



THE GLOBAL
STANDARD FOR
LIVESTOCK DATA

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

Wersja: październik 2017

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

Spis treści

1	Metoda uwzględniająca odstępy pomiędzy próbami (TIM) (<i>ang.: Time interval method</i>), (Sargent, 1968)	3
2	Interpolacja przy wykorzystaniu Standardowych Krzywych Laktacji (<i>Standard Lactation Curves - ISLC</i>) (Wilmink, 1987)	5
3	Najlepsze przewidywanie (<i>Best prediction – BP</i>) (VanRaden, 1997)	6
4	Procedura wielocechowa (<i>Multiple-Trait Procedure - MTP</i>) (Schaeffer i Jamrozik, 1996)	7
4.1	Przykładowe obliczenia	10
5	Literatura	14

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.....	4
Tabela 4.	Zmierzone i pochodzące z nich dzienne wydajności, zastosowane do obliczenia trwających laktacji z przykładu ISLC)	5
Tabela 5.	Przykładowe dane dotyczące dnia próby dla krowy.....	10

Równania

Równanie 1.	Obliczanie wydajności skumulowanej (Cumulative yield calculation - ISLC)....	3
Równanie 2.	Skumulowana wydajność laktacyjna (ISLC).....	5
Równanie 3.	Przewidywanie wydajności laktacyjnej.....	6
Równanie 4.	Funkcja Wilminka dla jednej cechy (MTP).....	7
Równanie 5.	Równania MTP.....	9

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

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

Stosuje się następujące wzory celem obliczenia wydajności mleka (MY), wydajności tłuszczu (FY) i procentowej zawartości tłuszczu (FP) 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 użytkowości 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 (podana z dokładnością do co najmniej do dwóch miejsc dziesiętnych).

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

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

I_n stanowi okres, w dniach, pomiędzy datą ostatniej oceny użytkowości 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	% tłuszczu	tłuszcz w gramach
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

Tabela 3. Obliczenia przy zastosowaniu Test Interval Method.

Odstęp oba dni wliczone	Dzienna produkcja			Suma	
	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. W interpolacji stosującej standardowe krzywe laktacji brany jest pod uwagę fakt, że po wycieleniu wydajność mleka zazwyczaj wzrasta a następnie maleje. Dzielne 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 = przerwa, w dniach, pomiędzy dziennymi wydajnościami y_i i y_{i+1} ;
- n = całkowita liczba wydajności dziennych (zmierzone wydajności dziennie i przewidywane wydajności dziennie).

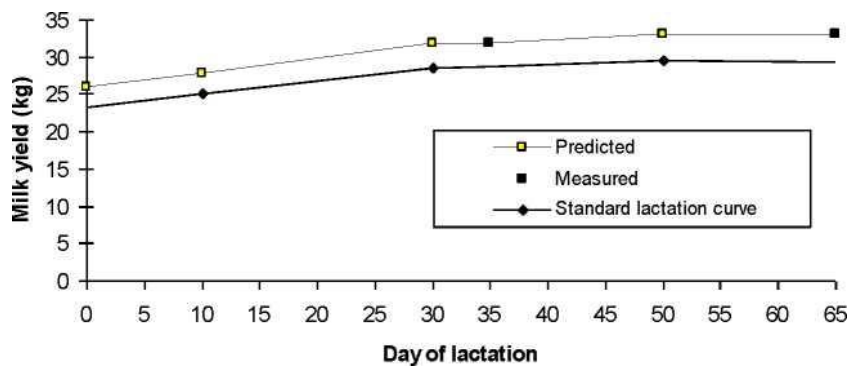
Następny przykład ilustruje obliczanie trwających laktacji. Krowa była oceniana w 35 i 65 dniu laktacji. Krowy były oceniane w 35 i 65 dniu laktacji. Aby określić wydajność laktacyjną, określane są dziennie wydajności mleka dla 0, 10, 30 i 50 dnia laktacji, stosując standardowe krzywe laktacji. Wydajności dziennie podano w tab.4.

Tabela 4. Zmierzone i pochodzące z nich dziennie 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	Przy wykorzystaniu standardowej krzywej laktacji
65	33.0	Zmierzona

Odpowiada to powierzchni poniżej linii przez przewidywaną i zmierzoną wydajność dzienną (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 $E(y)$ zawiera dane odpowiadające spodziewanym wartościom za każdy dzień oceny użytkowości. Dane $E(y)$ 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 y różnią się wzajemnie jako funkcje odstępu pomiędzy kontrolami użytkowości (I). Elementy diagonalne w $\text{Var}(y)$ stanowią wariancję populacji lub stada dla danego dnia oceny użytkowości a pozadiagonalne uzyskuje się z funkcji autoregresywnych lub podobnych takich jak $\text{Corr}(M_1, M_2) = .995^l$ dla pierwszych laktacji lub $.992^l$ dla dalszych laktacji. Kowariancje jednej obserwacji z wydajnością laktacji, 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 jako:

Równanie 3. Przewidywanie wydajności laktacyjnej

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

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 do M_n przez F_1, F_2 do F_n lub P_1, P_2 do 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 wielocechowa (*Multiple-Trait Procedure - MTP*) (Schaeffer i Jamrozik, 1996)

Procedura uwzględniająca modele wielocechowe 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, liczbie laktacji, wieku i sezonie wycielenia stosuje się do szacowania odpowiednich parametrów krzywej laktacji dla każdej krowy. Przy stosowaniu procedury wielocechowej 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 w programie kontroli użytkowości mleka.

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 c jest szacowany na podstawie dostępnych danych z dnia próby. Załóżmy że c_0 reprezentuje odpowiadające szacowane parametry dla wszystkich krow 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

$$(\mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} + \mathbf{G}^{-1}) \hat{\mathbf{c}} = \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} + \mathbf{G}^{-1}\mathbf{c}_0$$

gdzie:

$$\mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} = \sum_{k=1}^n \mathbf{X}'_k \mathbf{R}_k^{-1} \mathbf{X}_k$$

oraz

$$\mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} = \sum_{k=1}^n \mathbf{X}'_k \mathbf{R}_k^{-1} \mathbf{y}_k$$

a n stanowi liczbę prób dla tej krowy. \mathbf{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 \mathbf{R}_k może być określony przez:

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

\mathbf{G} stanowi macierz 12 x 12 zawierającą wariancje i kowariancje pomiędzy parametrami w $\hat{\mathbf{c}}$ 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 \mathbf{G} i \mathbf{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 \mathbf{G} opisano poniżej.

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

$$\mathbf{y}'_k (\mathbf{M}_k \ 0 \ 0 \ 0)$$

i

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

Odwrotność \mathbf{R}_k jest regularną odwrotnością niezerowej pod-macierzy w obrębie \mathbf{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 $(\mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} + \mathbf{G}^{-1})^{-1}$.

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:

$$\mathbf{c}_0 = \begin{pmatrix} 27.533957 \\ -.024306 \\ -2.996587 \\ 0.874776 \\ -.000044 \\ 0.172253 \\ 0.801297 \\ -.000208 \\ -.109917 \\ 2.042824 \\ 0.001917 \\ 0.997263 \end{pmatrix}$$

Muszą zostać skonstruowane macierze R_k dla każdego dnia próby. Macierze te wyprowadza się z równań regresji. Równania dla rasy holsztyńskiej są następujące:

$$\begin{aligned} \Gamma_{MM}(t) &= 71.0752 - .281201t + .0004977 t^2 \\ \Gamma_{MF}(t) &= 2.4365 - .013274 t + .0000302 t^2 \\ \Gamma_{MP}(t) &= 2.0504 - 0.008286 t + 0.0000163 t^2 \\ \Gamma_{MS}(t) &= -1.7993 + .013209 t - .000056 t^2 \\ \Gamma_{FF}(t) &= 0.1312 - .000725 t + .000001586 t^2 \\ \Gamma_{FP}(t) &= 0.0739 - .000386 t + .000000926 t^2 \\ \Gamma_{FS}(t) &= -.0386 + .000292 t - .000001796 t^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_{PP}(t) &= 0.066 - .000267 t + .0000005636 t^2 \\ r_{PS}(t) &= -.0404 + .000369t - .000001743 t^2 \\ r_{SS}(t) &= 3.0404 - .000083 t - .000006105 t^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_1 &= \begin{vmatrix} .0151259 & 0 & 0 & 0.0080354 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0080354 & 0 & 0 & 0.3334553 \end{vmatrix} \\ R_2 &= \begin{vmatrix} 0.1685584 & 0.345947 & -4.851935 & 0.0254775 \\ -.345947 & 26.830915 & -17.40281 & -.041445 \\ -4.851935 & -17.40281 & 187.18579 & -.584885 \\ 0.0254775 & -0.041445 & -.584885 & 0.3365425 \end{vmatrix} \\ R_3 &= \begin{vmatrix} 0.2620161 & 0.1479068 & -7.943903 & 0.0316069 \\ 0.1479068 & 54.446977 & -56.01333 & 0.3306741 \\ -7.943903 & -56.01333 & 317.9609 & -.92601 \\ 0.0316069 & 0.3306741 & -.92601 & 0.3654369 \end{vmatrix} \\ R_4 &= \begin{vmatrix} .0329465 & 0 & 0 & .0251039 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ .0251039 & 0 & 0 & .3981981 \end{vmatrix} \end{aligned}$$

Macierz **G** rzędu 12 jest taka sama dla wszystkich krów tej samej rasy i jest pokazana w podzielonej postaci:

Górna lewa 6x6

$$\begin{vmatrix} 0.1071767 & 0 & 0 & -0.136926 & 0 & 0 \\ & 7715.8655 & 0 & 0 & -17488.1 & 0 \\ & & 0.0081987 & 0 & 0 & -0.01643 \\ & & & 23.298605 & 0 & 0 \\ & & & & 1758757 & 0 \\ & & & & & 1.235102 \end{vmatrix}$$

Górna prawa 6x6

$$\begin{vmatrix} -3.277253 & 0 & 0 & 0.0159958 & 0 & 0 \\ 0 & -216515.9 & 0 & 0 & 2036.696 & 0 \\ 0 & 0 & -0.2011 & 0 & 0 & 0.002507 \\ -18.22036 & 0 & 0 & 0.1014891 & 0 & 0 \\ 0 & -1261220 & 0 & 0 & 8337.366 & 0 \\ 0 & 0 & -0.585594 & 0 & 0 & -0.00712 \end{vmatrix}$$

i dolna prawa 6x6

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

i 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

$$\mathbf{X'R'y} = \begin{pmatrix} 1.813004 \\ 257.30912 \\ 0.24295 \\ 18.048269 \\ 2762.4114 \\ 0.3174273 \\ 3.6520902 \\ 653.97454 \\ 0.0166432 \\ 4.9935515 \\ 678.86668 \\ 0.6708264 \end{pmatrix}$$

oraz

$$\mathbf{G^{-1}c_0} = \begin{pmatrix} 0.2378446 \\ -137.8976 \\ -0.002795 \\ 2.2183526 \\ 624.94513 \\ 0.3192604 \\ 1.1512642 \\ 3441.8785 \\ -0.380704 \\ 0.7334103 \\ -7.895393 \\ 0.0169737 \end{pmatrix}$$

Wektor rozwiązania dla przedstawianej krowy wynosi

$$\hat{\mathbf{c}} = \begin{pmatrix} 28.875659 \\ -0.028768 \\ -0.454583 \\ 0.9842104 \\ -0.000124 \\ 0.3339813 \\ 0.8375506 \\ -0.00034 \\ -0.038198 \\ 2.084599 \\ 0.0017539 \\ 1.9446955 \end{pmatrix}$$

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

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

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

stosuje się oddzielnie dla każdej cechy (mleko, tłuszcz, białko i LKS). Wyniki dla tej krowy wyniosły 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.