

## Odhad plemenné hodnoty

doc. Ing. Tomáš Urban, Ph.D.  
*urban@mendelu.cz*



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

Genetická variabilita > jedinci s různými genotypy  
> různí jedinci mají různou genetickou hodnotu

Pro šlechtitele je důležitá plemenná hodnota >  
ovlivněna např. interakcemi mezi alelami v  
lokusu, ...

Gamety = 1 alela >>> PH závisí na efektech  
individuální alely, ne na efektech alelického páru  
na lokusu



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

**Plemenná hodnota** – hodnota genů zvířete,  
které jsou předány jeho potomkům

(součet efektů všech jeho genů pro danou  
vlastnost)

**Plemenná hodnota** – pravděpodobnost, že  
potomstvo bude vykazovat dobré genetické  
založení



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

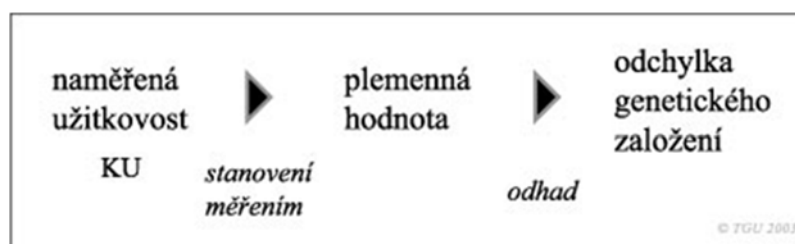
Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## Plemenná hodnota a genetické založení

Kvantitativní charakter užitkových vlastností

Lze zjistit rozdíly mezi užitkovostmi způsobené různými genotypy.  
Tyto rozdíly jsou **odhadnutelné**

PH - odhad genetického založení jedince (jeho jedinečný  
genotyp) vyjádřené odchylkou v užitkové vlastnosti od průměru  
vrstevníků



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

# Odhad plemenné hodnoty (OPH)

- je proces *očistění* genetických vlivů působících na užítkovost od činitelů NEGENETICKÉ povahy a vše ostatní „odstranit“ z vlivu

Na základě závisle proměnné užítkovosti chci odhadnout genetické založení jedince  $\Rightarrow$  testace zvířat a jejich matematické vyhodnocení

Stanovit přímý účinek genotypu jedince na vlastní užítkovost a to genů s **aditivním** účinkem

OPH – odhad odchylky genetického založení.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

Genetické založení je „neodhadnutelné“, ale odhadnutelné jsou **rozdíly** v genetickém založení pomocí PH

přímé změření:  $h^2 = 1$ , nebo  $\infty$  potomků

**OPH** = odhad rozdílů genetického založení (nejde o absolutní užítkovost)

- jedná se o odchylku od průměru vrstevníků (referenční populace):

$$D = y_i - \mu$$

Kontrola užítkovosti a výkonná výpočetní technika  $\Rightarrow$  přesto získáváme jen *odhady*



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

# Jednoduché vyjádření OPH

$$\text{OPH} = b \cdot D$$

$$D = y_i - \mu$$

$$b = \frac{r^2}{a}$$

$r^2$  – **spolehlivost** odhadu PH (reliability  $\approx R$  – v katalogích) –  
determinační koeficient; umocněná korelace

$r$  – **přesnost** (odmocnina spolehlivosti), korelace mezi genotypem  
(skutečnou PH) a fenotypem (OPH); spolehlivost je větší než  
přesnost

$a$  – **aditivní příbuznost** ke zdroji informací

$$b_{(a,y)} = \frac{\sigma_{a,y}}{\sigma_y^2} = \frac{\text{COV}_{a,y}}{\text{var}_y} = \frac{\text{COV}_{(a,a+e)}}{\text{var}_y} = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_y^2} = h^2$$

Regrese PH na  
fenotypovou hodnotu  
jedince



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## Prostředové efekty

### Náhodné prostředové efekty (nesystematické)

Nejistitelná proměnlivost

U každého jedince v různém směru (+ -) a velikosti

Působí krátkodobě a na jedince (nelze kvantifikovat)

Nelze fenotypovou hodnotu od těchto efektů očistit

### Systematické efekty pevné

Působí na celou skupinu jedinců a dlouhodobě

Většinou jsou prostředové

Můžeme je eliminovat

uspořádáním podmínek (standardizace)

Matematicky – efekty v modelech

u BLUP se rozlišují **pevné a náhodné systematické efekty**

**Vnější** (oblast, podnik, stáj, rok, období, výživa, ošetřovatelé, ...)

**Vnitřní** (věk jedinců, věk matky, pohlaví, četnost vrhu, pořadí vrhu, pořadí laktace, ...)

**Eliminace** – pomocí korekčních faktorů se očišťují data pro OPH či genetických  
parametrů ( $h^2$ ,  $r_{op}$ ,  $r_G$ ) – v metodě MNC

**Fenotypová hodnota:  $P = A + E^*$**

$E^*$  (D, I, náhodné prostředí)  $A$  (aditivní efekt)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

# Odhad PH

Př. Býk měl výrazně lepší (350 kg) hmotnost v 1 roce) než populační průměr (300 kg).

Jeho fenotyp jako odchylka je +50 kg.

Je však tato fenotypová odchylka způsobena jen genetickými rozdíly?

Býk by mohl být dobrý podle svých genů, ale také z důvodu, že se vyvíjel v lepších podmínkách.

Otázka zní, jaká část fenotypových odchylek je způsobena genetickými, tzn. plemennou hodnotou?



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

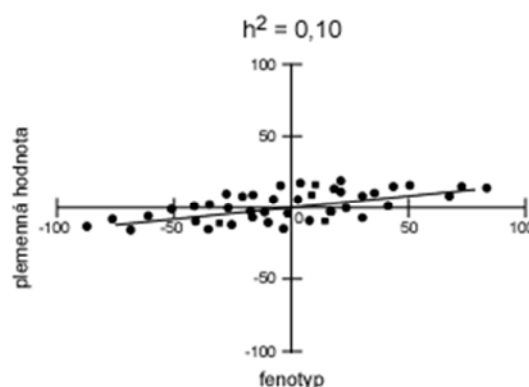
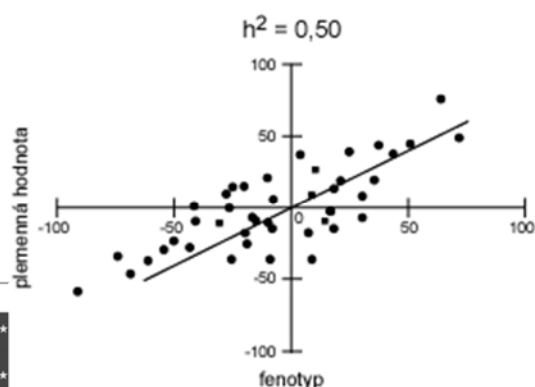
## OPH = heritabilita + fenotypová odchylka

**Větší část fenotypových rozdílů je připisována plemenné hodnotě, je-li heritabilita vyšší.**

Plemenná hodnota je odhadována regresí. Směrnice regresní přímky je heritabilita, která nám říká, jak velký rozdíl plemenné hodnoty lze očekávat za jednotku rozdílu fenotypu.

Při informaci o vlastní užitečnosti zvířete je váha informace  $b = h^2$

více informací - zvýšení přesnosti OPH, tj. informace o korelovaných vlastnostech nebo o příbuzných jedincích, a lze vypočítat více vah mnohonásobným regresním modelem.



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

15/05/2012

ZDĚLÁVÁNÍ

solufinancována  
ciálním fondem

a státním rozpočtem České republiky

5

Vlastnosti OPH

**Přesnost OPH - r**

$$r_{a,y} = \frac{\sigma_{a,y}}{\sigma_a \sigma_y} = b_{a,y} \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_a} = h$$

Přesnost: kolik rozdílů mezi SPH jsme schopni vysvětlit na základě OPH

Při odhadu PH na základě fenotypu platí:  $r_{a,y} = r_{a,\hat{a}}$

$$r_{a,\hat{a}} = \frac{\text{COV}_{a,\hat{a}}}{\sigma_a \sigma_{\hat{a}}} = \frac{\text{COV}_{a,b(y-\mu)}}{\sigma_a \sigma_{b(y-\mu)}} = \frac{b \cdot \text{COV}_{a,y}}{\sigma_a \cdot b \cdot \sigma_y} = \frac{\text{COV}_{a,y}}{\sigma_a \sigma_y} = r_{a,y}$$

Přesnost: korelace mezi SPH a OPH

**Spolehlivost OPH – r<sup>2</sup>**

$$r^2$$

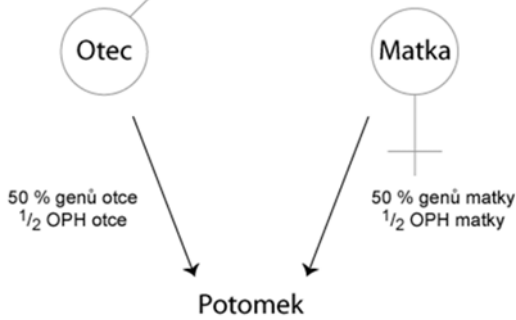
Zvíře s ↓ r <sup>2</sup> má ↑ D	- nízká spolehlivost ale JE LEPŠÍ	⇒ obě mají stejnou PH
Zvíře s ↑ r <sup>2</sup> má ↓ D		

**Porovnání OPH zvířat s různými skupinami vrstevníků**

$$\text{OPH} = b \cdot D$$

jedinec	Hmotnost v 1 roce	Průměr vrstevníků	Fenotypová odchylka	OPH
Karel	330	300	+30	+12
Rudolf	300	260	+40	+16

$$h^2 = 0,40$$



## Očekávaná PH potomstva - $PH_p$

$$PH_p = \frac{1}{2} (PH_O + PH_M)$$

$$PH \text{ rodičů} \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1 \text{ potomek}$$

$$\text{očekávaná hodnota potomka} = \frac{1}{2} OPH_{\text{otce}} + \frac{1}{2} OPH_{\text{matky}}$$

## Očekávaná užítkovost potomstva - $U_p$

Př.

$$U_p = U + PH_p$$

otec PH	+ 500	$\frac{1}{2}$
matka PH	+ 100	$\frac{1}{2}$
$PH_p$	<b>+ 300</b>	<b>1</b>

**Cíl:** růst genetické úrovně ve stádě; chceme, aby posun od  $U$  k  $U_p$  byl co nejvyšší - **maximální**.

průměrná užítkovost rodičů (stáda) **5000** kg mléka

? Průměrná užítkovost potomků ?

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## Spolehlivost selekce ( $\sim$ OPH)

$$\sigma_{OPH}^2 = r^2 \cdot \sigma_G^2$$

$$r^2 = \frac{\sigma_I^2}{\sigma_G^2} = \frac{\sigma_{OPH}^2}{\sigma_G^2} \approx \frac{\sigma_A^2}{\sigma_G^2}$$

## Spolehlivost potomstva ( $PH_p$ )

$$r^2 = \frac{1}{4} (r_O^2 + r_M^2)$$

Př.

	PH	$r^2$ (%)
otec	+ 500	80
matka	+ 100	20
$PH_p$	<b>+ 300</b>	<b>25 (100:4)</b>

Předpovídáme  $PH_p$  se  
spolehlivostí 25 %.

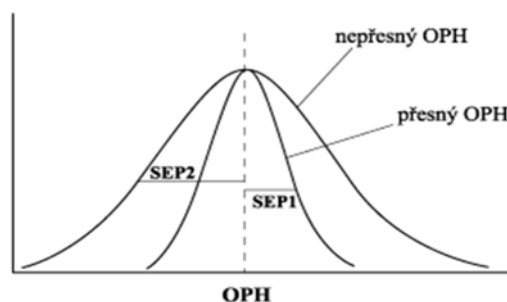
# Střední chyba variance a předpovědi OPH

Střední chyba variance předpovědi:  $PEV = \sigma_{OPH-SPH}^2 = \frac{1-r^2}{n} \sigma_A^2$

Střední chyba předpovědi PH:  $SEP = SE_{OPH} = \sqrt{PEV}$

*Předpověď chyby OPH bude větší, čím menší bude přesnost OPH*

Distribuce skutečné PH (SPH) danou odhadovanou PH (OPH)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

Existují 2 případy:

$r^2$  je nízká a PH je vysoká – extrém (obrovská odchylka od průměru vrstevníků)

$r^2$  je vysoká a PH je vysoká (když má být PH velká, pak musí být velká buď  $r^2$ , D nebo oboje)

**Stejná chyba je, když je:**

- malý počet zvířat ohodnocených přesně
- větší počet zvířat ohodnocených méně přesně

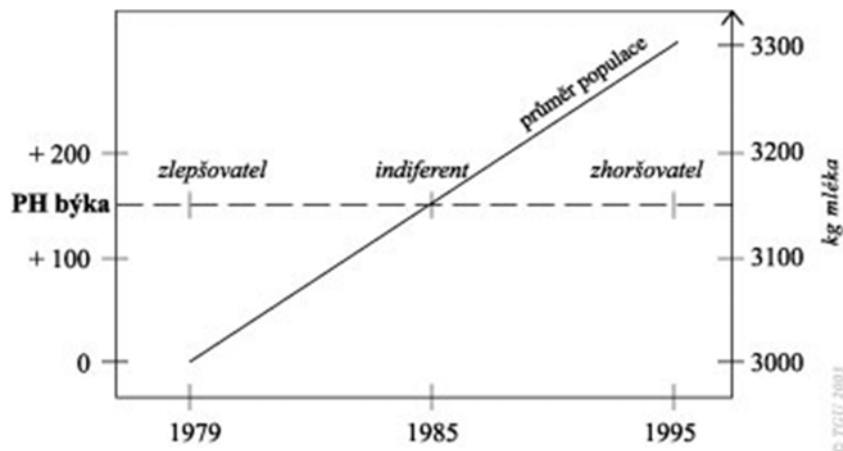


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky



PH zvířete je vyjádřena vzhledem k vrstevníkům  
v konkrétním čase a místě!



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## Genetický zisk na základě OPH

$$\sigma_{OPH}^2 = \sigma_A^2$$

Selekční diferenciál u rodičů:  $d = i \sigma_{OPH}^2$

Genetický zisk:  $\Delta G = \frac{1}{2} (d_{otce} + d_{matky})$  (popř.  $\Delta G = d$ )

Genetický zisk na základě vlastní užitkovosti

$$\Delta G = i \cdot h^2 \cdot \sigma_p$$

$$r_{IA} = h \quad \text{a} \quad h \cdot \sigma_p = \sigma_A \quad \text{pak} \quad \Delta G = i \cdot r_{IA} \cdot \sigma_A$$

$$\Delta G_{rok} = \frac{i_{otcu} \cdot r_{IA\ otcu} + i_{matek} \cdot r_{IA\ matek}}{L_{otcu} + L_{matek}} \cdot \sigma_A$$

Genetický zisk je  
přímo vázán na  
přesnost OPH.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

Př.

$$\sigma_A = 19 \quad i = 0,80$$

$$\Delta G = i \cdot r_{IA} \cdot \sigma_A$$

Selekce na	r	Očekávaný genetický zisk	Realizovaný genetický zisk
OPH – průměru rodičů	0,45	+6,8	+5
OPH – vlastní užitkovost	0,63	+9,5	+11
Skutečná PH	1	+15	+17



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## Historie vývoje metod OPH

### Selekční indexy pro OPH jedince

Vypočítaná hodnota > selekční kritérium (obsahovaly váhy pro různé informace); jedinci s nejvyšší hodnotou > pro plemenitbu

**Hazel a Lush (1942), rozvinul Henderson (1963) – metodu nejmenších čtverců**

Problém vychýlenosti pro nebalancovanost údajů pro systematické efekty prostředí

### OPH plemeníků na základě užitkovosti potomků

**Robertson a Rendel (1954)** – dcery plemeníka se porovnávaly se *současnými vrstevnicemi* (contemporary comparison)

**Henderson et al. (1954)** – dcera plemeníka se všemi stádovými vrstevnicemi po jiných plemeních (s průměrnou užitkovostí stáda v daném období)

Těžko splnitelné podmínky – neexistence interakcí mezi plemeníky a stádem, nezohlednění genetické úrovně skupin dojnic

### BLUP pro OPH

Lineární smíšené modely (korekce na fixní systematické efekty, pak odhad genetických parametrů a PH)

Spolehlivý odhad variance a kovariance; system. efekty – fixní a náhodné

**Henderson (1963, 1973)** – sire model, dam model

### BLUP – AM (komplexnější přístup) – individuální model (animal model)

**(Henderson 1988)**

**(Quaas a Pollak (1980))**

Hodnotí se každé zvíře samostatně a současně v závislosti na příbuzných jedincích

Každé zvíře má svou rovnici

Spojení rovnic pomocí matice aditivní genetické příbuznosti **A**



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

# Zpřesnění odhadu plemenné hodnoty

- opakování užitekosti
- počty jedinců
- počty vrstevnic
- zohlednění příbuzenských vztahů
- korelované vlastnosti
- korekce na vlivy prostředí (systematické)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

$$y_i = f(F_i, G_i, e_i)$$



$$y_i = F_i + G_i + e_i$$

## 1. Teoretický model (nemusí být vyhodnotitelný)

$$y = f(x)$$

## 2. Praktický model –lineárně kombinujeme efekty ovlivňující veličinu

$$y = a + b + \dots$$

## 3. Proveditelný model

$$y = SRO + J + \dots \text{další efekty}$$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

↓↓ přesnost stoupá	<b>LSM</b>	- metoda nejmenších čtverců (MNČ)
	<b>BLUP</b>	- nejlepší lineární nestranná předpověď (NLNP) (dokáže pracovat s náhodnými efekty, nemusí být na sobě nezávislé, ale mohou být i příbuzní jedinci)
	<b>AM</b>	- individuální model (IM) (zahrnuje každého jedince, využívá kompletně vzájemnou příbuznost zkoumaných zvířat)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## Nejlepší předpovědi

<b>BLUP</b>	<p>- <i>Best Linear Unbiased Prediction</i></p> <p>- nejlepší lineární nevychýlená předpověď <b>NLNP</b> (metoda nejmenších čtverců)</p> <p>- metoda odhadu nejmenších čtverců <u>náhodných nebo smíšených modelů</u></p>
smíšený model:	<p><b><math>y = Xb + Zu + e</math></b></p> <p><b>X, Z</b> – incidenční matice, udávající, které efekty jsou obsaženy v pozorování</p> <p><b>b</b> – vektor obsahující všechny fixní efekty (fixní genetické rozdíly a systematické vlivy prostředí)</p> <p><b>u</b> – vektor všech náhodných efektů (stádo, rok, sezóna); obsahuje také OPH</p> <p><b>e</b> – náhodné nesystematické zbytkové efekty</p>



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

# Odhad PH - BLUP AM

BLUP - AM se provádí pomocí distribuční funkce  $f(T/y)$

$T$  – hledané veličiny (vektor)

$y$  – naměřené užitkovosti (vektor)

parciální derivací fce  $\Rightarrow$  hledáme průběh a extrém funkce  $\Rightarrow$  pomocí **soustavy normálních rovnic**  $\Rightarrow$  (maticová soustava)  
– **Mixed Model Equation (MME)**

$$(W'R^{-1}W + H^{-1})T = W'R^{-1}y$$

$W$  – matice plánu experimentu, incidenční, designová (odhad PH) – rozepisuje se na matice  $X$  a  $Z$ !

$R$  – kovarianční matice reziduí (chyb v datech)

$H$  – kovarianční matice mezi hledanými veličinami

$T$  – hledaná veličina

- modelová rovnice (maticový zápis):

**smíšený lineární model**  $y_{ijk} = b_i + u_j + e_{ijk}$   
užitkovost = součet faktorů, které ji ovlivňují

$$u \cong PH$$

$$y = Xb + Zu + e$$

- Aditivní plemenné hodnoty jsou náhodnými efekty se známou VCV maticí.
- U vektorů  $u$  a  $e$  se předpokládá  $N$  a  $E(u) = E(e) = 0$
- Vektor pozorování  $y$  má multivariátní normální rozdělení s průměrem  $Xb$  ( $E(y) = Xb$ ) a variancí  $V$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

**BLUE** a **BLUP** jsou nejlepší, protože minimalizují výběrovou varianci; lineární v tom smyslu, že jsou lineárními funkcemi pozorovaných fenotypů  $y$ ; nevychýlené ve smyslu, že  $E[BLUE(b)] = b$  a  $E[BLUP(u)] = u$ .

$$V = V(Zu + e) = ZGZ' + R$$

$G$  je variančně kovarianční matice vektoru náhodných efektů  $u \sim V(u)$

$R$  je variančně kovarianční matice reziduálních chyb  $\sim V(e)$

Nejsou-li otcové příbuzní pak je  $G = I \sigma_o^2$  ( $\sigma_o^2 = 1/4 \sigma_A^2$ )

Jsou-li otcové příbuzní pak  $G = A \sigma_o^2$  ( $\sim$  animal model)

BLUE pro pevné efekty  $b$ :

$$\hat{b} = (X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}y$$

BLUP pro náhodné efekty  $u$ :  
 $\sim$  OPH

$$\hat{u} = GZ'V^{-1}(y - X\hat{b})$$

(Henderson, 1963)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

- modelová rovnice (maticový zápis):

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Zu} + \mathbf{e}$$

(Henderson, 1950)

- soustava normálních rovnic

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X'R^{-1}X} & \mathbf{X'R^{-1}Z} \\ \mathbf{Z'R^{-1}X} & \mathbf{Z'R^{-1}Z+H^{-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{b} \\ \mathbf{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X'R^{-1}y} \\ \mathbf{Z'R^{-1}y} \end{bmatrix}$$

**LS**                                      **T**                                      **PS**

$$\mathbf{LS} \cdot \mathbf{T} = \mathbf{PS}$$

$$\mathbf{T} = \mathbf{LS}^{-1} \cdot \mathbf{PS}$$

- |                       |  |                         |
|-----------------------|--|-------------------------|
| <b>y</b>              | - vektor naměřených užitkovostí ( <i>n</i> )   | ( <i>n</i> × 1)         |
| <b>X</b>              | - incidenční matice udávající plán pokusu pevných efektů X   | ( <i>n</i> × <i>p</i> ) |
| <b>Z</b>              | - incidenční matice udávající plán pokusu náhodných efektů Z   | ( <i>n</i> × <i>q</i> ) |
| <b>b</b>              | - vektor odhadů pevných efektů (odhad úrovní <i>p</i> )  | ( <i>p</i> × 1)         |
| <b>u</b>              | - vektor odhadů náhodných efektů; u ~ PH (odhad úrovní <i>q</i> )  | ( <i>q</i> × 1)         |
| <b>e</b>              | - vektor nekontrolovatelných náhodných reziduálních efektů (vektor reziduálních odchylek, u kterých se předpokládá, že jsou nezávislé na náhodných genetických efektech) | ( <i>n</i> × 1)         |
| <b>H<sup>-1</sup></b> | - kovarianční matice inverzní  |                         |



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

- Když jsou rezidua nekorelována a mají stejnou, konstantní varianci pak:

$$\mathbf{R} = \mathbf{I}\sigma_e^2$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X'R^{-1}X} & \mathbf{X'R^{-1}Z} \\ \mathbf{Z'R^{-1}X} & \mathbf{Z'R^{-1}Z+H^{-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{b} \\ \mathbf{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X'R^{-1}y} \\ \mathbf{Z'R^{-1}y} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{R}^{-1} = \mathbf{I}/\sigma_e^2$$



**BLUP**

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X'X} & \mathbf{X'Z} \\ \mathbf{Z'X} & \mathbf{Z'Z + G^{-1}\sigma_e^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{u}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X'y} \\ \mathbf{Z'y} \end{bmatrix}$$

$$K = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_u^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_A^2} = \lambda = \alpha$$

**AM**

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X'X} & \mathbf{X'Z} \\ \mathbf{Z'X} & \mathbf{Z'Z + A^{-1}K} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{u}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X'y} \\ \mathbf{Z'y} \end{bmatrix}$$

$$K = \frac{1-h^2}{h^2} \quad K = \frac{4-h^2}{h^2}$$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

# Postup řešení BLUP AM

**stanovit modelovou rovnicí**

**ujasnit si teoretický model** (vezmu v úvahu všechny faktory, které by mohly podle mě působit na výslednou užitkovost)

**sestavit praktický model - proveditelný** (tj. vyloučíme z vlivů ty, které nejsme schopni evidovat; SRO – snaha aby období bylo co nejkratší, protože krmení se může změnit během 14 dnů)

**sestavit soustavu normálních rovnic, které se řeší:**

metoda nejmenších čtverců MNC (*LSM*) – nejméně vhodná, protože řeší jen pevné efekty ( $X'X$  a  $b$ )

body 2. a 3. závisí na konkrétním případě (každá země počítá AM trochu jinak – různé podmínky)

lepší je metoda *BLUP* (NLNP)

nejlepší je AM (IM)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

Př. **BLUP AM:** 
$$y_{ijkl} = \mu + S_i + L_j + g_k + e_{ijkl}$$
  
$$y = Xb + Zu + e$$

$y_{ijkl}$  [ $\sim y$ ] - naměřená užitkovost  
 $\mu$  [ $\sim X$ ] - populační průměr  
 $S_i, L_j$  [ $\sim b$ ] - stádo a laktace- působení chovatele na zvířata, na jejich užitkovost  
 $g_k$  [ $\sim u$ ] - efekt jedince (genetický) – ten chceme určit - **PH!**  
 $e_{ijkl}$  [ $\sim e$ ] - reziduum

jedince	stádo	laktace	užitkovost
1	1	1	4500
2*	1	1	5000
3	1	2	6500
4	2	2	8000
5*	2	1	7000

1. stádo: 5472 kg 2. stádo: 7352 kg

1. laktace: - 574,4 kg 2. laktace: + 861,6 kg

PH jedinců (krav):

1. - 88 kg

2. 47 kg

3. 53 kg

4. - 53 kg

5. 62 kg

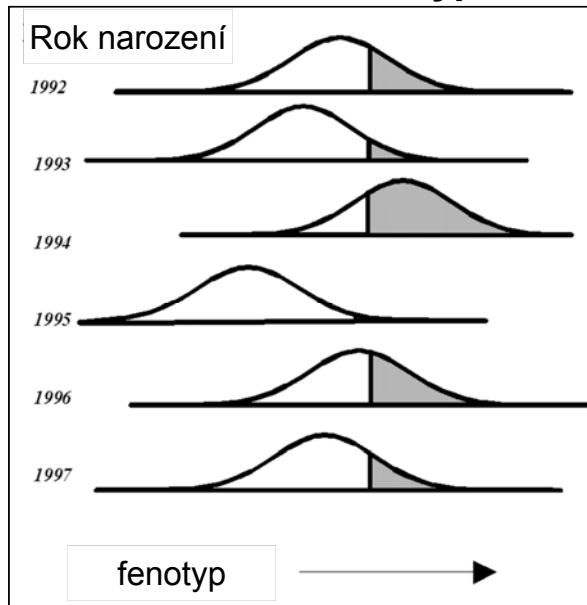
PH otce: 44 kg mléka

pořadí	kráva	OPH	užitkovost
1	5	+62	7000
2	3	+53	6500
3	2	+47	5000
4	4	-53	8000
5	1	-88	4500

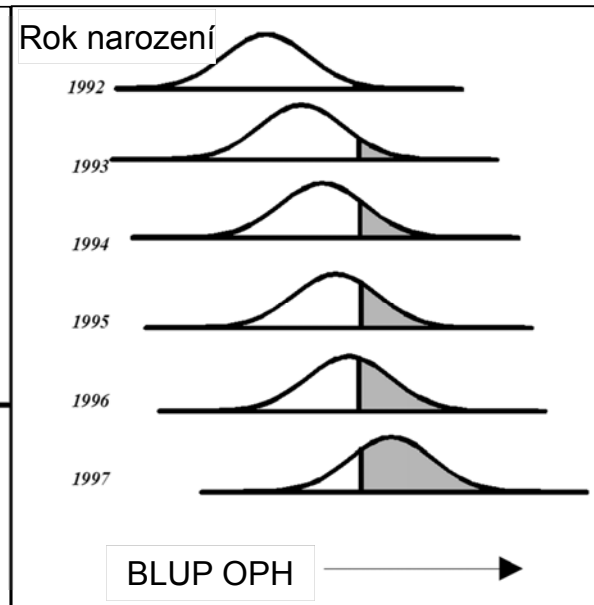
pořadí 5 → 3 → 2 → 4 → 1

# System genetického hodnocení pomáhá při navrhování šlechtitelských programů

## Selekce na fenotyp



## Selekce na OPH

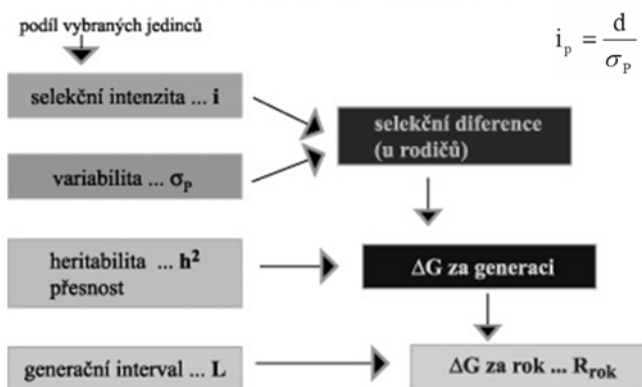


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

# Principy genetického zlepšení pomocí selekce

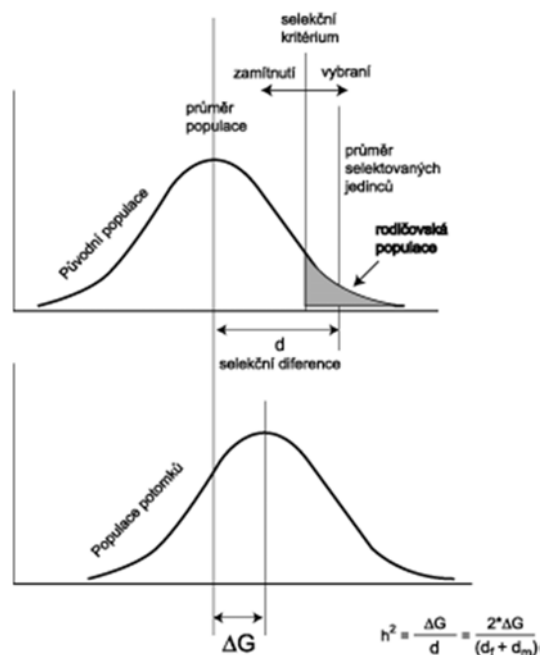
Genetická nadřazenost vybraných rodičů



$$\Delta G = i_p r_a \sigma_A$$

$$\Delta G_{rok} = \frac{i_p r_a \sigma_A}{L}$$

$$\Delta G_{rok} = \frac{i_m + i_f}{L_m + L_f} h^2 \sigma_p$$



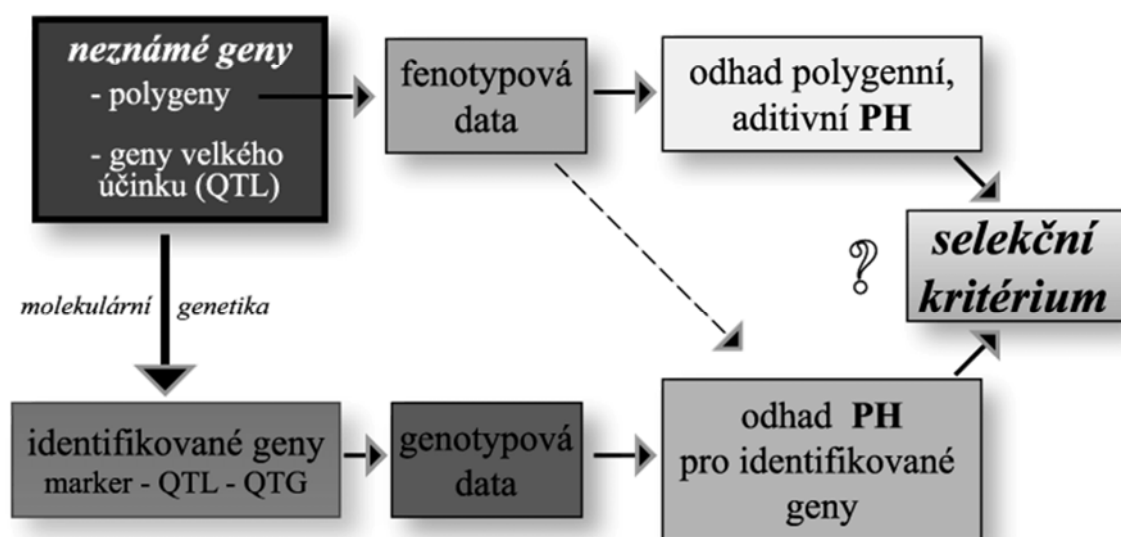
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky



# Kvantitativně molekulární přístup – genomická selekce

Vliv molekulární genetiky na dostupnost informací pro šlechtění



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## Plemenářský zákon

**Zákon č. 154/2000 Sb., o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů (plemenářský zákon)**

**Novelizace 282/2003 Sb. (+ vyhláška 136/2004 Označování zvířat a jejich evidence) > 344/2006 Sb. (+ vyhláška 448/2006)**

[http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe\\_uplna-zneni\\_zakon-2000-154-viceoblasti.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2000-154-viceoblasti.html)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## § 4 Šlechtitelská činnost a šlechtitelská opatření

Šlechtitelská činnost a šlechtitelská opatření spočívají

- a) ve stanovení šlechtitelských programů pro dosažení chovných cílů,
- b) **ve zjišťování a evidování původu**, vlastností a znaků vyjmenovaných hospodářských zvířat,
- c) v provádění kontroly užitkovosti, výkonnostních zkoušek, výkonnostních testů, kontroly dědičnosti, posuzování vlastností, znaků a zdraví vyjmenovaných hospodářských zvířat,
- d) **ve kvalifikovaném odhadu plemenné hodnoty** vyjmenovaných hospodářských zvířat,
- e) ve vedení plemenných knih nebo plemenářských evidencí,
- f) v **ověřování a osvědčování původu nebo stanovování genetického typu plemenných zvířat**,
- g) v hodnocení vyjmenovaných hospodářských zvířat a jejich cílevědomé selekci a připarování v souladu se šlechtitelskými programy a cíli,
- h) v ochraně dědičných vlastností a znaků určité populace (genofondu) a udržování genetických zdrojů,
- i) ve vystavování dokladů o původu, výkonnosti a hodnotě plemenných zvířat,
- j) ve zveřejňování dosažených plemenných hodnot zvířat, výsledků šlechtění a plemenářské činnosti.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky

## § 8 Hodnocení a kvalifikovaný odhad plemenných hodnot plemenných zvířat

- (1) Hodnocení plemenných zvířat se provádí na základě údajů zjištěných podle § 7.
- (2) Hodnocení plemenných zvířat zajišťují a o výsledku hodnocení vydávají doklady
  - a) uznaná chovatelská sdružení
    1. u plemenů při jejich výběru pro plemenitbu a u plemenic pro stanovení plemenné hodnoty,
    2. u koní při výkonnostních zkouškách podle šlechtitelských programů jednotlivých plemen koní,
  - b) osoby oprávněné k testování a posuzování u koní při výkonnostních testech podle šlechtitelských programů jednotlivých plemen koní,
  - c) chovatelské podniky prasat
    1. u plemenů při jejich výběru pro plemenitbu a u plemenic pro stanovení plemenné hodnoty ve vlastních nebo smluvních chovech,
    2. při uznávání chovů, které rozmnožují a využívají jimi šlechtěné a rozmnožované populace,
  - d) pověřená osoba při výběru plemenů málopočetných nebo dovezených plemen, pro která není v České republice vedena plemenná kniha.
- (3) **Kvalifikovaný odhad plemenných hodnot plemenných zvířat se provádí na základě údajů zjištěných podle § 7 a na základě výsledků hodnocení plemenných zvířat podle odstavce 2.**
- (4) Kvalifikovaný odhad plemenných hodnot plemenných zvířat a jejich zveřejňování musí být v souladu s předpisy Evropských společenství<sup>(1),(2)</sup> nebo v souladu s mezinárodně uznávanými postupy, pokud pro kvalifikovaný odhad plemenných hodnot a jejich zveřejňování předpisy Evropských společenství neexistují. Kvalifikovaný odhad plemenných hodnot získaných na základě výsledků tuzemského testování a posuzování, jejich zpracování a zveřejňování zajišťuje pověřená osoba a předává je příslušnému uznanému chovatelskému sdružení. **Způsob a postup kvalifikovaného odhadu plemenných hodnot a jeho zveřejňování musí být projednán a definován v součinnosti s příslušným uznaným chovatelským sdružením, odpovědným za chovatelský cíl a šlechtitelský program.**



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky