

## *Feed First koeverkeer*

*- Invloed op de dagelijkse tijdsbesteding van melkkoeien -*



Onderzoeksstage Diergeneeskunde Curriculum 2001

Drs. M.M. ten Have  
3155129

Begeleiders: Bertjan Westerlaan (Vetvice), Frank van Eerdenburg (Universiteit Utrecht)  
April 2011

## Samenvatting

In dit onderzoek is er gekeken naar mogelijke verschillen in de dagelijkse tijdsbesteding tussen koeien op Feed First bedrijven en koeien op vrij koeverkeer bedrijven. Op Feed First bedrijven hadden koeien alleen via een selectiehek (Smartgate) toegang tot het liggedeelte. Er zijn tien robotbedrijven in het onderzoek meegenomen, waarvan vijf vrij koeverkeer bedrijven en vijf Feed First bedrijven. Op elk bedrijf werden er twaalf koeien gedurende tien uur geobserveerd in hun dagelijkse tijdsbesteding. Om de tien minuten werd de locatie en gedraging per koe genoteerd. Daarnaast is er op Feed First bedrijven onderzocht of er mogelijke kenmerken zijn, die koeien met een hoog respectievelijk laag aantal Smartgate (SG) passages bezaten. Daarvoor werden er per bedrijf vijf laagfrequente en vijf hoogfrequente koeien op gezondheids-, productie- en koekenmerken gescoord.

Er werden meerdere significante verschillen gevonden met betrekking tot de gedragingen van de koeien:

- De koeien op Feed First bedrijven waren minder actief, omdat ze minder vaak van ruimte wisselden. De vaarzen wisselden vaker van ruimte dan de oudere koeien, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven.
- De koeien aten en lagen minder vaak op Feed First bedrijven dan op vrij koeverkeer bedrijven.
- Vaarzen aten vaker en korter dan de oudere koeien, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven.
- Verse koeien liggen en staan het vaakst in de ligboxen, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven.
- De gemiddelde aaneengesloten duur van een stapperiode tussen de ligboxen lag op Feed First bedrijven hoger.
- De gemiddelde aaneengesloten duur van een periode niksen achter het voerhek lag op Feed First bedrijven hoger.
- De totale tijd van het niksen achter het voerhek lag hoger op Feed First bedrijven dan op vrij koeverkeer bedrijven.
- De middelste lactatiegroep (50-150 dgn) stond het vaakst in de wachtruimte/voor de robot en de oudmelkte koeien het minst vaak, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven.

Daarnaast werden er nog enkele trends gezien in de gedragingen van de koeien. Naarmate het lactatiestadium vorderde, nam bij de vaarzen de aaneengesloten duur van een verblijfsperiode tussen en in de ligboxen (ruimte B) toe, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven. Naarmate het lactatiestadium vorderde, nam de aaneengesloten duur van een ligperiode toe, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven. De aaneengesloten duur van een periode niksen achter het voerhek lag bij oudere koeien hoger, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven. De aaneengesloten duur van een periode in de wachtruimte lag hoger op Feed First bedrijven. Vaarzen stonden vaker in de wachtruimte/voor de robot, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven. De middelste lactatiegroep (50-150 dgn) stond het minst vaak tussen de ligboxen, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven. De totale statijd in de ligboxen lag op Feed First bedrijven lager dan op vrij koeverkeer bedrijven. De vaarzen stonden in totaal langer in de wachtruimte/voor de robot en in totaal korter achter het voerhek (ruimte A) dan de oudere koeien, zowel op Feed First als op vrij koeverkeer bedrijven.

De koeien met een hoogfrequent aantal passages door de SG werden gekenmerkt door een aantal eigenschappen. Vaarzen waren vaker hoogfrequent dan de oudere koeien. Daarnaast worden de hoogfrequente koeien gekenmerkt door een hogere conditie. Doordat koeien 'beter in hun vel zitten', zijn ze actiever en passeren vaker de SG. Het zou ook zo kunnen zijn, dat doordat de koeien vaak de SG passeren, een hogere conditie krijgen.

Naarmate het lactatiestadium vorderde, waren koeien minder vaak hoogfrequent. Hiervoor geldt dat er een stabiele, algemene trend is met betrekking tot de frequentie van de SG passages.

## Summary

In this research the possible differences of how cows spend their daytime has been analysed. In particular there has been looked at two different types of farms: Feed First cow traffic farms and free cow traffic farms. Feed First cow traffic farms make use of a system where cows are forced to move according to certain fixed procedures in the cowshed. At Feed First farms the cows can only access the lying area through a selection gate (Smartgate) and they can only access the feeding area through one-way gates.

In the research ten farms with robotic milking machines are included. Five of these are free cow traffic farms and five farms make use of the Feed First system. At every farm twelve cows have been observed for ten hours during the day. The cows are classified in parity and DIM. Every ten minutes the location and behaviour of every cow has been logged. The statistical analyses are conducted 1. on the total period, 2. on the average contiguous period, and 3. the number of periods of the changes in behaviour.

In addition, at the Feed First farms there has been studied whether there could be possible features identified of the cows that had a high or low number of Smartgate (SG) passages. Therefore, at every farm five low frequency and five high frequency cows have been analysed on health, productivity and cow features.

A number of significant differences regarding the behaviour of the cows have been found:

- The cows at Feed First farms were less active due to less moving between the different places in the cowshed. The heifers moved around more often than the older cows did, regardless of the type of cow traffic.
- The cows ate less and were lying down less at Feed First farms than at the free cow traffic farms.
- Heifers ate more often and shorter than the older cows, regardless of the type of cow traffic.
- Fresh cows lied down and stood most often in the cubicles, regardless of the type of cow traffic.
- At the Feed First farms the average contiguous period of walking around between the cubicles was higher.
- The average contiguous period of doing nothing behind the feeding fence was higher at Feed First farms.
- The total period of doing nothing behind the feeding fence was higher at Feed First farms than at free cow traffic farms.
- The middel lactation group (50-150 days) stood the most often in the waiting area/in front of the robotic milking machine and the oldest cows the least often, regardless of the type of cow traffic.

In addition a number of trends were observed in the behaviour of the cows. When the lactation stage approached, the contiguous time the heifers spend between and in the cubicles (room B) increased, regardless of the type of cow traffic. As the lactation stage advanced, the contiguous period of cows lying down increased, regardless of the type of cow traffic. The contiguous period of doing nothing behind the feeding fence was higher among older cows, regardless of the type of cow traffic. The contiguous period the cows spend in the waiting area was higher at Feed First farms. Heifers were more often standing in the waiting area/in front of the robotic milking machine, regardless of the type of cow traffic. The middle lactation group (50-150 days) were standing the least often between the cubicles, regardless of the type of cow traffic. At Feed First farms the total standing time in de cubicles was less

than on the free cow traffic farms. The heifers were standing in total longer in the waiting area/in front of the robotic milking machine, and they were standing in total shorter behind the feeding fence (room A) than the older cows, regardless of the type of cow traffic.

The cows with a high frequency number of passages through the SG have been identified by a number of characteristics. Heifers had more often a high frequency than the older cows. In addition the high frequency cows had a higher condition. When cows are more happily, they become more active and pass more often the SG. This could be explained by having a higher condition. Another explanation can be that when cows pass the SG frequently, they get a higher condition.

As the lactation stage advanced, the cows were less often high frequent. There is a stable, general trend regarding the frequency of the SG passages.

## *Inhoudsopgave*

<i>Samenvatting</i> .....	2
<i>Summary</i> .....	4
<i>Inhoudsopgave</i> .....	6
<i>Inleiding</i> .....	7
Feed First.....	7
Ontwikkeling van het Feed First systeem .....	8
Probleemstelling.....	9
Literatuuronderzoek .....	9
<i>Eetpatroon</i> .....	9
Aantal maaltijden .....	9
Maaltijdduur en totale duur van het eten.....	10
<i>Bewegingspatroon</i> .....	10
Staan in de ligboxen .....	10
<i>Gedragsbelemmering</i> .....	12
<i>Rangorde</i> .....	12
<i>Algemeen</i> .....	12
<i>Kenmerken hoog- en laagfrequente koeien</i> .....	14
<i>Materiaal en Methoden</i> .....	15
Selectie criteria.....	15
Metingen.....	15
Statische analyses.....	16
Totstandkoming variabelen .....	17
<i>De gemiddelde aaneengesloten duur van een gedraging</i> .....	17
<i>Aantal periodes van een gedraging</i> .....	17
<i>Totale duur van een gedraging</i> .....	18
<i>Resultaten</i> .....	19
Gemiddelde aaneengesloten duur van een gedraging .....	19
Aantal periodes van een gedraging .....	31
Totale duur van een gedraging .....	42
<i>Hoog- en laagfrequente koeien</i> .....	50
<i>Discussie</i> .....	51
<i>Conclusie</i> .....	54
<i>Dankwoord</i> .....	55
<i>Literatuurlijst</i> .....	56

## *Inleiding*

Wanneer een veehouder kiest voor een automatisch melksysteem, kan er ook een keuze gemaakt worden in het soort koeverkeer. Bij het robotmelken bestaan twee vormen van koeverkeer, namelijk vrij en gedwongen koeverkeer. Gedwongen koeverkeer wordt ook wel gestuurd koeverkeer genoemd. Feed First is daar een variant van. Gedwongen koeverkeer wordt toegepast bij een veehouder die zijn koeien wil sturen in hun dagelijkse ritme. De veehouder zou op deze manier meer invloed hebben op de prestaties van zijn koeien. Op vrij koeverkeer bedrijven is er minder sturing in het dagelijkse ritme van de koeien.

### ***Feed First***

Feed First is een koeverkeerconcept ontwikkeld door DeLaval. Bij het Feed First systeem worden de koeien gestuurd door middel van een Smartgate (SG) en eenrichtingshekken. De SG is gesitueerd tussen het voer- en liggedeelte. Deze bevindt zich naast de melkrobot. De ingang van de SG zit aan de kant van het voergedeelte. Wanneer een koe de SG passeert, kan de SG de koe twee verschillende richtingen opsturen. Afhankelijk van de melkpermissie wordt de koe naar de melkrobot of naar het liggedeelte gestuurd. De melkpermissie wordt bepaald door het controleren van de melkintervallen. Om de twee à drie uur wordt de melkpermissie gecontroleerd. De koeien hebben wel ongelimiteerde toegang tot het voergedeelte vanuit het liggedeelte door middel van eenrichtingshekken. In figuur 1 staat een schematische weergave van het Feed First systeem. Links bovenin bevindt zich de technische ruimte en links onderin bevindt zich de separatuurruimte. En daar tussenin zit de melkrobot. De SG is geplaatst naast de melkrobot aan de rechterkant. De onderste pijl duidt de ingang aan van de SG en de twee bovenste pijlen duiden de uitgang aan. De linker pijl wijst naar de wachtruimte voor de robot en de rechterpijl wijst naar het liggedeelte.

Daarnaast zijn er de volgende koeverkeerconcepten: vrij koeverkeer, vrij koeverkeer met wachtruimte en vrij koeverkeer met split entry, zoals door Vetvice is ontwikkeld.

Vrij koeverkeer is een koeverkeerconcept waarbij er geen hekken worden gebruikt. De koeien hebben vrije toegang tot alle delen van de stal en de robot, indien ze er naar toe willen.

Vrij koeverkeer met wachtruimte is een koeverkeerconcept, waarbij er een wachtruimte voor de melkrobot zit. Op deze manier kan een veehouder enkele koeien in de wachtruimte drijven, zodat deze vanzelf worden gemolken. Het gaat dan vaak om zieke, kreupele koeien of koeien die niet uit zichzelf komen.

Vrij koeverkeer met split entry is vergelijkbaar met vrij koeverkeer met wachtruimte, alleen nu kunnen koeien uit de stal ook de melkrobot bezoeken. Deze koeien hoeven niet te wachten, totdat de koeien in de wachtruimte eerst zijn gemolken. De melkrobot kan via twee ingangen worden bezocht.

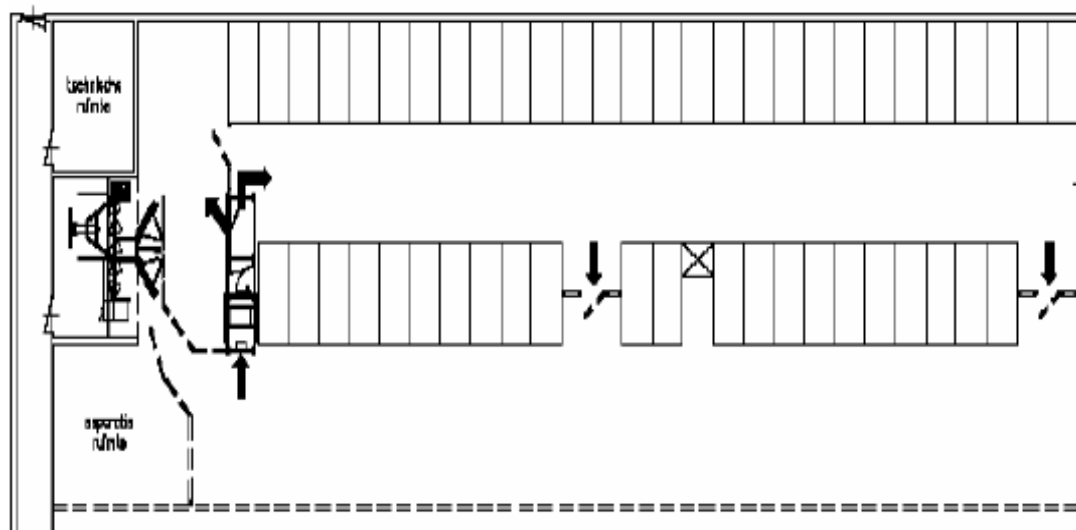


Fig. 1. Schematische weergave van het Feed First systeem in een 0 + 2 stal. (bron: DeLaval)

### ***Ontwikkeling van het Feed First systeem***

Vrij koeverkeer is veruit het meest toegepaste koeverkeerconcept. Op dit moment wordt 5 tot 10% van de DeLaval melkrobots verkocht met een Feed First systeem. Het Feed First systeem is ontwikkeld om de hierna volgende redenen zo goed mogelijk na te streven: regelmatigere melkintervallen, benutten van de maximale capaciteit van de melkrobot en een lagere arbeidsbehoefte.

Doordat de koeien via de SG naar het liggedeelte moeten gaan, bestaat er een grotere kans om gemolken te worden dan op vrij koeverkeer bedrijven, doordat ze gesepareerd kunnen worden naar de melkrobot. Hierdoor kunnen koeien regelmatig worden gemolken. Het overgrote deel van de koeien wordt tussen de zeven en twaalf uur gemolken (de Haan, 2007).

Gygax et al., (2007) vergeleken de melkintervallen op bedrijven met vrij koeverkeer en met gedwongen koeverkeer. Op gedwongen koeverkeer bedrijven werden er minder koeien onder de zes uur gemolken en lag het percentage melkintervallen tussen de zes en twaalf uur hoger dan op vrij koeverkeer bedrijven. Hoewel de verschillen niet groot genoeg waren om van een significantie te mogen spreken. De definitie van gedwongen koeverkeer staat op de volgende pagina.

Onregelmatige melkintervallen schaden de melkproductie van koeien, voornamelijk bij koeien met meerdere pariteiten. Wanneer het wekelijkse CV (standaarddeviatie gedeeld door het gemiddelde melkinterval van een week) van de melkintervallen boven de 27% lag, werd de melkproductie negatief beïnvloedt. (Bach and Busto, 2005)

De grotere kans om gemolken te worden, draagt ook bij aan het verminderen van de attentiekoeien. Kreupele koeien die na het eten op vrij koeverkeer bedrijven gauw weer in een ligbox gaan liggen, worden op Feed First bedrijven door de SG eerst naar de melkrobot gestuurd. In Nederland is er een onderzoek gedaan naar vrij koeverkeer en eenrichtingsverkeer bedrijven (Jagtenberg en van Lent, 1995). Daaruit bleek dat bij eenrichtingsverkeer bedrijven minder koeien te hoeven worden opgehaald.

Door de controle op de melkpermissie ontstaan er geen weigeringen, omdat de koeien niet de melkrobot kunnen bereiken, indien ze geen melkpermissie hebben. Dit zou verhogend kunnen werken op de capaciteit van de melkrobot, omdat er geen koeien onnodig de melkrobot bezoeken.



De stal moet zich wel lenen voor de toepassing van het Feed First systeem, omdat de ligboxeningang niet achter het voergedeelte mag zitten. Dan kun je geen scheiding maken tussen het voer- en liggedeelte. Bij nieuwbouw stallen zal dat geen probleem opleveren. Bij verbouw stallen zal eerst daar naar gekeken moeten worden, alvorens een keuze voor het Feed First systeem te overwegen.

### ***Probleemstelling***

Voor de veehouder wordt verondersteld dat het Feed First systeem een aantal voordelen biedt, zoals het verlagen van de arbeidsbehoefte en het verhogen van de capaciteit van de melkrobot. Wat voor een mogelijke invloed het Feed First systeem op de koeien heeft, is niet bekend. Het onderzoek is opgezet om te onderzoeken of het Feed First systeem invloed heeft op de dagelijkse tijdsbesteding van de koeien met betrekking tot het eet- en bewegingspatroon. Daarin wordt de gemiddelde aaneengesloten duur, de totale duur en het aantal periodes van een gedraging bekeken. De koeien zijn ingedeeld naar lactatienummer en lactatiestadium. Om te vergelijken is er gekozen voor vrij koeverkeer bedrijven zonder permanente wachtruimte, omdat koeien daar minder blokkades hoeven te nemen.

Daarnaast wordt er binnen de Feed First bedrijven gekeken naar de laag- en hoogfrequente bezoeksters van de SG om te zien of er individuele verschillen zijn in koe-, gezondheids- en productiekenmerken. Er zijn mogelijk eigenschappen die laag- of hoogfrequente koeien kenmerken, die wat kunnen zeggen over de aanpassing aan het Feed First systeem.

Tot dusver is er nog weinig tot geen informatie beschikbaar over de mogelijke gevolgen van het Feed First systeem op de dagelijkse tijdsbesteding van de koeien. Wel zijn er veel verschillende studies uitgevoerd op andere koeverkeerconcepten. Van vrij, tot semivrij/semigedwongen en gedwongen koeverkeer. Gedwongen koeverkeer is voor een deel te vergelijken met het Feed First systeem. Bij gedwongen koeverkeer hebben de koeien ongelimiteerde toegang naar het liggedeelte vanuit het voergedeelte door middel van eenrichtingshekken. Bij het Feed First systeem is deze richting tegenovergesteld. Bij gedwongen koeverkeer wordt de toegang naar het voergedeelte via de robot en/of via selectiehekken toegestaan.

Semigedwongen koeverkeer is voor een groot deel hetzelfde als gedwongen koeverkeer. Bij semigedwongen koeverkeer hebben de koeien naast de ongelimiteerde toegang tot het liggedeelte door middel van eenrichtingshekken, in een klein deel van de stal ook ongelimiteerde toegang tot het voergedeelte. In dit deel van de stal kunnen de koeien heen en weer lopen van het voer- naar het liggedeelte en andersom.

### ***Literatuuronderzoek***

#### *Eetpatroon*

##### Aantal maaltijden

Gedwongen koeverkeer resulteerde in een afname van het aantal maaltijden (Bach et al., 2009; Wiktorsson and Sorensen, 2004). Andere onderzoekers (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998; Melin et al., 2007) vonden echter geen verschil in het aantal maaltijden op vrij en gedwongen koeverkeer bedrijven. Een reden voor het verschil in het aantal maaltijden zou kunnen zijn, dat bij gedwongen koeverkeer de koeien eerst de robot moeten passeren om bij de voerplaats te komen. De koeien op vrij koeverkeer bedrijven kunnen wanneer ze zelf willen, naar de voerplaats gaan.

Een vermindering in het aantal maaltijden zou een verminderde voeropname kunnen betekenen voor de koeien. Dat zou de melkproductie en de diergezondheid niet ten goede komen. Het Feed First systeem zou mogelijk voor een vermindering in het aantal maaltijden kunnen zorgen, omdat het een vorm is van gedwongen koeverkeer

#### Maaltijdduur en totale duur van het eten

Een afname in het aantal maaltijden hoeft echter geen vermindering van de totale tijd, die wordt besteed aan het eten, te betekenen. Een langere maaltijdduur zou het effect van de verminderde maaltijden op de voeropname kunnen compenseren, waardoor er een gelijke hoeveelheid droge stof opname blijft (Bach et al., 2009). In een aantal onderzoeken werd gevonden dat de totale duur van het eten afnam op gedwongen koeverkeer bedrijven (Hermans et al., 2003; Ketelaar-de Lauwere et al., 1998; Melin et al., 2007). Bach et al., (2009) vonden echter geen verschil in de totale duur van het eten op vrij en gedwongen koeverkeer bedrijven. Een reden voor dit verschil in bevindingen zou kunnen zijn, dat er gebruik werd gemaakt van verschillende koeverkeerconcepten en verschillende periodelengtes van adaptatie aan het koeverkeerconcept. De vaarzen in het onderzoek van Bach et al., (2009) spendeerden relatief gezien meer tijd aan het eten per keer dan oudere koeien. Door het feit dat vaarzen langzamer aten dan oudere koeien, was er een minder groot verschil in droge stof opname, dan op grond van de maaltijdduur verwacht werd.

Het blijft de vraag of dit wenselijk is voor de koeien en indirect voor de melkproductie en diergezondheid. Dit is echter nog nooit onderzocht. Een afname in het aantal maaltijden, gecompenseerd door langere en grotere maaltijden zou weleens kunnen leiden tot pensverstoringen, zoals rumen acidosis (Bach, et al., 2009). Het eten en herkauwen zorgen beide voor buffering van de pens (Cassida and Stokes, 1986). Een vermindering hiervan zorgt voor een pensverzuring (Mertens, 1997). Pensverzuring heeft een negatieve invloed op de diergezondheid en indirect op de melkproductie. Het zorgt onder andere voor een verlaging van het vetgehalte in de melk.

De hierboven genoemde studies zijn uitgevoerd op verschillende koeverkeerconcepten, maar geen van allen op het Feed First systeem. Deze studie is opgezet om te onderzoeken of er verschillen zijn in het eetpatroon van koeien op Feed First bedrijven ten opzichte van koeien op vrij koeverkeer bedrijven. De verwachting is dat koeien op Feed First bedrijven minder vaak naar het voerhek komen, maar langer eten en dat de totale duur van het eten en de droge stof opname hetzelfde blijven als op vrij koeverkeer bedrijven.

#### *Bewegingspatroon*

##### Staan in de ligboxen

In een semigedwongen setting stonden de koeien minder in de ligboxen dan in een gedwongen setting (9,0% vs. 11,8 +/- 0,30%) (Hermans et al., (2003). Daarin was onderscheid te maken tussen hoogfrequente en laagfrequente koeien. Koeien met een hoogfrequent bezoek aan de melkrobot stonden minder vaak in de ligboxen, dan koeien met een laagfrequent bezoek aan de melkrobot op gedwongen koeverkeer bedrijven (7,4% vs. 12,9%). Laagfrequente koeien stonden minder vaak in de ligboxen op semigedwongen koeverkeer bedrijven dan op gedwongen koeverkeer bedrijven (9,7% vs. 12,9%), maar dat is nog altijd meer dan de hoogfrequente koeien in beide situaties. Er was geen verschil in de totale duur van het liggen (48,6% vs. 49,0% +/- 0,82%) of het staan op de vloer (25,0% vs. 24,1 +/- 0,65%) tussen de twee verschillende koeverkeerconcepten. Laagfrequente koeien stonden minder op de vloer dan hoogfrequente koeien op gedwongen koeverkeer bedrijven

(18,7% vs. 26,1%). In de semigedwongen situatie stonden de hoog- en laagfrequente groepen beide 23,4% van de dag op de vloer.

Wanneer koeien vaker in de ligboxen staan, is dat geen positief effect van gedwongen koeverkeer. Te lang staan in een ligbox is een teken van onbehagen (Albright, 1987). Je wilt namelijk dat een koe zo snel mogelijk gaat liggen, wanneer ze de ligbox betreedt, en niet nog een tijd in de ligbox gaat staan. Een koe produceert de meeste melk, wanneer ze zoveel mogelijk ligt. Er loopt namelijk 25% meer bloed door de uier, wanneer een koe ligt (Metcalf et al., 1992).

In het opzicht van het liggen en staan op de vloer hebben de koeien op een gedwongen koeverkeer bedrijf het niet slechter dan op een semigedwongen koeverkeer bedrijf. Het meer staan in de ligboxen op gedwongen koeverkeer bedrijven impliceert wel dat ze meer op hun gemak zijn op semigedwongen koeverkeer bedrijven. De koeien staan daar waarschijnlijk minder lang in de ligboxen, omdat ze in een deel van de stal vrije toegang hebben tot het voergeedeelte. Dit wordt ondersteund door het feit dat koeien op een semigedwongen bedrijf langer aten aan het voerhek.

Het gedeelte (voergeedeelte) waar de koeien heen en weer konden pendelen in de semigedwongen setting, werd meer gebruikt dan in de gedwongen setting (9,9% vs. 6,2 +/- 0,32%). In de semigedwongen setting bevonden de koeien zich minder in de liggedeeltes, die dicht bij de melkrobot waren, en minder in de wachtruimte ten opzichte van de gedwongen setting. Laagfrequente koeien bewogen zich dicht bij de robot in de semigedwongen setting dan in de gedwongen setting en ten opzichte van de hoogfrequente koeien. De hoogfrequente koeien bevonden zich meer achter in de stal in de semigedwongen setting dan in de gedwongen setting en ten opzichte van de laagfrequente koeien.

De koeien zullen het gedeelte, waar de koeien heen en weer konden lopen, vaker gebruiken, omdat ze daar vrije toegang tot het voergeedeelte hadden. Ook de waarneming dat koeien minder lagen in de liggedeeltes dicht bij de melkrobot in een semigedwongen setting, zou kunnen impliceren dat de koeien dicht bij de ingang van het voergeedeelte willen liggen. In de gedwongen koeverkeer setting zouden de koeien daarom het dichtst bij de robot gaan liggen, omdat die de toegang verleent tot het voergeedeelte. Het Feed First systeem voorkomt dit, doordat de koeien altijd toegang hebben tot het voergeedeelte. Dit zou een positief effect van het Feed First systeem kunnen zijn ten opzichte van andere gedwongen koeverkeerconcepten.

In het bovenstaande artikel worden verschillende koeverkeerconcepten beschreven wat betreft de bewegingspatronen van de koeien, maar niet op Feed First bedrijven. Er werden enkele verschillen gevonden tussen het staan en liggen en daar ging het voornamelijk om de totale duur. In dit onderzoek wordt, naast de totale duur, ook gekeken naar de aaneengesloten duur per keer en het aantal keer dat een koe staat of ligt op een dag. De verwachting is dat koeien op Feed First bedrijven evenveel staan en liggen, maar dat ze minder vaak van gedraging wisselen en daardoor een gedraging langer per keer uitoefenen. Deze verwachting komt tot stand, omdat koeien op Feed First bedrijven in hun gedrag gestuurd worden. Het Feed First systeem is niet exact hetzelfde als het gedwongen koeverkeer systeem (onbeperkte toegang tot de ligboxen i.p.v. onbeperkte toegang tot het voergeedeelte), maar het principe is wel hetzelfde. De koeien worden beïnvloedt in hun dagelijkse ritme.

### *Gedragsbelemmering*

Bij een selectief gedwongen koeverkeer konden de koeien via de robot naar het voergedeelte, maar ook via selectiepoorten tussen het lig- en voergedeelte. In feite de omgekeerde situatie van het Feed First systeem. Dit koeverkeerconcept kwam er als beste uit in een onderzoek van Harms (2001). Dit koeverkeerconcept was het meest wenselijk voor de koeien en voor de capaciteit van de melkrobot. Er kan echter ook een nadeel aan deze opzet kleven volgens Hermans et al., (2003). Het zou de koeien onzeker maken, omdat ze alleen op geprogrammeerde tijden toegang kregen tot het voergedeelte. Daarom hadden zij in hun experiment gekozen voor een semigedwongen setting. Zo konden de koeien altijd naar het voergedeelte toe en konden ze meer gesynchroniseerd gedrag vertonen. Daarnaast hoefden er minder koeien gehaald te worden (3,9 koeien per dag), werden de koeien vaker gemolken (2,6 keer per dag) en waren de melkintervallen regelmatig (2,6% > 16 uur) ten opzichte van de gedwongen setting.

De stress die bij koeien zou kunnen optreden wanneer ze alleen op geprogrammeerde tijden toegang krijgen tot het voergedeelte wordt bij Feed First ondervangen, doordat ze altijd toegang krijgen tot het voergedeelte door middel van de eenrichtingshekken.

### *Rangorde*

Er is invloed van gedwongen koeverkeer op de sociale rang tussen de koeien. Wanneer je de beperking verhoogt, van vrij, semigedwongen naar gedwongen koeverkeer, verhoog je het verschil tussen de ranglage en ranghoge dieren. Een beperking in het voer, leidt weliswaar tot een uitgesprokener dagelijks ritme, maar vergroot het verschil in rangorde. Tijdens het voeren hadden de vaarzen verminderde toegang tot de beperkte foeragegedeeltes. (Harms en Wendl, 2001) Daarnaast wordt het voergedeelte en de melkrobot door de ranglage dieren minder bezocht op de gewenste tijdstippen (Harms et al., 2005).

Een groter verschil in rangorde tussen de dieren is iets wat je niet wilt. Doordat er een meer uitgesprokener dagelijks ritme ontstaat van de koeien, verschuiven de ranglagere koeien meer naar achteren. De ranglagere koeien gaan zich meer op ongewenste tijdstippen gedragen. Op Feed First bedrijven beperk je de koeien in toegang, maar niet tot het voer. Daarom is het de vraag hoe dit op een Feed First bedrijf zijn uitwerking heeft en of het een groter verschil in rangorde teweeg brengt.

### *Algemeen*

Gedwongen koeverkeer garandeert een betere bezoeksfrequentie (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998), maar bij vrij koeverkeer kunnen de koeien beter koppelgedrag vertonen (Hurnik, 1992). Het vrije koeverkeer geeft de meeste vrijheid aan de koeien, maar de onregelmatigere melkintervallen onder de individuele koeien gaan het succes tegen. Het gedwongen koeverkeer resulteert vaker in een langere wachtrij voor de melkrobot en minder maaltijden. (Wiktorsson and Sorensen, 2004; Thune et al., 2002). Het gedwongen koeverkeer dat toegang biedt tot het basisrantsoen tussen de melkingen door, zonder door de melkrobot te gaan, resulteert in betere algemene welzijnsvoorwaarden (Wiktorsson and Sorensen, 2004).

Het Feed First systeem zou de voordelen kunnen hebben met betrekking tot de betere bezoeksfrequentie, regelmatigere melkintervallen en betere algemene welzijnsvoorwaarden, omdat de koeien tussen de melkingen door onbeperkt toegang hebben tot het voergedeelte. Als ze in de rij staan voor de robot hebben ze in ieder geval geen honger. De verminderde

vrijheid, langere wachtrij voor de melkrobot en het minder aantal maaltijden zouden het Feed First systeem nadeliger maken. Om een oordeel te kunnen vellen over het Feed First systeem moet gekeken worden naar de voordelen voor de boer, maar zeker ook voor de koe. In eerdere onderzoeken lag dat wat meer op de achtergrond. De verwachting is om aan de hand van dit onderzoek een duidelijker beeld te kunnen verkrijgen van de mogelijke voordelen van het Feed First systeem voor een koe.

### *Kenmerken hoog- en laagfrequente koeien*

In de literatuur is er niets bekend over de mogelijke kenmerken van hoog- en laagfrequente koeien op Feed First bedrijven. Het totaal aantal passages door de SG geeft aan hoe vaak een koe van het voergedeelte naar het liggedeelte gaat, inclusief het aantal keren dat de koe naar de robot wordt gestuurd. Een hoog aantal passages door de SG geeft aan dat de koe vaak van plaats verwisselt in de ligboxenstal. Door dit getal te koppelen aan de individuele koe-, gezondheids- en productiekenmerken van een koe, kan er bepaald worden of er kenmerken zijn die hoog- of laagfrequente koeien bezitten. Dit zou indirect iets kunnen zeggen over de aanpassing van koeien aan het Feed First systeem. Een laag aantal passages door de SG zou kunnen duiden op onvoldoende aanpassing aan het Feed First systeem. De SG zou een belemmering kunnen zijn voor een koe. Bij een laag aantal passages moeten er eerst andere factoren worden uitgesloten, zoals een slechte diergezondheid.

Men veronderstelt dat het welzijnseffect bij de regulatie van het eten en koeverkeer in het bijzonder een welzijnsprobleem kan zijn voor ranglage koeien. De ranglage koeien moeten langer wachten in de rij voor de melkrobot en over het algemeen kiezen ze tijdspannes, wanneer ranghoge dieren minder actief zijn. (Wiktorsson and Sorensen, 2004; Ketelaar-de Lauwere et al., 1996) Deze tijdspannes zijn voornamelijk in de nacht (Ketelaar-de Lauwere et al., 1996). Hoewel er kleine mogelijkheden voor de ranglage koeien zijn om vrijwillig te handelen en op een gesynchroniseerde manier, kunnen ze goed omgaan met de situatie. Uit studies op stressgerelateerde hormonen bleek dat ze er niet onder lijden. (Wiktorsson and Sorensen, 2004)

Door de regulatie van het koeverkeer in het Feed First systeem zouden de ranglage koeien moeilijkheden kunnen ondervinden in de aanpassing ervan. Mogelijk komt dit terug in de interactie tussen het aantal passages en het lactatienummer.

## *Materiaal en Methodes*

### *Selectie criteria*

Er zijn tien robotbedrijven in het onderzoek meegenomen, waarvan vijf vrij koeveerkeer bedrijven en vijf Feed First bedrijven. Elk bedrijf had ten opzichte van de ligboxen een bezettingspercentage van minimaal 80% tot maximaal 110%. De bedrijven moesten minimaal een jaar met het desbetreffende koeveerkeerconcept gewerkt hebben. Daarnaast waren het twee-rijige bestaande of verbouwde stallen en werkten de veehouders met één robot. De vrij koeveerkeer bedrijven hadden een melkrobot zonder een permanente wachtruimte ervoor.

Per bedrijf zijn er twaalf dieren geselecteerd, waarvan zes vaarzen en zes oudere koeien. De oudere koeien hebben een derde pariteit of hoger. Deze twaalf dieren zijn verdeeld over de volgende lactatiestadium categorieën: 10-50, 50-150 en > 250 dagen. De twaalf dieren zijn uitgezocht en geselecteerd op basis van de laatste MPR-uitslag. Voordat de geselecteerde dieren daadwerkelijk in het onderzoek werden meegenomen, werd er uitgesloten dat ze niet ziek, kreupel of tochtig waren. Dit zou immers het onderzoek in negatieve zin beïnvloeden.

Op de Feed First bedrijven zijn er daarnaast vijf dieren geselecteerd met de minste (laagfrequent) SG passages en vijf dieren met de meeste (hoogfrequent) SG passages. Daarbij is er gekeken naar het totaal aantal passages van een koe door de SG: aantal keer dat een koe naar de robot werd gestuurd plus het aantal keer dat een koe naar het liggedeelte werd gestuurd. Het gemiddelde van het totaal aantal passages door de SG van de afgelopen zeven dagen werd daarvoor gebruikt. Deze data werd verkregen uit de software van de melkrobot.

### *Metingen*

De twaalf geselecteerde dieren zijn gemerkt met behulp van veestiften, zodat ze van bovenaf goed te volgen waren. De vaarzen werden genummerd in het rood van één t/m zes en de oudere koeien in het blauw van één t/m zes. Op elk bedrijf zijn de desbetreffende koeien gedurende een tijdsperiode van tien uur gevolgd, van 's morgens 08.00 tot 's avonds 18.00. Om de tien minuten is er per koe genoteerd, waar deze zich bevond en welke gedraging er werd uitgeoefend. Dit werd vastgelegd in een ethogram. Er werd onderscheid gemaakt tussen eten, liggen, wachten en 'niksen'. De definitie van eten (kop door het voerhek) en liggen spreekt voor zich. Een wachtende koe is een staande koe die niet eet of herkaut, maar bijv. staat te wachten voor de robot of voor het voerstation. Een wachtende koe heeft een doel voor ogen. Een niksende koe is een staande koe die niet eet en niet aan het wachten is, maar ergens zonder een doel staat. Een koe die bijv. in of tussen de ligboxen staat of achter het voerhek staat.

De hoog- en laagfrequente koeien zijn allemaal gescoord op locomotie, pensvulling en conditie. De locomotiescore bestond uit gradatie één t/m vijf (Bell et al., 2009). De gradatie één staat voor geen afwijkende gang en gradatie vijf staat voor een zeer ernstige kreupelheid. De pensvulling bestond uit gradatie één t/m vijf, waarbij gradatie één staat voor geen pensvulling en gradatie vijf staat voor een zeer goede pensvulling (Zaaijer et al., 2001). De conditiescore loopt van gradatie één t/m vijf, waarbij gradatie één staat voor zeer mager en gradatie vijf staat voor een zeer overmatige conditie (Edmondson et al., 1989). Uit de laatste MPR-uitslag zijn de volgende gegevens meegenomen van de tien geselecteerde koeien: lactatiestadium, lactatienummer, lactatiewaarde, celgetal en liters. Het lactatienummer is

ingedeeld in twee categorieën. Categorie 1 staat voor de vaarzen en categorie 2 staat voor de oudere koeien (lactatienummer 2 of hoger). Het lactatiestadium is ook in categorieën verdeeld. Categorie 1 staat voor 0 – 60 dgn, categorie 2 staat voor 60 – 120 dgn, categorie 3 staat voor 120 – 200 dgn, categorie 4 staat voor 200 – 305 dgn en categorie vijf staat voor 305 dgn en meer.

Op alle bedrijven is het scoremodel voor koecomfort van Frank van Eerdenburg et al., (2009) afgenomen. Dit scoremodel bestaat uit verschillende onderwerpen die het koecomfort op een bedrijf weergeven. De score heeft betrekking op zijn algemeenheid van het bedrijf, licht, ventilatie, ligboxen, vloer, voer- en watergedeelte en de looppaden. De reden waarom deze score is afgenomen, is om de uitkomsten van dit onderzoek kritisch te kunnen beoordelen op betrouwbaarheid. Andere factoren die van invloed kunnen zijn op een variabele kunnen op deze manier worden uitgesloten of worden meegenomen in de discussie.

### *Statistische analyses*

De data is geanalyseerd met SPSS versie 16. De gedragobservaties zijn geanalyseerd met behulp van het General Linear Model. Er is voor dit model gekozen, omdat de gedragobservaties continue en gepaard zijn. Hiermee is de totale duur, de gemiddelde aaneengesloten duur en het aantal periodes van de verschillende gedragingen vergeleken per koeverkeerconcept. Voordat de resultaten uit het General Linear Model werden gebruikt, is er gekeken of dat ze normaal verdeeld waren per combinatie van variabelen, dat er lineariteit was en dat de variantie constant was. Bij niet gelijke varianties werd er gebruikt gemaakt van een getransformeerde Ln-vorm van de variabele. Door de Ln-transformatie is het niet meer een ‘absolute’ verandering, maar een relatieve verandering (rate/verhouding). In de grafieken worden de originele gegevens weergegeven, omdat een Ln-waarde vaak niet begrijpelijk is. De gegevens zijn wel getoetst na de Ln-transformatie. De normaliteit werd bekeken met een residuen analyse met behulp van een QQ-plot. De lineariteit en constante variantie werden bekeken met scatterplot.

Door middel van boxplots is er eerst bepaald of er variabelen waren die effect uitoefenden op de totale duur, de gemiddelde aaneengesloten duur en het aantal periodes van een gedraging en daarna welke variabelen dat effect veroorzaakten. De desbetreffende variabelen zijn nader geanalyseerd met General Linear Model. De hoofdwegeffecten en de 2weg-interacties werden meegenomen in het model. Het bedrijf als random factor. Per gedraging is het best passende model bepaald. De resultaten bestaan uit de significantie, parameter B, betrouwbaarheidsinterval en  $R^2$ .

Om te kijken of er één of meerdere onafhankelijke variabelen van invloed waren op een afhankelijke variabele (hoog- vs. laagfrequent), werd er gebruikt gemaakt van de logistische regressie analyse. Er is voor een logistische regressie analyse gekozen, omdat de uitkomst dichotoom was: hoog- of laagfrequent.

Variabelen die belangrijk zijn om de uitkomst te verklaren, op basis van een biologisch model, zijn in de logistische regressie gebruikt. Daarnaast werd er per variabele de logistische regressie bekeken om te zien of er significantie was. Door een mogelijke (hoge) correlatie van verschillende verklarende variabelen, is er per gecorreleerd paar één variabele gekozen. De overgebleven variabelen werden in de logistische regressie gebruikt en met behulp van de backward:LR geanalyseerd. Backward:LR is een manier om tot het best mogelijke model te kunnen komen.



Met de hierboven genoemde analyse modellen werd er onderzocht of er significanties waren van de desbetreffende variabele(n).

### ***Totstandkoming variabelen***

#### *De gemiddelde aaneengesloten duur van een gedraging*

De gemiddelde aaneengesloten duur van het eten werd berekend door van elke koe het gemiddelde te nemen van de maaltijd lengtes. Elke keer dat een koe haar kop opnieuw door het voerhek stak, begon er een nieuwe maaltijd. Het verwisselen van plaats aan het voerhek behoorde daar ook toe.

Ruimte B bestond uit de ruimte tussen en in de ligboxen met uitzondering van de dwarsgangen. De gemiddelde aaneengesloten duur in ruimte B werd berekend door het gemiddelde te nemen van de lengtes per periode van het aaneengesloten staan tussen, en in de ligboxen en het liggen in de ligboxen. Zodra een koe ruimte B betrad begon de periode en eindigde wanneer de koe ruimte B verliet.

Ruimte A bestond uit de ruimte achter het voerhek inclusief mogelijke krachtvoerboxen en met uitzondering van de dwarsgangen. De gemiddelde aaneengesloten duur in ruimte A werd berekend door het gemiddelde te nemen van de lengtes per periode van het aaneengesloten eten, wachten en niks achter het voerhek. Zodra een koe ruimte A betrad begon de periode en eindigde wanneer de koe ruimte A verliet.

De gemiddelde aaneengesloten duur ‘niksen’ achter het voerhek werd berekend door het gemiddelde te nemen van de lengtes per periode van het aaneengesloten niks achter het voerhek. Een niksende koe was een koe die niet at, wachtte of sociaal gedrag vertoonde.

De gemiddelde aaneengesloten duur staan in de ligboxen werd berekend door het gemiddelde te nemen van de lengtes per periode van het aaneengesloten staan in de ligboxen. Een staande koe in de ligboxen stond met minimaal één poot in de ligbox.

De gemiddelde aaneengesloten duur van het liggen werd berekend door het gemiddelde te nemen van de lengtes per periode van het aaneengesloten liggen in de ligbox.

De gemiddelde aaneengesloten duur tussen de ligboxen werd berekend door het gemiddelde te nemen van de lengtes per periode van het aaneengesloten staan tussen de ligboxen en achter de ligboxenrij (bij een stal met geen ligboxenrij aan de buitenmuur). Een staande koe stond met vier poten op de roosters.

De gemiddelde aaneengesloten duur van het staan in de wachtruimte werd berekend door het gemiddelde te nemen van de lengtes per periode van het aaneengesloten staan in de wachtruimte/wachten voor de robot.

#### *Aantal periodes van een gedraging*

Het aantal eetperiodes per koe werd op de volgende manier berekend. Een periode begon wanneer een koe de ruimte achter het voerhek betrad, en daarbij de kop door het voerhek stak, tot en met het verlaten van de ruimte achter het voerhek. Het verwisselen van plaats aan het voerhek werd daardoor niet tot een volgende eetperiode gerekend.

Ruimte B bestond uit de ruimte tussen en in de ligboxen met uitzondering van de dwarsgangen. Het aantal periodes in ruimte B werd berekend door het aantal keer dat een koe de ruimte B betrad bij elkaar op te tellen.

Ruimte A bestond uit de ruimte achter het voerhek inclusief mogelijke krachtvoerboxen en met uitzondering van de dwarsgangen. Het aantal periodes in ruimte A werd berekend door het aantal keer dat de koe de ruimte achter het voerhek betrad bij elkaar op te tellen.

Het aantal periodes dat een koe achter het voerhek stond en niet at, wachtte of sociaal gedrag vertoonde, werd bij elkaar opgeteld. Op deze manier werd het aantal periodes niks achter het voerhek berekend.

Het aantal periodes dat een koe in de ligbox ging staan, werd bij elkaar opgeteld. Op deze manier werd het aantal stapperiodes in de ligboxen samengesteld.

Het aantal ligperiodes werd berekend door het aantal keren dat een koe ging liggen bij elkaar op te tellen. Het verwisselen van zijde werd ook hiertoe berekend.

Het aantal stapperiodes tussen de ligboxen zijn tot stand gekomen door het aantal keer, waarbij de koe zich tussen de ligboxen bevond of achter de ligboxenrij (bij een ligboxenrij aan de buitenmuur) per koe op te tellen.

Het aantal stapperiodes in de wachtruimte werd berekend door het aantal keer, dat een koe in de wachtruimte/voor de robot stond, bij elkaar op te tellen.

#### *Totale duur van een gedraging*

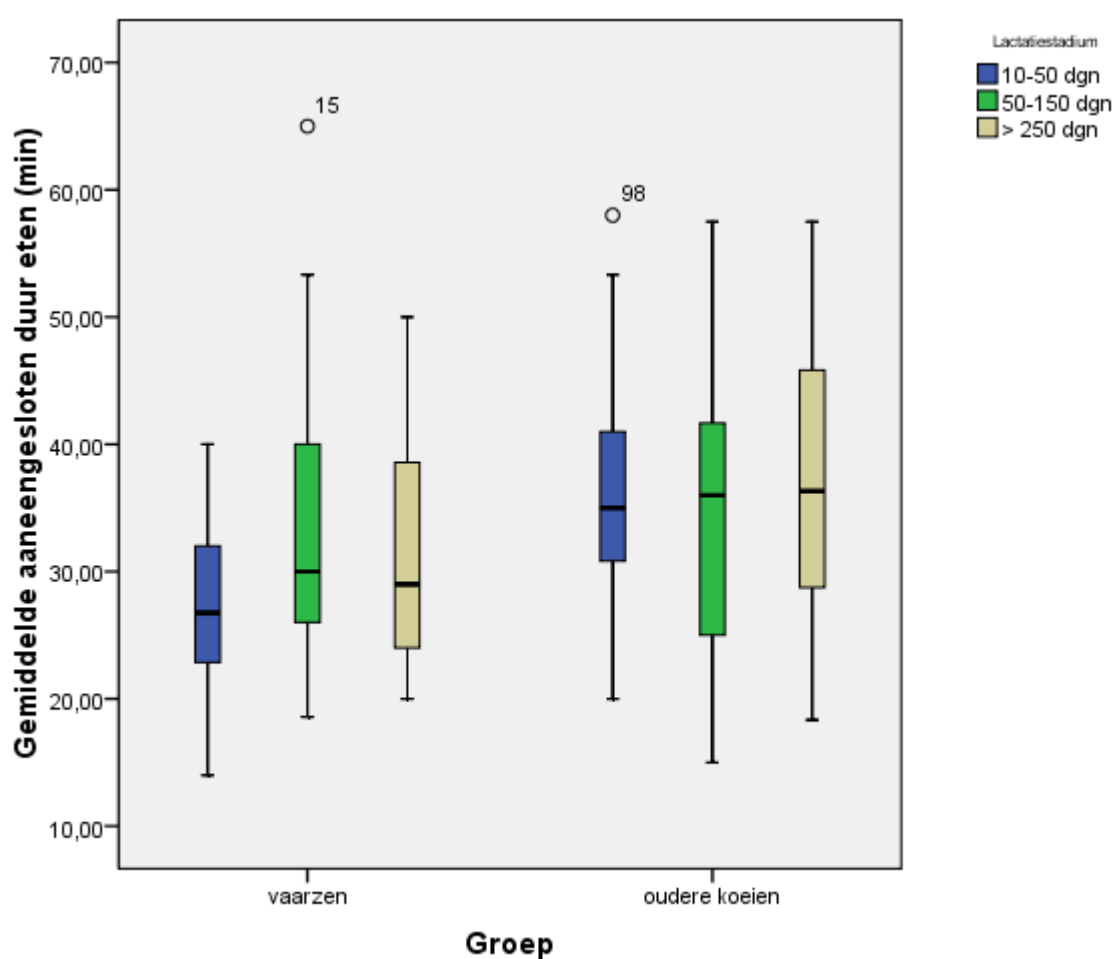
De totale duur van een gedraging werd berekend door alle keren, dat een gedraging werd uitgeoefend, bij elkaar op te tellen. Hierboven staat beschreven wat elke gedraging inhield.

## Resultaten

### Gemiddelde aaneengesloten duur van een gedraging

#### Gemiddelde aaneengesloten duur eten

Figuur 1 geeft aan dat er een verschil zit tussen de vaarzen en oudere koeien met betrekking tot de gemiddelde aaneengesloten duur van het eten, ongeacht het soort koeveerkeer. In tabel 1 staat vermeld dat de significantie van het lactatienummer 0,015 bedraagt.  $0^a$  is de referentiewaarde en B geeft aan hoe groot het verschil is. De vaarzen aten 4,602 minuten korter per eetperiode dan de oudere koeien.  $R^2$  bedroeg 0,049 en daarmee werd 4,9% van de totale variantie verklaard door het lactatienummer. De interactie tussen het soort koeveerkeerconcept en het lactatiestadium gaf geen significantie.



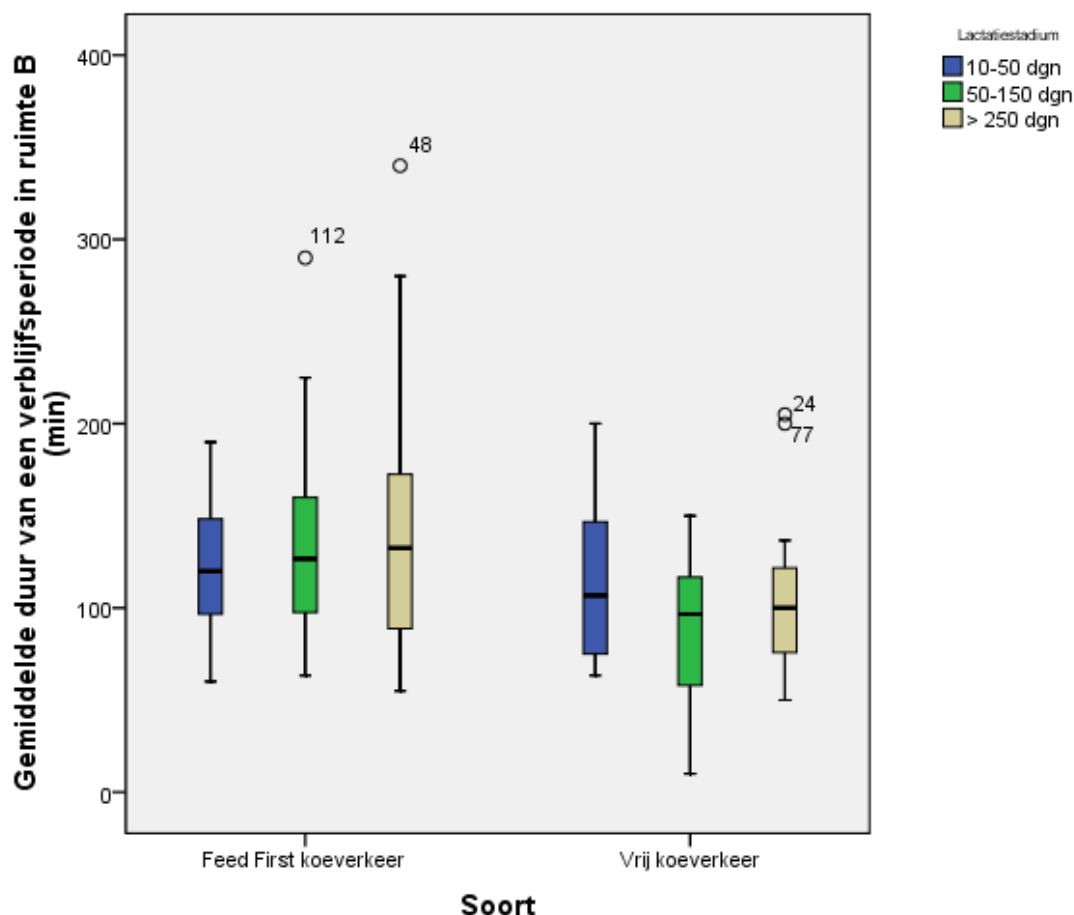
Figuur 1. Boxplot gemiddelde aaneengesloten duur eten voor vaarzen versus oudere koeien met verschillende lactatiestadia

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	35,880	,000	32,675	39,085
Feed First	-,215	,908	-3,917	3,486
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	-4,602	,015	-8,303	-,901
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 1. Parameter berekeningen van de gemiddelde aaneengesloten duur eten

### Gemiddelde aaneengesloten duur tussen/in de ligboxen (ruimte B)

Uit figuur 2 is af te lezen dat het soort koeverkeerconcept van invloed was op de gemiddelde aaneengesloten duur in ruimte B. In tabel 2 staat vermeld dat de significantie van de interactie met het soort koeverkeerconcept 0,000 bedraagt. De koeien op Feed First bedrijven zijn 1,36 ( $e^{0,309}$ ) keer langer in ruimte B dan koeien op vrij koeverkeer bedrijven en omgerekend zijn dat 33 minuten. De koeien op Feed First bedrijven staan gemiddeld 125 minuten (spreiding: 95 - 164 minuten) per verblijfsperiode in ruimte B en de koeien op vrij koeverkeer bedrijven gemiddeld 92 minuten (spreiding: 82 – 103 minuten) per verblijfsperiode.



Figuur 2. Boxplot gemiddelde duur van een verblijfsperiode tussen/in de ligboxen (ruimte B) op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor verschillende lactatiestadia

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	4,518	,000	4,404	4,631
Feed First	,309	,000	,149	,469
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 2. Parameter berekeningen van de gemiddelde duur van een verblijfsperiode tussen/in de ligboxen (ruimte B)

Individueel vertoonden het lactatienummer en het lactatiestadium geen significantie t.o.v. de gemiddelde aaneengesloten duur in ruimte B. De interactie tussen het lactatienummer en het lactatiestadium gaf een p-waarde weer van 0,089. In tabel 3 staan de gemiddelden per lactatienummer en lactatiestadium weergegeven. Hierin kan worden gezien hoe groot de effecten van de gemiddelden zijn. De gemiddelde duur van een verblijfsperiode in ruimte B van de vaarzen nam toe, naarmate het lactatiestadium vorderde. Bij de oudere koeien was dat niet het geval. Daar schommelde de gemiddelde aaneengesloten duur in ruimte B. De trend heeft dan ook voornamelijk betrekking op de vaarzen.  $R^2$  bedroeg 0,175 en daarmee werd

17,5% van de totale variantie verklaard door het soort koeverkeerconcept en de interactie tussen het lactatienummer en het lactatiestadium.

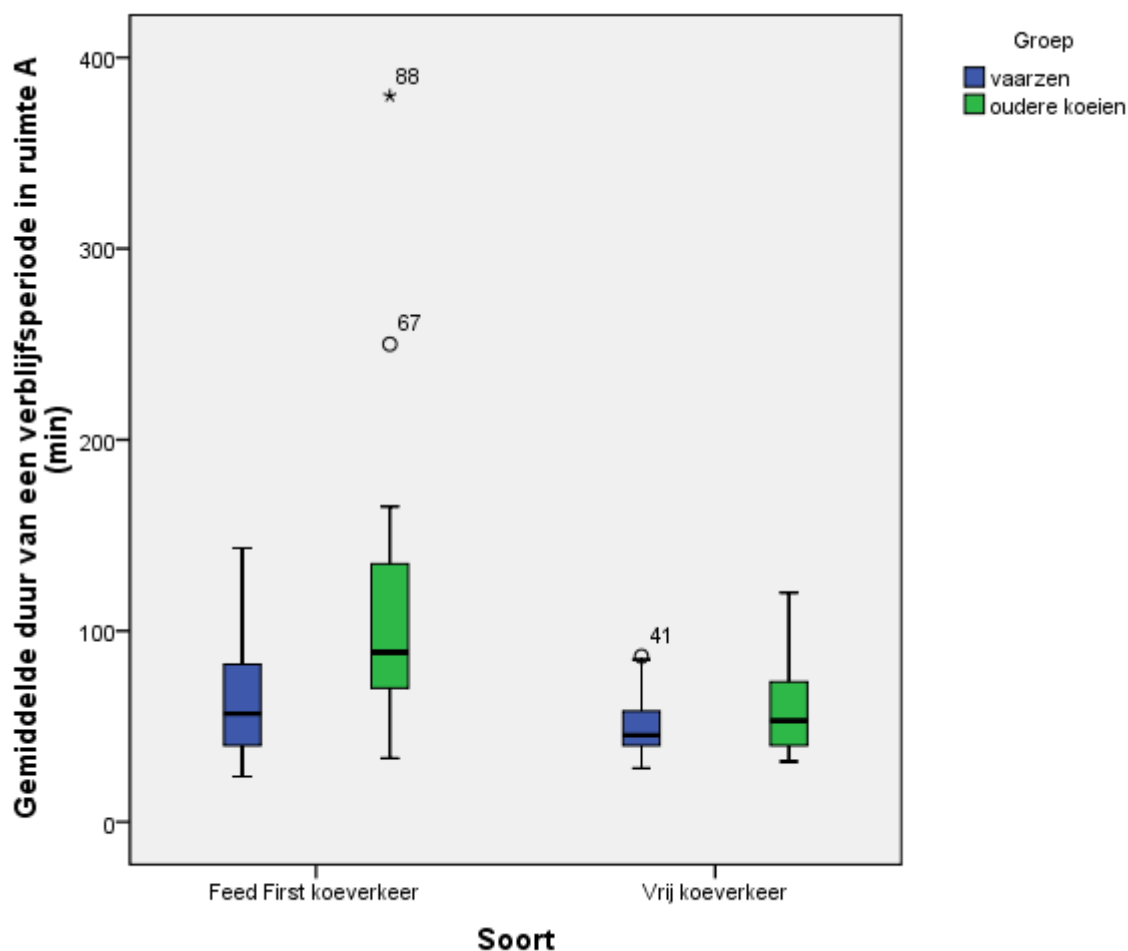
L.nummer	L.stadium	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Vaarzen	10-50 dgn	4,515	4,311	4,719
	50-150 dgn	4,566	4,381	4,750
	> 250 dgn	4,790	4,596	4,983
oudere koeien	10-50 dgn	4,863	4,664	5,061
	50-150 dgn	4,626	4,438	4,815
	> 250 dgn	4,680	4,487	4,873

Tabel 3. Gemiddelden van de gemiddelde duur van een verblijfsperiode tussen/in de ligboxen (ruimte B)

#### Gemiddelde aaneengesloten duur achter het voerhek (ruimte A)

Uit figuur 3 is af te lezen dat het soort koeverkeerconcept van invloed was op de gemiddelde duur van een verblijfsperiode in ruimte A. In tabel 4 staat vermeld dat de significantie van het soort koeverkeerconcept 0,000 bedraagt. De koeien op Feed First bedrijven staan 1,44 ( $e^{0,362}$ ) keer langer in ruimte A dan koeien op vrij koeverkeer bedrijven en omgerekend zijn dat 26 minuten. De koeien op Feed First bedrijven staan gemiddeld 84 minuten (spreiding: 62 – 113 minuten) per verblijfsperiode in ruimte A en de koeien op vrij koeverkeer bedrijven gemiddeld 58 minuten (spreiding: 51 – 67 minuten) per verblijfsperiode.

Uit figuur 3 is daarnaast ook af te lezen dat het lactatienummer van invloed was op de gemiddelde duur van een verblijfsperiode in ruimte A. In tabel 3 staat vermeld dat de significantie van het lactatienummer 0,001 bedraagt. De vaarzen staan 1,34 ( $e^{0,289}$ ) keer korter in ruimte A dan oudere koeien en omgerekend zijn dat 14 minuten. De vaarzen staan gemiddeld 44 minuten (spreiding: 32 – 59 minuten) per verblijfsperiode in ruimte A en de oudere koeien gemiddeld 58 minuten (spreiding: 51 – 67 minuten) per verblijfsperiode. Het soort koeverkeerconcept is, samen met het lactatienummer, voor 21,6% van de totale variantie verantwoordelijk voor het verschil in de gemiddelde aaneengesloten duur in ruimte A.



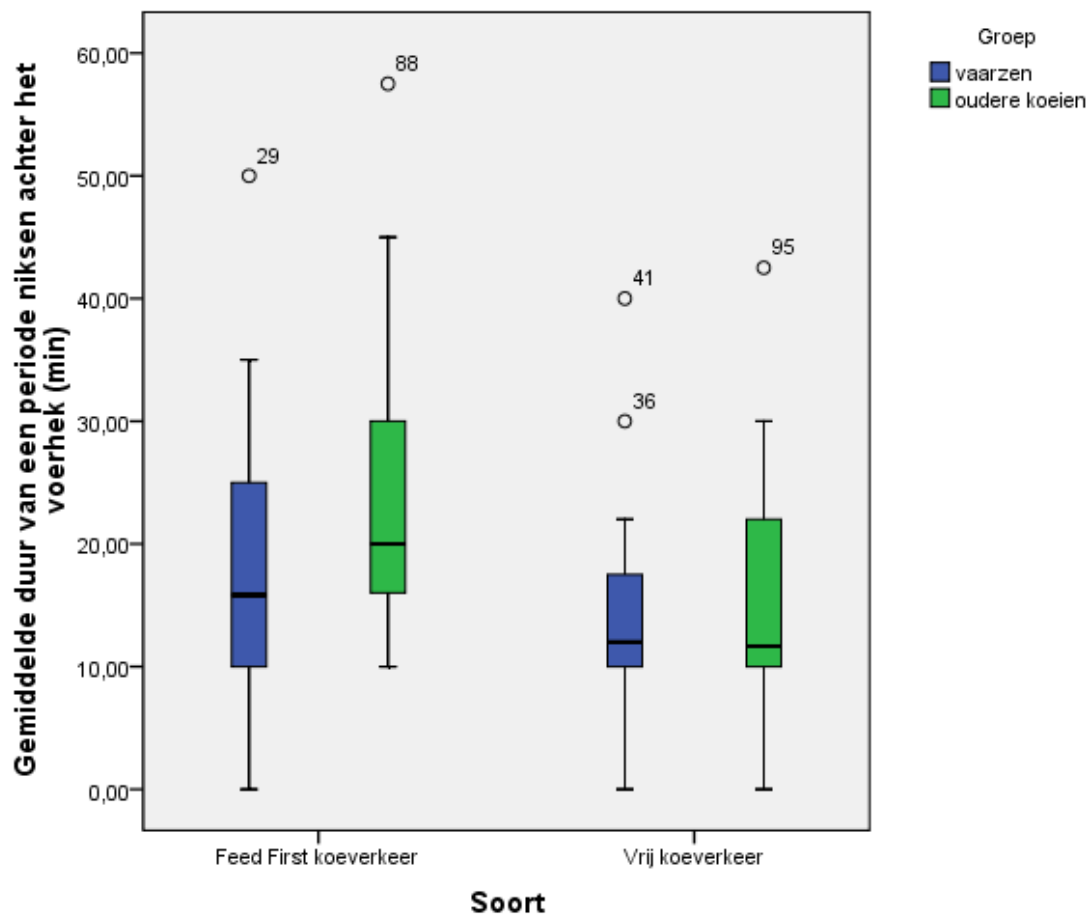
Figuur 3. Boxplot gemiddelde duur van een verblijfsperiode achter het voerhek (ruimte A) op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor vaarzen versus oudere koeien

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	4,061	,000	3,921	4,201
Feed First	,362	,000	,200	,523
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	-,289	,001	-,451	-,127
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 4. Parameter berekeningen van de gemiddelde duur van een verblijfsperiode achter het voerhek (ruimte A)

### Gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek

Uit figuur 4 is af te lezen dat het soort koeverkeerconcept invloed uitoefende op de gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek. Tabel 5 geeft aan dat de significantie 0,003 bedraagt. Koeien op Feed First bedrijven niksen 1,29 ( $e^{0,257}$ ) keer langer achter het voerhek dan koeien op vrij koeverkeer bedrijven en omgerekend zijn dat 5 minuten. De koeien op Feed First bedrijven staan gemiddeld 19 minuten (spreiding: 14 – 26 minuten) per keer te niksen achter het voerhek en de koeien op vrij koeverkeer bedrijven gemiddeld 14 minuten (spreiding: 13 – 17 minuten) per keer.  $R^2$  bedroeg 0,08 en daarmee draagt het Feed First systeem voor 8,0% bij aan de totale variantie in de gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek.



Figuur 4. Boxplot gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor vaarzen versus oudere koeien



Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constance	2,698	,000	2,577	2,818
Feed First	,257	,003	,092	,423
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 5. Parameter berekeningen van de gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek

Een verschil tussen de vaarzen en oudere koeien met betrekking tot de gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek is zichtbaar in figuur 4. De interactie met het lactatienummer is niet significant, maar geeft wel een trend weer. De p-waarde bedraagt 0,065. In tabel 6 is te zien hoe groot de effecten van de gemiddelden zijn. De oudere koeien staan 1,17 ( $e^{2,902-2,749}$ ) keer langer te niksen achter het voerhek dan de vaarzen.

L.nummer	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
Vaarzen	2,749	2,633	2,865
Oudere koeien	2,902	2,787	3,018

Tabel 6. Gemiddelden van de gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek

### Gemiddelde aaneengesloten duur staan in de ligboxen

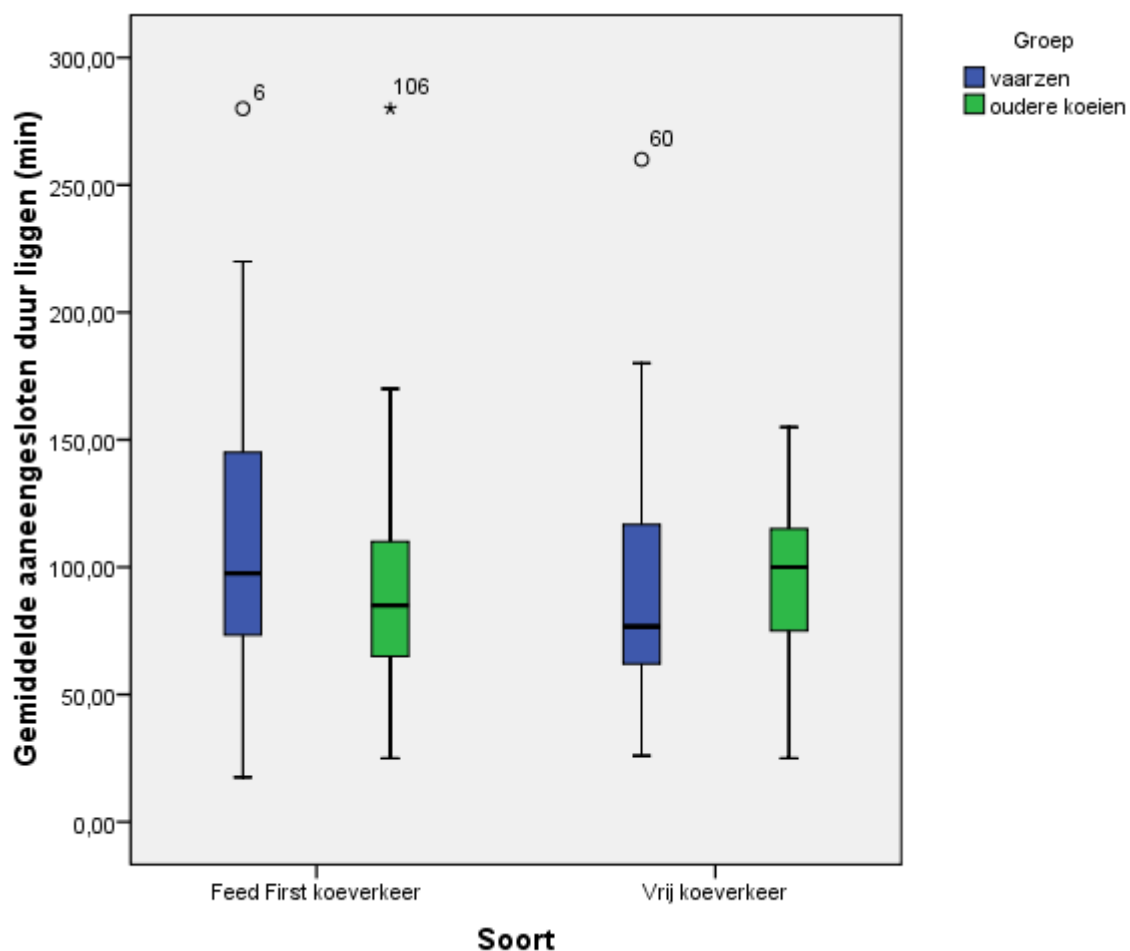
De interactie met het soort koeverkeerconcept, het lactatienummer en het lactatiestadium gaf geen significantie of trends weer. In tabel 7 staan de p-waarden en de verschillen vermeld.

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constance	2,730	,000	2,505	2,955
Feed First	,059	,568	-,145	,263
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	,164	,201	-,089	,416
Oudere koeien	-,088	,486	-,337	,161
10-50 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.
50-150 dgn	,047	,650	-,157	,250
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 7. Parameter berekeningen van de gemiddelde aaneengesloten duur staan in de ligboxen

### Gemiddelde aaneengesloten duur van het liggen

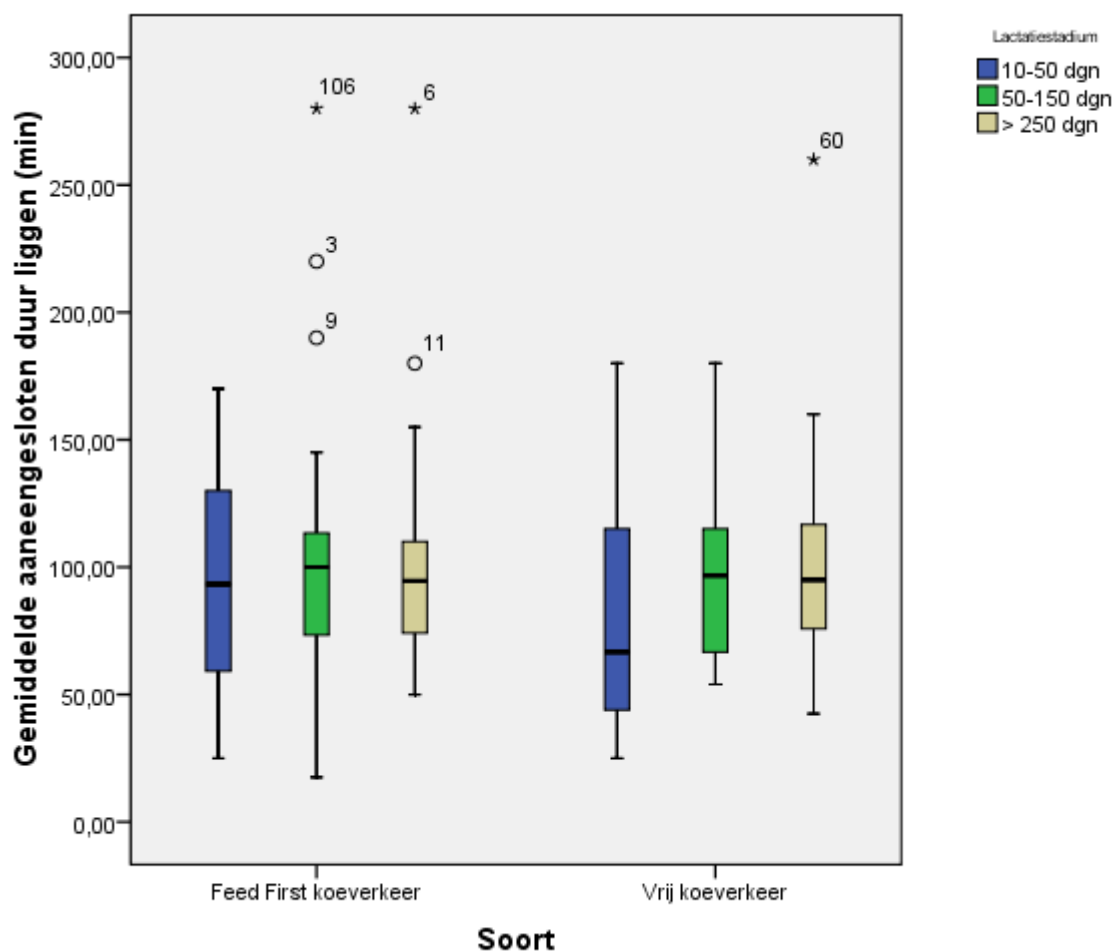
De interactie met het soort koeverkeerconcept, het lactatienummer en het lactatiestadium gaf geen significantie. In figuur 5 wordt zichtbaar dat er geen noemenswaardige verschillen zijn. De interactie met het lactatiestadium had een p-waarde van 0,066. Om die trend goed in kaart te kunnen brengen, kijken we naar de effecten van de gemiddelden. Deze gemiddelden zijn weergegeven in tabel 8. Naarmate het lactatiestadium vorderde, nam de gemiddelde aaneengesloten duur van het liggen per koe toe. Daarbij zit het grootste verschil tussen het lactatiestadium 10-50 dgn ten opzichte van 50-150 dgn. De oudmelkte koeien (lactatiestadium > 250 dgn) lagen  $1,29 (e^{4,574-4,321})$  per keer langer dan de verse koeien (lactatiestadium 50-150 dgn) en omgerekend zijn dat gemiddeld 22 minuten. De oudmelkte koeien lagen gemiddeld 97 minuten (spreiding: 83 – 113 minuten) per keer en de verse koeien gemiddeld 75 minuten (spreiding: 64 – 88 minuten) per keer. De oudmelkte koeien lagen  $1,07 (e^{4,574-4,509})$  per keer langer dan de middelste lactatiegroep (lactatiestadium 50-150 dgn) en omgerekend zijn dat 6 minuten. De middelste lactatiegroep lag gemiddeld 91 minuten (spreiding: 78 – 105 minuten) per keer. De verhoudingen zijn ten opzichte van de oudmelkte koeien, omdat deze als referentiewaarde dienden. In figuur 6 wordt het effect van het lactatiestadium grafisch weergegeven. Hierin wordt de weergegeven trend niet goed zichtbaar. Er zit veel spreiding in de gemiddelde aaneengesloten duur van het liggen, voornamelijk bij de verse koeien. Wel is het goed te zien dat het gemiddelde van de verse koeien beduidend lager lag en dat het verschil tussen de twee andere lactatiestadia groepen minder groot was.



Figuur 5. Boxplot gemiddelde aaneengesloten duur liggen op bedrijven met Feed First en vrij koeveerkeer voor vaarzen versus oudere koeien

L.stadium	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
10-50 dgn	4,321	4,163	4,479
50-150 dgn	4,509	4,362	4,655
> 250 dgn	4,574	4,422	4,726

Tabel 8. Gemiddelden van de gemiddelde aaneengesloten duur liggen



Figuur 6. Boxplot gemiddelde aaneengesloten duur liggen op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor verschillende lactatiestadia

#### Gemiddelde aaneengesloten duur staan tussen de ligboxen

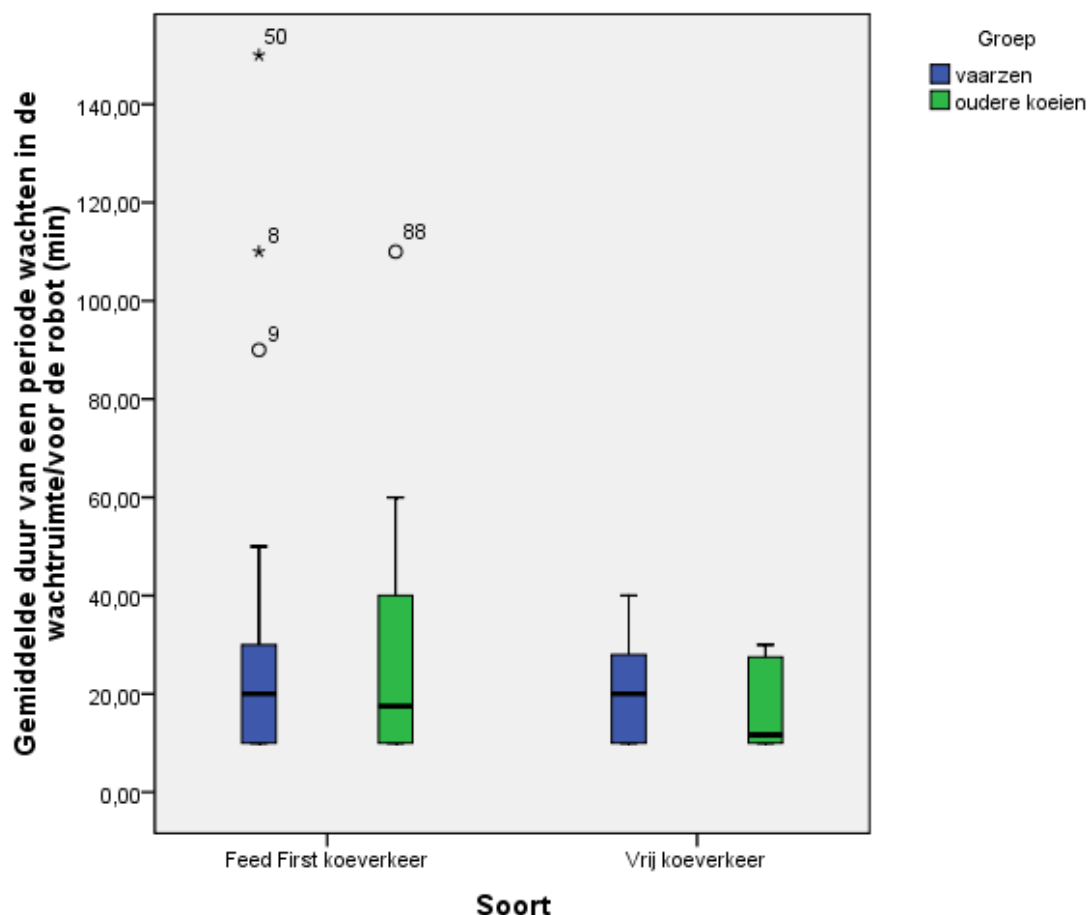
De interactie tussen de gemiddelde aaneengesloten duur staan tussen de ligboxen en het soort koeverkeerconcept had een significantie van 0,026. In tabel 9 staat vermeld dat de koeien op Feed First bedrijven 1,19 keer ( $e^{0,178}$ ) langer per keer tussen de ligboxen staan dan de koeien op vrij koeverkeer bedrijven en omgerekend zijn dat 2 minuten. De koeien op Feed First bedrijven stonden gemiddeld 13 minuten (spreiding: 10 – 17 minuten) per keer tussen de ligboxen en de koeien op vrij koeverkeer bedrijven gemiddeld 11 minuten (spreiding: 10 – 12 minuten) per keer. Deze interactie verklaarde 6,2% van de totale variantie in de gemiddelde aaneengesloten duur staan tussen de ligboxen.

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	2,407	,000	2,292	2,521
Feed First	,178	,026	,022	,333
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 9. Parameter berekeningen van de gemiddelde aaneengesloten duur staan tussen de ligboxen

#### Gemiddelde aaneengesloten duur staan in de wachruimte/voor de robot

De interactie met het soort koeverkeerconcept, het lactatienummer en het lactatiestadium gaf geen significantie weer. Wel gaf de interactie met het soort koeverkeerconcept een trend weer. Deze trend is goed zichtbaar in figuur 7. In tabel 10 staat de p-waarde vermeldt, deze bedroeg 0,092. In tabel 11 staan de gemiddelden vermeld. De koeien op Feed First bedrijven stonden 1,31 ( $e^{0,267}$ ) per keer langer in de wachruimte/voor de robot dan koeien op vrij koeverkeer bedrijven en omgerekend zijn dat 5 minuten. De koeien op Feed First bedrijven stonden gemiddeld 22 minuten (spreiding: 13 – 35 minuten) per keer in de wachruimte en de koeien op vrij koeverkeer bedrijven gemiddeld 17 minuten (spreiding: 14 – 20 minuten) per keer voor de robot. Van de totale variantie werd 4,1% verklaard door het soort koeverkeerconcept.



Figuur 7. Boxplot gemiddelde aaneengesloten duur staan in de wachtruimte/voor de robot op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor vaarzen versus oudere koeien

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	2,807	,000	2,604	3,010
Feed First	,267	,069	-,022	,556
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 10. Parameter berekeningen van de gemiddelde aaneengesloten duur staan in de wachtruimte/voor de robot

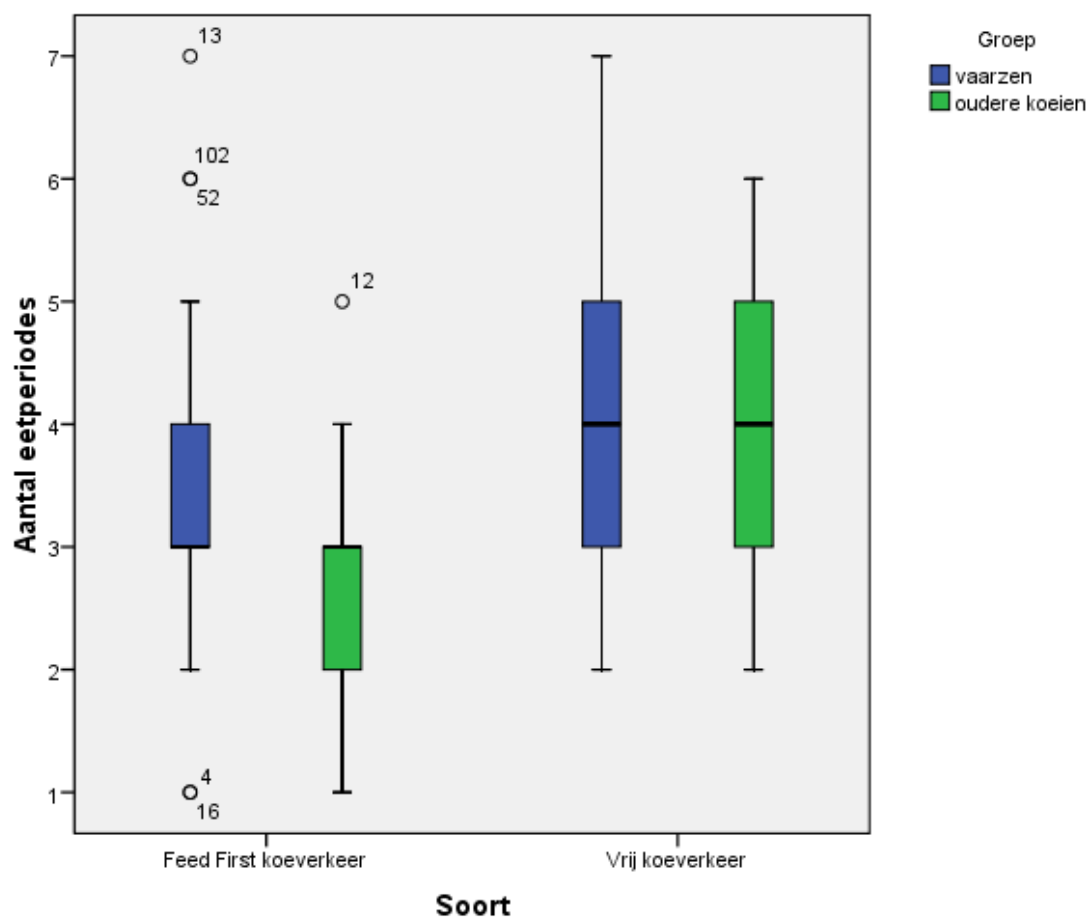
Soort	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
Feed First	3,074	2,869	3,280
Vrijkoeverkeer	2,807	2,604	3,010

Tabel 11. Gemiddelden van de gemiddelde aaneengesloten duur staan in de wachtruimte/voor de robot

## Aantal periodes van een gedraging

### Aantal eetperiodes

In figuur 8 is te zien dat er verschil zat tussen het soort koeverkeerconcept en het lactatienummer. De interactie met het soort koeverkeerconcept en het lactatienummer gaf een significantie.



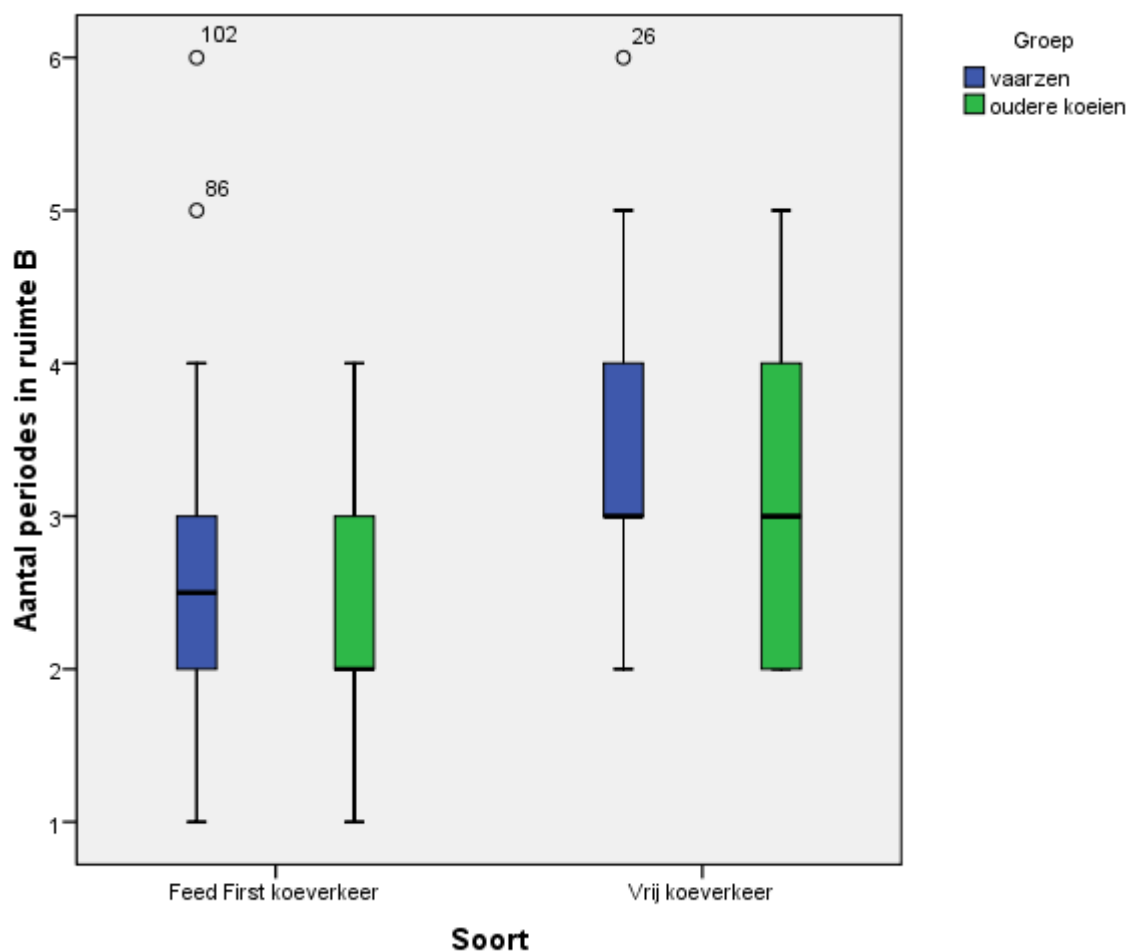
Figuur 8. Boxplot aantal eetperiodes op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor vaarzen versus oudere koeien

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	3,883	,000	3,508	4,258
Feed First	-1,067	,000	-1,500	-,634
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	,533	,016	,100	,966
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 12. Parameter berekeningen van het aantal eetperiodes

In tabel 12 staat vermeld dat de significantie van de interactie tussen het soort koeverkeerconcept en het aantal eetperiodes 0,000 bedroeg. De koeien op Feed First bedrijven hadden 1,067 eetperiodes minder. De significantie van de interactie met het lactatienummer bedroeg 0,016. De vaarzen hadden 0,533 eetperiodes meer. Het soort koeverkeerconcept en het lactatienummer waren samen verantwoordelijk voor 20,3% van de totale variantie in het verschil in het aantal eetperiodes.

#### Aantal periodes tussen/in de ligboxen (ruimte B)



Figuur 9. Boxplot aantal periodes tussen/in (ruimte B) op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor vaarzen versus oudere koeien

Uit figuur 9 is duidelijk af te lezen dat koeien op Feed First bedrijven minder vaak naar ruimte B kwamen dan koeien op vrij koeverkeer bedrijven. De interactie met het soort koeverkeerconcept had een significantie van 0,000 (tabel 13). De koeien op Feed First bedrijven kwamen 0,8 keer minder vaak naar ruimte B dan de koeien op vrij koeverkeer bedrijven. De totale variantie in het aantal periodes in ruimte B werd voor 13,4% van de totale variantie bepaald door het soort koeverkeerconcept.



Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	3,300	,000	3,038	3,562
Feed First	-,800	,000	-1,170	-,430
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.

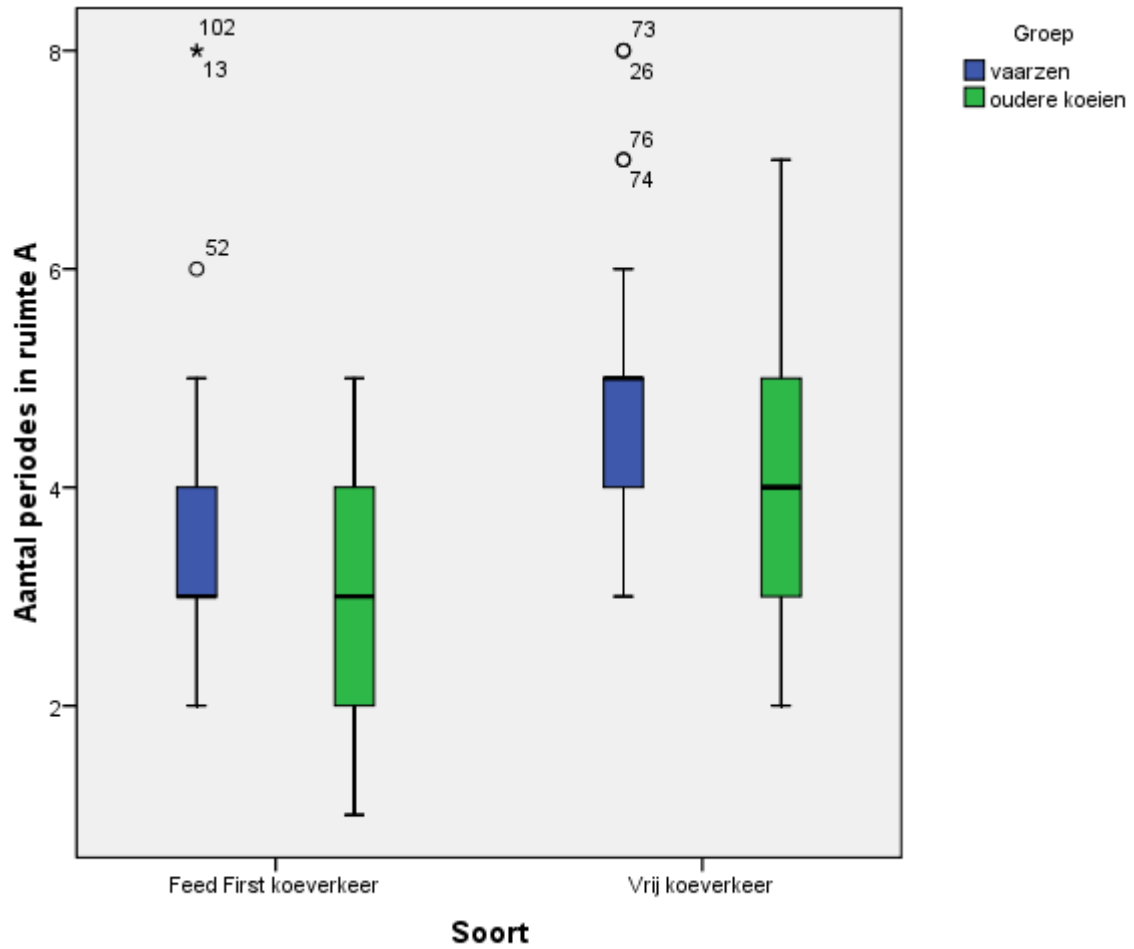
Tabel 13. Parameter berekeningen van het aantal periodes in ruimte B

#### Aantal periodes achter het voerhek (ruimte A)

Uit figuur 10 is duidelijk af te lezen dat er een verschil zit in het aantal periodes in ruimte A met betrekking tot het soort koeverkeerconcept. De interactie tussen het aantal periodes in ruimte A en het soort koeverkeerconcept gaf een significantie van 0,000 (tabel 14). De koeien op vrij koeverkeer bedrijven betreden ruimte A 1,2 keer vaker dan koeien op Feed First bedrijven. De totale variantie van het aantal periodes in ruimte A werd voor 22,7% bepaald door het soort koeverkeerconcept en het lactatienummer. De interactie met het lactatienummer gaf een significantie van 0,004. De vaarzen komen 0,7 keer vaker naar ruimte A dan de oudere koeien. In figuur 10 is te zien dat de oudere koeien de meeste spreiding vertonen. Op Feed First bedrijven liggen de gemiddelden op gelijke hoogte, maar de oudere koeien vertonen veel meer spreiding. Op vrij koeverkeer bedrijven ligt het gemiddelde van de vaarzen hoger dan het gemiddelde van de oudere koeien.

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	4,183	,000	3,776	4,590
Feed First	-,200	,000	-1,670	-,730
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	,700	,004	,230	1,170
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 14. Parameter berekeningen van het aantal periodes in ruimte A



Figuur 10. Boxplot aantal periodes in ruimte A op bedrijven met Feed First en vrij koevoerkeer voor baarzen versus oudere koeien

### Aantal periodes niksen achter het voerhek

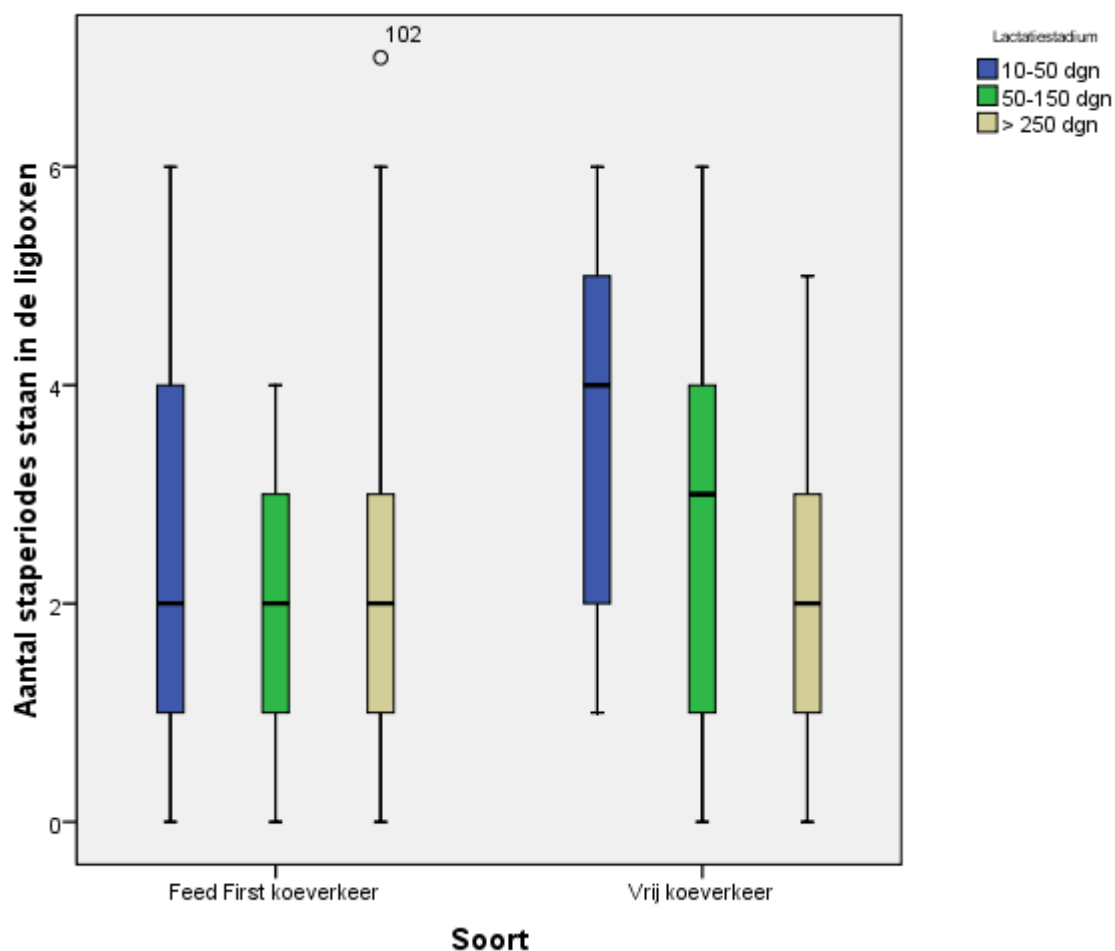
De interactie met het soort koeverkeer concept, het lactatienummer en het lactatiestadium gaf geen significantie of trends weer. In tabel 15 staan de p-waarden en de verschillen vermeld.

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	3,142	,000	2,411	3,873
Feed First	,387	,243	-,267	1,041
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>			
10-50 dgn	-,331	,425	-1,148	,486
50-150 dgn	-,088	,826	-,874	,699
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>			
Vaarzen	-,021	,950	-,675	,633
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>			

Tabel 15. Parameter berekeningen van het aantal periodes niksen achter het voerhek

### Aantal staperiodes in de ligboxen

De interactie met het soort koeverkeerconcept en het lactatienummer gaf geen significantie of trend weer. In figuur 11 is het goed zichtbaar, dat er verschil zit tussen de verschillende lactatiestadia. Het lactatiestadium gaf een significantie weer van 0,016. De  $R^2$  bedroeg 0,089 en daarmee werd 8,9% van de totale variantie in het aantal staperiodes in de ligboxen verklaard door het lactatiestadium. In tabel 16 staat vermeld dat de verse koeien 1,046 vaker in de ligboxen staan dan de oudmelkte koeien. De middelste groep (50-150 dgn) staan 0,170 vaker in de ligboxen dan de oudmelkte koeien. De oudmelkte koeien geven hier de referentiewaarde aan. In figuur 11 is het verschil het duidelijkst te zien op vrij koeverkeer bedrijven.

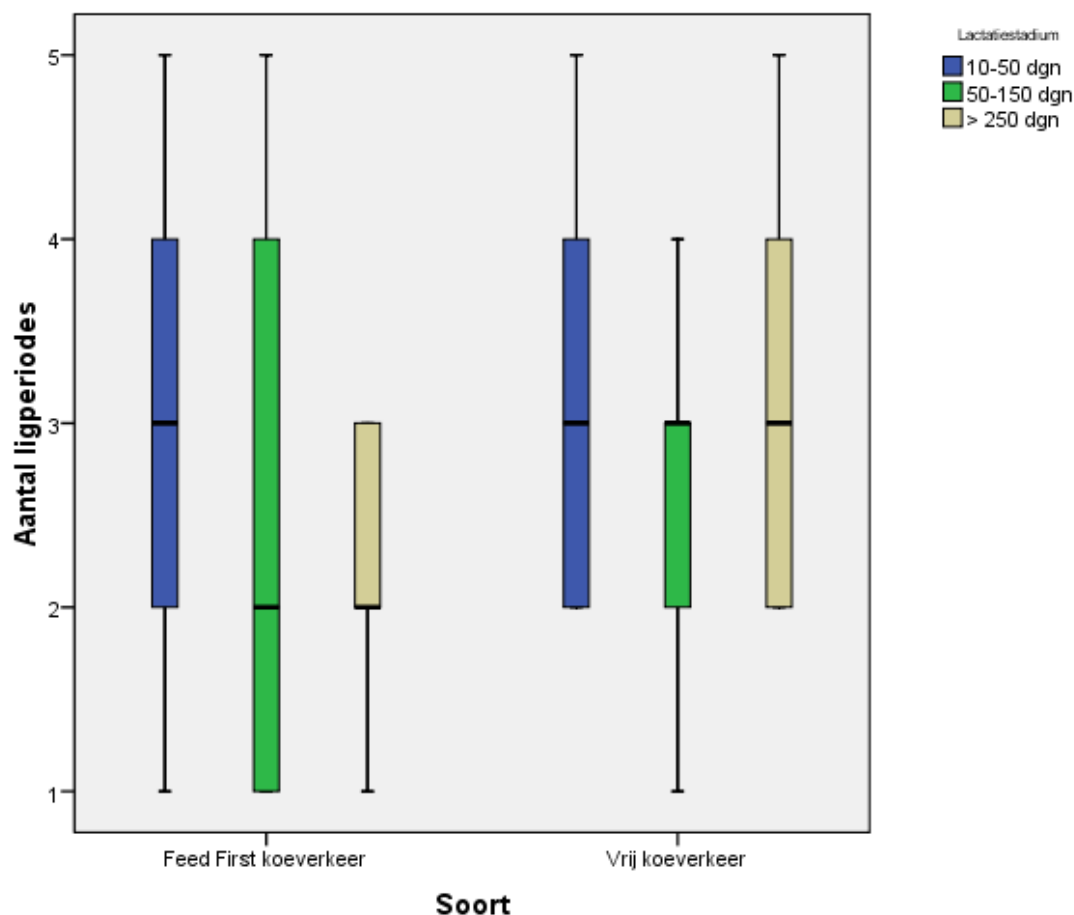


Figuur 11. Boxplot aantal staperiodes in de ligboxen op bedrijven met Feed First en vrij koevoerkeer voor verschillende lactatiestadia

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	2,407	,000	1,803	3,012
Feed First	-,515	,095	-1,119	,090
Vrij koevoerkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
10-50 dgn	1,046	,007	,291	1,802
50-150 dgn	,170	,645	-,558	,897
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 16. Parameter berekeningen van het aantal staperiodes in de ligboxen

Aantal ligperiodes



Figuur 12. Boxplot aantal ligperiodes op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor verschillende lactatiestadia

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	2,788	,000	2,400	3,177
Feed First	-,427	,032	-,815	-,038
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
10-50 dgn	,593	,017	,108	1,078
50-150 dgn	,001	,995	-,466	,469
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 17. Parameter berekeningen van het aantal ligperiodes

Het soort koeverkeerconcept en het lactatiestadium gaven beide een significantie in de interactie met het aantal ligperiodes. Dit is zichtbaar in figuur 12. Het soort koeverkeerconcept gaf een significantie van 0,032 en het lactatiestadium een significantie van 0,023 (tabel 17). De  $R^2$  bedroeg 0,096. Daarmee dragen het soort koeverkeerconcept en het

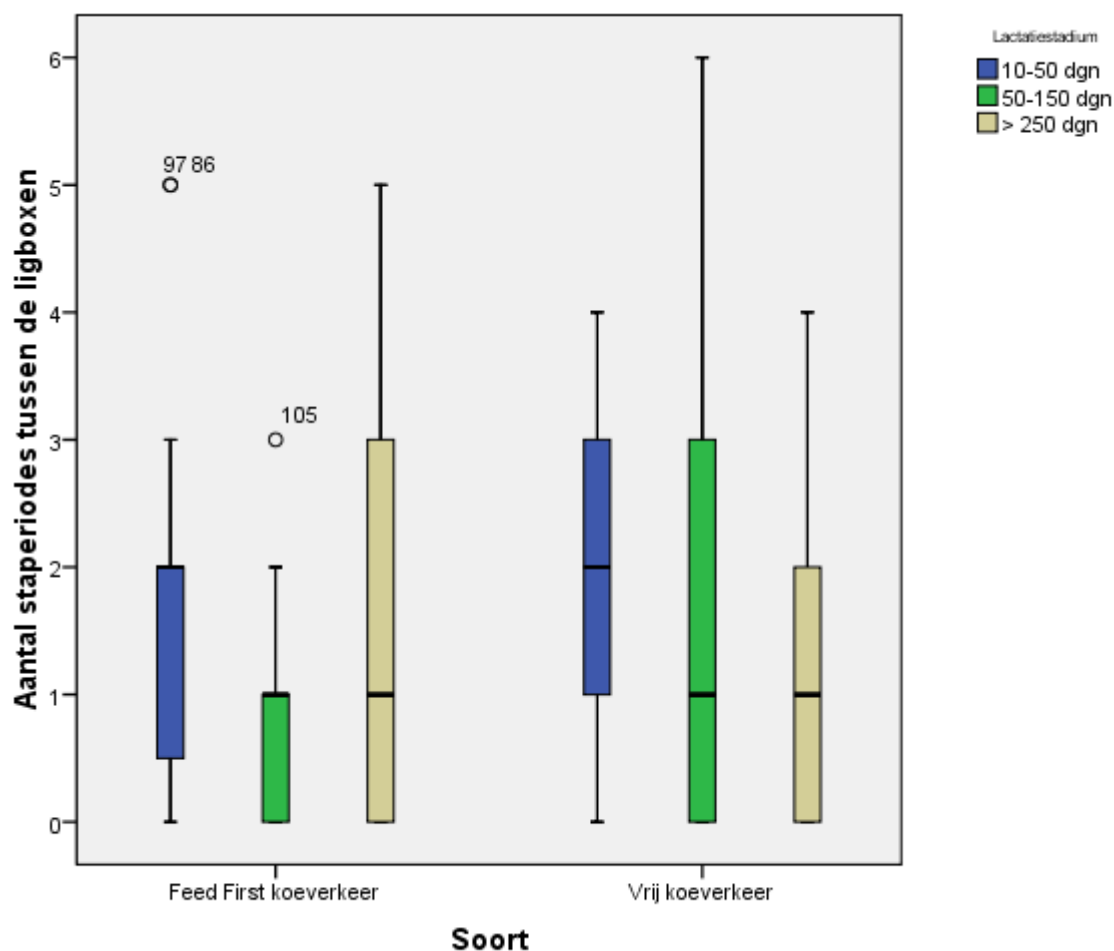
lactatiestadium voor 9,6% bij aan de totale variantie in het aantal ligperiodes. Op Feed First bedrijven gaan de koeien 0,427 keer minder liggen dan koeien op vrij koeverkeer bedrijven. De middelste groep (50-150 dgn) ligt 0,001 keer vaker dan de oudmelkte groep, maar dit is wel een erg klein verschil. De verse koeien liggen 0,593 keer vaker dan de oudmelkte groep. Ook in deze analyse golden de oudmelkte koeien als referentie. Het lactatienummer was niet significant in een interactie met het aantal ligperiodes.

#### Aantal staperiodes tussen de ligboxen

De interactie met het lactatiestadium gaf een p-waarde weer van 0,092. In tabel 18 worden de gemiddelden per lactatiestadium weergegeven. Daaruit blijkt dat de middelste groep het minst tussen de ligboxen staat, namelijk gemiddeld 1,158 keer. De verse koeien staan gemiddeld 1,816 keer tussen de ligboxen. De oudmelkte groep staat gemiddeld 1,3 keer tussen de ligboxen. De  $R^2$  bedroeg 0,058. Daarmee wordt 5,8% van de totale variantie in het aantal staperiodes tussen de ligboxen verklaard door het lactatiestadium. Deze trend is goed zichtbaar in figuur 13. De interactie met het soort koeverkeerconcept en het lactatienummer gaf geen significantie of trend weer.

L.stadium	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
10-50 dgn	1,816	1,366	2,266
50-150 dgn	1,158	,741	1,575
> 250 dgn	1,300	,867	1,733

Tabel 18. Parameter berekeningen van het aantal staperiodes tussen de ligboxen



Figuur 13. Boxplot aantal staperiodes tussen de ligboxen op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor verschillende lactatiestadia

#### Aantal staperiodes in de wachtruimte/voor de robot

De interactie met het soort koeverkeerconcept gaf geen significantie of trend weer. De interactie met het lactatiestadium gaf een significantie weer van 0,018 weer (tabel 19). De oudmelkte groep was de referentie. De verse koeien stonden 0,378 keer vaker in de wachtruimte/voor de robot dan de oudere koeien. De middelste lactatiegroep stond 0,558 keer vaker in de wachtruimte/voor de robot dan de oudmelkte groep. De interactie met het lactatienummer gaf een trend weer. De p-waarde bedroeg 0,088. In tabel 20 staan de gemiddelden van het aantal staperiodes in de wachtruimte/voor de robot weergegeven. De vaarzen stonden 0,280 keer vaker in de wachtruimte/voor de robot.

De vaarzen stonden gemiddeld 1,077 keer in de wachtruimte/voor de robot en de oudere koeien 0,797 keer. De  $R^2$  bedroeg 0,091. Daarmee werd de totale variantie voor 9,1% verklaard door het lactatiestadium en het lactatienummer. Dit alles is grafisch weergegeven in figuur 14.

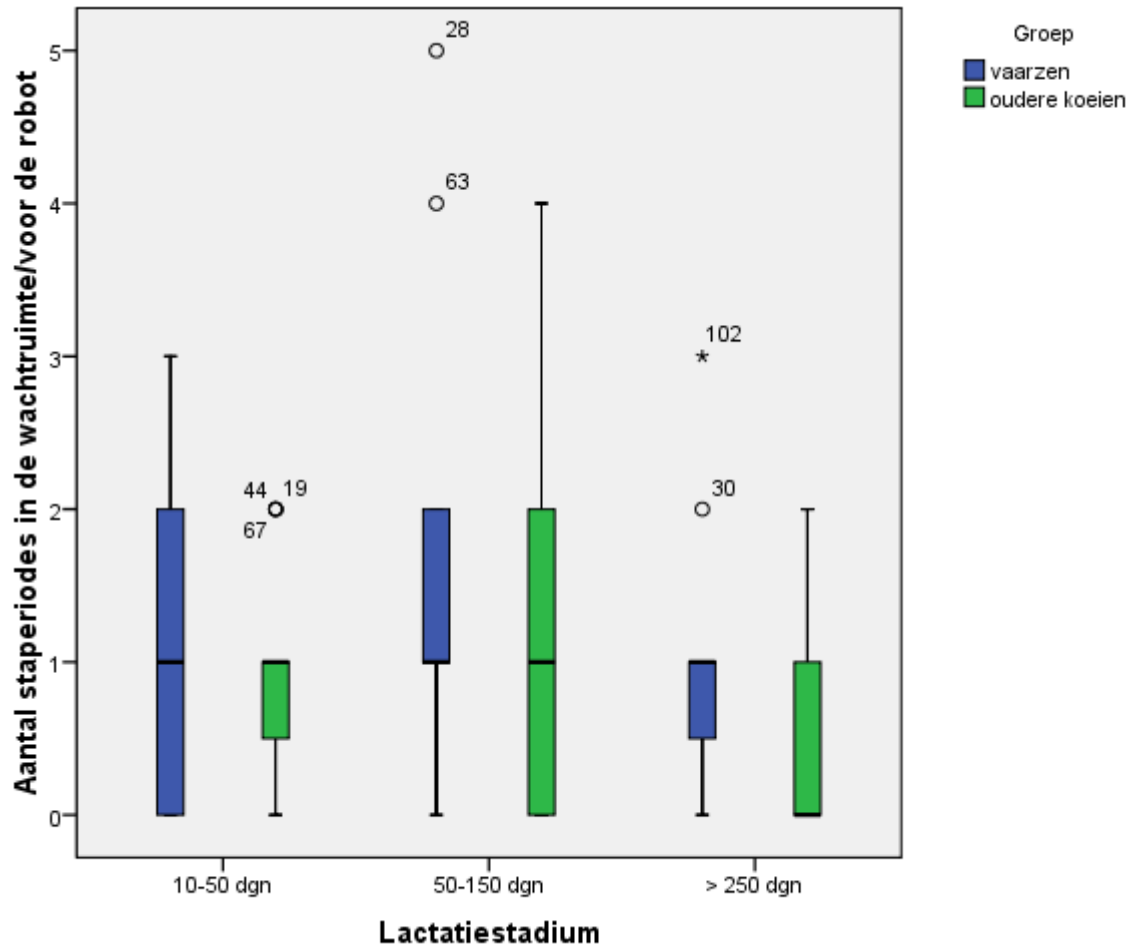
Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	,458	,013	,098	,819
Feed First	,053	,745		-,270,376
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
10-50 dgn	,378	,066		-,025,781
50-150 dgn	,558	,005	,170	,946
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	,280	,088		-,042,603
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 19. Parameter berekeningen van het aantal stapperiodes in de wachtruimte/voor de robot

Lactatienummer	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
Vaarzen	1,077	,849	1,306
Oudere koeien	,797	,569	1,025

Tabel 20. Gemiddelden van het aantal stapperiodes in de wachtruimte/voor de robot





Figuur 14. Boxplot aantal stapperiodes in de wachtruimte/voor de robot voor vaarzen en oudere koeien met verschillende lactatiestadia

### ***Totale duur van een gedraging***

#### Totale eettijd

De interactie met het lactatiestadium, het lactatienummer en het soort koeverkeerconcept gaf geen significantie of trends weer. In tabel 21 staan de p-waarden en de verschillen vermeld.

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	5,185	,000	5,058	5,313
Feed First	-,089	,126	-,203	,025
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	-,074	,200	-,189	,040
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.
10-50 dgn	-,139	,056	-,281	,004
50-150 dgn	-,095	,174	-,232	,043
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 21. Parameter berekeningen van de totale eettijd

#### Totale tijd tussen/in de ligboxen (ruimte B)

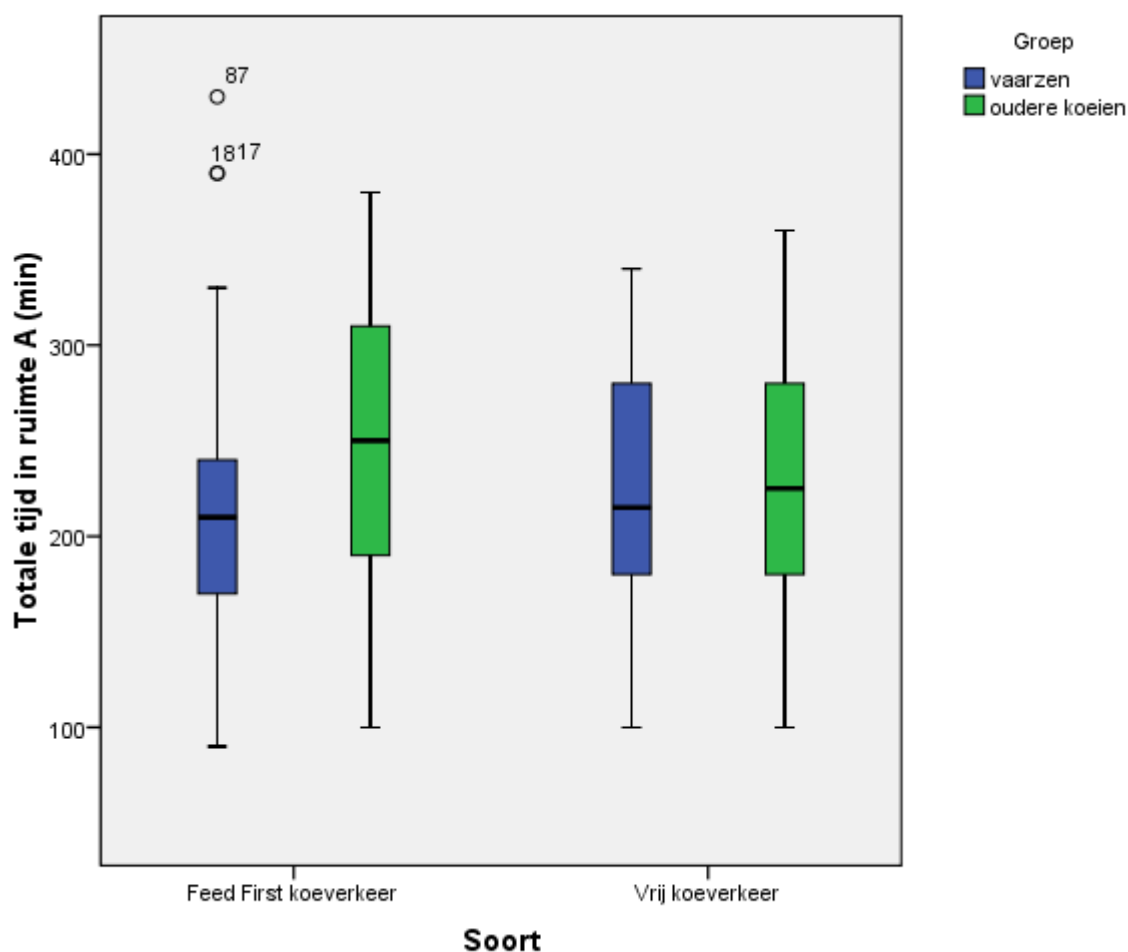
De interactie met het lactatiestadium, het lactatienummer en het soort koeverkeerconcept gaf geen significantie of trends weer. In tabel 22 staan de p-waarden en de verschillen vermeld.

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	5,705	,000	5,550	5,860
Feed First	-,012	,868	-,150	,127
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	-,019	,790	-,157	,120
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.
10-50 dgn	,032	,716	-,141	,205
50-150 dgn	-,125	,139	-,292	,041
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 22. Parameter berekening van de totale tijd in ruimte B

### Totale duur achter het voerhek (ruimte A)

De interactie met het lactatiestadium, het lactatienummer en het soort koeverkeerconcept gaf geen significantie. De interactie met het lactatienummer gaf wel een trend weer met een p-waarde van 0,092. In figuur 15 is deze trend goed zichtbaar. De vaarzen staan 1,1 ( $e^{5,436-5,337}$ ) keer minder in ruimte A dan de oudere koeien en omgerekend zijn dat 22 minuten (tabel 23). De vaarzen staan in totaal 208 minuten (spreiding: 165 – 255 minuten) in ruimte A en de oudere koeien staan in totaal 230 minuten (spreiding: 205 – 251 minuten) in ruimte A. In tabel 24 zijn de gemiddelden weergegeven. Het verschil in totale tijd in ruimte A wordt voor 2,6% verklaard door het lactatienummer.



Figuur 15. Boxplot totale tijd achter het voerhek (ruimte A) op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor vaarzen versus oudere koeien

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	5,424	,000	5,323	5,524
Feed First	,025	,667	-,091	,141
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	-,099	,092	-,216	,017
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

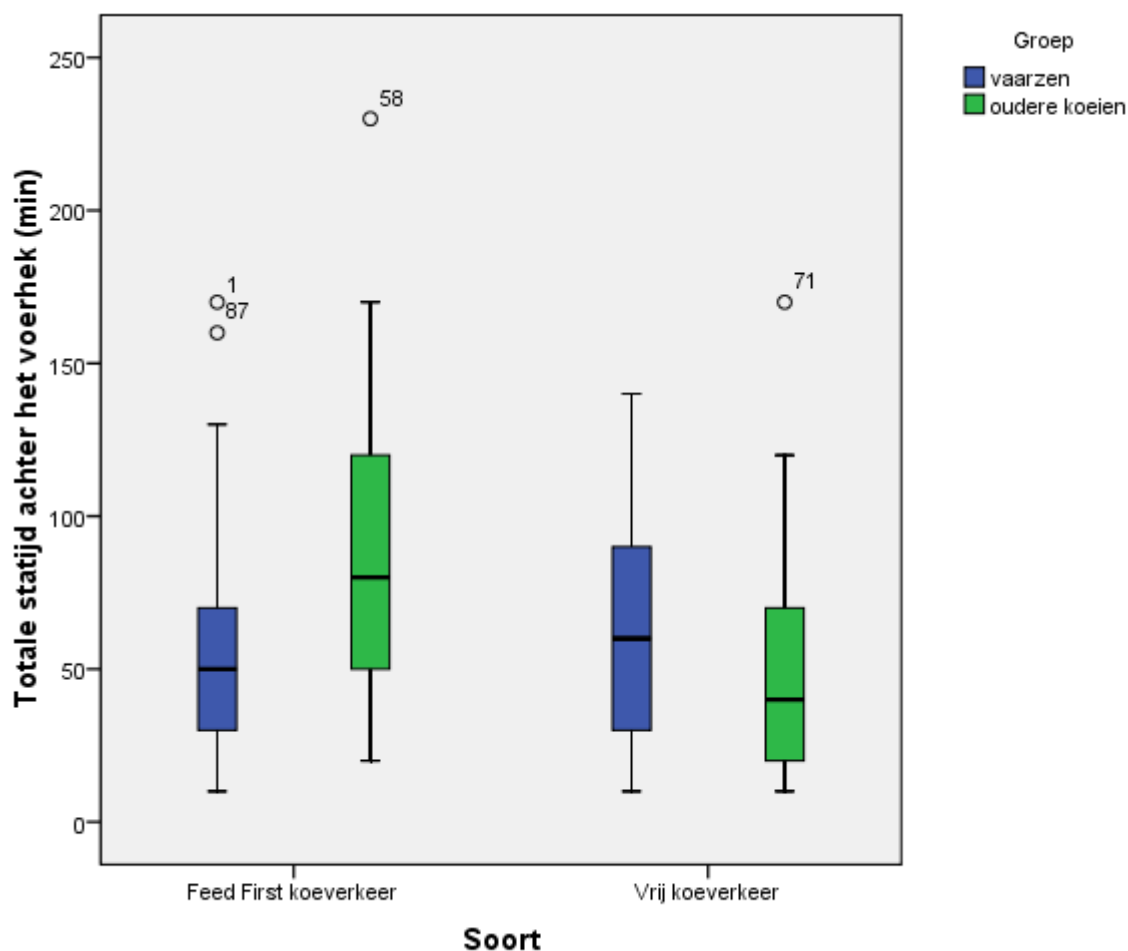
Tabel 23. Parameter berekeningen van de totale tijd in ruimte A

L.nummer	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
Vaarzen	5,337	5,255	5,419
Oudere koeien	5,436	5,354	5,518

Tabel 24. Gemiddelden van de totale statijd in ruimte A

#### Totale statijd achter het voerhek

Uit figuur 16 is af te lezen dat het soort koeverkeerconcept van invloed is op de totale statijd achter het voerhek. De interactie met het soort koeverkeerconcept gaf een significantie van 0,034 (tabel 25). Op Feed First bedrijven staan de koeien 1,36 ( $e^{0,305}$ ) keer meer achter het voerhek dan koeien op vrij koeverkeer bedrijven en omgerekend zijn dat 16 minuten. De koeien op Feed First bedrijven staan gemiddeld totaal 60 minuten (spreiding: 37 – 98 minuten) achter het voerhek en de koeien op vrij koeverkeer bedrijven gemiddeld totaal 44 minuten (spreiding: 36 - 55 minuten). Het verschil in statijd achter het voerhek wordt voor 4,1% verklaard door het soort koeverkeerconcept. De interactie met het lactatiestadium en het lactatienummer waren niet significant en gaven geen trend weer.



Figuur 16. Boxplot van de totale statijd achter het voerhek op bedrijven met Feed First en vrij koevoerkeer voor vaarzen versus oudere koeien

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	3,794	,000	3,590	3,998
Feed First	,305	,034	,024	,586
Vrij koevoerkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 25. Parameter berekeningen van de totale statijd achter het voerhek

### Totale ligtijd

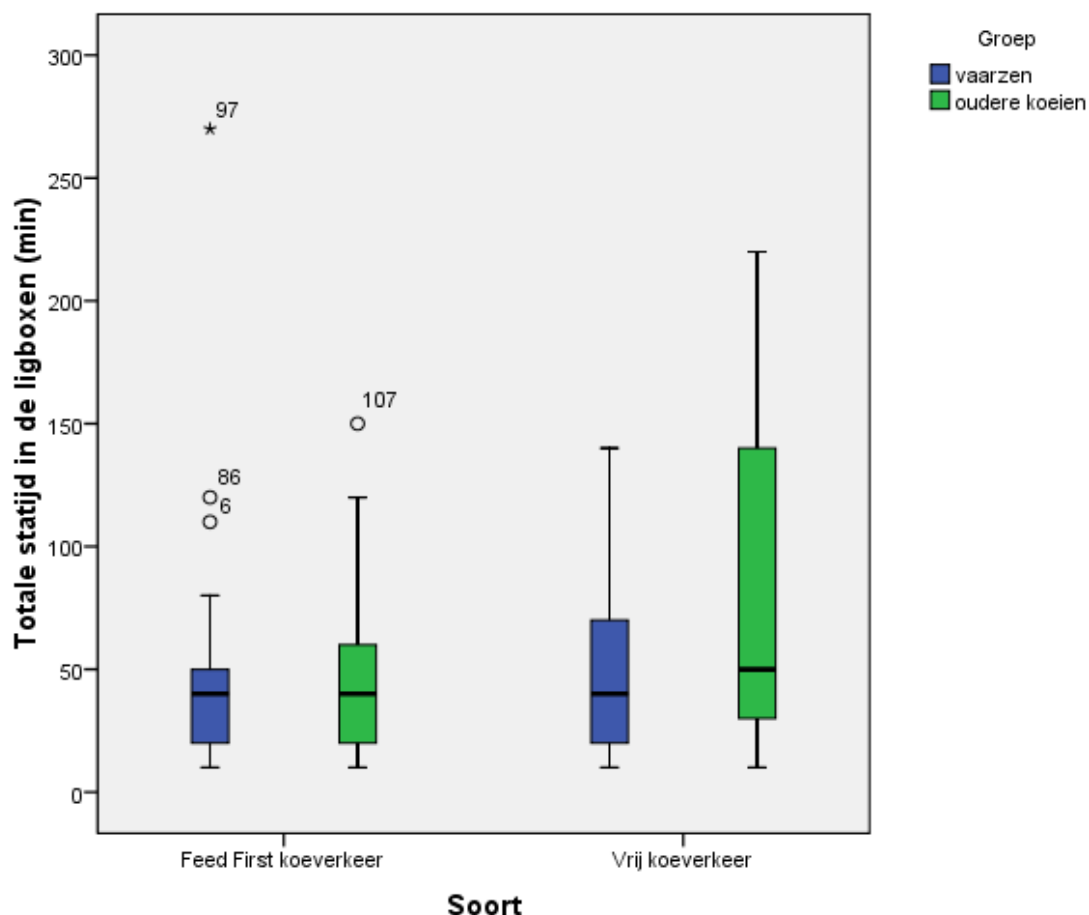
De interactie met het lactatiestadium, het lactatienummer en het soort koeverkeerconcept gaf geen significantie of trends weer. In tabel 26 staan de p-waarden en de verschillen vermeld.

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	5,424	,000	5,250	5,598
Feed First	,008	,920	-,148	,164
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
10-50 dgn	-,135	,171	-,330	,059
50-150 dgn	-,053	,580	-,240	,135
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	,042	,593	-,114	,198
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 26. Parameter berekeningen van de totale eettijd

### Totale statijd in de ligboxen

De interactie met het lactatiestadium, het lactatienummer en het soort koeverkeerconcept gaf geen significantie. De interactie met het soort koeverkeerconcept gaf wel een trend weer met een p-waarde van 0,060 (tabel 27). In figuur 17 is deze trend goed zichtbaar. De koeien op Feed First bedrijven staan 1,36 ( $e^{0,308}$ ) keer minder in de ligboxen dan de oudere koeien en omgerekend zijn dat 13 minuten. De koeien op Feed First bedrijven staan in totaal 35 minuten (spreiding: 32 – 59 minuten) in de ligboxen en koeien op vrij koeverkeer bedrijven 48 minuten (spreiding: 38 – 60 minuten). In tabel 28 staan deze gegevens weergegeven. Het verschil in totale statijd in de ligboxen wordt voor 3,4% verklaard door het lactatienummer.



Figuur 17. Boxplot van de totale statijd in de ligboxen op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor vaarzen versus oudere koeien

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constance	3,862	,000	3,633	4,092
Feed First	-,308	,060	-,629	,013
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 27. Parameter berekeningen van de totale statijd in de ligboxen

Soort	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
Feed First	3,554	3,330	3,779
Vrij koeverkeer	3,862	3,633	4,092

Tabel 28. Gemiddelden van de totale statijd in de ligboxen

### Totale statijd tussen de ligboxen

De interactie met het lactatiestadium, het lactatienummer en het soort koeverkeerconcept gaf geen significantie. In tabel 29 staan de p-waarden en de verschillen vermeld.

Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	2,947	,000	2,581	3,312
Feed First	-,069	,666	-,388	,249
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
10-50 dgn	,277	,160	-,112	,666
50-150 dgn	,121	,539	-,270	,513
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	,048	,763	-,270	,367
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 29. Parameter berekeningen van de totale statijd tussen de ligboxen

### Totale statijd in de wachruimte/voor de robot

De interactie met het lactatiestadium, het lactatienummer en het soort koeverkeerconcept gaf geen significantie. De interactie met het lactatienummer gaf wel een trend weer met een p-waarde van 0,092 (tabel 30). In figuur 18 is deze trend goed zichtbaar. De vaarzen staan 1,34 keer meer in de wachruimte/voor de robot dan de oudere koeien en omgerekend zijn dat 7 minuten. De vaarzen staan in totaal 28 minuten (spreiding: 22 – 35 minuten) in de wachruimte/voor de robot en oudere koeien 21 minuten (spreiding 16 – 27 minuten). Deze gegevens staan vermeld in tabel 31. Het verschil in totale statijd in de wachruimte/voor de robot wordt voor 5,8% verklaard door het lactatienummer.

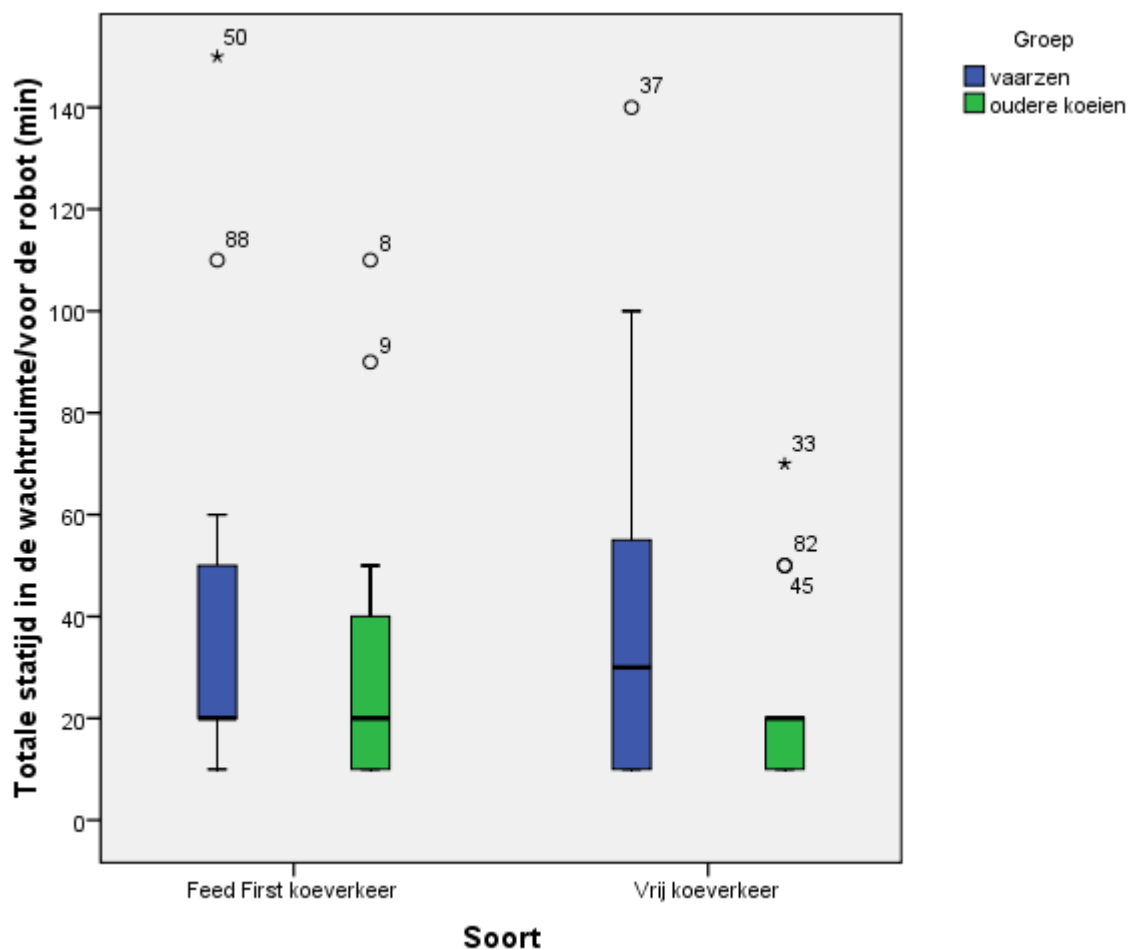
Parameter	B	Significantie	95% Betrouwbaarheidsinterval	
			Ondergrens	Bovengrens
Constante	2,803	,000	2,345	3,261
Feed First	,067	,695	-,272	,407
Vrij koeverkeer	0 <sup>a</sup>	.	.	.
10-50 dgn	,294	,191	-,149	,736
50-150 dgn	,312	,145	-,110	,733
> 250 dgn	0 <sup>a</sup>	.	.	.
Vaarzen	,293	,092	-,049	,635
Oudere koeien	0 <sup>a</sup>	.	.	.

Tabel 30. Parameter berekeningen van de totale statijd in de wachruimte/voor de robot



L.nummer	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	
		Ondergrens	Bovengrens
Vaarzen	3,331	3,108	3,554
Oudere koeien	3,038	2,774	3,302

Tabel 31. Gemiddelden van de totale statijd in de wachtruimte/voor de robot



Figuur 18. Boxplot van de totale statijd in de wachtruimte/voor de robot op bedrijven met Feed First en vrij koeverkeer voor vaarzen versus oudere koeien

### Hoog- en laagfrequente koeien

Van de hierna volgende variabelen: conditiescore, locomotiescore, pensscore, lactatienummer, lactatiestadium, lactatiewaarde, liters en celgetal zijn de volgende variabelen in het model opgenomen: conditiescore, lactatienummer en het lactatiestadium. Van deze variabelen waren effecten te verwachten op basis van een biologisch model en de individuele logistische regressie.

In tabel 32 staan de resultaten vermeld van de logistische regressie op de hoog- en laagfrequentie koeien. De exp(B) geeft steeds de vergelijking met de referentiecategorie. De conditiescore heeft een p-waarde van 0,053. Net niet significant, maar daar wordt wel vanuit gegaan. De exp(B) heeft een waarde van 5,805. Dat betekent dat de odds op hoogfrequent 5,805 maal hoger is, als de conditie één eenheid hoger wordt. Bij een toenemende conditie zijn de koeien vaker hoogfrequent.

Het lactatienummer heeft een p-waarde van 0,021 en is dus significant. De odds op hoogfrequent bij vaarzen is 8.4 keer de odds op hoogfrequent bij oudere koeien. Dat betekent dat vaarzen vaker hoogfrequent zijn dan oudere koeien.

Het lactatiestadium geeft ook significantie. Door bij het lactatiestadium naar de algemene trend te kijken van de exp(B), is er te zien dat deze stabiel afneemt en groter dan één is.

Echter nog met veel onzekerheid en daardoor niet allemaal significant.

De odds op hoogfrequent bij lactatiestadium categorie 1 is 18,6 keer de odds op hoogfrequent dan lactatiestadium categorie 2. De odds op hoogfrequent bij lactatiestadium categorie 2 is 7,255 keer de odds op hoogfrequent dan lactatiestadium categorie 3. De odds op hoogfrequent bij lactatiestadium 3 is 5,718 keer de odds op hoogfrequent dan lactatiestadium categorie 4. De odds op hoogfrequent bij lactatiestadium 4 is 1,001 keer de odds op hoogfrequent dan lactatiestadium 5. Naarmate het lactatiestadium afneemt, neemt de odds af op hoogfrequent. Dat betekent dat de koeien minder vaak hoogfrequent zijn.

	Significantie	Exp(B)
Conditiescore	,053	5,805
Vaarzen	,021	8,360
Lactatiestadium	,085	
0 – 60 dgn	,023	18,572
60 – 120 dgn	,104	7,255
120 – 200 dgn	,284	5,718
200 – 305 dgn	1,000	1,001
Constante	,027	,001

Tabel 32. Parameter berekeningen van de hoog- en laagfrequente koeien

## *Discussie*

### *Onderzoeksopzet*

Door de bedrijven aan een aantal selectiecriteria te laten voldoen, is er getracht de uniformiteit zo groot mogelijk te houden en om een juiste interpretatie van de onderzoekgegevens mogelijk te maken. Het is ondoenlijk om tien exact dezelfde bedrijven te selecteren. Daarnaast verschilt het management ook per bedrijf. Door te kiezen voor bedrijven die minimaal een jaar met een soort koeverkeer concept werken, voorkom je dat koeien onvoldoende geadapteerd zijn aan het systeem.

Er is gekozen voor een aantal van tien bedrijven, omdat er wegens de selectiecriteria niet meer bedrijven overbleven. Wellicht zullen er in de toekomst meer bedrijven komen die vergelijkbaar met elkaar zijn door de aanhoudende opkomst van het automatisch melksysteem. Daarnaast zijn er per bedrijf twaalf dieren gevolgd, omdat het anders onmogelijk werd om alle koeien op hetzelfde tijdstip te kunnen scoren. Voor de mogelijke kenmerken van hoog- en laagfrequente koeien werden in totaal tien dieren per bedrijf gescoord. De redenering was dat dit voldoende zou zijn, om de mogelijke kenmerken naar boven te kunnen brengen.

In soortgelijke experimenten (Hermans et al., 2003; Bach et al., 2009) werden de koeien vaak meerdere weken achtereen gevolgd. De koeien in dit onderzoek werden tien uur achtereen gevolgd. Wellicht zouden hierdoor de wat kleinere verschillen minder goed naar boven kunnen komen. Voor het observeren van de koeien is de time-sampling methode gebruikt (Mitlöhner et al., 2001). De waarnemingen werden om de tien minuten gescoord. Elke observatie staat daardoor voor tien minuten. Wellicht klopt dit niet exact met de werkelijke tijd van een gedraging, maar door aan te nemen dat je een bepaalde gedraging binnen die 10 minuten ook mist, gaan we er vanuit dat er in het totaal geen tot weinig verschil zit tussen de waargenomen en de werkelijke tijd van een gedraging.

### *Resultaten*

De vaarzen eten minder lang, maar wel vaker. Dit is een logische constatering, omdat vaarzen een kleinere maag hebben dan oudere koeien. Op Feed First bedrijven aten de koeien minder vaak. Bach et al., (2009) en Wiktorsson and Sorensen, (2004) constateerden ook dat het aantal maaltijden afnam op gedwongen koeverkeer bedrijven. Maar dat werd niet gecompenseerd door een langere maaltijdduur, zoals in het onderzoek van Bach et al., (2009). Dat betekent dat de koeien op Feed First bedrijven minder eten. In de totale eettijd kwam dit niet naar voren in dit onderzoek. Dit zou dan gecompenseerd kunnen worden door een toenemende maaltijdgrootte of toenemende snelheid van eten. In een vervolgonderzoek zou het een mogelijkheid zijn om deze parameters mee te nemen. Bij afname van het aantal maaltijden, zal er meer zorg uit moeten gaan naar de voeding van de koeien. Omdat een afname in het aantal maaltijden weleens tot pensverstoringen kan leiden, zoals rumen acidosis (Bach, et al., 2009).

De gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek lag hoger voor koeien op Feed First bedrijven dan op vrij koeverkeer bedrijven. Dit werd ook door Ketelaar-de Lauwere et al., (1998) geconstateerd. Ook de totale periode niksen achter het voerhek lag hoger op Feed First bedrijven. De koeien zouden het passeren van de SG als een belemmering kunnen zien. Omdat ze mogelijk naar de melkrobot gestuurd worden, terwijl ze liever naar de ligboxen gaan. Daarnaast lag de gemiddelde aaneengesloten duur niksen achter het voerhek hoger voor oudere koeien dan voor vaarzen. Het langer niksen achter het voerhek komt de

klauwgezondheid niet ten goede. Extra zorg zou mogelijk uit moeten gaan naar de vloer. De mogelijk negatieve effecten van het te lang staan, zouden kunnen worden opvangen door rubber te plaatsen op de vloer en voor een schone en voldoende grip bevattende vloer te zorgen.

De totale statijd in de ligboxen gaf een trend weer. Namelijk dat koeien op Feed First bedrijven in totaal minder in de ligboxen stonden. Dat zou kunnen zijn, omdat de koeien op Feed First bedrijven vermoeider zijn. Ze zijn wellicht vermoeider, doordat ze langer stonden te niksken achter het voerhek ten opzichte van vrij koeverkeer. Om te kijken of het minder vaak staan in de ligboxen het gevolg is van het soort koeverkeerconcept, is er gekeken naar de ligboxenlay-out op de bedrijven met behulp van het scoremodel van Frank van Eerdenburg et al., (2009). Daaruit bleek dat de afmetingen niet voldeden aan de referentiewaarden, zoals de ligboxenbreedte. De ligboxenbreedte varieerde namelijk van 1,08 tot 1,14 meter. De ligboxafmetingen zijn waarschijnlijk een mindere belemmering voor de koeien op Feed First bedrijven, omdat de vermoeidheid hoger opweegt dan de te krappe ligboxafmetingen. In het onderzoek van Hermans et al., (2003) werd juist het tegenovergestelde gevonden. Namelijk dat koeien op gedwongen koeverkeer bedrijven vaker stonden in de ligboxen. De verklaring ligt waarschijnlijk in het feit dat de koeien op Feed First bedrijven vrije toegang hadden tot het voergeedeelte in tegenstelling tot de gedwongen koeverkeer bedrijven. In de semigedwongen setting stonden de koeien minder vaak in de ligboxen doordat in een deel van de stal de koeien vrije toegang hadden tot het voergeedeelte. Daarnaast stonden de verse koeien in het huidige onderzoek het vaakst in de ligboxen.

Op Feed First bedrijven was de staperiode tussen de ligboxen per keer langer dan op vrij koeverkeer bedrijven. Wat de reden is van de langere staperiode tussen de ligboxen, is niet duidelijk geworden. Omdat er nog geen enkel experiment over is gedaan kan er niet vergeleken worden. De middelste lactatiegroep (50-150 dgn) stond het minst vaak tussen de ligboxen.

Op Feed First bedrijven lagen de koeien minder vaak, maar dat werd niet gecompenseerd door een langere aaneengesloten duur van het liggen per keer. Dit is een negatief effect van het Feed First systeem. Dit zou kunnen leiden tot een verminderde melkproductie, omdat de koeien minder liggen. De koeien produceren meer melk, wanneer ze meer liggen (Metcalf et al., 1992). In een vervolgonderzoek zou het een mogelijkheid kunnen zijn, om te onderzoeken of er een relatie bestaat tussen het minder liggen en de melkproductie op Feed First bedrijven. In dit onderzoek is dit achterwege gelaten, wegens het aantal bedrijven en de vele factoren die invloed uitoefenen op de melkproductie. Daarnaast lagen de verse koeien het vaakst en naarmate het lactatiestadium vorderde, nam de aaneengesloten duur van een ligperiode toe. Je zou het liggedrag van koeien op Feed First bedrijven mogelijk kunnen verhogen, door een beter ligbed comfort te garanderen.

De koeien op Feed First bedrijven zijn minder dynamisch, omdat ze minder vaak van ruimte wisselden. Het aantal periodes in ruimte A en B lag lager op Feed First bedrijven dan op vrij koeverkeer bedrijven. Wel bleven de koeien op Feed First bedrijven langer per verblijfsperiode in ruimte A respectievelijk in ruimte B. De gemiddelde duur van een verblijfsperiode in ruimte A en B lag dan ook hoger dan op vrij koeverkeer bedrijven. Ketelaar-de Lauwere et al., (1998) beschreef ook dat koeien op gedwongen koeverkeer bedrijven minder trips maakten van het liggedeelte naar het voergeedeelte. Naast het verschil tussen de twee verschillende koeverkeer concepten, was er ook een verschil tussen de vaarzen en de oudere koeien. De vaarzen hadden kortere periodes in ruimte A, maar kwamen wel

vaker in ruimte A dan de oudere koeien. De reden hiervoor zou kunnen zijn dat vaarzen onrustiger zijn dan oudere koeien en lager in rangorde. Het zou ook kunnen zijn dat vaarzen zich gemakkelijker voortbewegen binnen het Feed First systeem en actiever zijn. Ze zijn immers sneller, nieuwsgieriger en hebben een betere klauwgezondheid. Daarnaast passen ze nog beter in de ligboxen. De interactie met de totale tijd in ruimte A gaf een trend weer, namelijk dat vaarzen in totaal minder vaak in ruimte A waren. Naarmate het lactatiestadium vorderde, nam de totale tijd in ruimte B toe bij de vaarzen.

De vaarzen stonden meer in de wachtruimte/voor de robot dan oudere koeien met betrekking tot de totale statijd in de wachtruimte. Vaarzen stonden ook vaker te wachten. Dit werd ook gevonden door Melin et al., (2006). De gemiddelde aaneengesloten duur staan in de wachtruimte lag op Feed First bedrijven hoger. Jagtenberg en van Lent, (1995) vonden hetzelfde. De middelste lactatiegroep (50-150 dgn) stonden het vaakst in de wachtruimte/voor de robot en de oudmelkte koeien het minst vaak.

Uit het feit dat vaarzen vaker hoogfrequent waren dan de oudere koeien, is op te maken dat de vaarzen vaker naar het voerhek komen. Vaarzen hebben immers een kleinere pens en uier. Er is niet onderzocht op welke tijdstippen de koeien hun gedragingen uitoefenen. Daardoor kan er geen oordeel worden gegeven over het feit of de vaarzen zich meer op ongewenste tijdstippen gaan gedragen in verband met het mogelijk groter worden van het rangorde verschil. Mogelijk kan dit in een vervolgonderzoek mee worden meegenomen. Daarnaast worden de hoogfrequente koeien gekenmerkt door een hogere conditie. Doordat koeien 'beter in hun vel zitten', zijn ze actiever en passeren vaker de SG. Het zou ook zo kunnen zijn, dat doordat de koeien vaak de SG passeren, een hogere conditie krijgen. Wanneer het lactatiestadium toeneemt, zijn de koeien minder vaak hoogfrequent. Dit past bij het gegeven dat oudmelkte koeien minder melk geven, minder vaak naar het voerhek gaan en minder vaak naar de robot hoeven te worden gestuurd.

## *Conclusie*

De koeien op Feed First bedrijven zijn minder dynamisch. Ze zijn minder in beweging, wisselen minder vaak van ruimte. Enkele gedragingen, zoals eten en liggen, worden zelfs minder vaak uitgevoerd en dat wordt niet gecompenseerd door een langere aaneengesloten duur. De koeien op Feed First bedrijven staan per keer en in z'n totaliteit langer te niksen achter het voerhek. Dit alles lijkt het Feed First systeem minder geschikt te maken voor de koe in vergelijking met vrij koeverkeer. Daarnaast lijkt binnen het Feed First systeem een vaars beter te functioneren dan een oudere koe. Oudere koeien staan langer te niksen achter het voerhek en wisselen minder vaak van ruimte dan de vaarzen.

Hoogfrequente koeien hebben een hogere conditie, zitten vroeger in het lactatiestadium en zijn vaker vaarzen dan oudere koeien. Wanneer koeien voldoen aan deze criteria, maar geen hoog aantal passages door de SG hebben, kan dat duiden op een verminderde aanpassing aan het Feed First systeem. Weliswaar na uitsluiting van andere oorzaken, waardoor een koe minder goed ter been is.

## *Dankwoord*

Allereerst wil ik Bertjan Westerlaan, namens Vetvice, bedanken voor de mogelijkheid om deze onderzoekstage te kunnen doen. Daarnaast wil ik Simon de Haan, namens DeLaval, bedanken voor het mede mogelijk maken van deze onderzoekstage.

Voor het verzamelen van de gegevens was ik afhankelijk van de veehouders. Graag wil ik de veehouders bedanken voor hun medewerking en het beschikbaar stellen van hun koeien. Ondanks de koude weersomstandigheden zorgden de veehouders ervoor dat het aangenaam vertoeven was. Warme chocolademelk, soep en kruiken, alles werd tevoorschijn gehaald. Dank daarvoor!

Frank van Eerdenburg, namens Universiteit Utrecht, wil ik bedanken voor de professionele begeleiding tijdens het onderzoek.

Hans Vernooij, namens Universiteit Utrecht, wil ik bedanken voor het wegwijs maken in het rekenprogramma SPSS.

Amber van Westrenen, namens HAS Den Bosch, wil ik bedanken voor de hulp met het observeren van de koeien.

## Literatuurlijst

1. ALBRIGHT, J.L. (1987) Dairy animal welfare: current and needed research *Journal of dairy science* **70**:2711-2731
2. BACH, A., BUSTO, I., (2005) Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems *Journal of dairy science* **72**(1):101-6
3. BACH, A., DEVANT, M., IGLEASIAS, C., FERRER, A. (2009) Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle *Journal of dairy science* **92**:1272-1280
4. BELL, N., HUXLEY, J. (2009) Locomotion, lameness and mobility in dairy cows *Veterinary record* **164**:726
5. CASSIDA, K., STOKES, M.R. (1986) Eating and resting salivation in early lactation dairy cows *Journal of dairy science* **69**:1282-1292
6. EERDENBURG, VAN, F.J.C.M., SALTJERAL-OAXACA, J., VAZQUEZ-FLORES, S. J. (2009) *Increasing milk yield by improving cow comfort* European forum Livestock housing for the future, Institut de l'Élevage, Paris, France, Lille, France, 2009, pp. 143-148
7. EDMONSON, A.J., LEAN, I.J., WEAVER, L.D., FARVER, T., WEBSTER, G. (1989) A body condition scoring chart for holstein dairy cows *Journal of dairy science* **72**:68-78
8. GYGAX, L., NEUFFER, I., KAUFMANN, C., HAUSER, R., WECHSLER, B. (2007) Comparison of functional aspects in two automatic milking systems and auto-tandem milking parlors *Journal of dairy science* **90**(9):4265-74
9. HAAN, DE, S., (2007) Feed First koeverkeer *Boerderij/Veehouderij* **20**:12-13
10. HARMS, J., WENDL, G. (2001) Feeding behaviour in automatic milking systems: influence of the social rank of dairy cows *Landtechnik* **60**:5, 286-287
11. HARMS, J., PETTERSON, G., WENDL, G. (2005) Influence of social rank on animal behaviour of cows milked by an automatic milking system: implementation of automated procedures to estimate the rank and the length of stay in the feeding area *Precision livestock farming '05*, 2005, pp. 179-186
12. HARMS, J., WENDL, G., SCHON, H. (2001) Influence of different forms of cow traffic on the animal and milking behavior in automatic milking systems *Landtechnik* **56**:4, 254-255
13. HERMANS, G.G.N., IPEMA, A.H., STEFANOWSKA, J., METZ, J.H.M. (2003) The effect of two traffic situations on the behavior and performance of cows in an automatic milking system *Journal of dairy science* **86**:1997-2004
14. HURNIK, J.F. (1992) Ethology and technology: the role of ethology in automation of animal production processes *Pudoc scientific publishers, Wageningen* **65**:401
15. JAGTENBERG, C., VAN LENT, J. (1995) Vrij of eenrichtingsverkeer bij de melkrobot *Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden* **10**:6, 29-32
16. KETELAAR- DE LAUWERE, C.C., DEVIR, S., METZ, J.H.M. (1996) The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system *Applied animal behaviour science* **49**:199 – 211
17. KETELAAR-DE LAUWERE, C. C., HENDRIKS, M. M. W. B., METZ, J. H. M., SCHOUTEN, W. G. P. (1998) Behavior of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment *Applied animal behavior science* **56**:13-28



18. MELIN, M., HERMANS, G. G. N., PETTERSON, G., WIKTORSSON, H. (2006) Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area *Applied animal behavior science* **96**:3/4, 201-214
19. MELIN, M., PETTERSON, G., SVENNERSTEN-SJAUNJA, K., WIKTORSSON, H. (2007) The effects of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automated milking systems *Applied animal behavior science* **197**:13-21
20. MELIN, M., SVENNERSTEN-SJAUNJA, K., WIKTORSSON, H. (2005) Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic automatic milking systems *Journal of dairy science* **88**:3913-3922
21. MERTENS, D.R., (1997) Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows *Journal of dairy science* **80**:1463-1481
22. METCALF, J.A., ROBERTS, S.J. SUTTON, J.D. (1992) Variations in blood flow to and from the bovine mammary gland measured using transit time ultrasound and dye dilution., *Research in Veterinary Science*, **53**:59-63
23. MITLOHNER, F.M., MORROW-TESCH, J.L., WILSON, S.C., DAILY, J.W., MCGLONE, J.J. (2001) Behavioral sampling techniques for feedlot cattle *Journal of dairy science* **79**:1189-1193
24. THUNE, R.O., BERGGREN, A.M., GRAVAS, L., WIKTORSSON, H. (2002) Barn layout and cow traffic to optimise the capacity of an automatic milking system *The first north american conference on automatic milking* **II**:45 – 50
25. WIKTORSSON, H., SORENSEN, J.T., (2004) Implications of automatic milking on animal welfare *Wageningen academic publishers*, 2004, pp. 371-381
26. ZAAIJER, D., KREMER, W.D.J., NOORDHUIZEN, J.P.T.M. (2001) *Het scoren van de pensvulling bij melkvee* Phizer Animal Health, [www.phizerah.nl](http://www.phizerah.nl)