



THE GLOBAL
STANDARD FOR
LIVESTOCK DATA

Procedura 2 do Części 2 Wytycznych ICAR – Obliczanie skumulowanej wydajności laktacyjnej

Wersja: styczeń 2020

Oficjalna, zatwierdzona przez ICAR, jest wyłącznie wersja angielska Wytycznych dostępna [tutaj](#) .

Spis treści

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Metoda uwzględniająca odstęp między próbami (TIM) (<i>ang.: Test interval method</i>), (Sargent, 1968) | 3 |
| 2 | Interpolacja przy wykorzystaniu Standardowych Krzywych Laktacji (<i>Standard Lactation Curves - ISLC</i>) (Wilmink, 1987) | 6 |
| 3 | Najlepsze przewidywanie (<i>Best prediction – BP</i>) (VanRaden, 1997) | 7 |
| 4 | Procedura wielocechowa (<i>Multiple-Trait Procedure - MTP</i>) (Schaeffer i Jamrozik, 1996) | 9 |
| 4.1 | Przykładowe obliczenia | 12 |
| 5 | Literatura | 16 |

Tabele

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 1. | Dane surowe zastosowane w przykładzie (TIM) | 4 |
| Tabela 2. | Podsumowanie okresu laktacji (TIM)..... | 4 |
| Tabela 3. | Obliczenia przy zastosowaniu Test Interval Method..... | 5 |
| Tabela 4. | Zmierzone i pochodzące z nich dzienne wydajności, zastosowane do obliczenia trwających laktacji z przykładu ISLC) | 7 |
| Tabela 5. | Przykładowe dane dotyczące dnia próby dla krowy..... | 12 |

Równania

| | | |
|-------------|---|----|
| Równanie 1. | Obliczanie wydajności skumulowanej (Cumulative yield calculation - ISLC)..... | 3 |
| Równanie 2. | Skumulowana wydajność laktacyjna (ISLC)..... | 6 |
| Równanie 3. | Przewidywanie wydajności laktacyjnej..... | 8 |
| Równanie 4. | Funkcja Wilminka dla jednej cechy (MTP)..... | 9 |
| Równanie 5. | Równania MTP..... | 11 |
| Równanie 6. | Równanie szacowania wydajności 305-dniowej..... | 16 |

1 Metoda uwzględniająca odstępy pomiędzy próbami (TIM) (ang.: *Test interval method*), (Sargent, 1968)

Metoda interpolacji stanowi metodę referencyjną obliczania skumulowanej wydajności. Inną adaptacją metody jest metoda środkowania daty (Centering Date Method) w której wydajności z poprzedniej oceny są używane do połowy okresu zapisu, a następnie zastępowane są przez wydajność z kolejnej oceny.

Stosuje się następujące wzory celem obliczenia wydajności mleka (MY), wydajności tłuszczu (FY) (i białka) oraz procentowej zawartości tłuszczu (FP) (i białka) w laktacji.

Równanie 1. Obliczanie wydajności skumulowanej (Cumulative yield calculation - ISLC).

$$MY = I_0 M_1 + I_1 * \frac{(M_1 + M_2)}{2} + I_2 * \frac{(M_2 + M_3)}{2} + I_{n-1} * \frac{(M_{n-1} + M_n)}{2} + I_n M_n$$

$$FY = I_0 F_1 + I_1 * \frac{(F_1 + F_2)}{2} + I_2 * \frac{(F_2 + F_3)}{2} + I_{n-1} * \frac{(F_{n-1} + F_n)}{2} + I_n F_n$$

$$FP = \frac{FY}{MY} * 100$$

gdzie:

M_1, M_2, M_n stanowią masę mleka uzyskanego w ciągu 24 godzin dnia oceny użyteczności w kilogramach, podaną z dokładnością do jednego miejsca dziesiętnego.

F_1, F_2, F_n stanowią wydajność tłuszczu zgromadzonego podczas jednego dnia oceny, oszacowaną przez pomnożenie wydajności mleka i procentowej zawartości tłuszczu (podaną z dokładnością do co najmniej do dwóch miejsc dziesiętnych).

I_1, I_2, I_n stanowią okresy, w dniach, pomiędzy datami oceny użyteczności.

I_0 stanowi okres, w dniach, pomiędzy datą rozpoczęcia okresu laktacji a datą pierwszej oceny użyteczności.

I_n stanowi okres, w dniach, pomiędzy datą ostatniej oceny użyteczności a końcem okresu laktacji.

Wzory zastosowane do obliczenia wydajności i zawartości procentowej tłuszczu muszą być zawsze stosowane dla innych składników mleka takich jak białko i laktoza.

Szczegóły dotyczące stosowania wzorów są przedstawione w Tabeli 3 przy wykorzystaniu danych z Tabeli 1, poniżej.

Tabela 1. Dane surowe zastosowane w przykładzie (TIM)

| Dane: | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|--------------|--|
| Wycielenie 25 marca | | | | | | |
| | Data oceny | liczba dni | Ilość zważonego mleka w kg | zu | lmach | |
| kwiecień | 8 | 14 | 28,2 | 3,65 | 1 029 | |
| maj | 6 | 28 | 24,8 | 3,45 | 856 | |
| czerwiec | 5 | 30 | 26,6 | 3,40 | 904 | |
| lipiec | 7 | 32 | 23,2 | 3,55 | 824 | |
| sierpień | 2 | 26 | 20,2 | 3,85 | 778 | |
| sierpień | 30 | 28 | 17,8 | 4,05 | 721 | |
| wrzesień | 25 | 26 | 13,2 | 4,45 | 587 | |
| październik | 27 | 32 | 9,6 | 4,65 | 446 | |
| listopad | 22 | 26 | 5,8 | 4,95 | 287 | |
| grudzień | 20 | 28 | 4,4 | 5,25 | 231 | |

Tabela 2. Podsumowanie okresu laktacji (TIM).

| | |
|------------------------|------------|
| Początek laktacji: | 26 marca |
| Koniec laktacji: | 3 stycznia |
| Czas trwania laktacji: | 284 dni |
| Liczba prób (ważen): | 10 |

Tabela3. Obliczenia przy zastosowaniu Test Interval Method.

| Odstęp | | Dzienna produkcja | | | | Suma |
|------------------|----------|-------------------|-------------------|------------------|----------|-------------|
| oba dni wliczone | | Dni | Kg mleka | Gram tłuszczu | Kg mleka | Kg tłuszczu |
| Mar 26 - | Apr 8 | 14 | 28.2 | 1 029 | 395 | 14.410 |
| Apr 9 - | May 6 | 28 | $(28.2+24.83)/2$ | $(1\ 029+856)/2$ | 742 | 26.389 |
| May 7 - | June 5 | 30 | $(24.8 + 26.6)/2$ | $(856+904)/2$ | 771 | 26.400 |
| June 6 - | July 7 | 32 | $(26.6+23.2)/2$ | $(904+824)/2$ | 797 | 27.648 |
| July 8 - | Aug. 2 | 26 | $(23.2+20.2)/2$ | $(824+778)/2$ | 564 | 20.817 |
| Aug. 3 - | Aug 30 | 28 | $(20.2+17.8)/2$ | $(778+721)/2$ | 532 | 20.980 |
| Aug 31 - | Sept. 25 | 26 | $(17.8+13.2)/2$ | $(721+587)/2$ | 403 | 17.008 |
| Sept. 26 - | Oct. 27 | 32 | $(13.2+9.6)/2$ | $(587+446)/2$ | 365 | 16.541 |
| Oct. 28 - | Nov. 22 | 26 | $(9.6 + 5.8)/2$ | $(446+287)/2$ | 200 | 9.536 |
| Nov. 23 - | Dec. 20 | 28 | $(5.8 + 4.4)/2$ | $(287+231)/2$ | 143 | 7.253 |
| Dec. 21 - | Jan. 3 | 14 | 4.4 | 231 | 62 | 3.234 |
| | | 284 | | | 4973 | 190.216 |

Całkowita ilość mleka: 4 973. kg

Całkowita ilość tłuszczu: 190 kg

Przeciętny procent tłuszczu $(190.216 / 4973) \times 100 = 3.82\%$

2 Interpolacja przy wykorzystaniu Standardowych Krzywych Laktacji (*Standard Lactation Curves - ISLC*) (Wilmink, 1987)

W metodzie „Interpolacji z zastosowaniem standardowych krzywych laktacji”, przy szacowaniu wydajności za 305 dni, możliwe jest uwzględnienie braku danych o wydajności w określonym dniu próby. W metodzie tej stosuje się oddzielne standardowe krzywe laktacji danej cechy, reprezentujące spodziewany przebieg laktacji dla pewnego poziomu produkcyjnego stada, z uwzględnieniem wieku wycielenia oraz sezonu wycielenia i cechy wydajności. W interpolacji stosującej standardowe krzywe laktacji brany jest pod uwagę fakt, że po wycieleniu wydajność mleka zazwyczaj wzrasta a następnie maleje. Dienne wydajności przewidywane są dla ustalonych dni laktacji: dzień 0, 10, 30, 50 itd.

Wydajność skumulowana obliczana jest następująco:

Równanie 2. Skumulowana wydajność laktacyjna (ISLC).

$$\sum_{i=1}^n [(INT_i-1) * y_i + (INT_{i+1}) * y_{i+1}] / 2$$

gdzie:

y_i = i -ta wydajność dzienna;

INT_i = odstęp, w dniach, pomiędzy dziennymi wydajnościami y_i i y_{i+1} ;

n = całkowita liczba wydajności dziennych (zmierzone wydajności dzienne i przewidywane wydajności dzienne).

Następny przykład ilustruje obliczanie trwających laktacji. Krowa była oceniana w 35 i 65 dniu laktacji. Aby określić wydajność laktacyjną, określone są dzienne wydajności mleka dla 0, 10, 30 i 50 dnia laktacji, stosując standardowe krzywe laktacji.

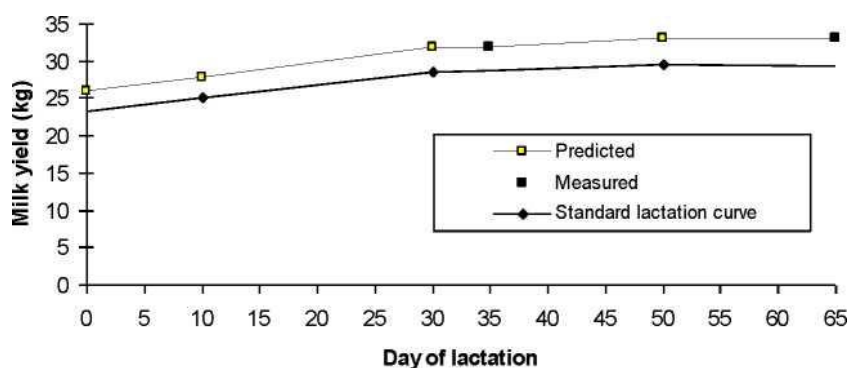
Wydajności dzienne podano w tab.4.

Tabela 4. Zmierzone i pochodzące z nich dzienne wydajności, zastosowane do obliczenia trwających laktacji z przykładu ISLC)

| Dzień laktacji | Mleko (kg) | Uwaga |
|----------------|------------|---|
| 0 | 25.9 | Przewidywana |
| 10 | 27.8 | Przewidywana |
| 30 | 31.7 | Przewidywana |
| 35 | 31.8 | Zmierzona |
| 50 | 32.9 | Interpolacja przy wykorzystaniu standardowej krzywej laktacji |
| 65 | 33.0 | Zmierzona |

Odpowiada to powierzchni poniżej linii przewidywanej i zmierzonej wydajności dziennej (patrz rysunek 1).

Rysunek 1. Przykład obliczania trwającej laktacji



Tłumaczenie:

- przewidywana
- mierzona
- standardowa krzywa laktacji
- dzień laktacji
- wydajność mleka (kg)

3 Najlepsze przewidywanie (*Best prediction -BP*) (VanRaden, 1997)

Zanotowane wagowe ilości mleka są włączane do obliczania wydajności przez zastosowanie metod standardowego indeksu selekcyjnego. Niech wektor y zawiera

M_1, M_2, \dots, M_n i niech $E(\mathbf{y})$ zawiera dane odpowiadające spodziewanym wartościom za każdy dzień oceny użytkowości. Dane $E(\mathbf{y})$ są otrzymywane ze standardowych krzywych laktacji dla populacji lub dla stada i powinny brać pod uwagę wiek krowy i inne czynniki środowiskowe takie jak sezon, częstotliwość doju itp. Wydajności zawarte w \mathbf{y} różnią się wzajemnie jako funkcje odstępu pomiędzy kontrolami użytkowości (I). Elementy diagonalne w $\text{Var}(\mathbf{y})$ stanowią wariancję populacji lub stada dla danego dnia oceny użytkowości a pozadiagonalne uzyskuje się z funkcji autoregresywnych lub podobnych takich jak $\text{Corr}(M_1, M_2) = .995^I$ dla pierwszych laktacji lub $.992^I$ dla dalszych laktacji. Kowariancje jednej obserwacji z wydajnością laktacyjną, na przykład $\text{Cov}(M_1, MY)$ są sumą 305 indywidualnych kowariancji. $E(MY)$ jest sumą 305 dziennych spodziewanych wartości. Wydajność mleka w laktacji jest wówczas przewidywana jak w równaniu 3:

Równanie 3. Przewidywanie wydajności laktacyjnej

$$MY = E(MY) + \text{Cov}(\mathbf{y}, MY)' \text{Var}(\mathbf{y})^{-1}[\mathbf{y} - E(\mathbf{y})]$$

W metodzie „najlepszego przewidywania”, oszacowane wydajności mleka mają mniejszą wariancję niż rzeczywiste wydajności mleka. Przy TIM szacowane wydajności mają większą wariancję niż rzeczywiste wydajności mleka. Przyczyną tego jest to, że przewidywane wydajności są regresją na średnią, chyba że uwzględnia się wszystkie wydajności w okresie 305 dni. Przy najlepszym przewidywaniu, przewidywane MY dla laktacji bez uwzględniania wydajności jest $E(MY)$, która jest średnią populacji lub stada dla krowy w danym wieku i sezonie. Przy TIM szacowane MY jest nieokreślone jeśli nie są rejestrowane dzienne wydajności.

Wydajność mleka, tłuszczu i białka można przetwarzać oddzielnie, stosując najlepsze przewidywanie pojedynczej cechy lub połączone najlepsze przewidywanie dla wielu cech. Zastąpienie $M_1, M_2 \dots, M_n$ przez $F_1, F_2 \dots, F_n$ lub $P_1, P_2 \dots, P_n$ daje przewidywanie jednej cechy dla tłuszczu lub dla białka. Przewidywanie wielu cech wymaga większych wektorów i macierzy, ale podobnych obliczeń. Wyniki korelacji cech i korelacji autoregresji, na przykład, mogą dostarczyć potrzebne kowariancje.

4 Procedura wielo cechowa (*Multiple-Trait Procedure - MTP*) (Schaeffer i Jamrozik, 1996)

Procedura uwzględniająca modele wielo cechowe szacuje wydajności 305 dniowej laktacji dla mleka, tłuszczu, białka i LKS (liczba komórek somatycznych), włączając informacje o standardowych krzywych laktacji i kowariancjach pomiędzy wydajnością mleka, tłuszczu i białka oraz LKS. Wydajności z dni próby są ważone przez ich wzajemne wariancje, a standardowe krzywe laktacji krów o zbliżonych: rasie, regionie, numerze laktacji, wieku i sezonie wycielenia stosuje się do szacowania odpowiednich parametrów krzywej laktacji dla każdej krowy. Przy stosowaniu procedury wielo cechowej można radzić sobie z długimi przerwami pomiędzy dniami próby, dniami próby tylko z zarejestrowanym mlekiem i można dokonywać oszacowań wydajności 305-dniowych na podstawie tylko jednego próbnego doju dla krowy. Procedura nadaje się także do szacowania wydajności najwyższej (szczytowej), dnia wydajności maksymalnej, wytrzymałości laktacji i spodziewanych wydajności w dniu próby, co może stanowić przydatne narzędzie zarządzania dla producenta korzystającego z programu oceny użytkowości mlecznej.

Metoda MTP opiera się na modelu Wilminka w połączeniu z podejściem włączającym parametry krzywej standardowej dla krów z tymi samymi charakterystykami produkcji. Funkcja Wilminka dla jednej cechy jest podana w równaniu 4:

Równanie 4. Funkcja Wilminka dla jednej cechy (MTP)

$$y = A + Bt \pm C \exp(-0.05t) + e$$

gdzie y jest wydajnością t -go dnia laktacji, A , B i C odnoszą się do kształtu krzywej laktacji.

Parametry A , B i C muszą być oszacowane dla każdej cechy wydajności. Cechy wydajności mają wysokie korelacje fenotypowe a MTP powinna uwzględniać te korelacje. Zastosowanie MTP pozwala na przewidywanie wydajności nawet jeśli nie są dostępne dane dla każdego dnia próby dla krowy. Wektor parametrów, które mają być oszacowane dla jednej krowy określa się:

$$\hat{c} = \begin{pmatrix} A_M \\ B_M \\ C_M \\ A_F \\ B_F \\ C_F \\ A_P \\ B_P \\ C_P \\ A_S \\ B_S \\ C_S \end{pmatrix}$$

gdzie M, F i P reprezentują odpowiednio mleko, tłuszcz i białko, a S reprezentuje liczbę komórek somatycznych. Wektor \mathbf{c} jest szacowany na podstawie dostępnych danych z dnia próby. Załóżmy że \mathbf{c}_0 reprezentuje odpowiadające szacowane parametry dla wszystkich krów o tej samej charakterystyce produkcji co dana krowa. Załóżmy, że

$$y_k = \begin{pmatrix} M_k \\ F_k \\ P_k \\ S_k \end{pmatrix}$$

jest wektorem cech wydajności i liczby komórek somatycznych w próbie k w t dniu laktacji.

Macierz zdarzeń przedstawia się następująco:

$$X_k = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ t & 0 & 0 & 0 \\ \exp(-0.05t) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & t & 0 & 0 \\ 0 & \exp(-0.05t) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & t & 0 \\ 0 & 0 & \exp(-0.05t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & t \\ 0 & 0 & 0 & \exp(-0.05t) \end{pmatrix}$$

Równania MTP są następujące:

Równanie 5. Równania MTP

$$(X'R^{-1}X + G^{-1}) \hat{c} = X'R^{-1}y + G^{-1}c_0$$

gdzie:

$$X'R^{-1}X = \sum_{k=1}^n X_k'R_k^{-1}X_k$$

oraz

$$X'R^{-1}y = \sum_{k=1}^n X_k'R_k^{-1}y_k$$

a n stanowi liczbę prób dla tej krowy. R_k jest macierzą 4 rzędu, która zawiera wariancje i kowariancje pomiędzy wydajnościami w k -próbie w t dniu laktacji. Elementy tej macierzy zostały wyprowadzone z równań regresji w oparciu o dopasowanie fenotypowych wariancji i kowariancji wydajności do modeli z t i t^2 jako współzmiennymi. Tak więc, element ij w R_k może być określony przez:

$$r_{ij}(t) = \beta_{0ij} + \beta_{1ij}(t) + \beta_{2ij}(t^2)$$

G stanowi macierz 12 x 12 zawierającą wariancje i kowariancje pomiędzy parametrami w \hat{c} i reprezentuje wariancję pomiędzy krowami w zakresie tych parametrów, która obejmuje efekty genetyczne i stałe wpływy środowiskowe, ale ignoruje genetyczne kowariancje pomiędzy krowami. Parametry dla G i R_k różnią się w zależności od rasy, ale muszą być znane. Początkowo macierze te zastosowano dla zróżnicowania regionów w Kanadzie, dodatkowo poza rasą ale to oznaczało, że mogłyby istnieć dwie krowy z identycznymi zapisami pod względem produkcji w tych samych dniach laktacji, ale ponieważ jedna krowa znajdowała się w jednym regionie a druga krowa w innym regionie, wówczas dokładność przewidywań byłaby różna. Uznano, że to jest zbyt mylące dla producentów mleka tak więc regionalne różnice w macierzach wariancji-kowariancji zostały zignorowane i zastosowano jeden zestaw parametrów dla wszystkich regionów dla danej rasy. Szacowanie G opisano poniżej.

Jeśli krowa jest ma próbnym udój, a informuje się tylko o wydajności mleka, wówczas

$$y'_k(M_k \ 0 \ 0 \ 0)$$

i

$$R_k = \begin{vmatrix} r_{MM}^{(t)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Odwrotność R_k jest regularną odwrotnością niezerowej pod-macierzy w obrębie R_k , ignorującą rzędy i kolumny zer. Tak więc, brakujące wydajności muszą być dostosowane w MTP.

Dokładność obliczonych wydajności w całkowitej 305-dniowej laktacji zależy od liczby prób podczas laktacji i DIM (*od tłum.: dnia laktacji*) związanych z każdą próbą. Tak więc wszelka procedura szacowania będzie wymagać podawania rzetelnych liczb we wszystkich szacunkach, szczególnie, jeśli występują rzadsze próby w bardzo nieregularnych odstępach czasu. W chwili obecnej stosowana jest przybliżona procedura, która stosuje odwrócone elementy $(X'R^{-1}X + G^{-1})^{-1}$.

4.1 Przykładowe obliczenia

Tabela 5 podana poniżej przedstawia dane z czterech prób 25-miesięcznej krowy rasy holsztyńskiej, wycielonej w czerwcu w Ontario.

Tabela 5. Przykładowe dane dotyczące dnia próby dla krowy

| Próba nr | DIM=t | Exp.(-.05t) | Mleko (kg) | Tłuszcz (kg) | Białko (kg) | LKS |
|----------|-------|-------------|------------|--------------|-------------|-------|
| 1 | 15 | 0.47237 | 28.8 | | | 3.130 |
| 2 | 54 | 0.06721 | 29.2 | 1.12 | 0.87 | 2.463 |
| 3 | 188 | 0.000083 | 23.7 | 0.97 | 0.78 | 2.157 |
| 4 | 250 | 0.0000037 | 20.8 | | | 2.619 |

Należy zwrócić uwagę, że dwie próby nie uwzględniają wydajności tłuszczu i białka i że przerwy pomiędzy próbami są nieregularne i duże. Wektor parametrów standardowej krzywej w oparciu o wszystkie dostępne porównywalne krowy, jest:

$$c_1 = \begin{vmatrix} 27.533957 \\ -.024306 \\ -2.996587 \\ 0.874776 \\ -.000044 \\ 0.172253 \\ 0.801297 \\ -.000208 \\ -.109917 \\ 2.042824 \\ 0.001917 \\ 0.997263 \end{vmatrix}$$

Muszą zostać skonstruowane macierze $R^{(-1)}_k$ dla każdego dnia próby. Macierze te wyprowadza się z równań regresji. Równania dla rasy holsztyńskiej są następujące:

$$r_{MM}(t) = 71.0752 - .281201t + .0004977 t^2$$

$$r_{MF}(t) = 2.4365 - .013274 t + .0000302 t^2$$

$$r_{MP}(t) = 2.0504 - 0.008286 t + 0.0000163 t^2$$

$$r_{MS}(t) = -1.7993 + .013209 t - .000056 t^2$$

$$r_{FF}(t) = 0.1312 - .000725 t + .000001586 t^2$$

$$r_{FP}(t) = 0.0739 - .000386 t + .000000926 t^2$$

$$r_{FS}(t) = -.0386 + .000292 t - .000001796 t^2$$

$$r_{PP}(t) = 0.066 - .000267 t + .0000005636 t^2$$

$$r_{PS}(t) = -.0404 + .000369 t - .000001743 t^2$$

$$r_{SS}(t) = 3.0404 - .000083 t - .000006105 t^2$$

Odwrotności pozostałych macierzy wariancji-kowariancji dla wydajności dla czterech próbnych udojów są następujące:

$$R^{(-1)}_{-1} = \begin{vmatrix} 0.0151259 & 0 & 0 & 0.0080354 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0080354 & 0 & 0 & 0.3334553 \end{vmatrix}$$

$$R^{(-1)}_{-2} = \begin{vmatrix} 0.1685584 & 0.345947 & -4.851935 & 0.0254775 \\ -0.345947 & 26.830915 & -17.40281 & -0.041445 \\ -4.851935 & -17.40281 & 187.18579 & -0.584885 \\ 0.0254775 & -0.041445 & -0.584885 & 0.3365425 \end{vmatrix}$$

$$R^{(-1)}_{-3} = \begin{vmatrix} 0.2620161 & 0.1479068 & -7.943903 & 0.0316069 \\ 0.1479068 & 54.446977 & -56.01333 & 0.3306741 \\ -7.943903 & -56.01333 & 317.9609 & -0.92601 \\ 0.0316069 & 0.3306741 & -0.92601 & 0.3654369 \end{vmatrix}$$

$$R^{(-1)}_{-4} = \begin{vmatrix} 0.0329465 & 0 & 0 & 0.0251039 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0251039 & 0 & 0 & 0.3981981 \end{vmatrix}$$

Macierz G^{-1} rzędu 12 jest taka sama dla wszystkich krów tej samej rasy i jest pokazana w podzielonej postaci:

Górna lewa 6x6

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 0.1071767 | 0 | 0 | -0.136926 | 0 | 0 |
| 7715.8655 | 0 | 0 | 0 | -17488.1 | 0 |
| | 0.0081987 | 0 | 0 | 0 | -0.01643 |
| | | 23.298605 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 1758757 | 0 | 0 |
| | | | | | 1.235102 |

Górna prawa 6x6

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| -3.277253 | 0 | 0 | 0.0159958 | 0 | 0 |
| 0 | -216515.9 | 0 | 0 | 2036.696 | 0 |
| 0 | 0 | -0.2011 | 0 | 0 | 0.002507 |
| -18.22036 | 0 | 0 | 0.1014891 | 0 | 0 |
| 0 | -1261220 | 0 | 0 | 8337.366 | 0 |
| 0 | 0 | -0.585594 | 0 | 0 | -0.00712 |

oraz **dolna prawa 6x6**

| | | | | | |
|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 135.02387 | 0 | 0 | -0.425106 | 0 | 0 |
| 8761798.3 | 0 | 0 | 0 | -29796.5 | 0 |
| | 7.648804 | 0 | 0 | 0 | -0.04183 |
| | | 0.2667083 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 18672.44 | 0 | 0 |
| | | | | | 0.021171 |

Należy zwrócić uwagę, że wiele kowariancji pomiędzy różnymi parametrami krzywych laktacji zostało określonych jako zero. Kiedy włączono wszystkie kowariancje, błędy przewidywania dla indywidualnych krów były bardzo duże, prawdopodobnie dlatego, że kowariancje były wysoko skorelowane ze sobą w obrębie i między cechami. Włączenie tylko kowariancji tych samych parametrów pomiędzy cechami dało dużo mniejsze błędy oceny.

Elementy równań MTP rzędu 12 dla danej krowy pokazano także w podzielonym formacie:

$$X'R^{-1}X =$$

Górna lewa 6x6

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0.4786468 | 66.824686 | 0.0184957 | -0.19804 | 9.125325 | -0.023239 |
| | 11814.771 | 0.7230498 | 9.125325 | 4218.8356 | -1.253252 |
| | | 0.0041365 | -0.023239 | -1.253252 | -0.001563 |
| | | | 81.277893 | 11684.901 | 1.8078249 |
| | | | | 2002612.9 | 98.228104 |
| | | | | | 0.1212006 |

Górna prawa 6x6

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| -12.79584 | -1755.458 | -326758 | 0.0902237 | 13.714392 | 0.0055107 |
| -1755.458 | -294917.5 | -17.73328 | 13.714392 | 2762.2093 | .1499179 |
| -.326758 | -17.73328 | -.021917 | 0.0055107 | 0.1499179 | 0.001908 |
| -73.41614 | -11470.26 | -1.174292 | 0.2892287 | 59.928675 | -0.002758 |
| -11470.26 | -2030482 | -64.03474 | 59.928675 | 11566.49 | -.14526 |
| -1.174292 | -64.03474 | -.078612 | -.002758 | -0.14526 | -0.000187 |

oraz dolna prawa 6x6

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 505.14668 | 69884.681 | 12.607147 | -1.510895 | -205.6737 | -.039387 |
| | 11783844 | 684.32233 | -205.6737 | -34434.43 | -2.137195 |
| | | 0.8455549 | -.039387 | -2.137195 | -0.002642 |
| | | | 1.4336329 | 191.42681 | 0.1801651 |
| | | | | 38859.772 | 3.5902121 |
| | | | | | 0.0759252 |

$$X'R^{-1}y =$$

| |
|-----------|
| 1.813004 |
| 257.30912 |
| 0.24295 |
| 18.048269 |
| 2762.4114 |
| 0.3174273 |
| 3.6520902 |
| 653.97454 |
| 0.0166432 |
| 4.9935515 |
| 678.86668 |
| 0.6708264 |

oraz

$$G^{-1}c_0 =$$

| |
|-----------|
| 0.2378446 |
| -137.8976 |
| -0.002795 |
| 2.2183526 |
| 624.94513 |
| 0.3192604 |
| 1.1512642 |
| 3441.8785 |
| -0.380704 |
| 0.7334103 |
| -7.895393 |
| 0.0169737 |

Wektor rozwiązania dla przedstawianej krowy wynosi

$$\hat{e} = \begin{pmatrix} 28.875659 \\ - .028768 \\ - .454583 \\ 0.9842104 \\ - .000124 \\ 0.3339813 \\ 0.8375506 \\ - .00034 \\ - .038198 \\ 2.084599 \\ 0.0017539 \\ 1.9446955 \end{pmatrix}$$

Aby przewidzieć 305-dniową wydajność, Y_{305} ,

Równanie 6. Równanie szacowania wydajności 305-dniowej

$$Y_{305} = \sum_{t=1}^{305} (\hat{A} + Bt + C \exp(-0.5t))$$

$$= 305 (A) + 466665 (B) + 19.504162 (C)$$

stosuje się oddzielnie dla każdej cechy (mleko, tłuszcz, białko i LKS). Wyniki dla tej krowy wynosiły 7456 kg mleka, 301 kg tłuszczu i 239 kg białka. Wynik dla LKS dzieli się przez 305 aby uzyskać przeciętną dzienną LKS równą 2.477.

5 Literatura

- 1) Sargent, F. D., V. H. Lyton, and O. G. Wall, Jr. 1968. Test interval method of calculating Dairy Herd Improvement Association records. J. Dairy Sci. 51:170.
- 2) Schaeffer, L.R., and J. Jamrozik. 1996. Multiple-trait prediction of lactation yields for dairy cows. J. Dairy Sci. 79:2044-2055.
- 3) VanRaden, P.M. 1997. Lactation yields and accuracies computed from test day yields and (co)variances by best prediction. J. Dairy Sci. 80:3015-3022.
- 4) Wilmink, J.B.M. 1987. Comparison of different methods of predicting 305-day milk yield using means calculated from within-herd lactation curves. Livest. Prod. Sci. 17:1.