



# Genetik



## Litt om genetikk:

- Kromosomer
- Locus
- Allel



# Kvalitative egenskaper: (ja/nei-egenskaper)

Eksempler:

Prcd-PRA

Finsk Lapphund:

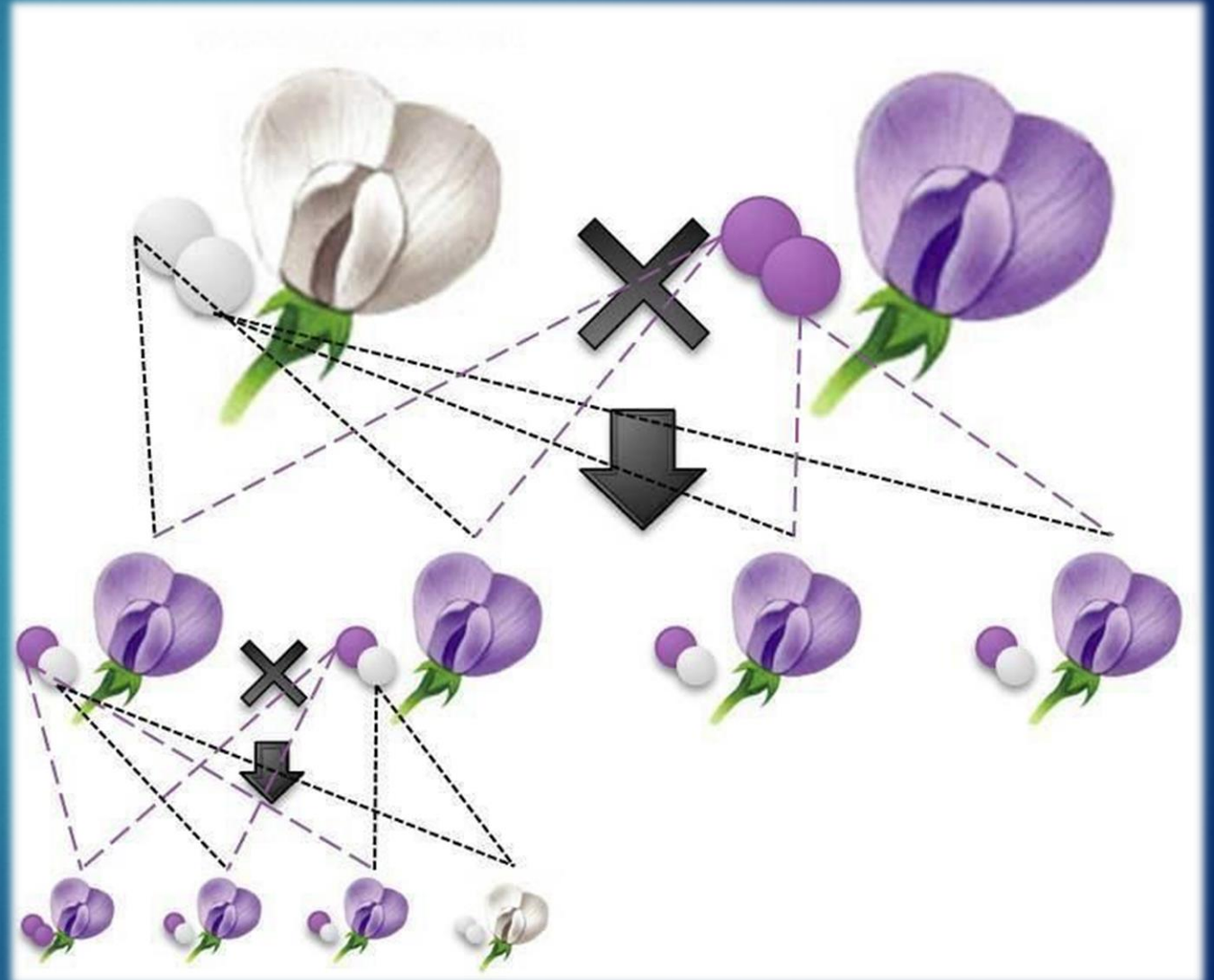
- Pompes
- Degenerative Myelopati (DM)
- Multifokal Retinopati (CMR)

Lapsk Vallhund:

- IFT122-PRA

Svensk Lapphund:

- Juvenil Neuronal Muskelatrofi (MA)



# Kjønnsbunden nedarving

Eksempler:

- Blødersykdom
- Working Dog Retinopati (WDR)

|             |                            |                  |
|-------------|----------------------------|------------------|
| Far XY<br>→ | X                          | Y                |
| Mor XX<br>↓ |                            |                  |
| X           | Frisk datter<br>XX         | Frisk sønn<br>XY |
| X           | Frisk datter (bærer)<br>XX | Syk sønn<br>XY   |

# Kvantitative egenskaper: (variasjon)

Eksempler:

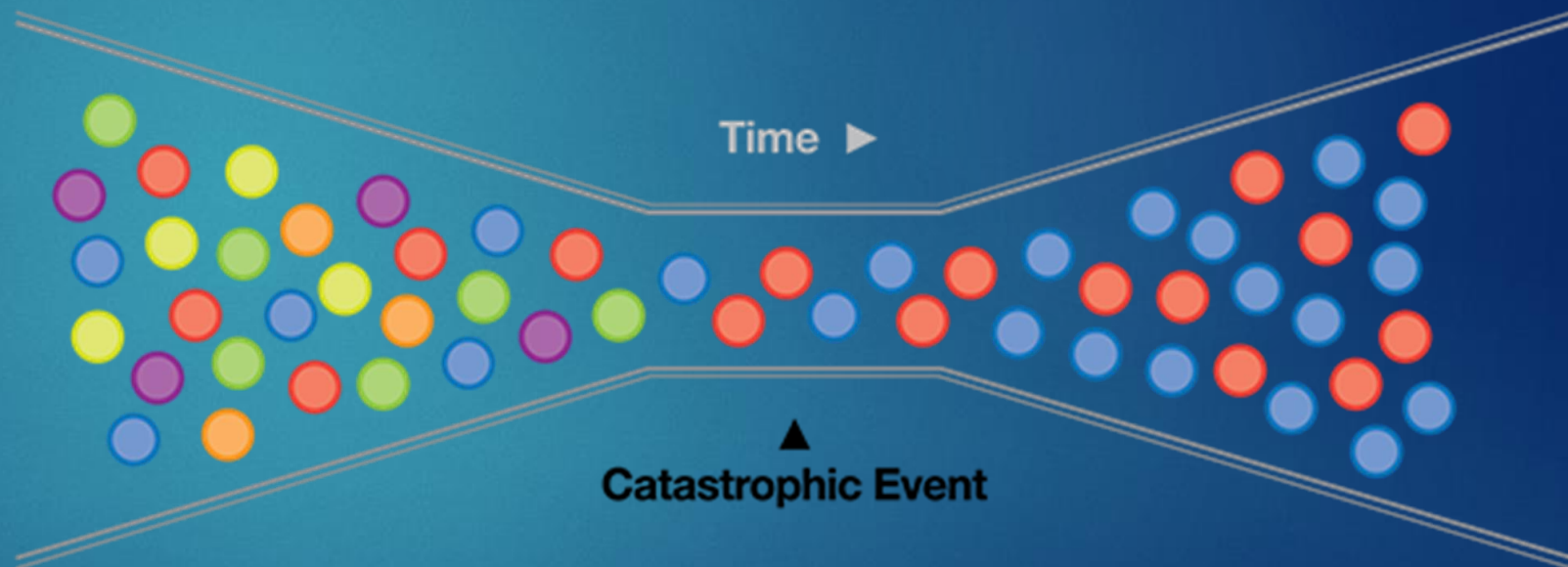
- Eksteriør
- Hofteleddsdysplasi
- Jakt-/Gjeteregenskaper
- Atferd
- Hurtighet
- Bittfeil
- Kryptorkisme





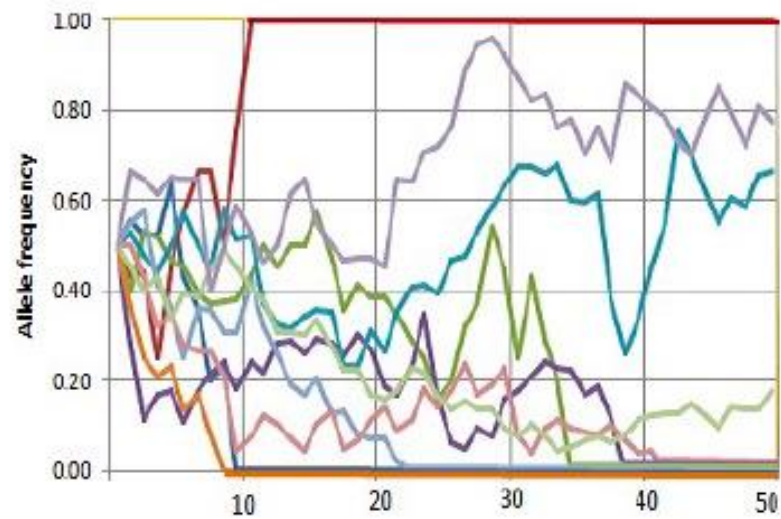
# Genetisk variasjon

- Immigrasjon
- Mutasjon
- Seleksjon (kunstig og naturlig)
- Emigrasjon
- Genetisk drift

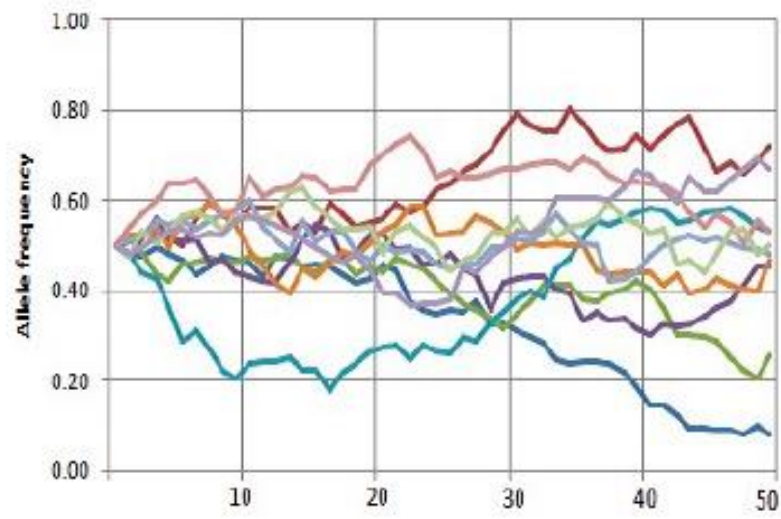


# Genetisk drift

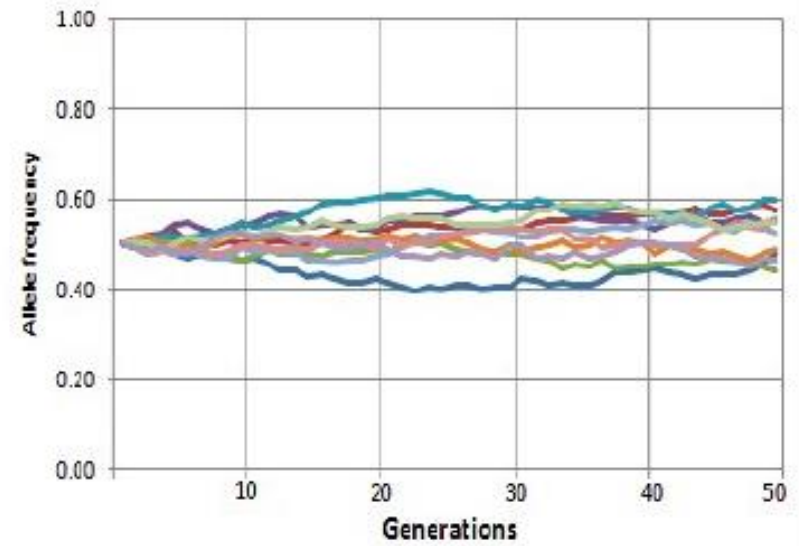
Population  $n=20$



Population  $n=200$



Population  $n=2000$



# Status raser og RAS



# Hva vet vi om situasjonen på våre raser?



- Founders: Hvor mange hunder er opphavet til rasen vi har i dag
- Genetiske flaskehalser
- Generell innavlsgrad
- Effektiv populasjon
- Generell helse
- Genetiske undersøkelser

# Status RAS og avlsrådets arbeid



# Indeks



# Indeks

- Hva er arv?
- Hva er miljø?
  - Faste miljøfaktorer
  - Tilfeldige miljøfaktorer

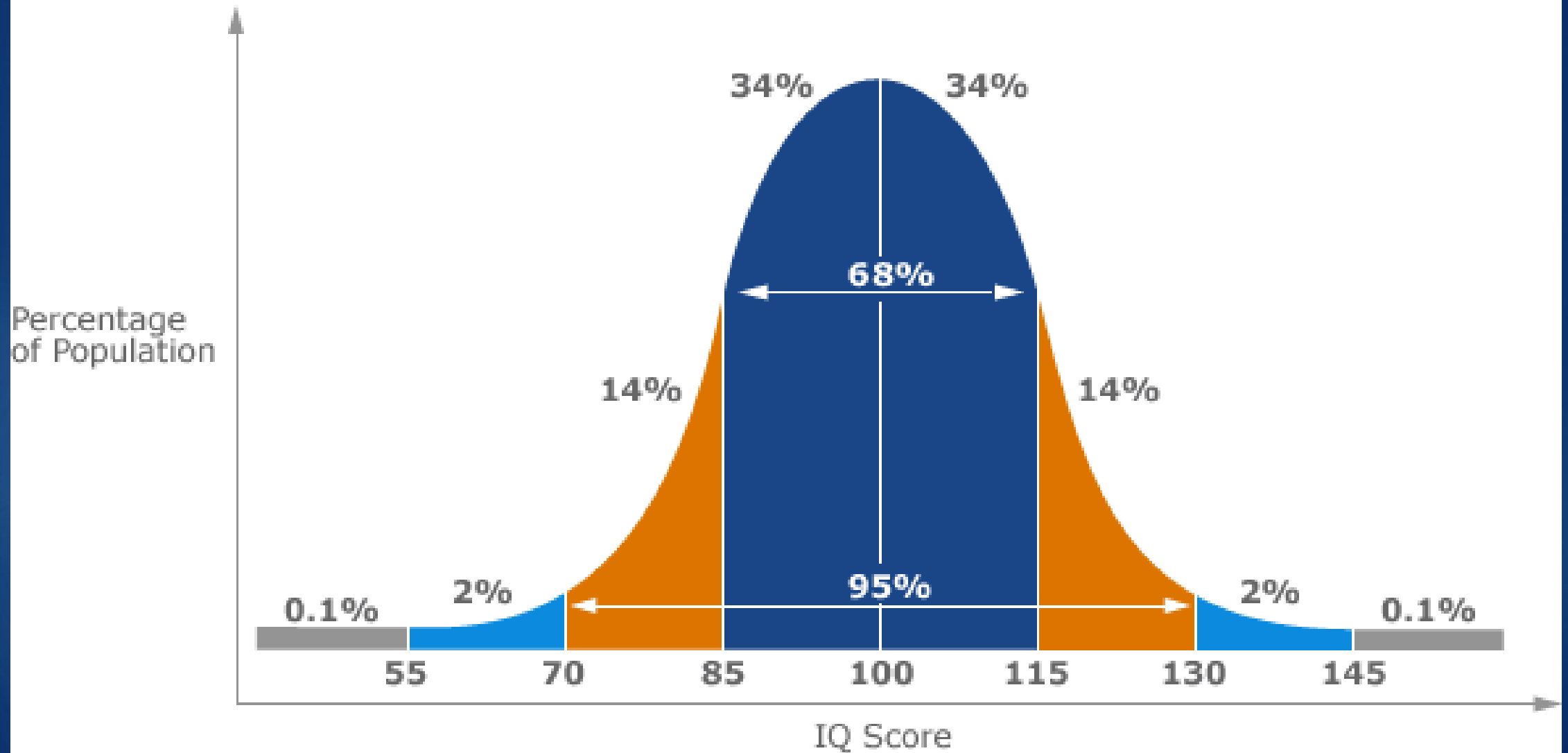
$$HD = \text{Røntgenår} + \text{Kjønn} + \text{røntgenår} * \text{Kjønn} + \text{Kulleffekt} + \text{individ} + e$$

|         |                                            |
|---------|--------------------------------------------|
| HD      | = registrert HD-diagnose                   |
| År      | = effekt av år for HD-registrering         |
| Kjønn   | = effekt av hundens kjønn                  |
| År*Køn  | = vekselvirkning mellom år og kjønn        |
| Kull    | = effekt av å tilhøre et bestemt valpekull |
| Individ | = effekt av det enkelte individ            |
| e       | = den tilfeldige rest                      |

År, Kjønn og År\*Kjønn er såkalte fikserte effekter, mens Kull og Individ er tilfeldige effekter.

<https://www.nkk.no/getfile.php/132285577-1581003428/Dokumenter/Helse/R%C3%B8ntgenbilder/Slik%20beregnes%20NKKs%20HD-indeks.pdf>

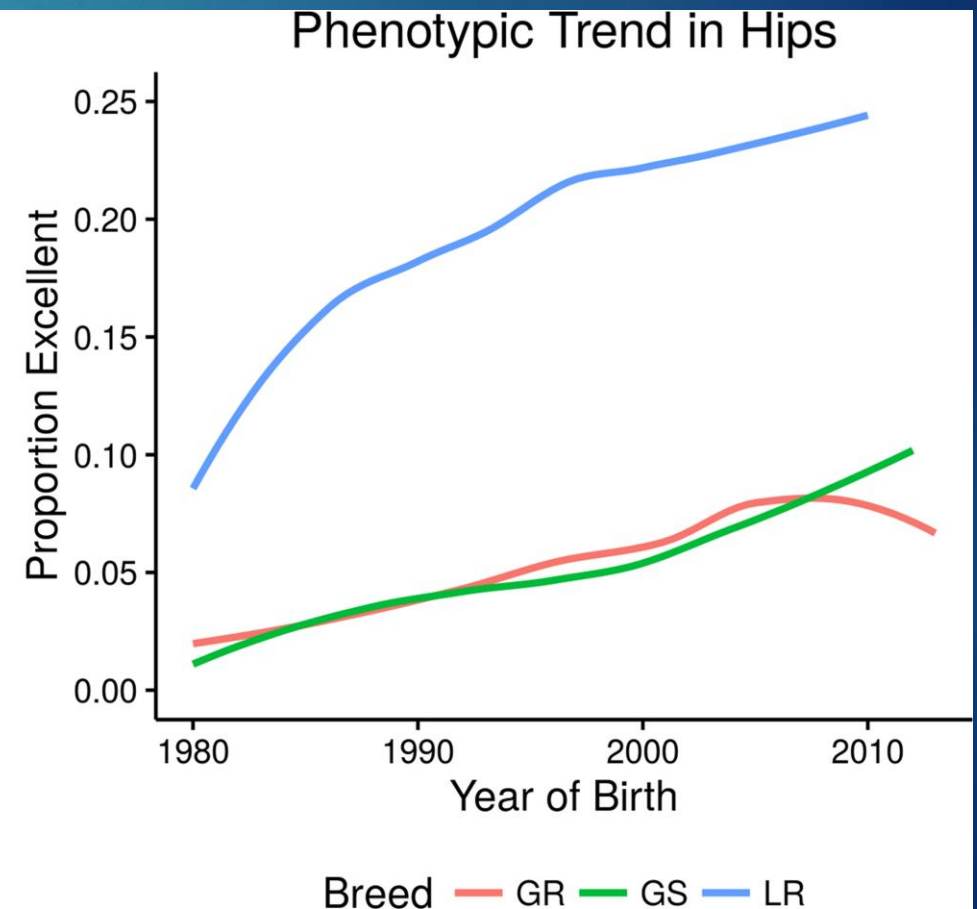
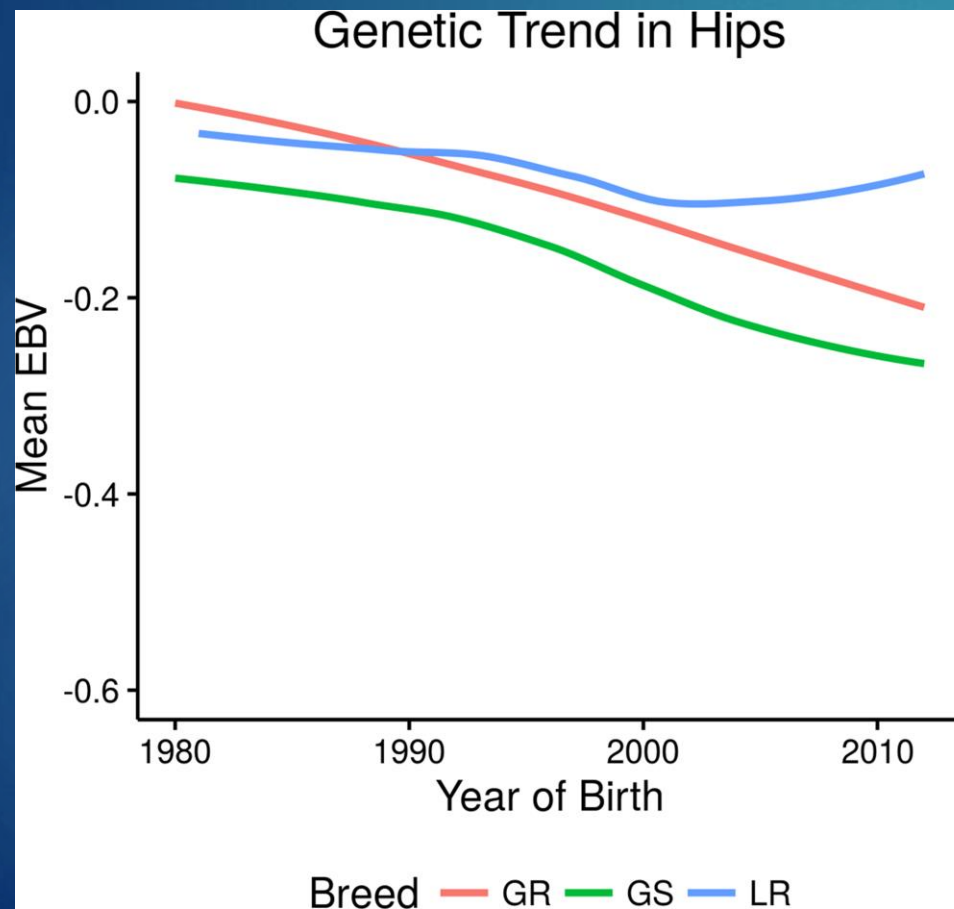
**IQ Score Distribution**



# Long-term genetic selection reduced prevalence of hip and elbow dysplasia in 60 dog breeds

A. M. Oberbauer , G. G. Keller, T. R. Famula

Published: February 24, 2017 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172918>





# Frisk og funksjonell lapphund

DEBATT

# Retten til et dårlig hundeliv?

Norsk Kennel Klub kjemper for å fortsette med en avlspraksis som ikke er bærekraftig.

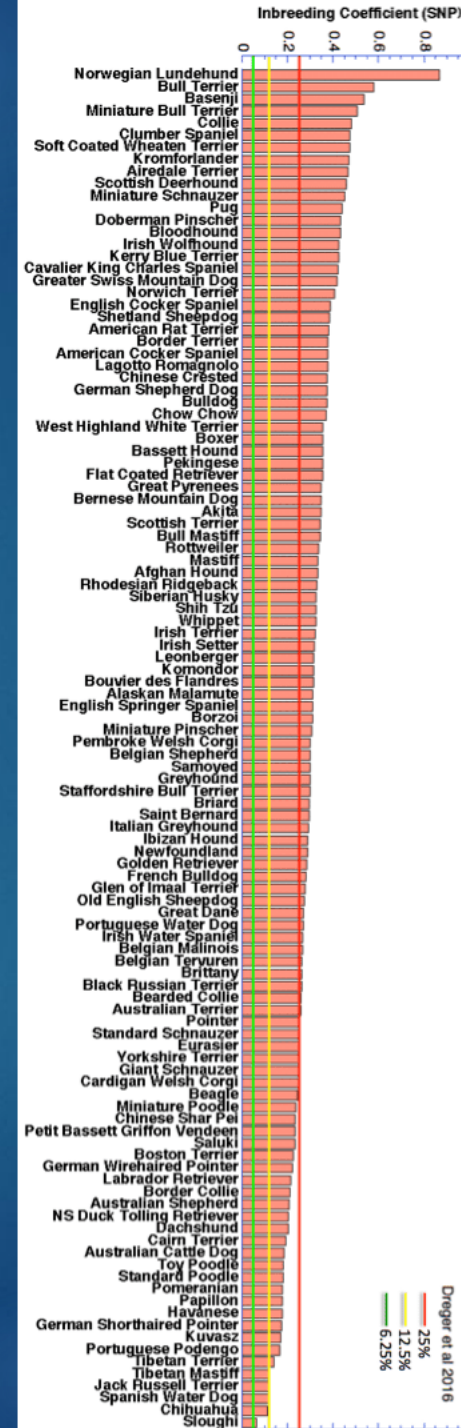
## Professor: Noen hunderaser burde man la dø ut

Mange hunder sliter med å puste, gå og føde naturlig. Det meste er menneskets feil. Men er det for sent å snu utviklingen?

//

Faktum er at rasehunder har 2.7 ganger så stor sannsynlighet for å få en arvelig lidelse sammenliknet med blandingshunder

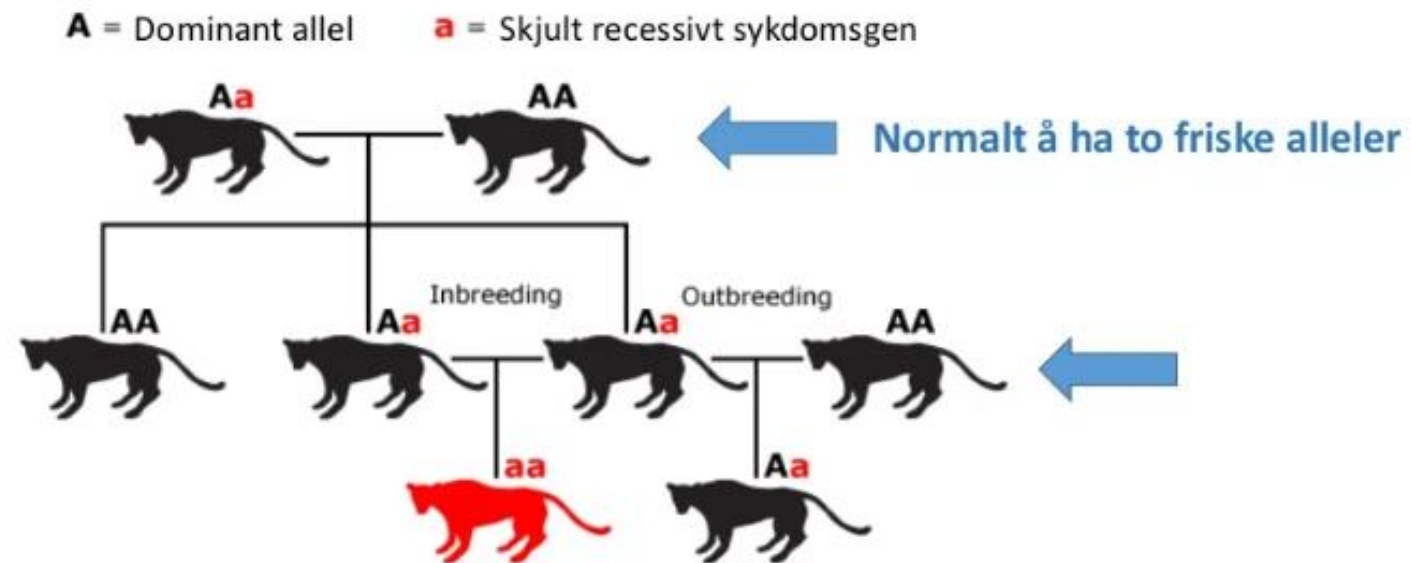
Dyrebeskyttelsen Norge



# Utfordringer med raseavl og lukkede populasjoner

- Liten variasjon i MHC-genene (major histocompatibility complex) = dårligere immunforsvar og flere hunder med autoimmune sykdommer (Addison, Cushings)
- Reproduksjonsproblemer: Små kull, tomme tisper, parringsvegring

## Problemet med innavl...



Effekten viser seg mange år etter at hunden er brukt i avl:

- PRA, flere typer
- Muskelatrofi
- Pompes
- CMR
- DM

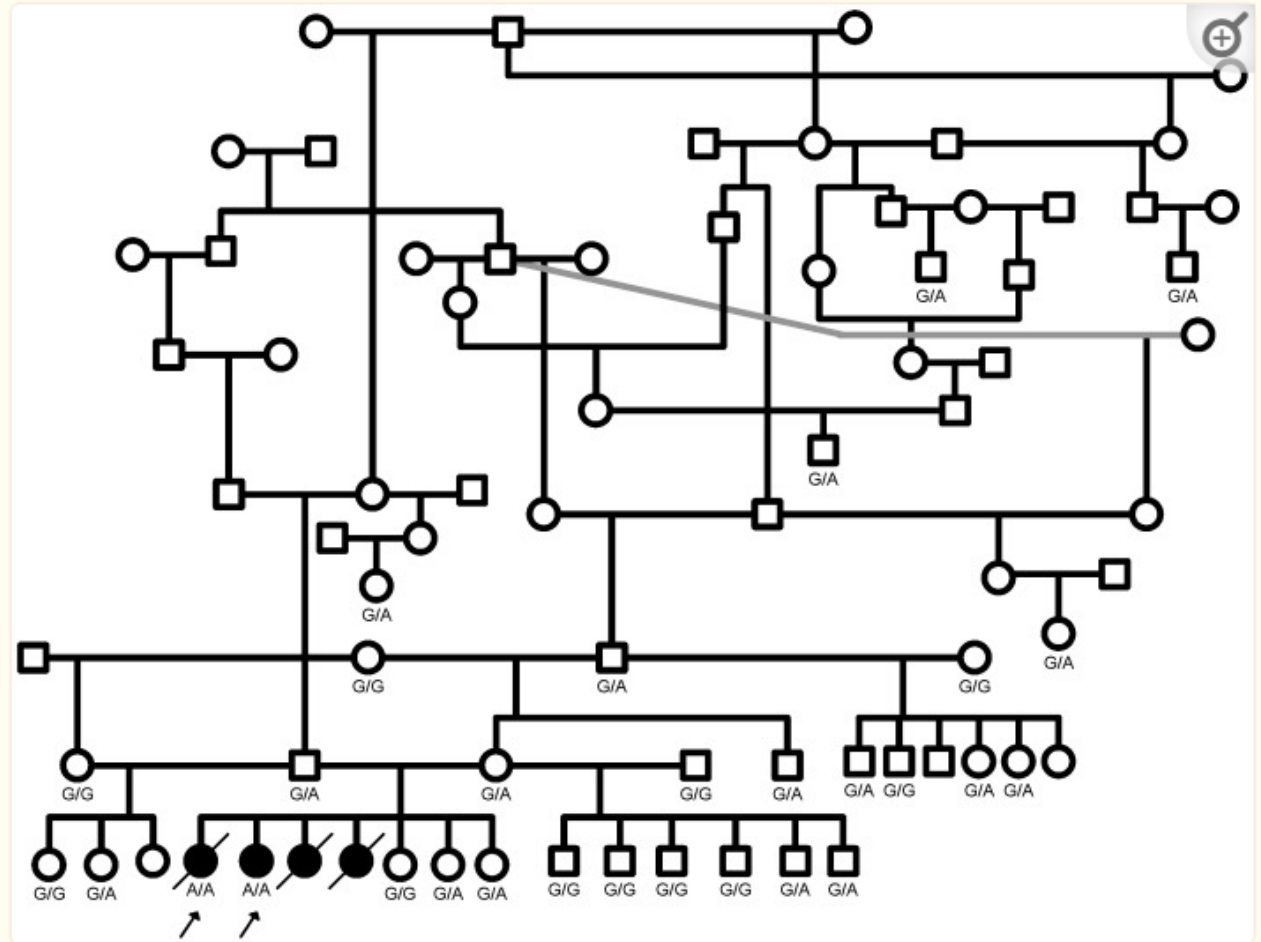


Figure 1

**The pedigree of the Finnish Lapphunds affected with Pompe disease.**

Four puppies suffered similar symptoms and two of them (arrows) were available for genetic studies. All five mutation carriers that were identified by screening of 95 healthy Finnish Lapphunds could be traced back to the same pedigree. The *GAA* c.2237G>A genotypes of the studied dogs are shown below the gender symbol.



# Svensk Lapphund

Visa: 3 led ▾ Visa titlar: nej ▾ Inavelsgrad: 26,0 %

|                                              |                                                                                     |                                    |                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| <u>S19692/68</u><br>Rillo Av Tornö           |    | <u>S35120/66</u><br>Tjerp Av Tornö | <u>S06093/63</u><br>Veikko Av Tornö |
|                                              |                                                                                     | <u>S23633/65</u><br>Sita Av Tornö  | <u>S19438/64</u><br>Jierva Av Tornö |
|                                              |                                                                                     |                                    | <u>S09637/64</u><br>Tjabbe Av Tornö |
|                                              |                                                                                     |                                    | <u>S02307/61</u><br>Svaipa Av Tornö |
|                                              |                                                                                     |                                    |                                     |
| <u>S48345/74</u><br>Snöstjärnans Kaisa-Vaisa |  | <u>S19692/68</u><br>Rillo Av Tornö | <u>S35120/66</u><br>Tjerp Av Tornö  |
|                                              |                                                                                     | <u>S34548/65</u><br>Elli           | <u>S23633/65</u><br>Sita Av Tornö   |
|                                              |                                                                                     |                                    | <u>S11352/63</u><br>Jani            |
|                                              |                                                                                     |                                    | <u>S16712/64</u><br>Tony            |

# Lapsk Vallhund

## Sukutaulu

Sukupolvien lukumäärä **4** | [5](#) | [6](#) | [7](#) | [8](#)

Sukusiitosprosentti: 26,56% (Laskettu 4:n sukupolven mukaan)

| 1. sukupolvi                                                                         | 2. sukupolvi                                                                              | 3. sukupolvi                                                                              | 4. sukupolvi                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SF04186H/80<br><a href="#">FIN MVA TOISKAN HURTTA</a><br><br>FIN MVA<br>12 pentuetta | SF14036T/77<br><a href="#">FIN MVA TURRE</a><br><br>FIN MVA<br>16 pentuetta               | Y002568<br><a href="#">MENES-LAPPI</a><br><br>30 pentuetta                                | PUUT027<br><a href="#">REX</a><br><br>PUUT028<br><a href="#">MUSTI</a>                                                |
|                                                                                      |                                                                                           | U200203<br><a href="#">PIRKKA</a><br><br>3 pentuetta                                      | U200204<br><a href="#">NALLE</a><br><br>U200205<br><a href="#">PIIKA</a>                                              |
|                                                                                      | SF09832E/76<br><a href="#">FIN MVA TOISKAN HILLA</a><br><br>FIN MVA<br>7 pentuetta        | Y000375<br><a href="#">HALLI</a><br><br>6 pentuetta                                       |                                                                                                                       |
|                                                                                      |                                                                                           | SF10003H/73<br><a href="#">FIN MVA VON SENNEHÜTTE BELLA</a><br><br>FIN MVA<br>3 pentuetta | Y007767<br><a href="#">JOIKU-JOONAS VON SENNEHUTTE</a><br><br>Y006367<br><a href="#">GEISHA MIMOSA VON SENNEHUTTE</a> |
| SF09832E/76<br><a href="#">FIN MVA TOISKAN HILLA</a><br><br>FIN MVA<br>7 pentuetta   | Y000375<br><a href="#">HALLI</a><br><br>6 pentuetta                                       |                                                                                           |                                                                                                                       |
|                                                                                      |                                                                                           |                                                                                           |                                                                                                                       |
|                                                                                      | SF10003H/73<br><a href="#">FIN MVA VON SENNEHÜTTE BELLA</a><br><br>FIN MVA<br>3 pentuetta | Y007767<br><a href="#">JOIKU-JOONAS VON SENNEHUTTE</a><br><br>2 pentuetta                 | Y002568<br><a href="#">MENES-LAPPI</a><br><br>Y006367<br><a href="#">GEISHA MIMOSA VON SENNEHUTTE</a>                 |
|                                                                                      |                                                                                           | Y006367<br><a href="#">GEISHA MIMOSA VON SENNEHUTTE</a><br><br>5 pentuetta                | U128902<br><a href="#">MUSTI</a><br><br>Y000366<br><a href="#">POROMIEHEN SARRE</a>                                   |

# Finsk Lapphund

## Sukutaulu

Sukupolvien lukumäärä 4 | 5 | 6 | 7 | 8

Sukusiitosprosentti: 20,31% (Laskettu 4:n sukupolven mukaan)  
20,31% (Laskettu 5:n sukupolven mukaan)

| 1. sukupolvi                                                                  | 2. sukupolvi                                                                 | 3. sukupolvi                                                                             | 4. sukupolvi                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SF01344F/82<br><a href="#">LECIBSIN KOSMA</a><br>1<br>33 pentuetta            | SF11024P/82<br><a href="#">POHJ MVA LECIBSIN NIKOLEJ</a><br>1<br>1 pentuetta | X008679<br><a href="#">LECIBSIN MORGAN MARAS</a><br>1 pentuetta                          | SF22374S/77<br><a href="#">C.I.B. POHJ MVA LECIBSIN TORSTI</a><br>X009778<br><a href="#">TOISKAN REIJA</a> |
|                                                                               | SF18532V/82<br><a href="#">LECIBSIN HELGA</a><br>6 pentuetta                 | SF06582/86<br><a href="#">POROMIEHEN TÄPLÄ</a><br>7 pentuetta                            | SF142626/82<br><a href="#">KALIKKAKAULA</a><br>X006177<br><a href="#">POROMIEHEN KIELA</a>                 |
| SF038781/83<br><a href="#">POROMIEHEN HILLAN KUKKA</a><br>SERT<br>5 pentuetta | SF142626/82<br><a href="#">KALIKKAKAULA</a><br>32 pentuetta                  | SF22374S/77<br><a href="#">C.I.B. POHJ MVA LECIBSIN TORSTI</a><br>C.I.B.<br>62 pentuetta | SF05375M/76<br><a href="#">ÄIJÄNSUON KÄTKÄRÄTKÄ</a><br>SF16008M/76<br><a href="#">ÄIJÄNSUON TULLU</a>      |
|                                                                               |                                                                              | SF038781/83<br><a href="#">POROMIEHEN HILLAN KUKKA</a><br>SERT<br>5 pentuetta            | SF142626/82<br><a href="#">KALIKKAKAULA</a><br>X006878<br><a href="#">POROMIEHEN ANAR</a>                  |
|                                                                               |                                                                              |                                                                                          |                                                                                                            |
|                                                                               |                                                                              |                                                                                          |                                                                                                            |
|                                                                               |                                                                              | SF142626/82<br><a href="#">KALIKKAKAULA</a><br>32 pentuetta                              |                                                                                                            |
|                                                                               | X006878<br><a href="#">POROMIEHEN ANAR</a><br>3 pentuetta                    | X000877<br><a href="#">POROMIEHEN ZUKU</a><br>1 pentuetta                                | X001275<br><a href="#">CURKE</a><br>SF18303A/78<br><a href="#">RIUKU</a>                                   |

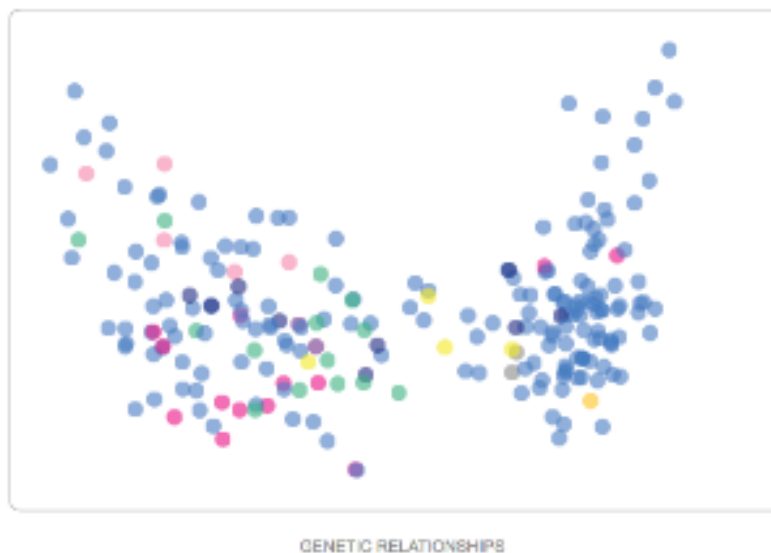
# Genetiske undersøkelser

## Finnish Lapphund

### SELECT A VIEW

#### Finnish Lapphund

- Color by country
- Move the cursor over the text to highlight dogs in the graph:
- Finland
- Norway
- Russia
- United Kingdom
- United States
- Sweden
- Australia
- Germany
- Other



### SELECT A VIEW

#### Finnish Lapphund

(> 100 tested dogs)

Median: 38.7%

#### Nordic Watchdogs and Herders

Median: 36.9%

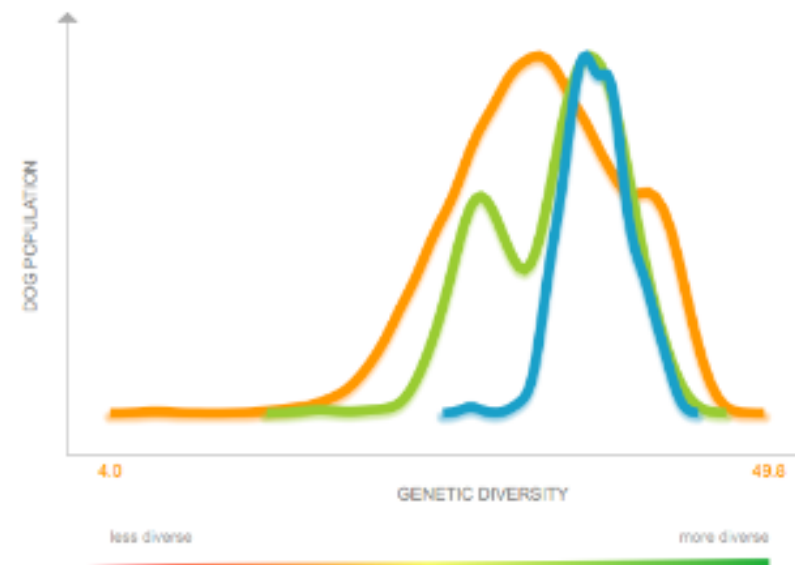
Finnish Lapphund  
Icelandic Sheepdog  
Lapponian Herder  
Norwegian Buhund  
Swedish Vallhund

#### Finnish National Breeds

Median: 35.4%

#### All dogs

Median: 34.8%



Lapsk Vallhund: 38,1



# Genvariasjonsprosjekt på svensk lapphund

- ▶ Utført av Frone Lingaas i samarbeid med SRSL og SLK
- ▶ 50 svenske lapphunder testet; 10 fra Norge og 50 fra Sverige
- ▶ 17 forskjellige genetiske markører
- ▶ Resultat: Svensk lapphund viser seg å være på samme nivå som mange andre raser som er testet på denne måten.
- ▶ Gjennomsnittelig variasjon på hver markør 4,9, med en variasjon fra 2 til 9
- ▶ Gjennomsnittlig heterosygoti 61%, med en variasjon fra 39% til 83%
- ▶ Kun 1 hund under 40%
- ▶ 24 hunder mellom 40% og 60%
- ▶ 25 hunder over 60%

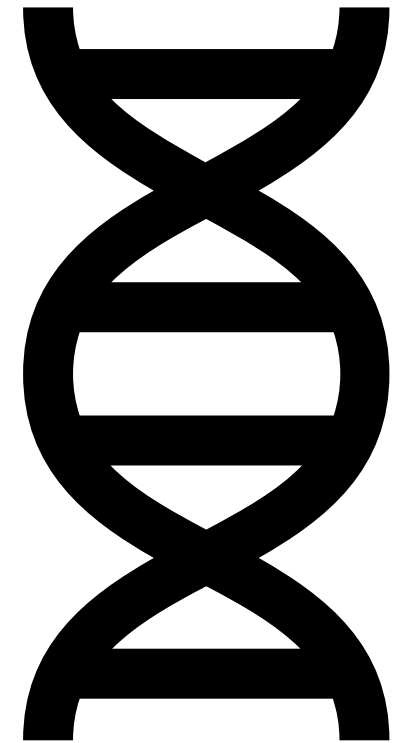
# Hvilke muligheter har vi?

## Begrense hastigheten vi mister genetisk variasjon i en lukket populasjon:

- ▶ Begrense tap av genetisk variasjon ved å bruke flest mulig forskjellige avlsdyr
- ▶ Holde den generelle innavlsgraden lav

## Øke den genetiske variasjonen i rasen ved å ta inn dyr utenfra den lukkede populasjonen

- ▶ Innmønstring
- ▶ Kryssningsavl med andre raser



# Avl på individnivå VS Avl på populasjonsnivå

## Individ

- ▶ Hvis vi kun avler på A-hofte får vi bedre hofte
- ▶ Hvis vi kun bruker hunder som er DNA-testet fri så blir vi kvitt sykdommen
- ▶ Det er bedre å ta en gentest for mye enn en for lite, så er sikker på å ikke lage syke valper
- ▶ Det er kun de beste som bør brukes videre, man bør kun avle på utstillingschampion
- ▶ Vi har brukshunder, kun hunder som har bevist at de kan jakte eller gjete bør brukes

## Populasjon

- ▶ Å utelukke hunder med C-hofte betyr at vi mister 20% -30% av potensielle friske avlshunder
- ▶ Å utelukke alle bærere kan bety at vi mister mellom 5% og 50% av potensielt friske avlshunder
- ▶ Er man sikker på at sykdommen man gentester for faktisk gir kliniske symptomer?
- ▶ Bidrar for mange helse-, bruks- utstillingskrav til at færre friske hunder stilles til disposisjon for avl?

# Hva bør vektlegges når man utarbeider avlsregler?

- Avlsreglene bør ikke begrense den genetiske variasjonen for mye, man bør ikke ha for strenge krav
- Man bør være sikker på at et screeningprogram fører til avlsmessig fremgang før man gjør det til et krav
- Det bør være rom i raseklubben for at oppdrettere vil prioritere forskjellig



