

Kengetallen

E-17

Fokwaarde Vruchtbaarheid

▪ Inleiding

De vruchtbaarheid van een stier uit zich op twee manieren: via het bevruchtend vermogen van zijn sperma en via de vruchtbaarheid van zijn dochters. Het bevruchtend vermogen van het sperma van een stier wordt behandeld in hoofdstuk E-24. De dochtervruchtbaarheid is een kenmerk wat voor de veehouder interessant is om te verbeteren via fokkerij. In dit deel wordt dit nader beschreven.

Vruchtbaarheidskenmerken

Vruchtbaarheid is een kenmerk dat op vele verschillende manieren kan worden gemeten. Definities die veel worden gebruikt zijn non-return percentage na 56 dagen (NR56), non-return percentage na 28 dagen (NR28), aantal open dagen, tussenkalftijd (TKT), het interval tussen afkalven en eerste inseminatie (IAI), het interval tussen eerste en laatste inseminatie (IEL), drachtigheidspercentage (conception rate, CR), het aantal inseminaties per dracht, etc. Verder kunnen vruchtbaarheidskenmerken bij pinken, vaarzen en oudere koeien worden gemeten. Deze drie, fysiologisch gezien, verschillende groepen dieren verschaffen informatie over de vruchtbaarheid van een dier tijdens de opfokperiode, tijdens een lactatie terwijl het dier nog in de groei is en tijdens de lactatie. Vruchtbaarheid bij pinken wordt gemeten met de kenmerken drachtigheidspercentage (conception rate, CR0) en leeftijd bij 1^e inseminatie (AFI).

Wanneer men bij het selecteren van dieren voor de fokkerij rekening wil houden met vruchtbaarheid, dan is de vraag op welk vruchtbaarheidskenmerk men wil selecteren en welke kenmerken het fokdoel vormen.

Fokdoel

Vruchtbaarheidskenmerken kunnen worden verdeeld in twee soorten: intervakenmerken en vruchtbaarheidsscores. Bij de intervakenmerken wordt het aantal dagen bepaald tussen twee vruchtbaarheidstoestanden. Bijvoorbeeld: het aantal dagen tussen de afkalving en de eerste tochtigheid, het aantal dagen tussen 1^e inseminatie en dracht of het aantal dagen tussen twee afkalvingen. Bij de vruchtbaarheidsscore wordt een percentage van de dieren die zich in een bepaalde vruchtbaarheidstoestand bevinden gemeten. Voorbeelden hiervan zijn CR, NR56 en NR28. NR56 is een 0/1 kenmerk, dat wil zeggen wel of niet drachtig op 56 dagen na de inseminatie. Voor de berekening van dit getal wordt simpelweg gekeken of een dier binnen 56 dagen na de eerste inseminatie opnieuw aangeboden is voor een bevruchting (inseminatie, natuurlijke dekking, embryo transplantatie). Is dit het geval dan krijgt het dier de status 'niet drachtig op dag 56 na de eerste inseminatie' (een 0). Is dit niet het geval dan krijgt het dier de status 'drachtig op 56 dagen na de eerste inseminatie' (een 1). Een dier wat op bijv. 85 dagen voor een nieuwe inseminatie aangeboden wordt blijft een 1 houden voor NR56, er wordt dan aangenomen dat ze op 56 dagen drachtig was en daarna pas is opgebroken.

Een goede vruchtbaarheid van de koe kan worden gedefinieerd als een lacterend dier die op tijd de tocht duidelijk laat zien en drachtig wordt na de eerste inseminatie. Wanneer een dier aan deze twee eisen voldoet zal ze automatisch een gewenste tussenkalftijd realiseren. Verder kost deze

koe weinig arbeid en levert ze veel gemak op voor de veehouder. Ook is er voor deze koe maar één dosis sperma nodig voor een drachtigheid.

Het fokdoel is: Een korte tussenkalftijd en daarnaast zo min mogelijk inseminaties per dracht.

▪ Gegevens

Het laten zien van de tocht door dieren kan worden afgeleid uit de tochtigheidswaarnemingen van de veehouder. Deze gegevens worden echter niet op landelijk niveau vastgelegd.

Inseminatiegegevens zijn wel beschikbaar. Hieruit kan het interval tussen afkalving en eerste inseminatie (IAI) worden afgeleid. Dit kenmerk is sterk gecorreleerd met het laten zien van de eerste tochtigheid (genetische correlatie groter dan 0,90) en heeft een sterk verband met tussenkalftijd (genetische correlatie van 0,77). Daarnaast kan IAI bij meer koeien worden vastgesteld dan de tussenkalftijd (TKT); van 2/3 van de koeien waarvan IAI kan worden bepaald kan ook de TKT worden vastgesteld. Minstens zo belangrijk is het dat je voor het bepalen van de TKT een volgende kalfdatum moet hebben en juist de koeien met een slechte vruchtbaarheid krijgen geen volgende kalfdatum. IAI heb je vaak wel, ook van de koeien met een slechte vruchtbaarheid. Een fokwaardeschatting waarbij je alleen TKT gebruikt geeft hierdoor onzuivere fokwaardes, een koe die geen volgende kalfdatum heeft geen waarneming voor TKT en zit dan niet in de fokwaardeschatting terwijl dit nu juist de dieren zijn die slecht zijn voor vruchtbaarheid. Als je TKT wilt gebruiken dan moet je ook extra informatie over vruchtbaarheid gebruiken, zoals IAI. Zelfs koeien met een slechte vruchtbaarheid zijn vaak nog wel een keer geïnsemineerd en hebben dan dus wel een IAI. Bij IAI mis je alleen de koeien die überhaupt nooit meer cyclisch worden en dus ook nooit meer aangeboden worden voor een inseminatie.

Tenslotte heeft IAI een iets hogere erfelijkheidsgraad dan tussenkalftijd waardoor een fokwaarde voor IAI een goede en vroege indicator is voor tussenkalftijd.

De aanleg van vaarzen en koeien om drachtig te worden na afkalven, kan uitgedrukt worden in een score en in een interval.

De score kan worden weergegeven met conception rate (CR). Het nadeel van dit kenmerk is dat het laat beschikbaar is en niet voor alle dieren beschikbaar komt, omdat het pas 9 maanden nadat de koe geïnsemineerd is bepaald kan worden. Een alternatief voor CR is NR56. Ongeveer vier van de vijf dieren die gebruikt kunnen worden om het NR56 percentage te berekenen zijn ook beschikbaar om CR te kunnen bepalen. CR heeft als voordeel boven NR56 dat het internationaal meer gebruikt wordt en fokwaarden daardoor beter te vergelijken zijn.

Een interval kenmerk dat de aanleg om drachtig te worden na afkalven beschrijft, is het interval tussen eerste en laatste inseminatie (IEL). Dit kenmerk levert naast het interval tussen afkalven en eerste inseminatie, additionele informatie over de tussenkalftijd. Het blijkt zeer sterk gerelateerd te zijn aan CR, met een genetische correlatie van -0,84 tot -0,88, wat iets sterker is dan de relatie tussen NR56 en CR (0,77-0,79). De erfelijkheidsgraad voor IEL is hoger dan voor NR56 (zie Tabel 2).

Verder is het van belang welke gegevens voor de fokwaardeschatting worden gebruikt. Voor pinken worden nog geen vruchtbaarheidskenmerken berekend. Sinds januari 2008 wordt door Interbull ook de aanleg om drachtig te worden bij pinken (kenmerk T1) bepaald. Om de fokwaarden voor vruchtbaarheid Internationaal goed te vergelijken is het van belang dat in Nederland ook fokwaarden voor pinkenkenmerken worden geschat. Na analyse (De Haer, 2013) is besloten om AFI en CR0 in de fokwaardeschatting voor vruchtbaarheid mee te nemen.

Voor de fokwaardeschatting wordt gebruik gemaakt van gegevens uit Nederland en Vlaanderen. Voor Nederland wordt gebruikt gemaakt van inseminaties vanaf september 1988 en kalldata en lactatiedata vanaf september 1978. Conditiecores die via de bedrijfsinspectie zijn verzameld zijn beschikbaar vanaf 1998. Voor Vlaanderen wordt gebruikt gemaakt van inseminaties vanaf januari

1990, kalf- en lactatiedata vanaf september 1975 en conditiescores die via de bedrijfsinspectie verzameld zijn vanaf juni 2003.

Bij de berekening van IEL wordt gecontroleerd of er een volgende, geldige afkalving volgt. Uit onderzoek is gebleken dat het belangrijk is om alle gegevens van IEL mee te nemen, ook als de volgende afkalving ontbreekt of niet aan alle eisen voldoet. De informatie is waardevol, omdat een deel van deze gegevens afkomstig is van dieren met een slechtere vruchtbaarheid. Als er geen geldige afkalving volgt na de laatste inseminatie, dan wordt IEL verhoogd met 57 strafdagen (De Haer, 2009).

Gegevens worden gebruikt in de fokwaardeschatting indien ze aan de volgende eisen voldoen:

1. de koe waarbij de inseminatie is uitgevoerd moet S(tamboek) geregistreerd zijn;
2. de productiegegevens en conditiescores hebben betrekking op de eerste lactatie van een koe (vaars);
3. de inseminatiegegevens en kalldata hebben betrekking op de eerste, tweede of derde lactatie van een koe;
4. de minimum leeftijd van de koe is 640 dagen bij eerste keer afkalven;
5. NR56, IAI en IEL worden meegenomen indien het interval afkalven-eerste inseminatie ligt tussen 30 tot 250 dagen;
6. NR56 wordt meegenomen indien de inseminatie minimaal 4 maanden voor laatste inseminatiedatum in de geselecteerde dataset ligt;
7. IAI wordt meegenomen indien de kalfdatum minimaal 3 maanden voor laatste kalfdatum in de geselecteerde dataset ligt;
8. IEL wordt meegenomen indien de kalfdatum minimaal 12 maanden voor laatste kalfdatum in de geselecteerde dataset ligt;
9. TKT wordt meegenomen indien de kalfdatum minimaal 18 maanden voor laatste kalfdatum in de geselecteerde dataset ligt en lager is dan 800 dagen. Alle TKT tussen 800 en 550 dagen worden op 550 gezet;
10. IEL is 0 als er maar 1 inseminatie is geregistreerd, of bij herinseminatie binnen 4 dagen;
11. Voor IEL geldt een maximum interval lengte (zonder strafdagen) van 220 dagen;
12. IEL krijgt 57 strafdagen als TKT groter is dan 800 dagen;
13. NR56, IAI, IEL en TKT worden niet meegenomen indien tijdens de lactatie een spoeling of transplantatie heeft plaatsgevonden;
14. IEL op basis van inseminatiegegevens wordt niet meegenomen als er tijdens de lactatie een samenweiding heeft plaatsgevonden;
15. NR56 wordt niet meegenomen indien tijdens de lactatie een samenweiding heeft plaatsgevonden voordat het dier minimaal twee keer bevrucht (inseminatie of natuurlijke dekking) is;
16. IAI wordt niet meegenomen indien tijdens de lactatie een samenweiding heeft plaatsgevonden voordat het dier minimaal één keer bevrucht (inseminatie of natuurlijke dekking) is;
17. Indien ertussen opeenvolgende inseminaties binnen een lactatie een periode zit van 150 dagen of meer of de TKT korter is dan 210 dagen (beide een indicatie van een verwerper), dan worden NR56 en IAI meegenomen voor de fokwaardeschatting, maar TKT wordt niet meegenomen; IEL wordt afgeleid uit het interval tussen eerste en laatste inseminatie, vóór het interval van 150 dagen, vermeerderd met 57 strafdagen;
18. Indien het aantal dagen tussen laatste inseminatie en eerstvolgende kalfdatum groter dan 400 dagen is dan wordt de tussenkalftijd niet meegenomen;
19. IEL krijgt 57 strafdagen als het aantal dagen dracht niet ligt tussen 265 en 300 (in het geval er wel een volgende kalfdatum bekend is). Als het aantal dagen dracht meer is dan 300 en er is wel een geldige afkalving en dus geldige TKT, dan is IEL terug te rekenen als TKT-IAI-280 (280 is de gemiddelde draagtijd). Dit is een betere benadering dan IEL+strafdagen. Er kunnen na de laatste inseminatie namelijk wel ongeregistreerde natuurlijke dekkingen of inseminaties zijn geweest.
20. IEL krijgt 57 strafdagen als de volgende afkalfdatum ontbreekt en er minimaal 300 dagen zitten tussen laatste inseminatiedatum van de koe en laatste kalfdatum in het bestand. Als de

- afkalfdatum ontbreekt en er minder dan 300 dagen zitten tussen laatste inseminatiedatum en laatste kalfdatum in het bestand, dan is IEL missend.
21. AFI bij pinken wordt berekend als de leeftijd (dagen) bij eerste inseminatie. AFI wordt op missend gezet als dag van eerste inseminatie of geboortedatum onbekend zijn.
 22. CR wordt berekend als 100 gedeeld door het aantal inseminaties voor afkalven. CR is missend bij een dracht van minder dan 45 dagen en CR is 0 bij een dracht van meer dan 300 dagen (een dracht van 45-300 dagen wordt beschouwd als dracht, of dracht gevolgd door een verwerping). CR is 0 als er geen volgende afkalfdatum bekend is. Als een pink geëxporteerd is, wordt aangenomen dat de pink drachtig is en CR wordt berekend als 100 gedeeld door het aantal inseminaties.
 23. Als de eerste inseminatie niet binnen 30 tot 250 dagen na afkalven is uitgevoerd, wordt CR op missend gezet.
 24. Als de TKT meer dan 800 dagen is, wordt CR op missend gezet.
 25. Op basis van het aantal eerste inseminaties in een periode van 1 jaar en het landelijk gemiddelde van 65% voor NR56 wordt een grenswaarde voor NR56 berekend. Deze grenswaarde geeft een aanwijzing of de betreffende veehouder zijn inseminatiegegevens selectief meldt. Onderstaande tabel bevat de grenswaarde voor NR56 afhankelijk van het aantal inseminaties. Als de grenswaarde voor NR56 overschreden wordt betekent dit dat het zeer waarschijnlijk is dat de veehouder in dat jaar niet alle inseminatiegegevens gemeld heeft. Voor de fokwaardeschatting betekent dit dat deze gegevens niet bruikbaar zijn. De NR56, IAI, IEL en CR gegevens van alle inseminaties in dat jaar van het betreffende bedrijf worden niet meegenomen.

De grenswaarde wordt als volgt bepaald:

$$\text{grenswaarde} = p + 2,57 * \text{wortel}(p*q/n)$$

p = 0,65, kans dat dier niet binnen 56 dagen opnieuw voor inseminatie wordt aangeboden

q = 1-p = 0,35, kans dat dier binnen 56 dagen opnieuw voor inseminatie wordt aangeboden

n = aantal waarnemingen binnen één jaar op een bedrijf

26. Voor de melkproductiekenmerken worden extreme waarnemingen op een maximum of minimum gezet. Het maximum wordt bepaald door de gemiddelde productie van een bedrijf plus 3 keer de fenotypische spreiding. Het minimum wordt bepaald door de gemiddelde productie van een bedrijf minus 3 keer de fenotypische. De standaardafwijking is 950, 37 en 29 voor respectievelijk kg melk, vet en eiwit. De producties zijn hierbij gestandaardiseerd naar een leeftijd van 24 maand bij afkalven.

Tabel 1. Grenswaarde voor NR56 afhankelijk van het aantal inseminaties

| Aantal inseminaties | Grenswaarde NR56 |
|---------------------|------------------|
| 20 | 92,4 |
| 30 | 87,4 |
| 40 | 84,4 |
| 50 | 82,3 |
| 60 | 80,8 |
| 70 | 79,7 |
| 80 | 78,7 |
| 90 | 77,9 |
| 100 | 77,3 |
| 125 | 76,0 |
| 150 | 75,0 |
| 175 | 74,3 |
| 200 | 73,7 |

▪ Statistisch model

De fokwaarden voor de vruchtbaarheidskenmerken worden geschat met een diermodel, volgens de BLUP-techniek (Best Linear Unbiased Prediction). Tevens worden gelijktijdig melk-, vet- en eiwithoeveelheid en conditie uit de eerste lactatie geanalyseerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van correlaties tussen alle kenmerken. De fokwaardeschatting is hiermee een zogenaamde multiple trait fokwaardeschatting. Reden om deze laatste vier kenmerken mee te nemen in de fokwaardeschatting is dat deze kenmerken goede voorspellers zijn voor de vruchtbaarheid. Door het meenemen van deze vier voorspellers zullen uiteindelijk de betrouwbaarheden van de vruchtbaarheidsfokwaarden toenemen met name bij de jongste stieren waarvan de dochters nog nauwelijks informatie hebben over met name tussenkalftijd. Daarnaast is het theoretisch ook juist om bij het schatten van fokwaarden voor vruchtbaarheid rekening te houden met een gecorreleerd kenmerk (melkproductie) waar afgelopen jaren veel selectie in heeft plaatsgevonden. Voor de tweede en derde lactatie worden de productiekenmerken niet meer meegenomen. Er is dan geen toegevoegde waarde meer omdat je al vruchtbaarheidsinformatie uit de eerste lactatie hebt.

Er worden verschillende statistische modellen gebruikt voor de verschillende kenmerken:

$$\begin{aligned} Y1_{ijklm} &= BIJS_i + IJP_j + HET_k + REC_l + A_m + Rest_{ijklm} \\ Y2_{ijklm} &= BKJS_i + KJP_j + HET_k + REC_l + A_m + Rest_{ijklm} \\ Y3_{ijklmno} &= BKD_i + HET_k + REC_l + LFTD_n + LACT_o + A_m + Rest_{ijklmno} \\ Y4_{ijklm} &= HBY_i + BM_j + HET_k + REC_l + A_m + Res_{ijklm} \end{aligned}$$

waarbij:

- $Y1_{ijklm}$: Waarneming voor NR56, IEL, CR (koeien) en CR0 (pinken) aan koe m, in bedrijf-inseminatiejaar-seizoen i en in inseminatiejaar-periode j met een heterosis effect k en recombinatie effect l;
- $Y2_{ijklm}$: Waarneming voor IAI, TKT, Melk, Vet, Eiwit aan koe m, in bedrijf-kalfjaar-seizoen i en in kalfjaar-periode j met een heterosis effect k en recombinatie effect l;
- $Y3_{ijklmno}$: Waarneming voor Conditiescore aan koe m, op bedrijf-keuringsdatum i, met een heterosis effect k, recombinatie effect l, leeftijd bij keuren n en lactatiestadium bij keuren o;
- $Y4_{ijklm}$: Waarneming voor AFI (pinken) aan koe m, met bedrijf-geboorteaar i, geboortemaand j, heterosis effect k en recombinatie effect l;

- $BIJS_i$: Bedrijf-inseminatiejaar-seizoen i. Seizoen is hierbij gedefinieerd als een periode van 1 jaar op een bedrijf;
- $BKJS_i$: Bedrijf-kalfjaar-seizoen i. Seizoen is hierbij gedefinieerd als een periode van 1 jaar op een bedrijf;
- BKD_i : Bedrijf-keuringsdatum i.
- IJP_j : Inseminatiejaar-periode j waarin de koe is geïnsemineerd. Voor ieder jaar worden 36 nieuwe klassen gedefinieerd, ieder van 10 dagen;
- KJP_j : Kalfjaar-periode j waarin de koe heeft gekalfd. Voor ieder jaar worden 36 nieuwe klassen gedefinieerd, ieder van 10 dagen;
- HBY_i : Bedrijf-geboorteaar i;
- BM_j : Geboortemaand j;
- HET_k : Heterosis klasse k;
- REC_l : Recombinatie klasse l;
- $LFTD_n$: Leeftijdsklasse n;
- $LACT_o$: Lactatiestadiumklasse o;
- A_m : Additief genetisch effect (of fokwaarde) van koe m;
- $Rest_{ijklm}$: Restterm van $Y1_{ijklm}$, $Y2_{ijklm}$ en $Y4_{ijklm}$ hetgeen niet verklaard wordt door het model;
- $Rest_{ijklmno}$: Restterm van $Y3_{ijklmno}$ hetgeen niet verklaard wordt door het model.

De effecten A en Rest zijn random effecten, de overige effecten zijn fixed.
De waarnemingen voor melk, vet en eiwithoeveelheid zijn gestandaardiseerd naar 24 maanden bij afkalven. Met het bovenstaande model worden fokwaarden van zowel koeien als stieren geschat.

De effecten in het model

De effecten in het model zijn:

1. bedrijf-inseminatiejaar-seizoen;
2. bedrijf-kalfjaar-seizoen;
3. bedrijf-keuringsdatum;
4. inseminatiejaar-periode;
5. kalfjaar-periode;
6. bedrijf-geboortemaand;
7. geboortemaand;
8. heterosis en recombinatie;
9. leeftijd;
10. lactatiestadium;
11. koe.

Bedrijf-inseminatiejaar-seizoen / bedrijf-kalfjaar-seizoen.

Tussen bedrijven bestaan grote verschillen in vruchtbaarheidsresultaten. Tevens kan het niveau van vruchtbaarheid op een bedrijf in de tijd veranderen. Door de koeien binnen een bedrijf en een seizoen van één jaar te vergelijken wordt hiermee rekening gehouden. Seizoen is hierbij gedefinieerd van 1 september van het vorige jaar tot en met 31 augustus van dit jaar. Voor NR56 wordt seizoen bepaald door de inseminatiedatum en het bedrijf van inseminatie. Voor de overige kenmerken wordt seizoen bepaald door de kalfdatum en het bedrijf van inseminatie. Is het bedrijf van inseminatie niet bekend (koeien zonder NR56 en IAI gegevens) dan wordt het bedrijf gebruikt waar de eerste MPR verzameld is.

Bedrijf-keuringsdatum

Voor de analyse van conditiescore worden de keuringsgegevens van vaarzen met elkaar vergeleken die op dezelfde datum op hetzelfde bedrijf gekeurd zijn.

Inseminatiejaar-periode / Kalfjaar-periode

Het blijkt dat dieren die in de periode maart t/m juli worden geïnsemineerd minder vaak terugkomen dan dieren die in de rest van het jaar worden geïnsemineerd (zie figuur 1). Tegelijkertijd worden de dieren die in augustus/september afkalven eerder in de lactatie voor de eerste keer geïnsemineerd dan in april (zie figuur 2). Het interval tussen afkalven en de eerste inseminatie wordt beïnvloed door de maand van afkalven. Het verschil in IAI tussen de kalfmaanden september en april is ruim 10 dagen.

Voor het kenmerk tussenkalftijd blijkt dat koeien die tussen juni en oktober afkalven gemiddeld een kortere tussenkalftijd realiseren dan koeien die in de andere maanden afkalven. Het gemiddelde verschil tussen de twee periodes is 10 dagen met een maximaal verschil van bijna 20 dagen tussen maart en augustus (zie figuur 3).

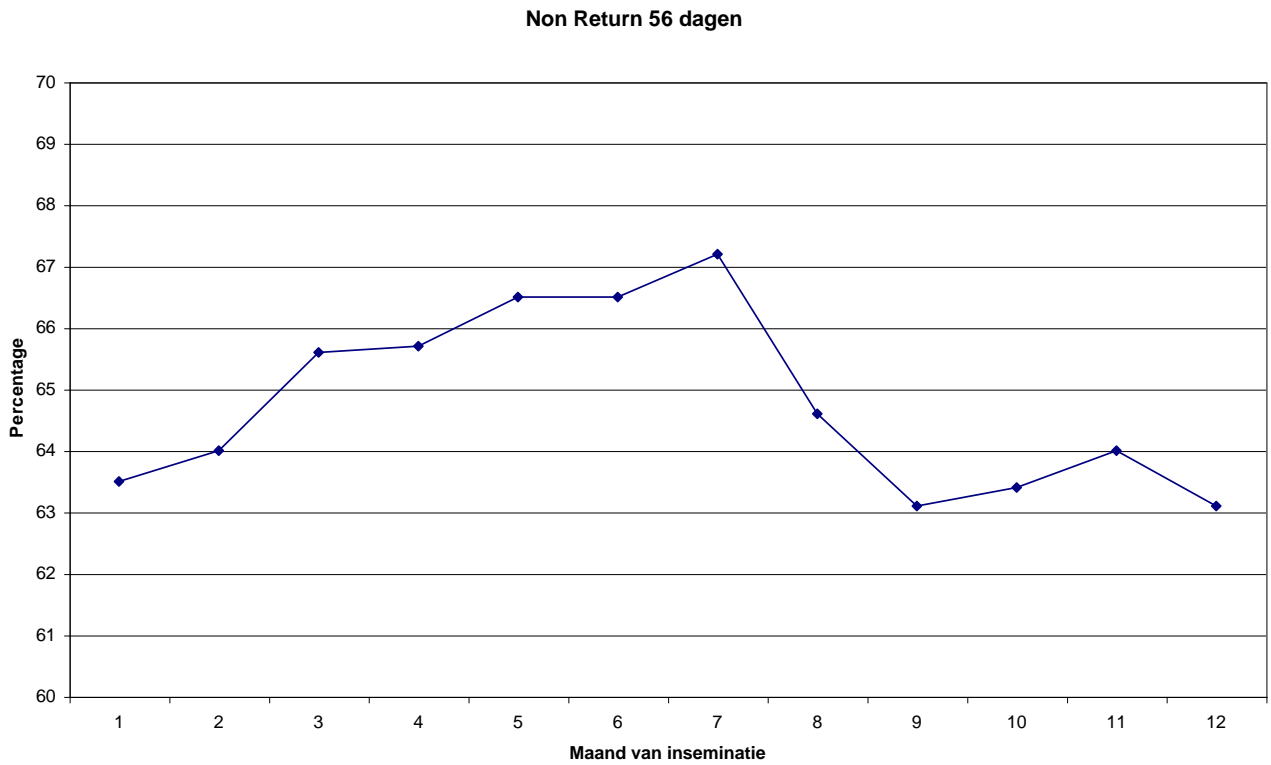
Tevens wordt ook nog rekening gehouden met het jaar van afkalven omdat het verloop van maand tot maand verschilt per jaar.

Bedrijf-geboortemaand

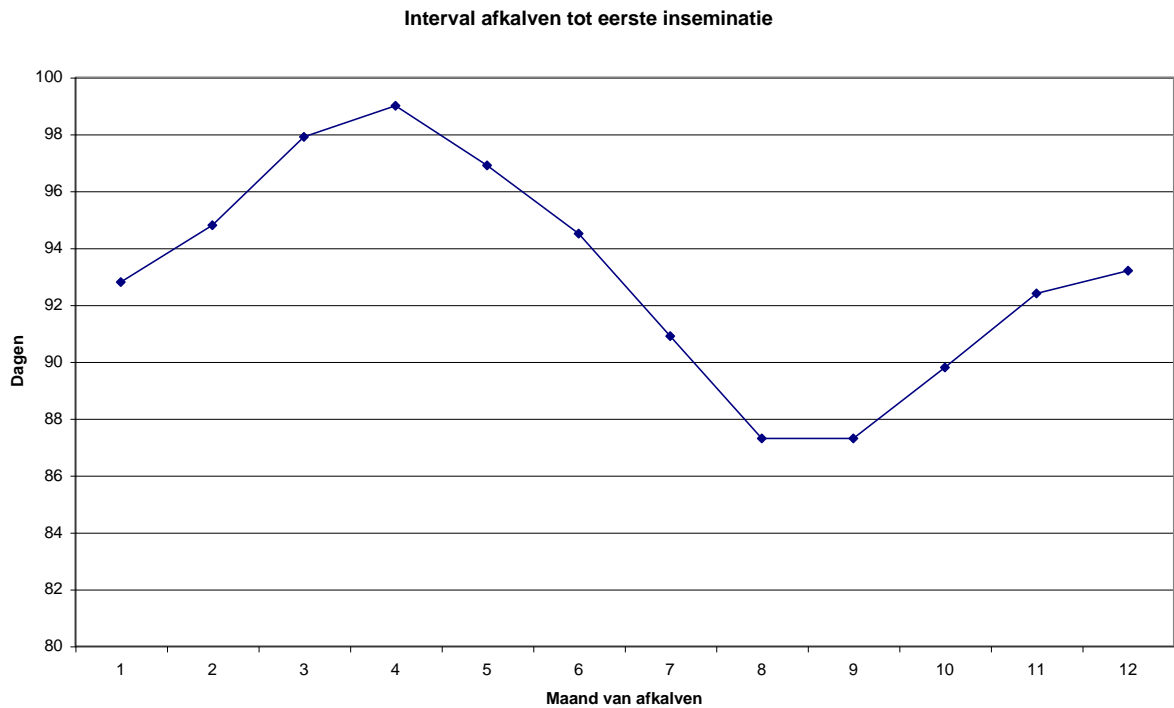
Voor de analyse van AFI worden gegevens van pinken vergeleken van hetzelfde bedrijf en geboortemaand.

Geboortemaand

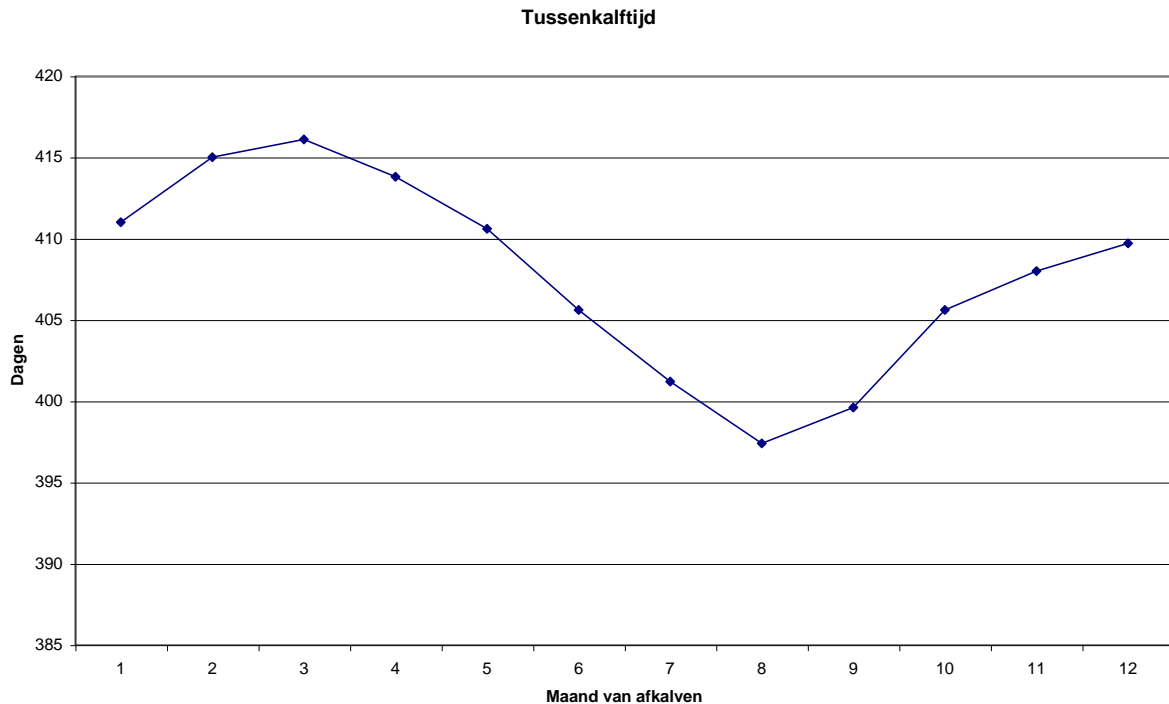
Voor de analyse van AFI wordt geboortemaand opgenomen, gedefinieerd als periode van een halve maand (24 periodes per jaar).



Figuur 1. Het Non-Return percentage na 56 dagen per inseminatiemaand (1=jan, 12 = dec)



Figuur 2. Het Interval tussen Afkalven en eerste Inseminatie (IAI) afhankelijk van de maand van afkalven (1=jan, 12 = dec)



Figuur 3. De tussenkalf tijd (TKT) afhankelijk van de maand van afkalven (1=jan, 12 = dec)

Heterosis- en recombinatie-effect

Heterosis- en recombinatie-effecten spelen een rol bij het kruisen van rassen. Dit zijn genetische effecten die niet worden doorgegeven aan de nakomeling. Uit onderzoek is gebleken dat voor deze effecten gecorrigeerd dient te worden.

De grootte van de heterosis wordt gedefinieerd als het verschil in niveau van het kenmerk in de kruising met het gemiddelde van de ouderrassen. Recombinatie treedt op bij een volgende paring van een eerder verkregen kruisingproduct.

Het heterosis effect (HET) van twee rassen is te berekenen via de formule:

$$\text{HET} = [p_s(1-p_d) + p_d(1-p_s)]$$

waarbij:

p_s = rasbloeddeel bij stier

p_d = rasbloeddeel bij koe

De formule voor recombinatie (REC) is als volgt:

$$\text{REC} = [p_s(1-p_s) + p_d(1-p_d)]$$

Wanneer een dier uit drie verschillende rassen bestaat, neemt ook het aantal heterosis effecten en recombinatie-effecten toe.

Het effect van heterosis is respectievelijk 0,8 procent hogere NR56, 2,6% hogere CR, 0,6 dag kortere IAI, 2,0 dagen korter IEL en 2,8 dagen kortere TKT voor dieren die 100 procent heterosis hebben.

Leeftijd bij keuren

Bij de analyse van conditiescore wordt rekening gehouden met de leeftijd bij keuren. De leeftijd heeft namelijk een effect op de score voor conditiescore. Er worden 18 leeftijdsklassen onderscheiden, waarbij klasse 1 keuringen corrigeert voor leeftijd op 24 maanden en jonger. Klasse 2 t/m 17 corrigeert voor leeftijd bij keuren van 25 t/m 40 maanden. In klasse 18 vallen alle koeien die 41 maanden of ouder zijn.

Lactatiestadium

Bij de analyse van conditiescore wordt rekening gehouden met het lactatiestadium (aantal maanden dat de koe in productie is) op het moment keuren. Lactatiestadium heeft namelijk een effect op de score voor conditiescore. Er worden 13 lactatiestadiumklassen onderscheiden, één klasse voor elke maand in lactatie. In klasse 13 vallen alle koeien die 13 maanden of langer in lactatie zijn op het moment van keuren.

Koe

Voor het schatten van het effect van de koe wordt rekening gehouden met alle voorouders van het dier. Op deze manier worden genetische verbanden tussen dieren meegenomen en krijgen stieren een fokwaarde voor vruchtbaarheidskenmerken gebaseerd op de gegevens van hun dochters.

▪ Kenmerken

In totaal worden in de fokwaardeschatting vruchtbaarheid 34 vruchtbaarheidskenmerken geanalyseerd: 4 kenmerken voor pinken en 30 voor koeien. Voor de pinken zijn dit 2 kenmerken (AFI en CR0) in 2 regio's (Nederland en Vlaanderen), voor de koeien 5 kenmerken (NR56, IAI, TKT, IEL en CR) in 3 lactaties en in 2 regio's. Dit geeft $2 \times 2 + 3 \times 5 \times 2 = 34$ vruchtbaarheidskenmerken. De erfelijkheidsgraden voor de verschillende kenmerken staan vermeld in tabel 2 en de genetische correlaties in tabel 3. Vlaamse en Nederlandse vruchtbaarheidskenmerken worden als verschillende kenmerken in het model geanalyseerd. Dit komt omdat de erfelijkheidsgraden en de genetische spreidingen van de Vlaamse kenmerken iets lager zijn dan van de Nederlandse kenmerken (zie tabel 2).

Naast de 34 vruchtbaarheidskenmerken wordt ook de informatie van melkproductie en conditiescore bij de bedrijfsinspectie gebruikt. Deze informatie is snel beschikbaar en zorgt voor betere vruchtbaarheidsfokwaarden (zie paragraaf Belang van gebruik voorspellers).

Uit tabel 3 blijkt dat het de genetische correlatie tussen het overeenkomstige Vlaamse en Nederlandse kenmerk 1.00 is. Dit houdt in dat de fokwaarden van dieren voor het Nederlandse en het Vlaamse kenmerk gelijk is. Er worden correlaties tussen de verschillende kenmerken gebruikt in de fokwaardeschatting. Hiermee is de fokwaardeschatting vruchtbaarheid een zogenaamde multiple-trait fokwaardeschatting wat inhoudt dat alle beschikbare informatie rondom vruchtbaarheid gebruikt wordt om zo nauwkeurig mogelijk fokwaardes te schatten. Hierdoor kunnen we bijvoorbeeld ook de informatie over TKT gebruiken, ondanks dat dit niet voor alle dieren beschikbaar komt (koe is met lopende lijst bezig of koe heeft geen volgende kalfdatum meer).

Melkproductie en conditiescore hebben juist ook een meerwaarde bij koeien met een zodanig slechte vruchtbaarheid dat ze nooit voor inseminatie aangeboden worden. Voor deze koeien heb je geen NR56, IAI, TKT, IEL of CR terwijl dit juist de koeien zijn met de grootste vruchtbaarheidsproblemen. In dat geval kun je de informatie over melkproductie en conditiescore gebruiken en worden deze dieren toch meegenomen in de vruchtbaarheidsfokwaardeschatting.

Tabel 2. Erfelijkheidsgraden (h^2) en genetische spreiding voor de kenmerken.

| Kenmerk | Lactatie | Regio | h^2 | Genetische spreiding | eenheid |
|----------|----------|---------|-------|----------------------|---------|
| AFI | 0 | NLD | 0.045 | 7.9 | Dag |
| CR0 | 0 | NLD | 0.018 | 4.1 | % |
| AFI | 0 | VRV | 0.026 | 7.9 | Dag |
| CR0 | 0 | VRV | 0.015 | 4.4 | % |
| NR56 | 1 | NLD | 0.016 | 6.2 | % |
| IAI | 1 | NLD | 0.081 | 9.9 | Dag |
| TKT | 1 | NLD | 0.062 | 14.7 | Dag |
| IEL | 1 | NLD | 0.033 | 13.4 | Dag |
| CR | 1 | NLD | 0.025 | 5.1 | % |
| NR56 | 1 | VRV | 0.012 | 5.2 | % |
| IAI | 1 | VRV | 0.068 | 9.4 | Dag |
| TKT | 1 | VRV | 0.056 | 13.8 | Dag |
| IEL | 1 | VRV | 0.033 | 11.7 | Dag |
| CR | 1 | VRV | 0.027 | 6.5 | % |
| NR56 | 2 | NLD | 0.02 | 6.9 | % |
| IAI | 2 | NLD | 0.099 | 11.0 | Dag |
| TKT | 2 | NLD | 0.075 | 15.6 | Dag |
| IEL | 2 | NLD | 0.033 | 12.7 | Dag |
| CR | 2 | NLD | 0.026 | 5.2 | % |
| NR56 | 2 | VRV | 0.016 | 6.0 | % |
| IAI | 2 | VRV | 0.074 | 10.0 | Dag |
| TKT | 2 | VRV | 0.053 | 13.2 | Dag |
| IEL | 2 | VRV | 0.034 | 11.9 | Dag |
| CR | 2 | VRV | 0.027 | 6.7 | % |
| NR56 | 3 | NLD | 0.021 | 6.9 | % |
| IAI | 3 | NLD | 0.097 | 11.0 | Dag |
| TKT | 3 | NLD | 0.078 | 15.8 | Dag |
| IEL | 3 | NLD | 0.033 | 12.6 | Dag |
| CR | 3 | NLD | 0.027 | 5.3 | % |
| NR56 | 3 | VRV | 0.022 | 7.1 | % |
| IAI | 3 | VRV | 0.064 | 9.3 | Dag |
| TKT | 3 | VRV | 0.049 | 12.6 | Dag |
| IEL | 3 | VRV | 0.036 | 12.5 | Dag |
| CR | 3 | VRV | 0.034 | 7.6 | % |
| Melk | 1 | NLD/VRV | 0.342 | 624.8 | Kg |
| Vet | 1 | NLD/VRV | 0.264 | 21.3 | Kg |
| Eiwit | 1 | NLD/VRV | 0.276 | 17.5 | Kg |
| Conditie | 1 | NLD/VRV | 0.207 | 0.51 | Pt |

Tabel 3. Genetische correlaties op de biologische schaal tussen de kenmerken NR56, IAI, TKT, IEL en CR in lactatie 1, 2 en 3 voor 2 regio's.

| land | NL | | | | | | | | | | | | | | | VL | | | | | | | | | | | | | | | MELK | VET | EIW | | | | | |
|------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|--|
| | 0 | | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | | | | | 0 | | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | | | | | | | | |
| lact | AFI | CR0 | NR56 | IAI | TKT | IEL | CR | NR56 | IAI | TKT | IEL | CR | NR56 | IAI | TKT | IEL | CR | AFI | CR0 | NR56 | IAI | TKT | IEL | CR | NR56 | IAI | TKT | IEL | CR | NR56 | IAI | TKT | IEL | CR | | | | |
| AFI | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR0 | -0.08 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | -0.08 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NR56 | 0.26 | 0.62 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | 0.26 | 0.62 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IAI | 0.45 | -0.01 | 0.32 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | 0.45 | -0.01 | 0.32 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TKT | 0.42 | -0.30 | -0.15 | 0.86 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | 0.42 | -0.30 | -0.15 | 0.86 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IEL | 0.26 | -0.54 | -0.47 | 0.57 | 0.85 | 1.00 | | | | | | | | | | | | 0.26 | -0.54 | -0.47 | 0.57 | 0.85 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | -0.05 | 0.66 | 0.77 | -0.28 | -0.67 | -0.88 | 1.00 | | | | | | | | | | | -0.05 | 0.66 | 0.77 | -0.28 | -0.67 | -0.88 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| NR56 | 0.21 | 0.50 | 0.92 | 0.36 | -0.09 | -0.36 | 0.68 | 1.00 | | | | | | | | | | 0.21 | 0.50 | 0.92 | 0.36 | -0.09 | -0.36 | 0.68 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| IAI | 0.35 | 0.08 | 0.40 | 0.92 | 0.76 | 0.52 | -0.16 | 0.43 | 1.00 | | | | | | | | | 0.35 | 0.08 | 0.40 | 0.92 | 0.76 | 0.52 | -0.16 | 0.43 | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| TKT | 0.30 | -0.17 | -0.08 | 0.81 | 0.91 | 0.76 | -0.55 | -0.07 | 0.83 | 1.00 | | | | | | | | 0.30 | -0.17 | -0.08 | 0.81 | 0.91 | 0.76 | -0.55 | -0.07 | 0.83 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| IEL | 0.19 | -0.46 | -0.45 | 0.47 | 0.75 | 0.89 | -0.81 | -0.44 | 0.50 | 0.79 | 1.00 | | | | | | | 0.19 | -0.46 | -0.45 | 0.47 | 0.75 | 0.89 | -0.81 | -0.44 | 0.50 | 0.79 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| CR | 0.02 | 0.56 | 0.78 | -0.10 | -0.50 | -0.75 | 0.88 | 0.79 | -0.11 | -0.52 | -0.84 | 1.00 | | | | | | 0.02 | 0.56 | 0.78 | -0.10 | -0.50 | -0.75 | 0.88 | 0.79 | -0.11 | -0.52 | -0.84 | 1.00 | | | | | | | | | |
| NR56 | 0.29 | 0.33 | 0.87 | 0.41 | -0.03 | -0.27 | 0.60 | 0.93 | 0.46 | -0.03 | -0.36 | 0.72 | 1.00 | | | | | 0.29 | 0.33 | 0.87 | 0.41 | -0.03 | -0.27 | 0.60 | 0.93 | 0.46 | -0.03 | -0.36 | 0.72 | 1.00 | | | | | | | | |
| IAI | 0.35 | 0.05 | 0.35 | 0.92 | 0.78 | 0.55 | -0.20 | 0.41 | 0.94 | 0.82 | 0.48 | -0.07 | 0.44 | 1.00 | | | | 0.35 | 0.05 | 0.35 | 0.92 | 0.78 | 0.55 | -0.20 | 0.41 | 0.94 | 0.82 | 0.48 | -0.07 | 0.44 | 1.00 | | | | | | | |
| TKT | 0.32 | -0.12 | -0.07 | 0.80 | 0.91 | 0.77 | -0.55 | -0.07 | 0.82 | 0.93 | 0.76 | -0.52 | -0.06 | 0.83 | 1.00 | | | 0.32 | -0.12 | -0.07 | 0.80 | 0.91 | 0.77 | -0.55 | -0.07 | 0.82 | 0.93 | 0.76 | -0.52 | -0.06 | 0.83 | 1.00 | | | | | | |
| IEL | 0.12 | -0.30 | -0.45 | 0.42 | 0.70 | 0.84 | -0.77 | -0.45 | 0.46 | 0.71 | 0.90 | -0.82 | -0.44 | 0.46 | 0.80 | 1.00 | | 0.12 | -0.30 | -0.45 | 0.42 | 0.70 | 0.84 | -0.77 | -0.45 | 0.46 | 0.71 | 0.90 | -0.82 | -0.44 | 0.46 | 0.80 | 1.00 | | | | | |
| CR | 0.05 | 0.37 | 0.74 | -0.05 | -0.43 | -0.65 | 0.80 | 0.79 | -0.02 | -0.42 | -0.74 | 0.90 | 0.79 | -0.04 | -0.53 | -0.85 | 1.00 | 0.05 | 0.37 | 0.74 | -0.05 | -0.43 | -0.65 | 0.80 | 0.79 | -0.02 | -0.42 | -0.74 | 0.90 | 0.79 | -0.04 | -0.53 | -0.85 | 1.00 | | | | |
| AFI | 1.00 | -0.08 | 0.26 | 0.45 | 0.42 | 0.26 | -0.05 | 0.21 | 0.35 | 0.30 | 0.19 | 0.02 | 0.29 | 0.35 | 0.32 | 0.12 | 0.05 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | -0.08 | 1.00 | 0.62 | -0.01 | -0.30 | -0.54 | 0.66 | 0.50 | 0.08 | -0.17 | -0.46 | 0.56 | 0.33 | 0.05 | -0.12 | -0.30 | 0.37 | -0.08 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NR56 | 0.26 | 0.62 | 1.00 | 0.32 | -0.15 | -0.47 | 0.77 | 0.92 | 0.40 | -0.08 | -0.45 | 0.78 | 0.87 | 0.35 | -0.07 | -0.45 | 0.74 | 0.26 | 0.62 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IAI | 0.45 | -0.01 | 0.32 | 1.00 | 0.86 | 0.57 | -0.28 | 0.36 | 0.92 | 0.81 | 0.47 | -0.10 | 0.41 | 0.92 | 0.81 | 0.42 | -0.05 | 0.45 | -0.01 | 0.32 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TKT | 0.42 | -0.30 | -0.15 | 0.86 | 1.00 | 0.85 | -0.67 | -0.09 | 0.76 | 0.91 | 0.75 | -0.50 | -0.03 | 0.78 | 0.91 | 0.70 | -0.43 | 0.42 | -0.30 | -0.15 | 0.86 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IEL | 0.26 | -0.54 | -0.47 | 0.57 | 0.85 | 1.00 | -0.88 | -0.36 | 0.52 | 0.76 | 0.89 | -0.75 | -0.27 | 0.55 | 0.77 | 0.84 | -0.65 | 0.26 | -0.54 | -0.47 | 0.57 | 0.85 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | -0.05 | 0.66 | 0.77 | -0.28 | -0.67 | -0.88 | 1.00 | 0.68 | -0.16 | -0.55 | -0.81 | 0.88 | 0.60 | -0.20 | -0.55 | -0.77 | 0.80 | -0.05 | 0.66 | 0.77 | -0.28 | -0.67 | -0.88 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| NR56 | 0.21 | 0.50 | 0.92 | 0.36 | -0.09 | -0.36 | 0.68 | 1.00 | 0.43 | -0.07 | -0.44 | 0.79 | 0.93 | 0.41 | -0.07 | -0.45 | 0.79 | 0.21 | 0.50 | 0.92 | 0.36 | -0.09 | -0.36 | 0.68 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| IAI | 0.35 | 0.08 | 0.40 | 0.92 | 0.76 | 0.52 | -0.16 | 0.43 | 1.00 | 0.83 | 0.50 | -0.11 | 0.46 | 0.94 | 0.82 | 0.46 | -0.02 | 0.35 | 0.08 | 0.40 | 0.92 | 0.76 | 0.52 | -0.16 | 0.43 | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| TKT | 0.30 | -0.17 | -0.08 | 0.81 | 0.91 | 0.76 | -0.55 | -0.07 | 0.83 | 1.00 | 0.79 | -0.52 | -0.03 | 0.82 | 0.93 | 0.71 | -0.42 | 0.30 | -0.17 | -0.08 | 0.81 | 0.91 | 0.76 | -0.55 | -0.07 | 0.83 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| IEL | 0.19 | -0.46 | -0.45 | 0.47 | 0.75 | 0.89 | -0.81 | -0.44 | 0.50 | 0.79 | 1.00 | -0.84 | -0.36 | 0.48 | 0.76 | 0.90 | -0.74 | 0.19 | -0.46 | -0.45 | 0.47 | 0.75 | 0.89 | -0.81 | -0.44 | 0.50 | 0.79 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| CR | 0.02 | 0.56 | 0.78 | -0.10 | -0.50 | -0.75 | 0.88 | 0.79 | -0.11 | -0.52 | -0.84 | 1.00 | 0.72 | -0.07 | -0.52 | -0.82 | 0.90 | 0.02 | 0.56 | 0.78 | -0.10 | -0.50 | -0.75 | 0.88 | 0.79 | -0.11 | -0.52 | -0.84 | 1.00 | | | | | | | | | |
| NR56 | 0.29 | 0.33 | 0.87 | 0.41 | -0.03 | -0.27 | 0.60 | 0.93 | 0.46 | -0.03 | -0.36 | 0.72 | 1.00 | 0.44 | -0.06 | -0.44 | 0.79 | 0.29 | 0.33 | 0.87 | 0.41 | -0.03 | -0.27 | 0.60 | 0.93 | 0.46 | -0.03 | -0.36 | 0.72 | 1.00 | | | | | | | | |
| IAI | 0.35 | 0.05 | 0.35 | 0.91 | 0.78 | 0.55 | -0.20 | 0.41 | 0.94 | 0.81 | 0.48 | -0.07 | 0.44 | 1.00 | 0.83 | 0.46 | -0.04 | 0.35 | 0.05 | 0.35 | 0.92 | 0.78 | 0.55 | -0.20 | 0.41 | 0.94 | 0.81 | 0.48 | -0.07 | 0.44 | 1.00 | | | | | | | |
| TKT | 0.32 | -0.12 | -0.07 | 0.80 | 0.91 | 0.77 | -0.55 | -0.07 | 0.82 | 0.93 | 0.76 | -0.52 | -0.06 | 0.83 | 1.00 | 0.80 | -0.53 | 0.32 | -0.12 | -0.07 | 0.81 | 0.91 | 0.77 | -0.55 | -0.07 | 0.82 | 0.93 | 0.76 | -0.52 | -0.06 | 0.83 | 1.00 | | | | | | |
| IEL | 0.12 | -0.30 | -0.45 | 0.42 | 0.70 | 0.84 | -0.77 | -0.45 | 0.46 | 0.71 | 0.90 | -0.82 | -0.44 | 0.46 | 0.80 | 1.00 | -0.85 | 0.12 | -0.30 | -0.45 | 0.42 | 0.70 | 0.84 | -0.77 | -0.45 | 0.46 | 0.71 | 0.90 | -0.82 | -0.44 | 0.46 | 0.80 | 1.00 | | | | | |
| CR | 0.05 | 0.37 | 0.74 | -0.05 | -0.43 | -0.65 | 0.80 | 0.79 | -0.02 | -0.42 | -0.74 | 0.90 | 0.79 | -0.04 | -0.53 | -0.85 | 1.00 | 0.05 | 0.37 | 0.74 | -0.05 | -0.43 | -0.65 | 0.80 | 0.79 | -0.02 | -0.42 | -0.74 | 0.90 | 0.79 | -0.04 | -0.53 | -0.85 | 1.00 | | | | |
| MELK | -0.14 | -0.12 | -0.09 | 0.41 | 0.42 | 0.31 | -0.29 | -0.11 | 0.32 | 0.35 | 0.24 | -0.19 | -0.01 | 0.24 | 0.30 | 0.25 | -0.14 | -0.14 | -0.12 | -0.09 | 0.40 | 0.42 | 0.31 | -0.29 | -0.11 | 0.32 | 0.35 | 0.24 | -0.19 | -0.01 | 0.24 | 0.30 | 0.25 | -0.14 | 1.00 | | | |
| VET | -0.07 | -0.10 | -0.02 | 0.29 | 0.27 | 0.16 | -0.16 | -0.11 | 0.22 | 0.23 | 0.16 | -0.15 | 0.01 | 0.19 | 0.24 | 0.18 | -0.11 | -0.07 | -0.10 | -0.02 | 0.29 | 0.27 | 0.16 | -0.16 | -0.11 | 0.22 | 0.23 | 0.16 | -0.15 | 0.01 | 0.19 | 0.24 | 0.18 | -0.11 | 0.64 | 1.00 | | |
| EIW | -0.19 | -0.21 | -0.13 | 0.31 | 0.34 | 0.25 | -0.26 | -0.19 | 0.27 | 0.30 | 0.22 | -0.21 | -0.04 | 0.20 | 0.26 | 0.20 | -0.15 | -0.19 | -0.21 | -0.13 | 0.31 | 0.34 | 0.25 | -0.26 | -0.19 | 0.27 | 0.30 | 0.22 | -0.21 | -0.04 | 0.20 | 0.26 | 0.20 | -0.15 | 0.92 | 0.59 | 1.00 | |
| BCS | -0.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Afgeleide fokwaarden

De 30 vruchtbaarheidskenmerken bij koeien (NR56, IAI, TKT, IEL en CR in 3 lactaties en 2 regio's) worden vervolgens samengevoegd tot 5 overall fokwaarden en één vruchtbaarheidsindex. De vijf overall fokwaarden worden berekend uit de fokwaarde voor de 3 verschillende lactaties als:

$$FW_{overall} = 0,41 \times FW_1 + 0,33 \times FW_2 + 0,26 \times FW_3$$

waarbij:

FW_i : fokwaarde voor een vruchtbaarheidskenmerk in lactatie i .

De afleiding van de factoren (0,41, 0,33 en 0,26) staat beschreven in hoofdstuk E7.

Vervolgens worden de overall fokwaarden voor IEL en TKT ingewogen tot de vruchtbaarheidsindex (zie hieronder voor de afleiding).

Al deze afgeleide kenmerken hebben ook hun eigen erfelijkheidgraad en genetische spreiding, zie hiervoor tabel 4. De genetische correlaties tussen de afgeleide kenmerken staan in tabel 5 en tussen de afgeleide en de onderliggende kenmerken staan in tabel 6.

Tabel 4. Erfelijkheidsgraden (h^2) en genetische spreiding voor de afgeleide kenmerken

| Kenmerk | h^2 | Genetische spreiding | eenheid |
|-------------|-------|----------------------|---------|
| NR overall | 0.046 | 6.4 | % |
| IAI overall | 0.176 | 10.3 | dag |
| TKT overall | 0.141 | 14.9 | dag |
| IEL overall | 0.073 | 12.4 | dag |
| CR overall | 0.059 | 5.0 | % |
| VRU index | 0.101 | 4.1 | pt |

Zoals te zien is in tabel 4 is de erfelijkheidgraad van de overall kenmerken NR56, IAI, TKT, IEL en CR hoger dan de erfelijkheidsgraden van de overeenkomstige kenmerken uit tabel 2. NR56, bijvoorbeeld, heeft in tabel 2 een erfelijkheidgraad die 0,02 is of lager. In tabel 4 heeft overall NR56 (wat een combinatie is van NR56 in lactatie 1, 2 en 3) een erfelijkheidgraad van 0,046. Dit lijkt vreemd omdat dit hoger is dan de erfelijkheidgraad in één van de drie lactaties. De reden dat dit toch kan is omdat de genetische correlaties tussen NR56 veel hoger zijn dan de milieu correlaties. Dit heeft tot gevolg dat bij een NR56 waarneming in lactatie 1, 2 en 3 het beter mogelijk is om het effect van het milieu op de waarneming uit te schakelen en daardoor wordt een hogere erfelijkheidgraad verkregen.

Tabel 5. Genetische correlaties tussen de afgeleide kenmerken op fokwaarde schaal

| Kenmerk | VRU index | NR56 overall | IAI overall | TKT overall | IEL overall | CR overall |
|--------------|-----------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| VRU index | | | | | | |
| NR56 overall | 0,35 | | | | | |
| IAI overall | 0,73 | -0,33 | | | | |
| TKT overall | 0,96 | 0,13 | 0,87 | | | |
| IEL overall | 0,96 | 0,56 | 0,53 | 0,85 | | |
| CR overall | 0,84 | 0,75 | 0,29 | 0,69 | 0,93 | |

In tabel 5 staan correlaties tussen stierfokwaarden, als maat voor de genetische correlaties van afgeleide kenmerken. Bij de fokwaarden voor intervakenmerken (IAI, IEL en TKT) is de schaal omgekeerd aan de biologische betekenis, zodat een hogere fokwaarde betekent dat het interval

korter is. De genetische correlaties zijn vergelijkbaar of soms iets sterker dan de correlaties van de onderliggende kenmerken in tabel 3. De vruchtbaarheidsindex is zeer sterk gecorreleerd met IEL en TKT overall en in iets mindere mate met CR overall. Doordat TKT is uitgesplitst naar IAI en IEL kunnen we zien dat vooral IEL de grootste invloed heeft op de vruchtbaarheidsindex. Een korter interval tussen eerste en laatste inseminatie, en daardoor hogere fokwaarde voor IEL, leidt tot een hogere fokwaarde VRU.

Tabel 6. Genetische correlaties tussen de afgeleide kenmerken en de onderliggende kenmerken

| Kenmerk | NR56 overall | IAI overall | TKT overall | IEL overall | CR overall |
|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Lactatie 1 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 |
| Lactatie 2 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,99 | 0,98 |
| Lactatie 3 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 |

Uit tabel 6 blijkt dat de overall kenmerken erg sterk gecorreleerd zijn met de onderliggende kenmerken. Dit komt omdat de onderliggende kenmerken zelf ook erg hoge genetische correlaties hebben.

▪ Vruchtbaarheidsindex

In de index voor vruchtbaarheid worden IEL en TKT even zwaar ingewogen en de index wordt als volgt berekend:

$$\text{Index vruchtbaarheid} = 0,52 * (\text{fokwaarde IEL} - 100) + 0,52 * (\text{fokwaarde TKT} - 100) + 100$$

▪ Belang van gebruik voorspellers

Om een indruk te krijgen wat het effect of belang is om voorspellers als conditiescore en melkproductie te gebruiken in de fokwaardeschatting is een aantal selectie-index berekeningen gedaan voor de situatie dat een stier 100 dochters aan de melk krijgt als vaars. Dit betekent dat een stier voor tussenkalf tijd ongeveer 80 dochters zal krijgen met een bekend (of gemeten) tussenkalf tijd, ongeveer 90 dochters met IEL en 64 dieren met een score voor conditiescore. Er is gebruik gemaakt van parameters zoals vermeld in tabel 2 en 3. Het fokdoel is gelijk aan het huidige fokdoel: IEL en tussenkalf tijd verbeteren. Resultaten staan in tabel 8.

Een index gebaseerd alleen op de vruchtbaarheidskenmerken NR56 en IAI bereikt in de gegeven standaard situatie een betrouwbaarheid van de vruchtbaarheidsindex van 42 procent. Het toevoegen van IEL als informatiebron verhoogt de betrouwbaarheid naar 63 procent en als TKT wordt toegevoegd wordt de betrouwbaarheid 76 procent. Dus het gebruik van IEL en TKT in de fokwaardeschatting lijkt duidelijk extra informatie te verschaffen over het fokdoel.

IEL en TKT komen op een later moment beschikbaar dan de andere kenmerken. Bij dieren waarvan IEL en TKT nog niet bekend zijn, maar wel NR56 en IAI, stijgt de betrouwbaarheid van de vruchtbaarheidsindex van 42 procent naar 47 procent door gebruik te maken van de productiekenmerken en conditiescore. Komt IEL beschikbaar, dan stijgt de betrouwbaarheid naar 63 procent. Worden ook de productiekenmerken en conditiescore nog toegevoegd, dan wordt de betrouwbaarheid 66 procent. Op het moment dat TKT beschikbaar komt, heeft de toevoeging van productiekenmerken en conditiescore nog maar een marginaal effect op de betrouwbaarheid: 76 procent zonder en 77 procent met productiekenmerken en conditiescore.

Een stier die 100 dochters aan de melk krijgt uit de proefperiode en waar ook de inseminaties van bekend zijn en waarvan 64 dochters ook nog een score voor conditie krijgen heeft dus een

betrouwbaarheid bij zijn vruchtbaarheidsindex van 77 procent. Hierbij moeten dan wel volgende kalldata bekend zijn, zodat TKT en IEL kunnen worden bepaald.

Tabel 8. Betrouwbaarheden voor diverse indexen, waarbij het fokdoel wordt gevormd door IEL en TKT in lactatie 1. Een stier heeft 100 dochters aan de melk. De stier heeft een vader die informatie heeft voor 1000 dochters aan dezelfde kenmerken als de stier

| aantal dochters | | | | | | | | Betrouwbaarheid Vruchtbaarheids- index |
|-----------------------|-----|-----|-----|----------|------|-----|-------|--|
| 100 | 100 | 90 | 80 | 64 | 100 | 100 | 100 | |
| kenmerken in de index | | | | | | | | Betrouwbaarheid Vruchtbaarheids- index |
| NR56 | IAI | IEL | TKT | Conditie | Melk | Vet | Eiwit | |
| X | | | | | | | | 0,03 |
| | X | | | | | | | 0,30 |
| | | X | | | | | | 0,49 |
| | | | X | | | | | 0,58 |
| | | | | X | X | X | X | 0,18 |
| X | X | | | | | | | 0,42 |
| X | X | X | | | | | | 0,63 |
| X | X | X | X | | | | | 0,76 |
| X | X | | | X | X | X | X | 0,47 |
| X | X | X | | X | X | X | X | 0,66 |
| X | X | X | X | X | X | X | X | 0,77 |

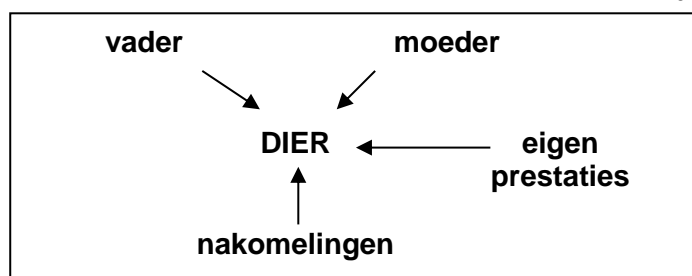
▪ Betrouwbaarheid

Fokwaarden zijn schattingen van de genetische aanleg. Het woord 'schatting' geeft aan dat er een bepaalde onnauwkeurigheid rust op een fokwaarde. De betrouwbaarheid van een fokwaarde geeft aan hoeveel verschil er kan bestaan tussen de geschatte fokwaarde en de werkelijke genetische aanleg.

De betrouwbaarheid is afhankelijk van de hoeveelheid beschikbare informatie van een dier. Er zijn drie informatiebronnen:

1. eigen prestatie
2. nakomelingen
3. ouders

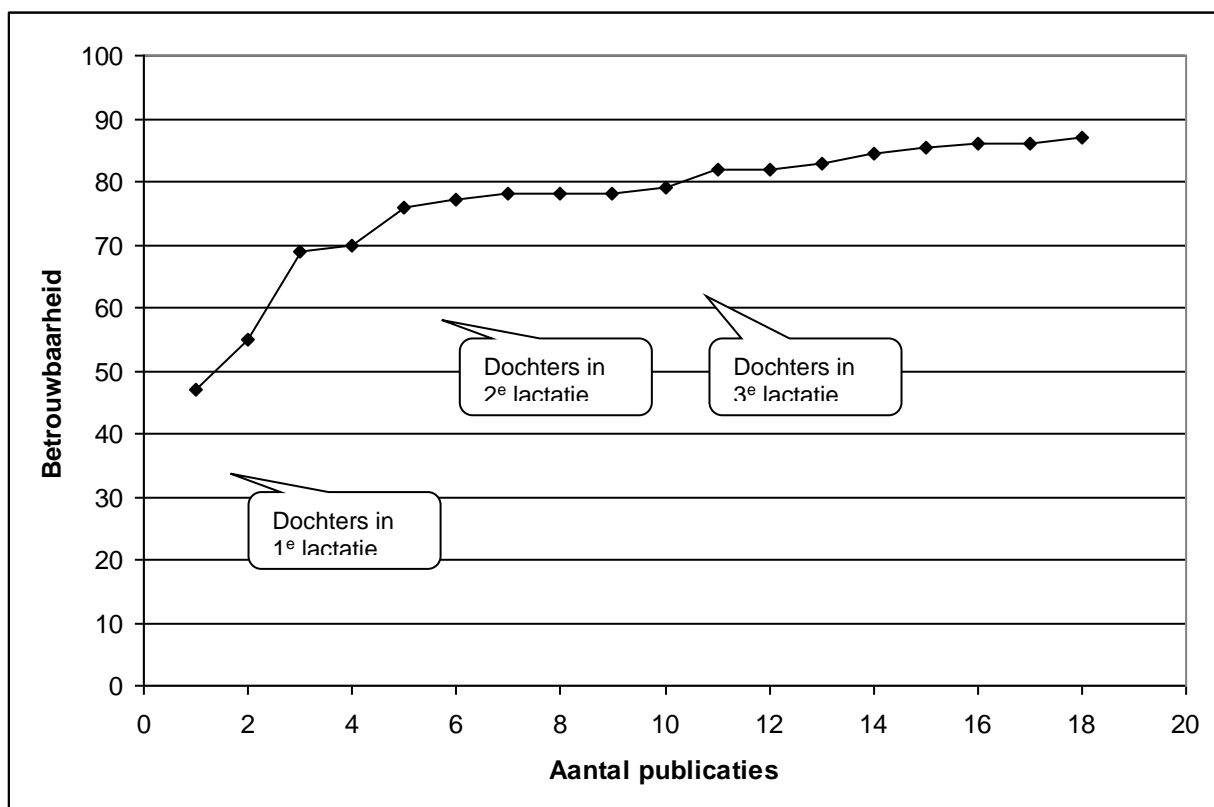
Informatie over de vruchtbaarheid van (half)zussen, grootouders, etc. wordt meegenomen via de ouders, informatie van kleindochters etc. wordt meegenomen via de nakomelingen.



Omdat er 38 kenmerken en 6 afgeleide fokwaarden zijn, zijn er in het totaal 44 betrouwbaarheden. De fokwaarde voor NR56 in lactatie 1 kan bijv. een andere betrouwbaarheid hebben dan de fokwaarde voor NR56 in lactatie 3. Als een stier alleen nog maar 1^e-kalfsdochters heeft, zal de fokwaarde voor kenmerken in lactatie 3 een lagere betrouwbaarheid als die voor lactatie 1. De fokwaarde voor kenmerken in lactatie 3 zal dan gemiddeld minder gaan afwijken van het oudergemiddelde dan de fokwaarde voor lactatie 1. Dit betekent niet dat de fokwaarde voor kenmerken in lactatie 3 exact gelijk is aan het oudergemiddelde. De 1^e-kalfsdochters van de stier

laten al zien of de stier beter is dan zijn oudergemiddelde in lactatie 1. Dit geeft ook informatie over de afwijking van het oudergemiddelde in lactatie 3, want de fokwaarden van lactatie 1 en 3 zijn gecorreleerd (zie Tabel 3).

Om een indruk te geven van de betrouwbaarheden die de vruchtbaarheidsindex heeft bij diverse publicatiemomenten staat in figuur 4 een overzicht. Hierbij is de betrouwbaarheid van de vruchtbaarheidsindex uitgezet tegen het aantal publicaties wat een stier heeft. De eerste officiële publicatie is het moment waarop er minimaal 15 dochters 120 dagen aan de melk zijn. Op dat moment heeft de stier informatie over NR56 en IAI in lactatie 1 bij een gedeelte van zijn dochters en voor productie en conditiescore. Uit de figuur blijkt dat de betrouwbaarheid van de vruchtbaarheidsindex dan rond de 47% ligt. Om de betrouwbaarheid nog verder te laten stijgen is het noodzakelijk dat de dochters in de tweede lactatie komen. De reden hiervoor is dat je op dat moment de tussenkalftijd en IEL van lactatie 1 kunt berekenen en dat je informatie krijgt over NR56 en IAI in lactatie 2. Met deze informatie erbij stijgt de betrouwbaarheid door naar 78%. Bij de overgang naar lactatie 3 wordt er weer een toename in de betrouwbaarheid gerealiseerd. Uiteindelijk is de maximale betrouwbaarheid van de vruchtbaarheidsindex op basis van proefstierdochters 87%. Deze betrouwbaarheid wordt pas bereikt als de proefstierdochters in de 4^e lactatie zijn omdat je op dat moment pas de tussenkalftijd van lactatie 3 kunt berekenen. Wordt een stier fokstier dan krijgt hij honderden tot vele duizenden dochters en deze stieren krijgen dan ook uiteindelijk een betrouwbaarheid van 99% voor de vruchtbaarheidsindex.



Figuur 4. Verloop van betrouwbaarheid van de vruchtbaarheidsindex van een stier bij diverse publicatiemomenten

▪ Basis

Fokwaarden voor vruchtbaarheid worden op vier verschillende bases gepresenteerd te weten: Melkdoel zwart, Melkdoel rood, Dubbeldoel en Belgisch Witblauw.

Melkdoel zwart

De stamboekgeregistreerde koeien geboren in 2010 met minimaal 87,5% HF-bloed en maximaal 12,5% FH-bloed en haarkleur zwartbont, met minimaal één observatie in de fokwaardeschatting.

Melkdoel rood

De stamboekgeregistreerde koeien geboren in 2010 met minimaal 87,5% HF-bloed en maximaal 12,5% MRIJ-bloed en haarkleur roodbont, met minimaal één observatie in de fokwaardeschatting.

Dubbeldoel

De stamboekgeregistreerde koeien geboren in 2010 met minimaal 75% MRIJ-bloed en 25% of minder HF-bloed, met minimaal één observatie in de fokwaardeschatting.

Belgisch witblauw

De stamboekgeregistreerde koeien geboren in 2010 met minimaal 87,5% Belgisch witblauw-bloed, met minimaal één observatie in de fokwaardeschatting

Als observatie geldt een waarneming voor minimaal één van de vruchtbaarheidskenmerken.

Iedere vijf jaar, in een jaar deelbaar door 5, wordt het referentiejaar voor de basis met 5 jaar opgeschoven.

De spreiding van de fokwaarden wordt bepaald door de dieren van de zwartbontbasis. Hierbij wordt de spreiding in fokwaarden berekend waarbij gestandaardiseerd wordt naar een betrouwbaarheid van 80 procent. Dit betekent dat 4 punten spreiding gelijk is aan 0,9 x genetische spreiding.

Het gebruik van één spreiding voor de drie verschillende bases heeft als voordeel dat er alleen een verschil in niveau bestaat tussen de bases en geen verschil in spreiding.

In tabel 9 worden de basisverschillen voor de vruchtbaarheidskenmerken gegeven.

Tabel 9. Basisverschillen voor vruchtbaarheidskenmerken tussen melkdoel zwart, melkdoel rood, dubbeldoel en Belgisch witblauw.

| Kenmerk | soort basis ⁽¹⁾ | Basisverschillen ⁽²⁾ | | | | | |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
| | | Z=>R | Z=>D | Z=>B | R=>D | R=>B | D=>B |
| Overall | | | | | | | |
| VRU index ⁽³⁾ | K | -1 | -7 | -1 | -6 | 0 | 6 |
| Non return | K | -2 | -4 | 2 | -2 | 4 | 6 |
| Interval afkalven-1e inseminatie | K | 0 | -5 | -4 | -5 | -4 | 1 |
| Tussenkalftijd | K | -1 | -7 | -2 | -6 | -1 | 5 |
| Interval 1e – laatste inseminatie | K | -1 | -7 | 0 | -6 | 1 | 7 |
| Drachtpercentage | K | -1 | -3 | 5 | -2 | 6 | 8 |
| Drachtpercentage pinken | K | -1 | 2 | 9 | 3 | 10 | 7 |
| Leeftijd bij 1e inseminatie pinken | K | 0 | 9 | 36 | 9 | 36 | 27 |
| Lactatie 1 | | | | | | | |
| Non return | K | -1 | -4 | 1 | -3 | 2 | 5 |
| Interval afkalven-1e inseminatie | K | -1 | -6 | -1 | -5 | 0 | 5 |
| Tussenkalftijd | K | -1 | -7 | 0 | -6 | 1 | 7 |
| Interval 1e – laatste inseminatie | K | -1 | -6 | 0 | -5 | 1 | 6 |
| Drachtpercentage | K | -1 | -3 | 5 | -2 | 6 | 8 |
| Lactatie 2 | | | | | | | |
| Non return | K | -2 | -3 | 4 | -1 | 6 | 7 |
| Interval afkalven-1e inseminatie | K | 0 | -5 | -5 | -5 | -5 | 0 |
| Tussenkalftijd | K | -1 | -7 | -3 | -6 | -2 | 4 |
| Interval 1e – laatste inseminatie | K | -2 | -8 | -1 | -6 | 1 | 7 |
| Drachtpercentage | K | -1 | -3 | 6 | -2 | 7 | 9 |
| Lactatie 3 | | | | | | | |
| Non return | K | -2 | -4 | 3 | -2 | 5 | 7 |
| Interval afkalven-1e inseminatie | K | 0 | -5 | -7 | -5 | -7 | -2 |
| Tussenkalftijd | K | -1 | -7 | -4 | -6 | -3 | 3 |
| Interval 1e – laatste inseminatie | K | -2 | -7 | -1 | -5 | 1 | 6 |
| Drachtpercentage | K | -1 | -3 | 4 | -2 | 5 | 7 |

(1) K=koebasis, S=stierbasis

(2) Z=Melkdoel zwart, R=Melkdoel rood, D=Dubbeldoel, B=Belgisch witblauw

(3) Voor omrekening van deze kenmerken worden de onderliggende kenmerken omgerekend, waarna met de geldende formule het kenmerk wordt berekend. De gegeven basisverschillen zijn indicatief en gelden voor een gehele populatie.

▪ Publicatie

Presentatie

De fokwaarden voor de vruchtbaarheidskenmerken worden gepresenteerd met een gemiddelde van 100 en een spreiding van 4. Hierbij is het belangrijk om te realiseren dat getallen boven de 100 wenselijk zijn. Voor NR56 en CR is dit logisch en eenduidig, een fokwaarde NR56 of CR boven de 100 betekent een hoger percentage NR56 of CR bij de dochters. Voor de intervallenkenmerken IAI, IEL en TKT betekent dit dat de schaal van de fokwaarde omgekeerd is, oftewel een hoge fokwaarde IAI, IEL en TKT betekent een korter interval bij de dochters. Voor leeftijd bij eerste inseminatie als pink betekent een hoge fokwaarde op relatieve schaal dat een dier op jongere leeftijd voor het eerst wordt geïnsemineerd.

Een fokwaarde VRU boven de 100 betekent dus een goede vruchtbaarheid.

De spreiding wordt voor alle bases bepaald door de groep dieren die de zwartbontbasis vormen. Bij het bepalen van de spreiding wordt de spreiding in fokwaarden van de basisdieren berekend, waarna een standaardisatie plaatsvindt naar een gemiddelde betrouwbaarheid van de fokwaarden van 80 procent. Hierdoor komt 4 punten fokwaarden overeen met 0,9 x de genetische spreiding van het betreffende kenmerk.

De stier geeft de helft van zijn fokwaarde door aan zijn dochters.

Een stier met een fokwaarde voor tussenkalf tijd van 104 geeft dochters die gemiddeld een kortere tussenkalf tijd hebben van 6,7 dagen. Een fokwaarde van 104 voor NR56 betekent bij de dochters een betere non-return van 2,9% op 56 dagen dan gemiddeld. Bij interval afkalven tot eerste inseminatie hebben de dochters van een stier met een fokwaarde van 104 in dat geval 4,6 dagen korter interval dan dochters van een stier met een fokwaarde van 100.

IEL heeft een genetische spreiding van 12,4 dagen en CR heeft een genetische spreiding van 5,0%. Deze twee kenmerken hebben een genetische correlatie van $-0,93$. Een stier met fokwaarde van 104 voor IEL betekent bij de dochters een korter interval eerste-laatste inseminatie van 5,6 dagen en tevens een hoger drachtigheidspercentage van 2,3%.

Bij het kiezen van een stier met een vruchtbaarheidsindex van 101 kan bij de dochters worden verwacht dat IEL 1,4 dag en de tussenkalf tijd 1,7 dag korter worden in vergelijking met dochters van een stier met een vruchtbaarheidsindex van 100.

Publicatie eisen

De publicatie eis voor nationaal geteste stieren is minimaal 25% betrouwbaarheid voor de vruchtbaarheidsindex en informatie van minimaal één nakomeling in de vruchtbaarheidsfokwaardeschatting. Dit houdt dus in dat de vruchtbaarheidsindex altijd officieel is bij stieren die voor het eerst een publiceerbare NVI hebben. Deze index bevat dan over het algemeen al wel wat informatie over NR56 en IAI. Deze stieren hebben echter nog geen IEL en TKT informatie in de berekeningen zitten. Het duurt over het algemeen nog ruim een half jaar voordat de eerste IEL informatie in de vruchtbaarheidsindex meegenomen wordt en opname van CR en TKT informatie duurt ruim een jaar. Op het moment dat de vruchtbaarheidsindex wordt gepubliceerd, worden ook de onderliggende vruchtbaarheidsfokwaarden gepubliceerd.

Voor importstieren met een Interbull fokwaarde en met melkgevende dochters in Nederland en/of Vlaanderen, is de eis dat ze minimaal 90% betrouwbaarheid voor de vruchtbaarheidsindex op basis van nationale data moeten hebben om een nationale fokwaarde te krijgen. Is de betrouwbaarheid van de vruchtbaarheidsindex, gebaseerd op nationale fokwaarden, 90% of hoger dan worden de nationale fokwaarde gepubliceerd.

Is de betrouwbaarheid van de vruchtbaarheidsindex, gebaseerd op nationale fokwaarden, onder de 90% betrouwbaarheid dan wordt de Interbull fokwaarde gepubliceerd. Echter in deze fokwaarde kan nationale informatie verwerkt zijn. De nationale fokwaarde van importstieren wordt door Interbull gebruikt zodra deze gebaseerd is op minimaal 15 dochters op 10 bedrijven voor het betreffende kenmerk en er ook informatie is uit het land waar de stier is getest.

Voor importstieren met een interbull fokwaarde en zonder melkgevende dochters in Nederland en/of Vlaanderen, is de eis dat ze minimaal 25% betrouwbaarheid voor de vruchtbaarheidsindex hebben.

Voor importstieren zonder interbull fokwaarde is de eis dat ze minimaal 25% betrouwbaarheid voor de vruchtbaarheidsindex moeten hebben en dat er informatie van minimaal één nakomeling in de nationale vruchtbaarheidsfokwaardeschatting is gebruikt. Voor deze stieren geldt dus dezelfde eis als voor de nationaal geteste stieren.

Voor alle stieren uit alle landen die in enige Interbull evaluatie zitten wordt voor alle vruchtbaarheidskenmerken, waar geen Interbull omrekening van beschikbaar is, een fokwaarde berekend uit de verwachtingswaarde voor dat kenmerk, de genetische correlatie en de mendelian sampling van de overige vruchtbaarheids- en productiekenmerken.

Als deze methode wordt toegepast op stieren uit de diverse landen dan kunnen globaal de volgende situaties worden onderscheiden:

1. *Land doet niet mee aan de internationale vruchtbaarheidsfokwaardeschatting*
Stieren uit deze landen hebben dus altijd een fokwaarde die gebaseerd is op de verwachtingswaarde voor NR56, IAI, TKT, IEL en CR en de mendelian sampling voor melkproductiekenmerken. De mogelijk beschikbare vruchtbaarheidsfokwaarden uit het land van oorsprong van deze stieren worden dus niet gebruikt bij de berekening van de Nationale fokwaarde.
2. *Land doet mee met de fokwaardeschatting voor vruchtbaarheidskenmerken*
In principe hebben de stieren uit deze landen dus altijd een fokwaarde die gebaseerd is op de internationale vruchtbaarheidsfokwaardeschatting. De vruchtbaarheidsfokwaarden uit het land van oorsprong van deze stieren zijn dus gebruikt bij de berekening van de Nationale fokwaarde.
3. *Land doet mee met de fokwaardeschatting voor enkele vruchtbaarheidskenmerken*
De fokwaarde voor het missende kenmerk is gebaseerd op de verwachtingswaarde voor het missende kenmerk en de mendelian sampling voor de beschikbare vruchtbaarheids- en productiekenmerken. De vruchtbaarheidsfokwaarden uit het land van oorsprong van deze stieren zijn dus gedeeltelijk gebruikt bij de berekening van de Nationale fokwaarde.

▪ Literatuur

De Haer, L.C.M., 2009. Estimation of genetic parameters of fertility traits for dairy cattle in The Netherlands and Flanders. CRV Rapport.

Haer, L.C.M. de, 2013. Estimation of genetic parameters of fertility traits for virgin heifers and lactating cows in The Netherlands and Flanders. CRV Report, Arnhem, The Netherlands.