

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
ÁLLATTENYÉSZTÉSTUDOMÁNYI INTÉZET

ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető: **Dr. Kovács András** MTA doktora

Témavezetők:

Dr. Mihók Sándor C.Sc.

egyetemi tanár

Dr. Komlósi István Ph.D.

egyetemi docens

AZ ÉRTEKEZÉS CÍME:

Tenyészértékbecslés a magyar sportlótenyésztésben

Készítette:

Posta János

doktorjelölt

Debrecen

2008.

TENYÉSZÉRTÉKBECSLÉS A SPORTLÓTENYÉSZTÉBEN

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében az állattenyésztési tudományok tudományágban

Írta: **Posta János** doktorjelölt

A doktori szigorlati bizottság:

	Név	Tud. fokozat
Elnök:	Dr. Bodó Imre	DSc
Tagok:	Dr. Gáspárdy András	PhD
	Dr. Ispány Márton	PhD

A doktori szigorlat időpontja: 2008. január hó 10. nap

Az értekezés bírálói:

Név	Tud. fokozat	Aláírás
Dr. Bodó Imre	DSc	
Dr. Nagy István	PhD	

A bíráló bizottság:

	Név	Tud. fokozat	Aláírás
Elnök:			
Titkár:			
Tagok:			
			
			
			
			
			
			
			

Az értekezés védésének időpontja: 200.....

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés	5
1.1.	Bevezetés	5
1.2.	Témafelvetés	6
1.3.	Célkitűzések	7
2.	Irodalmi áttekintés	8
2.1.	A magyar sportló	8
2.2.	A küllemi jellemzők és a mozgáskészséghez köthető jellemzők összefüggés- vizsgálata	9
2.3.	Genetikai szerkezet elemzése	10
2.4.	(Ko)Variancia komponens becslés	10
2.5.	Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése genetikai paraméterek alapján	11
2.5.1.	Küllemi jellemzők értékelése.....	14
2.5.2.	Az ugróteljesítmény értékelése	17
2.5.3.	A mozgásbírálat értékelése	20
2.6.	Sportversenyek eredményeinek értékelése	22
2.6.1.	Nyereményösszegezen alapuló értékelések.....	22
2.6.2.	Becslés az elért helyezések alapján	25
2.6.3.	Becslés árverési eredmények alapján	26
2.7.	Tenyésztértékbecslési modellek.....	27
2.7.1.	A BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) modellek.....	27
2.7.2.	Random regresszió elméleti és gyakorlati alkalmazásai.....	27
2.8.	A szakirodalom összefoglalása	28
3.	A vizsgálatok anyaga és módszere	29
3.1.	Magyar sportló kancavizsga	29
3.2.	A küllemi jellemzők és a mozgáskészséghez köthető jellemzők összefüggés- vizsgálata	30
3.3.	Genetikai szerkezet elemzése	31
3.4.	Genetikai paraméterbecslés	32
3.5.	Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése genetikai paraméterek alapján	33
3.6.	Genetikai előrehaladás vizsgálata	35
3.7.	Sportversenyek eredményeinek értékelése különböző mutatószámokkal ismételhetőségi egyedmodellel	37

3.8.	Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval.....	43
4.	Vizsgálati eredmények és azok értékelése.....	46
4.1.	A küllemi jellemzők és a mozgáskészséghez köthető jellemzők összefüggés-vizsgálata	46
4.2.	Genetikai szerkezet elemzése	58
4.3.	Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése genetikai paraméterek alapján	62
4.4.	Tenyészértékek bemutatása és a genetikai előrehaladás vizsgálata.....	67
4.5.	Sportversenyek eredményeinek értékelése különböző mutatószámokkal ismételtetőségi egyedmodellel	76
4.6.	Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval.....	79
5.	Következtetések és javaslatok	86
5.1.	A küllemi jellemzők és a mozgáskészséghez köthető jellemzők összefüggés-vizsgálata	86
5.2.	Genetikai szerkezet elemzése	87
5.3.	Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése genetikai paraméterek alapján	87
5.4.	Genetikai előrehaladás vizsgálata.....	88
5.5.	Sportversenyek eredményeinek értékelése különböző mutatószámokkal ismételtetőségi egyedmodellel	88
5.6.	Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval.....	88
6.	Új tudományos eredmények	89
7.	Összefoglalás	90
8.	Summary	93
9.	Irodalomjegyzék	96
10.	Publikációs jegyzék	107
11.	Ábrák jegyzéke	109
12.	Táblázatok jegyzéke	111
13.	Köszönetnyilvánítás.....	113
14.	Nyilatkozatok.....	114

1. BEVEZETÉS

1.1. Bevezetés

A ló és az emberiség fejlődése a történelem során összekapcsolódott. Házasítása után igásállatnak használták, majd a kerék feltalálása után kocsi elé fogva szállításra, de elsősorban katonai célokra alkalmazták. Az évszázadokon keresztül főként hadászati és mezőgazdasági igásállatként tenyésztett ló szerepe a motorizáció megjelenésével jelentősen átalakult, gazdasági szerepe csökkent. Tenyésztése a katonai és mezőgazdasági területek helyett napjainkban a sport és szabadidős tevékenységek felé irányul.

A használati cél minden korban megkövetelte a szigorú szelekciót, a tenyészállatok következetes kiválasztását. Az elsődleges katonai célú felhasználás a ló jelentőségét más állatfajok elé helyezte, a sajátteljesítmény, sőt az ivadékteljesítmény alapján történő kiválasztásban azokat megelőzte. Kitűnő példák ezekre a vizsgákra XIX. és a XX. században megtartott mezőhegyesi, bábolnai, és kisbéri méneseik éves rendszerességű szemléi.

A számítástechnika robbanásszerű fejlődésével a tenyész kiválasztás elősegítésére, megbízható tenyészértékek számítására szolgáló matematikai eljárások az állattenyésztés több (gazdaságilag fontos) ágazatában is elérhetővé váltak. A megbízható értékelést segítette a mesterséges termékenyítés elterjedése is. A tenyészértékbecslésben elterjedt a legjobb lineáris torzítatlan becslés, előbb az apamodell, majd az egyedmodell használata. Egyre több állatfajban alkalmazzák tenyészértékek becslésére a nagy számítási igényű random regressziós módszereket. A gazdaságilag jelentős fajokban megalkotott módszertanokat a fejlett sportlótenyésztéssel rendelkező országokban átvették, és sikeresen alkalmazzák több évtizede.

1.2. Témafelvetés

A technika fejlődésével a lótenyésztésben is átalakultak a tenyészcélok. A II. világháború után, főként a hetvenes évek idején a lovak létszáma világszerte, de különösen az iparosodott országokban csökkent. Egymással ellentétes irányvonalak alakultak ki. Az igavonó állatok számának csökkenése mellett, a szabadidős tevékenységekhez köthető lovak száma folyamatosan növekedik.

Új tenyésztési irányként megjelent a sportcélokra alkalmas modern ló tenyésztése.

A világon napjainkban is folyamatosan nő az érdeklődés a díjugratásra, díjlovaglásra különösen alkalmas lovak iránt. A legnagyobb érdeklődésre számot tartó sportcélú alkalmazási területek hazánkban is, hasonlóan Európa más országaihoz, a díjugratás, a díjlovaglás és kisebb mértékben a military.

A hivatalos tenyészcélként megfogalmazott sportlótenyésztés Magyarországon az 1970-es években kezdődött el a hagyományos magyar lófajtáink kancaanyagából kiindulva, import ménék felhasználásával. Napjainkra a mai európai állomány genetikai értékéhez hasonló, döntően holland félvér és holsteini fajták génállományára alapozott sportló alakult ki hazánkban is.

A sportló szelekciója során direkt és indirekt módszereket különböztethetünk meg. A direkt módszerek az állat gyakorlati képességét, teljesítményét becsülik, az indirektek a teljesítménnyel valamilyen kapcsolatban lévő jellemzőket mérik. A direkt becslések a sportlovak esetében általában a különböző diszciplínákban nyújtott teljesítményen alapulnak.

A dolgozatom célkitűzései között olyan kutatások elvégzése szerepel, amelyek a rendelkezésre álló adathalmazra alapozva, az alkalmazható statisztikai módszerek felhasználásával, új lehetőségeket teremtenek a magyarországi sportlóállomány eredményes szelekciójához.

1.3. Célkitűzések

A dolgozat célkitűzései az alábbiak:

- 1. A magyar sportló állomány genetikai szerkezetének elemzése**
 - Genetikai variabilitás értékelése
 - Tenyészetek közötti kapcsolatok feltárása
- 2. A magyar sportló kancavizsgák eredményeinek elemzése**
 - A vizsgán értékelt jellemzők mögötti háttérváltozók megállapítása
- 3. A magyar sportló kancavizsgák paraméterbecslése**
 - Az értékmérők örökölhetőségi értékeinek meghatározása
 - A küllemi jellemzők közötti korrelációk becslése
 - A szabadon ugratás és mozgásbírálat jellemzői közötti korrelációk becslése
- 4. Genetikai előrehaladás vizsgálata a magyar sportló kancavizsgák alapján**
 - Tenyészértékbecslés a magyar sportló kancavizsgákon értékelt jellemzőkre
 - A magyar sportló kancavizsgákon értékelt jellemzők szelekciós intenzitásának kiszámítása
 - A magyar sportló kancavizsgákon értékelt tulajdonságok genetikai trendjének meghatározása
- 5. Magyar sportló díjugratási eredmények értékelése különböző ismételhetőségi egyedmodellekkel**
 - A sporteredményeket becslő ismételhetőségi egyedmodellek összehasonlítása
- 6. Magyar sportló díjugratási eredmények értékelése random regressziós modellekkel**
 - A sporteredményekre legjobban illeszkedő random regressziós modell megtalálása

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A magyar sportló

Magyarországon a sportlótenyésztés, mint hivatalosan megfogalmazott tenyészcél, megjelenése a hatvanas évekre tehető, bár már a második világháború előtt is történtek ilyen irányú kezdeményezések. A lóállomány csökkenésével megfogalmazódott az igény az újszerű hasznosítás, a sport, elsősorban a díjugratás eredményességének a növelésére. Mezőhegyesen ebből a célból új sportlóménest alakítottak ki vegyes származású, de túlnyomórészt sportban kipróbált kancákból. Ezeket a kancákat hannoveri, holsteini és angol telivér ménekkel fedeztették. A hetvenes és nyolcvanas években egyre több német, holland, belga és francia importmén került a magyar sportlótenyésztésbe. Mára szinte valamennyi Európában elismert sportló vonal képviselői megtalálhatóak a magyar állományban (MIHÓK és PATAKI, 2003).

A magyar sportlónak (MSL) a Magyar Sportlótenyésztők Országos Egyesületének meghatározása szerint elsődleges tenyészcélja nemes, tetszetős küllemű, szilárd szervezetű háts- és fogatló, főként a díjugrató sportra alkalmas ló tenyésztése (MSLT, 2000). Emellett a lovassport többi ága számára is kerülnek ki a populációból megfelelő egyedek (MIHÓK és mtsai, 2001).



1. kép. Bodnár Moncs-Raz, magyar sportló kanca (Fotó: Misley B.)

2.2. A küllemi jellemzők és a mozgáskészséghez köthető jellemzők összefüggés-vizsgálata

A varianciaanalízist és a korrelációanalízist széles körben alkalmazzák a fenotípusos és genetikai kapcsolatok leírására a lótenyésztési programokban (PETZOLD, 1991; DIETL és mtsai, 2004; 2005). A főkomponensanalízis alkalmazása kevésbé elterjedt, mégis úgy tűnik használata tökéletes megoldás lehet. Segítségével felmérhető a változók összetartozása, a csoportok száma továbbá, hogy a csoporton belül milyen irányú, és mennyire szoros a változók összefüggése. Különösen hasznos lehet bírálati rendszerek kidolgozásakor (GÓMEZ és mtsai, 2006; CERVANTES és mtsai, 2007), a meglévő rendszerek elemzése során. Felhasználásával a varianciát kevésbé befolyásoló tulajdonságok információvesztés nélkül elhagyhatóak.

A küllemi tulajdonságok, és a mozgáskészséghez köthető jellemzők főkomponensanalízissel történő összevetésével a közöttük lévő kapcsolat tisztázható lehet. A módszer használatával nem csak két-két változó összefüggésére kapunk választ, mint a kétváltozós korrelációs koefficienssel, hanem egyszerre tekinthetjük át az összes változó egymás közötti korrelációs rendszerét. Az összefüggő tulajdonságcsoportok azonosítása a teljesítményvizsgák és tenyésztértékbecslési rendszerek fejlesztésében nyújthat segítséget.

A díjugratási teljesítmény és a viselkedési jellemzők közötti kapcsolatokat holland félvér esetében VISSER és mtsai (2003) vizsgálták főkomponensanalízissel. A teljesítmény mellett a vérmérséklet elemzésére alkalmazták ezt a módszert. Fiatal lovak vérmérsékletét befolyásoló tényezők meghatározásához a viselkedési jellemzők összetételét VISSER és mtsai (2001), a vérmérséklet kiértékelésének megbízhatóságára SEAMAN és mtsai (2002) végeztek elemzéseket lovak esetében. Testméretekre vonatkozóan a háttérváltozók meghatározására SADEK és mtsai (2006) alkalmazták egy egyiptomi arab telivér ménesben.

Elemzésünkhöz hasonló vizsgálatokat Magyarországon már más állatfaj (szarvasmarha) esetében végeztek. TŐZSÉR és mtsai (1990) húshasznú tenyészbika-jelöltek teljesítményt befolyásoló tényezői, TŐZSÉR és mtsai (2000) választott charolais

bikaborjak küllemi tulajdonságainak vizsgálata során különítettek el háttérváltozókat (okváltozókat, vagy ún. faktorokat) a faktoranalízis alkalmazásával.

2.3. Genetikai szerkezet elemzése

A populáción belüli genetikai variabilitás, valamint a génáramlás megbecsülése nélkülözhetetlen a rendelkezésre álló genetikai állományhoz illeszkedő szelekciós program kidolgozása előtt. A populáció szerkezetének és demográfiai összetételének elemzése az állomány genetikai szerkezetére lényeges hatással bíró mozzanatokot tárhat fel. A közelmúltban különböző lófajták genetikai szerkezetének elemzésére több kutatócsoport is végzett kutatásokat. A generációs intervallum (VALERA és mtsai, 2005; DUBOIS és RICARD, 2007), a beltenyésztési együttható (GLAŽEWSKA és JEZIERSKI, 2004; VALERA és mtsai, 2005; ZECHNER és mtsai, 2002), az alapítók száma (GLAŽEWSKA és JEZIERSKI, 2004; ZECHNER és mtsai, 2002), illetve a tenyészetek osztályozása (VALERA és mtsai, 2005) szolgálhat az állomány származásának elemzésére. Az állományon belül a genetikai variabilitás arányával a méneknek a fajtára gyakorolt hatását is meg lehet becsülni (VALERA és mtsai, 2005; ZECHNER és mtsai, 2002). ZECHNER és mtsai (2002) meghatározták a lipicai tenyészeteken belüli, és a tenyészetek közötti rokonságot.

2.4. (Ko)Variancia komponens becslés

A tenyészértékek BLUP alapú becsléséhez a termelési és származási adatok figyelembevételével előzetesen variancia komponensek becslése szükséges. A variancia és kovariancia komponensek hányadosával a genetikai paraméterek (örökölhetőség, genetikai és fenotípusos korreláció) becsülhetők. A variancia komponensek becslésére alkalmazott modell megegyezik, a későbbiekben, a tenyészértékbecslésben használatos modellel. Az alkalmazott modelltől függően szükséges lehet az additív genetikai variancia és a hibavariancia becslésén kívül az állandó környezeti hatás varianciájának becslése is.

A variancia komponensek becslésére hazai lótenyésztési kutatási példaként TÓTH (2006) munkája hozható fel, ahol a szerző különböző lószínek örökölhetőségi és ismételhetőségi értékét határozta meg.

A varianciakomponensek korlátozott maximális valószínűség (restricted maximum likelihood = REML), Monte-Carlo EM és Gibbs mintavételezési módszerekkel egyaránt becsülhetőek (KOVAC és GROENEVELD, 2003).

2.5. Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése genetikai paraméterek alapján

Sportlovak esetében a tenyészcélok több összetevőt tartalmaznak, amelyek a ló különböző életkorában mérhetőek. A végső cél a sportversenyeken nyújtott díjlovaglási és díjugratási képesség növelése. A teljes tenyészcél a ló díjlovaglási és díjugratási képességekkel kapcsolatos teljesítményjellemzőinek kombinációja, amelyeket eltérő időpontokban és változatos tesztelési eljárásokkal mérnek. A teljesítményvizsgálati sémák megkülönböztethetők a teszt helyszínén, koron, és a ló nemén keresztül. Azok a ménék és kancák, amelyek teljesítik a teljesítményvizsgát, általában tenyésztésbe kerülnek, de néhány, mint a heréltek, díjugrató, vagy díjlovagló versenyek résztvevője lesz, amelyeket minőségi szintek és életkor szerint csoportosítanak. A versenyeken induló lovakat csak akkor indítják, ha reális esélyük van a győzelemre, miáltal az eféle szelekció erősebbé válik idősebb lovak, és magas szintű versenyek esetén. Általában, az országonkénti teljesítményvizsga rendszere befolyásolja a teszteken résztvevő lovak számát és a minőségét, valamint a teljesítményteszteken rögzített változók genetikai paraméterek eloszlását és becslését.

Ha a tenyészcél több összetevőt tartalmaz, az értékmérők sokaságának tenyészcélon belüli súlyozása különösen fontos. A súlyozás megfelelő alkalmazása kihatással lehet a szelekción keresztül a kedvező genetikai előrehaladásra. Más háziállatok, mint például a tejelő szarvasmarha, vagy a sertés, tenyészcéljaiban a faktorokat a meghatározott genetikai előrehaladás mértéke és a gazdasági érték alapján súlyozzák. A lótenyésztésben megvalósult kevés példa egyike BRUNS és mtsai (1978) tanulmánya, ahol a díjugratási és díjlovaglási képességre vetített gazdasági súlyt árverési adatokból képezték. Azonban, sok más állatfaj termelési rendszerétől eltérően, a lótenyésztők

többsége a lótenyésztést nem gazdasági ágának tekinti, egyáltalán nem, vagy kevés figyelmet fordít a jövedelmezőségre (SLU, 2001). Éppen ezért felvethető a kérdés, hogy a ló tartás gazdasági hatékonysága van-e olyan jó kritérium, amire alapozható a szelekció. Sokkal alkalmasabb eljárás lehet a súlyok meghatározása az elvárt előrehaladás irányából (BRASCAMP, 1984). Ennek az eljárásnak a használata során a tenyésztőszervezetek döntenek a következő generációk kívánt genetikai szintjéről. A relatív súlyokat aztán ezekből a kívánt előnyökből, és a számításba jövő faktorok genetikai paramétereiből képezik.

A tenyészcélok nemzetközi összehasonlítására KOENEN (2002) és KOENEN és mtsai (2004) tanulmányából kaphatunk képet.

A lónak faji sajátossága a hosszú generációs intervallum. Az értékelést nehezíti továbbá, hogy a ló genetikai értékének megnyilvánulási lehetősége (fenotípusos érték) nagymértékben függ a ló kiképzettségétől. Mások mellett MIHÓK (2005b) is részletesen megfogalmazza az előszelekcióra törekvés fontosságát, hiszen a valósnak tekinthető teljesítményét megmutató, karrierje csúcsán lévő ló életkora 10-15 év közötti. Ez a tény is a lehető legkorábban rendelkezésre álló objektív adatok értékelésének szükségességét jelenti.

A hosszú generációs intervallum mellett a véletlenszerű párosítás is problémát okoz a tenyésztésben. LANGLOIS és mtsai (1983) megállapítása szerint a sportló-állományok genetikai analízise különbözik a versenylovakétól, mivel ezekben az állományokban Franciaországban a legtöbb párosítást (több mint 80%-át) a legközelebbi ménnel végzik, így gyakran feltételezhető, hogy véletlenszerű párosításról van szó.

A sajátteljesítmény-vizsgán (STV) figyelembe vett értékmérők országonként, és tenyésztőszervezetenként eltérőek lehetnek. Az STV összetevői a küllemi bírálat, szabadon ugratás, illetve mozgásbírálat alcsoportokra bonthatóak. A különböző alcsoportok fontossága, és a közöttük lévő kapcsolat a nemzetek között eltérő.

A teljesítményvizsgák objektivitására és hatékonyságára SCHWARK és mtsai (1992) továbbá LENGERKEN–SCHWARK (2002) végeztek vizsgálatokat.

BRUNS és mtsai (2001) felhívták a figyelmet a központi teljesítményvizsgálatok (férőhely, kiképző) kapacitásának korlátozottságára, de a kevésbé behatárolt üzemi tesztek számának optimalizálását is javasolják. Fontosnak tartják a tesztek számának és a vizsgált értékmérőknek az azonosítását is.

BRUNS és mtsai (2004) megállapítják, hogy sportlovak számára háromféle tesztből állhatnak rendelkezésre teljesítményadatok. Ezek az információforrások a központi teljesítmény vizsga, az üzemi teljesítmény vizsga és a sportteljesítmény.

1. táblázat

A különböző teljesítmények és örökölhetőségek ménvizsgáló állomásokon és kancavizsgákon nyert információk alapján becslve (RICARD és mtsai, 2000 nyomán.)

Teszt típus	Értékelt tulajdonság	Örökölhetőség (h ²)		
		Átlagos	Egyedi	Forrás
Ménvizsga/	Lépés	0,23	0,21; 0,19; 0,21; 0,30	1, 5, 6, 7
Kancavizsga	Ügetés	0,34	0,36; 0,28; 0,38	5, 6, 7
Mének tesztje	Karakter/temperamentum	0,41	0,41; 0,24	2, 4
	Lépés	0,55	0,43; 0,66; 0,33	2, 4, 9
	Ügetés	0,58	0,50; 0,66; 0,49	2, 4, 9
	Vágta	0,56	0,47; 0,66; 0,39	2, 4, 9
	Lovagolhatóság	0,44	0,52; 0,36; 0,43	2, 4, 10
	Szabadon ugratás	0,56	0,47; 0,65; 0,47	2, 4, 9
	Díjugratás	0,40	0,38; 0,43; 0,39	4, 9, 10
Kancák tesztje	Lépés	0,25	0,15; 0,27; 0,22; 0,35	1, 2, 3, 8
	Ügetés	0,30	0,35; 0,36; 0,14; 0,35	1, 2, 3, 8
	Vágta	0,27	0,18; 0,35; 0,18; 0,35	1, 2, 3, 8
	Lovagolhatóság	0,20	0,26; 0,30; 0,03	1, 2, 3
	Szabadon ugratás	0,24	0,27; 0,35; 0,15; 0,20	1, 2, 3, 8
	Díjugratás	0,12	0,04; 0,20	1, 5

Forrás: (1) HASCHER (1999); (2) VELSEN-ZERWECK (1999); (3) HUIZINGA (1991); (4) BROCKMANN (1999); (5) CHRISTMANN (1996); (6) SCHADE (1996); (7) GERBER és mtsai (1997b); (8) GERBER és mtsai. (1997a); (9) GERBER és mtsai. (1996); (10) VELDHUIZEN (1997).

A különböző mén- és kancavizsgák részletes áttekintése előtt az 1. táblázatban RICARD és mtsai (2000) nyomán közöljük a különböző teszteken értékelt jellemzőket, és azok örökölhetőségi értékeit.

2.5.1. Küllemi jellemzők értékelése

MIHÓK (2005a) szerint a küllemi tulajdonságok nem állítják nehéz helyzet elé a tenyésztőt, de a sportteljesítményt előrejelző tulajdonságok azonosítása kérdéses. A ló teljesítményét leginkább az általános mozgáskészség határozza meg, így az alapjármódok szabályossága, tiszta üteme és rugalmassága, a mozgás természetes egyensúlya.

Németországban a lótenyésztésben a testalakulás fontosabb szerepet játszik, mint más fajok esetében (PREISINGER és mtsai, 1991). A szelekciós feltétel becsült relatív gazdasági értékei a hátsólótenyésztésben az eladási áron alapulnak, jelezve, hogy a nagy árak eléréséhez a lovak testalakulása és a mozgáskészsége a legfontosabbak. A testalakulás jellemzőit általánosságban pontrendszer alapján a tenyésztőszervezetek képviselői értékelik a kancák és a csikók bemutatóin. Az eredményeket egyedenként rögzítik, és számítógépes adatbankokban tárolják. Eddig ezeket az információkat, főként a csikókra vonatkozókat, nem használták a tenyésztérték becsléséhez. A nagy generációs intervallum miatt a lótenyésztésben olyan teljesítmény vizsgálati sémákat szükséges használni, amelyek a lehetőségekhez mérten korán szolgáltatnak információkat az állatokról, így optimalizálva a genetikai előrehaladást. A csikók osztályozási eredményeinek használata a kancák eredményei helyett a generációs intervallumot 2 évvel csökkentené. Az eredmények alapján meghatározható, hogy a csikók adatai hasznosíthatók-e a testalakulás genetikai fejlesztésében a német trakehneni populáció esetében. A minősítő bizottság a különböző szempontokat pontszámokkal értékeli. Ezek között van a típus, testalakulás, járásmód szabályossága és a mozgás lendülete. A tulajdonságokat 1-10 pontos skálán minősítik. A csikók és kancák adatait kiértékelő lineáris modellben fix hatásként veszik figyelembe az év, a hónap, az év-hónap interakció, a minősítő bizottság, és a csikó nemének hatását. A csikók minősítése a testalakulási jellemzőkre vonatkozó első ivadékvizsgálatként beilleszthető a tenyésztési programba. A mének kiválasztását fejleszteni kívánják a

tenyésztési terv kiterjesztett modelljével. A legjobb mének végső kiválasztása az ivadékok lovassportokban nyújtott teljesítménye alapján történik.

KOENEN és mtsai (1995) szerint a testalakulás fontos szerepet játszik a holland melegvérű ló tenyésztésében. A Holland Királyi Melegvérű Törzskönyv tenyészcélja olyan esztétikai és funkcionális testalakulású lovat ír le, amely a legmagasabb szinten vehet részt a versenyeken. Hosszú ideig a tenyésztők az esztétikai testalakulás alapján szelektáltak, az utóbbi évtizedekben nagyobb a hangsúlya a funkcionális testalakulásnak. A ló testalakulásától várják a későbbi teljesítmény előrejelzését. A teljesítmény összetevőire (díjlovaglás és díjugratás) történő közvetett szelekció a testalakulás alapján hasznos lehet, mivel a teljesítmény összetevőinek alacsony az örökölhetősége (LANGLOIS, 1975a; BRUNS, 1981; HUIZINGA és VAN DER MEIJ, 1989), és csak az élet későbbi szakaszában mérhető. Lineáris leíró pontrendszert készítettek a testalakulás mérésére. Ennek, és a teljesítménynek a kapcsolatát korábban még nem tanulmányozták, ezért KOENEN és mtsai (1995) célkitűzésként választották a fenotípusos és genotípusos paraméterek, illetve az értékmérők és a teljesítmény közötti korreláció meghatározását. Huszonhat különböző szempontot értékeltek, 1-40 közötti pontokkal. A populáció átlagát 20 pontnak vették fel, 7 pontos szórással. A genetikai analízishez egy olyan pontrendszert alkalmaznak, amelyet a ló összesített minősítéséből képeznek. Ez a minősítés tartalmazza annak a szintnek a betűjelét, amelyet a ló elért, a szinten belül pedig a teljesítményének előrehaladását jelző számot. A normalitás növelése érdekében az így képzett pontszámok a négyzetgyökét alkalmazzák. Közepes korrelációt találtak a nyaki jellemzők között. A könnyű fej-nyak kapcsolódás korrelációban van a hosszú nyakkal és a dőlt lapockával. Magas korrelációt találtak a mar és a nyak értékmérői között. Magas pozíciójú mar korrelál a hosszú dőlt lapockával. A törzs értékmérői és hátulsó paraméterek közepes korrelációt mutatnak. A hosszú, lejtős far genetikai korrelációban van az erős, izmolt tomporral. A lábakhoz kötődő jellemzők pontszámai közepesen korrelálnak. Szoros negatív korreláció van a lábak minősége és szilárdsága között, ami azt jelenti, hogy a szikár lábak a könnyű lábak.

Mivel a testalakulás sokkal korábbi életkorban megállapítható, így az ezen keresztül végzett közvetett szelekcióval a generációs intervallum is csökkenthető. DUCRO és mtsainak (2007) kancák adatain végzett vizsgálatában a testalakulási jellemzők

örökölhetősége (0,19–0,47) a testalakulási adatok alapján végzett szelekció közepes hatékonyságát mutatja. Az eredmények jelezték, hogy szignifikáns fenotípusos kapcsolat van több testalakulási jellemző, és a sportversenyen nyújtott teljesítmény között, ezért a testalakulás alkalmazható lehet a tenyészték korai becslésére. Éppen ezért nyilvánvaló, hogy a tenyésztési programoknak nagy nyomatókat kell fektetniük a kancák tesztjeire.

KALM (1997) felhívja a figyelmet, hogy Németországban az STV vizsgálatokban a tenyészték-becslés során az egyedi teljesítményadatokat mindig figyelembe veszik. Értékelik továbbá a küllemi bíráló értékmérő tulajdonságait, az alapjármódokat.

A sportteljesítmény növelését célzó alternatív stratégia lehet a HUGASON és mtsai (1987) által Svédországban kifejlesztett számítógépes program 2 és 3 lépcsős szelekciójának alkalmazása. Mének számára három különböző szelekciós stratégiát választottak: 1 szintű szelekció, 2 szintű szelekció és 3 szintű szelekció. Az 1 szintű szelekciós séma a testalakulás becslésén alapszik. A 2 szintű szelekciós séma a testalakuláson kívül tartalmazza a díjlovagláshoz és a díjugratáshoz szükséges teljesítményteszteket. A 3 szintű szelekciós séma magában foglalja a 2 szintű szelekciós séma elemeit, és kiegészíti a mének díjlovagló és díjugrató sportversenyeken elért eredményeivel. A különböző szelekciós szintek alkalmazása során a megelőző szintek információit mindig figyelembe veszik. A kancák szelekciójára az 1 és 2 szintű szelekciós sémákat hasonlították össze. Az 1 szintű szelekciós séma megegyezik a mének esetében tárgyaltakkal. A kétszintű szelekciós séma kancák esetén is tartalmaz teljesítményvizsgát. A teljesítményvizsga lehet egyszerű terepvizsga, vagy a sokkal részletesebb üzemi vizsga. A kancák vizsgájánál is fontos a teljesítményvizsga, valamint hogy a lehető legtöbb állat vegyen részt ezeken a vizsgákon. A ménekhez hasonlóan, a testalakuláson alapuló egyszintű kiválasztás teljesítményre szelektált lovak előállítására nem vezet eredményre. Különösen igaz ez a díjugratás esetében. A mének szelekciójában kézenfekvő, hogy a kétszintű szelekciós séma bizonyult megfelelőnek, mivel tartalmazza a teljesítményvizsgát, amelyet nagyszámú mén teljesít. A versenyeredmények alapján végzett kiválasztás csökkenti a genetikai előrehaladást, mivel ebben az esetben nagyobb a generációs intervallum. Bár az eredmények nagyban függenek a vizsgált szempontok megválasztásától, a vizsgálat eredményei újfent kiemelik a mének korai teljesítményvizsgájának fontosságát. A díjugratás és a

díjlovaglás közötti alacsony korrelációk miatt nagyobb előnyökkel járnának a tenyésztési irányelvekben az egyirányú szelekciós feltételek. A piac azonban olyan lovakat igényel, amelyek legalább két diszciplínában alkalmazhatóak, ezért bármilyen visszalépés az egyirányú szelekció felé az egyébként is kis létszámú populációkat további, még kisebb alpopulációkra bontaná. Ezért a fő irányelv, amit, Svédországban továbbra is preferálni kell, a több diszciplínában eredményes lovak tenyésztését helyezi előtérbe.

WALLIN és mtsai (2003) az üzemi vizsga és az élethosszi díjlovagló és díjugrató teljesítmény közötti összefüggéseket elemezték. Az élet korai szakaszából kerestek olyan mérhető tulajdonságokat, amelyek korrelációban vannak a később nyújtott sportteljesítménnyel. A hátsó minősítő vizsgán figyelembe vett értékmérők: a testalakulási jellemzők (típus, fej-nyak és test, lábak korrektsége, járás és ügetés), a sajátteljesítmény értékelése (ugrás, lépés, ügetés, rövid vágta és temperamentum), valamint egészségügyi szempontok (ortopédiai állapot és orvosi állapot). Minden jellemzőt 1 (leggyengébb) és 10 (legjobb) pont között értékelték. Közepes genetikai korrelációt találtak a testalakulás és a sportversenyen nyújtott teljesítmény között. A sportteljesítmény és az ortopédiai paraméterek között nullához közeli genetikai korrelációt mutattak ki. Hollandiában alkalmazott hátsó minősítő vizsga jó genetikai előrejelzője lehet a későbbi teljesítménynek. A vizsgából nyert eredményeket használni lehetne genetikai becslésekre, ami lehetővé tenné, kancák és mének esetében egyaránt, a korai szelekciót. A testalakulás, a csontosodás (a csontozat felépítése) fontosságára WALLIN és mtsai (2001) is rámutattak. Megállapították, hogy a röntgennel mérhető csontozati jellemzők befolyásolják leginkább a hosszú élettartamot, ami indokoltá teszi már a lovak életének korai szakaszában is az egészségügyi adatok felvételének fontosságát. Természetesen az egészség mellett a testalakulást és a teljesítményt is figyelembe kell venni a sportcélokra szelektált fiatal lovaknál.

2.5.2. Az ugróteljesítmény értékelése

A szabadonugró folyosóban nyújtott teljesítmény és a mozgásbírálat összetevőinek értékelése a későbbi teljesítmény előrejelzője lehet. A szabadon ugratás fontosságának hangsúlyossága hazai (ÓCSAG, 1977; MIHÓK és JÓNÁS, 2005) és külföldi

(PHILIPSSON, 2005; SANTAMARIA és WEEREN, 2005) irodalmakban egyaránt megjelenik.

HUIZINGA és mtsai (1991a, 1991b) értékelése szerint a holland félvérek sajátteljesítmény vizsgáján a lovagolhatóság, díjugratás, szabadon ugratás tulajdonságokat 25, 50, 80 és 100 nap után pontozzák. Az első értékeléskor csak a szabadon ugratást, a továbbiakban mindegyik jellemzőt értékelik. Az ugrásra közepesen magas örökölhetőséget (0,31) becsültek. Adataik alapján a lovas alatti ugratás (díjugratás) és a szabadon ugratás közötti genetikai korreláció 0,92.

KALM (2003) elemzése során németországi mén-, és kancavizsgák összetevőiből, valamint a sportversenyek eredményeiből összesen 15 értékmérőt vett figyelembe. A kanca teljesítményvizsgákból a lépés, ügetés, rövid vágta, lovagolhatóság és szabadon ugrás tulajdonságokat, a ménék teljesítményvizsgájából a lépés, ügetés, rövid vágta, lovagolhatóság, szabadon ugrás és lovassal ugrás értékmérőket elemezték. A sportteljesítmény értékelésére a tapasztalt, és a képzett fiatal lovak esetében egyaránt a díjlovagló és díjugrató versenyek eredményei szolgáltak. Ménék esetében magas genetikai korrelációt találtak a díjlovaglási tulajdonságok (lépés, ügetés, rövid vágta és lovagolhatóság) között. A lépés és az ügetés negatív korrelációban, a rövid vágta alacsony pozitív korrelációban volt a szabadon ugrással. A vágta és a lovagolhatóság közepes korrelációt mutatott a lovas alatti ugrással. Míg a szabadon ugrás és a lovas alatti ugrás közeli genetikai kapcsolatban állt. Kancák esetében a díjlovaglási paraméterek közötti korreláció a ménéknél látottakhoz hasonlóan magas volt. A ménék adataitól eltérően azonban a jármód tulajdonságok és a lovagolhatóság a szabadon ugrással a kancák esetében pozitív korrelációt mutatott. A ménék egységes felkészítésének eredményeképpen a vizsgára való felkészítés 70 napra csökkenhetett (KALM, 2003). Ezt elősegítette a tulajdonságcsoporthoz magas örökölhetőségi értéke, és a felkészítés valamint a vizsgáztatás nagymértékű pontossága. A fiatal tenyészkancák esetében egy egynapos területi, és egy rövid állomásvizsgát alkalmaznak.

KALM (2003) előadásában megállapította, hogy Németországban az egyes vizsgaformák alapján külön-külön számított tenyészértékbecslés javítása csak az összes rendelkezésre álló adat figyelembevételével lehetséges. Az újonnan kidolgozott modell magába kell, hogy foglalja a mén- és kanca teljesítményvizsga adatait és a szakági

versenyek eredményeit is. A új modell a BLUP egyedmodellen alapszik. Elkövetkező célként jelöli meg a mének 30 napos tesztjéhez történő alkalmazkodást. A 30 napos teszt eredményei magas korrelációban állnak a 70 napos teszt eredményeivel (HARDER és KALM, 2005). Ennek folytán a 30 napos teljesítményvizsgálat is kiváló előrejelzést ad a mének teljesítményéről.

A mének teljesítményvizsgálója és az ivadékok vizsgálója közötti összefüggéseket OLSSON és mtsai (2000) vizsgálták. A mének három teszten vehettek részt, minden esetben 4 napon keresztül tesztelték őket. A tesztek magukba foglalták a következő értékmérőkre történő becsléseket: szilárdság, testalakulás, jármód lovassal, szabadon ugrás, és lovassal ugrás. A szabadon ugrás és a lovas alatti munka során értékelték a mének vérmérsékletét, valamint az általános megjelenést. A méneknek rendszerint a háromból két tesztet kellett teljesíteni a tenyésztésbe vétel feltételeként. A jármódnak általánosságban nagyobb az örökölhetősége és az ismételhetősége. A lovas alatti ugrásnak kisebb az örökölhetősége, mint a szabadon ugrásnak. Ennek az oka a lovas befolyása lehet, mivel így a lovak közötti természetes variancia nem tud megfelelő mértékben kifejeződni. További torzításra adhat okot, hogy néhány a szabadon ugratóban gyengén teljesítő ló nem is jutott el a lovas alatti ugrás értékeléséig. A mén teljesítményvizsgán értékelt tulajdonságok között közepesen magas, és magas örökölhetőséget állapítottak meg, ami azt mutatja, hogy a teljesítményvizsga hatékony eszköze lehet a tenyészmének kiválasztásának. A jármód értékmérőinek magas ismételhetősége azt jelzi, hogy a tesztek száma csökkenthető. Az ügetés és a galopp közötti genetikai korreláció magasabb, mint a lépés és a galopp között. A szabadon ugrás és a lovas alatti ugrás közötti szoros genetikai korreláció azt sugallja, hogy a fiatal kori szabadon ugrás jó előrejelzője lehet a lovas alatti teljesítménynek, így alkalmas szelekciós feltétel lehet. Pozitív korrelációt találtak a jármódok és az ugrótulajdonságok között, ami a mindkét irányba történő tenyésztést megkönnyíti. A genetikai korreláció a mén teljesítményvizsgálója és a hátszló minőségvizsgálója között igen szoros, ami arra utal, hogy a két különböző teszten elért eredmény ugyanazon géncsoport által meghatározott, azaz azonos tulajdonságnak tekinthetők.

LEWCZUK és mtsai (2006) különböző akadálymagasságok esetében értékelték fiatal mének a szabadon ugrató és a lovas alatti teljesítményét. A lovas alatti ugróteljesítmény, és magasabb akadály esetében nagyobb ismételhetőséget találtak.

Ebből arra következtettek, hogy magasabb akadályokon a ló ugrókéessége jobban megbecsülhető.

A teljesítményre vonatkozó svédországi általános stratégiákról PHILIPSSON és mtsai (1990) adtak áttekintést. A tenyészcélnek a legtöbb hátsló populációban több irányzata van. A ménnek tenyésztési engedélyét négyéves kortól adják meg, felső korhatár nincs. A testalakulást, az egészségi állapotot, a jármódot és a teljesítményt figyelembe veszik az értékelés során. A mén teljesítményvizsga 3-4 alkalommal ismételt egy hetes teszt, 6 hónapos időközökkel. Az első értékelés 3,5 éves korban történik a szabadon ugrással és a tereplovaglással. A későbbi vizsgákon a szabadon ugratóban nyújtott teljesítményt és a díjugratást vizsgálják.

WALLIN és mtsai (2003) az alábbi megállapításokat tették az üzemi vizsga és az élethosszi díjlovagló és díjugrató teljesítmény közötti összefüggésekről. A sportversenyeken nyújtott teljesítmény alapján képzett tenyészték esetén figyelembe kell venni, hogy a fiatal méneknek, amelyeknek csak kevés ivadéka van versenyben, a tenyészték csak 12 éves koruk után fogadható el megfelelőnek. Erre az időre azonban már több idősebb mén nincs tenyésztésben. A hátsló minősítő vizsgán figyelembe veszik a sajátteljesítmény értékelését (ugrás, lépés, ügetés, rövid vágta és temperamentum). Minden jellemzőt 1 (leggyengébb) és 10 (legjobb) pont között értékelték. A jármód jellemzői és a díjlovaglási teljesítmény között szoros genetikai korrelációt találtak. Az ügetés és a rövid vágta az átlagos jármód pontszámmal együtt megfelelő genetikai előrejelzése a későbbi díjlovaglási teljesítménynek. A rövid vágta szoros genetikai korrelációban van a díjlovaglási és díjugratási teljesítménnyel egyaránt. A genetikai korreláció az ugrás és a díjugratási teljesítmény között szorosabb, mint a megfelelő korrelációk a jármód értékmérői és a díjlovaglás között. Közepes genetikai korrelációt találtak a testalakulás és a sportversenyen nyújtott teljesítmény között.

2.5.3. A mozgásbírálat értékelése

A mozgásbírálat összetevői szoros kapcsolatban vannak a későbbi lovassportokban nyújtott teljesítménnyel (ÓCSAG I., 1980; BADE és mtsai, 1975abc). MIHÓK és

JÓNÁS (2005) is utalnak arra, hogy a mozgáskészség irányában kifejtett szelekció hogyan vitte előre Európa legjobb lófajtáit.

HUIZINGA és mtsai (1990) 1984–1987 közötti adatokból legalább hároméves kancák üzemi teljesítményvizsgákon elért pontszámait vizsgálták. Egy háromtagú bírálóbizottság által szubjektíven pontozott paraméterek: lépés, ügetés, rövid vágta, lovagolhatóság, jellem, ugróképesség és az összesített pontszám. Az örökölhetőség közepesen alacsony a jármód (átlagosan 0,19), ugróképesség (0,15) és összpontszám (0,17), különösen alacsony a lovagolhatóság (0,03) és jellem (0,06) esetében. A díjlovaglás a legjobban a lovagolhatósággal van kapcsolatban (0,83), és közepes szorosságot mutat az üzemi teszten elért összpontszámmal (0,41). A díjugrató teljesítmény az ugróképességgel korrelációban van (0,48), de nincs kapcsolatban az üzemi teszten szerzett összpontszámmal (0,05).

HUIZINGA és mtsai (1991a, 1991b) holland félvérek sajátteljesítmény vizsgáját értékelték. A teljesítményvizsga jellemzői között vették figyelembe a lépés, ügetés, rövid vágta, karakter, viselkedés, és kiképzési vélemény tulajdonságokat is. Az ugrójellemzőkhöz hasonlóan 25, 50, 80 és 100 nap után pontozták a fenti értékmérőket. Az esetlegesen hiányzó pontokat a meglévő értékelések alapján parciális regressziós koefficiens segítségével becsülték meg. A becsült és a valódi pontok között szoros (0,74-0,79) korrelációt találtak. A jármódokra magas (átlagosan $h^2=0,64$) örökölhetőségi értékeket becsültek. A díjugratás és a jármódok között pozitív korrelációt mutattak ki. Összességében megállapították, hogy a potenciális tenyészmének teljesítményei jó becslések az utódaik versenyeken nyújtott teljesítményére. Ez alapján a mének egyforma körülmények közötti állomási teljesítményvizsgálója hatékony eszköz lehet a hátrasló-tulajdonságok alapján történő szelekcióra.

A svédországi kancaállomány értékelésébe PHILIPSSON és mtsai (1990) munkája nyújt betekintést. A kancák értékelése során a testalakulás és a jármód osztályozása 1-3 éves kor között történik, a tenyészkancákat legkorábban négyéves korukban, a törzskönyvbe kerülés feltételeként minősítik. A lovagolhatósági vizsga a törzskönyvbe kerülés feltétele.

KOENEN és mtsai (1995) szoros, és nagyon szoros korrelációkat találtak a lépés és ügetés jármódok között, valamint a jármódokon belül, az adott jármód értékelt jellemzői között (lépés hosszúsága, rugalmassága, korrektsége; ügetés hosszúsága, elasztikussága, impulzusa). A lépés korrektsége szinte egyáltalán nincs korrelációban más mozgási paraméterekkel.

2.6. Sportversenyek eredményeinek értékelése

A sportversenyek eredményeinek értékelése annak több összetevője miatt nehezen kivitelezhető. A versenyteljesítmény és a versenyzőkéesség örökölhetőségéről BODÓ (1976, 1977), a gyorsaság örökölhetőségéről HECKER (1975) tett közzé adatokat.

HECKER (1980) a mének rangsorolását ivadékaik sporteredményeiből kiindulva végezte, a díjugrató szakágban kapható pontszámok alapján. A korai kiválasztás előmozdítására magyar ügetőlovak eredményeit ENGEL és BOROSTYÁNKŐI (1984) vizsgálták az évenkénti legjobb idő alapján.

Az OMMI évek hosszú során tett közé a tenyészmének ivadékainak versenyeredményein alapuló tenyészértékbecslési eredményeket (NÉMETH, 1993).

BOKOR és mtsai (2006) a magyarországi angol telivér állományra határozták meg a nyereményösszeg és a versenyen elért helyezések örökölhetőségi értékeit. Mindkét jellemzőre alacsony örökölhetőséget állapítottak meg.

2.6.1. Nyereményösszegen alapuló értékelések

A tenyészérték becslés – a Nyugat–Európában más gazdaságilag fontos fajokhoz hasonlóan – a franciaországi lótenyésztésben is a legjobb lineáris torzítatlan becslés (BLUP) használatával valósult meg. Alkalmazásával tenyészetek felett álló, költséghatékony becslési rendszert dolgoztak ki. Franciaországban az éves nyereményösszeg alapján dolgozták ki a tenyészérték becslési modellt. A nyereményösszeg minden területen alkalmazható. A kezelhetőségi megbízhatósága jó, több országban is alkalmazzák. Mivel a nyereményösszeg eloszlása aszimmetrikus, és

az exponenciális eloszlást közelíti, a becslésben csak matematikai transzformáció után alkalmazható. A normál eloszlás eléréshez több tanulmány alapján (LANGLOIS, 1975a; LANGLOIS, 1975b; DESCOQS, 1976) a nyereményösszeg logaritmusának használata javasolt. Más matematikai módszerek is alkalmazhatóak, ugyanis MINKEMA (1975) vizsgálata alapján a négyzetgyök, harmadik és negyedik gyök alkalmazása is sikeres lehet.

Az eredmények értékelése során a nyereményösszeg logaritmusával számolt TAVERNIER (1988). Az alkalmazott egyedmodellben az ivar, az életkor és az év hatását vette figyelembe. A legfontosabb eredménye, hogy az egyedmodell alkalmazásával a genetikai becslés meghatározása lehetővé vált a nyereménnyel rendelkező lovak oldalági rokonaira is. Több kutatásban is kimutatták a rokonsági mátrix fontosságát a genetikai becslésekben (HENDERSON, 1975ab).

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 engedik szaporodni, leírja, mely állatok szaporodtak, így a szelekcióhoz köthető hibák megelőzhetőek. Az egyedmodell az egyetlen, amely tartalmaz minden párosítási adatot, ezért ez a legjobb módszer ennek a problémának a megoldására.

LANGLOIS és BLOUIN (2004) a lovak versenyteljesítményének teljesítményindexekkel történő mérésével kapcsolatos vizsgálatukban megállapítják, hogy a teljesítményindexek az éves nyereményösszegeken alapuló normál eloszlású értékek. Az indexeket az Interstallion javaslatoknak megfelelően 100-as átlaggal, és 20-as szórásértékkel mutatják be. Az értékeket az éven belül a kor és az ivar befolyásolja. Tanulmányukban a fogamzáskori tenyésztérték, és az eladáskori (versenylóként egyévesen, sportlóként hároméves korban) tenyésztérték közötti regressziós és a korrelációs értékeket határozták meg, továbbá tanulmányozták a jövőbeni teljesítményt. A vizsgálatok alapján a BLUP egyedmodellel nyereményösszeg alapján végzett tenyésztérték becslések Franciaországban hasznosnak tűnnek a tenyésztők számára. Ugrás esetében optimális alattiak a becslések, és 0,39 értékű korrelációban vannak a tenyészcéllal.

A nyereményösszeg logaritmusán, tehát egy értékmérőn alapuló tenyészték becslési módszereknek RICARD (1997) megállapításai szerint három hátránya van. A nyereményösszeg alapú modell kizárja az értékelésből a nyeremény nélkül maradt állatokat, ami számottevő információvesztést eredményez. Probléma továbbá, hogy a verseny státusza (ami nem feltétlenül egyezik meg a verseny valódi szintjével) erősen függ a pénzdíjtól. Harmadik hátránként említi, hogy az elért nyereményösszeg és az indulások számának hányadosa nem megfelelően korrigál a normál eloszlás szélsőségeire, ugyanis megegyező teljesítmény (hányados) lehetséges eltérő számú indulással is. LANGLOIS és VRIJENHOEK (2004) egy negyedik hátrányát is megfogalmazta a nyereményösszegen alapuló módszereknek. Nevezetesen annak a kockázatát, hogy az egyetlen jellemzőn alapuló kiválasztás miatt más (a tenyésztés szempontjából fontos) értékmérők figyelmen kívül maradhatnak. Ezen okok miatt egyéb tényezőket is igyekeznek bevonni a szelekciós modellbe.

HUIZINGA és VAN DER MEIJ (1989) holland félvérek díjugrató és díjlovagló teljesítményét elemezve megállapították, hogy azok a becslések a leghatékonyabbak, amelyek a fiatalabb mének legfiatalabb utódain alapulnak. A következtetés alapja, hogy ezeket a lovakat érinti legkevésbé a szelekció, így nagy a korosztályn belüli variabilitás. A versenyeredmények díjugratás esetében viszonylag magas (0,20) örökölhetőségi értéket adtak. Ugyanez az adat díjlovaglás esetén alacsony (<0,10). Azok a genetikai becslések, amelyek nem tartalmazzak minden fontos fix hatást (például a lovas klubok figyelembe vétele), hibásak lehetnek az adott hatásban megnyilvánuló különbségek miatt. A díjugratás és a díjlovaglás között valószínűleg kicsi a fenotípusos, vagy bármilyen genetikai kapcsolat. A különböző korban nyújtott teljesítmények közötti magas genetikai korreláció mutatja, hogy a tenyészjelöltek korai teljesítményén alapuló genetikai becslés hatékony lehet valamennyi korosztályban a teljesítmény genetikai fejlesztésére. A generációs intervallum így annyira rövidre csökkenthető, amennyire csak lehetséges. A mének korai vizsgáit például kevésbé befolyásolja így a tervszerű párosítás, a szelekció és az utódok kedvező kezelése.

HASSENSTEIN és mtsai (1998) nehézségi szintekre bontva értékelték a díjugrató és díjlovagló teljesítményt a helyezések négyzetgyöke alapján. Alacsony és közepes fenotípusos korrelációt állapítottak meg a díjugratási szintek között, szignifikáns genetikai korrelációkat nem találtak.

SILVESTRELLI és mtsai (1995) közlése nyomán Olaszországban a díjugratásra szelektált hátaslovak kiválasztását BLUP egyedmodell alapján végzik. A díjugratási teljesítményt az évenkénti standardizált (100 ± 20) éves nyeresiményösszeg alapján értékelték.

A németországi sportversenyek adataira vonatkozóan JAITNER és REINHARDT (2003) többváltozós BLUP egyedmodellt alkalmaztak, amelyben fix hatásként a verseny, ivar és kor, valamint a lovas hatását vették figyelembe. Véletlen hatásként az állat tenyésztértékét és az állatot ért permanens hatásokat vonták be. A kancák és mének sajátteljesítmény vizsgájára a modell a fix tesztcsoport, és a random állat (tenyésztérték) faktorokra redukálódik.

A múltbéli tenyésztértékbecslési eljárások legfőbb hátránya a lovak sportcélokra (díjugratás és díjlovaglás) való előzetes szelekciója volt. A megbízható tenyésztérték eléréséhez valamennyi ivadék értékelése szükséges lenne, előzetes válogatás nélkül. Csak a feltételezetten jó képességű lovak jutottak el a sportversenyekre, amelyek közül a kiemelkedő egyedek jó lovasokhoz és kiképzőkhöz kerültek, ami még inkább torzította a becslést. Az előszelekció miatt a genetikai varianciát alulbecsülték, és a becslött tenyésztérték hibás lett. További probléma, hogy a nyeresiményösszeg logaritmusát alapul véve csak a rajthoz álló lovak legjobb 25%-át, a helyezést elért állatokat lehetett értékelni (LUEHRS-BEHNKE és mtsai, 2002).

2.6.2. Becslés az elért helyezések alapján

Másik lehetőség a sportversenyeken elért helyezések alapján történő becslés, a nyeresiményösszeg figyelmen kívül hagyásával. TAVERNIER (1990) mutatja be a sportversenyeken résztvevő lovak teljesítményének értékelését az elért helyezéseik alapján. Mivel a versenyen elérhető pénzdíj nem mindig áll összefüggésben a pálya nehézségi fokával, csak a helyezéseket vette figyelembe, nem hivatkozott a nyeresiményösszegre. Modelljében az ivari hatást (kanca, mén vagy herélt), az évjárat hatását (4 éves, 5 éves, 6-7 éves, 8-10 éves, 11 éves vagy idősebb) és az állandó környezeti hatást vette figyelembe. A becslés pontossága függ a rajtok számától, az

egyes sportversenyeken résztvevő lovak számától (minél több a ló, annál nagyobb a pontosság), a ló helyezésétől (a közepes helyezesű ló esetében nagyobb a pontosság, mint a helyezési lista elején vagy végén) és a verseny szintjétől.

A versenyteljesítmény közvetlen elemzésére az egyik lehetőség a helyezések alapján történő becslés. JANSSENS és mtsai (1997) a belga sportlóra megalkotott rendszerükben díjugratási és díjlovaglási teljesítményt becsülték. A lovak sportversenyeken elért helyezéseit a Blom pontozás használatával transzformálták normál eloszlású változóvá. Az átalakítás után a győztesek pozitív, az átlagos teljesítményű egyedek nullához közeli, míg az átlagosnál gyengébb teljesítményű lovak negatív pontokat kaptak. Ez a megközelítés lehetővé teszi a rendelkezésre álló információk teljes kiaknázását (mivel minden a versenyen starthoz állt állatot figyelembe vesz), és engedi normál lineáris modellek alkalmazását a genetikai becslésre. Továbbá, a különböző eredetű, vagy különböző szervezetekhez kötődő versenyeredmények általános „egységge” konvertálhatóak a versenyek „szintjei” különbségének szubjektív előzetes korrekciója nélkül. A variancia komponenseket REML módszerrel, az egyed modell használatával becsülték. A modell fix hatásként tartalmazta a ló ivarát és a versenyt. Az állandó környezeti hatást, és az additív genetikai hatást is figyelembe vették véletlen hatásként a modellben.

2.6.3. Becslés árverési eredmények alapján

JAITNER és mtsai (2005) közleményéből kitűnik, hogy az eddigi eljárásoktól merőben eltérő módszert alkalmaz a Hannoveri Lótenyésztő Egyesület, amely aukció eredmények alapján rangsorolja állatait. Az évenként megrendezésre kerülő aukciós szemléjük eredményeinek a tenyésztérbecslésbe való bevonása bizonyos előnyöket hordoz magában, mivel viszonylag nagy létszámban kerül fiatal ló bemutatásra az árverés során, közöttük fiatal ménnek is. Az értékelő bizottság összetétele állandó, így nem fordulhat elő, hogy egy idegen bíráló pontszámai esetleges torzulást idéznének elő az értékelésben. Az utódok számának növekedésével párhuzamosan nő a becsült értékek biztonsága is, és éppen a fiatal – tehát tenyésztési szempontból különösen figyelemre méltó – méneket így korábban be lehet mutatni.

A szabadonugratás tulajdonságai esetében sokkal magasabb szórásértékek jelennek meg az aukciós szemle során mért eredményeknél, mint a tenyészkancavizsgák értékei esetében. A rendelkezésre álló értékskálát az aukció során egyértelműen hatékonyabban tudták a bírálók kihasználni, de mindenképpen meg kell jegyezni, hogy itt az aukciós értékelés előtt a lovak előzetes szelekciója kevésbé volt jellemző.

2.7. Tenyészértékbecslési modellek

2.7.1. A BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) modellek

A tenyészérték becslését több más gazdaságilag fontos fajhoz hasonlóan lovak esetében is a legjobb lineáris torzítatlan becslés módszerével (best linear unbiased prediction – BLUP) (HENDERSON, 1975a) végzik. A módszer alkalmazásával a fix hatásokat, és a tenyészértékeket egyszerre lehet becsülni. Az elmúlt több mint ötven évben a világ számos országában vezették be a BLUP-ot a tenyészérték becslésben. MRODE (2005) könyvében részletesen foglalkozik a BLUP változatainak bemutatásával. A BLUP több változatát – egyedmodell, apamodell, anyai-nagyapa modell, ismételhetőségi modell – használják azóta is gazdasági állatfajták tenyészértékének meghatározására. SZŐKE és KOMLÓSI (2000) az egyed-, apa- és anyai-nagyapa modellek összehasonlításakor megállapították, hogy az egyedmodellel becsült tenyészérték pontossága meghaladja az apaállat modell pontosságát, ami nagyobb genetikai előrehaladást jelent. Az egyedmodell további előnye, hogy a teljesítménnyel nem, de rokonai kapcsolattal rendelkező egyedekre is becsül tenyészértéket (KOMLÓSI és VERESS, 2001).

A lótenyésztésben a BLUP módszert először ÁRNASON (1980) alkalmazta izlandi póni esetében. A tenyészértékek becslésében használata napjainkra széles körben elterjedt.

2.7.2. 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).

Lovaknál fejlődésben lévő lipicai lovak marmagasságának változására (KAPS és mtsai, 2004), valamint ugyancsak lipicai lovak caliber-indexének (KAPS és mtsai, 2005) elemzésére alkalmaztak random regressziós modelleket. A caliber-indexet a testtömeg index és a csontossági index szorzatának tizedrészeként értelmezték.

Versenyteljesítmény értékelésére BUGISLAUS és mtsai (2006) alkalmaztak random regressziót német ügetőlovak sporteredményeinek elemzéséhez. Különböző modelljeikben mérőszámként a lovak sebességét használták fel.

2.8. A szakirodalom összefoglalása

Az előző alfejezetekben bemutatott értékelési módszerek a tenyésztők és a kutatók számára is egyaránt változatos lehetőségeket mutatnak. A kanca- és ménvizsgákon az egyedmodell alkalmazása általánosan elterjedt, a fix hatásokként figyelembe vett tényezők azonban változnak az adott földrajzi terület és fajta adottságainak megfelelően. A sporteredmények értékelésére alkotott sokféle és egymástól eltérő mérőszámok közötti különbségtétel szükséges lehet. Az állattenyésztésben más fajknál már elterjedt, lótenyésztésben még kevésbé alkalmazott random regressziós módszer összevetése a meglévő, Nyugat-Európában rutinszerűen használt metódusokkal pontosabb tenyészértékbecslést tehet lehetővé.

3. A VIZSGÁLATOK ANYAGA ÉS MÓDSZERE

3.1. Magyar sportló kancavizsga

A vizsga évente standard körülmények között zajlik Kaposváron. A vizsga három részből áll: 100 pontos küllemi bírálat, szabadon ugratás és mozgásbírálat lovas alatt.

A küllemi bírálatot meghívott német bíró végzi. A 2000. előtti adatok esetében a küllemi bírálati paraméterek pontszámai nulla és tíz között lehettek. A küllemi bírálat paramétereit 2000. január 1. óta a hátsó tulajdonságok súlyozásával értékelik. A kiemelt értékmérőkre (nyak, elülső lábak, hátsó lábak, mozgás lendülete–rugalmasság) 0 és 12 pont között határoznak meg számszerű értéket a bírálók. Alacsonyabb pontszámmal veszik figyelembe a típus–nemi jelleg (0–6); fej (0–8) és a ráma–arányosság (0–8) jellemzőket.

A két nap alatt a kézenugratásra előkészített lovak vizsgája, az ugróstílus és készség vizsgálata. A bíró 0-10-ig pontoz. Az első osztályzatot a készség, az ugrás előtti távolság becslése, az ugrás megközelítése adja, a másodikat a stílus. A harmadik pontot a felkészítő adja, a felkészítés során tett megfigyelései alapján.

A lovasalatti hátsó minőségvizsga a ló részéről bizonyos előképzettséget igényel. A vizsga előtt két nappal a helyszínre érkező lovakat tesztlovak edzői irányítással felkészítik és a vizsgán is ők lovagolják. A vizsgán hármás-ötös csoportokban szerepelnek a lovak, a bíró a lovarda közepéről a három alapjármódot bírálja, mindegyiket nullától tízig terjedően, fél pontos pontossággal. Negyedik pontként szerepel a ló mozgásának bírálat a hátról és szemből egy összbélyomás-pontszám adásával. Az ötödik osztályzatot a tesztlovak adja a ló lovagolhatóságára, háttértevékenységére.

A kancavizsga pontszámának végső eredményét a küllemi bírálat 1-szeres, a szabadon ugratás 1,5-szeres, a mozgásbírálat 2-szeres szorzóval alakítja ki (MSLT, 2000).

Az értékelt jellemzők részletesen:

Küllemi bírálat során értékelt tulajdonságok: típus–nemi jelleg; fej; nyak; nyeregtájék; ráma–arány; elülső lábak; hátsó lábak; mozgás szabályossága; mozgás lendülete–rugalmasság; összbélyomás–fejlettség.

Szabadon ugratáskor bírált értékmérők: ugróstílus; készség–távolságérzék; előkészítés során tett megfigyelés.

Mozgásbírálat szempontjai: lépés; ügetés; vágta; összbenyomás; tesztlovas értékelése.

3.2. A küllemi jellemzők és a mozgáskészséghez köthető jellemzők összefüggés-vizsgálata

Az értékelés során csak azoknak a kancáknak az eredményeit vettük figyelembe, amelyek minden feladatcsoportot sikeresen teljesítettek. Adatbázisunk így összesen 629 értékelést tartalmazott, amiből 396 hároméves, 233 négyéves csikóktól származott.

A vizsgált értékmérők közötti összefüggések feltárása érdekében a főkomponensanalízis módszerét alkalmaztuk. Ezzel a többváltozós statisztikai módszerrel felismerhető, hogy mely értékmérők tartoznak egymástól független faktorcsoportba, megadja a csoportok számát, továbbá a csoporton belül a változók összefüggésének irányát és szorosságát. A főkomponenssúlyok kifejezik bármelyik főkomponens jelentőségét és súlyát a megfigyelési változók varianciájában. Az adatok feldolgozása során a faktorok forgatását a H. F. Kaiser által kidolgozott Varimax módszerrel végeztük. A Varimax módszer lényege az a_{ij}^2 négyzetes súlyok oszloponkénti variancia összegének a maximalizálása (SVÁB, 1979). A forgatást a háttérváltozók korrelálása érdekében alakították ki, amit helyes megoldásnak, és biológiailag indokoltnak tartanak. Ebben az esetben a háttérváltozók nem függetlenek egymástól. Az értékelés során csak azokat a faktorokat vettük figyelembe, amelyeknek a sajátértékei (azaz varianciái) meghaladták az 1,0-et (SZELÉNYI, 1993). Elemzésünk során a sok paraméterrel rendelkező megfigyelések csoportosítására szolgáló klaszteranalízist (csoportképző analízis) is alkalmaztuk (PODNAI, 1997), amivel az értékmérők csoportosulását vizuálisan is megítélhetjük.

Az adatok statisztikai értékelését a SAS (SAS INSTITUTE, 1999) programcsomaggal végeztük.

3.3. Genetikai szerkezet elemzése

A legalább három nemzedékre visszatekintően származási adatokat felsorakoztató magyar sportló méneskönyvben összesen 11286 ló (ebből 7517 kanca) adatai álltak rendelkezésünkre. A származási adatokat a Magyar Sportlótenyésztők Országos Egyesülete (MSLT) bocsátotta rendelkezésünkre.

A generációs intervallumot (ami lecserélte a magyar nyelvben használt nemzedékköz kifejezést, még ha hosszabb is annál (GÁSPÁRDY, 2004)) négyféle leszármazási úton (mén–méncsikó, mén–kancacsikó, kanca–méncsikó és kanca–kancacsikó) számítottuk ki a nyilvántartott egyedek, valamint azok szüleinek születési dátuma alapján. Ez az érték a szülők átlagos életkorát mutatja utódaik születésekor.

A magyar sportló állományt az alapítók számával, a jelentősebb ősök variabilitást lefedő arányával, továbbá a beltenyésztési együtthatóval jellemezzük.

Az állományon belül az egyes tenyészetek jelentőségét VASSALLO és mtsai (1986) útmutatása alapján a tenyészetből kikerülő tenyészmének arányával jellemeztük. Megkülönböztettünk izolált (mén nem kerül ki, és nem kerül be a tenyészetbe), és nukleusz (idegen tenyészmén nem kerülhet be az állományba) tenyészeteket. A tenyészmént értékesítő tenyészetek között külön kategóriába soroltuk a saját tenyésztésű méneket felállító tenyészeteket. A fenti osztályokba nem sorolható tenyészeteket a saját tenyésztésű mén tenyésztésbe vétele alapján két csoportba bontottuk. A tenyészetek közötti genetikai kapcsolatokat a Nei-féle távolsággal jellemeztük a méneskönyvben legtöbb regisztrált egyeddel rendelkező állományok esetében. Két tenyészet közötti Nei-féle távolságot a $D^{ij} = D_{ij} - [(D_{ii} + D_{jj}) / 2] = [(f_{ii} + f_{jj}) / 2] - f_{ij}$ képlettel határoztuk meg, ahol f_{ij} az i és j tenyészetek közötti páronkénti leszármazási együttható.

Valamennyi jellemzőt az ENDOG szoftvercsomag alkalmazásával becsültük (GUTIÉRREZ és GOYACHE, 2005).

3.4. Genetikai paraméterbecslés

A genetikai paraméterek becslése napjainkban nagy jelentőséggel bír, hiszen segítségével a fenotípus alapján nagy biztonsággal meg lehet állapítani az egyedek genetikai értékét. A (ko)variancia komponenseket REML módszerrel becsültük, a VCE-5 szoftver (KOVAC és GROENEVELD, 2003) alkalmazásával. A becslésekhez különböző vegyes modelleket alkalmaztunk, amelyeket a megfelelő alfejezetekben mutatunk meg.

A kancavizsgák értékelésekor megbecsültük az egyes tulajdonságok additív genetikai varianciáját és a hibavarianciát, továbbá két tulajdonság kapcsolatának értékelésekor a tulajdonságok közötti genetikai és hiba kovarianciát is. A sportteljesítmény értékelésekor additív genetikai varianciát, állandó környezeti varianciát és hibavarianciát becsültünk.

Dolgozatomban a REML módszerrel becsült (ko)variancia komponensekből az alábbi genetikai paramétereket becsültük:

1. Kancavizsgák esetében a bármely két tulajdonság közötti fenotípusos korreláció (r_{fF1F2}):

$$r_{fF1F2} = \frac{\sigma_{F1F2}}{\sqrt{\sigma_{F1}^2 * \sigma_{F2}^2}}$$

ahol σ_{F1F2} a bármely két tulajdonság közötti fenotípusos kovariancia, σ_{F1}^2 az első tulajdonság-, σ_{F2}^2 a második tulajdonság fenotípusos varianciája.

2. Kancavizsgák esetében a bármely két tulajdonság közötti genetikai korreláció (r_{gG1G2}):

$$r_{gG1G2} = \frac{\sigma_{G1G2}}{\sqrt{\sigma_{G1}^2 * \sigma_{G2}^2}}$$

ahol σ_{G1G2} a bármely két tulajdonság közötti genetikai kovariancia, σ_{G1}^2 az első tulajdonság-, σ_{G2}^2 a második tulajdonság additív genetikai varianciája.

3. Kancavizsgák esetében az egyes tulajdonságok, sporteredmény esetén a teljesítmény örökölhetősége (h^2):

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2}$$

ahol σ_a^2 az additív genetikai variancia, σ_p^2 az állandó környezeti hatás varianciája, σ_e^2 a hibavariancia.

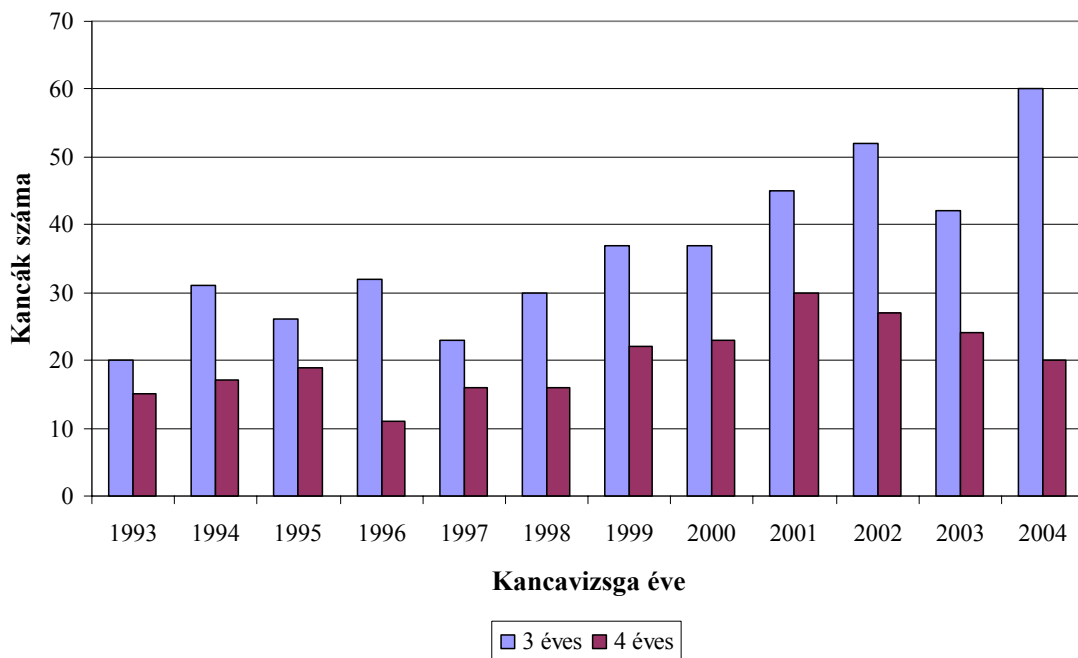
4. A sporteredményekre vonatkozóan az ismételhetőségi érték (R):

$$R = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_p^2}{\sigma_a^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2}$$

ahol σ_a^2 az additív genetikai variancia, σ_p^2 az állandó környezeti hatás varianciája, σ_e^2 a hibavariancia.

3.5. Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése genetikai paraméterek alapján

A vizsgálatban az 1993 és 2004 között kancavizsgát tett hároméves és négyéves kancák vizsgaeredményei szerepelnek. Hároméves korból 435, négyéves korból 240 kanca mért adatával rendelkezünk. 79 kanca szerepelt mindkét vizsgán. Az 1. ábra a vizsgálatba vont kancák évenkénti megoszlását mutatja korcsoportonkénti bontásban.



1. ábra. A vizsgálatban szereplő kancák megoszlása korcsoportos bontásban

A kancavizsgák eredményei közötti korrelációk becslése előtt minden értékmérőre vonatkozóan a fix tényezők szignifikáns befolyását a legkisebb négyzetek módszerével határoztuk meg. Ehhez a SAS GLM (SAS INSTITUTE, 1999) eljárást hívtuk segítségül. A 2. táblázatban közölt értékekből látható, hogy a kancavizsga éve és a tulajdonos szinte mindegyik értékmérő esetében szignifikáns hatású. A tenyésztő fix hatáskénti figyelembevétele nem indokolt, mivel nem mutatott szignifikáns hatást a modellben. Az életkornak a modellbe történő bevonása szakmailag indokolt, mert négy tulajdonság esetén szignifikáns ($P < 0,05$), további ötnél a szignifikancia szinthez közeli értéket mutatott.

2. táblázat.

Az értékmérő tulajdonságok és a befolyásoló hatások közötti szignifikancia szintek

Tulajdonság	Év	Életkor	Tulajdonos	R ²
Típus, nemi jelleg	***	n. s.	***	0,74
Fej	**	+	***	0,46
Nyak	***	n. s.	**	0,65
Nyeregtájék	***	n. s.	n. s.	0,54
Ráma, arány	***	n. s.	***	0,50
Elülső lábak	***	n. s.	*	0,70
Hátulsó lábak	***	n. s.	**	0,66
Mozgás szabályossága	***	+	n. s.	0,71
Mozgás lendülete–rugalmasság	***	n. s.	***	0,67
Összbenyomás, fejlettség	***	n. s.	***	0,53
Ugróstílus	n. s.	*	***	0,48
Készség – távolságérzék	n. s.	**	***	0,47
Előkészítés során tett megfigyelés	+	+	***	0,50
Lépés	***	n. s.	***	0,56
Ügetés	***	+	***	0,51
Vágta	***	*	***	0,52
Összbenyomás	***	+	***	0,54
Tesztlovas értékelése	***	**	***	0,52

Jelmagyarázat: +: $p \leq 0,10$; p*: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; n. s.: .nem szignifikáns.

Az adatok értékeléséhez minden paraméter esetében az alábbi lineáris egyedmodellt alkalmaztuk:

$$Y_{ijklm} = \mu + \acute{E}v_i + \acute{E}letkor_j + Tulajdonos_k + Egyed_l + e_{ijklm},$$

ahol

Y_{ijklm} = az l -ik kanca m -ik pontszáma;

μ = a populációátlag;

$\acute{E}v_i$ = a kancavizsga évének hatása (1993-2004);

$\acute{E}letkor_j$ = a kanca életkora (3, 4);

$Tulajdonos_k$ = a tulajdonos hatása;

$Egyed_l$ = az l . kanca véletlen hatása;

e_{ijklm} = a véletlen hiba értéke.

A variancia és kovariancia komponenseket, valamint a megfelelő hibaértékeket minden vizsgált jellemző esetében többváltozós egyedmodellel, a REML módszerrel, VCE-5 (KOVAC és GRONEVELD, 2003) szoftver alkalmazásával határoztuk meg. Az elemzéshez felhasznált pedigre két generációra visszamenőleg tartalmazta a vizsgákon résztvevő kancák származási adatait, így összesen 1368 ló adatai szerepeltek benne.

3.6. Genetikai előrehaladás vizsgálata

A genetikai előrehaladás vizsgálata a „3.5. Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése” alfejezetben ismertetett adatbázison alapul. A vizsgálóval bíró 596 egyednek, valamint a magyar sportló méneskönyv három generációs pedigréiben lévő oldalági rokonainak adatait használtuk fel származási adatként. A szükséges varianciakomponenseket a „3.5. A sajátteljesítmény vizsgák paraméterbecslései” alfejezetből vettük át. A tenyésztértékek becslését a legjobb lineáris torzítatlan becslés egyedmodell (BLUP AM) módszerével a PEST szoftver (GROENEVELD és mtsai, 1990) felhasználásával végeztük a 3.5. alfejezetben megtalálható modell szerint.

A tenyésztértékeket KOENEN (2005) útmutatása alapján 100-as átlaggal, és 20-as szórásértékkel a következő képlet alapján ábrázoltuk:

$$BT\acute{E}_p = 100 + ((BT\acute{E}_u - \acute{a}tlag_u) / \sigma_a) * 20,$$

ahol

$BT\acute{E}_p$ = a transzformált pontskála alapján becsült tenyésztérték;

$BT\acute{E}_u$ = az eredeti pontskála alapján becsült tenyésztérték;

$\acute{a}tlag_u$ = a becsült tenyésztérték átlaga a referencia populáció eredeti pontskáláján;

σ_a = az értékelt tulajdonság additív genetikai varianciája.

Minden egyed esetében az adott tulajdonságra számított tenyésztérték mellé meghatároztuk a megbízhatóságot a becsült hibavariancia alapján. A számítást az

$$r = \sqrt{1 - PEV / \sigma_a^2}$$
 képlettel végeztük,

ahol

r = a becsült és a valódi tenyésztérték közötti korreláció;

PEV = a tenyésztértékhez tartozó becsült hibavariancia;

σ_a = az értékelt tulajdonság additív genetikai varianciája.

A genetikai előrehaladás megállapításához az egyedekre vonatkozó tenyésztértékeket a születési évek alapján csoportosítottuk, majd varianciaanalízissel és regresszioanalízissel értékeltük a SAS PROC MEANS és SAS PROC REG (SAS INSTITUTE, 1999) eljárásaival.

A szelekciós intenzitást az $i = SE / h * \sigma_g$ képlettel határoztuk meg,

ahol

i = a szelekciós intenzitás;

SE = szelekciós előrehaladás;

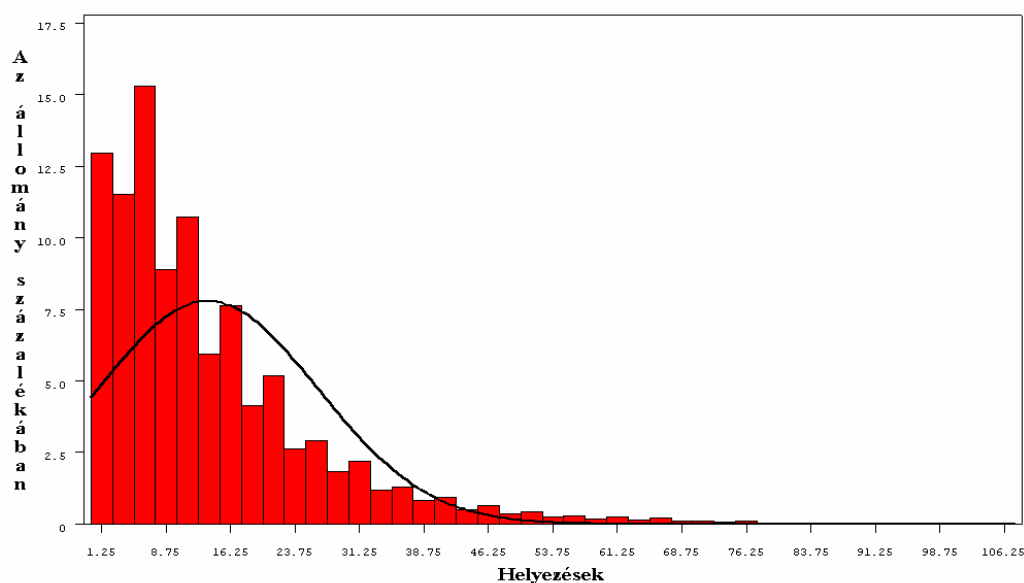
h = örökölhetőségi érték négyzetgyöke;

σ_g = az értékelt tulajdonság genetikai szórása

3.7. Sportversenyek eredményeinek értékelése különböző mutatószámokkal ismételhetőségi egyedmodellel

A kutatáshoz az 1996 és 2004 közötti díjugratási sporteredményeket használtuk fel. Az adathalmazból csak azok a lovak jöhettek számításba, amelyeknek származása a Magyar Sportló Méneskönyv szerint legalább 2 generációra visszamenően ismert volt. A leválogatások után 22860 sporteredményt tartalmazó adatbázissal végeztük becsléseinket.

A díjugrató szakágban a lovak helyezései nem normál eloszlásúak, hanem az exponenciális eloszláshoz közelítenek (2. ábra). Ennélfogva a genetikai értékeléshez és tenyésztértékbecsléshez a helyezési adatokat csak matematikai transzformációk után használhatjuk fel.



2. ábra. A díjugrató sportversenyeken elért helyezések eloszlása

A díjugratási teljesítmény értékelésére több mérőszámot képeztünk, ezeket különböző modellekkel vizsgáltuk. A szakirodalmi adatok alapján (TAVERNIER, 1990) a helyezések négyzetgyöke (3. ábra), harmadik (4. ábra)- és negyedik (5. ábra) gyöke normál eloszlásúnak tekinthető, vagyis mérőszámként történő alkalmazásuk már indokolt lehet. Negyedik mérőszámként FORAN és mtsai (1995) írországi vizsgálati eredményeiből kiindulva a helyezéseket a Blom módszer (BLOM, 1958) alkalmazásával normalizáltuk (6. ábra). A módszer figyelembe veszi a versenyen induló

lovak számát, és a helyezéseket normál eloszlásúvá alakítja. A módszerrel a díjugrató verseny győztese pozitív, az átlagos teljesítményű ló nullához közeli, a gyenge teljesítményű egyedek negatív pontszámot kaptak. Az összehasonlításba további modelleket vontunk be. Az ötödik mérőszámot a helyezések kotangens függvénnyel történő normalizálásával képeztük. Így a helyezések átalakítása során az adatok szélesebb skálán helyezkednek el, ami a teljesítmények közötti különbségeket jobban tükrözheti (7. ábra).

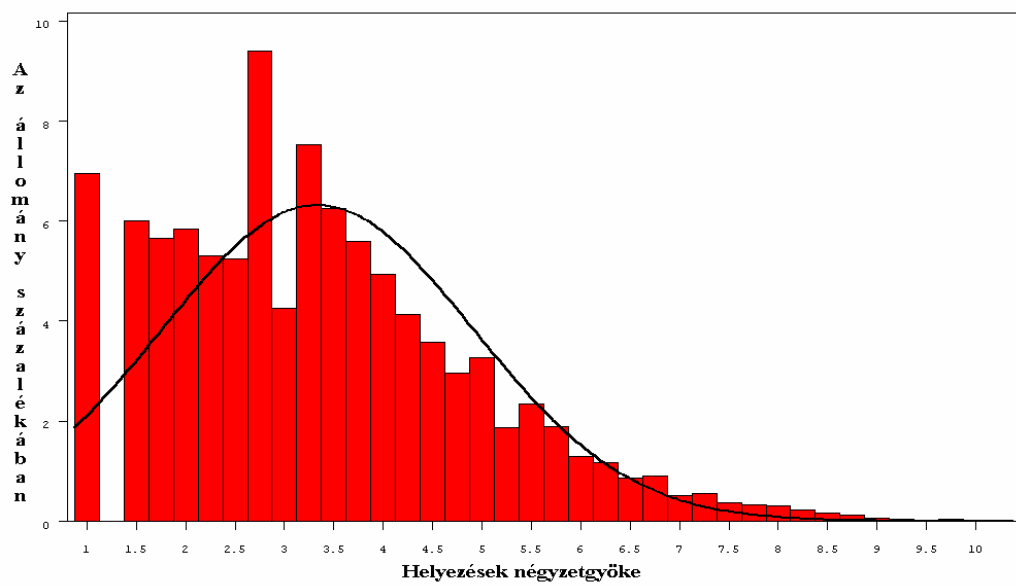
A helyezéseken alapuló mérőszámok mellett kísérletet tettünk az akadályok magassága alapján is értékelni a lovak teljesítményét úgy, hogy hatodik mérőszámként a teljesítményt az akadálymagasság és a hibapont különbségével képzett számmal értékeltük. Ezzel lehetővé vált a sportversenyeken részt vett lovak eredményeinek könnyebb összehasonlítása (8. ábra).

3. táblázat.

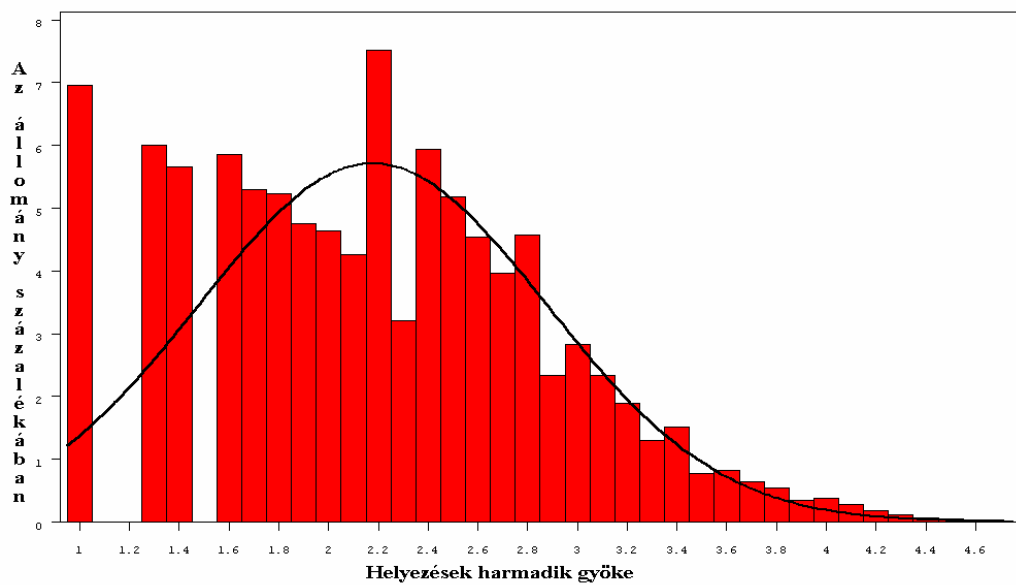
A Kolmogorov-Smirnov normalitás-vizsgálat eredményei

Mérőszám	Kolmogorov-Smirnov	df	Sig.
Helyezések	0,162	22860	<0,001
Helyezések négyzetgyöke	0,071	22860	<0,001
Helyezések harmadik gyöke	0,047	22860	<0,001
Helyezések negyedik gyöke	0,043	22860	<0,001
Blom pontszám	0,034	22860	<0,001
Kotangens függvénnyel átalakított helyezések	0,173	22860	<0,001
Magasság és hibapont különbségével képzett értékek	0,108	22860	<0,001

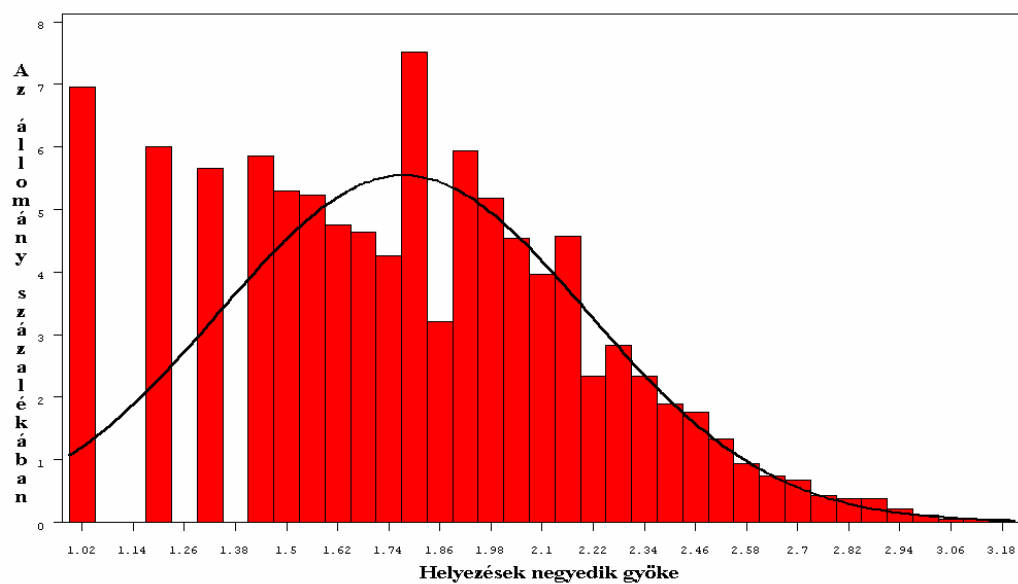
Valamennyi mérőszám esetében normalitás-vizsgálatot végeztünk. A Kolmogorov-Smirnov teszt értékeit a 3. táblázat mutatja meg. A kapott értékek alapján minden mérőszám eloszlása szignifikánsan eltér a normál eloszlástól. Az eltérést okozhatta a nagy elemszám is. A fenti mérőszámokkal átalakított helyezéseknek az eloszlásait a 3.–8. ábrákon mutatjuk be. Az ábrákon az oszlopok a képzett értékek gyakoriságát, a haranggörbe a normál eloszlást mutatja, így látható melyik mérőszám eloszlása közelíti leginkább a normális eloszlást.



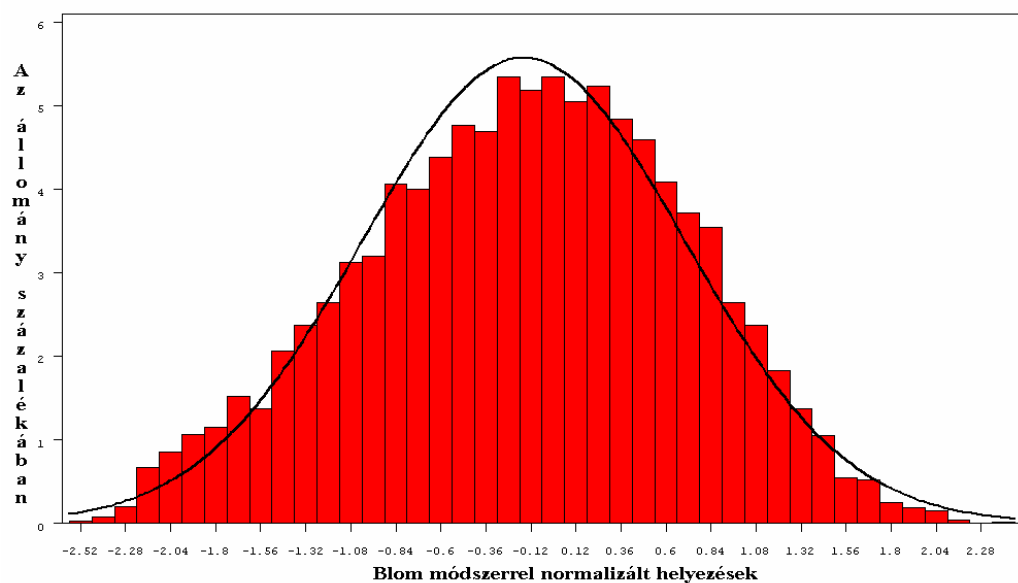
3. ábra. A helyezések négyzetgyökeinek eloszlása



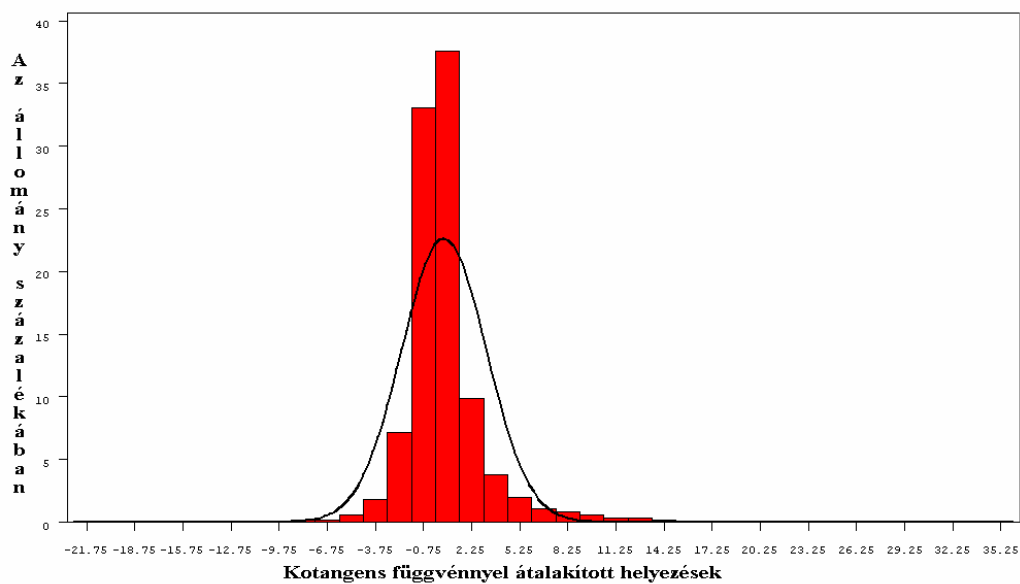
4. ábra. A helyezések harmadik gyökének eloszlása



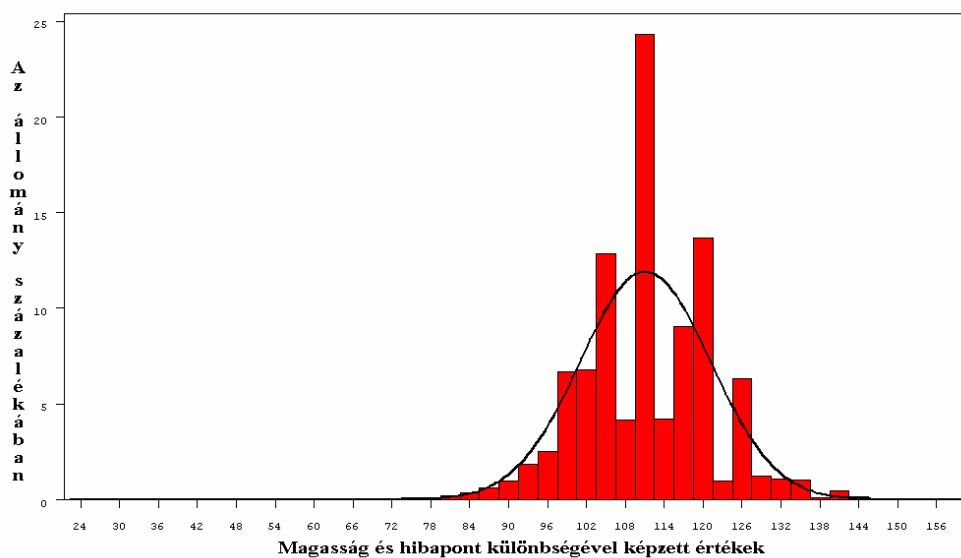
5. ábra. A helyezések negyedik gyökének eloszlása



6. ábra. A Blom pontszámok értékeinek eloszlása



7. ábra. A kotangens függvénnyel átalakított értékek eloszlása



8. ábra. A magasság és hibapont különbségével képzett értékek eloszlása

A modellek számítását megelőzően minden értékmérőre megállapítottuk a fix tényezők szignifikáns befolyását. Ehhez a SAS PROC GLM (SAS INSTITUTE, 1999) eljárást végeztük el. A 4. táblázatban közöljük a fix hatások szignifikancia értékeit. Az ivar, a tenyésztő, a verseny éve és az akadály magassága minden mérőszám esetében szignifikáns hatású. Az életkornak és a verseny helyének figyelembe vétele, bár nem minden mérőszámra vonatkozóan szignifikáns hatású, szakmailag indokolt.

4. táblázat.

A versenyeredmények különböző mérőszámai és a befolyásoló hatások közötti
szignifikancia szintek

Mérőszám	Ivar	Tenyésztő	Életkor	Verseny Év	Verseny Hely	Magasság	R ²
Helyezések négyzetgyöke	***	***	n.s.	***	***	***	0,25
Helyezések harmadik gyöke	***	***	n.s.	***	***	***	0,24
Helyezések negyedik gyöke	***	***	n.s.	***	***	***	0,24
Blom pontszám	***	***	***	**	***	***	0,15
Kotangens függvénnyel átalakított helyezések	***	***	***	***	n.s.	***	0,10
Magasság és hibapont különbségével képzett értékek	***	***	n.s.	***	***	***	0,63

Jelmagyarázat: **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; n. s.: nem szignifikáns.

Az adatok értékeléséhez valamennyi esetben az alábbi ismételhetőségi egyedmodellt alkalmaztuk:

$$Y_{ijklmnopqr} = \mu + Ivar_i + Tenyésztő_j + Életkor_k + \\ + VersenyÉv_l + VersenyHely_m + Magasság_n + Lovas_o + Perm_p + Egyed_p + e_{ijklmnopq}$$

ahol

$Y_{ijklmnopqr}$ = a ló versenyeredményét értékelő pontszám;

μ = a populációátlag;

$Ivar_i$ = az ivar fix hatása;

$Tenyésztő_j$ = a tenyésztő fix hatása;

$Életkor_k$ = a ló életkorának fix hatása;

$VersenyÉv_l$ = a sportverseny évének fix hatása;

$VersenyHely_m$ = a sportverseny helyszínének fix hatása;
 $Magasság_n$ = az akadálymagasság, mint nehézségi szint fix hatása;
 $Lovas_o$ = a lovas véletlen hatása;
 $Perm_p$ = az állandó környezeti hatás;
 $Egyed_p$ = a ló véletlen hatása;
 $e_{ijklmnopq}$ = a véletlen hiba értéke.

A varianciakomponenseket, és a megfelelő hibaértékeket minden vizsgált jellemző esetében egyedmodellel, REML módszerrel, a VCE-5 (KOVAC és GROENEVELD, 2003) szoftver alkalmazásával határoztuk meg.

A különböző modellek illeszkedésének jóságát minden mérőszám esetében a log-likelihood értékek és az Akaike-féle információs kritérium (AIC) (AKAIKE, 1973) alapján hasonlítottuk össze. Az AIC értéket az $AIC = -2 \cdot \log(\text{maximum likelihood érték}) + 2 \cdot (\text{a modellben szereplő paraméterek száma})$ képlettel számítottuk.

A díjugrató szakágban felmutatott teljesítményhez igen jól illeszkedőnek bizonyult a legnagyobb log-likelihood és a legkisebb AIC értékkel rendelkező modell.

3.8. Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval

Az elemzéshez a „3.7. Sportversenyek eredményeinek értékelése” 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 21210 sporteredményt tartalmazott.

A „3.7. Sportversenyek eredményeinek értékelése” alfejezetben bemutatott hat mérőszám közül az ismételhetségi modell alapján legkedvezőbb mérőszámra (Blom módszerrel normalizált helyezések) 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, az eredmények átlag- és szórásértékeit az 5. táblázatban mutatjuk be. A sporteredmények nagy része az 5-7 év közötti korcsoportokból származott.

5. táblázat.

A korcsoportokba tartozó rekordok száma, a korcsoportonkénti eredmények átlaga és szórása

Korcsoport	Intervallum napokban	Megfigyelések száma	Pontszám átlaga	Pontszám szórása
4	1462–1827	1287	0,09	0,664
5	1828–2192	4395	0,16	0,706
6	2193–2557	5343	0,16	0,701
7	2558–2922	4414	0,14	0,740
8	2923–3288	2729	0,16	0,759
9	3289–3653	1815	0,20	0,746
10	3654–4018	869	0,25	0,795
11	4019–4383	358	0,40	0,776

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

$$\phi_n(t) = \frac{1}{2^n} \sqrt{\frac{2n+1}{2}} \sum_{k=0}^{\left[\frac{n}{2}\right]} (-1)^k \binom{n}{k} \binom{2n-2k}{n} q_t^{n-2k},$$

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:

$$Y_{ijklmnopqr}(t) = \mu + Ivar_i + Tenyésztő_j + VersenyÉv_l + VersenyHely_m + Magasság_n + Lovas_o + \sum_{r=1}^s t^r + \sum_{r=1}^s \alpha_p \phi_r(q_t) + \sum_{r=1}^s \gamma_p \phi_r(q_t) + e_{ijklmnopq}$$

ahol

$Y_{ijklmnopqr}$	= a ló versenyeredményét értékelő pontszám;
μ	= a populációátlag;
$Ivar_i$	= az ivar fix hatása;
$Tenyésztő_j$	= a tenyésztő fix hatása;
$Életkor_k$	= a ló életkorának fix hatása;
$VersenyÉv_l$	= a sportverseny évének fix hatása;
$VersenyHely_m$	= a sportverseny helyszínének fix hatása;
$Magasság_n$	= az akadálymagasság, mint nehézségi szint fix hatása;
$Lovas_o$	= a lovas véletlen hatása;
t	= napokban kifejezett életkor;
ϕ_r	= az r-edik Legendre-polinom értéke a konvertált q_t életkorban;
α_p	= a ló additív genetikai hatásának random regressziós együtthatója;
γ_p	= az állandó környezeti hatás random regressziós együtthatója;
$e_{ijklmnopq}$	= a véletlen hiba értéke.

A random regressziós együtthatók varianciakomponenseit REML módszerrel, a VCE-5 (KOVAC és GROENEVELD, 2003) 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.

4. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

4.1. A küllemi jellemzők és a mozgáskészséghez köthető jellemzők összefüggés-vizsgálata

A vizsgált kancák értékmérőinek átlag- és szórás értékeit a 6. táblázatban foglaltuk össze. A pontskála figyelembevételével a típus–nemi jelleg; fej és ráma–arány jellemzők esetében a többi jellemzőhöz viszonyítva mindkét értékelt korcsoport esetében magas átlagértékek észlelhetők. A szórásértékek a nyak ($s_{3\text{éves}}=1,236$; $s_{4\text{éves}}=1,206$), a hátulsó lábak ($s_{3\text{éves}}=1,239$; $s_{4\text{éves}}=1,207$) és a mozgás lendületes rugalmasság ($s_{3\text{éves}}=1,454$; $s_{4\text{éves}}=1,342$) esetében utalnak nagyobb különbségekre a populáción belül. Ez rámutat arra, hogy a kiemelt 4 tulajdonság közül ezekben nagyobb a populáció heterogenitása, illetve ezekben a jellemzőkben jobban sikerül a pontskála kihasználása. A jármódokra (lépés, ügetés, vágta) vonatkozóan HUIZINGA és mtsai (1990) holland melegvérűek adatain alapuló vizsgálatához képest alacsonyabb átlagértékeket tapasztaltunk, ami a két populáció közötti különbségekre világít rá. Ezek a különbségek adódhatnak az egyedek képességbeli eléréséből, illetőleg abból, hogy a hazai lovak nem képesek „megmutatni” valódi képességüket. Lépés és vágta esetében magasabb szórást, míg az ügetésre vonatkozóan alacsonyabb szórást tapasztaltunk. A magasabb szórás oka a pontskála jobb kihasználásában, illetve az egyedek közötti különbségekben keresendő, az alacsonyabb szórás a pontskála összehúzására, vagy az adott tulajdonságban kiegyenlített állományra utal.

6. táblázat.

A kancabírálaton értékelt lovak száma, pontjaik átlaga és szórása a hároméves (n=396), illetve a négyéves (n=233) korban tett vizsgákon

Tulajdonság	Átlag		Szórás	
	3 éves	4 éves	3 éves	4 éves
Típus–nemi jelleg	4,73	4,71	0,879	0,931
Fej	6,34	6,36	0,944	0,994
Nyak	8,52	8,31	1,236	1,206
Nyeregtájék	7,72	7,53	1,181	1,144
Ráma–arány	6,22	6,22	1,040	1,131
Elülső lábak	8,41	8,14	1,171	1,121
Hátulsó lábak	8,05	7,86	1,239	1,207
Mozgás szabályossága	7,56	7,54	1,064	1,083
Mozgás lendülete–rugalmasság	8,05	7,73	1,454	1,342
Összbenyomás–fejlettség	7,17	7,00	0,963	0,883
Ugróstílus	7,18	7,36	0,965	1,116
Készség–távolságérzék	7,11	7,42	1,130	1,262
Előkészítés során tett megfigyelés	6,87	7,02	0,791	0,820
Lépés	6,83	6,78	1,057	1,111
Ügetés	6,32	6,33	0,868	0,824
Vágta	6,79	6,96	1,025	0,973
Összbenyomás	6,90	6,95	0,881	0,924
Tesztlovas értékelése	7,16	7,34	1,146	1,154

A 7. és 8. táblázatokban az értékelt jellemzők között számított korrelációs együtthatókat (r) tüntettük fel korcsoportonkénti bontásban.

A hároméves korból származó adatok (n=396) értékeléséből kiderül, hogy a küllemi jellemzők és a szabadon ugrató értékmérői között $r=0,12-0,40$ szorosságú ($P<0,01$), a küllemi jellemzők és mozgásbírálati értékmérők között $r=0,17-0,48$ ($P<0,01$) korrelációs együtthatókat kaptunk. A magasabb korrelációs értékek a küllemi bírálat összbenyomás–fejlettség összetevőjéhez kapcsolhatóak. Az alacsony korrelációs értékek a küllemi tulajdonságok, és a teljesítmény jellemzőinek elkülönülését mutatják. A szabadon ugrató és a mozgásbírálati jellemzők közötti korreláció vizsgálatakor

$r=0,18-0,36$ ($P<0,01$) szignifikáns együtthatók határozhatóak meg. A laza korrelációk az ugróteljesítmény és a jármódok (mozgásbírálati jellemzők) egymástól való függetlenségét sugallják. Az ugróstílusnak a lépés és ügetés értékmérőkkel vizsgált korrelációs együtthatói ($r=0,07$ és $r=0,08$) nem voltak szignifikánsak. Küllemi bírálati tulajdonságok között a típus–nemi jelleg szoros korrelációban van a fej és ráma–arány jellemzőkkel. A további jellemzők között laza és közepes ($P<0,01$) összefüggések állapíthatóak meg. A szabadon ugratóban nyújtott teljesítmény elemzésekor megállapítható, hogy az ugróstílus és a készség–távolságérzék jellemzők között szoros ($r=0,77$, $P<0,01$) összefüggés áll fenn. A mozgásbírálati jellemzők egymás közötti korrelációinak elemzésekor a vágta és az összbenyomás értékelések között szoros ($r=0,70$, $P<0,01$) összefüggés állapítható meg. A többi jellemző esetében laza és közepes korrelációról beszélhetünk (7. táblázat).

A négyéves kori adatok ($n=233$) elemzése nyomán kijelenthető, hogy a küllemi bírálati adatok és a szabadon ugrató előkészítés során tett megfigyelés értékmérője között szignifikáns korreláció nem állapítható meg. A további jellemzők között laza összefüggések ($r=0,13-0,28$) tapasztalhatóak. A küllemi bírálat és a mozgásbírálat pontjai közötti összefüggések vizsgálata során a nyak esetében a lépés és vágta jellemzőkre vonatkozóan, továbbá a hátsó lábak és a lépés és ügetés között nem állapítható meg szignifikáns korreláció. A további küllemi és mozgásbírálati jellemzők között laza és közepes összefüggések határozhatóak meg. A szabadon ugrató és a mozgásbírálati jellemzők elemzése során a lépés esetében nem tapasztalható szignifikáns korreláció. A további értékmérők között $r=0,15-0,39$ ($P<0,01$) korrelációs értékek határozhatóak meg. Küllemi bírálati tulajdonságok közötti korrelációk vizsgálata során megállapítható, hogy a típus–nemi jelleg szoros korrelációban van a fej és a ráma–arány értékmérőkkel. Ez arra utal, hogy a bírálók azokat a lovakat tekintik jó típusúaknak, amelyek tetszetős fejűek és nagy szélességi méretekkkel rendelkeznek. A további jellemzők között laza és közepes ($P<0,01$) összefüggések állapíthatóak meg. A szabadon ugratóban nyújtott teljesítmény elemzésekor megállapítható, hogy az ugróstílus és a készség–távolságérzék jellemzők között $r=0,84$ ($P<0,01$) mértékű szorosság áll fenn. A mozgásbírálat értékmérői között közepes ($r=0,41-0,61$, $P<0,01$) korrelációk érzékelhetőek (8. táblázat).

7. táblázat.

A kancavizsgán értékelt jellemzők korrelációi a hároméves korban tett kancavizsga adatok alapján

Tulajdonság	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 Típus–nemi jelleg	1																	
2 Fej	0,71**	1																
3 Nyak	0,47**	0,41**	1															
4 Nyeregtájék	0,61**	0,49**	0,47**	1														
5 Ráma–arány	0,77**	0,52**	0,44**	0,60**	1													
6 Elülső lábak	0,49**	0,35**	0,36**	0,49**	0,46**	1												
7 Hátsó lábak	0,42**	0,28**	0,32**	0,36**	0,42**	0,44**	1											
8 Mozgás szabályossága	0,56**	0,48**	0,33**	0,41**	0,49**	0,41**	0,40**	1										
9 Mozgás lendülete–rugalmasság	0,40**	0,24**	0,39**	0,23**	0,33**	0,30**	0,34**	0,45**	1									
10 Összbenyomás–fejlettség	0,69**	0,51**	0,56**	0,56**	0,64**	0,53**	0,47**	0,48**	0,65**	1								
11 Ugróstílus	0,16**	0,14**	0,23**	0,20**	0,24**	0,15**	0,22**	0,18**	0,22**	0,29**	1							
12 Készség távolságérzék	0,29**	0,22**	0,28**	0,31**	0,34**	0,22**	0,25**	0,31**	0,30**	0,40**	0,77**	1						
13 Előkészítés során tett megfigyelés	0,23**	0,17**	0,18**	0,17**	0,25**	0,12*	0,15**	0,14**	0,24**	0,29**	0,31**	0,52**	1					
14 Lépés	0,37**	0,38**	0,18**	0,31**	0,34**	0,24**	0,21**	0,39**	0,37**	0,36**	0,07	0,22**	0,18**	1				
15 Ügetés	0,29**	0,19**	0,23**	0,20**	0,27**	0,18**	0,16**	0,22**	0,47**	0,38**	0,08	0,21**	0,22**	0,36**	1			
16 Vágta	0,36**	0,29**	0,30**	0,28**	0,36**	0,21**	0,17**	0,29**	0,39**	0,38**	0,21**	0,31**	0,30**	0,39**	0,58**	1		
17 Összbenyomás	0,48**	0,42**	0,34**	0,42**	0,45**	0,32**	0,26**	0,43**	0,41**	0,47**	0,19**	0,36**	0,26**	0,55**	0,56**	0,70**	1	
18 Tesztlovas értékelése	0,35**	0,28**	0,28**	0,30**	0,37**	0,19**	0,20**	0,29**	0,29**	0,36**	0,26**	0,34**	0,28**	0,40**	0,38**	0,49**	0,62**	1

*= $P < 0,05$, **= $P < 0,01$

8. táblázat.

A kancavizsgán értékelt jellemzők korrelációi a négyéves korban tett kancavizsga adatok alapján

Tulajdonság	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 Típus-nemi jelleg	1																	
2 Fej	0,76**	1																
3 Nyak	0,36**	0,25**	1															
4 Nyeregtájék	0,66**	0,49**	0,48**	1														
5 Ráma-arány	0,80**	0,57**	0,41**	0,61**	1													
6 Elülső lábak	0,44**	0,34**	0,49**	0,49**	0,46**	1												
7 Hátsó lábak	0,38**	0,28**	0,44**	0,39**	0,42**	0,48**	1											
8 Mozgás szabályossága	0,64**	0,50**	0,32**	0,56**	0,64**	0,52**	0,42**	1										
9 Mozgás lendülete– rugalmasság	0,31**	0,23**	0,45**	0,28**	0,33**	0,46**	0,39**	0,46**	1									
10 Összbenyomás– fejlettség	0,69**	0,55**	0,58**	0,56**	0,64**	0,56**	0,54**	0,48**	0,61**	1								
11 Ugróstílus	0,15*	0,03	0,17**	0,21**	0,09	0,27**	0,21**	0,21**	0,17**	0,13*	1							
12 Készség távolságérzék – Előkészítés	0,23**	0,09	0,08	0,22**	0,15*	0,26**	0,14*	0,28**	0,18**	0,15*	0,84**	1						
13 során tett megfigyelés	0,08	0,06	0,06	0,08	0,07	0,09	0,02	0,09	0,09	0,11	0,47**	0,55**	1					
14 Lépés	0,31**	0,31**	0,11	0,25**	0,27**	0,22**	0,18	0,41**	0,27**	0,24**	0,05	0,11	0,10	1				
15 Ügetés	0,24**	0,21**	0,19**	0,17**	0,27**	0,23**	0,12	0,21**	0,46**	0,35**	0,22**	0,19**	0,18**	0,48**	1			
16 Vágta	0,36**	0,28**	0,12	0,35**	0,31**	0,29**	0,14*	0,40**	0,32**	0,30**	0,29**	0,32**	0,32**	0,46**	0,52**	1		
17 Összbenyomás	0,48**	0,36**	0,25**	0,39**	0,48**	0,36**	0,22**	0,41**	0,29**	0,41**	0,24**	0,25**	0,15*	0,57**	0,58**	0,57**	1	
18 Tesztlovas értékelése	0,36**	0,25**	0,14*	0,35**	0,34**	0,22**	0,18**	0,37**	0,23**	0,35**	0,34**	0,39**	0,30**	0,41**	0,44**	0,53**	0,61**	1

*= $P < 0,05$, **= $P < 0,01$

A Varimax forgatás után végrehajtott faktoranalízis eredményeképpen a hároméves korban tett kancavizsgák adatai alapján 9 lényeges faktort tudtunk elkülöníteni, ezekkel a teljes variancia 80,9%-a magyarázható. A 9. táblázatban az egynél nagyobb varianciájú faktorokat közöljük. A Varimax forgatás elvégzése utáni faktorsúlyok nagysága és előjele alapján eldönthető, hogy az egyes faktorok mely bírálati jellemzőkben voltak meghatározóak.

Az I. faktorba a küllemi bírálati pontszámok közül a *típus–nemi jelleg; fej; nyeregtájék; ráma–arány* és *összbenyomás–fejlettség* faktorsúlyai játszottak döntő szerepet (variancia: 3,269, variancia hányad: 18,2%). Tehát az egyedek között ezekben a tulajdonságokban mutatkozott a legnagyobb mértékű különbség.

A II. faktor (variancia: 2,527, variancia hányad: 14%) a mozgásbírálati jellemzőkhöz köthető, az *ügetés; vágta; összbenyomás* és *tesztlovas értékelése* határozta meg. Azaz az egyedek kisebb mértékben különböznek a mozgás, mint az általános küllem megítélésében.

A III. faktort (variancia: 1,897, variancia hányad: 10,5%) a szabadon ugratóban nyújtott teljesítmény jellemzői, az *ugróstílus* és a *készség–távolságérzék* határozták meg.

IV. faktorként egy különálló jellemző volt meghatározható, a küllemi bírálat *mozgás lendülete–rugalmasság* értékmérője (variancia: 1,429, variancia hányad: 7,9%).

Az V. faktor a mozgásbírálat *lépés* jellemzője (variancia: 1,199, variancia hányad: 6,7%).

VI. faktorként a küllemi minősítés *elülső lábak* értékmérője különíthető el (variancia: 1,096, variancia hányad: 6,1%).

A VII. faktort a küllemi bírálat *hátsó lábak* jellemzője adja (variancia: 1,080, variancia hányad: 6%).

A VIII. faktort a küllemi bírálat *nyak* értékmérője képezte (variancia: 1,048, variancia hányad: 5,8%).

IX. faktorként a szabadon ugratóban nyújtott teljesítmény *előkészítés során tett megfigyelés* összetevője volt megjeleníthető (variancia: 1,022, variancia hányad: 5,7%).

A mozgás szabályossága a felsorolt kilenc háttérváltozó közül egyikkel sem volt korrelációban, tehát a pontszámok alapján ebben a tulajdonságban az állományon belüli variancia elenyészőnek tekinthető.

9. táblázat.

**A teljes-variancia részarányának, a faktoroknak és a faktorsúlyoknak az alakulása
(forgatás után) a hároméves kori adatok alapján**

Tulajdonság	Faktor I.	Faktor II.	Faktor III.	Faktor IV.	Faktor V.	Faktor VI.	Faktor VII.	Faktor VIII.	Faktor IX.
Variancia	3,269	2,527	1,897	1,429	1,199	1,096	1,080	1,048	1,022
Variancia hányad %	18,2	14,0	10,5	7,9	6,7	6,1	6,0	5,8	5,7
Típus–nemi jelleg	0,85	0,19	0,04	0,17	0,07	0,11	0,14	0,09	0,08
Fej	0,72	0,13	0,02	0,00	0,14	0,01	-0,09	0,17	0,07
Nyak	0,32	0,14	0,11	0,22	-0,03	0,15	0,06	0,84	0,05
Nyeregtájék	0,67	0,12	0,15	-0,03	0,20	0,39	0,08	0,25	-0,01
Ráma–arány	0,81	0,20	0,15	0,11	0,06	0,11	0,25	0,04	0,06
Elülső lábak	0,30	0,11	0,07	0,09	0,07	0,84	0,22	0,12	0,02
Hátulsó lábak	0,25	0,04	0,10	0,18	0,01	0,23	0,84	0,05	0,05
Mozgás szabályossága	0,34	0,14	0,14	0,20	0,17	0,15	0,22	0,06	-0,02
Mozgás lendülete– rugalmasság	0,11	0,24	0,13	0,83	0,16	0,04	0,16	0,18	0,07
Összbenyomás– fejlettség	0,57	0,17	0,18	0,54	0,12	0,21	0,20	0,25	0,10
Ugróstílus	0,08	0,06	0,95	0,06	-0,02	0,02	0,07	0,07	0,03
Készség – távolságérzék	0,16	0,15	0,85	0,10	0,09	0,08	0,04	0,05	0,29
Előkészítés során tett megfigyelés	0,11	0,16	0,25	0,08	0,06	0,01	0,05	0,04	0,94
Lépés	0,21	0,25	0,01	0,21	0,85	0,11	-0,02	-0,05	0,06
Ügetés	0,13	0,76	0,00	0,45	0,03	0,07	-0,02	-0,09	0,06
Vágta	0,15	0,85	0,12	0,09	0,06	0,08	-0,01	0,11	0,12
Összbenyomás	0,27	0,74	0,12	0,04	0,35	0,10	0,09	0,12	0,05
Tesztlovas értékelése	0,18	0,56	0,21	-0,12	0,45	-0,18	0,33	0,27	0,07

A Varimax forgatás után végrehajtott faktoranalízis eredményeképpen a négyéves korban tett kancavizsgák adatai alapján (10. táblázat) 7 faktort határoztunk meg. Ezekkel a faktorokkal a teljes variancia 74,1%-a magyarázható. Hasonlóan a hároméves kori adatok esetében leírtakhoz, az egyes faktorok bírálati jellemzőkre vonatkozó hatása a Varimax forgatás elvégzése utáni faktorsúlyok nagysága és előjele alapján ítéltető meg.

Az I. faktorba a küllemi bírálati pontszámok közül a *típus–nemi jelleg*; *fej*; *ráma–arány*; a *mozgás szabályossága* és az *összbenyomás–fejlettség* faktorsúlyai játszottak döntő szerepet (variancia: 3,631, variancia hányad: 20,2%). A mozgás szabályossága így a

négyéveskori bírálatban jelentősebb szerepet tölt be, mint a hároméveseknél, mivel a legnagyobb varianciáért felelős háttérváltozóval van a legmagasabb korrelációban.

A II. faktort (variancia: 2,426, variancia hányad: 13,5%) a mozgásbírálati jellemzőkhöz köthető, az *ügetés; vágta; összbenyomás és tesztlovas értékelése* határozta meg.

A III. faktort (variancia: 2,063, variancia hányad: 11,5%) a szabadon ugratóban nyújtott teljesítmény jellemzői, az *ugróstílus* és a *készség-távolságérzék* jellemzők adták.

IV. faktorként egy különálló jellemző lett meghatározható, a küllemi bírálat *mozgás lendülete–rugalmasság* értékmérője (variancia: 1,474, variancia hányad: 8,2%).

Az V. faktort a küllemi bírálat *nyak* értékelése (variancia: 1,451, variancia hányad: 8,1%) adja meg.

A VI. faktort a küllemi minősítés *hátsó lábak* értékmérője adja (variancia: 1,168, variancia hányad: 6,5%).

VII. faktorként a mozgásbírálat *lépés* jellemzője különíthető el (variancia: 1,128, variancia hányad: 6,3%).

A négyéves korban értékelt szempontok közül az elülső lábak és az előkészítés során tett megfigyelés pontszámai nem állnak érdemi korrelációban a felsorolt háttérváltozókkal, alacsony az arányuk a teljes varianciából. A nyak pontszámainak jelentősége nőtt, a nyak megítélésével kapcsolatban lévő okváltozó nagyobb variabilitásért felelős négyéves korban, mint a hároméveseknél.

10. táblázat.

**A teljes-variancia részarányának, a faktoroknak és a faktorsúlyoknak az alakulása
(forgatás után) a négyéves kori adatok alapján**

Tulajdonság	Faktor I.	Faktor II.	Faktor III.	Faktor IV.	Faktor V.	Faktor VI.	Faktor VII.
Variancia	3,631	2,426	2,063	1,474	1,451	1,168	1,128
Variancia hányad %	20,2	13,5	11,5	8,2	8,1	6,5	6,3
Típus–nemi jelleg	0,90	0,19	0,01	0,08	0,13	0,09	0,06
Fej	0,89	0,03	-0,01	0,05	-0,03	0,06	0,19
Nyak	0,21	0,01	0,04	0,23	0,87	0,18	0,04
Nyereg tájék	0,57	0,26	0,12	-0,05	0,48	0,05	-0,02
Ráma–arány	0,77	0,24	0,03	0,12	0,22	0,16	0,02
Elülső lábak	0,30	0,05	0,20	0,20	0,34	0,32	0,11
Hátulsó lábak	0,25	0,05	0,09	0,15	0,19	0,90	0,01
Mozgás szabályossága	0,54	0,14	0,17	0,30	0,05	0,16	0,29
Mozgás lendülete–rugalmasság	0,16	0,12	0,08	0,89	0,21	0,16	0,09
Összbenyomás–fejlettség	0,61	0,20	0,00	0,43	0,38	0,31	-0,04
Ugróstílus	0,00	0,15	0,93	0,04	0,10	0,09	-0,02
Készség – távolságérzék	0,10	0,14	0,91	0,06	-0,02	0,02	0,03
Előkészítés során tett megfigyelés	0,02	0,13	0,38	0,02	0,03	-0,01	0,04
Lépés	0,17	0,37	-0,03	0,12	0,03	0,01	0,87
Ügetés	0,11	0,60	0,11	0,46	0,05	-0,06	0,26
Vágta	0,18	0,70	0,10	0,18	-0,09	-0,07	0,10
Összbenyomás	0,32	0,72	0,15	0,02	0,15	0,07	0,36
Tesztlovas értékelése	0,19	0,79	0,25	0,04	0,07	0,14	0,11

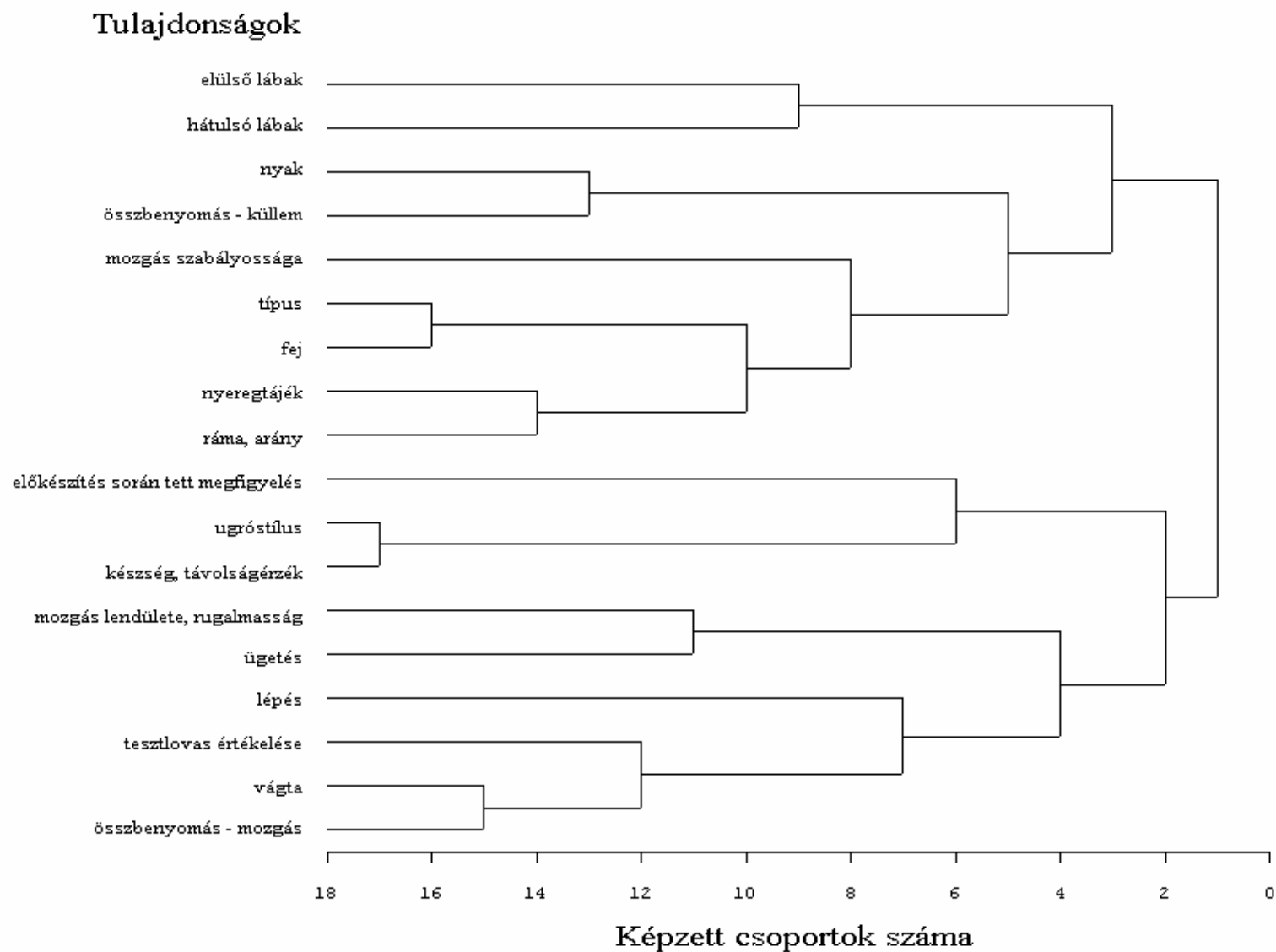
A bemutatott eredmények arra utalnak, hogy az egyes tulajdonságcsoportok a vizsgálatban szereplő mindkét korcsoport esetében teljesen elkülönülnek. A küllemi bírálati jellemzők között korcsoporttól függően alcsoportok különíthetők el.

Klaszteranalízissel (csoportképző analízissel) elvégeztük az egyes korcsoportok adatai alapján a tulajdonságok osztályozását is, így megállapítható a vizsgált értékmérők egymástól való elkülönülése. A csoportképzés során a kiindulási jellemzők közül először az egymással legszorosabb korrelációban lévő kettőt vonjuk össze egy csoportba. A csoportok képzése így ismétlődik, amíg minden csoportot egybe összevonunk.

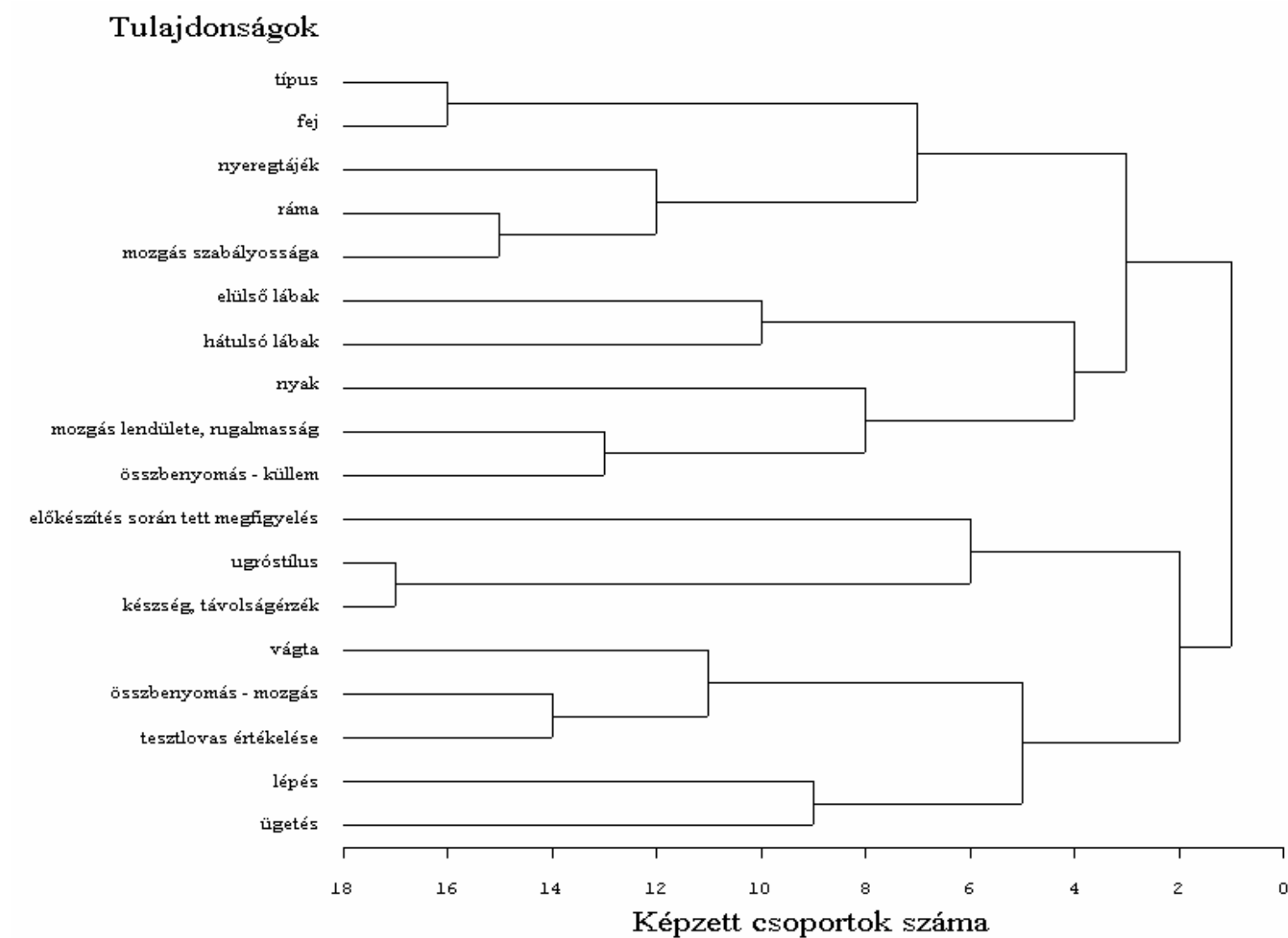
A hároméves korban értékelt tulajdonságok között az *ugróstílus* és a *készség, távolságérzék* jellemzők között a legszorosabb a kapcsolat. A küllemi értékmérők között a *típus, nemi jelleg* megítélése szorosan kötődik a *fej* megítéléséhez. A küllemi összebenyomás megítélésében a *nyak* szerepe jelentős. A mozgásbírálat összebenyomásához a *vágta* minősítése áll közel.

A négyéveskori kancavizsga eredményekben a hároméves korban tett vizsgáláshoz hasonlóan az *ugróstílus* és a *készség, távolságérzék* jellemzők között a legszorosabb a kapcsolat. A küllemi bírálaton értékelt összetevőknél érdemi összefüggés a négyéveseknél is a *típus, nemi jelleg*, valamint a *fej* között van. A küllemi összebenyomáshoz viszont a háromévesektől eltérően a *mozgás lendülete, rugalmasság* jellemző áll közel. A mozgásbírálat *összebenyomásának* minősítéséhez a *tesztlovas értékelése* kötődik szorosan.

A 9. ábrán a hároméves kori, a 10. ábrán a négyéves kori eredmények alapján kapott dendogramot mutatjuk be. Az eredmények egyértelműen tükrözik az egyes tulajdonságcsoportok elkülönülését. A küllemi bírálat *mozgás lendülete* tulajdonság a hároméves kori adatok alapján a mozgásbírálat, míg a négyéves kori adatok alapján már a küllemi bírálat jellemzői közé sorolható be. A különbség a ló képzésének is tulajdonítható, hároméves korban még a *mozgása lendülete–rugalmasság* tulajdonság a mozgásbírálati jellemzőkhöz áll közelebb, míg a képzés során a négyéves kori bírálat esetében ugyanez a jellemző már a küllemi bírálat többi értékmérőjéhez közelít.



9. ábra. A kancavizsgán értékelt kancák dendrogramja hároméves korban tett kancavizsga adatok alapján



10. ábra. A kancavizsgán értékelt kancák dendogramja négyéves korban tett kancavizsga adatok alapján

4.2. Genetikai szerkezet elemzése

A genetikai szerkezet elemzéséhez felhasznált származási adatokból 1,37-es teljes generáció ekvivalens (complete generation equivalent) átlagértéket számítottunk.

A magyar sportló fajtában az átlagos generációs intervallum 10,6 év. A 11. táblázat a négyféle szülő–ivadék leszármazási úton mutatja be a generációs intervallumot. A mén generációs intervalluma hosszabb, így az egyedeket hosszabb idő alatt váltják ménivadékaik a tenyésztésben

A ménelőállító mén és kancaelőállító mén generációs intervallumait kétmintás t-próbával összehasonlítva nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést. A ménnevelő kancák és kancanevelő kancák generációs intervallumait összehasonlítva szignifikáns eltérést találtunk ($P < 0,05$). A (feltételezetten átlagosnál jobb teljesítményű) ménnevelő kancákat átlagosan egy évvel hosszabb ideig tartják tenyésztésben, mint a kancanevelő kancákat.

Általánosságban kijelenthető, hogy a lónak hosszú a generációs intervalluma (MIHÓK és JÓNÁS, 2005). A magyar sportlóra számított generációs intervallumok megegyeznek más hátraslovak generációs intervallumaival. LANGLOIS (1982) angol telivérek esetében 10,5 év generációs intervallumot állapított meg. Lengyel arab telivér kancákra vonatkozóan 10,2–12,6, míg mén esetében 8,6–13,9 közötti generációs intervallumot közölt GLAŽEWSKA és JEZIERSKI (2004). Francia sportló (selle français) esetében DUBOIS és RICARD (2007) a ménnevelő kancák kivételével becsléseinknél hosszabb generációs intervallumokat számítottak. A ménnevelő kancák esetében a generációs intervallum megegyezik.

11. táblázat.

A generációs intervallumok a négyféle szülő–ivadék származási út alapján			
Szülő-ivadék alternatívák	Lovak száma	Generációs intervallum	A generációs intervallum szórása
Ménelőállító mén	267	12,12	5,57
Kancaelőállító mén	2858	11,71	4,93
Ménnevelő kanca	225	10,56	4,52
Kancanevelő kanca	2758	9,41	4,26
Átlagosan	6108	10,64	4,79

A 12. táblázat áttekintést nyújt a teljes magyar sportló állomány genetikai szerkezetéről. 216 ősrre vezethető vissza a teljes állomány variabilitásának 50%-a. A teljes variabilitásért felelős ősök nagy száma (3717) is mutatja, hogy a magyar sportló „nyitott” fajta, immigrációja folyamatos.

12. táblázat.

A magyar sportló állomány genetikai eredetének koncentrációja

A genetikai variabilitás lefedettségének aránya	Ősök száma
50%	216
70%	704
100%	3717

A 13. táblázat a genetikai szerkezetre legnagyobb hatást gyakorló tíz mént mutatja be, legtöbbjük az 1980-as és 1990-es években született. A meghatározó örökítő képességű ős (2533 *Goliath*) a genetikai variabilitás 1,72%-áért felelős. A legnagyobb hatású ősök mindegyike importált, többségük holsteini vagy holland félvér mén. Ez a tradicionális fajták háttérbe szorulását, és az importált mének, valamint azok ivadékaiknak széles körű tenyésztését jelzi. A variabilitás alacsony lefedettségi értékei a populáció heterogenitására utalnak, ami annak fenntartásában előnyös lehet, de egyben gátolja a kimagasló mének elterjedését az állományban.

13. táblázat.

**A magyar sportló genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló
ősök leírása**

Azonosító	Név	Ivar	Születési év	Fajta	Variabilitás lefedettségének aránya (%)
IM884830000	2533 Goliath	mén	1988	holland félvér	1,723
IM75000To00	1117 Toborzó	mén	1975	holsteini	1,678
IM912340094	2972 Justboy	mén	1991	holland félvér	1,197
IM58000A100	311 Aldato	mén	1958	holsteini	1,113
IM79001Mo00	1551 Merano-1	mén	1979	holsteini	0,974
IM921190095	3001 Koppány	mén	1992	holland félvér	0,968
IM885460000	2534 Gringo	mén	1988	holland félvér	0,955
HB820010000	1861 Hatalom	mén	1982	hannoveri	0,754
IM880022001	3866 Ginus	mén	1988	holland félvér	0,746
IM72000Hm00	794 Hullám	mén	1972	hannoveri	0,740

A 14. táblázatban mutatjuk be a legnagyobb beltenyésztettségi együtthatóval rendelkező lovakat. A legmagasabb beltenyésztettségi együttható 0,25. Mindösszesen 42 beltenyésztett egyedet találtunk. Az évenkénti átlagos beltenyésztési együttható és az átlagos rokonsági együttható vizsgálata nyomán a 2003-as évjáratban történt az állományon belül több rokonpárosítás. Ezt a 14. táblázatban bemutatott több 2003-ban született, magas beltenyésztettségi együtthatójú csikó is alátámasztja. A beltenyésztettségi és a rokonsági együtthatók a további években a rokonpárosítások elkerülésére utalnak a vizsgált állományban.

A beltenyésztettségi együttható alapján ezek a lovak hat csoportba sorolhatóak. Tizenhárom állat beltenyésztettségi együtthatója 0,05 alatti volt. Tizenhat ló együtthatója tartozott a 0,05–0,10 intervallumba. Kilenc egyed beltenyésztettségét $F_x=0,10$ és 0,15 közé soroltuk be. Két-két olyan ló volt, amelyeknek a beltenyésztettségi együtthatója 0,15 és 0,20, valamint 0,20 és 0,25 közé esett. Meglepő azonban, hogy a vizsgált populációban a beltenyésztés nem kizárólagosan az állományban leginkább elterjedt (feltételezhetően ezért kiemelkedő) ménekre irányult.

14. táblázat.

A legalább 0,125 beltenyésztettségű együttthatójú egyedek leírása

Azonosító	Ivar	Mén azonosítója	Kanca azonosítója	Beltenyésztettség mértéke
MF961000000	kancacsikó	SV74003Si00	M 890880000	0,2500
MF032600000	méncsikó	IM912340094	MF993520000	0,2500
MF013370000	méncsikó	ZA910500000	ZA920200000	0,1875
MF030960000	méncsikó	ZA910500000	ZA920200000	0,1875
MF001150000	kancacsikó	ZA910500000	SO83081Hm00	0,1250
MF933230000	kancacsikó	M 82065K100	M 88086K100	0,1250
MF013590000	méncsikó	E 830130000	BA900150000	0,1250
MF944580000	méncsikó	M 82065K100	M 88086K100	0,1250
MF981840000	kancacsikó	ZA910500000	ZA881020000	0,1250
MF034830000	kancacsikó	IM895430000	CD982260000	0,1250
SS87073Ma00	kancacsikó	IM71000Ma00	SS82017Mc00	0,1250
MF992160000	kancacsikó	M 890890000	SY911820000	0,1250
MF004730000	méncsikó	MF952150000	IM906120000	0,1250

A magyar sportló tenyészeteket a tenyészállomány felépítése alapján különböző osztályokba soroltuk (15. táblázat). Nukleusz és izolált tenyészetet nem találtunk. A tíz tenyészment értékesítő állományban is mindössze négy állományban alkalmaztak saját tenyésztésű mént. A további tenyészetek közül egyben termékenyített saját tenyésztésű mén.

15. táblázat.

A legalább tíz, nyilvántartásba vett, lóval rendelkező tenyészetek megoszlása

Tenyészet besorolása		Tenyészetek száma
Izolált tenyészet		0
Nukleusz tenyészet		0
Tenyészment	Saját mént alkalmaz	4
értékesítő tenyészet	Saját mént nem alkalmaz	6
További tenyészetek	Saját mént alkalmaz	1
	Saját mént nem alkalmaz	143

A 16. táblázat a Magyar Sportló Méneskönyvben legtöbb nyilvántartott lóval jelen lévő tenyészetek közötti genetikai távolságokat mutatja meg. A Nei-féle távolság alapján legtávolabb az Állami Ménesbirtok Rt. és az Enyingi Agrár Rt. állományai vannak egymástól. A ménések közül közeli kapcsolatban a Kabala Ménes Kft. lovai vannak az ORFK Lovasbázis és a Bólyi Mg. Rt. tenyészetével.

16. táblázat.

Hat jelentősebb tenyészet közötti Nei-féle genetikai távolságok

Tenyészet		Regisztrált egyedszám	1	2	3	4	5
1	Állami Ménesbirtok Rt.	492					
2	Enyingi Agrár Rt.	435	0,012				
3	ORFK Lovasbázis	283	0,023	0,025			
4	Kabala Ménes Kft.	215	0,024	0,026	0,037		
5	Hortobágyi Kht.	195	0,016	0,017	0,030	0,033	
6	Bólyi Mg. Rt.	170	0,018	0,025	0,039	0,039	0,027

4.3. Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése genetikai paraméterek alapján

A küllemi bírálat, a szabadon ugró teljesítmény és a mozgásbírálat egyes elemeire adott pontok átlaga és szórása a 17. táblázatban látható. A különböző csoportok között a megfigyelések eltérő száma annak a következménye, hogy nem minden ló vett részt az összes feladatesoport vizsgáin.

A küllemi bírálat összetevői között mindkét korcsoportban a *fej* átlagos pontszáma a legmagasabb, a *mozgás lendülete*, *rugalmasság* tekinthető a leggyengébb jellemzőnek. A variációs koefficiens alapján a mindkét korcsoportban a *mozgás lendülete*, *rugalmasság* értékmérőben a legnagyobb az állomány változékonysága. A magyar sportló állomány a küllemi jellemzők közül az *elülő lábak* megítélésében, a variációs koefficiens alapján, egyöntetűnek tekinthető.

A szabadon ugratóban értékelt bírálati összetevők átlagértékeiben nem tapasztalható lényeges eltérés. Nagyfokú kiegyenlítettség az *előkészítés során tett megfigyelés*, magas variabilitás pedig a *készség*, *távolságérzék* minősítésében tapasztalható.

A mozgásbírálaton minősített jellemzők közül a *tesztlovas értékelésének* a legmagasabb az átlagértéke, az *ügetés* pontszámai a legalacsonyabbak. A variációs koefficiens alapján az *összbenyomás*, mint mozgásbírálati összetevő a leginkább kiegyenlített.

PREISINGER és mtsai (1991) trakehneni kancapopuláción végzett elemzésének *típusra* vonatkozó értékeinél magasabb átlagértéket és szórást tapasztaltunk. A mozgásbírálat *lépés*, *ügetés*, és *vágta* értékmérőire HUIZINGA és mtsai (1990) holland melegvérűek adatain alapuló vizsgálatához képest alacsonyabb átlagértékeket tapasztaltunk.

17. táblázat.

A sajátjeljesítményvizsgán értékelt lovak száma, pontjaik átlaga, szórása, minimum és maximum értékei a háromilletve négyéves korban tett vizsgákon

Tulajdonság	Lovak száma		Átlag		Szórás		Minimum		Maximum	
	3	4	3	4	3 éves	4 éves	3	4	3	4
	éves	éves	éves	éves			éves	éves	éves	éves
Típus–nemi jelleg	410	229	7,87	7,93	1,361	1,395	5	5	10	10
Fej	410	229	8,04	8,09	1,265	1,305	4	5	10	10
Nyak	410	229	7,17	7,07	0,982	0,945	5	4	10	9
Nyeregűtájék	410	229	7,69	7,55	1,179	1,133	4	4	10	10
Ráma–arány	410	229	7,90	7,95	1,362	1,335	5	4	10	10
Elülső lábak	410	229	7,10	6,93	0,922	0,893	5	4	9	9
Hátulsó lábak	410	229	6,83	6,75	1,009	0,999	3	4	9	9
Mozgás szabályossága	410	229	7,56	7,56	1,057	1,064	4	5	10	10
Mozgás lendülete–rugalmasság	410	229	6,78	6,56	1,217	1,214	3	1	10	9
Összbenyomás–fejlettség	410	229	7,14	7,03	0,966	0,868	4	5	9	9
Ugróstílus	398	224	7,01	7,20	0,987	1,136	5	4	10	10
Készség – távolságérzék	398	224	6,93	7,29	1,135	1,270	4	4	10	10
Előkészítés során tett megfigyelés	398	224	6,88	7,01	0,784	0,813	4	5	9	9
Lépés	400	225	6,59	6,56	1,048	1,109	3	4	9	9
Ügetés	400	225	6,11	6,14	0,889	0,863	3	4	9	8
Vágta	400	225	6,58	6,75	1,028	0,950	4	4	10	9
Összbenyomás	400	225	6,75	6,76	0,866	0,919	4	3	9	9
Tesztlovas értékelése	400	225	7,17	7,35	1,133	1,169	4	4	10	10

A kancák küllemi bírálatában az egyes testrészekre, testtájakra adott értékek feldolgozása során a *típus*, *fej* és *nyak* pontszámai között közepes fenotípusos korreláció

figyelhető meg (18. táblázat). Az *elülső és hátsó lábak*, a *mozgás szabályossága* és a *mozgás lendülete-rugalmasság* pontszámai a többi bírálati szempont értékeivel laza fenotípusos korrelációt mutatnak. Az *összbenyomás* – mint küllemi bírálati szempont – pontértékének a többi testtáj értékelésével számított fenotípusos korrelációi mindkét korcsoport esetében közepes kapcsolatot érzékeltetnek. A kapott értékek hasonló szorosságot mutatnak a HARTMANN (1999) eredményeiben közölt fenotípusos korrelációs értékekkel.

Az egyes jellemzők örökölhetőségi értékei alacsonyaknak, vagy közepeseknek tekinthetők. A számított értékek HARTMANN (1999) (vizsgált jellemzők: *típus*, *fej*, *nyak*, *elülső lábak*, *hátsó lábak*) és NISSEN (1997) (vizsgált jellemzők: *típus*, *elülső lábak*, *hátsó lábak*) eredményeinél az egyes értékmérők esetében rendre magasabbak. Ez lehetővé teszi a hazai állományban a hatékonyabb szelekciót. Az eredmények között a *típus*, *fej* és *nyeregtájék* pontszámai között szoros genetikai korreláció figyelhető meg. Az *elülső és hátsó lábak*, a *mozgás szabályossága* és a *mozgás lendülete-rugalmasság* értékelésének a többi bírálati szempont értékeivel laza korrelációt mutatnak. Az *összbenyomás* pontértékének a többi testtáj értékelésével számított genetikai korrelációi szoros, vagy közepes kapcsolatot jeleznek.

18. táblázat.

A küllemi bírálat során minősített paraméterek örökölhetőségi értékei (az átlóban), genetikai (az átló fölött) és fenotípusos (az átló alatt) korrelációk értékei
(Zárójelek között a standard hiba értékei)

Tulajdonság	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Típus–nemi jelleg	0,45 (0,06)	0,71 (0,10)	0,58 (0,11)	0,74 (0,09)	0,74 (0,07)	0,59 (0,12)	0,29 (0,13)	0,24 (0,15)	0,38 (0,11)	0,80 (0,07)
2 Fej	0,54	0,42 (0,07)	0,31 (0,14)	0,55 (0,09)	0,43 (0,12)	0,60 (0,17)	0,12 (0,14)	0,26 (0,18)	-0,02 (0,13)	0,57 (0,10)
3 Nyak	0,42	0,34	0,28 (0,07)	0,71 (0,09)	0,66 (0,12)	0,54 (0,14)	0,17 (0,18)	0,55 (0,17)	0,78 (0,16)	0,89 (0,09)
4 Nyeregtájék	0,47	0,33	0,46	0,53 (0,06)	0,84 (0,09)	0,79 (0,09)	0,43 (0,12)	0,24 (0,14)	0,40 (0,11)	0,89 (0,07)
5 Ráma–arány	0,61	0,34	0,41	0,47	0,40 (0,07)	0,76 (0,12)	0,27 (0,14)	0,39 (0,15)	0,50 (0,13)	0,91 (0,10)
6 Elülső lábak	0,35	0,23	0,24	0,37	0,35	0,30 (0,08)	0,20 (0,17)	0,49 (0,19)	0,23 (0,14)	0,75 (0,09)
7 Hátsó lábak	0,27	0,17	0,19	0,21	0,27	0,29	0,35 (0,07)	0,29 (0,17)	0,13 (0,13)	0,66 (0,13)
8 Mozgás szabályossága	0,21	0,12	0,22	0,10	0,25	0,28	0,20	0,32 (0,08)	0,77 (0,10)	0,56 (0,13)
Mozgás	0,32	0,17	0,36	0,18	0,34	0,19	0,23	0,41	0,43	0,73
9 lendülete– rugalmasság									(0,06)	(0,08)
10 Összbenyomás– fejlettség	0,63	0,46	0,57	0,51	0,58	0,49	0,42	0,39	0,62	0,43 (0,07)

A szabadon ugratóban nyújtott teljesítmény összetevőinek értékelése során az *ugróstílus*, és a *készség–távolságérzék* jellemzők között kiugróan szoros, $r=0,82$ mértékű fenotípusos korreláció volt tapasztalható (19. táblázat). Az *előkészítés során tett megfigyelés* és a további szabadon ugrató értékmérők között a fenotípusos korreláció laza.

Az *ugróstílus*, és az *előkészítés során tett megfigyelés* pontjai alapján alacsony örökölhetőségi értékeket számítottunk. A *készség, távolságérzék* esetében közepes ($h^2=0,52$) örökölhetőségi érték tapasztalható. Az értékmérők között minden esetben a genetikai korreláció szoros.

19. táblázat.

A szabadon ugratóban és a mozgásbírálaton minősített paraméterek örökölhetőségi értékei (az átlóban), genetikai (az átló fölött) és fenotípusos (az átló alatt) korrelációk értékei
(Zárójelek között a standard hiba értékei)

Tulajdonság	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Ugróstílus	0,29 (0,08)	0,99 (0,05)	0,83 (0,14)	0,87 (0,09)	0,74 (0,05)	0,50 (0,03)	0,42 (0,07)	0,55 (0,04)
2 Készség – távolságérzék	0,82	0,52 (0,06)	0,83 (0,09)	0,54 (0,04)	0,63 (0,04)	0,53 (0,03)	0,55 (0,04)	0,83 (0,04)
3 Előkészítés során tett megfigyelés	0,36	0,44	0,32 (0,07)	-0,06 (0,06)	0,40 (0,06)	0,37 (0,03)	0,78 (0,08)	0,66 (0,03)
4 Lépés	0,26	0,20	0,29	0,22 (0,08)	*	0,41 (0,15)	0,56 (0,15)	0,68 (0,16)
5 Ügetés	0,27	0,28	0,34	0,36	0,36 (0,06)	0,55 (0,09)	0,84 (0,09)	0,64 (0,12)
6 Vágta	0,24	0,13	0,19	0,30	0,50	0,51 (0,06)	0,83 (0,07)	0,78 (0,08)
7 Összbenyomás	0,30	0,45	0,26	0,46	0,54	0,66	0,33 (0,06)	*
8 Tesztlovas értékelése	0,49	0,53	0,31	0,26	0,31	0,48	0,57	0,51 (0,06)

A mozgásbírálati jellemzők között laza és közepes fenotípusos korrelációkat találtunk (19. táblázat). Kiugróan magas a fenotípusos korreláció értéke ($r=0,66$) a *vágta* és a mozgásbírálat összbenyomás értékmérője között. Az alapjármódok (*lépés*, *ügetés*, *vágta*) korrelációs értékei HUIZINGA és mtsai (1990) holland, illetve UPHAUS (1993) németországi kancavizsgákra vonatkozó eredményeinél kisebb értékeket mutatnak.

A mozgásbírálati tulajdonságok örökölhetőségére alacsony, illetve közepes értékeket számítottunk. Az örökölhetőségi érték nemzetközi összevetéséből kiderül, hogy a *lépés* HUIZINGA és mtsai (1990) elemzésével megegyezően $h^2=0,22$, míg az *ügetés* és a *vágta* hasonló értékei vizsgálatunkban magasabb számokkal szerepelnek. LUEHRS-BEHNKE és mtsai (2002) kutatásával összevetve elemzéseink eredményeit, a *lépés*, *ügetés* örökölhetőségi értékei közel azonosak.

Az értékmérők között közepes és szoros genetikai korrelációkat találtunk. A *lépés*, *ügetés* és *vágta* pontszámai közötti genetikai korrelációk HUIZINGA és mtsai (1990), valamint LUEHRS-BEHNKE és mtsai (2002) eredményeihez képest alacsonyabb értékeket mutatnak.

A jármódok (*lépés*, *ügetés*, *vágta*) és a szabadon ugrató jellemzői között laza ($r=0,13-0,34$) fenotípusos korrelációt tapasztaltunk. A *tesztlovas értékelése* közepes erősségű fenotípusos korrelációt mutat az *ugróstílus* ($r=0,49$) és a *készség-távolságérzék* ($r=0,53$) jellemzőkkel. A mozgásbírálati és szabadon ugróban nyújtott teljesítmények között közepes és szoros a genetikai korreláció. Kiugróan szoros kapcsolat ($r=0,83$) áll fent a *készség-távolságérzék* és a *tesztlovas értékelése* jellemzők között.

4.4. Tenyésztési értékek bemutatása és a genetikai előrehaladás vizsgálata

Azoknak a méneknek a tenyésztési értékeit jellemezzük, amelyeknek legtöbb ivadéka szerepelt kancavizsgán.

A 11–14. ábrákon az elmúlt 10 év kancavizsgálatainak legtöbb ivadékkal szereplő méneknek a bírált tulajdonságokra vonatkozó tenyésztési értékei láthatók. Az értékek a nyilvántartott állomány átlagához képest mutatják a mén hatásait. Az átlagtól jobbra, pozitív irányú fekvő oszlop a mén adott tulajdonságban javító hatását, átlagtól balra, negatív irányban pedig a mén átlaghoz képest rontó hatását mutatja. A populáció átlagához közeli értékek azt mutatják, hogy ezeknek a méneknek a kancaivadékaik minden jellemzőben az átlaghoz közelinek tekinthetők. Valamennyi ménre vonatkozóan feltüntettük az adott tulajdonság tenyésztési értékéhez tartozó megbízhatósági értékeket is. A megbízhatósági értékek megítélésénél a 0,7 fölöttiek tekinthetők elfogadhatónak. Azoknak a méneknek a megbízhatósági értékei mutatnak szoros korrelációt a becsült és a valódi tenyésztési értékek között, amelyeknek nagyobb számú ivadéka vett részt a kancavizsgálatakon. Ez már tenyésztéstechnikai kérdésekre hívja fel az Egyesület, illetve a sportlótulajdonosok figyelmét.

Nem szabad azonban szem elől téveszteni, hogy ezeknek a méneknek szerepelt a legtöbb ivadéka kancavizsgákon. A mének neve mögött feltüntettük a kancavizsgát tett összes ivadékok számát, amit ha összevetünk az egyes tulajdonságok megbízhatóságával, látható, hogy a kevesebb ivadék együtt jár a megbízhatósági értékek csökkenésével.

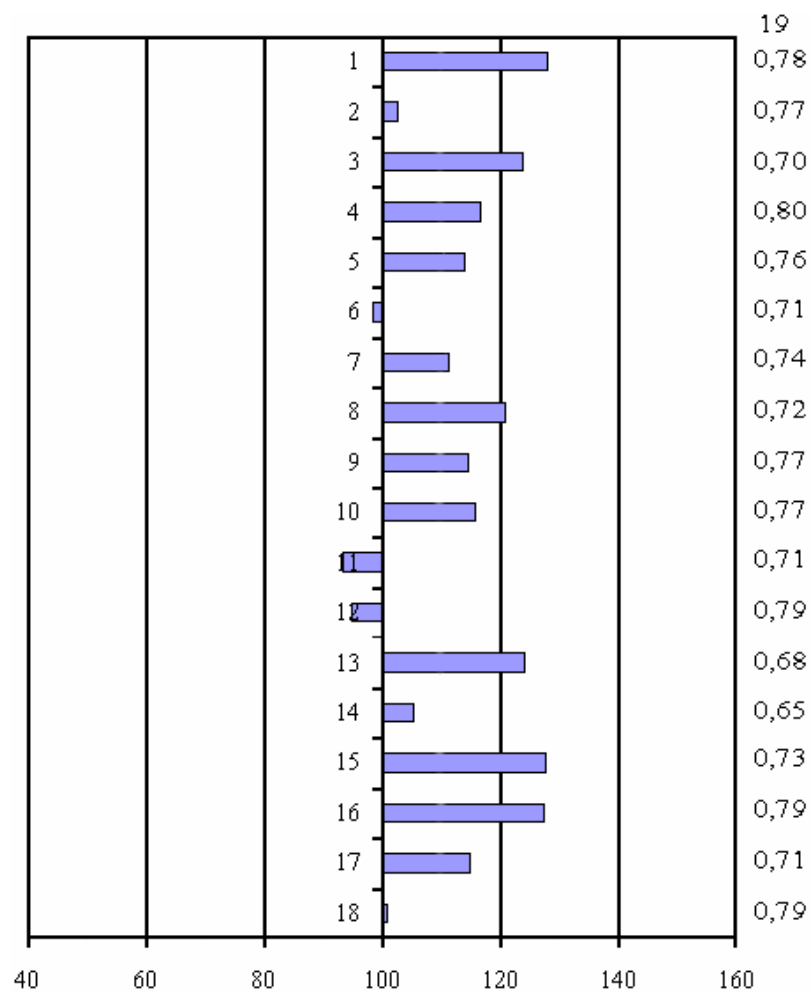
2534 *Gringo* tenyésztértékei megbízhatóak, a további mének tenyésztértékei tájékoztató jellegűek. Az alacsony megbízhatóság azt jelzi, hogy az ivadéklétszám változásával a tenyésztérték változhat. A kancavizsgákon figyelembe vett értékmérők nagy többségében javító hatásúnak értékelhető a 11. és 12. ábrán szereplő 2534 *Gringo* (32 ivadékkal) és 2972 *Justboy* (18 ivadékkal), hiszen több jellemzőben közel egy szórásnyival meghaladják az állomány átlagértékeit. A 13. ábrán bemutatott 3648 *Laurenz* (17 ivadékkal) több küllemi jellemzőre, valamint az *ugróstílusra* és a *lépésre* vonatkozó tenyésztértéke negatív. A mén a *mozgás szabályosságát* figyelembe vett tenyésztértékét tekintve a magyar sportló állomány leggyengébb 16%-ába sorolható. Egységesen pozitív örökítőnek tekinthető, és minden vizsgált tulajdonságban javító hatásúnak tűnik a 14. ábrán szemléltetett 3114 *Colonado* (15 ivadékkal).

Fontos megjegyezni ugyanakkor, hogy egy adott tulajdonságban jelentős előrehaladás csak azoktól a ménektől, valamint ivadékaiktól várható, amelyek minél inkább közelítenek a 3 szórásértékhez, de legalább egy szórássegységnyi értéket meghaladóan pozitív irányban eltérnek az átlagtól.

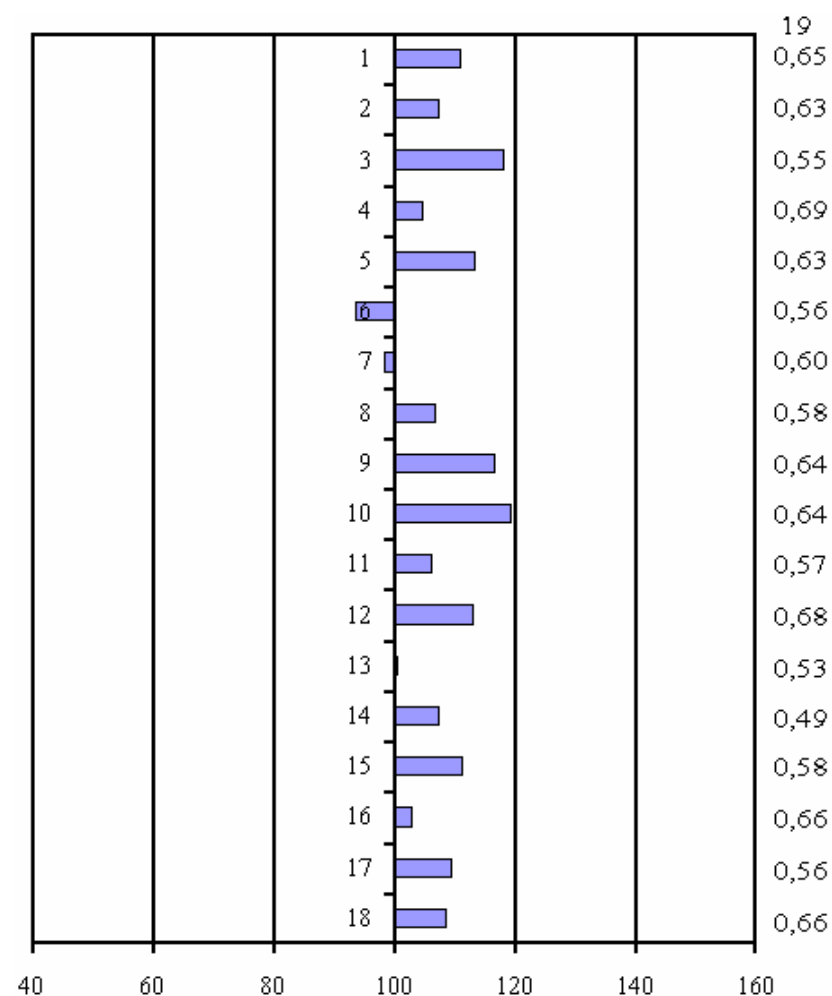
A 15.–16. ábrák a küllemi bírálati jellemzőkben, a 17. ábra a szabadon ugratóban értékelt tulajdonságok, a 18. ábra a mozgásbírálati tulajdonságok esetében mutatja a genetikai előrehaladás mértékét.

A tenyésztértékek meghatározásával lehetőség nyílt az állományra vonatkozó évenkénti genetikai előrehaladás vizsgálatára. Ezeknek születési évenkénti átlagolásával évjáratonként számítottunk átlagértéket, amelynek az évek függvényében történő ábrázolása mutatja a tulajdonságokban történt előrehaladást. Az adatok statisztikai értékelése minden értékmérő esetében szignifikáns ($P < 0,05$) előrehaladást mutatott. A 20. táblázatban valamennyi jellemző esetében látható a genetikai előrehaladásra illeszthető regressziós egyenes meredeksége, továbbá a jellemzőre vonatkozó

szignifikancia szint. Az előrehaladás mértéke, a regressziós együttható alapján, a küllemi összetevők között a *típus*, *nemi jelleg* ($b=0,0082$) valamint *nyeregtájék* ($b=0,0080$) jellemzőkben a legnagyobb. A szabadon ugrató folyosóban értékelt tulajdonságokban a *készség-távolságérzék* javult jelentősen ($b=0,0075$), míg a mozgásbírálati jellemzők közül a *vágtában* ($b=0,0083$) a legnagyobb az előrelépés. A három tulajdonságcsoportban (küllemi bírálat, szabadon ugró, mozgásbírálat) a legkisebb előrelépés az *elülső és hátulsó lábak* ($b=0,0063$), az *előkészítés során tett megfigyelés* ($b=0,0057$) és a *lépés* ($b=0,0054$) esetében valósult meg. A küllemi bírálati jellemzőkre számított regressziós együtthatók előrehaladást mutatnak minden esetben, ellentétben Årnason (1987) 1973 és 1979 közötti adatokat feldolgozó vizsgálataival. A jármódokra és az ugróképességre vonatkozóan Årnason (1987) eredményeinél ($b=0,0008$ és $b=0,0012$) magasabb értékeket számítottunk. Az évenkénti genetikai előrehaladás intenzitása hasonló Philipsson (2005) által közölt eredményekhez. Az évenkénti szelekciós intenzitás a küllemi bírálaton értékelt jellemzők közül a *mozgás szabályossága*, valamint a *nyak* esetében jelentősebb. A szabadon ugrató folyosóban értékelt tulajdonságok között az *előkészítés során tett megfigyelésben*, a mozgásbírálati összetevők elemzésekor az *összbenyomás* és a *lépés* mutatott nagyobb szelekciós intenzitást. Alacsony a szelekciós intenzitás mértéke a *nyeregtájék*, az *ugróképesség* valamint a *tesztlovas értékelése* esetében.

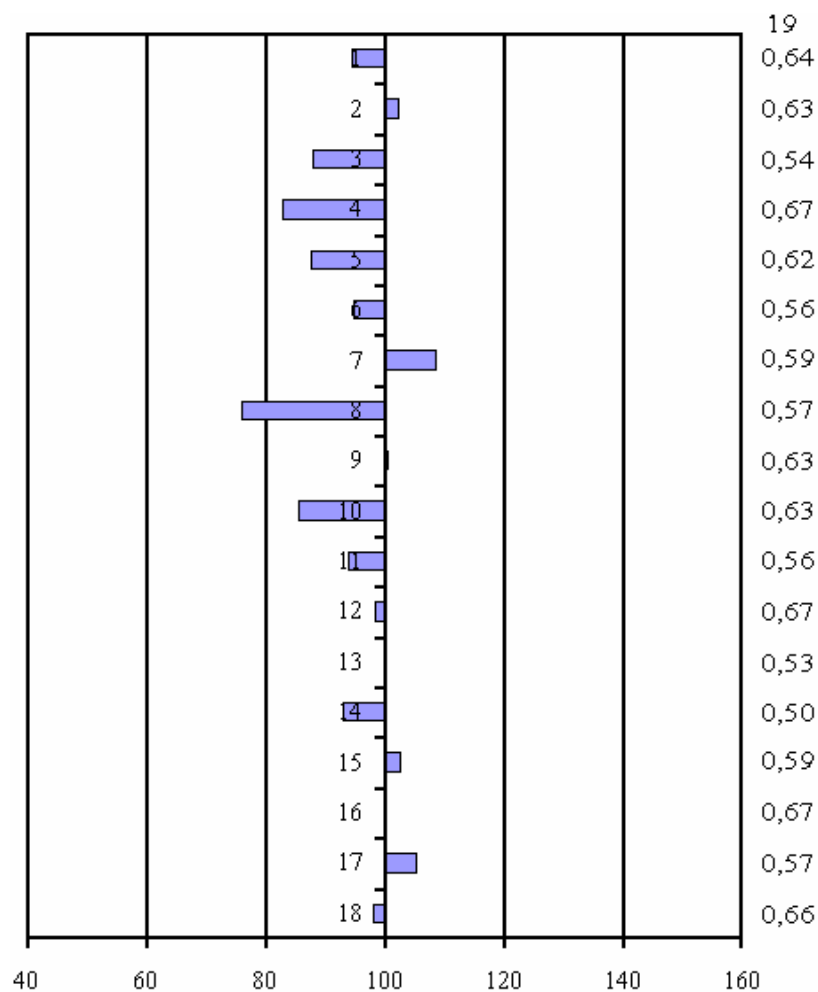


11. ábra. 2534 Gringo IM885460000 tenyésztértékei

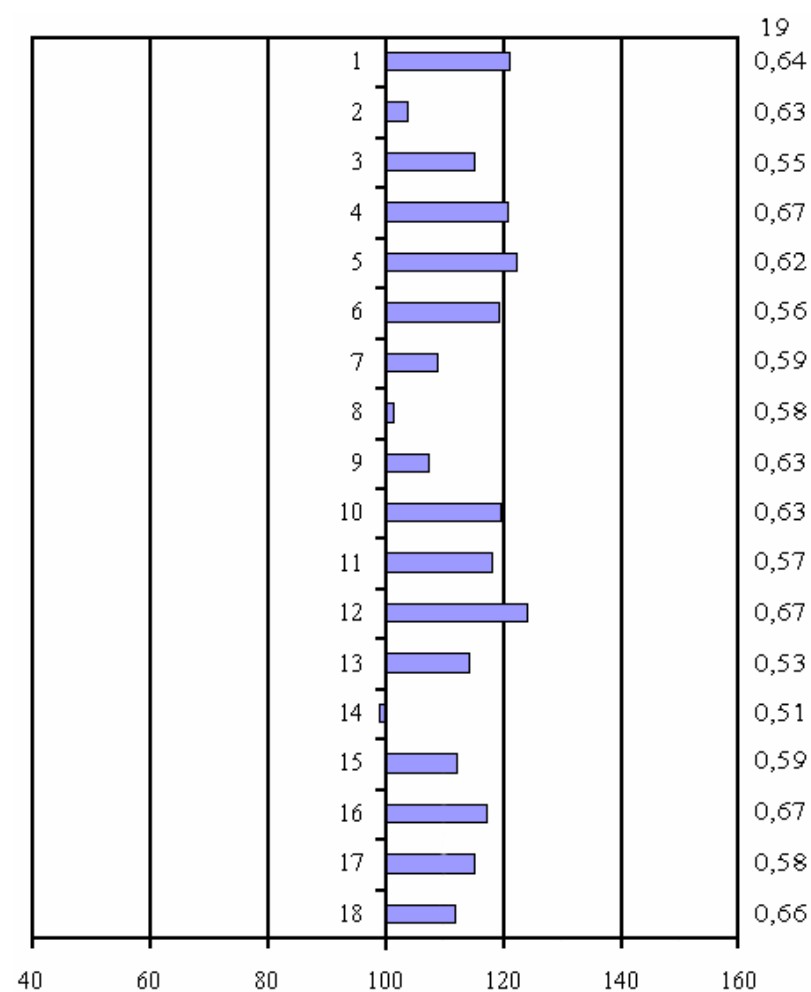


12. ábra. 2972 Justboy IM912340094 tenyésztértékei

1: Típus, nemi jelleg. 2: Fej. 3: Nyak. 4: Nyeregtájék. 5: Ráma, arány. 6: Elülső lábak. 7: Hátsó lábak. 8: Mozcás szabályossága. 9: Mozcás lendülete-rugalmasság. 10: Összbenyomás, fejlettség. 11: Ugróstillus. 12: Készség-távolságérzék. 13: Előkészítés során tett megfigyelés. 14: Lépés. 15: Ügetés. 16: Vágta. 17: Összbenyomás. 18: Tesztlovas értékelése. 19: Megbízhatósági érték (R^2).

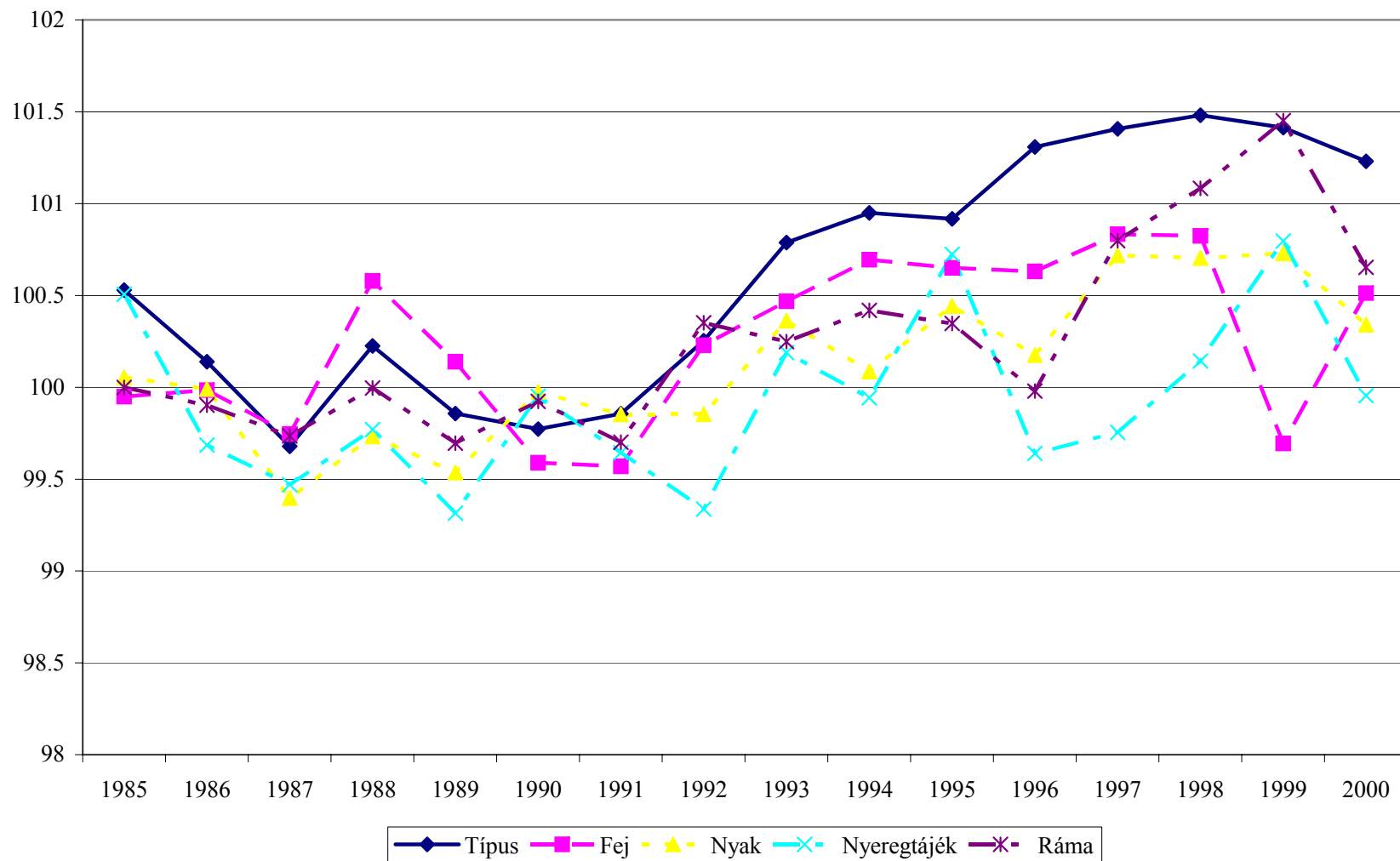


13. ábra. 3648 Laurenz IM890220099 tenyésztértékei

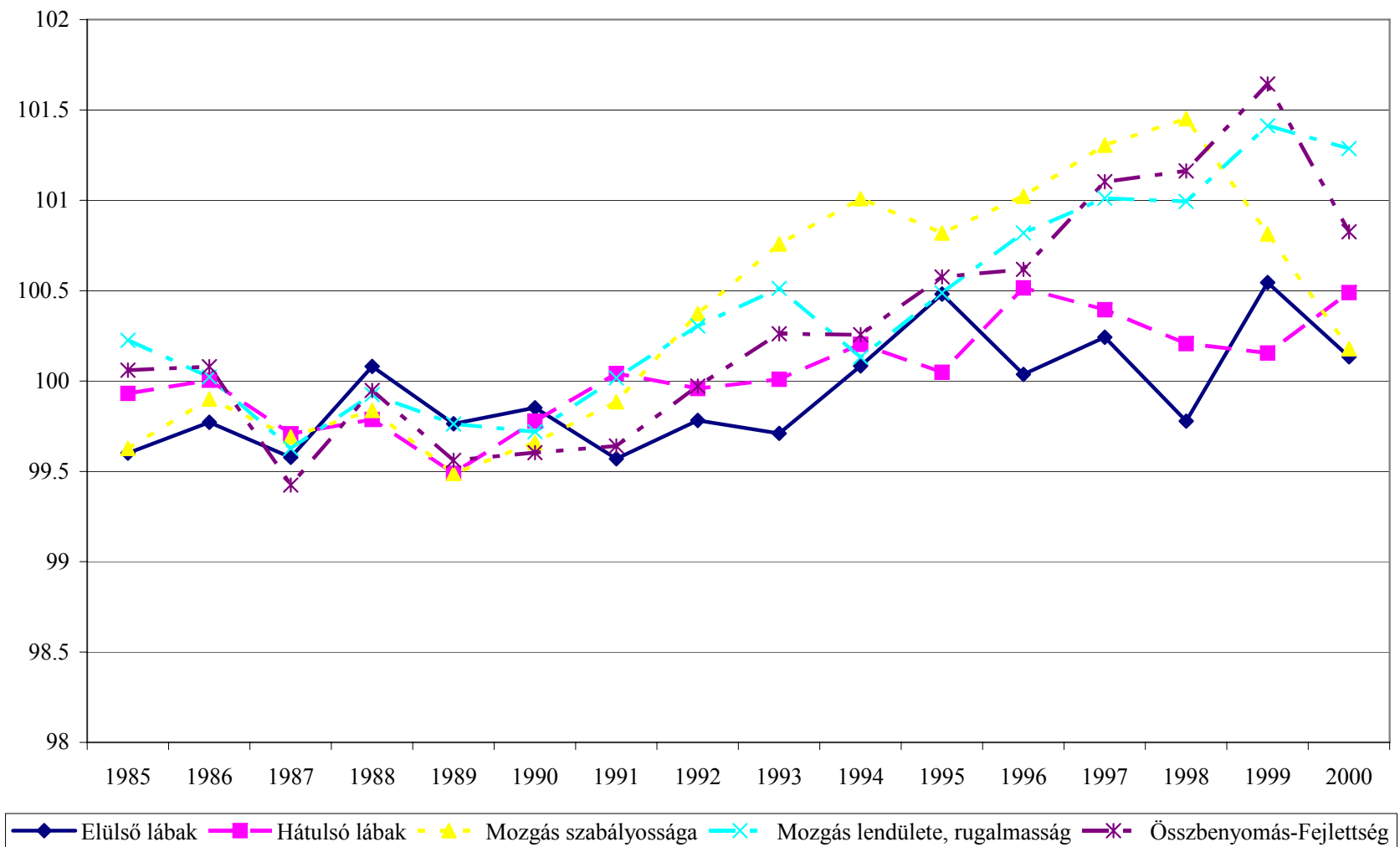


14. ábra. 3114 Colonado IM930410096 tenyésztértékei

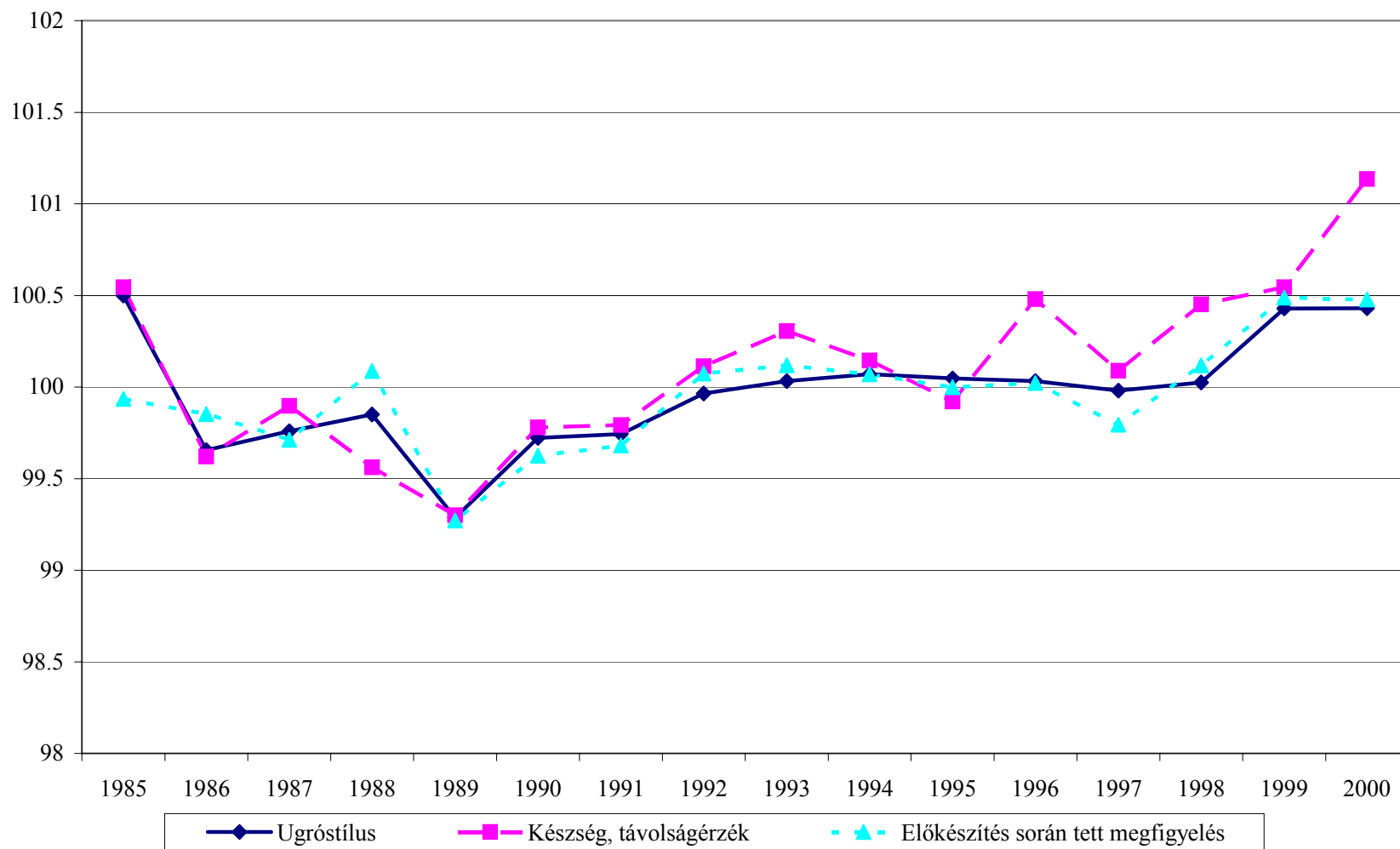
1: Típus, nemi jelleg. 2: Fej. 3: Nyak. 4: Nyeregtájék. 5: Ráma, arány. 6: Elülső lábak. 7: Hátsó lábak. 8: Mozgás szabályossága. 9: Mozgás lendülete-rugalmasság. 10: Összbenyomás, fejlettség. 11: Ugróstílus. 12: Készség-távolságérzék. 13: Előkészítés során tett megfigyelés. 14: Lépés. 15: Ügetés. 16: Vágta. 17: Összbenyomás. 18: Tesztlovas értékelése. 19: Megbízhatósági érték (R²).



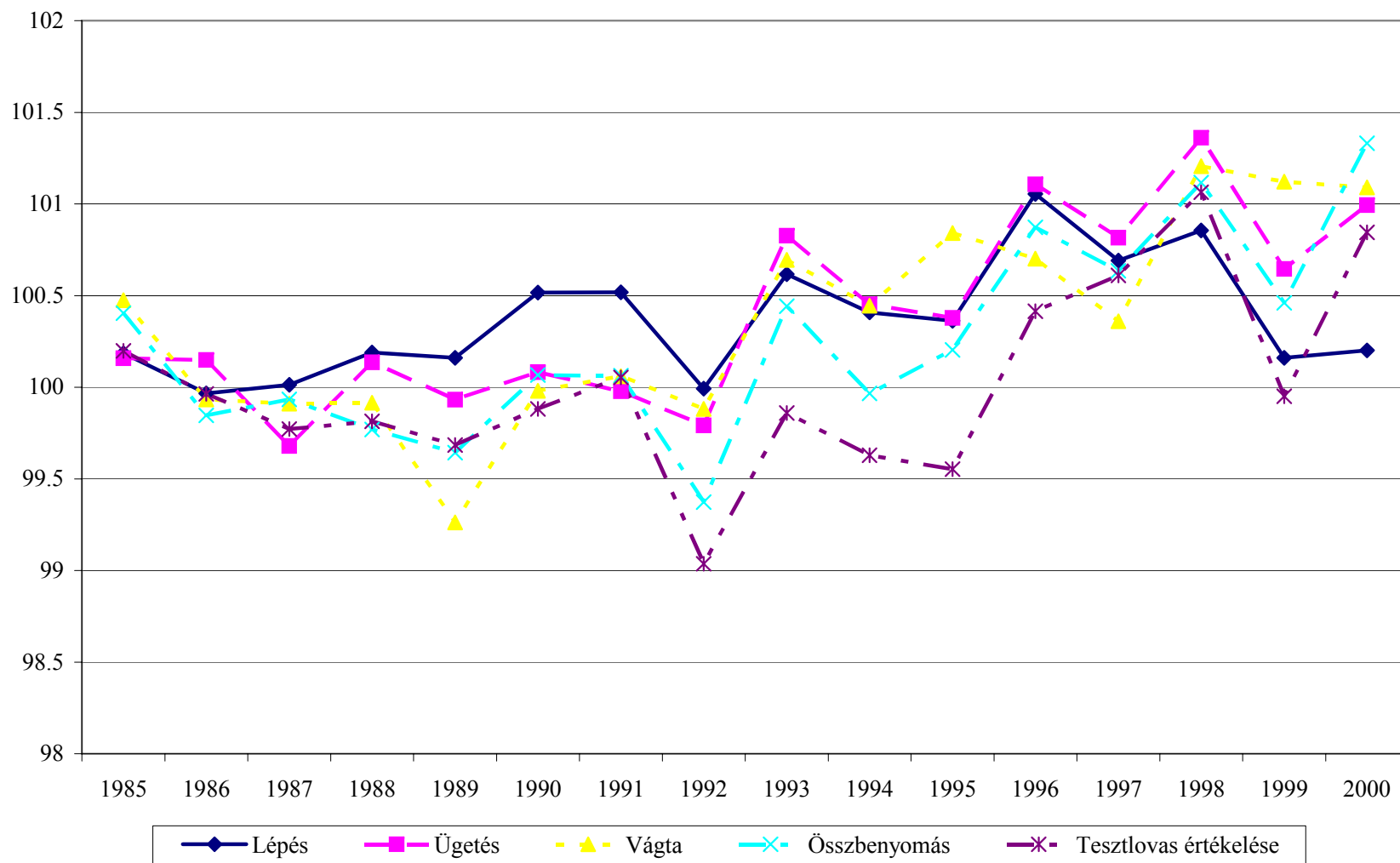
15. ábra. A genetikai előrehaladás mértéke a kancavizsgák küllemi bírálatán értékelt tulajdonságokban



16. ábra. A genetikai előrehaladás mértéke a kancavizsgák küllemi bírálatán értékelt tulajdonságokban



17. ábra. A genetikai előrehaladás mértéke a kancavizsgákon szabadon ugratóban értékelt tulajdonságokban



18. ábra. A genetikai előrehaladás mértéke a kancavizsgákon mozgásbírálaton értékelt tulajdonságokban

20. táblázat.

Az értékmérő tulajdonságok és a genetikai előrehaladásra illeszthető egyenes meredeksége

Tulajdonság	h^2	σ_g	Szelekciós intenzitás	Regresszió együttható	Szignifikancia szint
Típus–nemi jelleg	0,45	0,658	0,019	0,0082	<0,0001
Fej	0,42	0,602	0,019	0,0075	<0,0001
Nyak	0,28	0,473	0,029	0,0072	<0,0001
Nyeregtájék	0,53	0,749	0,015	0,0080	0,0424
Ráma–arány	0,40	0,615	0,019	0,0075	<0,0001
Elülső lábak	0,30	0,441	0,026	0,0063	0,0024
Hátulsó lábak	0,35	0,545	0,020	0,0063	0,0003
Mozgás szabályossága	0,32	0,415	0,031	0,0072	<0,0001
Mozgás lendülete– rugalmasság	0,43	0,661	0,017	0,0075	<0,0001
Összbenyomás–fejlettség	0,43	0,543	0,021	0,0076	<0,0001
Ugróstílus	0,29	0,549	0,020	0,0060	<0,0001
Készség – távolságérzék	0,52	0,774	0,013	0,0075	<0,0001
Előkészítés során tett megfigyelés	0,32	0,356	0,028	0,0057	<0,0001
Lépés	0,22	0,420	0,027	0,0054	<0,0001
Ügetés	0,36	0,463	0,026	0,0072	<0,0001
Vágta	0,51	0,645	0,018	0,0083	<0,0001
Összbenyomás	0,33	0,433	0,029	0,0072	<0,0001
Tesztlovas értékelése	0,51	0,728	0,016	0,0081	<0,0001

4.5. Sportversenyek eredményeinek értékelése különböző mutatószámokkal ismételhetőségi egyedmodellel

A különböző modellekkel becsült örökölhetőségi értékeket a 21. táblázatban foglaltuk össze. A helyezések transzformált alakjaiból becsült örökölhetőségi értékek minden modell esetében 0,1 alattiak. A legmagasabb örökölhetőségi értéket a Blom-módszerrel átalakított helyezések esetében találtuk. Becsült értékeink hasonlóak, JANSSENS és

mtsai (1997) 0,02 és 0,09 közötti, valamint FORAN és mtsai (1995) $h^2=0,08$ közzétett értékeihez. Az örökölhetőséget mindkét tanulmány esetében Blom-féle pontszám alapján számították. HASSENSTEIN és mtsai (1998) ismételhetőségi modell alkalmazásával 0,07 és 0,13 közötti örökölhetőségi értékeket kapott német sportlovak adataira vonatkozóan. Ezek az örökölhetőségi számok magasabbak a vizsgálatunkban becsült értékeknél.

A heritabilitás olyan alacsony értékeket mutat, mint HUIZINGA és VAN DER MEIJ(1989) holland félvérekre vonatkozó ($h^2=0,20$) kutatási eredménye. A tanulmányunkban bemutatott helyezéseken alapuló értékek BRUNS (1981) nyereményen, illetve helyezéseken alapuló örökölhetőségi értékeinél (0,14 és 0,20 közötti), is alacsonyabbak. Ugyanezt mondhatjuk el SILVESTRELLI és mtsainak (1995) ugyancsak nyereményösszeg alapján becsült örökölhetőségi értékeivel (0,15) történő összehasonlításakor is. WALLIN és mtsai (2003) svéd félvérek helyezéseken alapuló örökölhetőségi értékeire 0,27-es nagyságrendet állapítottak meg. Ez is lényegesen magasabb, mint amit mi, a magyar sportlóra jellemző örökölhetőségeként meghatározhattunk. Ez az európai állomány szelekciós elvéből következő nagyobb genetikai értékére, a tenyészállatok sokkal kiegyenlítettebb, biztosabb örökítésére utal. Az alacsonyabb h^2 értékek az állandó környezeti hatás figyelembevételének a következményei is lehetnek.

21. táblázat.

A versenyeredmények különböző függvényeire illesztett értékek örökölhetőségi értékei különböző modellekkel. Zárójelben a standard hiba értékei

Mérőszám	Örökölhetőségi érték
Helyezések négyzetgyöke	0,092 (0,024)
Helyezések harmadik gyöke	0,092 (0,024)
Helyezések negyedik gyöke	0,091 (0,024)
Blom pontszám	0,054 (0,024)
Kotangens függvény	0,035 (0,017)
átalakított helyezések	
Magasság és hibapont	0,041 (0,024)
különbségével képzett értékek	

A 22. táblázatban mutatjuk be a különböző mérőszámokon alapuló modellek log-likelihood és az Akaike-féle információs kritérium (AIC) értékeit. A magasság és hibapont különbségével képzett értékek esetében a legalacsonyabb a modell log-likelihood értéke, tehát ez tekinthető a legkevésbé illeszkedő modellnek. A magasabb log-likelihood értékeket a kotangens függvénnyel átalakított helyezések és a Blom pontszám esetében találtuk.

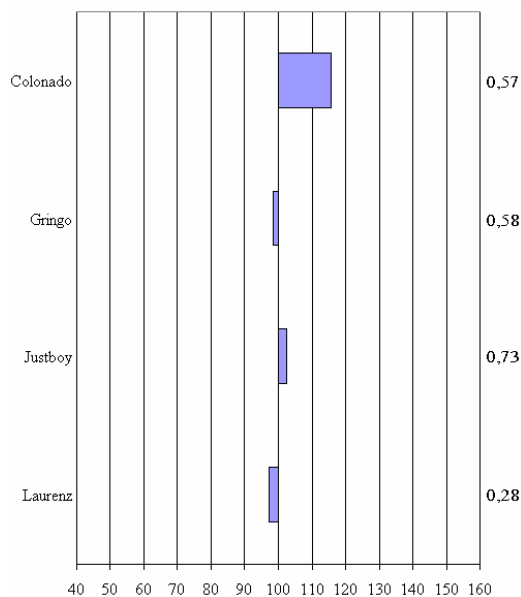
Az AIC értékre alapozva is a kotangens függvénnyel átalakított helyezésekkel és a Blom pontszámmal közelítő genetikai modellek illeszkednek jobban. Erre a feltételre alapozva a log-likelihood értékekhez hasonlóan a magasság és hibapont különbségével képzett változat illeszkedése igencsak gyenge. A fenti eredmények alapján a kotangens függvénnyel átalakított helyezések és a Blom pontszámmal közelítő modell illeszkedik szakmailag elfogadható mértékben a díjugratási sporteredményekre. Ezekkel becsülhető viszonylag pontosan a magyar sportlóállomány genetikai értéke.

22. táblázat.

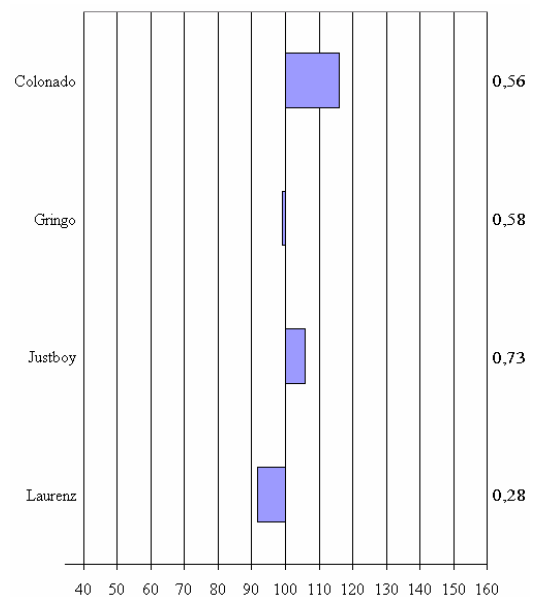
A versenyeredmények különböző függvényeire illesztett modellek log-likelihood és AIC értékei

Mérőszám	Log likelihood	AIC	Modell paraméterek száma
Helyezések négyzetgyöke	24710,32	-43202,63	3109
Helyezések harmadik gyöke	24810,93	-43403,86	3109
Helyezések negyedik gyöke	24918,42	-43618,83	3109
Blom pontszám	28059,42	-49900,84	3109
Kotangens függvénnyel átalakított helyezések	28372,46	-50526,92	3109
Magasság és hibapont különbségével képzett értékek	8927,40	-11648,80	3103

A „4.4. Tenyésztési értékek bemutatása és a genetikai előrehaladás vizsgálata” alfejezetben bemutatott mének Blom pontszámmal és kotangens függvény alapján becsült tenyésztési értékeit a 19. és 20. ábrák szemléltetik.



**19. ábra: Blom pontszám alapján
becsült tenyészértékek és
megbízhatóságuk**

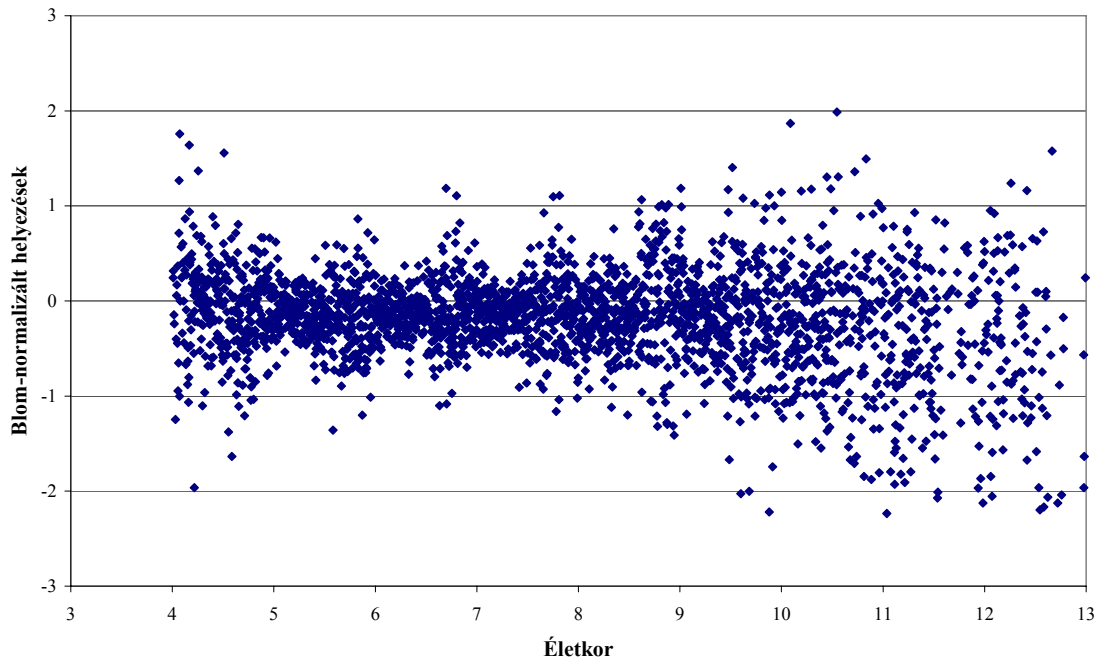


**20. ábra: Kotangens függvénnyel
átalakított helyezések alapján becsült
tenyészértékek és megbízhatóságuk**

Látható, hogy a nének közötti sorrend, és a megbízhatósági értékek mindkét módszer esetében hasonlóak.

4.6. Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval

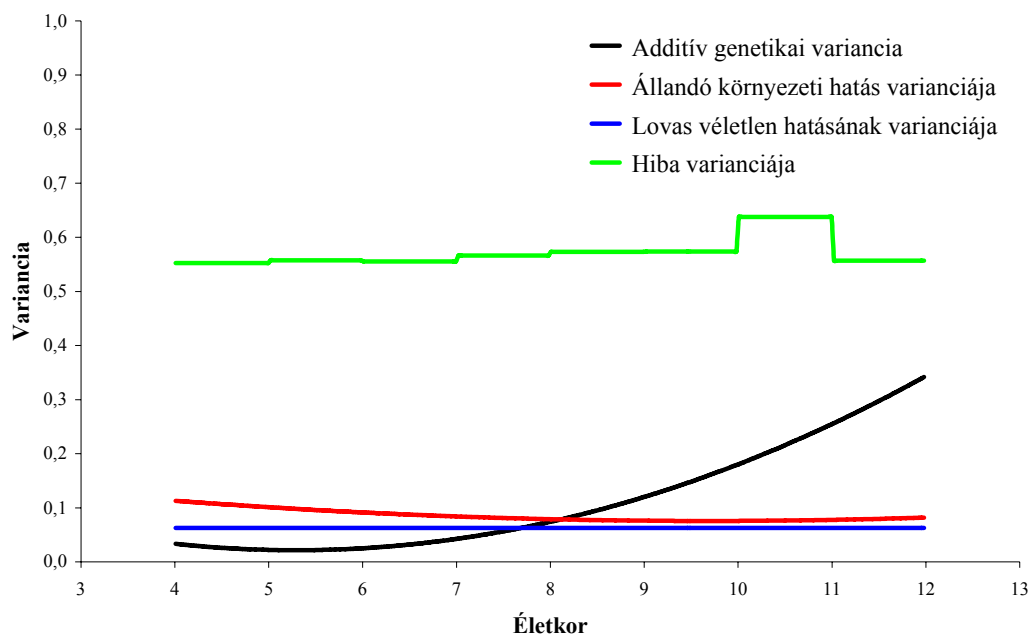
Az ismételhetőségi egyedmodellel értékelt különböző mérőszámok közül a Blom-módszerrel átalakított pontszámok közelítik leginkább a normális eloszlást, a modellek összehasonlítása során ennél a mérőszámnál tapasztaltuk az egyik legalacsonyabb AIC értéket. A mérőszámok napokban mért életkorra vonatkozó átlagait a 21. ábra mutatja be.



21. ábra. A Blom pontszámok és az életkor kapcsolata

A pontszámokra különböző fokszámú Legendre polinomokat illesztettünk. A fokszámok egy és öt között változtak. A varianciakomponensek és a sajátértékek vizsgálata során az elsőfokú Legendre polinom (LP 1) bizonyult a legjobban illeszkedőnek. A továbbiakban ennek a random regressziós modellnek az eredményeit mutatjuk meg.

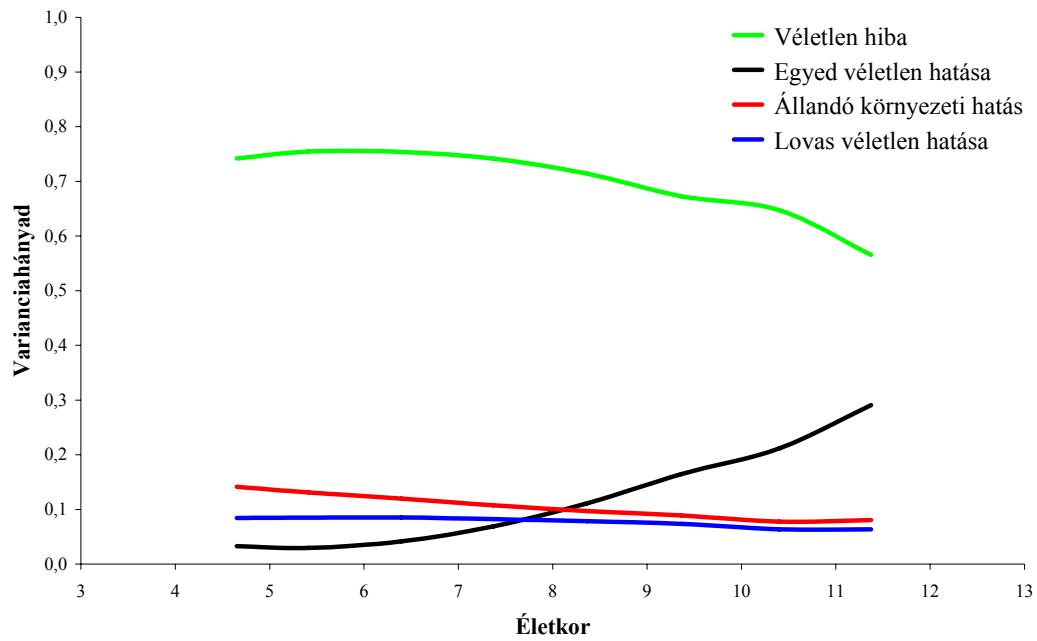
Az additív genetikai variancia mértéke az életkor elején csökkent (22. ábra). A legkisebb genetikai varianciát az 5,3 éves korban értékelt sporteredményekre számítottuk. Későbbi életkorban a genetikai variancia folyamatosan nőtt. A lovas véletlen hatására homogén varianciát becsültünk, mértéke 0,063. Az állandó környezeti hatás varianciája folyamatosan csökkent. A hiba varianciáját az évben kifejezett életkor szerinti korcsoportokra számítottuk. Nagyobb mértékű hibavarianciát a tízéves korcsoport esetében találtunk (0,64). A további korcsoportokban a variancia mértéke 0,55–0,57 között változott.



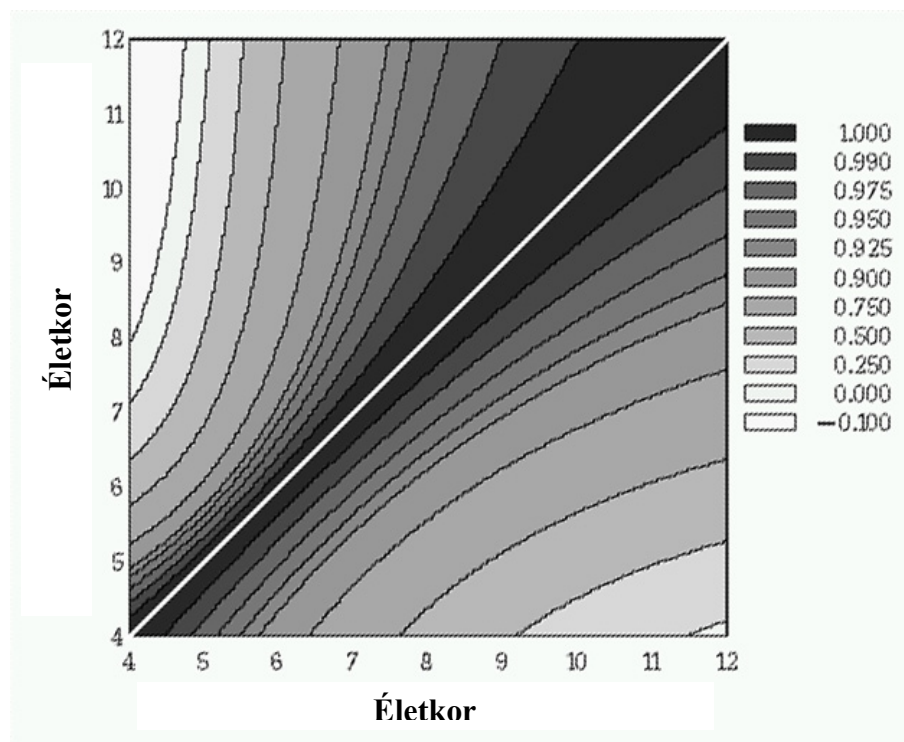
22. ábra. A random regressziós modell (LP 1) becsült varianciái az életkor függvényében

Az örökölhetőség az életkor előrehaladtával folyamatosan nőtt, értéke 0,044 és 0,328 között változott (23. ábra). A lovas véletlen hatásának a teljes fenotípusos variancián belüli aránya ezzel ellentétben kis mértékben, de folyamatosan csökkent. Az állandó környezeti hatás varianciarányada is folyamatosan csökkent. A véletlen hiba az életkor elején nőtt, hatéves kortól kezdődően csökkent.

A szomszédos korcsoportok között igen szoros genetikai és fenotípusos korreláció figyelhető meg (24. ábra). Az egyes korcsoportok közötti genetikai és fenotípusos korreláció 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 alacsony, a legkorábbi és a legkésőbbi közzétett életkorok között a legalacsonyabb értékű ($r^2=0,083$).

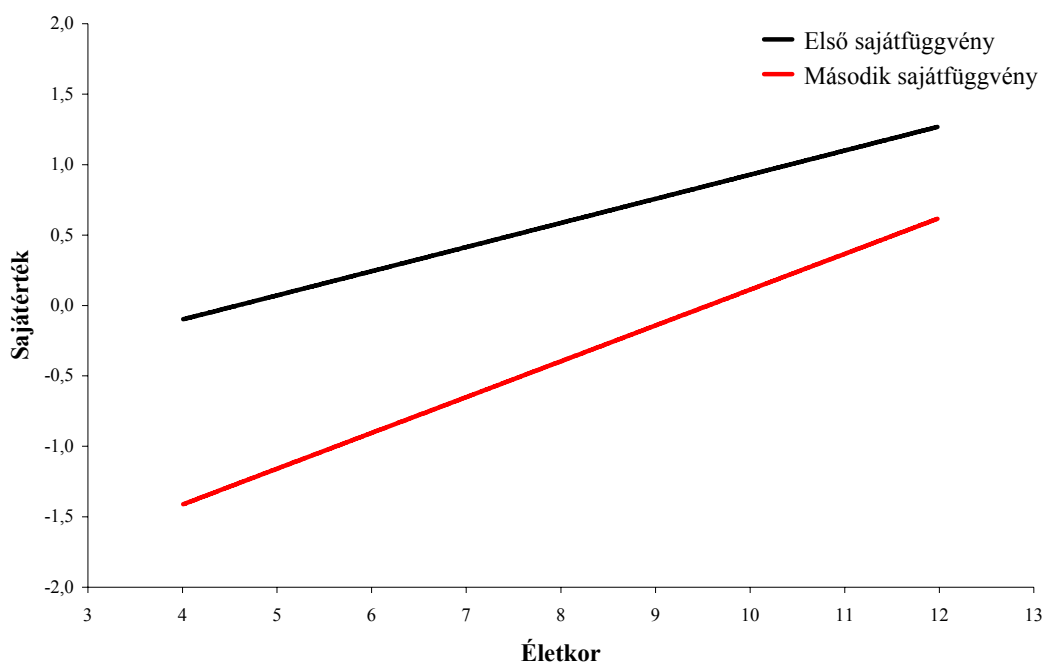


23. ábra. A random regressziós modell (LP 1) becsült varianciarányadai az életkor függvényében



24. ábra. A különböző életkorban elért sporteredmények közötti genetikai (átló fölött) és fenotípusos (átló alatt) korrelációk

Az első sajátfüggvény 4,6 éves kortól pozitív (25. ábra), tehát a sportteljesítmény alapján történő kiválasztás a 4,6 éves kor felett eredményes lehet. Az első sajátérték a teljes variancia 93%-át magyarázza. A sajátértékek megmutatják, hogy a hozzájuk tartozó sajátvektor a teljes variancia hány százalékát magyarázza (KINGSOLVER és mtsai, 2001). A második sajátfüggvény a variancia mindössze 7%-áért felelős.



25. ábra. A random regressziós modellben (LP 1) az egyed véletlen hatásának sajátfüggvényei

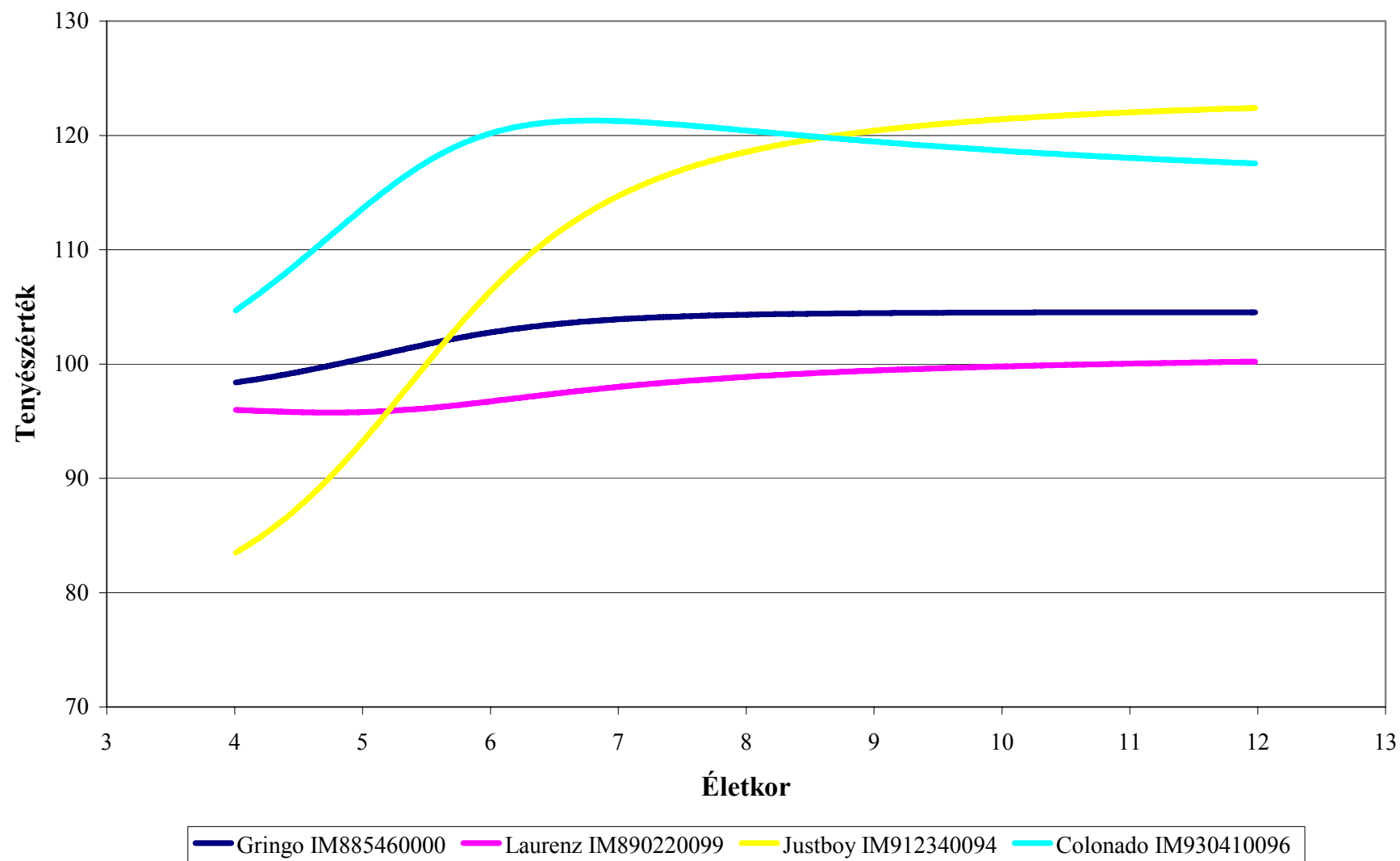
A random regressziós modell alapján becsült tenyésztértékeket a „4.4. Tenyésztértékek bemutatása és a genetikai előrehaladás vizsgálata” és „4.5. Sportversenyek eredményeinek értékelése különböző mutatószámokkal ismételtetőségi egyedmodellel” alfejezetekben bemutatott ménekre adjuk meg. A 23. táblázatban öt különböző életkorra, a 26. ábrán a teljes vizsgált időszakra vonatkozóan mutatjuk be a tenyésztértékeket. A becsült értékek variációs együtthatójából a tartósan mutatott teljesítményre lehet következtetni. Hosszantartó állandó teljesítményről 3648 *Laurenz* és 2534 *Gringo* mének esetében esetében beszélhetünk. A random regressziós tenyésztértékekből tenyésztérték-index képezhető. A 23. táblázatban bemutatott indexben az öt életkorra becsült tenyésztértékek egyenlő súllyal szerepelnek. A súlyok módosításával befolyásolható a kiválasztás a koraérés, vagy a későnérés irányába is.

Az állandó és a kimagasló teljesítmények közötti különbséget 23. táblázatban látható magas szórásértékek és a 26. ábra egyaránt érzékelteti. A bemutatott mének közül folyamatosan a *3114 Colorado* nevű ménnek magas a tenyésztértéke. Az idősebb korban mutatott teljesítmény alapján a korai életkorban rontú hatásúnak tekinthető *2972 Justboy* értékelése a legkedvezőbb. A *3648 Laurenz* nevű mén tenyésztértéke a teljes vizsgált időszakban átlag alatti, vagy átlagos. A négy mén tenyésztérték szerinti sorrendjében *2972 Justboy* megítélése változott, a másik három mén rangsora állandó.

23. táblázat.

A különböző életkorokban random regressziós modellel becsült tenyésztértékek

	2534 Gringo	3648 Laurenz	2972 Justboy	3114Colorado
	IM885460000	IM890220099	IM912340094	IM930410096
Négyéves (X_4)	98	96	83	105
Hatéves (X_6)	103	97	106	120
Nyolcéves (X_8)	104	99	119	120
Tízéves (X_{10})	104	100	121	119
Tizenkét éves (X_{12})	105	100	122	118
Tenyésztértékek átlaga	102,90	98,32	110,47	116,30
Tenyésztértékek szórása	2,62	1,87	16,37	6,60
Tenyésztértékek CV%-a	2,55	1,90	14,82	5,68
Tenyésztérték-index	102,90	98,32	110,47	116,30



26. ábra. Random regressziós modellel becsült tenyészértékek

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. A küllemi jellemzők és a mozgáskészséghez köthető jellemzők összefüggés-vizsgálata

A magyar sportlókancák központi sajátjeljesítmény vizsgáján felvett értékmérőinek főkomponensanalízise során a hároméves kori eredmények alapján 9 faktort, míg a négyéves kori eredmények alapján 7 faktort határoztunk meg.

A hároméves egyedek kancavizsgán értékelt jellemzői esetében:

A *típus, nemi jelleg; fej; nyeregtájék; ráma-arány; összbenyomás-fejlettség* által kialakított változóban mutatható ki a legnagyobb mértékű különbség (18,2%).

A mozgásbírálati jellemzők (*ügetés; vágta; összbenyomás; tesztlovas értékelése*) külön faktort képeztek, ami az értékmérők közötti összefüggésre utal. A faktor a teljes variabilitás 14%-áért felelős.

A szabadon ugrató *ugróstílus* és *készség-távolságérzék* összetevőiből kialakított harmadik faktor a teljes variancia 10,5%-át fedi le.

A négyéves egyedek kancavizsgán értékelt jellemzői esetében:

A *típus, nemi jelleg; fej; ráma-arány; mozgás szabályossága; összbenyomás-fejlettség* által kialakított változóban mutatható ki a legnagyobb mértékű eltérés (20,2%).

A mozgásbírálati jellemzők (*ügetés; vágta; összbenyomás; tesztlovas értékelése*) külön faktort hoztak létre, ami az értékmérők közötti összefüggésre utal. A faktor a teljes variabilitás 13,5%-áért felelős.

A szabadon ugrató *ugróstílus* és *készség-távolságérzék* összetevőiből létrehozott harmadik faktor a teljes variancia 11,5%-át fedi le.

A klaszteranalízis eredményeit megjelenítő dendogramok igazolják az egyes tulajdonságcsoportok elkülönülését. A dendogramok közötti eltérések a ló képzésének is betudhatóak. Hároméves korban még a mozgás lendülete-rugalmasság tulajdonság a mozgásbírálati jellemzőkhöz áll közelebb, míg a képzés során a négyéves kori bírálat esetében ugyanez a jellemző már a küllemi bírálat többi értékmérőjéhez közelít.

A megalkotott faktorok érzékeltetik, hogy mely értékmérők alapján tettek különbséget az értékelt kancák között. A tenyészcél és a faktorok összehasonlítása a bírálati rendszer értékelésében segítheti a tenyésztőket.

5.2. Genetikai szerkezet elemzése

A tenyészmének esetében számított hosszabb generációs intervallumok a tenyészmén nevelő kancák és tenyészmének előzetes kiválasztását mutatják.

A magyar sportló állományban a rendelkezésre álló pedigré alapján a beltenyésztettség nem kizárólagosan a leginkább elterjedt egyedekre koncentrált.

A vizsgált tenyészetek között mindösszesen tíz foglalkozik tenyészmén előállítással.

A jelentősebb magyarországi tenyészetek közötti Nei-féle genetikai távolság a 0,012 és 0,039 közötti intervallumba esik.

5.3. Sajátteljesítmény-vizsgák értékelése genetikai paraméterek alapján

A típus és a nyeregtájék megítélése szoros összefüggésben van a fej megítélésével. Itt feltételezhető a bíráló személyéből adódó szisztematikus hiba.

A szabadon ugratóban értékelt ugróstílus, valamint a készség-távolságérzék a közöttük lévő szoros korreláció alapján ugyanazt a jellemzőt értékeli. Ezt a következtetést a főkomponensanalízissel végzett elemzésünk is megerősíti. A készség-távolságérzék magasabb örökölhetőségi értéke miatt a kiválasztás erre a jellemzőre javasolható.

A mozgásbírálati értékmérők közötti pozitív korreláció alapján a vágátára, mint jól öröklődő jellemzőre végzett szelekció javító hatású a többi jármódra (lépés, ügetés) is.

A pozitív korreláció miatt a szabadon ugróban nyújtott teljesítmény jellemzőire végzett kiválasztás a mozgásbírálati értékmérőkben is javító hatású; illetve megfordítva a mozgásbírálati értékmérőkre végzett kiválasztás közvetett módon javítja a szabadon ugratóban értékelt tulajdonságokat.

5.4. Genetikai előrehaladás vizsgálata

A becsült tenyésztértékek nem több szórásértékkel haladják meg az átlagértékeket, így a javító hatású ménnek előtérbe helyezése is (a tulajdonság alacsony öröklődhetőségi értékére tekintettel) csak lassú előrehaladást nyújtanak.

Egy-egy mén becsült tenyésztértéke megbízhatóságának növeléséhez jóval nagyobb számú ivadékanak vizsgán történő értékelésére lenne szükség.

A valamennyi tulajdonságban érzékelhető előrehaladás a tenyésztői munka mellett az import mén ivadékaikon keresztül gyakorolt javító hatásának is tulajdonítható. Legjelentősebb genetikai előrehaladás a típus, nemi jelleg; nyeregtájék és a tesztlovas értékelése jellemzőkben történt.

5.5. Sportversenyek eredményeinek értékelése különböző mutatószámokkal ismételhetőségi egyedmodellel

A vizsgált modellek esetében minden értékmérőre alacsony öröklődhetőségi értékeket állapítottunk meg ($h^2=0,035-0,092$).

A sporteredményekre vonatkozó szelekciót segítő tenyésztértékbecslési modellként a Blom pontszámon alapuló transzformált helyezések elemzéseink alapján megfelelőek.

5.6. Sportversenyek eredményeinek értékelése random regresszióval

A sporteredményekeken alapuló random regressziós tenyésztértékbecsléshez az elsőfokú Legendre polinomot tartalmazó modell javasolható.

Az életkor előrehaladtával az öröklődhetőségi érték növekszik, az állandó környezeti hatás aránya csökken.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A dolgozatomban elvégzett elemzések eredményeiből az alábbi új tudományos eredmények állapíthatók meg:

1. Az import ménekre épülő magyar sportló-tenyésztésben a jelentősebb tenyészetek közötti Nei-féle genetikai távolság a 0,012–0,039 közötti. A magyar sportló generációs intervalluma 10,6 év.
2. A magyar sportló kancavizsgákon a küllemi jellemzők közül a típus, a nyeregátjék és a fej megítélése szorosan összefügg.
3. A szabadon ugratóban és a mozgásbírálaton értékelt tulajdonságcsoporthoz egyik értékmérőjére történő kiválasztás közvetett módon pozitív hatású mindkét tulajdonságcsoporthoz további értékmérőire.
4. A magyar sportló kancavizsga tulajdonságcsoporthoz a küllemi jellemzőkre 0,28–0,53, a szabadon ugrató értékmérőire 0,29–0,52, a mozgásbírálati tulajdonságokra 0,22–0,51 örökölhetőségi értékeket állapítottunk meg.
5. Az 1993 és 2004 között vizsgált magyar sportló állomány a kancavizsga értékmérőkben csekély genetikai előrehaladást mutatott ($b=0,0054-0,0083$).
6. A díjugratási sporteredményeket értékelő modellek közül a Blom pontszám alkalmazása javasolható ($h^2=0,054$).
7. A díjugratási sporteredmények random regressziós értékelésére az elsőfokú Legendre polinom javasolható. Az életkor előrehaladtával az örökölhetőségi érték folyamatosan növekedett, az állandó környezeti hatás aránya csökkent. Az egyes életkorokban tenyészérték, ezek összesítéseként tenyészérték-index számítható.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A világon napjainkban is folyamatosan nő az érdeklődés a díjugratásra, díjlovaglásra különösen alkalmas lovak iránt. A legnagyobb érdeklődésre számot tartó sportcélú alkalmazási területek hazánkban is, hasonlóan Európa más országaihoz, a díjugratás, a díjlovaglás és kisebb mértékben a military. A sportlótenyésztés Magyarországon az 1970-es években kezdődött el a hagyományos magyar lófajtáink kancaanyagából kiindulva, import ménnek felhasználásával. Napjainkra a mai európai állomány genetikai értékéhez hasonló, döntően holland félvér és holsteini fajták génállományára alapozott sportló alakult ki hazánkban is.

A sportló szelekciója során direkt és indirekt módszereket különböztethetünk meg. A direkt módszerek az állat gyakorlati képességét, teljesítményét becsülik, az indirektek a teljesítménnyel valamilyen kapcsolatban lévő jellemzőket mérik. A direkt becslések általában a sportlovak esetében a különböző diszciplínákban nyújtott teljesítményen alapulnak.

A három évig tartó kutatómunkához az alapadatokat a Magyar Sportlótenyésztők Országos Egyesülete bocsátotta rendelkezésünkre. Vizsgálatainkhoz a Magyar Sportló Méneskönyv adatait, a magyar sportló kancavizsgák 1993 és 2004 közötti eredményeit, valamint az 1996 és 2004 közötti magyar sportló díjugratási eredményeket használtuk fel.

A dolgozat célkitűzései az alábbiakban foglalhatóak össze:

- a magyar sportló kancavizsgákon értékelt jellemzők közötti összefüggések vizsgálata
- a magyar sportló állomány genetikai szerkezetének elemzése
- a magyar sportló kancavizsgák paraméterbecslése
- genetikai előrehaladás vizsgálata a magyar sportló kancavizsgák alapján
- magyar sportló díjugratási eredmények értékelése különböző ismételhetőségi egyedmodellekkel
- magyar sportló díjugratási eredmények értékelése random regressziós modellekkel

A rendelkezésünkre álló adatokat különböző módszerekkel értékeltük.

A magyar sportló kancák központi sajátjeljesítmény vizsgáján értékelt jellemzők főkomponensanalízise során a hároméves kori eredmények alapján 9 faktort, míg a négyéves kori eredmények alapján 7 faktort határoztunk meg. Az értékmérők elkülönülését klaszteranalízissel is értékeltük. A klaszteranalízis eredményeit megjelenítő dendogramok igazolják az egyes tulajdonságsoportok elkülönülését. Az eltérő korú lovak dendogramjai közötti eltérések ló képzésének következményei. Hároméves korban még a mozgása lendülete–rugalmasság tulajdonság a mozgásbírálati jellemzőkhöz állt közelebb, míg a képzés után, a négyéves kori bírálat esetében, ugyanez a jellemző már a küllemi bírálat többi értékmérőjéhez közelített.

A generációs intervallum a teljes állományra vonatkozóan 10,64. Mindösszesen 216 ős felelős a fajta genetikai variabilitásának 50 százalékáért. Az alapítók száma 3717. A fajta genetikai variabilitásából a legjelentősebb ős mindössze 1,72%-kal részesedett. Az import nagy hatását jól mutatja, hogy mindössze hét tenyészetből került ki tenyészmén, összesen 128 ivadékkal. Az elemzett állományban 42 beltenyésztett egyedet találtunk.

A sajátjeljesítmény vizsgákon értékelt tulajdonságok között a típus és a nyeregtájék megítélése szoros összefüggésben van a fej megítélésével. A szabadon ugró jellemzők közül az ugróstílus, valamint a készség–távolságérzék ugyanazt a jellemzőt értékeli a közöttük lévő szoros korreláció alapján. A kiválasztás a készség–távolságérzék jellemzőre javasolható, annak magasabb örökölhetőségi értéke miatt. A mozgásbírálat összetevői között közepes és szoros a genetikai korreláció, közülük a vágásra végzett szelekció lehet előnyös a magasabb örökölhetőségi értéke miatt. A mozgásbírálati értékmérők közötti pozitív korreláció alapján a szelekció javító hatása a többi jármódra is.

A kancavizsgák alapján egyértelműen mérhető szignifikáns előrehaladást tapasztaltunk a magyar sportló állomány vizsgált értékmérő tulajdonságaiban. Jelentősebb genetikai előrehaladás a típus, nemi jelleg; mozgás lendülete, rugalmasság és a vágta jellemzőkben történt. A becsült tenyészértékek alapján a javító hatású mének előtérbe helyezése is (egy szórásértéken belüli javító hatás következményeként) csak lassú előrehaladást nyújt. Több ivadék értékelése javítaná a mének becsült tenyészértékének a

megbízhatóságát. Addig nem várható számottévő genetikai előrehaladás, amíg a ménenkénti ivadék létszám nem növekszik.

A szakirodalmi adatok alapján a sporteredmények értékelésére több mérőszámot alkalmaztunk, de létrehoztunk új mérőszámokat is. Ismételhetőségi egyedmodellel végeztük a becslést, ahol az ismétlésnek tekintettük az egyedek többszöri starthoz állását. Statisztikai elemzéseink alapján a sporteredményekre vonatkozó szelekciót segítő tenyésztérbecslési modellként a Blom pontszámon alapuló transzformált helyezések megfelelőek.

A sporteredményeken alapuló random regressziós tenyésztérbecsléshez az elsőfokú Legendre polinomot tartalmazó modell illeszkedik megfelelően. Az életkor előrehaladtával az örökölhetőségi érték folyamatosan növekedett, az állandó környezeti hatás aránya csökkent.

8. SUMMARY

The interest is continuously increasing for horses suitable for show-jumping and dressage all over the world. In Hungary, similarly to other European countries, most important sport disciplines are show-jumping, dressage and with little rate eventing. Sporthorse breeding begun in the 1970's based on the traditional Hungarian horse breeds with the utilization of imported stallions. Nowadays genetic background of the Hungarian Sporthorse breed, based on the genetic value of Dutch Warmblood and Holstein, is similar to the European gene pool.

There are two kinds of criteria measuring Sporthorse performance: the direct and the indirect ones. Direct estimations are based on ability in practice and the performance, indirect ones estimate characters in correlation with the breeding goal. Direct estimates are usually based on the horses' sport performance in the various disciplines.

The three years long research work data were provided by The Association of Hungarian Sporthorse Breeders. Data from Hungarian Sport horse Studbook, results of Hungarian Sporthorse self performance tests from the period 1993 to 2004 and show-jumping result of Hungarian Sporthorses between 1996 and 2005 were used in our examinations.

The main aims of the present dissertation were:

- analysis of the genetic structure of Hungarian Sporthorses,
- analysis of relationships among traits judged in the self performance tests of Hungarian Sporthorse mares,
- parameter estimation of the self performance test results of Hungarian Sporthorse mares,
- analysis of genetic progress based on the self performance test results of Hungarian Sporthorse mares,
- evaluation of the show-jumping results of Hungarian Sporthorses with different repeatability animal models,
- evaluation of the show-jumping results of Hungarian Sporthorses with random regression models,

Data were analysed using various statistical methods.

Using principal component analysis, based on the self performance test results of Hungarian Sporthorse mares nine factors were determined for three years old and seven factors were determined for four years old, respectively. Classification of the traits also was evaluated with cluster analysis. Results of cluster analysis also demonstrated the relationship among traits. This difference could be attributed to the training of the horse. The trait, “impulsion and elasticity of movement” from conformation judgement, can be classified as a movement judgement trait based on test results from 3-year-old mares but (after training) can be classified to conformation traits based on records of 4-year-old mares.

The generation interval is 10.64. Only 216 ancestors were necessary to explain 50% of the genetic variability of the breed. The number of founders was 3717. Ancestor with the largest influence contributed 1.72% of total genetic variability. Great influence of import sires was shown as there were only seven studs producing sires with a total of 128 foals. There were 42 inbred individuals in the analysed population.

Amongst the traits evaluated in self performance test, the “type” and “saddle region” were in close relation with the “head”. Among free jumping performance traits “jumping style” and “jumping ability” seemed to cover the same attribute as there were high close genetic correlation between them. Selection should be based on the trait “jumping ability” because of its higher heritability. Among movement analysis traits, selection for canter would be advisable because of its higher heritability results. There were positive correlations amongst movement analysis traits so this selection would be also positive effect on the other traits.

There was significant genetic progress detected in the evaluated traits of Hungarian Sport horse based on the results of mare self performance tests. Remarkable genetic progress was achieved in the traits type, impulsion and elasticity of movement and canter. The preference of positive stallions had only a slow progress as the estimated breeding values showed. The evaluation of more offspring would improve the reliability of the estimated breeding values.

Some rank transformations were used based on literature and some other methods were developed for the evaluation of show-jumping results. Repeatability animal model was used, where repeatability was covered with more than one sportrace result. Transformed ranks of show-jumping competitions with Blom-method were the most usable in breeding value estimation.

The first ordered Legendre polynomial was the best fitting random regression model for breeding value estimation based on show-jumping results. Heritability increased continuously and variance proportion of permanent environmental effect decreased with age.

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. **AKAIKE, H. (1973):** Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In.: Petrov, B.N. –Csáki F. (eds): Proc. of the 2nd International Symposium on Information Theory. Akadémiai Kiadó, Budapest. 267-281.p.
2. **ÅRNASON, 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.
3. **ÅRNASON, TH. (1987):** Contribution of various factors to genetic evaluations of stallions. Livest. Prod. Sci. 16. 407-419.p.
4. **BADE, B. – GLODEK, P. – SCHORMANN, H. (1975a):** Die Entwicklung von Selektionskriterien für Reitpferdezucht I. Züchtungsk. 47. 67-77.p.
5. **BADE, B. – GLODEK, P. – SCHORMANN, H. (1975b):** Die Entwicklung von Selektionskriterien für Reitpferdezucht II. Züchtungsk. 47. 154-163.p.
6. **BADE, B. – GLODEK, P. – SCHORMANN, H. (1975c):** Die Entwicklung von Selektionskriterien für Reitpferdezucht III. Züchtungsk. 47. 164-171.p.
7. **BLOM, G. (1958):** Statistical estimates and Transformed Beta Variables. John Wiley. New York. 71. p.
8. **BODÓ I. (1976):** A teljesítmény örökölhetősége a lótenyésztésben. Kandidátusi értekezés. MTA, Budapest.
9. **BODÓ I. (1977):** Genetikai vizsgálatok a magyar versenylóállományon. Állattenyésztés. 26. 5. 461-470.p.
10. **BOKOR Á. – STEFLER J. – NAGY I. (2006):** Genetic parameters of racing merit of Thoroughbred horses in Hungary. Acta Agraria Kaposváriensis. 10. 2. 153-157.p.
11. **BRASCAMP, E.W. (1984):** Selection indices with constraints. Anim. Breed. Abstr. 52. 645-654.p.
12. **BROCKMANN, A. (1999):** Entwicklung einer Eigenleistungsprüfung im Feld für Hengste unter Berücksichtigung der Turniersportprüfung. Ph.D. Dissertation. Göttingen. FN-Verlag, Warendorf, 112.
13. **BRUNS, E. (1981):** Estimation of the breeding value of stallions from the tournament performance of their offspring. Livest. Prod. Sci. 8. 465-473.p.

14. **BRUNS, E. – BIERBAUM, M. – FREESE, D. – HARING, H.J.F. (1978):** Die Entwicklung von Selektionskriterien für die Reitpferdezucht. IV. Schätzung relativer ökonomischer Gewicht anhand von Auktionsergebnissen. Züchtungsk. 50. 93-100.p.
15. **BRUNS, E. – SCHOBBER, M. – FREDRICSON, I. (2001):** Interstallion – A cross country evaluation of testing methods and data availability/suitability. 52nd Ann. Meeting of the EAAP. 26–29 Aug. Budapest, Hungary.
16. **BRUNS, E. – RICARD, A. – KOENEN, E. (2004):** Interstallion – on the way to an international genetic evaluation of sport horses. Proc. of the 55th Ann. Meeting of the EAAP. 5–9. Sept. Bled, Slovenia.
17. **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.
18. **CERVANTES, I. – GÓMEZ, M.D. – BARTOLOMÉ, E. – GUTIÉRREZ, J.P. – MOLINA, A. – VALERA, M. (2007):** Morphological data analysis of Spanish Arab Horse aimed to define a line type trait system. Proc. of the 58th Ann. Meeting of the EAAP. 26-29. Aug. Dublin, Ireland. H.17.18.
19. **CHRISTMANN, L. (1996):** Zuchtwertschätzung für Merkmale der Stutbuchaufnahme und der Stutenleistungsprüfung im Zuchtgebiet Hannover. Ph.D. Dissertation. Göttingen. Cuvillier Verlag, Göttingen, 116.
20. **DESCOQS, C. (1976):** Recherche de critères d'estimation du potentiel d'un trotteur Français à partir de ses performances en courses. Mem. de fin d'études. I.N.A., Paris. 62.
21. **DIETL, G. – HOFFMANN, S. – ALBRECHT, S. (2004):** Parameter und Trends der Stutbuchaufnahme des Mecklenburger Warmblut Pferdes. Arch. Tierzucht. 47. 107-117.p.
22. **DIETL, G. – HOFFMANN, S. – REINSCH, N. (2005):** Impact of trainer and judges in the mare performance test of Warmblood horses. Arch. Tierzucht. 48. 113-120.p.
23. **DUBOIS, C. – RICARD, A. (2007):** Efficiency of past selection of the French Sport Horse: Selle Français breed and suggestions for the future. Livest. Sci. 112. 161-171.p.

24. **DUCRO, B.J. – KOENEN, E.P.C. – TARTWIJK, J.M.F.M.v. – BOVENHUIS, H. (2007):** 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.
25. **ENGEL GY. – BOROSTYÁNKŐI T. (1984):** Összefüggés-vizsgálat az ügetőló három- és ötéves kori teljesítménye között. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 33. 4. 379-384.p.
26. **FORAN, M.K. – REILLY, M.P. – KELLEHER, D.L. – LANGAN, K.W. – BROPHY, P.O. (1995):** Genetic evaluation of show jumping horses in Ireland using Ranks in competition. *Proc. of the 46th Ann. Meeting of the EAAP.* Praag, Czech Republic.
27. **GÁSPÁRDY ANDRÁS (2004):** Állattenyésztési szókincsünk ősi és újabb szavai. *Mezőhír.* VIII. 4. 77-78.p.
28. **GERBER, E. – ÅRNASON, TH. – PHILIPSSON, J. (1997a):** Procedures for genetic evaluation of conformation and performance of riding horses in Sweden. *Proc. of the 48th Ann. Meeting of the EAAP.* 25-28. August. Vienna, Austria.
29. **GERBER, E. – NÄSHOLM, A. – PHILIPSSON, J. (1997b):** Genetic parameters for conformation traits of warmblood horses in Sweden. *Proc. of the 48th Ann. Meeting of the EAAP.* 25-28. August. Vienna, Austria.
30. **GERBER, E. – ÅRNASON, TH. – STALHAMMAR, H. – PHILIPSSON, J. (1996):** Correlations between traits at performance tests of Swedish Warmblood stallions and field record traits. *Proc. of the 47th Ann. Meeting of the EAAP.* 25-29. Aug. Lillehammer, Norway.
31. **GLAŻEWSKA, I. – JEZIERSKI, T. (2004):** Pedigree analysis of Polish Arabian horses based on founder contributions. *Livest. Prod. Sci.* 90 293-298.p.
32. **GÓMEZ, M.D. – VALERA, M. – CERVANTES, I. – VINUESA, M. – PENA, F. – MOLINA, A. (2006):** Development of a linear type trait system for Spanish Purebred horses (preliminary analysis). *Proc. of the 57th Ann. Meeting of the EAAP.* 17-20. Sep. Antalya, Turkey. H.25.5.
33. **GROENEVELD, E. – KOVAC, M. – WANG, T. (1990):** PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. *Proc. of the 4th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* Edinburgh, UK. 488-491.p.

34. **GUTIÉRREZ, J.P. – GOYACHE, F. (2005):** A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. *J. Anim. Breed. Genet.* 122. 172-176.p.
35. **HARDER, B. – KALM, E. (2005):** Genetische Analyse vom 30-Tage Veranlagungstest. 4. Pferde-Workshop. 22-23 Feb. Uelzen, Germany. 37-40.p.
36. **HARTMANN, O. (1999):** Untersuchungen zur Anwendung der linearen Beschreibung in der Reitpferdezucht. Logos-Verlag, Berlin.
37. **HASCHER, H. (1999):** Schätzung von Populationsparametern mittels Exterieur- und Leistungsdaten für Haflinger, Freiberger und CH Warmblut. Ph.D. Dissertation. ETH Zürich. Nr. 12653. 131.p.
38. **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.
39. **HECKER W. (1975):** A gyorsaság öröklődése. *Állattenyésztés.* 24. 2. 117–121.p.
40. **HECKER W. (1980):** Az apamének értékelése a lovassportban. *Lovassport-Lótenyésztés.* 2. 12-17.p.
41. **HENDERSON, C.R. (1975a):** Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics.* 31. 423–449.p.
42. **HENDERSON, C.R. (1975b):** Use of relationships among sires to increase accuracy of sire evaluation. *J. Dairy Sci.* 58. 1731-1738.p.
43. **HUGASON, K. – ÅRNASON, TH. – NORELL, L. (1987):** Efficiency of three-stage selection of stallions. *J. Anim. Breed. Genet.* 104. 350-363.p.
44. **HUIZINGA, H.A. (1991):** Genetic studies on performance of the Dutch Warmblood Riding horse. Ph.D. Dissertation. Utrecht. 119.
45. **HUIZINGA, H.A. – BOUKAMP, M. – SMOLDERS, G. (1990):** Estimated parameters of field performance testing of mares from the Dutch Warmblood riding horse population. *Livest. Prod. Sci.* 26. 291-299.p.
46. **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.

47. **HUIZINGA, H.A. – KORVER, S. – VAN DER MEIJ, G.J.W. (1991b):** Stationary performance testing of stallions from the Dutch Warmblood riding horse population. 2. Estimated heritabilities of and correlations between successive judgements of performance traits. *Livest. Prod. Sci.* 27. 245-254.p.
48. **HUIZINGA, H.A. – VAN DER WERF, J.H.J. – KORVER, S. – VAN DER MEIJ, G.J.W. (1991a):** 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.
49. **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.
50. **JAITNER, J. – REINHARDT, F. – CHRISTMANN, L. (2005):** Regionale Zuchtwertschätzung unter Einbeziehung der Auktionspferde. 4. Pferde-Workshop. 22-23 Feb. Uelzen, Germany. 37-40.p.
51. **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.
52. **KALM, E. (1997):** Tenyészártékbecslés a lótenyésztésben. DATE Állattenyésztési Napok. Nemzetközi Lótenyésztési Tanácskozás. Debreceni Agrártudományi Egyetem Kiadványa. 10-25.p.
53. **KALM, E. (2003):** Tenyészártékbecslés a sportlótenyésztésben Németországban. Lótenyésztési Konferencia. November 26-28. Debrecen.
54. **KAPS, M. – CURIK, I. – BABAN, M. (2004):** Genetic Analysis of the Withers Growth In Lipizzan Horse Using Random Regression. *Proc. of the 55th Ann. Meeting of the EAAP.* 5-9 Sep. Bled, Slovenia. H2.4.
55. **KAPS, M. – CURIK, I. – BABAN, M. (2005):** Genetic Analysis of the Caliber Index in Lipizzan Horses Using Random Regression. *Proc. of the 56th Ann. Meeting of the EAAP.* 5-9. Jun. Uppsala, Sweden. H1.27.
56. **KINGSOLVER, J.G. – GOMULKIEWICZ, R. – CARTER, P.A. (2001):** Variation, selection and evolution of function-valued traits. *Genetica.* 112–113. 87-104.p.

57. **KOENEN, E.P.C. (2002):** Prüfungsverfahren und Zuchtwertschätzung für Sportpferde im internationalen Vergleich. Arch. Tierzucht. 45 Sonderheft. 38-44.p.
58. **KOENEN, E.P.C. (2005):** Publication of breeding values. Interstallion Workshop „Use of genetic evaluations in sport horse breeding” 5-6. Sep.
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. – VELDHUIZEN, A.E.v. – BRASCAMP, E.W. (1995):** Genetic parameters of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show-jumping performance in the Dutch Warmblood Riding Horse population. Livest. Prod. Sci. 43. 85-94.p.
61. **KOMLÓSI I. – VERESS L. (2001):** Általános állattenyésztés. Egyetemi jegyzet. DE ATC MTK. Debrecen.
62. **KOVAC, M. – GROENEVELD, E. (2003):** VCE-5 User's Guide and Reference Manual Version 5.1. Institute of Animal Science Federal Agricultural Research Center (FAL). Neustadt, Germany.
63. **LANGLOIS, B. (1975a):** Interprétation statistique et génétique des gains des chevaux dans les compétitions équestres françaises. Livest. Prod. Sci. 2. 191-204.p.
64. **LANGLOIS, B. (1975b):** Analyse statistique et génétique des gains des pur sang anglais de trois ans dans les courses plates françaises. Livest. Prod. Sci. 2. 387-408.p.
65. **LANGLOIS B. (1982):** Heritability of racing ability in Thoroughbreds—a review. Livest. Prod. Sci. 7. 591-605.p.
66. **LANGLOIS, B. – BLOUIN, C. (2004):** Practical efficiency of breeding value estimations based on annual earnings of horses for jumping, trotting, and galloping in France. Livest. Prod. Sci. 87. 99–107.p.
67. **LANGLOIS, B. – MINKEMA, D. – BRUNS, E. (1983):** Genetic problems in horse breeding. Livest. Prod. Sci. 10. 69-81.p.
68. **LANGLOIS, B. – VRIJENHOEK, T. (2004):** Qualification status and estimation of breeding value in French trotters. Livest. Prod. Sci. 89. 187–194.p.

69. **LENGERKEN, G.v. – SCHWARK, H.-J. (2002):** Exterieur und Leistungen in der Pferdezucht – Alleskönner oder Spezialisten. Arch. Tierzucht 45. Sonderheft. 68-79.p.
70. **LEWCZUK, D. – SŁONIEWSKI, K. – REKLEWSKI, Z. (2006):** Repeatability of the horse's jumping parameters with and without the rider. Livest. Sci. 99 125-130.p.
71. **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.
72. **MÁRKUS SZ. – FAZEKAS I. – KOMLÓSI I. (2007):** Regressziós modellek az állattenyésztésben. (Szakirodalmi áttekintés.) Állattenyésztés és Takarmányozás. 56. 4. 325-332.p.
73. **MIHÓK S. (2005a):** A sport- és a versenyló szelekciója. Agrártudományi Közlemények, Acta Agraria Debreceniensis. 18. 3-10.p.
74. **MIHÓK S. (2005b):** A sportló tenyésztéértébecslésének sajátosságai. Lovasfutár. XIV. 2. 22.p.
75. **MIHÓK S. – JÓNÁS S. (2005):** A sportló szelekciója (A tenyésztéértébecslés lehetőségei). Állattenyésztés és Takarmányozás. 54. 2. 121-132.p.
76. **MIHÓK S. – PATAKI B. (2003):** Lófajták. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
77. **MIHÓK S. – PATAKI B. – KALM E. – ERNST J. (2001):** Ló és számár. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
78. **MINKEMA, D. (1975):** Studies on the genetics of trotting performance of Dutch trotters. I. The heritability of trotting performance. Ann. Genet. Sel. Anim. 8. 511-526.p.
79. **MRODE, R.A. (2005):** Linear Models for Prediction of Animal Breeding Values. CAB International. Wallingford.
80. **MSLT (2000):** A Magyar Sportlótenyésztők Országos Egyesületének Tenyésztési Szabályzata, Budapest.
81. **NÉMETH CS. (1993):** A lótenyésztés eredményei 1992. Mezőgazdasági Minősítő Intézet Kiadványa, Budapest.

82. **NISSEN, T. (1997):** Kanca teljesítmény-vizsgák gyakorlati tapasztalatai Schleswig-Holsteinben. DATE Állattenyésztési Napok. Nemzetközi Lótenyésztési Tanácskozás. Debreceni Agrártudományi Egyetem Kiadványa. 53-67.p.
83. **ÓCSAG I. (1977):** A szabadonugrató, mint a sportcélú lókipróbálás eszköze. Állattenyésztési Kutató Intézet Közleményei. Herceghalom. 79-90.p.
84. **ÓCSAG I. (1980):** A mozgáskészség, mint szelekciós alap a sportcélú lótenyésztésben. Értekezés a Mezőgazdasági Tudományok Doktora tudományos címért. Budapest-Herceghalom.
85. **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.
86. **PETZOLD, P. (1991):** Die Anwendung des BLUP-Verfahrens zur Zuchtwertschätzung in der Pferdezucht Europas. Arch. Tierzucht 34. 293-297.p.
87. **PHILIPSSON, J. (2005):** Importance of young horse testing for genetic evaluations in Sweden. 4. Pferde-Workshop. 22-23 Feb. Uelzen, Germany. 41-45.p.
88. **PHILIPSSON, J. – ÅRNASON, TH. – BERGSTEN, K. (1990):** Alternative selection strategies for performance of the Swedish Warmblood Horse. Livest. Prod. Sci. 24. 273-285.p.
89. **PODNAI J. (1997):** Bevezetés a többváltozós biológiai adatelemzés rejtelmeibe. Scientia Kiadó. Budapest. 412.p.
90. **PREISINGER, R. – WILKENS, J. – KALM, E. (1991):** Estimation of genetic parameters and breeding values for conformation traits for foals and mares in the Trakehner population and their practical implications. Livest. Prod. Sci. 29. 77-86.p.
91. **RICARD, A. (1997):** Breeding evaluations and breeding programmes in France. Proc. of the 35th Ann. Meeting of the EAAP. 6-9 August. The Hague, The Netherlands. 14p.
92. **RICARD, A. – BRUNS, E. – CUNNINGHAM, E.P. (2000):** Genetics of performance traits. In: Bowling, A.T. –Ruvinsky, A. eds. The Genetics of the Horse. CABI Publishing. Wallingford. UK. 411-438.p.

93. **SADEK, M.H. – AL-ABOUD, A.Z. – ASHMAWY, A.A. (2006):** Factor analysis of body measurements in Arabian horses. *J. Anim. Breed. Genet.* 123. 6. 369-377.p.
94. **SANTAMARIA, S. – WEEREN, P.R.v. (2005):** Ansätze zur Objektivierung des Freispringens. 4. Pferde-Workshop. 22-23 Feb. Uelzen, Germany. 29-31.p.
95. **SAS INSTITUTE INC. (1999):** SAS/STAT Software Release 8.2. Cary, NC, USA.
96. **SCHADE W. (1996):** Entwicklung eines Besamungszuchtprogramms für die Hannoverische Warmblutzucht. Ph.D. Dissertation Göttingen.
97. **SCHAEFFER, L.R. (2004):** Application of random regression models in animal breeding. *Livest. Prod. Sci.* 86. 35-45.p.
98. **SCHWARK, H.J. – PETZOLD, P. – KARWATH, M. (1992):** Untersuchungen zur Objektivität und zur züchterischen Effektivität der stationären Eigenleistungsprüfungen von Hengsten der Reitpferderassen. *Arch. Tierzucht* 35. 97-106.p.
99. **SEAMAN, S.C. – DAVIDSON, H.P.B. – WARAN, N.K. (2002):** How reliable is temperament assessment in the domestic horse (*Equus caballus*)? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 78. 175-191.p.
100. **SILVESTRELLI, M. – PIERAMATI, C. – CAVALUCCI, C. – BONANZINGA, M. (1995):** The current plans for Saddle Horse, Trotter and Thoroughbred in Italy. *Proc. of the 46th Ann. Meeting of the EAAP.* 4-7. Sep. Prague, Czech Republic. Horse Commission – Session IV: Breeding plans.
101. **SLU (2001):** The Horse Industry in the European Union. Working report prepared for EU Equus 2001. Skara, SLU Department of Economics. Uppsala, Sweden.
102. **SVÁB J. (1979):** Többváltozós módszerek a biometriában. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.* 45-78.p.
103. **SZELÉNYI L. (1993):** Többváltozós módszerek. In: *Biometriai módszerek és alkalmazásaik MINITAB programcsomaggal.* Szerk: Harnos Zs. Gödöllő. 163-184.p.
104. **SZÓKE SZ. - KOMLÓSI I. (2000):** A BLUP modellek összehasonlítása. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 49.3.231-245.p.
105. **TAVERNIER, A. (1988):** Advantages of BLUP Animal Model for Breeding Value Estimation in Horses. *Livest. Prod. Sci.* 20. 149-160.p.

106. **TAVERNIER, A. (1990):** Estimation of breeding value of jumping horses from their ranks. *Livest. Prod. Sci.* 26. 277-290.p.
107. **TÓTH ZS. (2006):** A lovak színének vizsgálata kvantitatív genetikai módszerekkel. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.
108. **TÓZSÉR J. – DOMOKOS Z. – ALFÖLDI L. – SVÁB L. – MILICZKI L. (2000):** Charolais fajtájú választott bikaborjak testméretének és küllemi tulajdonságainak összefüggése. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 49. 4. 301-312.p.
109. **TÓZSÉR J. – SZŰCS E. – ÁBRAHÁM M. – NAGY S. – LIPCSEI Z.NÉ (1990):** A húshasznú tenyészbika-jelöltek teljesítményeit befolyásoló tényezők elemzése főfaktor-analízissel. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 39. 3. 193-204.p.
110. **UPHAUS, H. (1993):** Feld- und Stationsprüfung für Stuten und deren Nutzung im Rahmen eines Zuchtprogrammes. Ph.D. Dissertation. Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christina-Albrechts-Universität. Kiel, Germany.
111. **VALERA, M. – MOLINA, A. – GUTIÉRREZ, J.P. – GÓMEZ, J. – GOYACHE, F. (2005):** Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. *Livest. Prod. Sci.* 95. 57-66.p.
112. **VASSALLO, J.M. – DÍAZ, C. – GARCÍA-MEDINA, J.R. (1986):** A note on the population structure of the Avilena breed of cattle in Spain. *Livest. Prod. Sci.* 15. 285-288.p.
113. **VELDHUIZEN, A.E.v. (1997):** Breeding value estimation for riding horses in the Netherlands. *Proc. of the 48th Ann. Meeting of the EAAP.* Vienna, Austria, 25th–28th August.
114. **VISSER, E.K. – REENEN, C.G.v. – ENGEL, B. – SCHILDER, M.B.H. – BARNEVELD, A. – BLOKHUIS, H.J. (2003):** The association between performance in show-jumping and personality traits earlier in life. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 82. 279-295.p.
115. **VISSER, E.K. – REENEN, C.G.v. – HOPSTER, H. – SCHILDER, M.B.H. – KNAAP, J.H. – BARNEVELD, A. – BLOKHUIS, H.J. (2001):** Quantifying aspects of young horses' temperament: consistency of behavioural variables. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74. 241-258.p.

116. **VELSEN-ZERWECK, A.v. (1999):** Integrierte Zuchtwertschätzung für Zuchtpferde. Ph.D. Dissertation. Göttingen. FN-Verlag Warendorf.
117. **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.
118. **WALLIN, L. – STRANDBERG, E. – PHILIPSSON, J. (2003):** Genetic correlations between field test results of Swedish Warmblood Riding Horses as 4-year-olds and lifetime performance results in dressage and show jumping. Livest. Prod. Sci. 82. 61-71.p.
119. **ZECHNER, P. – SÖLKNER, J. – BODÓ I. – DRUML, T. – BAUMUNG, R. – ACHMANN, R. – MARTI, E. – HABE, F. – BREM, G. (2002):** Analysis of diversity and population structure in the Lipizzan horse breed based on pedigree information. Livest. Prod. Sci 77. 137-146.p.

10. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

Lektorált tudományos közlemények

POSTA J. – KOMLÓSI I. (2006): Fenotípusos korrelációk használata a magyar sportlókancák tenyésztéérték-bebecsléséhez; Agrártudományi Közlemények, 2006/21. Különszám 38-43. p.

POSTA J. – KOMLÓSI I. – MIHÓK S. (2006): Pedigree analysis of Hungarian Sport horses. Animal welfare, etológia és tartástechnológia, II. évfolyam 3. szám 182-188
<http://www.animalwelfare.szie.hu>

J. POSTA – I. KOMLÓSI – S. MIHÓK (2007): Principal component analysis of performance test traits in Hungarian Sporthorse mares; Archiv für Tierzucht 50, 2007 125-135 p.

POSTA J. – KOMLÓSI I. (2007): Magyar sportló kancák néhány testméretének genetikai elemzése; Agrártudományi Közlemények, Acta Agraria Debreceniensis, 2007/26. Különszám 40-43 p.

POSTA J. – KOMLÓSI I. (2007): Magyar sportló kancák sajátteljesítmény vizsgájának paraméterbecslései; Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 3. 253-261.

POSTA J. – KOMLÓSI I. – MIHÓK S. (2007): Genetikai előrehaladás vizsgálata a magyar sportló populációban; Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 4. 313–323.

Könyv, könyvrészlet

POSTA J. – KOMLÓSI I. – PRUTKAY Z. – MISLEY B. – MIHÓK S. (szerk.: Mihók S.) (2007): A magyar sportlóállományra alapozott tenyésztéértékbecslési kutatások eredményei; Debrecen, ISBN 978-963-9732-13-1

Magyar nyelvű konferenciák

POSTA J. (2005): Tenyésztéértékbecslési alternatívák a sportlótenyésztésben; XI. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 2005. 03. 24

POSTA J. (2005): Magyar sportló kancák STV paramétereinek közötti korrelációk vizsgálata, XLVII. Georgikon Napok Keszthely, 2005. szeptember 29-30.

POSTA J. – KOMLÓSI I. – MIHÓK S. (2006): A magyar sportló fajta kancavizsgálatainak értékelése főkomponens analízissel. Lótenyésztési Tudományos Napok, Debrecen 2006. 10. 27-28.

POSTA J. – KOMLÓSI I. – MIHÓK S. (2007): Magyar sportló populáció genetikai szerkezetének vizsgálata. XLIX. Georgikon Napok, Keszthely, 2007. 09. 20-21.

Idegen nyelvű konferenciák

POSTA, J. (2005): Alternatives of breeding value estimation in sport horse breeding; Sustainable Agriculture Across Borders in Europe, Debrecen 2005. 05. 6. 256-258. p

J. POSTA – I. KOMLÓSI – S. MIHÓK (2006): Genetic Parameters of Hungarian Sporthorse mares. 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP) Antalya, Turkey H.25.3.

J. POSTA – I. KOMLÓSI – S. MIHÓK (2006): Analysis of Hungarian Sporthorse Studbook; The 4th International Symposium „Natural resources and sustainable development” Oradea, 2006 október 10-11. pp.497-503

J. POSTA – I. KOMLÓSI – S. MIHÓK (2007): Analysis of genetic progress in the Hungarian Sport Horse population. 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP) Dublin, Ireland H.17.8.

Egyéb publikációk

POSTA J. (2006): Tenyésztérbécslési eljárások az európai sportlótenyésztésben 1. rész; Lovasfutár, XV. évfolyam, 2. szám, 2006. 2. 23-24. p

POSTA J. (2006): Tenyésztérbécslési eljárások az európai sportlótenyésztésben 2. rész; Lovasfutár, XV. évfolyam, 3. szám, 2006. 3. 19. p

POSTA J. (2006): Tenyésztérbécslési eljárások az európai sportlótenyésztésben 3. rész; Lovasfutár, XV. évfolyam, 4. szám, 2006. 4. 24. p

POSTA J. (2006): Tenyésztérbécslési eljárások az európai sportlótenyésztésben 4. rész; Lovasfutár, XV. évfolyam, 5. szám, 2006. 5. 23. p

POSTA J. (2006): Tenyésztérbécslési eljárások az európai sportlótenyésztésben 5. rész; Lovasfutár, XV. évfolyam, 6. szám, 2006. 6. 29. p

POSTA J. (2006): A magyar sportló populáció kialakításában jelentősebb ménék tenyésztérbékei; Lovasfutár, XV. évfolyam, 9. szám, 2006. 9. 30-32. p

11. ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra.	A vizsgálatban szereplő kancák megoszlása korcsoportos bontásban	33.
2. ábra.	A díjugrató sportversenyeken elért helyezések eloszlása	37.
3. ábra.	A helyezések négyzetgyökeinek eloszlása	39.
4. ábra.	A helyezések harmadik gyökének eloszlása	39.
5. ábra.	A helyezések negyedik gyökének eloszlása	40.
6. ábra.	A Blom pontszámok értékeinek eloszlása	40.
7. ábra.	A kotangens függvénnyel átalakított értékek eloszlása	41.
8. ábra.	A magasság és hibapont különbségével képzett értékek eloszlása	41.
9. ábra.	A kancavizsgán értékelt kancák dendogramja hároméves korban tett kancavizsga adatok alapján	56.
10. ábra.	A kancavizsgán értékelt kancák dendogramja négyéves korban tett kancavizsga adatok alapján	57.
11. ábra.	2534 Gringo IM885460000 tenyésztési értékei	70.
12. ábra.	2972 Justboy IM912340094 tenyésztési értékei	70.
13. ábra.	3648 Laurenz IM890220099 tenyésztési értékei	71.
14. ábra.	3114 Colorado IM930410096 tenyésztési értékei	71.
15. ábra.	A genetikai előrehaladás mértéke a kancavizsgák küllemi bírálatán értékelt tulajdonságokban	72.
16. ábra.	A genetikai előrehaladás mértéke a kancavizsgák küllemi bírálatán értékelt tulajdonságokban	73.
17. ábra.	A genetikai előrehaladás mértéke a kancavizsgák szabadon ugratóban értékelt tulajdonságokban	74.
18. ábra.	A genetikai előrehaladás mértéke a kancavizsgák mozgásbírálaton értékelt tulajdonságokban	75.
19. ábra.	Blom pontszám alapján becsült tenyésztési értékek	79.
20. ábra.	Kotangens függvénnyel átalakított helyezések alapján becsült tenyésztési értékek	79.
21. ábra.	A Blom-pontszámok és az életkor kapcsolata	80.
22. ábra.	A random regressziós modell (LP 1) becsült varianciái az életkor függvényében	81.

23. ábra. A random regressziós modell (LP 1) becsült varianciarányadai az életkor függvényében 82.
24. ábra. A különböző életkorban elért sporteredmények közötti genetikai (diagonális fölött) és fenotípusos (diagonális alatt) korrelációk 82.
25. ábra. A random regressziós modellben (LP 1) az egyed véletlen hatásának sajátfüggvényei 83.
26. ábra. Random regressziós modellel becsült tenyésztértékek 85.

12. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat.	A különböző teljesítmények és örökölhetőségek ménvizsgáló állomásokon és kancavizsgákon nyert információk alapján becsülve (RICARD és mtsai, 2000 nyomán.)	13.
2. táblázat.	Az értékmérő tulajdonságok és a befolyásoló hatások közötti szignifikancia szintek	34.
3. táblázat.	A Kolmogorov-Smirnov normalitás-vizsgálat eredményei	38.
4. táblázat.	A versenyeredmények különböző mérőszámai és a befolyásoló hatások közötti szignifikancia szintek	42.
5. táblázat.	A korcsoportokba tartozó rekordok száma, a korcsoportonkénti eredmények átlaga és szórása	44.
6. táblázat.	A kancabírálaton értékelt lovak száma, pontjaik átlaga és szórása a hároméves (n=396), illetve a négyéves (n=233) korban tett vizsgákon	47.
7. táblázat.	A kancavizsgán értékelt jellemzők korrelációi a hároméves korban tett kancavizsga adatok alapján	49.
8. táblázat.	A kancavizsgán értékelt jellemzők korrelációi a négyéves korban tett kancavizsga adatok alapján	50.
9. táblázat.	A teljes-variancia részarányának, a faktoroknak és a faktorsúlyoknak az alakulása forgatás után a hároméves kori adatok alapján	52.
10. táblázat.	A teljes-variancia részarányának, a faktoroknak és a faktorsúlyoknak az alakulása forgatás után a négyéves kori adatok alapján	54.
11. táblázat.	A generációs intervallumok a négyféle szülő–ivadék származási út alapján	58.
12. táblázat.	A magyar sportló állomány genetikai eredetének koncentrációja	59.
13. táblázat.	A magyar sportló genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök leírása	60.
14. táblázat.	A legalább 0,125 beltenyésztettségi együtthatójú egyedek leírása	61.
15. táblázat.	A legalább tíz, nyilvántartásba vett, lóval rendelkező tenyészetek megoszlása	61.

16. táblázat.	Hat jelentősebb tenyészet közötti Nei-féle genetikai távolságok	62.
17. táblázat.	A sajátteljesítményvizsgán értékelt lovak száma, pontjaik átlaga, szórása, minimum és maximum értékei a hároméves illetve négyéves korban tett vizsgákon	63.
18. táblázat.	A küllemi bírálat során értékelt paraméterek örökölhetőségi értékei (az átlóban), genetikai (az átló fölött) és fenotípusos (az átló alatt) korrelációk értékei (Zárójelek között a standard hiba értékei)	65.
19. táblázat.	A szabadon ugratóban és a mozgásbírálaton értékelt paraméterek örökölhetőségi értékei (az átlóban), genetikai (az átló fölött) és fenotípusos (az átló alatt) korrelációk értékei (Zárójelek között a standard hiba értékei)	66.
20. táblázat.	Az értékmérő tulajdonságok és a genetikai előrehaladásra illeszthető egyenes meredeksége	76.
21. táblázat.	A versenyeredmények különböző függvényeire illesztett értékek örökölhetőségi értékei különböző modellekkel. Zárójelben a standard hiba értékei	77.
22. táblázat.	A versenyeredmények különböző függvényeire illesztett modellek log-likelihood és AIC értékei	78.
23. táblázat.	A különböző életkorokban random regressziós modellel becsült tenyészértékek	84.

13. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki témavezetőimnek, **Dr. Mihók Sándor** egyetemi tanárnak és **Dr. Komlósi István** egyetemi docensnek a Ph.D. hallgatói tevékenységem során nyújtott mindennemű támogatásukért, szakmai segítségükért, az elemzések elvégzéséhez szükséges feltételek biztosításáért.

Köszönöm a **Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Állattenyésztéstudományi Intézetének** valamennyi dolgozójának a munkám elvégzéséhez nyújtott önzetlen segítségét.

Köszönettel és hálával tartozom **Családomnak** és **Barátaimnak**, mivel mindenkor mellettem álltak, és segítettek Ph.D. munkám során.

14. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Karán az Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem a Debreceni Egyetem ATC MTK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2008. március 3.

.....
a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Posta János doktorjelölt 2004 – 2007 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javasoljuk.

Debrecen, 2008. március 3.

.....
Dr. Mihók Sándor C.Sc.
egyetemi tanár

.....
Dr. Komlósi István Ph.D.
egyetemi docens