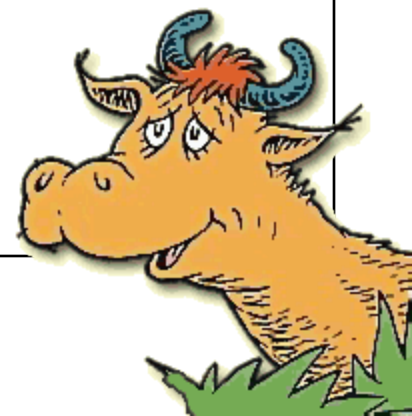


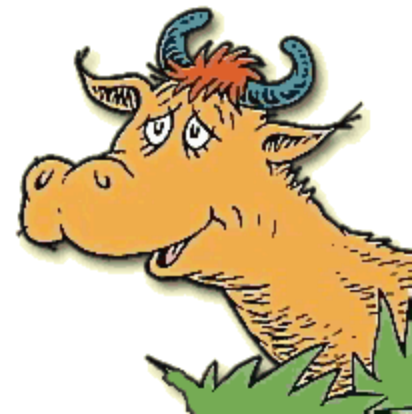
Optimalizace selekčních programů

Zdeňka Veselá



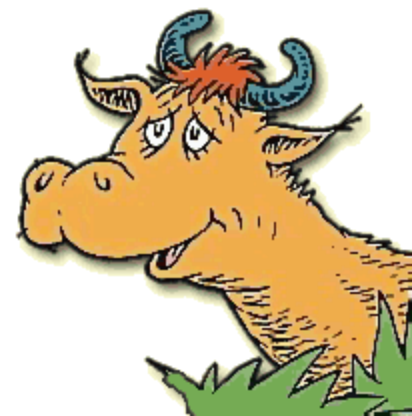
Selekční program

- ❑ Trvalé genetické zlepšování populace
- ❑ Optimalizace zahrnuje všechny činnosti spojené se selekcí a šlechtěním.
- ❑ Cílem je selekce směřující k vhodně zvoleným šlechtitelským cílům, které odpovídají budoucím požadavkům trhu.



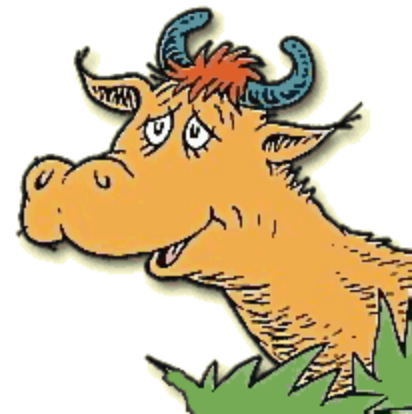
Selekční program

Optimalizace selekčního programu spočívá v nalezení takové organizace šlechtění, která s minimálními náklady zajišťuje maximální genetický zisk.



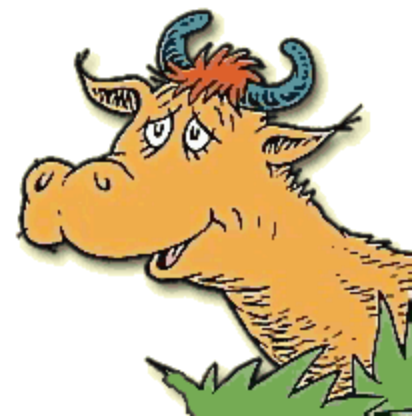
Selekční program

- ❑ Optimální organizace šlechtění bývá ověřována pomocí simulačních studií.
- ❑ Výhodou počítačové simulace oproti práci s biologickým materiálem je menší časová náročnost a finanční nákladnost.
- ❑ Každé nové opatření a každá změna ve šlechtění by tímto způsobem měly být předem ověřeny.



Selekční program

- ❑ Důležitá je optimální návaznost jednotlivých kroků a šlechtitelských opatření.
- ❑ Optimální organizace šlechtění je významná pro dosažení vysokého efektu.
- ❑ Jedná se především o:
 - optimální organizaci testace zvířat
 - rozsah testace
 - intenzitu selekce
 - způsob využívání vybraných jedinců



Šlechtitelský cíl

- Definování šlechtitelského cíle je prvním krokem metodického selekčního programu.
- Vyvinutí šlechtitelského cíle může být popsáno v několika krocích:
 1. Upřesnění šlechtitelského, produkčního a ekonomického systému.
 2. Určení zdrojů příjmů a výdajů v užitkových chovech.
 3. Vymezení a definování biologických znaků ovlivňujících příjmy a výdaje.
 4. Stanovení ekonomických hodnot pro každý znak

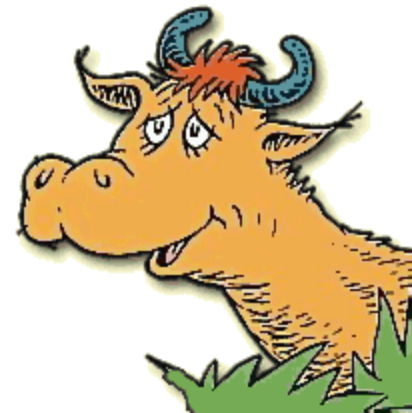


Šlechtitelský cíl

- Vážená suma vlastností:

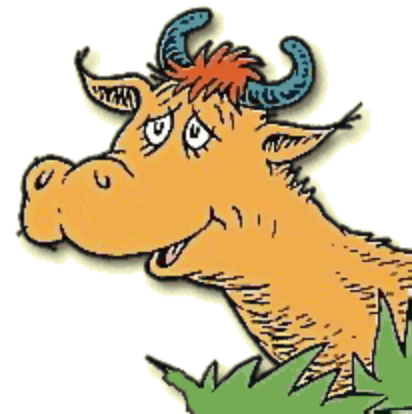
$$H = A_1 \cdot V_1 + A_2 \cdot V_2$$

Kde: A_1, A_2 – genetická hodnota pro vlastnost 1, resp. 2
 V_1, V_2 – ekonomická hodnota (relativní) pro
vlastnost 1, resp. 2



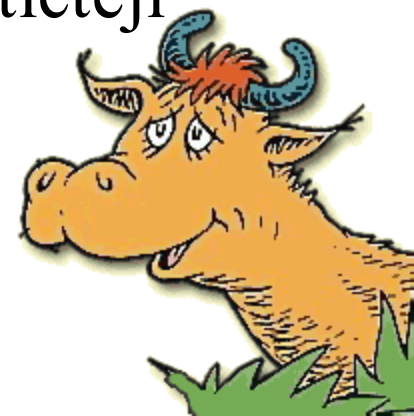
Ekonomické hodnoty

- Změna zisku při jednotkové změně konkrétní vlastnosti, pokud průměr všech ostatních vlastností zůstává konstantní.
 - Tato definice předpokládá lineární závislost mezi vlastnostmi a ziskem.
- V tomto případě lze ekonomické hodnoty získat pomocí ziskové funkce.



Ekonomické hodnoty

- Nevýhoda tohoto přístupu se projeví v případě, kdy mezi vlastnostmi a ziskem není lineární vztah.
- Kombinací ekonomických a biologických přístupů byl vyvinut bioekonomický model produkčního systému.
- Zatímco u ziskové funkce intuitivně usilujeme o jednoduchost, bioekonomický model realističtěji znázorňuje celou řadu zásadních ekonomických a biologických vztahů v produkčním systému.

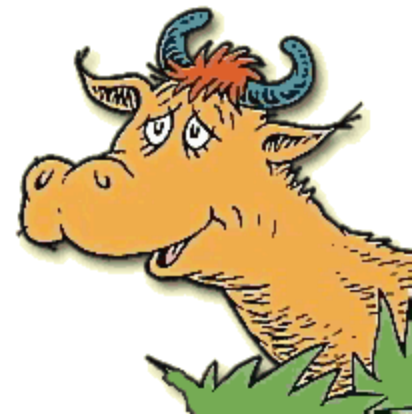


Ekonomické hodnoty (EH) na směrodatnou odchylku vlastnosti a relativně v porovnání k přírůstku do odstavu přímého efektu

Vlastnost	Jednotka	Ekonomická hodnota		Relativně k přírůstku do odstavu (%)	
		Přímý efekt	Maternální efekt	Přímý efekt	Maternální efekt
Průběh porodu	třída	-98.70	-62.80	-12.10	-7.70
Ztráty telat při porodu	%	-282.40	-282.40	-34.70	-34.70
Ztráty do odstavu		-89.00	-118.60	-10.90	-14.60
Zabřezávání jalovic		14.00	15.60	1.70	1.90
Zabřezávání krav		9.80	11.70	1.20	1.40
Dlouhověkost krav	rok	697.80		85.80	
Váha při narození	kg	29.90	22.00	3.70	2.70
Přírůstek do odstavu	10g/den	812.90	541.90	100.00	66.70
Přírůstek po odstavu		2123.30		261.20	
Váha krávy v dospělosti	kg	-29.80		-3.70	
Výtěžnost	%	441.50		54.30	
Zmasilost	0,01 třídy	-233.10		-28.70	
Protučnění		-13.40		-1.70	

Ekonomické hodnoty

- Hlavním faktorem, který ovlivňuje ekonomické hodnoty, jsou podmínky trhu (kvóty, státní dotace), vztah mezi cenou produktu a náklady a úroveň vlastností.
- Obecně platí, že ekonomické hodnoty vlastností, na které se vztahuje kvóta, jsou menší, než v situaci bez kvóty.



Mimotržní hodnoty

- V současné době již není cílem šlechtění hospodářských zvířat zvyšování produkce, ale zlepšování její efektivity.
 - Snižování nákladů na produkci
 - S tím související nezbytnost zahrnutí funkčních znaků do šlechtitelského cíle
- Výpočet ekonomických hodnot je obtížnější, protože mnoho těchto znaků je nesnadné definovat a zaznamenávat.

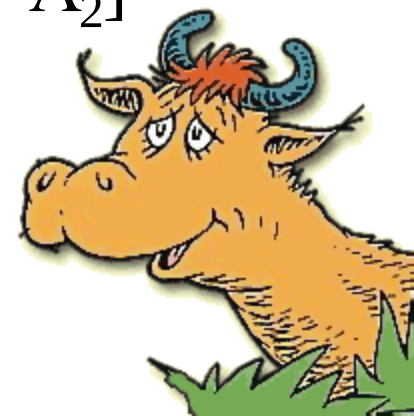


Ekonomické x mimotržní hodnoty

- Do šlechtitelských cílů zahrnuty:
 - produkční znaky
 - funkční znaky
 - zvyšující se zájem o welfare a etiku chovu
 - mimotržní hodnoty

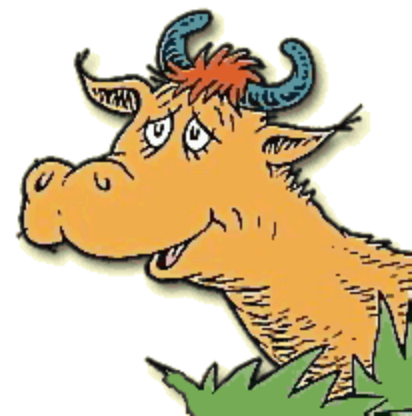
$$H = [NV_1 \cdot A_1 + V_1 \cdot A_1] + [NV_2 \cdot A_2 + V_2 \cdot A_2]$$

Mimotržní (etické, ekologické nebo sociální) hodnoty



Mimotržní hodnoty

- Například v Norsku je mastitidě v šlechtitelském cíli přisuzována vyšší hodnota, než by odpovídalo čistě ekonomickému hledisku.
- Důvodem je, že lze v budoucnu očekávat lepší cenu mléka produkovaného kravami s minimální potřebou léčiv.

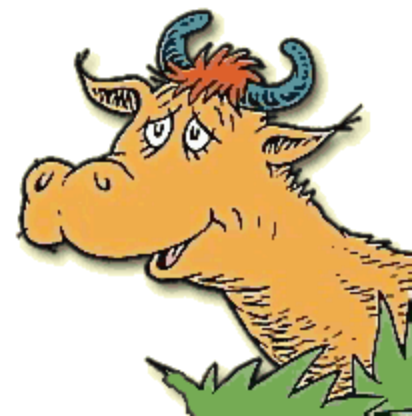


Selekční kritéria

- Druhým krokem sestavení selekčního programu je určení selekčních kritérií
- Informační vlastnosti
 - Mohou, ale nemusí být shodné s šlechtitelskými cíli
- Vlastnosti, které
 - lze snadno měřit s dostatečnou spolehlivostí
 - mají významný vztah k šlechtitelskému cíli

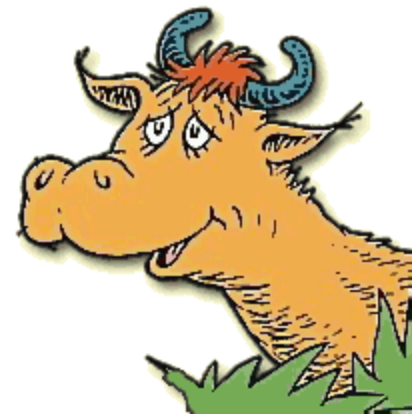
Selekční kritéria

- Vlastnosti, pro které jsou předpovíhány plemenné hodnoty.

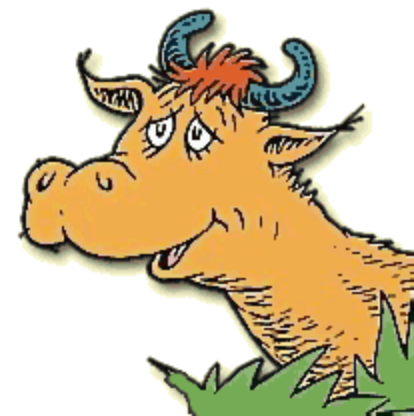
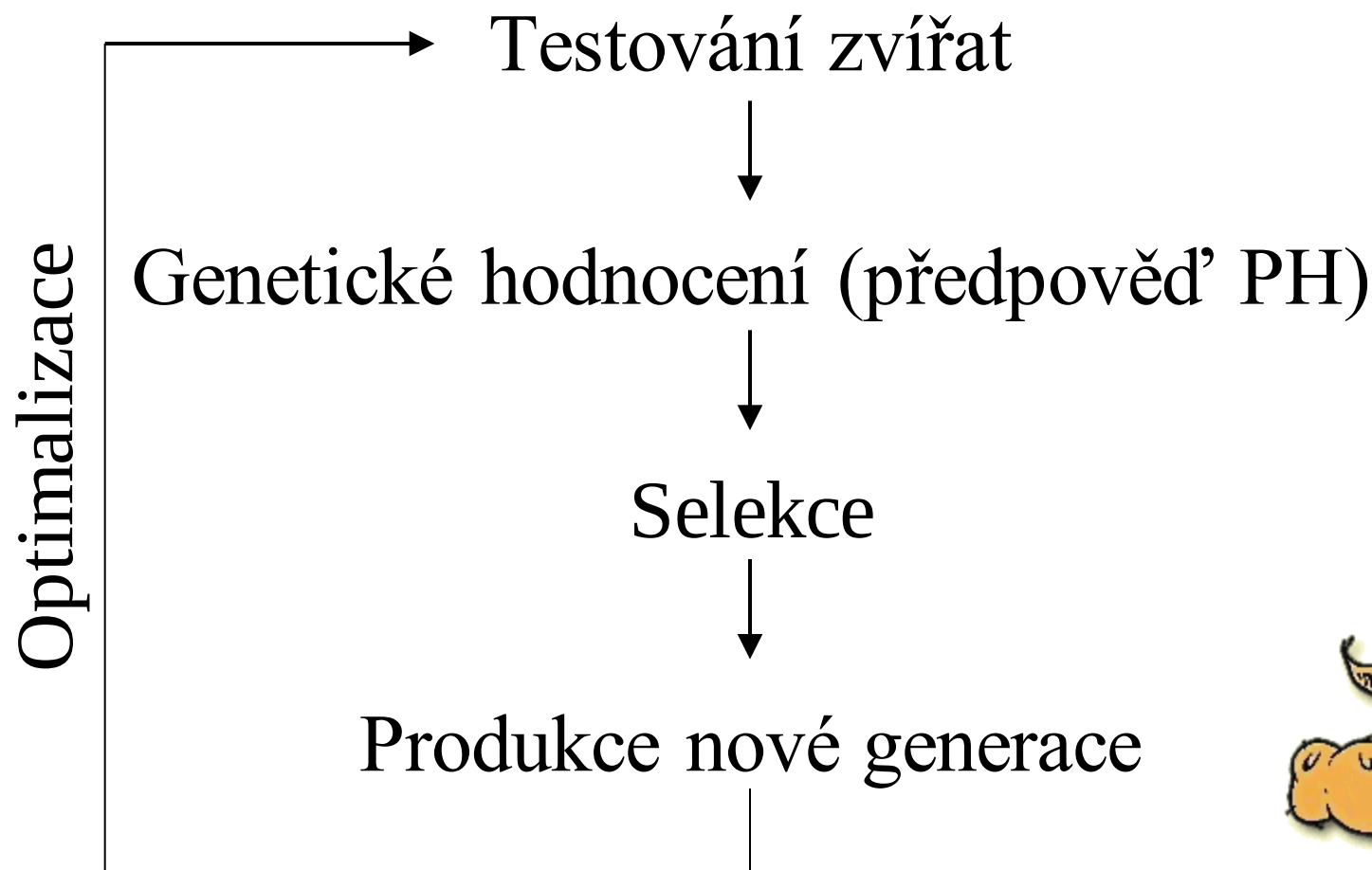


Selekční program

- ❑ Uzavřený cyklus několika kroků, který je po generacích neustále opakován.
- ❑ Pro dosažení maximálního genetického a ekonomického zisku by měl být průběžně optimalizován.

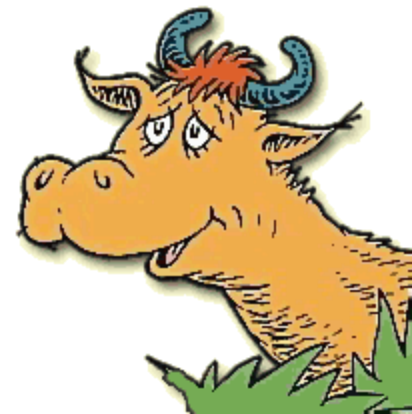


Základní schéma selekčního programu



Optimalizace selekčních programů

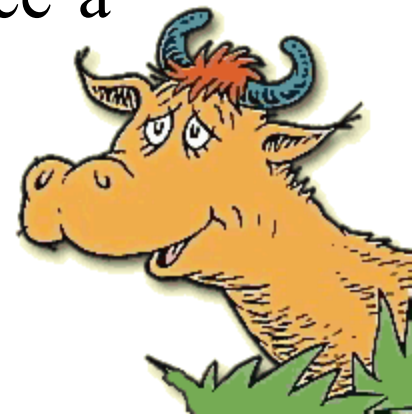
- Nalezení takové organizace šlechtění, která s minimálními náklady zajišťuje maximální zisk



Optimalizace selekčních programů

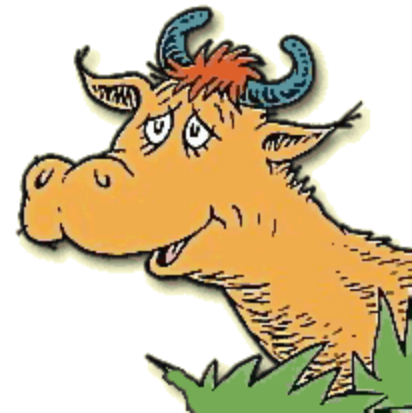
□ Základní zásady

1. Definice šlechtitelského cíle.
2. Popis alternativních selekčních programů.
3. Odhad potřebných ekonomických a biologických (včetně genetických) parametrů.
4. Odvození selekčních indexů.
5. Kvantitativní porovnání výsledků selekce a nákladů souvisejících s jednotlivými selekčními programy.



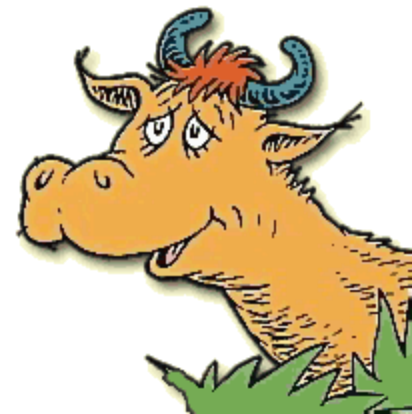
Optimalizace selekčních programů

- Optimalizace spočívá v simulaci různých selekčních programů a výběru nejefektivnější varianty.



Metody optimalizace selekčních programů

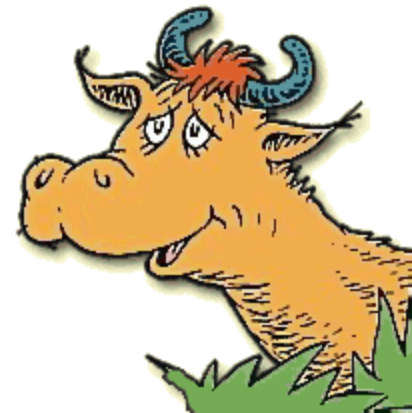
- Prováděny počítačovými simulacemi
 - Deterministická simulace
 - Stochastická simulace



Deterministická simulace

□ Metoda toku genů

- Sledujeme, jak se přenášejí geny jedinců selekčního kola na přímé potomky a jak se dále rozšiřují v celé populaci.
- Pomocí matice přenosu



Stochastická simulace

- Metoda Monte Carlo
 - generování nových generací pomocí náhodných čísel
- Proces je nutno mnohokrát opakovat

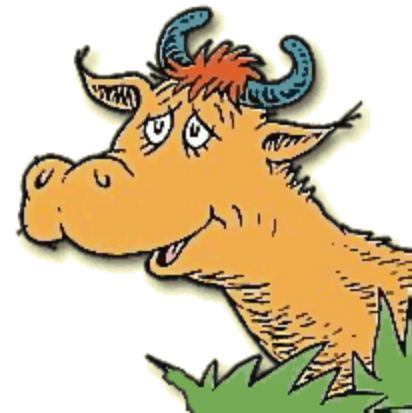
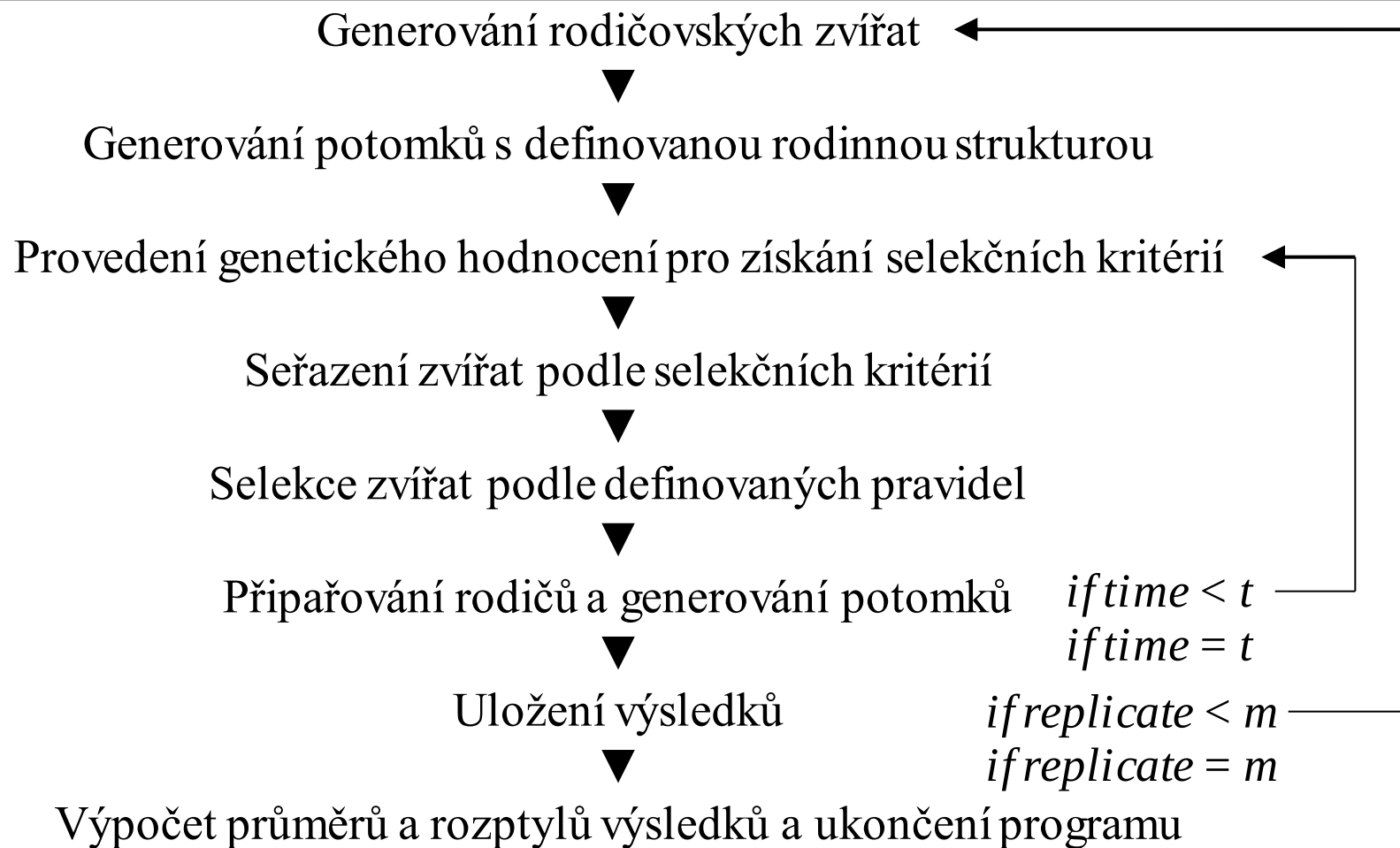


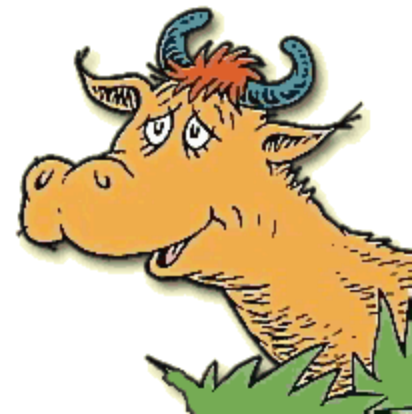
Schéma stochastická simulace



Stochastická x deterministická simulace

□ Stochastická simulace

- je časově náročnější
- umožňuje získat rozptyly výsledků
- umožňuje větší flexibilitu než deterministická simulace

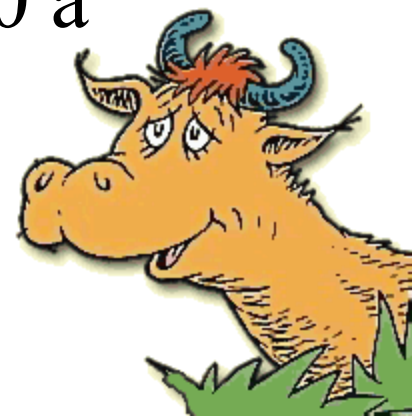


Náhodné generování vlastnosti

- Vygenerování vlastnosti s průměrem μ_1 a směrodatnou odchylkou σ_1 lze znázornit následující rovnicí:

$$x_{1i} = \mu_1 + a_{1i} \cdot \sigma_1$$

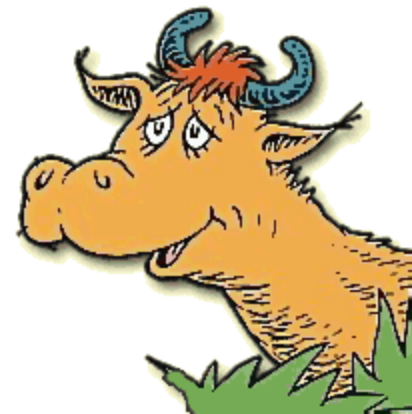
- Kde: a_{1i} – náhodné číslo s průměrem 0 a směrodatnou odchylkou 1



Stochastická simulace

- Generování náhodných čísel v programu SAS:
 $a = \text{rannor}(0)$

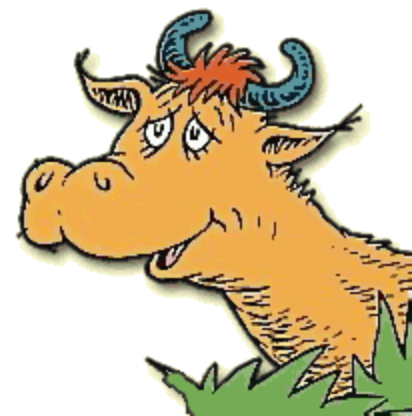
```
data a;  
  do i=1 to 10;  
     $a = \text{rannor}(0)$ ;  
    output;  
  end;  
run;
```



Stochastická simulace

□ PŘÍKLAD

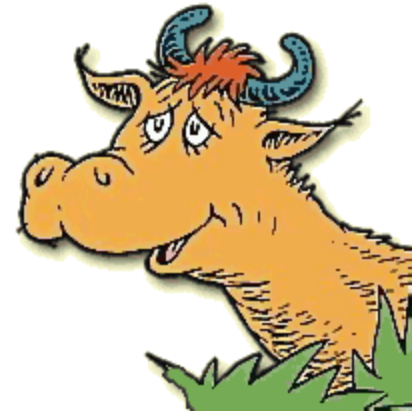
- Pomocí náhodných čísel vygenerujte populaci 10000 zvířat a jejich dvě užitkové vlastnosti. Pokud víte, že průměrná užitkovost první vlastnosti je 500 kg a směrodatná odchylka 20 kg. A průměrná užitkovost pro druhou vlastnost je 10% a směrodatná odchylka 3%. Tyto dvě vlastnosti nejsou navzájem korelované.



Stochastická simulace

□ PŘÍKLAD

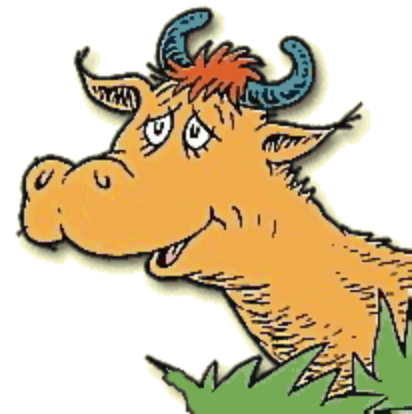
```
data a;  
    do i = 1 to 10000;  
        a1 = rannor(0);  
        a2 = rannor(0);  
        uz1 = 500 + a1*20;  
        uz2 = 10 + a2*3;  
        output;  
    end;  
run;
```



Stochastická simulace

□ PŘÍKLAD

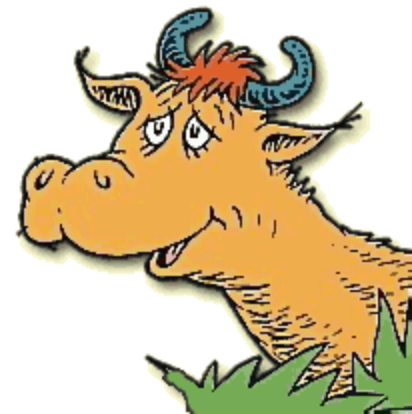
- Spočítejte průměry a směrodatné odchylky nově vygenerovaných užitkovostí.
- Spočítejte korelace mezi dvěma užitkovými vlastnostmi u vygenerovaných zvířat.



Stochastická simulace

□ PŘÍKLAD

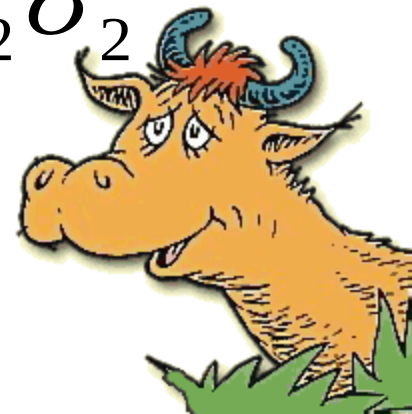
```
data a;  
    do i = 1 to 10000;  
        a1 = rannor(0);  
        a2 = rannor(0);  
        uz1 = 500 + a1*20;  
        uz2 = 10 + a2*3;  
        output;  
    end;  
run;  
  
proc means; var uz1 uz2; run;  
proc corr; var uz1 uz2; run;
```



Náhodné generování dvou korelovaných vlastností

- Pokud chceme vygenerovat další vlastnost x_2 s průměrem μ_2 a směrodatnou odchylkou σ_2 , která je s vlastností x_1 korelována o velikosti korelace r_{12} , musíme tuto korelaci při generování zahrnout:

$$x_{2i} = \mu_2 + a_{1i} r_{12} \sigma_2 + a_{2i} \sqrt{1 - r_{12}^2} \sigma_2$$



Stochastická simulace

□ PŘÍKLAD

- Pomocí náhodných čísel vygenerujte populaci 10000 zvířat a jejich dvě užitkové vlastnosti. Pokud víte, že průměrná užitkovost první vlastnosti je 500 kg a směrodatná odchylka 20 kg. A průměrná užitkovost pro druhou vlastnost je 10 kg a směrodatná odchylka 3 kg. Korelace mezi těmito vlastnostmi je 0,3.
- Spočítejte průměry a směrodatné odchylky nově vygenerovaných užitkovostí.
- Spočítejte korelace mezi dvěma užitkovými vlastnostmi u vygenerovaných zvířat.

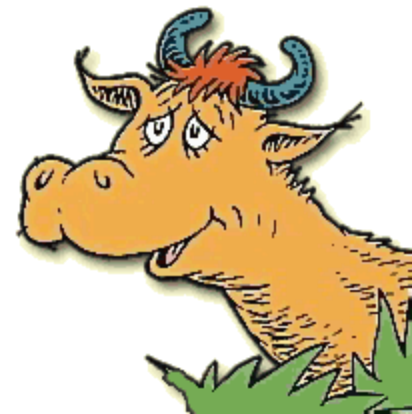
Stochastická simulace

□ PŘÍKLAD

```
data a;  
    do i = 1 to 10000;  
        a1 = rannor(0);  
        a2 = rannor(0);  
        uz1 = 500 + a1*20;  
        uz2 = 10 + a1*0.3*3 + a2*sqrt(1-0.3*0.3)*3;  
        output;  
    end;  
run;  
  
proc means; var uz1 uz2; run;  
proc corr; var uz1 uz2; run;
```

Náhodné generování více korelovaných vlastností

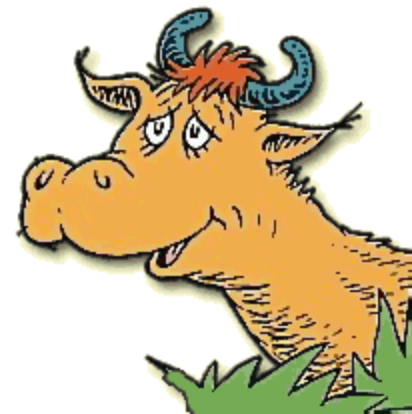
- $a_1 = \mu_1 + a_1 d_{1,1} \sigma_1$
- $a_2 = \mu_2 + (a_1 d_{1,2} + a_2 d_{2,2}) \sigma_2$
- $a_3 = \mu_3 + (a_1 d_{1,3} + a_2 d_{2,3} + a_3 d_{3,3}) \sigma_3$
- ...
- $a_n = \mu_n + (a_1 d_{1,n} + a_2 d_{2,n} + a_3 d_{3,n} + \dots + a_n d_{n,n}) \sigma_n$
- Kde: $d_{1,1} - d_{n,n}$ jsou prvky choleského trojúhelníku D pro korelační matici R



Choleského rozklad

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & \cdots & r_{1,21} \\ r_{2,2} & r_{2,2} & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{21,1} & r_{21,2} & \cdots & r_{21,21} \end{bmatrix} \longrightarrow \mathbf{D} = \begin{bmatrix} d_{1,1} & & & \\ d_{1,2} & d_{2,2} & & \\ \vdots & \vdots & \ddots & \\ d_{21,1} & d_{21,2} & \cdots & d_{21,21} \end{bmatrix}$$

- Kde $\mathbf{R} = \mathbf{D}\mathbf{D}^T$
- V programu SAS v rámci **proc iml**:
 $\mathbf{D} = \text{root}(\mathbf{R})$



Stochastická simulace

- Protože se jedná o generování pomocí náhodných čísel, je nutné proces mnohokrát opakovat (1000krát). Tento způsob je velmi náročný na výkon a čas počítačů, na druhé straně má však výhodu, že lze takto získat i proměnlivost a střední chyby jednotlivých předpovědí.
- Stochastické simulace je možno aplikovat na velké množství selekčních programů, snadno se přibližují biologické skutečnosti. Pokud je počet opakování dostatečně vysoký, stochastické simulace vedou k dobrému odhadu vlastností selekčního programu.

Příště: Genomické selekce

