

Tori hobusetõu populatsiooniandmetest ja geneetikast

Lisa tori hobuse areustraditsiooni UNESCO vaimse pärandi nimekirja kaasamise taotlusele (05.03.2025)

Tori hobusetõu praeguseks rohkem kui 100 aastat kestnud aretusajalugu on olnud mitmekesine, kuid siiski järjepidevalt tuginenud kolmele peamisele alustalale:

- Tõu algse genealoogilise tuumiku moodustab valitud tunnustega omamaiste eesti hobuste ja neile enne tori tõu formeerumist lisatud soojavereliste hobuste populatsioon, millele on aja jooksul piiratult lisatud soovitud tunnuseid kujundavaid takuliine kindlastest komponenttõugudest.
- Tori hobusetõu põhiväärtus seisneb on tema kohanemises Eesti keskkonnatingimustele, tema universaalsetes kasutusvõimalustes ning sellega seotud kommetes, tavades, teadmistes ja oskustes.
- Tori hobuse aretuses on järgitud konkreetse ajaperioodi kasutusvajadusi, millele vastavalt on juhitud aretusvalikuid ja edasi antud selle tõu jõudluskontrolliga seotud teadmisi ja põhimõtteid.

Praeguseks on tõug kahanenud väikesearvuliseks populatsiooniks (01.01.2025 seisuga koguarvuna karjas 1057 hobust, neist Eestis 1036), kelle terviklik genofond on ohustatud juba sellest tulenevalt. Seega on tõu kestlikkuse huvides vaja tagada, et olemasolevat tori hobuste populatsiooni rohkem ei killustataks mistahes formaal-juriidiliste, rahaliste või mistahes muude ettekäänete alusel. Ainult sel juhul saab jääda püsima tori hobusega seotud vaimne kultuuripärand, mille kandjaks on tori hobuse aretajate ja kasutajate ühtne kogukond.

Hoolimata tori hobuse viimase aretusperioodi (1973 kuni praeguseni) II poole keerukusest seoses seadusandluse hektiliste muudatuste ja ohustatud tõu staatuse määramisega vaid osale tori tõugu hobuste populatsioonist on kõigi selle tõu aretajate seas püsima jäänud sügav huvi viimasel ajal lisandunud teaduslike analüüsivõimaluste rakendamiseks tori hobusetõu jätkusuutliku säilimise huvides.

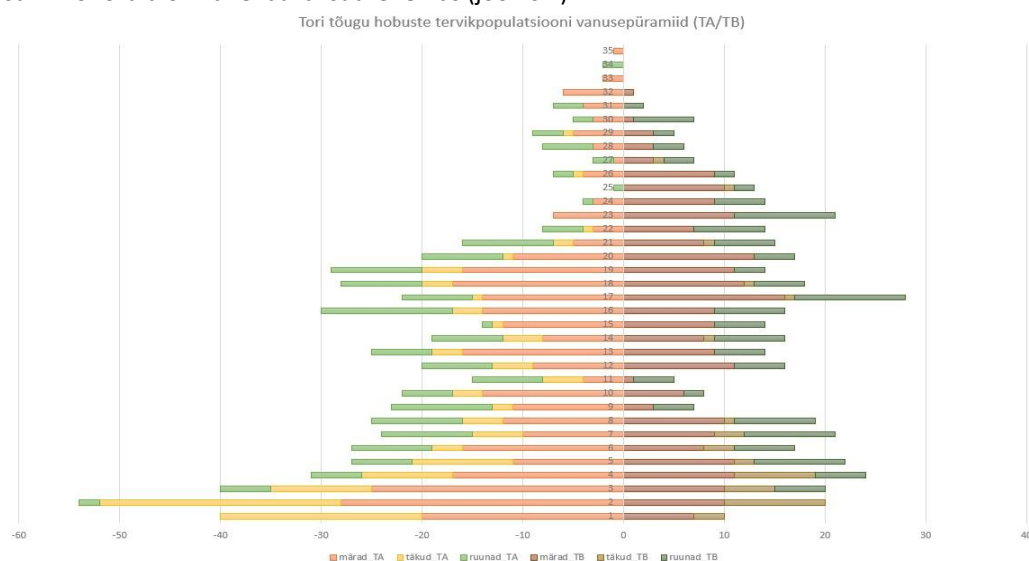
Järgnevalt olulisi fakte tori hobusetõu populatsioonist ja selle geneetikast.

Tori tõugu hobuste aretusprogrammide järjepidevuse lähtealuseks on originaaltõuraamatusse kantud tori tõugu hobuste populatsioon alates Tori Riikliku Hobusekasvanduse suguraamatutest ja 1922. aastal avatud tori tõugu hobuste tõuraamatust.

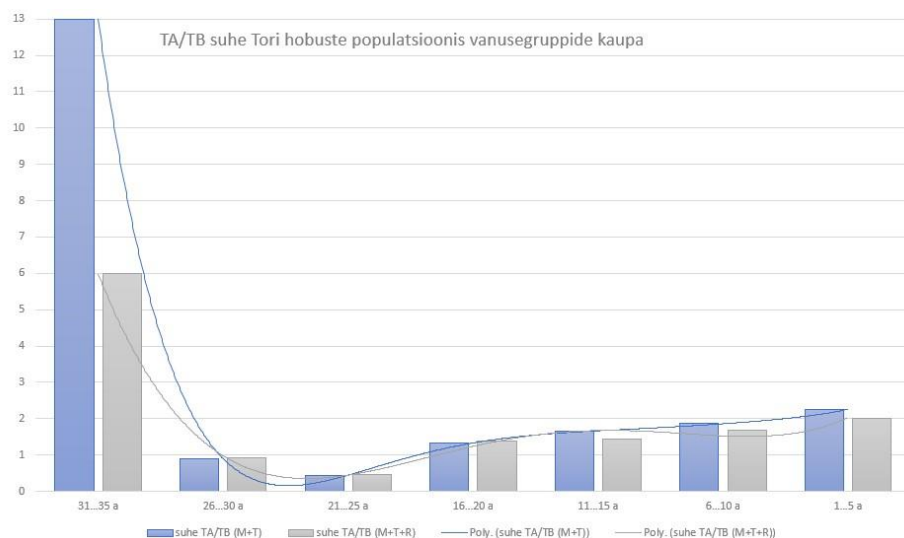
01.03.2025 seisuga (Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Ameti (PRIA) hobuslaste registri andmetel) **on tori tõugu hobuseid karjas kokku 1044** (sealhulgas 570 tori universaalsuund, 15 vana-tori), **neist asub teadaolevalt Eestis 1023** (sealhulgas 562 universaalsuund, 14 vana-tori).

Populatsiooni pikemaajalise jätkusuutlikkuse tagamiseks on oluline vältida selle killustumist.

Tori tõugu hobuste tervikpopulatsiooni vanusepüramiid (joonis 1) annab ülevaate kogu tõu aretusbaasist ja võimalustest lähiaastatel. Tõus on ülekaalus puhasaretusest saadud hobused ja nende nooremad sünnikohordid on vähehaaval suurenemas (joonis 2).



Joonis 1. Tori tõugu hobuste tervikpopulatsiooni vanusepüramiid. Null-teljest vasemal on (negatiivse väärtusena) TA ja VT hobuste arv, paremal (positiivse väärtusena) TB hobuste arv iga aasta sünnikohortide kaupa. Märad, täkid, ruunad on tähistatud erinevat värvi tulpadena. Hetkel kehtiva tõuraamatu(te) osadesse jaotamise järgi märgitud TA – universaalsuuna hobused, TB – aretussuuna hobused, VT -vana-tori suuna hobused. Algandmed: PRIA hobuslaste register seisuga 14.10.2024.



Joonis 2. Viie järgneva aasta sünnikohortidest moodustatud vanusegrupid ja TA/TB kriteeriumitele vastavate hobuste suhe nendes tori tõu tervikpopulatsioonis. Sinisega on tähistatud maksimaalne võimalik aretuskari (kõik märad ja täkid), halliga kogu kari (märad, täkid ja ruunad koos). TA/TB suhtarv on nii seniioride seas (üle 30 aasta vanused) kui ka nooremates vanusegruppides (kuni 20 aasta vanused) suurem kui 1, seega on tõus tervikuna ülekaalus puhasaretusest saadud hobused. Nooremad sünnikohordid on vähehaaval suurenemas. Algandmed: PRIA hobuslaste register seisuga 14.10.2024.

Tõu kui terviku loomulik iive on perioodil 2013 – 2023 suudetud hoida minimaalsel taastustasemel (keskmiselt +6,8 hobust aastas). Tõu üldise arvukuse suurendamiseks on vaja saada aastas vähemalt 110-120 varssa. Selleks on vajalik saavutada sugumärade (ehk aretuses osalevate fertiilses eas märade) arv vähemalt 330-360 (ja ühtlasi tuua populatsioon välja rahvusvahelises klassifikatsioonis defineeritud kriitilise ohustatuse olukorrast, mille piiriks on 300 sugumära). Võrdluseks ja selle eesmärgini viiva eelseisva jõupingutuse hindamiseks: tori hobuseid sündis aastal 2014 kokku 28, aastal 2019 - 51 ja aastal 2024 - 68).

Tori hobusetõuga seotud aretustegevuses järjepidevuse hoidmise asendamatu väärtus peegeldub aastakümnete jooksul dokumenteeritud jõudlusandmetes. Neid saab nüüd analüüsida usaldusväärsete prognooside tegemiseks. Veelgi enam, tänapäevaste genotüübiandmete liitmisel tekib siin täiesti uus ja kvaliteetne baas assotsiatsioonianalüüsiks, kus senised jõudlusandmed on käsitletavad kogu populatsiooni laias ulatuses katva longitudinaalse fenotüübiandmestikuna.

Lihtne näide: Et uurida küsimust, kas tori tõugu hobuste populatsioon on fenotüübiliselt ühtlik ja millises vanuses kogutud jõudlusandmeid võiks kasutada tõu iseloomustamiseks, saame kasutada korraga kõiki valitud perioodi (siin kuue järgneva aasta) andmeid (tabel 1).

2-aastased	märad			tākud		
	turi	rind	kāmmal	turi	rind	kāmmal
mediaan	159,0	186,0	21,0	158,0	183,0	21,5
minimaalne	144,0	174,0	19,0	149,0	166,0	19,0
maksimaalne	167,0	212,0	23,0	168,0	198,0	24,0
variatsiooni ulatus	23,0	38,0	4,0	19,0	32,0	5,0
6-aastased	mārad			tākud		
	turi	rind	kāmmal	turi	rind	kāmmal
mediaan	162,0	201,0	22,0	167,0	202,5	22,5
minimaalne	155,0	188,0	20,0	162,0	199,0	22,0
maksimaalne	170,0	221,0	23,0	173,0	209,0	24,0
variatsiooni ulatus	15,0	33,0	3,0	11,0	10,0	2,0

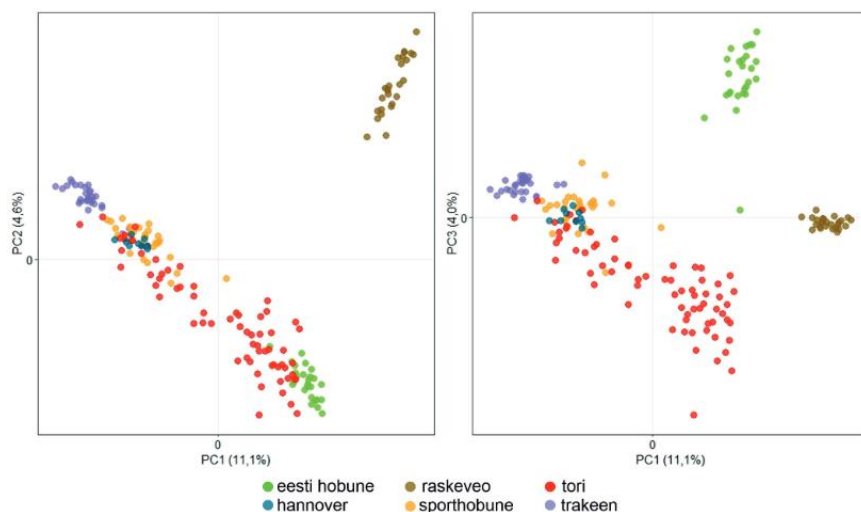
Tabel 1. Tori tõugu tervikliku populatsioonina käsitlevatele tingimustele vastavate hobuste põhimõõtmed 2- ja 6-aastaste vanusekohortides. Turi – turjakõrgus, rind – rinnaümberrõõd, kāmmal – kāmblaümberrõõd; kõik mõõdud on antud sentimeetrites. Algandmed: EHS poolt aastatel 2018-2023 kogutud jõudluskontrolli andmed.

Seega, EHS poolt aastatel 2018-2023 kogutud jõudluskontrolli andmed tori tõugu tervikliku populatsioonina käsitlevatele tingimustele vastavate hobuste kohta viitavad, et nende füüsiline areng ja oskused 2. eluaastal võimaldavad anda hobusele esialgse hinnangu, kuid indiviidide lõikes on tulemused veel kõikuvad ning hobused saavutavad tõule iseloomuliku vālimiku, tüübi ja kasutusküpsuse valdavalt 5.-6. eluaastaks.

Ülevaade tori hobuste andmete kasutamisest erinevates geeniuuringutes on toodud allpool leiduvates viidetes. Siinkohal valik olulisematest tulemustest, millega aretajad on tutvunud mitmetel seminaridel viimase kümnendi jooksul ja mida juba teadlikult aretusvalikutes rakendatakse.

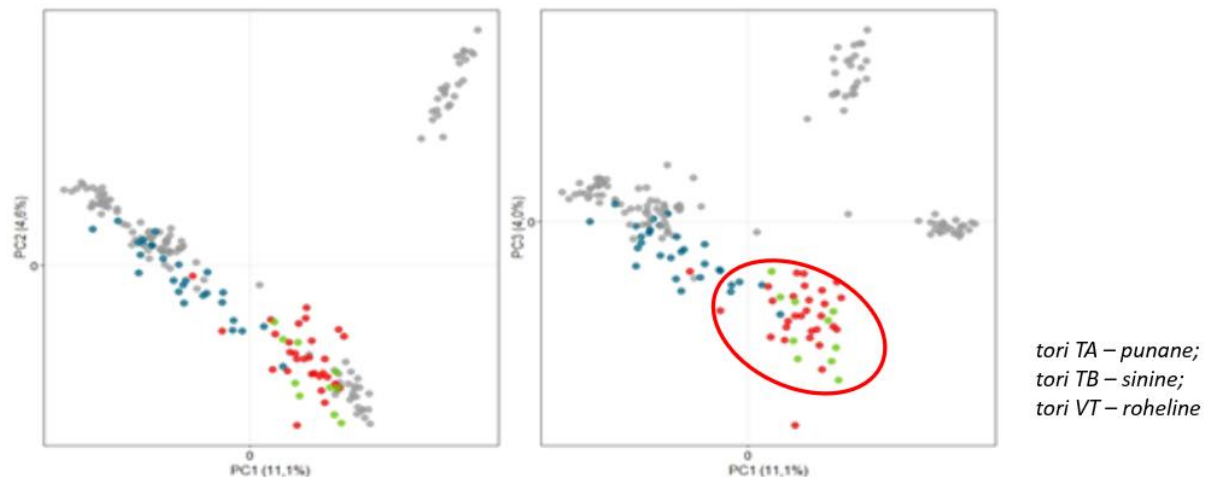
Joonis 3. Uuringusse kaasatud 190 hobuse peakomponentanalüüsi tulemused 222757 SNP alusel. **Tori hobuseid oli uuringus kokku 68** (s.o. piisav minimaalne esindatus, 6,5% populatsioonist).

Joonised näitavad varieeruvust peakomponentanalüüsi kolme esimese komponendi alusel. Igale täpile vastab üks individ. Täpi värvus näitab tõukuuluvust. Allikas: <https://www.pikk.ee/tori-hobusetoug-mida-naitavad-genoomiandmed/>



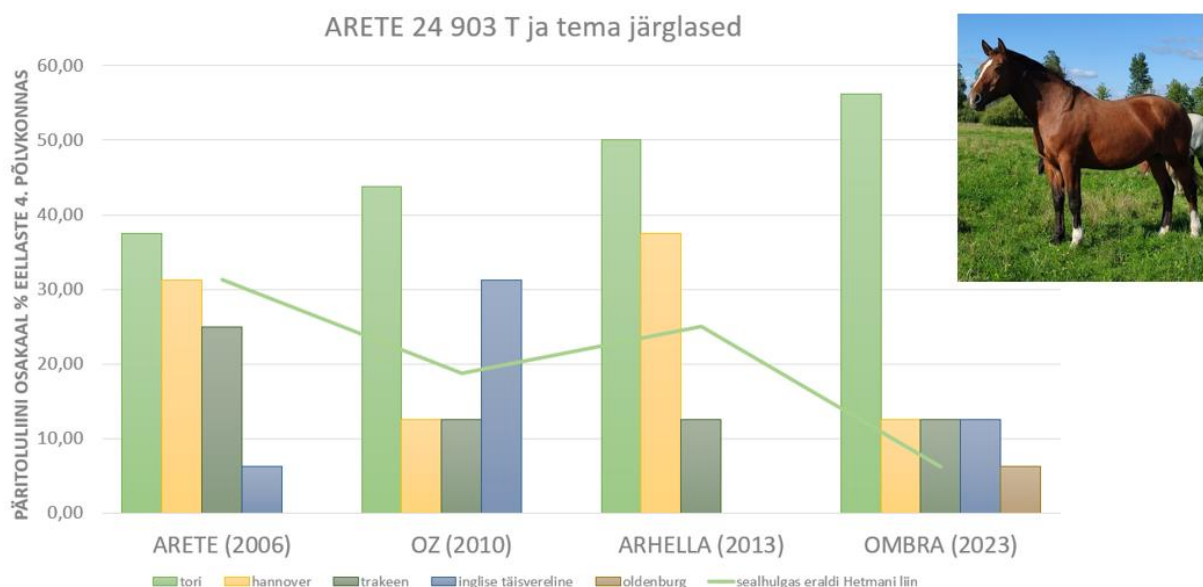
Tori tõu kohta saab selle uuringu põhjal väita, et see on tõuna teistest Eestis kasvatatavatest tõugudest eristunud. Üksikute individide hajus kattuvus valimi äärealadel eesti hobuse ja eesti sporthobuse valimitega on tingitud asjaolust, et viimastes valimites sisaldus hobuseid, kelle lähimate (kuni 3. põlvkonna) eellaste seas leidis ka tori hobuseid ning tori hobuste valimis omakorda leidis hobuseid, kelle eellaste seas kaugemates põlvkondades oli komponenttõugudena kasutatud hannoveri, trakeeni ja eesti hobuseid.

Joonis 4. Tori tõuraamatu erinevatesse osadesse (tähised TA ja TB) kuuluvad hobused ja vana-tori (tähis VT) hobused. Sama uuring, tori hobuste (68 indiviidi) jaotumine kuni 3. peakomponendi alusel. Hall= kõik teised tõud. Allikas: <https://www.pikk.ee/tori-hobusetoug-mida-naitavad-genoomiandmed/>

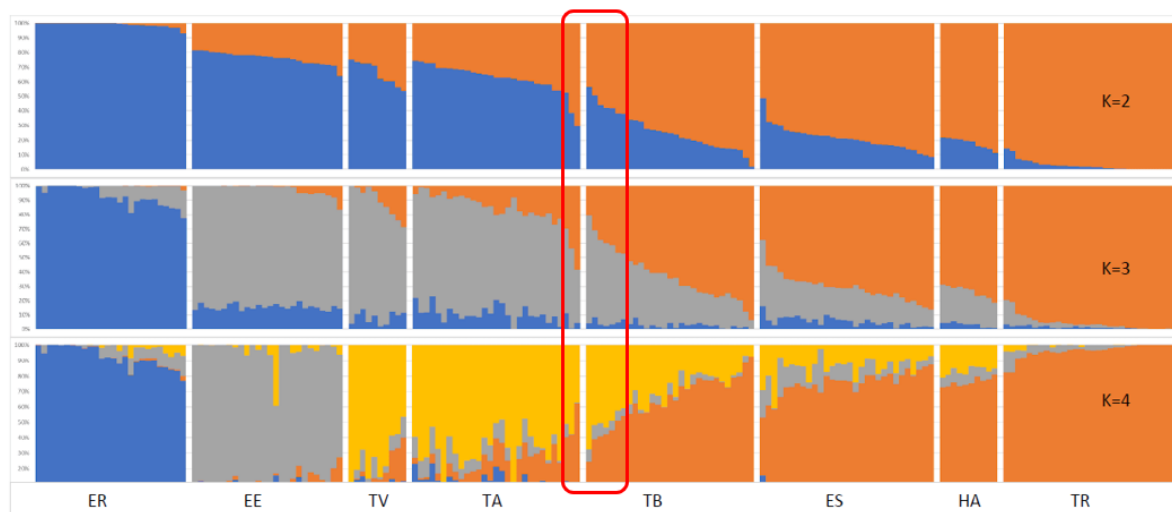


Oluline järeldus: kõigi teiste tõugude hulgast sobib tori hobuse genofondi rikastamiseks just TB hobuste valim kui kõige lähedasem.

Joonis 5. Näide genealoogiliste aretusandmete kasutamisest praktikas. Arvestatud on päritoluliini osakaalu eellaste 4. põlvkonnas. Arete 24 903 T on nn aretussuuna (TB) mära, kelle järglastel aretusvalikute tulemusena on suurenenud tori komponendi osakaal ning on õnnestunud vältida Hetmani liini domineerimist. **Aretus on aeglane protsess:** generatsiooni intervalliks loetakse hobustel üldiselt keskmisena 9,3 aastat.



Joonis 6A. Eestis kasvatatavate hobusetõugude ülegenoomsete andmete põhjal eristuv geneetiline struktuur: hobuste geenikomponentide jaotus hobuste K=2, K=3 ja K=4 alusel (sinine – eesti raskeveo, ER; hall – eesti hobuse, EE; kollane – tori (TV, TA ja TB); oranž - soojavereliste (hannover, HA ja trakeen, TR) populatsiooni osakaal). Allikas:



Geneetiline profiil on toodud tõuraamatu kaupa. Iga vertikaaltulp vastab ühele indiviidile. Tulba värvus sõltub geenikomponenti proportsiooni(de)st.

Populatsiooni kohta saab välja tuua:

- vana-tori hobustele sarnaseid hobuseid leidub TA osas veel piisavalt;
- TA/TB piirialal olevad hobused on geneetilise kompositsiooni poolest väga sarnased või kattuvad ja neid leidub TB valimis ca 1/5...1/6.

Joonis 6B. Praktiline küsimus aretajatelt: kus on minu hobune? Populatsiooni hõlmava ülegenoomse uuringu taustal on aretajatel võimalik täpsemalt mõista oma hobuse aretuspotentsiaali ja teha aretusvalikuid. (Allikas: väljavõtte sama uuringu K=4 paneelist ja uuringu lisana esitatud tabelist 2.)



Hobune	Tõuraamat	Klaster raskevedu	Klaster soojavereline	Klaster eesti hobune	Klaster tori
Baarius	TA	5,14	57,11	0,64	37,11
Arete	TB	7,72	46,66	4,60	41,02

Ülegenoomsel analüüsil on nähtavad ka konkreetses indiviidis suhteliselt väiksema esindatusega sügavamad päritolualleelid

Genoomiandmetele tuginedes sai 2021.aastaks teha järgmise kokkuvõtte:

- **tori tõus tõusiseseid alampopulatsioone eristuvate, puhtatõuliste aretusliinide mõistes ei tuvastatud;**
- tori tõusiseste erinevate aretussuundade mõttes analüüsitud alampopulatsioonid (valimid TA, TB ja VT hobustest) on geneetiliselt sarnased – nende omavaheline eristumine on madal;
- TB hobuste puhul on eristumine veelgi madalam eesti sporthobustest ning analüüsitud komponenttõugudest (trakeen, hannover) võrreldes TA ja VT hobustega;
- **TB hobused varieeruvad tori ja soojavereliste geenikomponentide proportsioonierinevuste poolest suures ulatuses;**
- tori TA, TB ja VT hobused jaotuvad mitte rohkem kui kahte erinevasse geneetilisse populatsiooni, **üldistavalt klasterdusid enamik TA ja VT ning vähemus TB hobuseid tori populatsiooni ja osa TB hobuseid soojavereliste hobuste populatsiooni;**
- tori TA hobuste ja VT hobuste vahel geneetiline eristumine puudus – **VT tõuraamatu hobused tõusisest alampopulatsiooni geeniandmete alusel ei moodustanud.**
- Genoomiandmete kasutamine tõu säilitamise meetmete väljatöötamiseks on üks komponentidest, millele tugineda. **Tõu säilimiseks on vaja, et geneetiline materjal oleks mitmekesine ehk tõus olemasolev geneetiline variatsioon ei väheneks.**

Tori hobuse aretustegevus on elav ja ajas täienev kultuurilooline fenomen, mille tänases arengujärgus on kogukond uusimaid andmestikke ja teadmisi arvestades järk-järgult mõistmas järgmist:

1. Tori hobusetõug on algselt defineeritud tema originaaltõuraamatus ja selle definitsiooni juurde jäämine tähendab ühtlasi järjepidevust aretuses. Ei ole olemas ühtegi tunnus, mille taga ei oleks geneetikat, aga enamasti reguleerib mistahes avalduvaid tunnuseid väga palju geene korraga. **Kui palju geene korraga on populatsioonis tervikuna homosügootses olekus, siis sinna sisse kodeeritud vigu ei saa enam parandada** ning mida väiksem populatsioon, seda kiiremini see juhtub.
2. **Inbriiding** võib suureneada nii hilisemate (lähemate) **lähisugulaste kaudu** kui **ka varasemate ühiste päritoluliinide ülevõimendumise kaudu**. Mõlemal juhul tekivad pikad homosügootsed alad (*long runs of homozygosity*) kogu genoomis, isegi kuni tervete kromosoomide homosügootsuseni. Sellest tingitud probleemide avaldumine toimub hobustel (nagu üldiselt ka teistel imetajatel) esmalt iseloomus ja käitumises (neuroloogilised-psühhiaatrilised tunnused), siis immuunsuses (vastupanuvõime keskkonnale ja haigustele), edasi tekivad sigimisprobleemid, seejärel konkreetsed välimiku vead (sealhulgas esmalt luustiku probleemid) ja lõpuks väärarendid. Seega **parim viis säilitada või suurendada geneetilist mitmekesisust populatsioonis on vähendada päritoluliinide kokkulangevust paaride valikul.**
3. Tori hobusetõug eristub piisavalt teistest seni nendega koos uuringusse (2021) valitud hobusetõugudest, sealhulgas teised Eestis kasvatatavad hobusetõud ja tori komponenttõud. Tori tõu sisest piisab kolmest peakomponendist, et hakkaks eristuma suurem osa TB hobustest, kusjuures TA, vana-tori (VT) ja mõned TB hobused moodustavad ikkagi ühe populatsiooni.
4. Kogu karjas oleva populatsiooni kaasamisel ja piisava markerite arvu korral (nt ülegenoomne kõrgtihe kiip), kui minna lahutusvõimeni üle 10 peakomponendi, on teoreetiliselt võimalik eristada järjest rohkem alajaotusi tõu sisest (võimalikud liinid, perekonnad) – sellest võiks tulevikus olla täiendavat abi praktilises töös paaride valikul.

Tori hobusega seotud kogukond näeb oma lähemaid aretustegevusega otseselt seotud väljakutseid järgmiselt:

1. Aretuseesmärkide saavutamiseks on vaja **selget stabiilset tegevuskava** koos regulaarsete mõjuhinnaangute ja ressurssidega, et mitte suurendada olemasolevate omamaiste ohustatud tõugude ohustatuse astet.
2. Euroopa seadusandlusega võrreldes baastasemest rangemate/lahknevate nõuete kehtestamine Eestis peaks olema pigem erand kui reegel.
3. Hobuslaste puhul kõige laiemas mõistes (eriti aga vaid konkreetses riigis baseeruvate väikesearvuliste omamaiste tõugude puhul) laieneb ohustatud tõu püsijäämise mõju erinevatele valdkondadele: pärandkultuur, inimese füüsiline ja vaimne tervis, loodus- ja keskkonnahoid, regionaalne areng, väikeettevõtlus jm.
4. **Omamaiste tõugude alane kompetents ja avatud arutelu** suundumusega neid oma tegevustega toetada võiks jätkuvalt olla Eesti riigi huvi.

Viited:

1. Ojeda-Marín, C.; Cervantes, I.; Moreno, E.; Goyache, F.; Gutiérrez, J.P. Breeding Strategies to Optimize Effective Population Size in Low Census Captive Populations: The Case of *Gazella cuvieri*. *Animals (Basel)* 2021; 11(6): 1559. doi:10.3390/ani11061559
2. Pérez-Pereira, N., Wang, J., Quesada, H. & Caballero, A. 2022. Prediction of the minimum effective size of a population viable in the long term. *Biodiversity and Conservation*, 31, 2763-2780. <https://doi.org/10.1007/s10531-022-02456-z>
3. PRIA hobuslaste register <https://ariel.pria.ee/hobu/> (väljavõtete kuupäevad lisatud tekstis).
4. Sild, E.; Rooni, K.; Värvi, S.; Røed, K.; Popov, R.; Kantanen, J.; Viinalass, H. (2019). Genetic diversity of Estonian horse breeds and their genetic affinity to northern European and some Asian breeds. *Livestock Science*, 220, 57–66. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.12.006.
5. Sild, E.; Värvi, S.; Kaart, T.; Kantanen, J.; Popov, R.; Viinalass, H. (2019). Maternal and paternal genetic variation in Estonian local horse breeds in the context of geographically adjacent and distant Eurasian breeds. *Animal Genetics*, 50 (6), 757–760. DOI: 10.1111/age.12835.
6. Sild, E., Värvi, S., Kaart, T. & Viinalass, H. 2022. Runs of homozygosity in Estonian horse breeds. Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Porto, Portugal. Wageningen Academic Publishers, 381-381.
7. Sild, E., Värvi, S., Põlluäär, T., Viinalass, H. & Kaart, T. 2023. Differences in effective population sizes and breed contributions to genetic variation in Estonian farm animal breeds. International Conference on Animal Genetics, 2-7 July 2023 Cape Town, South Africa. ISAG Publications, 32–32.
8. Sild, E., Värvi, S., Viinalass, H. Tori hobustest molekulaargeneetilistest vaatevinklist – Tõuloomakasvatus 1/2013, lk 24-26. https://toulloom.etil.ee/?ARHIIV/2021/2021_3
9. Viinalass, H., Värvi, S. Tori hobusetõug – mida näitavad genoomiandmed? – Tõuloomakasvatus 3/2021, lk 16-19. <https://toulloom.etil.ee/pdf/toulloomakasvatus95.pdf>
10. Värvi, S., Kaart, T., Sild, E., Viinalass, H. Efektivist populatsioonimahust loomakasvatustes – mida see suurus näitab? – Tõuloomakasvatus 2/2024, lk 15-19. <https://toulloom.etil.ee/pdf/toulloomakasvatus106.pdf>
11. Uuringu „Tori hobusetõu analüüs põlvnemisandmete ja DNA markerite põhjal“ lõpparuanne. 2013. Autorid: K. Rooni, E. Sild, S. Värvi, H. Viinalass.
12. Uuringu „Tori hobusetõu ja selle alampopulatsioonide ning teiste kohalike Eesti hobusetõugude geneetiline analüüs ning nende sarnasuse või eristatuse võrdlus“ lõpparuanne. 2021. Autorid: S. Värvi, E. Sild, T. Kaart, K. Jõgi, M. Vallas, H. Viinalass.
13. https://epkk.ee/wp-content/uploads/2019/12/Haldja_Viinalass_Tori_uuringu_tutvustus_18122020.pdf