



Metodika napovedovanja plemenskih za čistopasemsko lisasto govedo v Sloveniji

Avtorji:

viš. pred. dr. Klemen POTOČNIK,

viš. pred. mag. Marko ČEPON,

mag. Jurij Krsnik

Miran Štepec

prof. dr. Dragomir KOMPAN

November 2010

KAZALO VSEBINE

1	METODE NAPOVEDOVANJA PLEMENSKIH VREDNOSTI	3
1.1	Biološki test	3
1.2	Lastna preizkušnja	5
1.3	Lastnosti rasti in klavne kakovosti	6
1.4	Lastnosti mlečnosti	8
1.5	Iztok mleka in temperament	11
1.6	Lastnosti plodnosti	12
1.7	Potek telitve	14
1.8	Lastnosti Zunanjosti	16
1.9	Dolgoživost	19
1.10	Indeksi in Agregatna genotipska vrednost	20

1 METODE NAPOVEDOVANJA PLEMENSKIH VREDNOSTI

Navedeni so postopki napovedovanja plemenskih vrednosti, s katerimi se napoveduje plemenske vrednosti za lastnosti mlečnosti, plodnosti, zunanosti, dolgoživosti in ravnosti ter klavne kakovosti. Pri napovedovanju plemenskih vrednosti za posamezne lastnosti, se izbere postopek za napovedovanje plemenskih vrednosti, upošteva razpoložljive podatke, ki se zbirajo v ta namen. Cilj napovedovanja plemenskih vrednosti so zanesljive napovedi plemenskih vrednosti, predvsem živali, ki bodo starši naslednjim generacijam. Ob optimalni izbiri paritvenih partnerjev bodo potomci teh parjen prinesli največji možen genetski napredek. S takim pristopom dobi celotno selekcijsko delo smisel in pomen. Razlike v povprečnih plemenskih vrednosti med posameznimi generacijami so kazalniki genetskega napredka.

1.1 BIOLOŠKI TEST

Opis lastnosti:

1. izraženost omišičenosti, v točkah;
2. izraženost telesne dolžine, v točkah;
3. izraženost telesne širine, v točkah;
4. izraženost globine telesa, v točkah;
5. telesne oblike, v točkah; v točkah;
6. ocena stoje, v točkah;
7. obseg prsi, v centimetrih.

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti:

Uporablja se metoda mešani modelov, večlastnostni model živali. Za lastnosti pod točko 2, 3 in 4 trilastnostni model, za lastnosti pod točko 5 in 6 dvolastnostni model in za lastnosti 1 in 7 enolastnostni model. Opcija je, da se za vsako lastnost uporabi enolastnostni model.

Omejitve podatkov:

Material se pred napovedovanjem plemenskih vrednosti omeji glede na leto ocenjevanja. V napovedovanja plemenskih vrednosti vključimo več kot deset in ne več kot petnajstletno obdobje meritev.

Izloči se meritve, katerih je po posameznem ocenjevalcu znotraj leta ocenjevanja in posamezne lastnosti manj kot 5 ali skupaj po ocenjevalcu (ekspertu) manj kot 20.

Za vse lastnosti, ki so ocenjevane, se izvede homogenizacija znotraj ocenjevalca in leta ocenjevanja. Ocen, ki so po ocenjevalcu znotraj leta enake, se ne homogenizira.

Statistični model:

opisuje sistematske vplive: vpliv ocenjevalca, leto ocenjevanja, sezona rojstva in starost ob ocenjevanju ter slučajna vpliva: čreda in aditivni genetski vpliv.

Statistični model zapisan v matrični obliki:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad [1]$$

- \mathbf{y} - vektor meritev
 \mathbf{X} - matrika dogodkov za sistematski del modela
 \mathbf{Z}_h - matrika dogodkov za vpliv črede
 \mathbf{Z}_a - matrika dogodkov za vpliv živali
 \mathbf{b} - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
 \mathbf{h} - vektor neznanih parametrov za črede
 \mathbf{a} - vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)
 \mathbf{e} - vektor ostankov

V modelu se predpostavlja, da:

- je pričakovana vrednost za naključne vplive enaka 0 (Enačba 2)
- so vplivi med seboj neodvisni (Enačba 3)
- so ostanki identično, neodvisno in normalno porazdeljeni (Enačba 4)
- so napovedi za črede identično, neodvisno in normalno porazdeljene (Enačba 4)
- so plemenske vrednosti identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi je opisana v matriki sorodstva \mathbf{A} (Enačba 4).

$$E(\mathbf{a}) = \mathbf{0}; E(\mathbf{h}) = \mathbf{0}; \text{ in } E(\mathbf{e}) = \mathbf{0} \quad [2]$$

$$\begin{aligned} E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{e}) \\ &= E(\mathbf{X}\mathbf{b}) + E(\mathbf{Z}_a\mathbf{a}) + E(\mathbf{Z}_h\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}E(\mathbf{b}) + \mathbf{Z}_aE(\mathbf{a}) + \mathbf{Z}_hE(\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}\mathbf{b} \end{aligned} \quad [3]$$

$$\text{var}(\mathbf{h}) = \mathbf{I} \otimes \mathbf{H}_0 = \mathbf{H}$$

$$\text{var}(\mathbf{e}) = \sum \otimes \mathbf{R}_{0i} = \mathbf{R}$$

$$\text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0 = \mathbf{G}$$

$$\text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a\mathbf{G}\mathbf{Z}_a' + \mathbf{Z}_h\mathbf{H}\mathbf{Z}_h' + \mathbf{R}$$

$$\text{cov}(\mathbf{h}, \mathbf{a}') = \mathbf{0}; \text{cov}(\mathbf{h}, \mathbf{e}') = \mathbf{0}; \text{cov}(\mathbf{e}, \mathbf{a}') = \mathbf{0}; \quad [4]$$

Sistem enačb mešanega modela je predstavljen v enačbi 5. Komponente varianc lahko za eno lastnostni model enostavno predstavimo kot razmerje med varianco za ostanek in aditivno genetsko varianco oz. varianco čred, za več lastnostne modele imajo matrike varianc in kovarianc red velikosti $n \times n$, kjer n predstavlja število lastnosti vključenih v posamezen več lastnostni model. Te matrike so \mathbf{R}_0 , \mathbf{G}_0 in \mathbf{H}_0 .

Najpogosteje za vse lastnosti, ki so vključene v posamezen več lastnostni model, ni meritev (manjkajoča vrednost) za vse zapise. V takih primerih je matrika \mathbf{R} direktna vsota (\sum^{\otimes}) matrik varianc in kovarianc za posamezne zapise (\mathbf{R}_{0i}), ki se med seboj razlikujejo glede na manjkajoče vrednosti.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_h & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_h + \mathbf{H}^{-1} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a + \mathbf{G}^{-1} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{h}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \end{bmatrix} \quad [5]$$

1.2 LASTNA PREIZKUŠNJA

Opis lastnosti:

1. Povprečni dnevni prirast, v gramih na dan;

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti:

Uporablja se metoda mešani modelov - enolastnostni model živali.

Omejitve podatkov:

Material se pred napovedovanjem plemenskih vrednosti omeji glede na leto ocenjevanja. V napovedovanja plemenskih vrednosti vključimo več kot deset in ne več kot petnajstletno obdobje meritev.

Statistični model:

opisuje sistematske vplive: sezono ter starost ob vhlevitvi in slučajni aditivni genetski vpliv.

Statistični model zapisan v matrični obliki je naslednji:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad [1]$$

- \mathbf{y} - vektor meritev
- \mathbf{X} - matrika dogodkov za sistematski del modela
- \mathbf{Z}_a - matrika dogodkov za vpliv živali
- \mathbf{b} - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
- \mathbf{a} - vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)
- \mathbf{e} - vektor ostankov

V modelu smo predpostavili, da:

- je pričakovana vrednost za naključni vpliv enaka 0 (Enačba 2)
- so vplivi med seboj neodvisni (Enačba 3)
- so ostanki identično, neodvisno in normalno porazdeljeni (Enačba 4)
- so plemenske vrednosti identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi je opisana v matriki sorodstva \mathbf{A} (Enačba 4).

$$E(\mathbf{a}) = 0 \text{ in } E(\mathbf{e}) = 0 \quad [2]$$

$$\begin{aligned} E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e}) \\ &= E(\mathbf{X}\mathbf{b}) + E(\mathbf{Z}_a\mathbf{a}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}E(\mathbf{b}) + \mathbf{Z}_aE(\mathbf{a}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}\mathbf{b} \end{aligned} \quad [3]$$

$$\text{var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I}\sigma_e^2 = \mathbf{R}$$

$$\text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A}\sigma_a^2 = \mathbf{G} \quad [4]$$

$$\text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a\mathbf{A}\mathbf{Z}_a' \sigma_a^2 + \mathbf{R}$$

Za eno-lastnostni model je sistem enačb mešanega modela enostaven (Enačba 5). Tudi komponente varianc lahko enostavno predstavimo kot razmerje med varianco za ostanek in ostalimi komponentami (Enačba 6).

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_a + \mathbf{A}^{-1}\alpha \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{y} \end{bmatrix} \quad [5]$$

$$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \quad [6]$$

1.3 LASTNOSTI RASTI IN KLAVNE KAKOVOSTI

Opis lastnosti:

1. Dnevni neto prirast, v gramih na dan;
2. Ocena mesnatosti, v točkah
3. Ocena zamaščenosti, v točkah
4. Povprečen dnevni prirast, izražen v g/dan;
5. Indeks konformacije (IK)
6. Delež prednje četrti, v odstotkih
7. Delež mišičnega tkiva, v odstotkih
8. Delež loja, v odstotkih
9. Delež kit, v odstotkih
10. Delež kosti, v odstotkih

Pred uporabo podatkov za napovedovanja plemenskih vrednosti je potrebno opraviti analizo podatkov. Vpliv na lastnosti, ki so subjektivno ocenjene, ima ocenjevalec-ekspert. Pred vključitvijo tega vpliva v model je potrebno preveriti variabilnost po posameznem ocenjevalcu.

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti:

Uporablja se metoda mešani modelov - večlastnostni model živali, in sicer za lastnosti pod točko 1, 2, 3 in 4 štirilastnostni model in za lastnosti pod točko 5, 6, 7, 8, 9 in 10 šestlastnostni model. Opcija je, da se za vsako lastnost uporabi enolastnostni model.

Omejitve podatkov:

Material se pred napovedovanjem plemenskih vrednosti omeji glede na leto ocenjevanja. V napovedovanje plemenskih vrednosti vključimo več kot deset in ne več kot petnajstletno letno obdobje meritev.

Izloči se meritve, katerih je po posameznem ocenjevalcu znotraj leta ocenjevanja in posamezne lastnosti manj kot 5 ali skupaj po kontrolorju manj kot 20.

Za izvrednotenje pitovnih in klavnih lastnosti se uporablja metoda mešanih modelov in model živali.

Statistični model zapisan v matrični obliki je naslednji:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad [1]$$

\mathbf{y} - vektor meritev

\mathbf{X} - matrika dogodkov za sistematski del modela

\mathbf{Z}_a - matrika dogodkov za vpliv živali

\mathbf{b} - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive

\mathbf{a} - vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)

\mathbf{e} - vektor ostankov

V modelu smo predpostavili, da:

- je pričakovana vrednost za naključni vpliv enaka 0 (Enačba 2)
- so vplivi med seboj neodvisni (Enačba 3)
- so ostanki identično, neodvisno in normalno porazdeljeni (Enačba 4)
- so plemenske vrednosti identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi je opisana v matriki sorodstva \mathbf{A} (Enačba 4).

$$E(\mathbf{a}) = 0 \text{ in } E(\mathbf{e}) = 0 \quad [2]$$

$$\begin{aligned} E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e}) \\ &= E(\mathbf{X}\mathbf{b}) + E(\mathbf{Z}_a\mathbf{a}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}E(\mathbf{b}) + \mathbf{Z}_aE(\mathbf{a}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}\mathbf{b} \end{aligned} \quad [3]$$

$$\begin{aligned} \text{var}(\mathbf{e}) &= \sum^{\otimes} \mathbf{R}_{0i} = \mathbf{R} \\ \text{var}(\mathbf{a}) &= \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0 = \mathbf{G} \\ \text{var}(\mathbf{y}) &= \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a \mathbf{G} \mathbf{Z}_a' + \mathbf{R} \\ \text{cov}(\mathbf{e}, \mathbf{a}') &= \mathbf{0}; \end{aligned} \tag{4}$$

Za eno-lastnostni model je sistem enačb mešanega modela enostaven (Enačba 5). Komponente varianc lahko za eno lastnostni model enostavno predstavimo kot razmerje med varianco za ostanek in aditivno genetsko varianco, za več lastnostne modele imajo matrice varianc in kovarianc red velikosti $n \times n$, kjer n predstavlja število lastnosti vključenih v posamezen več lastnostni model. Te matrice so \mathbf{R}_0 in \mathbf{G}_0 .

Najpogosteje za vse lastnosti, ki so vključene v posamezen več lastnostni model, ni meritev (manjkajoča vrednost) za vse zapise. V takih primerih je matrika \mathbf{R} direktna vsota (\sum^{\otimes}) matrik varianc in kovarianc za posamezne zapise (\mathbf{R}_{0i}), ki se med seboj razlikujejo glede na manjkajoče vrednosti.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a + \mathbf{G}^{-1} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \end{bmatrix} \tag{5}$$

1.4 LASTNOSTI MLEČNOSTI

Opis lastnosti:

1. Količina mleka dnevne kontrole v kilogramih;
2. Količina maščobe dnevne kontrole v kilogramih;
3. Vsebnost maščobe dnevne kontrole v odstotkih;
4. Količina beljakovin v dnevne kontrole v kilogramih;
5. Vsebnost beljakovin dnevne kontrole v odstotkih;
6. Vsebnost laktoze dnevne kontrole v odstotkih;
7. Vsebnost sečnine dnevne kontrole v mg/100ml;
8. Število somatskih celic dnevne kontrole v skupnem številu na mililiter;
9. Količina mleka v standardni laktaciji (305 dni) v kilogramih;
10. Količina maščobe v standardni laktaciji (305 dni) v kilogramih;
11. Vsebnost maščobe v standardni laktaciji (305 dni) v odstotkih;
12. Količina beljakovin v standardni laktaciji (305 dni) v kilogramih;
13. Vsebnost beljakovin v standardni laktaciji (305 dni) v odstotkih;

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti

Uporablja se metoda mešanih modelov. Laktacijo se v primeru dnevni kontrol v statističnem modelu lahko opiše kot sistematski vpliv ali kot sistematsko regresijo ali kot naključno regresijo.

Omejitev podatkov

Material se pred napovedovanjem plemenskih vrednosti omeji na prvih petih laktacij.

V napovedovanje plemenskih vrednosti vključimo več kot deset in ne več kot petnajstletno letno obdobje meritev.

Material se tudi omeji glede na število molznih dni, in sicer navzdol z 201 in navzgor z 650 dnevi za lastnosti standardne laktacije in navzgor s 305 dnevi za lastnosti dnevni kontrol.

Za izvrednotenje lastnosti mlečnosti se uporablja metoda mešanih modelov in model živali. Kadar se posamezne laktacije v modelu ne tretirajo kot korelirane lastnosti se uporablja ponovljivostni model živali.

Statistični model za lastnosti mlečnosti zapisan v matrični obliki je naslednji:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{Z}_p\mathbf{p} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad [1]$$

- \mathbf{y} - vektor meritev
- \mathbf{X} - matrika dogodkov za sistematski del modela
- \mathbf{Z}_h - matrika dogodkov za vpliv črede
- \mathbf{Z}_p - matrika dogodkov za vpliv permanentnega okolja
- \mathbf{Z}_a - matrika dogodkov za vpliv živali
- \mathbf{b} - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
- \mathbf{h} - vektor neznanih parametrov za črede
- \mathbf{p} - vektor neznanih parametrov za permanentna okolja
- \mathbf{a} - vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)
- \mathbf{e} - vektor ostankov

V modelu smo predpostavili, da:

- je pričakovana vrednost za naključne vplive enaka 0 (Enačba 2)
- so vplivi med seboj neodvisni (Enačba 3)
- so ostanki identično, neodvisno in normalno porazdeljeni (Enačba 4)
- so napovedi za črede in permanentna okolja identično, neodvisno in normalno porazdeljene (Enačba 4)
- so plemenske vrednosti identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi je opisana v matriki sorodstva \mathbf{A} (Enačba 4).

$$E(\mathbf{a}) = 0; E(\mathbf{h}) = 0; E(\mathbf{p}) = 0 \text{ in } E(\mathbf{e}) = 0 \quad [2]$$

$$\begin{aligned}
 E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{Z}_p\mathbf{p} + \mathbf{e}) \\
 &= E(\mathbf{X}\mathbf{b}) + E(\mathbf{Z}_a\mathbf{a}) + E(\mathbf{Z}_h\mathbf{h}) + E(\mathbf{Z}_p\mathbf{p}) + E(\mathbf{e}) \\
 &= \mathbf{X}E(\mathbf{b}) + \mathbf{Z}_aE(\mathbf{a}) + \mathbf{Z}_hE(\mathbf{h}) + \mathbf{Z}_pE(\mathbf{p}) + E(\mathbf{e}) \\
 &= \mathbf{X}\mathbf{b}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 \text{var}(\mathbf{h}) &= \mathbf{I}\sigma_h^2 \\
 \text{var}(\mathbf{p}) &= \mathbf{I}\sigma_p^2 \\
 \text{var}(\mathbf{e}) &= \mathbf{I}\sigma_e^2 = \mathbf{R} \\
 \text{var}(\mathbf{a}) &= \mathbf{A}\sigma_a^2 = \mathbf{G} \\
 \text{var}(\mathbf{y}) &= \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a\mathbf{A}\mathbf{Z}_a'\sigma_a^2 + \mathbf{Z}_h\mathbf{I}\sigma_h^2\mathbf{Z}_h' + \mathbf{Z}_p\mathbf{I}\sigma_p^2\mathbf{Z}_p' + \mathbf{R}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Za eno-lastnostni model je sistem enačb mešanega modela enostaven (Enačba 5). Tudi komponente varianc lahko enostavno predstavimo kot razmerje med varianco za ostanek in ostalimi komponentami (Enačba 6).

$$\begin{bmatrix}
 \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_h & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_p & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_a \\
 \mathbf{Z}_h'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_h + \mathbf{I}\alpha_2 & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_p & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_a \\
 \mathbf{Z}_p'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_p'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_p'\mathbf{Z}_p + \mathbf{I}\alpha_3 & \mathbf{Z}_p'\mathbf{Z}_a \\
 \mathbf{Z}_a'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_p & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_a + \mathbf{A}^{-1}\alpha_1
 \end{bmatrix}
 \times
 \begin{bmatrix}
 \mathbf{b} \\
 \mathbf{h} \\
 \mathbf{p} \\
 \mathbf{a}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 \mathbf{X}'\mathbf{y} \\
 \mathbf{Z}_h'\mathbf{y} \\
 \mathbf{Z}_p'\mathbf{y} \\
 \mathbf{Z}_a'\mathbf{y}
 \end{bmatrix}
 \tag{5}$$

$$\alpha_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_h^2}; \quad \alpha_3 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2}; \quad \alpha_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2}
 \tag{6}$$

Permanentno okolje v primeru lastnosti standardne laktacije predstavljajo ponovitve znotraj živali – laktacije, v primeru lastnosti dnevnih kontrol pa ponavljajoče meritve znotraj laktacije posamezne živali.

1.5 IZTOK MLEKA IN TEMPERAMENT

Opis lastnosti:

1. Iztok mleka v točkah;
2. Temperament v točkah.

Pred uporabo podatkov za napovedovanja plemenskih vrednosti je potrebno opraviti analizo podatkov. Velik vpliv na lastnosti, ki so subjektivno ocenjene, ima ocenjevalec. Pred vključitvijo tega vpliva v model je potrebno preveriti variabilnost po posameznem ocenjevalcu.

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti:

Uporablja se metoda mešani modelov - enolastnostni model živali. Opcija je ponovljivostni model živali.

Omejitve podatkov:

Material se pred napovedovanjem plemenskih vrednosti omeji glede na leto ocenjevanja. V napovedovanja plemenskih vrednosti vključimo več kot deset in ne več kot petnajstletno obdobje meritev.

Izloči se meritve, katerih je po posameznem ocenjevalcu znotraj leta ocenjevanja in posamezne lastnosti manj kot 5 ali skupaj po ocenjevalcu (ekspertu) manj kot 20.

Za obe lastnosti, se izvede homogenizacija znotraj ocenjevalca in leta ocenjevanja. Ocen, ki so po ocenjevalcu znotraj leta enake, se ne homogenizira.

Statistični model:

Vključuje sistematske vplive: vpliv ocenjevalca, leto ocenjevanja, sezona rojstva in starost ob ocenjevanju ter slučajna vpliva: čreda in aditivni genetski vpliv.

Statistični model zapisan v matrični obliki:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad [1]$$

- \mathbf{y} - vektor meritev
- \mathbf{X} - matrika dogodkov za sistematski del modela
- \mathbf{Z}_h - matrika dogodkov za vpliv črede
- \mathbf{Z}_a - matrika dogodkov za vpliv živali
- \mathbf{b} - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
- \mathbf{h} - vektor neznanih parametrov za črede
- \mathbf{a} - vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)
- \mathbf{e} - vektor ostankov

V modelu smo predpostavili, da:

- je pričakovana vrednost za naključne vplive enaka 0 (Enačba 2)
- so vplivi med seboj neodvisni (Enačba 3)
- so ostanki identično, neodvisno in normalno porazdeljeni (Enačba 4)
- so napovedi za črede identično, neodvisno in normalno porazdeljene (Enačba 4)
- so plemenske vrednosti identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi je opisana v matriki sorodstva \mathbf{A} (Enačba 4).

$$E(\mathbf{a}) = 0; E(\mathbf{h}) = 0; \text{ in } E(\mathbf{e}) = 0 \quad [2]$$

$$\begin{aligned} E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{Xb} + \mathbf{Z}_a \mathbf{a} + \mathbf{Z}_h \mathbf{h} + \mathbf{e}) \\ &= E(\mathbf{Xb}) + E(\mathbf{Z}_a \mathbf{a}) + E(\mathbf{Z}_h \mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{XE}(\mathbf{b}) + \mathbf{Z}_a E(\mathbf{a}) + \mathbf{Z}_h E(\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{Xb} \end{aligned} \quad [3]$$

$$\begin{aligned} \text{var}(\mathbf{h}) &= \mathbf{I}\sigma_h^2 \\ \text{var}(\mathbf{e}) &= \mathbf{I}\sigma_e^2 = \mathbf{R} \\ \text{var}(\mathbf{a}) &= \mathbf{A}\sigma_a^2 = \mathbf{G} \\ \text{var}(\mathbf{y}) &= \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a \mathbf{A} \mathbf{Z}_a' \sigma_a^2 + \mathbf{Z}_h \mathbf{I} \sigma_h^2 \mathbf{Z}_h' + \mathbf{R} \end{aligned} \quad [4]$$

Za eno-lastnostni model je sistem enačb mešanega modela enostaven (Enačba 5). Tudi komponente varianc lahko enostavno predstavimo kot razmerje med varianco za ostanek in ostalimi komponentami (Enačba 6).

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_h & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_h + \mathbf{I}\alpha_2 & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_a + \mathbf{A}^{-1}\alpha_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{h}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{y} \end{bmatrix} \quad [5]$$

$$\alpha_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_h^2}; \quad \alpha_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \quad [6]$$

1.6 LASTNOSTI PLODNOSTI

Opis lastnosti:

1. Doba med telitvama je izražena v dnevih od telitve za laktacijo do naslednje telitve (DMT).
2. Starost prvesnice ob telitvi je v dnevih izražena starost živali ob prvi telitvi (SPT).

Pred uporabo podatkov za napovedovanja plemenskih vrednosti je potrebno opraviti analizo podatkov.

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti:

Uporablja se metoda mešani modelov enolastnostni model živali.

Omejitve podatkov:

Material se pred napovedovanjem plemenskih vrednosti omeji glede na leto rojstva. V napovedovanje plemenskih vrednosti vključimo več kot deset in ne več kot dvajsetletno obdobje meritev.

Statistični model:

opisuje sistematske vplive: sezona telitve ter slučajna vpliva: čreda in aditivni genetski vpliv. Za lastnost DMT še sistematska vpliva: zaporedna laktacija in vpliv prireje mleka ter za lastnost SPT še sistematski vpliv sezona telitve..

Statistični model zapisan v matrični obliki:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad [1]$$

- \mathbf{y} - vektor meritev
- \mathbf{X} - matrika dogodkov za sistematski del modela
- \mathbf{Z}_h - matrika dogodkov za vpliv črede
- \mathbf{Z}_a - matrika dogodkov za vpliv živali
- \mathbf{b} - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
- \mathbf{h} - vektor neznanih parametrov za črede
- \mathbf{a} - vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)
- \mathbf{e} - vektor ostankov

V modelu smo predpostavili, da:

- je pričakovana vrednost za naključne vplive enaka 0 (Enačba 2)
- so vplivi med seboj neodvisni (Enačba 3)
- so ostanki identično, neodvisno in normalno porazdeljeni (Enačba 4)
- so napovedi za črede identično, neodvisno in normalno porazdeljene (Enačba 4)
- so plemenske vrednosti identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi je opisana v matriki sorodstva \mathbf{A} (Enačba 4).

$$E(\mathbf{a}) = 0; E(\mathbf{h}) = 0; \text{ in } E(\mathbf{e}) = 0 \quad [2]$$

$$\begin{aligned} E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{e}) \\ &= E(\mathbf{X}\mathbf{b}) + E(\mathbf{Z}_a\mathbf{a}) + E(\mathbf{Z}_h\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}E(\mathbf{b}) + \mathbf{Z}_aE(\mathbf{a}) + \mathbf{Z}_hE(\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}\mathbf{b} \end{aligned} \quad [3]$$

$$\begin{aligned}
 \text{var}(\mathbf{h}) &= \mathbf{I}\sigma_h^2 \\
 \text{var}(\mathbf{e}) &= \mathbf{I}\sigma_e^2 = \mathbf{R} \\
 \text{var}(\mathbf{a}) &= \mathbf{A}\sigma_a^2 = \mathbf{G} \\
 \text{var}(\mathbf{y}) &= \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a\mathbf{A}\mathbf{Z}_a'\sigma_a^2 + \mathbf{Z}_h\mathbf{I}\sigma_h^2\mathbf{Z}_h' + \mathbf{R}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Za eno-lastnostni model je sistem enačb mešanega modela enostaven (Enačba 5). Tudi komponente varianc lahko enostavno predstavimo kot razmerje med varianco za ostanek in ostalimi komponentami (Enačba 6).

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_h & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_h + \mathbf{I}\alpha_2 & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_a + \mathbf{A}^{-1}\alpha_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{h}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{y} \end{bmatrix}
 \tag{5}$$

$$\alpha_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_h^2}; \quad \alpha_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2}
 \tag{6}$$

1.7 POTEK TELITVE

Opis lastnosti:

1. Potek telitve - oče telet (paternalni vpliv - neposreden vpliv očeta), v točkah.
2. Potek telitve - oče krav (maternalni vpliv - posreden vpliv očeta), v točkah.

Pred uporabo podatkov za napovedovanja plemenskih vrednosti je potrebno opraviti analizo podatkov. Velik vpliv na lastnosti, ki so subjektivno ocenjene, ima rejec, ki sporoča podatke.

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti:

Uporablja se metoda mešanih modelov - dvolastnostni model živali.

Omejitve podatkov:

Material se pred napovedovanjem plemenskih vrednosti omeji glede na leto ocenjevanja. V napovedovanje plemenskih vrednosti vključimo več kot deset in ne več kot petnajstletno obdobje meritev.

Izloči se meritve, katerih je po posameznem ocenjevalcu znotraj leta ocenjevanja in posamezne lastnosti manj kot 5 ali skupaj po ocenjevalcu (ekspertu) manj kot 20.

Statistični model:

opisuje sistemske vplive: spol teleta, starost ob telitvi, zaporedna telitev vpliv ocenjevalca, leto ocenjevanja in sezona telitve ter slučajna vpliva: čreda in aditivni genetski vpliv.

Vpliva zaporedna telitev in starost ob telitvi sta v statističnem modelu opisana kot interakcija.

Statistični model zapisan v matrični obliki:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad [1]$$

- \mathbf{y} - vektor meritev
 \mathbf{X} - matrika dogodkov za sistematski del modela
 \mathbf{Z}_h - matrika dogodkov za vpliv črede
 \mathbf{Z}_a - matrika dogodkov za vpliv živali
 \mathbf{b} - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
 \mathbf{h} - vektor neznanih parametrov za črede
 \mathbf{a} - vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)
 \mathbf{e} - vektor ostankov

V modelu se predpostavlja, da:

- je pričakovana vrednost za naključne vplive enaka 0 (Enačba 2)
- so vplivi med seboj neodvisni (Enačba 3)
- so ostanki identično, neodvisno in normalno porazdeljeni (Enačba 4)
- so napovedi za črede identično, neodvisno in normalno porazdeljene (Enačba 4)
- so plemenske vrednosti identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi je opisana v matriki sorodstva \mathbf{A} (Enačba 4).

$$E(\mathbf{a}) = \mathbf{0}; E(\mathbf{h}) = \mathbf{0}; \text{ in } E(\mathbf{e}) = \mathbf{0} \quad [2]$$

$$\begin{aligned} E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{e}) \\ &= E(\mathbf{X}\mathbf{b}) + E(\mathbf{Z}_a\mathbf{a}) + E(\mathbf{Z}_h\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}E(\mathbf{b}) + \mathbf{Z}_aE(\mathbf{a}) + \mathbf{Z}_hE(\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X}\mathbf{b} \end{aligned} \quad [3]$$

$$\text{var}(\mathbf{h}) = \mathbf{I} \otimes \mathbf{H}_0 = \mathbf{H}$$

$$\text{var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I} \otimes \mathbf{R}_0 = \mathbf{R}$$

$$\text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0 = \mathbf{G}$$

$$\text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a\mathbf{G}\mathbf{Z}_a' + \mathbf{Z}_h\mathbf{H}\mathbf{Z}_h' + \mathbf{R}$$

$$\text{cov}(\mathbf{h}, \mathbf{a}') = \mathbf{0}; \text{cov}(\mathbf{h}, \mathbf{e}') = \mathbf{0}; \text{cov}(\mathbf{e}, \mathbf{a}') = \mathbf{0}; \quad [4]$$

Sistem enačb mešanega modela je predstavljen v enačbi 5. Matrike varianc in kovarianc so reda velikosti 2×2 . Te matrike so \mathbf{R}_0 , \mathbf{G}_0 in \mathbf{H}_0 .

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_h & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_h + \mathbf{H}^{-1} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a + \mathbf{G}^{-1} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{h}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \end{bmatrix} \quad [5]$$

Absolutne plemenske vrednosti se pred standardizacijo pomnoži z minus ena, tako, da večje vrednosti predstavljajo lažji potek telitve.

1.8 LASTNOSTI ZUNANJOSTI

Opis lastnosti:

1. Višina vihra, v cm;
2. Višina križa, v cm.;
3. Dolžina telesa, v cm;
4. Obseg prsi, v cm;
5. Sedna širina, v cm;
6. Globina telesa, v cm;
7. Dolžina križa, v cm;
8. Širina križa, v cm;
9. Širina spredaj, v točkah;
10. Hrbet, v točkah;
11. Nagib križa, v točkah;
12. Kot skočnega sklepa, v točkah;
13. Izraženost skočnega sklepa, v točkah;
14. Stoja zadnjih nog, v točkah;
15. Bicljji, v točkah;
16. Parklji, v točkah;
17. Vime pod trebuhom, v točkah;
18. Vime zadaj, v točkah;
19. Višina mlečnega zrcala, v točkah;
20. Širina mlečnega zrcala, v točkah;
21. Globina vimena, v točkah;
22. Centralna vez, v točkah;
23. Debelina seskov, v točkah;
24. Dolžina seskov, v točkah;
25. Položaj seskov, v točkah;
26. Namestitev prednjih seskov, v točkah;
27. Namestitev zadnjih seskov, v točkah;
28. Omišičenost, v točkah;
29. Mlečni značaj, v točkah;
30. Oblika, v točkah;
31. Vime, v točkah;

Pred uporabo podatkov za napovedovanja plemenskih vrednosti je potrebno opraviti analizo podatkov. Velik vpliv na lastnosti, ki so subjektivno ocenjene, ima ocenjevalec. Pred vključitvijo tega vpliva v model je potrebno preveriti variabilnost po posameznem ocenjevalcu.

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti:

Uporablja se metoda mešani modelov - večlastnostni model živali. V večlastnostne modele se glede na biološke zakonitosti združi lastnosti okvira, oblik, vimena, seskov. Opcija je, da se za vsako lastnost uporabi enolastnostni model.

Omejitve podatkov:

Material se pred napovedovanjem plemenskih vrednosti omeji glede na leto ocenjevanja.

V napovedovanje plemenskih vrednosti vključimo več kot deset in ne več kot petnajstletno obdobje meritev.

Izloči se meritve, katerih je po posameznem ocenjevalcu znotraj leta ocenjevanja in posamezne lastnosti manj kot 5 ali skupaj po ocenjevalcu (ekspertu) manj kot 20.

Za vse lastnosti, ki so ocenjevane, se izvede homogenizacija znotraj ocenjevalca in leta ocenjevanja. Ocen, ki so po ocenjevalcu znotraj leta enake, se ne homogenizira.

Statistični model:

Vključuje naj sistematske vplive: vpliv ocenjevalca, leto ocenjevanja, sezona rojstva in starost ob ocenjevanju ter slučajna vpliva: čreda in aditivni genetski vpliv.

Statistični model zapisan v matrični obliki:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad [1]$$

\mathbf{y} - vektor meritev

\mathbf{X} - matrika dogodkov za sistematski del modela

\mathbf{Z}_h - matrika dogodkov za vpliv črede

\mathbf{Z}_a - matrika dogodkov za vpliv živali

\mathbf{b} - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive

\mathbf{h} - vektor neznanih parametrov za črede

\mathbf{a} - vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)

\mathbf{e} - vektor ostankov

V modelu se predpostavlja, da:

- je pričakovana vrednost za naključne vplive enaka 0 (Enačba 2)
- so vplivi med seboj neodvisni (Enačba 3)
- so ostanki identično, neodvisno in normalno porazdeljeni (Enačba 4)
- so napovedi za črede identično, neodvisno in normalno porazdeljene (Enačba 4)
- so plemenske vrednosti identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi je opisana v matriki sorodstva \mathbf{A} (Enačba 4).

$$E(\mathbf{a}) = 0; E(\mathbf{h}) = 0; \text{ in } E(\mathbf{e}) = 0 \quad [2]$$

$$\begin{aligned}
 E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{Z}_h\mathbf{h} + \mathbf{e}) \\
 &= E(\mathbf{X}\mathbf{b}) + E(\mathbf{Z}_a\mathbf{a}) + E(\mathbf{Z}_h\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\
 &= \mathbf{X}E(\mathbf{b}) + \mathbf{Z}_aE(\mathbf{a}) + \mathbf{Z}_hE(\mathbf{h}) + E(\mathbf{e}) \\
 &= \mathbf{X}\mathbf{b}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 \text{var}(\mathbf{h}) &= \mathbf{I} \otimes \mathbf{H}_0 = \mathbf{H} \\
 \text{var}(\mathbf{e}) &= \sum^{\otimes} \mathbf{R}_{0i} = \mathbf{R} \\
 \text{var}(\mathbf{a}) &= \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0 = \mathbf{G} \\
 \text{var}(\mathbf{y}) &= \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a\mathbf{G}\mathbf{Z}_a' + \mathbf{Z}_h\mathbf{H}\mathbf{Z}_h' + \mathbf{R} \\
 \text{cov}(\mathbf{h}, \mathbf{a}') &= \mathbf{0}; \text{cov}(\mathbf{h}, \mathbf{e}') = \mathbf{0}; \text{cov}(\mathbf{e}, \mathbf{a}') = \mathbf{0};
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Sistem enačb mešanega modela je predstavljen v enačbi 5. Komponente varianc lahko za eno lastnostni model enostavno predstavimo kot razmerje med varianco za ostanek in aditivno genetsko varianco oz. varianco čred, za več lastnostne modele imajo matrice varianc in kovarianc red velikosti $n \times n$, kjer n predstavlja število lastnosti vključenih v posamezen več lastnostni model. Te matrice so \mathbf{R}_0 , \mathbf{G}_0 in \mathbf{H}_0 .

Najpogosteje za vse lastnosti, ki so vključene v posamezen več lastnostni model, ni meritev (manjkajoča vrednost) za vse zapise. V takih primerih je matrika \mathbf{R} direktna vsota (\sum^{\otimes}) matrik varianc in kovarianc za posamezne zapise (\mathbf{R}_{0i}), ki se med seboj razlikujejo glede na manjkajoče vrednosti.

$$\begin{bmatrix}
 \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_h & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a \\
 \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_h + \mathbf{H}^{-1} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a \\
 \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z}_a + \mathbf{G}^{-1}
 \end{bmatrix}
 \times
 \begin{bmatrix}
 \hat{\mathbf{b}} \\
 \hat{\mathbf{h}} \\
 \hat{\mathbf{a}}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\
 \mathbf{Z}_h'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\
 \mathbf{Z}_a'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y}
 \end{bmatrix}
 \tag{5}$$

1.9 DOLGOŽIVOST

Opis lastnosti:

1. dolgoživost, v dnevih od prve telitve.

Pred uporabo podatkov za napovedovanja plemenskih vrednosti je potrebno opraviti analizo podatkov.

Metode napovedovanja plemenskih vrednosti:

Uporablja se metoda analize preživetja z uporabo Weibullove porazdelitvene funkcije. Uporablja se model očetov. Opcija je model žival.

Omejitve podatkov:

V napovedovanja plemenskih vrednosti vključimo čim daljše obdobje obdobje meritev.

Statistični model:

Vključuje naj sistematske vplive: laktacija, stadij laktacije, leto rojstva, količina mleka v celi laktaciji in standardizirana plemenska vrednost za količino mleka. Naključni vplivi: čreda, oče in materin oče. Opcija pri sistematskih vplivih je uporaba dnevnih kontrol mlečnosti namesto laktacijskih zaključkov.

Vplivi leto rojstva, standardizirana plemenska vrednost in vpliv očeta oz. materinega očeta niso časovno spremenljivi in so skozi celotno časovno obdobje produkcije posamezne živali enaki. Ostali vplivi se s časom spreminjajo in s tem različno vplivajo na potek Weibullove funkcije. Časovna spremenljivost vplivov je posebnost metode analize preživetja.

Statistični model zapisan v obliki enačbe:

$$h(t) = h_0(t) \cdot \exp \left\{ l_{jn}(t) + \sum_k f_k(t) + s_{sire} + 0.5 \cdot s_{mgs} \right\}$$

pri čemer je $h_0(t) = \lambda \rho (\lambda t)^{\rho-1}$ Weibullova funkcija rizičnosti.

$l_{jn}(t)$ - laktacija * stadij laktacije

f_1 - leto rojstva

$f_2(t)$ - količina mleka v celi laktaciji

f_3 - standardizirana plemenska vrednost za količino mleka

$f_4(t)$ - čreda

s_{sire} - oče

s_{mgs} - mamin oče

Laktacije se štejejo po vrsti od prve naprej in se ne omejujejo navzgor. Posamezno laktacijo razbijemo na pet delov in sicer:

- 1-60 dni
- 61-150 dni
- 151-270 dni
- 271-presušitev
- suhi dnevi

Na ta način določimo stadij laktacije. Vpliva laktacija in stadij laktacije v statističnem modelu opišemo kot interakcijo. Za vpliv črede se uporabi log-gamma porazdelitev. Pri upoštevanju sorodstva se uporabi več dimenzionalno normalno porazdelitev ob uporabi modela očetov.

Za izračun heritabilite se uporablja formula $h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \psi^{(1)}(\gamma) + 1}$, pri čemer je γ parameter log-gamma porazdelitve za vpliv črede, $\psi^{(1)}$ je prvi odvod tri gama funkcije in σ_s^2 je varianca očetov.

1.10 INDEKSI IN AGREGATNA GENOTIPSKA VREDNOST

Za izračun posameznih indeksov in agregatne genotipske vrednosti (skupni selekcijski indeks) se uporabi rezultate napovedovanja plemenskih vrednosti, in sicer standardizirane plemenske vrednosti (PV12).

Indeks:

1. Beljakovin in maščob (IBM).
2. Okvir.
3. Telesnih lastnosti za ekonomsko situacijo prireja mleka.
4. Telesnih lastnosti za ekonomsko situacijo kombinirana prireja.

Skupni selekcijski indeks za ekonomsko situacijo:

5. Prireja mleka - »SSI MLEKO«, v točkah.
6. Kombinirana prireja - »SSI MESO-MLEKO«, v točkah.

Omejitve podatkov:

Uporabljamo vse uradne standardizirane plemenske vrednosti (PV12) za lastnosti vključene v izračun. V primeru, da žival za posamezno lastnost nima napovedi plemenske vrednosti, se predpostavi, da ima za to lastnost povprečno vrednost (PV12=100). Standardizirane plemenske vrednosti, ki preveč odstopajo od povprečja (100), transformiramo tako, da so vse transformirane PV12 večje od 52 in manjše od 148. Transformacijo izvedemo tako, da se $-\infty$ preslika v 52, 53 se preslika v 53, 147 se preslika v 147 in $+\infty$ se preslika v 148.

Metode izračunavanja:

Vsi indeksi in skupni selekcijski indeks - »SSI MLEKO« in »SSI MESO-MLEKO« - se izračunavajo iz standardiziranih plemenskih vrednosti (PV12) večih lastnosti. Za obe usmeritvi prireje (prireja mleka in kombinirana prireja) se vsaki lastnosti določijo ekonomske teže glede na: selekcijske cilje (RP), povprečno vrednost in porazdelitev lastnosti (fenotipske in plemenske vrednosti) v populaciji ter dednostni delež. Za vsako lastnost se določi tudi optimalno – željeno vrednost skladno z rejskim ciljem za to lastnost znotraj populacije. Nabor lastnosti, ki se upoštevajo pri izračunih indeksov in skupnih selekcijskih indeksov, je določen za vsak indeks in skupni selekcijski indeks.

Najprej izvedemo transformacijo, ki je opisana v poglavju Omejitve podatkov. Tako transformirano plemensko vrednost za izbrano lastnost odštejemo od optimalne vrednosti za izbrano lastnost, absolutno vrednost te razlike pomnožimo z ekonomsko težo, ki je določena za izbrano lastnost in izbrani indeks. To naredimo za vse lastnosti, ki nastopajo v izračunu izbranega indeksa ali agregatnega genotipa. Produkto seštejemo po vseh teh lastnostih. Za prikazovanje absolutnih vrednosti indeksov vsote odštejemo od vrednosti 100. Sledi standardizacija indeksov po enakem postopku kot velja za plemenske vrednosti.

Pri vsakem obračunu se navedejo uporabljene ekonomske teže in optimalne vrednosti za posamezno lastnost, za vsak indeks in skupni selekcijski indeks.