



Ocena wartości hodowlanej bydła rasy  
PHF odmiany czarno-białej i  
czerwono-białej

Opracowane przez:

**Centrum Genetyczne**

Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka

<b>Jednostopniowa genomowa ocena wartości hodowlanej</b>	<b>2</b>
Informacje ogólne	3
Dane rodowodowe	3
Dane genomowe	3
Obserwacje fenotypowe	3
Międzynarodowe oceny wartości hodowlanej MACE	3
Dokładność oceny	4
Baza genetyczna	4
Wartości hodowlane i ich standaryzacja	4
Warunki publikacji oceny	8
Oznaczenia opublikowanej oceny wartości hodowlanej	9
<b>Ocena wartości hodowlanej dla cech produkcyjnych oraz zawartości komórek somatycznych</b>	<b>10</b>
Dane	10
Odziedziczalność	10
Model	10
Grupy genetyczne	11
<b>Ocena wartości hodowlanej dla cech pokroju</b>	<b>12</b>
Dane	12
Odziedziczalność	12
Model	13
Grupy genetyczne	13
<b>Ocena wartości hodowlanej dla cech płodności</b>	<b>14</b>
Dane	14
Odziedziczalność	14
Model	14
Grupy genetyczne	15
<b>Ocena wartości hodowlanej dla cech związanych z przebiegiem porodu i przeżywalnością cieląt</b>	<b>16</b>
Dane	16
Odziedziczalność	17
Model	17
Grupy genetyczne	18
<b>Ocena wartości hodowlanej dla długowieczności</b>	<b>19</b>
Odziedziczalność	19
Model	19
<b>Grupy genetyczne</b>	<b>19</b>
<b>Ocena wartości hodowlanej dla cech związanych ze zdolnością udojową</b>	<b>20</b>
Dane	20
Odziedziczalność	20
Model	20
Grupy genetyczne	20
<b>Ocena wartości hodowlanej dla cech związanych ze zdrowotnością racic</b>	<b>21</b>
Dane	21

Odziedziczalność	21
Model	21
Grupy genetyczne	22
<b>Indeks Produkcja i Funkcjonalność (PF)</b>	<b>23</b>
Standaryzacja indeksu PF	23
Podindeks produkcyjny	23
Podindeksy pokrojowe	23
Pośrednie optimum	24
Podindeks płodności	25
Standaryzacja podindeksów	25
<b>Indeks Ekonomiczny (IE)</b>	<b>25</b>
<b>Źródła</b>	<b>28</b>

## Jednostopniowa genomowa ocena wartości hodowlanej

### Informacje ogólne

Ocena wartości hodowlanej bydła rasy PHF odmiany czarno-białej i czerwono-białej w Polsce przeprowadzana jest z wykorzystaniem metody jednostopniowej (single-step BLUP) wykorzystującej metodę BLUP (najlepszej linowej nieobciążonej predykcji) model zwierzęcia łączącą następujące źródła obserwacji: obserwacje fenotypowe, informację rodowodową, informację genomową oraz dodatkowo międzynarodowe oceny wartości hodowlanej MACE. W zależności od cechy stosuje się modele jedno lub wielocechowe oraz modele laktacyjne.

### Dane rodowodowe

Dane rodowodowe stanowią źródło informacji o spokrewnieniach pomiędzy osobnikami. Wykorzystywane są wszystkie dostępne źródła informacji: krajowe księgi hodowlane, międzynarodowe informacje o osobnikach pochodzące z Interbull i EuroGenomics oraz potwierdzenia kontroli pochodzenia dla zwierząt zgenotypowanych.

### Dane genomowe

Szacowanie wartości hodowlanej odbywa się z włączeniem informacji genetycznej osobnika w postaci markerów, polimorfizmów pojedynczych nukleotydów — SNP (*ang. Single Nucleotide Polymorphisms*). Do oceny wartości hodowlanej włączane się jedynie dane, które przeszły kontrolę jakości, mającą na celu odrzucanie genotypów lub SNPów dla których wykazano ponad 10% brakujących wywołań markerów oraz gdzie częstotliwość rzadszego allelu wynosi nie mniej niż zadany próg.

### Obserwacje fenotypowe

Definicje obserwacji fenotypowych różnią się w zależności od poszczególnych cech. Do szacowania oceny wartości hodowlanej włączane są wyłącznie obserwacje spełniające wymogi jakościowe określone osobno dla poszczególnych cech.

### Międzynarodowe oceny wartości hodowlanej MACE

Wartości hodowlane MACE szacowane są na podstawie krajowych wartości hodowlanych oszacowanych przez członków organizacji Interbull, dla buhajów ocenionych na córkach. Są szczególnie cennym źródłem informacji w przypadku braku krajowej wartości hodowlanej tj. niewystarczającej liczby (lub braku) córek danego osobnika w Polsce. Do oceny jednostopniowej wartości MACE włączane są jako dodatkowe źródło informacji (pseudo-fenotyp buhaja) tylko w przypadku, gdy ocena MACE ma wyższą dokładność niż ocena buhaja na podstawie jego polskich córek. Włączenie oceny MACE jako dodatkowego źródła informacji opiera się o metodologię, która pozwala na uwzględnienie informacji

krajowej oraz międzynarodowej zaproponowaną przez Bonifazi i wsp. 2023, która bazuje na deregresowanych krajowych wartościach hodowlanych oraz wynikach oceny MACE. W przypadku cech produkcyjnych oraz zawartości komórek somatycznych stosuje się dodatkowe przekształcenia zgodnie z metodologią zaproponowaną przez Edinga (2024).

### **Dokładność oceny**

Dokładność oceny oblicza się z wykorzystaniem metody aproksymacji przy pomocy elementów diagonalnych macierzy wariancji błędu predykcji układu równań mieszanych wykorzystywanych w szacowaniu wartości hodowlanych (Tier i Meyer, 2004).

### **Baza genetyczna**

Wartości hodowlane wyrażane są w odniesieniu do bazy genetycznej. Jest ona jednolita dla wszystkich ocenianych cech. Przyjęto, że bazę genetyczną stanowi średnia wartość hodowlana krów urodzonych 10 lat przed rokiem, w którym przeprowadzono ocenę. Baza genetyczna jest aktualizowana corocznie.

### **Wartości hodowlane i ich standaryzacja**

Wartości hodowlane wszystkich cech wyrażono jako odchylenie od bazy genetycznej. Dla cech produkcyjnych wartości hodowlane wyrażone są jako odchylenie od bazy genetycznej wg. wzoru:

$$WH_{odch} = \frac{(WH - \mu_{WH})}{\sigma_{WH}}$$

gdzie:

- $WH_{odch}$  - standaryzowana wyrażona jako odchylenie od bazy genetycznej
- $WH$  - oszacowana wartość hodowlana
- $\mu_{WH}$  - średnia wartość WH dla zwierząt stanowiących bazę genetyczną
- $\sigma_{WH}$  - odchylenie standardowe WH dla zwierząt stanowiących bazę genetyczną

W przypadku pozostałych cech w celu łatwiejszej interpretacji wyników wartości hodowlane przekształcono na skalę o średniej 100 i odchyleniu standardowym 10. Przekształcenie to nazywa wykonywane jest wg poniższego wzoru:

$$WH_{std} = cecha * 10 * \frac{(WH - \mu_{WH})}{\sigma_{WH}} + 100$$

gdzie:

- $WH_{std}$  - standaryzowana wartość hodowlana w skali publikowanej
- $WH$  - oszacowana wartość hodowlana
- $\mu_{WH}$  - średnia wartość WH dla zwierząt stanowiących bazę genetyczną
- $\sigma_{WH}$  - odchylenie standardowe WH dla zwierząt stanowiących bazę genetyczną
- $cecha$  - to wskaźnik przyjmuje wartość 1 lub -1 w zależności od cechy. Wartość -1 stosuje się w celu odwrócenia skali i zapewnienia tego, że wyższe wartości hodowlane wskazują na wyższy potencjał genetyczny osobnika pomimo tego, że w oryginalnej skali niższe wartości fenotypowe oznaczają bardziej pożądaną wartość cechy. Wskaźnik ten przyjmuje wartość -1 dla zawartości komórek somatycznych, długowieczności, przestoju poporodowego, okresu usługi, odstępu międzyciążowego, przebiegu porodów dermatitis digitalis oraz temperamentu, dla pozostałych cech wartość wskaźnika wynosi 1, co powoduje zachowanie oryginalnej skali.

**Tabela 1.** Interpretacja wartości hodowlanych dla poszczególnych cech.

Cecha	Jednostka	Sposób wyrażania	Interpretacja wartości niskiej	Interpretacja wartości wysokiej
<b>Produkcja</b>				
Wydajność mleka	kg	Odchylenie od bazy	Niska wydajność mleka	Wysoka wydajność mleka
Wydajność białka	kg	Odchylenie od bazy	Niska wydajność białka	Wysoka wydajność białka
Wydajność tłuszczu	kg	Odchylenie od bazy	Niska wydajność tłuszczu	Wysoka wydajność tłuszczu
Wydajność laktozy	kg	Odchylenie od bazy	Niska wydajność laktozy	Wysoka wydajność laktozy
Procent białka	%	Odchylenie od bazy	Niska zawartość białka	Wysoka zawartość białka
Procent tłuszczu	%	Odchylenie od bazy	Niska zawartość tłuszczu	Wysoka zawartość tłuszczu
Procent laktozy	%	Odchylenie od bazy	Niska zawartość laktozy	Wysoka zawartość laktozy

Cecha	Jednostka	Sposób wyrażania	Interpretacja wartości niskiej	Interpretacja wartości wysokiej
<b>Zdrowotność wymienia</b>				
Liczba komórek somatycznych	pkt.	Wartość standaryzowana	Wysoka zawartość komórek somatycznych	Niska zawartość komórek somatycznych
<b>Pokrój</b>				
Rama ciała	pkt.	Wartość standaryzowana	Mała	Duża
Siła mleczności	pkt.	Wartość standaryzowana	Niepożądana	Pożądana
Nogi i racice	pkt.	Wartość standaryzowana	Niepożądane	Pożądane
Wymię	pkt.	Wartość standaryzowana	Niepożądane	Pożądane
Budowa ogólna	pkt.	Wartość standaryzowana	Niepożądana	Pożądana
Wysokość w krzyżu	pkt.	Wartość standaryzowana	Niski wzrost	Wysoki wzrost
Głębokość tułowia	pkt.	Wartość standaryzowana	Płytki tułów	Głęboki tułów
Szerokość klatki piersiowej	pkt.	Wartość standaryzowana	Wąska	Szeroka
Ustawienie zadu	pkt.	Wartość standaryzowana	Uniesiony	Spadzisty
Szerokość zadu	pkt.	Wartość standaryzowana	Wąski	Szeroki
Nogi tylne - widok z boku	pkt.	Wartość standaryzowana	Pionowe	Podsiebne
Racice	pkt.	Wartość standaryzowana	Długa przekątna	Krótką przekątna
Nogi tylne- widok z tyłu	pkt.	Wartość standaryzowana	Iksowate	Równoległe
Struktura Kostna	pkt.	Wartość standaryzowana	Gruba	Płaska

Cecha	Jednostka	Sposób wyrażania	Interpretacja wartości niskiej	Interpretacja wartości wysokiej
Zawieszenie przednie wymienia	pkt.	Wartość standaryzowana	Luźne	Mocne
Zawieszenie tylne wymienia	pkt.	Wartość standaryzowana	Niskie	Wysokie
Więzadło środkowe wymienia	pkt.	Wartość standaryzowana	Słabe	Mocne
Położenie wymienia	pkt.	Wartość standaryzowana	Niskie	Wysokie
Szerokość wymienia	pkt.	Wartość standaryzowana	Wąskie	Szerokie
Ustawienie strzyków tylnych	pkt.	Wartość standaryzowana	Zewnętrzne	Wewnętrzne
Ustawienie strzyków przednich	pkt.	Wartość standaryzowana	Szerokie	Wąskie
Długość strzyków	pkt.	Wartość standaryzowana	Krótkie	Długie
Charakter mleczny	pkt.	Wartość standaryzowana	Ordynarny	Szlachetny
Kondycja	pkt.	Wartość standaryzowana	Słaba	Mocna
Lokomocja	pkt.	Wartość standaryzowana	Słaba	Dobra
<b>Płodność</b>				
Współczynnik zapłodnienia jałówek	pkt.	Wartość standaryzowana	Duża liczba inseminacji jałówek	Mała liczba inseminacji jałówek
Współczynnik zapłodnienia krów	pkt.	Wartość standaryzowana	Duża liczba inseminacji krów	Mała liczba inseminacji krów
Przestój poporodowy	pkt.	Wartość standaryzowana	Długi przestój poporodowy	Krótki przestój poporodowy
Odstęp	pkt.	Wartość	Długi odstęp	Krótki odstęp



Cecha	Jednostka	Sposób wyrażania	Interpretacja wartości niskiej	Interpretacja wartości wysokiej
międzyciążowy		standaryzowana	międzyciążowy	międzyciążowy
Okres usługi jałówek	pkt.	Wartość standaryzowana	Długi okres usługi jałówek	Krótki okres usługi jałówek
Okres usługi krów	pkt.	Wartość standaryzowana	Długi okres usługi krów	Krótki okres usługi krów
<b>Długowieczność</b>				
Długowieczność	pkt.	Wartość standaryzowana	Mała długość użytkowania	Wysoka długość użytkowania
<b>Zdolność udojowa</b>				
Szybkość doju	pkt.	Wartość standaryzowana	Długi dój	Krótki dój
Temperament	pkt.	Wartość standaryzowana	Zwierzę pobudliwe lub agresywne	Zwierzę powolne i łagodne
<b>Przebieg porodów</b>				
Przebieg porodu bezpośredni	pkt.	Wartość standaryzowana	Trudne porody potomstwa buhaja	Łatwe porody potomstwa buhaja
Przebieg porodu matczyny	pkt.	Wartość standaryzowana	Trudne porody u córek buhaja	Łatwe porody u córek buhaja
Przeżywalność cieląt bezpośrednia	pkt.	Wartość standaryzowana	Niska przeżywalność potomstwa buhaja	Wysoka przeżywalność potomstwa buhaja
Przeżywalność cieląt matczyna	pkt.	Wartość standaryzowana	Niska przeżywalność potomstwa córek buhaja	Wysoka przeżywalność potomstwa córek buhaja
<b>Zdrowotność racic</b>				
Dermatitis digitalis (DD)	pkt.	Wartość standaryzowana	Niska odporność na wystąpienie DD	Wysoka odporność na wystąpienie DD

### Warunki publikacji oceny

Warunkiem opublikowania oceny wartości hodowlanej dla buhaja jest uzyskanie dokładności dla wydajności mlecznej nie mniejszej niż 0,5 oraz wykorzystanie w ocenie

danej cechy informacji fenotypowej (fenotypy córek lub/i MACE) lub genotypu własnego buhaja.

Warunkiem publikacji oceny dla samic jest posiadanie ojca i matki rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej oraz wykorzystanie w ocenie dla danej cechy genotypu lub fenotypu własnego. Warunkiem niezbędnym dla uzyskania oceny przez samicę jest jednocześnie posiadanie przez nią wartości hodowlanej dla wydajności mleka.

Ocena buhajów i samic jest publikowana wyłącznie dla obu odmian rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej – HO i RW.

### Oznaczenia opublikowanej oceny wartości hodowlanej

Przy opublikowanej wartości hodowlanej znajduje się znacznik mówiący o źródłach informacji wykorzystanych przy jej szacowaniu. Źródłem informacji dla wszystkich osobników jest informacja rodowodowa, a dodatkowo wykorzystany w ocenie może być genotyp, obserwacje fenotypowe (własne lub na córkach) oraz międzynarodowa ocena wartości hodowlanej (MACE).

W przypadku publikacji oceny międzynarodowej zamiast krajowej pojawią się skróty MACE lub GMACE, co oznacza, że ocena pochodzi z systemu Interbull. Szczegółowy opis skrótów i przypisanych źródeł informacji przedstawiono w poniższej Tabeli 2.

**Tabela 2.** Wyjaśnienie oznaczeń używanych w opublikowanych ocenach wartości hodowlanej.

Skrót	Informacje uwzględnione w ocenie
<b>Ocena krajowa</b>	
G	Genotyp buhaja lub samicy
F	Fenotypy córek buhaja lub obserwacje własne w przypadku krów
I	MACE dla buhajów
Z	Genotyp i fenotypy własne samic
GF	Genotyp buhaja i fenotypy córek
GI	Genotyp i MACE buhaja
GFI	Genotyp buhaja, fenotypy córek i MACE
FI	Fenotypy córek buhaja i MACE
<b>Ocena międzynarodowa</b>	

MACE Ocena międzynarodowa oparta o fenotypy córek

GMACE Ocena międzynarodowa oparta o genotyp buhaja

## Ocena wartości hodowlanej dla cech produkcyjnych oraz zawartości komórek somatycznych

Ocena, ta oparta jest na podstawie analiz prób mleka oraz pomiarów prowadzonych podczas próbnych dojów w stadzie krów. W tej grupie, ocenie podlegają: wydajności mleka, białka, tłuszczu, laktozy oraz liczba komórek somatycznych. W ocenie uwzględniono także międzynarodową ocenę wartości hodowlanej MACE, która jest zintegrowana w ramach systemu oceny.

### Dane

Obserwacje włączone do analiz zostały zebrane podczas próbnych dojów prowadzonych w stadzie przez zootechników oceny. Włączone są wszystkie rekordy od 01 stycznia 1995 ocenione metodą A4 i A8 oraz AT4 z niższą wagą obserwacji w ocenie. Obserwacje ostatecznie użyte w ocenie wartości hodowlanej są filtrowane pod względem wartości odstających, zakresu cech i efektów oraz liczebności podklas efektów.

W celu zmniejszenia zmienności w stadach na dane fenotypowe zastosowano poprawkę na heterogeniczność wariancji.

### Odziedziczalność

**Tabela 3.** Odziedziczalność dla cech produkcyjnych oraz zawartości komórek somatycznych.

Nazwa cechy	Odziedziczalność
Wydajność mleka	0,37
Wydajność tłuszczu	0,42
Wydajność białka	0,32
Wydajność laktozy	0,37
Zawartość komórek somatycznych	0.37

### Model

Wartość hodowlaną szacuje się przy użyciu jednocechowego, wielolaktacyjnego modelu zwierzęcia z regresjami losowymi. W szacowaniu wykorzystuje się pomiary zgromadzone w ramach trzech pierwszych laktacji.

W modelu uwzględniono następujące efekty:

Stałe:

- dzień doju w stadzie,
- wiek wycielenia-sezon-dzień laktacji (uwzględnia się dwa sezony: październik-marzec, kwiecień wrzesień). Krzywa laktacji modelowana przy użyciu funkcji regresji stałej 5-tego stopnia wielomianu Legendre'a,
- stada-roku-dzień laktacji. Krzywa laktacji modelowana przy użyciu funkcji regresji stałej 3-go stopnia wielomianu Legendre'a,

Losowe:

- genetyczny addytywny zwierzęcia. Efekt modelowany przy użyciu funkcji regresji losowej 3-go stopnia wielomianu Legendre'a,
- środowiskowy trwały. Efekt modelowany przy użyciu funkcji regresji losowej 3-go stopnia wielomianu Legendre'a,
- błędu losowego

W ramach wieku wycielenia uwzględniono 12 podklas: w laktacji pierwszej 5 podklas, w laktacji drugiej 4 podklasy, w laktacji trzeciej 3 podklasy.

### **Grupy genetyczne**

Grupy genetyczne przypisywane są zwierzętom, które nie posiadają jednego lub obu rodziców. Dla cech produkcyjnych budowane są one w oparciu o następujące kryteria: płeć zwierzęcia, ścieżkę selekcyjną, okres urodzenia oraz kraj pochodzenia. Grupy genetyczne dla nieznanymi rodziców uwzględniono jako efekt losowy w modelu.

## Ocena wartości hodowlanej dla cech pokroju

### Dane

Cechy pokroju oceniane są w sposób liniowy — w skali od 1 do 9 (19 cech) oraz opisowy — w skali od 50 do 100 (5 cech). Jedna cecha — wysokość w krzyżu określana jest w centymetrach. Cecha budowa ogólna opiera się o 4 pozostałe cechy opisowe. Nazwy poszczególnych cech, skalę oraz odziedziczalności znajdują się w Tabeli 4. W ocenie uwzględniono obserwacje dla krów, których wiek ocielenia mieścił się w przedziale od 18 do 48 miesięcy, a ocena pokroju wykonana była w okresie między 15 a 180 dniem trwania laktacji. W ocenie uwzględniono także międzynarodową ocenę wartości hodowlanej MACE.

### Odziedziczalność

**Tabela 4.** Ocena cech pokroju oraz odziedziczalność poszczególnych cech

Nazwa cechy	Skala oceny	Odziedziczalność
Rama ciała	50-100 pkt	0,20
Siła mleczności	50-100 pkt	0,25
Nogi i racice	50-100 pkt	0,09
Wymię	50-100 pkt	0,13
Budowa ogólna	50-100 pkt	0,17
Wysokość w krzyżu	cm	0,40
Głębokość tułowia	1-9 pkt	0,25
Szerokość klatki piersiowej	1-9 pkt	0,21
Ustawienie zadu	1-9 pkt	0,36
Szerokość zadu	1-9 pkt	0,25
Nogi tylne - widok z boku	1-9 pkt	0,11
Racice	1-9 pkt	0,04
Nogi tylne- widok z tyłu	1-9 pkt	0,08
Struktura Kostna	1-9 pkt	0,23
Zawieszenie przednie wymienia	1-9 pkt	0,19
Zawieszenie tylne wymienia	1-9 pkt	0,21
Więzadło środkowe wymienia	1-9 pkt	0,16
Położenie wymienia	1-9 pkt	0,37
Szerokość wymienia	1-9 pkt	0,19
Ustawienie strzyków tylnych	1-9 pkt	0,27
Ustawienie strzyków przednich	1-9 pkt	0,22
Długość strzyków	1-9 pkt	0,31

Charakter mleczny	1-9 pkt	0,26
Kondycja	1-9 pkt	0,24
Lokomocja	1-9 pkt	0,06

## Model

Ocena wartości hodowlanej dla cech pokrojowych przebiega z wykorzystaniem modelu jendocelowego dla budowy ogólnej oraz z wykorzystaniem modelu wielocelowego dla: czterech cech ogólnych, cech z grupy nóg i wymienia oraz dla cech z grupy typ i kaliber. W modelach uwzględnia się następujące wpływy:

Stałe:

- stado-rok-sezon (dwa sezony ocieleni kwiecień - wrzesień i październik - marzec)
- faza laktacji (11 piętnastodniowych przedziałów)
- regresja liniowa na wiek krowy przy ocieleniu
- regresja kwadratowa na wiek krowy przy ocieleniu

Losowe:

- genetyczny zwierzęcia
- błędu losowego

## Grupy genetyczne

Grupy genetyczne przypisywane są zwierzętom, które nie posiadają jednego lub obu rodziców. Dla cech pokroju budowane są one w oparciu o następujące kryteria: płeć zwierzęcia, ścieżkę selekcyjną, okres urodzenia oraz kraj pochodzenia. Grupy genetyczne dla nieznanymi rodziców uwzględniono jako efekt losowy w modelu.

## Ocena wartości hodowlanej dla cech płodności

Ocenę wartości hodowlanej szacuje się dla sześciu następujących cech (2 dla jałówek i 4 dla krów): wskaźnik zapłodnienia jałówek, wskaźnik zapłodnienia krów, przestój poporodowy, odstęp międzyciążowy, okres usługi dla jałówek i okres usługi dla krów. W ocenie uwzględniono także międzynarodową ocenę wartości hodowlanej MACE.

### Dane

W analizach uwzględnia się wszystkie dostępne dane o wycieleniach od roku 2005 do obecnie oraz wszystkie inseminacje, dla których pierwsza inseminacja odbyła się w roku 2000 lub późniejszym. Obserwacje fenotypowe muszą spełniać następujące kryteria: obserwacje dostępne przynajmniej dla jednej laktacji, dla jałówek wiek w momencie pierwszej inseminacji wynosi między 270 a 900 dni, wiek krów w momencie pierwszego wycielenia wynosi między 20 a 40 miesięcy w pierwszej laktacji, między 30 a 60 miesięcy w drugiej laktacji, między 44 a 75 miesięcy w trzeciej laktacji, długość ciąży wynosi od 260 do 302 dni. Dodatkowe restrykcje dotyczą bezpośrednio definicji analizowanych cech. Okres usługi nie może być dłuższy niż 1 rok, długość przestoju poporodowego jest między 20 a 230 dni oraz ilość inseminacji nie przekracza 15.

### Odziedziczalność

**Tabela 5.** Odziedziczalność dla cech płodności.

Nazwa cechy	Odziedziczalność
Współczynnik zapłodnienia jałówek	0,016
Współczynnik zapłodnienia krów	0,052
Przestój poporodowy dla krów	0,178
Odstęp międzyciążowy	0,120
Okres usługi dla jałówek	0,009
Okres usługi dla krów	0,048

### Model

Wartość hodowlaną szacuje się przy użyciu wielocechowego, wielolaktacyjnego modelu zwierzęcia. W szacowaniu wykorzystuje się dane dotyczące płodności jałówek, w przypadku krów pochodzących z trzech pierwszych laktacji.

W modelu uwzględniono następujące efekty:

Stałe:

- stado-rok pierwszej inseminacji
- wiek w momencie pierwszej inseminacji-okres
- rok-sezon

Losowe:

- poligeniczny addytywny zwierzęcia
- błędu losowego

### **Grupy genetyczne**

Grupy genetyczne przypisywane są zwierzętom, które nie posiadają jednego lub obu rodziców. Dla cech płodności budowane są one w oparciu o następujące kryteria: płeć zwierzęcia, ścieżkę selekcyjną i okres urodzenia. Grupy genetyczne dla nieznanymi rodziców uwzględniono jako efekt losowy w modelu.



## Ocena wartości hodowlanej dla cech związanych z przebiegiem porodu i przeżywalnością cieląt

Ocenę wartości hodowlanej szacuje się dla 4 cech: przebiegu porodów (efekt bezpośredni i mateczny) oraz przeżywalności cieląt (efekt bezpośredni i mateczny). W ocenie uwzględnione są dane od 2005 roku dla samic wycielonych po raz pierwszy oraz z dalszych laktacji.

Przebieg porodu oceniany jest w sposób przedstawiony poniżej:

1. samodzielny,
2. łatwy,
3. trudny - użycie znacznie większej siły niż normalnie,
4. ciężki - zabieg chirurgiczny, uszkodzenie krwi lub cielęcia, embriotomia,
5. poronienie,
6. cesarskie cięcie.

Przeżywalność cieląt oceniana jest w sposób przedstawiony poniżej:

1. cielę żywe, normalne, bez deformacji,
2. cielę martwe przy urodzeniu lub padło w ciągu 24 godzin, bez deformacji,
3. cielę z deformacjami lub potworkowate żywe,
4. cielę z deformacjami lub potworkowate martwe.

### Dane

W celu oszacowania wartości hodowlanej dla przebiegu porodu utworzono 2 kategorie: poród samodzielny lub inny.

W celu oszacowania wartości hodowlanej dla przeżywalności cieląt utworzono 2 kategorie: cielę żywe lub cielę martwo urodzone/padłe w ciągu 24 godzin po porodzie.

Ocenę przebiegu porodu i przeżywalności cieląt przeprowadzono:

U córek ocenianego buhaja (tzw. efekt matczyny):

- matczyny przebieg porodu
- matczyna przeżywalność cieląt

U zapłodnionych przez ocenianego buhaja (tzw. efekt bezpośredni)

- bezpośredni przebieg porodu
- bezpośrednia przeżywalność cieląt

Obserwacje fenotypowe muszą spełniać następujące kryteria: samica musi posiadać min. 1 inseminację, długość ciąży trwająca pomiędzy 265-295 dni, wiek w momencie pierwszego wycielenia musi zawierać się w przedziale od 20-40 miesięcy, matka jest znana. Dodatkowo dane filtrowane są ze względu na liczebności podklas efektów.

## Odziedziczalność

**Tabela 6.** Odziedziczalność dla cech związanych z przebiegiem porodu i przeżywalnością cieląt.

Nazwa cechy	Odziedziczalność
Matczyny przebieg porodu	0,03
Bezpośredni przebieg porodu	0,05
Matczyna przeżywalność cieląt	0,08
Bezpośrednia przeżywalność cieląt	0,03

## Model

Wartość hodowlaną szacuje się przy użyciu wielocechowego modelu zwierzęcia. W szacowaniu wykorzystuje się dane dotyczące przebiegu porodów i łatwości wycieleń jałówek, a w przypadku krów dane pochodzących z dalszych laktacji 1-5+. W modelu uwzględniono następujące efekty:

Stałe:

- płeć cielęcia,
- wiek wycielenia w miesiącach dla jałówek lub wiek wycielenia w miesiącach-laktacja (dla krów),
- kod inseminacji (01 — sztuczna inseminacja, 02 — krycie naturalne, 03 — krycie haremowe, 04 — embrio transfer)
- rok-sezon pierwszego wycielenia

Losowe:

- bezpośredni genetyczny zwierzęcia
- matczyny
- trwały środowiskowy matki (dla krów)
- błędu losowego

Publikacji podlegają wartości hodowlane dla cech przebiegu porodu i przeżywalności cieląt w pierwszym wycieleniu.

### **Grupy genetyczne**

Grupy genetyczne przypisywane są zwierzętom, które nie posiadają jednego lub obu rodziców. Dla cech przebiegu porodu i przeżywalności cieląt budowane są one w oparciu o następujące kryteria: płeć zwierzęcia, ścieżkę selekcyjną i okres urodzenia. Grupy genetyczne dla nieznanymi rodziców uwzględniono jako efekt losowy w modelu.

## Ocena wartości hodowlanej dla długowieczności

Długowieczność jest określana jako przeżywalność między laktacją (1-2, 2-3, 3-4, 4-5) wyrażonymi w sposób binarny (0/1).

### Dane

W ocenie wykorzystano dane dotyczące długowieczności o osobnikach wycielonych po 1995 roku, posiadające minimum 50% genów rasy głównej (HO lub RW). W ocenie uwzględniono także międzynarodową ocenę wartości hodowlanej MACE.

### Odziedziczalność

Odziedziczalność dla długowieczności wynosi: 0,16

### Model

Ocena wartości hodowlanej dla długowieczności przebiega z wykorzystaniem modelu wielocechowego, w którym kolejne cechy to:

1. przeżycie od 1 do 2 laktacji,
2. przeżycie od 2 do 3 laktacji,
3. przeżycie od 3 do 4 laktacji,
4. przeżycie od 4 do 5 laktacji.

W modelu uwzględnia się następujące efekty:

Stałe:

- wiek wycielenia w miesiącach,
- stado-rok

Losowe:

- genetyczny addytywny zwierzęcia
- błędu losowego

Końcowa wartość hodowlana dla długowieczności to ważona suma wartości hodowlanych oszacowanych dla poszczególnych cech, gdzie wagi dla kolejnych cech wynoszą odpowiednio 0,3 dla laktacji 1-2; 0,25 dla laktacji 2-3; 0,2 dla laktacji 3-4; oraz 0,25 dla laktacji 4-5.

### Grupy genetyczne

Grupy genetyczne przypisywane są zwierzętom, które nie posiadają jednego lub obu rodziców. Dla długowieczności budowane są one w oparciu o następujące kryteria: płeć zwierzęcia, ścieżkę selekcyjną, okres urodzenia oraz kraj pochodzenia. Grupy genetyczne dla nieznanymi rodziców uwzględniono jako efekt losowy w modelu.

## Ocena wartości hodowlanej dla cech związanych ze zdolnością udojową

Zdolność udojową ocenia się na podstawie dwóch cech: szybkości oddawania mleka oraz temperamentu.

### Dane

Szybkość oddawania mleka oceniana jest w skali od 1 (bardzo wolne) do 5 (bardzo szybkie), natomiast temperament w skali od 1 (zwierzę powolne i łagodne) do 3 (zwierzę pobudliwe lub agresywne). Fenotypową ocenę krów pod względem cech zdolności udojowej wykonują wyszkoleni zootechnicy oceny podczas drugiego próbnego udoju w trakcie pierwszej laktacji. W ocenie uwzględniono obserwacje dla krów, których wiek wycielenia mieścił się w przedziale od 18 do 48 miesięcy, wykonane w drugim próbnym doju pierwszej laktacji. Dodatkowo, ze względu na zmiany definicji cech w ocenie brano pod uwagę oceny wprowadzone do systemu od roku 2006.

### Odziedziczalność

**Tabela 7.** Odziedziczalność dla cech zdolności udojowej.

Nazwa cechy	Odziedziczalność
Szybkość oddawania mleka	0,12
Temperament	0,09

### Model

Ocena wartości hodowlanej dla szybkości doju oraz dla temperamentu przebiega z wykorzystaniem modelu jednocechowego, w którym uwzględnia się następujące efekty:

Stałe:

- stado-rok
- faza laktacji (11 piętnastodniowych przedziałów)
- regresja liniowa na wiek krowy przy ocieleniu

Losowe:

- genetyczny addytywny zwierzęcia
- błędu losowego

### Grupy genetyczne

Dla nieznanymi rodziców utworzono grupy genetyczne na podstawie płci, ścieżki selekcyjnej i okresu urodzenia zwierzęcia z nieznanym rodzicem. Grupy genetyczne dla nieznanymi rodziców uwzględniono jako efekt losowy w modelu.

## Ocena wartości hodowlanej dla cech związanych ze zdrowotnością racic

Ocena wartości hodowlanej prowadzona jest dla najczęściej występującej cechy zdrowotności racic w Polsce jaką jest dermatitis digitalis (DD) inaczej zwaną chorobą truskawkową, truskawką, zapaleniem skóry palca. W oficjalnej ocenie publikowana od 03 kwietnia 2024 roku.

### Dane

Dane dotyczące zdrowotności racic są zbierane w ramach projektu CGen korekcja, który jest prowadzony przez PFHBiPM. Dane zbierane są podczas wizyty korektora w stadzie, które przyłączyło się do projektu CGen korekcja i wyraziło zgodę na udostępnienie rekordów pochodzących z korekcji w aplikacji. Korektor w trakcie przeprowadzanej korekcji rozpoznaje schorzenie zgodnie z Atlasem Zdrowia Racic ICAR.

Dane fenotypowe włączone do szacowania wartości hodowlanej zostają poddane edycji zgodnie z wytycznymi Złotego Standardu Spółdzielni Eurogenomics. Wytyczne te określają sposób edycji i filtrowania danych oraz listę efektów i sposób modelowania. Do głównych filtrów zaliczamy: czas pracy korektora w projekcie, procent krów poddanych korekcji w danym stadzie w danym roku, procent krów poddanych korekcji w danym stadzie w danym roku przez danego korektora i homogeniczność wizyt. Obserwacje są gromadzone od krów w laktacjach 1, 2 i 3+.

### Odziedziczalność

Odziedziczalność odporności na dermatitis digitalis w polskiej populacji wynosi 0,07.

### Model

Wartości hodowlane szacowane są w wykorzystanie wielolaktacyjnego modelu, do którego włącza się następujące efekty:

Stałe:

- wiek wycielenia-rok obserwacji,
- wizyta,
- korektor-rok obserwacji,
- faza laktacji-rok obserwacji,
- miesiąc wycielenia-rok wycielenia,

Losowe:

- genetyczny addytywny zwierzęcia,
- środowiskowy trwały.

### **Grupy genetyczne**

Grupy genetyczne przypisywane są zwierzętom, które nie posiadają jednego lub obu rodziców. Dla cech zdrowotności racic budowane są one w oparciu o następujące kryteria: płeć i okres urodzenia.

## Indeks Produkcja i Funkcjonalność (PF)

Indeks selekcyjny Produkcja i Funkcjonalność (PF) jest sumą ważoną poszczególnych podindeksów. Wagi dla poszczególnych podindeksów przedstawiono w Tabeli 8.

**Tabela 8.** Elementy składowe indeksu PF wraz z ich wagami.

Nazwa podindeksu	Waga w indeksie PF
Podindeks produkcyjny	0,40
Podindeks pokrojowy	0,25
Podindeks płodności	0,15
Wartość hodowlana dla zawartości komórek somatycznych	0,10
Wartość hodowlana dla długowieczności	0,40

### Standaryzacja indeksu PF

Sumaryczny indeks PF jest standaryzowany na średnią 100 i odchylenie standardowe 10. Bazą do standaryzacji jest wartość hodowlana samic z fenotypem urodzonych w roku 2015.

### Podindeks produkcyjny

Podindeks produkcyjny obliczany jest z uwzględnieniem wartości hodowlanych dla wydajności tłuszczu i białka w następujący sposób:

$$\text{Podindeks produkcyjny} = \text{WH dla wydajności tłuszczu [kg]} + 2 * \text{WH dla wydajności białka [kg]}$$

### Podindeksy pokrojowe

Podindeksy cech pokrojowych służą syntetycznemu przedstawieniu wartości hodowlanych zwierząt dla poszczególnych cech. Wyróżnia się pięć podindeksów składających się na ogólny podindeks pokroju. Cech oraz wagi im przypisane znajdują się w Tabeli 9.

**Tabela 9.** Podindeksy cech pokrojowych wraz z wagami

Podindeks ramy ciała	
Ustawienie zadu*	40%
Wysokość w krzyżu*	25%
Szerokość zadu	20%



Szerokość klatki piersiowej*	15%
<b>Podindeks siły mleczności</b>	
Charakter mleczny	50%
Szerokość klatki piersiowej*	25%
Głębokość tułowia	15%
Wysokość w krzyżu*	10%
<b>Podindeks nóg i racic</b>	
Przekątna racicy	45%
Ustawienie nóg widok z tyłu	35%
Ustawienie nóg widok z boku*	20%
<b>Podindeks wymienia</b>	
Położenie wymienia	35%
Zawieszenie przednie	18%
Zawieszenie tylne	15%
Więzadło środkowe	10%
Szerokość wymienia	10%
Ustawienie strzyków - tył *	6%
Ustawienie strzyków przednich*	3%
Długość strzyków*	3%
<b>Podindeks pokroju (ogólny)</b>	
Podindeks wymienia	50%
Podindeks nóg i racic	30%
Podindeks siły mleczności	10%
Podindeks ramy ciała	10%

\*Cecha przekształcona na pośrednie optimum przed włączeniem do indeksu.

### Pośrednie optimum

Ze względu na to, że nie dla wszystkich cech w ocenie liniowej pokroju najwyższe wartości są pożądane, przed uwzględnieniem w podindeksach, wartości poszczególnych cech przelicza się na optimum pośrednie wg poniższego wzoru:

$$WH_{pośr} = -0,0675 * WH^2 + 13,506 * WH - 545,15$$

gdzie:

- $WH_{pośr}$  — wartość hodowlana przekształcona na pośrednie optimum
- $WH$  — wartość hodowlana w skali opublikowanej. Wartościom poniżej 70 i powyżej 130 przypisywane są odpowiednio wartości 70 i 130.

## Podindeks płodności

Podindeks cech płodności obliczany jest jako:

$$\text{Podindeks płodności} = 0,7 * CRj + 0,1 * CRk + 0,1 * PP + 0,1 * OMC$$

gdzie:

CRj – współczynnik zapłodnienia jałówek

CRk – współczynnik zapłodnienia krów

PP – przestój poporodowy

OMC – odstęp międzyciążowy

## Standaryzacja podindeksów

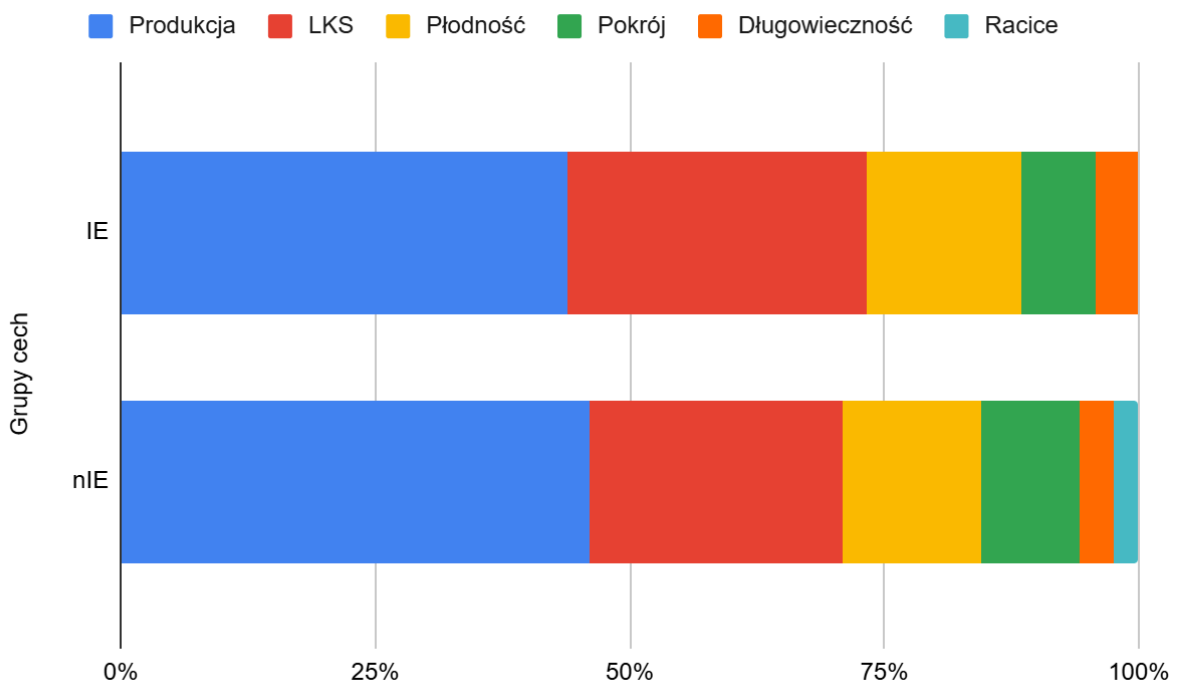
Wszystkie podindeksy są standaryzowane na średnią 100 i odchylenie standardowe 10. Bazą do standaryzacji jest wartość samic z fenotypem urodzonych w roku 2015.

## Indeks Ekonomiczny (IE)

Indeks Ekonomiczny jest indeksem selekcyjnym wyrażającym łączną wartość hodowlaną zwierzęcia w przeliczeniu na złotówki. Wartości Indeksu Ekonomicznego pozwalają na porównywanie zysków z produkcji mleka w odniesieniu do jednej laktacji. Dzięki niemu hodowcy mogą doskonalić swoje stada w kierunku maksymalizacji zysków.

W kwietniu 2025, Indeks Ekonomiczny zostanie zaktualizowany co do formuły i udziału wag w indeksie. Na wykresie przedstawiono procentowy udział cech w poprzednim IE (stosowanym do 2024 roku) oraz nowym IE stosowanym od 2025 roku.

**Wykres 1.** Procentowy udział cech w poprzednim (IE) oraz nowym Indeksie Ekonomicznym (nIE).



Porównywanie wartości IE pozwala na określenie różnicy w zyskach za laktację jakie wynikają z potencjału genetycznego danej sztuki. Z tego względu konieczne jest określenie jak zmiany wartości poszczególnych cech przekładają się na sumaryczny efekt finansowy. Od momentu stworzenia IE minęło kilka lat, a uwarunkowania cenowe, dynamicznie się w tym czasie zmieniały. W związku z powyższym zmieniły się parametry wpływające na kalkulację wag ekonomicznych. W tabeli poniżej przedstawiono wagi ekonomiczne oszacowane w oparciu o bieżącą sytuację rynkową.

**Tabela 10.** Wagi ekonomiczne w zaktualizowanej wersji Indeksu Ekonomicznego.

Nazwa cechy	Jednostka	Waga ekonomiczna [zł]
Wydajność mleka	kg	0.54
Wydajność tłuszczu	kg	9.25
Wydajność białka	kg	19.62
LKS	ocena	-841.50
Wskaźnik zapłodnienia jałówek	ocena	4.20
Wskaźnik zapłodnienia krów	ocena	9.80
Okres usługi	dni	-10.99
Długowieczność	prawdopodobieństwo przeżycia	960.39
Wymię	ocena	41.79
Nogi i racice	ocena	68.22
Wysokość w krzyżu	cm	-49.82
Dermatitis digitalis	prawdopodobieństwo bycia zdrowym	773.55

## Źródła

- Bonifazi, R., Calus, M. P., Ten Napel, J., Veerkamp, R. F., Biffani, S., Cassandro, M., ... & Vandenplas, J. (2023). Integration of beef cattle international pedigree and genomic estimated breeding values into national evaluations, with an application to the Italian Limousin population. *Genetics Selection Evolution*, 55(1), 41.
- Eding, H. (2024). Incorporation of external GEBV in the Dutch-Flemish dairy genetic evaluation. *Interbull Bulletin*, (60), 187-190.
- Tier, B., & Meyer, K. (2004). Approximating prediction error covariances among additive genetic effects within animals in multiple-trait and random regression models. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 121(2), 77-89.