Díjugrató Világkupa Volvo Nagydíj, CSI 150-160 cm	5

A 3. vizsgálatban varianciaanalízissel vizsgáltuk a hibapontok egyenlőségét vagy egyenlőtlenségét a három genetikai csoportban a különböző nehézségi szinteken.

A 4. és 5. vizsgálatban leíró statisztikai adatokat mutatunk be. A teljesítménybeli különbségek okait keresve, a 4., 5., 6. és 7. vizsgálatokat elemeztük.

Az életkor hatásának vizsgálatához, *Janssens és mtsai (1999)* javaslata szerint, a sportlovakat életkoruk szerint három csoportba soroltuk.

Az adatok előkészítését Microsoft Access 2003 programmal, az adatok kiértékelését az SPSS 13.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

## 4.2 Eredmények és megbeszélés

### *Dobogós helyezések lovankénti eloszlásának, és lovak számának eloszlás vizsgálata*

A 2. táblázatban bemutatott dobogós helyezést elért lovak számának eloszlását vizsgálva, a homogenitás-vizsgálat eredményeként a három genetikai csoport nem volt homogén ( $P < 0,05$ ). (Kritikus  $\chi^2$ -érték 9,488; a minta alapján számított  $\chi^2$ -érték 13,233). A teljesítménybeli különbségek vizsgálatánál azonban érdemes figyelembe venni, hogy a genetikai csoportok nem egyforma arányban indultak a versenyeken.

A különböző nehézségi kategóriákban versenyző lovak eloszlásai szignifikánsan különböztek ( $P < 0,05$ ), a három genetikai csoport e tekintetben ugyancsak heterogén volt (kritikus  $\chi^2$ -érték

9,488; a minta alapján számított  $\chi^2$ -érték 13,033). Az első három nehézségi kategóriában túlnyomó részt az import apamének hazai tenyésztésű ivadéakai, míg a nehezebb, 4-es és 5-ös nehézségi kategóriában az import lovak versenyeztek (5. táblázat). A genetikai képesség vélhető hiánya miatt ebbe a minőségi kategóriába már csak a nagy(obb) képességű import lovak jutnak. Ezen túl közre játszat itt még a tulajdonos szemléletvilága (nincs szándéka a lovassport szakágban versenyesztetni a lovát), és/vagy anyagi lehetőségének korlátozottsága (nincs anyagi forrása a magas szintű versenyesztetés hatalmas költségének fedezésére). A teljesítmények összehasonlítására alkalmasabbak a dobogós helyezések genetikai csoporton belüli arányai, amelyek arról tájékoztatnak, hogy a csoportban versenyző lovak hány százaléka ért el 1.–3. (dobogós) helyezést.

A legkönnyebb 1. nehézségi kategóriában az import apaméntől származó hazai tenyésztésű lovak szerezték meg a legtöbb dobogós helyezést, 76,14 %-kal. A többi (2.–5.) nehézségi kategóriában az import lovak csoportja volt sikerebb. A néhol feltűnően nagyarányú dobogós helyezés tükrözi a környezeti hatások (nem genetikai hatások) nagy befolyását a lovak pillanatnyi teljesítményére, egyben utalhat arra, hogy az egyes genetikai csoportokban nincs nagy képességbeli különbség.

**2. táblázat**

**A versenyző lovak számának eloszlása és a dobogós helyezést elért lovak száma és aránya az egyes nehézségi kategóriákban**

Teljesítmény mérőszám az egyes nehézségi szinteken	Hazai tenyésztésű ló		Külföldi
	Apamén hazai (1. csoport)	Apamén import (2. csoport)	tenyésztésű Import ló (3. csoport)
<b>1. nehézségi kategória</b>			
Versenyző lovak száma	3849	4463	1486
Dobogós helyezést elért lovak száma és aránya genetikai csoporton belül	2572 (66,82%)	3398 <b>(76,14%)</b>	1068 (71,87%)
<b>2. nehézségi kategória</b>			
Versenyző lovak száma	1751	2223	1096
Dobogós helyezést elért lovak száma és aránya genetikai csoporton belül	893 (51,00%)	1390 (62,53%)	742 <b>(67,70%)</b>
<b>3. nehézségi kategória</b>			
Versenyző lovak száma	553	821	653
Dobogós helyezést elért lovak száma és aránya genetikai csoporton belül	237 (42,86%)	401 (48,84%)	357 <b>(54,67%)</b>
<b>4. nehézségi kategória</b>			
Versenyző lovak száma	247	335	391
Dobogós helyezést elért lovak száma és aránya genetikai csoporton belül	97 (39,27%)	153 (45,67%)	194 <b>(49,62%)</b>
<b>5. nehézségi kategória</b>			
Versenyző lovak száma	52	96	164
Dobogós helyezést elért lovak száma és aránya genetikai csoporton belül	14 (26,92%)	31 (32,29%)	62 <b>(37,80%)</b>

A versenyszámok nehezedésével a versenyző lovak száma látványosan csökkent (2. táblázat). A díjugrató szakágban versenyző lovaknak csak töredéke érte el a 140 cm-es és e fölötti akadálymagasságú (4-es, 5-ös kategóriájú) nehézségi szinteket. A hazai tenyésztésű apamének ivadékainak 6,1%-a (248 ló), az import apaságú hazai tenyésztésű lovak 7,4%-a (338 ló), az

import lovak 24,1%-a (394 ló) jutott el az említett szintekre. (A feltüntetett értékeket és százalékokat az a tény magyarázza, hogy mindhárom genetikai csoportban voltak olyan lovak, amelyek a négyes és ötös nehézségi szinten egyaránt versenyeztek.) Az okok lehetnek anyagi természetűek (a versenysport finanszírozásának hiánya), vagy a lovak és lovasok képességbeli hiánya is.

### ***Dobogós helyezések startonkénti eloszlásának, és lovak startjainak eloszlás vizsgálata***

A dobogós helyezést elért indulások számának eloszlását vizsgálva (3. táblázat), a három genetikai csoport e tekintetben is heterogénnek bizonyult ( $P < 0,05$ ). (Kritikus  $\chi^2$ -érték 9,488; a minta alapján számított  $\chi^2$ -érték 13,233). Az 1. és 2. nehézségi kategóriákban az import lovak feltehetően csak a minősüléshez szükséges minimális startszámmal versenyeztek, majd mentek tovább a magasabb szintekig, ezzel szemben a hazai tenyésztésű lovak megrekedtek a könnyebb versenyszinteken.

### **3. táblázat**

#### **Az indulások (startok) számának eloszlása, és a dobogós helyezést elért indulások száma és aránya az egyes nehézségi kategóriákban**

Teljesítmény mérőszám az egyes nehézségi szinteken	Hazai tenyésztésű ló		Külföldi
	Apamén hazai (1. csoport)	Apamén import (2. csoport)	tenyésztésű Import ló (3. csoport)
<b>1. nehézségi kategória</b>			
Indulások (startok) száma	72506	109573	27787
Dobogós eredményű indulások száma és aránya genetikai csoporton belül	17116 (23,61%)	26152 (23,87%)	6796 (24,46%)
<b>2. nehézségi kategória</b>			
Indulások (startok) száma	28045	51252	24913
Dobogós eredményű indulások száma és aránya genetikai csoporton belül	5881 (20,97%)	11464 (22,37%)	5307 (21,30%)
<b>3. nehézségi kategória</b>			
Indulások (startok) száma	6420	11962	11950
Dobogós eredményű indulások száma és aránya genetikai csoporton belül	1051 (16,37%)	1858 (15,53%)	1796 (15,03%)
<b>4. nehézségi kategória</b>			
Indulások (startok) száma	2147	3699	6238
Dobogós eredményű indulások száma és aránya genetikai csoporton belül	394 (18,35%)	547 (14,79%)	835 (13,39%)
<b>5. nehézségi kategória</b>			
Indulások (startok) száma	160	404	1286
Dobogós eredményű indulások száma és aránya genetikai csoporton belül	18 (11,25%)	54 (13,37%)	166 (12,91%)

Figyelembe véve, hogy az egyes genetikai csoportok szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) eltérő startszámban indultak a nehézségi kategóriákban (kritikus  $\chi^2$ -érték 9,488; a minta alapján számított  $\chi^2$ -érték 13,033), a teljesítmények összehasonlítására a genetikai csoporton belüli arányokat használtuk. Ezek az arányok arról informálnak, hogy a versenyző lovak startjainak hány százaléka végződött dobogós helyezéssel.

Az 1. nehézségi kategóriába sorolt versenyszámoknál az import lovak csoportja ért el legnagyobb arányban dobogós helyezést. A hazai tenyésztésű, import apaméntől származó ivadékok a 2. és 5. nehézségi kategóriában szerepeltek a legeredményesebben, míg a hazai tenyésztésű apamének ivadéka a 3. és 4. nehézségi kategóriában tűntek ki legnagyobb arányú dobogós eredményű startjaikkal. Az egyes genetikai csoportokon belül a dobogós helyezések aránya alig különbözött, a startok közel azonos százalékban voltak dobogós kimenetelűek (eltekintve a 4. nehézségi kategóriától). A 3. és 4. nehézségi kategóriákban az 1. genetikai csoport legnagyobb dobogós helyezéseinek aránya arra utal, hogy a magyar tenyésztésű apaménektől származó lovakban is felfedezhető a nehezebb versenyszámokban elvárt képesség. Ez egy jól alkalmazott, jövőbeni szelekció sikerét előrevetítheti. Egyben azt is jelzi, hogy a statisztikailag nem igazolható különbségek miatt indokolatlan az 1. genetikai csoport lovainak mellőzése a 3.–5. nehézségi kategóriákban.

#### ***A hibapontok vizsgálata varianciaanalízissel***

A sportlovak teljesítményének mérését a helyezéseken túl a hibapontszámok elemzésével végeztük el. A 4. táblázat számai mutatják, hogy a genetikai csoportok átlagos hibapontszámaiban hol jelentkezett szignifikáns eltérés az egyes nehézségi kategóriákban. Az első három nehézségi szinten a három csoport átlagos hibapontjai között szignifikáns eltérést ( $P < 0,05$ ) tapasztaltunk. A 4. nehézségi kategóriában nem találtunk szignifikáns különbséget ( $P < 0,05$ ) az 1. és a 2. genetikai csoport átlagos hibapontszámai között. Az 5. nehézségi szinten az 1. genetikai csoport átlagos hibapontszámai szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) nagyobbak voltak, mint a 2. és 3. genetikai csoportoké.

A teljesítménybeli különbségeknek több oka lehetett.

#### **4. táblázat**

##### **A lovak átlagos hibapontjai és azok közötti szignifikáns eltérések az egyes nehézségi kategóriákban**

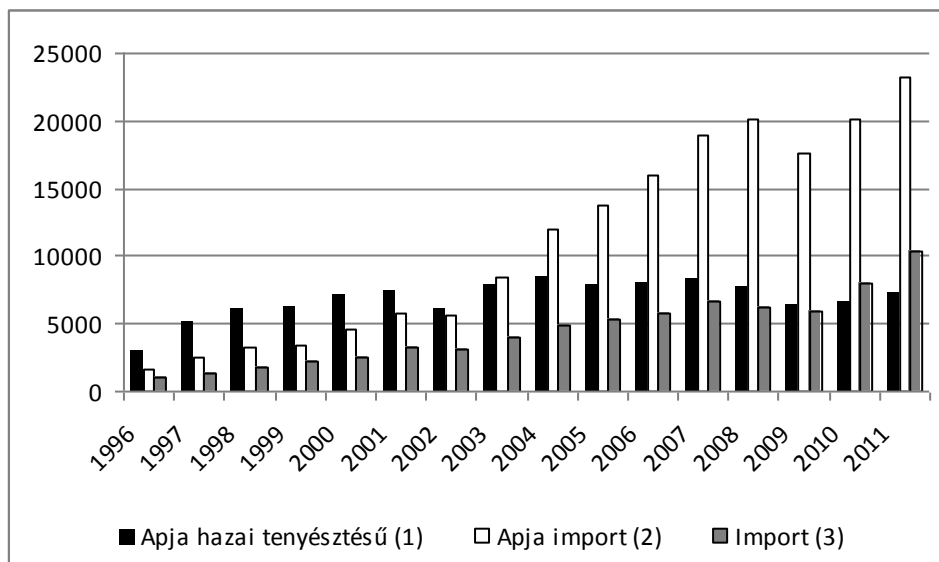
Verseny nehézségi szintje	Hazai tenyésztésű ló (2)		Külföldi tenyésztésű Import ló (3. csoport)
	Apamén hazai (1. csoport)	Apamén import (2. csoport)	
<b>1. nehézségi kategória</b>	4,15 <sup>a</sup>	3,79 <sup>b</sup>	3,27 <sup>c</sup>
<b>2. nehézségi kategória</b>	5,70 <sup>a</sup>	4,91 <sup>b</sup>	4,34 <sup>c</sup>
<b>3. nehézségi kategória</b>	5,89 <sup>a</sup>	5,34 <sup>b</sup>	4,79 <sup>c</sup>
<b>4. nehézségi kategória</b>	6,68 <sup>a</sup>	6,39 <sup>a</sup>	6,03 <sup>b</sup>
<b>5. nehézségi kategória</b>	7,67 <sup>a</sup>	5,79 <sup>b</sup>	5,61 <sup>b</sup>

A különböző betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan eltérőek ( $P < 0,05$ )

#### ***Lovak számának eloszlása genetikai csoportonként a különböző versenyekben***

Az import ménektől származó ivadékok egyre nagyobb mértékű sportban való kipróbálását jól szemlélteti az 1. ábra. A kezdeti 1996-os adatokhoz viszonyítva a vizsgált időszak végére (2011-re) a hazai tenyésztésű apaméntől származó lovak startjainak száma 2,5-szeresére gyarapodott, az import apától származó hazai tenyésztésű egyedeké 14-szeresére, míg az import lovaké 10,5-szeresére nőtt. Az eddig bemutatott adatok, illetve teljesítmények közötti különbségek között statisztikailag igazolható értékeléseket alig találtunk, ami nem támasztja alá az import ilyen mértékű szükségességét. Arra is utalnak egyben ezek a számítások, hogy nem különleges genetikai képességű lovak kerülnek be a hazai díjugrató sportba. Ha igen,

akkor a helyzet még rosszabb, mert ebben az esetben ezek a lovak a menedzselés hiánya és/vagy a lovasok tudáshiánya miatt képtelenek a valódi genetikai képességük megmutatására. Az import apamének hazai tenyésztésű ivadécai 2003 óta a legnagyobb arányban versenyeztek a díjugrató sportban. Az import lovak sportban való szerepeltetése is évről évre növekedett. A hazai tenyésztésű apaménektől származó lovak sportban való kipróbálása az utóbbi 8 évben messze elmaradt az import apaállattól származó hazai tenyésztésű egyedekétől. Az elmúlt évben a hazai tenyésztésű anyától, apától származó sportlovak közel ugyanannyi indulással rendelkeztek, mint 2001-ben.



**1. ábra: A díjugrató szakágban indult sportlovak indulásainak eloszlása évenként az egyes genetikai csoportokban**

### ***Lovak számának eloszlása korcsoportonként***

Az egyes korcsoportokban vizsgáltuk az adott nehézségi kategóriában versenyző lovak eloszlását (5. táblázat).

A nehézségi szintek emelkedésével a 8 évestől idősebb lovak száma az import lovak genetikai csoportjában csökkent a legkevésbé, az import lovak az egyes kategóriákon belül egyre nagyobb százalékban szerepeltek. Ezzel szemben az 1. és 2. genetikai csoportok 8 évesnél idősebb lovai a versenyek nehezedésével egyre kisebb (kategórián belüli) arányban versenyeztek. A 4. és 5. nehézségi kategóriákba sorolt versenyeken, az import lovak csoportjában volt a legtöbb a 8 éves vagy idősebb lovak száma.



**A lovak számának eloszlása és kategórián belüli arányai korcsoportonként az egyes nehézségi szinteken**

Korcsoportok az egyes nehézségi szinteken	Hazai tenyésztésű ló		
	Apamén hazai (1. csoport)	Apamén import (2. csoport)	Import ló (3. csoport)
<b>1. nehézségi kategória</b>			
4–5–6–7 éves	2855 (36,8%)	3875 (49,9%)	1028 (13,3%)
8–9–10–11 éves	2040 (42,9%)	2080 (43,7%)	640 (13,4%)
12 éves vagy idősebb	907 (48,5%)	625 (33,4%)	337 (18,0%)
<b>2. nehézségi kategória</b>			
4–5–6–7 éves	1183 (32,5%)	1769 (48,6%)	689 (18,9%)
8–9–10–11 éves	1009 (34,5%)	1281 (43,8%)	637 (21,8%)
12 éves vagy idősebb	429 (39,9%)	338 (31,4%)	307 (28,6%)
<b>3. nehézségi kategória</b>			
4–5–6–7 éves	285 (25,5%)	516 (46,2%)	315 (28,2%)
8–9–10–11 éves	358 (26,1%)	550 (40,2%)	461 (33,7%)
12 éves vagy idősebb	140 (27,8%)	157 (31,2%)	206 (41,0%)
<b>4. nehézségi kategória</b>			
4–5–6–7 éves	93 (28,5%)	123 (37,8%)	110 (33,7%)
8–9–10–11 éves	171 (23,1%)	256 (34,6%)	313 (42,3%)
12 éves vagy idősebb	62 (22,9%)	71 (26,2%)	138 (50,9%)
<b>5. nehézségi kategória</b>			
4–5–6–7 éves	3 (12,0%)	6 (24,0%)	16 (64,0%)
8–9–10–11 éves	42 (15,9%)	84 (31,7%)	139 (52,4%)
12 éves vagy idősebb	17 (15,8%)	28 (25,9%)	63 (58,3%)

**Átlagos és kumulatív startszámok lovanként**

A lovak tapasztaltságát az egyes nehézségi szinteken az átlagos startszám kumulált gyakoriságával mértük (6. táblázat).

Az egy lóra jutó átlagos startszámok eloszlásában szignifikáns ( $P < 0,05$ ) különbséget tapasztaltunk a három genetikai csoport között (kritikus  $\chi^2$ -érték 9,488; a minta alapján számított  $\chi^2$ -érték 11,90). A legnagyobb átlagos startszámmal az első két nehézségi kategóriában a 2. genetikai csoport egyedei, a többi (3.-5.) kategóriában az import lovak rendelkeztek. A tapasztaltság szempontjából, az első három nehézségi szinten a legnagyobb átlagos kumulált startszámmal az import apamének hazai tenyésztésű ivadécai versenyeztek.

A lovankénti átlagos startszámok eloszlása és azok kumulált gyakorisága az egyes nehézségi szinteken

Verseny nehézségi szintje	Apamén hazai (1. csoport)		Apamén import (2. csoport)		Import ló (3. csoport)	
	Átlagos	Átlagos kumulált	Átlagos	Átlagos kumulált	Átlagos	Átlagos kumulált
<b>1. nehézségi kategória</b>	18,36		<b>24,55</b>		18,70	
<b>2. nehézségi kategória</b>	16,02	34,38	<b>23,06</b>	<b>47,61</b>	22,73	41,43
<b>3. nehézségi kategória</b>	11,61	45,99	14,57	<b>62,18</b>	<b>18,30</b>	59,73
<b>4. nehézségi kategória</b>	8,69	54,68	11,04	73,22	<b>15,95</b>	<b>75,68</b>
<b>5. nehézségi kategória</b>	3,08	57,76	4,21	77,43	<b>7,84</b>	<b>83,52</b>

A 140 cm és e fölötti akadálymagasságú (4. és 5. kategóriájú) versenyszámokban az import lovak voltak a tapasztaltabbak. A verseny nehézségi szintjét tükröző kategóriától függetlenül, a hazai tenyésztésű apaméntől származó lovak átlagos startja és átlagos kumulált startja volt a legkisebb.

#### *Átlagos és kumulatív startszámok lovasonként*

A lovasok tapasztaltságának mérésére az átlagos startszámok kumulált gyakoriságát használtuk nehézségi szintenként (7. táblázat). A lovasok az egyes nehézségi szintekre az előző szint teljesítésével léphetnek (minősülhetnek), így a kumulált értékek jól tükrözik az addigi tapasztalatot. Az egy lovasra jutó átlagos startszámok eloszlásában nem találtunk szignifikáns ( $P < 0,05$ ) különbséget a három genetikai csoport között (kritikus  $\chi^2$ -érték 9,488; a minta alapján számított  $\chi^2$ -érték 7,833). Az átlagos kumulált startszámok alapján az első három nehézségi szinten a hazai tenyésztésű import apaságú lovak lovasai tekinthetők a legtapasztaltabbnak, míg a 4. és 5. nehézségi szinteken az import lovak lovasai rendelkeztek a legtöbb indulással átlagosan.

7. táblázat

Az egy lovasra jutó átlagos startszámok eloszlása és azok kumulált gyakorisága az egyes nehézségi szinteken

Verseny nehézségi szintje	Apamén hazai (1. csoport)		Apamén import (2. csoport)		Import ló (3. csoport)	
	Átlagos startszám	Átlagos kumulált startszám	Átlagos startszám	Átlagos kumulált startszám	Átlagos startszám	Átlagos kumulált startszám
<b>1. nehézségi kategória</b>	23,04		<b>37,07</b>		24,08	
<b>2. nehézségi kategória</b>	23,25	46,29	<b>43,32</b>	<b>80,39</b>	39,92	64,00
<b>3. nehézségi kategória</b>	15,43	61,72	25,45	<b>105,84</b>	<b>35,36</b>	99,36
<b>4. nehézségi kategória</b>	11,01	72,73	18,97	124,81	<b>34,66</b>	<b>134,02</b>
<b>5. nehézségi kategória</b>	3,81	76,54	5,86	130,67	<b>15,49</b>	<b>149,51</b>

#### 4.3 Következtetések

A hazai tenyésztésű fedezőménektől származó lovak sportban való kipróbálása az utóbbi 8 évben messze elmaradt az import tenyészménektől származó, hazai tenyésztésű egyedekétől. Dobogós helyezéssel legnagyobb arányban az első nehézségi kategóriában a külföldi tenyésztésű ménektől származó lovak, a többi 2.–5. kategóriákban az import lovak rendelkeztek. Az import lovak jobb teljesítményét számos tény magyarázhatja, többek között, hogy átlagosan több starttal rendelkeztek, és tapasztaltabb, értelemszerűen jobb képességű lovasokkal versenyeztek.

A vizsgálat során az is kiderült, hogy a hazai tenyésztésű fedezőménektől származó lovakban is felfedezhető a nehezebb versenyszámokban elvárt képesség. A 3.–4. nehézségi szinteken ugyanis az 1. genetikai csoport rendelkezett legnagyobb arányban dobogós eredményű indulással.

A teljesítmények hibapontszámokon alapuló összehasonlításakor a hazai tenyésztésű apaméntől származó lovak (1. csoport) és a külföldön tenyésztett méntől származó egyedek (2.–3. csoport) átlagos hibapontszámai között az 1. –3. és az 5. nehézségi kategóriákban az importok javára szignifikáns eltérést tapasztaltunk.

Több hazai tenyésztésű apaméntől származó ivadék tesztelése lenne szükséges a ménék szigorúbb szelekciójának, ezáltal a tenyésztésbeli előrelépésnek a megvalósulásához.

## 5 A díjugrató sportban hasznos élettartam értékelése különböző mérőszámokkal

### 5.1 Anyag és módszer

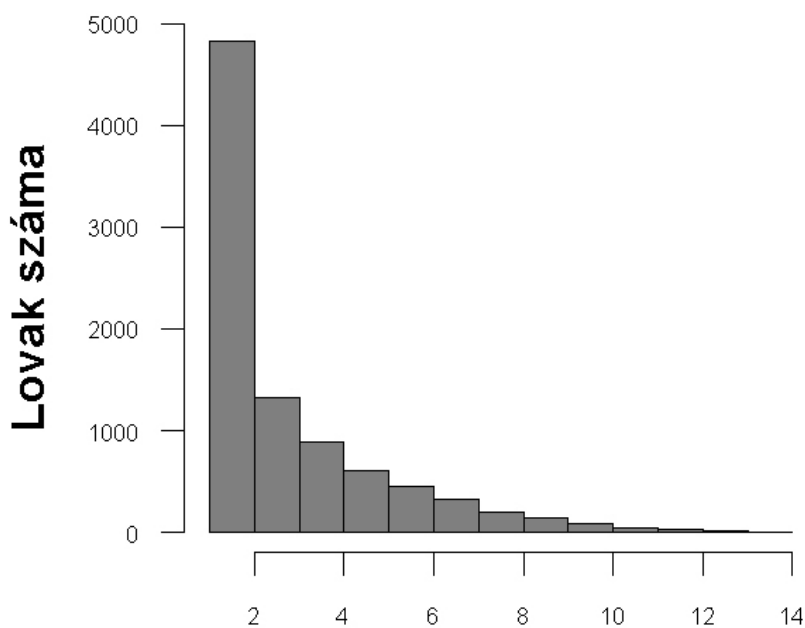
Jelen tanulmányhoz a lovak 1996 és 2009 közötti díjugratási sporteredményeit használtuk fel. Ez az adatbázis szolgált – különböző átalakítások után – a sportban töltött évek örökölhetőségének becsléséhez. A vizsgálathoz szükséges adatokat a Magyar Lovassport Szövetség Díjugrató Szakága bocsátotta rendelkezésünkre. Mindösszesen 8953 ló szerepelt az elemzésben. A sporteredmények leíró statisztikai mutatókat a 8. táblázatban összegeztük.

8. táblázat.

A lovak sportban töltött éveinek átlaga, szórás, minimum és maximum értékei

Ivar	Egyedszám	Átlag	Szórás	Standard hiba	Minimum	Maximum
Kanca	3718	2,79	2,079	0,0341	1	13
Mén	2052	2,91	2,330	0,0515	1	14
Herélt	3183	3,44	2,531	0,0449	1	14
Összesen	8953	3,05	2,324	0,0246	1	14

A lineáris modellek alkalmazhatóságának feltétele az értékelt tulajdonságok normális eloszlása. A díjugrató sportban töltött évek exponenciális eloszlást mutatnak (2. ábra), ezért az értékelés előtt annak normál eloszlásúvá alakítása szükséges.

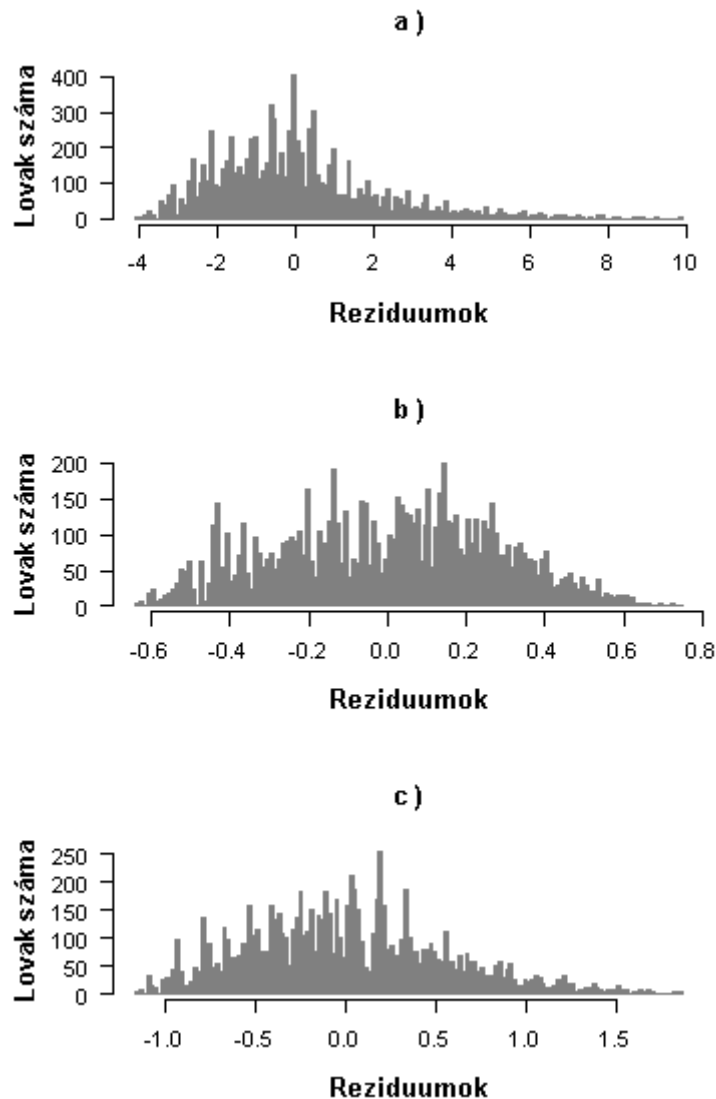


### Sportban töltött évek

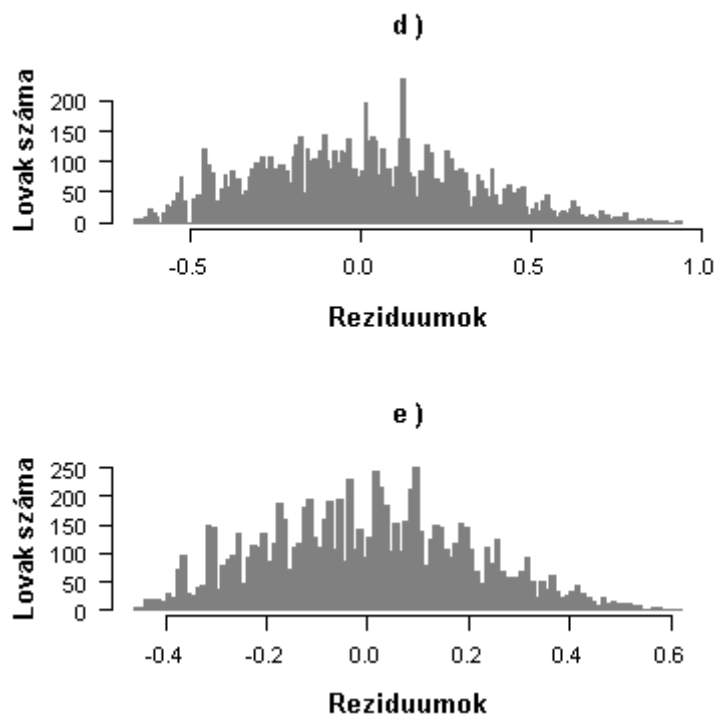
2. ábra: A díjugrató sportban töltött évek megoszlása a teljes állományban (8953 ló)

A normálistól eltérő eloszlás torzító hatását az eredeti, és a különböző transzformációkkal képzett mérőszámok becslési hibáinak összehasonlításával (3. ábra) mutatjuk meg. A sportban töltött évek örökölhetőségi értékének becsléséhez két lineáris vegyes modellt vizsgáltunk meg, amelyekben függő változóként az eredeti értékek mellett azok logaritmikus

transzformáltját, négyzetgyökét, harmadik és negyedik gyökét alkalmaztuk. Az első modellben az ivart és a születési évet vettük figyelembe fix hatásként. A második modellbe az első induláskori életkort is beépítettük. A modellek illeszkedését a log-likelihood, determinációs együttható és a becslési hiba négyzetgyöke (RMSE) alapján hasonlítottuk össze.



**3. ábra: A sportban töltött éveknek (a), valamint a transzformált mérőszámok – logaritmus (b), négyzetgyök (c) – becslési hibáinak eloszlása**



**3. ábra (folyt.): A transzformált mérőszámok – harmadik gyök (d) és negyedik gyök (e) – becslési hibáinak eloszlása**

Az örökölhetőségi érték számításához a sporteredménnyel rendelkező lovaknak legalább három ősi sorát vettük figyelembe. A modellek létrehozásakor a fix tényezők (ivar, születési év, a második modellben ivar, születési év és a sportkarrier kezdetekor megállapítható életkor) szignifikáns befolyását minden mérőszám esetében a legkisebb négyzetek módszerével határoztuk meg, a SAS PROC GLM eljárás felhasználásával (SAS, 2007). A variancia-komponenseket és az örökölhetőségi értékeket a VCE-6 (Groeneveld és mtsai, 2008) programmal becsültük.

## 5.2 Eredmények és megbeszélés

Az összes ló sporteredményeit figyelembe véve, azok átlagosan 3,05 évet töltöttek a díjugrató sportban. Az érték a heréltek esetében a legmagasabb volt (3,44), míg a kancákra és a ménekre vonatkozóan alacsonyabb értékeket (2,79 és 2,91) tapasztaltunk. A sportban töltött évek a herélteknél és a méneknél 1 és 14 év között, a kancánál pedig 1 és 13 év között változtak. A telivérek sportban elért karrierében Sobczynska (2007) az ivarok között különbségeket talált, amit a kancák tenyésztésbe vételével magyarázott. Számításaink szerint a hazai ugrósportban a kancák kissé rövidebb időt töltenek el az ugrópályákon (8. táblázat).

A modellek determinációs együtthatói magasabbak voltak a második modell (versenykarrier kezdetén figyelembe vett életkor) esetében (9. táblázat).

A becsült örökölhetőségi értékek minden mérőszám és modell esetében szignifikánsak, 0,19 és 0,27 között változtak. Ezek a becsült értékek kicsit magasabbak a Braam és mtsai (2011) svéd sportló állományra végzett hasonló munkájában közöltekénél ( $h^2=0,07-0,17$ ). A különböző matematikai függvényekkel képzett mérőszámainkra becsült örökölhetőségi értékek alig különböztek. Azonban, ahogy a 3. ábrán is látható, a becslési hibák az átalakítások után közelebb voltak a normális eloszláshoz.

**A különböző modellek log-likelihood értékei és determinációs együtthatói, valamint a becsült örökölhetőségi értékek (zárójelben a standard hiba)**

	Mérőszámok	Log likelihood	Determinációs együttható	RMSE	Örökölhetőség
Az első induláskori életkor figyelembevétele nélkül	Átalakítás nélkül	27062,652	0,101	2,208	0,22 (0,022)
	Négyzetgyök	27004,324	0,102	0,579	0,25 (0,024)
	Harmadik gyök	27001,689	0,101	0,319	0,26 (0,024)
	Negyedik gyök	27003,579	0,101	0,219	0,26 (0,025)
	Logaritmusos átalakítás	27020,879	0,099	0,297	0,27 (0,025)
	Az első induláskori életkor figyelembevételevel	Átalakítás nélkül	26257,799	0,192	2,094
Négyzetgyök		26099,681	0,203	0,545	0,22 (0,024)
Harmadik gyök		26077,601	0,205	0,301	0,22 (0,024)
Negyedik gyök		26072,752	0,205	0,206	0,23 (0,024)
Logaritmusos átalakítás		26081,583	0,204	0,279	0,23 (0,025)

Alacsonyabb log-likelihood értékeket tapasztaltunk az első induláskori életkor figyelembevételekor. Hasonlóan alakultak az értékeink, mint *Braam és mtsai (2011)* eredményei, így a lovak első induláskori életkorát javasoljuk figyelembe venni az értékelési modellekben. Az első start időpontjában meghatározott életkor hatással volt a sportban töltött évek számára is. Minél fiatalabban kezdte a ló a sportkarrierjét, annál több évet töltött a sportpályákon. Azonban az ok nem egyértelmű. Ez lehet a hosszú hasznos élettartama miatt, de annak természetes következménye is, hogy hosszabb idő áll rendelkezésükre. Más nézőpontból vizsgálva, a sportba fiatalon bekerülő lovak feltételezhetően a legtehetségesebbek, és így az első induláskori életkor figyelemre méltó genetikai varianciát mutat.

Az eltérő módszerekkel képzett mérőszámok log-likelihood értékei csak kismértékben különböznek egymástól. Az RMSE értékek az átalakítás nélküli sportban töltött évekre voltak a legmagasabbak. A legkisebb RMSE érték eredményezi a legpontosabb vizsgálatot. A matematikai függvényekkel létrehozott mérőszámok pontosabb becsléseket tettek lehetővé. Az RMSE a sportban töltött évek negyedik gyökénél volt a legalacsonyabb mindkét

modellben. A sportban töltött évek matematikai átalakítására azonban mindegyik függvény alkalmas lehet.

### **5.3 Következtetések**

Eredményeink szerint a sportban töltött évek, mint értékmérő tulajdonság, felhasználható lehet (bár sok hibaforrással terhelt) a sportban teljesítő loállomány hosszú élettartamának vizsgálatára. Megmutattuk, hogy az első induláskori életkor hatással van a sportban töltött évek számára. A hosszú élettartam lineáris modellel történő elemzése lehetséges alternatíva lehet a túlélés-elemzéssel végzett vizsgálatok mellé. A tenyésztők számára lényeges, hogy az alacsony örökölhetőség mellett is lehetséges a mérőszámok alapján a hosszú élettartamra szelekciót folytatni kellően nagy szelekciós nyomás mellett. A szelekcióhoz szükséges tenyészérték-bebecsléshez és annak megbízhatóságához elengedhetetlenül fontos a származás, valamint a rokonok (elsősorban a féltestvérek) sportteljesítményének ismerete. Az elemzés során nem ismertük a díjugrató sportból való kikerülés okait (képesség hiánya, pénzhiány, kancák tenyésztésbe vétele, sérülések, állóképesség hiánya stb.), ami a rövid sportkarrier feltűnően nagy arányát okozta, és a genetikai értékelés pontosságát torzíthatta.



## 6 Néhány tényező hatása magyar sportlovak díjugratási sportkarrierére

### 6.1 Anyag és módszer

Az értékelés alapjául a 4.2.1. fejezetben ismertetett adatbázis szolgált. A kancák és mének tenyésztésbe vétel miatti kikerülésének esetleges torzító hatásának megelőzésére csak az 1992 után született herélték eredményeit vettük figyelembe az értékeléskor. A szűrt adatbázis 2605 ló 116018 díjugratási sporteredményét tartalmazta. Az utolsó évben is eredménnyel rendelkező lovakról nem tudtuk, hogy befejezték-e karrierjüket, vagy a következő évben esetleg folytatták azt. Az ilyen egyedek adatait jobbról cenzoráltként kezeltük, a karrier befejezésére vonatkozó pontos információ hiánya miatt. A szűrt adatbázis 30% jobbról cenzorált adatot tartalmazott.

Az idő diszkrét egységét, a sportban töltött éveket vettük alapul függő változóként. A sportban töltött éveket az utolsó és az első sportban töltött évek különbségeként értelmeztük. Az értékelő modellben fix hatásként a születési évet, az első induláskori életkort, valamint a maximális nehézségi szintet vettük figyelembe. A sportversenyeket nehézségük szerint 1 és 5 közé soroltuk be a korábban már ismertetett módon.

A matematikai értékelést Kaplan-Meier eljárással (*Kaplan és Meier, 1958*) és Cox regresszióval (*Cox, 1972*) végeztük, SPSS 13.0 szoftver felhasználásával. A Kaplan-Meier eljárás cenzorált adatokat is tartalmazó idő-esemény modellek becslésére alkalmas módszer. Cenzorálnak tekintettük azoknak a lovaknak az adatait, amelyek az utolsó vizsgálati évben is versenyeztek, mivel nem lehetett tudni, hogy a következő évben is folytatták-e a pályafutásukat, vagy a következő évben már kikerültek a sportból. A Kaplan-Meier modell feltételes valószínűségek becslésén alapszik, és minden időponthoz, amelyben esemény történik, a túlélési arány becslésére összesített korlátot számít. A túlélési arány az egy csoportban a sportban töltött évek előrehaladtával a még aktívan versenyző egyedek arányát mutatja meg a kiindulási létszámhoz képest. A Cox regresszió (ko)variálós változókat (két mérhető értékmérő együttes mozgását fejezi ki) is megenged a modellben, és minden kovariálós tényezőre becsül együtthatókat, így ugyanabban a modellben több kovariálós faktor hatását is lehet elemezni. A Cox regressziót folytonos kovariálós tényezők hatásának vizsgálatára alkalmazhatjuk (*Kleinbaum és Klein, 2012*). Alkalmazásával az értékelt tényezők minden csoportjára a csoportba tartozó lovak sportban eltöltött évei alapján meghatározható, hogy az aktuális versenyszezon lezárultával mekkora az esély a pályafutás folytatására, illetve a kiesésre. A kiesési kockázatra számított esélyeket a könnyebb értelmezhetőség érdekében hányadosként (kockázati hányados) mutatjuk be, ahol kockázati arányokat a legkisebb kiesési kockázattal bíró csoportra (referencia-osztály) számított értékkel osztottuk.

### 6.2 Eredmények és megbeszélés

A maximális nehézségi szint, valamint az első induláskori életkor egyaránt szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) hat a sportban töltött évekre (10. táblázat).

10. táblázat

## Az értékelt tényezők szignifikancia szintjei

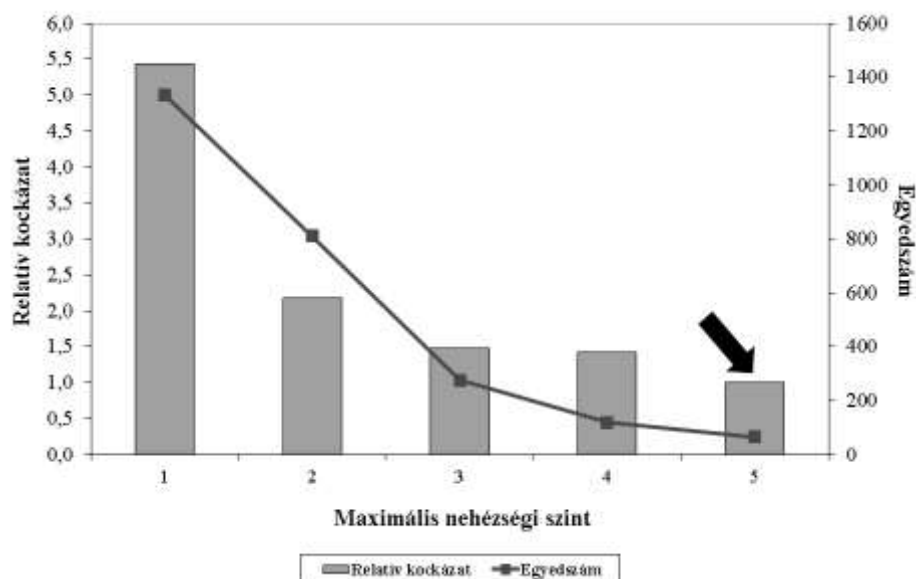
	Maximális nehézség			Az első induláskori életkor (években)		
	Chi <sup>2</sup> érték	Szab. fok	Szig. szint	Chi <sup>2</sup> érték	Szab. fok	Szig. szint
Log rank (Mantel-Cox)	687,95	4	P<0,001	155,43	5	P<0,001
Breslow (Generalized Wilcoxon)	708,44	4	P<0,001	161,89	5	P<0,001
Tarone-Ware	730,53	4	P<0,001	163,73	5	P<0,001

11. táblázat

## A maximális nehézségi szint kockázati statisztikái.

Csoport	A túlélési modell együtthatói	Az együttható standard hibája	Wald statisztika	Szabadságfok
1			465,783	4
2	1,692	0,188	81,402	1
3	0,775	0,189	16,818	1
4	0,389	0,200	3,788	1
5	0,353	0,216	2,663	1

A maximális nehézségi szintre számított kockázati hányadosokat és az egyedszámot a 4. ábra, a túlélési modell együtthatóit és a Wald statisztika értékeit a 11. táblázat mutatja be. A kiesési kockázat a kizárólag a legkönnyebb kategóriában versenyző lovaknál volt a legmagasabb, 5,5-ször haladta meg a legnehezebb szinten is teljesítő egyedekre számítottat. A kiesési kockázat a harmadik és a negyedik szinteken teljesítő lovaknál közel azonos volt. Ahogy nőtt a maximális nehézségi szint, a kiesési kockázat úgy csökkent. Ez azt is sugallhatja, hogy ezen a szinten már majdhogyan minden nehézség árán van értelme sportoltatni a lovat. A nehézségi kategóriánkénti egyedszám a kiesési kockázathoz hasonlóan változott.



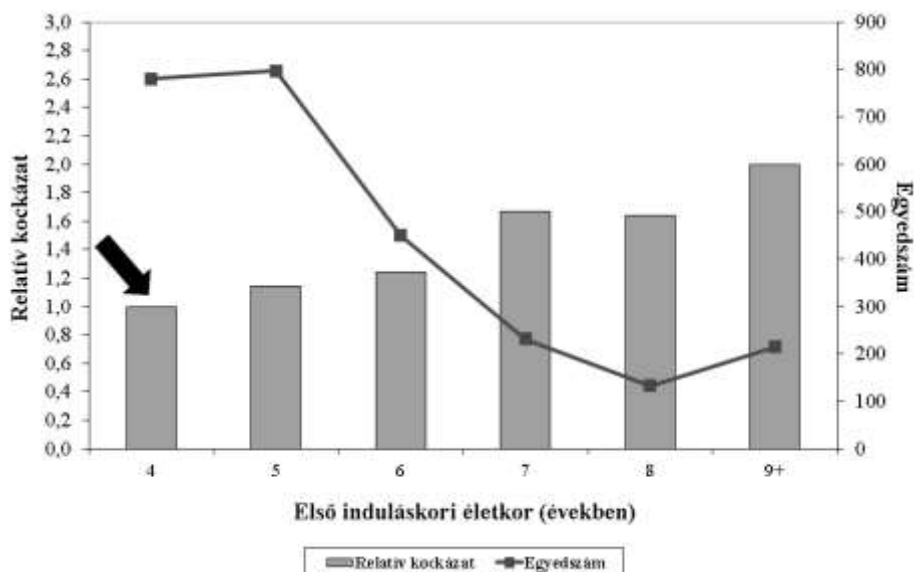
4. ábra: A maximális nehézségi szint kockázati hányadosai. A nyíl a referencia osztályt jelöli

12. táblázat

Az első induláskori életkor kockázati statisztikái

Korcsoportok	A túlélési modell együtthatói	Az együttható standard hibája	Wald statisztika	Szabadságfok
4			78,701	5
5	0,133	0,061	4,734	1
6	0,215	0,072	8,839	1
7	0,510	0,090	32,085	1
8	0,496	0,111	20,071	1
9+	0,690	0,094	53,868	1

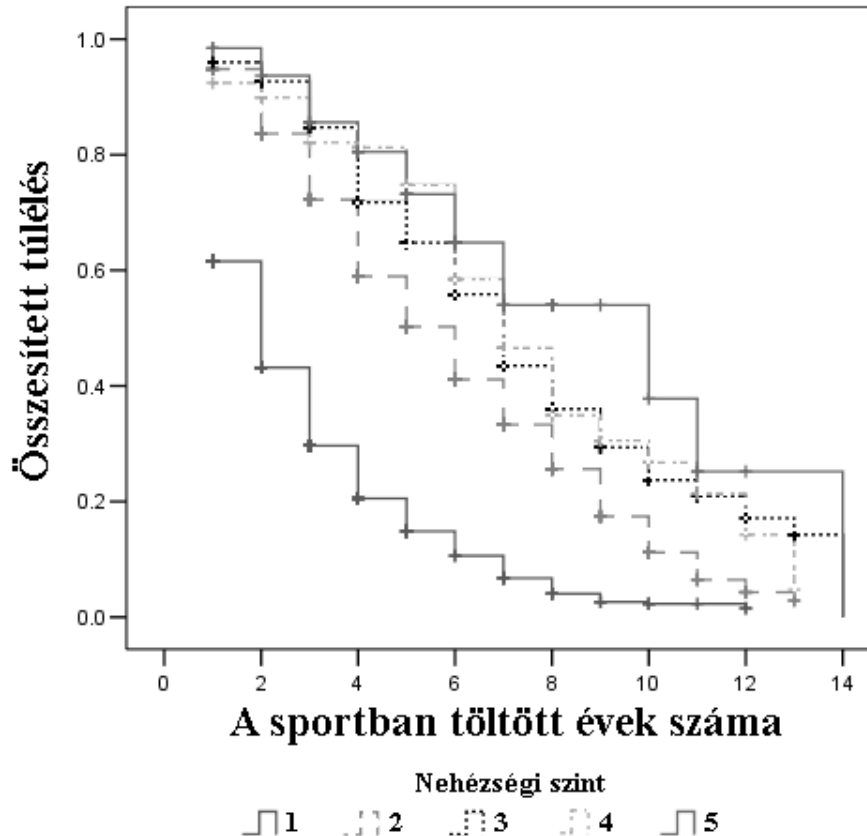
Az első induláskori életkorra számított kockázati hányadosokat és az egyedszámot az 5. ábra, a túlélési modell együtthatóit és a Wald statisztika értékeit a 12. táblázat mutatja be. Minél korábbi életkorban kezdte meg a ló a sportkarrierjét, annál tovább maradt a pályákon, ami az elterjedt nézetekkel ellentétes tendenciát mutat. A hét- és nyolcéves korban kezdő lovak kockázati hányadosai megegyeztek. Ahogyan előzetesen is várható volt, az idősebb korban kezdő lovak kockázati értékei voltak a nagyobbak. Az értékelésben szereplő herétek nagy része négy-, vagy ötéves korában kezdte meg sportkarrierjét. A legalacsonyabb egyedszámot a nyolcéves korukban kezdő lovakra találtuk.



5. ábra: Az első induláskori életkor kockázati hányadosai. A nyíl a referencia osztályt jelöli

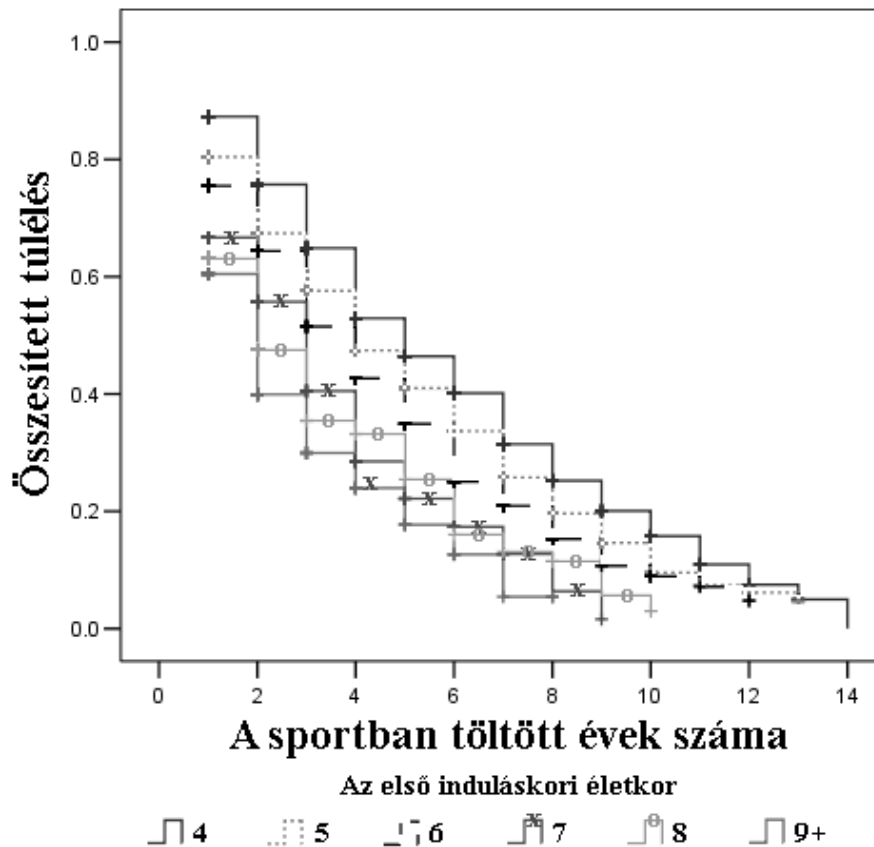
A 6. ábra az eltérő maximális nehézségi szintek csoportjaira mutatja be a túlélési függvényeket. A túlélési függvények megmutatják, hogy az értékelt hatás különböző csoportjaiba tartozó egyedek mekkora aránya hány évet töltött az ugrósportban. Az első két évben a legnagyobb csökkenést a kizárólag a legkönnyebb kategóriában teljesítő lovakra számítottuk. Az erre a nehézségi szintre számított értékek jól elkülönültek a nehezebb kategóriákra vonatkozó értékektől, ami az is jelentheti, hogy a kevésbé tehetséges lovak fele egy-két év után elhagyja az ugrópályákat. Az nagyszerű lenne, ha a kancák azért távoznának,

mert a tulajdonos valamiféle képet szeretne kapni a ló képességéről a tenyésztésbe állítása előtt. A legnehezebb kategóriában is versenyző lovak voltak leghosszabb ideig a sportpályákon, ahogy az a vizsgálat előtt is feltételezhető volt. A negyedik és ötödik nehézségi szinteken teljesítő lovak kockázati faktorai csak a sportban töltött hatodik év után különültek el egymástól. A továbbiakban a negyedik nehézségi szint együtthatói a harmadik szintre számítottakkal mozogtak együtt.



**6. ábra: Az ugrósportban töltött hasznos élettartam a maximális nehézség különböző csoportjaira.**

A 7. ábra a különböző első induláskori életkori csoportokra mutatja be a túlélési függvényeket. A túlélési esély a karrierjüket nyolcévesen kezdő lovaknál leginkább az első és a második év között csökkent. A többi életkori kategóriában a csökkenés megegyezett az első és második, valamint a második és harmadik évek között. A karrierjüket négy, illetve hatéves koruk között megkezdő lovak voltak legtovább az ugrópályákon. A négyéves korban kezdő lovakra számított becsléseink tendenciája hasonlóan alakult Ricard és Blouin (2011) kutatásaihoz. A négy-, hat- és nyolcéves korban kezdő lovakra kapott kockázati tényezők Ricard és Fournet-Hanocq (1997) közleményében megjelentekkel megegyező értékeket mutatnak. Ezek az eredmények Sobczynska (2007) angol telivérekre vonatkozó kutatásaihoz is hasonló tendenciát mutatnak.



**7. ábra: Az ugrósportban töltött hasznos élettartam az első induláskori életkor különböző csoportjaira.**

### 6.3 Következtetések

A tehetséges, nehéz kategóriájú versenyeken szereplő lovak hosszabb időt töltenek el a sportban. A díjugratási karrier korábbi életkor történő megkezdése kisebb kockázatot jelent, mint az idősebb korban történő első indulás.

## 7 A díjugrató sportban hasznos élettartam értékelése túlélés-analízissel

### 7.1 Anyag és módszer

A túlélés-analízis elvégzéséhez az 1996 és 2011 között díjugratási sporteredménnyel rendelkező, 1992 után született lovak adatait dolgoztuk fel. A mindösszesen 8475 ló adatait a Magyar Lovassport Szövetség Díjugrató Szakága bocsátotta rendelkezésünkre. A kapott adatbázis 27,4% jobbról cenzorált adatot tartalmazott.

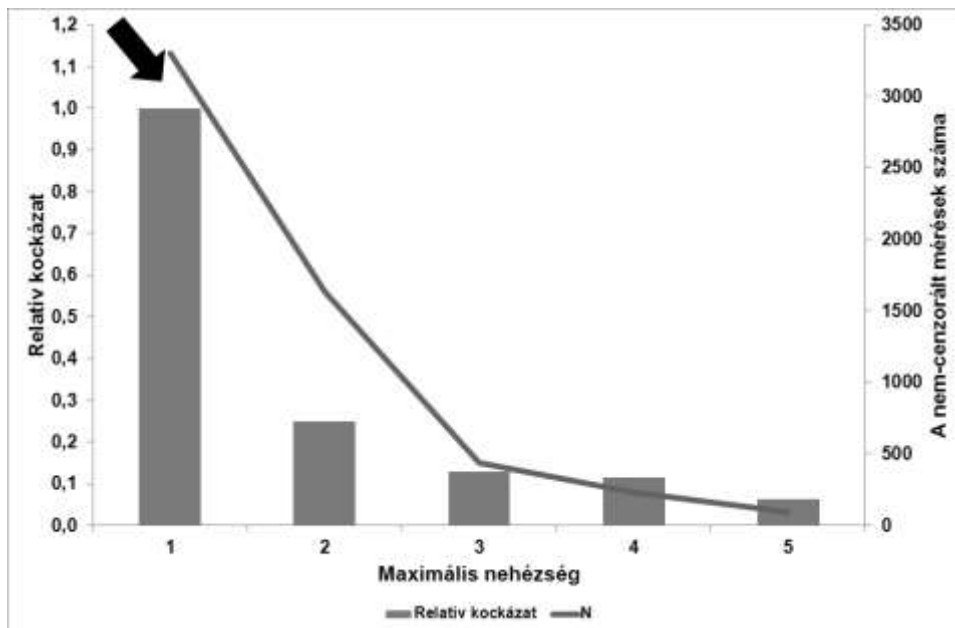
Az idő diszkrét egységét, a sportban töltött éveket vettük alapul függő változóként. A sportban töltött éveket az utolsó és az első sportban töltött évek különbségeként értelmeztük. Az értékelő modellben fix hatásként a születési évet, az első induláskori életkort, valamint a maximális nehézségi szintet vettük figyelembe. A sportversenyeket nehézségük szerint 1 és 5 közé soroltuk be a korábban már ismertetett módon. A fix hatások mindegyike szignifikáns volt ( $P < 0,001$ ).

A hasznos élettartam és a fix hatások közötti összefüggések feltárására Weibull proporcionális kockázati modellt használtunk. Az ivar, a születési év, az első induláskori életkor és a nehézségi szint szerepelt fix hatásként a modellben. Az értékelést proporcionális kockázati modellel végeztük Weibull eloszlást feltételezve a Survival Kit v6 programcsomag alkalmazásával (*Ducrocq és mtsai, 2010*).

A tényezőkre számított kiesési kockázati arányokat egy referencia-osztályhoz viszonyítva mutatjuk be. Referencia-osztálynak ebben az legkevesebb nem-cenzorált adatot tartalmazó csoportot választottuk minden tényező esetében.

### 7.2 Eredmények és megbeszélés

A túlélés-analízissel a maximális nehézségi szintre becsült kockázati hányadosokat a 8. ábra szemlélteti. A legnagyobb kiesési kockázat egyben a legtöbb befejezettnek tekinthető sportteljesítményt is tartalmazó 1-es kategóriához tartozik. Ennek lehet oka, hogy a lovasok nem akarnak a kevésbé sikeres lovakkal versenyezni, vagy olyan egészségügyi probléma is, ami nem teszi lehetővé a ló sportkarrierjének folytatását. Ahogy már a vizsgálat előtt is feltételezhető volt, a legkisebb kiesési kockázat a legnehezebb kategóriában is versenyző lovakhoz becsülhető, kiesési kockázatuk 10%-a a kizárólag csak 1-es nehézségi szinteken induló versenytársaikhoz képest. A már a 2-es nehézségi szinten is teljesítő lovak kiesési esélye is lényegesen alacsonyabb (30%-a), mint kizárólag a legkönnyebb versenyeken indulóké. A 3-as, 4-es és az 5-ös nehézségen szereplő lovak kiesési esélye közel azonos.

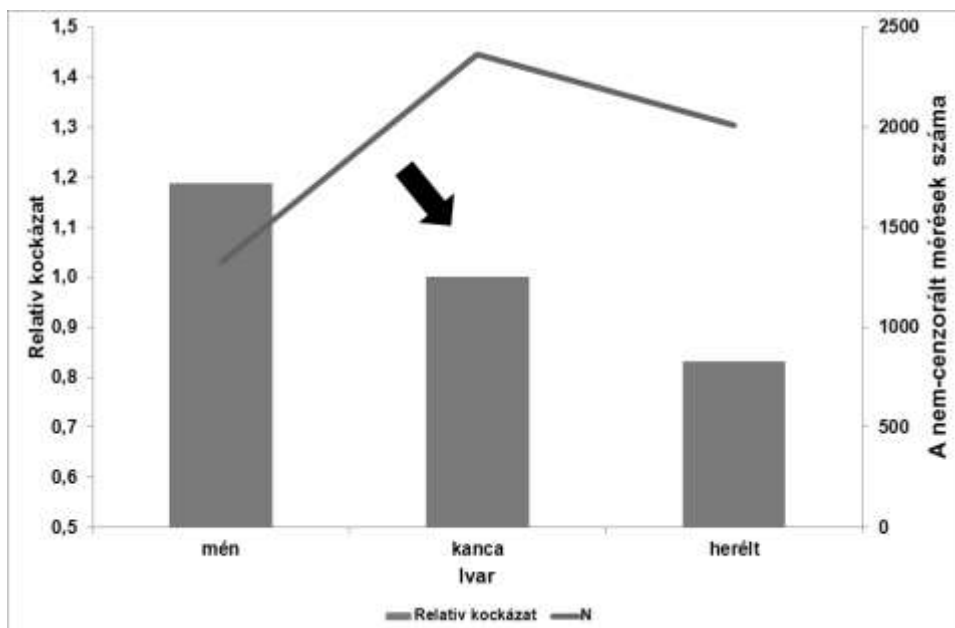


N= nem-cenzorált adatok száma, a nyíl a referencia-osztályt jelöli

### 8. ábra: A maximális nehézségi szintekre becsült kockázati hányadosok

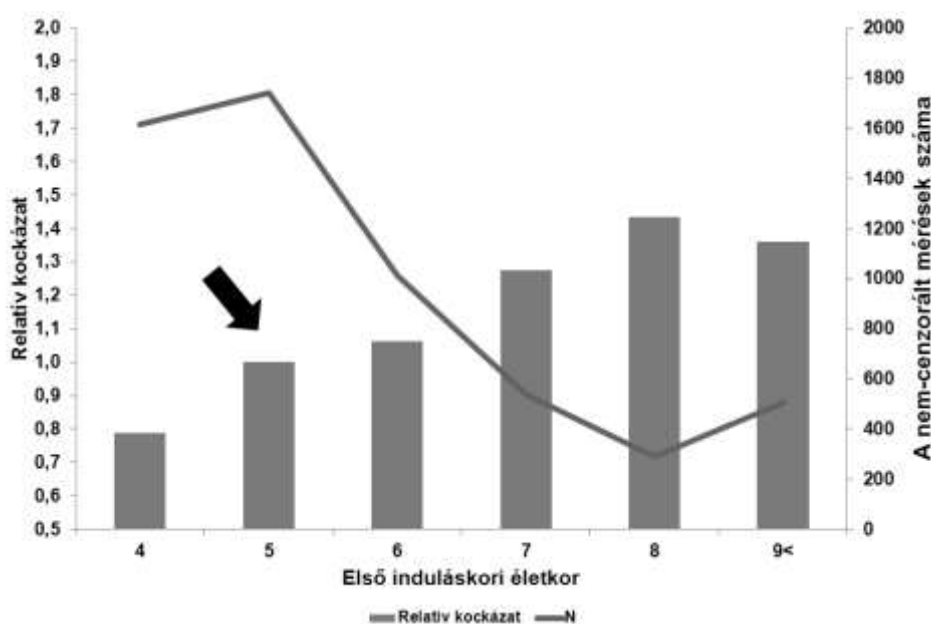
Az ivar és a sportban töltött évek közötti összefüggéseket a 9. ábra mutatja be. Összehasonlítási alapként a kancák teljesítménye számított. A ménnek kiesési esélye közel 15%-kal nagyobb, mint a kancáké, míg a herélteké 20%-kal alacsonyabb. Fontos kiemelni, hogy a rendelkezésre álló adatbázisból nem derülhet ki, hogy a kiesett ménnek képességbeli problémái voltak, tenyészménként alkalmazták-e a továbbiakban, vagy a könnyebb kezelhetőség miatt ivartalanították. Eredményeinkkel ellentétben van *Ricard és Blouin (2011)* közlésével, akik francia ugrólovak értékeléskor a legnagyobb kiesési kockázatot a kancákra számították.

Az első induláskori életkornak szintén statisztikailag igazolható hatása volt a sportban töltött évekre (10. ábra). Az életkor előrehaladtával a kiesési kockázat egyre nagyobb lett. Referenciaként ebben az esetben az ötéves lovakat választottuk. A nyolcéves, vagy idősebb lovakra számított arány közel azonos volt, 50%-kal haladta meg az ötévesek értékét. A leghosszabb ideig a sportba négyévesen került lovak teljesítettek, a kiesési kockázatuk 20%-kal volt alacsonyabb, mint az ötéveseké.



N= nem-cenzorált adatok száma, a nyíl a referencia-osztályt jelöli

**9. ábra: Az ivarra becsült kockázati hányadosok**



N= nem-cenzorált adatok száma, a nyíl a referencia-osztályt jelöli

**10. ábra: Az első induláskori életkorra becsült kockázati hányadosok**

### 7.3 Következtetések

A díjugratási sporteredmények alkalmasak lehetnek a tartós teljesítmény értékelésére. A kiesési kockázat a télélés-analízis eredményei szerint az első induláskori életkor növekedésével emelkedett. A maximális nehézségi szint növekedésével a kiesési kockázat csökkent, ami megerősíti, hogy a nehezebb kategóriákban is eredményekkel rendelkező lovak tovább maradnak a sportpályákon. A sportban töltött évek alapján a legtovább a heréltek maradtak az ugrópályákon.



## 8 A díjugratásban nyújtott teljesítményt értékelő különböző matematikai átalakítások összehasonlítása

### 8.1 Anyag és módszer

Vizsgálatunkban a Magyar Lovassport Szövetség Díjugratás Szakága által rendelkezésünkre bocsátott, 1996 és 2011 közötti díjugratás szakági eredményeket használtuk fel. Az adatbázis, a hibás adatok javítása és a hiányos adatok pótlása után 10199 ló 358342 startját tartalmazta, amelyben hazai és külföldi versenyek eredményei egyaránt szerepeltek. Az adatbázisban megtalálható volt a ló azonosítója, neve, ivara, lovasának neve, a verseny éve, szintje, helyszíne, a hibapont és a helyezés. A lovak származását az Országos Lótenyésztési Információs Rendszer, sportló nyilvántartások és származási lapok segítségével építettük fel. Az elemzéshez felhasznált pedigriben négy generációra visszamenően 39878 ló szerepelt. A lovak teljesítményének összehasonlításához a versenyeket nehézségi szintjük szerint öt kategóriába soroltuk az *1. táblázatban* bemutatottak szerint, figyelembe véve a versenyszám típusát és az akadályok magasságát.

A díjugratási teljesítmény mérésére alkalmazott mérőszámokban az elért helyezéseket, a versenyen indulók számát és a verseny nehézségi szintjét vettük alapul. A genetikában vizsgált sok más komplex tulajdonsághoz hasonlóan a helyezések sem normális eloszlásúak. A statisztikában gyakran alkalmazott eljárás, ha a minta eloszlása nem normális, akkor vesszük a mintaelemek négyzetgyökét vagy logaritmusát, mely művelettel sikerül az adatokat normális eloszlásúvá transzformálni. Lényeges továbbá a verseny nehézségi szintjének megállapítása (*Tavernier, 1990*), hiszen a lovak eredményeit egy versenyszinten belül lehet összehasonlítani (*Ducro, 2011*). A különböző nehézségi szinteken a teljesítményt vagy különböző tulajdonságként kezeljük (*Hassenstein és mtsai, 1998; Huizinga és van der Meij, 1989; Aldridge és mtsai, 2000*), vagy a teljesítményt értékelő pontszámokat súlyozzuk a verseny nehézségi szintjével (*Ducro, 2011*). Az utóbbi módszer lényege, hogy az azonos helyezést elért lovak közül a magasabb versenyszinten szereplő ló több pontot kap.

A vizsgált mérőszámokat általánosított formában a *13. táblázat* tartalmazza. A négyzetgyök és a logaritmus függvény szigorú monotonitása miatt a transzformált helyezés értékét egy „C” konstans számból vontuk ki, amelyet *Bugislaus és mtsai (2005)* javaslata alapján úgy választottunk meg, hogy a különbségek eredménye ne legyen negatív. Ezáltal egy ló minél jobb helyezést ér el, annál több pontot kap. Az elért helyezés négyzetgyök függvénnyel való átalakítását alkalmazta *Luehrs-Behnke és mtsai (2002)* és *Viklund és mtsai (2011)*  $c = 11$  választással.

### 13. táblázat

#### A helyezéseken alapuló mérőszámok képzése transzformációkkal

Négyzetgyök	Logaritmusos	Inverz normális
$c - \sqrt{\text{helyezés}}$	$c - \log_a(\text{helyezés})$	$\phi^{-1}\left(\frac{r_i - k}{N - 2k + 1}\right)$
$(c - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}$	$c - \log_a(\text{helyezés}) * \text{kategória}$	$\phi^{-1}\left(\frac{r_i - k}{N - 2k + 1}\right) * \text{kategória}$
$(c - \sqrt{\text{helyezés}}) * \text{kategória}^2$	$c - \log_a(\text{helyezés}) * \text{kategória}^2$	$\phi^{-1}\left(\frac{r_i - k}{N - 2k + 1}\right) * \text{kategória}^2$

Az inverz normális transzformáció esetén az

$Y_i^j$  = a teljesítményt értékelő pontszám (az i. versenyen szereplő l. ló pontszáma)

$r_i$  = az i. versenyen elért helyezés

$N$  = a megfigyelések száma (adott versenyen induló lovak száma)

$\phi^{-1}$  standard normális eloszlásfüggvény.

Az inverz normális eloszlás alkalmazásával képzett pontszámok esetében a lovak teljesítményét nemcsak a helyezéssel, hanem az adott versenyen induló lovak számával is korrigáljuk.

A mérőszámokat súlyoztuk a verseny nehézségi szintjével, így egy nagyobb intervallumon mozgó mérőszámot kaptunk, amellyel érzékeltethető a versenyszintek közötti különbség. A mérőszámok összehasonlítását a modellek illeszkedésének jósága ( $R^2$  érték) alapján végeztük.

A nehézségi kategóriával nem súlyozott mérőszámokra az

$$Y_{ijklmnop} = \mu + \text{Életkor}_i + \text{Ivar}_j + \text{Versenyév}_k + \text{Versenyhely}_l + \text{Nehézségi kategória}_m + \text{Lovas}_n + \text{Perm}_o + \text{Egyed}_o + e_{ijklmnop},$$

a nehézségi kategóriával súlyozott mérőszámokra az

$$Y_{ijklnop} = \mu + \text{Életkor}_i + \text{Ivar}_j + \text{Versenyév}_k + \text{Versenyhely}_l + \text{Lovas}_n + \text{Perm}_o + \text{Egyed}_o + e_{ijklmnop}$$

ismételhetőségi egyedmodellt alkalmaztuk, ahol

$Y_{ijklmnop}$ ,  $Y_{ijklnop}$  = a ló eredményét értékelő pontszám

$\mu$  = a populációátlag

$\text{Életkor}_i$  = az életkor fix hatása

$\text{Ivar}_j$  = az ivar fix hatása

$\text{Versenyév}_k$  = a verseny évének fix hatása

$\text{Versenyhely}_l$  = a verseny helyszínének fix hatása

$\text{Nehézségi kategória}_m$  = a versenyszám szintjének hatása

$\text{Lovas}_n$  = a lovas véletlen hatása

$\text{Perm}_o$  = az állandó környezeti hatás

$\text{Egyed}_o$  = a ló véletlen hatása

$e_{ijklmnop}$  = a véletlen hiba értéke.

A Mrode (1996) által is javasolt ismételhetőségi egyedmodellt alkalmaztuk az adatok elemzésére. Ez az eljárás a pedigriben lévő összes elérhető információt, rokonsági kapcsolatot hasznosítja a genetikai értékelésben. A fix tényezők szignifikáns befolyását a legkisebb négyzetek módszerével, a SAS GLM (*Sas Institute, 1999*) eljárást alkalmazva vizsgáltuk.

A varianciakomponensek becslését a fentebb ismertetett modell alapján, REML módszerrel a VCE-6 szoftver alkalmazásával (*Groeneveld és mtsai, 2008*) végeztük. A teljesítmény értékelésekor additív genetikai varianciát, állandó környezeti varianciát, lovas varianciáját és hibavarianciát becsültünk. Az így becsült variancia komponensekből határoztuk meg az örökölhetőségi és ismételhetőségi értékeket.

## 8.2 Eredmények és megbeszélés

A négyzetgyök függvényvel létrehozott mérőszámok generálásához a  $c=15$  érték megválasztása volt optimális.

A különböző matematikai átalakításokkal és súlyozásokkal létrehozott mérőszámokra becsült determinációs koefficiens értékeit, valamint a genetikai paramétereket (örökölhetőség és ismételhetőség) a 14. táblázat szemlélteti.

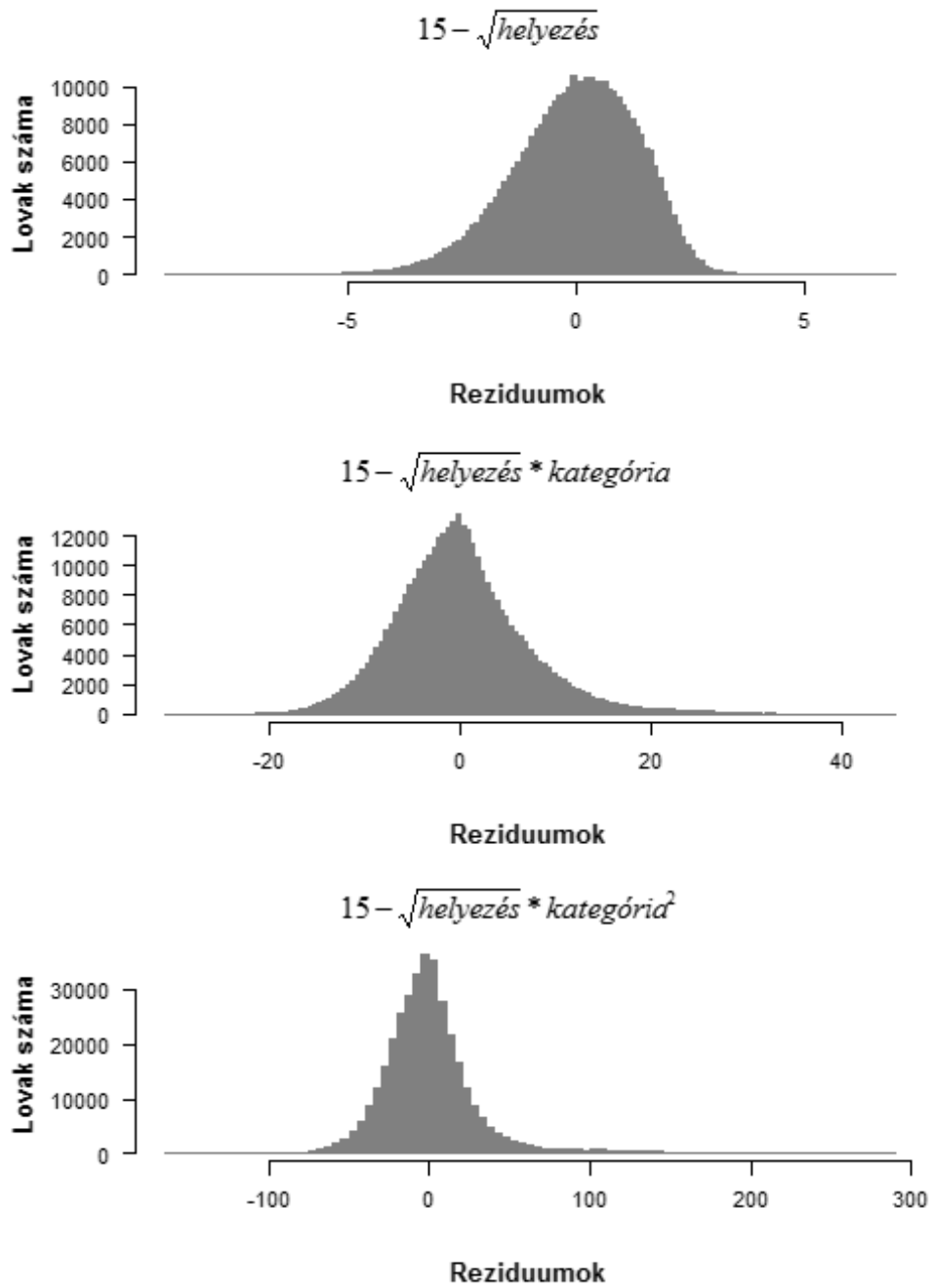
14. táblázat.

A mérőszámokra becsült determinációs együtthatók és genetikai paraméterek

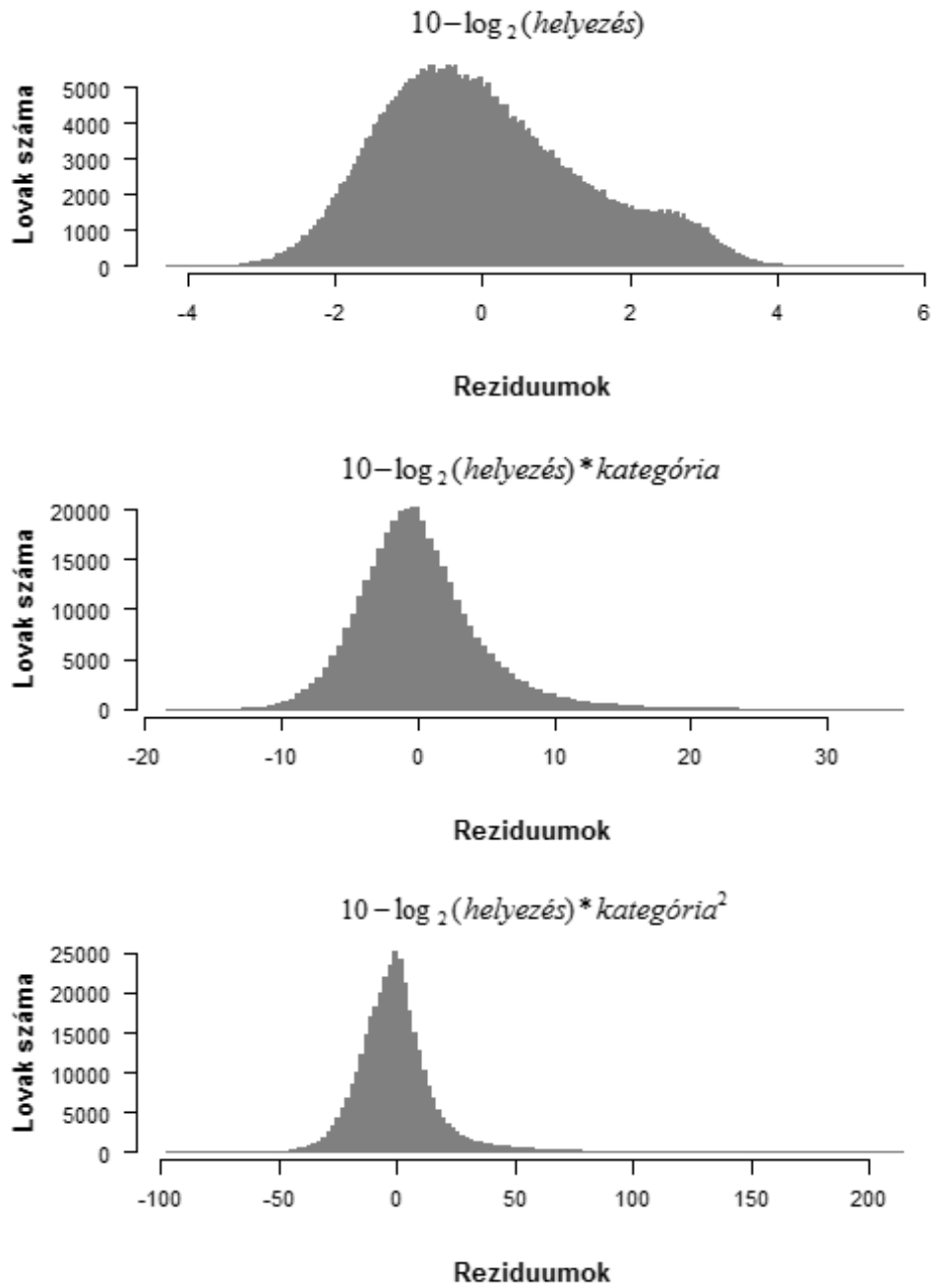
Mérőszám	$R^2$	Genetikai paraméterek		
		$h^2$	R	
Négyzetgyök alapú	$15 - \sqrt{\text{helyezés}}$	0,18	0,02	0,08
	$15 - \sqrt{\text{helyezés}} * \text{kategória}$	0,47	0,07	0,26
	$15 - \sqrt{\text{helyezés}} * \text{kategória}^2$	0,46	0,06	0,23
Logaritmusos átalakítások	$10 - \log_2(\text{helyezés})$	0,16	0,02	0,08
	$10 - \log_2(\text{helyezés}) * \text{kategória}$	0,43	0,07	0,23
	$10 - \log_2(\text{helyezés}) * \text{kategória}^2$	0,45	0,05	0,22
	$3 - \log_{10}(\text{helyezés})$	0,16	0,02	0,05
	$3 - \log_{10}(\text{helyezés}) * \text{kategória}$	0,43	0,07	0,24
	$3 - \log_{10}(\text{helyezés}) * \text{kategória}^2$	0,45	0,06	0,22
	$5,5 - \ln(\text{helyezés})$	0,16	0,06	0,20
	$5,5 - \ln(\text{helyezés}) * \text{kategória}$	0,36	0,06	0,20
	$5,5 - \ln(\text{helyezés}) * \text{kategória}^2$	0,41	0,05	0,21
Inverz normális	$\text{Blom-féle pontszám} + 3$	0,09	0,05	0,13
	$(\text{Blom-féle pontszám} + 3) * \text{kategória}$	0,45	0,07	0,23
	$(\text{Blom-féle pontszám} + 3) * \text{kategória}^2$	0,46	0,05	0,22

A modellek illeszkedésének pontossága a súlyozás nélküli mérőszám esetében alacsony, míg a többi modell esetében közepes volt (14. táblázat). Az eredmények alapján jobb illeszkedésűnek bizonyultak azok a négyzetgyök-alapú modellek, ahol a teljesítményt értékelő pontszámot a verseny nehézségi kategóriájával súlyoztuk.

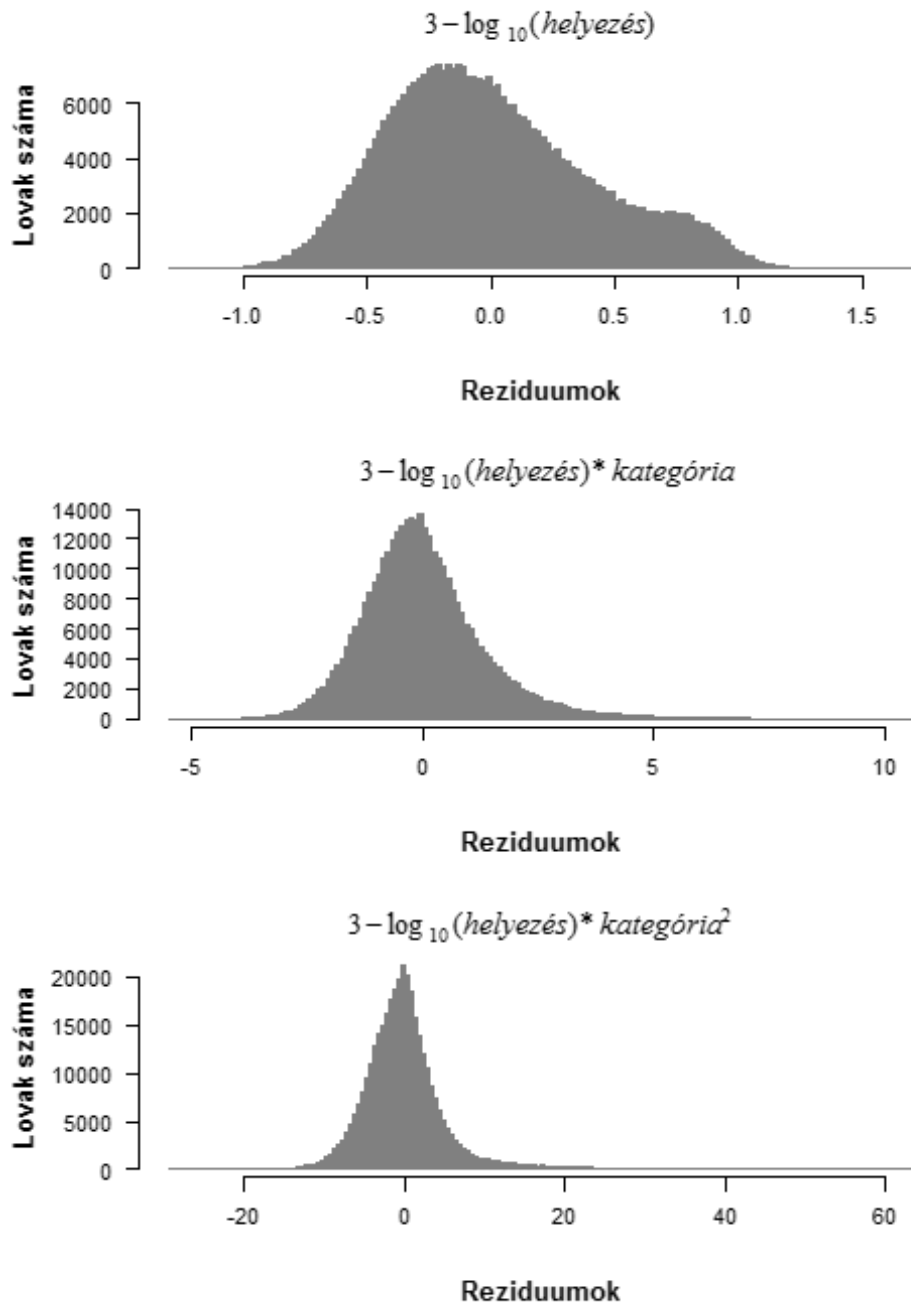
A mérőszámok becslési hibáinak megoszlását a 11-15. ábrák mutatják be. A hibatagok eloszlása azt mutatja, hogy a nehézségi kategóriákkal történő súlyozás javítja a hibatagok eloszlását. Leginkább a nehézségi szintekkel végzett szorzás hatása látványos.



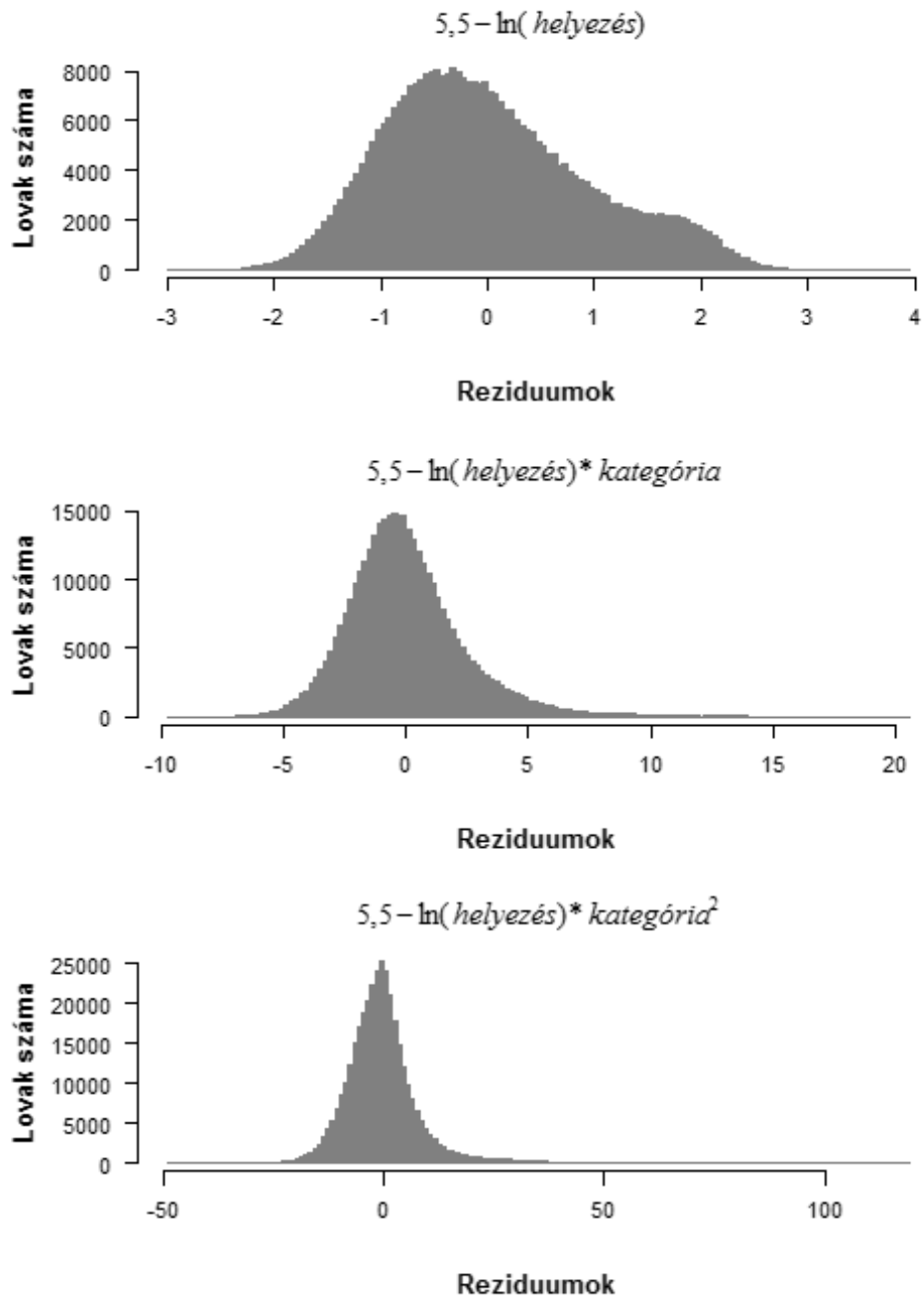
11. ábra: A sportteljesítményt értékelő négyzetgyök-alapú mérőszámok becslési hibáinak megoszlása



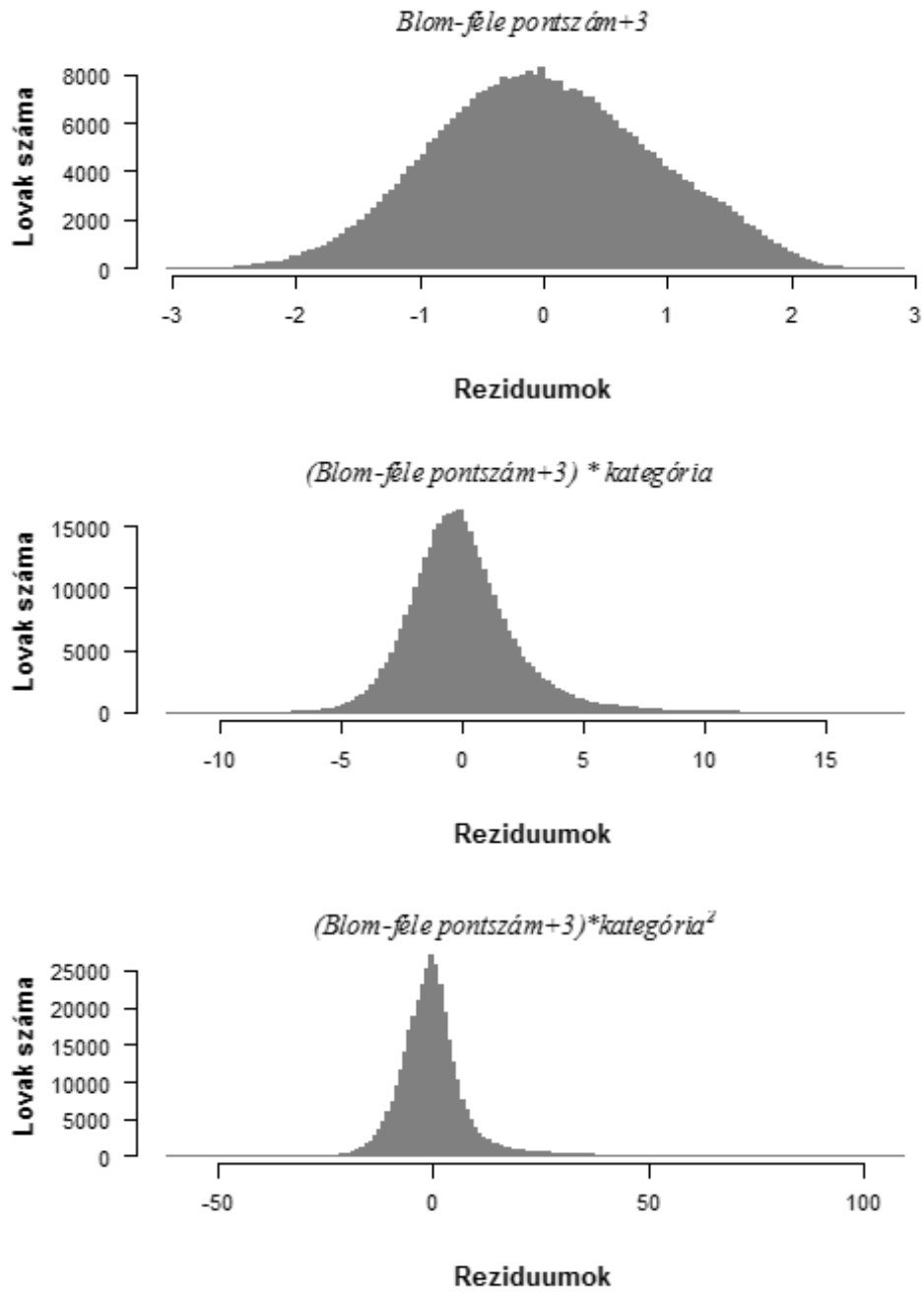
12. ábra: A sportteljesítményt értékelő 2-es-alapú logaritmussal képzett mérőszámok becslési hibáinak megoszlása



13. ábra: A sportteljesítményt értékelő 10-es-alapú logaritmussal képzett mérőszámok becslési hibáinak megoszlása



14. ábra: A sportteljesítményt értékelő természetes-alapú logaritmussal képzett mérőszámok becslési hibáinak megoszlása



**15. ábra: A sportteljesítményt értékelő inverz normális eloszlás alkalmazásával képzett mérőszámok becslési hibáinak megoszlása**



### 8.3 Következtetések

A vizsgálat eredményeként megállapíthatjuk, hogy a teljesítményt értékelő pontszámoknál érdemes lehet súlyozni a verseny nehézségi szintjével. A nehézségi kategóriával súlyozott pontszámokra illesztett modellek jobb illeszkedésűnek bizonyultak. A díjugratásban nyújtott teljesítmény alacsony örökölhetőségi és ismételhetőségi értékeket mutatnak a vizsgált mérőszámok esetében.

További értékelésekre az alábbi mérőszámokat javasoljuk:

- $15 - \sqrt{\text{helyezés}} * \text{kategória}$
- $3 - \log_{10}(\text{helyezés}) * \text{kategória}$
- $(\text{Blom-féle pontszám} + 3) * \text{kategória}$

## 9 Különböző nehézségi szinteken nyújtott sportteljesítmények értékelése

### 9.1 Anyag és módszer

A vizsgálathoz a 4.1. alfejezetben már leírt adatbázist, és nehézségi szintek szerinti csoportosítást vettük alapul.

A sportteljesítmény mérésére az elért helyezéseket vettük alapul. A további értékeléshez logaritmikus, négyzetgyök alapú és normalizálással átalakított mérőszámokat képeztünk, amelyeket a 15. táblázatban mutatunk be.

#### 15. táblázat.

##### A teljesítményt értékelő, matematikai átalakításokkal képzett mérőszámok

Mérőszám	Alkalmazott matematikai átalakítás
I. mérőszám	$10 - \log_2(\text{helyezés})$
II. mérőszám	$15 - \sqrt{\text{helyezés}}$
III. mérőszám	<i>Blom-féle pontszám</i> +3

Az értékeléshez alkalmazott ismételhetőségi egyedmodellben fix hatásként vettük figyelembe a ló életkorát, ivarát, verseny évét, helyszínét. Véletlen hatásként szerepelt a lovas, a ló és az állandó környezeti hatás a modellben. A fix tényezők szignifikáns befolyását a legkisebb négyzetek módszerével, a SAS GLM (*Sas Institute, 1999*) eljárást alkalmazva vizsgáltuk.

A varianciakomponensek becslését a fentebb ismertetett modell alapján, REML módszerrel a VCE-6 szoftver alkalmazásával (*Groeneveld és mtsai, 2008*) végeztük. A teljesítmény értékelésekor additív genetikai varianciát, állandó környezeti varianciát, lovas varianciáját és hibavarianciát becsültünk. Az így becsült variancia komponensekből határoztuk meg az örökölhetőségi és ismételhetőségi értékeket.

Az eltérő nehézségű versenyszinteken nyújtott teljesítményt különböző tulajdonságként vizsgálva (*Aldridge és mtsai (2000), Hassenstein és mtsai (1998), Huizinga és van der Meij (1989)*) felmerül annak a lehetősége, hogy meghatározzuk az egyes tulajdongások közötti korrelációkat.

### 9.2 Eredmények és megbeszélés

A különböző matematikai átalakításokkal képzett mérőszámokra becsült genetikai és fenotípusos korrelációkat a 16-18. táblázatok szemléltetik. Az eltérő átalakítások ellenére, a kapott korrelációs értékek tendenciája hasonlóan alakult. Erre magyarázat (lehet), hogy a számítások során minden esetben az elért helyezésekből indultunk ki! Az egyes kategóriákban nyújtott teljesítmények között jelentős eltérések vannak, ami a becslések pontosságát, értékelhetőségét rontja.

Az első négy nehézségi kategóriában nyújtott teljesítmények közötti genetikai korrelációk a logaritmikus és a négyzetgyök transzformációval kapott mérőszámok esetében közepesek és szorosak voltak ( $r_g=0,48-0,90$ ), míg a Blom normalizálással képzett mérőszámra szoros genetikai korrelációs értékeket számítottunk. A kapott értékek minden esetben szignifikánsak ( $P<0,05$ ), a nehézségi szintek közötti távolság növekedésével a korrelációs értékek minden mérőszám esetében csökkentek. Ez összhangban van korábbi, a magyar sportló fajta sporteredményeinek random regressziós értékeléssel végzett vizsgálatának eredményeivel

(Posta és mtsai, 2010). A szoros korrelációs értékek arra utalnak, hogy egy magasabb követelményszinten is el tudják foglalni az egyedek az alacsonyabb követelményszinten megszerzett pozíciójukat. Ez a nagyobb képességen túl a jobb képzettség miatt következhet be.

A kapott eredmények lényegesen magasabbak Hassenstein és mtsai (1998) német díjugratási sporteredményekre becsült értékeinél. Ez az egyes nehézségi szinteken nyújtott teljesítmények közötti szorosabb genetikai összefüggésekre utal a hazai állományban.

A fenotípusos korrelációk mindhárom mérőszám esetében szignifikáns és laza összefüggést mutattak az egyes nehézségi szinteken nyújtott teljesítmények között. A nehézségi szintek közötti távolság növekedésével a genetikai korrelációkhoz hasonlóan a fenotípusos korrelációk értékei is csökkentek. A kapott eredmények alatta maradnak Hassenstein és mtsai (1998) német díjugratási sporteredményekből becsült értékeinek.

A versenyrendszer legnehezebb szintjén és a többi kategóriában teljesítő lovak eredményeinek összevetése az elegendő elemszám hiánya miatt nem adott értelmezhető eredményeket, így azok bemutatása csak tájékoztató jellegű.

#### 16. táblázat

##### Az I. mérőszám esetében számított genetikai (az átló fölött) és fenotípusos korrelációk (az átló alatt)

Nehézségi szintek	N	1	2	3	4	5
1	209.866		0,86	0,71	0,48	0,99
2	104.210	0,13		0,89	0,61	1,00
3	30.332	0,08	0,13		1,00	-1,00
4	12.084	0,07	0,12	0,13		*
5	1.850	0,03	0,09	0,11	*	

A \*-gal jelölt kapcsolatok esetében az optimalizálás nem volt elvégezhető

#### 17. táblázat

##### A II. mérőszám esetében számított genetikai (az átló fölött) és fenotípusos korrelációk (az átló alatt)

Nehézségi szintek	N	1	2	3	4	5
1	209.866		0,83	0,63	0,48	1,00
2	104.210	0,13		0,90	0,67	1,00
3	30.332	0,08	0,13		0,59	-1,00
4	12.084	0,07	0,11	0,13		-1,00
5	1.850	0,03	0,09	0,12	0,10	

**A III. mérőszám esetében számított genetikai (az átló fölött) és fenotípusos korrelációk (az átló alatt)**

<b>Nehézségi szintek</b>	<b>N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	209.866		1,00	0,99	0,86	1,00
2	104.210	0,16		0,97	0,74	1,00
3	30.332	0,13	0,21		0,86	1,00
4	12.084	0,12	0,19	0,22		1,00
5	1.850	0,08	0,14	0,22	0,23	

### 9.3 Következtetések

Az első négy nehézségi kategóriában a genetikai korrelációk közepesek és szorosak voltak, a nehézségi szintek közötti távolság növekedésével a korrelációs értékek csökkentek. A versenyrendszer legnehezebb szintjén nyújtott teljesítmény matematikai értékelése a kevés lótól származó adatok miatt nem adott statisztikailag megbízható eredményt, így a hasonló értékelésekben annak összevonása a negyedik nehézségi szinten nyújtott teljesítménnyel indokolt lehet.

## 10 Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval

### 10.1 Anyag és módszer

Az elemzéshez a 4.1. alfejezetben már ismertetett adatbázis szolgált alapul. A random regressziós modellben a négy és tizenegy év közötti lovak közül azoknak az eredményeit vettük figyelembe, amelyeknek a vizsgált időtartamban legalább öt startjuk volt. Az így megszürt adatbázis 269598 sporteredményt tartalmazott.

A 4.1. alfejezetben bemutatott mérőszámok közül az ismételhetőségi modell alapján legkedvezőbb három mérőszámra (Blom módszerrel normalizált, a kategóriával súlyozott helyezések, valamint a négyzetgyök és a 10-es alapú logaritmus alapú kategóriával súlyozott mérőszámok) illesztettünk random regressziós modellt.

Az adatok hibavarianciája nem tekinthető állandónak a vizsgálati időszakban (Schaeffer, 2004), ezért korcsoportokat alakítottunk ki. A korosztályokon belül a hibavarianciát konstansnak feltételeztük. Az életkort az évek alapján nyolc csoportra osztottuk. Az így létrejött csoportokban az adatok számát a 19. táblázatban mutatjuk be.

19. táblázat

A korcsoportokba tartozó rekordok száma

Korcsoport	Intervallum napokban	Megfigyelések száma
4	1462–1827	12 268
5	1828–2192	37 216
6	2193–2557	42 845
7	2558–2922	39 952
8	2923–3288	33 640
8<	3289–	107 030

Az illesztéshez Legendre-polinomot alkalmaztunk. A Legendre-polinom általános alakja:

$$\phi_n(t) = \frac{1}{2^n} \sqrt{\frac{2n+1}{2}} \sum_{k=0}^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} (-1)^k \binom{n}{k} \binom{2n-2k}{n} q_t^{n-2k},$$

ahol  $q_t$  a  $t$  időparaméter -1 és 1 közé konvertált értéke, azaz

$$q_t = -1 + 2 \frac{t - t_{\min}}{t_{\max} - t_{\min}}.$$

Az elemzésben felhasznált random regressziós egyedmodell alakja:

$$Y_{ijklmno}(t) = \mu + I \text{var}_i + \text{VersenyÉv}_j + \text{VersenyHely}_k + \text{Lovas}_l + \sum_{r=1}^s t^r + \sum_{r=1}^s \alpha_m \phi_o(q_t) + \sum_{r=1}^s \gamma_m \phi_o(q_t) + e_{ijklmno},$$

ahol

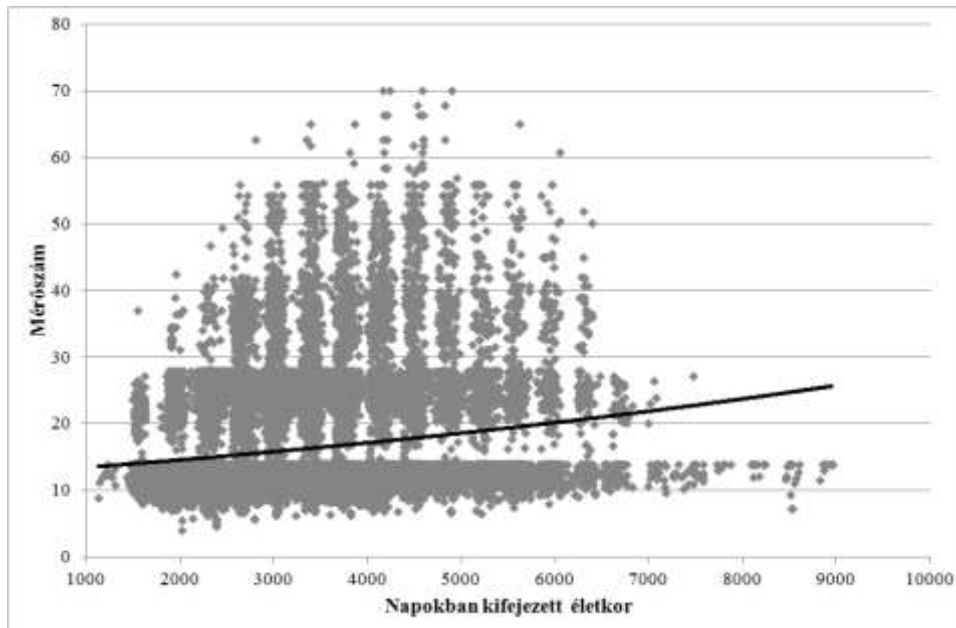
$Y_{ijklmno}$	= a ló versenyeredményét értékelő pontszám;
$\mu$	= a populációátlag;
$I \text{var}_i$	= az ivar fix hatása;
$\text{VersenyÉv}_j$	= a sportverseny évének fix hatása;
$\text{VersenyHel}$	= a sportverseny helyszínének fix hatása;
$y_k$	
$\text{Lovas}_l$	= a lovas véletlen hatása;
$t$	= napokban kifejezett életkor;
$\phi_o$	= az $r$ -edik Legendre-polinom értéke a konvertált $q_t$ életkorban;
$\alpha_m$	= a ló additív genetikai hatásának random regressziós együtthatója;
$\gamma_m$	= az állandó környezeti hatás random regressziós együtthatója;
$e_{ijklmno}$	= a véletlen hiba értéke.

A random regressziós együtthatók varianciakomponenseit REML módszerrel, a VCE-6 (Groeneveld és mtsai, 2008) szoftverrel határoztuk meg. A random regressziós együtthatók és a varianciakomponensek alapján meghatároztuk minden polinom esetében a sajátérték-függvényeket, és a megfelelő sajátértékeket. A sajátérték mutatja meg a sajátérték-függvény által leírt variancia nagyságát.

## 10.2 Eredmények és megbeszélés

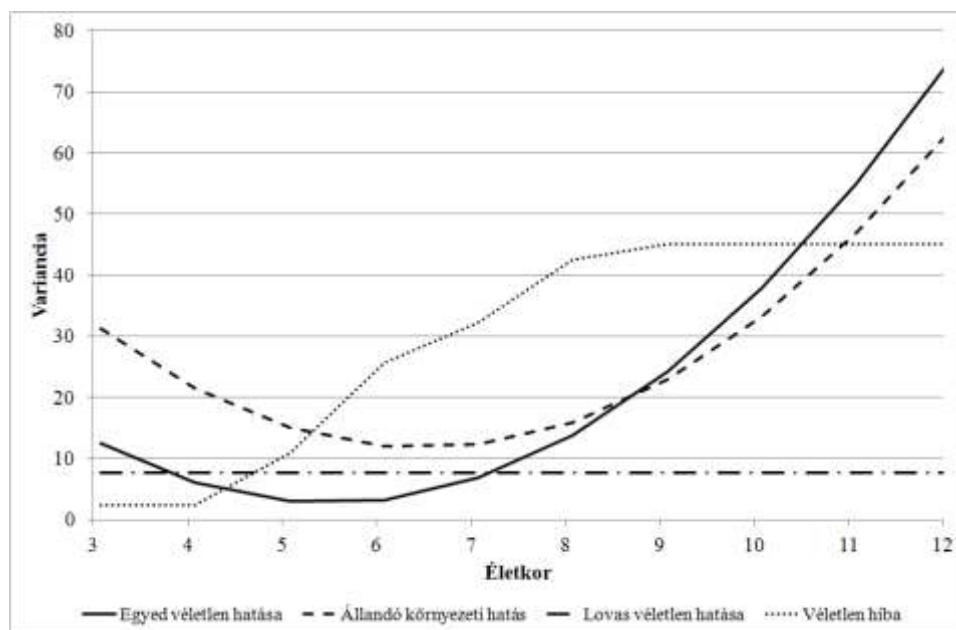
A kiválasztott mérőszámokra különböző fokszámú Legendre polinomokat illesztettünk. A fokszámok egy és öt között változtak. A varianciakomponensek és a sajátértékek vizsgálata során mindhárom mérőszám esetében az elsőfokú Legendre polinom (LP 1) bizonyult a legjobban illeszkedőnek. A random regressziós modellnek az eredményei mindhárom mérőszámra hasonlóan alakultak, ezért a továbbiakban csak a négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra vonatkozó számításokat mutatjuk meg.

A négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszám napokban mért életkorra vonatkozó átlagait a 16. ábra mutatja be.

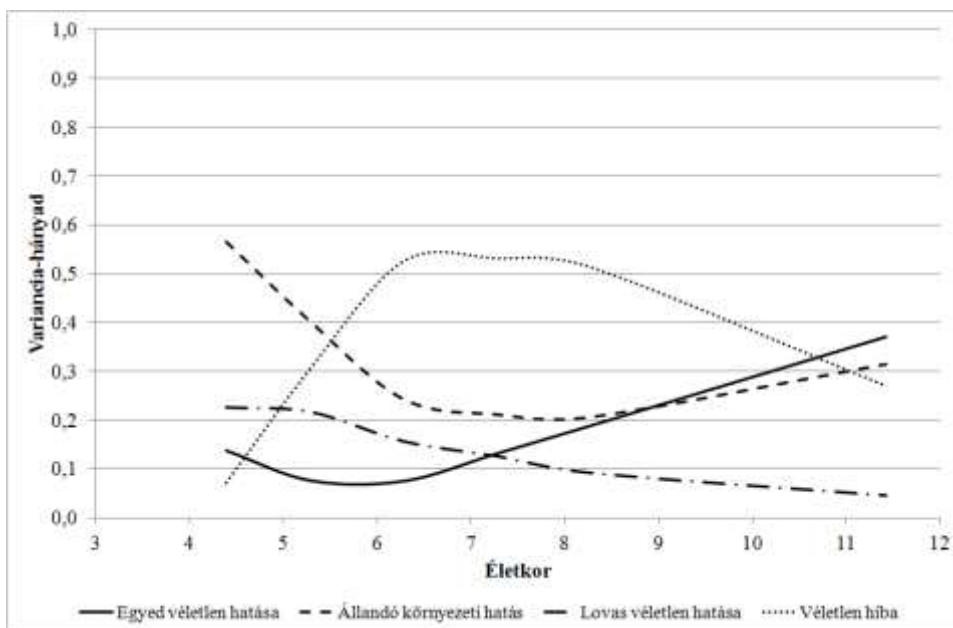


16. ábra: A négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszám és az életkor kapcsolata

Az additív genetikai variancia mértéke az életkor elején csökkent (17. ábra). A legkisebb genetikai varianciát az öt- és hatéves korban értékelt sporteredményekre számítottuk. Későbbi életkorban a genetikai variancia folyamatosan nőtt, tehát egyre inkább megmutatkozott a lovak közötti genetikai potenciál különbsége. A lovas véletlen hatására homogén varianciát becsültünk, mértéke 7,63. Az állandó környezeti hatás varianciája hatéves korig csökkent, majd folyamatosan nőtt. A hiba varianciáját az évben kifejezett életkor szerinti korcsoportokra számítottuk. A hibavariancia értéke is folyamatosan nőtt az értékelt korcsoportok között. Ez mindenképpen arra utal, hogy az életkor előrehaladtával a lovak sportteljesítménye közötti különbségeket egyre inkább olyan összetevők is befolyásolják (pl. menedzselés, felkészítés), amelyekre a mostani vizsgálatunk nem terjedhetett ki.

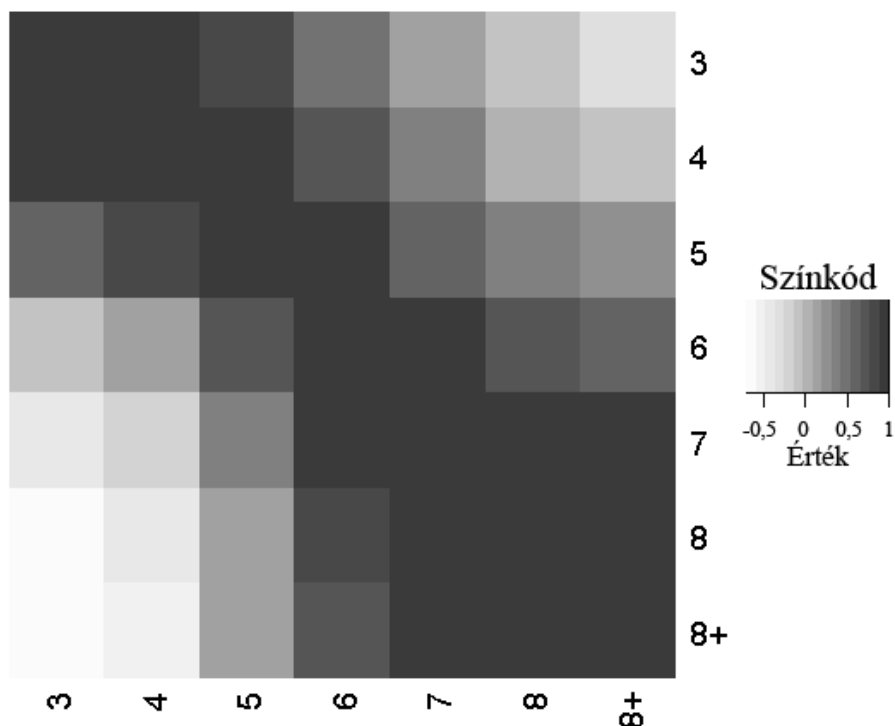


17. ábra. A random regressziós modell (LP 1) négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra becsült varianciái az életkor függvényében



**18. ábra.** A random regressziós modell (LP 1) négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra becsült varianciarányadai az életkor függvényében

Az örökölhetőség az életkor előrehaladtával folyamatosan nőtt, értéke 0,08 és 0,37 között változott (18. ábra). A lovas véletlen hatásának a teljes fenotípusos variancián belüli aránya ezzel ellentétben kis mértékben, de folyamatosan csökkent. Vagyis minél magasabb szinten teljesít a ló a díjugrató szakágban, teljesítményét annál inkább a genotípus határozza meg és arra egyr kevesebb hatása van a lovasnak. Persze egy adott lovasképzettségi szint felett! Az állandó környezeti hatás varianciarányada is ezzel megegyezően módosult. A véletlen hiba hatéves korig nőtt, majd nyolcéves kortól kezdődően csökkent.

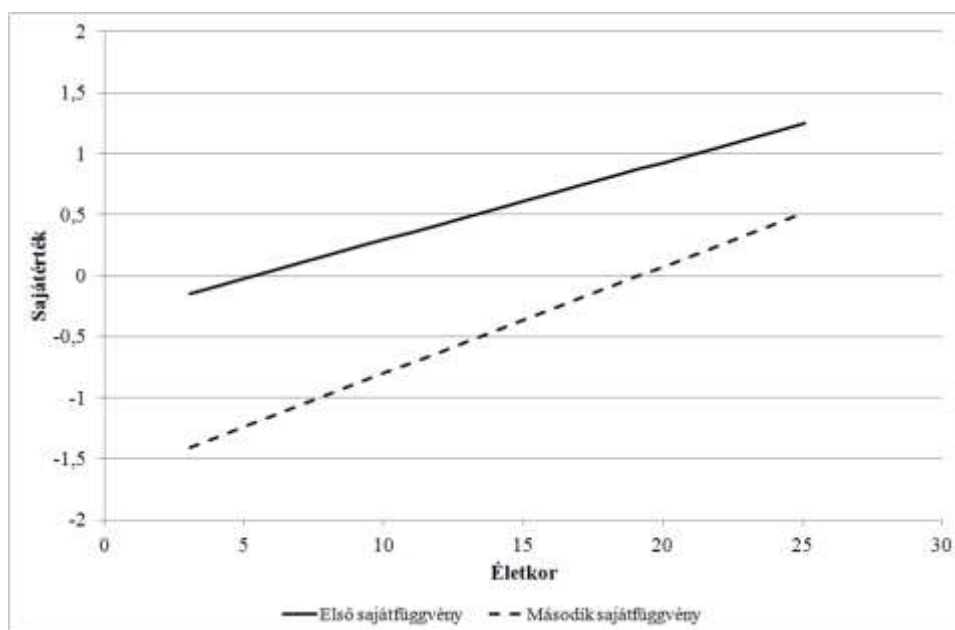


**19. ábra.** A különböző életkorban elért sporteredmények közötti genetikai (átló fölött) és fenotípusos (átló alatt) korrelációk a négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra



Az 19. ábrában mutatjuk be a különböző életkorokban nyújtott teljesítmények közötti fenotípusos és genetikai korrelációkat. A -1-től +1-ig terjedő skálán a negatív korrelációt a színskála szerinti egyre világosabb, míg a pozitív korrelációt a sötétebb árnyalatok jelentik. A szomszédos korcsoportok között igen szoros genetikai és fenotípusos korreláció figyelhető meg (19. ábra). Az egyes korcsoportok közötti genetikai és fenotípusos korreláció az életkor előrehaladtával folyamatosan csökkent. A korai életkorban és a vizsgált időszak utolsó harmadában mutatott teljesítmények között negatív genetikai korreláció figyelhető meg. A genetikai korreláció értékeihez hasonlóan a korai és késői életkorból származó sporteredmények közötti fenotípusos korreláció értéke is alacsony.

Az első sajátfüggvény hatéves kortól pozitív (20. ábra), tehát a sportteljesítmény alapján történő eredményes kiválasztáshoz szükséges mennyiségű sporteredmény összegyűjtéséhez két év versenyzési idő szükséges a jelenlegi versenyeztetési gyakorlat szerint. Az első sajátérték a teljes variancia 99%-át magyarázza. A sajátértékek megmutatják, hogy a hozzájuk tartozó sajátvektor a teljes variancia hány százalékát magyarázza (Kingsolver és mtsai, 2001). A magas sajátérték a genetikai variancia nagyobb arányára utal, ami szelekcióval könnyen fejleszthető (Bermejo és mtsai, 2003). A második sajátfüggvény a variancia mindössze 1%-áért felelős, ami nem teszi indokoltá magasabb rendű polinomok felhasználását az elemzés során.



20. ábra. A random regressziós modellben (LP 1) a négyzetgyökös átalakítással kapott mérőszámra az egyed véletlen hatásának sajátfüggvényei

### 10.3 Következtetések

A sporteredményekre alapuló random regressziós tenyésztéskorrekcióhoz mindhárom kiválasztott mérőszám esetén az elsőfokú Legendre polinomot tartalmazó modell javasolható. Az életkor előrehaladtával a valamennyi bemutatott mérőszám értékelésekor az örökölhetőségi érték növekszik, az állandó környezeti hatás aránya csökken. A sportteljesítmény alapján történő eredményes szelekcióhoz szükséges mennyiségű sporteredmény összegyűjtéséhez két év versenyzési idő szükséges a jelenlegi versenyeztetési gyakorlat szerint. A szomszédos korcsoportok között igen szoros korreláció figyelhető meg, ami az életkor előrehaladtával folyamatosan csökkent.

## 11 A kutatási program keretein belül megjelent publikációk

### Többszerzős könyv

- Posta János, Rudiné Mezei Anita, Mihók Sándor (2013): Sportlovak díjugratási sporteredményeinek értékelése. Debrecen. ISBN 978-615-5183-99-7

### Tudományos közlemények

- A. Rudiné Mezei, J. Posta, S. Mihók: Comparison of different measurement variables based on Hungarian show jumping results. *Annal of Animal Science. elküldve*
- J. Posta, A. Rudiné Mezei, S. Mihók, G. Mészáros: Evaluation of the length of competitive life in Hungarian sport horses. *Journal of Animal Breeding and Genetics. elküldve*
- Rudiné Mezei A., Posta J., Mihók S. (2013): Hazai és külföldi tenyésztésű lovak teljesítményének összehasonlítása a díjugrató sportban elért eredmények alapján. *Állattenyésztés és Takarmányozás. 62.1. 57-69 p.*
- Rudiné Mezei A., Posta J., Mihók S. (2013): Evaluation of Hungarian show-jumping results using different measurement variables. *Agrártudományi Közlemények, Acta Agraria Debreceniensis. (53) pp. 81-85.*
- Posta J, Balogh P, Mihók S. (2013): The effect of selected factors on length of show-jumping career of horses in Hungary. Pilot study. *Állattenyésztés és Takarmányozás 62:(2) pp. 105-113.*
- Posta J., Rudiné Mezei A., Mihók S. (2013): Díjugrató sportban a hasznos élettartam értékelése különböző mérőszámokkal. *Magyar Állatorvosok Lapja, 135. 7-11.*
- Mezei Anita, Posta János, Mihók Sándor (2012): Saját- és ivadékteljesítmény vizsgálat a military sportban. *Agrártudományi Közlemények, Acta Agraria Debreceniensis. 2012/48. 49-56 p.*

### Egyéb közlemények

- Posta J.: Tudósítás a 2013-as EAAP konferencia lótenyésztési kutatásairól; *Magyar Állattenyésztők Lapja, elküldve*
- Posta J. (2012): Lótenyésztési újdonságok a 63. EAAP kongresszuson; *Magyar Állattenyésztők Lapja, XL. évfolyam, 12. szám, 2012. december. 15-16. p.*
- Posta J. (2012): Lineáris leíró bírálat a lótenyésztésben; *Magyar Állattenyésztők Lapja, XL. évfolyam, 8. szám, 2012. augusztus. 16. p.*
- Posta J. (2012): Új irányzatok a sportlovak értékelésében; *Lovasélet, XIII. évfolyam, 7. szám, 2012. július. 40-41. p.*
- Mezei A., Posta J. (2012): Nemzetközi tudományos konferencia 2012; *Lovas Nemzet, XVIII. évfolyam, 5. szám, 2012. május. 16-17. p.*
- Mihók S., Posta J., Mezei A. (2012): A tenyészértékbecslés jelentősége a sportlovak értékelésében és genetikai előrehaladásában, 2. rész; *Lovasélet, XIII. évfolyam, 3. szám, 2012. március. 37-39. p.*
- Mihók S., Posta J., Mezei A. (2012): A tenyészértékbecslés jelentősége a sportlovak értékelésében és genetikai előrehaladásában, 1. rész; *Lovasélet, XIII. évfolyam, 2. szám, 2012. február. 40-41. p.*

### Konferencia részvétel

- Posta J., Rudiné Mezei A., Mihók S. (2013): A díjugrató sportban különböző nehézségi szinteken nyújtott sportteljesítmények értékelése. IV. Gödöllői

Állattenyésztési Tudományos Napok. Gödöllő, Magyarország, 2013.10.24-2013.10.26. Gödöllő. 2013. p. 38.

- Posta J. – Rudiné Mezei A. – Mihók S. (2013): A díjugratásban nyújtott teljesítményt értékelő különböző matematikai átalakítások összehasonlítása. LV. Georgikon Napok, Keszthely, 2013. 09. 26-27. pp.83.
- J. Posta – A. Mezei – S. Mihók (2013): Transformed variables for the genetic evaluation of the competition performance of jumping horses. 64th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Nantes, France. Book of Abstracts Number 19, pp.358, S27-15.
- Posta J. – Rudiné Mezei A. – Mihók S. (2012): A díjugrató sportban hasznos élettartam értékelése matematikai mérőszámokkal a magyarországi díjugrató állományban. LIV. Georgikon Napok, Keszthely, 2012. 10. 11-12. pp.100.
- Rudiné Mezei A. – Posta J. – Mihók S. (2012): Az import és hazai tenyésztésű lovak értékelése a díjugrató sportban elért teljesítmény alapján. LIV. Georgikon Napok, Keszthely, 2012. 10. 11-12. pp.102.
- János Posta – Anita Mezei – Sándor Mihók (2012): Mathematical measurement variables for the evaluation of durability of Hungarian show-jumping horses. 63th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Bratislava, Slovakia. Book of Abstracts Number 18, pp.35, S05-08.
- Anita Mezei – János Posta – Sándor Mihók (2012): Analysis of eventing competition results of Hungarian Sporthorses. Proceedings of the 2nd International Equine Science Meeting. Xenophon Verlag, Wald. ISBN: 978-3-9808143-3-3 pp.48.
- János Posta – Anita Mezei – Sándor Mihók (2012): Genetic evaluation of competition years, as a kind of measurement of durability in Hungarian show-jumping horses. Proceedings of the 2nd International Equine Science Meeting. Xenophon Verlag, Wald. ISBN: 978-3-9808143-3-3 pp.51.
- Posta J. – Mezei A. – Mihók S. (2011): Nehézségek a díjugratási sporteredmények számtan-statisztikai értékelésekor (Előtanulmány). LIII. Georgikon Napok, Keszthely, 2011. 09. 29-30. pp.108.

## 12 Irodalomjegyzék

1. Albertsdóttir, E. (2007): Genetic analysis of competition traits in Icelandic Horses. Licentiate thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. ISBN 978-91-576-7195-0. 24.pp.
2. Aldridge, L.I. – Kelleher, D.L. – Reilly, M. – Brophy, P.O. (2000): Estimation of the genetic correlation between performances at different levels of show jumping competition in Ireland. *J. Anim. Breed. Genet.* 117. 65–72.
3. Árnason, TH. (1980): Genetic studies on the Icelandic Toelter-horse (estimation of breeding values). Proc. of the 31st Ann. Meeting of the EAAP. 1-4 Sept. Munich, Germany. H1.15.
4. Árnason, TH. (1982): Prediction of Breeding Values for Multiple Traits in Small Non-Random Mating (Horse) Populations. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 32, 171 – 176.p.
5. Árnason TH. (2006): Survival analysis of the length of competition life of Standardbred trotters in Sweden. Book of Abstracts of the 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 17-20 September 2006. Antalya, Turkey H36.6 pp.350
6. Árnason, TH. (2007): Prediction of genotype probabilities at eight coat colour loci in the Icelandic horse in mate selection. Book of Abstracts of the 58th Ann. Meeting of the EAAP. 26-29 August, Dublin, Ireland. 155.p.
7. Árnason, TH. (2009): International Genetic Evaluations with the BLUP method 2009. [http://www.worldfengur.com/WorldFengur/temp/International\\_BLUP.pdf](http://www.worldfengur.com/WorldFengur/temp/International_BLUP.pdf)
8. Árnason, TH – Ricard, A. (2001): Methods for international genetic evaluation of sport horses. 52nd Ann. Meet. EAAP, 26–29 September, Budapest, Hungary.
9. Bade, B. – Glodek, P. – Schorman, H. (1975): Die Entwicklung von Selektionskriterien für die Reitpferdezucht. II. Genetische Parameter für Kriterien der Nachkommenprüfung von Hengsten im Feld. *Züchtungskunde* 47. 154-163.p.
10. Bermejo, L. –Roehle, R. –Rave, G. – Kalm, E. (2003): Comparison of linear and nonlinear functions and covariance structures to estimate feed intake pattern in growing pigs. *Livest. Prod. Sci.* 82. 15–26.
11. Blanc, G. (2010): Interstallion seminar, Genetic evaluation of sporthorses - new developments in science and practice. 24th September, Uppsala, Sweden.
12. Bodó I. (1976): A teljesítmény örökölhetősége a lótenyésztésben. Kandidátusi értekezés. MTA, Budapest
13. Bodó I. (1977): Genetikai vizsgálatok a magyar versenylóállományon. *Állattenyésztés.* 26. 5. 461-470.
14. Bodó I. (1997): A teljesítmény mérésének lehetőségei a sportlótenyésztésben. DATE *Állattenyésztési napok. IV. Proc.* 679 o.
15. Bokor, Á. (2008): Tenyészték-becslés a hazai ügető állományban az 1998.01.10. és 2008.10.18. között futott versenyek eredményei alapján. Tenyészték-becslés 2008. Ügető Tenyésztők Országos Egyesülete. <http://www.ugeto.com/files/tenyesz.pdf>
16. Bokor Á. – Stefler J. – Nagy I. (2006): Genetic parameters of racing merit of Thoroughbred horse in Hungary. *Acta Agraria Kaposváriensis.* 10. 2. 153-157.p.
17. Braam, A. – Nasholm, A. – Roepstorff, L. – Philipsson J. (2011): Genetic variation in durability of Swedish Warmblood horses using competition results. *Livest. Sci.* 142. 181-187.
18. Brady, K. (2010): Interstallion seminar, Genetic evaluation of sporthorses - new developments in science and practice. 24th September, Uppsala, Sweden.
19. Brockmann, A. – Bruns, E. (2000): Schätzung genetischer Parameter für Merkmale aus Leistungsprüfungen für Pferde. *Züchtungskunde* 72. 4-16.p.

20. Brotherstone, S. (2010): Interstallion seminar, Genetic evaluation of sporthorses - new developments in science and practice. 24th September, Uppsala, Sweden.
21. Bruns, E. (1981): Estimation of the breeding value of stallions from the tournament performance of their offspring. *Livest. Prod. Sci.* 8. 465-473.p.
22. Bruns, E. - Schade, W. (1998): Genetic value of various performance test schemes of young riding horses. *Proc. 6th World Congress Genetics Applied to Livestock Production*, Armidale, NSW, Australia 11–16 January, 4 pp.
23. Bruns, E. – Ricard, A. – Koenen, E.P.C. (2004) – Interstallion – on the way to an international genetic evaluation of sport horses. *Book of Abstracts of the 55th Ann. Meeting of the EAAP*. 5-9 September, Bled, Slovenia. 326.p.
24. Bugislaus, A. E. – Roehe, R. – Kalm, E. (2005): Comparison of two different statistical models considering individual races or racetracks for evaluation of German trotters. *Liv. Prod. Sci.* 92. 69–76.
25. Bugislaus, A. E. – Roehe, R. – Uphaus, H. – Kalm, E. (2004): Development of genetic models for estimation of racing performances in German thoroughbreds. *Arch. Tierz.* 47. 505-516.
26. Bugislaus, A.E. – Roehe, R. – Willms, F. – Kalm, E. (2006): The use of random regression model to account for change in racing speed of German trotters with increasing age. *J. Anim. Breed. Genet.* 123. 239-246.p.
27. Burns, E.M. – Enns, R.M. – Garrick, D.J. (2006): The effect of simulated censored data on estimates of heritability of longevity in the Thoroughbred racing industry. *Genet. Mol. Res.*, 5. 7–15.
28. Christmann, L. (1996): Zuchtwertschätzung für Merkmale der Stutbuchaufnahme und der Stutenleistungsprüfung im Zuchtgebiet Hannover. Ph.D. Dissertation. Göttingen. Cuvillier Verlag, Göttingen, 116.
29. Cox, DR. (1972): Regression models and life tables (with discussion). *J. R. Statist. Soc. B.*, 34. 187-280.
30. Dubois, C. – Ricard, A. (2007): Efficiency of past selection of the French Sport Horse: Selle Francais breed and suggestions for the future. *Livest. Sci.* 112. 161-171. p.
31. Ducro, B. J. (2011): Relevance of test information in horse breeding. Thesis. Wageningen University, Wageningen. 170.
32. Ducro, B.J. - Koenen, E.P.C. – Tartwijk, J.M.F.M.v. – Arendonk, J.A.M. (2007a): Genetic relations of First Stallion Inspection traits with dressage and show-jumping performance in competition of Dutch Warmblood horses. *Livest. Sci.* 107. 81-85.p.
33. Ducro, B.J. - Koenen, E.P.C. – Tartwijk, J.M.F.M.v. – Bovenhuis, H. (2007b): Genetic relations of movement and free-jumping traits with dressage and show-jumping performance in competition of Dutch Warmblood horses. *Livest. Prod Sci.* 107. 227-234.p.
34. Ducrocq, V. – Sölkner, J. – Mészáros, G. (2010) Survival Kit v6 - A software package for survival analysis. In *9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, August 1-6 2010, Leipzig
35. Foran M.K. - Cromie A.R. - Reilly M.P. - Kellerher D.L. - Brophy P.O. (1994): Analysis of show jumping data in the Irish sport horse population. *Book of Abstracts of the 45th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, Edinburgh, Scotland, 5–7 September, 4 pp.
36. Foran, M.K. – Reilly, M.P. – Kellerher, D.L. – Langan, K.W. – Brophy, P.O. (1995): Genetic evaluation of show jumping horses in Ireland using ranks in competition. *Book of abstracts of the 46th Ann. Meeting of the EAAP*. 4-7. September, Prague, Czech Republic. 349.p.

37. Furre, S. (2010): Interstallion seminar, Genetic evaluation of sporthorses - new developments in science and practice. 24th September, Uppsala, Sweden.
38. Gómez, M.D. – Menendez-Buxadera, A. – Valera, M. – Molina, A. (2010): Estimation of genetic parameters for racing speed at different distances in young and adult Spanish Trotter horses using the random regression model. *J. of Anim. Breed. Genet.* 127. 385-394
39. Gómez, M.D. – Molina, A. – Menendez-Buxadera, A. – Valera, M. (2011): Estimation of genetic parameters for the annual earnings at different race distances in young and adult Trotter Horses using a Random Regression Model. *Livest. Sci.* 137. 87-94.
40. Groeneveld, E. – Kovac, M. – Mielenz, M. (2008): VCE User's Guide and Reference Manual Version 6.0, Institute of Farm Animal Genetics Friedrich Loeffler Institute (FLI), Neustadt, Germany.
41. Hassenstein, C. – Roehe, R. – Kalm, E. (1998): Estimation of genetic parameters of German Sport Horses accounting for competition in the statistical model. *Proc. of the 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* 11-16. Jan. Armidale, Australia. 24. 436-439.p.
42. Hecker W. (1980): Az apamének értékelése a lovassportban. *Lovassport-Lótenyésztés.* 2. 12-17.p.
43. Henderson, C.R. (1975): Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics.* 31. 423-449.p.
44. Huizinga, H.A. – van der Meij, G.J.W. (1989): Estimated parameters of performance in jumping and dressage competition of the Dutch Warmblood Horse. *Livest. Prod. Sci.* 21. 333-345.p.
45. Huizinga, H.A. – Boukamp, M. – Smolders, G. (1990): Estimated parameters of field performance testing of mares from the Dutch Warmblood riding horse population. *Liv. Prod. Sci.* 26. 291-299.p.
46. Huizinga, H.A. – van der Werf, J.H.J. – Korver, S. – Van der Meij, G.J.W. (1991): Stationary performance testing of stallions from the Dutch Warmblood riding horse population. 1. Estimated genetic parameters of scored traits and the genetic relation with dressage and jumping competition from offspring of breeding stallions. *Livest. Prod. Sci.* 27. 231-244.p.
47. Jaitner, J. – Reinhardt, F. (2003): National Genetic Evaluation for Horses in Germany. *Proc. of the 54nd Ann. Meeting of the EAAP.* 31. Aug – 3. Sep. Roma, Italy
48. Jaitner, J. – Reinhardt, F. – Christmann, L. (2005): Regionale Zuchtwertschätzung unter Einbeziehung der Auktionspferde. 4. *Pferde-Workshop, Uelzen, Februar 22-23.* 37-40.p.
49. Janssens S. (2010): Interstallion seminar, Genetic evaluation of sporthorses - new developments in science and practice. 24th September, Uppsala, Sweden.
50. Janssens, S. – Geysen, D. – Vandepitte, W. (1997): Genetic parameters for show-jumping in Belgian sporthorses. *Proc. of the 48th Annual Meeting of the EAAP.* 25-28. August. Vienna, Austria.
51. Janssens, S. – Geysen, D. – Vandepitte, W. (1999): The rider effect in the genetic evaluation of showjumping horses. *50th Annual Meeting of EAAP.* Zurich, Switzerland 22.–26. August 1999.
52. Jorjani, H. – Emanuelson, U. – Fikse, W.F. (2005): Data subsetting strategies for estimation of across-country genetic correlations. *J. Dairy Sci.* 88, 1214-1224.p.
53. Kalm, E. (1997): Tenyészték-becslés a lótenyésztésben. *DATE Állattenyésztési Napok. Nemzetközi Lótenyésztési Tanácskozás, Debreceni Agrártudományi Egyetem Kiadványa,* 10-25.p.
54. Kaplan, E.L. – Meier, P. (1958): Non parametric estimation from incomplete observations. *J. Am. Stat. Assoc.,* 53. 457-469.

55. Klatt, M. (1979): Zuchtwertschtzung von Reitpferdehengsten anhand der Leistungen ihrer Nachkommen auf Turnieren, Diss., Inst. Für Tierzucht u. Haustiergenetik, Göttingen.
56. Kleinbaum, D.G. – Klein, M. (2012): *Survival Analysis: A Self-Learning Text (Statistics for Biology and Health)*. 3<sup>rd</sup> ed. Springer Publishing, New York, NY 10013, USA
57. Kingsolver, J.G. – Gomulkiewicz, R. – Carter, P.A. (2001): Variation, selection and evolution of function-valued traits. *Genetica*. 112–113. 87-104.p.
58. Koenen, E.P.C. – Aldridge, L.I. (2002): Testing and genetic evaluation of sport horses in an international perspective. *Proc. 7th World Cong. Gen. Appl. to Livest. Prod. WCGALP Book of Abstract*, Montpellier, France, 367.p.
59. Koenen, E.P.C. – Aldridge, L.I. – Philipsson, J. (2004): An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livest. Prod. Sci.* 88. 77-84. p.
60. Koenen, E. P. C. – van Veldhuizen, A. E. – Brascamp, E. W. (1995): Genetic parameters of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show-jumping performance in the Dutch Warmblood ridinghorse population. *Liv. Prod. Sci.* 43. 85–94.
61. Koerhuis, A.N.M. – van der Werf, J.H.J. (1994): Uni- and bivariate breeding value estimation in a simulated horse population under sequential selection. *Livest. Prod. Sci.* 40. 207-213.p.
62. Langlois, B. (1980): Estimation de la valeur génétique des chevaux de sport d'après les sommes gagnées dans les compétitions équestres françaises. *Ann. Genet. Sel. Anim.* 12. 15-31.p.
63. Langlois, B. – Vrijenhoek, T. (2004): Qualification status and estimation of breeding value in French trotters. *Livest. Prod. Sci.* 89. 187-194. p.
64. Luehrs-Behnke, H. – Roeche, R. – Kalm, E. (2002): Genetic associations among traits of the new integrated breeding evaluation method used for selection of German Warmblood Horses. *Veterinarija ir Zootechnika*. 18. 40. 90-93.p.
65. Mäenpää, M. (2010): Interstallion seminar, Genetic evaluation of sporthorses - new developments in science and practice. 24th September, Uppsala, Sweden.
66. Márkus Sz. – Fazekas I. – Komlósi I. (2007): Regressziós modellek az állattenyésztésben. (Szakirodalmi áttekintés.) *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 56. 4. 325-332.p.
67. Mark, T. – Madsen, P. – Jensen, J. – Fikse, W.F. (2005): Prior (co)variances can improve multiple-trait across-country evaluations of weakly linked bull populations. *J. Dairy Sci.* 88. 3290-3302.p.
68. Meinardus, H. (1988): Züchterischenutzung der Turniersportprüfung für Reitpferde. Genetische parameter und zuchtwertschtzung nach einem Blup-Tiermodell. Diss. Goerg-August-Universität Göttingen. 169.
69. Meinardus, H. – Bruns, E. (1987): BLUP procedure in riding horses based on competition results. 38th Ann. Meet. EAAP, September 28-October 1, Lisbon, Portugal. Study Commission on Horse Production.
70. Mihók S. (2005): A sport- és versenyló szelekciója. *Agrártudományi Közlemények, Acta Agraria Debreceniensis*. 18. 3-10.p.
71. Mihók S. (2010): Kutatás a lótenyésztési ágazatban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 59. 4. 221-232.p.
72. Mihók S. – Posta J. – Jónás S. – Galló J. – Komlósi I. (2009): Áttekintés a (sport)lótenyésztésben végzett fontosabb kutatásokról. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 5. 4. 27-36.
73. Mihók S. – Posta J. – Prutkay Z. – Komlósi I. (2010): *Tenyészérték-becslés a magyar sportló kanca teljesítményvizsgák alapján*. Budapest- Debrecen, 207. ISBN: 978-963-06-8959-5
74. Mrode, R.A. (2005): *Linear Models for Prediction of Animal Breeding Values*. CAB International, Wallingford.

75. Németh Cs. (1993): A lótenyésztés eredményei 1992. Mezőgazdasági Minősítő Intézet Kiadványa, Budapest.
76. Olsson, E.G. – Årnason, TH. – Nasholm, A. – Philipsson, J. (2000): Genetic parameters for traits at performance test of stallions and correlations with traits at progeny tests in Swedish warmblood horses. *Livest. Prod. Sci.* 65. 81-89.p.
77. Peeters, K. – Ducro, B. – Janssens, S. (2009): Estimating genetic parameters for dressage performance in Belgian sport horses based on results from multiple competition levels. *Proc. of the 60th Ann. Meeting of the EAAP, Barcelona*, 221.
78. Petzold, P. (1991): Die Anwendung des BLUP-Verfahrens zur Zuchtwertschätzung in der Pferdezucht Europas. *Arch. Tierz.* 34. 293-297.p.
79. Philipsson, J. (1987): Standards and procedures for international genetic evaluations of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 70, 418-424.p.
80. Posta J. – Komlósi I. – Mihók S. (2006): Pedigree analysis of Hungarian sport horses. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, II. évfolyam 3. szám 182-188.p. <http://www.animalwelfare.szie.hu>
81. Posta J. – Komlósi I. – Mihók S. (2007a): Genetikai előrehaladás vizsgálata a magyar sportló populációban, *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 56. 4. 313-323.p.
82. Posta J. – Komlósi I. – Prutkay Z. – Misléy B. – Mihók S. (2007b): A magyar sportlóállományra alapozott tenyésztérbecslési kutatások eredményei. *A Debreceni Egyetem és a Magyar Sportlótenyésztők Országos Egyesülete Kiadványa, Debrecen-Budapest*. ISBN 978-963-9732-13-1
83. Posta, J. – Mihók, S. – Márkus, Sz. – Komlósi, I. (2009): Analysis of Hungarian sport horse show jumping results using different transformations and models. *Arch. Tierz.* 52. 451-458.p.
84. Ricard, A. (1997): Breeding Evaluations and Breeding Programs in France. *Proc. of the 35th Ann. Meeting of the EAAP, 6–9 August. The Hague, The Netherlands*, 14p.
85. Ricard, A. – Blouin, C. (2009): Breeding values for longevity in jumping horse competition in France. *Proc. of the 60th Ann. Meeting of the EAAP, Barcelona*, 220.
86. Ricard, A. – Fourmet- Hanocq, F. (1997): Analysis of factors affecting length of competitive life of jumping horses. *Genet. Sel. Evol.*, 29. 251-267.
87. Ricard, A. – Legarra, A. (2010): Validation of models for analysis of ranks in horse breeding evaluation. *Genet. Sel. Evol.* 42:3.
88. Ricard, A. – Bruns, E. – Cunningham, E.P. (2000): Genetics of performance traits. In: *The Genetics of the Horse* (ed. by A.T. Bowling and A. Ruvinsky), 512. CABI Publishing, Wallingford, UK. 411-438.p.
89. Ruhlmann, C. – Bruns, E. – Fraehr, E. – Philipsson, J. – Janssens, S. – Quinn, K. – Thorén-Hellsten, E. – Ricard, A. (2009a): Genetic connectedness between seven European countries for performance in jumping competitions of warmblood riding horses. *Livest. Sci.* 120. 75-86.p.
90. Ruhlmann, C. – Janssens, S. – Philipsson, J. – Thorén-Hellsten, E. – Crolley, H. – Quinn, K. – Manfredi, E. – Ricard, A. (2009b): Genetic correlations between horse show jumping competition traits in five European countries. *Livest. Sci.* 122, 234-240.p.
91. Sas Institute Inc. (2007): SAS Online Doc ® 9.2. Cary, NC: SAS Institute Inc.
92. Schaeffer, L.R. (1994): Multiple-country comparison of dairy sires. *J. Dairy Sci.* 77, 2671-2678.p.
93. Schaeffer, L.R. (2004): Application of random regression models in animal breeding. *Livest. Prod. Sci.* 86. 35-45.p.
94. Sobczynska M. (2007): The effect of selected factors on length of racing career in Thoroughbred racehorses in Poland. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 25. 131-141.



95. Sobczynska, M. – Lukaszewicz, M. (2004): Genetic parameters of racing merit of thoroughbred horses in Poland. *J. Anim. Breed. Genet.* 121. 302–306.
96. Stewart, I.D. – Woolliams, J.A. – Brotherstone, S. (2010): Genetic evaluation of horses for performance in dressage competitions in Great Britain. *Livest. Sci.* 128. 36-45.p.
97. Ström, H. – Philipsson, J. (1978): Relative importance of performance tests and progeny tests in horse breeding. *Livest. Prod. Sci.* 5. 303-312.p.
98. Svobodova, S. – Blouin, C. – Langlois, B. (2005): Estimation of genetic parameters of Thoroughbred racing performance in the Czech Republic. *Anim. Res.* 54. 499–509.
99. Szóke Sz. – Komlósi I. (2000): A BLUP-modellek összehasonlítása. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 49. 3. 231-245.p.
100. Tavernier, A. (1988): Advantages of BLUP Animal Model for Breeding Value Estimation in Horses. *Livest. Prod. Sci.* 20. 149-160.p.
101. Tavernier, A. (1990): Estimation of breeding value of jumping horses from their ranks. *Livest. Prod. Sci.* 26. 277-290.p.
102. Thoren-Hellsten, E. – Viklund Å. - Koenen E.P.C. – Ricard A. – Bruns E. - Philipsson J. (2006): Review of genetic parameters estimated at stallion and young horse performance tests and their correlations with later results in dressage and show-jumping competition. *Livest. Sci.* 103. 1-12.p.
103. Thorén-Hellsten, E. - Jorjani H. - Philipsson J. (2009): Genetic correlations between similar traits in the Danish and Swedish Warmblood sport horse populations. *Livest. Sci.* 124. 15-20.p.
104. Thorén-Hellsten E. - Jorjani H. - Philipsson J. (2008): Connectedness among five European sport horse populations. *Livest. Sci.* 118, 147-156.p.
105. Vangen, O. (2010): Interstallion seminar, Genetic evaluation of sporthorses - new developments in science and practice. 24th September, Uppsala, Sweden.
106. Velsen-Zerweck, A. (1998): Integrierte Zuchtwertschätzung für Zuchtpferde. PhD Thesis, Georg-August-Universität Göttingen, Germany.
107. Viklund Å. (2010): Genetic Evaluation of Swedish Warmblood Horses, PhD. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences
108. Viklund, Å. – Furre, S. – Philipsson, J. – Vangen, O. (2011): Nordic Interstallion – Competition data. Workshop on "Linear scoring in evaluation of sport horses - experiences of current practices and potential developments". 15-16 December, Stockholm, Sweden.
109. Wallin L. - Strandberg E. - Philipsson J. - Dalin G. (2000) Estimates of longevity and causes of culling and death in Swedish warmblood and coldblood horses, *Livest. Prod. Sci.* 63 257-289.
110. Wallin L. - Strandberg E. - Philipsson J. (2001): Phenotypic relationship between test results of Swedish Warmblood horses as 4-year-olds and longevity. *Livest. Prod. Sci.* 68. 97-105.p.