

...hogy élni tudjunk  
a természet adta  
lehetőségekkel



# A KÖZÖNSÉGES ÉS MOLNÁRGÖRÉNY (MUSTELA PUTORIUS, MUSTELA EVERSMANII) POPULÁCIÓK 3D MORFOMETRIAI ÉS FILOGENOMIKAI VIZSGÁLATA

„A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszútávú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU Biológiai Sokféleség Stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok” (KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001) elnevezésű projekt

**NATURA FEJLESZTÉSI ELEM  
KONFERENCIA**

Budapest, 2019. június 12.



natura

a természet értékei

**Kiss Csaba és Laczkó Levente  
(Kovács Tibor, Sramkó Gábor, Cserkész Tamás)**

*kiss.csaba977@gmail.com*



**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Regionális  
Fejlesztési Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

# BEVEZETÉS



A természetvédelem országos programja.

A *Mustela putorius* nyugati elterjedésű; síkvidéki erdőkben, szántókon, lápokon, folyópartokon elterjedt, lakott területeken él







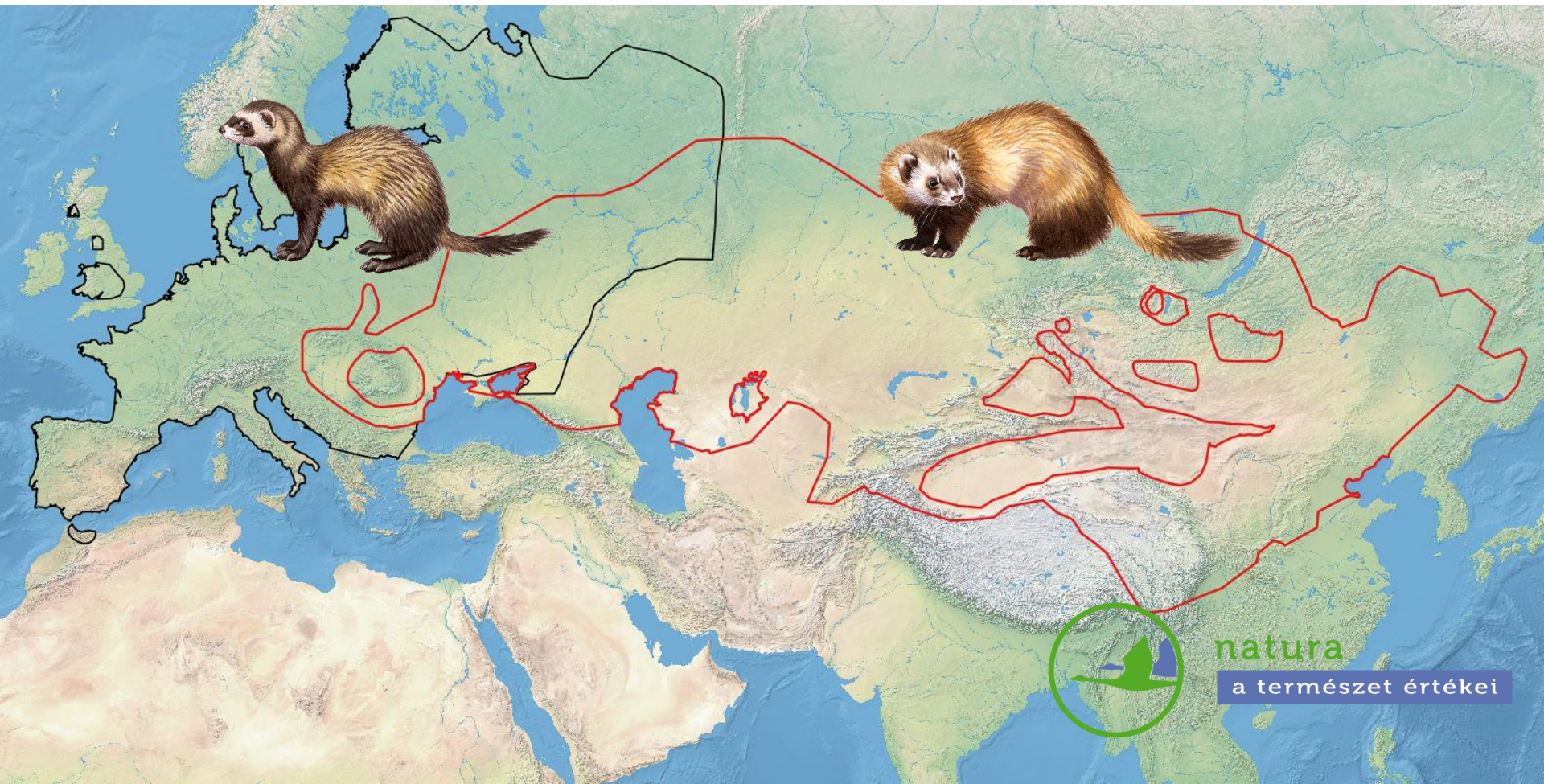
A *Mustela eversmanii* keleti elterjedésű; gyepeken, szántókon elterjedt, kerüli a lakott területeket. Bár többet is leírtak, de csak két alfaját ismerik el.







Közép- és Kelet-Európában a két faj elterjedési területe nagyrészt átfed; élőhely-igényük azonban eltérő



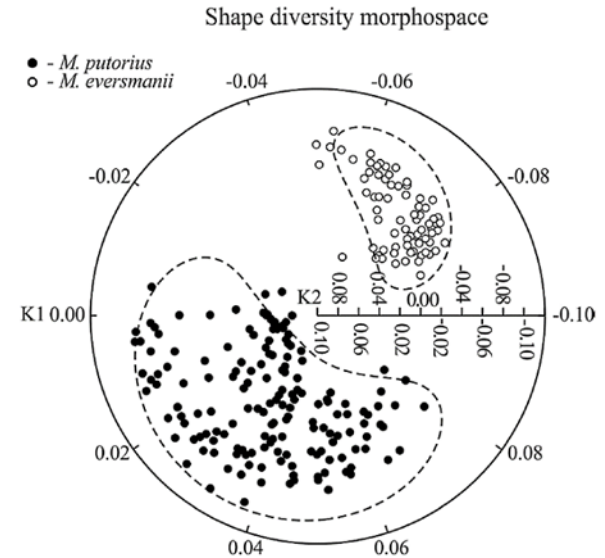
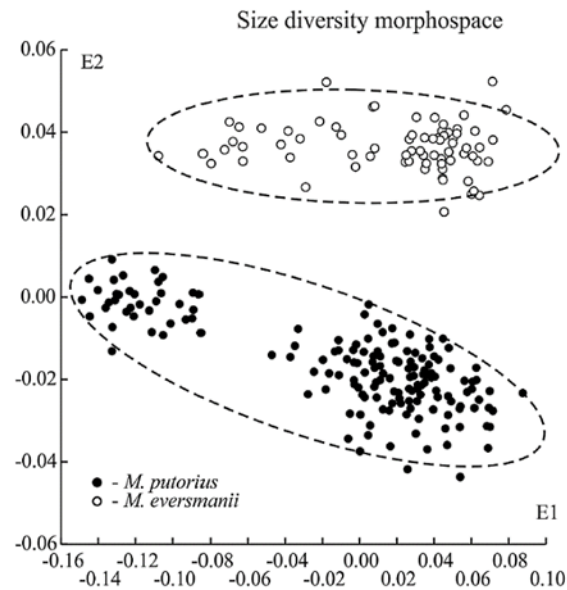
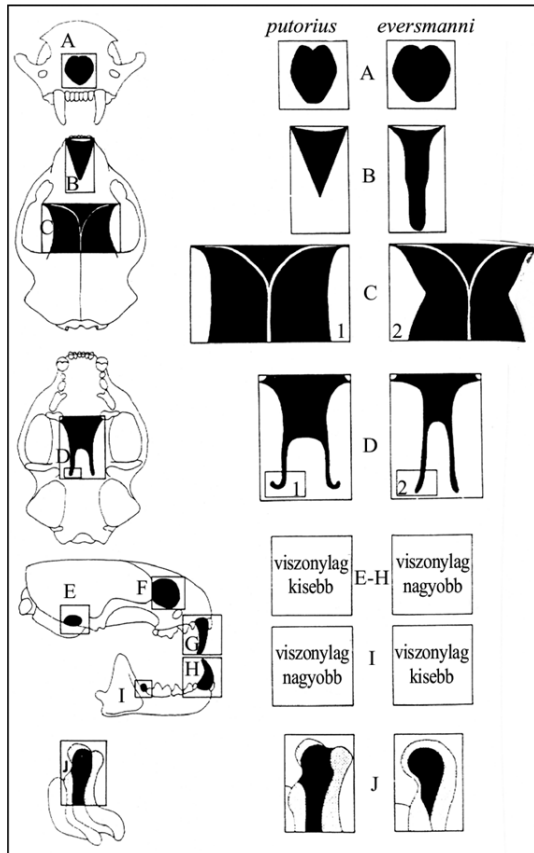
# VAJON ÖNÁLLÓ FAJOK, ALFAJOK?



A természetvédelem országos programja.

Több kutató is egy jelenleg még aktív fajképződési fázisban lévő „egységes fajnak” tekinti a csoportban lévő taxonokat

A fajok morfológiailag jól elkülöníthetők fenotípus (koponyajellegek) és méret alapján (Wolsan 1993 és Abramov et al. 2016).



natura

a természet értékei

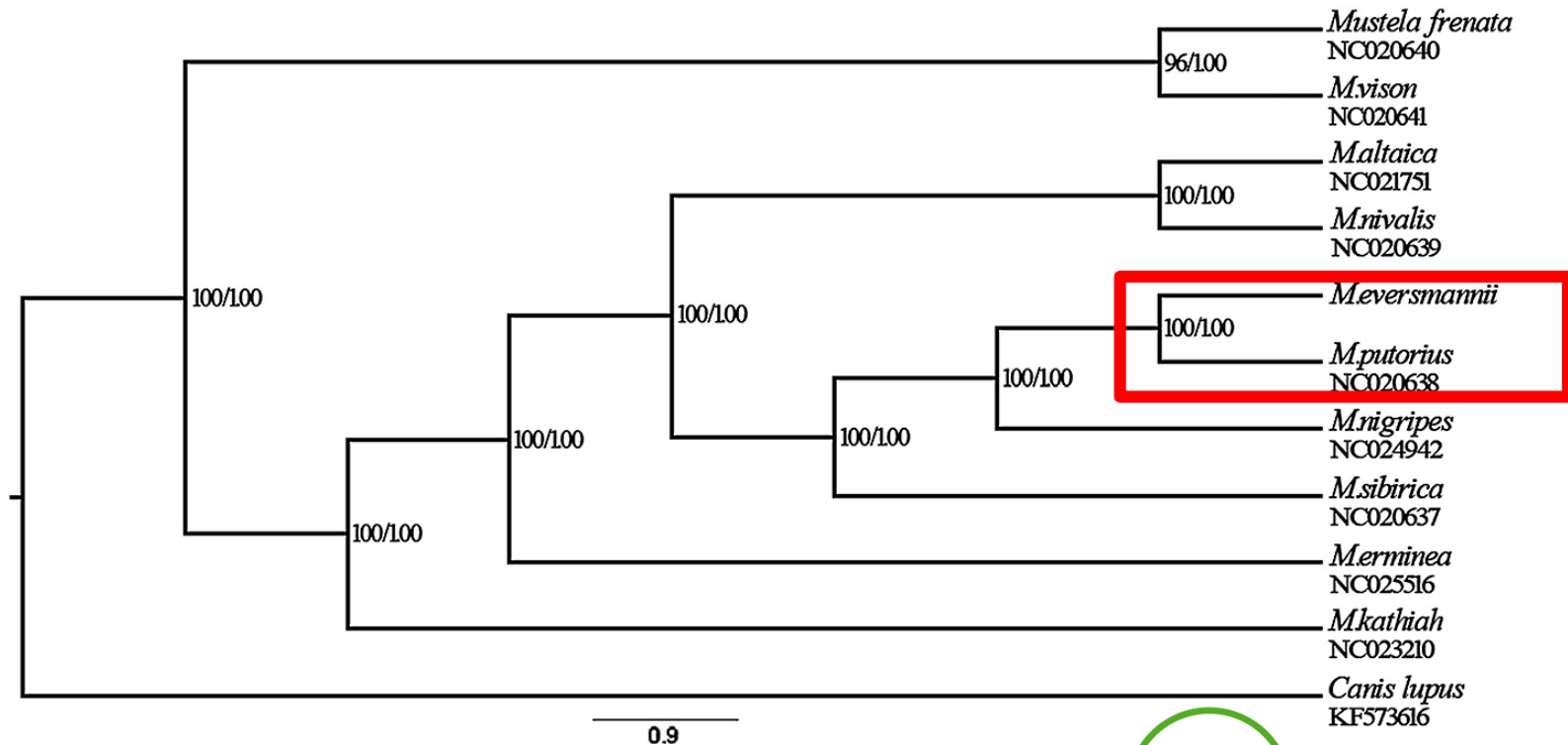


# VAJON ÖNÁLLÓ FAJOK?



A természetvédelem országos programja.

- Genetikai módszerekkel eddig nem volt elkülöníthető a két faj. Az alfajokat eddig nem is vizsgálták.
- Mitokondriális *cytB* szekvenciák alapján a *M. eversmannii* és *M. putorius* testvérfajok, a mi előzetes eredményeink sem tudtak különbséget kimutatni köztük.
- A jelenség az evolúciós közelmúltban elvált fajoknál ismert, a mitokondriális haplotípusok valószínűleg régebbik, mint a legutóbbi speciációs esemény („incomplete lineage sorting”)



# A MINTÁK GYŰJTÉSE, ELEMZÉSE



A természetvédelem országos programja.

**Gyűjteményi minták:** MTM, Kijevi Természettudományi Múzeum, Genfi Természettudományi Múzeum, Smithsonian Inst.

**Elütött állatok gyűjtése:** gyakorlatilag csak genetikai vizsgálatra használható szövetminta

**Élvefogó csapdázás:** genetikai vizsgálatra használható szövetminta

**További előfordulási adatok gyűjtése** kameracsapdázással és kotorékok térképezésével, valamint ürülékek gyűjtésével



Minimum 177 új adat  
2017 óta



Felhasználható adatok az  
Élőhelyvédelmi irányelv 17.  
cikke által előírt hatévenkénti  
országjelentéséhez



natura

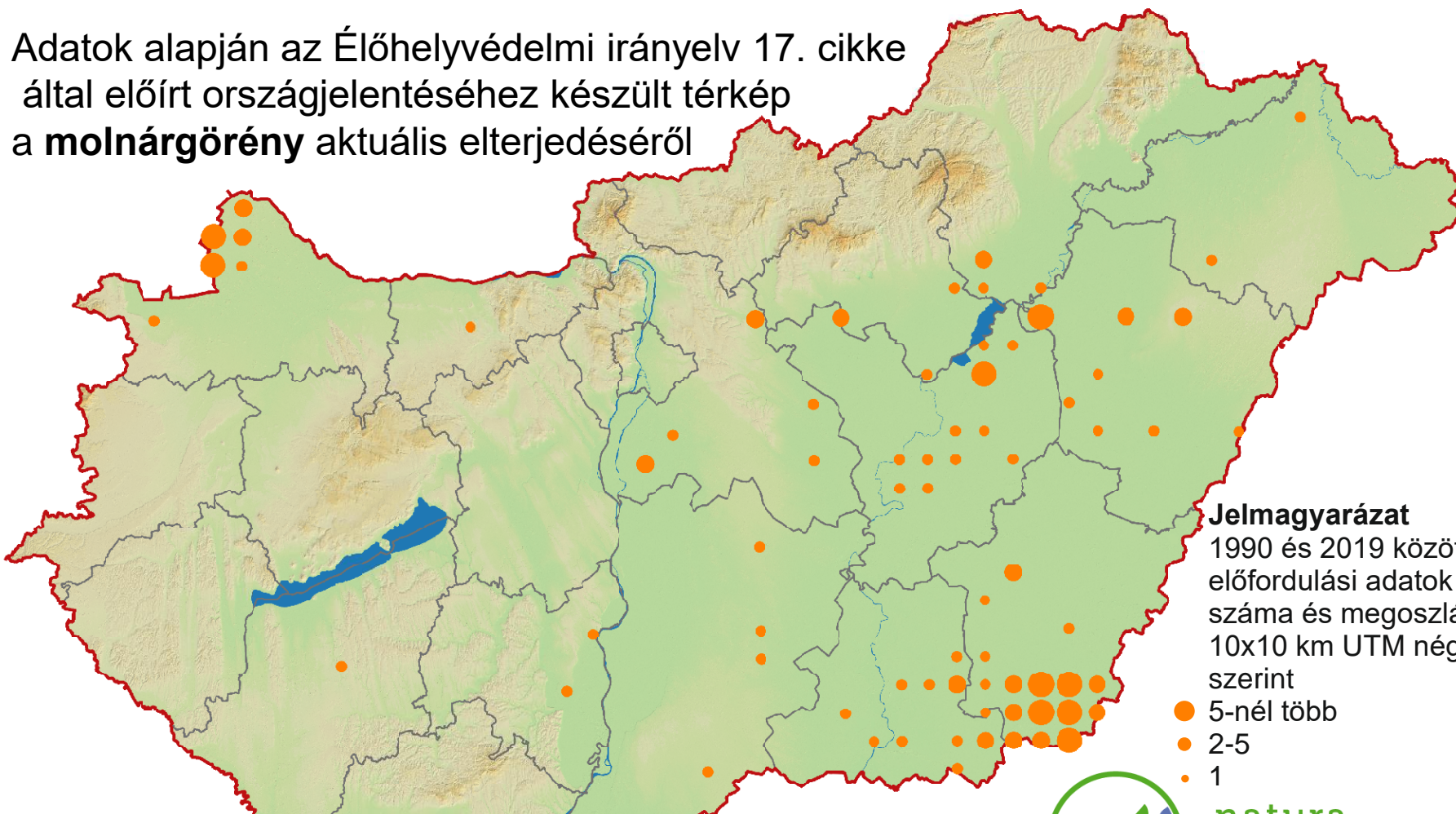
a természet értékei

# A MINTÁK GYŰJTÉSE, ELEMZÉSE



A természetvédelem országos programja.

Adatok alapján az Élőhelyvédelmi irányelv 17. cikke által előírt országjelentéséhez készült térkép a **molnárgörény** aktuális elterjedéséről



## Jelmagyarázat

1990 és 2019 közötti előfordulási adatok száma és megoszlása 10x10 km UTM négyzetek szerint

- 5-nél több
- 2-5
- 1



natura

a természet értékei

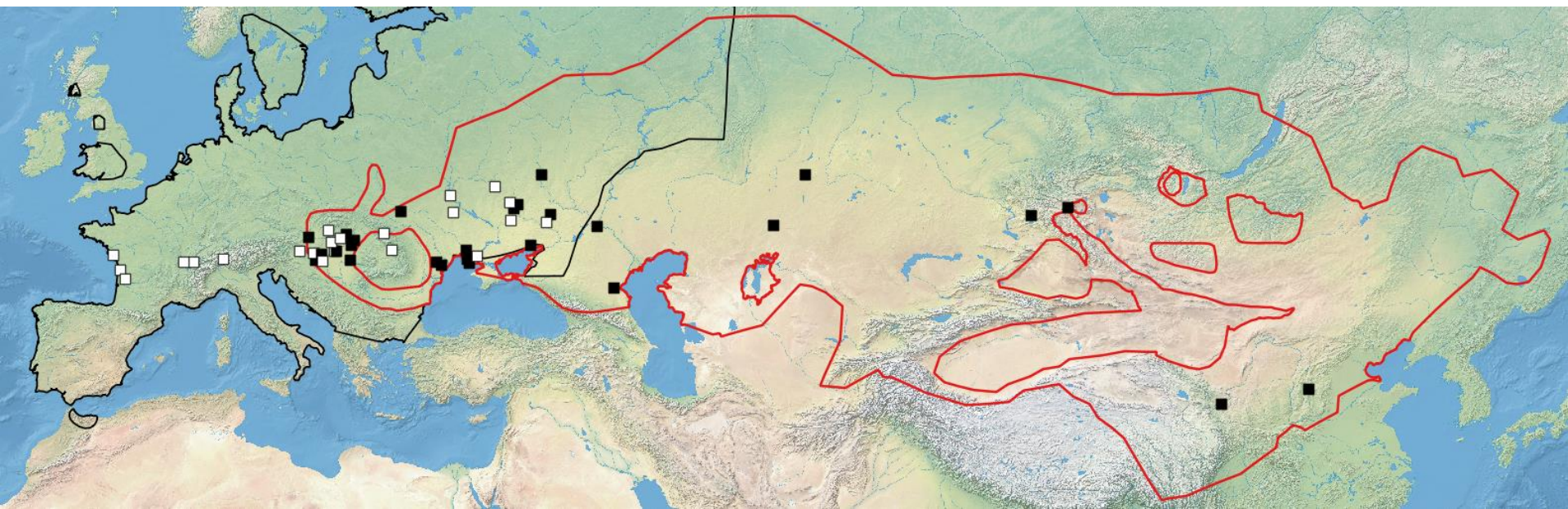


# A MINTÁK GYŰJTÉSE, ELEMZÉSE



A természetvédelem országos programja.

Taxon	Régió	Hím (db)	Nőstény (db)	Összes (db)
<b>Mustela putorius</b>	Magyarország	7	3	10
	Ukrajna	3	2	5
	Nyugat-Európa	4	2	6
<b>Mustela eversmanii hungarica</b>	Magyarország	6	8	14
<b>Mustela eversmanii eversmanii</b>	Ukrajna	4	4	8
	Ázsia	3	2	5
<b>Összesen</b>		27	21	48





- **A koponyák digitalizálása és 3D mérőpontok felhelyezése**
  - Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
  - Nagy pontosságú aktív triangulációs 3D lézershírtelzővel
  - 31 db 3D mérőpont elhelyezése a koponyákon
- **Adatok feldolgozása és kiértékelése statisztikai, 3D képelemző és genetikai szoftverek segítségével**
  - CloudCompare v2.9.1.
  - RStudio 1.1.423 – Geomorph 3.1.1. és Morpho 2.7. package;
  - PAleontological STatistics 3.19

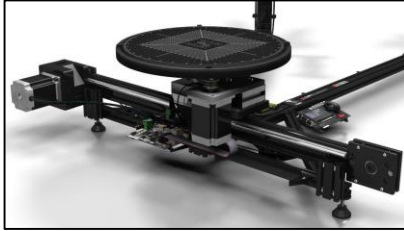




# 3D PONTFELHŐ LÉTREHOZÁSA (3D POINT CLOUD)



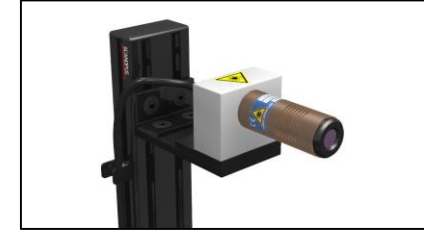
A természetvédelem országos programja.



**TÁRGYASZTAL**



**NAGY FELBONTÁSÚ  
KAMERA RENDSZER**



**NAGY PONTOSSÁGÚ  
LÉZERFORRÁS**

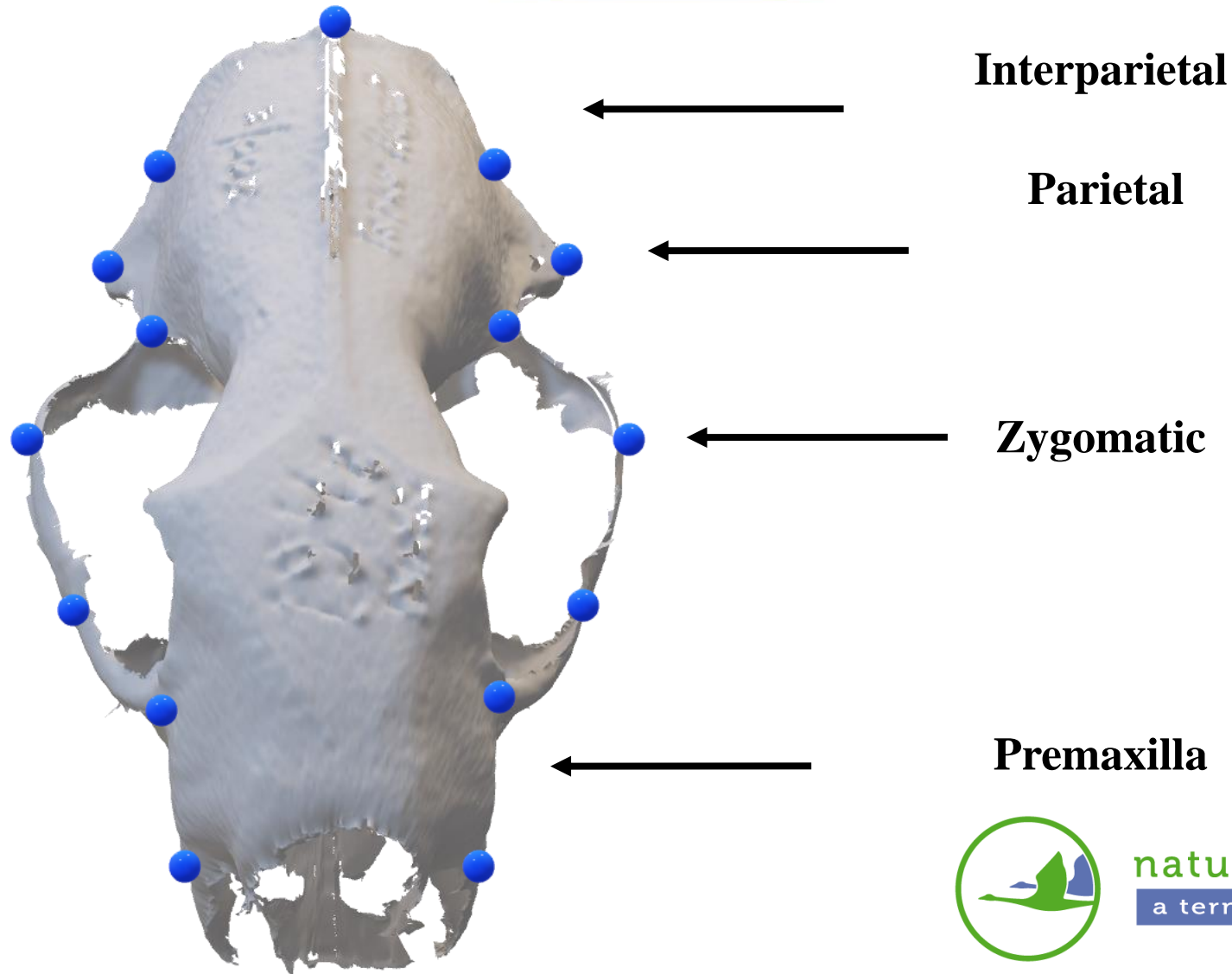


**AKTÍV TRIANGULÁCIÓS 3D LÉZERSZKENNER**

# 3D PONTOK ELHELYEZÉSE



A természetvédelem országos programja.



**natura**

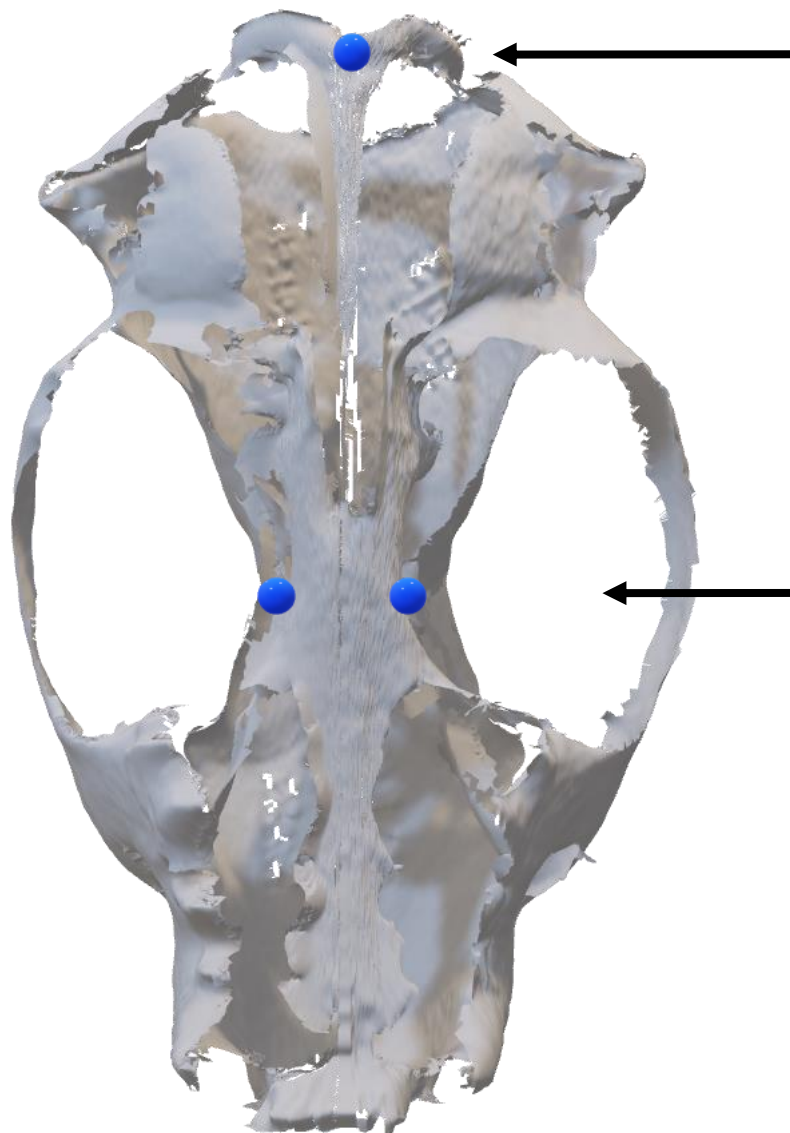
a természet értékei



# 3D PONTOK ELHELYEZÉSE



A természetvédelem országos programja.



**Occipital**

**Palatal**

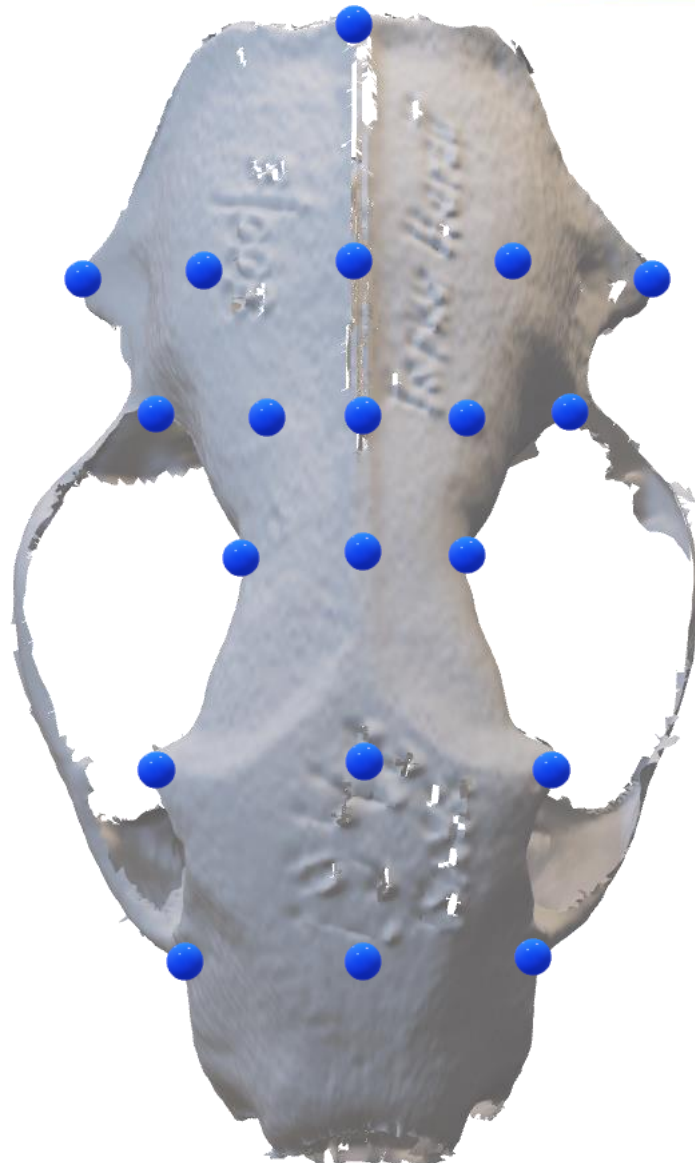


**natura**

a természet értékei

# 3D PONTOK ELHELYEZÉSE

A természetvédelem országos programja.



**Neurocranium**



**Viscerocranium**



**natura**

a természet értékei





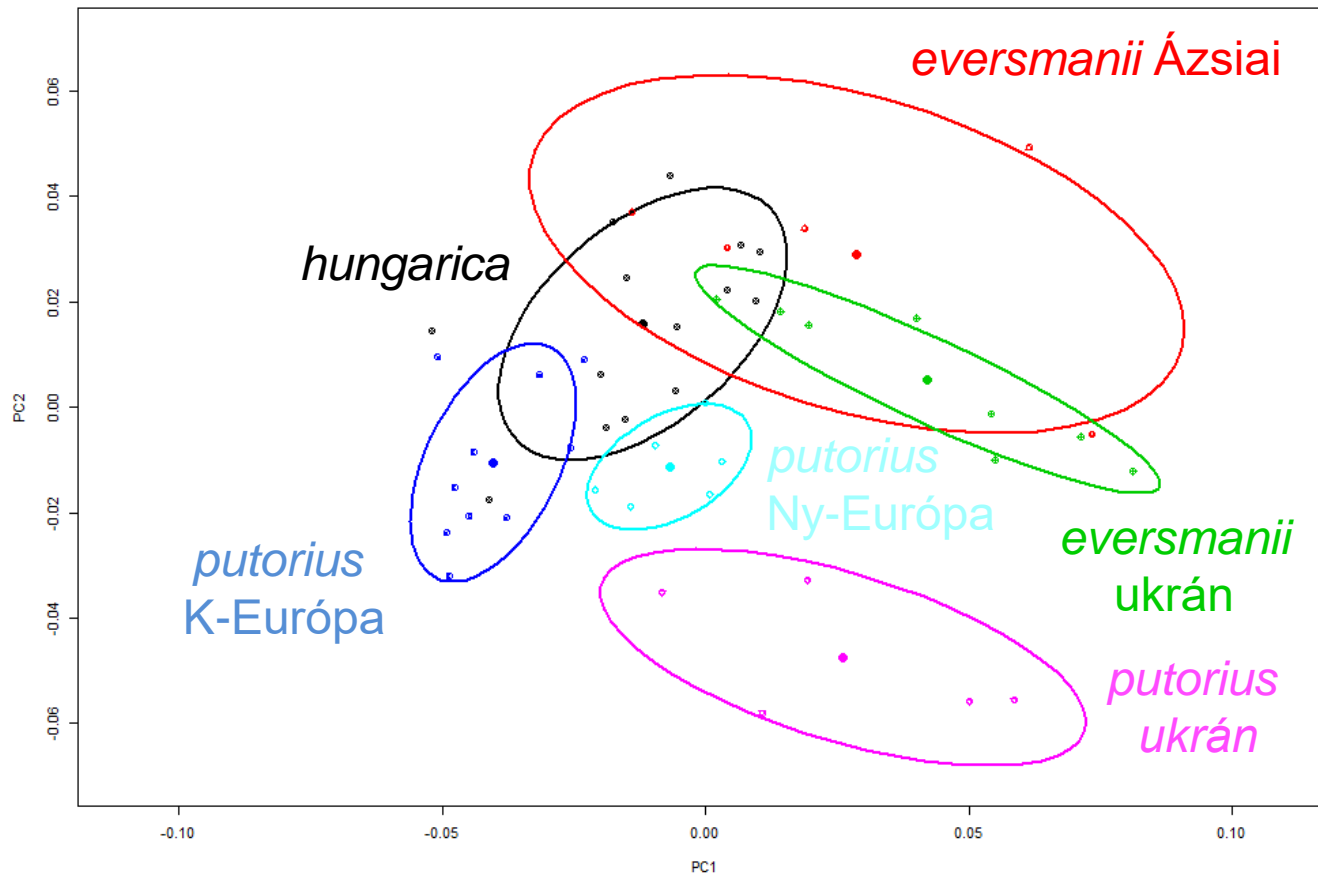
- 1) **A *Mustela eversmanii hungarica* rendszertani státuszának tesztelése morfológiai és genetikai módszerekkel és filogeográfiai vizsgálat.**
- 2) **A *Mustela eversmanii* és a *Mustela putorius* kapcsolatának tesztelése morfológiai és genetikai módszerekkel.**
- 3) **További, járulékos célok: Felmérés és monitorozás módszereinek kidolgozása és kipróbálása, valamint országos elterjedési adatok gyűjtése.**



# KRANIOMETRIAI EREDMÉNYEK



A természetvédelem országos programja.



## pMANCOVA teszt:

Alak és méret között ( $p < 0.001$ )

Alak és régió között ( $p < 0.001$ )

Alak és méret:régió között ( $p < 0.009$ )

Alak és méret:régió:fajok között

( $p < 0.001$ )

## Főkoordináta analízis (PCoA):

A PC1 teljes varianciája 27.36%

A PC2 teljes varianciája 13.95%

A PC3 teljes varianciája 8.05%

PC1+PC2+PC3 = 49.36%



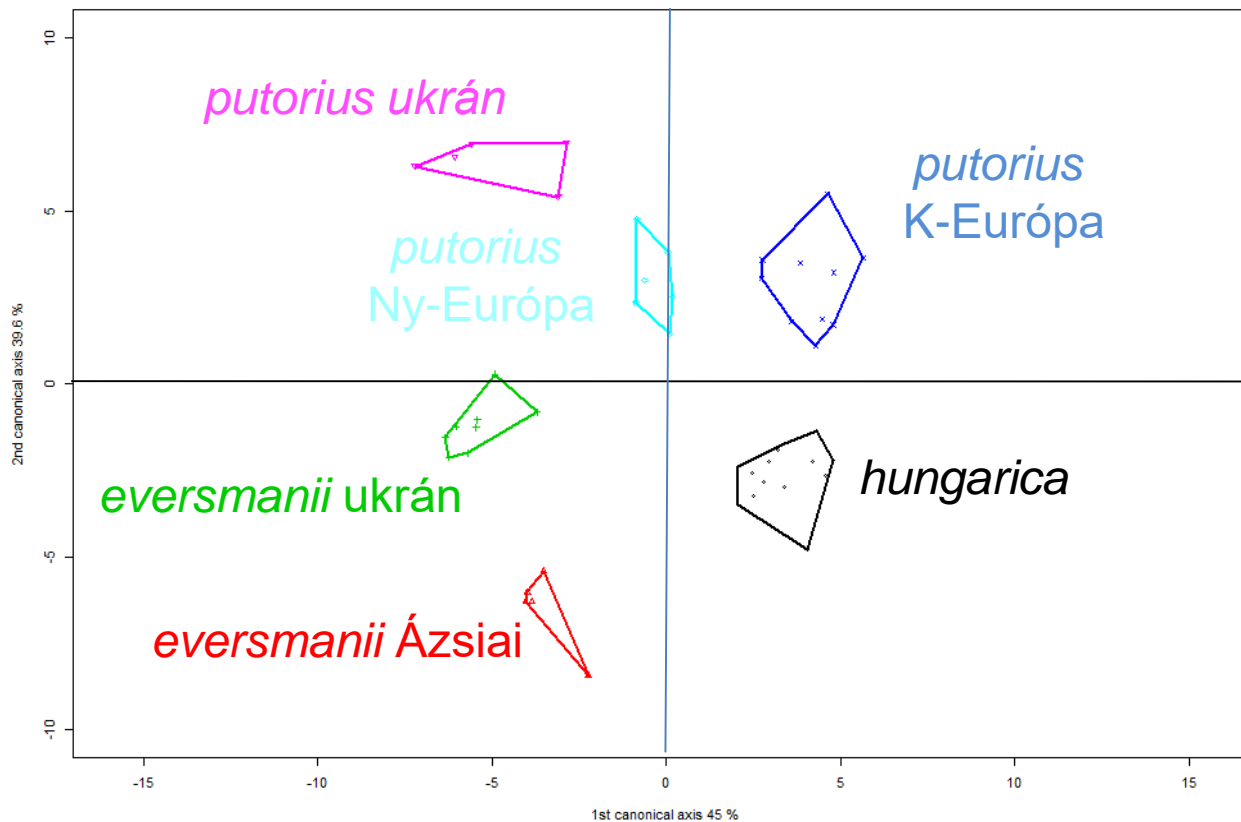
natura

a természet értékei

# KRANIOMETRIAI EREDMÉNYEK



A természetvédelem országos programja.



## Kanonikus korreláció (CVA):

A CV1 teljes varianciája 45%

A CV2 teljes varianciája 39.6%

CV1-CV5 = 100%



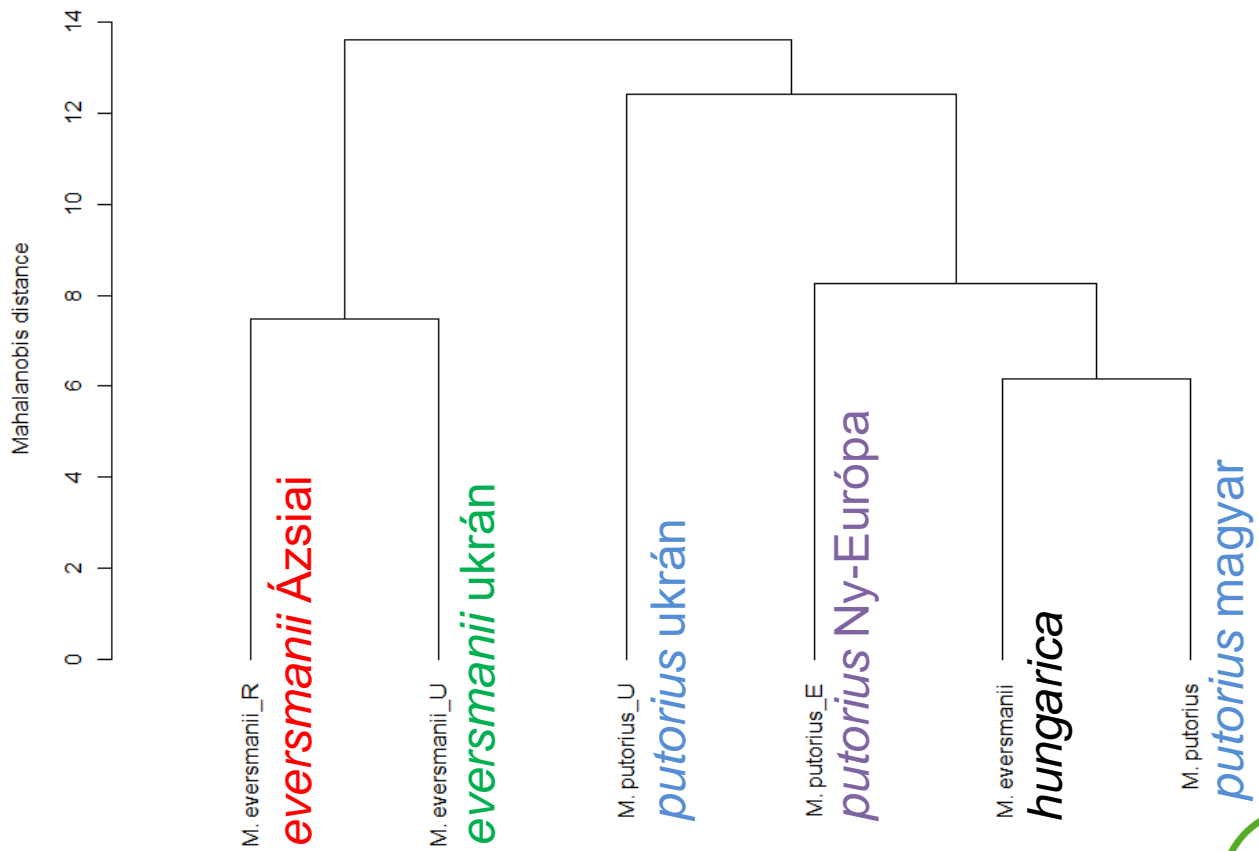
natura

a természet értékei



# KRANIOMETRIAI EREDMÉNYEK

A természetvédelem országos programja.



**Mahalanobis klaszter:**  
Legközelebb: 6.163946  
**M. eve. – M. put.**  
Legtávolabb: 13.616457  
**M. eve.\_R – M. put.\_U**



natura

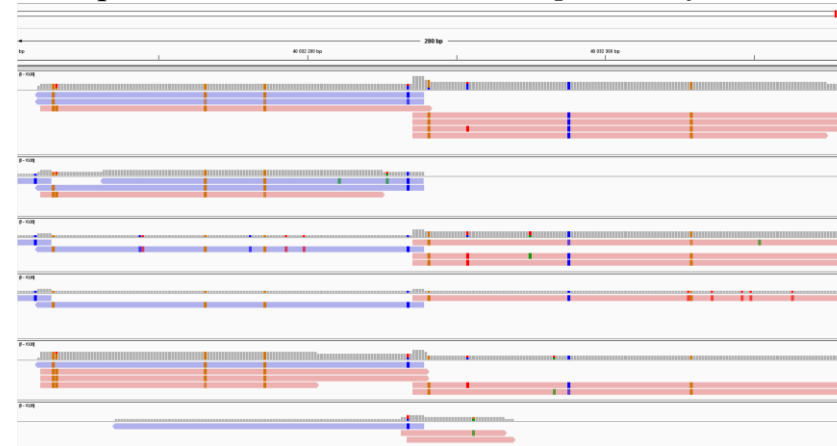
a természet értékei



- 7 *Mustela eversmanii* (Dobruzsza: 1, Altaj: 2, Ural: 4)
- 6 *M. e. hungarica*
- 7 *M. putorius*
- 4 *a priori M. eversmanii* × *putorius*

## Restriction site Associated DNA sequencing (RADseq)

150 bp hosszú szekvenciák *Mustela putorius furo* referencia genomra illesztve



1 408 215 lókuszt, 510 573 polimorf (36%)

Genom ~8%-a szekvenálva

Minőségi szűrések: egy allél legalább két egyedben legyen jelen, egy lókuszt legalább az egyedek 80%-ában legyen szekvenálva, leolvasott bázis minősége

2 469 független SNP (=végső lókusztok száma)



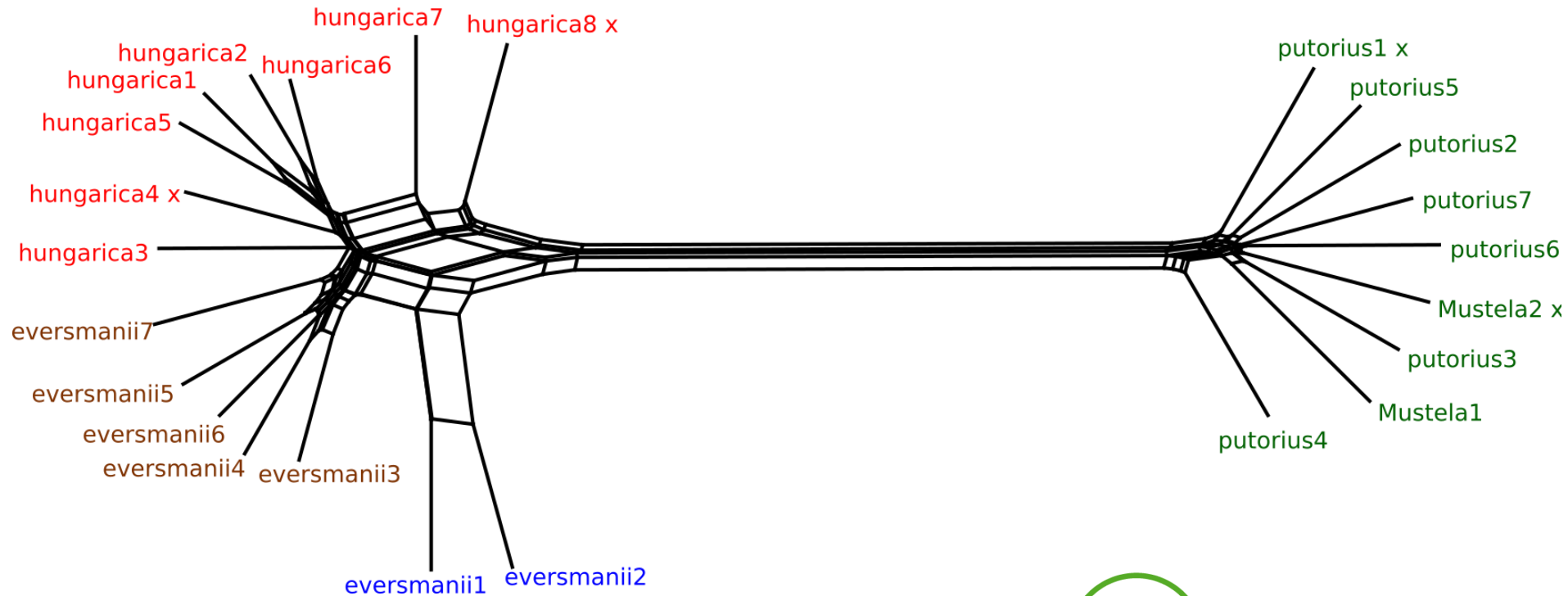
# FILOGENOMIKAI EREDMÉNYEK

A természetvédelem országos programja.



0.01

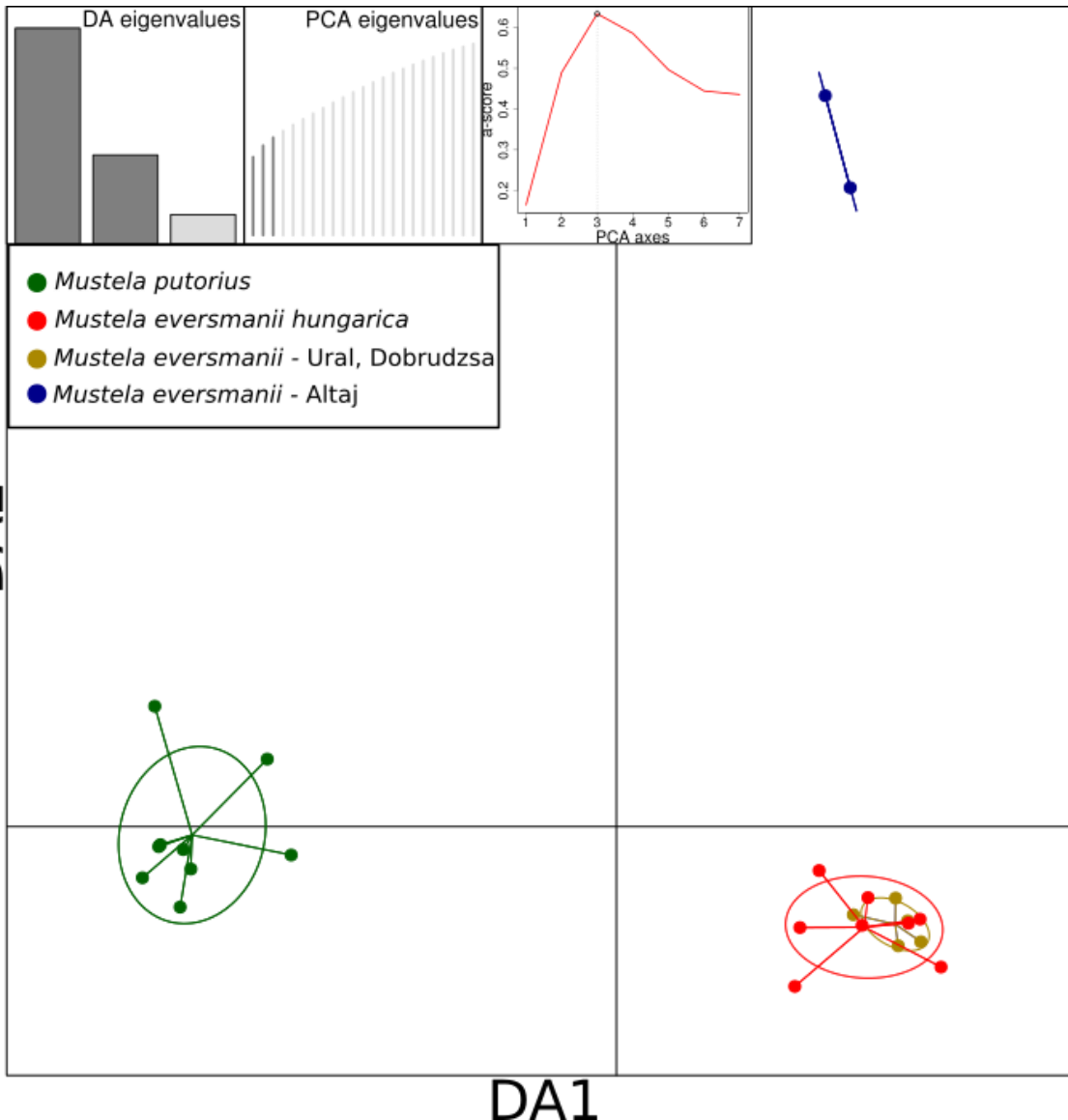
„Neighbor-net”



natura

a természet értékei





**Discriminant analysis of principal components (DAPC)**

PCA tengelyek optimális száma: **3**

Teljes variancia 51,02 %-a

Csoportok ideális száma (BIC): **4**



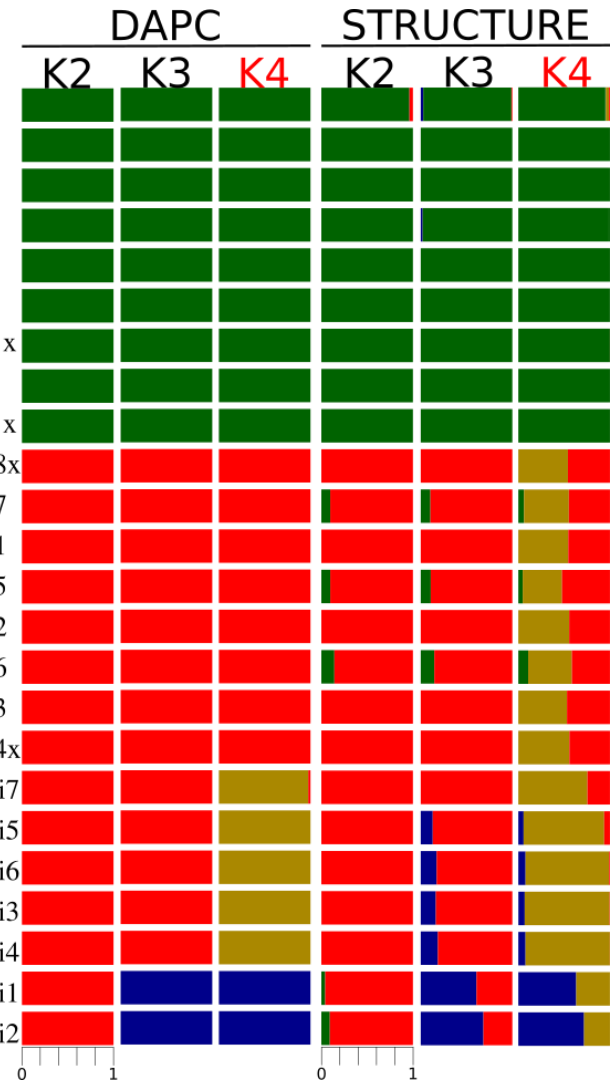
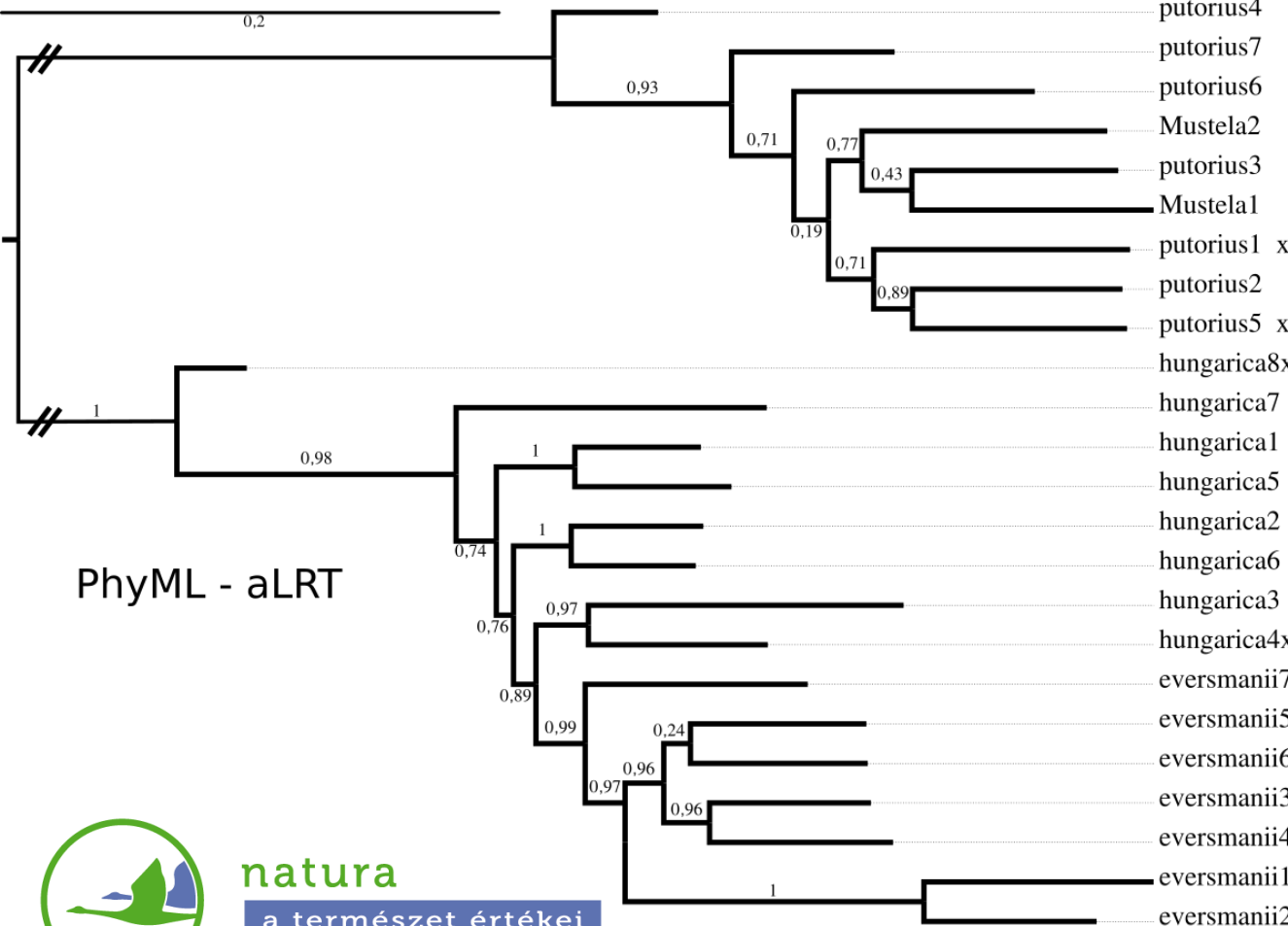
natura

a természet értékei

# FILOGENOMIKAI EREDMÉNYEK



A természetvédelem országos programja.



natura

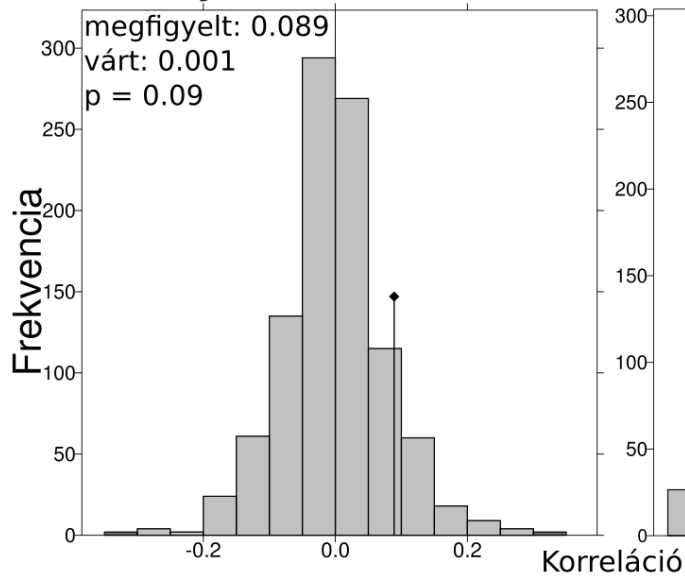
a természet értékei

# FILOGENOMIKAI EREDMÉNYEK

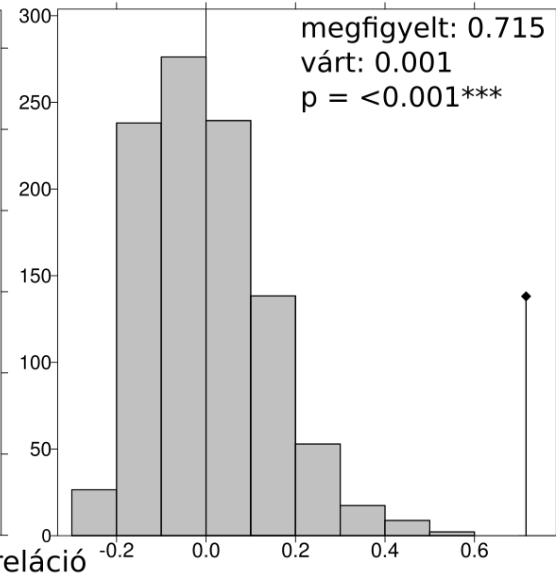


A természetvédelem országos programja.

## Teljes adatsor



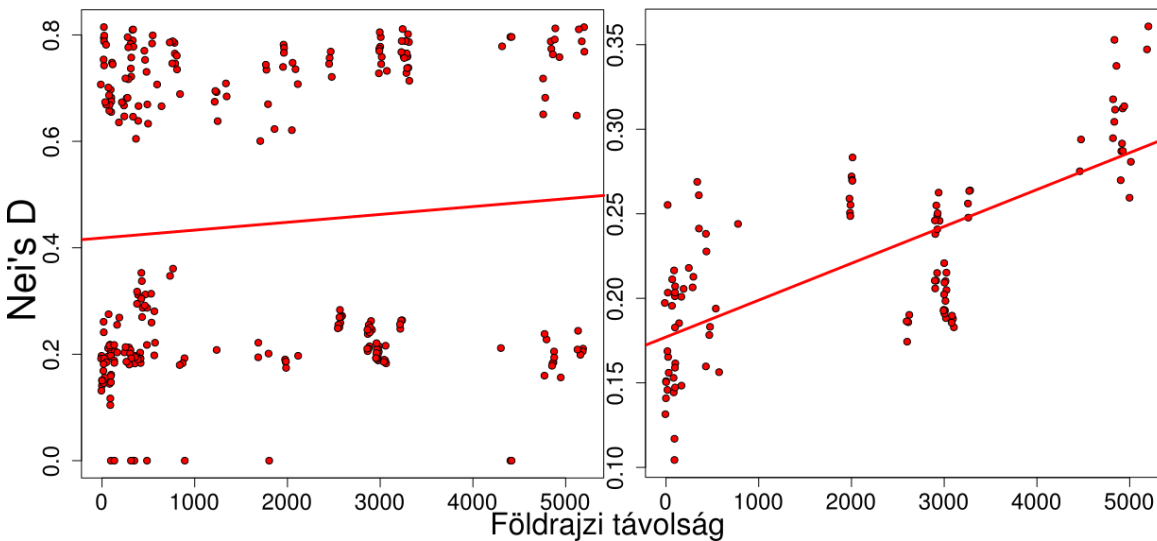
## *M. eversmanii*



## Mantel randomizációs teszt

1000 permutáció

Null eloszlás: nincs összefüggés a genetikai és földrajzi távolság között



natura

a természet értékei





- A teljes genomot egyenletesen mintázó módszerrel, nagy mennyiségű sejtmagi lókuszt alapján recens hibridizáció jeleit a két taxon között nem figyeltük meg => a genetikai izoláció mértéke és az ökológiai tényezők (például eltérő táplálék) korlátozó hatásának a függvényében egymáshoz képest izoláltak maradhattak
- Az érzékeny és nagy részletességű genetikai és morfometriai módszerek szignifikáns különbségeket mutattak a vizsgált populációk között, DE...
- ...a *Mustela eversmanii*-n belüli genetikai változatosság a földrajzi mintázat eredménye, és bár figyelemre méltó a Kárpát-medencei minták nagy genetikai változatossága a keleti mintákhoz képest => a *M. eversmanii hungarica* önálló alfaji státuszát a vizsgálatok nem alapozzák meg.





- A korábbi *cytB* alapú eredményekkel összhangban van, hogy a Kárpát-medencei *Mustela eversmanii* minták vannak legközelebb mind morfológiailag, mind genetikailag a *Mustela putorius*-hoz,
- A *putorius* valószínűleg az área nyugati felén válhatott el, ezért a nagyobb hasonlóság és nem a hibridizáció miatt.
- A vizsgálatok tovább folytatódnak. Végeredmény kihirdetését az ukrán szövetminták teljes hiánya késlelteti. Ukrajnában a molnárgörényt ugyanis „*kihalt fajnak tekintik...*”

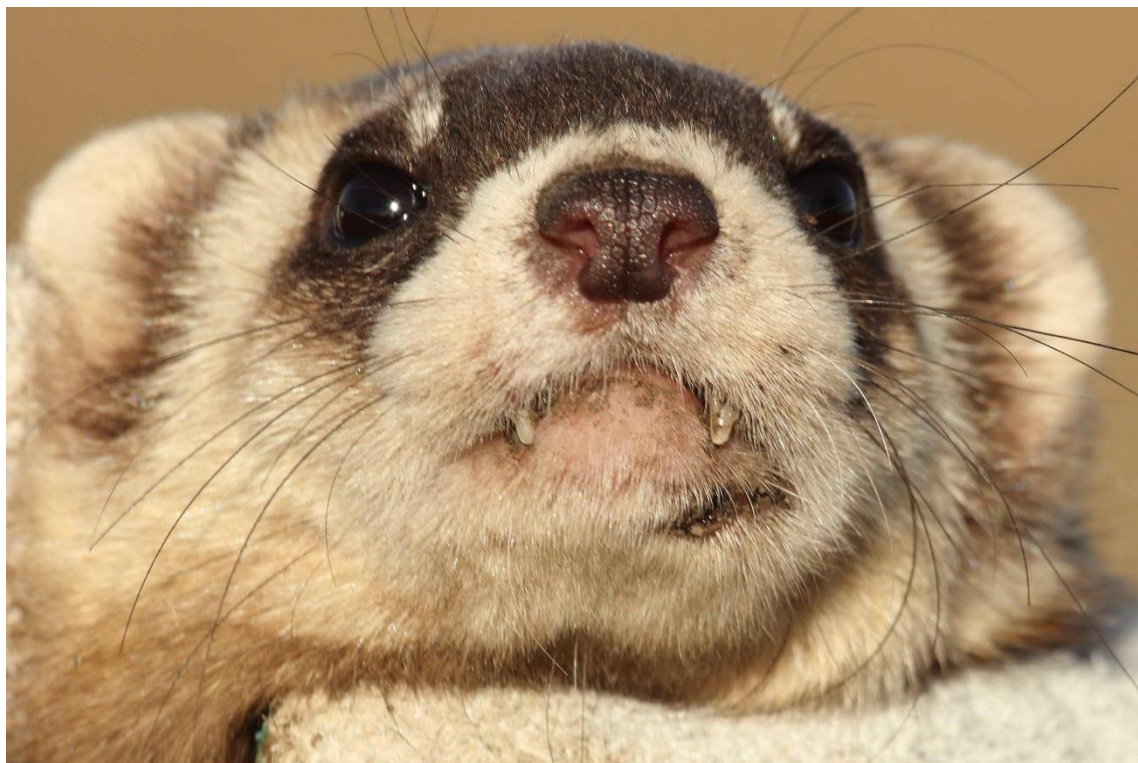




**Magyar Természettudományi Múzeum:** Csorba Gábor és Görföl Tamás

**Ukrán Természettudományi Múzeum:** Barkaszi Zoltán és Igor Zagorodniuk

**Továbbá:** Smithsonian Inst., Genfi Természettudományi Múzeum, Körös-Maros Nemzeti Park Ig., Alexey Abramov, Otlecz Barnabás, Csathó András, Hegyeli Zsolt, Nimród vadászújság, Országos Magyar Vadászkamara



natura

a természet értékei



*...hogy élni tudjunk  
a természet adta  
lehetőségekkel*



# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



natura

a természet értékei

**SZÉCHENYI** 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Regionális  
Fejlesztési Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**