

Evaluatie genetische analyse pensverzuring



Bas de Groot
Agrarisch ondernemerschap, Dier & Veehouderij
Aeres hogeschool
Arnhem, 2017/2018
Begeleiders CRV: Jorien Vosman & Gerben de Jong
Afstudeerdocent: Jan van Diepen

Evaluatie genetische analyse pensverzuring

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Bas de Groot
Agrarisch ondernemerschap, Dier & Veehouderij
Aeres hogeschool
Arnhem, 2017/2018
Begeleiders CRV: Jorien Vosman & Gerben de Jong
Afstudeerdocent: Jan van Diepen

Voorwoord

Ik heb de evaluatie van de genetische analyse van de fokwaarde pensverzuring geschreven in opdracht van de Animal Evaluation Unit van CRV te Arnhem. In deze evaluatie van de genetische analyse worden de resultaten van het onderzoek naar de fokwaarde voor pensverzuring weergegeven. Ik wil hierbij mijn begeleiders Jorien Vosman & Gerben de Jong van CRV hartelijk bedanken voor de goede begeleiding en natuurlijk voor de leuke tijd die ik gehad heb bij CRV. Verder wil ik ook mijn afstudeerdocent Jan van Diepen bedanken voor zijn begeleiding tijdens mijn afstudeerstage.

Bas de Groot, 20 jaar

2018, Arnhem

Inhoud

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL & METHODE	8
3 RESULTATEN.....	14
3.1 DEELVRAAG 1: PENSVERZURING VOLGENS VERSCHILLENDE DEFINITIES	14
3.2 DEELVRAAG 2: PERCENTAGE PENSVERZURING PER BEDRIJF, LACTATIE EN LACTATIESTADIUM	17
3.3 DEELVRAAG 3: ERFELIJKHEIDSGRAAD PENSVERZURING	19
3.4 DEELVRAAG 4: CORRELATIE TUSSEN PENSVERZURING EN PRODUCTIE/GEZONDHEID KENMERKEN	21
3.5 DEELVRAAG 5: PERCENTAGE PENSVERZURING PER RAS	22
4 DISCUSSIE.....	23
5 CONCLUSIES & AANBEVELINGEN.....	25
6 BIBLIOGRAFIE	28
7 BIJLAGEN.....	30
7.1 BIJLAGE 1 DEELVRAAG 1	30
7.2 BIJLAGE 2 DEELVRAAG 2	34
7.3 BIJLAGE 3 DEELVRAAG 3	35
7.4 BIJLAGE 4 DEELVRAAG 4	40
7.5 BIJLAGE 5 DEELVRAAG 5	44
7.6 BIJLAGE 6 TOESTEMMINGSFORMULIER DIGITALE KENNISBANK AFSTUDEERWERKSTUK	45

Samenvatting

In het onderzoek is door middel van genetische analyses onderzocht in welke mate het mogelijk is om een fokwaarde voor pensverzuring op te stellen en waarmee hierbij rekening gehouden moet worden. De definitie die gehanteerd wordt in de MPR (melkproductie registratie) geeft een attentie voor pensverzuring wanneer het vet percentage beneden het eiwit percentage daalt en het vet percentage hierbij beneden de 4 procent daalt. De definitie die CRV in samenspraak met Agrifirm heeft opgesteld, geeft een attentie voor pensverzuring wanneer het vet percentage beneden het eiwit percentage daalt en het eiwit percentage hierbij daalt onder de 3 procent. Bij het testen van de definities werd rekening gehouden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit. De genetische aanleg van het dier voor de percentages vet en eiwit beïnvloedt het percentage pensverzuring gegeven door de definities. De MPR definitie geeft binnen de lactatie aan 5 % van de dieren een attentie. Vergeleken met de literatuur waaruit blijkt dat 3 tot 4 procent van de dieren pensverzuring krijgt, komt de MPR dus overeen. Het rekening houden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit gaf in 5 procent van de metingen een andere uitkomst. Tussen dag 30 en 150 is de prevalentie van pensverzuring over alle lactaties 5,37 procent. De prevalentie van pensverzuring op dag 5 is 3 procent, op dag 120 is de prevalentie van pensverzuring 5,9 procent, waarna de prevalentie van pensverzuring op dag 300 nog 3,3 procent is. In de overige lactatiestadia is de prevalentie van pensverzuring ($>3,3$ procent) dermate hoog dat de gehele lactatie waardevol is om te monitoren. De prevalentie van pensverzuring bij meerdere-kalfs-koeien is hoger dan de prevalentie van pensverzuring van vaarzen. Gemiddeld krijgt 3,56 procent van de vaarzen pensverzuring. Van de tweede-kalfs-koeien krijgt 4,77 procent pensverzuring. De prevalentie van pensverzuring van koeien in lactatie 5 t/m 10 is 4 procent. De spreiding van het percentage pensverzuring per bedrijf liep uiteen van 0 tot 98 procent. Van de 1010 bedrijven hadden 305 bedrijven een prevalentie van pensverzuring tussen 0 en 10 procent. 223 bedrijven hadden een prevalentie van pensverzuring tussen 10 en 20 procent. 49 bedrijven hadden boven de 50 procent prevalentie van pensverzuring. In de zomermaanden Juni, Juli, Augustus en September krijgt gemiddeld 7,7 procent van de dieren pensverzuring. In de overige maanden krijgt gemiddeld 3,1 procent van de dieren pensverzuring. De erfelijkheidsgraad van pensverzuring is gebaseerd op de definitie die gehanteerd wordt in de MPR, waarbij rekening gehouden wordt met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit, is 0,047. De correlatie tussen het percentage vet en pensverzuring is 0,3, tussen het percentage eiwit en pensverzuring is 0,26 en tussen kg melk en pensverzuring is -0,27. Om de verschillen per ras aan te duiden werden per ras de percentages pensverzuring berekend per dier per jaar. De Holstein dieren bereiken met 17,12 procent het hoogste percentage pensverzuring. De Montbeliardes hebben daarentegen met 5 procent een laag aandeel pensverzuring. Het is mogelijk om een fokwaarde voor pensverzuring op te stellen. Pensverzuring is met een erfelijkheidsgraad van 0,047 erfelijk en uit analyses bleek ook dat er spreiding is van het percentage pensverzuring per bedrijf, lactatie, lactatiestadium en ras. De definitie die in de MPR gehanteerd wordt is vergeleken met de literatuur de beste definitie voor pensverzuring. Het rekening houden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit is hierop een waardevolle aanvulling. Geadviseerd wordt om de erfelijkheidsgraad te berekenen volgens het binaire model. Het binaire model is geschikt om een erfelijkheidsgraad te bepalen van een categorisch kenmerk. Geadviseerd wordt om in het model de effecten lactatie, dagen in lactatie, bedrijf en jaar-maand mee te nemen. Het advies is om per ras een erfelijkheidsgraad te berekenen, waarbij de analyse gebaseerd is op een groot aantal dieren. Om de correlaties te berekenen tussen de fokwaarde van pensverzuring en fokwaarde van productie en gezondheidskenmerken wordt geadviseerd om de Calo methode te gebruiken, omdat hierbij rekening gehouden wordt met de betrouwbaarheden van de fokwaarden. Geadviseerd wordt om de correlatie te berekenen op basis van een dier-model, omdat dit gebaseerd wordt op een groter aantal dieren.

Summary

In the study was researched in which way it is possible to estimate a breeding value for ruminal acidosis and what has to be taken into account when estimating the breeding values. The definition that is used in the MPR gives an attention for ruminal acidosis when the fat percentage is lower than the protein percentage and when the fat percentage is below 4 percent. The definition that was defined by CRV and Agrifirm together, gives an attention for ruminal acidosis when the fat percentage is lower than the protein percentage and when the protein percentage is lower than 3 percent. When testing the definitions, the breeding values for the percentages of fat and protein were taken into account. The genetic predisposition of the animal for the percentages of fat and protein influence the percentage ruminal acidosis that are given by the definitions. The MPR definition gives an attention for ruminal acidosis to 5 percent of the animals within the lactation. Compared with literature, which says that 3 to 4 percent of the animals get ruminal acidosis, the MPR definition says the same. When the breeding values of the percentage of fat and protein were taken into account of defining ruminal acidosis, 5 percent of the measurements gave another outcome. Between day 30 and 150, the prevalence of ruminal acidosis measured over all lactations is 5,37 percent. The prevalence of ruminal acidosis on day 5 is 3 percent, the prevalence of ruminal acidosis on day 120 is 5,9 percent. After that the prevalence of ruminal acidosis on day 300 is still 3,3 percent. In the remaining stages of the lactation, the prevalence of ruminal acidosis (>3,3 percent) is still high enough and valuable to monitor. The prevalence of ruminal acidosis of cows that calved more than one time is higher than the prevalence of ruminal acidosis of heifers. The average percentage of the heifers that gets ruminal acidosis is 3,56 percent. Of the cows that calved two times, 4,77 percent gets ruminal acidosis. The prevalence of ruminal acidosis of cows that calved 5 to 10 times is 4 percent. The difference between the farms that have a high or low percentage of ruminal acidosis was 0 to 98 percent. Of 1010 farms there were 305 farms where the prevalence of ruminal acidosis was between 0 and 10 percent. There were 223 farms where the prevalence of ruminal acidosis was between 10 and 20 percent. There were 49 farms where the prevalence of ruminal acidosis was above 50 percent. In the summer months Juni, Juli, August and September the average number of cows that get ruminal acidosis is 7,7 percent. In the remaining month, the average number of cows that get ruminal acidosis is 3,1 percent. The heritability of ruminal acidosis is based on the definition for ruminal acidosis that is used in the MPR. In this definition the breeding values for fat and protein were taken into account. The heritability is 0,047. The correlation between the percentage of fat and ruminal acidosis is 0,3. Between the percentage of protein and ruminal acidosis, the correlation is 0,26. Between kg of milk and ruminal acidosis, the correlation is -0,27. To indicate the differences between the breeds, the percentage of ruminal acidosis was calculated per animal per year of the breeds. De Holstein cows reach the highest percentage of ruminal acidosis of 17,12 percent. The Montbeliarde cows, on the other hand, reached a low percentage of ruminal acidosis of 5 percent. It is possible to estimate a breeding value for ruminal acidosis. Ruminal acidosis is heritable with a value of 0,047. When analysing the data it was found that there was a spread of the percentage of ruminal acidosis per company, lactation, days in milk and breed. The definition that is used in the MPR is the best definition for ruminal acidosis, based on literature. It is valuable to take the breeding values of the percentages of fat and protein into account. The advice is to estimate the heritability by a binary model. A binary model is suited to estimate a heritability of an categorical characteristic. The advice is to take the effects lactation, days in milk, farm and year-month into account, in the model. The advice is to calculate heritabilities of breeds, based on a large dataset. When calculating the correlations between the breeding values of ruminal acidosis and the breeding values of production and health characteristics, the advice is to use the Calo method. The reason for using the Calo method is, because it is based on the reliabilities of the breeding values. The advice is to calculate the correlation, based on an animal-model. The reason for this advice, because this is based on a larger number of animals.

1 Inleiding

De genetische analyse van de fokwaarde pensverzuring is geschreven als verslag van het onderzoek naar de mogelijkheid om een nieuwe fokwaarde voor pensverzuring te ontwikkelen. De vraag naar deze fokwaarde is ontstaan vanuit de huidige ontwikkelingen in de melkveehouderij. Het is belangrijk dat er in de melkveehouderij veel melk geproduceerd wordt en dat koeien gezond blijven.

Het opstellen van een nieuwe fokwaarde naast het huidige fokkerij-beleid zou een zinvolle toevoeging kunnen zijn op het gebied van gezondheid.

De precieze vraag is of het mogelijk is om een fokwaarde op te stellen voor het kenmerk pensverzuring voor de verdere verbetering van de gezondheid van de veestapel. Voordat deze hoofdvraag beantwoord kan worden moeten eerst een aantal deelvragen beantwoord worden. Ten eerste moet duidelijk worden of de definitie voor pensverzuring van de MPR goed genoeg is of dat er een betere definitie is om pensverzuring te identificeren.

Ten tweede moet bepaald worden of en in welke mate het kenmerk voor pensverzuring genetisch bepaald is. Bij een erfelijkheidsgraad groter dan 0,1 is het zinvol om op het kenmerk te fokken (de Jong, 2017).

Op basis daarvan kan er dan een fokwaarde opgesteld worden. Ten derde moet er bepaald worden of er een verband bestaat tussen erfelijke kenmerken als conditie, better life gezondheid, melkproductie en de aanleg voor het krijgen van pensverzuring. In de melkveehouderij ligt de focus steeds meer op koeien die veel produceren, efficiënt zijn en hiernaast ook gezond zijn. Daarom is het belangrijk dat ook op de gezondheidskenmerken weerstand en de weerstand tegen voerveranderingen wordt gefokt. De melkveehouders vragen dus om stieren die op goede producties en goede gezondheid fokken.

De doelgroep van het afstudeerwerkstuk zijn veehouders, fokkerij organisaties en alle fokkerij geïnteresseerden. Dit afstudeerwerkstuk kan gebruikt worden als informatiebron voor bijvoorbeeld presentaties om veehouders voor te lichten over de fokwaarde voor pensverzuring.

Doordat het de laatste jaren de trend is om zoveel mogelijk kg melk te produceren wordt er veel op kg melk of kg vet en eiwit gefokt. Dit heeft ook te maken met de uitbetaling op kg vet en eiwit. Hierdoor wordt de gezondheid niet altijd beter van de veestapel. Een koe die veel melk geeft zal eerder last hebben van weerstandsproblemen en dus ook vatbaarder zijn voor aandoeningen zoals pensverzuring. Het is echter wel de wens in de veehouderij om de levensduur te verlengen.

Per bedrijf heeft ongeveer 4 procent van de koeien last van pensverzuring. In de eerste drie maanden van de lactatie is dit zelfs 20 procent van de koeien die te maken heeft met pensverzuring. Per bedrijf zou dit ongeveer 200 – 400 euro per koe per jaar kosten en brengt dus een enorme post aan kosten en/of gemiste opbrengsten met zich mee.

In de melkveehouderij is het algemeen bekend wat pensverzuring is en waardoor het veroorzaakt wordt. Echter over het fok-technische aspect is nog weinig bekend. Door dit alles te onderzoeken kan een antwoord op de hoofdvraag gegeven worden of dat het mogelijk is om een fokwaarde op te stellen voor pensverzuring voor de verbetering van gezondheidskenmerken van de veestapel. Er wordt vanuit de veehouderij, maar ook vanuit de maatschappij gevraagd naar koeien die veel melk geven en toch gezond blijven.

In de analyses worden de hoofdvraag met de daarbij behorende deelvragen beantwoord.

Deze vragen zijn aan de hand van literatuur opgesteld en worden met behulp van genetische data analyses beantwoord. Aan de hand van de resultaten van deze analyses zijn conclusies getrokken over de mogelijkheid om een fokwaarde op te stellen en worden adviezen gedaan over waarmee hier rekening gehouden dient te worden.

2 Materiaal & methode

Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het onderzoek werd uitgevoerd. Hierbij worden de materialen en de methodes beschreven die gebruikt werden bij het beantwoorden van de deelvragen. Bij het onderzoeken en beantwoorden van de hoofdvraag en deelvragen werd het analytische programma R gebruikt. Voor de genetische analyse werd het programma ASReml gebruikt. Vanuit deze analyses worden grafieken gemaakt die vervolgens in het afstudeerwerkstuk worden besproken.

Materiaal

Vanuit CRV was een dataset beschikbaar. Hierin stonden de gegevens van de koeien die gebruikt werden in het onderzoek. Deze gegevens kwamen vanuit de MPR. Alle gegevens waren geanonimiseerd.

Voor het onderzoeken van de verschillende deelvragen werden de MPR gegevens, de afstamming en de fokwaarden voor conditie, better life gezondheid en melkproductie ter beschikking gesteld. Deze data was de basis voor het onderzoek naar de mogelijkheid om een nieuwe fokwaarde voor het kenmerk pensverzuring op te stellen.

De MPR dataset bevatte de volgende gegevens: diernr., geboorte datum, lactatie, kalfdatum, bedrijf, datum testdag, kg melk, percentage vet, percentage eiwit, celgetal, ureum, percentage lactose, ketose, aantal melkingen, aceton, bhba, code1 = monsternummer, code2 = fiktiviteit vet + eiwit en code3 = ziekte en/of afwijkingen. In tabel 1 worden de hoeveelheid gegevens weergegeven voor data selectie.

De afstamming informatie bevatte de volgende gegevens: dier, vader, moeder, rasbalk en geboortedatum.

De volgende algemene selectie-eisen werden in het onderzoek gehanteerd, bij deelvragen waar een aangepaste selectie-eis benodigd is wordt dit weergegeven. Bij het bepalen van deze selectie grenzen werd gebruik gemaakt van het gemiddelde vermeerderd en verminderd met vier keer de standaard deviatie (dit is weergegeven in tabel 9 en 10 in bijlage 1).

- Een koe moet stamboek geregistreerd zijn en de vader van de koe moet bekend zijn
- Officiële gefiatteerde bemonstering van de melk
- Dagproducties van dag 5 t/m dag 305 in lactatie
- De leeftijd bij afkalven moet minimaal 640 dagen zijn
- Een koe moet een bekende verblijfplaats hebben op de dag van de monsternummering
- De koe dient tot het ras Holstein te behoren (87,5 procent Holstein)
- Melkproductie tussen 5 en 65 kg per dag
- Vet- en eiwitpercentages moeten kleiner zijn dan 10 procent
- Het eiwit percentage dient tussen 2 en 4,5 procent te liggen
- Het vet percentage dient tussen de 2 en 6 procent te liggen
- Het aantal waarnemingen per bedrijf dient minimaal 50 te zijn
- Het aantal melkingen dient minimaal 1 te zijn

In onderstaande tabel 1 worden de beschikbare gegevens in de dataset beschreven.

Tabel 1 beschrijving van de dataset

Aantal metingen	4.350.058
Aantal dieren	212.825
Aantal bedrijven	1.117
Gemiddelde melkproductie	28,5 kg
Aantal lactaties	1 t/m 10

Methode

Hieronder wordt per deelvraag weergegeven op welke manier deze beantwoord gaat worden.

Deelvraag 1

Is de definitie voor pensverzuring zoals die nu gehanteerd wordt in de MPR uitslag een goede indicator voor pensverzuring, of is er op basis van beschikbare informatie een betere indicator op te stellen?

In dit eerste deel van het onderzoek werd bepaald of de definities die bij de MPR worden gebruikt een juiste indicator zijn om op basis daarvan een fokwaarde op te stellen. Dit werd onderzocht door de definitie die gehanteerd wordt in de MPR uitslag te vergelijken met de definitie die CRV samen met Agrifirm hiervoor had voorgesteld, op basis van onderzoek uitgevoerd door Agrifirm (Benjamins, 2016). Ook werd dit onderzocht door de definitie te vergelijken met de fokwaarden voor percentage vet en eiwit van de koeien.

De MPR definitie om pensverzuring te definiëren is:

Wanneer de koe een vet percentage onder 4 procent heeft en het vet percentage kleiner is dan het eiwit percentage heeft de koe pensverzuring.

De Agrifirm definitie om pensverzuring te definiëren is:

Het percentage eiwit is kleiner dan 3 procent en het percentage vet is kleiner dan het percentage eiwit tussen dag 60 en dag 120.

De koeien kregen op basis van de verschillende definities wel/niet een attentie voor pensverzuring. Voor de twee definities werd dit apart in kolommen gezet. Vervolgens werden de koeien geselecteerd die op basis van de MPR geen pensverzuring hebben maar op basis van de andere definitie wel pensverzuring hadden.

Het significantieniveau van het verschil tussen de vet en eiwit percentages en de vet en eiwit percentages waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van vet en eiwit werd getest met ANOVA.

Omdat er verschillen zijn in genetische aanleg tussen dieren werden de gemeten waarden gecorrigeerd voor de fokwaarden van het percentage vet en eiwit. Door deze gemeten waarde en gecorrigeerde gemeten waarden kon het verschil hiertussen worden aangeduid. Hieruit bleek hoeveel procent van de dieren een onterechte attentie kregen door invloed van de genetische aanleg. Een koe die een fokwaarde had voor een laag percentage vet kan nog wel pensverzuring krijgen. Echter waren de grenzen om deze koe een attentie voor pensverzuring te geven anders.

In het volgende voorbeeld wordt een koe gebruikt die een fokwaarde van -0,10 procent vet heeft. Normaal werd in de MPR definitie 4 procent vet gehanteerd, maar bij een koe die een fokwaarde van -0,10 procent heeft wordt deze grens eigenlijk verlaagd naar 3,9 procent. Er werd rekening gehouden met de genetische aanleg van het vet percentage.

In R werd bepaald of de data normaal verdeeld was aan de hand van een histogram. Wanneer de data normaal verdeeld was, kon ANOVA uitgevoerd worden om de significantie van de variatie tussen gemiddeldes van de vet en eiwit percentages te berekenen.

Wanneer de definitie die in de MPR gehanteerd werd om pensverzuring aan te duiden niet juist bleek te zijn konden er veranderingen aangebracht worden. Wanneer bijvoorbeeld de Agrifirm definitie en de definitie die gehanteerd werd in de MPR niet allebei hetzelfde antwoord gaven, of als de correctie van de gemeten waarden door de fokwaarde een andere uitkomst gaf, was de definitie niet de beste indicatie voor pensverzuring.

Deelvraag 2

Is er een spreiding in het percentage koeien per bedrijf dat pensverzuring krijgt?

Per bedrijf werd het percentage koeien bepaald dat pensverzuring kreeg volgens de definitie die gehanteerd werd in de MPR. Het bepalen van het percentage pensverzuring werd gedaan met behulp van het data-analyse programma R (R Core Team, 2016). Per bedrijf werd een gemiddeld percentage pensverzuring berekend. Per jaar werden het aantal koeien met pensverzuring gedeeld door het totaal aantal koeien per bedrijf. Hierna kon een spreidingsgrafiek worden gemaakt waarin stond hoeveel procent van de koeien op de bedrijven pensverzuring kregen.

Met de resultaten werd duidelijk wat de spreiding was van het aantal koeien per bedrijf dat pensverzuring kreeg. Om het percentage pensverzuring in de lactatie te berekenen werd de lactatie opgedeeld in periodes van 30 dagen. Door ook te analyseren in welke lactatiestadium de meeste koeien pensverzuring krijgen worden bij de volgende onderzoeken koeien in de overige lactatiestadia uitgesloten. Er werd exact berekend hoeveel procent van de koeien per bedrijf pensverzuring kreeg en in welk lactatiestadium of in welke lactatie dit het meeste voorkwam. Ook werd gekeken naar de seizoenen waarin pensverzuring het meest voorkwam.

Deelvraag 3

In welke mate is de aandoening erfelijk bepaald?

Als eerste werd een statistisch model opgesteld. Het statistisch model dat bij deze analyse gebruikt werd, was het univariate stiermodel.

Er werden verschillende statistische modellen gebruikt voor het kenmerk pensverzuring: Onderzocht werd welke factoren invloed hadden op pensverzuring (afstamming, lactatie, bedrijf, seizoen, etc.). Hierin zijn Y1: lactatie 1, Y2: lactatie 2 en Y3: lactatie 3+.

$$Y1_{ijklmnopqr} = BJ_i + JM_j + DIM_k + LFTD_K_l + p + PERM_q + Rest_{ijklmnopqr}$$

$$Y2_{ijknopqr} = BJ_i + JM_j + DIM_k + p + PERM_q + Rest_{ijknopqr}$$

$$Y3_{ijkmnopqr} = BJ_i + JM_j + DIM_k + PAR_m + p + PERM_q + Rest_{ijkmnopqr}$$

De effecten in het model zijn:

1. Bedrijf x jaar van testdag (BJ_i)
2. Jaar x maand testdag (JM_j)
3. Dagen in lactatie (DIM_k)
4. Leeftijd van kalven, alleen voor pariteit 1 ($LFTD_K_l$)
5. Pariteit, alleen voor meerdere kalfs dieren (PAR_m)
6. stier (p)
7. Permanent milieu ($PERM_q$)
8. Restterm ($Rest_{ijkmnopqr}$)

Met behulp van een ANOVA analyse in R kon vervolgens de significantie van de effecten in het statistische model getest worden. Hierbij werd van elk individueel effect getest of het invloed had op het krijgen van pensverzuring. Hieruit bleek of het effect meegenomen moest worden in het model.

Met ASReml werden de variantie componenten geschat volgens de lineaire en de binaire modellen. De variantie componenten waren σ^2_a , σ^2_{pe} en σ^2_e , hierbij was σ^2_a de additieve genetische variantie, σ^2_{pe} de permanente milieu variantie en σ^2_e de error variantie. De fenotypische variantie kon uitgerekend worden met de formule: $\sigma^2_p = \sigma^2_a + \sigma^2_{pe} + \sigma^2_e$. Hieruit kon vervolgens een erfelijkheidsgraad worden berekend door de genetische variantie te delen door de variantie van het fenotype.

De erfelijkheidsgraad werd volgens lineair model berekend volgens de volgende formule:

$$h^2 = \sigma^2_a / \sigma^2_p$$

De binaire formule was een betere manier om de erfelijkheidsgraad te berekenen, omdat pensverzuring gedefinieerd werd als een categorisch kenmerk. Hierin betekende 0 dat het dier geen pensverzuring had en 1 dat het dier wel pensverzuring had. De erfelijkheidsgraad werd berekend door de genetische variantie te delen door de variantie van het fenotype vermeerderd met de permanente milieu variantie. De residuele variantie werd berekend door de error variantie te vermenigvuldigen met 3,28987.

De erfelijkheidsgraad werd volgens binair model berekend volgens de volgende formule:

$$h^2 = \sigma^2_a / \sigma^2_p + \sigma^2_{pe} + \sigma^2_e$$

Wanneer bleek dat er een correlatie is tussen koeien met een attentie voor pensverzuring en de gehele afstamming die de ouders van deze koeien hebben was er sprake van erfelijkheid. Hierbij werd een stamboom gebruikt van 11 terug te leiden generaties. Er kon hierbij een erfelijkheidsgraad worden berekend. Wanneer bleek dat deze erfelijkheidsgraad groter was dan 0 en er spreiding was in de populatie, was het zinvol om op het kenmerk te fokken (de Jong, 2017), (Iversen, 2014). De correlaties tussen de erfelijkheidsgraden werden berekend volgens de Calo methode (Swan & Graser, 1988), beschreven in deelvraag 4.

De volgende aanvullende selectie-eisen golden voor deze deelvraag, deze golden naast de eerder genoemde selectie-eisen in de inleiding:

- Geselecteerde stieren met minimaal 10 dochters in lactatie
- Er wordt een selectie gemaakt van opdelingen in lactaties per 30 dagen

Deelvraag 4

Bestaat er een verband tussen alle mogelijke gezondheidskenmerken, productiekenmerken en de aandoening pensverzuring?

De fokwaarden voor gezondheidskenmerken en productiekenmerken waren bekend bij CRV. In dit onderzoek werd gekeken naar de volgende gezondheid- en productie-kenmerken.

- Kg melk
- Percentage vet
- Percentage eiwit
- Percentage Lactose
- Uiergezondheid
- Vruchtbaarheid
- Klauwgezondheid
- Ketose

Door de fokwaarden voor productie en gezondheid te vergelijken met het ontwikkelen van pensverzuring werd een verband bepaald tussen deze kenmerken. Met ASReml werden de stieroplossingen met bijbehorende standard error en de genetische variantie berekend. Vervolgens werd behorende bij deze stieroplossingen een betrouwbaarheid berekend. Vervolgens werden tussen de stieroplossingen en de fokwaarden voor productie- en gezondheids-kenmerken correlaties berekend. Voor het berekenen van de correlaties werd een minimale betrouwbaarheid van 30 procent gebruikt voor de productie- en gezondheid-kenmerken. Een minimale betrouwbaarheid van 30 procent was vanuit regelgeving van de overheid een eis in de fokwaarde schatting (CRV, 2017).

De correlaties werden bepaald tussen de fokwaarden van pensverzuring en van de verschillende productie- en gezondheids-kenmerken. Omdat er een correlatie tussen fokwaarden berekend werd is ervoor gekozen om de correlatie te berekenen op basis van de fokwaarden gecorrigeerd met de daarbij behorende betrouwbaarheden. De correlatie (r_g) werd op basis van de Calo formule (Swan & Graser, 1988) berekend:

$$r_g = (\sqrt{\Sigma ri^2 * \Sigma ri'^2}) / (\Sigma ri^2 \Sigma ri'^2) * r(EBV, EBV')$$

$r(EBV, EBV')$ is de Pearson (Analysis, 2018) correlatie tussen de twee fokwaarden en ri^2 en ri'^2 zijn de betrouwbaarheden van de fokwaarden van de twee kenmerken.

De fokwaarden met bijbehorende betrouwbaarheden van de productie- en gezondheids-kenmerken werden geleverd door CRV. De fokwaarden van het kenmerk pensverzuring werden vanuit de schatting van de variantie componenten uit het programma Asreml overgenomen. De bijbehorende betrouwbaarheden werden door middel van de volgende formule (Calus, et al., 2010) berekend:

$$r = 1 - (se^2 / \sigma a^2)$$

se was de standard error van de fokwaarde en σa^2 was de additieve genetische variantie van de fokwaarde.

Na de verwerking van de resultaten kon geconcludeerd worden of er een verband bestond tussen de gezondheid en productiekenmerken en de aandoening pensverzuring.

Deelvraag 5

Zijn er verschillen in het percentage koeien dat pensverzuring krijgt tussen verschillende rassen?

Door de zieke en de gezonde dieren per ras met elkaar te vergelijken kon bepaald worden of pensverzuring een aandoening is die bij alle rassen voorkomt of alleen bij bepaalde rassen. Hierbij werd alleen met fok zuivere dieren gewerkt zodat de vergelijking betrouwbaar is. Deze vergelijking wordt gedaan voor de rassen Holstein, Fleckvieh, Jersey, Montbeliarde, MRY, Blaarkop en Brownswiss. De dieren werden per ras gerangschikt en vervolgens werd

per ras, per dier, per jaar het percentage pensverzuring bepaald. Hoe hoger het percentage zieke dieren per ras ten opzichte van de gezonde dieren hoe meer dieren pensverzuring hadden. De rassen werden met elkaar vergeleken door tussen de rassen significantie te bepalen.

De volgende aanvullende selectie-eisen golden voor deze deelvraag, deze golden naast de eerder genoemde selectie-eisen in de inleiding:

- De dieren dienen te worden gerangschikt op ras (Holstein, Fleckvieh, Jersey, Montbeliarde, MRY, Blaarkop en Brownswiss)
- De dieren moeten voor minimaal 87,5 procent van het ras afkomstig zijn

3 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van de analyses die zijn uitgevoerd op basis van het fenotype en de fokwaarden van het dier. Om te beginnen zijn de definities om pensverzuring te bepalen getest, waarna vervolgens werd bepaald in welke mate de aandoening op melkveebedrijven voor komt. Hierna is vervolgens de erfelijkheid van de aandoening bepaald en werd vervolgens gekeken naar mogelijk verbanden met andere kenmerken. Als laatste is gekeken naar een mogelijk verband tussen het ras en de aandoening pensverzuring.

3.1 Deelvraag 1: Pensverzuring volgens verschillende definities

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van het testen van de verschillende definities om pensverzuring vast te stellen. Hierbij is gebruik gemaakt van de mogelijkheid om rekening te houden met de fokwaarden voor de percentages vet en eiwit.

In tabel 2 is het aantal overeenkomsten weergegeven tussen de MPR definitie en de Agrifirm definitie waarbij wel en niet rekening is gehouden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit. Er werd een analyse gemaakt van een dataset met 910.589 metingen. Hiervan werd vervolgens per definitie het percentage pensverzuring bepaald op dierniveau. Wanneer de Agrifirm definitie vergeleken wordt met de huidige MPR definitie is er 93,84 procent overeenkomst. Vervolgens werd bij het bepalen van pensverzuring bij zowel de MPR als de Agrifirm definitie rekening gehouden met de fokwaarden voor de percentages vet en eiwit. Op basis van deze gegevens is er 94,65 procent overeenkomst tussen de Agrifirm en de MPR definitie.

Tussen de bestaande Agrifirm definitie en de Agrifirm definitie waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van vet en eiwit is er 99,11 procent overeenkomst. In bijna 1 procent van de gevallen geeft de huidige Agrifirm definitie een andere attentie dan de Agrifirm attentie waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van vet en eiwit.

Tussen de bestaande MPR definitie en de MPR definitie waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van vet en eiwit is er 95,77 procent overeenkomst. In ruim 4 procent van de gevallen geeft de huidige MPR definitie een andere attentie dan de MPR definitie waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van vet en eiwit.

Tabel 2 overeenkomsten MPR en Agrifirm definities inclusief/exclusief fokwaarden vet/eiwit

	Agrifirm definitie inclusief fokwaarden vet/eiwit	MPR definitie inclusief fokwaarden vet/eiwit	Agrifirm definitie exclusief fokwaarden vet/eiwit	MPR definitie exclusief fokwaarden vet/eiwit
Aantal metingen in dataset	910.589	910.589	910.589	910.589
Percentage dieren met pensverzuring	0,47 %	17,12 %	0,88 %	17 %
Percentage overeenkomsten tussen de definities				
	Agrifirm inclusief fokwaarden	MPR exclusief fokwaarden		
Agrifirm exclusief fokwaarden	99,11 %	93,84 %		
MPR inclusief fokwaarden	94,65 %	95,77 %		

Wanneer beide definities geen attentie voor pensverzuring geven is dit een overeenkomst geen pensverzuring. In tabel 3 is de overeenkomst weergegeven wanneer er geen pensverzuring is vastgesteld. Bij deze code geven beide definities geen pensverzuring aan. Ook is de overeenkomst pensverzuring weergegeven, waarbij beide definities pensverzuring aangeven. Verder is de data geselecteerd waarbij Agrifirm pensverzuring aangeeft en de

MPR geen pensverzuring aangeeft. Hieruit bleek dat wanneer Agrifirm een attentie voor pensverzuring geeft de MPR ook een attentie voor pensverzuring geeft. Ook is een selectie gemaakt waarbij de MPR een attentie voor pensverzuring geeft en Agrifirm geen attentie voor pensverzuring geeft. Wanneer de definitie van Agrifirm gehanteerd wordt zal 0,88 procent van de dieren een attentie voor pensverzuring krijgen. Wanneer de huidige MPR attentie gehanteerd wordt krijgt 17 procent van de dieren een attentie voor pensverzuring. Wanneer de MPR definitie wordt opgesteld inclusief fokwaarde geeft 17,12 procent van de metingen een attentie voor pensverzuring. Wanneer de Agrifirm definitie een attentie voor pensverzuring geeft, zal de definitie die in de MPR gehanteerd wordt aan 94,65 procent van deze dieren ook een attentie geven.

Tabel 3 gemiddelde producties en percentages pensverzuring weergeven voor de MPR en Agrifirm definitie

	Melkproductie (kg)	Eiwit percentage	Fokwaarde eiwit	Gecorrigeerd eiwit percentage	Vet percentage	Fokwaarde vet	Gecorrigeerd vet percentage	Dier met PV	Totaal aantal dieren	Percentage dieren met PV
Overeenkomst geen PV ₁	32,6	3,34	0,008	3,33	4,16	0,082	4,08	0	910.589	0
Overeenkomst PV ₂	37,1	2,93	0,025	2,91	2,74	0,11	2,63	7.141	910.589	0,78 %
PV volgens Agrifirm	37,1	2,93	0,025	2,91	2,74	0,11	2,63	7.141	910.589	0,88 %
PV volgens MPR	34,4	3,41	0,012	3,4	3,16	0,027	3,13	55.834	910.589	17,12 %

1 Overeenkomst geen PV betekent hierbij dat beide definities geen PV attentie geven.

2 Overeenkomst PV betekent hierbij dat beide definities een attentie voor PV geven.

Uit tabel 4 blijkt dat de gemiddelde percentages vet en eiwit waarbij rekening gehouden is met de fokwaarden lager zijn en dat de spreiding kleiner is. In bijlage 1 zijn de boxplots van het percentage vet/eiwit en het percentage vet/eiwit waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden voor deze percentages weergegeven. Hierin is ook de spreiding te zien. De variatie van het gemiddelde tussen het gemeten vet percentage en het gecorrigeerde vet percentage is groter dan de variatie in de groepen zelf. In tabel 4 zijn de hierbij behorende gemiddelde, minimum, maximum en standaard deviatie weergegeven. Uit tabel 11 in bijlage 1 blijkt dat er een significant verschil is tussen de percentages vet en de percentages vet waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden.

Tabel 4 Gemiddelde, minimum en maximum per percentages van dag 60 t/m 120

	Gemiddelde	Minimum	Maximum	Standaard deviatie
Vet	4,11	1,19	9,95	0,62
Gecorrigeerd vet	4,03	0,90	10,04	0,50
Eiwit	3,34	1,59	9,61	0,29
Gecorrigeerd eiwit	3,33	1,65	9,59	0,24

ANOVA tussen vet percentage en gecorrigeerd vet percentage

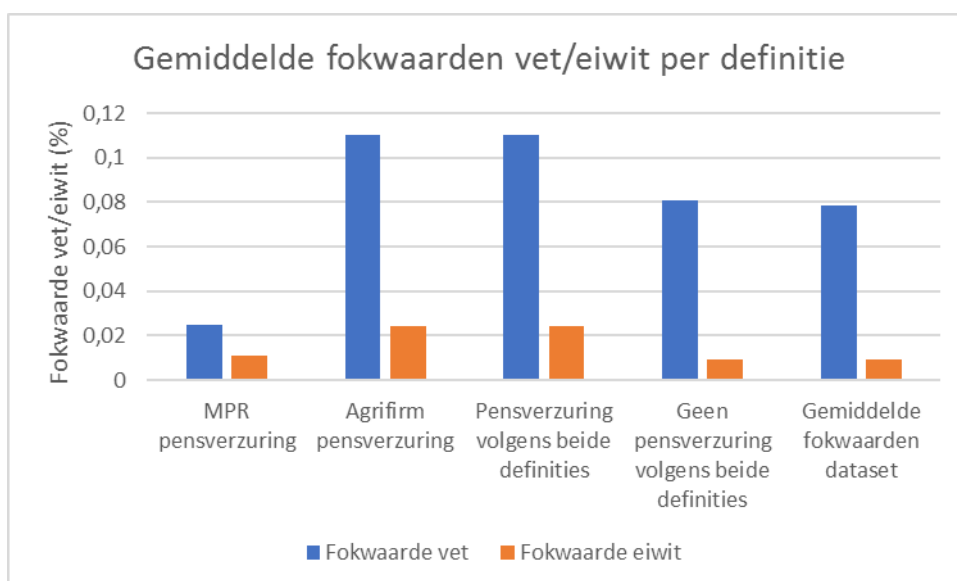
In bijlage 1 zijn de figuren 7, 8, 9 en 10 van de normaalverdelingen van het vet percentage, het gecorrigeerde vet percentage en van de fokwaarde van vet weergegeven. Om een goede ANOVA analyse uit te kunnen voeren is het belangrijk dat de data normaal verdeeld is. Door middel van de ANOVA analyse kan de variatie tussen de gemiddelde waarden van het vet percentage en het vet percentage waarbij rekening gehouden is met fokwaarden worden aangeduid.

ANOVA tussen eiwit percentage en gecorrigeerd eiwit percentage

In de bijlage 1 zijn de figuren 11,12, 13 en 14 van de normaalverdelingen van het eiwit percentage, het gecorrigeerde eiwit percentage en van de fokwaarde van eiwit weergegeven. De variatie van het gemiddelde tussen het gemeten eiwit percentage en het eiwit percentage waarbij rekening is gehouden met de fokwaarde is groter dan de variatie in de groepen zelf. In tabel 4 zijn de hierbij behorende gemiddelde, minimum, maximum en standaard deviatie weergegeven. Hieruit blijkt dat er een significant verschil is tussen de percentages eiwit en de percentages eiwit waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden.

Gemiddelde fokwaarden

In figuur 1 zijn de gemiddelde fokwaarden voor het percentage vet en eiwit weergegeven. Wanneer rekening wordt gehouden met een positieve fokwaarde levert dit een lager percentage vet of eiwit op. Wanneer rekening wordt gehouden met een negatieve fokwaarde levert dit een hoger percentage vet of eiwit op. Een koe met een gemeten percentage vet van 4 procent en een fokwaarde van 0,3 krijgt dus een gecorrigeerd vet percentage van 3,7 procent. Uit de gemiddelde fokwaarden in figuur 1 blijkt dat de fokwaarden van vet percentage relatief meer invloed uitoefenen dan de fokwaarden van het eiwit percentage, op het bepalen van pensverzuring. Wanneer niet gecorrigeerd wordt voor de genetische aanleg van het vet percentage zal een grotere afwijking ontstaan dan wanneer het eiwit percentage niet wordt gecorrigeerd. Ook blijkt uit figuur 1 dat de fokwaarde van vet vele malen lager is wanneer de MPR een attentie voor pensverzuring geeft. Dit in vergelijking met de fokwaarde van vet wanneer de Agrifirm definitie een attentie geeft voor pensverzuring.



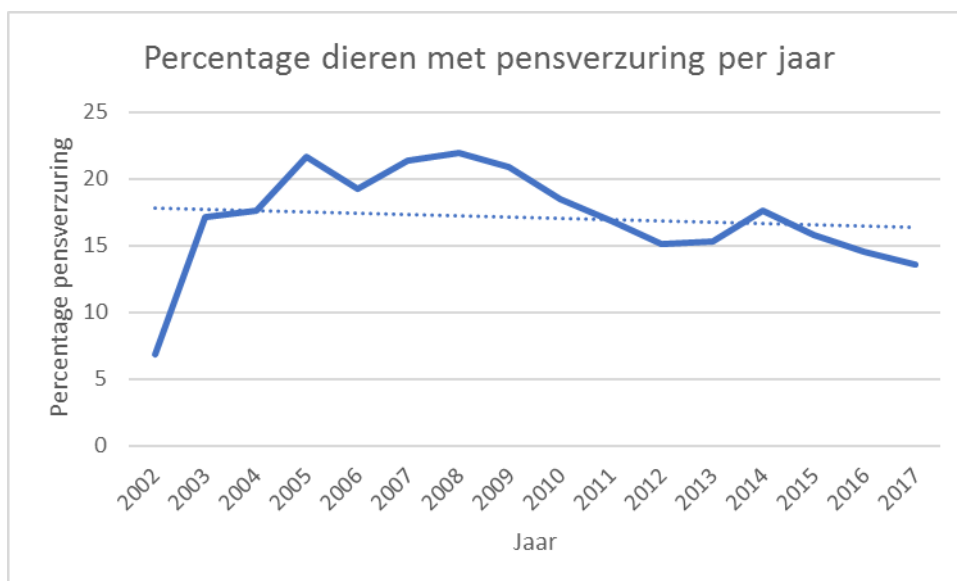
Figuur 1 gemiddelde fokwaarden vet/eiwit per definitie

3.2 Deelvraag 2: Percentage pensverzuring per bedrijf, lactatie en lactatiestadium

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van deelvraag 2. In deelvraag 2 werd bepaald hoeveel procent van de dieren pensverzuring heeft gehad. Er werd berekend hoeveel dieren per bedrijf, per lactatie en per lactatiestadium pensverzuring heeft gehad.

Om te bepalen hoeveel procent van de koeien pensverzuring heeft in de dataset is de MPR definitie voor pensverzuring toegepast. Hierbij werd rekening gehouden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit. Deze definitie is toegepast omdat uit deelvraag 1 bleek dat deze definitie overeen kwam met de literatuur. Per meting werd bepaald of het dier pensverzuring heeft. Bij een vet percentage kleiner dan het eiwit percentage en het vet percentage kleiner dan vier procent kreeg het dier een attentie voor pensverzuring.

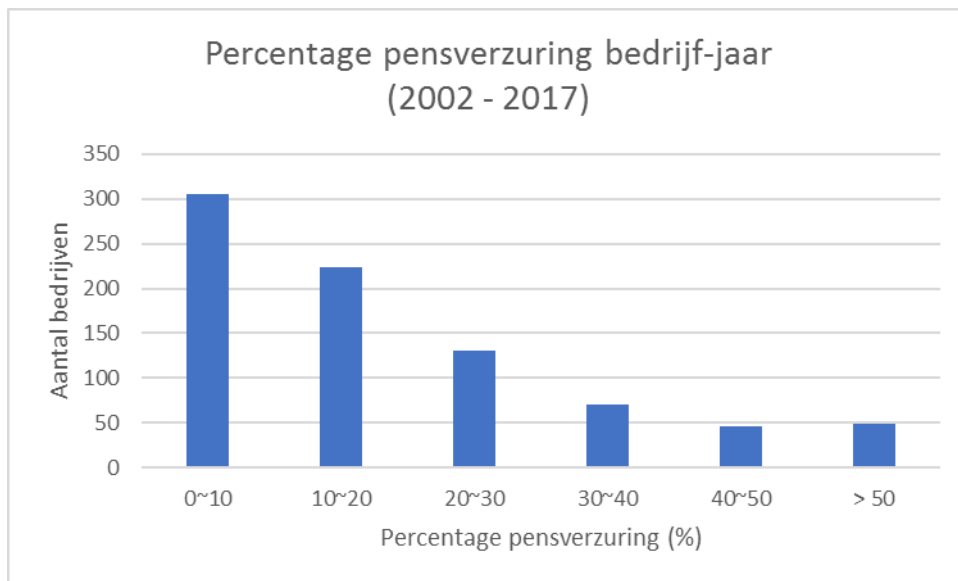
Vervolgens werd bepaald hoeveel dieren totaal pensverzuring hebben gehad en werd op basis van dit aantal en de totale dataset een percentage berekend van koeien die pensverzuring hebben gehad. Het totale percentage van dieren die pensverzuring krijgt is gemiddeld 17,12 procent (zie figuur 2). Per jaar (2002 – 2017) werd het percentage dieren met pensverzuring berekend. Vanaf 2005 neemt het percentage pensverzuring af van 21,69 procent naar 13,59 procent in 2017.



Figuur 2 percentage pensverzuring per jaar (onderliggende data tabel 12 bijlage 2)

Gemiddelde, minimum en maximum percentage pensverzuring

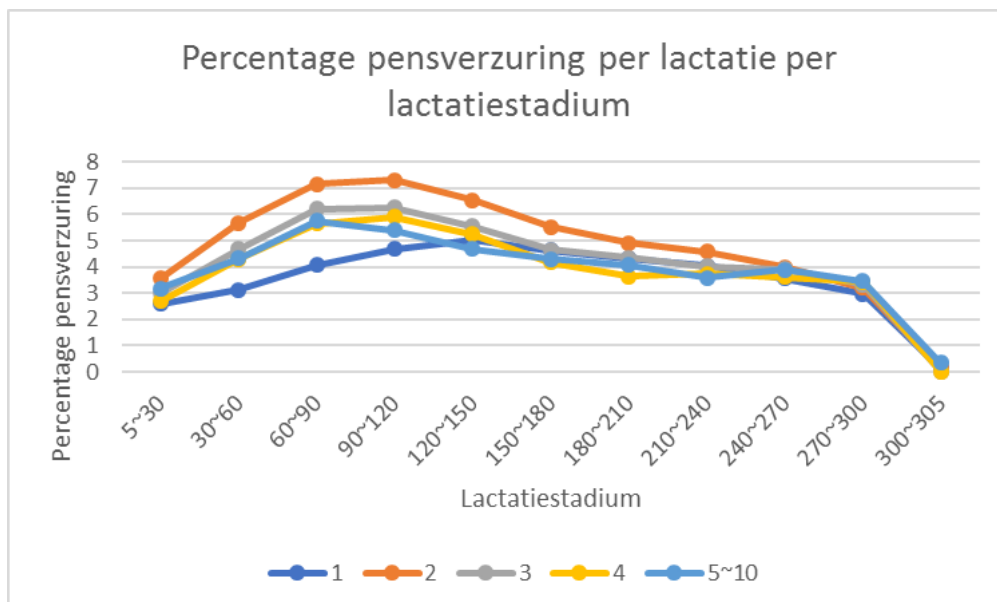
Per bedrijf, per jaar werd van de periode 2002 tot 2017 het percentage pensverzuring van de dieren berekend. Hieruit bleek dat gemiddeld 17,12 procent van de koeien per bedrijf pensverzuring heeft gehad. In figuur 3 is de frequentieverdeling weergegeven van de percentages pensverzuring op de bedrijven. In figuur 3 is te zien dat de spreiding van 0 tot > 50 procent is.



Figuur 3 frequentieverdeling percentage pensverzuring per bedrijf in de jaren 2002 t/m 2017 (gemiddelde, minimum en maximum weergegeven in tabel 13, bijlage 2)

Pensverzuring per lactatiestadium per lactatie

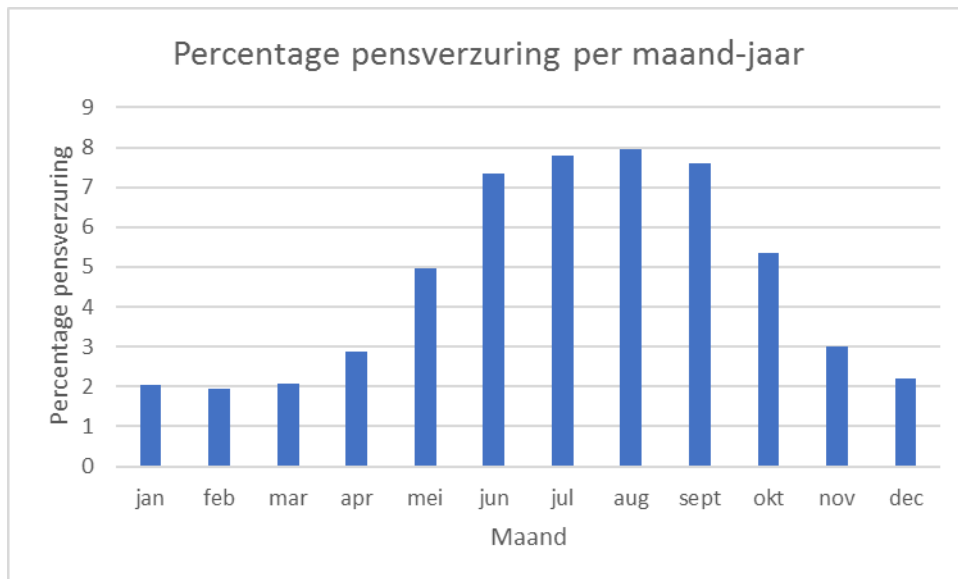
In figuur 4 is het gemiddelde percentage pensverzuring per jaar, per lactatiestadium, per lactatie weergegeven. Er is een indeling gemaakt in lactatie 1, 2, 3, 4 en lactatie 5 t/m 10. Te zien in figuur 4 is dat vaarzen minder gevoelig zijn voor pensverzuring dan meerdere-kalfs-koeien. Ook is te zien dat de koeien in lactatie 2 – 10 tussen 30 – 150 dagen een verhoogde prevalentie van pensverzuring hebben. Dit loopt zelfs op tot 7 – 8 procent. Bij eerste-kalfs-koeien is te zien dat het percentage pensverzuring stabiel verloopt. In figuur 4 is te zien dat het percentage pensverzuring tussen dag 5 en dag 300 steeds boven de 3 procent blijft.



Figuur 4 verschil percentage pensverzuring per lactatieklasse

Percentage pensverzuring per maand-jaar

Uit figuur 5 blijkt dat pensverzuring duidelijk meer voorkomt in de zomermaanden. In de maanden juni, juli, augustus en september is waargenomen dat er een grote toename is van het percentage pensverzuring.



Figuur 5 percentage pensverzuring per maand

3.3 Deelvraag 3: Erfelijkheidsgraad pensverzuring

In dit hoofdstuk wordt met behulp van modellen de erfelijkheidsgraad berekend voor de aandoening pensverzuring. Ook wordt hierbij het verband weergegeven tussen pensverzuring, het bedrijf, maand, aantal dagen in lactatie, leeftijd bij eerste kalving, pariteit en jaar.

Met behulp van een ANOVA analyse werd het significante verschil van de volgende effecten vastgesteld. Alle effecten zijn significant. Deze factoren hebben een dusdanige invloed op het ontwikkelen van pensverzuring dat deze factoren meegenomen kunnen worden in het op te stellen model. In bijlage 3 tabel 15 zijn de bijbehorende resultaten weergegeven met de daarbij behorende grafieken van de resultaten.

1. Bedrijf x jaar van testdag
2. Jaar x maand testdag
3. Dagen in lactatie
4. Leeftijd van kalven, alleen voor pariteit 1
5. Pariteit
8. Koe

Erfelijkheidsgraad

In onderstaande tabel 5 zijn per lactatie 1, 2,3+ en totaal de additieve genetische variantie, permanente milieu variantie, error variantie, genetische variantie, fenotypische variantie en de erfelijkheidsgraad weergegeven. Voor het berekenen van deze erfelijkheidsgraden zijn de MPR gegevens gebruikt waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden voor vet en eiwit. In de tabel 5 zijn voor de MPR en de Agrifirm definitie de erfelijkheidsgraden weergegeven. De bijbehorende variantie componenten zijn weergegeven in bijlage 3. Er zijn voor beide definities erfelijkheidsgraden berekend volgens een binair en volgens een lineair model. In tabel 5 is te zien dat de erfelijkheidsgraad voor lactatie 1 t/m 10 voor de MPR definitie, berekend volgens het binaire model 0,047 is. De erfelijkheidsgraad volgens het lineaire model voor de MPR

definitie in dezelfde klasse is 0,0099. De erfelijkheidsgraad voor lactatie 1 t/m 10 voor de Agrifirm definitie, berekend volgens het binaire model is 0,1819. De erfelijkheidsgraad volgens het lineaire model voor de Agrifirm definitie in dezelfde klasse is 0,0015. Tussen de lactatie 1 en 3 onder de MPR definitie is er volgens het binaire model 0,011 verschil in erfelijkheidsgraad. Tussen lactatie 1 en 2 is er volgens het binaire model 0,0081 verschil in erfelijkheidsgraad. Tussen lactatie 2 en 3 is er volgens het binaire model 0,0029 verschil in erfelijkheidsgraad.

Tabel 5 erfelijkheidsgraad per berekeningsmethode per definitie (behorende bij tabel 16, bijlage 3)

Lactatie	MPR binair erfelijkheidsgraad ± SE	MPR lineair erfelijkheidsgraad ± SE	Agrifirm binair erfelijkheidsgraad ± SE	Agrifirm lineair erfelijkheidsgraad ± SE
Lactatie 1	0,0597 0,0105	0,0101 0,0017	0,1642 0,0364	0,0007 0,0005
Lactatie 2	0,0516 0,0088	0,0114 0,0020	0,2853 0,1401	0,0013 0,0007
Lactatie 3+	0,0487 0,008	0,0093 0,0015	0,2285 0,0747	0,0021 0,0007

Tussen de lactaties werden de correlaties bepaald van de fokwaarden pensverzekering volgens de definitie die gehanteerd wordt in de MPR. De correlaties staan weergegeven in tabel 6. Uit de analyse blijkt dat de lactaties 1, 2 en 3+ een correlatie hebben van 0,92, 0,98 en 0,96 met de fokwaarden van pensverzekering van overall lactaties.

Tabel 6 correlaties tussen fokwaarden pensverzekering per lactatie volgens MPR definitie

	1	2	3
1			
2	0,67		
3+	0,5	0,55	
overall	0,92	0,98	0,96

Tussen de lactaties werden de correlaties bepaald van de fokwaarden pensverzekering volgens de Agrifirm definitie. De correlaties staan weergegeven in tabel 7. Uit de analyse blijkt dat de lactaties 1, 2 en 3+ een correlatie hebben van 0,56, 0,78 en 0,99 met de fokwaarden van pensverzekering van overall lactaties.

Tabel 7 correlaties tussen fokwaarden pensverzekering per lactatie volgens Agrifirm definitie

	1	2	3
1			
2	0,36		
3+	0,21	0,49	
overall	0,56	0,78	0,99

3.4 Deelvraag 4: Correlatie tussen pensverzuring en productie/gezondheid kenmerken

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van het onderzoek naar de genetische correlaties tussen pensverzuring en de genetische aanleg van het dier voor de volgende gezondheids- en productie-kenmerken.

- Kg melk
- Percentage vet
- Percentage eiwit
- Percentage Lactose
- Uiergezondheid
- Vruchtbaarheid
- Klauwgezondheid
- Ketose

De betrouwbaarheden van de fokwaarde pensverzuring zijn tussen de 75 en 99 procent en zijn normaal verdeeld. De normaal verdeling is weergegeven in bijlage 4. In de bijlage is een tabel weergegeven met voor alle fokwaarden met de daarbij behorende betrouwbaarheden de gemiddelden, minimum, maximum, standaard deviatie en de standard error. Verder staat in de bijlage het significantie niveau van de correlaties (P waarde). In tabel 18 zijn de gemiddelde, minimum en maximum per fokwaarde weergegeven. In tabel 8 zijn de bepaalde correlaties weergegeven van de productie en gezondheidskenmerken. Hieruit blijkt dat het vet percentage een correlatie van 0,3 (figuur 24) en het eiwit percentage een correlatie van 0,26 hebben met de aandoening pensverzuring. De correlatie tussen kg melk en pensverzuring is -0,27. De correlatie tussen klauwgezondheid en pensverzuring is 0,12 en de correlatie tussen vruchtbaarheidsindex en pensverzuring is 0,13. De correlatie tussen kg vet en pensverzuring is -0,00039 (figuur 23).

Tabel 8 correlatie fokwaarden productie- en uiergezondheid-kenmerken met fokwaarde pensverzuring (significantie niveau weergegeven in tabel 17)

Fokwaarde per kenmerk	Correlatie met fokwaarde pensverzuring
Kg melk	-0,27
Kg vet	-0,00039
Kg eiwit	-0,16
Kg lactose	-0,29
Vet percentage	0,3
Eiwit percentage	0,26
Lactose percentage	-0,2
ketose	0,05
klauwgezondheid	0,12
Vruchtbaarheidsindex	0,13
Tussenkalftijd	0,12
Interval 1 ^e ins	0,13
Uiergezondheidsindex	-0,008
Subklinische mastitis	-0,04
Klinische mastitis	0,02
Celgetal	-0,02

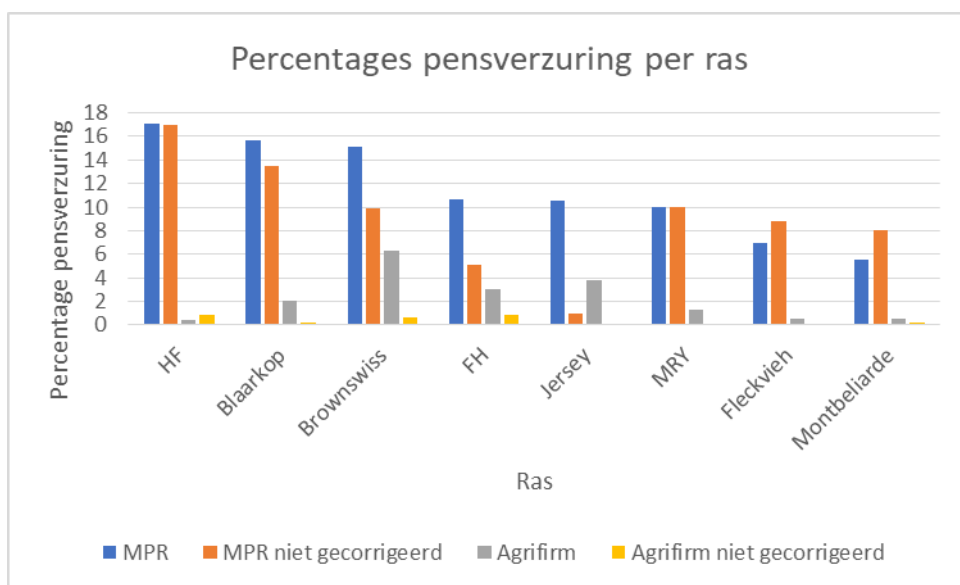
3.5 Deelvraag 5: Percentage Pensverzuring per ras

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van het onderzoek naar de correlatie tussen het ras van de dieren en de attentie voor pensverzuring. Voor de rassen Holstein, Fleckvieh, Jersey, Montbeliarde, MRY, Blaarkop en Brownswiss is dit onderzocht.

Percentage pensverzuring per ras

Per ras werd het percentage pensverzuring bepaald door middel van de MPR definitie en de Agrifirm definitie waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van vet en eiwit van de dieren. Per meting werd bepaald of het dier pensverzuring heeft. Bij een vet percentage kleiner dan het eiwit percentage en het vet percentage kleiner dan vier procent kreeg het dier een attentie voor pensverzuring volgens de MPR definitie. Volgens de Agrifirm definitie kreeg het dier een attentie voor pensverzuring wanneer de eiwit percentage kleiner dan 3 procent was en het vet percentage kleiner dan het eiwit percentage was. Ook werden de percentages pensverzuring per ras voor de MPR definitie waarbij geen rekening gehouden werd met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit.

In figuur 6 zijn de resultaten weergegeven van het bepalen van het percentage pensverzuring per ras. Hierin is te zien dat de dieren die het hoogste percentage pensverzuring hebben gehad de Holstein dieren zijn met 17,12 procent pensverzuring. 5,53 procent van de Montbeliarde dieren krijgen een attentie voor pensverzuring. van de Fleckvieh dieren krijgt 7 procent een attentie voor pensverzuring. Te zien is dat het percentage pensverzuring op basis van de fokwaarden behoorlijk toeneemt bij Jerseys. In bijlage 5 tabel 19 zijn de bijbehorende dieren aantallen weergegeven. In bijlage 5 in tabel 20 en 21 is de statistische onderbouwing van deze resultaten weergegeven, waaruit blijkt of het verschil tussen de rassen significant is. In de bijlage is ook het aantal metingen per ras weergegeven.



Figuur 6 percentage pensverzuring per ras

4 Discussie

Tijdens het onderzoek zijn de deelvragen beantwoord en hierbij zijn mogelijke discussiepunten ontstaan over de resultaten per deelvraag. In dit hoofdstuk wordt per deelvraag besproken wat het resultaat was en welke discussie dit resultaat bracht. Op basis van het bediscussieerde resultaat kunnen conclusies worden getrokken over de resultaten van de genetische analyse van pensverzuring.

Pensverzuring volgens verschillende definities

Op basis van de definitie voor pensverzuring die in de MPR gehanteerd wordt, waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit krijgt 17,12 procent van de dieren pensverzuring. Op basis van de Agrifirm definitie waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit krijgt 0,47 procent van de dieren pensverzuring. Het verschil tussen het aantal dieren dat volgens de MPR en de Agrifirm definitie pensverzuring krijgt wordt verklaard door het verschil in definities. In beide definities is gedefinieerd dat het vet percentage kleiner dient te zijn dan het eiwit percentage om het dier een attentie voor pensverzuring te kunnen geven. De definitie voor pensverzuring die in de MPR gebruikt wordt geeft de dieren een attentie voor pensverzuring, waarvan het vet percentage beneden de 4 procent is. De Agrifirm definitie voor pensverzuring geeft de dieren een attentie voor pensverzuring, wanneer het eiwit percentage onder de 3 procent zakt. Uit literatuur blijkt dat het percentage pensverzuring van koeien vanaf het begin van de lactatie t/m het midden van de lactatie tussen de 11 en 26 procent ligt (Abdela N. , 2016), (Kleen, et al., 2014), (Krause & Otzel, 2006). De definitie die in de MPR gebruikt wordt komt hiermee overeen. Wanneer het percentage pensverzuring berekend wordt tussen dag 5 en 305 is het percentage gemiddeld 4,19 procent. Dit komt overeen met de literatuur waaruit blijkt dat 3 – 4 procent van de dieren pensverzuring krijgt (Sheehan, 2007), (Benjamins, 2016). Het bepalen van pensverzuring waarbij rekening wordt gehouden met de fokwaarden voor percentage vet en eiwit levert in 5 % van de gemeten dieren een andere attentie op. Het rekening houden met de fokwaarden levert een bijdrage aan de methode van het bepalen van pensverzuring volgens de bestaande definitie. Op basis van literatuur is de definitie voor pensverzuring volgens de MPR onderbouwd, omdat uit literatuur blijkt dat een dier met pensverzuring een verlaag vet percentage heeft (Danscher, et al., 2015), (Sheehan, 2007).

Percentage pensverzuring per bedrijf, lactatie en lactatiestadium

Tussen dag 30 en 150 is de prevalentie van pensverzuring over alle lactaties 5,37 procent. Uit de resultaten blijkt dat tussen dag 60 en 120 de prevalentie van pensverzuring over alle lactaties 5,7 procent is. Uit literatuur blijkt dat tussen dag 60 en 120 het meeste pensverzuring optreedt (Plaizier, et al., 2008), (Abdela N. , 2016). In de figuur 15 in deelvraag 2 is het verloop van het percentage pensverzuring per pariteit per lactatiestadium weergegeven. Uit figuur 15 blijkt dat op dag 5 de prevalentie van pensverzuring 3 procent is. Op dag 120 is de prevalentie van pensverzuring 5,9 procent, waarna de prevalentie van pensverzuring op dag 300 nog 3,3 procent is. In de overige lactatiestadia is de prevalentie van pensverzuring (>3,3 procent) dermate hoog dat de gehele lactatie waardevol is om te monitoren. De prevalentie van pensverzuring bij meerdere-kalfs-koeien is hoger dan de prevalentie van pensverzuring van vaarzen. Gemiddeld krijgt 3,56 procent van de vaarzen pensverzuring. Van de tweede-kalfs-koeien krijgt 4,77 procent pensverzuring. De prevalentie van pensverzuring van koeien in lactatie 5 t/m 10 is 4 procent. Ook dit is in lijn met de literatuur (Benjamins, 2016), (Sheehan, 2007). Vanuit figuur 4 is af te leiden dat het percentage pensverzuring van de vaarzen stabielier verloopt dan van meerdere-kalfs-koeien. De spreiding van het percentage pensverzuring per bedrijf liep uiteen van 0 tot 98 procent. Van de 1010 bedrijven hadden 305 bedrijven een prevalentie van pensverzuring tussen 0 en 10 procent. 223 bedrijven hadden een prevalentie van pensverzuring tussen 10 en 20

procent. 49 bedrijven hadden boven de 50 procent prevalentie van pensverzuring. Het aantal bedrijven dat meer waarvan meer dan 50 procent van de dieren pensverzuring kreeg was extreem laag. Om die reden zijn de bedrijven samengevoegd, waarvan meer dan 50 procent van de dieren pensverzuring had. In de zomermaanden juni, juli, augustus en september krijgt gemiddeld 7,7 procent van de dieren pensverzuring. In de overige maanden krijgt gemiddeld 3,1 procent van de dieren pensverzuring. Dit kan het gevolg zijn van hittestress, een verhoogde ademfrequentie, verlaagde bicarbonaatconcentraties in het bloed en afwijkende rantsoenen die dienen om hittestress tegen te gaan (Abdela N. , 2016), (Oetzel, 2007) .

Erfelijkheidsgraad pensverzuring

De erfelijkheidsgraad berekend volgens het lineaire model, waarbij pensverzuring wordt gedefinieerd volgens de definitie, die in de MPR gehanteerd wordt is 0,0099 voor lactatie 1 t/m 10. Wanneer de erfelijkheidsgraad berekent wordt op basis van het binaire model is de erfelijkheidsgraad 0,047. Volgens het lineaire model, waarbij pensverzuring wordt gedefinieerd volgens de Agrifirm definitie is de erfelijkheidsgraad 0,0015 voor lactatie 1 t/m 10. Wanneer de erfelijkheidsgraad berekent wordt op basis van het binaire model is de erfelijkheidsgraad 0,18. Uit eerdere discussie van resultaten is gebleken dat de definitie die in de MPR gebruikt wordt overeenkomt met wat in de literatuur bekend is. Op basis van deze informatie is de definitie die in de MPR gebruikt wordt om pensverzuring te definiëren, geschikt om de erfelijkheidsgraad te schatten. Het verschil tussen de erfelijkheidsgraden wordt verklaard door de verschillende berekeningswijze. Het binaire model is geschikt voor het schatten van categorische kenmerken zoals ook pensverzuring een categorisch kenmerk is (Berger, 1999). Het lineaire model is voor kenmerken die niet categorisch zijn geschikt om de erfelijkheidsgraad te berekenen. De erfelijkheidsgraad voor bijvoorbeeld kg melk kan geschat worden door middel van een lineair model. De spreiding van de stieroplossingen in figuur ... zijn vergelijkbaar met de erfelijkheidsgraad van 0,047. De correlaties tussen de fokwaarden van lactatie 1, 2, 3+ en lactatie 1 t/m 10 zijn 0,92, 0,98 en 0,96. Uit deze hoge correlaties blijkt dat een groot verband bestaat tussen wat het dier presteert in lactatie 1,2 of 3 en de lactaties 1 t/m 10 (Noppibool, et al., 2017). De correlatie tussen lactatie 1 en 2 is 0,67, de correlatie tussen lactatie 1 en 3 is 0,55 en de correlatie tussen lactatie 2 en 3 is 0,5. Het verband tussen de lactaties onderling is kleiner dan het verband tussen de lactaties 1, 2, 3 en lactatie 1 t/m 10. Uit deze correlaties blijkt dat het verband tussen de fokwaarden pensverzuring tussen de lactaties kleiner is.

Correlatie tussen pensverzuring en productie/gezondheid kenmerken

De maximale correlatie van 0,3 tussen het percentage vet en pensverzuring of de correlatie tussen kg melk en pensverzuring van -0,27 zijn beide van dermate hoogte dat er sprake is van een mild verband tussen de productie fokwaarden en de aandoening pensverzuring. Een correlatie van 0,3 betekent dat de twee kenmerken van het dier voor dat deel bepaald worden door dezelfde genen (Windig, 1991). De correlaties die volgens de Pearson methode werden berekend zijn geschikt om verbanden te berekenen tussen twee kenmerken waarvan data bekend is (Analysis, 2018). Om de correlatie tussen de fokwaarden van pensverzuring en de fokwaarden van productie en gezondheidskenmerken te berekenen, werd er rekening gehouden met de betrouwbaarheden van de fokwaarden. De betrouwbaarheden van de fokwaarden werden volgens de Calo methode (Swan & Graser, 1988) omgerekend naar een getal, waarmee de Pearson correlatie vermenigvuldigd werd. Het berekenen van correlaties tussen fokwaarden volgens de Calo methode geeft een betere schatting van het verband

tussen de fokwaarden, omdat er rekening wordt gehouden met de betrouwbaarheid van de fokwaarde per stier (Montaldo & Pelcastre-Cruz, 2012), (Swan & Graser, 1988). Door via een diermodel de correlaties te bepalen, is het mogelijk dat er hogere correlaties worden gevonden tussen pensverzuring en de kenmerken (Sun, et al., 2008).

Percentage pensverzuring per ras

Om de rassen zo goed mogelijk te kunnen vergelijken is het van belang dat van de geanalyseerde rassen van zoveel mogelijk dieren zoveel mogelijk metingen worden geanalyseerd. Het percentage pensverzuring van Holstein is gebaseerd op ruim 910.000 metingen, terwijl van de Jerseys 220 metingen geanalyseerd zijn, van 12 dieren. Om te concluderen of de analyse van de jersey koeien representatief is, is in vervolg een groter aantal dieren benodigd met een groter aantal metingen. Het aantal benodigde metingen kan vastgesteld worden aan de hand van de populatie grootte (Uttam, 2003). Het aantal Holstein dieren dat een attentie voor pensverzuring kreeg, was 17,2 procent. Uit de discussie van de resultaten van deelvraag 1 bleek dat dit in lijn met de literatuur is. Door middel van het testen van de significantie tussen het percentage pensverzuring tussen de rassen, werd bepaald dat er een significant verschil is tussen het Holstein ras en MRY, Montbeliarde en Fleckvieh. Van de MRY dieren kreeg 10 procent een attentie voor pensverzuring. Van de Montbeliarde kreeg 5,53 procent een attentie en van de Fleckvieh dieren kreeg 7 procent van de dieren een attentie voor pensverzuring. De verschillen in percentages pensverzuring per ras worden verklaard door de specifieke eigenschappen per ras (Abdela N. , 2016), (Heinrichs, 2013).

5 Conclusies & aanbevelingen

Pensverzuring volgens verschillende definities

Op basis van de definitie voor pensverzuring die in de MPR gehanteerd wordt, waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit krijgt 17,12 procent van de dieren pensverzuring. Op basis van de Agrifirm definitie waarbij rekening is gehouden met de fokwaarden van de percentages vet en eiwit krijgt 0,47 procent van de dieren pensverzuring. Wanneer het percentage pensverzuring berekend wordt tussen dag 5 en 305 is het percentage gemiddeld 4,19 procent. Dit komt overeen met de literatuur waaruit blijkt dat 3 – 4 procent van de dieren pensverzuring krijgt. Het bepalen van pensverzuring waarbij rekening wordt gehouden met de fokwaarden voor percentage vet en eiwit levert in 5 % van de gemeten dieren een andere attentie op. Het rekening houden met de fokwaarden levert een bijdrage aan de methode van het bepalen van pensverzuring volgens de bestaande definitie. Op basis van literatuur is de definitie voor pensverzuring volgens de MPR onderbouwd, omdat uit literatuur blijkt dat een dier met pensverzuring een verlaagd vet percentage heeft. Op basis van de resultaten wordt geadviseerd om de definitie te gebruiken die gehanteerd wordt in de MPR, waarbij rekening gehouden wordt met de fokwaarden van vet en eiwit.

Percentage pensverzuring per bedrijf, lactatie en lactatiestadium

Tussen dag 30 en 150 is de prevalentie van pensverzuring over alle lactaties 5,37 procent. Uit de resultaten blijkt dat tussen dag 60 en 120 de prevalentie van pensverzuring over alle lactaties 5,7 procent is. Uit figuur 15 blijkt dat op dag 5 de prevalentie van pensverzuring 3 procent is. Op dag 120 is de prevalentie van pensverzuring 5,9 procent, waarna de prevalentie van pensverzuring op dag 300 nog 3,3 procent is. In de overige lactatiestadia is de prevalentie van pensverzuring (>3,3 procent) dermate hoog dat de gehele lactatie waardevol is om te monitoren. De prevalentie van pensverzuring bij meerdere-kalfs-koeien is hoger dan de prevalentie van pensverzuring van vaarzen. Gemiddeld krijgt 3,56 procent van

de vaarzen pensverzuring. Van de tweede-kalfs-koeien krijgt 4,77 procent pensverzuring. De prevalentie van pensverzuring van koeien in lactatie 5 t/m 10 is 4 procent. Vanuit figuur 4 is af te leiden dat het percentage pensverzuring van de vaarzen stabiel verloopt dan van meerdere-kalfs-koeien. Van de 1010 bedrijven hadden 305 bedrijven een prevalentie van pensverzuring tussen 0 en 10 procent. 223 bedrijven hadden een prevalentie van pensverzuring tussen 10 en 20 procent. 49 bedrijven hadden boven de 50 procent prevalentie van pensverzuring. In de zomermaanden juni, juli, augustus en september krijgt gemiddeld 7,7 procent van de dieren pensverzuring. In de overige maanden krijgt gemiddeld 3,1 procent van de dieren pensverzuring. Op basis van de resultaten wordt geadviseerd om de lactatie vanaf 5 tot 300 dagen te monitoren. Uit de analyse van de effecten jaar-maand en bedrijf blijkt dat deze effecten spreiding van het percentage pensverzuring veroorzaken. Het advies is om deze effecten mee te nemen in het model, waarmee de erfelijkheidsgraad bepaald wordt. Geadviseerd wordt om het effect lactatie en dagen in lactatie mee te nemen in het model, omdat het percentage pensverzuring verschilt per lactatie en lactatiestadium.

Erfelijkheidsgraad pensverzuring

Uit eerdere discussie van resultaten is gebleken dat de definitie die in de MPR gebruikt wordt overeenkomt met wat in de literatuur bekend is. Op basis van deze informatie is de definitie die in de MPR gebruikt wordt om pensverzuring te definiëren, geschikt om de erfelijkheidsgraad te schatten. De erfelijkheidsgraad berekend volgens het binaire model, waarbij pensverzuring wordt gedefinieerd volgens de definitie die in de MPR gehanteerd wordt is 0,047 voor lactatie 1 t/m 10. Het binaire model is geschikt voor het schatten van categorische kenmerken zoals ook pensverzuring een categorisch kenmerk is. De correlaties tussen de fokwaarden van lactatie 1, 2, 3+ en lactatie 1 t/m 10 zijn 0,92, 0,98 en 0,96. Uit deze hoge correlaties blijkt dat een groot verband bestaat tussen wat het dier presteert in lactatie 1,2 of 3 en de lactaties 1 t/m 10. De correlatie tussen lactatie 1 en 2 is 0,67, de correlatie tussen lactatie 1 en 3 is 0,55 en de correlatie tussen lactatie 2 en 3 is 0,5. Het verband tussen de lactaties onderling is kleiner dan het verband tussen de lactaties 1, 2, 3 en lactatie 1 t/m 10. Uit deze correlaties blijkt dat het verband tussen de fokwaarden pensverzuring tussen de lactaties kleiner is. Geadviseerd wordt om de erfelijkheidsgraad te berekenen op basis van de definitie die gehanteerd wordt in de MPR, volgens het binaire model. Het binaire model is geschikt om een erfelijkheidsgraad te bepalen van een categorisch kenmerk. Geadviseerd wordt om in het model het effect lactatie mee te nemen, omdat de erfelijkheidsgraad per lactatie verschilde.

Correlatie tussen pensverzuring en productie/gezondheid kenmerken

De maximale correlatie van 0,3 tussen het percentage vet en pensverzuring of de correlatie tussen kg melk en pensverzuring van -0,27 zijn beide van dermate hoogte dat er sprake is van een mild verband tussen de productie fokwaarden en de aandoening pensverzuring. De correlaties die volgens de Pearson methode werden berekend zijn geschikt om verbanden te berekenen tussen twee kenmerken waarvan data bekend is (Analysis, 2018). Om de correlatie tussen de fokwaarden van pensverzuring en de fokwaarden van productie en gezondheidskenmerken te berekenen, werd er rekening gehouden met de betrouwbaarheden van de fokwaarden. De betrouwbaarheden van de fokwaarden werden volgens de Calo methode omgerekend naar een getal, waarmee de Pearson correlatie vermenigvuldigd werd. Geadviseerd wordt om de correlaties tussen fokwaarden te berekenen volgens de Calo methode, omdat er rekening gehouden wordt met de betrouwbaarheid van de fokwaarden. Verder wordt geadviseerd om de correlatie te

berekenen volgen een diemodel, omdat de berekening in een diemodel gebaseerd kan worden op een groter aantal dieren.

Percentage pensverzuring per ras

Om de rassen zo goed mogelijk te kunnen vergelijken is het van belang dat van alle rassen van zoveel mogelijk dieren zoveel mogelijk metingen worden geanalyseerd. Het percentage pensverzuring van Holstein is gebaseerd op ruim 910.000 metingen, terwijl van de Jerseys 220 metingen geanalyseerd zijn, van 12 dieren. Het aantal Holstein dieren dat een attentie voor pensverzuring kreeg, was 17,2 procent. Van de MRY dieren kreeg 10 procent een attentie voor pensverzuring. Van de Montbeliarde kreeg 5,53 procent een attentie en van de Fleckvieh dieren kreeg 7 procent van de dieren een attentie voor pensverzuring. De verschillen in percentages pensverzuring per ras worden verklaard door de specifieke eigenschappen per ras. Geadviseerd wordt om het percentage pensverzuring te bepalen, gebaseerd op een zo groot mogelijk aantal dieren. Verder wordt geadviseerd om per ras een erfelijkheidsgraad te berekenen. Omdat er spreiding is in het fenotype, wordt verwacht dat er ook spreiding is in de genen van de dieren van de verschillende rassen.

Is het mogelijk om een fokwaarde op te stellen voor het kenmerk pensverzuring en waarmee moet daarbij rekening gehouden worden?

Uit de analyse is gebleken dat het mogelijk is om een fokwaarde voor pensverzuring op te stellen. Pensverzuring is met een erfelijkheidsgraad van 0,047 erfelijk en uit analyses bleek ook dat er spreiding is van het percentage pensverzuring per bedrijf, lactatie, lactatiestadium en ras (figuur 16 t/m 22). Tussen 60 en 120 dagen in lactatie krijgt 17,12 procent van de dieren pensverzuring. Het percentage pensverzuring verschilde van 3,56 procent van de vaarzen en 4,77 procent van de tweede-kalfs-koeien die pensverzuring kregen. De correlatie tussen het percentage vet en pensverzuring is 0,3, tussen het percentage eiwit en pensverzuring is 0,26 en tussen kg melk en pensverzuring is -0,27.

Om het percentage pensverzuring te bepalen wordt geadviseerd om de definitie te gebruiken die in de MPR gehanteerd wordt. Hierbij is het advies om ook rekening te houden met de fokwaarden van vet en eiwit.

Geadviseerd wordt om de erfelijkheidsgraad te berekenen op basis van de definitie die gehanteerd wordt in de MPR, volgens het binaire model. Het binaire model is geschikt om een erfelijkheidsgraad te bepalen van een categorisch kenmerk. Geadviseerd wordt om in het model de effecten lactatie, dagen in lactatie, bedrijf en jaar-maand mee te nemen. Om de correlaties te berekenen tussen de fokwaarde van pensverzuring en fokwaarde van productie en gezondheidskenmerken wordt geadviseerd om de Calo methode te gebruiken, omdat hierbij rekening gehouden wordt met de betrouwbaarheden van de fokwaarden. Geadviseerd wordt om de correlatie te berekenen op basis van een diemodel, omdat dit gebaseerd wordt op een groter aantal dieren. Het advies is om per ras een erfelijkheidsgraad te berekenen, waarbij de analyses gebaseerd zijn op een zo groot mogelijk aantal dieren.

6 Bibliografie

- CRV. (2017). *Kengetallen E-26 Publicatieregels stierindexen*. Opgeroepen op 3 20, 2018, van https://crvnl-be6.kxcdn.com/wp-content/uploads/2017/08/E_26-Publicatieregels-stieren_aug2017.pdf
- Abdela, N. S. (2016). Sub-acute Ruminant Acidosis (SARA) and its Consequence in Dairy Cattle: A Review of Past and Recent Research at Global Prospective. *Science Direct*. Opgeroepen op 10 11, 2017, van <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2078152016300773>
- Analysis, D. (2018). Pearson correlation coefficient. Opgeroepen op 3 21, 2018, van <http://learntech.uwe.ac.uk/da/Default.aspx?pageid=1442>
- Beauchemin, K. A. (2014). New Developments in Understanding Ruminant Acidosis in Dairy Cows. *Extension*. Opgeroepen op 10 2, 2017, van <http://articles.extension.org/pages/26022/new-developments-in-understanding-ruminant-acidosis-in-dairy-cows>
- Benjamins, S. A. (2016). *eindpresentatie pensverzuring*. Opgeroepen op 9 25, 2017
- Berger, P. (1999). *Properties of Threshold Model Predictions*. Opgeroepen op 3 28, 2018, van https://watermark.silverchair.com/582.pdf?token=AQECAHi208BE49Oan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAZ0wggGZBgkqhkiG9w0BBwagggGKMIBhgIBADC CAX8GCSqGSIB3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQMreYI6UKnZs47AbjcAgEQ gIIBUCsHtCmEe7sOea4VnpRjRJ5jepIS-plBTi4EE7rlxzEB92felFO
- Calus, M., Mulder, H., Verbyla, K., Veerkamp, R., (2010). *A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing*. Opgeroepen op 3 20, 2018, van <http://edepot.wur.nl/143815>
- Danscher, A., Li, S., Andersen, P., Khafipour, E., Kristensen, N., & Plaizier, J. (2015). Indicators of induced subacute ruminal acidosis (SARA) in Danish Holstein cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*. Opgeroepen op 9 6, 2017, van <https://actavetscand.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13028-015-0128-9>
- de Jong, G. A. (2017). *Waarom selectie op lage erfelijkheidsgraad zinvol kan zijn*. Opgeroepen op 10 11, 2017, van <https://www.crv4all.nl/fokwaarden/waarom-selectie-op-lage-erfelijkheidsgraad-zinvol-kan-zijn/>
- Heinrichs. (2013). *Sub-Acute Rumen Acidosis and Physically Effective Fiber*. Opgeroepen op 3 29, 2018, van <https://extension.psu.edu/sub-acute-rumen-acidosis-and-physically-effective-fiber>
- Iversen, M. W. (2014). *Low heritability-high variance controversy for dairy cattle disease traits*. Opgeroepen op 10 11, 2017, van https://stud.epsilon.slu.se/7028/18/iverssen_m_140806.pdf
- Kleen, J., Hooijer, G., Rehage, J., Noordhuizen, J., (2014). Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Journal of veterinary medicine*. Opgeroepen op 10 2, 2017, van <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14633219>
- Krause, K. M. (2005). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *sciencedirect*. Opgeroepen op 10 16, 2017, van <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840105003196>
- Krause, M., & Otzel, G. (2006). *Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review*. Opgeroepen op 3 28, 2018, van <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840105003196>
- L Kleen, J., Uppgang, L., Rehage, J., (2013). Prevalence and consequences of subacute ruminal acidosis in German dairy herds. *NCBI*. Opgeroepen op 12 6, 2017, van <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3704938/>
- Montaldo, & Pelcastre-Cruz. (2012). *Factors affecting genetic correlation estimates from dairy sires' genetic evaluations to assess genotype-environment interaction*. Opgeroepen op 3 29, 2018, van http://archiwum.ighz.edu.pl/files/objects/7500/66/pp_309-316.pdf

- Noppibool, Mauricio, Koonawootrittriron, Suwanasopee, (2017). *Genetic correlations between first parity and accumulated second to last parity reproduction traits as selection aids to improve sow lifetime productivity*. Opgeroepen op 3 28, 2018, van <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5337910/>
- Oetzel, G. (2007). *Subacute ruminal acidosis in dairy herds: physiology, pathophysiology, milk fat responses, and nutritional management*. Opgeroepen op 3 28, 2018, van <https://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/2nutr/sara1aabp.pdf>
- Plaizier, J., Krause, D., Gozho, G., McBride, B., (2008). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *ScienceDirect*. Opgeroepen op 9 26, 2017, van <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023307004315>
- R Core Team. (2016). Opgeroepen op 10 23, 2017, van <https://www.r-project.org/>
- Sheehan, D. D. (2007). *Ruminal Acidosis-understanding, prevention and treatment*. Reference Advisory Group on Fermentative Acidosis of ruminants . Opgeroepen op 9 6, 2017, van https://www.ava.com.au/sites/default/files/documents/Other/RAGFAR_doc.pdf
- Sun, Madsen, Nielsen, Zhang, Lund, & Su. (2008). *Comparison between a sire model and an animal model for genetic evaluation of fertility traits in Danish Holstein population*. Opgeroepen op 3 29, 2018, van <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19620690>
- Swan, A., & Graser, H. (1988). *GENETIC CORRELATIONS BETWEEN GESTATION LENGTH. BIRTH*. Opgeroepen op 3 20, 2018, van <http://www.aaabg.org/livestocklibrary/1988/ab88073.pdf>
- Uttam. (2003). *Minimum Sizes for Viable Population and Conservation*. Opgeroepen op 3 29, 2018, van <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:L6vnBGecoSQJ:https://www.nepjol.info/index.php/ON/article/download/297/289+&cd=12&hl=nl&ct=clnk&gl=nl>
- Windig, J. (1991). *environments, The calculation and significance testing of genetic correlations across*. Opgeroepen op 3 29, 2018, van <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1420-9101.1997.tb00002.x>

7 Bijlagen

Berekening selectiegrenzen

Tabel 9 gemiddelde, minimum, maximum en standaard deviatie productie data

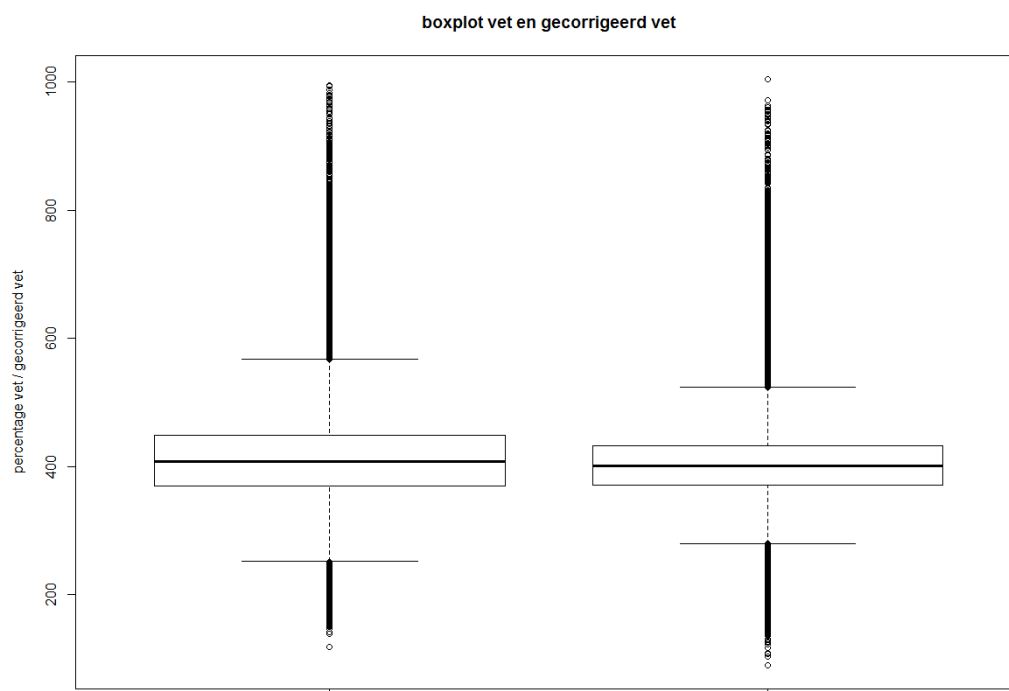
Kenmerk	Gemiddelde	Standaard deviatie	Minimum	Maximum
Melkproductie	28,5	8,6	5	65
Eiwit percentage	3,46	0,53	2	4,5
Vet percentage	4,3	0,84	2	6

7.1 Bijlage 1 deelvraag 1

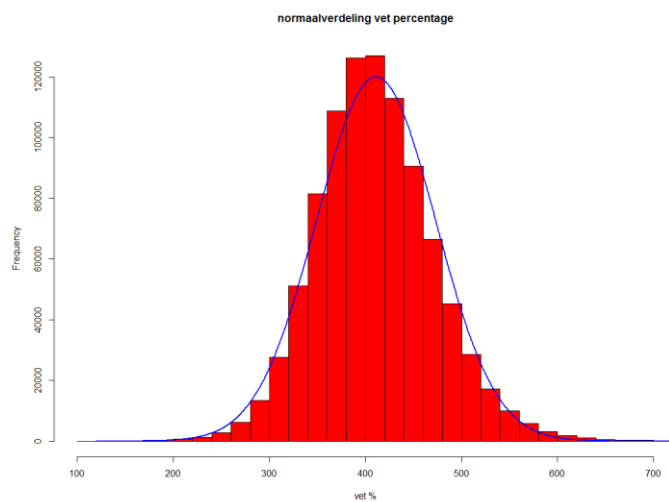
Tabel 10 Gemiddelde, minimum en maximum en standaard deviatie per percentages van dag 60 t/m 120

	Gemiddelde	Minimum	Maximum	Standaard deviatie
Vet	4,11	1,19	9,95	0,62
Gecorrigeerd vet	4,03	0,90	10,04	0,50
Eiwit	3,34	1,59	9,61	0,29
Gecorrigeerd eiwit	3,33	1,65	9,59	0,24

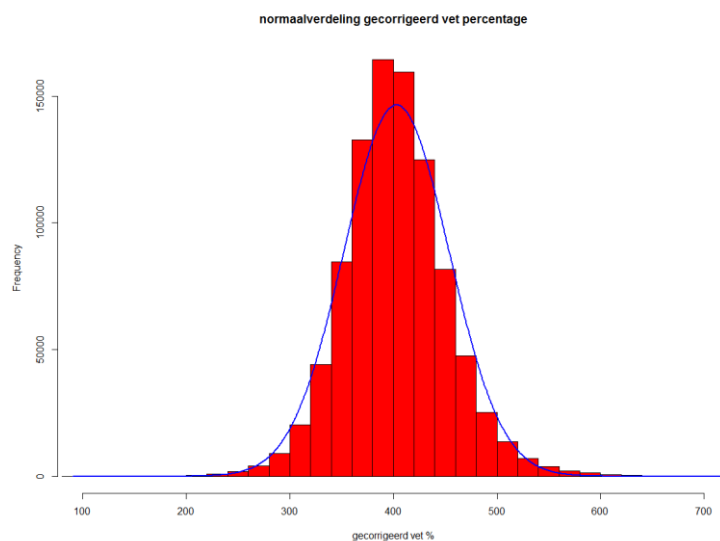
Boxplot vet en gecorrigeerd vet percentage



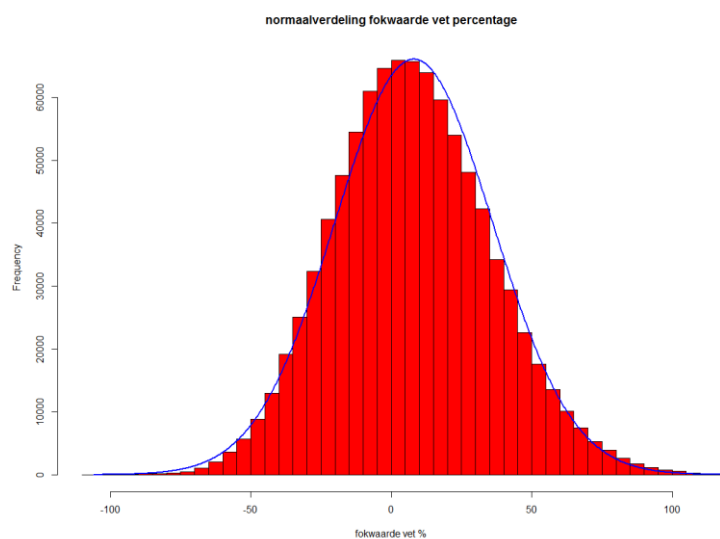
Figuur 7 spreiding en gemiddelde vet percentage en vet percentage inclusief fokwaarden (x 100)



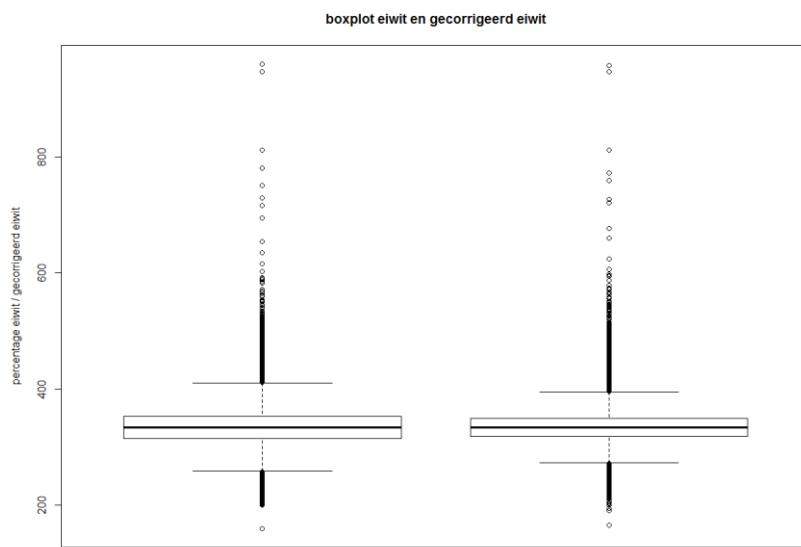
Figuur 8 normaalverdeling vet percentage (x 100)



Figuur 9 normaalverdeling gecorrigeerd vet percentage (x 100)



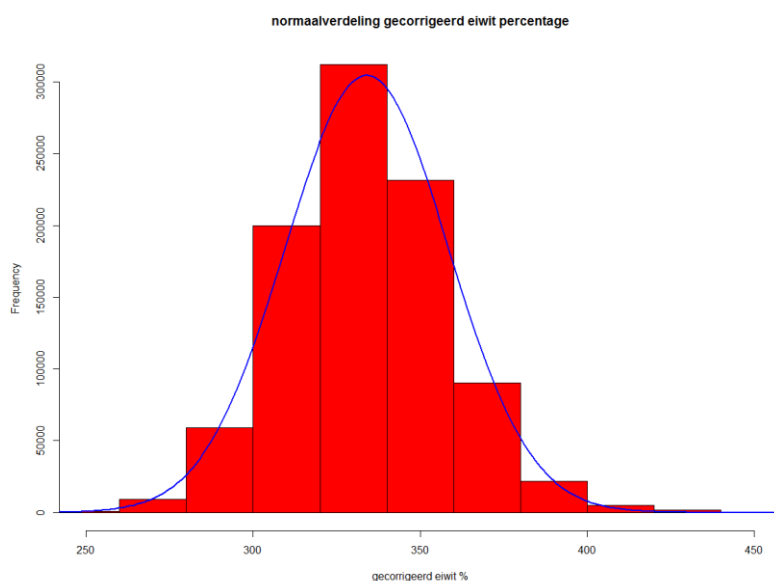
Figuur 10 normaalverdeling fokwaarde vet percentage (x 100)



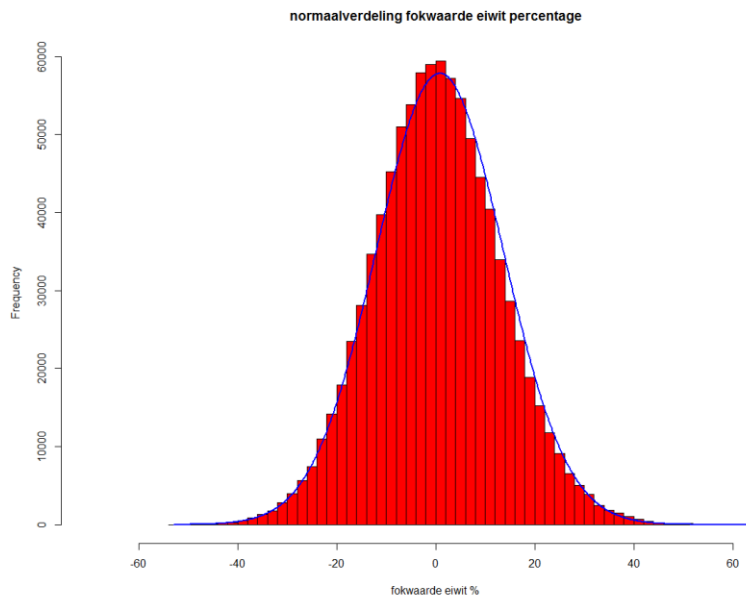
Figuur 11 boxplot percentage eiwit en eiwit percentage inclusief fokwaarden (x 100)

Tabel 11 uitkomsten ANOVA analyses vet en eiwit percentages

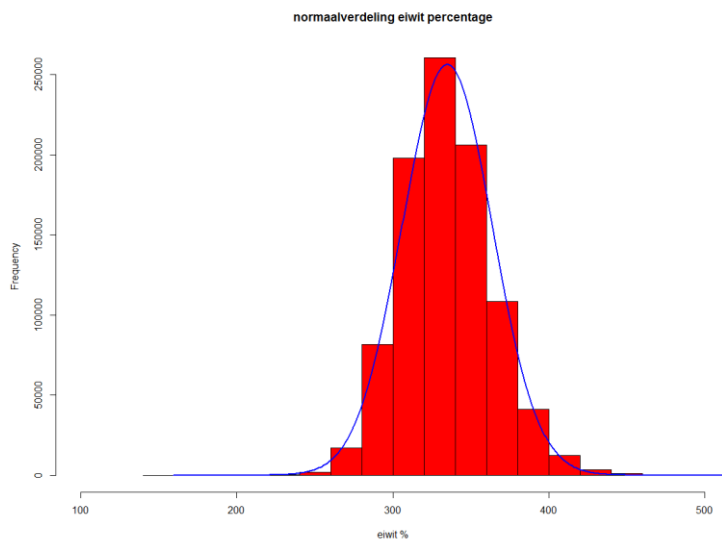
	Significant verschil	Aantal metingen	P waarde
Eiwit percentage/ eiwit percentage o.b.v. fokwaarde	Ja, 99 %	932306	<2e-16
Vet percentage/ vet percentage o.b.v. fokwaarde	Ja, 99 %	932306	<2e-16



Figuur 12 normaalverdeling gecorrigeerd eiwit percentage (x 100)



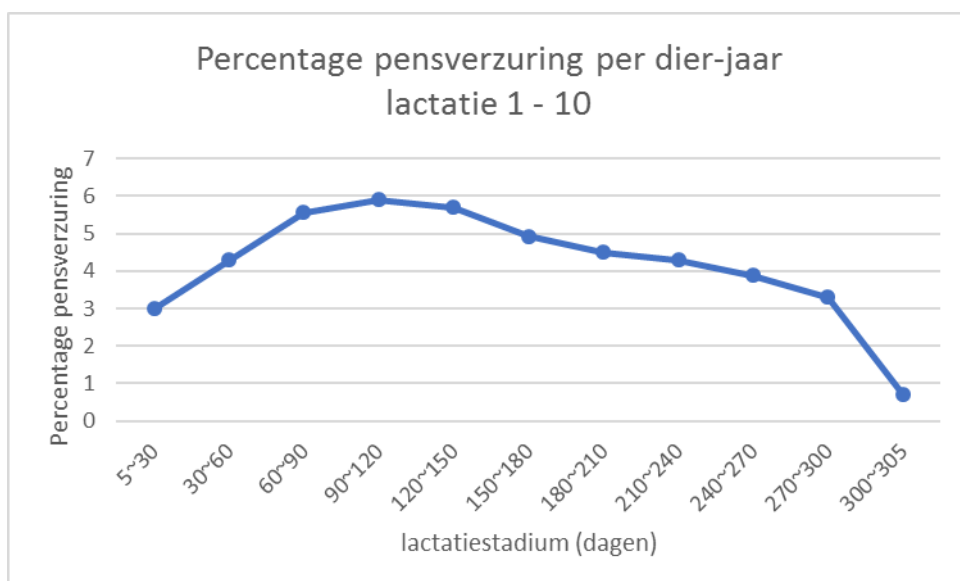
Figuur 13 normaalverdeling fokwaarde eiwit percentage (x 100)



Figuur 14 normaalverdeling eiwit percentage (x 100)

7.2 Bijlage 2 deelvraag 2

In figuur 15 is het percentage pensverzuring per lactatiestadium weergegeven. Dit is een weergave van tabel 14 in de bijlage deelvraag 2.



Figuur 15 percentage pensverzuring per lactatiestadium, minimaal aantal metingen 50

Tabel 12 berekening aantal dieren met pensverzuring

Jaar	Aantal dieren totaal	Aantal dieren met pensverzuring	Percentage dieren met pensverzuring
2002	4463	305	6,83
2003	17348	2976	17,15
2004	27987	4917	17,57
2005	35872	7780	21,69
2006	42025	8081	19,23
2007	46075	9839	21,35
2008	50798	11125	21,90
2009	53783	11212	20,85
2010	54003	9973	18,47
2011	54710	9220	16,85
2012	54656	8268	15,13
2013	57458	8769	15,26
2014	58599	10339	17,64
2015	60756	9590	15,78
2016	63644	9267	14,56
2017	54168	7364	13,59
Gemiddelde	46022	8064	17,12 procent

Tabel 13 minimum, maximum en gemiddelde percentage pensverzuring bedrijven

Aantal bedrijven	1010
Gemiddeld aantal metingen	4243
Minimaal aantal metingen	50
Maximaal aantal metingen	31.990
Gemiddeld percentage pensverzuring	17,58 procent
Minimaal percentage pensverzuring	0 procent
Maximaal percentage pensverzuring	98,7 procent

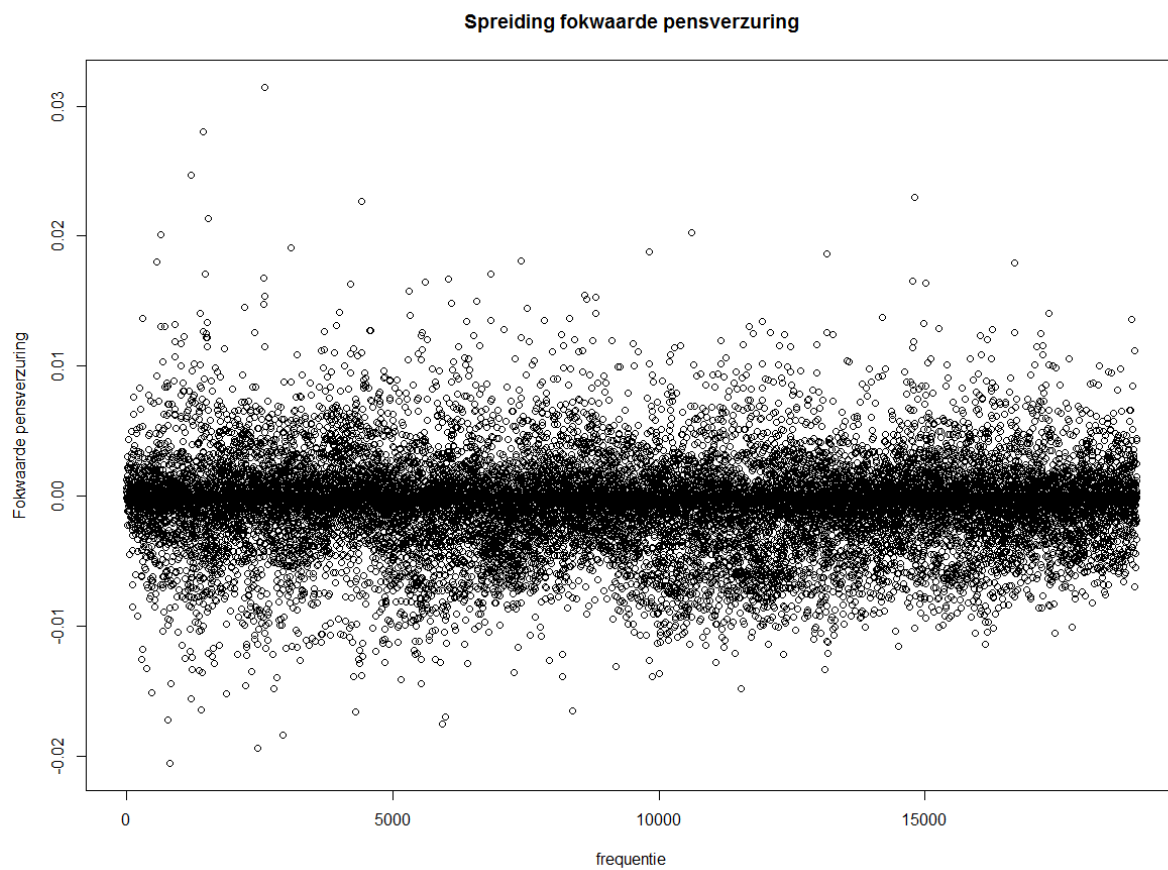
Tabel 14 Percentage pensverzuring per lactatiestadium, per lactatie

lactatiestadium	Percentage pensverzuring lactatie 1~10	Percentage pensverzuring lactatie 1	Percentage pensverzuring lactatie 2	Percentage pensverzuring lactatie 3	Percentage pensverzuring lactatie 4	Percentage pensverzuring lactatie 5~10
5~30	2,99	2,59	3,55	2,99	2,7	3,17
30~60	4,29	3,12	5,68	4,67	4,31	4,32
60~90	5,57	4,08	7,15	6,22	5,64	5,76
90~120	5,9	4,69	7,3	6,26	5,9	5,39
120~150	5,7	5,04	6,54	5,56	5,23	4,68
150~180	4,93	4,64	5,52	4,65	4,17	4,31
180~210	4,5	4,33	4,9	4,36	3,64	4,07
210~240	4,3	4,04	4,58	4,02	3,73	3,59
240~270	3,88	3,56	4	3,92	3,6	3,89
270~300	3,31	2,96	3,2	3,33	3,43	3,46
300~305	0,72	0,15	0,13	0	0	0,34

7.3 Bijlage 3 deelvraag 3

Tabel 15 uitkomsten ANOVA analyses effecten en pensverzuring

	Significant verschil	Aantal metingen	P waarde
Pensverzuring en lactatie	Ja	928437	<2e-16
Pensverzuring en dag in lactatie	Ja	928437	6,41e-16
Pensverzuring en bedrijf-jaar	Ja	928437	<2e-16
Pensverzuring en maand-jaar	Ja	928423	0.0171
Pensverzuring en leeftijd 1 ^e kalving vaarzen	Ja	320972	0.0171



Figuur 16 spreiding fokwaarde pensverzuring

Tabel 16 genetische variantie, permanente milieu variantie, error variantie, genotypische variantie, fenotypische variantie, erfelijkheidsgraad en standaard error

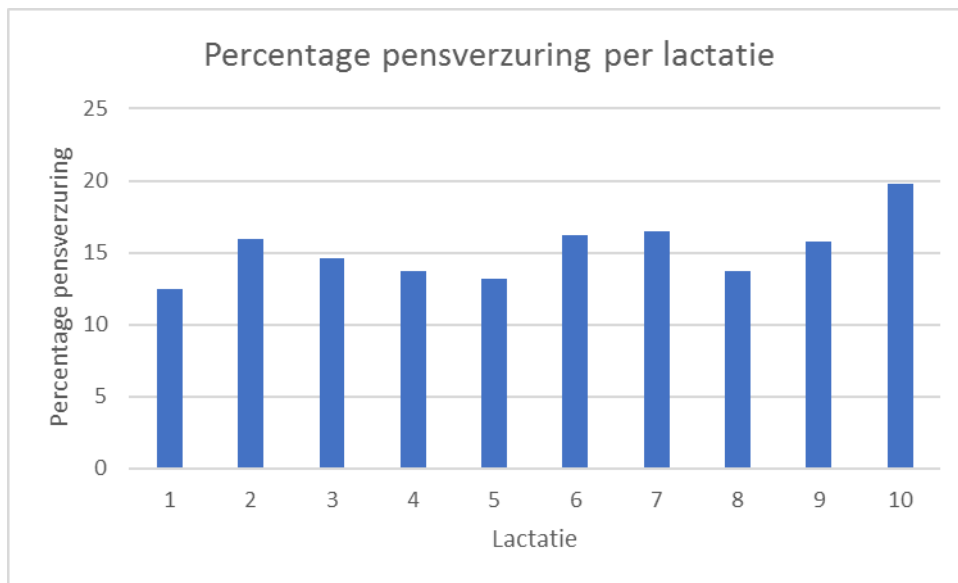
Lactatie MPR Binair	Additieve genetische variantie ± SE	Permanent e milieu variantie ± SE	Error variantie ± SE	Genetische variantie ± SE	Fenotypische variantie ± SE	Erfelijkheid sgraad ± SE
Lactatie 1	0,607024 0,3417	0,715294 14,35	3,2899 1	0,24281 0,043145	4,0659 0,036048	0,0597 0,0105
Lactatie 2	0,0525690 0,3038	0,735036 17,36	3,2899 1	0,21028 0,036351	4,0775 0,031515	0,0516 0,0088
Lactatie 3+	0,0485836 0,2944	0,649080 18,12	3,2899 1	0,19433 0,032049	3,9875 0,023755	0,0487 0,008
Lactatie 1 t/m 10	0,0470177 0,4151	0,627420 29,38	3,2899 1	0,18807 0,021295	3,9643 0,013913	0,0474 0,0053

Lactatie Agrifirm Binair	Additieve genetische variantie ± SE	Permanent e milieu variantie ± SE	Error variantie ± SE	Genetische variantie ± SE	Fenotypische variantie ± SE	Erfelijkheid sgraad ± SE
Lactatie 1	0,176088 0,78	0,82369 6,886	3,2899 1	0,70435 0,15890	4,2896 0,099348	0,1642 0,0364
Lactatie 2	0,308271 0,6134	0,723217 1,9816	3,2899 1	1,2331 0,61921	4,3214 0,25522	0,2853 0,1401
Lactatie 3+	0,235817 0,705	0,602224 2,21	3,2899 1	0,94237 0,31511	4,1279 0,16399	0,2285 0,0747
Lactatie 1 t/m 10	0,1830 0,0467	0,5525 0,1163	3,2899 1	0,7322 0,1866	0,5525 0,1163	0,1819 0,0455

Lactatie MPR Lineair	Additieve genetische variantie ± SE	Permanent e milieu variantie ± SE	Error variantie ± SE	Genetische variantie ± SE	Fenotypische variantie ± SE	Erfelijkheid sgraad ± SE
Lactatie 1	0,00009489 0,0005607	0,00510618 0,2407	3,2899 1	0,00037955 0,00006423	0,037623 0,00010024	0,0101 0,0017
Lactatie 2	0,0001728 0,001	0,009267 0,4257	3,2899 1	0,00069122 0,00011878	0,060755 0,00018727	0,0114 0,0020
Lactatie 3+	0,000116 0,0007	0,00338 0,142	3,2899 1	0,00046414 0,00007649	0,04985 0,00012458	0,0093 0,0015
Lactatie 1 t/m 10	0,000121 0,0018	0,003151 0,226	3,2899 1	0,0004849 0,00005384	0,04874 0,0000757	0,0099 0,0011

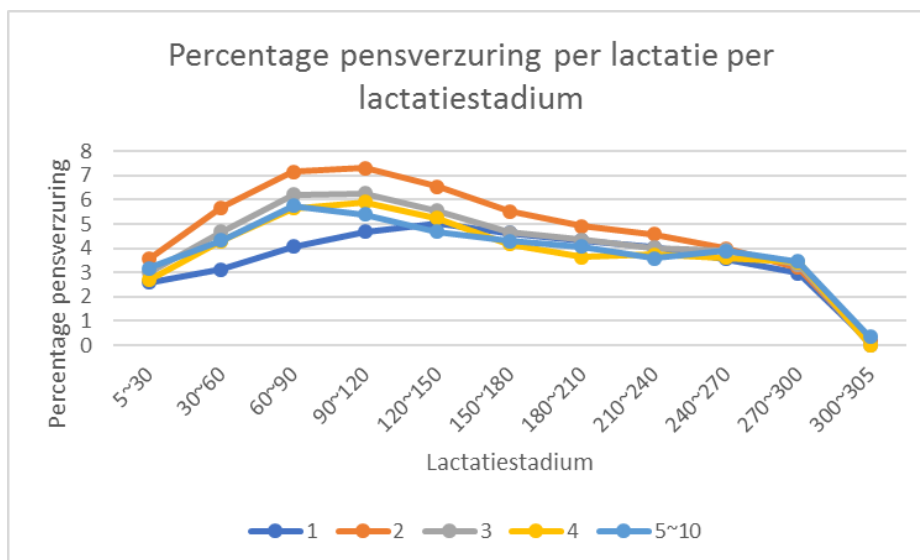
Lactatie Agrifirm Lineair	Additieve genetische variantie ± SE	Permanent e milieu variantie ± SE	Error variantie ± SE	Genetische variantie ± SE	Fenotypische variantie ± SE	Erfelijkheid sgraad ± SE
Lactatie 1	0,00000016 0,00000021	0,0000652 0,001488	3,2899 1	0,00000064 0,0000005	0,000989 0,0000026	0,0007 0,0005
Lactatie 2	0,00000047 0,00000082	0,000186 0,007	3,2899 1	0,00000189 0,00000108	0,00146 0,00000447	0,0013 0,0007
Lactatie 3+	0,00000115 0,00000363	0,0000502 0,000856	3,2899 1	0,00000459 0,00000145	0,00215 0,0000053	0,0021 0,0007
Lactatie 1 t/m 10	0,00000058 0,00000254	0,00003 0,000798	3,2899 1	0,00000233 0,00000054	0,00157 0,00000237	0,0015 0,0003

Percentage pensverzuring per lactatie



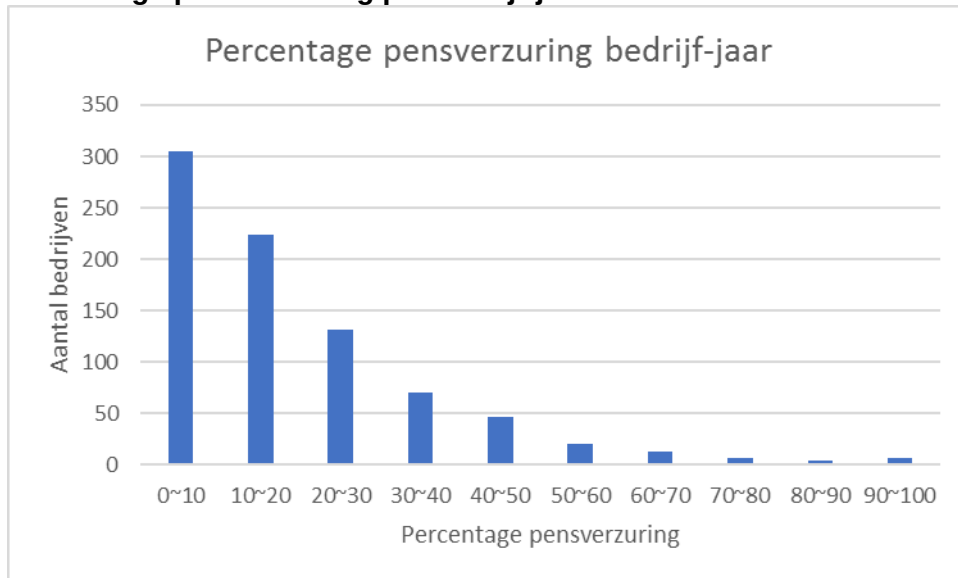
Figuur 17 percentage pensverzuring per lactatie

Percentage pensverzuring per lactatiestadium



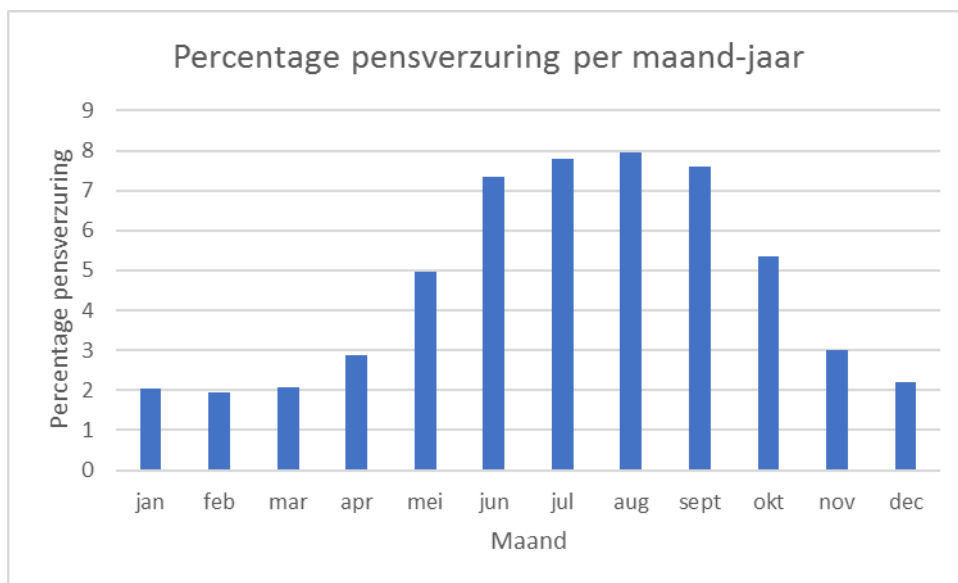
Figuur 18 percentage pensverzuring per lactatieniveau

Percentage pensverzuring per bedrijf-jaar



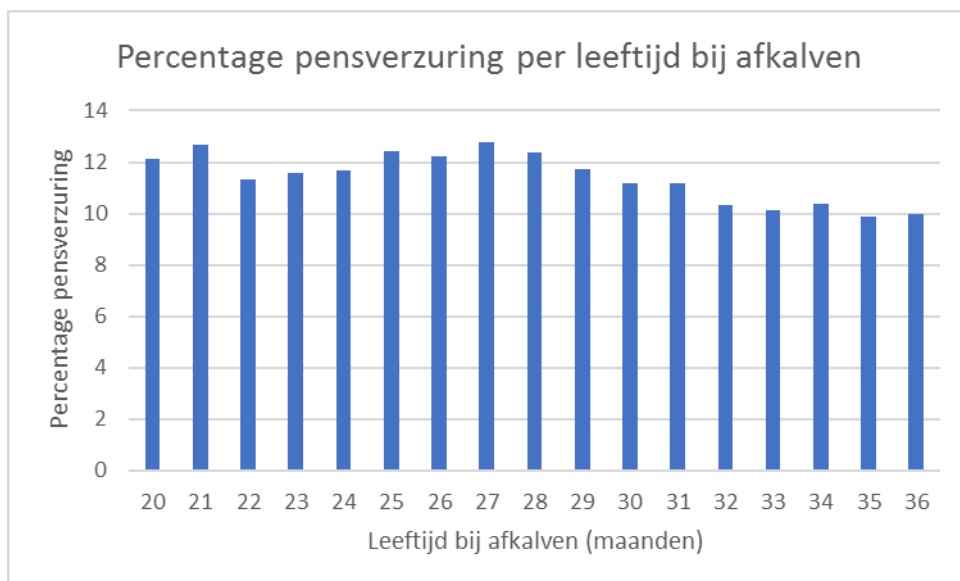
Figuur 19 spreiding percentages pensverzuring bedrijven

Percentage pensverzuring per maand-jaar



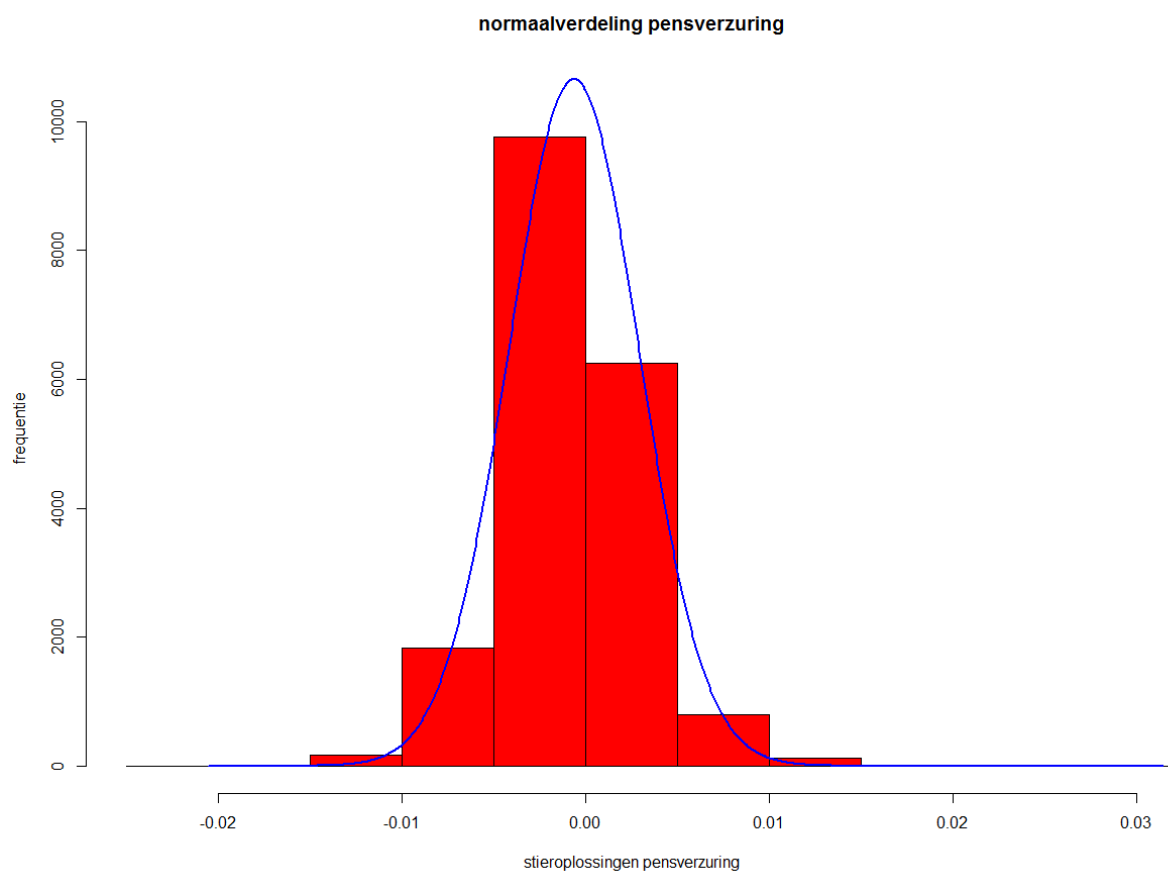
Figuur 20 percentage pensverzuring per maand

Percentage pensverzuring per leeftijd bij 1^e kalving vaarzen



Figuur 21 percentage pensverzuring per afkalfleefijd vaarzen

7.4 Bijlage 4 deelvraag 4



Figuur 22 normaalverdeling fokwaarde pensverzuring

Significantie niveau correlaties

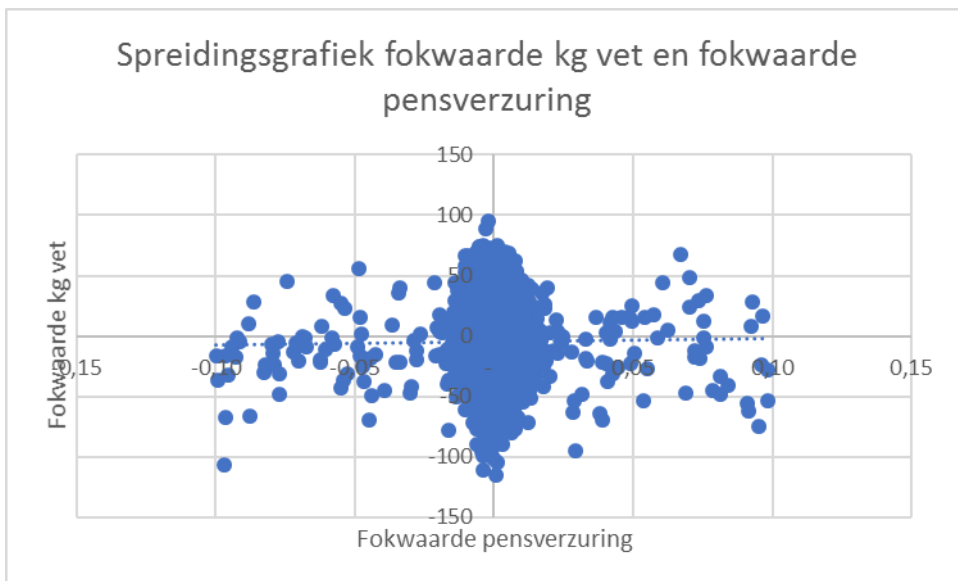
Tabel 17 significantie niveau Pearson correlatie

fokwaarde per kenmerk	Pearson correlatie	T waarde	Aantal metingen	P waarde
Kg melk	-0,24	-22,82	8765	2,20E-16
Kg vet	-0,0003	0,035	8765	0,9717
Kg eiwit	-0,14	-12,87	8765	2,20E-16
Kg lactose	-0,25	-24,45	8765	2,20E-16
Vet percentage	0,26	24,677	8765	2,20E-16
Eiwit percentage	0,22	21,212	8765	2,20E-16
Lactose percentage	-0,1169	-11,019	8765	2,20E-16
ketose	0,038	3,3017	7728	0,00108
klauwgezondheid	0,086	7,4145	7294	6,93E-08
Vruchtbaarheidsindex	0,1054	10,033	8952	2,20E-16
Tussenkalftijd	0,098	9,3175	8952	2,20E-16
Interval 1 ^e ins	0,097	9,96	8952	2,20E-16
Uiergezondheidsindex	-0,0066	-0,6222	8740	0,5338
Subklinische mastitis	-0,034	-3,19	8740	0,0014
Klinische mastitis	0,016	1,5054	8740	0,1323
Celgetal	-0,02	-1,69	8740	0,09

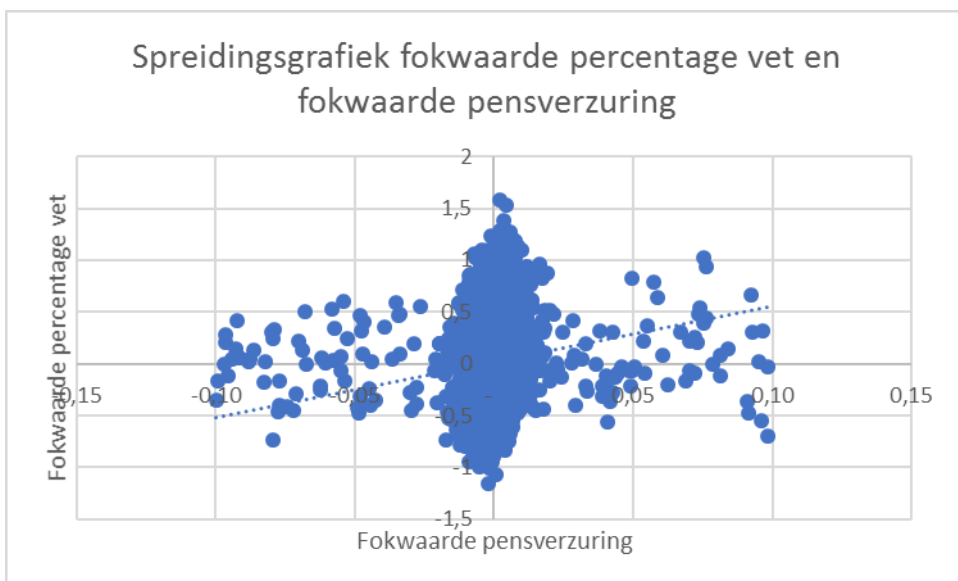
Tabel 18 gemiddelde, minimum, maximum, standaard deviatie en standard error per fokwaarde met de daarbij behorende betrouwbaarheid

fokwaarden	Gemiddelde	Min.	Max.	Standaard deviatie	Standaard error
pensverzuring	-0,0012	-0,02	0,03	0,0044	0,000046
btbh pensverzuring	0,8	0,75	0,99	0,032	0,00034
kg melk	-971,7	-31050	28550	7474,73	79,8
btbh kg melk	0,93	0,38	0,99	0,0712	0,00077
kg vet	-50,35	-1150	950	263,5	2,81
btbh kg vet	0,93	0,38	0,99	0,073	0,0007
kg eiwit	-64,7	-970	740	223,1	2,38
btbh kg eiwit	0,916	0,38	0,99	0,081	0,0009
kg lactose	-43,45	-1450	1330	352,8	3,77
btbh kg lactose	0,92	0,35	0,99	0,086	0,0009
percentage vet	0,82	-116	158	34,9	0,37
btbh percentage vet	0,92	0,38	0,99	0,073	0,0007
percentage eiwit	-2,8	-67	62	16,2	0,17
btbh percentage eiwit	0,916	0,38	0,99	0,082	0,0009
percentage lactose	0,06	-52	52	8,28	0,089
btbh percentage lactose	0,92	0,35	0,99	0,086	0,0009
klauwgezondheid	9852,7	11400	8000	451,8	5,29
btbh klauwgezondheid	0,65	0,31	0,99	0,13	0,0015
ketose	0,9966	0,83	1,15	0,042	0,00049
btbh ketose	0,75	0,31	0,99	0,16	0,0017
vbh index	9900,93	7600	11400	455,33	4,81
btbh vbh index	0,82	0,31	0,99	0,14	0,0014
TKT	9880	7700	11400	461,15	4,87
btbh TKT	0,84	0,32	0,99	0,13	0,0014
interval inseminatie	9929,4	7700	11300	437,4	4,62
btbh interval inseminatie	0,80	0,31	0,99	0,15	0,0015
ugh index	9989,03	7700	11500	475,3	5,08
btbh ugh index	0,84	0,36	0,99	0,11	0,0012
subklinische mastitis	9996,86	7800	11700	448,6	4,8
btbh subklinische mastitis	0,85	0,36	0,99	0,12	0,001
klinische mastitis	9985,4	7600	11200	441,19	4,72
btbh klinische mastitis	0,82	0,34	0,99	0,12	0,0012
celgetal	9976,3	7900	11700	446,5	4,78
btbh celgetal	0,9	0,41	0,99	0,09	0,00097

Figuren hoge en laag gecorreleerde kenmerken



Figuur 23 spreiding fokwaarden kg vet en pensverzuring



Figuur 24 spreiding fokwaarden percentage vet en pensverzuring

7.5 Bijlage 5 deelvraag 5

Tabel 19 gegevens per ras

Ras	Aantal dieren in dataset	Aantal waarnemingen in dataset
HF	186.864	910.589
Blaarkop	481	2702
Brownswiss	44	219
FH	194	744
Jersey	12	220
MRY	1438	7238
Fleckvieh	341	1462
Montbeliarde	579	3064

Tabel 20 significantie (P waarden) tussen de rassen volgens de MPR definitie

	Brownswiss	Blaarkop	FH	Fleckvieh	Jersey	Montbeliarde	MRY	HF
Brownswiss	1	0,89	0,35	0,05	0,15	0,03	0,21	0,61
Blaarkop	0,89	1	0,14	0,0001	0,015	2,00E-05	0,004	0,4
FH	0,35	0,14	1	0,26	0,59	0,12	0,85	0,05
Fleckvieh	0,05	0,0001	0,26	1	0,51	0,26	0,01	7,4E-08
Jersey	0,15	0,015	0,58	0,51	1	0,21	0,53	0,003
Montbeliarde	0,03	2,00E-05	0,12	0,26	0,21	1	0,0005	4,7E-09
MRY	0,21	0,004	0,85	0,01	0,53	0,0005	1	9,7E-07
HF	0,61	0,4	0,05	7,4E-08	0,003	4,7E-09	9,7E-07	1

Tabel 21 significantie tussen de verschillende definities

	MPR en Agrifirm	MPR en MPR waarbij rekening gehouden met fokwaarden van vet en eiwit
Brownswiss	0,08	0,32
Blaarkop	2,28E-06	0,3
FH	0,03	0,1
Fleckvieh	2,82E-05	0,12
Jersey	0,04	0,005
Montbeliarde	0,00016	0,07
MRY	2,08E-08	0,94
HF	1,1E-09	0,91

7.6 Bijlage 6 toestemmingsformulier digitale kennisbank afstudeerwerkstuk

Toestemming:

Ik: Bas de Groot

☒ geef toestemming voor opname van mijn afstudeerwerkstuk in repository

☐ geef geen toestemming voor opname in repository. In dit geval wordt alleen intern gearchiveerd voor accreditatie doeleinden

Datum 1-4-2018

Opleiding Dier en veehouderij, Aeres Hogeschool te Dronten

Major Agrarisch ondernemerschap

B de Groot