



Eindrapportage Veerkracht van Melkvee I

Verandering van dynamiek, voorspellende kracht

Ingrid van Dixhoorn, Rudi de Mol, Joop van der Werf, Kees van Reenen



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Eindrapportage Veerkracht van Melkvee I

Verandering van dynamiek, voorspellende kracht

Ingrid van Dixhoorn, Rudi de Mol, Joop van der Werf, Kees van Reenen

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door de provincie Overijssel en het Melkveefonds

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, juni 2016

Livestock Research Rapport 956

Ingrid van Dixhoorn, Rudi de Mol, Joop van der Werf, Kees van Reenen, 2016. Eindrapportage *Veerkracht van Melkvee I; Verandering van dynamiek, voorspellende kracht*. Lelystad, Wageningen UR (University & Research Centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 956. 29 blz.
DOI-nummer: <http://dx.doi.org/10.18174/386110>

De transitieperiode is een kritische fase in het leven van melkvee. Vroege identificatie van zogenaamde risicokoeien, maakt het mogelijk om vroeg in te grijpen en de transitieperiode te optimaliseren. Gebaseerd op de veerkrachttheorie van biologische systemen hebben we binnen dit onderzoek de hypothese getoetst of de kwetsbaarheid van een individuele koe bepaald kan worden aan de hand van dynamische aspecten van continu gemeten fysiologische en gedragsvariabelen.

Hiervoor is de relatie tussen het risico om vroeg in de lactatie ziek te worden en dynamische aspecten van fysiologische en gedrags- variabelen, welke hoogfrequent zijn gemeten, onderzocht.

Dynamisch, kwantitatieve parameters van fysiologische en gedragsmatige metingen (met een hoge resolutie), welke zijn verkregen gedurende de droogstand, hebben voorspellende waarde voor het risico van koeien om ziekte te ontwikkelen in de beginperiode van de lactatie. De resultaten van dit onderzoek suggereren dat de kwantitatieve parameters uit sensorgegevens het niveau van de veerkracht van een individuele koe weerspiegelen.

The transition period is a critical phase in the life of dairy cows. Early identification of cows at risk for disease would allow for early intervention and optimization of the transition period. Based on the theory of resilience of biological systems we hypothesize that the level of vulnerability of an individual cow can be quantified by describing dynamical aspects of continuously measured physiological and behavioural variables.

To examine the relationship between the risk to develop diseases early in lactation and dynamic patterns of high-resolution, physiological and behavioural data, were continuously recorded in individual cows before calving.

Dynamic, quantitative parameters for high-resolution physiological and behavioural measures, continuously acquired during the dry period have predictive value for the risk of cows to develop diseases during the early lactation period. Our results suggest that quantitative parameters derived from sensor data may reflect the level of resilience of individual cows.

© 2016 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

Samenvatting	7	
1	Introductie	9
	1.1 Belang voor de melkveehouderij	9
2	Achtergrond en doel	11
3	Methode	13
	3.1 Experimentele opzet	13
	3.2 Dieren	13
	3.3 Dataverzameling	14
	3.3.1 Dieren	14
	3.3.2 Bedrijf / Externe factoren	14
	3.4 Data analyse	15
	3.4.1 Samenstellen database	15
	3.4.2 Berekening totaal aantal ziektepunten per koe	15
	3.4.3 Statistische analyse	15
4	Resultaten	16
	4.1 Dieren	16
	4.1.1 Klinische diagnostiek / Totaal aantal ziektepunten	16
	4.1.2 Bloed & Mest	18
	4.2 Data analyse	22
	4.2.1 Sensoren	22
	4.2.2 Klinische waarnemingen	22
	4.2.3 Koe-Kompas	23
5	Discussie en conclusies	24
Literatuur		25
	Bijlage 1 Klinische diagnostiek	27
	Bijlage 2 Overzicht alle data	29

Samenvatting

De Nederlandse melkveehouderij maakt een gestage schaalvergroting door. Hoewel schaalvergroting kansen biedt op het terrein van, bijvoorbeeld, kostprijsverlaging en de handhaving van de (internationale) concurrentiepositie, is er een mogelijke keerzijde als het gaat om het op peil houden – of waar nodig het verbeteren – van gezondheid en welzijn van de koeien. Tegen deze achtergrond is het van groot belang dat de Nederlandse melkveehouderij de beschikking krijgt over technische hulpmiddelen die het mogelijk maken om op een geautomatiseerde wijze gegevens te verzamelen over de gezondheidsstatus van grote aantallen koeien. Er komen steeds meer sensoren beschikbaar waarmee belangrijke biologische kenmerken van koeien (zoals activiteit of lichaamstemperatuur) continu kunnen worden geregistreerd, en op basis waarvan koeien die een ziekte doormaken, kunnen worden onderscheiden van gezonde dieren. Een grote stap voorwaarts op dit terrein zou gezet worden, wanneer aan de hand van dergelijke sensordata voorspeld zou kunnen worden welke koeien een grote kans hebben om ziek te worden, op een moment dat de dieren nog niet ziek zijn. Dat zou de melkveehouder in staat stellen om preventieve maatregelen te treffen of om zodanig in te grijpen dat ziekte kan worden voorkómen. Het onderzoek aan veerkracht heeft juist als doel om tools te ontwikkelen waarmee koeien kunnen worden geïdentificeerd die een grote kans hebben op gezondheidsproblemen in de (nabije) toekomst, ofwel koeien met een verminderde veerkracht. In het project Veerkracht I hebben we het fundament gelegd voor een model om voorspellingen te doen over hoe goed koeien de droogstand door zullen komen en zo min mogelijk ziek zullen worden.

Met dit model kan, op basis van metingen aan koeien tijdens de droogstand (vóór afkalven), voorspeld worden welke dieren een verhoogd risico lopen op gezondheidsproblemen ná het afkalven.

Uit het project Veerkracht I is gebleken dat er duidelijk significante relaties bestaan tussen metingen – met behulp van reeds bestaande sensoren – aan de koe gedurende de droogstand en het aantal ziektedagen ná het afkalven. Dit betekent dat we met behulp van deze metingen de toestand (hoge of lage veerkracht) van de koeien kunnen beschrijven, én volgen. Het betreft dus gezonde koeien, die tijdens de droogstand ogenschijnlijk niets mankeren, zelfs ook nog geen subklinische aandoening, maar waarvan we wel aan de hand van specifieke criteria kunnen voorspellen dat ze het moeilijk gaan krijgen tijdens de lactatie, als er niets in het management verandert.

De criteria die voorspellend zijn gebleken zijn voortgekomen uit data die continu, hoog frequent zijn gemeten met behulp van verschillende sensoren (stappentellers Ice-Qubes, temperatuurmeting in de pens BellaAg, activiteit en andere metingen m.b.v. SensOor). Hierbij hebben we niet alleen naar gemiddelden of het niveau gekeken, maar vooral naar de dynamiek (patronen in de tijd) van deze data. Juist deze dynamiek geeft meer informatie dan het gemiddelde niveau alleen.

1 Introductie

Bij de huidige benaderingen om de ontwikkeling van duurzame productiesystemen in de veehouderij te bevorderen, ligt de nadruk op het aanwijzen van duurzame indicatoren of het ontbreken daarvan (risico's). Het registreren van bepaalde indicatoren op een melkveebedrijf is veelal retrospectief van karakter. Hiermee kunnen uitspraken worden gedaan over hoe de toestand van het bedrijf geweest is; deze uitspraken gelden derhalve alleen voor die bewuste periode. Het aangeven van hoe robuust (of veerkrachtig) het systeem is, is nog een onontgonnen gebied.

De vraag naar een constante melkkwaliteit, langere levensduur vanuit de zuivelverwerkende bedrijven, en de productie van duurzame producten vanuit de maatschappij wordt steeds groter. Dit vraagt om robuuste houderijsystemen waarmee onder de wisselende condities waar een melkveebedrijf mee te maken heeft, een bepaald niveau van welzijn en gezondheid gehandhaafd kan worden.

De noodzaak om antibioticagebruik terug te dringen, legt steeds meer de nadruk op preventie. Indien ziekte kan worden voorkomen door vroegtijdig te kunnen bijsturen, zal dit leiden tot een veestapel die makkelijker oud kan worden, zonder dat medicinaal ingrijpen of bijsturen nodig is.

Dit vraagt om indicatoren die aangeven dat er bijgestuurd moet worden, nog voordat ziekte optreedt. Indicatoren die aangeven dat de dieren kwetsbaarder dreigen te worden, of een verhoogd risico lopen, waardoor ze moeilijker om kunnen gaan met de veranderingen en uitdagingen die ze tegemoet zullen treden, zoals bijvoorbeeld de transitieperiode en lactatieperiode. De transitieperiode, van droogstaand naar lactatie en de lactatieperiode zijn de periodes waar melkvee het meest kwetsbaar is.

Het project 'Veerkracht van melkvee' is erop gericht indicatoren te vinden die juist aangeven wanneer dieren kwetsbaarder dreigen te worden. Oftewel indicatoren die de toestand van het dier aangeven als maat van veerkracht. Veel studies zijn al gedaan naar risicofactoren, die aangeven dat als deze aanwezig zijn de kans groter is dat dieren het moeilijker krijgen.

Om vanuit de datastream die in toenemende mate beschikbaar is op melkveehouderijbedrijven, voorspellingen te kunnen doen over de mate van veerkracht, wordt binnen dit project kennis vanuit complex dynamische systeemleer benut.

Een complex dynamische systeem, zoals een melkveehouderij, heeft voortdurend te maken met veranderende omstandigheden, de toestand is nooit statisch, maar schommelt meestal rond een bepaalde gewenste toestand, dit wordt het equilibrium genoemd (dynamisch evenwicht). De veerkracht van een systeem is de capaciteit van dat systeem om te herstellen na een verstoring. Het herstel na verstoring is dus een belangrijke eigenschap die niet door een enkelvoudige meting bepaald kan worden. De dynamiek van gemeten waarden levert hierbij de waardevolle informatie.

De uitdaging binnen dit concept ligt erin om aan de hand van de dynamiek van beschikbare variabelen van een melkveebedrijf, te kunnen bepalen hoe goed de dieren op bedrijven in staat zijn om met veranderingen om te kunnen gaan. Het innovatieve aspect van deze ontwikkeling is de toepassing van de theorie van kritische transitie, welke is beschreven door Marten Scheffer [1] voor complex dynamische systemen, zoals ecosystemen, op het melkveebedrijf als complex dynamisch systeem.

1.1 Belang voor de melkveehouderij

Het kwantificeren van de veerkracht van een melkveebedrijf levert een nieuw beoordelingscriterium en biedt nieuw handelingsperspectief op voor de melkveehouderij. Op basis hiervan kunnen strategieën worden uitgestippeld om zo tot robuuste, gezonde melkveehouderijbedrijven te komen die bij de continu wisselende omstandigheden een continu hoog kwalitatieve gezonde productie kunnen garanderen, met als resultaat koeien die lang mee kunnen (lange levensduur).

Veerkracht van melkveebedrijven sluit aan bij de ambities van de "Duurzame Zuivelketen" en draagt bij aan het vooroplopen in nieuwe applicaties die handen en voeten geven aan de termen veerkracht en robuustheid en levensduur, antibioticareductie.

Het project geeft betekenis aan datastromen die al beschikbaar zijn – en die gelet op de toenemende automatisering en toepassing van sensoren in de melkveehouderij steeds meer beschikbaar komen – en levert een onderbouwing voor bewuste keuzes voor een duurzame veehouderij. In tegenstelling tot andere monitoringssystemen, zullen hier modellen ontwikkeld worden die een voorspellende waarde hebben, nog voordat ziekte optreedt. Dit betekent dat ingegrepen en bijgestuurd kan worden voordat de verwachte problemen zich gaan voordoen en niet pas ingegrepen wordt op het moment dat de problemen zichtbaar zijn. De behoefte hieraan zal naar verwachting steeds meer toenemen wanneer de verwacht stijging van het gemiddeld aantal koeien per bedrijf (en per man) zal doorzetten.

Dit project levert fundamentele kennis en begrip op over het aanpassingsvermogen van veehouderijssystemen. Het ontwikkelen van een model voor het kwantificeren van veerkracht is een nog niet bestaand concept en vraagt samenwerking tussen verschillende kennisdomeinen en geavanceerde wiskundige modeltechnieken.

2 Achtergrond en doel

Het hoofddoel voor de langere termijn is de ontwikkeling van een model waarmee de veerkracht van melkveebedrijven bepaald en gemonitord kan worden, waardoor gestuurd kan worden op diergezondheid, welzijn en melkkwaliteit. Dit model moet veranderingen in veerkracht, en dus kwetsbaarheid voor verstoringen, kunnen detecteren waardoor vroegtijdig ingrijpen mogelijk wordt. Met veerkracht wordt hier bedoeld, de mate waarin de dieren op het bedrijf in staat zijn om met veranderingen en bedreigingen om te gaan om zo het gewenste gezondheids- en kwaliteitsniveau te handhaven, te herstellen en uiteindelijk te verbeteren.

Het doel van het onderzoek in Fase 1 is het aanwijzen van de bouwstenen voor de ontwikkeling van een detectiemodel waarmee, op basis van in de tijd continu waarneembare diervariabelen (met betrekking tot gedrag, lichaamstemperatuur e.d.), een voorspelling kan worden gedaan ten aanzien van de status – de mate van kwetsbaarheid – van de individuele koe. In het bijzonder of het dier zich in een kritische overgangsfase bevindt voorafgaand aan de ontwikkeling van daadwerkelijke klinische ziekteverschijnselen. In Fase 1 wordt informatie aangeleverd waarmee ‘proof of principle’ wordt verkregen voor de toepassing van de theorie van kritische transitie zoals beschreven door Marten Scheffer [1].

De in dit project te hanteren onderzoeksmethode is erop gericht om een detectie-methodiek te ontwikkelen waarmee voorspellingen gedaan kunnen worden over de veerkracht van koeien op melkveebedrijven op basis van de theorie van kritische transitie zoals die is beschreven door Marten Scheffer. Dat betekent dat in dit project equivalenten gedefinieerd moeten worden van processen en elementen uit de theorie van Scheffer die van toepassing zijn op het melkveebedrijf.

In de theorie van Scheffer zijn de volgende elementen te onderscheiden:

- a) Een zogenaamde ‘state’ die definieert in welke toestand of het systeem verkeert.
- b) Continu in de tijd meetbare variabelen op basis waarvan de overgang van de normale naar de abnormale toestand kan worden voorspeld (‘early-warning signals for critical transitions’).
- c) De externe omstandigheden waarin het systeem zich bevindt, respectievelijk de (risico)factoren waaraan het systeem wordt blootgesteld.
- d) Een laatste element in de theorie van Scheffer zijn de zogenaamde ‘challenges’ of (grote) veranderingen waaraan het biologische systeem wordt blootgesteld, en die een invloed kunnen hebben op de gevoeligheid van het systeem om te veranderen van ‘state’, of op de recovery of herstelvermogen, d.w.z. het vermogen om weer terug te keren naar de uitgangstoestand.

De state of toestand van de koeien (ad a) hebben we bepaald door dagelijks uitgebreid klinisch onderzoek te verrichten ondersteund met bloedonderzoek. Met behulp van sensoren zijn de continu meetbare variabelen gemeten (ad b). De externe omstandigheden zijn beschreven door op verschillende momenten Koe-Kompas uit te voeren (ad c, [3]) en tot slot is de transitie van droogstand naar lactierend als challenge aangehouden (ad d). De grootste uitdaging waar koeien mee te maken krijgen en waar de meeste problemen optreden is rond de transitie van droogstand naar melkgift.

Er is gekozen voor het bepalen van de veerkracht van koeien gedurende de transitieperiode, omdat dit de grootste uitdaging voor melkkoeien is, die ze door moeten maken. Hoe beter de koeien deze transitieperiode van droogstand naar lactierend doorlopen, des te minder problemen treden er op tijdens de lactatieperiode. Indien het mogelijk is om al gedurende de droogstand te detecteren dat dieren een verminderde veerkracht vertonen (en dus risico op problemen na het kalven), is er nog voldoende tijd en mogelijkheid om bij te sturen. Hierdoor komen de dieren beter het transitieproces door, starten beter op en zijn minder kwetsbaar voor problemen.

De continue in de tijd meetbare variabelen, zijn gemeten aan individuele koeien met behulp van een drietal sensoren: (1) de SensOor (AGIS) voor het meten van herkauwen, activiteit en de (buiten)oortemperatuur, (2) de pensbolus (BellaAG) voor het meten van de lichaams(pens)temperatuur, en (3) de IceQube (IceRobotics) voor het meten van activiteit (liggen, staan, stappen).

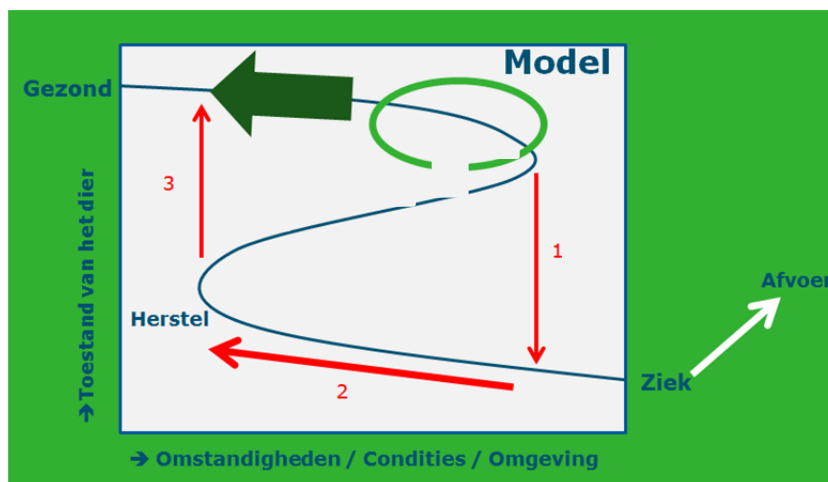
Gedurende twee perioden worden op basis van continue sensordata, de variabelen afgeleid – volgens de theorie van Scheffer [1] – die de toestand van een individuele koe in termen van veerkracht beschrijven:

- a) De periode vóór afkalven (14 dagen)
- b) De periode vlak ná afkalven (dag 2-5 na kalven)

Van deze continue metingen, worden vier (dynamische) aspecten bepaald, te weten:

- 1) Het (gemiddelde) niveau
- 2) De standaarddeviatie (afwijking van het gemiddelde)
- 3) De mate van autocorrelatie (met behulp van een zogenaamde AR1 model) – dit geeft aan in hoeverre opeenvolgende meetwaarden in de tijd variëren
- 4) Het correlogram – dit geeft aan of er sprake is van cyclische patronen (zogenaamde 'periodiciteit') in de tijd

De onderliggende hypothesen waren (1) dat de situatie vóór afkalven van belang is voor de kwetsbaarheid van koeien ná afkalven, en (2) dat de situatie kort ná afkalven indicatief zou kunnen zijn voor de mate waarin koeien hersteld zijn van het afkalfproces (wat op zichzelf als een 'challenge' beschouwd kan worden), en daarmee van belang voor de kwetsbaarheid van koeien tijdens het vervolg van de transitieperiode. Verondersteld werd verder dat een verhoogde kwetsbaarheid van een individuele koe zich onder meer zou uiten in een grotere kans op klinische gezondheidsproblemen, i.c. in een hoger aantal dagen waarop het dier ná afkalven klinisch ziek is bevonden.



Figuur 1.1 Schematische weergave gebaseerd op de theorie van Scheffer.

Onder invloed van de omstandigheden/omgeving/management (bepaald met Koe-Kompas), kan de toestand van het dier veranderen (bepaald m.b.v. klinische diagnostiek). Een dier is heel lang in staat de gezonde toestand te handhaven, maar op een gegeven moment kan de toestand omslaan van gezond naar ziek (1). Het herstel (2) en het uiteindelijk beter worden (3), kost veel energie tijd en inzet. Veelal worden zieke dieren om die reden afgevoerd. Het model kan dieren identificeren die dicht bij het kantelpunt zijn, maar nog wel gezond (lichtgroene cirkel). Onder invloed van een aanpassing in management/omgeving/voeding etc. kunnen de omstandigheden worden verbeterd, waardoor de dieren naar links verschuiven (dikke groene pijl). Dit levert een veestapel op die "beter bestand is tegen een stootje". Gebaseerd op [1]

3 Methode

3.1 Experimentele opzet

Het onderzoek werd uitgevoerd op een commercieel melkveebedrijf in Overijssel gedurende de periode van 14 april 2014 tot en met 26 juli 2014. Op het bedrijf waren ca 180 Holstein koeien (inclusief droge koeien) met een rollend jaargemiddelde van 10.040 kg (4,25% vet en 3,58 eiwit) en een gemiddelde leeftijd van 4,04 jaar. De droge en lacterende koeien verbleven in een ligboxenstal, met roostervloer en werden jaarrond binnen gehouden. De koeien werden gemolken met drie melkrobots (DeLaval) in drie afdelingen. Per afdeling waren 55 ligboxen aanwezig en bij één groep 35 vreetplaatsen en bij de andere twee afdelingen 43 vreetplaatsen. De lacterende koeien kregen standaard compleet gemixed rantsoen plus krachtvoer passend bij melkgift. De droge koeien kregen droogstandsrantsoen. Gedurende de meetperiode werd de samenstelling van de rantsoenen niet veranderd. De droge koeien en lacterende koeien werden onder één dak gehuisvest en ook de afkalfstal bevond zich in deze zelfde stal.

De verschillende Scheffer-equivalenten werden we als volgt gemeten of gedefinieerd:

- De 'state' van de dieren: Is de koe ziek of gezond? Wordt dagelijks bepaald met behulp van klinische diagnostiek.
- Continue meetbare variabelen: Verschillende sensoren werden ingezet met hoogfrequente continue meetmogelijkheden, die gelinkt konden worden aan de 'state' van het dier.
- De externe omstandigheden waaronder de koeien zich gedurende die periode bevonden, bepaald door het uitvoeren van Koe-Kompas
- De challenge: Het transitiemoment

Met deze opbouw werd gekeken of we aan de hand van metingen tijdens de droogstand, kon worden voorspeld, hoe goed de koeien de transitieperiode door konden komen en een 'gezonde' lactatieperiode doormaakten.

3.2 Dieren

Voor het experiment werden in totaal 22 koeien geselecteerd die binnen de proefperiode zouden afkalven. De koeien stroomden minimaal twee weken voor de verwachte kalfdatum in de proefgroep en werden gevolgd tot 6 weken na het kalven. Al de proefkoeien werden voorzien van een bolus in de pens (Bellag), stappentellers (Icequbes) en Sensor sensoren.

Alle koeien werden dagelijks klinisch onderzocht vanaf het moment van instromen in de proefgroep tot 6 weken na afkalven. De klinische inspectie werd uitgevoerd door 4 vaste dierenartsen die het onderzoeksprotocol op elkaar hadden afgestemd. Het onderzoeksprotocol volgens bijlage 1 werd gevolgd.

In totaal 13 vaarzen, 4 tweedekalves koeien, 2 derdekalves koeien, 1 vierdekalves koe, 1 vijfde- en 1 zesdekalves koe.

3.3 Dataverzameling

3.3.1 Dieren

3.3.1.1 Klinisch onderzoek / dagelijkse waarnemingen

Dagelijks werden de dieren klinisch gescoord zoals beschreven in het klinisch onderzoek bij grote huisdieren [2] en bevindingen werden genoteerd in het klinisch protocol (Bijlage 1).

3.3.1.2 Bloedmonsters / Mestmonsters

Veneuze bloedmonsters werden bij iedere koe om de dag genomen uit de staart met vacutainer naald en de volgende waardes zijn daaruit bepaald (door de Gezondheidsdienst voor Dieren, Deventer).

- Calcium mmol/l
- Fosfaat mmol/l
- Ureum mmol/l
- Nefa's mmol/l
- Haptoglobine g/l
- Albumine g/l

Mestmonsters werden in totaal 7 keer per koe gedurende de meetperiode genomen (rectaal verzameld m.b.v. een handschoen en ingevroren na verzameling) en onderzocht. De volgende bepalingen werden uitgevoerd in de mest door BLGG AgroXpertus.

- a. DS (g/kg)
- b. % DS
- c. Stikstof (totaal in g/kg DS)
- d. Ammoniak (g/kg DS)
- e. pH
- f. P (g/kg DS)
- g. K (g/kg DS)
- h. Mg (g/kg DS)
- i. Na (g/kg DS)
- j. Zetmeel (g/kg DS)

3.3.1.3 Sensormetingen / continue datastromen

Alle koeien kregen gelijktijdig een SensOor (AGIS) in het oor bevestigd welke activiteit (niet actief, actief, hoog actief), eten, herkauwen (aantal minuten per uur) en temperatuur (1 meting in °C per uur) kon registreren.

Ook kregen alle geselecteerde koeien een IceQube sensor aan de poot bevestigd (IceRobotics) welke het aantal stappen (#/15 min), tijdsduur van het liggen (tot tijd/15 min), tijdsduur van staan (tot tijd/15 min), een Motion Index (MI) per 15 min en het aantal ligperiodes per 15 min registreerde en vervolgens een pensbolus (BellaAg) in de pens, welke met behulp van een apparaat in de pens werd geschoten. De bolus registreerde penstemperatuur (°C per 10 minuten).

3.3.2 Bedrijf / Externe factoren

3.3.2.1 Koe-Kompas

Koe-Kompas is in totaal 6 keer uitgevoerd met gelijke tussenpozen, door één en dezelfde persoon. Volgens Handboek Koe-Kompas (2014) [3].

3.4 Data analyse

3.4.1 Samenstellen database

Alle verschillende databestanden werden samengevoegd in één Access database. Alle kwantitatieve datareeksen werden gesynchroniseerd op lactatiedag. Een uniforme lay-out van alle bestanden werd gecreëerd. Hoogfrequente metingen werden daarnaast ook omgerekend naar gemiddelde per dag en naar gemiddelde variantie per dag, zodat deze waarden ook op dag-niveau weergegeven konden worden.

3.4.2 Berekening totaal aantal ziektepunten per koe

Per dag werden per koe punten berekend per ziektebeeld (0, 1 of 2 punten per ziekte: metritis, mastitis, kreupelheid, algeheel ziek). Het ziektebeeld werd bepaald op basis van het dagelijks uitgevoerde klinische onderzoek. Indien geen ziektebeeld werd gezien, kreeg de koe een score 0.

Wat betreft metritis werd de definitie van wel of niet ziek gestandaardiseerd met behulp van het volgende scoringssysteem: 0 = geen uitvloeiing; 1: helder normale lochia, niet stinkend; 2: abnormale gekleurde waterige en/of stinkende uitvloeiing. Indien een klasse 2 werd gescoord, kreeg deze koe 1 punt voor die dag voor metritis.

Voor mastitis kreeg de koe per dag 1 punt indien een (of meerdere) kwartier(-en) hard en pijnlijk aanvoelde(n) of als er afwijkende melk werd gezien.

Voor kreupelheid kreeg de koe per dag een punt als de koe aan een of meerdere klauwen zichtbaar kreupel was (geconstateerd tijdens lopen).

Indien een koe algehele ziekte vertoonde (geconstateerd door de dierenarts), en/of als er klinische ingegrepen diende te worden, kreeg de koe 2 extra ziektepunten voor die dag.

Uiteindelijk werden alle punten van alle ziektebeelden van alle dagen bij elkaar opgeteld, waardoor er één totaalscore voor ziekte werd berekend per koe.

3.4.3 Statistische analyse

Allereerst zijn tijdreeksen gemaakt van alle gemeten variabelen per koe, op dagniveau. Indien mogelijk zijn van de hoog frequente metingen, berekeningen gemaakt van de variantie, de autocorrelatie en het correlogram per dag. Deze tijdreeksen zijn allemaal weergegeven in Appendix 2. Gemiddeldes van de dagwaardes van alle gemeten variabelen werden berekend voor twee verschillende periodes te weten

Ante partum periode (voor het kalven) = dag -14 tot dag -1

Post partum periode (na het kalven) = dag 2 tot en met dag 5.

Voor deze periodes werden per variabele de dynamische maten berekend, te weten

- de Standaarddeviatie
- de Autocorrelatie
- het Correlogram

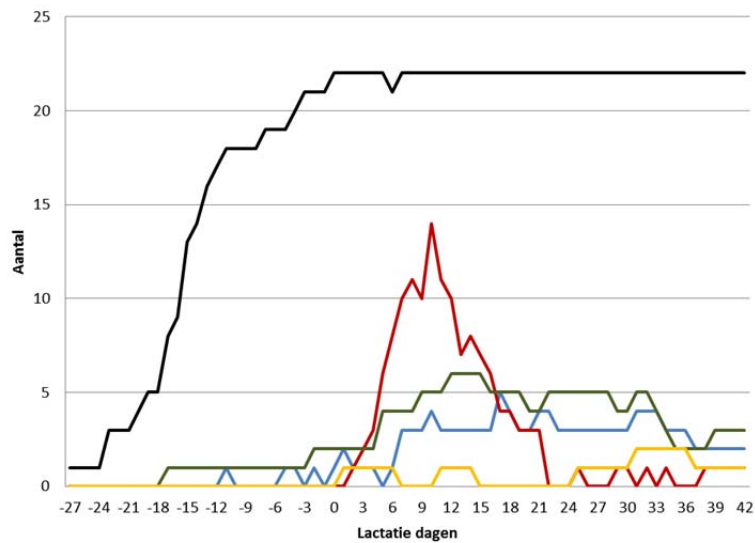
De Spearman rangcorrelaties en p-waardes werden bepaald tussen alle verschillende (dynamische) waardes van deze twee periodes en de totale ziektescores. De voorspellende kracht van alle variabelen Ante Partum en Post Partum werden hieruit bepaald.

4 Resultaten

4.1 Dieren

4.1.1 Klinische diagnostiek / Totaal aantal ziektepunten

Alle ziektegevallen traden op na het kalven, op één koe na die voor het kalven al kreupelheid vertoonde en een ander dier dat voor het kalven al een pijnlijk kwartier had (Figuur 4.1). Het totaal aantal ziektepunten van alle koeien gesynchroniseerd op lactatiedag is aangegeven in tabel 4.1. Er was maar één koe die de gehele periode volledig gezond is gescoord.



Figuur 4.1 Aantal koeien (zwart) gemeten per lactatiedag met ziektegevallen, metritis (rood), mastitis (blauw), kreupelheid (groen), algeheel ziek (geel).

In tabel 1 staan de verschillende ziektepunten per koe weergegeven. De koeien zijn in drie groepen ingedeeld. De groep met minder dan 7 ziektepunten (1). De groep met 7-14 ziektepunten (2) en de groep met meer dan 20 ziektepunten (3).

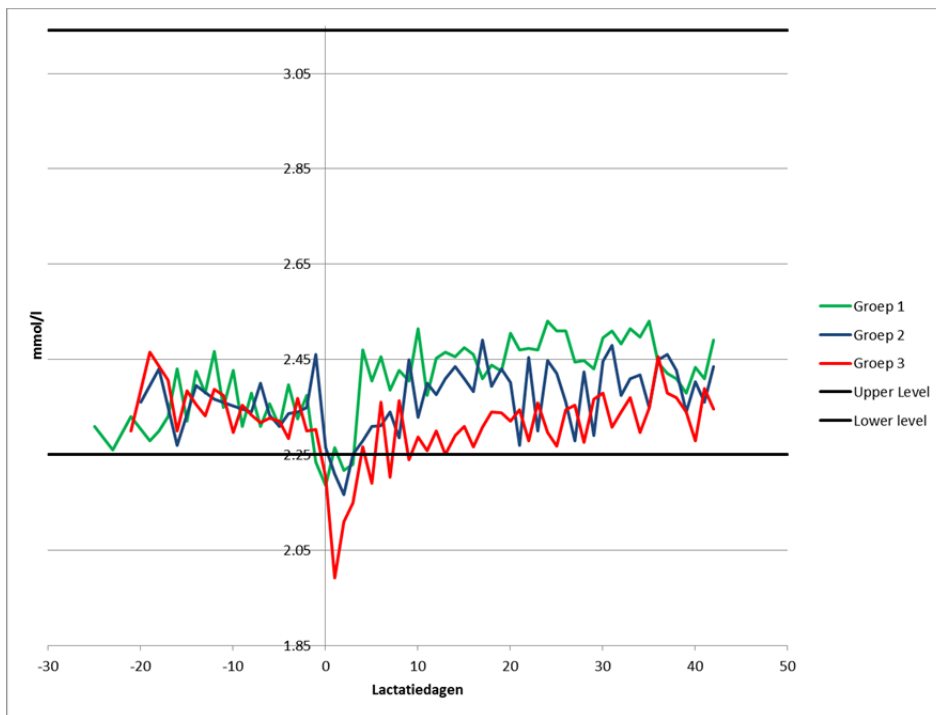
Tabel 4.1

Totaal aantal ziektepunten per koei groepsindeling op basis van ziektepunten

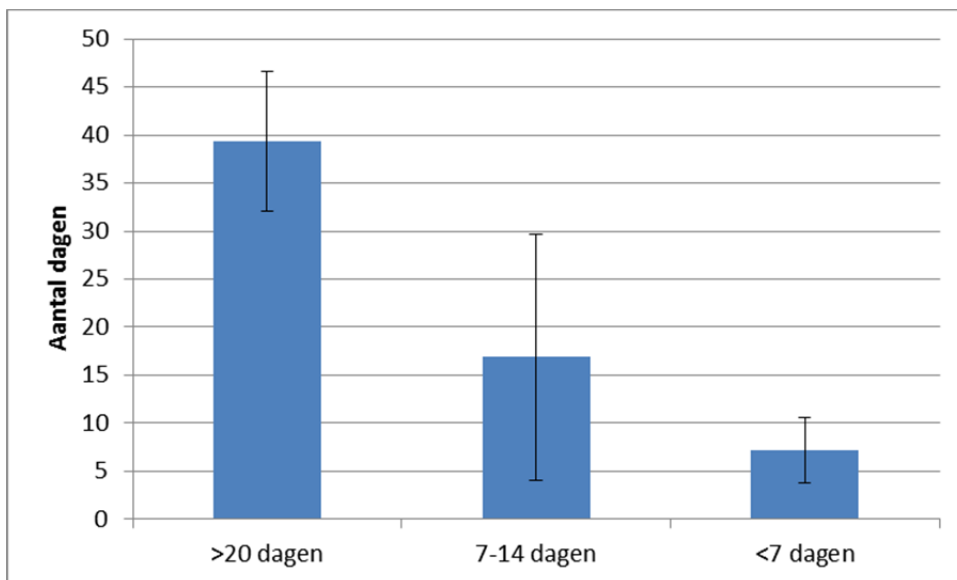
Oornummer	Ziektepunten	Groep
8829	0	<7
8678	1	<7
3919	2	<7
8775	4	<7
8752	6	<7
3925	6	<7
8836	7	7-14
8837	7	7-14
3892	7	7-14
8825	10	7-14
3908	10	7-14
3920	14	7-14
8841	14	7-14
8553	21	>20
8838	26	>20
3881	26	>20
7473	34	>20
8706	35	>20
3913	35	>20
8389	65	>20
8722	72	>20
8257	121	>20

4.1.2 Bloed & Mest

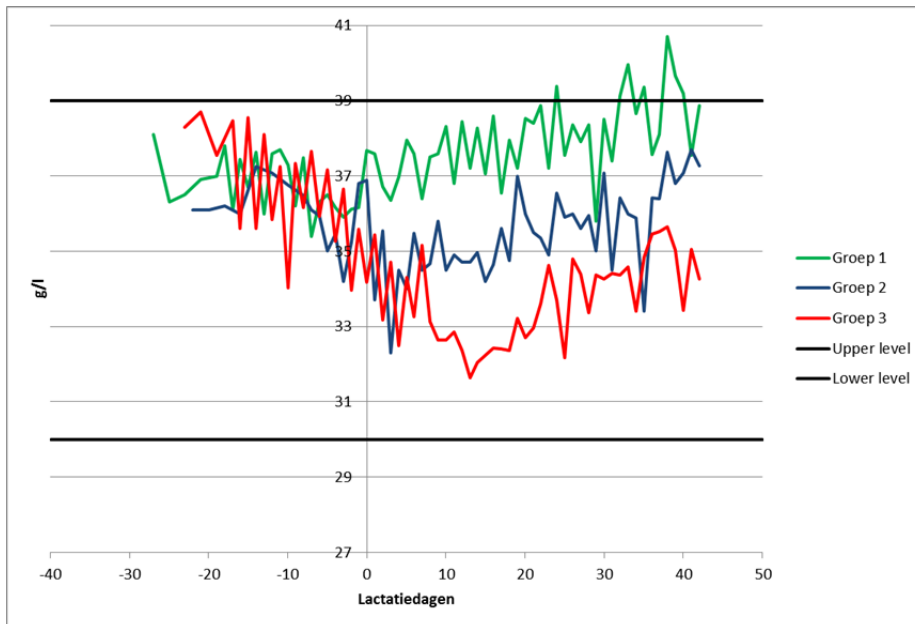
De gemiddelde bloedwaardes per groep zijn weergegeven in onderstaande figuren 4.2 t/m 4.8.



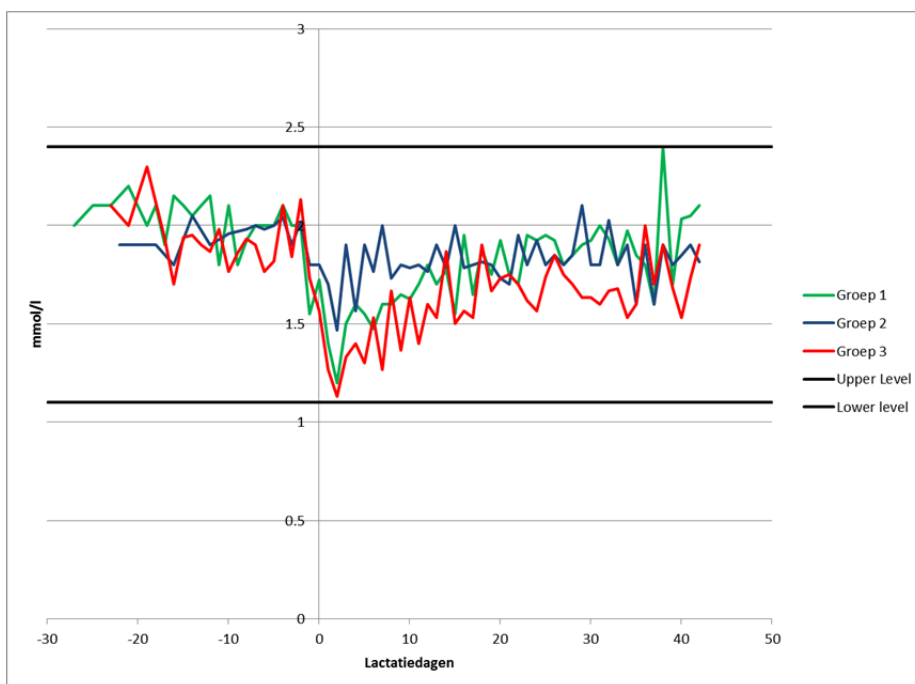
Figuur 4.2 Verloop van calciumniveau gedurende de transitieperiode bij dieren met minder dan 7 ziektepunten (groene lijn-groep 1), dieren met meer dan 20 ziektepunten (rode lijn-groep 3) en dieren met ziektepunten tussen 7-14 (blauwe lijn-groep 2). Zwarte lijnen (upper en lower level) geven de boven en ondergrens van de normaalwaardes van calcium aan.



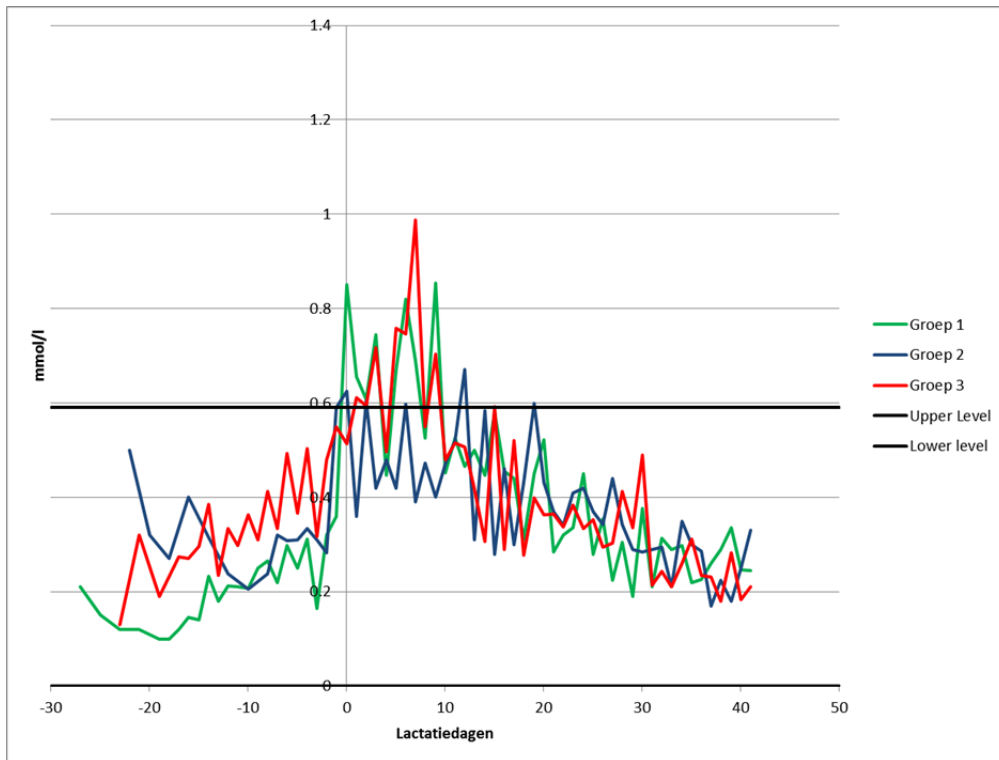
Figuur 4.3 Hersteltijd van calciumniveau na het kalven naar level 2,4 mmol/l.



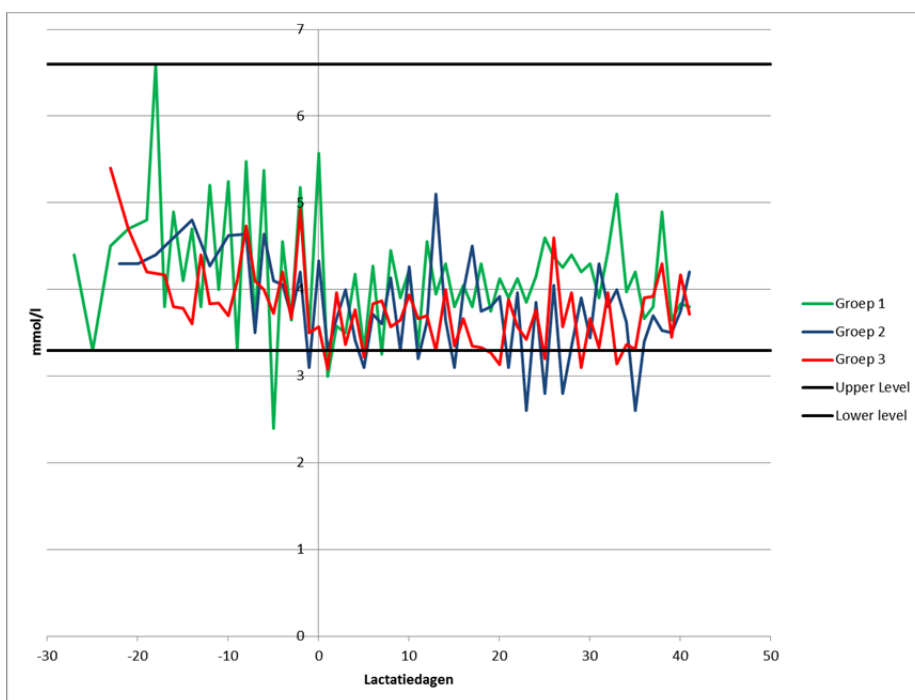
Figuur 4.4 Verloop van albumineniveau gedurende de transitieperiode bij dieren met minder dan 7 ziektepunten (groene lijn-groep 1), dieren met meer dan 20 ziektepunten (rode lijn-groep 3) en dieren met een ziektepunten tussen 7-14 (blauwe lijn-groep 2). Zwarte lijnen (upper en lower level) geven de boven en ondergrens van de normaalwaardes van albumine aan. De recovery-tijd bij de dieren met weinig ziektepunten is duidelijk korter vergeleken met de dieren met meer ziektepunten



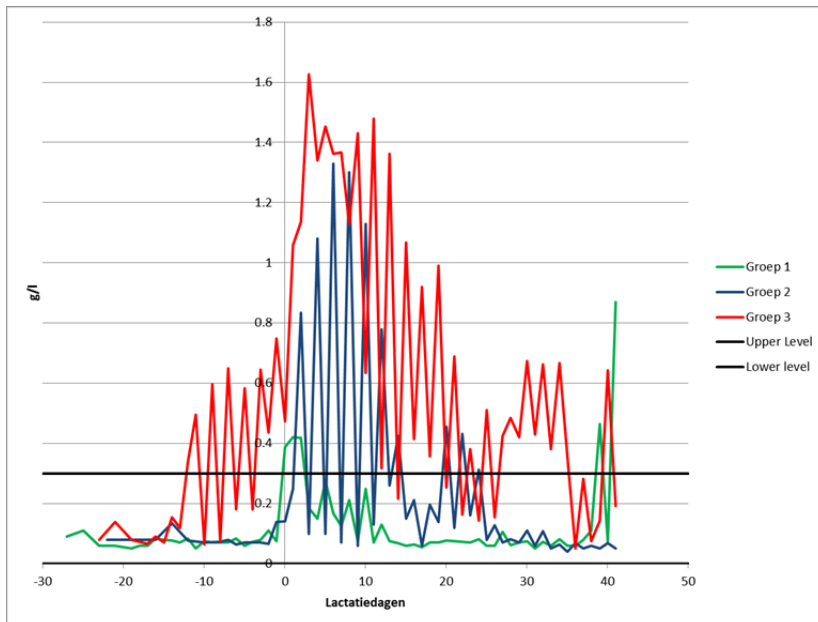
Figuur 4.5 Verloop van fosfaatiniveau gedurende de transitieperiode bij dieren met minder dan 7 ziektepunten (groene lijn-groep 1), dieren met meer dan 20 ziektepunten (rode lijn-groep 3) en dieren met een ziektepunten tussen 7-14 (blauwe lijn-groep 2). Zwarte lijnen (upper en lower level) geven de boven en ondergrens van de normaalwaardes van fosfaat aan.



Figuur 4.6 Verloop van niveau van NEFA's gedurende de transitieperiode bij dieren met minder dan 7 ziektepunten (groene lijn-groep 1), dieren met meer dan 20 ziektepunten (rode lijn-groep 3) en dieren met een ziektepunten tussen 7-14 (blauwe lijn-groep 2). Zwarte lijnen (upper en lower level) geven de boven en ondergrens van de normaalwaardes van NEFA's aan.



Figuur 4.7 Verloop van ureumniveau gedurende de transitieperiode bij dieren met minder dan 7 ziektepunten (groene lijn-groep 1), dieren met meer dan 20 ziektepunten (rode lijn-groep 3) en dieren met een ziektepunten tussen 7-14 (blauwe lijn-groep 2). Zwarte lijnen (upper en lower level) geven de boven en ondergrens van de normaalwaardes van ureum aan.



Figuur 4.8 Verloop van haptoglobineniveau gedurende de transitieperiode bij dieren met minder dan 7 ziektedagen (groene lijn-groep 1), dieren met meer dan 20 ziektedagen (rode lijn-groep 3) en dieren met een ziektedagen ziektedagen tussen 7-14 (blauwe lijn-groep 2). Zwarte lijnen (upper en lower level) geven de boven en ondergrens van de normaalwaardes van haptoglobine aan.

4.2 Data analyse

4.2.1 Sensoren

Van alle hoogfrequente metingen zijn correlaties (Spearman's rangcorrelaties) berekend tussen waarden van de parameters en afgeleide dynamische kenmerken van de variabelen enerzijds gedurende twee verschillende perioden, te weten de periode voor het kalven en de periode na het kalven (hoogfrequente metingen van IceQube, SensOor en BellaAg pensbolus), en het totale aantal ziektepunten anderzijds.

In tabel 4.2 staan onder elkaar voor alle parameters (afgeleid van continue variabelen) de correlatie met het totale aantal ziektepunten en de p-waarde (tweezijdige toets). Alleen de variabelen die significant waren of een trend lieten zien zijn weergegeven.

Tabel 4.2

Aantal waarnemingen en correlatie (met p-waarde) van verschillende parameters (gebaseerd op hoogfrequente metingen) in de periode voor of na afkalven

PARAMETER	Aantal waarnemingen	Correlatie	P-waarde	
Periode IceQube				
Voor	Variantie aantal stappen	18	-0,68	0,002 ***
	Gemiddeld aantal stappen	18	-0,43	0,078 trend
	Variantie Motion Index	18	-0,74	0,000 ***
	Gemiddelde Motion Index	18	-0,52	0,028 **
Na	Variantie duur liggen	18	-0,53	0,023 **
	Variantie aantal stappen	18	-0,83	0,000 ***
	Gemiddeld aantal stappen	18	-0,76	0,000 ***
	Variantie Motion Index	18	-0,79	0,000 ***
	Gemiddelde Motion Index	18	-0,74	0,000 ***
Periode SensOor				
Voor	Gemiddelde Inactief	10	+0,60	0,067 trend
	Variantie Hoog actief	10	-0,75	0,013 *
	Gemiddelde Hoog actief	10	-0,71	0,022 *
	Gemiddelde Eten	10	-0,70	0,025 *
Na	Gemiddelde Inactief	10	+0,66	0,038 *
	Gemiddelde Hoog actief	10	-0,61	0,060 trend
	Variantie Eten	10	-0,58	0,082 trend
	Gemiddelde Eten	10	-0,68	0,029 *
Periode BellaAg pensbolus				
Voor	Autocorrelatie temperatuur	22	+0,37	0,089 trend
Na	Variantie temperatuur	19	+0,45	0,050 *
	Autocorrelatie temperatuur	19	+0,44	0,059 trend

Trend: $p < 0,1$; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,005$; ***: $p < 0,001$

4.2.2 Klinische waarnemingen

Ook zijn de correlaties berekend van alle klinische waarnemingen en het totaal aantal ziektepunten. De resultaten met hoge significante correlaties staan weergegeven in tabel 4.3. De gemiddelde waarden en dynamische waarden zijn berekend over de twee verschillende perioden voor het kalven (dag -14 tot dag -1 en dag 2-5).

Tabel 4.3

Correlatie (met p-waarde) van verschillende parameters (gebaseerd op klinische waarnemingen) in de periode voor of na afkalven

Variabele	Correlatie	P-waarde
Voor het kalven		
Hartslag autocorrelatie	0,55	0,013 *
Ademhaling variantie	0,46	0,048 *
Locomotiescore daggemiddelde	0,53	0,029 *
Pensbewegingen variantie	0,49	0,023 *
Na het kalven		
Hartslag variantie	0,46	0,031 *
Temperatuur gemiddelde	0,39	0,073 trend
Mest-pH variantie	0,39	0,088 trend
Mest-pH autocorrelatie	0,46	0,039 *
Locomotiescore gemiddelde	0,44	0,039 *
Pensscore gemiddelde	0,54	0,010 *
Maandelijks meting		
Conditie score autocorrelatie (6x)	0,62	0,057 trend
Locomotiescore gemiddelde (6x)	0,44	0,042 *

Trend: $p < 0,1$; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,005$; ***: $p < 0,001$

4.2.3 Koe-Kompas

Er is in totaal 6 keer een Koe-kompas uitgevoerd in de periode van 11-04 tot 20-06, afwisselend gepland aan het einde van de morgen, of begin van de middag.

Er was een vrij vlak patroon van risico's geconstateerd, alleen de Prestatie Indicatoren (PI) van het voeren van de lacterende en droge koeien gaven een variërend beeld (zie tabel 4.4).

Tabel 4.4

Prestatieindicatoren (PI) uitgedrukt in een score op een schaal van 1-5 (1: risicovol, 5: risicoarm) van het voeren van de lacterende en droge koeien op de verschillende momenten bepaald met Koe-Kompas

	11-4-2014	25-4-2014	12-5-2014	26-5-2014	7-6-2014	20-6-2014
PI Voeding lacterende koeien	2	1	3	4	3	2
PI voeding droge koeien	2	2	4	4	4	2

Uit de verslagen bleek dat er vaak te weinig restvoer was (<2%) wat zal leiden tot te weinig of geen voer voor de koeien op onregelmatige tijden. Dit beeld werd gezien bij zowel de lacterende als droge koeien. Bij de droge koeien bleef vooral de structuurbron liggen, wat duidde op selectie aan het voerhek. Daarnaast werd er ook overbezetting aan het voerhek geconstateerd, wat vooral nadelig is voor de ranglagere dieren in de koppel. Ook wat betreft watervoorziening werd deze bij de lacterende dieren aan de krappe kant bevonden.

Daarnaast werd geconstateerd dat de pinken vlak voor kalven in (te) ruime conditie verkeren hetgeen invloed kan hebben op de droge-stofopname en eventuele geboorteproblemen.

Gevonden bevindingen werden in de Koe-kompas-verslagen vertaald naar de volgende mogelijke consequenties: Bij de droge koeien kan dit voermanagement leiden tot een variatie in opname, vooral bij de ranglagere dieren in de groep.

5 Discussie en conclusies

De resultaten van Veerkracht van melkvee, Fase 1 laten zien dat er relaties liggen tussen de toestand vóór afkalven en het totaal aantal ziektedagen na afkalven. Deze relaties wijzen op een mogelijk bruikbaar model in de praktijk. Vervolgonderzoek is nodig om de mate van nauwkeurigheid waarmee een dergelijk detectiemodel de mate van kwetsbaarheid van koeien voorspelt kwantitatief uit te drukken in termen van sensitiviteit en specificiteit, om daarmee te komen tot een gevalideerd dynamisch detectiemodel. Aanvullend onderzoek is ook nodig om het detectiemodel verder te verfijnen, bijvoorbeeld door te onderzoeken of combinaties van variabelen de sensitiviteit/specificiteit kunnen verbeteren en of het model aanpassingen nodig heeft. Wat deze aanpassingen betreft zou bijvoorbeeld gebruik gemaakt kunnen worden van meer complexe beschrijvingen van de dynamiek van continue variabelen in de tijd door de toepassing van een zogenaamde AR2 model (in plaats van een AR1 model dat in Fase 1 is gebruikt). Ook kan verder gekeken worden naar een aanpassing van het model om het proces in de tijd te kunnen volgen (een model met tijd variërende parameters), waardoor het hele proces van voor tot ná afkalven gevolgd kan worden en uiteindelijk gebruikt kan worden als een on-line monitoring tool met vroege signalering van een verminderde veerkracht.

- Relatie met Koe-kompas

De gevonden prestatie-indicatoren en risicofactoren binnen dit bedrijf wijzen vooral naar een inconsequent voermanagement bij droge, maar ook bij de lacterende koeien. Er is sprake van selectie en soms te weinig voer. Dit zal met name de ranglagere dieren raken.

Voor een verbetering van de 'states' van de dieren, biedt Koe-kompas handvaten om het management te verbeteren. Bijvoorbeeld bezetting verlagen aan het voerhek, zorgen voor meer voer aan het voerhek, waardoor er altijd voldoende voer aanwezig is, zodat alle dieren, ook de ranglagere voldoende op kunnen nemen.

Uit de analyses bleek dat koeien die een grote variatie in activiteit vertoonden tijdens droogstand, dus die zowel hoog-actieve periodes als rustperiodes lieten zien, de minste ziektedagen na kalven hadden. Dat betekent dus dat deze dieren het minste last hadden van de inconsequente voermanagement en hun eigen ritme konden aanhouden en voldoende voer konden opnemen. Waardoor ze de transitieperiode beter zijn doorgekomen. Hiervoor zijn ook indicaties gevonden in het bloed, waaruit bleek dat de meer kwetsbare dieren zowel in de calciumhuishouding op een gemiddeld lager niveau lagen dan de koeien die minder of geen problemen vertoonden na kalven. Calcium wordt vaak als afspiegeling gezien voor de droge-stofopname tijdens droogstand.

- Het ontwikkelde model (combinaties van hoogste correlaties) biedt voldoende perspectief om voorspellende waarde te bieden voor individuele koeien hoe goed ze de transitieperiode door kunnen komen (generiek model)
- Vroegtijdige signalering (tijdens droogstand) maakt bijsturen mogelijk voor de lactatieperiode
- In combinatie met Koe-kompas is dit een waardevolle tool in de PDCA (Plan Do Check Act) cyclus
- Een aantal aspecten vanuit Critical Slowing Down theorie zijn toepasbaar op het individuele dier

Meer algemene conclusies

- Wat betreft PDCA-cyclus ontbreekt een uitleesparameter of de aanpassingen ook gewenste effect hebben gehad.
- Koe-kompas legt knelpunten bloot en levert oplossingsrichtingen

Literatuur

- [1] Scheffer M., Bascompte J., Brock W.A., Brovkin V., Carpenter S.R., Dakos V., Held H., Van Nes E.H., Rietkerk M., Sugihara G., Early-warning signals for critical transitions, *Nature*. (2009) 461:53-59.
- [2] R. Hajer J.H., L.J.E. Rutgers, M.M. Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, G.C. van der Weijden, *Het klinisch onderzoek bij grote huisdieren*, Wetenschappelijke uitgeverij Bunge, Utrecht, 1988.
- [3] *Handboek Koe-Kompas*, 2014.

Bijlage 1 Klinische diagnostiek

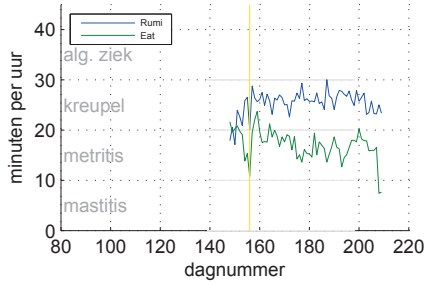
Koe halsnr		0
Koe oornr		0000
Datum		0-1-1900
Dierenarts		#N/A
Notulist	Initialen	
Locomotie	Score (1...5)	0
Herkauwen	Slagen/bolus (#)	0
Ademhaling	Slagen/ minuut (#)	0
	Type (ca / a / c)	#N/A
Slijmvlies		
ogen	Uitvloeïing	#N/A
	Kleur	#N/A
Neus:	Kleur	#N/A
	Uitvloeïing	#N/A
	Type uitvloeïing	#N/A
Hygiene	Score (1...5)	0
BCS	Score (1...5)	0
Temperatuur	°C	0.0
Pens	Score (1...5)	0
	Bewegingen/5min (#)	0
	Kracht	#N/A
Pols	Slagen/ minuut (#)	0
	Venepols	0
Turgor	Klasse	#N/A
Lnn	Boeg	#N/A
	Flank	#N/A
	Uier	#N/A
Per kwartier	Kleur	#N/A
	LV	#N/A
	LA	#N/A
	RA	#N/A
	RV	#N/A
Speen	LV	#N/A
	LA	#N/A
	RA	#N/A
	RV	#N/A
Slotgat	LV	#N/A
	LA	#N/A
	RA	#N/A
	RV	#N/A
Melkmonsters	j/n	#N/A

Mest	Vertering (1...5)		0
	Geur		#N/A
	PH		0.0
	Zeven j/n		#N/A
	Bona bakje: Vezels (gr)		0
Baarmoeder	Grootte		#N/A
	Tonus j/n		#N/A
	Uitvloeijing j/n		#N/A
	Hoeveelheid		#N/A
	Geur		#N/A
	Type		#N/A
	Kleur		#N/A
Bloedmonster	j/n		#N/A
Mestmonster	j/n		#N/A
Opmerking 1	Vrije tekst		0
Opmerking 2	Vrije tekst		0
Opmerking 3	Vrije tekst		0

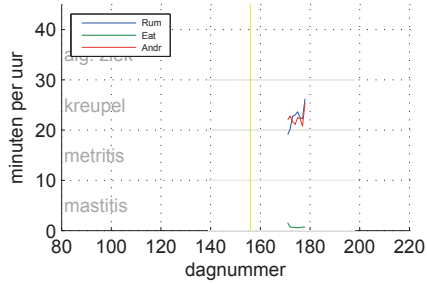
Bijlage 2 Overzicht alle data

Grafieken voeding koe 105/8829 // goede veerkracht // 0 ziektedagen

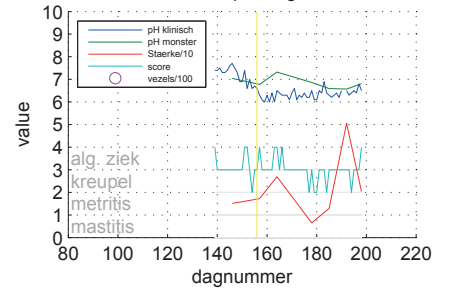
SensOor herkauwen/vreten per dag



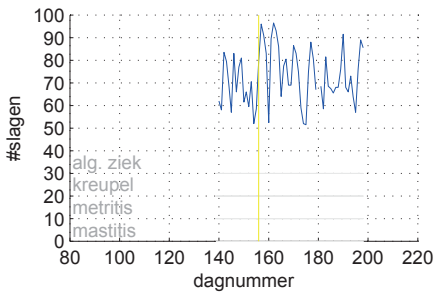
RumiWatch per dag



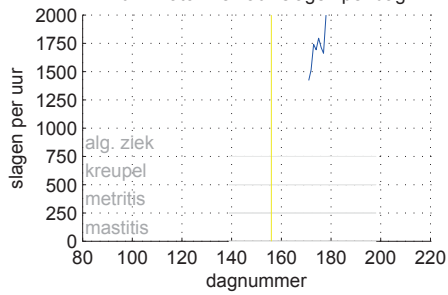
Mest per dag



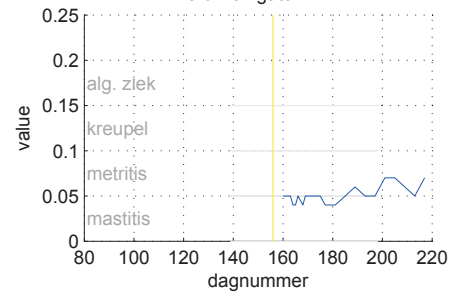
Klin herkauwen



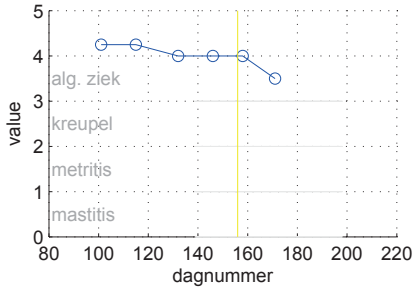
RumiWatch herkauwslagen per dag



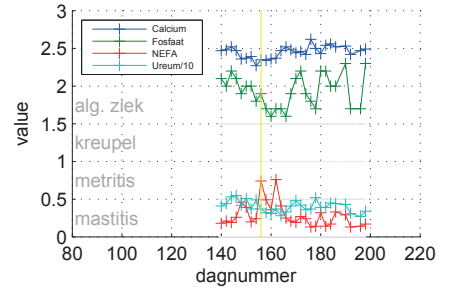
Herd Navigator BHB



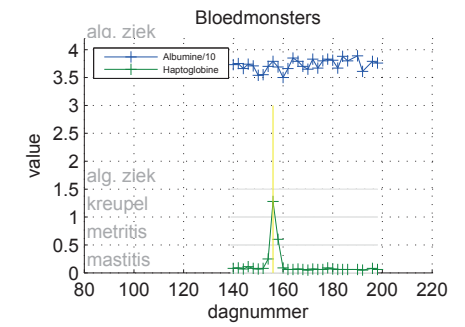
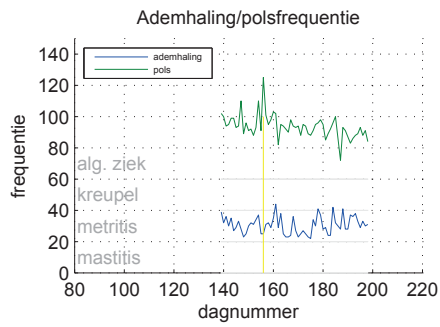
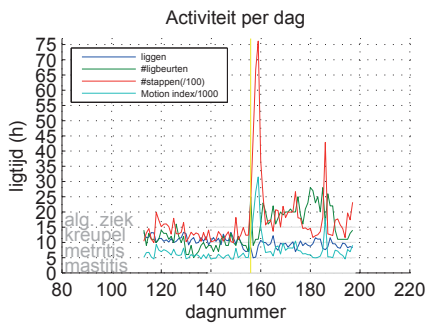
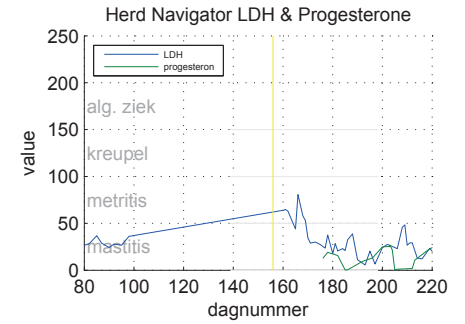
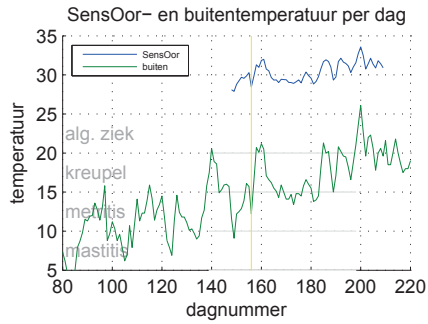
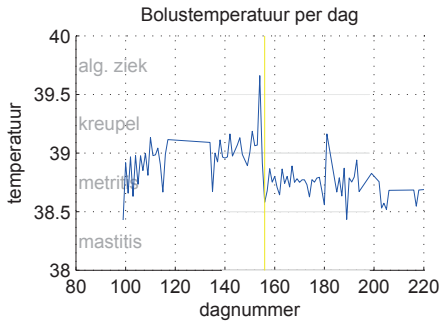
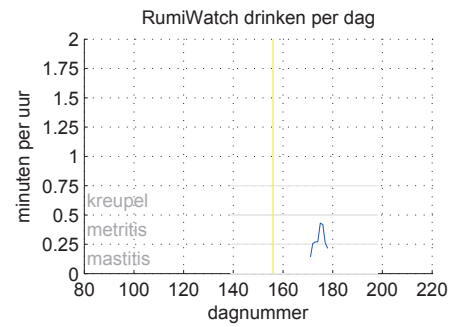
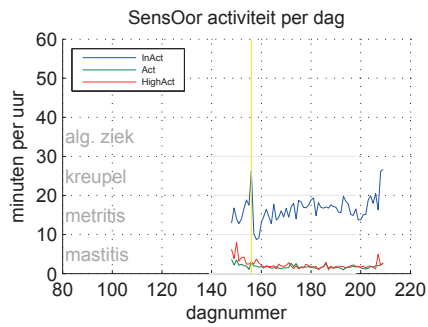
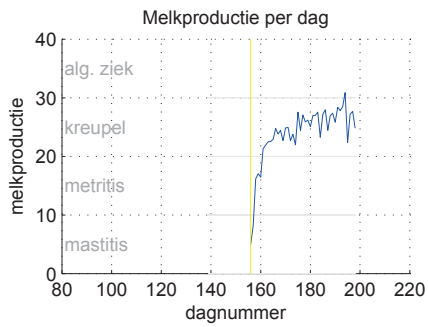
Conditiecores



Bloedmonsters

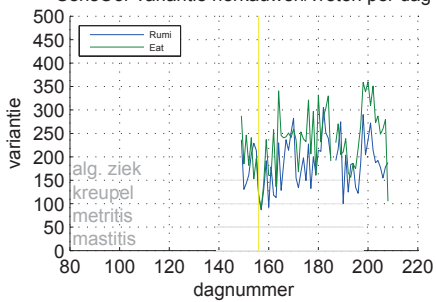


Grafieken gezondheid koe 105/8829 // goede veerkracht // 0 ziekte dagen

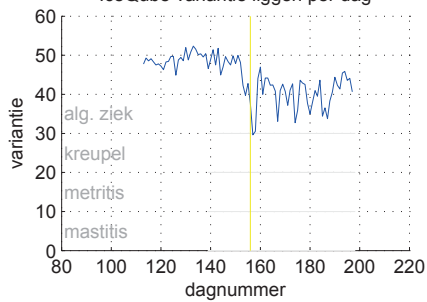


Grafieken variantie koe 105/8829 // goede veerkracht // 0 ziektedagen

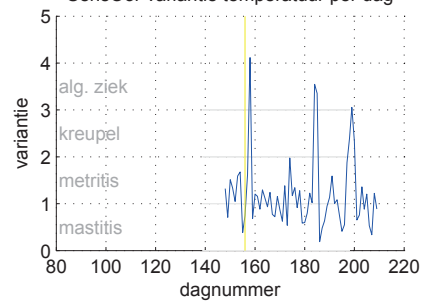
SensOor variantie herkauwen/vreten per dag



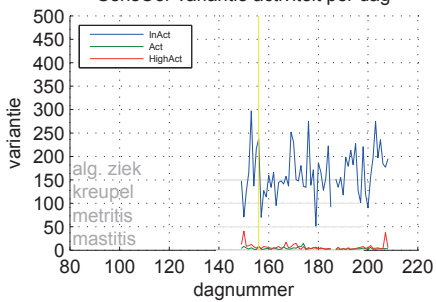
IceQube variantie liggen per dag



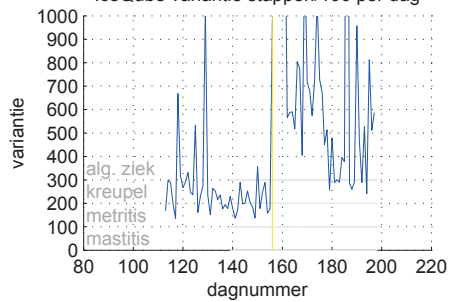
SensOor variantie temperatuur per dag



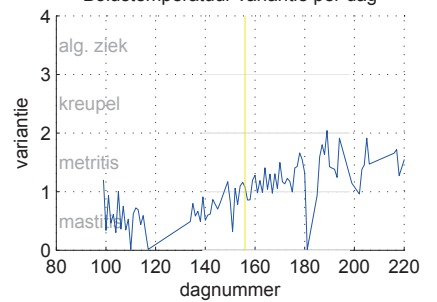
SensOor variantie activiteit per dag



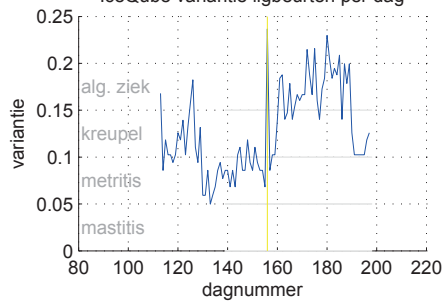
IceQube variantie stappen/100 per dag



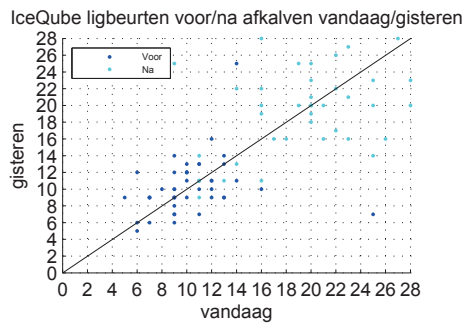
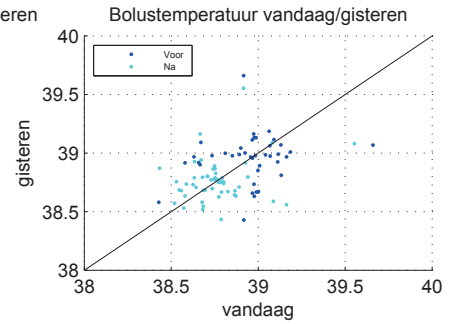
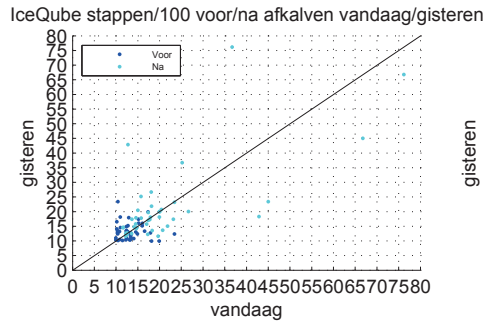
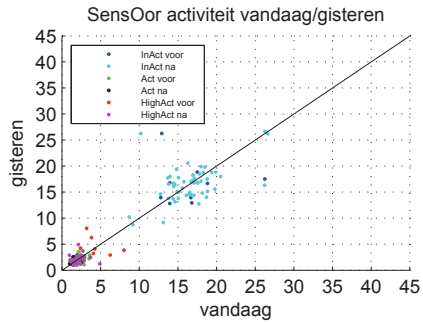
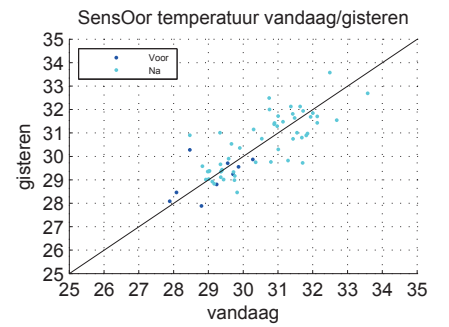
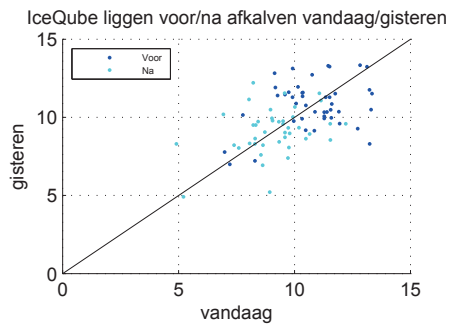
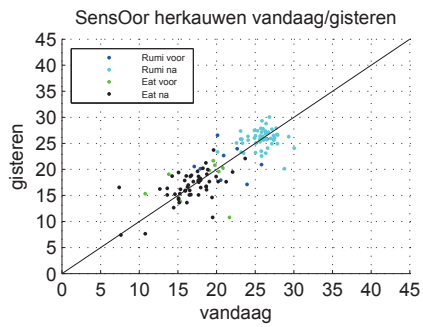
Bolustemperatuur variantie per dag



IceQube variantie ligbeurten per dag

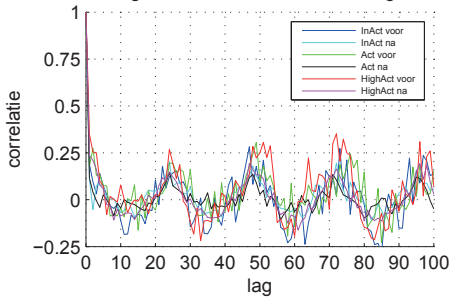


Grafieken vandaag/gisteren koe 105/8829 // goede veerkracht // 0 ziekte dagen

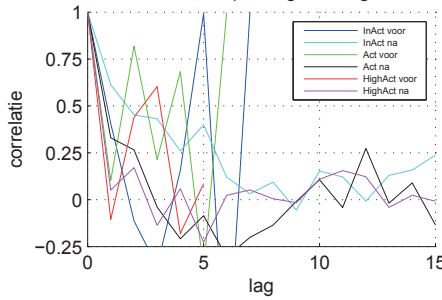


Correlogrammen koe 105/8829 // goede veerkracht // 0 ziekte dagen

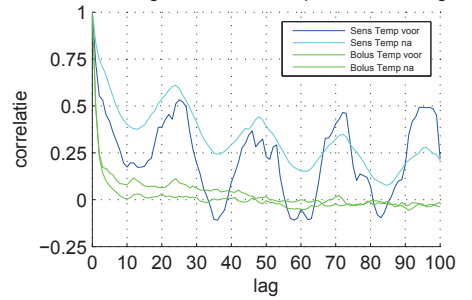
Sensor gedetailleerde activiteit correlogrammen



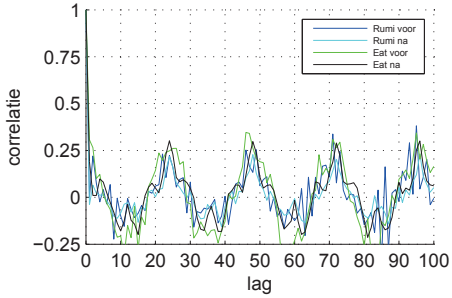
Sensor activiteit per dag correlogrammen



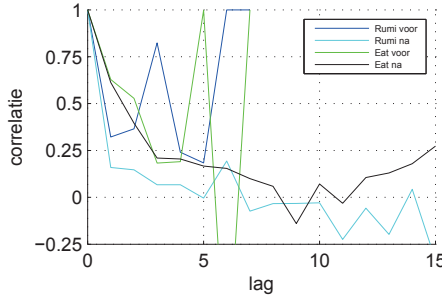
Sensor&bolus gedetailleerde temperatuur correlogrammen



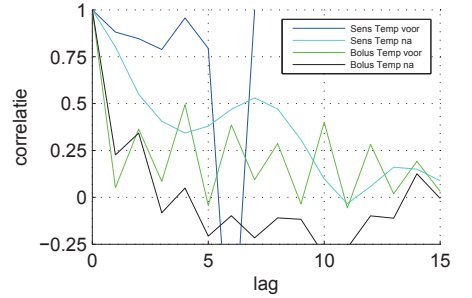
Sensor gedetailleerde Rumi/Eat correlogrammen



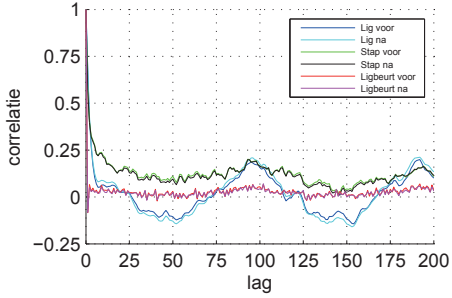
Sensor Rumi/Eat per dag correlogrammen



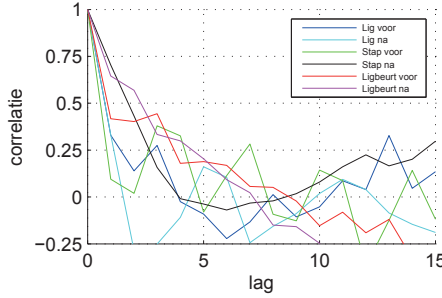
Sensor&bolus temperatuur per dag correlogrammen



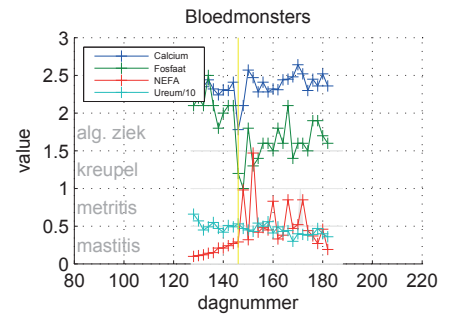
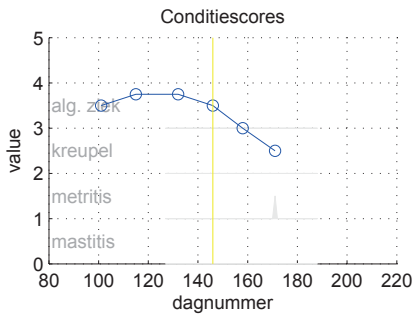
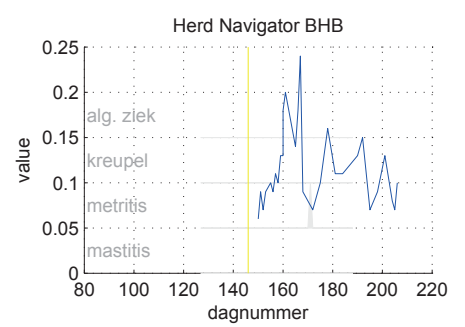
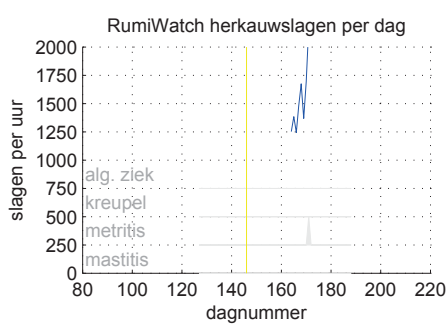
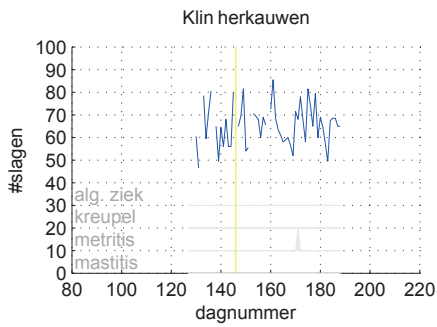
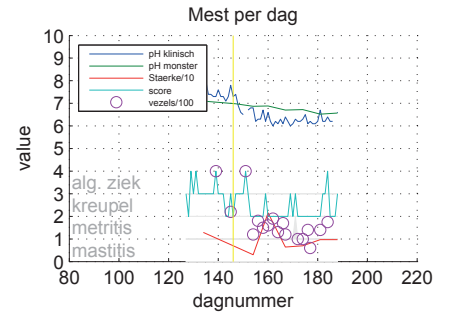
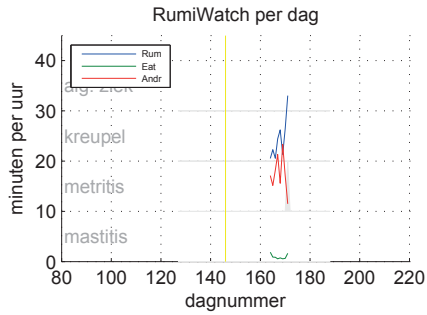
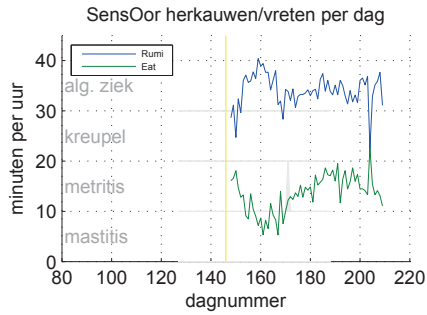
IceQube gedetailleerde correlogrammen



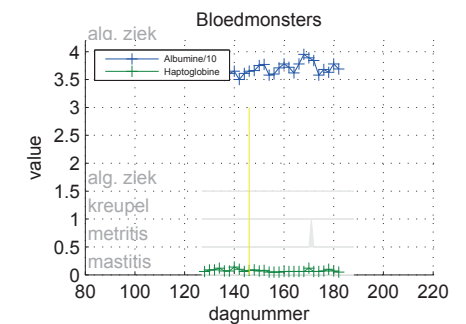
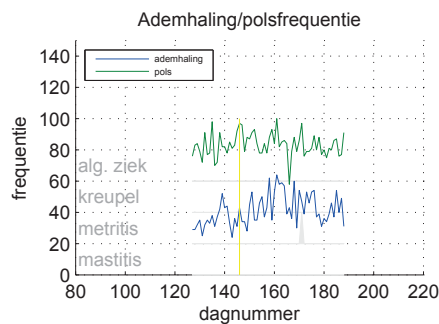
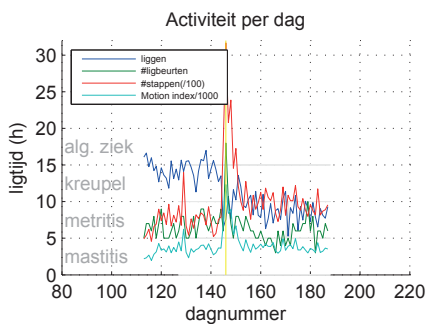
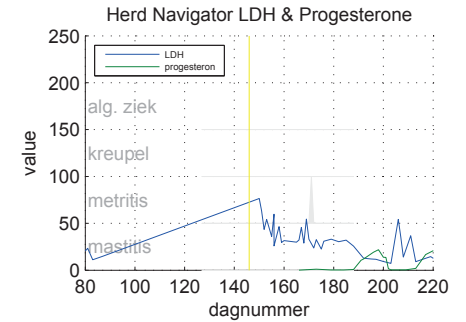
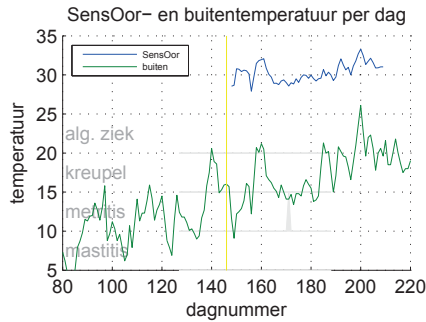
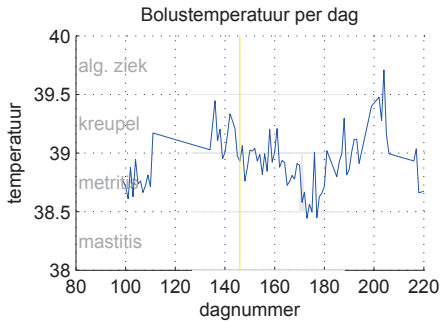
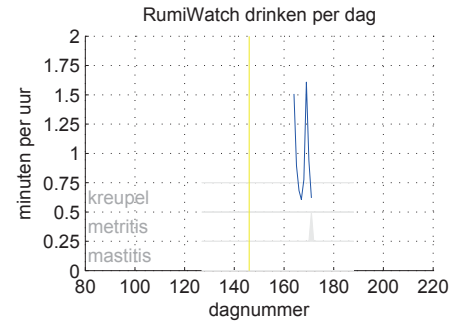
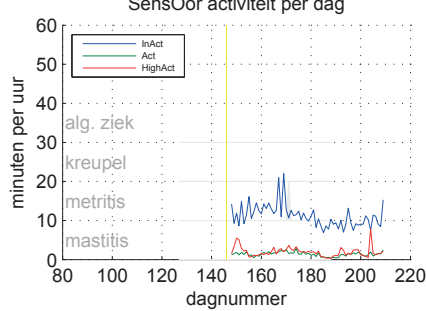
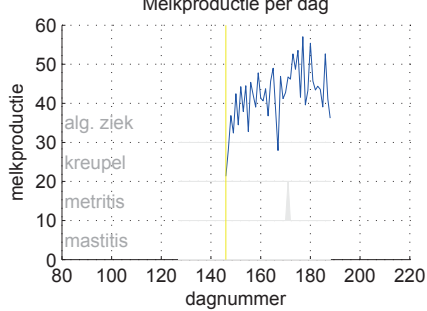
IceQube per dag correlogrammen



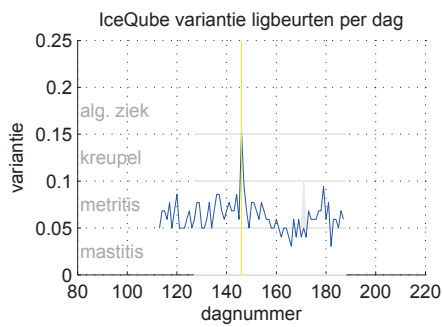
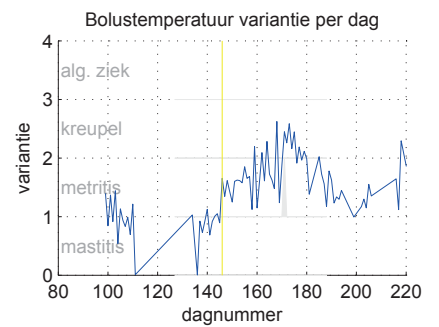
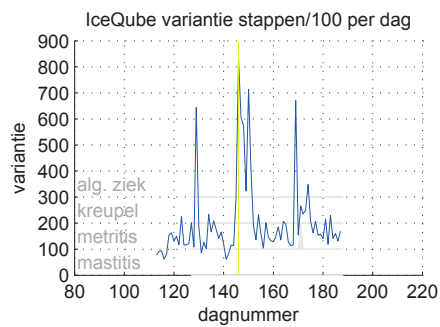
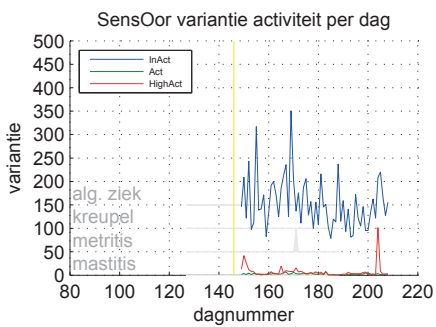
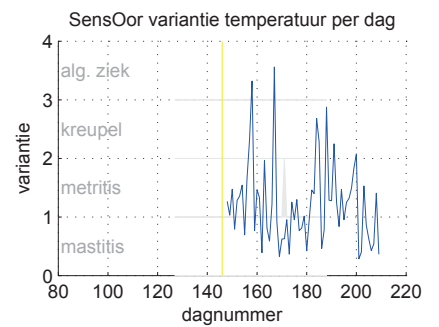
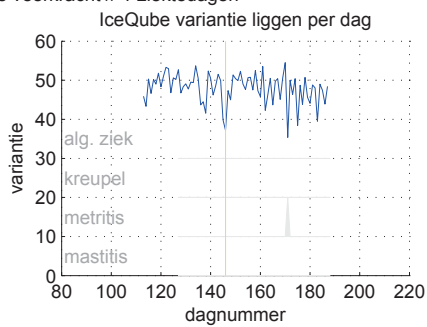
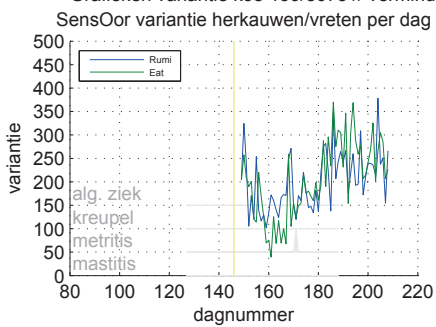
Grafieken voeding koe 139/8678 // verminderde veerkracht // 1 ziektedagen



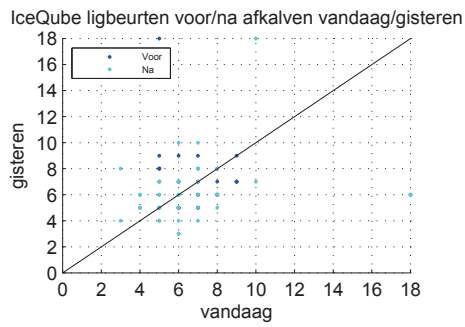
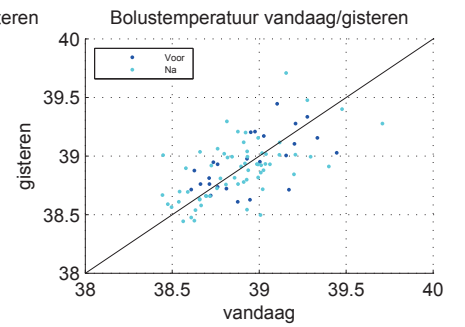
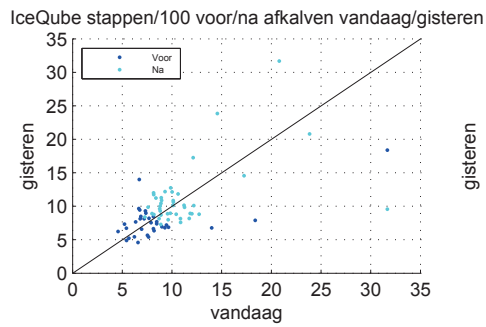
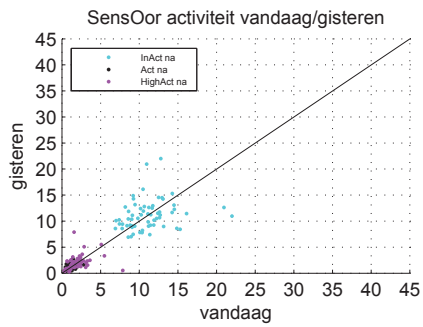
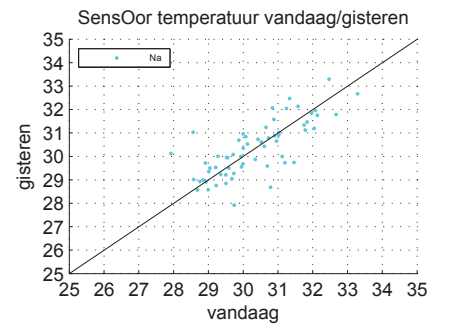
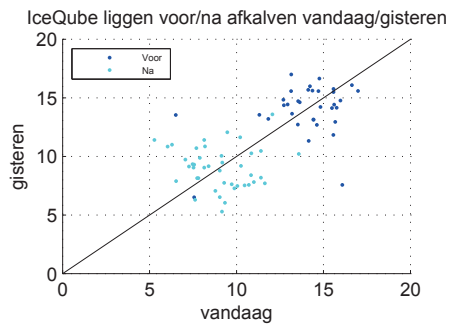
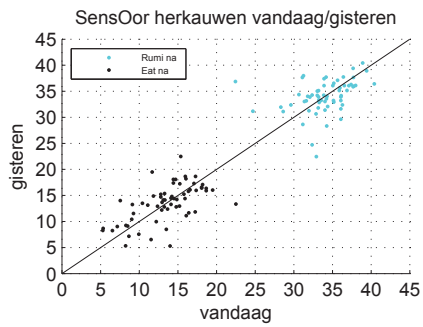
Grafieken gezondheid koe 139/8678 // verminderde veerkracht // 1 ziektedagen



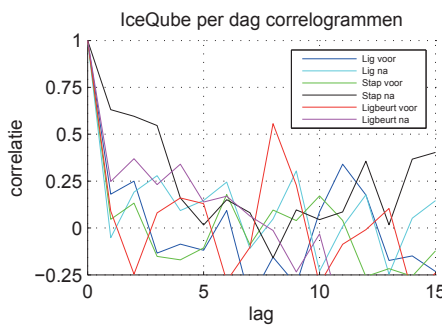
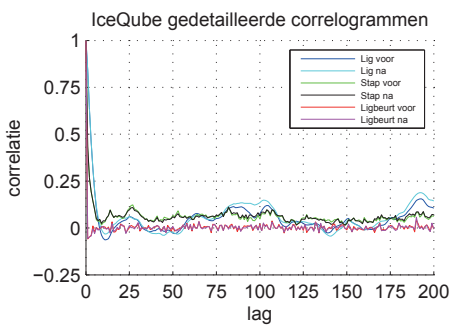
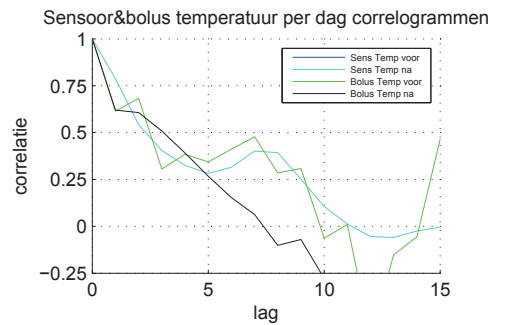
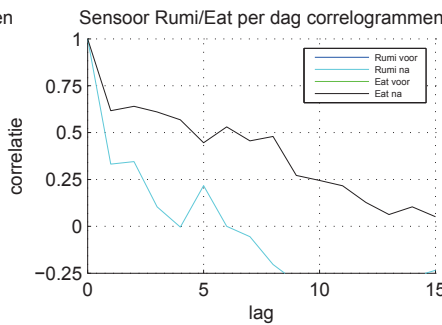
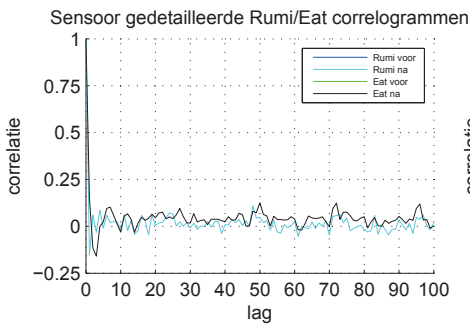
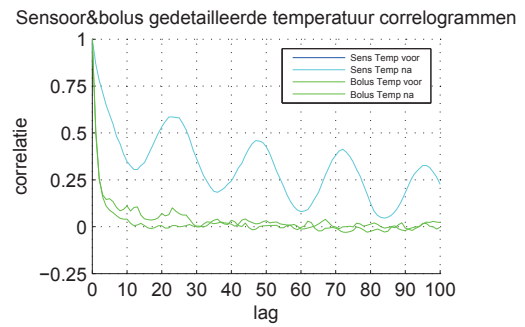
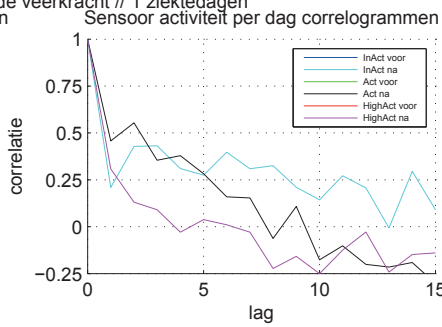
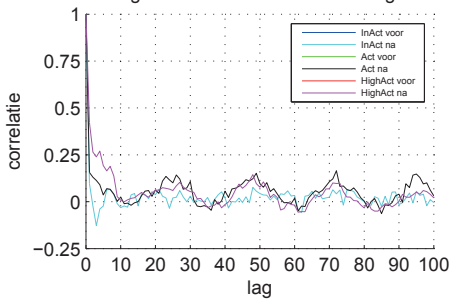
Grafieken variantie koe 139/8678 // verminderde veerkracht // 1 ziektedagen



Grafieken vandaag/gisteren koe 139/8678 // verminderde veerkracht // 1 ziekte dagen

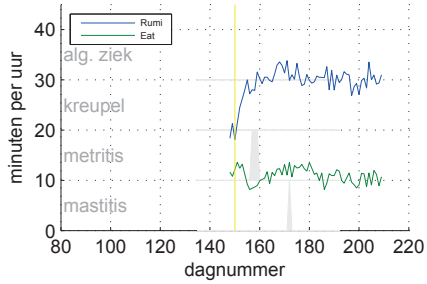


Correlogrammen koe 139/8678 // verminderde veerkracht // 1 ziekte dagen

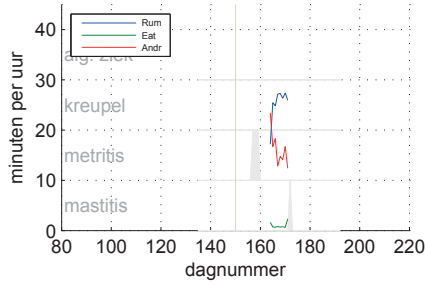


Grafieken voeding koe 190/8775 // goede veerkracht // 4 ziektedagen

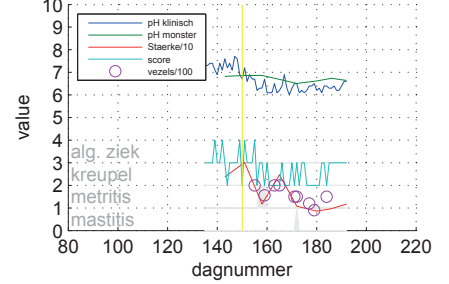
SensOor herkauwen/vreten per dag



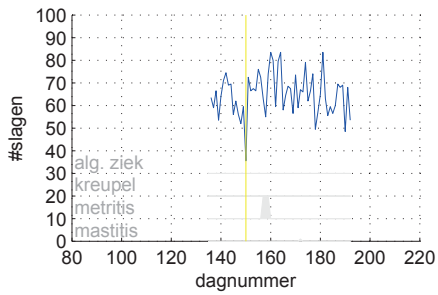
RumiWatch per dag



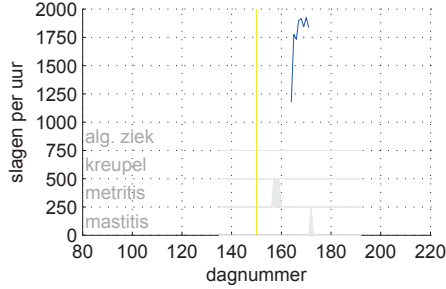
Mest per dag



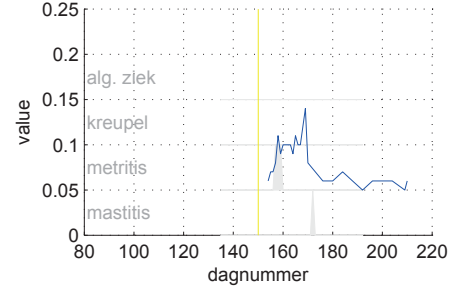
Klin herkauwen



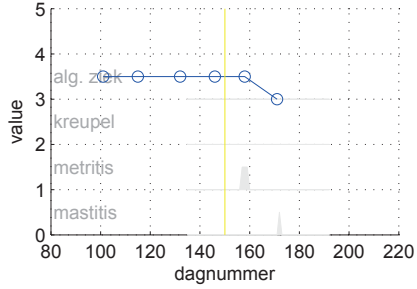
RumiWatch herkauwslagen per dag



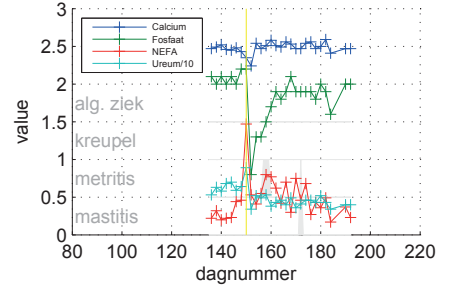
Herd Navigator BHB



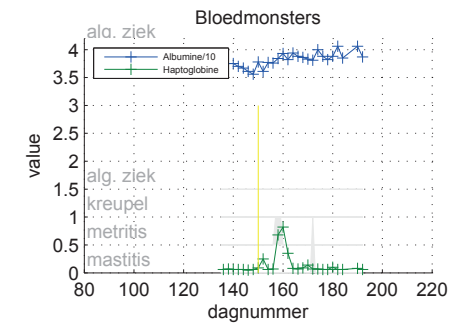
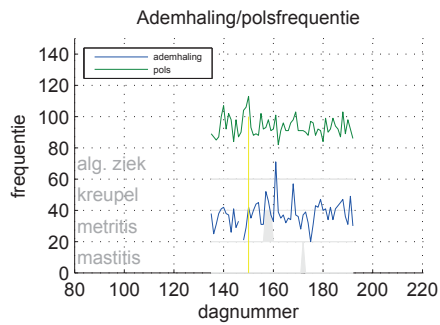
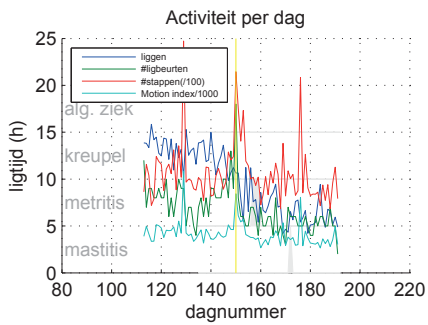
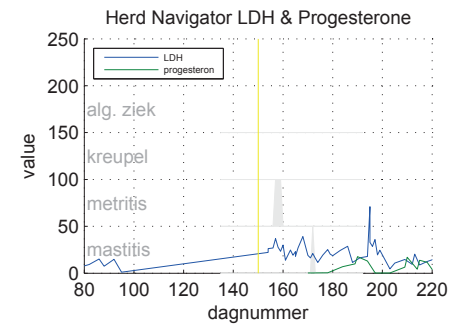
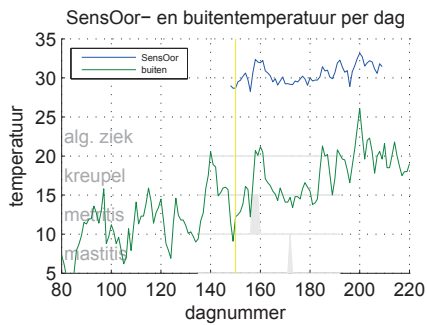
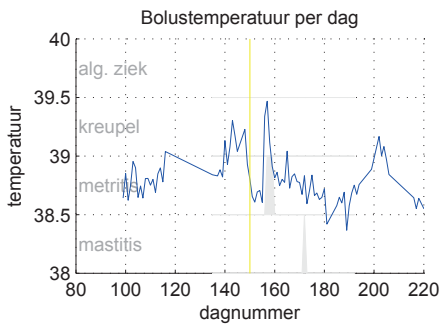
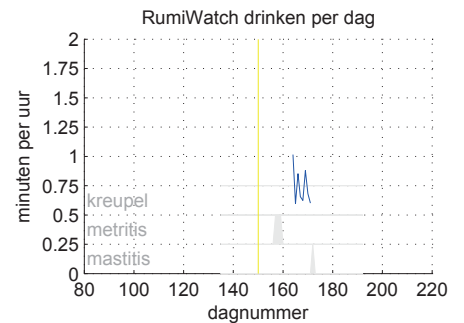
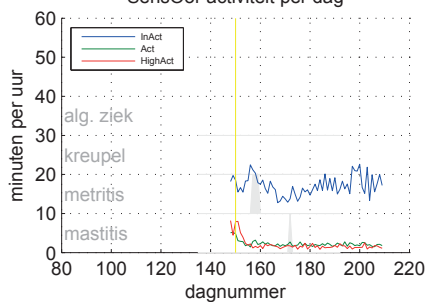
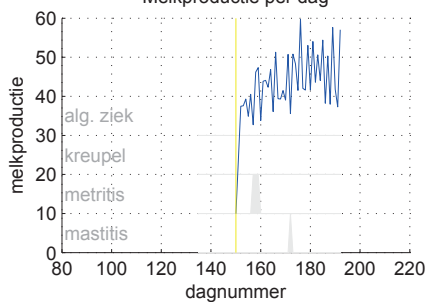
Conditiescores



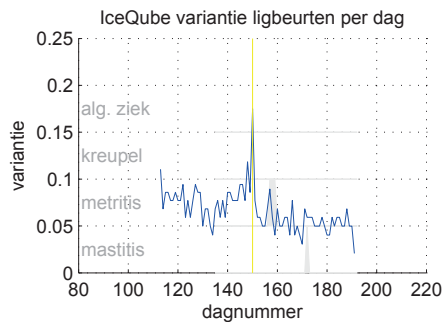
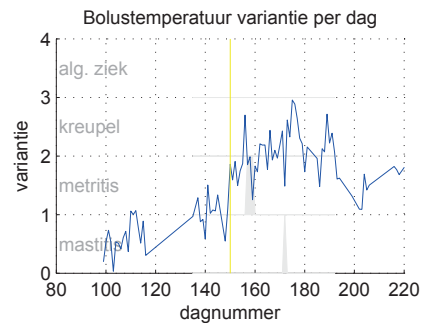
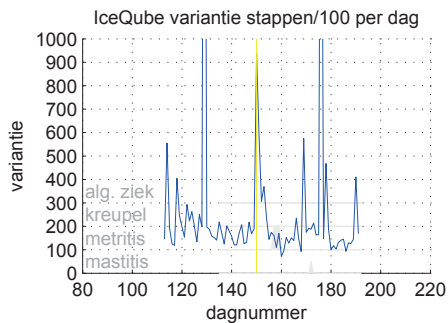
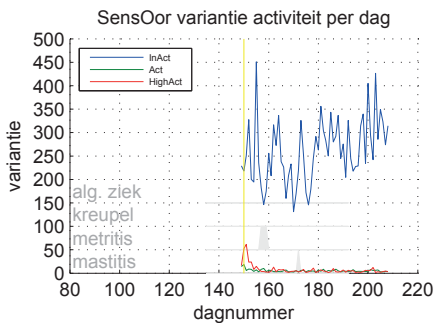
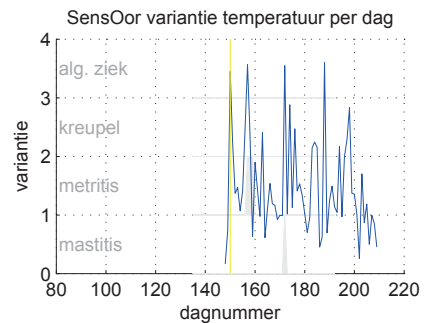
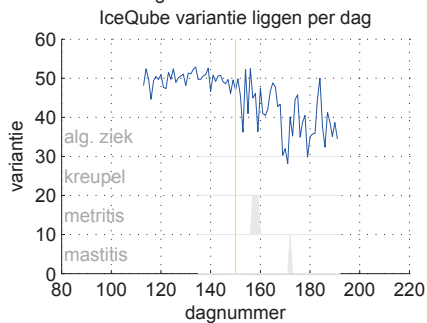
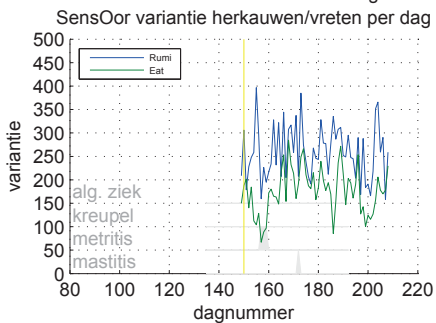
Bloedmonsters



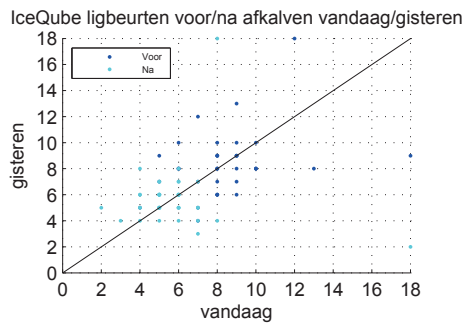
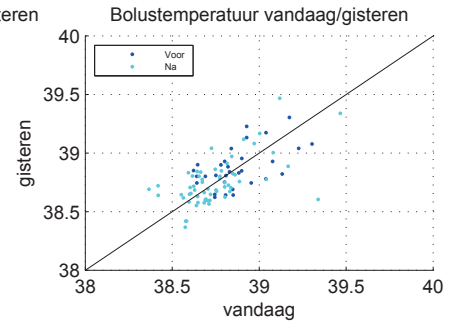
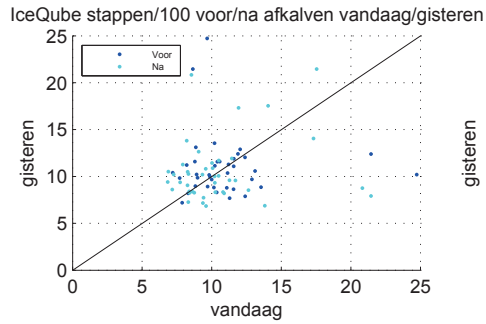
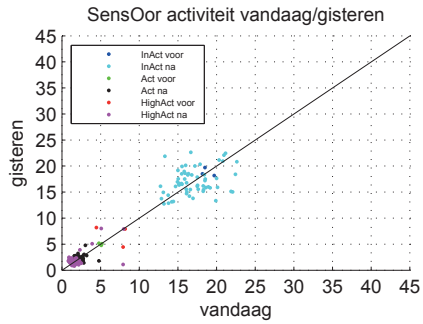
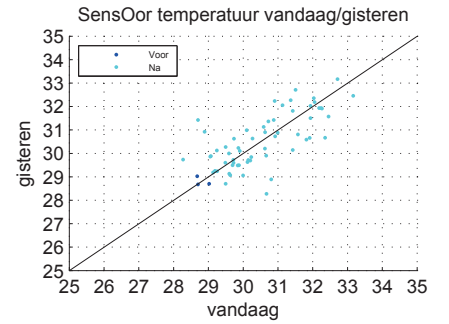
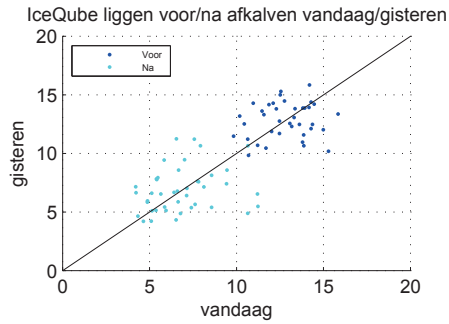
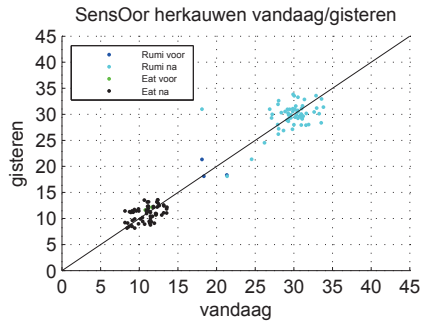
Grafieken gezondheid koe 190/8775 // goede veerkracht // 4 ziektedagen



Grafieken variantie koe 190/8775 // goede veerkracht // 4 ziektedagen

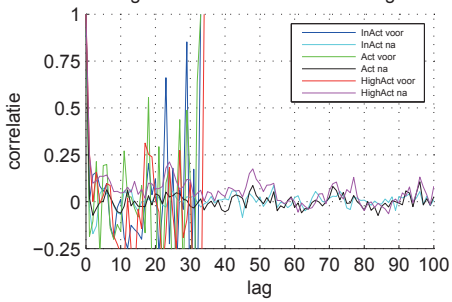


Grafieken vandaag/gisteren koe 190/8775 // goede veerkracht // 4 ziekte dagen

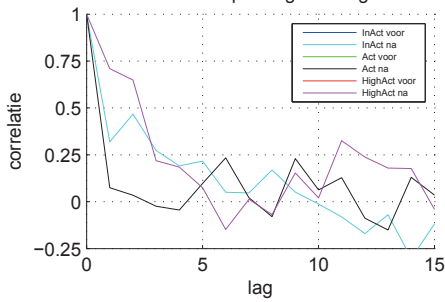


Correlogrammen koe 190/8775 // goede veerkracht // 4 ziekte-dagen

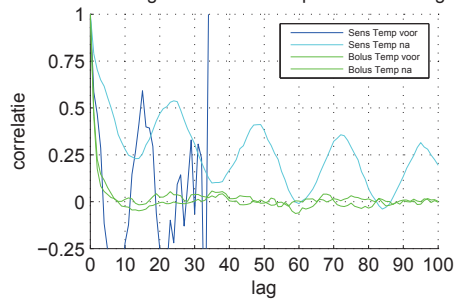
Sensor gedetailleerde activiteit correlogrammen



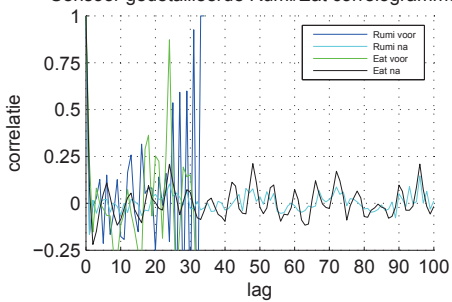
Sensor activiteit per dag correlogrammen



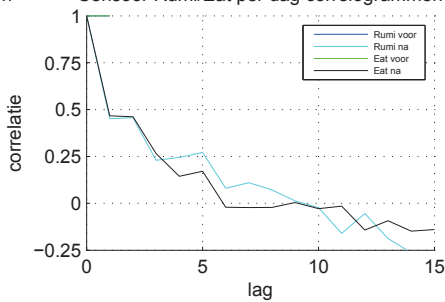
Sensor&bolus gedetailleerde temperatuur correlogrammen



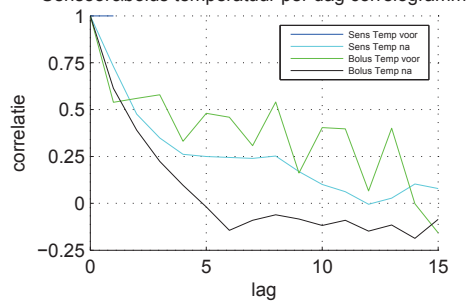
Sensor gedetailleerde Rumi/Eat correlogrammen



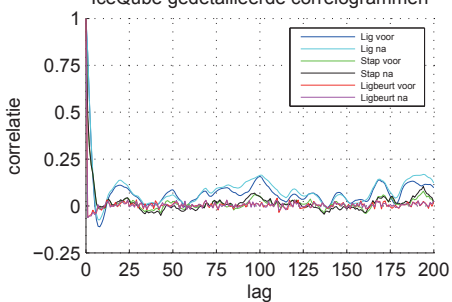
Sensor Rumi/Eat per dag correlogrammen



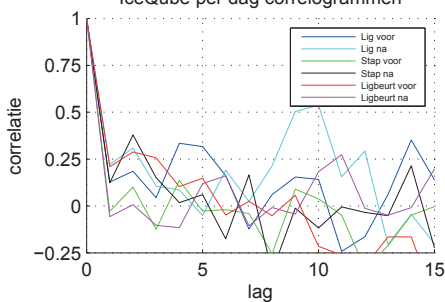
Sensor&bolus temperatuur per dag correlogrammen



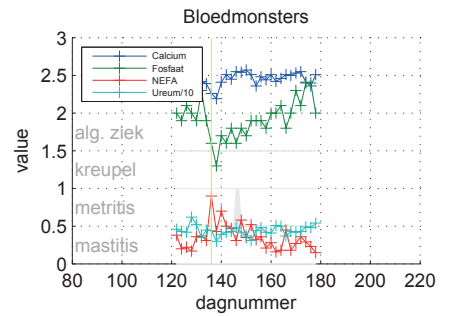
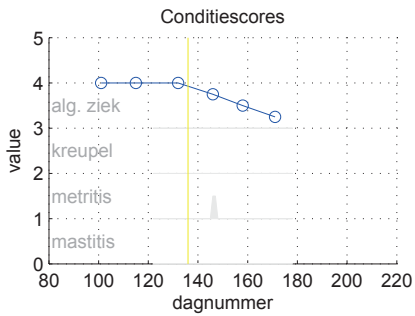
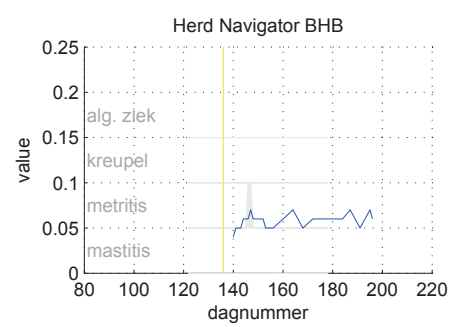
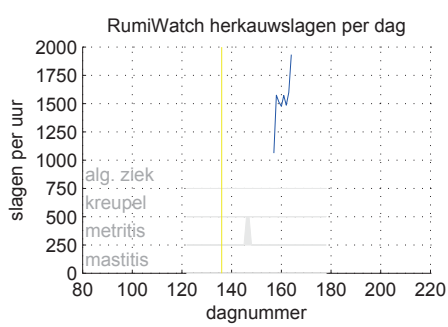
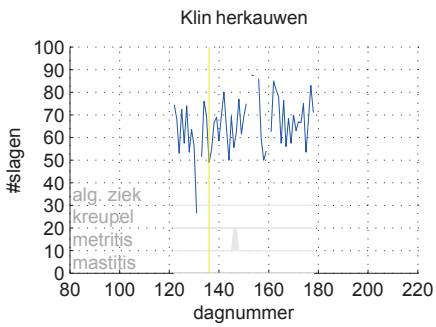
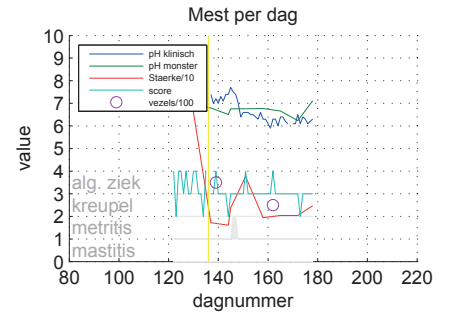
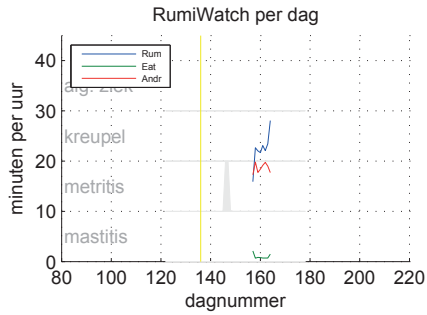
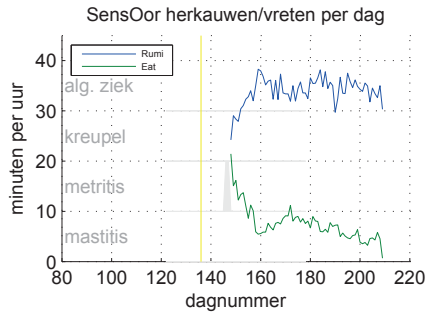
IceQube gedetailleerde correlogrammen



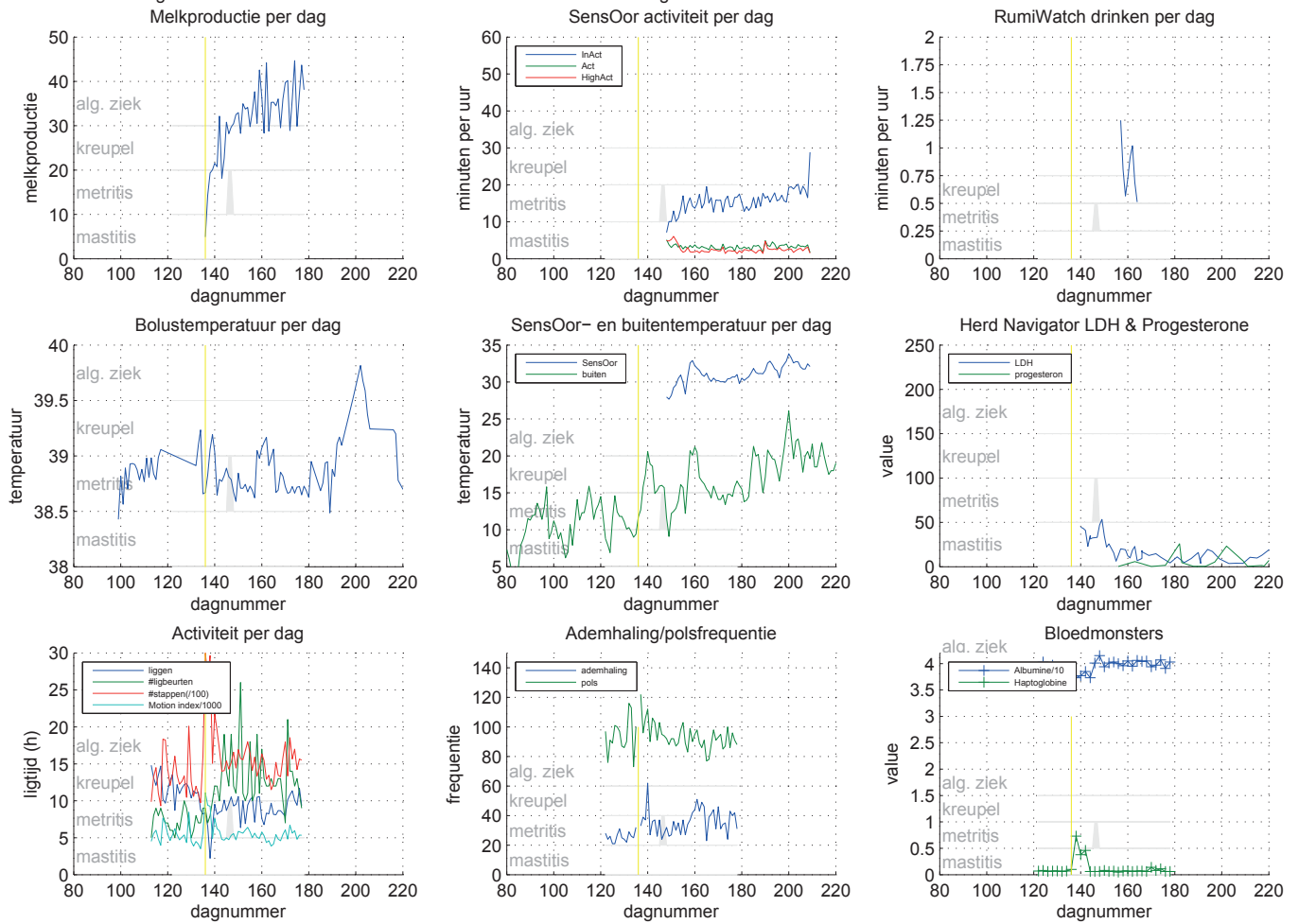
IceQube per dag correlogrammen



Grafieken voeding koe 98/3919 // verminderde veerkracht // 2 ziektedagen

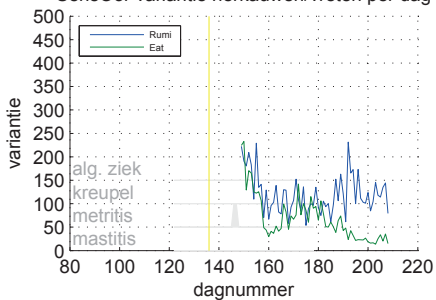


Grafieken gezondheid koe 98/3919 // verminderde veerkracht // 2 ziektedagen

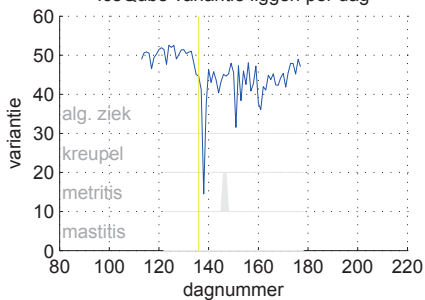


Grafieken variantie koe 98/3919 // verminderde veerkracht // 2 ziekte dagen

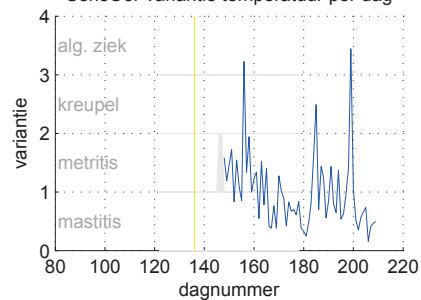
SensOor variantie herkauwen/vreten per dag



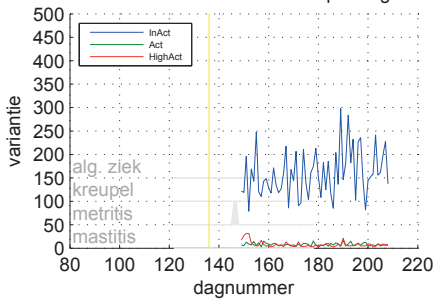
IceQube variantie liggen per dag



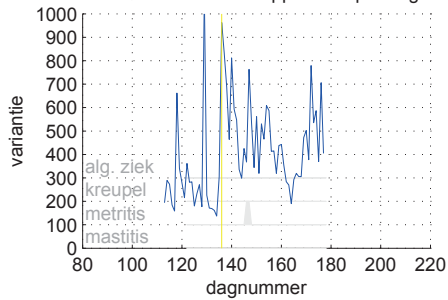
SensOor variantie temperatuur per dag



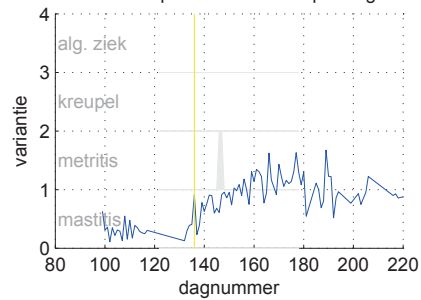
SensOor variantie activiteit per dag



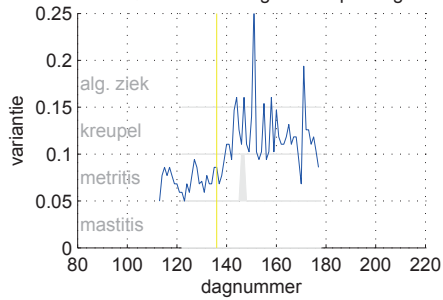
IceQube variantie stappen/100 per dag



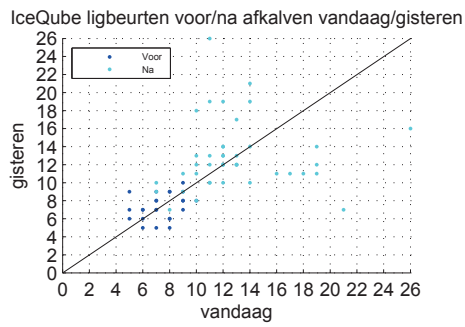
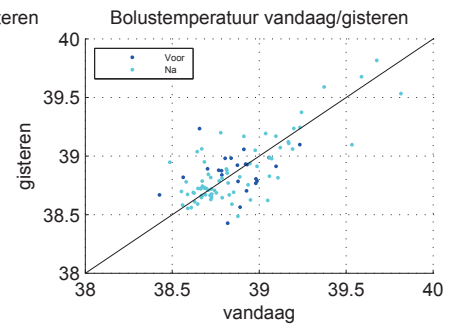
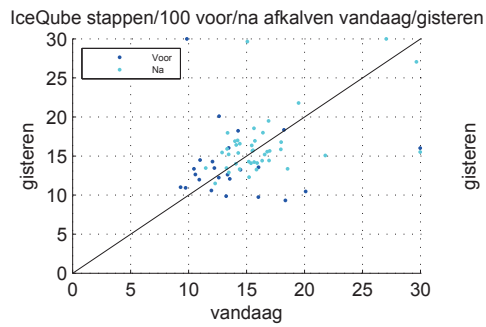
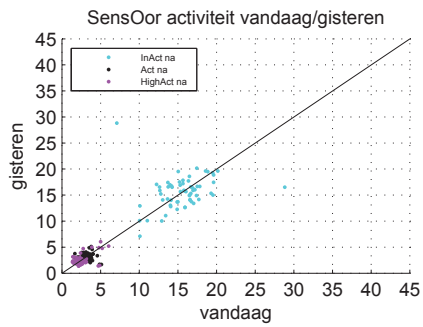
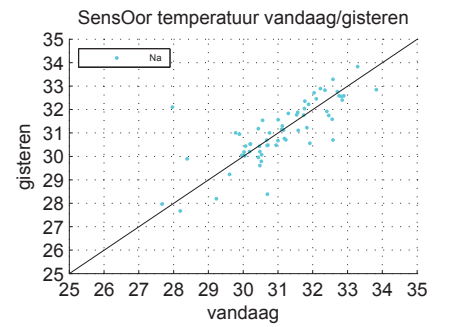
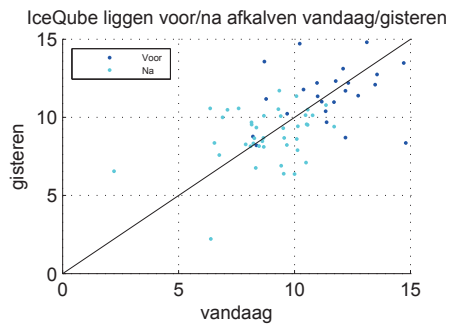
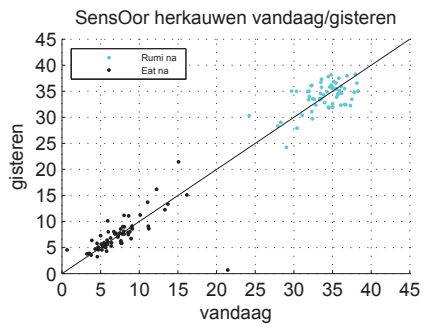
Bolustemperatuur variantie per dag



IceQube variantie ligbeurten per dag

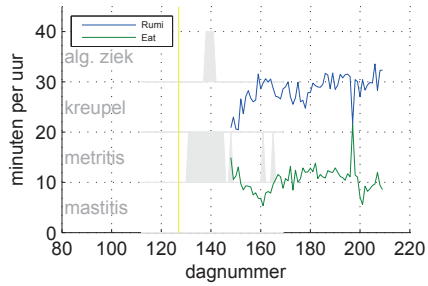


Grafieken vandaag/gisteren koe 98/3919 // verminderde veerkracht // 2 ziekte dagen

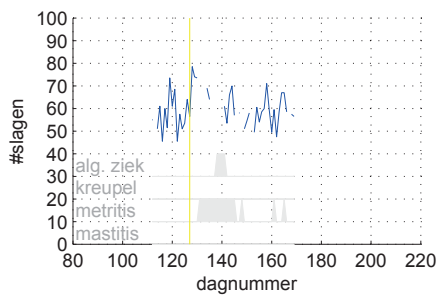


Grafieken voeding koe 155/3881 // omgevallen // 26 ziektedagen

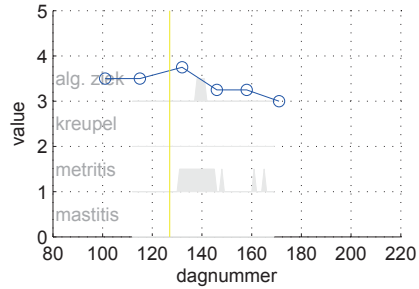
SensOor herkauwen/vreten per dag



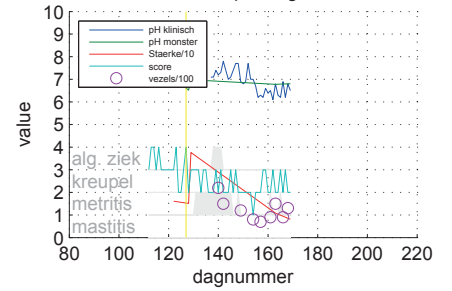
Klin herkauwen



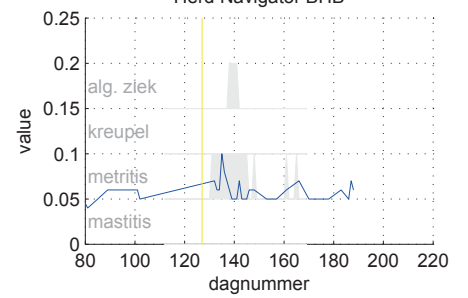
Conditiecores



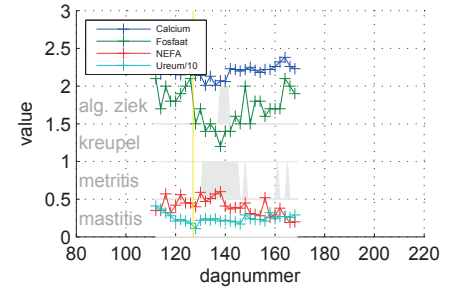
Mest per dag



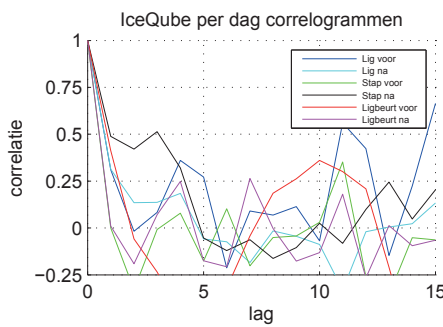
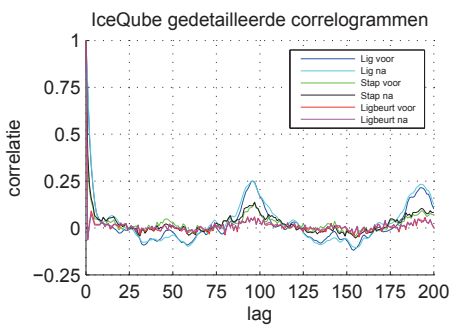
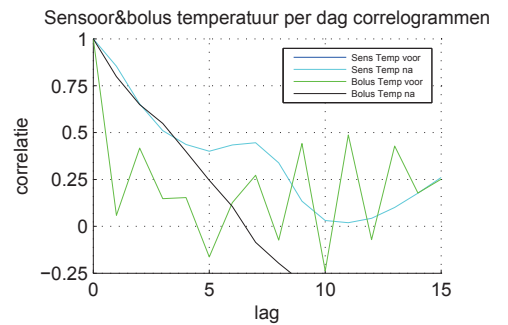
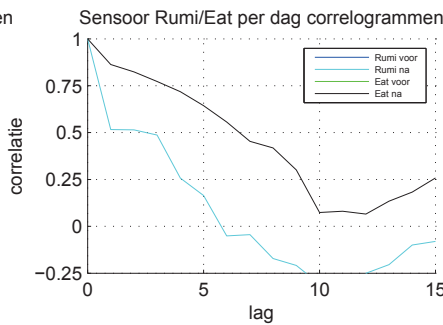
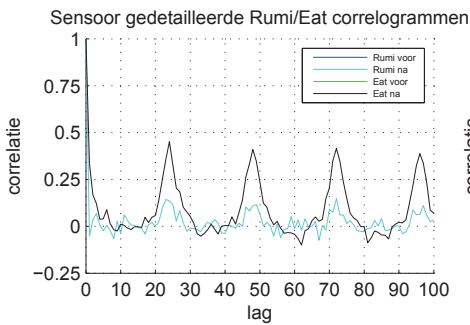
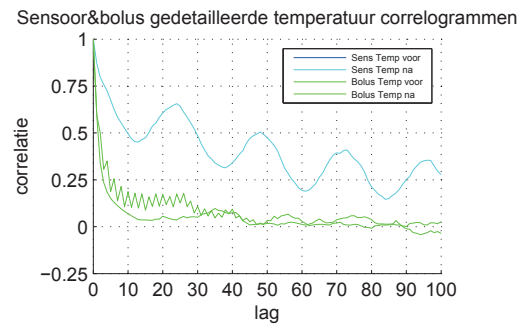
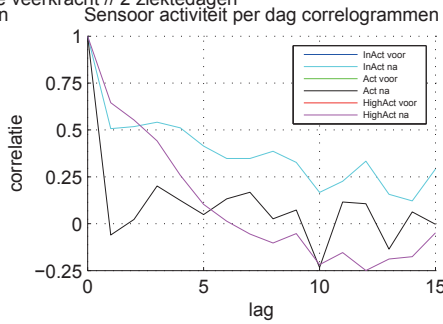
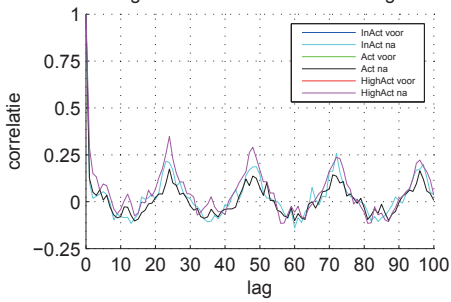
Herd Navigator BHB



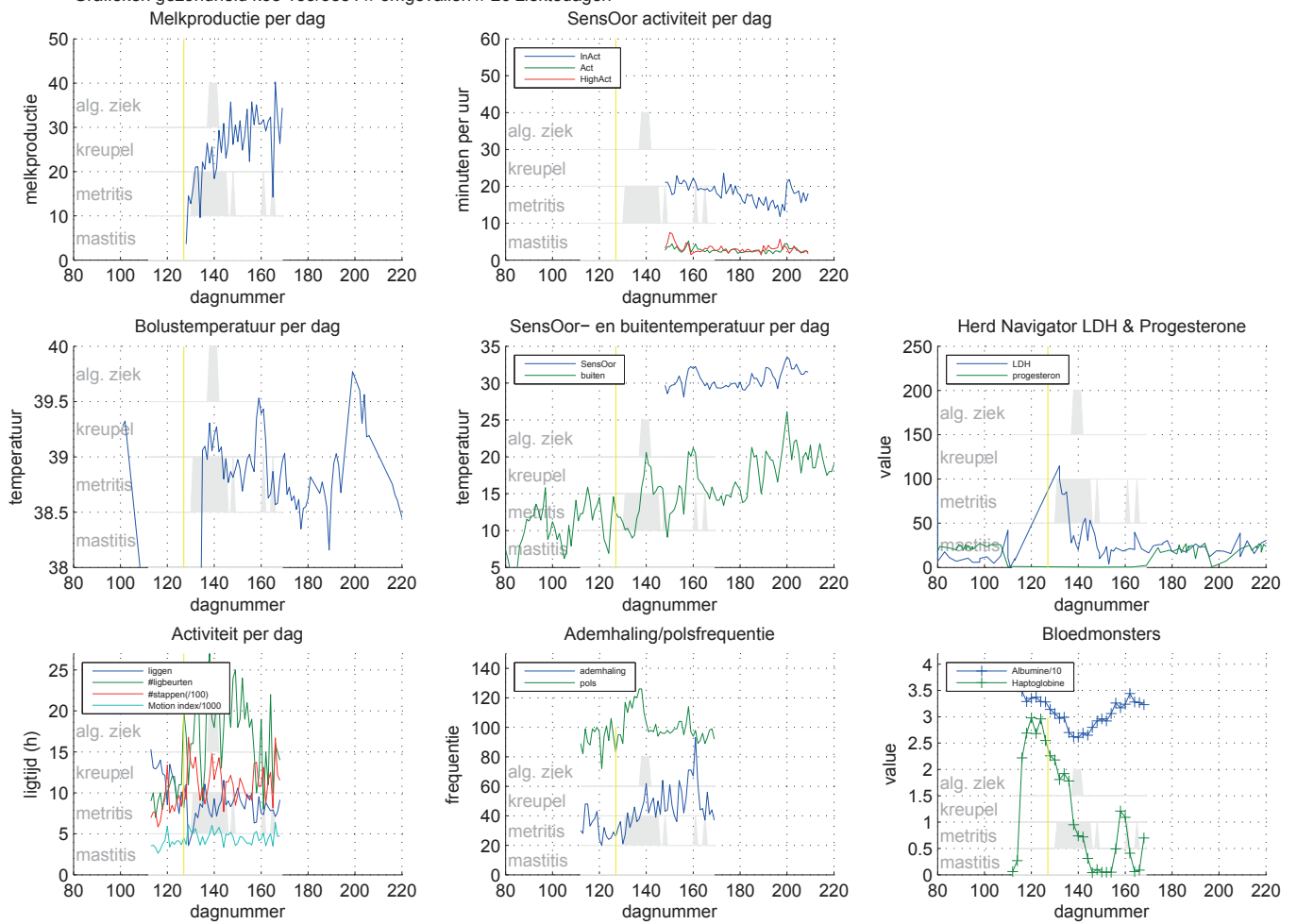
Bloedmonsters



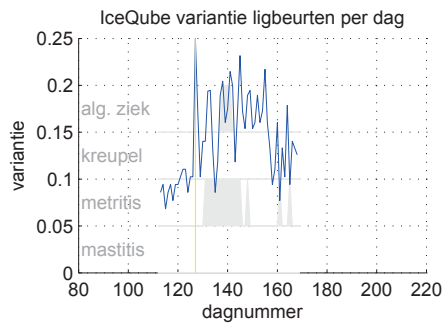
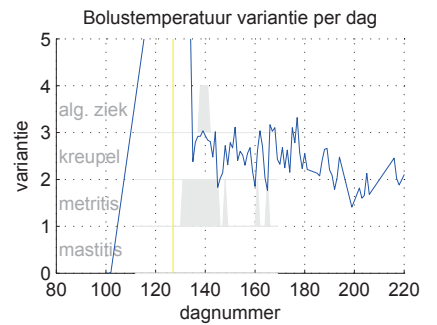
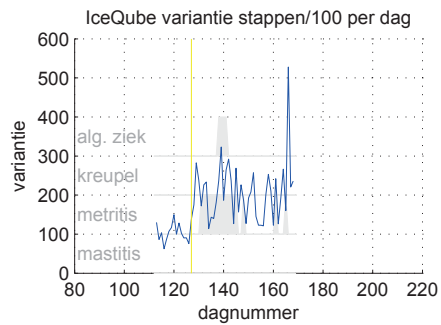
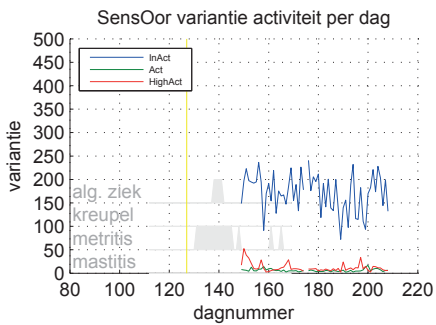
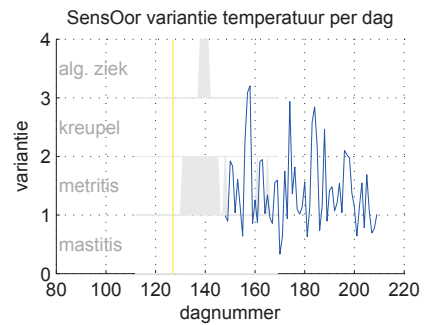
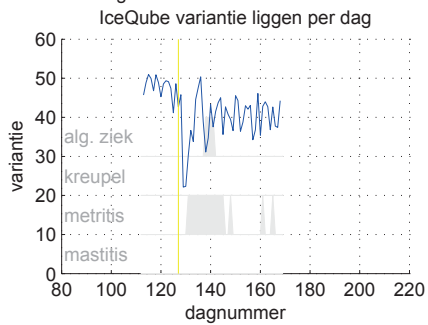
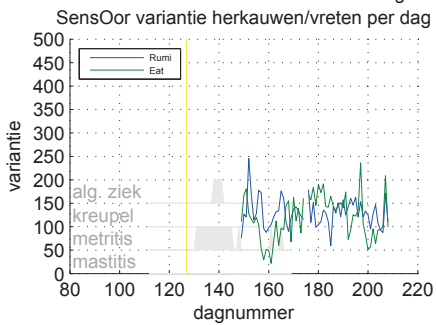
Correlogrammen koe 98/3919 // verminderde veerkracht // 2 ziekte-dagen



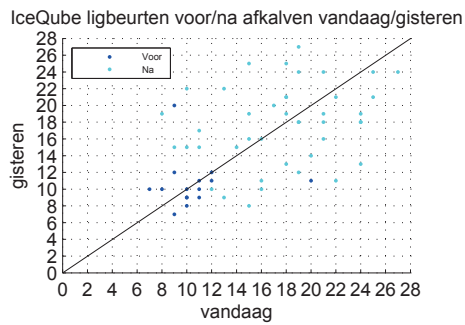
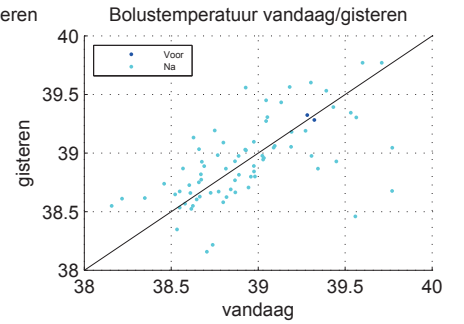
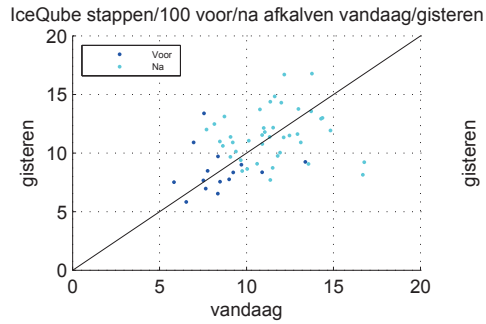
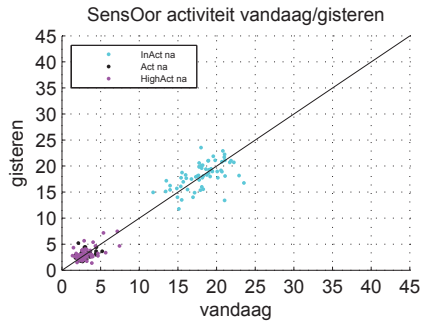
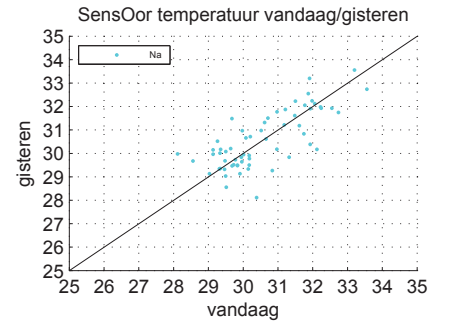
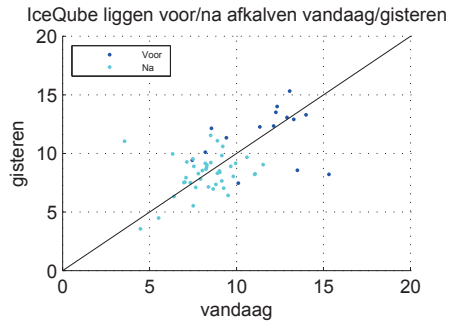
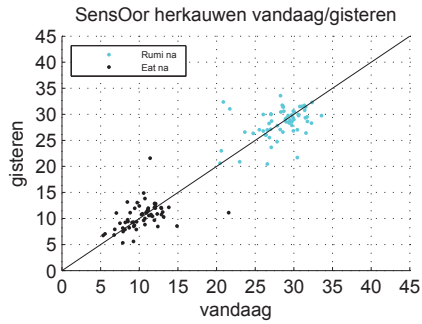
Grafieken gezondheid koe 155/3881 // omgevallen // 26 ziektedagen



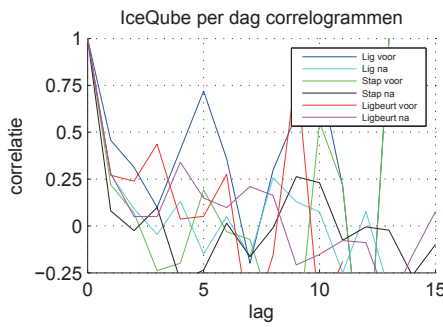
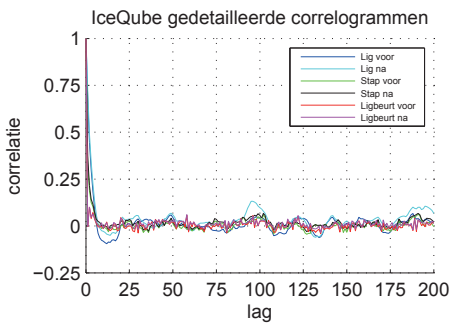
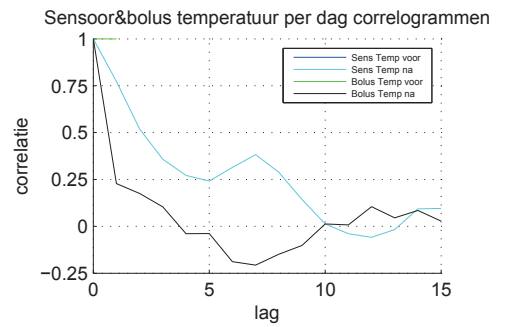
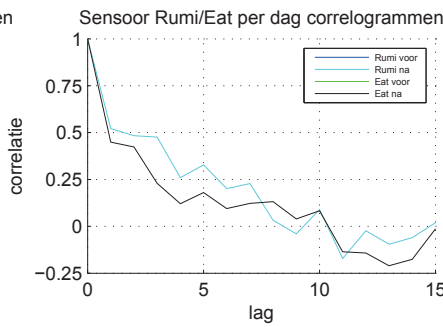
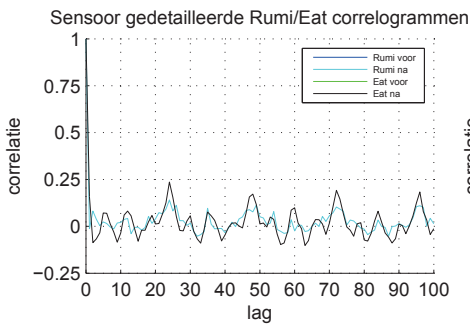
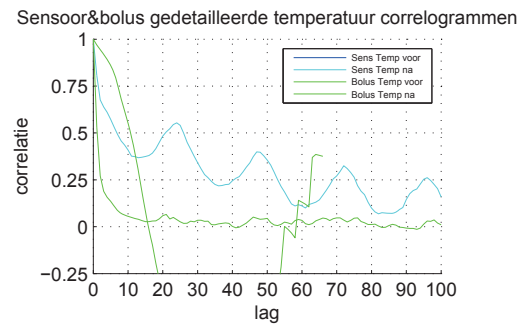
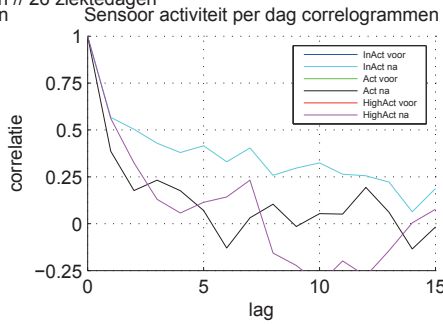
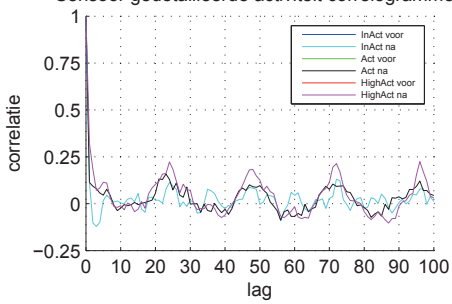
Grafieken variantie koe 155/3881 // omgevallen // 26 ziektedagen



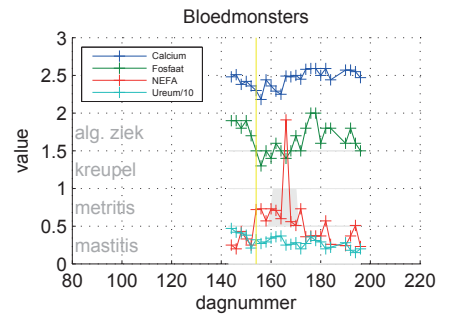
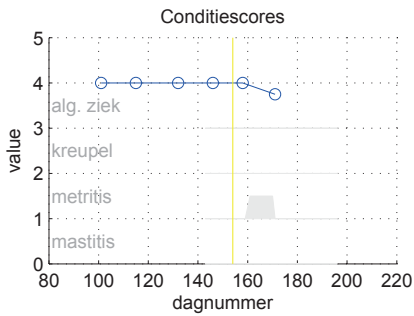
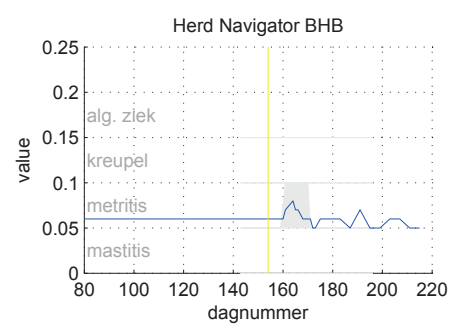
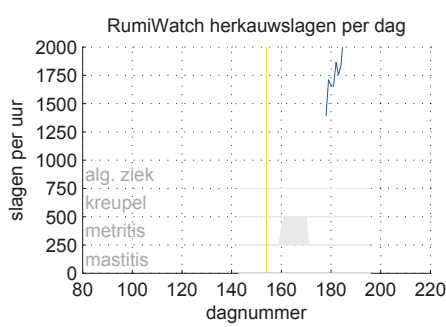
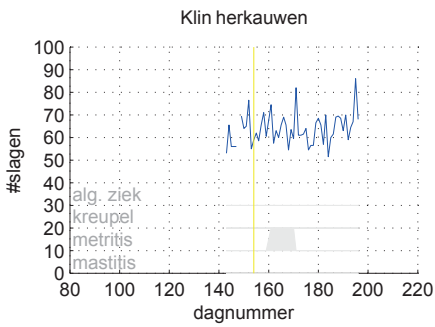
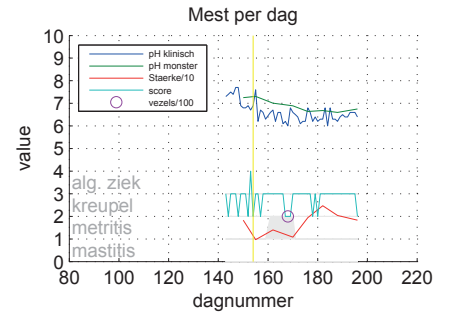
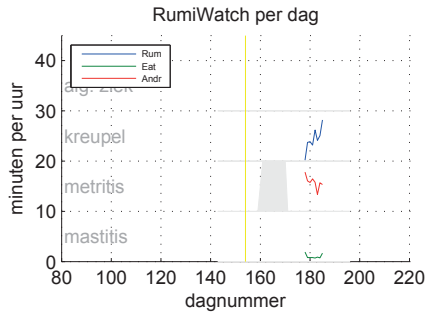
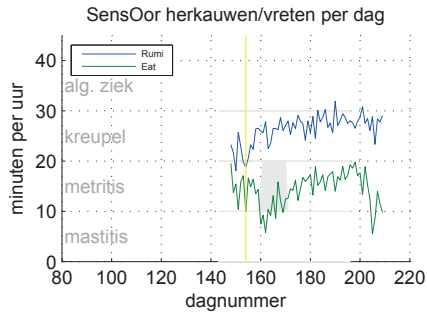
Grafieken vandaag/gisteren koe 155/3881 // omgevallen // 26 ziektedagen



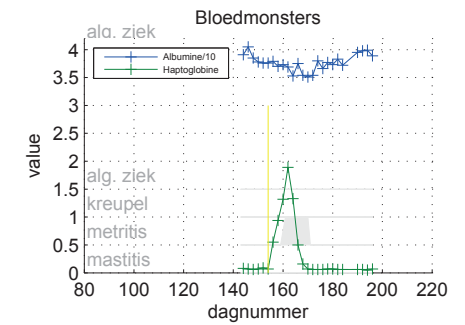
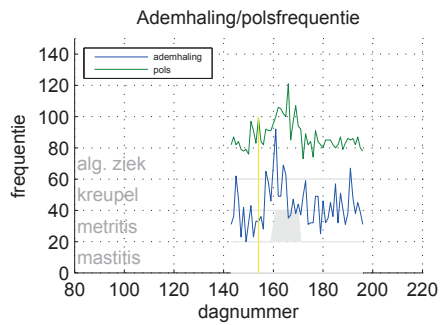
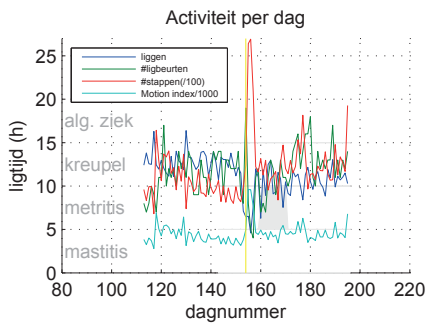
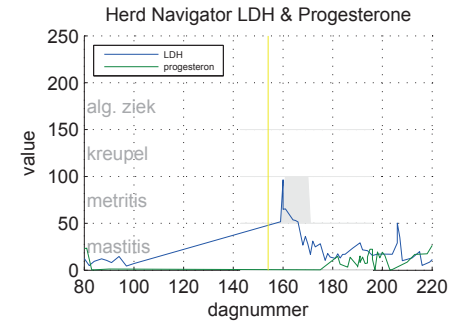
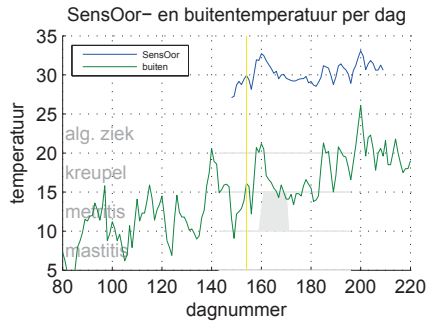
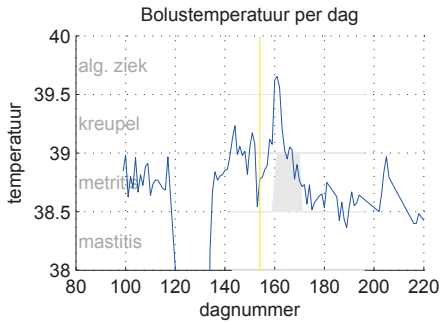
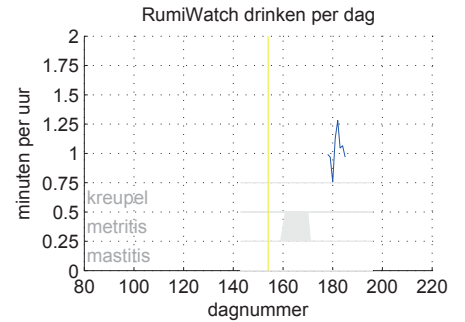
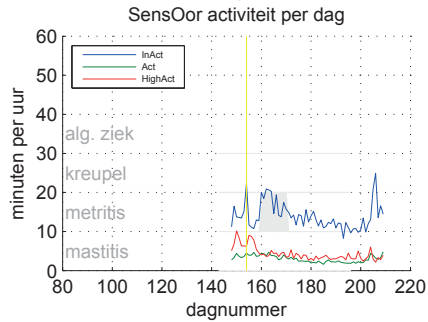
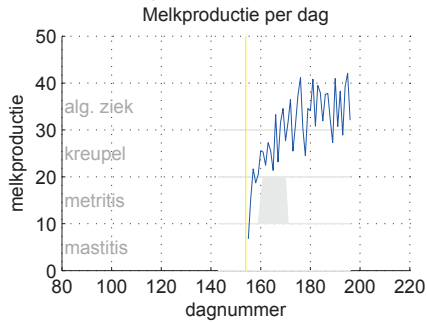
Correlogrammen koe 155/3881 // omgevallen // 26 ziekte-dagen



Grafieken voeding koe 70/8825 // verminderde veerkracht // 10 ziektedagen

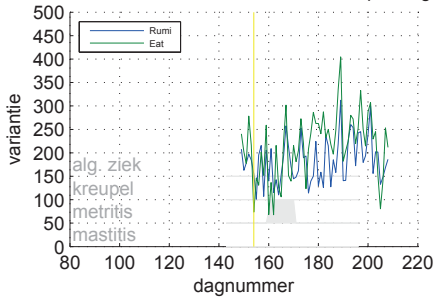


Grafieken gezondheid koe 70/8825 // verminderde veerkracht // 10 ziektedagen

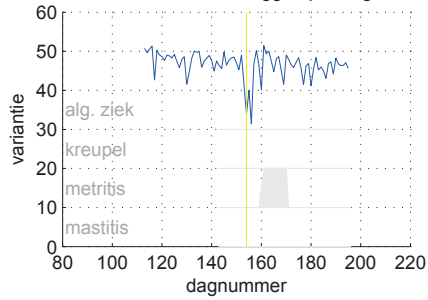


Grafieken variantie koe 70/8825 // verminderde veerkracht // 10 ziekte dagen

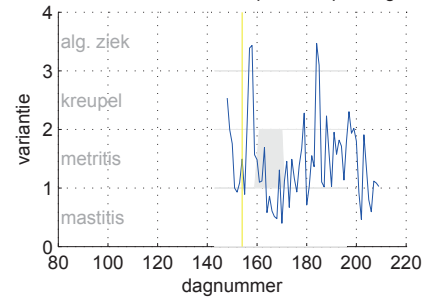
SensOor variantie herkauwen/vreten per dag



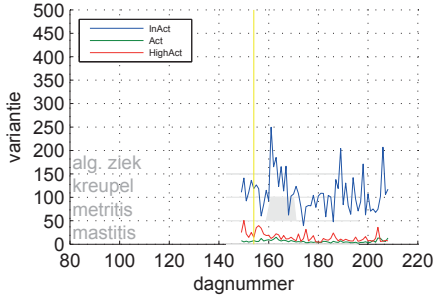
IceQube variantie liggen per dag



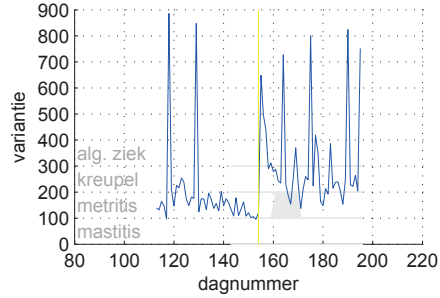
SensOor variantie temperatuur per dag



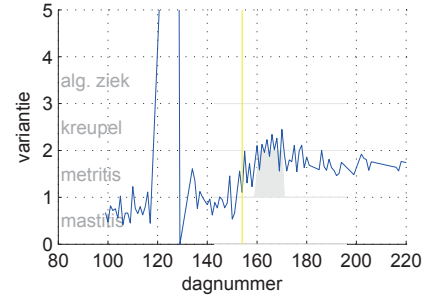
SensOor variantie activiteit per dag



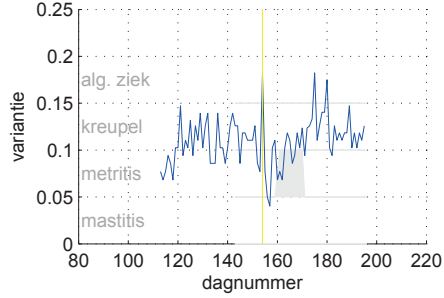
IceQube variantie stappen/100 per dag



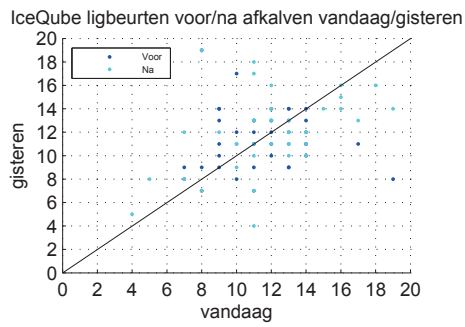
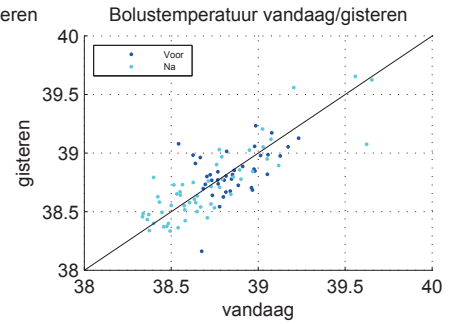
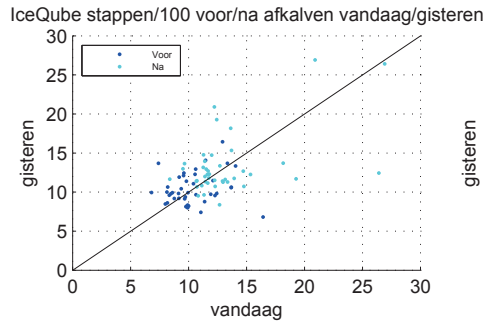
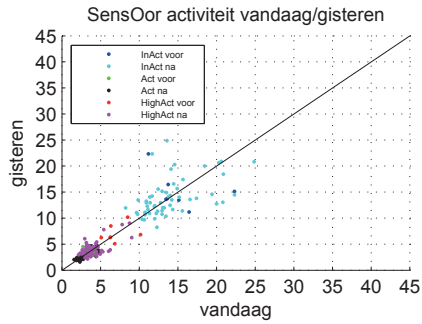
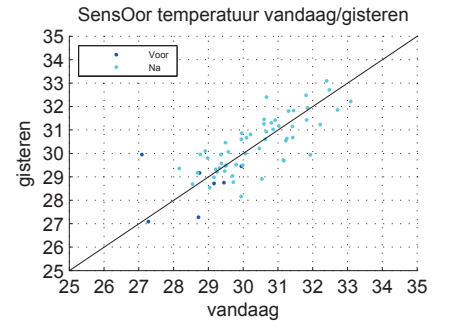
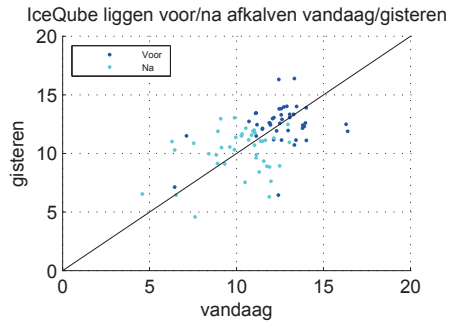
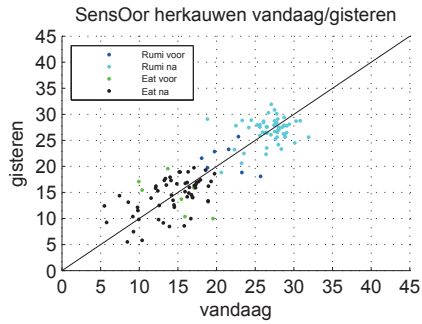
Bolustemperatuur variantie per dag



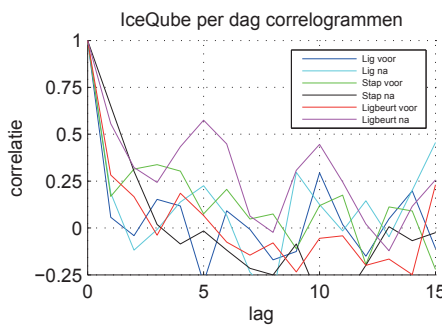
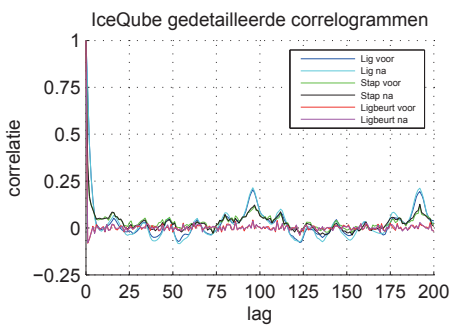
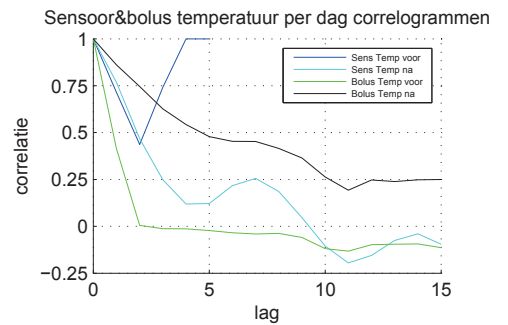
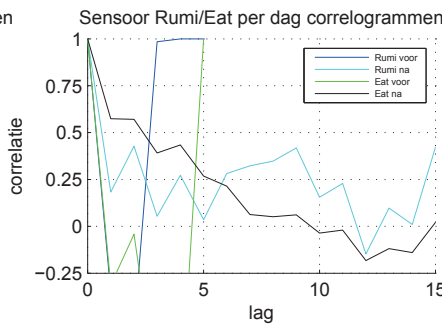
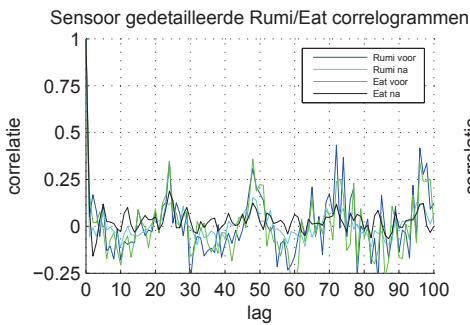
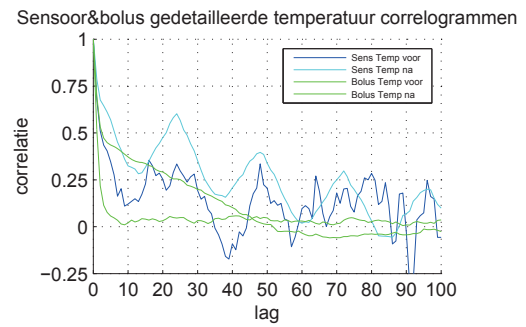
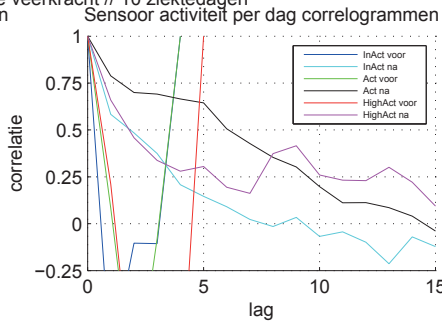
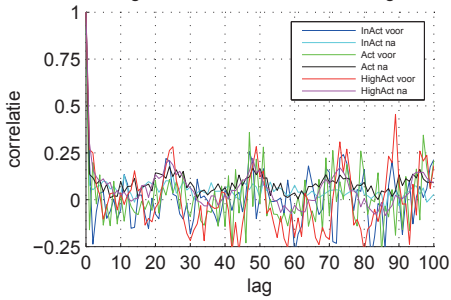
IceQube variantie ligbeurten per dag



Grafieken vandaag/gisteren koe 70/8825 // verminderde veerkracht // 10 ziekte-dagen

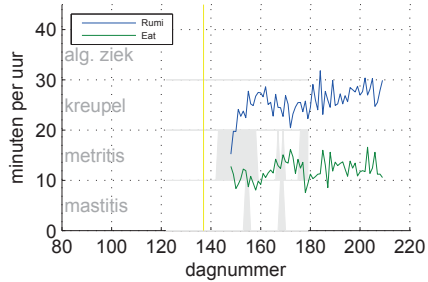


Correlogrammen koe 70/8825 // verminderde veerkracht // 10 ziekte dagen

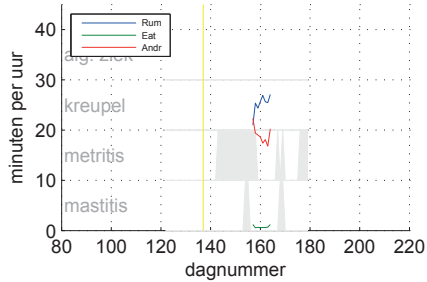


Grafieken voeding koe 60/8838 // omgevallen // 26 ziektedagen

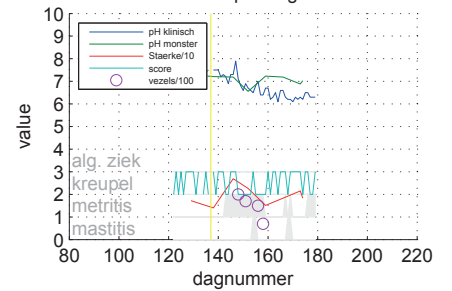
SensOor herkauwen/vreten per dag



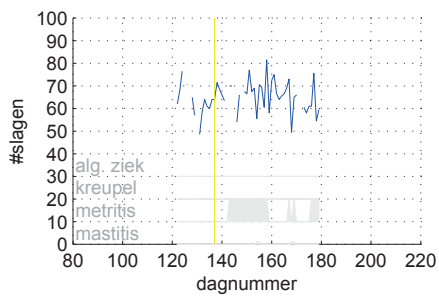
RumiWatch per dag



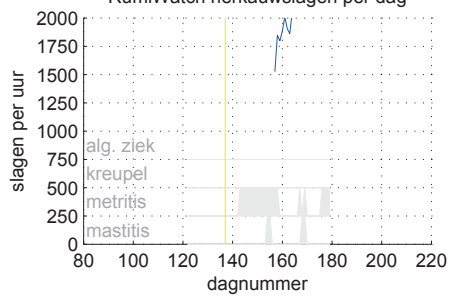
Mest per dag



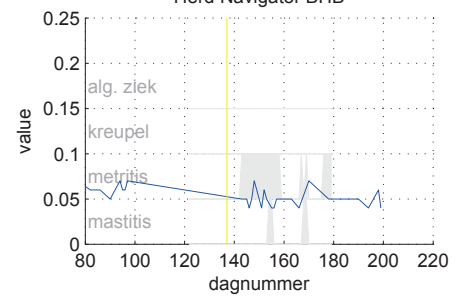
Klin herkauwen



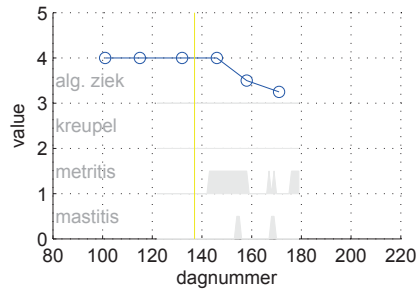
RumiWatch herkauwslagen per dag



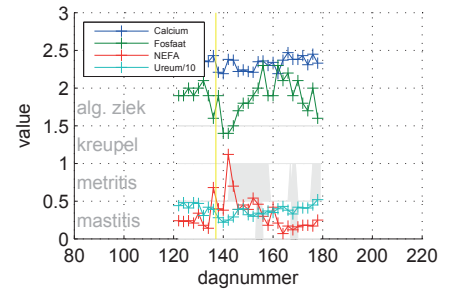
Herd Navigator BHB



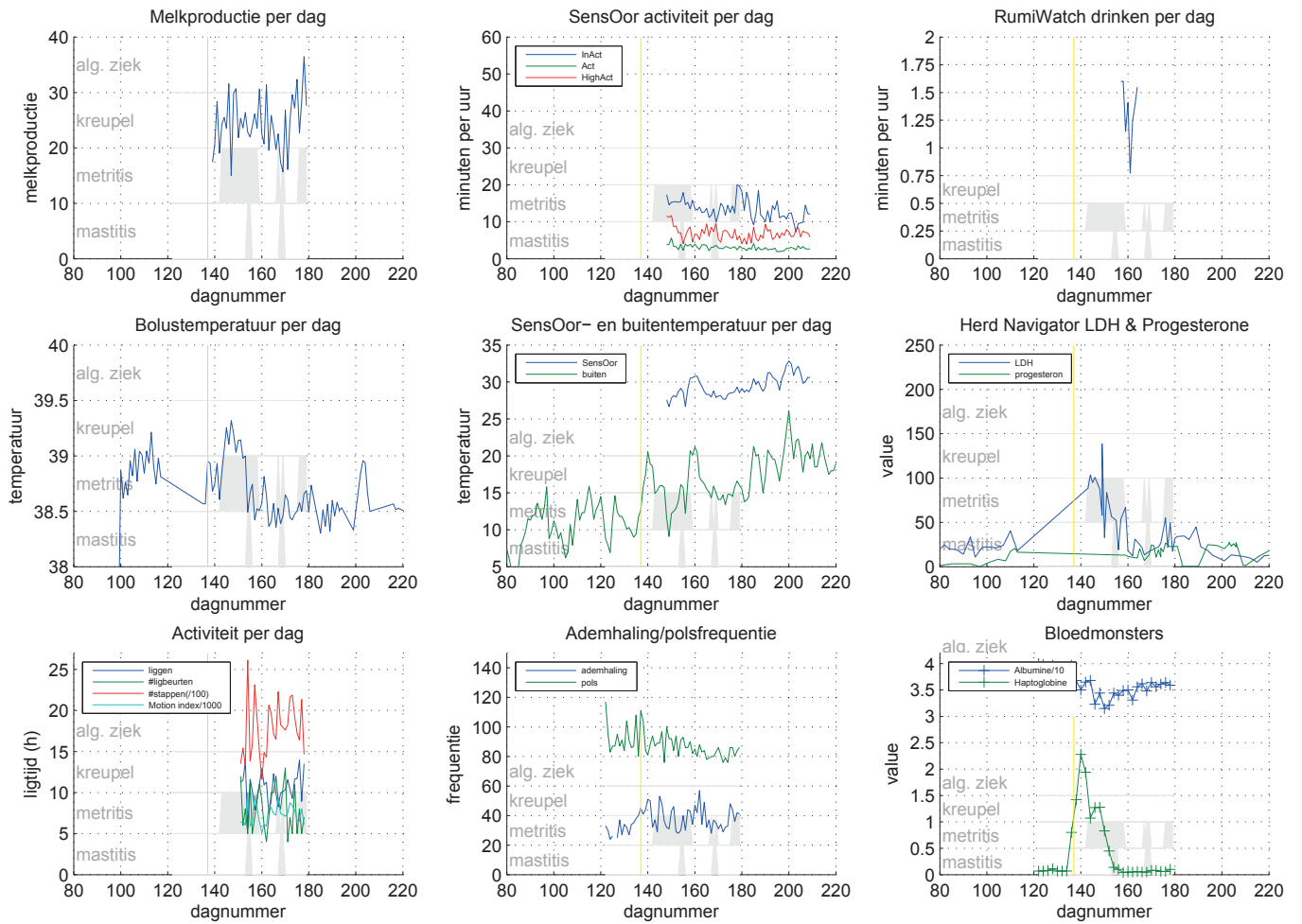
Conditie scores



Bloedmonsters

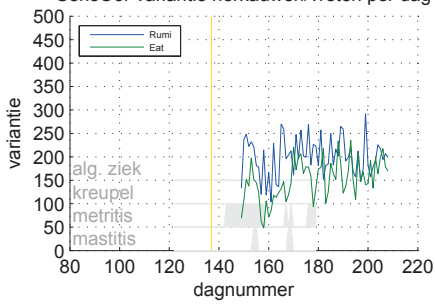


Grafieken gezondheid koe 60/8838 // omgevallen // 26 ziektedagen

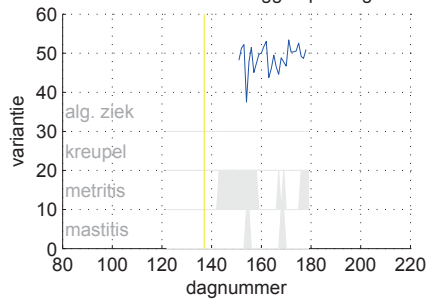


Grafieken variantie koe 60/8838 // omgevallen // 26 ziektedagen

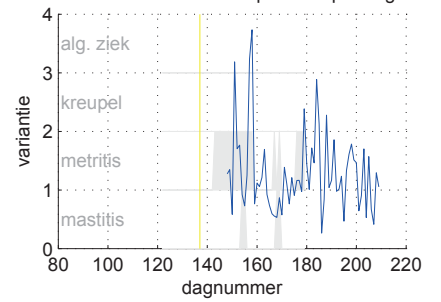
SensOor variantie herkauwen/vreten per dag



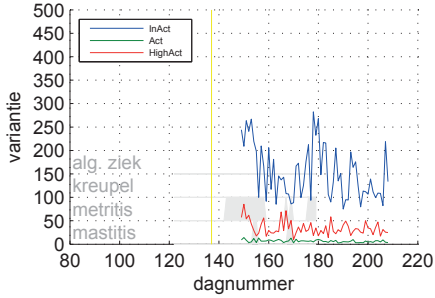
IceQube variantie liggen per dag



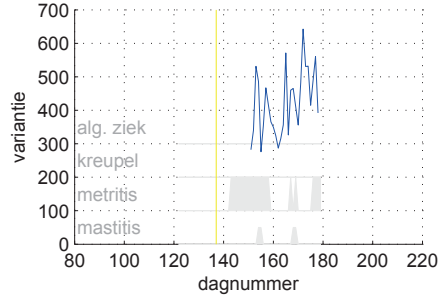
SensOor variantie temperatuur per dag



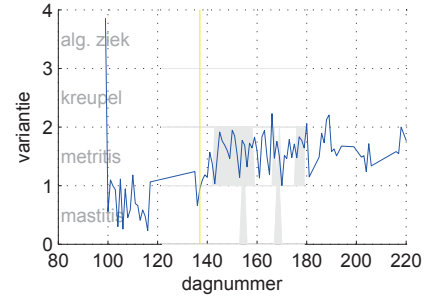
SensOor variantie activiteit per dag



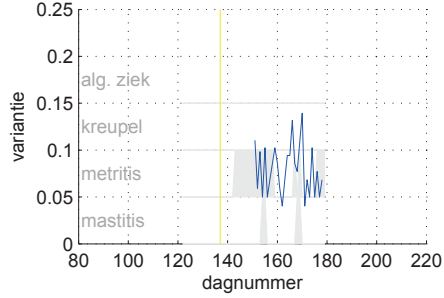
IceQube variantie stappen/100 per dag



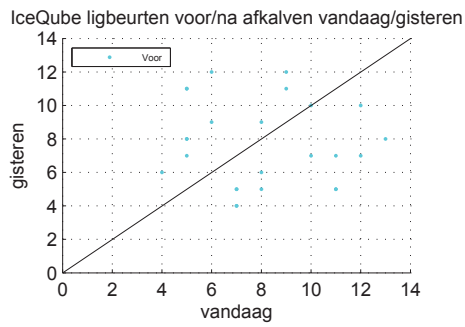
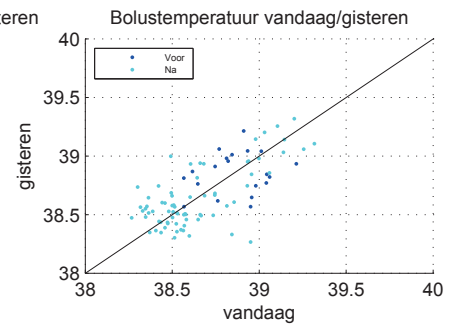
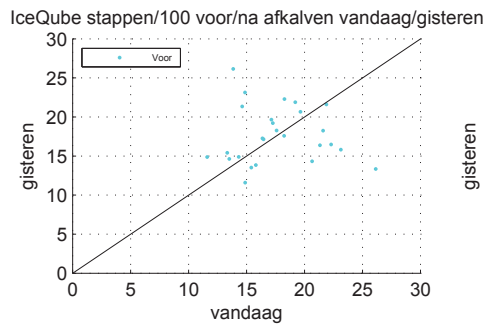
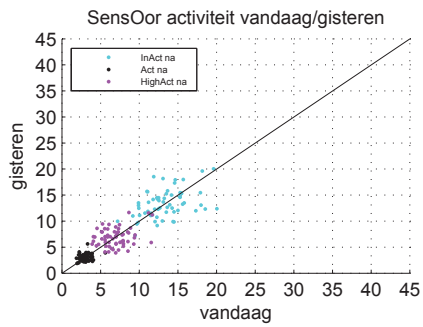
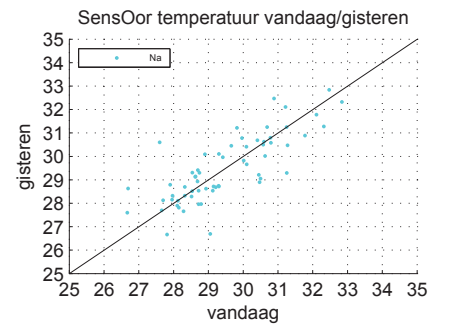
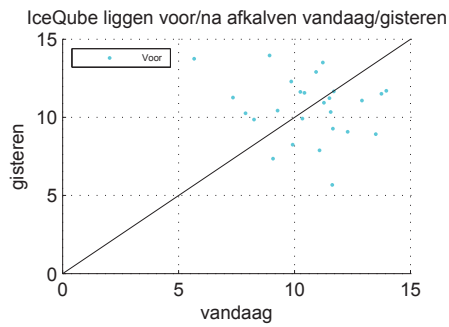
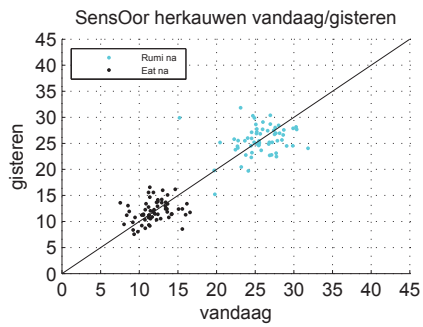
Bolustemperatuur variantie per dag



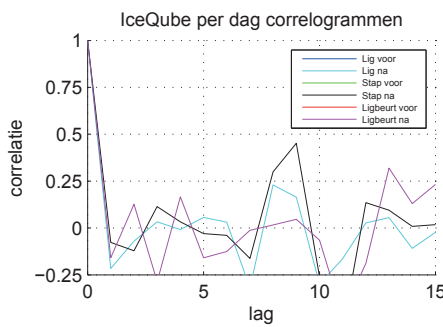
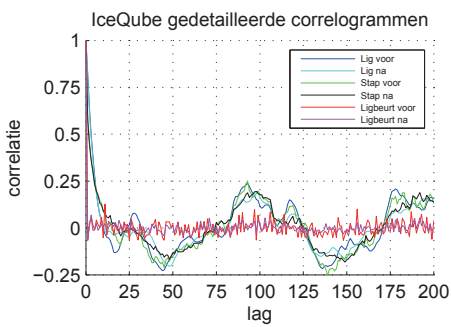
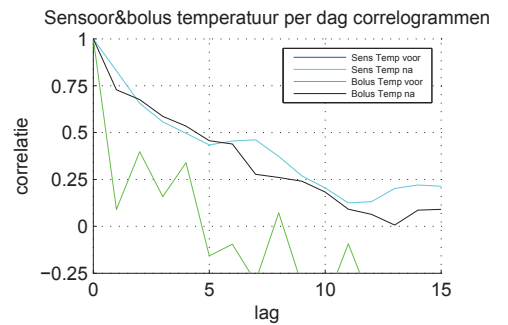
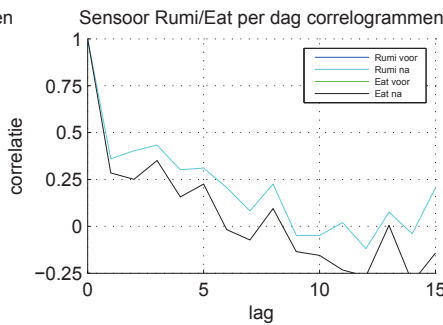
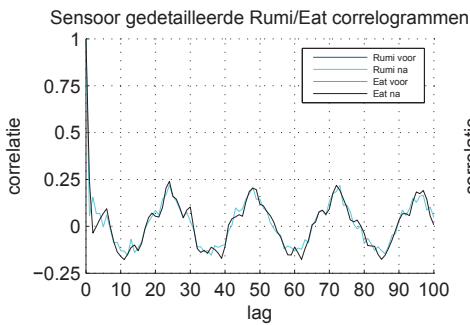
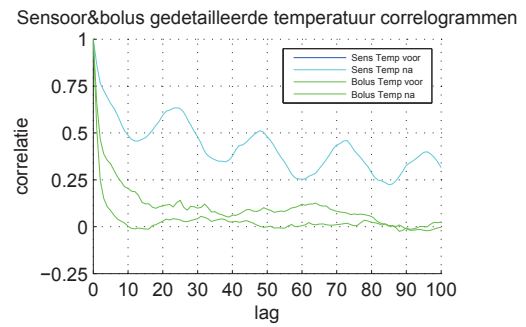
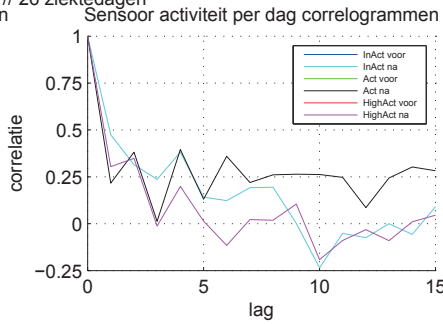
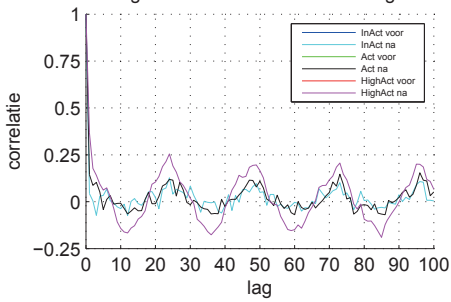
IceQube variantie ligbeurten per dag



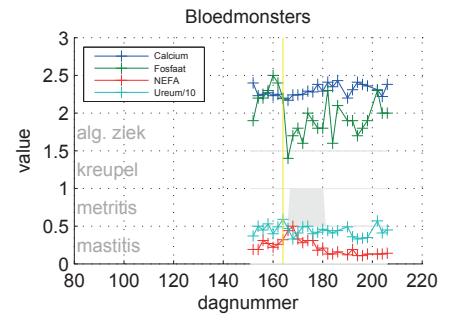
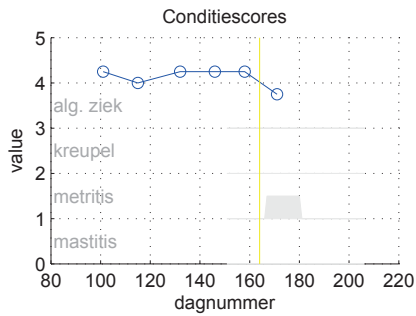
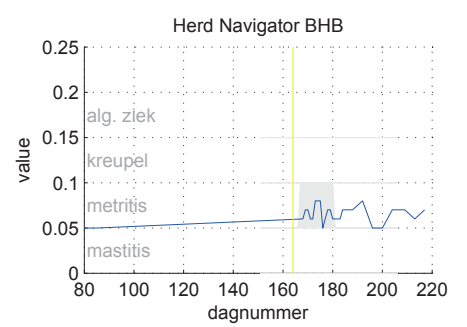
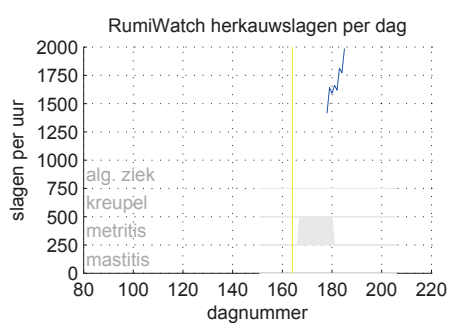
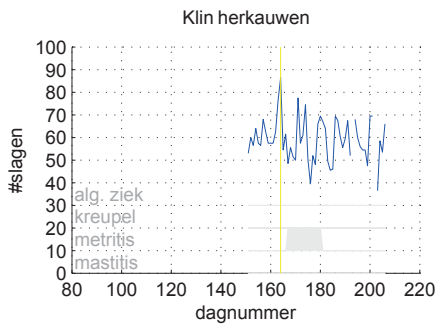
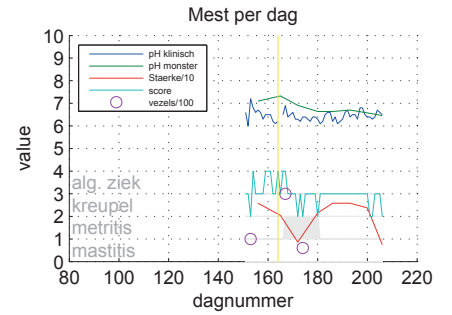
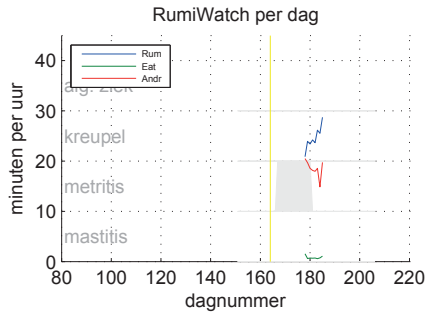
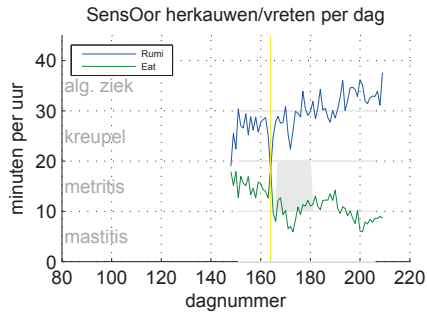
Grafieken vandaag/gisteren koe 60/8838 // omgevallen // 26 ziekte dagen



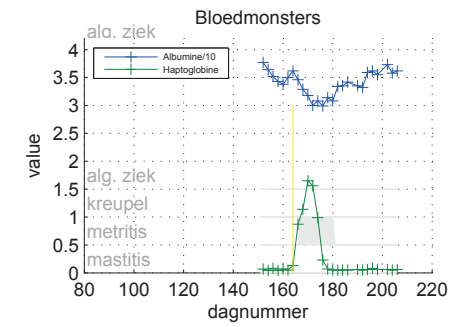
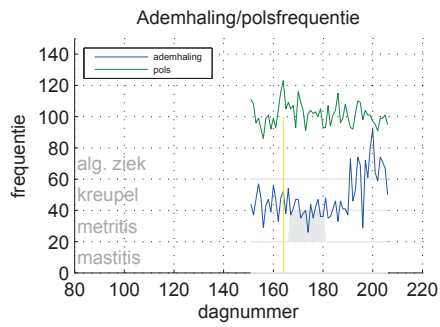
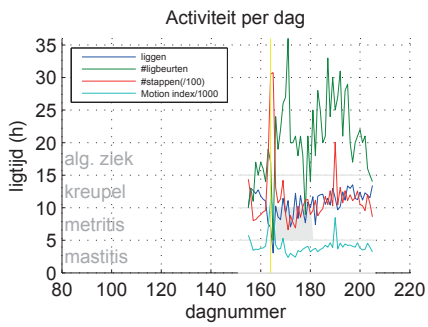
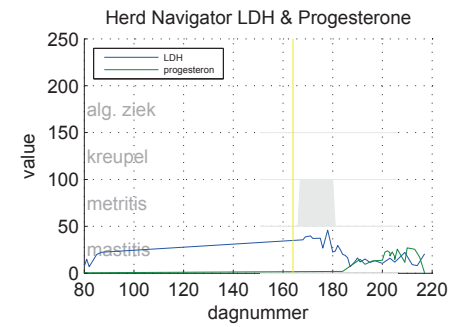
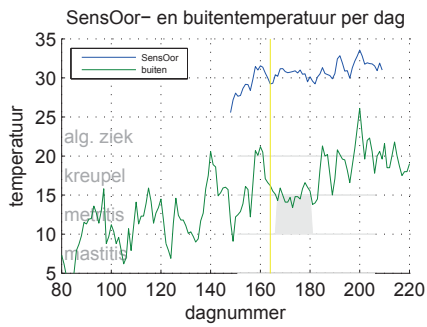
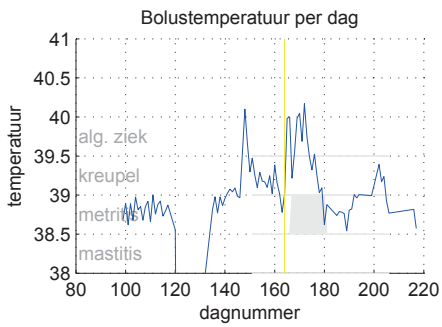
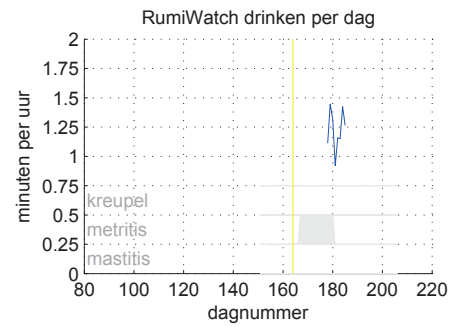
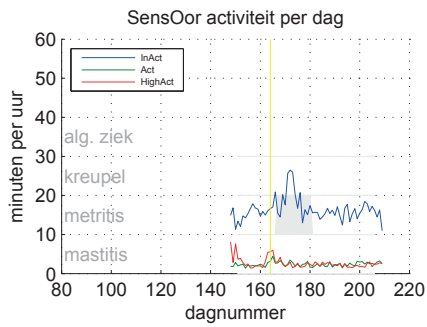
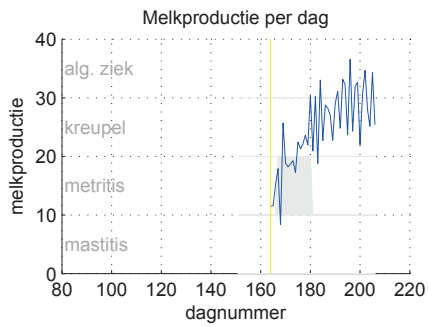
Correlogrammen koe 60/8838 // omgevallen // 26 ziekte dagen



Grafieken voeding koe 147/3920 // verminderde veerkracht // 14 ziektedagen

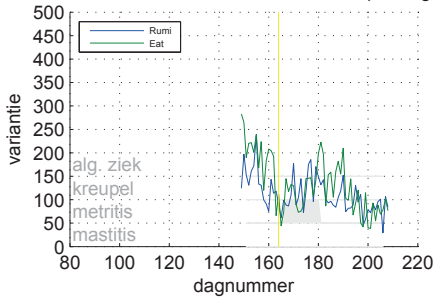


Grafieken gezondheid koe 147/3920 // verminderde veerkracht // 14 ziektedagen

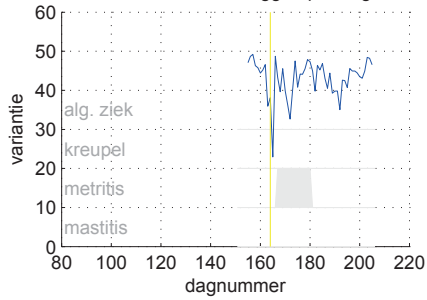


Grafieken variantie koe 147/3920 // verminderde veerkracht // 14 ziektedagen

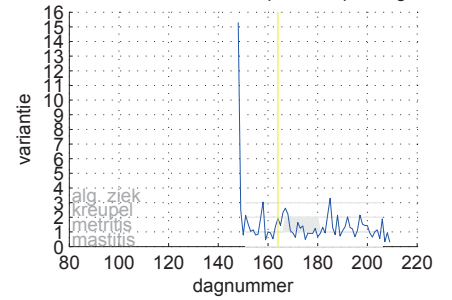
SensOor variantie herkauwen/vreten per dag



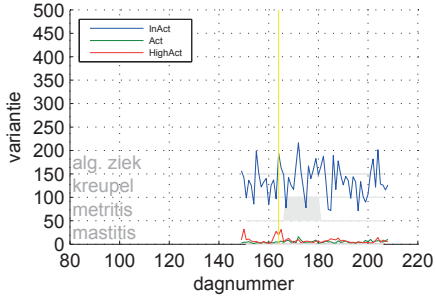
IceQube variantie liggen per dag



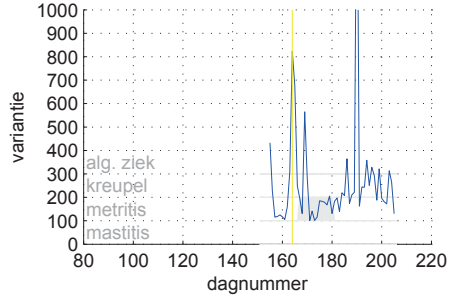
SensOor variantie temperatuur per dag



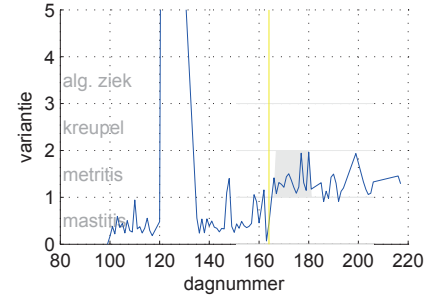
SensOor variantie activiteit per dag



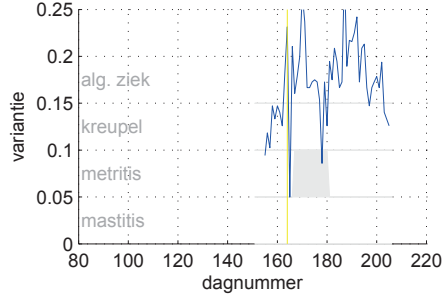
IceQube variantie stappen/100 per dag



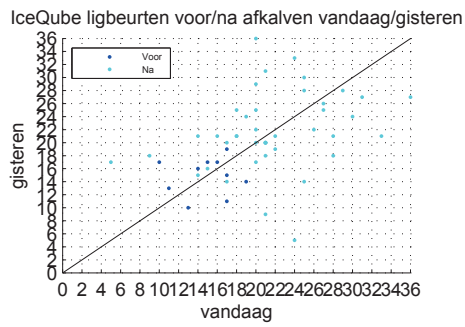
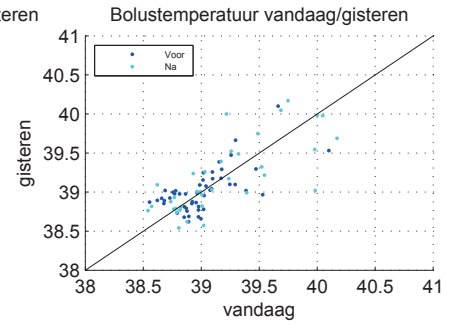
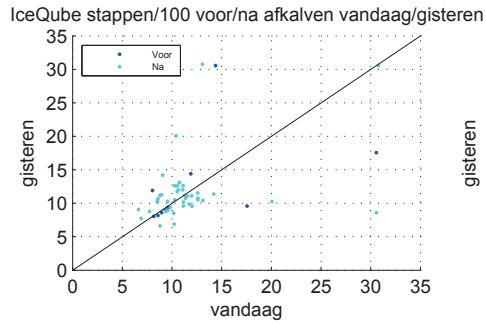
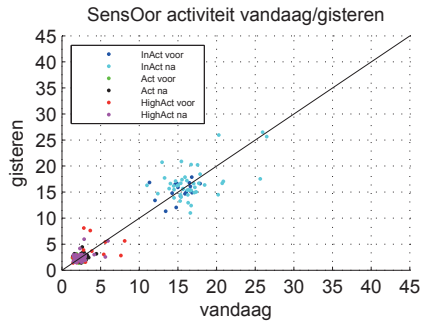
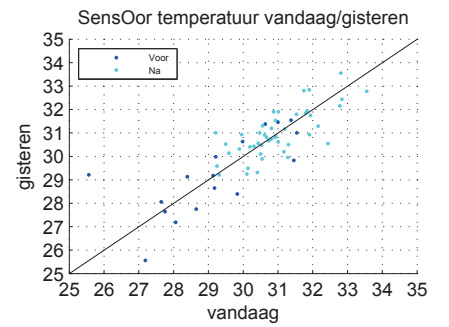
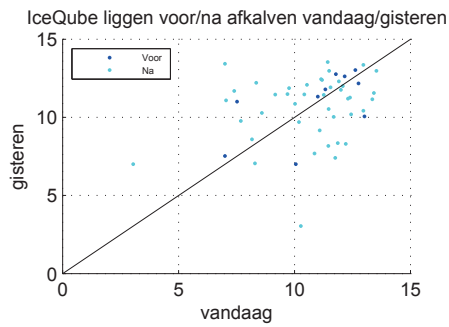
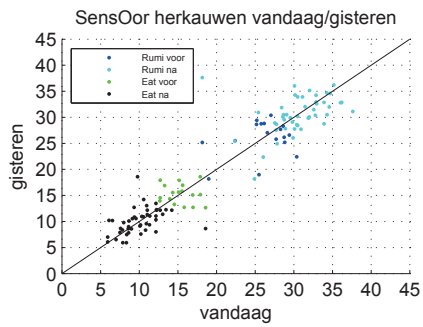
Bolustemperatuur variantie per dag



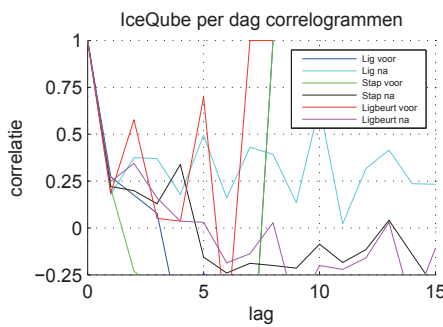
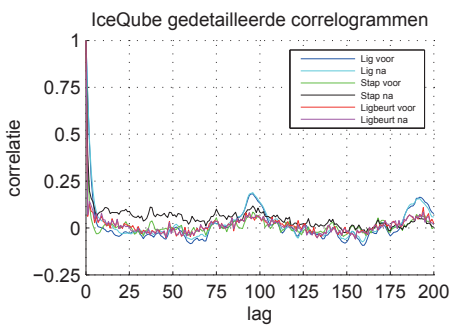
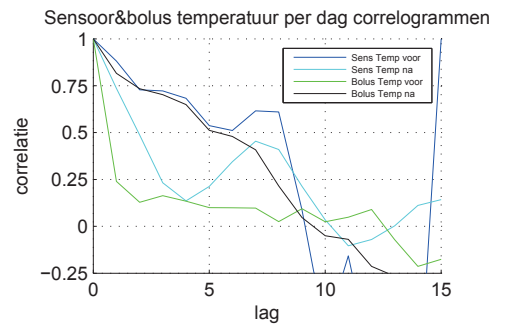
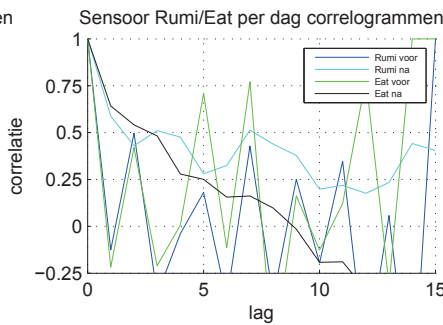
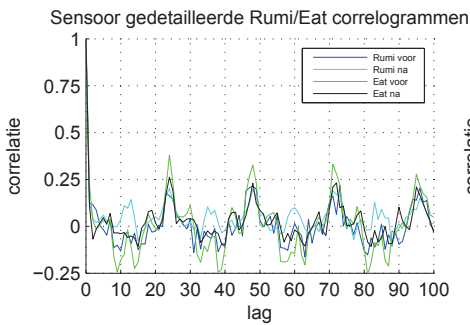
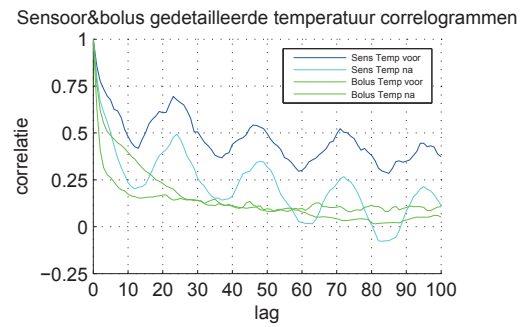
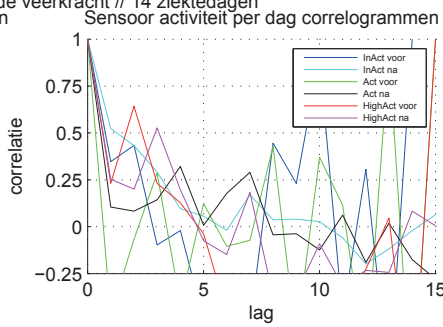
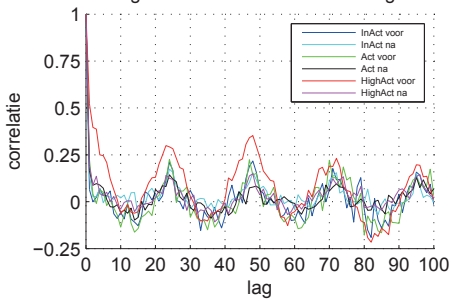
IceQube variantie ligbeurten per dag



Grafieken vandaag/gisteren koe 147/3920 // verminderde veerkracht // 14 ziekte dagen

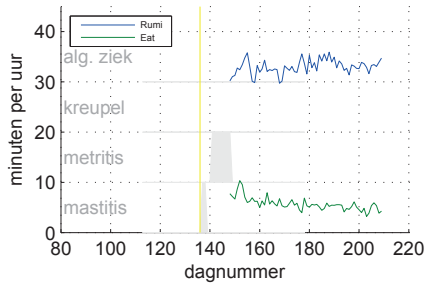


Correlogrammen koe 147/3920 // verminderde veerkracht // 14 ziekedagen

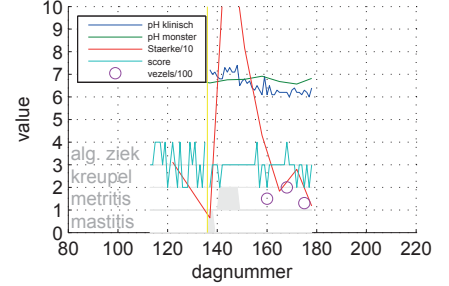


Grafieken voeding koe 128/3908 // verminderde veerkracht // 10 ziektedagen

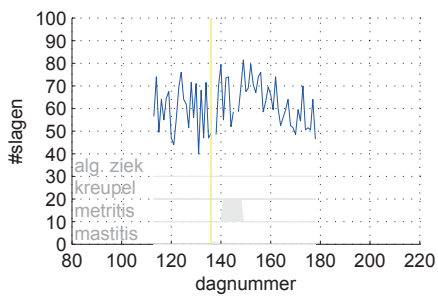
SensOor herkauwen/vreten per dag



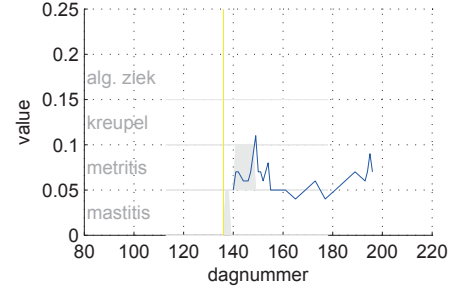
Mest per dag



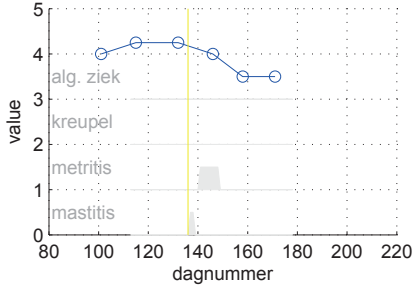
Klin herkauwen



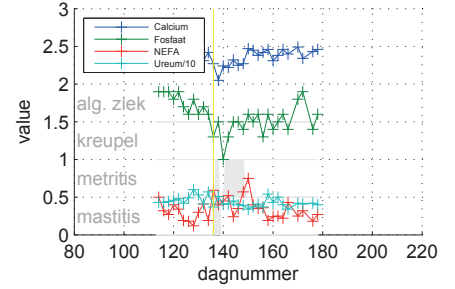
Herd Navigator BHB



Conditiecores

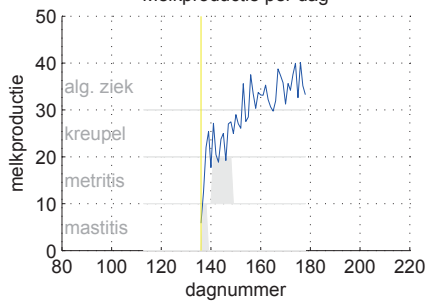


Bloedmonsters

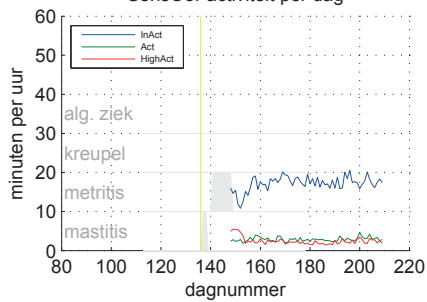


Grafieken gezondheid koe 128/3908 // verminderde veerkracht // 10 ziektedagen

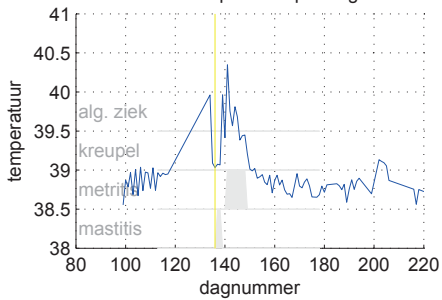
Melkproductie per dag



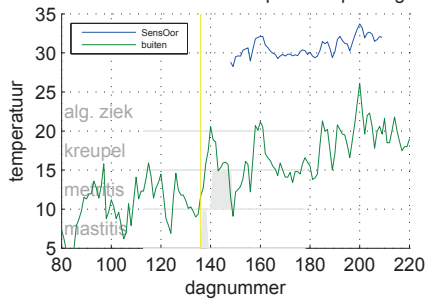
SensOor activiteit per dag



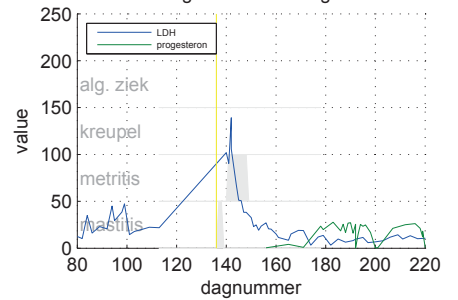
Bolustemperatuur per dag



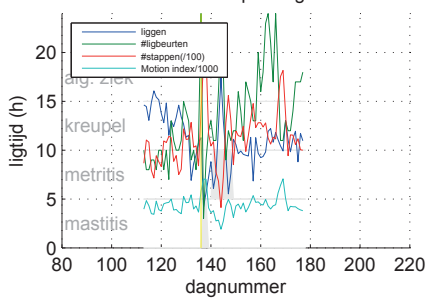
SensOor- en buitentemperatuur per dag



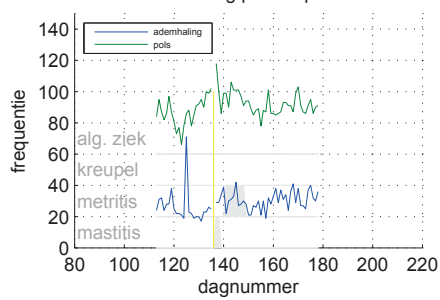
Herd Navigator LDH & Progesterone



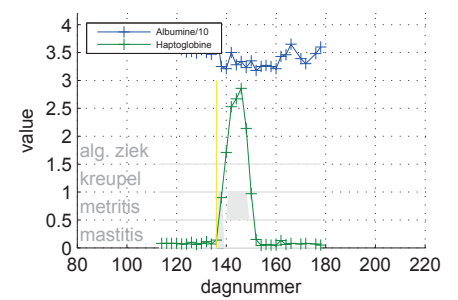
Activiteit per dag



Ademhaling/polsfrequentie

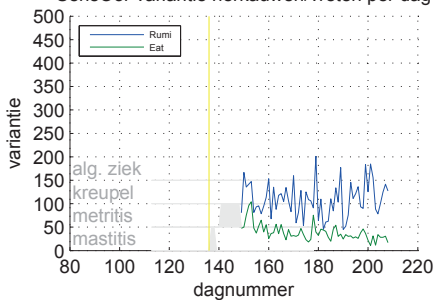


Bloedmonsters

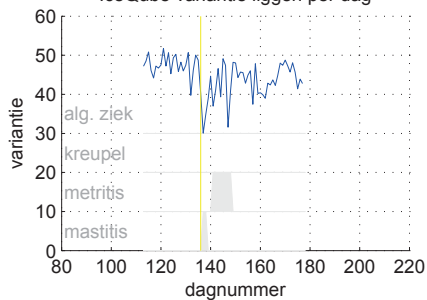


Grafieken variantie koe 128/3908 // verminderde veerkracht // 10 ziektedagen

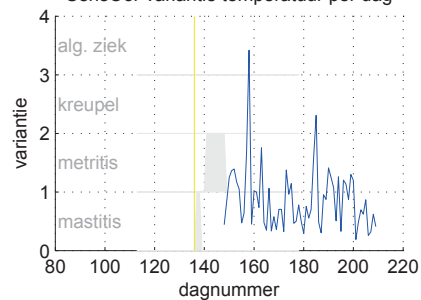
SensOor variantie herkauwen/vreten per dag



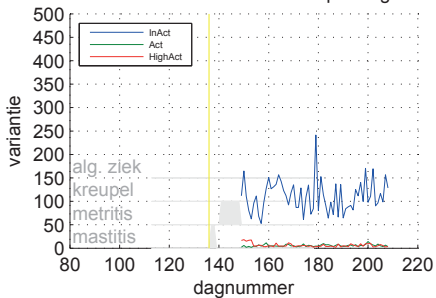
IceQube variantie liggen per dag



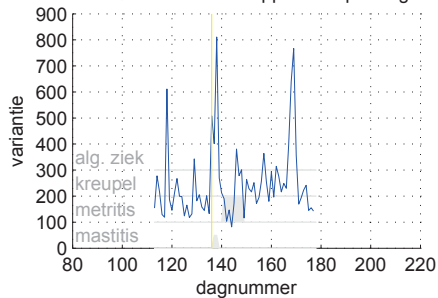
SensOor variantie temperatuur per dag



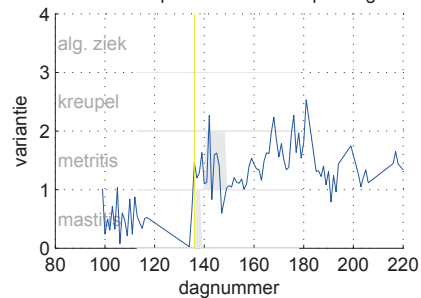
SensOor variantie activiteit per dag



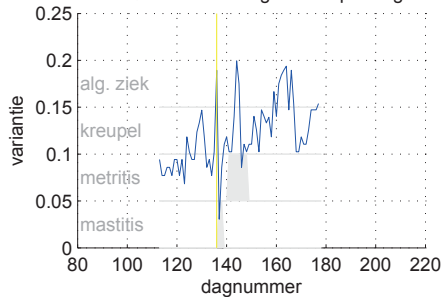
IceQube variantie stappen/100 per dag



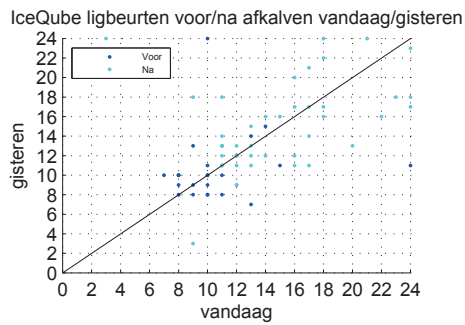
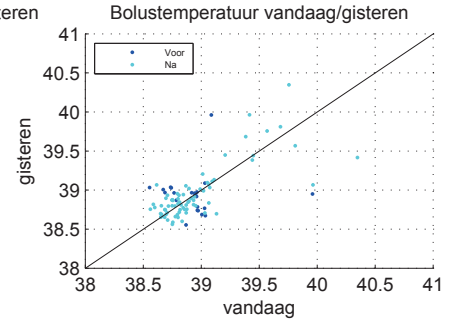
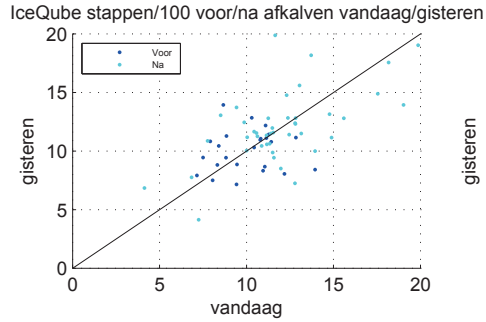
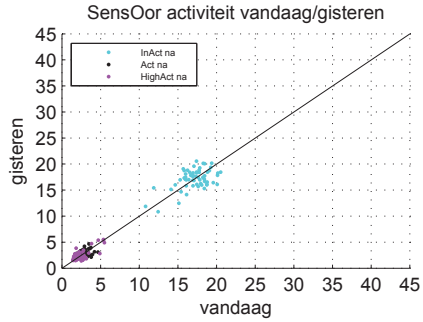
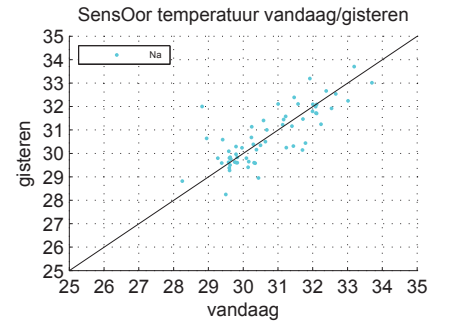
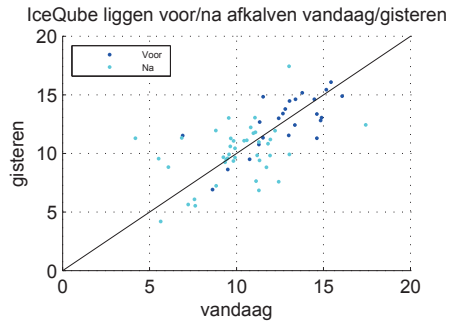
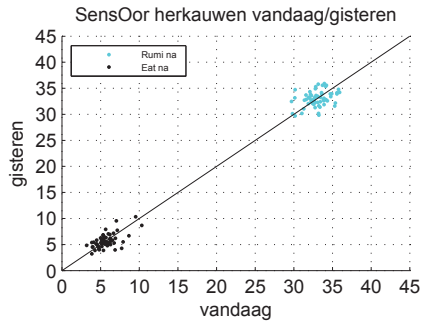
Bolustemperatuur variantie per dag



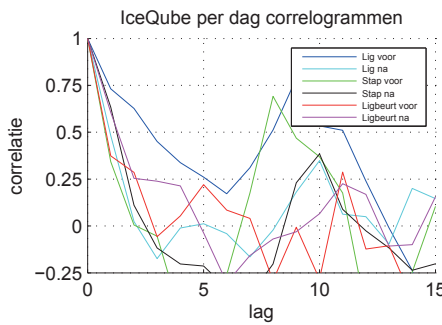
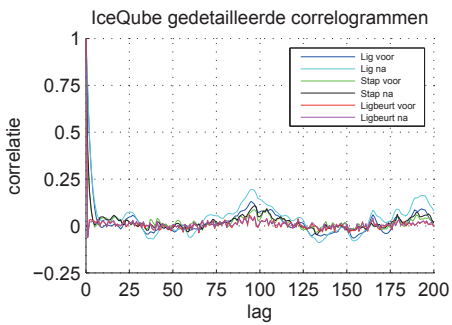
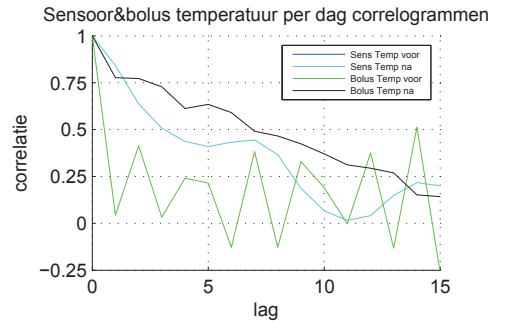
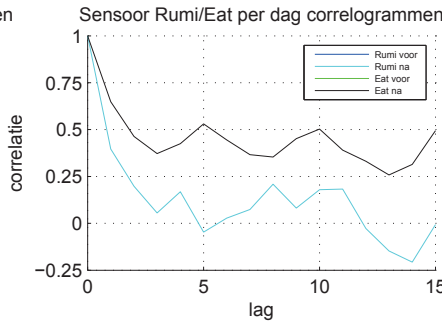
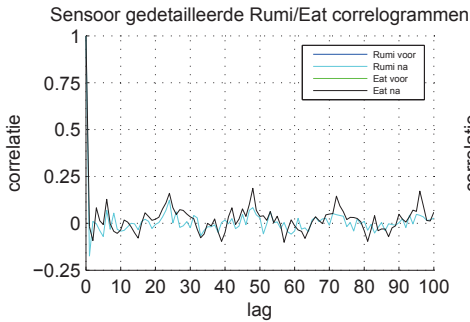
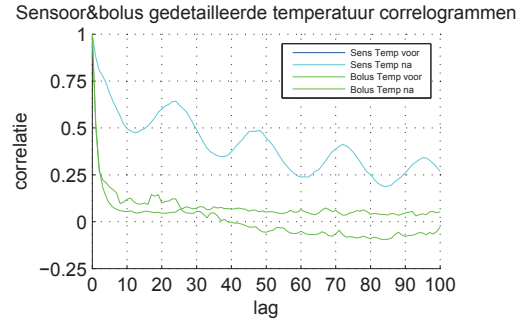
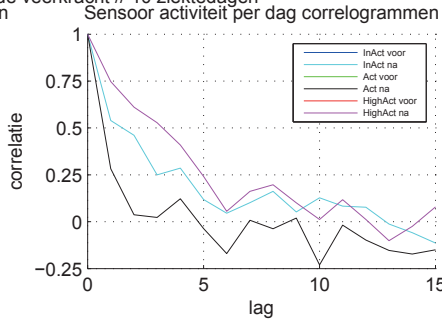
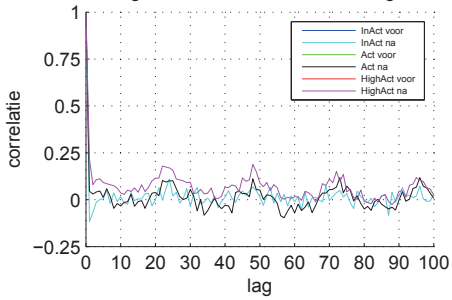
IceQube variantie ligbeurten per dag



Grafieken vandaag/gisteren koe 128/3908 // verminderde veerkracht // 10 ziektedagen

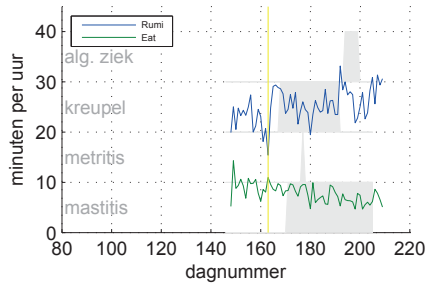


Correlogrammen koe 128/3908 // verminderde veerkracht // 10 ziekedagen

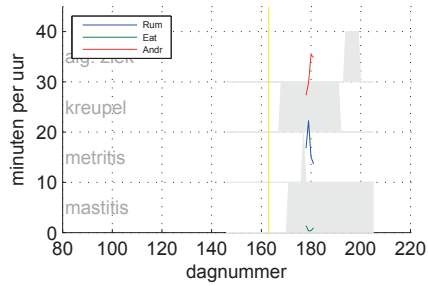


Grafieken voeding koe 173/8722 // omgevallen // 72 ziektedagen

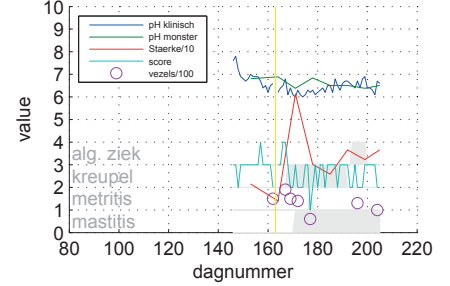
SensOor herkauwen/vreten per dag



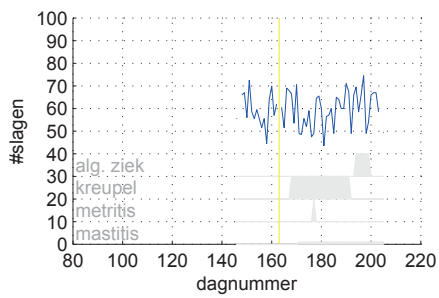
RumiWatch per dag



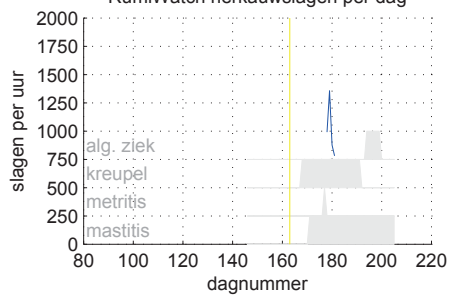
Mest per dag



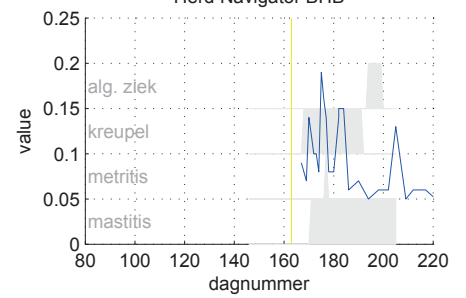
Klin herkauwen



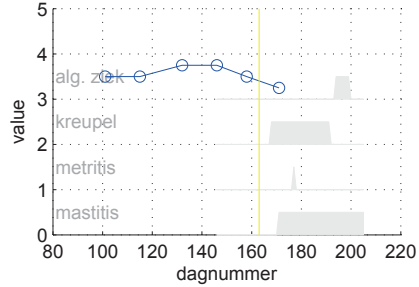
RumiWatch herkauwslagen per dag



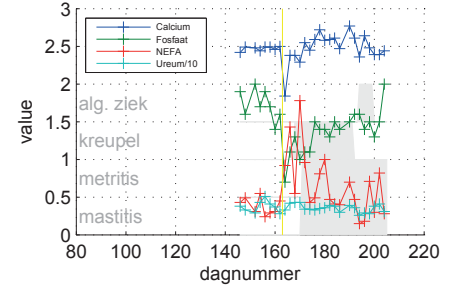
Herd Navigator BHB



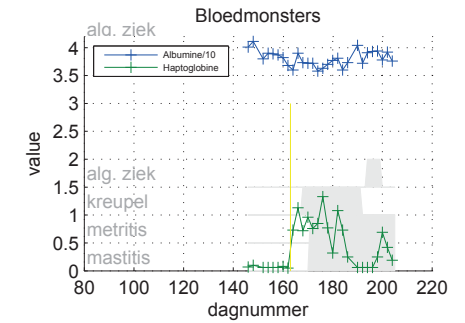
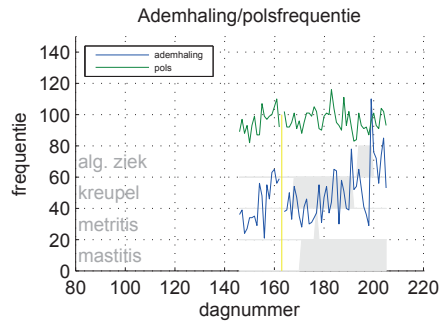
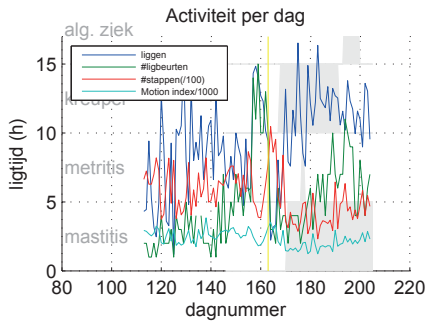
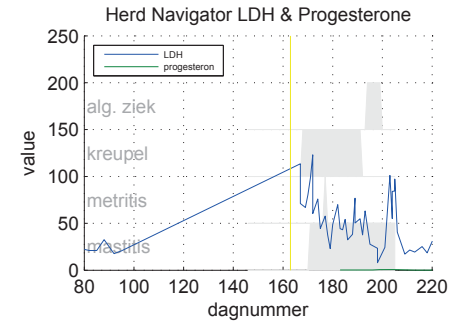
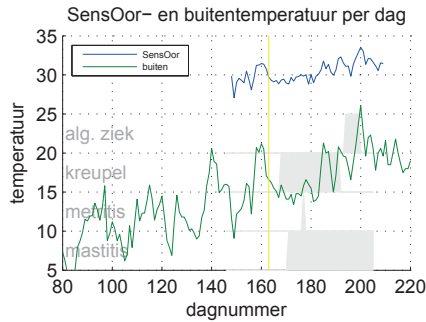
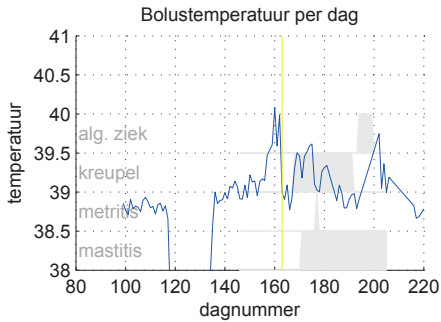
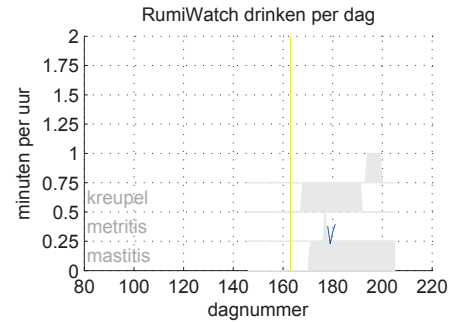
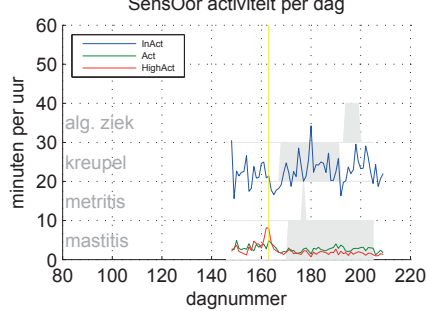
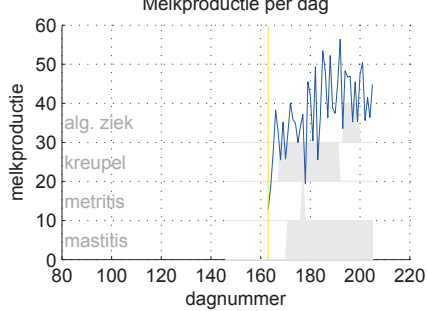
Conditiecores



Bloedmonsters

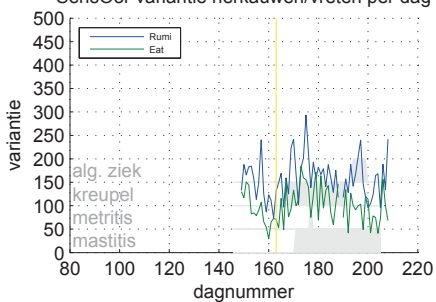


Grafieken gezondheid koe 173/8722 // omgevallen // 72 ziektedagen

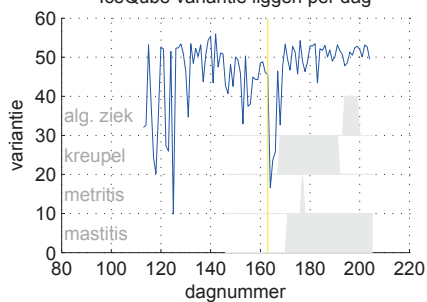


Grafieken variantie koe 173/8722 // omgevallen // 72 ziektedagen

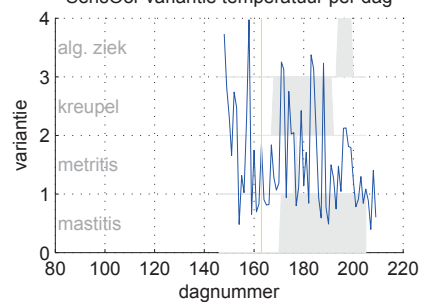
SensOor variantie herkauwen/vreten per dag



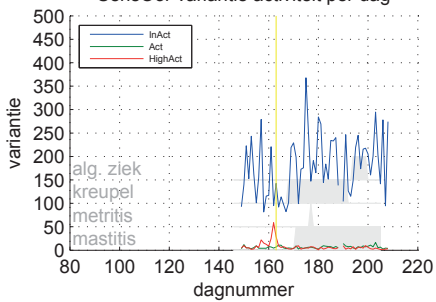
IceQube variantie liggen per dag



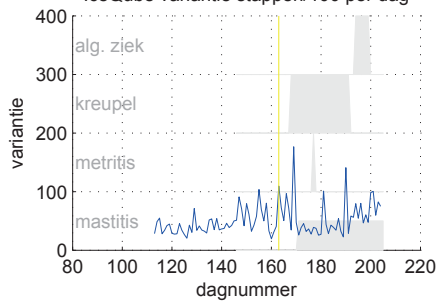
SensOor variantie temperatuur per dag



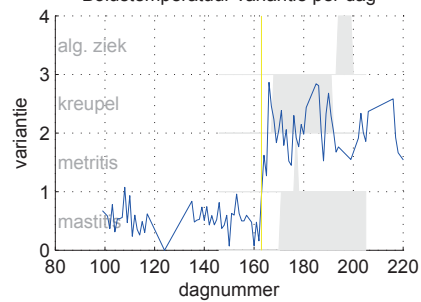
SensOor variantie activiteit per dag



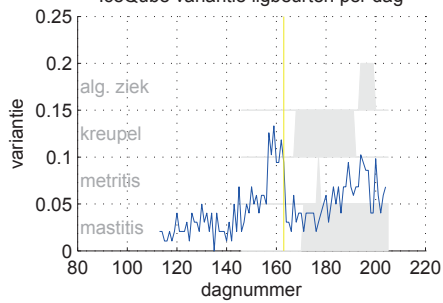
IceQube variantie stappen/100 per dag



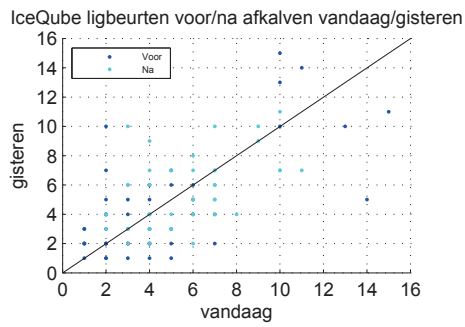
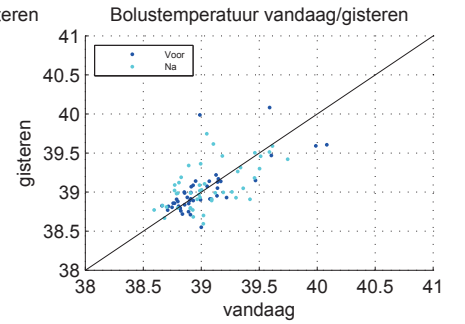
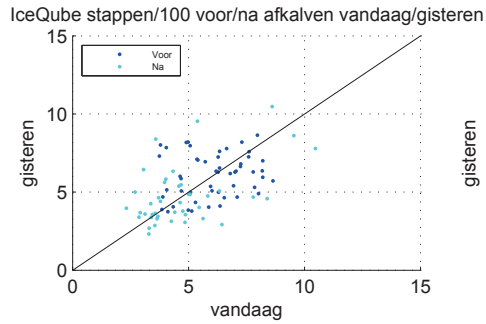
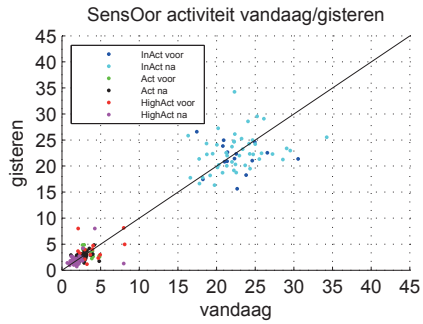
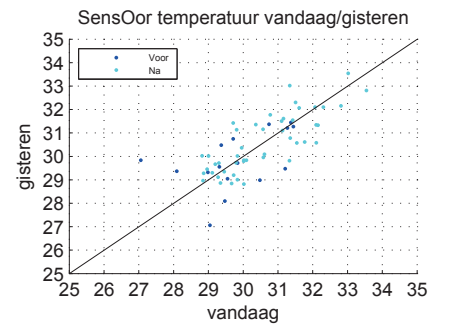
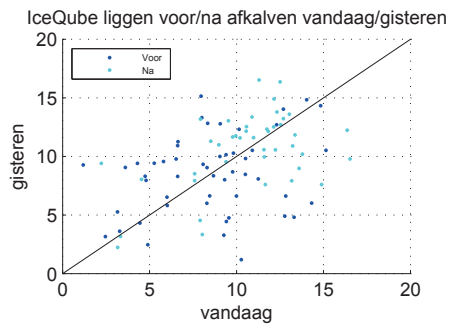
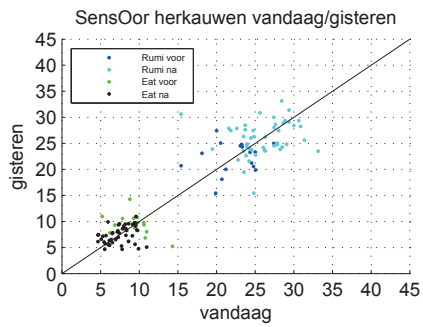
Bolustemperatuur variantie per dag



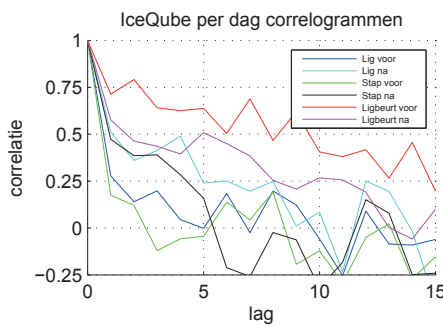
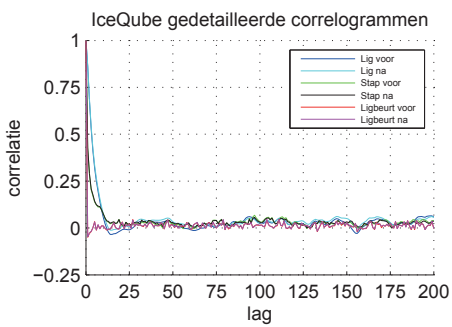
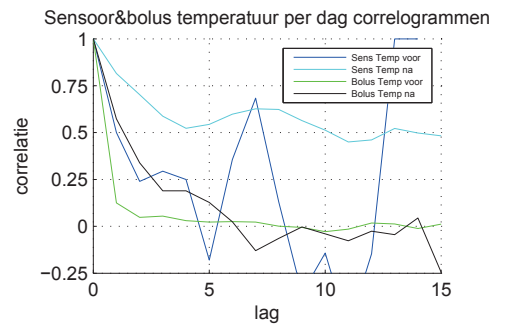
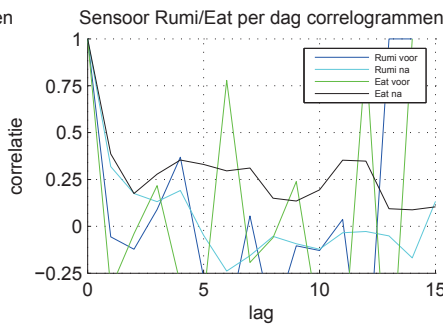
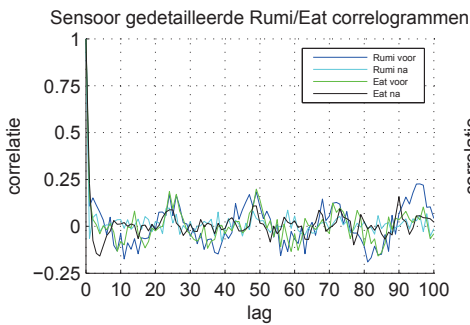
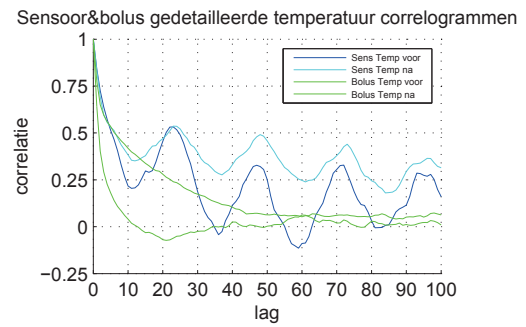
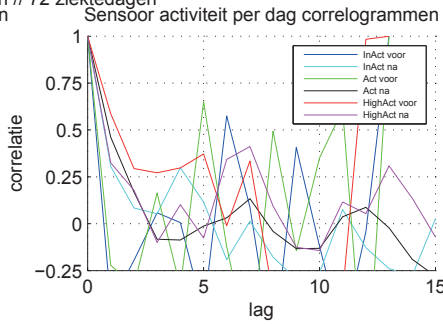
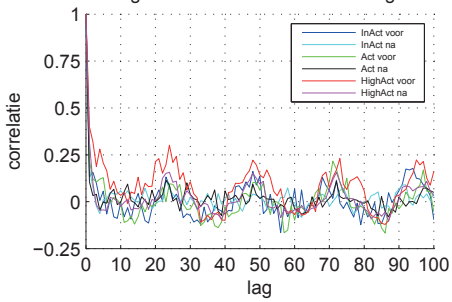
IceQube variantie ligbeurten per dag



Grafieken vandaag/gisteren koe 173/8722 // omgevallen // 72 ziektedagen

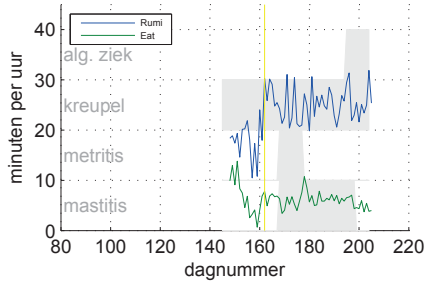


Correlogrammen koe 173/8722 // omgevallen // 72 ziekte dagen

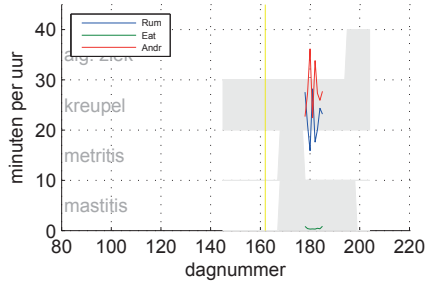


Grafieken voeding koe 11/8257 // omgevallen // 121 ziektedagen

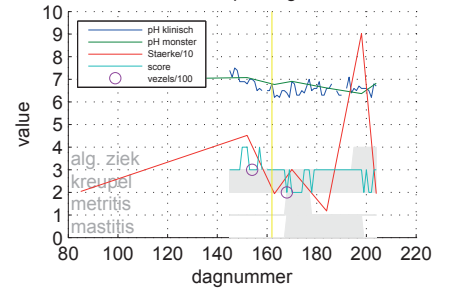
SensOor herkauwen/vreten per dag



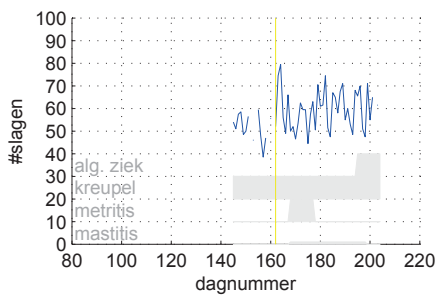
RumiWatch per dag



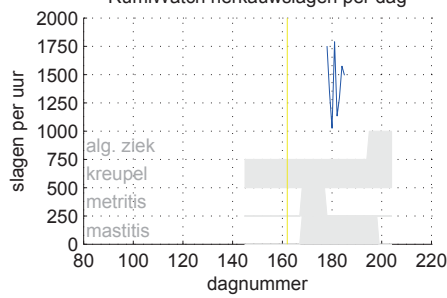
Mest per dag



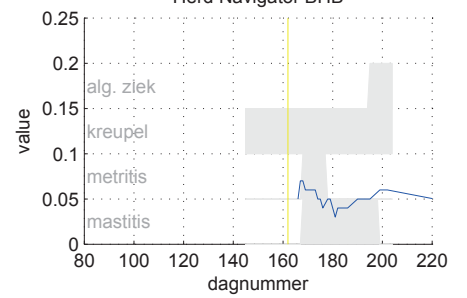
Klin herkauwen



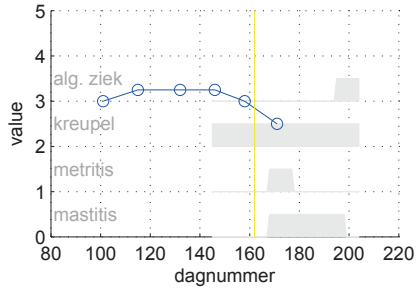
RumiWatch herkauwslagen per dag



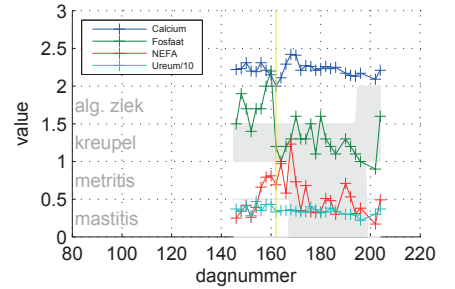
Herd Navigator BHB



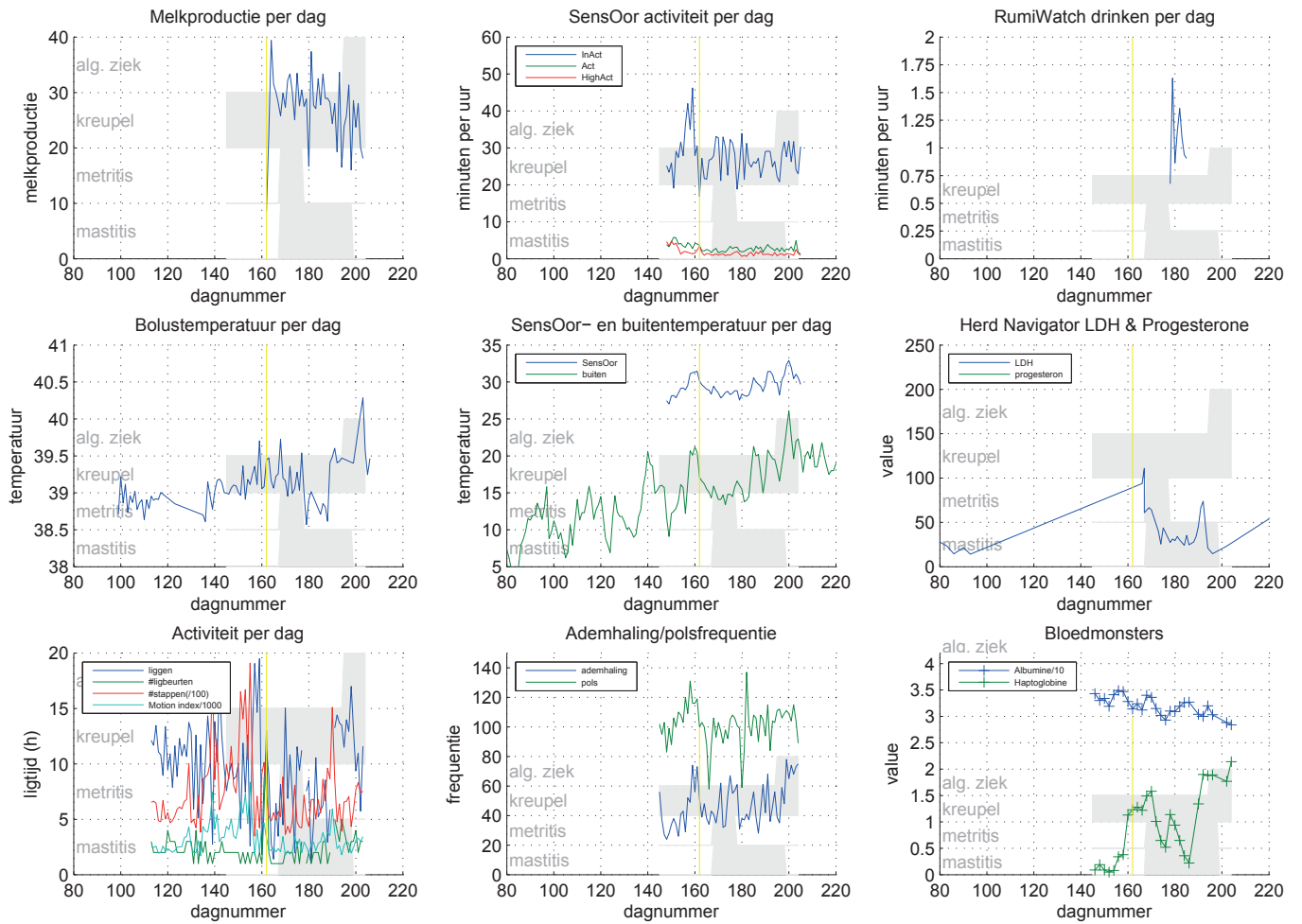
Conditiecores



Bloedmonsters

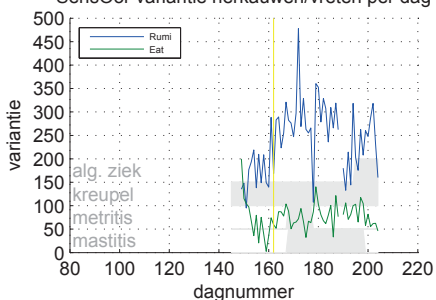


Grafieken gezondheid koe 11/8257 // omgevallen // 121 ziektedagen

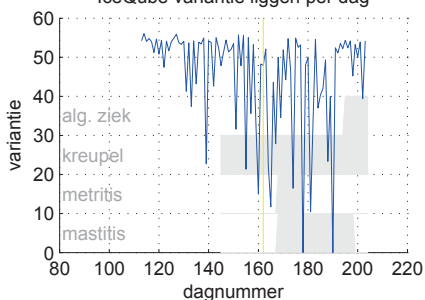


Grafieken variantie koe 11/8257 // omgevallen // 121 ziektedagen

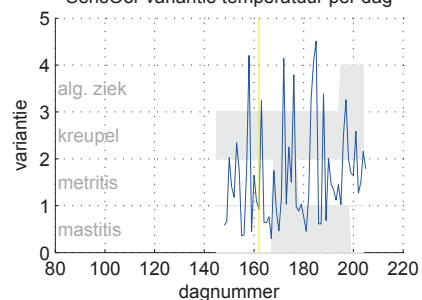
SensOor variantie herkauwen/vreten per dag



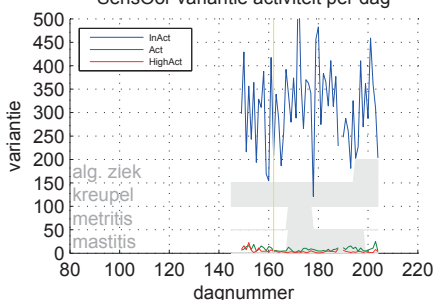
IceQube variantie liggen per dag



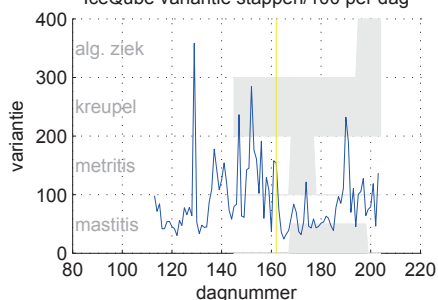
SensOor variantie temperatuur per dag



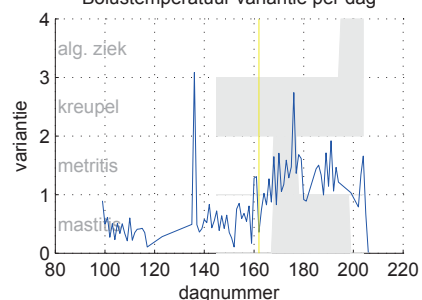
SensOor variantie activiteit per dag



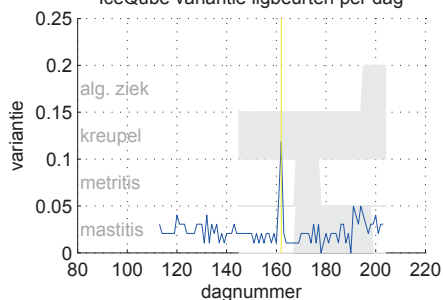
IceQube variantie stappen/100 per dag



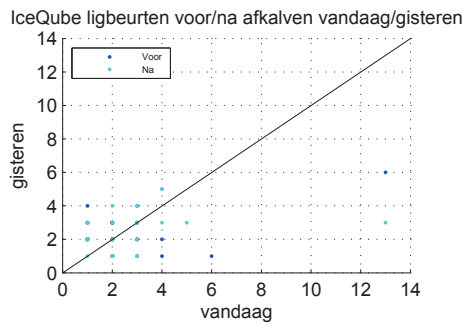
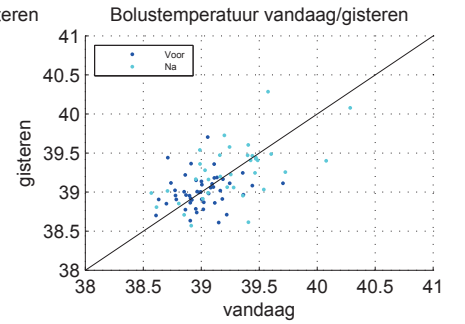
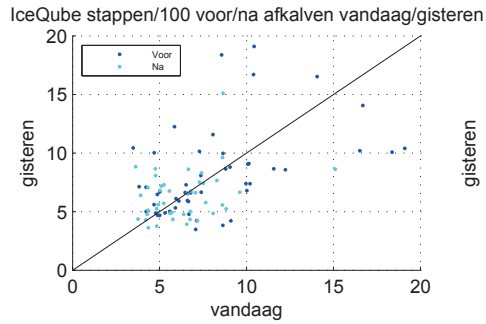
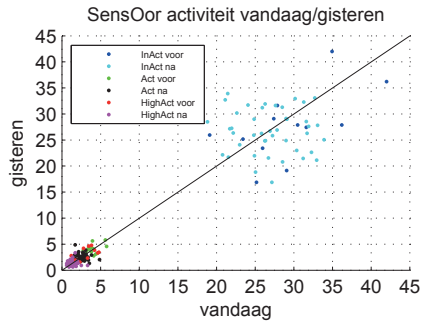
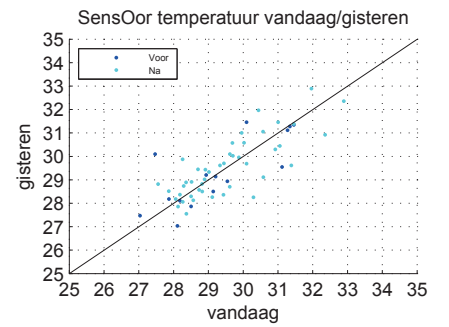
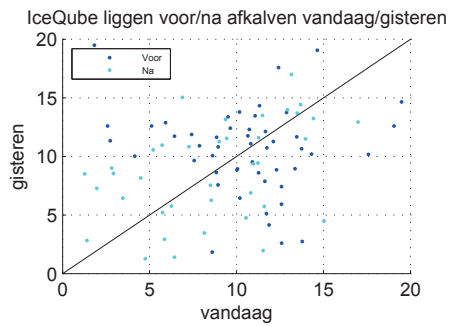
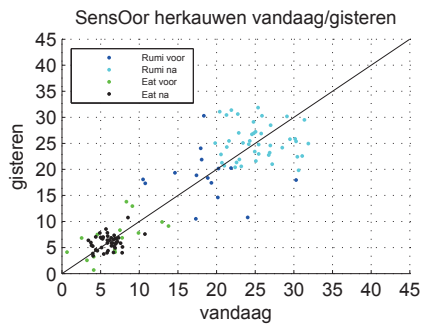
Bolustemperatuur variantie per dag



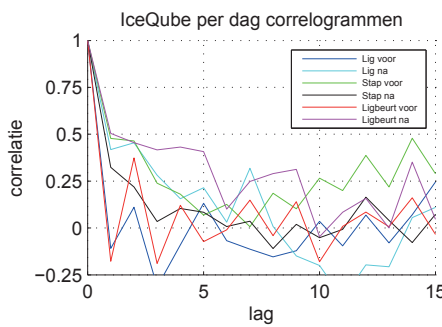
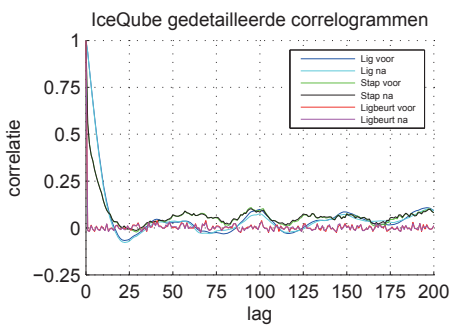
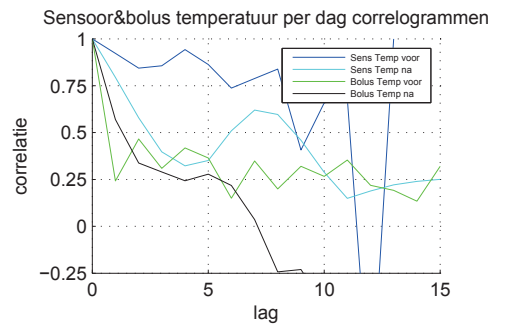
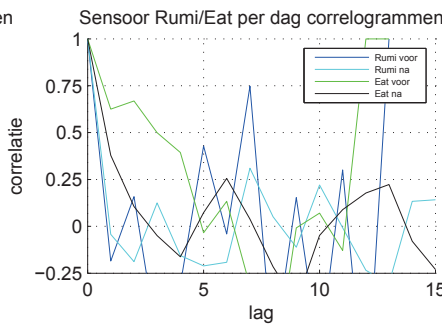
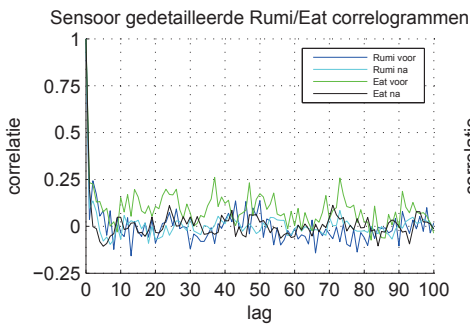
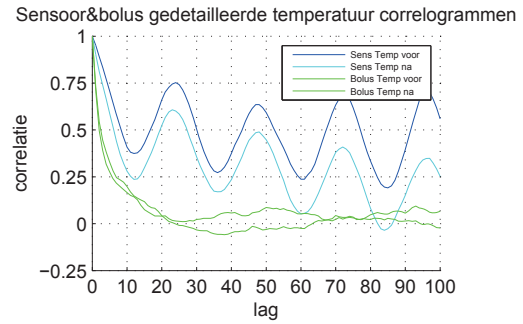
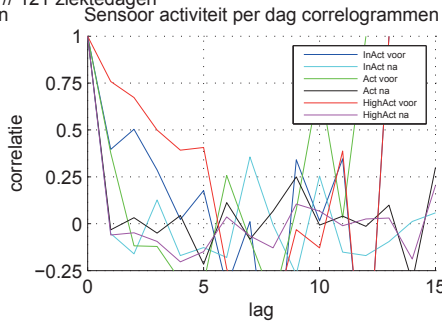
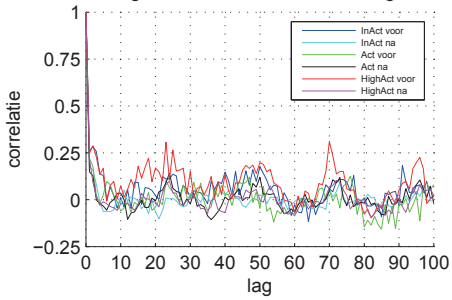
IceQube variantie ligbeurten per dag



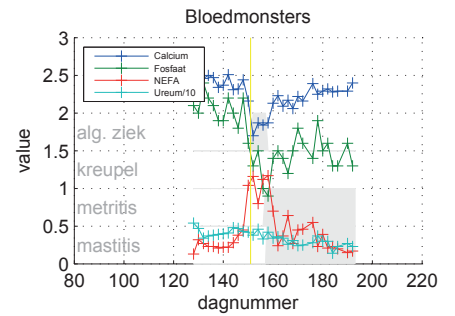
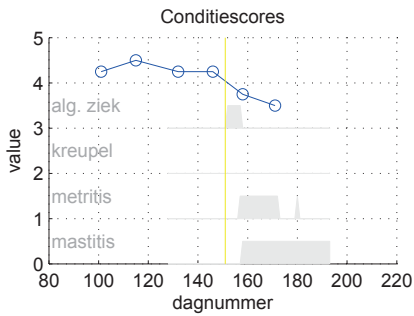
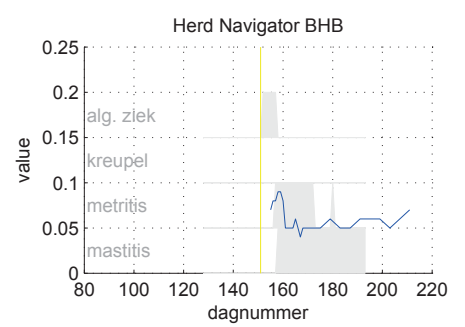
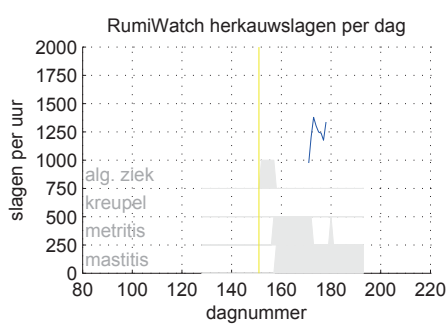
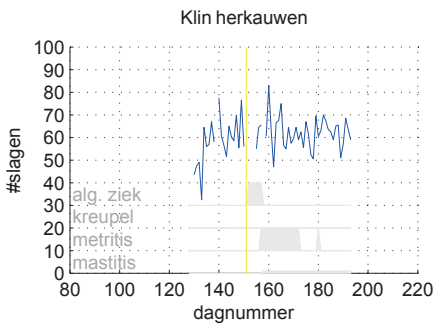
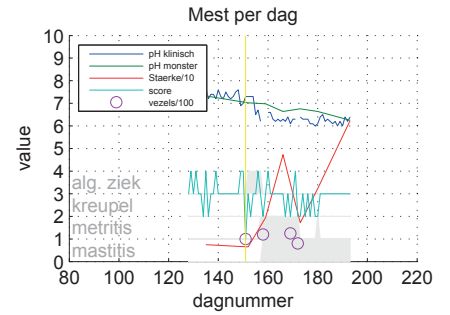
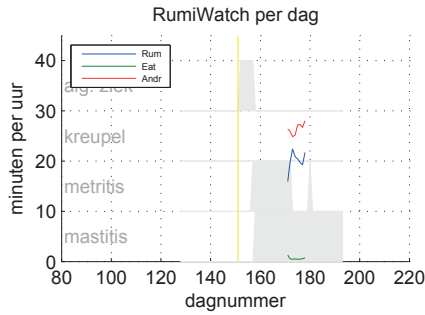
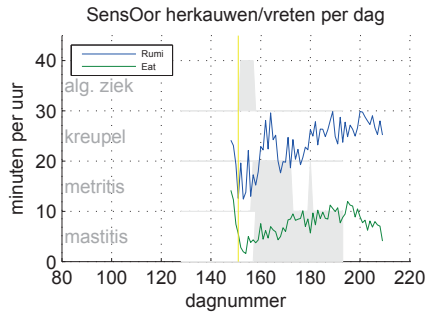
Grafieken vandaag/gisteren koe 11/8257 // omgevallen // 121 ziektedagen



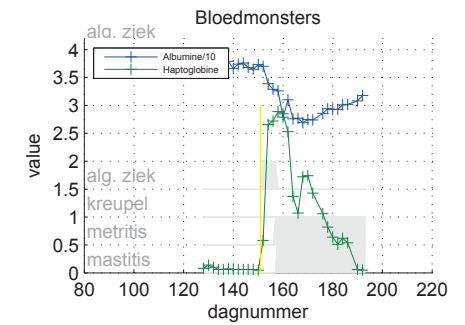
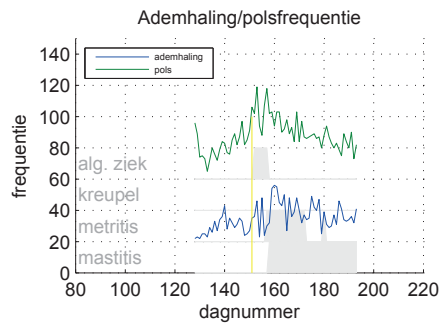
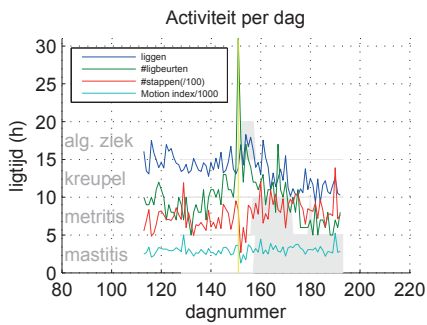
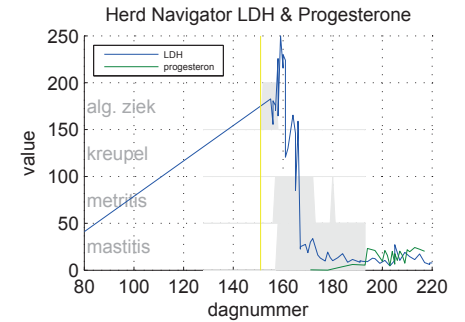
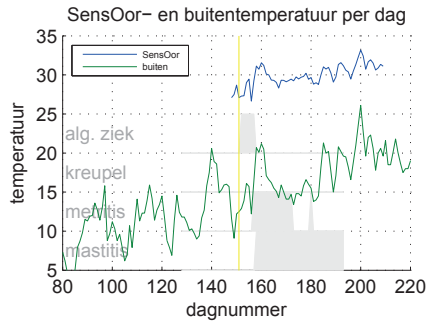
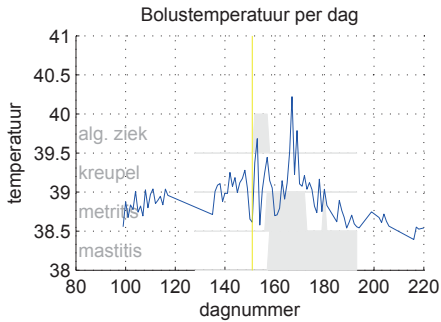
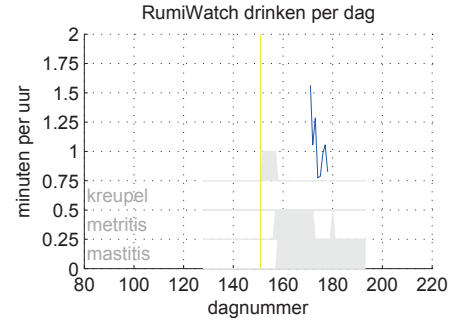
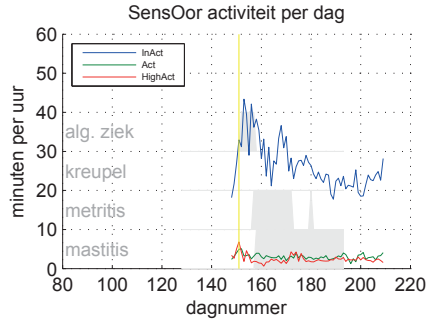
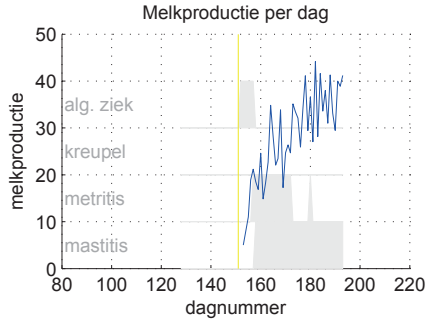
Correlogrammen koe 11/8257 // omgevallen // 121 ziekte-dagen



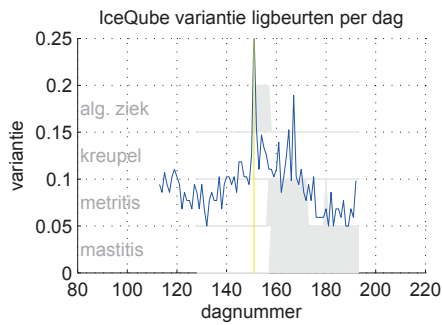
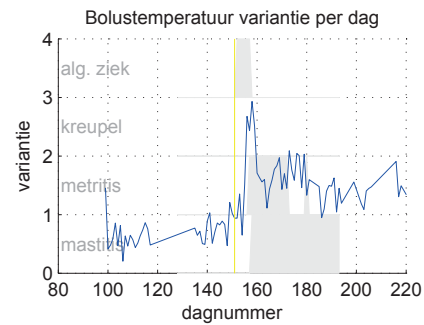
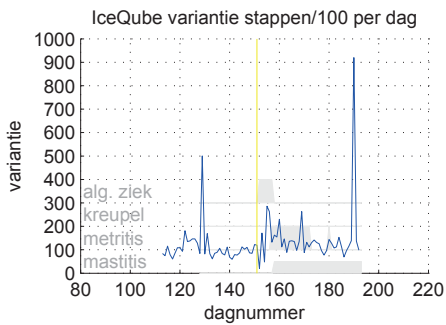
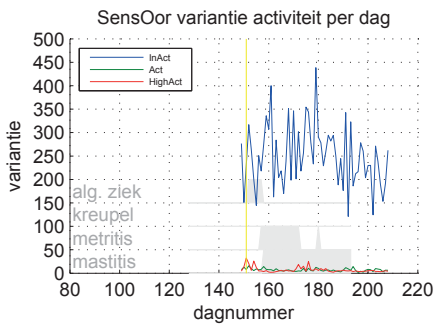
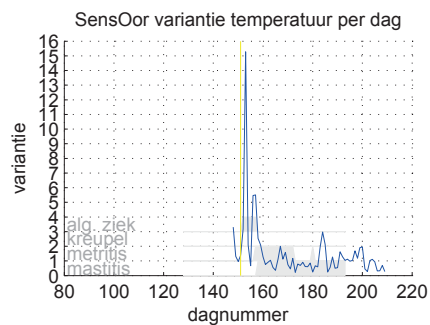
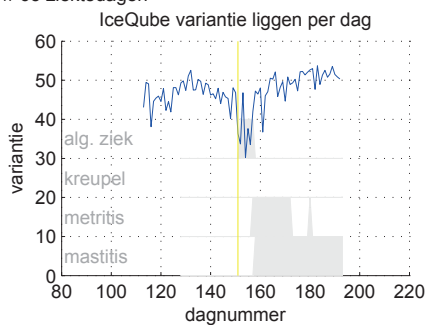
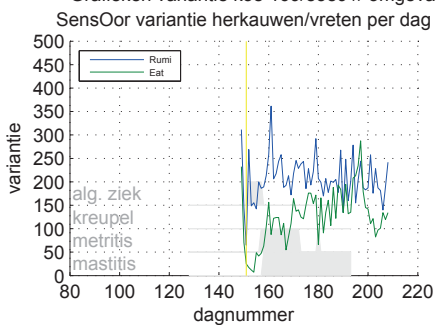
Grafieken voeding koe 169/8389 // omgevallen // 65 ziektedagen



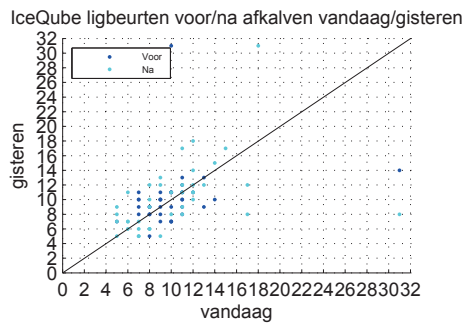
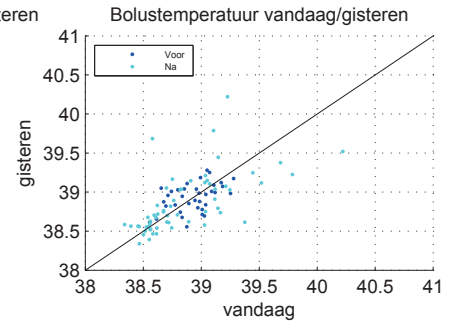
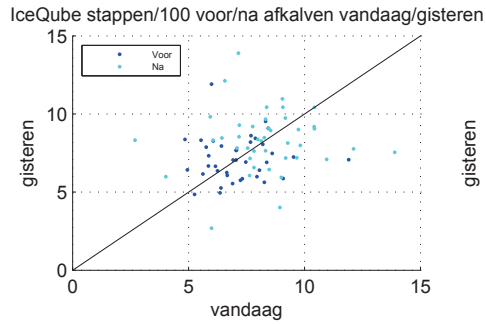
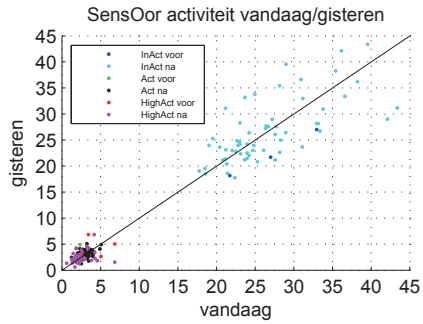
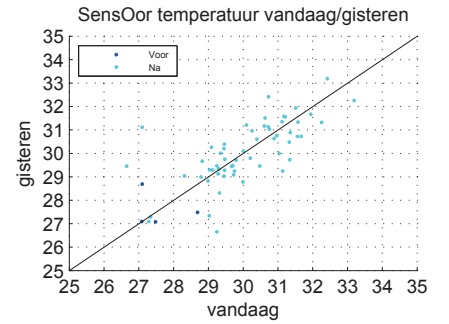
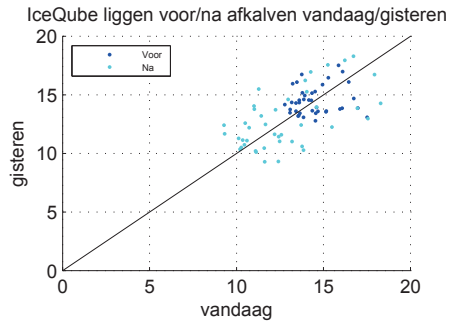
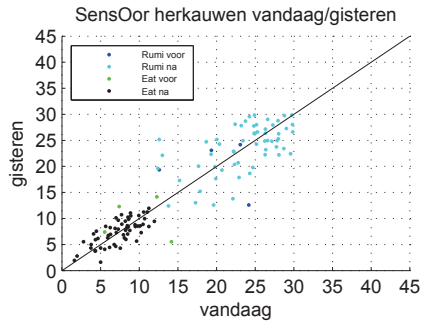
Grafieken gezondheid koe 169/8389 // omgevallen // 65 ziektedagen



Grafieken variantie koe 169/8389 // omgevallen // 65 ziektedagen

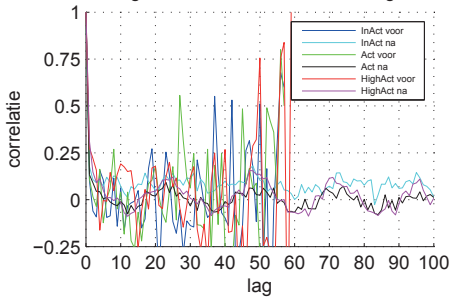


Grafieken vandaag/gisteren koe 169/8389 // omgevallen // 65 ziekedagen

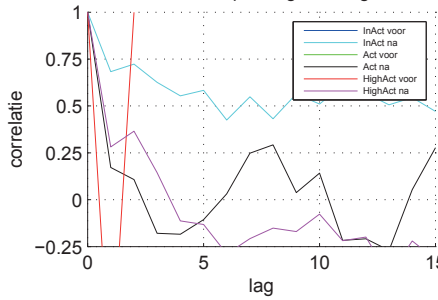


Correlogrammen koe 169/8389 // omgevallen // 65 ziekte dagen

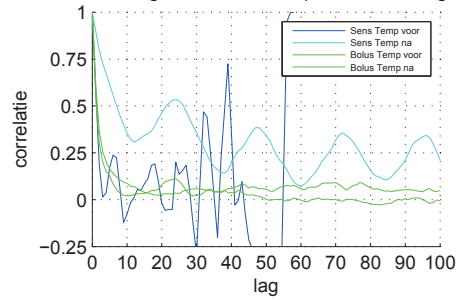
Sensor gedetailleerde activiteit correlogrammen



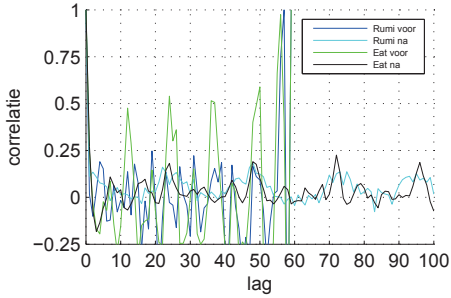
Sensor activiteit per dag correlogrammen



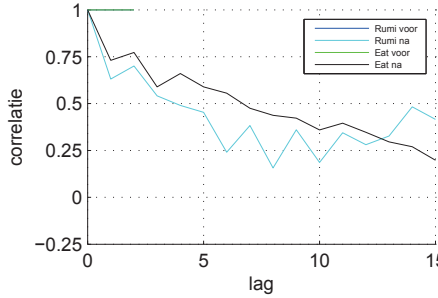
Sensor&bolus gedetailleerde temperatuur correlogrammen



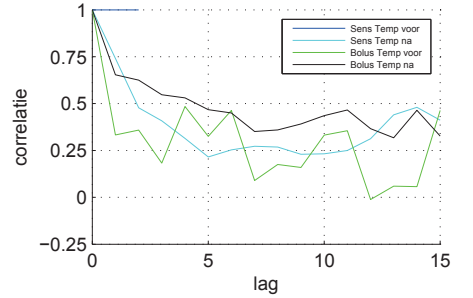
Sensor gedetailleerde Rumi/Eat correlogrammen



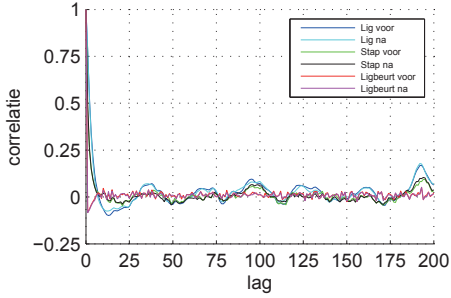
Sensor Rumi/Eat per dag correlogrammen



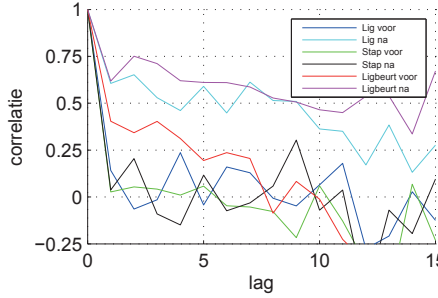
Sensor&bolus temperatuur per dag correlogrammen



IceQube gedetailleerde correlogrammen



IceQube per dag correlogrammen



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

