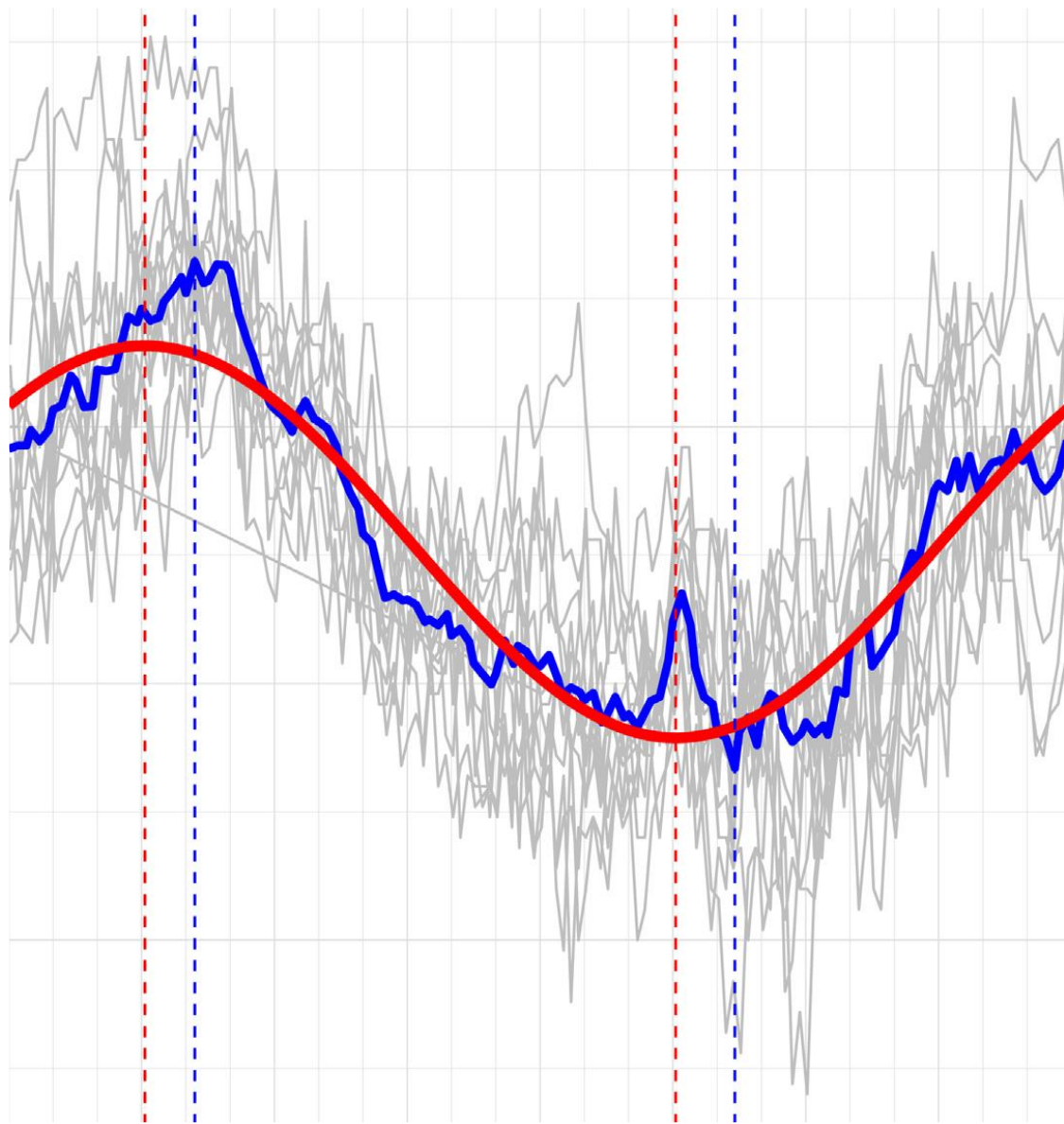


Bolusy w zwarczoczepcu dla diagnozy SARA – jak je najlepiej wykorzystać w monitoringu stada krów mlecznych?



**Nicholas Jonsson
University of Glasgow
Glasgow, Scotland, UK**



**University
of Glasgow**

School of Biodiversity,
One Health &
Veterinary Medicine

Tematy

- Kwasy i żwacz
- Bolusy pH
- Wykorzystywanie danych z bolusów pH
- Bolusy motoryczne
- Wykorzystywanie danych z bolusów motorycznych
- Temperatura
- Integracja
- Przyszłość



Uwaga dotycząca SARA

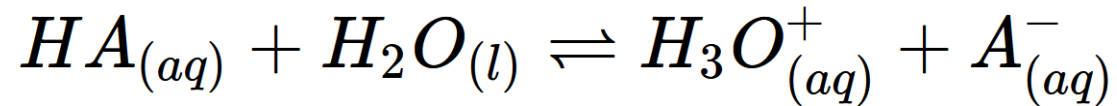
Podostra kwasica żwacza to termin, który moim zdaniem powinien zostać zastąpiony czymś, co lepiej opisuje zespół przewlekłego, wahającego się niskiego pH żwaczoczepla z okresowym brakiem apetytu, biegunką, zmianami w składzie mleka, podwyższonymi markerami stanu zapalnego i zwiększoną podatnością na lewostronne przemieszczenie trawieńca i kulawizny.

Jednakże w tej prezentacji będę używał tego terminu w jego obecnej postaci.



Kwasy: pH i pK_a

$$pH = -\log_{10}([H_3O^+])$$



$$K = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[H_2O][HA]}$$

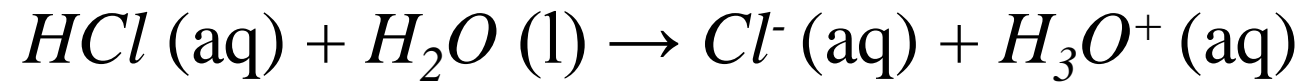
$$pK_a = -\log_{10}K_a$$

Gdy protony są oddawane swobodnie (dysocjacja jest wysoka), licznik jest wysoki, logarytm ujemny jest niski, a kwas jest mocny.

(H_2O jest uważane za stałą, więc nie występuje w równaniu na stałą kwasowości K_a).

Kwasy: pH i pK_a

Przykład – kwas chlorowodorowy



$$K_a = \frac{[H_3O^+ (aq)] \cdot [Cl^- (aq)]}{[HCl (aq)]}$$

$$K_a = 10^7$$

$$pK_a = -7.0$$

Prawie wszystkie protony są oddzielone od anionów.

Kwasy żwaczowe (LKT/SCFAs)

W żwaczu, w zwykle odnotowanej malejącej ilości,

kwasy **octowy**: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ($\text{p}K_a = 4.76$)

kwasy **propionowy**: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ($\text{p}K_a = 4.88$)

kwasy **masłowy**: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ($\text{p}K_a = 4.82$)

kwasy **mlekowy**: $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CHOHCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ($\text{p}K_a = 3.86$)

We wszystkich przypadkach, $\text{p}K_a$ jest dodatnia, więc w roztworze wodnym większość LKT jest w stanie niezdisocjowanym (związany).

Losy kwasów żwaczowych

RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH^{1,2}

J. R. Aschenbach,^{*3} G. B. Penner,[†] F. Stumpff,^{*} and G. Gäbel[‡]

^{*}Institute of Veterinary Physiology, Free University of Berlin, D-14163 Berlin, Germany;

[†]Animal and Poultry Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, S7N 5A8;

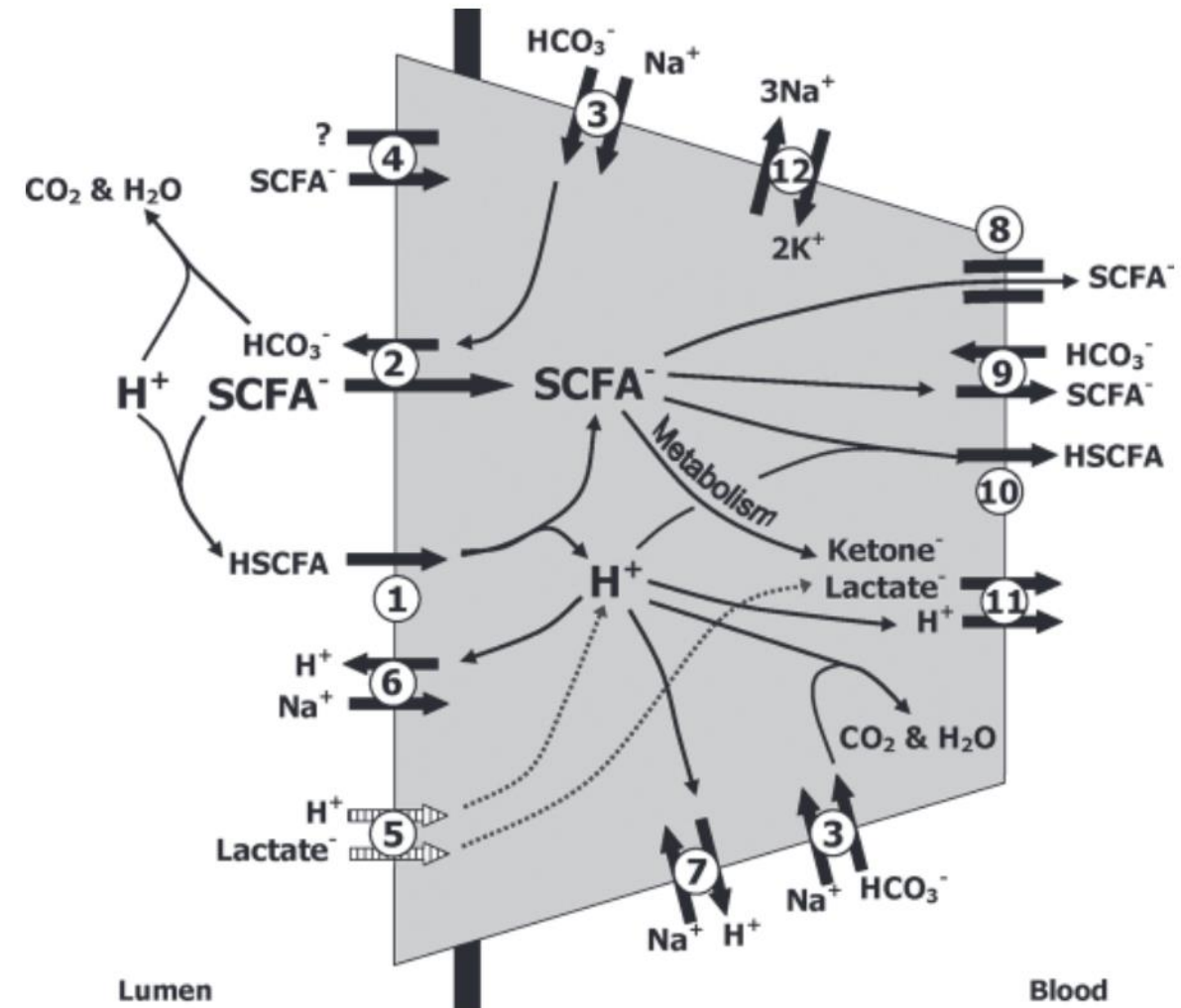
and [‡]Institute of Veterinary Physiology, University of Leipzig, D-04103 Leipzig, Germany

Większość SCFAs/LKT występuje w postaci niezdysocjowanej, która jest lipofilowa i może biernie dyfundować przez błony komórkowe nabłonka.

Wolne protony (jony hydroniowe) wymagają aktywnego transportu lub neutralizacji.



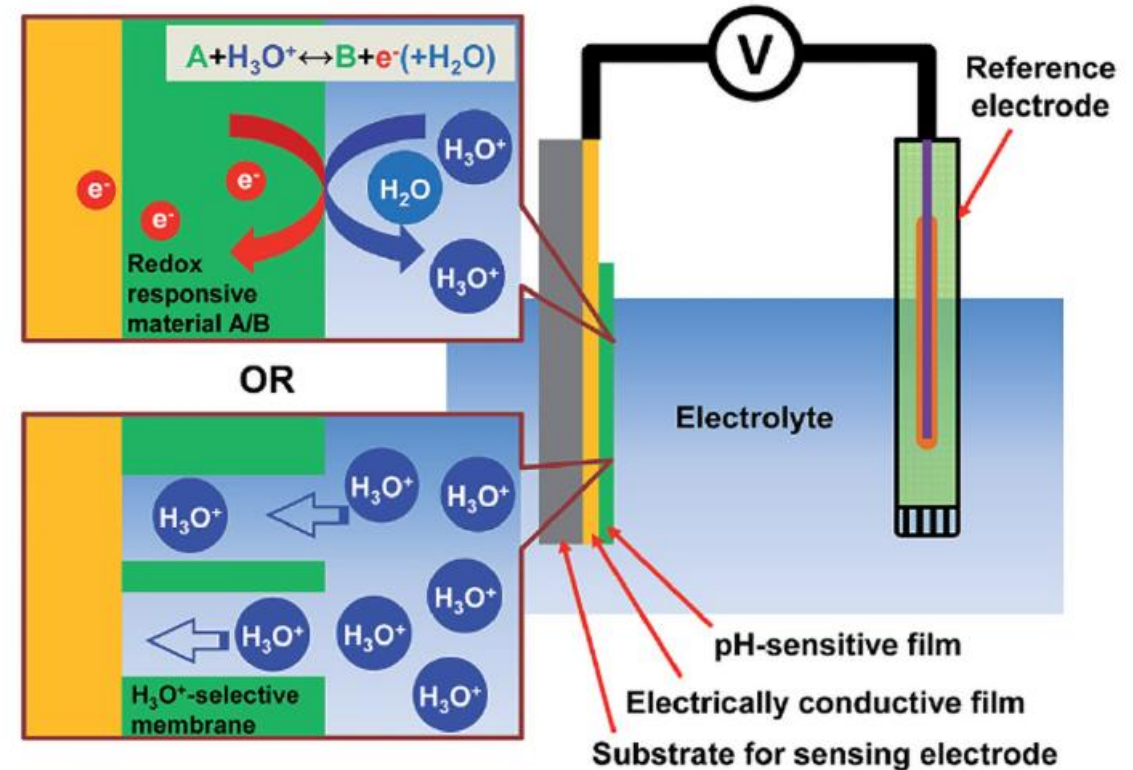
J. Anim. Sci. 2011. 89:1092–1107
doi:10.2527/jas.2010-3301



Potencjometryczne szklane czujniki pH

pH-metry

- Powszechnie szklane elektrody jonoselektywne – często półprzewodnikowe.
- Mierzą różnicę potencjałów pomiędzy roztworem referencyjnym a roztworem testowym.
- Równanie Nernst'a stosowane do oszacowania pH roztworu testowego, bierze pod uwagę pH roztworu referencyjnego i różnicę potencjałów (mV) pomiędzy roztworami.



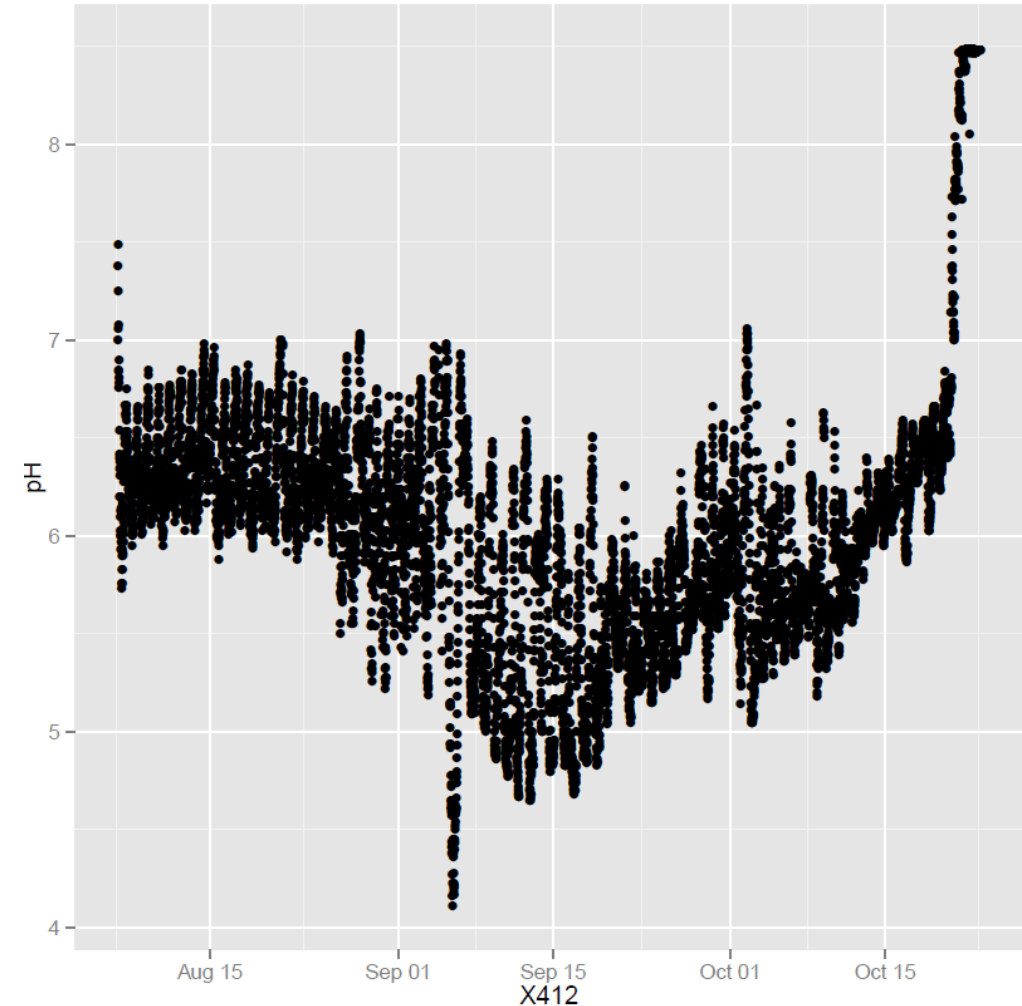
Han, Chan Su et al. 2022. Invited review: Sensor technologies for real-time monitoring of the rumen environment. *Journal of Dairy Science*, Volume 105, Issue 8, 6379 – 6404 <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20576>



Potencjometryczne szklane czujniki pH

Dryf elektrody

- Większość potencjometrycznych pomiarów pH podlega dryfowi elektrody, podczas którego następuje postępująca rozbieżność odczytów od wartości rzeczywistych.
- Spowodowany degradacją lub zanieczyszczeniem elektrody albo postępującymi zmianami pH roztworu referencyjnego w urządzeniu.
- Historycznie rzecz biorąc, problem związany z urządzeniami żwaczowymi występował od około 90 dnia. Obecnie oczekuje się 150 dni pomiarów pH z dokładnością $\pm 0,4$.



Bolusy zwaczoczepcowe

Obecnie dostępne

- **smaXtec** – komercyjne urządzenie do pomiaru motoryki, pH i temperatury
- **moonsyst** – komercyjne urządzenie do pomiaru motoryki i temperatury; urządzenie do pomiaru pH przeznaczone wyłącznie do celów badawczych
- **LiveCare Biocapsule** – motoryka, pH, temperatura----

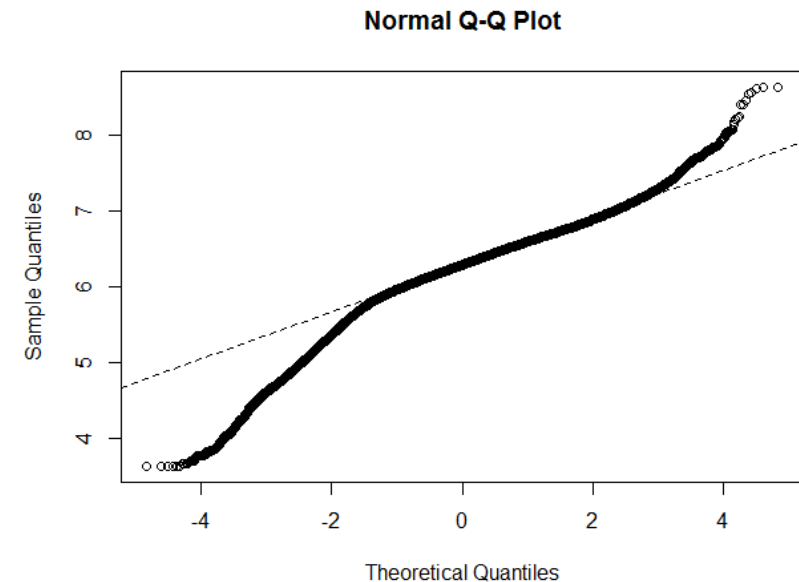
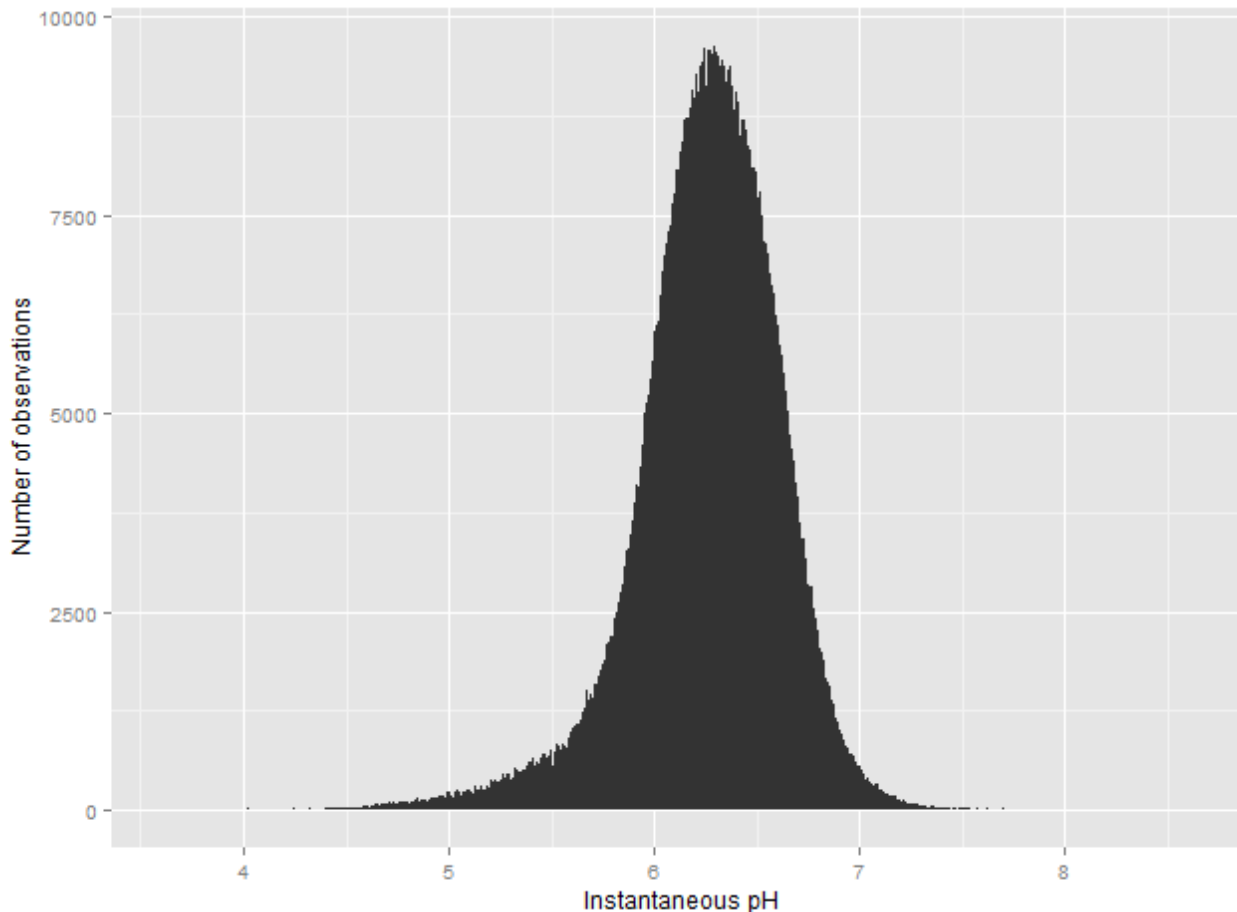
Wycofane

- **Well Cow** – wygląda na to, że wycofano je z produkcji
- **eCow** – jedna z pierwszych innowacji – opatentowany w 2007 – zaprzestanie produkcji 2020 – tylko pH



Dane z bolusów pH

Zakres: obserwowane wartości pH są często niższe niż zakładane i nie mają rozkładu normalnego.



```
ks.test(cutdata$RuminalpH, pnorm(cutdata$RuminalpH))
```

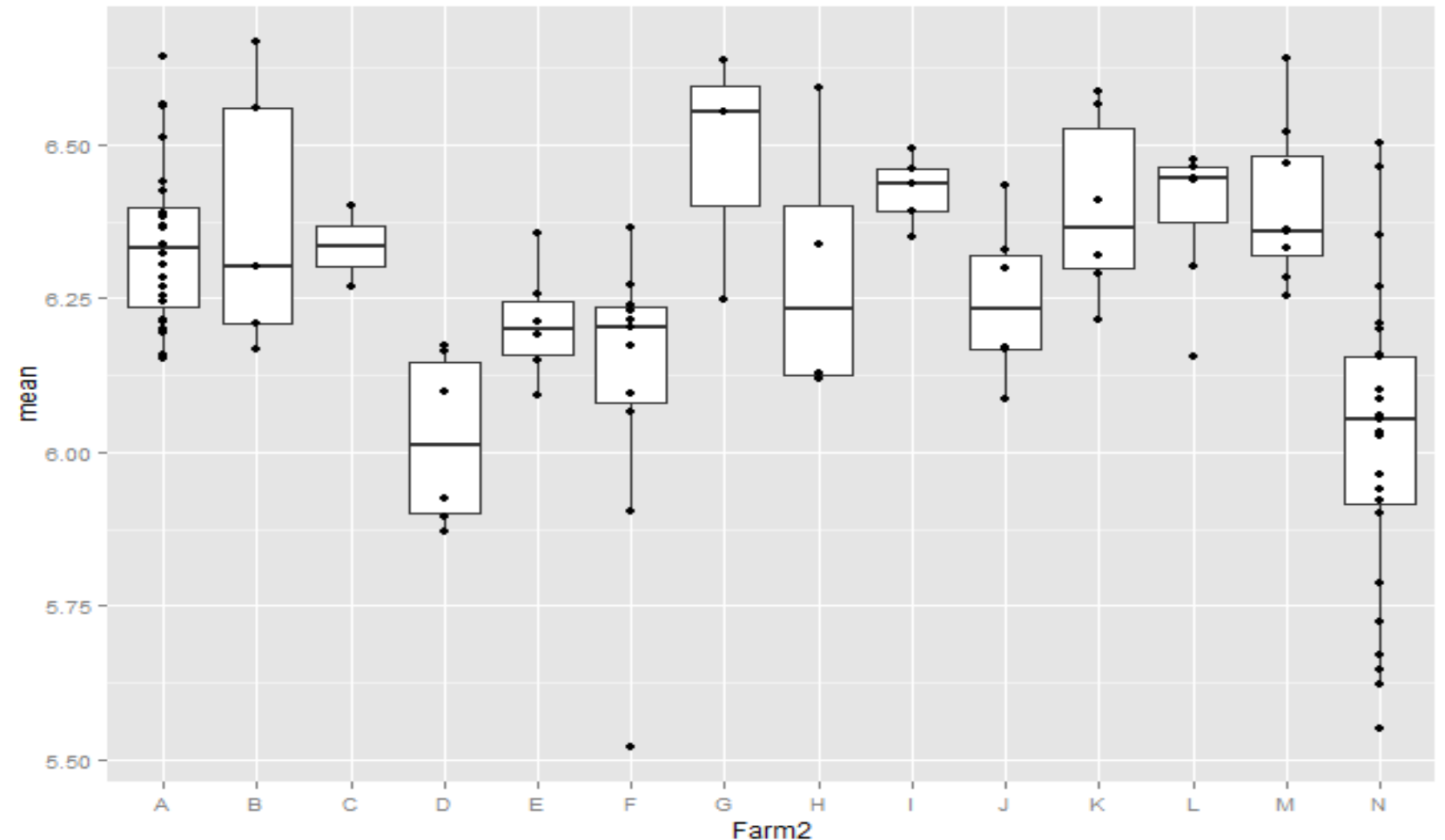
Two-sample Kolmogorov-Smirnov test data: cutdata\$RuminalpH and pnorm(cutdata\$RuminalpH) D = 1, p-value < 2.2e-16 alternative hypothesis: two-sided

Dane z bolusów pH

Różnice pomiędzy gospodarstwami: istnieją ogromne różnice pomiędzy gospodarstwami w zakresie średniego pH.

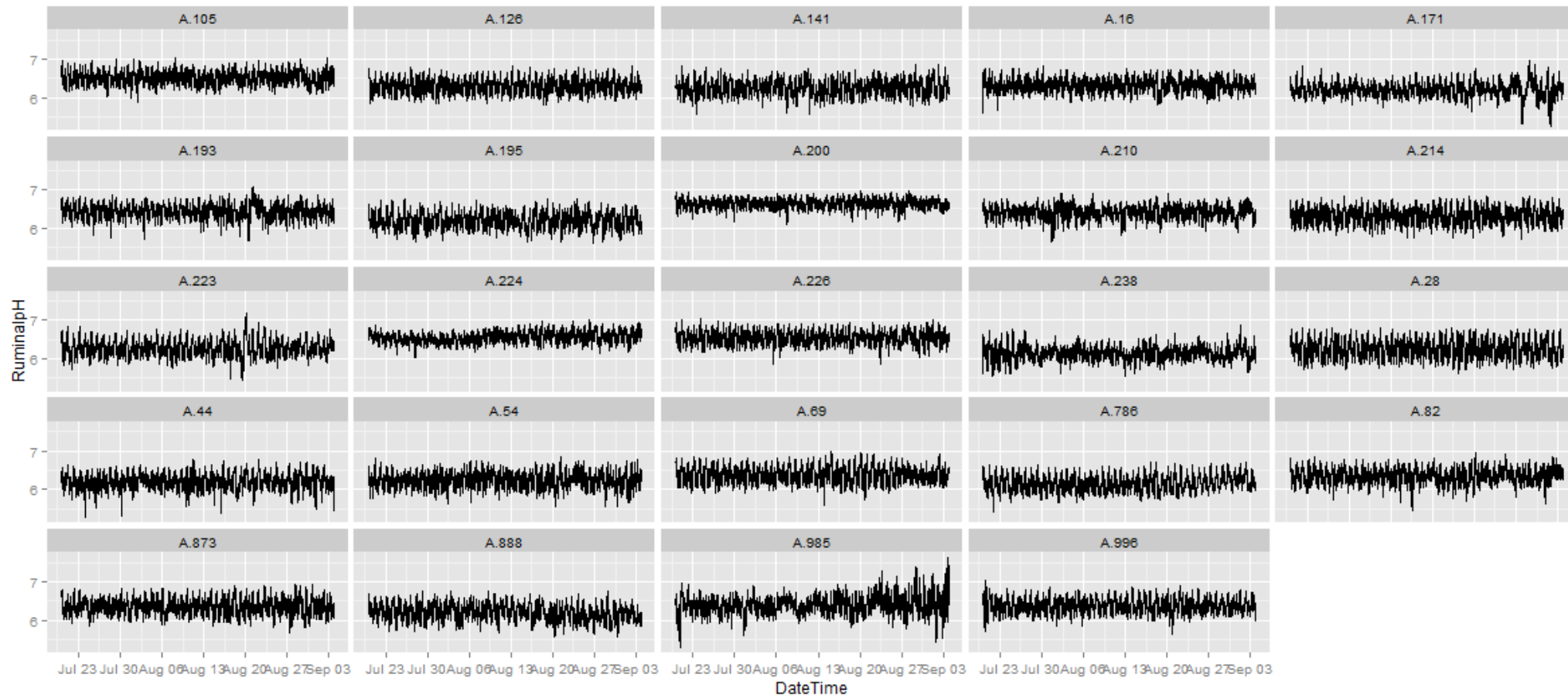
```

modelaov <-
aov(cutdata$RuminalpH~cutdata$Farm)
Df Sum Sq Mean Sq F value
Pr(>F) cutdata$Farm
13 16954 1304.2 12119
<2e-16 ***
Residuals 749655 80672 0.1 ---
Signif. codes: 0 '***' 0.001
                '**' 0.01  '*' 0.05  '.' 0.1  ' ' 1
  
```



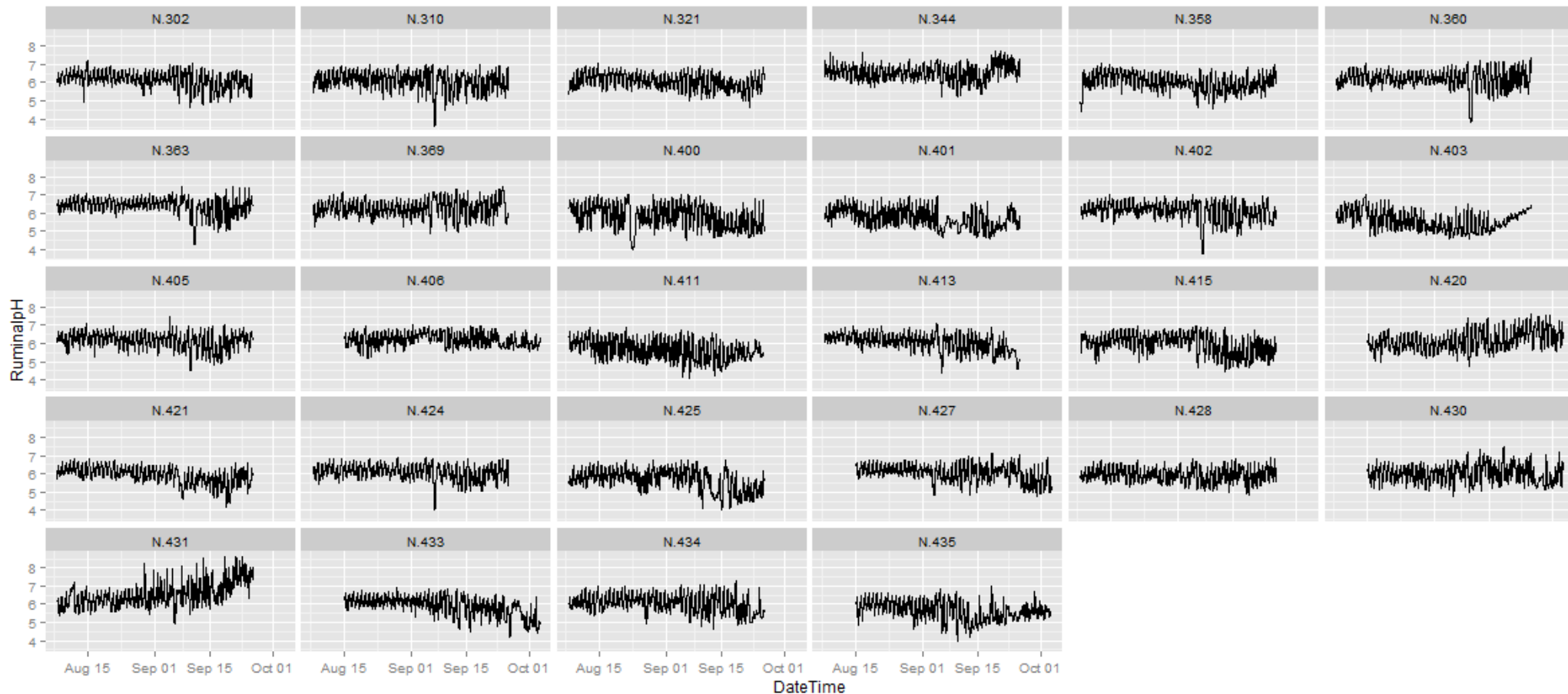
Dane z bolusów pH

Różnice pomiędzy zwierzętami: istnieją istotne i spore różnice pomiędzy krowami otrzymującymi te same dawki pokarmowe i znajdującymi się w tym samym gospodarstwie



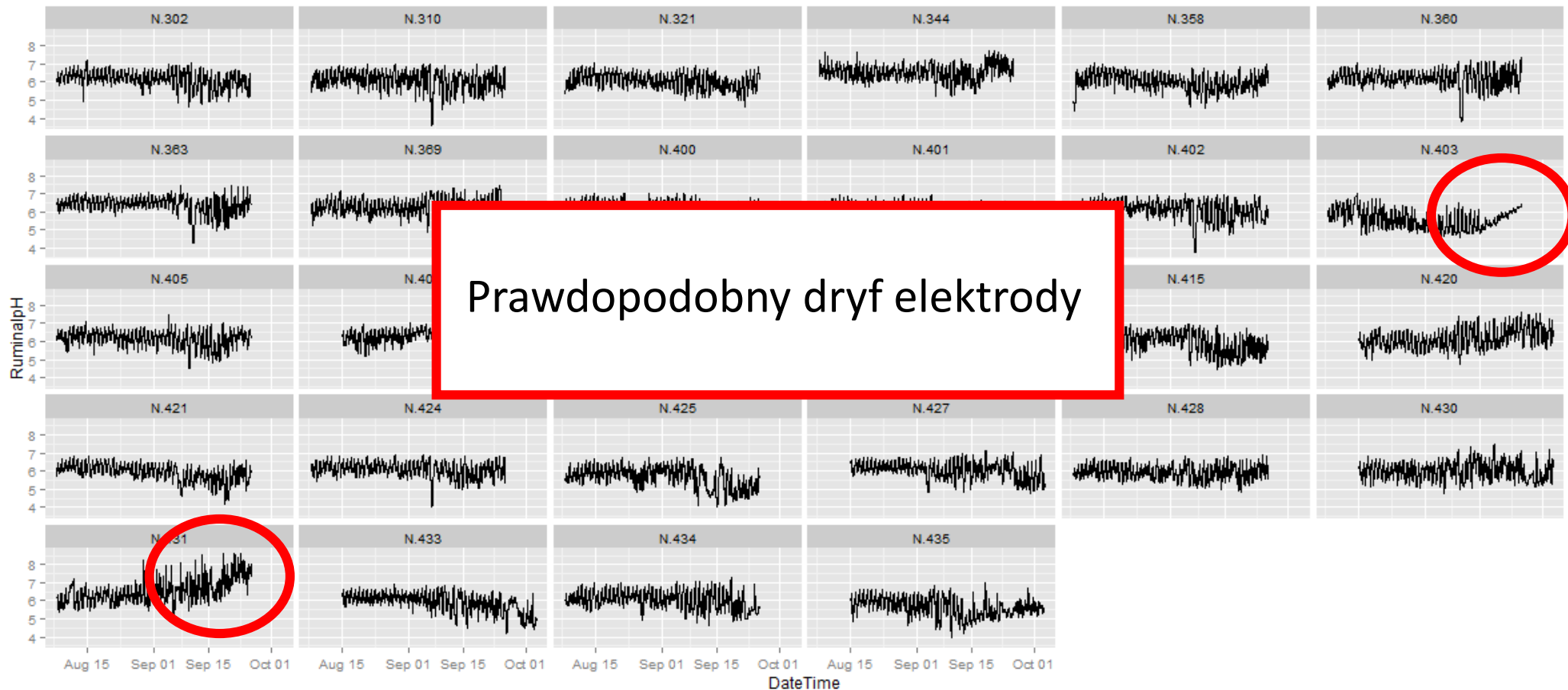
Dane z bolusów pH

Różnice pomiędzy zwierzętami: istnieją istotne i spore różnice pomiędzy krowami otrzymującymi te same dawki pokarmowe i znajdującymi się w tym samym gospodarstwie – **dotyczy to także reakcji na zmiany dawki**



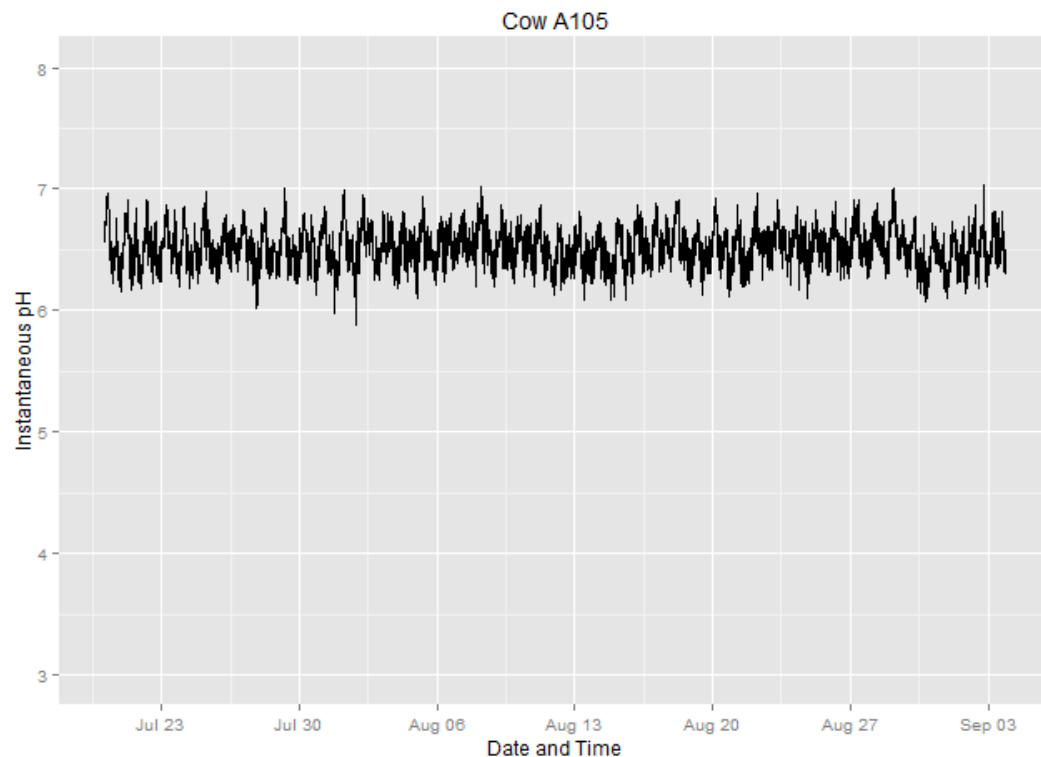
Dane z bolusów pH

Różnice pomiędzy zwierzętami: istnieją istotne i spore różnice pomiędzy krowami otrzymującymi te same dawki pokarmowe i znajdującymi się w tym samym gospodarstwie – **dotyczy to także reakcji na zmiany dawki**



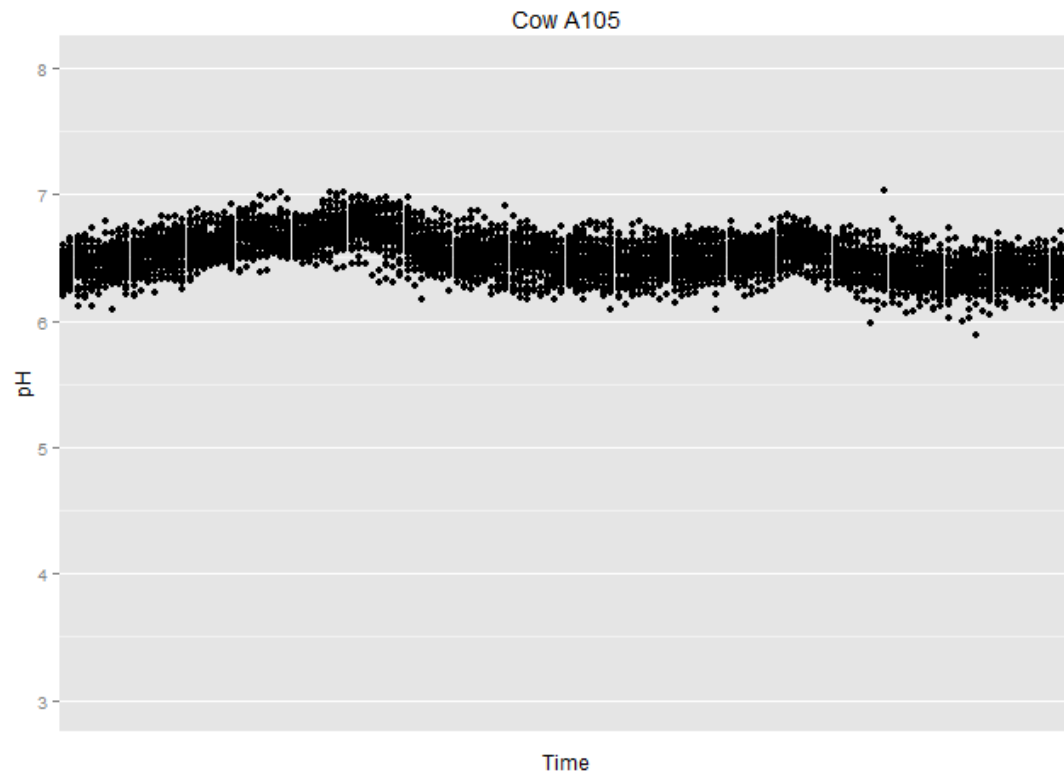
Dane z bolusów pH

- Wpływ dawki:** zwiększenie udziału pasz treściwych w dawce pokarmowej powoduje większe amplitudy i mniejszą stabilność. W tym przykładzie, krowa mleczna po lewej była na dawce z 40% udziałem pasz treściwych (% SM), a u bydło mięsnego po prawej, udział pasz treściwych zwiększono z 70 do 90% (% SM).



Dane z bolusów pH

- **Schematy dobowe:** zwykle są podobne w obrębie zwierzęcia i pomiędzy zwierzętami, przy czym różnice między zwierzętami widoczne są głównie w amplitudzie i niewielkich przesunięciach w fazie.

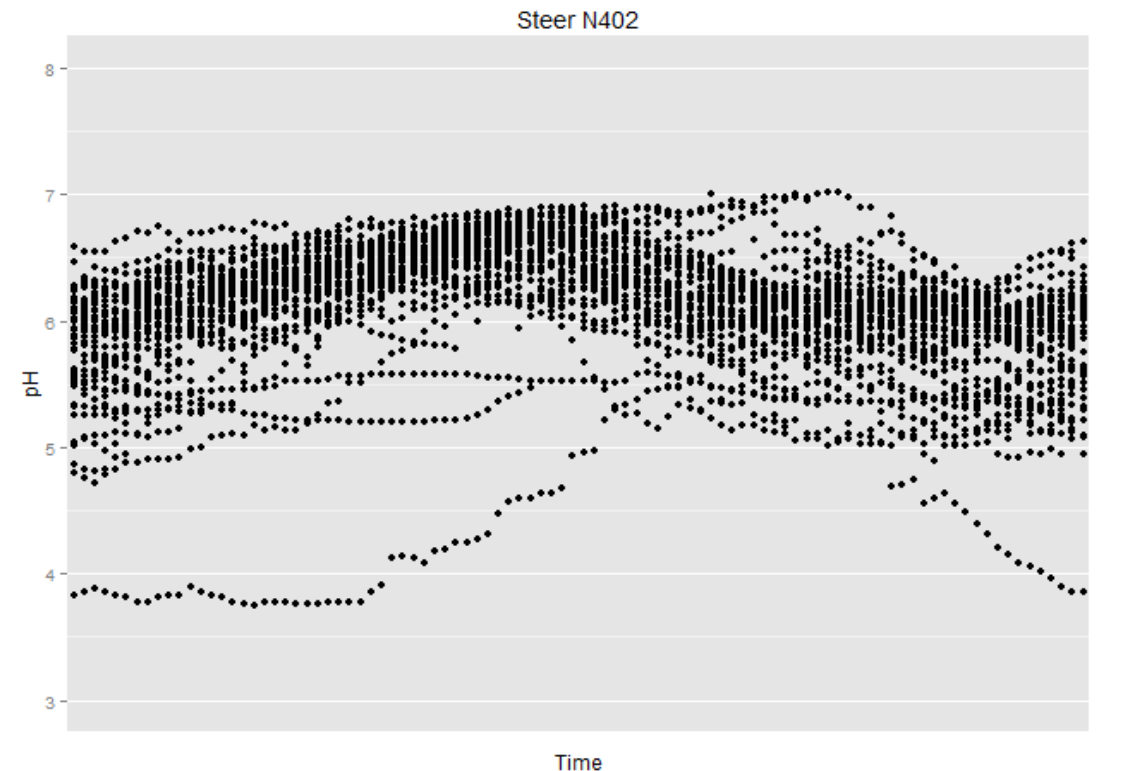


00:00

12:00

23:00

Pora dnia (h)

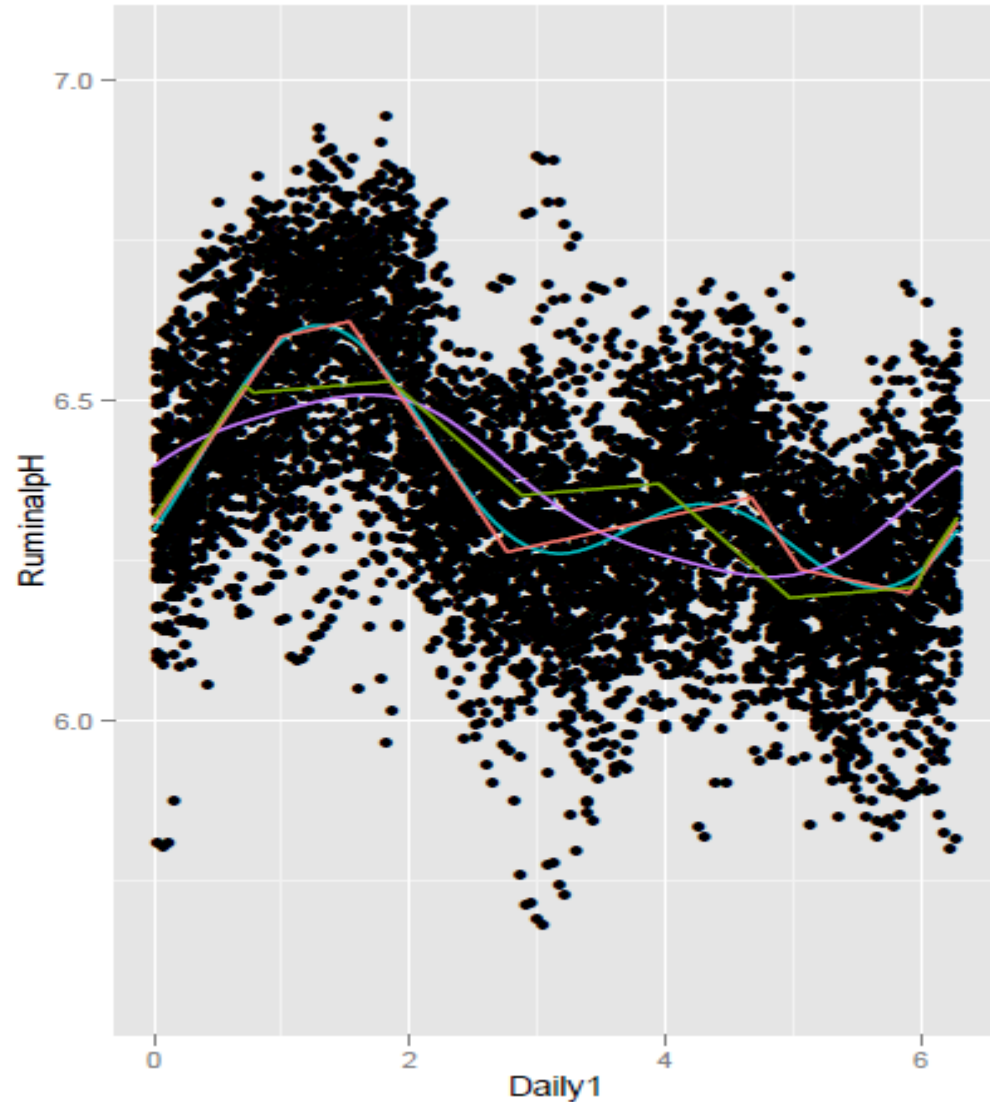


00:00

12:00

23:00

Dane z bolusów pH



- Każde zwierzę w każdym gospodarstwie ma swój charakterystyczny rytm dobowy.

Podejścia analityczne dotyczące danych z bolusa pH

Jak przekuć dane w praktyczne zalecenia?

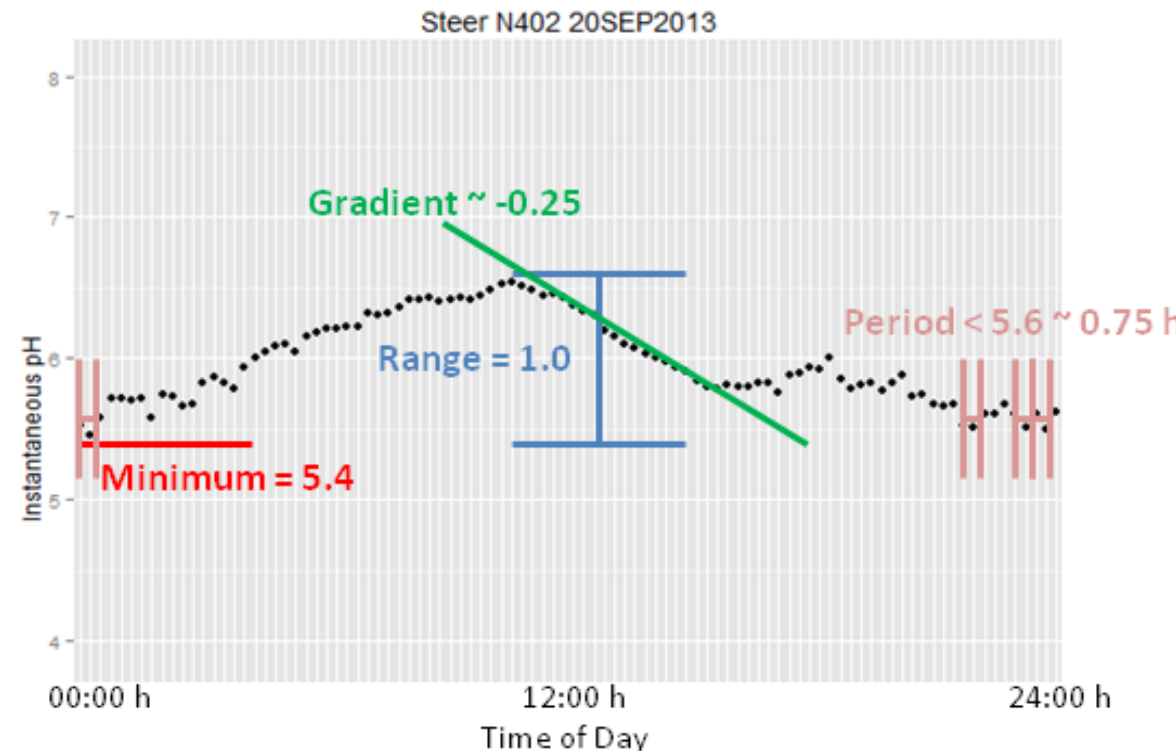
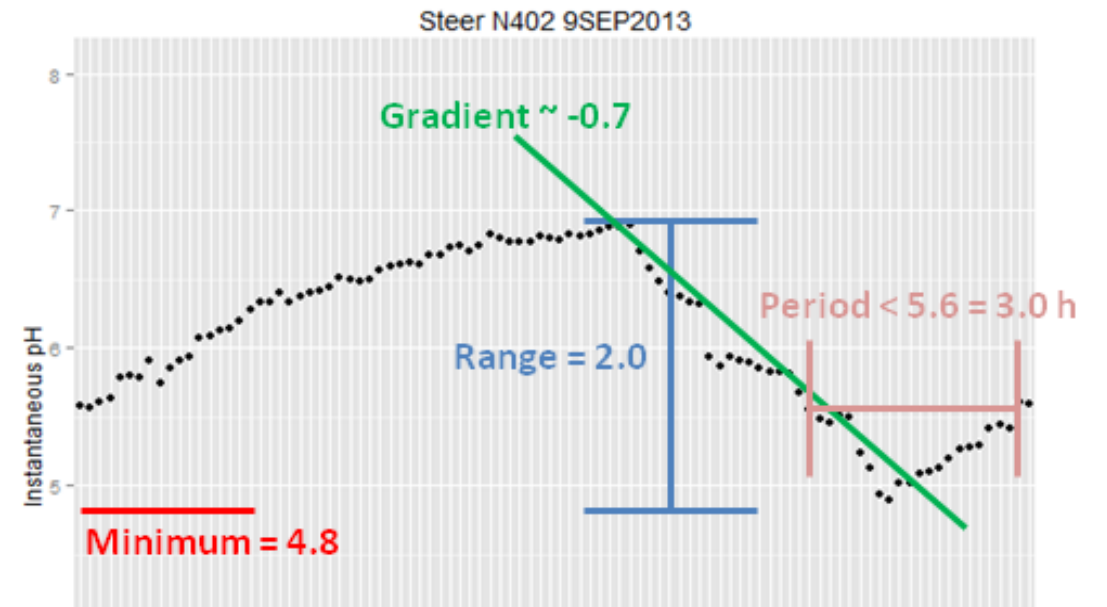
Istnieją dwa zupełnie różne podejścia do tej kwestii:

- **Metody statystyczne** - klasyfikacja w oparciu o oczekiwany zakres stanów akceptowalnych i niedopuszczalnych
- **Uczenie maszynowe** - klasyfikacja w oparciu o wzorce cech wyodrębnionych z danych dotyczących pH



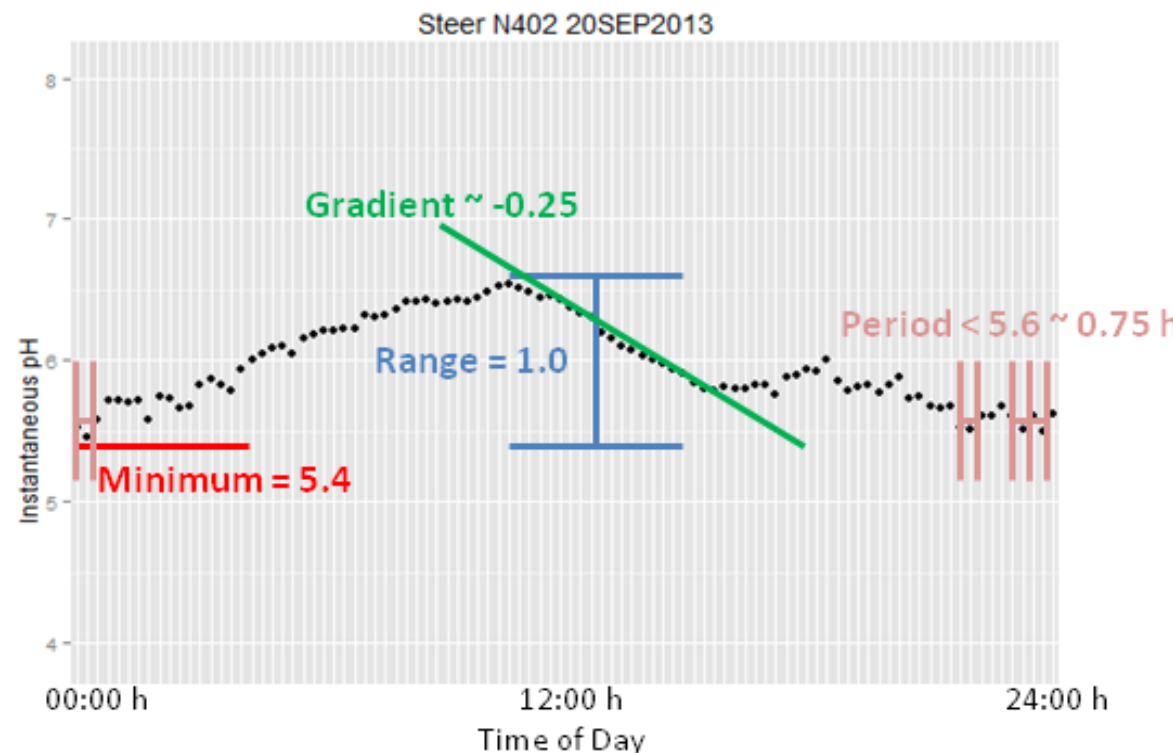
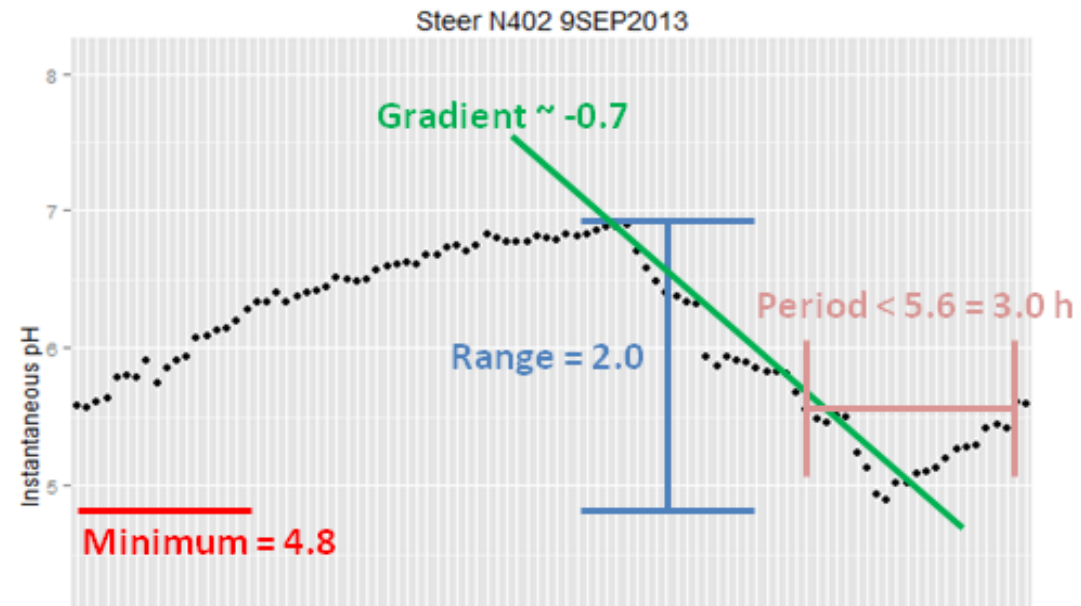
Podjęcie statystyczne

- Krzywe pH można podzielić na odrębne części, a każdą z nich można rozpatrywać osobno lub łącznie jako wskaźnik (indeks).
- Do zastosowania i rozwoju systemów ostrzegania w czasie rzeczywistym każda zmienna wymaga wartości progowej, określonej statystycznie dla każdego zwierzęcia, stąd czy szerszej populacji.



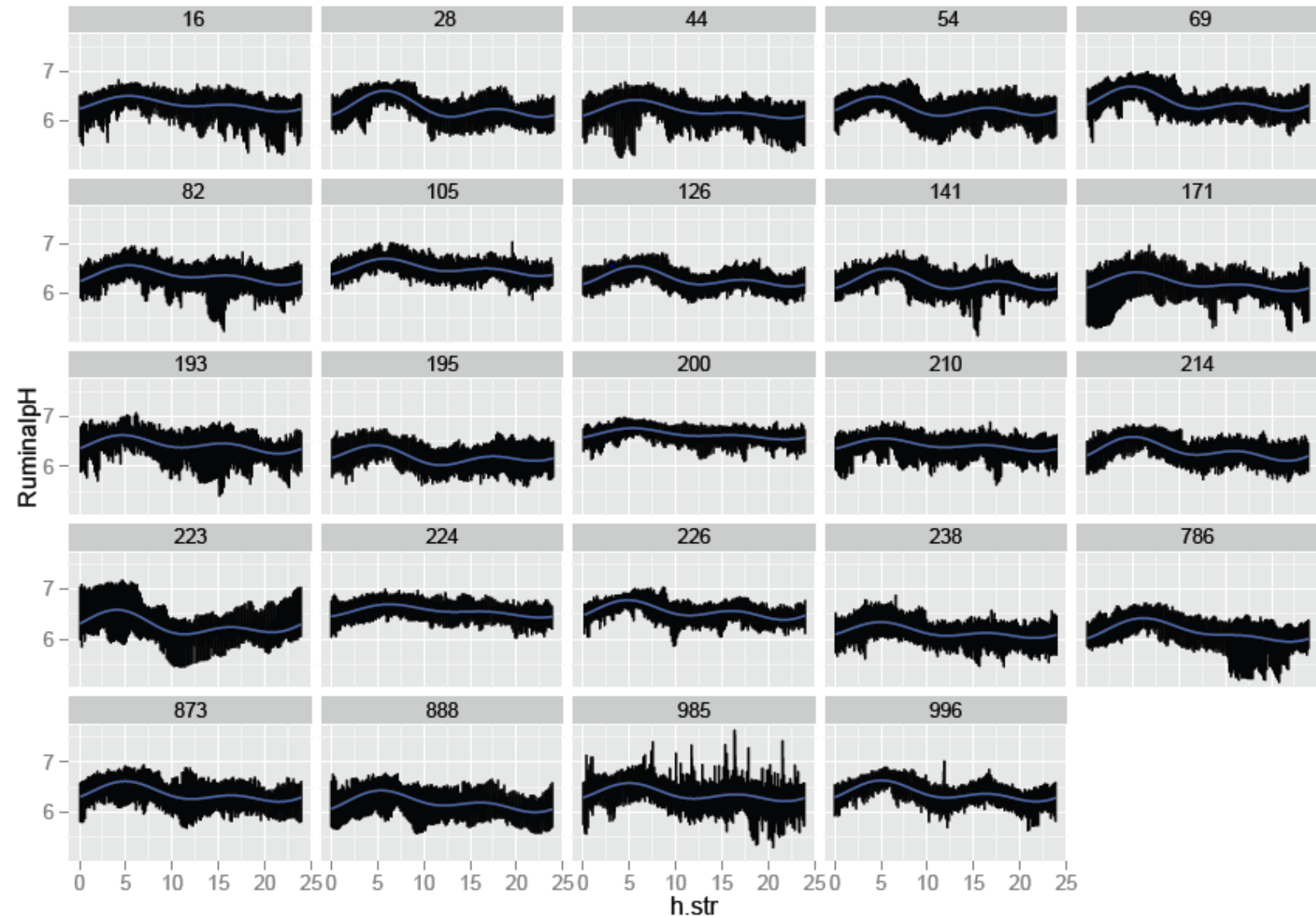
Podjęcie statystyczne do danych

- Alternatywnie, zamiast korzystać z różnych miar po prawej stronie, możemy przeanalizować pH każdej krowy indywidualnie w odniesieniu do jej przewidywanego pH w danej porze dnia.



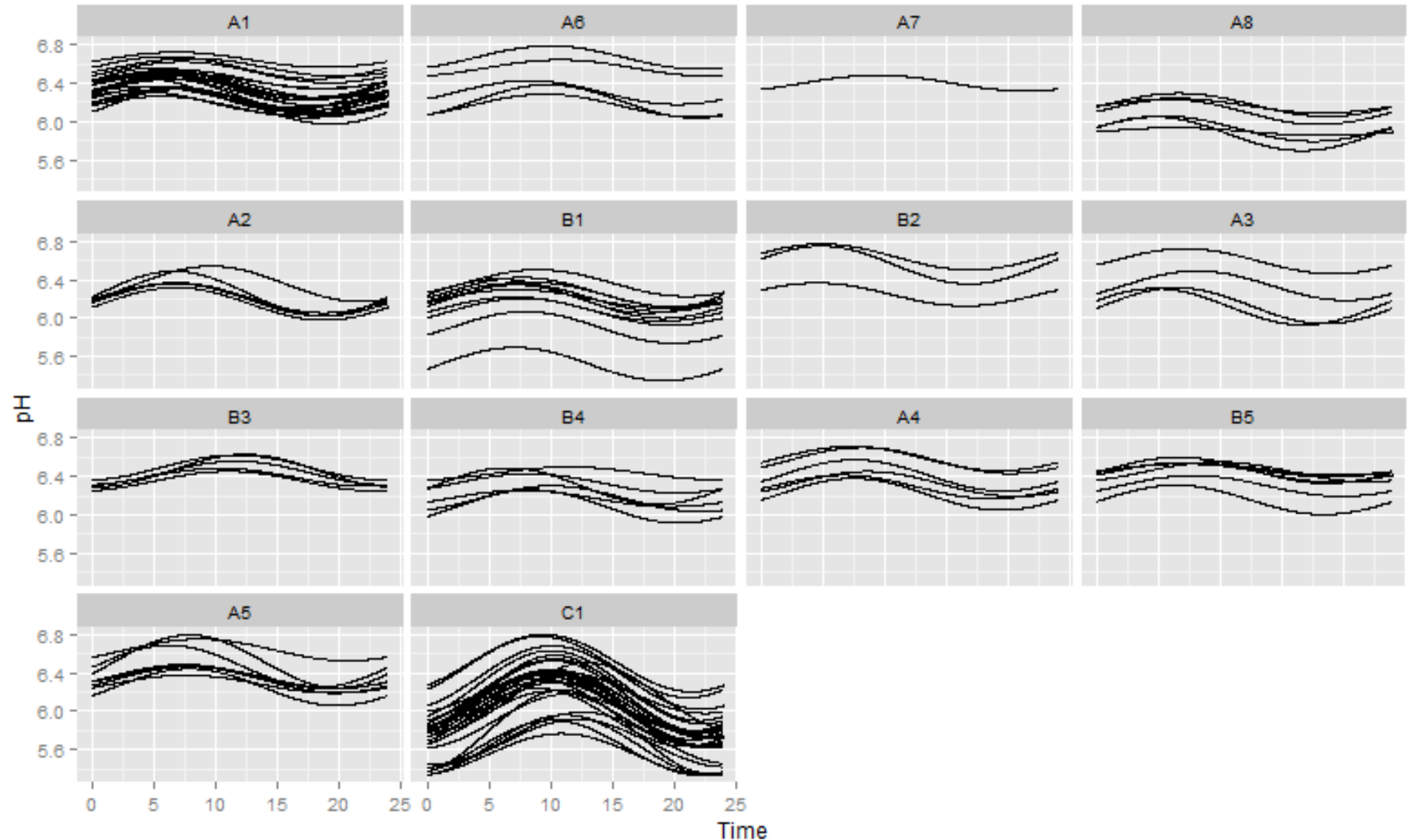
Dane z bolusa pH

- Można dopasować krzywą sinusoidalną, aby uchwycić zmienność dobową dla każdej krowy

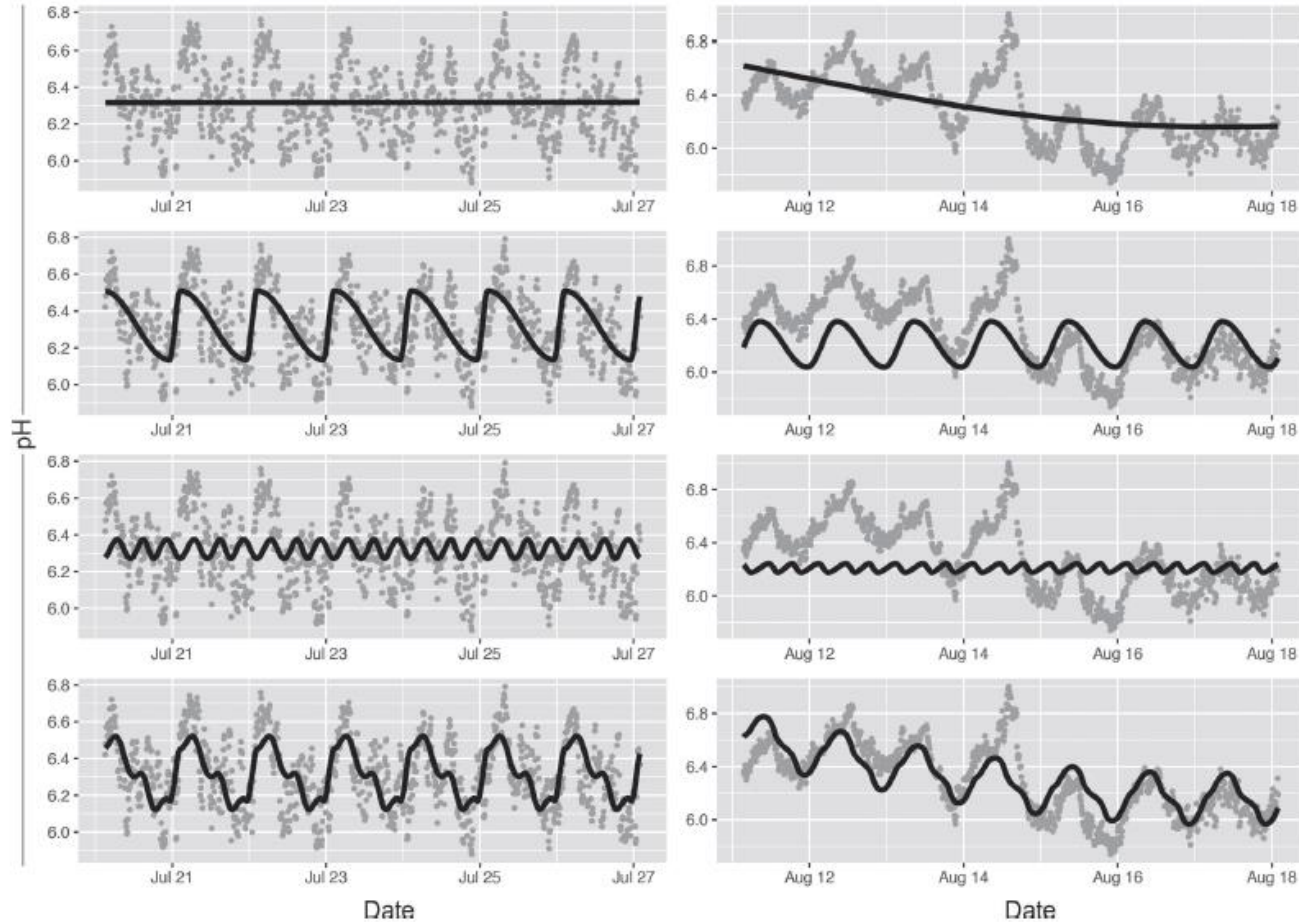


Dane z bolusa pH

- Fale sinusoidalne są zwykle powtarzalne wśród krów w gospodarstwie, ponieważ częściowo zależą od praktyk zarządzania stadem (czas karmienia, czas doju)



Dane z bolusa pH



J. Dairy Sci. 101:1–13
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-12828>
 © American Dairy Science Association®, 2018.

Describing temporal variation in reticuloruminal pH using continuous monitoring data

M. J. Denwood,^{*1} J. L. Kleen,[†] D. B. Jensen,^{*} and N. N. Jonsson^{‡§}

^{*}Department of Veterinary and Animal Sciences, University of Copenhagen, 1870 Frederiksberg C, Denmark

[†]CowConsult, Coldinne, 26532, Germany

[‡]Institute of Biodiversity Animal Health and Comparative Medicine, University of Glasgow, Glasgow, G61 1QH, United Kingdom

[§]Harbro Ltd., Birkhill Mill, Lanarkshire, ML11 0NJ, United Kingdom

- Uwzględnienie ogólnego modelu addytywnego dla krowy i gospodarstwa (na górze) oraz fali sinusoidalnej (na górze) oraz fali sinusoidalnej z przesunięciem fazowym (drugi rząd) z sinusoidą karmienia/doju (trzeci rząd) daje kompletny model dla każdego zwierzęcia (na dole).

Dane z bolusa pH

- Wysokie średnie reszty bezwzględne były istotnie powiązane ze spadkiem pobrania paszy i wydajności mleka.
- Konwencjonalne pomiary nie były tak użyteczne.

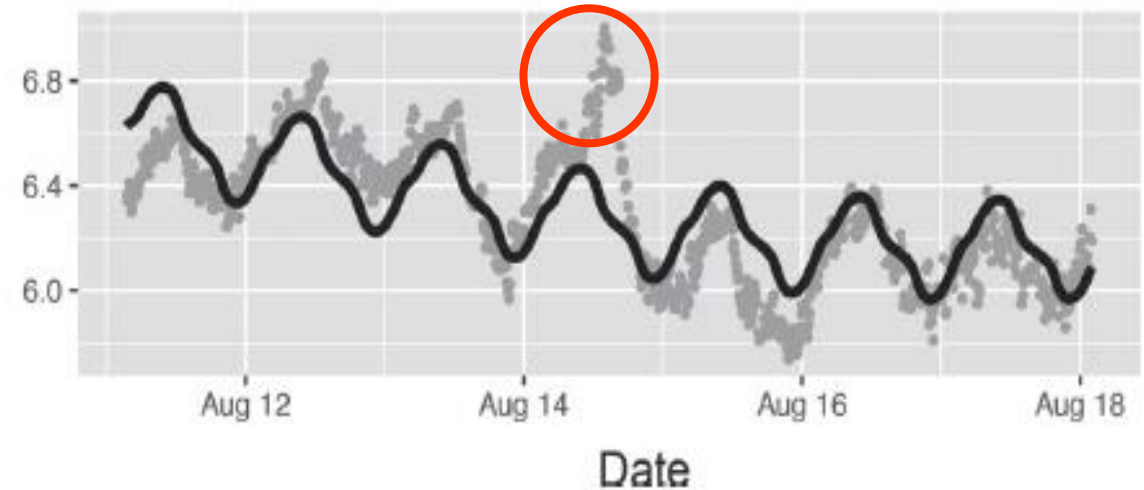


Table 3. Estimates obtained from 2 multivariable linear mixed models relating 4 different daily pH summary statistics to the daily corrected milk yield and daily DMI observed 2 d later¹

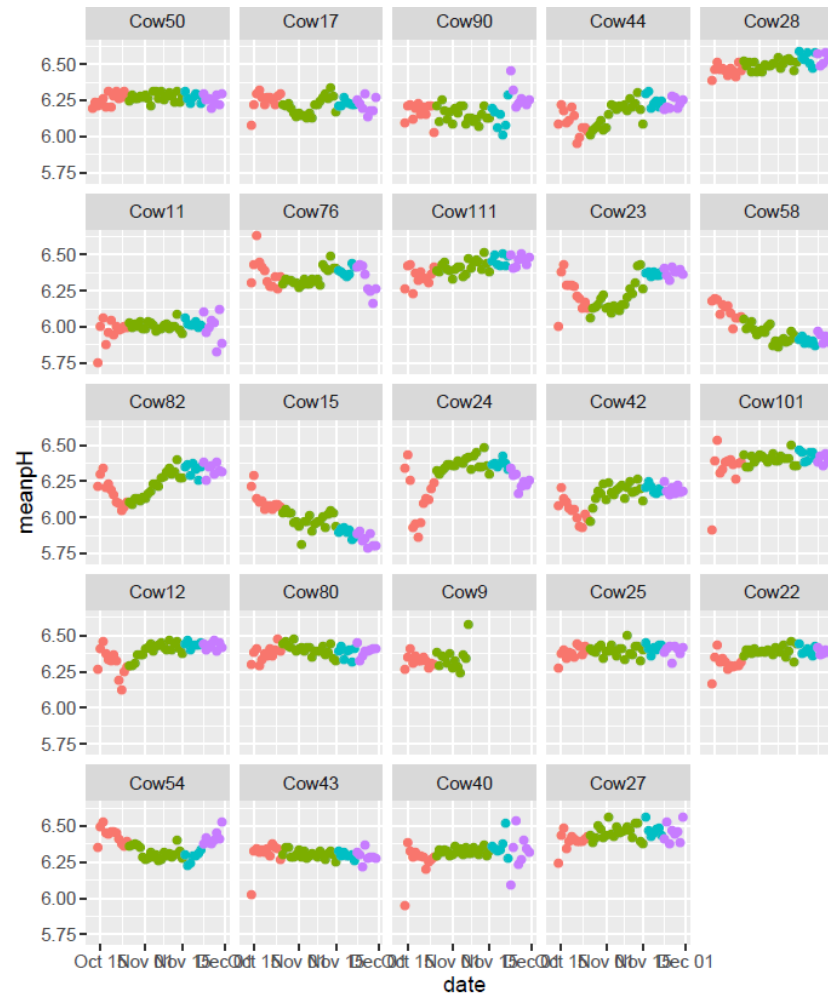
Item	Daily corrected milk yield		Daily DMI	
	Estimate	<i>P</i> -value	Estimate	<i>P</i> -value
Mean residual	-0.137	0.911	0.019	0.988
Mean absolute residual	-8.633	<0.001	-8.698	<0.001
No. of observations below lowest 1%	0.041	0.056	0.015	0.530
No. of observations above highest 1%	0.003	0.877	0.018	0.396

¹Summary statistics are mean residual pH, mean absolute residual pH, and number of pH observations below and above the most extreme 1% values for that animal.

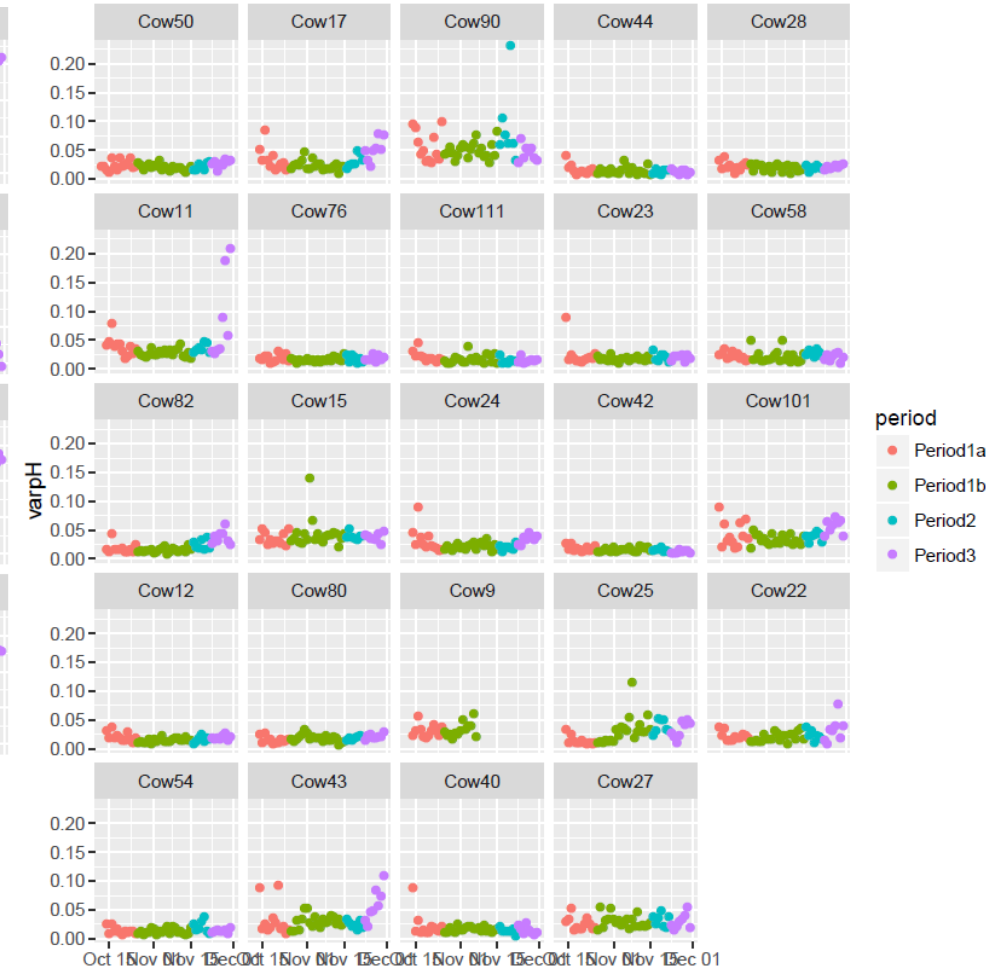


Dane z bolusa pH - statystyka

- Podejście Denwooda wymaga obliczeń o wysokiej wydajności, ale sprawdziły się również prostsze podejścia, w tym odchylenie standardowe i skumulowane okresy poniżej danego progu.
- **Jednak żadne z podejść statystycznych opartych wyłącznie na pH nie wydaje się idealne.**



średnie pH w czasie



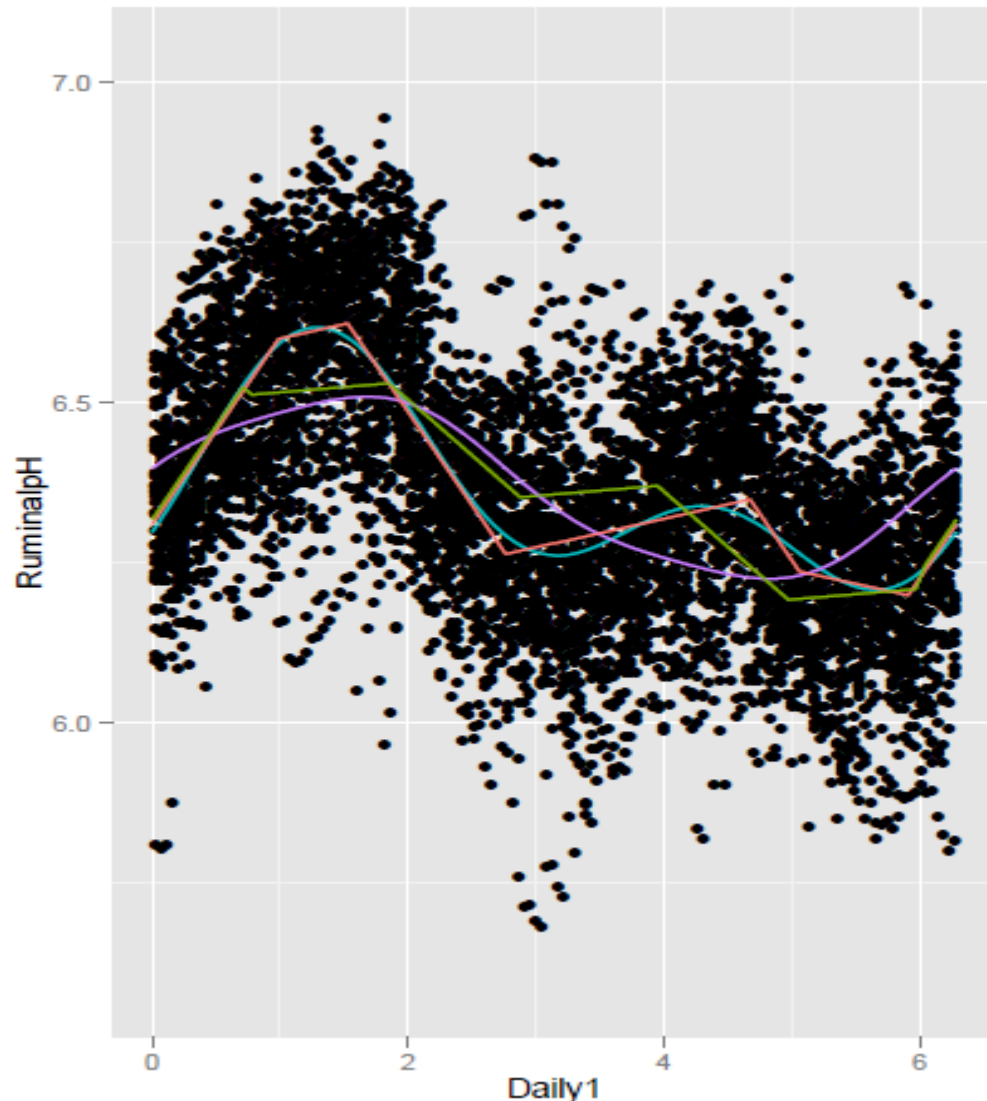
zmienność (wariancja pH w czasie)

Uczenie maszynowe

Wydaje się prawdopodobne, że do danych dotyczących pH można zastosować podejście oparte na uczeniu maszynowym, jednak podstawowy problem żywotności potencjometru i naturalnych zmian w regulowanym systemie sugeruje, że pH nie będzie najbardziej użytecznym narzędziem.



Dane z bolusa pH



Han i in. (2022) podsumowali, “...**dowody anegdotyczne sugerują, że zmęczenie alertami i ograniczona interpretowalność danych wykluczają skuteczne wykorzystanie danych pH mierzonych w czasie rzeczywistym.** W związku z tym potencjalny wpływ monitorowania pH w czasie rzeczywistym jako narzędzia poprawiającego zarządzanie zdrowiem bydła jest ograniczony nie tylko ograniczeniami czujników, ale także przełożeniem skutecznie zebranych danych na możliwe do podjęcia decyzje lub zalecenia dotyczące zarządzania.”

<https://doi.org/10.3168/jds.2021-20576>.

Kryteria diagnostyczne dla SARA

- Początkowa koncepcja Garrett, Nordlund i Oetzel'a obejmowała diagnozę na poziomie stada
- Próba ~ 2 × 6 krów metodą rumenocentezy (biopsja żwacza)
- Progi pH wynosiły:
 - $\leq 5,5$ = nieprawidłowe;
 - 5,6–5,8 = marginalne;
 - $> 5,8$ = normalne.
- **Stado było sklasyfikowane jako mające problem z SARA, jeśli w jednej lub większej liczbie grup znajdowały się dwa lub więcej zwierząt o $\text{pH} \leq 5,5$**



Kryteria diagnostyczne dla SARA

Niedawno Zebeli i in. (2008) zaproponowali

- średnie dzienne pH żwacza < 6,16
- pH < 5,8 przez > 5,24 godz./d.

Pomiary można łatwo przeprowadzić,
stosując metody ciągłego monitorowania.



Zebeli, Q. et al. 2008. Modeling the Adequacy of Dietary Fiber in Dairy Cows Based on the Responses of Ruminal pH and Milk Fat Production to Composition of the Diet. *Journal of Dairy Science*, Volume 91, Issue 5, 2046 – 2066

<https://doi.org/10.3168/jds.2007-0572>

Dane z bolusa pH do badań SARA

Te kryteria progowe są powszechnie i z powodzeniem stosowane w badaniach żywieniowych.



Studer et al. 2023. Application note for the use of a wireless device measuring reticular pH under practice conditions in a Swiss dairy herd, *Smart Agricultural Technology*, 4: 100170
<https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100170>



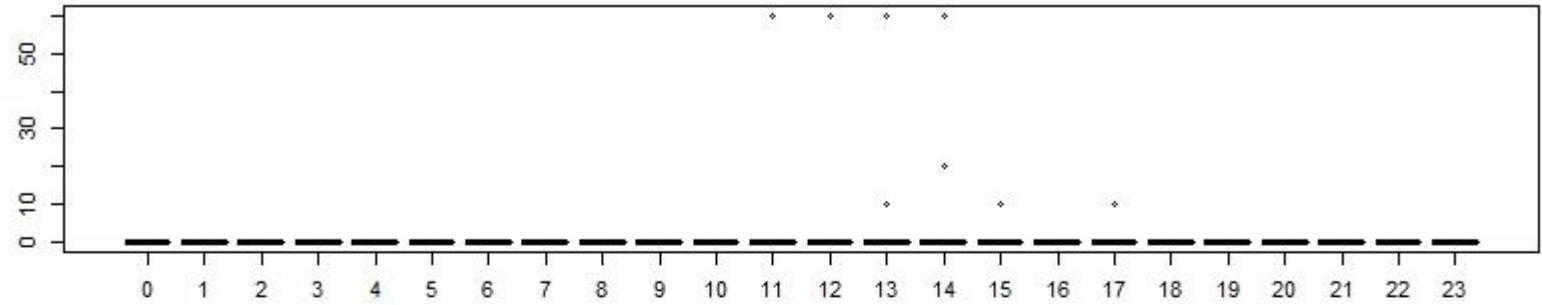
Bach et al., 2023. Effects on rumen pH and feed intake of a dietary concentrate challenge in cows fed rations containing pH modulators with different neutralizing capacity, *Journal of Dairy Science*, 106: 4580-4598
<https://doi.org/10.3168/jds.2022-22734>



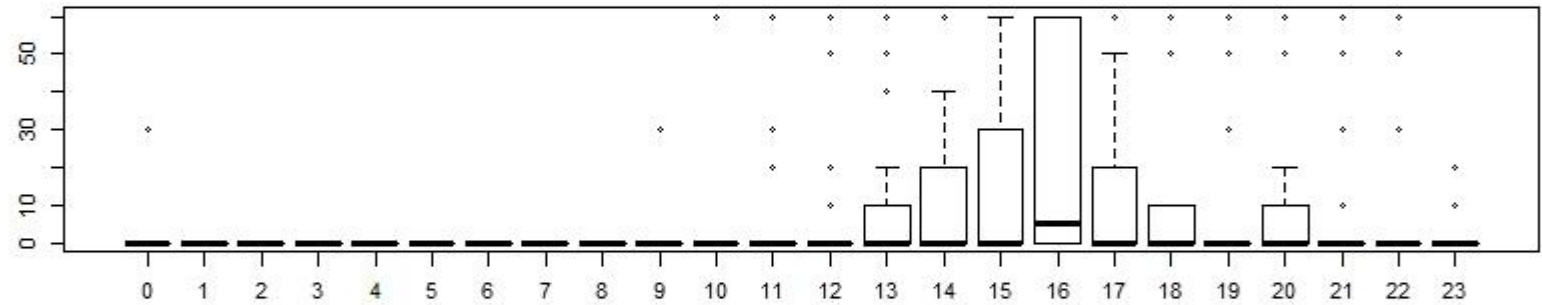
- Dostosowaliśmy do czepcowego i żwaczowego pH (tj. + 0.2 pH*) i zmierzaliśmy minuty/godzinę przy progu pH < 5,8.
- W przypadku silnego, ostrego challenge kwasowego (prowokacji kwasicy) można zauważyć różnice w czasie z pH < 5,8

Minuty/godzinę < pH 5.8

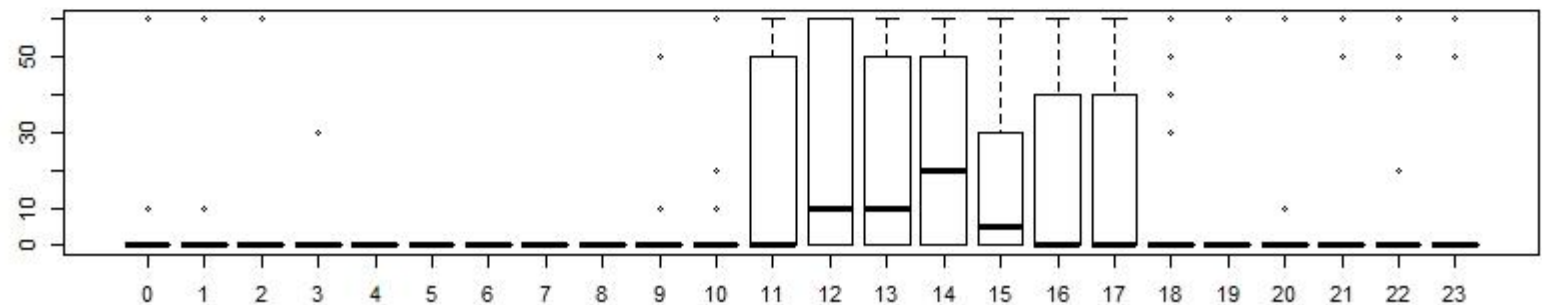
pH < 5.8- Control



pH < 5.8- Starch



pH < 5.8- Sugar

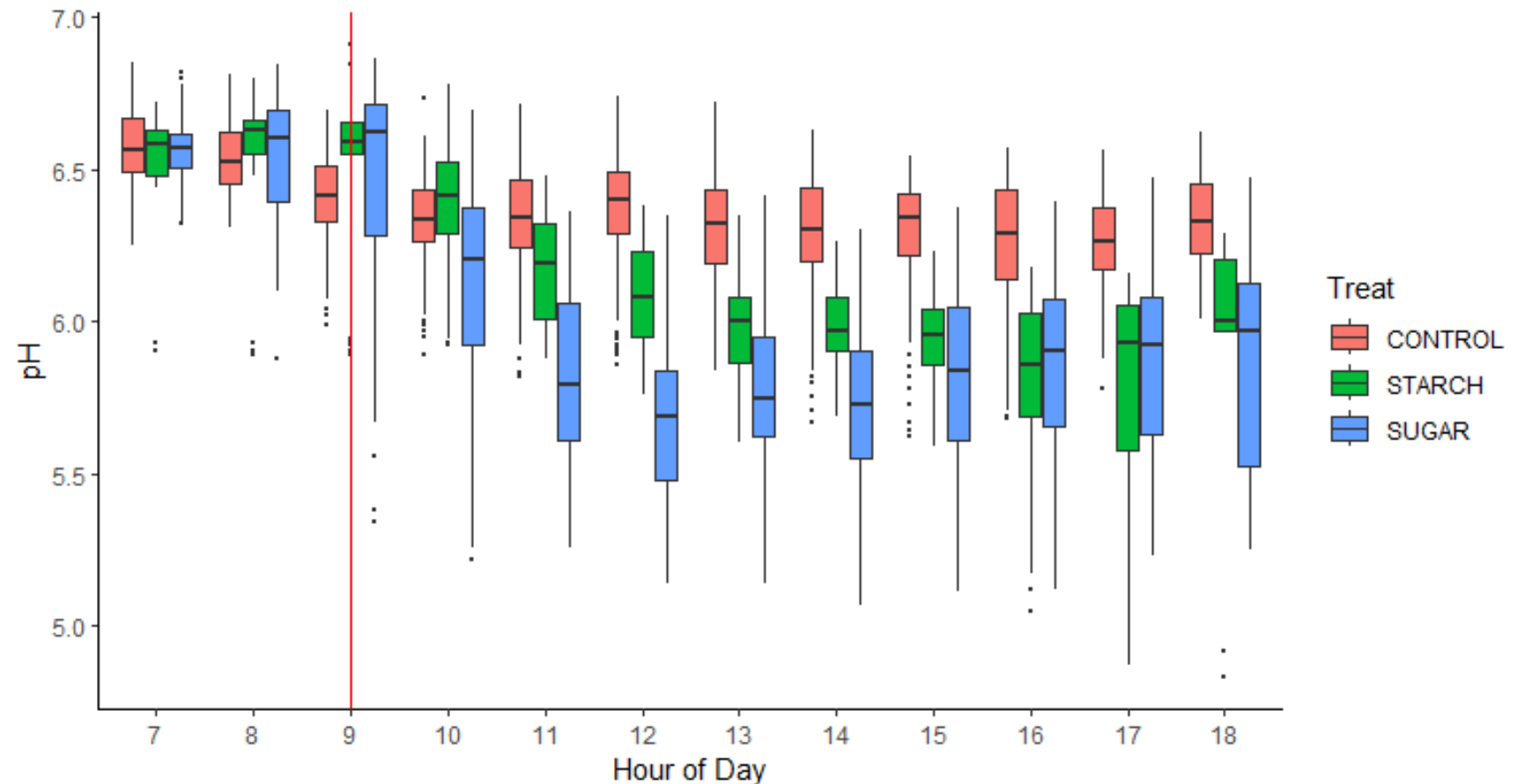


*Falk et al., 2016: diff = 0.24

<https://doi.org/10.3168/jds.2015-9725>

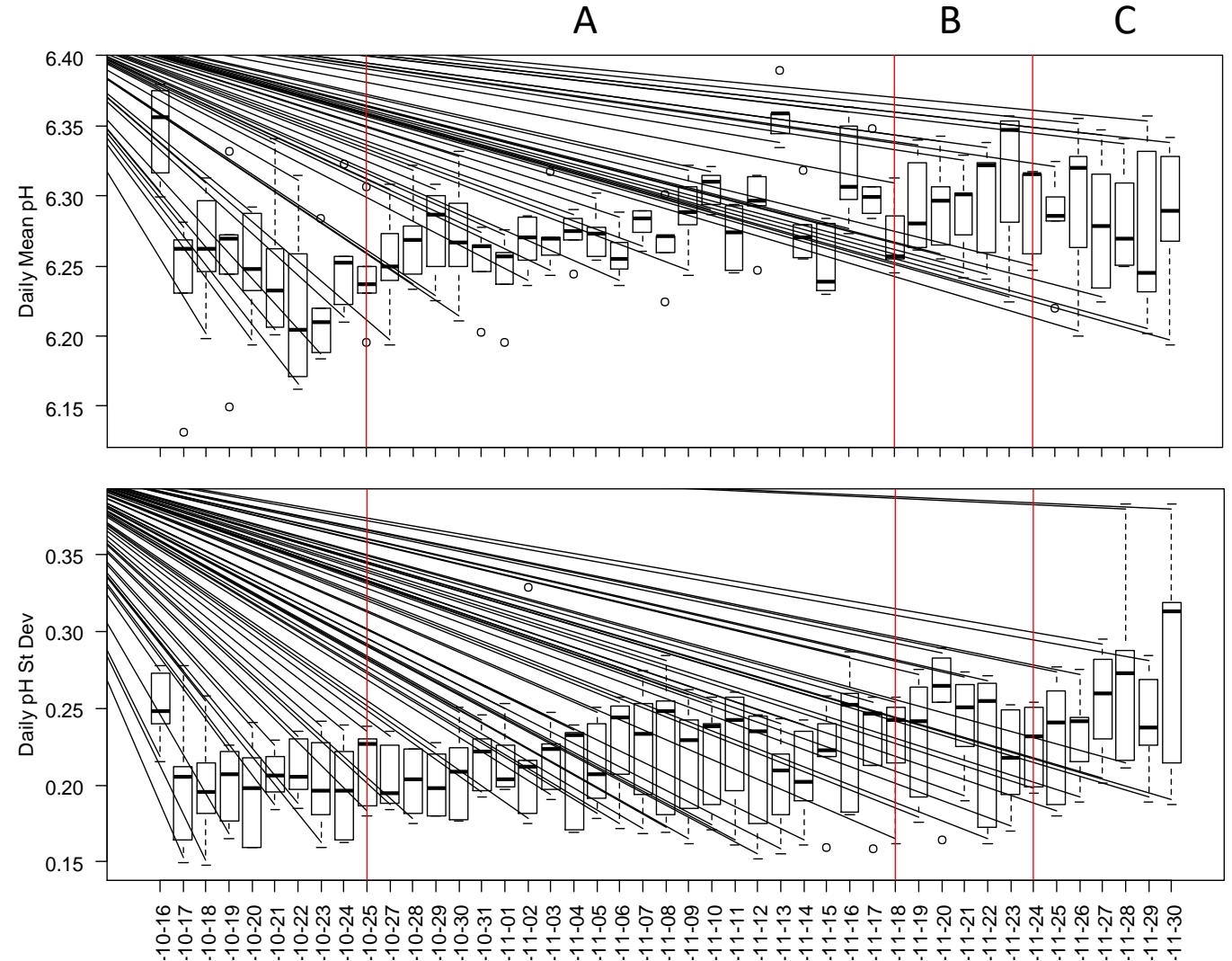
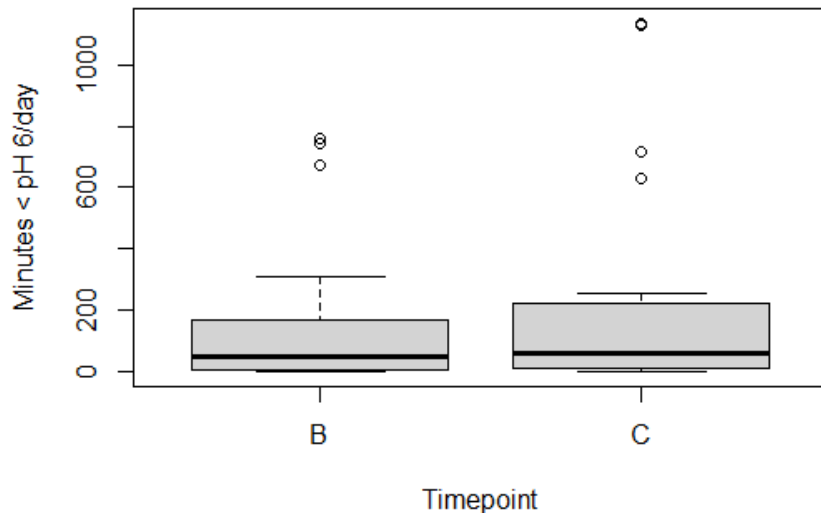
Dane z bolusa pH do badań SARA

- Podobnie średnie pH różniło się istotnie, ale tylko w niektórych punktach czasowych.
- Dane z bolusa pH są bardzo przydatne do porównywania efektów leczenia, szczególnie w krótkich okresach i przy silnych challenge'ach (prowokacjach) kwasicowych.



Dane z bolusa pH do badań SARA

- Jednak w naszych badaniach nie było to łatwe do zastosowania, gdy prowokacje były bardziej realistyczne i stosowane w dłuższych ramach czasowych.



SARA – niektóre zastrzeżenia

- Podostra – jest słabo zdefiniowanym określeniem przebiegu choroby w czasie i często jest błędnie interpretowane jako odnoszące się do choroby subklinicznej lub łagodnej.
- Nie wykazano, że mechanizmy, dzięki którym zaburzenia diety prowadzą do patologii u poważnie dotkniętych zwierząt są zależne od pH ale mają złożone szlaki, prawdopodobnie obejmujące między innymi niskie pH, zwiększone stężenie endotoksyn oraz amin biogennych, zaburzenia osmotyczne i prawdopodobnie etanol.
- Wreszcie, choć wynikają one z dysfunkcji lub niezdolności żwacza do radzenia sobie z napływem treści pokarmowych, niektóre z ważnych patologii wynikają z zaburzeń w jelicie cienkim, jelicie ślepym i okrężnicy.

Dlatego dochodzę do wniosku, że każde sensowne podejście diagnostyczne do SARA powinno uwzględniać kryteria inne niż pH

Kryteria diagnostyczne dla SARA

Clothilde Villot i współpracownicy pracowali nad kombinacjami kryteriów do diagnozy SARA, odnosząc pewne wczesne sukcesy przy użyciu względnych wskaźników, stwierdzając, że tradycyjne kryteria są niezadowalające.



Villot et al. 2018. Relative reticulo-rumen pH indicators for subacute ruminal acidosis detection in dairy cows, *Animal*, 12: 481-490

<https://doi.org/10.1017/S1751731117001677>



Coppa et al. 2023. On-farm evaluation of multiparametric models to predict subacute ruminal acidosis in dairy cows, *Animal*, 17: 100826

<https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100826>

Kryteria diagnostyczne dla SARA

„Powszechnie stosowane wskaźniki SARA oparte na pH nie były w stanie zidentyfikować SARA ze względu na dużą zmienność wśród zwierząt oraz dryf czujnika i szum, podczas gdy względne wskaźniki pH opracowane w tym badaniu okazały się bardziej przydatne do wykrywania SARA, co oceniono na podstawie testów ROC (receiver operating characteristics). Praca ta pokazuje, że bezwzględną kinetykę pH należy skorygować pod kątem dryfu, szumu i zmienności zwierząt, aby uzyskać względne wskaźniki pH, które będą skuteczniejsze w wykrywaniu SARA”.



Villot et al. 2018. Relative reticulo-rumen pH indicators for subacute ruminal acidosis detection in dairy cows, *Animal*, 12: 481-490
<https://doi.org/10.1017/S1751731117001677>

Kryteria diagnostyczne dla SARA

Helen Golder i Ian Lean pracują nad zintegrowanymi podejściami diagnostycznymi i ulepszoną terminologią dotyczącą SARA – bazując na klasyfikacji Bramley i in. (2008).

System klasyfikacji Bramley ma trzy poziomy: kwasicowy; suboptymalna funkcja żwacza; niekwasicowy. Poziomy te zidentyfikowano za pomocą analizy klasterów (analiza skupień).

Rozróżnienie pomiędzy kategoriami bazowało na pH żwaczociepca, stężeniu LKT, amoniaku i mleczanu.



Bramley. et al. 2008. The definition of acidosis in dairy herds predominantly fed on pasture and concentrates. *Journal of Dairy Science*, 91: 308 – 321

<https://doi.org/10.3168/jds.2006-601>

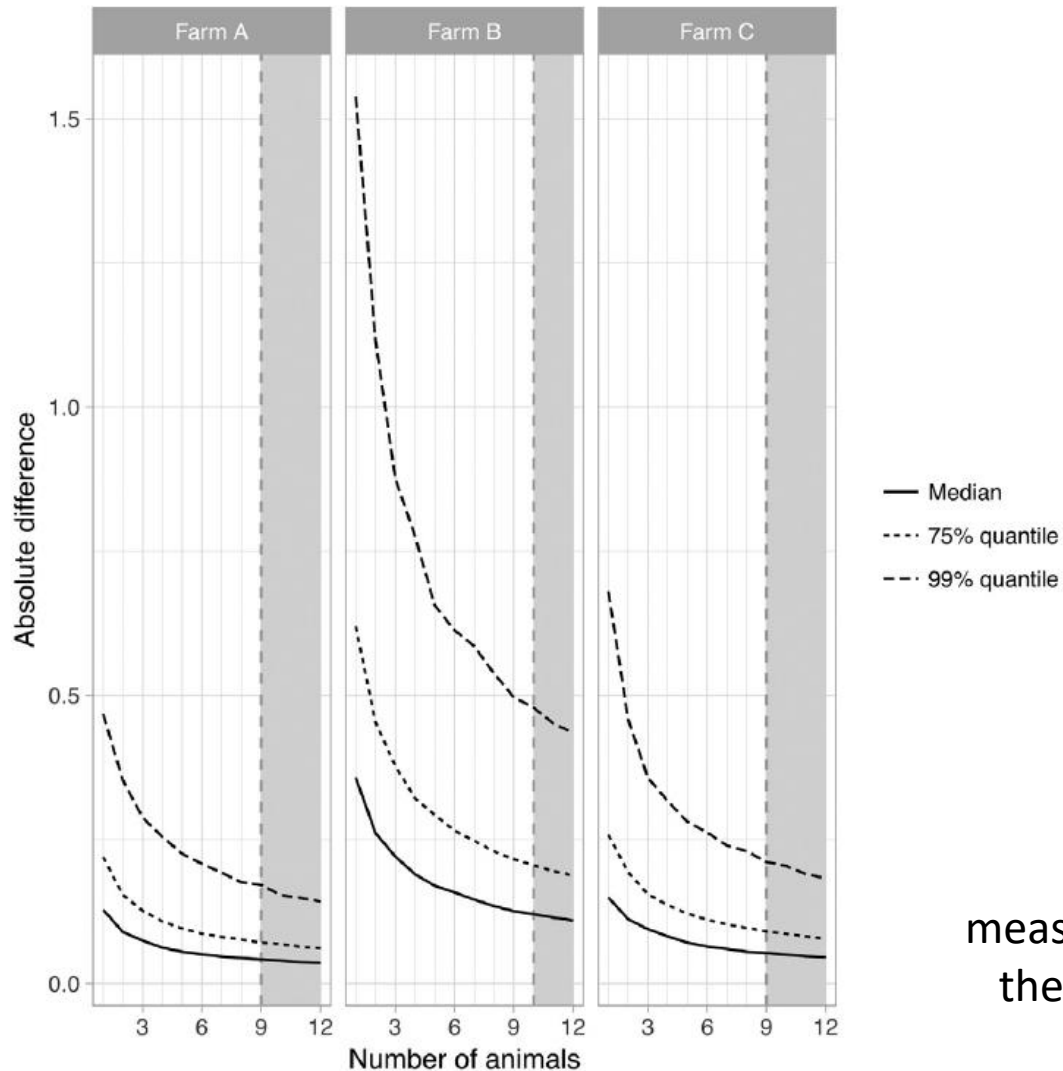
Monitorowanie stada za pomocą bolusów pH

- Poproszono nas o oszacowanie, ile krów w stadzie należałoby wyposażyć w bolusy pH, aby móc dokładnie oszacować stan stada.
- Wykonano zestaw pomiarów pH na zwierzętach w tym samym stadzie w tym samym czasie i dniu.
- Rejestrowano bezwzględną różnicę między średnią próbki a rzeczywistą średnią zaobserwowanego pH u wszystkich zwierząt w tym dniu i o tej godzinie w tym stadzie.
- 1000 iteracji (powtórzeń) – mediana, szacunki kwantylu 75% i kwantylu 99% dla średniego błędu bezwzględnego związanego z każdą kombinacją pory dnia, stada i liczby zwierząt, od których pobrano próbkę.

Jonsson et al. 2019. Evaluation of reticuloruminal pH measurements from individual cattle: Sampling strategies for the assessment of herd status, *The Veterinary Journal*, 243: 26-32 <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.11.006>



Monitorowanie za pomocą bolusów pH



- Im bardziej zmienne jest pH w obrębie zwierzęcia i pomiędzy zwierzętami w stadzie, tym więcej bolusów potrzeba, aby oszacować ogólny stan stada z dokładnością do 0,2 jednostki pH.
- Dla większości stad, 9 zwierząt wyposażonych w bolusy dałoby wiarygodne szacunki, ale w przypadku bardzo jednolitych stad (takich jak Farma A w naszym badaniu) 3 zwierzęta z bolusami dałyby całkiem dobre wskazanie stanu stada.

Jonsson et al. 2019. Evaluation of reticuloruminal pH measurements from individual cattle: Sampling strategies for the assessment of herd status, *The Veterinary Journal*, 243: 26-32 <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.11.006>



Wnioski dotyczące bolusów pH

- Stale monitorujące bolusy pH doskonale nadają się do badań nad skutkami zmian w dawce i zarządzaniu.
- Ograniczenia w użyciu diagnostycznym (praktycznym):
 - Wysoki koszt jednostkowy
 - Krótka żywotność na jednostkę
 - Interpretacja danych
 - Czynniki inne niż pH mogą być ważniejsze



Bolusy motoryczne

- Akcelerometry są stosunkowo tanie.
- Akcelerometry wymagają stosunkowo niewielkiej mocy.
- Znanym skutkiem spadku pH jest zmniejszona motoryka żwaczoczepca.
- **Być może motoryka żwaczoczepca mogłaby być użytecznym wskaźnikiem zaburzeń pH.**
- Opracowaliśmy prototypowe bolusy motoryczne i przetestowaliśmy je w stosunku do badania ultrasonograficznego, obroży i osłuchiwania.

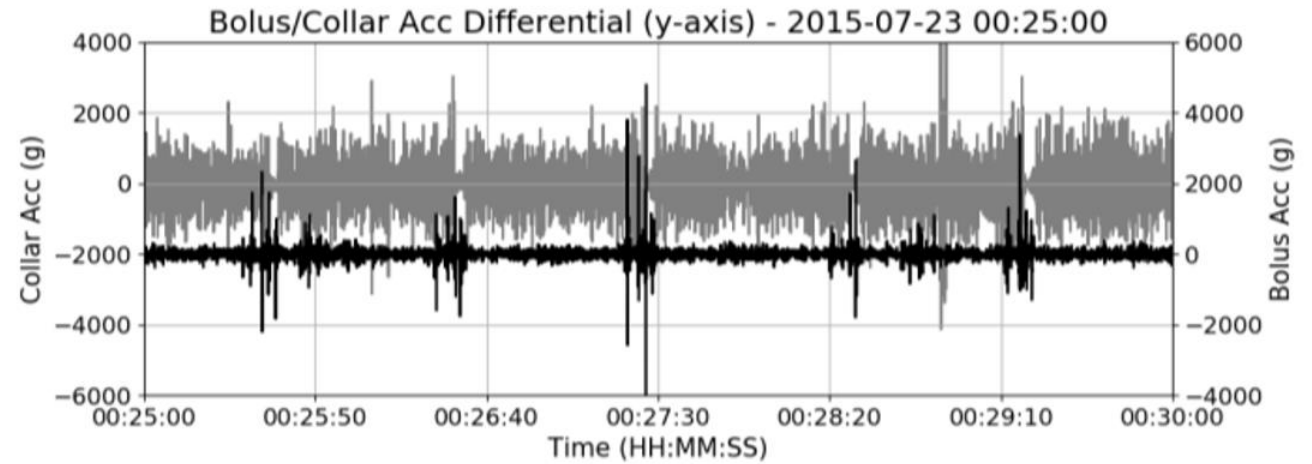


Figure 2. Comparison of accelerometer-derived reticulo-ruminal contraction data and rumination signature using neck-mounted accelerometer. There is close agreement between the putative reticuloruminal contractions and the collar-derived inter-rumination period.

Hamilton et al. 2019. Identification of the Rumination in Cattle Using Support Vector Machines with Motion-Sensitive Bolus Sensors" *Sensors* 19: 1165.

<https://doi.org/10.3390/s19051165>

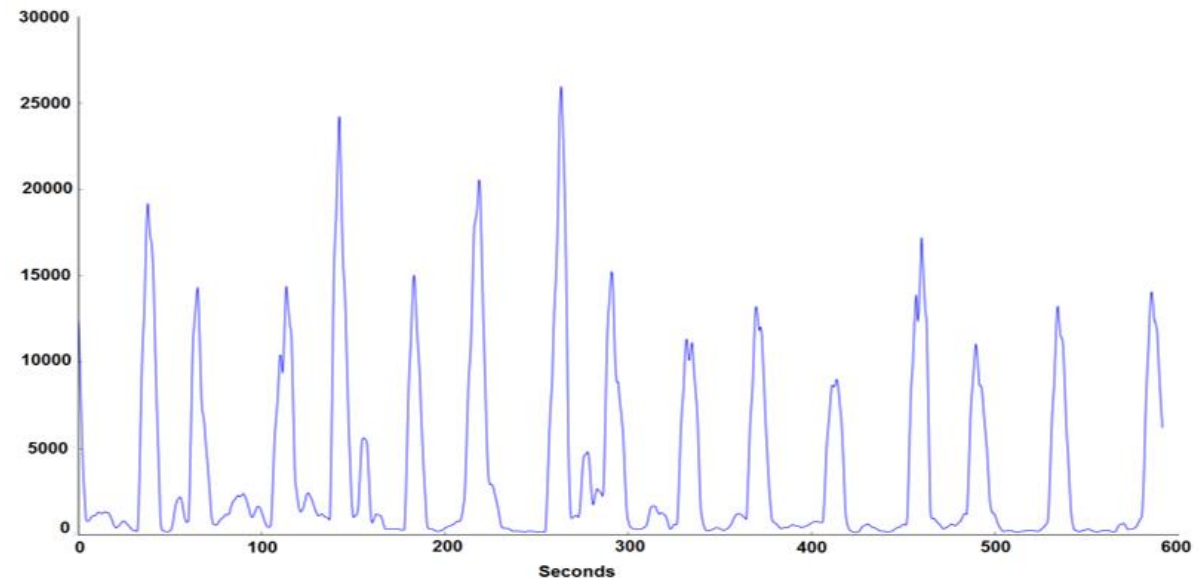


Bolusy motoryczne

Dane z akcelerometrów, hydrofonów i żyroskopów dobrze korespondowały z obserwacjami skurczów żwaczoczepeca.

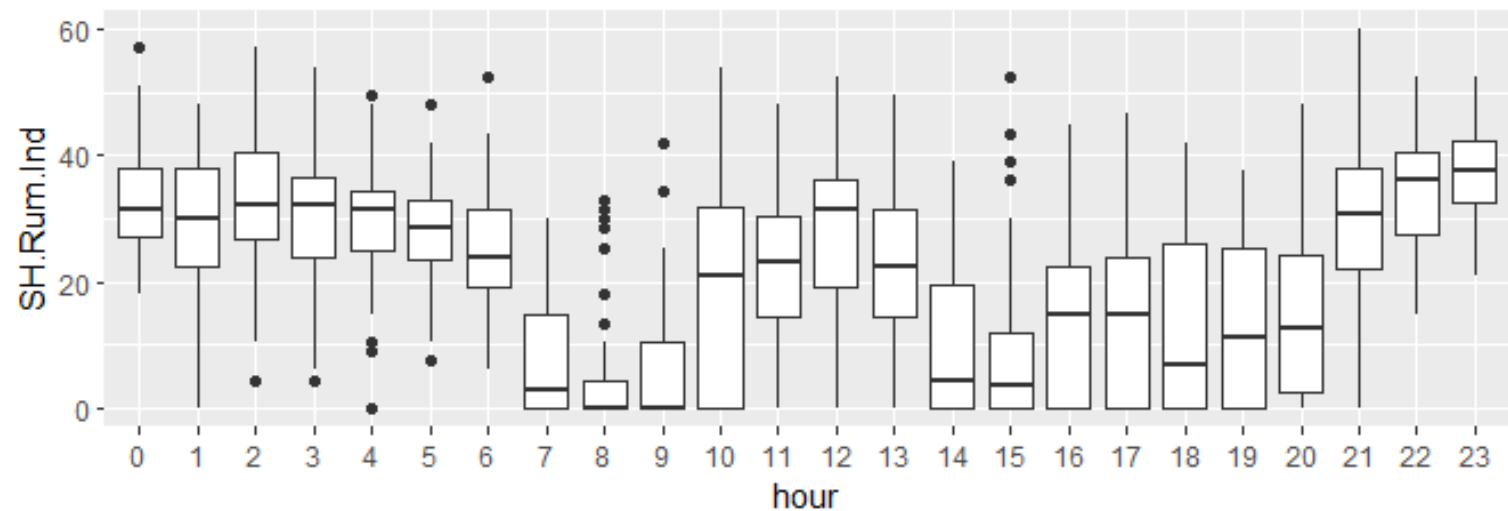
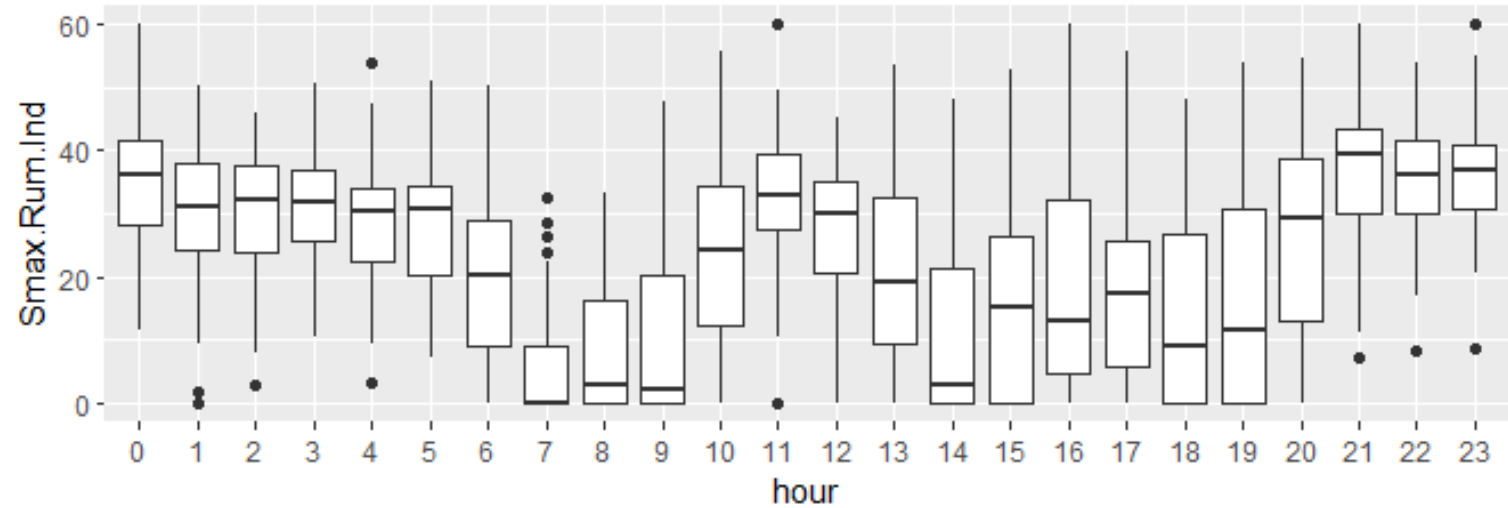


Figure 1. In Study-2, Accelerometers, hydrophones, and gyroscopes were placed in rumen-fistulated Jersey cows. The trace below shows a typical 10-minute recording of variance from a gyroscope in one animal.



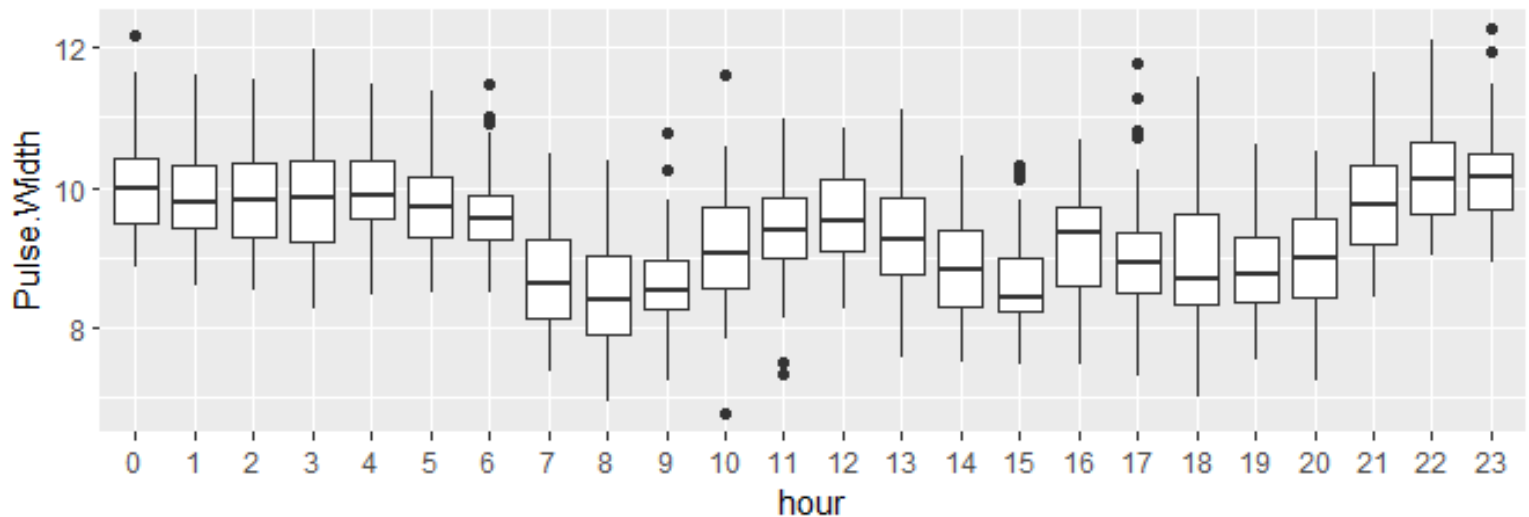
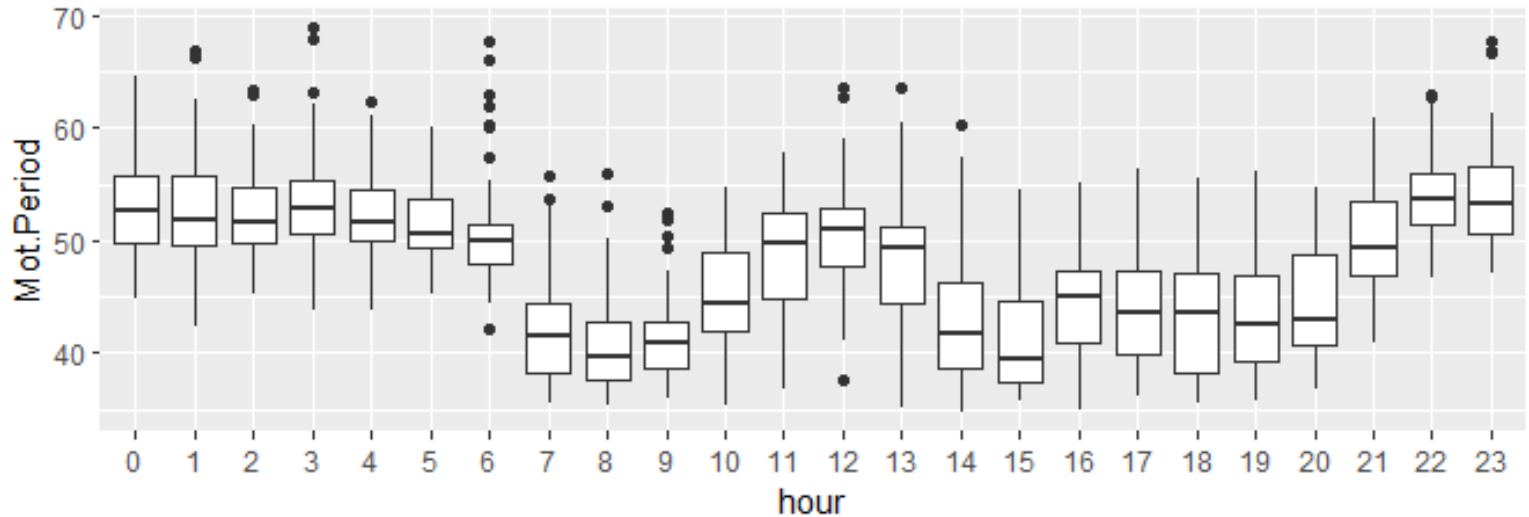
Bolusy motoryczne i przeżuwanie

- Odkryliśmy, że smaXtec nas wyprzedził, więc przestaliśmy pracować z prototypami i przyjrzelśmy się ich urządzeniom.
- Bolusy zwaczoczepcowe działają w zgodzie z obrożami do badania przeżuwania i zachowań związanych z żywieniem.



Bolusy motoryczne

- Dane dotyczące okresu (-ów) i czasu (-ów) trwania skurczów żwaczoczepca były zgodne z oczekiwanymi wzorcami dobowymi.
- Oczekujemy, że parametry te będą wrażliwe na dysfunkcję żwaczoczepca związaną z kwasicą.



Bolusy motoryczne i przeżuwanie

809



DAY

WEEK

MONTH

From



06/01/2021

To

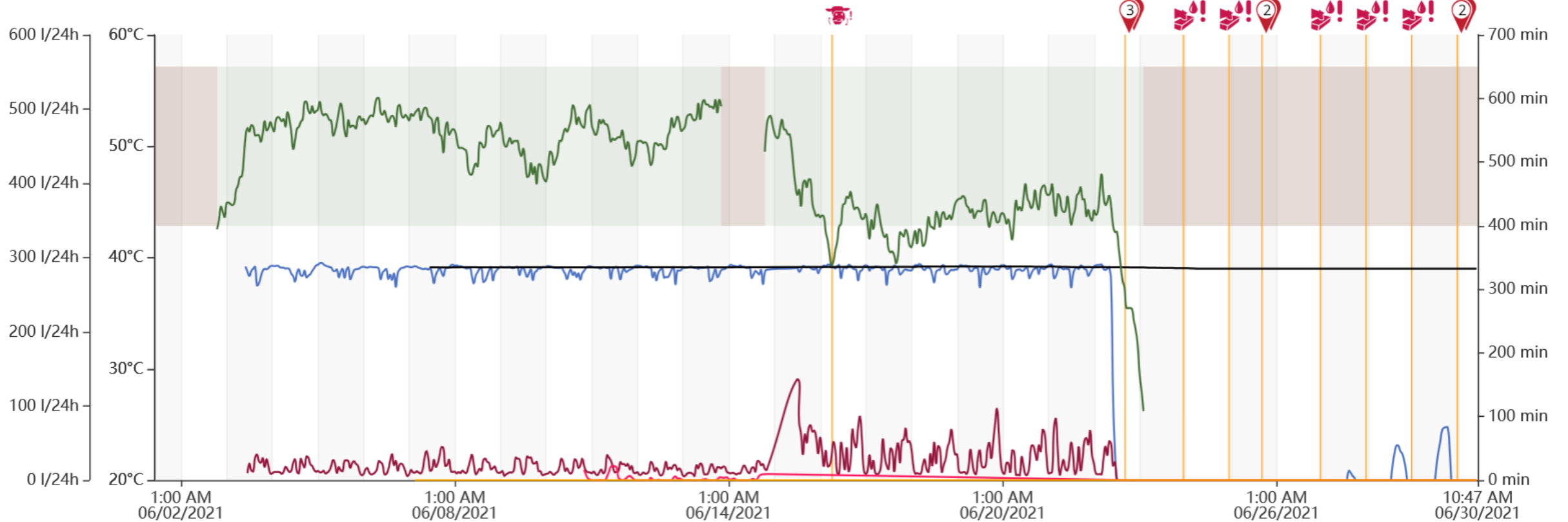


06/30/2021



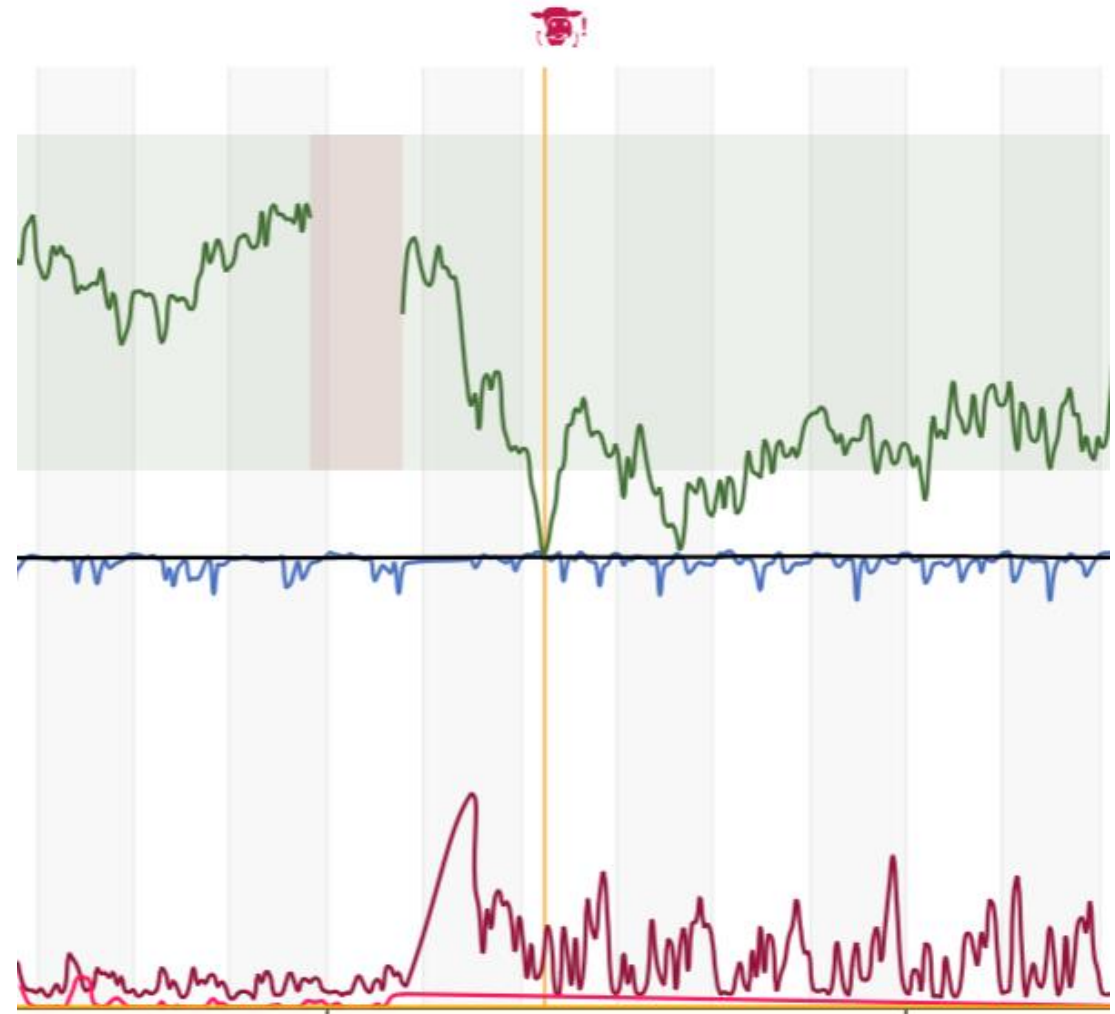
OVERVIEW

FEEDING AND
WATER INTAKE



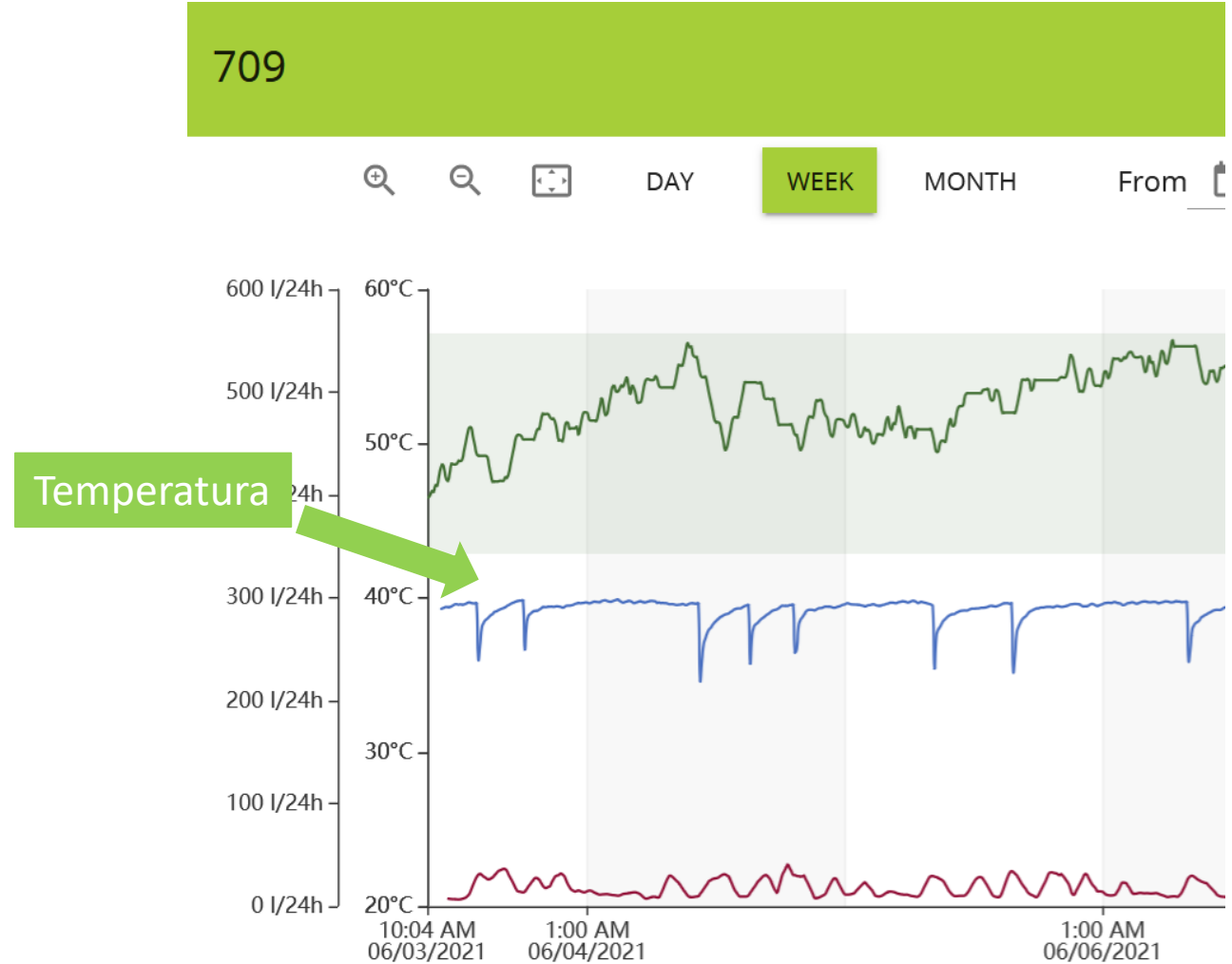
Bolusy motoryczne i SARA

- Motoryka żwaczoczezca jest dobrym odzwierciedleniem jedzenia i przeżuwania i powinna być dobrym wskaźnikiem SARA.
- Dodatek temperatury umożliwia przeprowadzenie procedur diagnostycznych opartych na sztucznej inteligencji, które powinny umożliwić wczesną diagnostykę chorób i różnicowanie niektórych przyczyn.



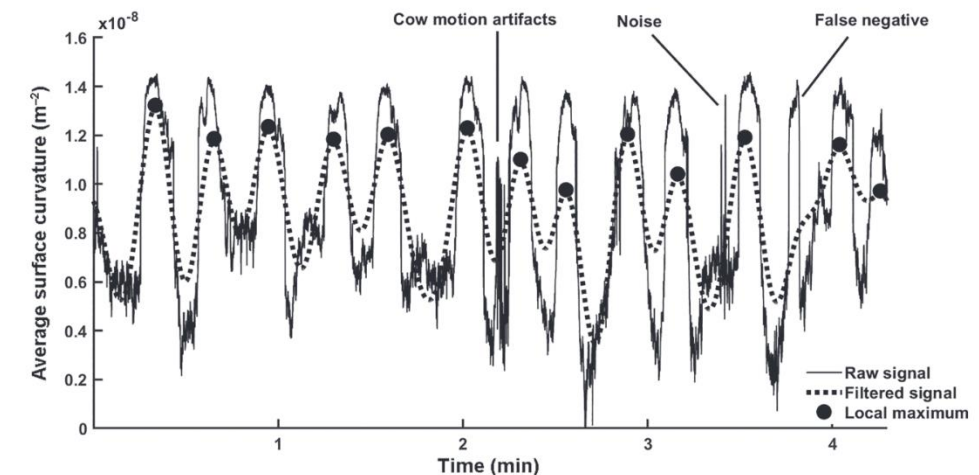
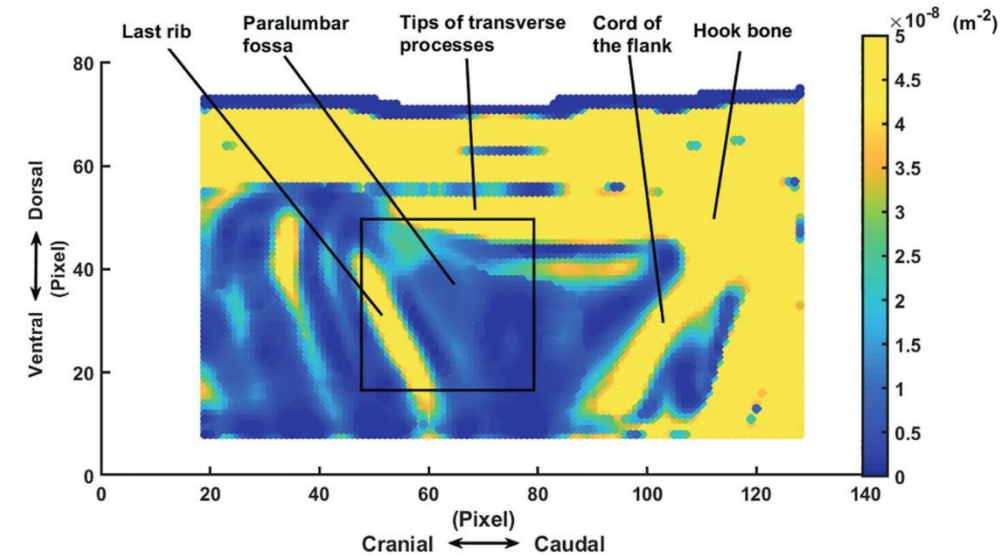
Pomiar temperatury

- Większość urządzeń ma czujniki temperatury – zwykle termistory.
- Wahania temperatury w żwaczoczepcu stanowią dobry wskaźnik zachowań związanych z piciem i odzwierciedlają temperaturę ciała.
- Chociaż może istnieć możliwość wykorzystania danych dotyczących temperatury w diagnostyce kwasicy żwaczoczepca, nie jest ona uwzględniona w tej prezentacji.



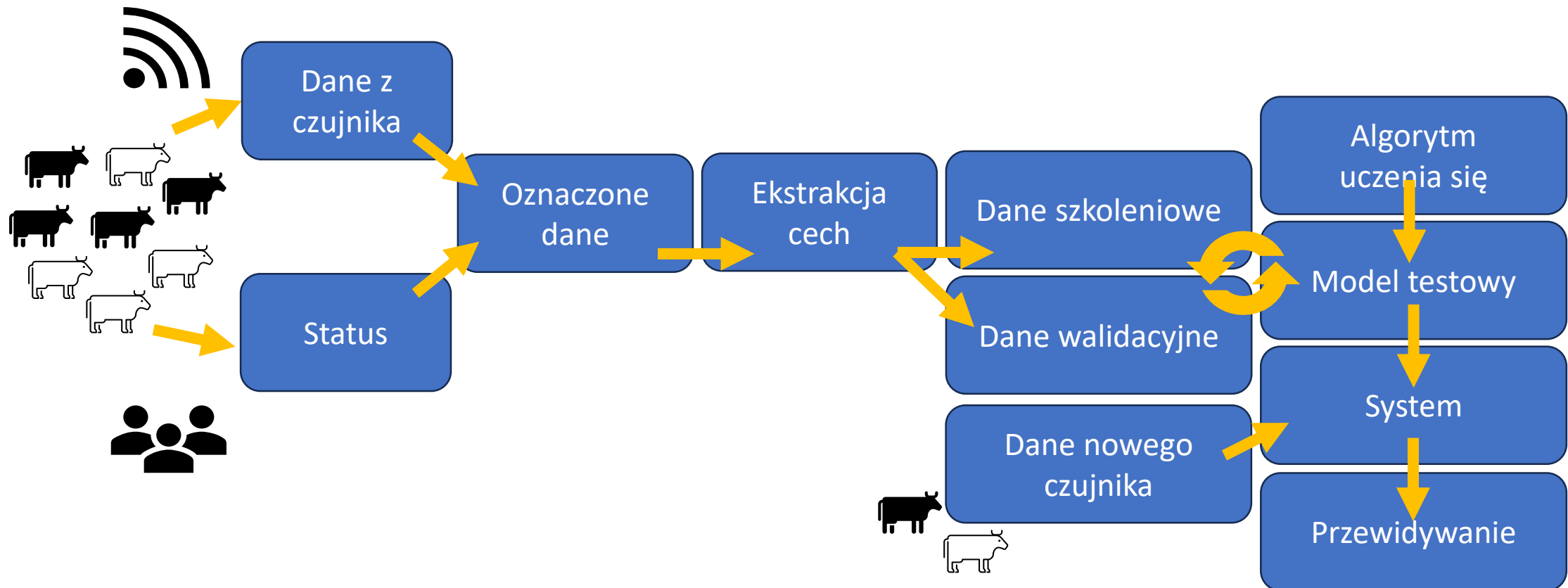
Technologie alternatywne

- Wykrywanie biomarkerów** – urządzenia, umożliwiające pomiar biomarkerów związanych z kwasicą w żwaczoczepcu są technicznie wykonalne. Han i wsp. (2022) wymieniają ponad 30 elektrochemicznych detektorów histaminy (ilościowe oznaczanie histaminy jest powszechne w przypadku owoców morza).
- Urządzenia do oceny wizualnej** – wykazano, że wykrywają skurcze żwacza – mogłyby zostać włączone do zrobotyzowanych systemów udoju. Song et al., Hot topic: Automated assessment of reticulo-ruminal motility in dairy cows using 3-dimensional vision, *Journal of Dairy Science*, 102, 2019, 9076-9081, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16550>



Zintegrowane wczesne ostrzeganie/diagnostyka

Zintegrowanie czujników motoryki i temperatury z jednoczesnymi pomiarami parametrów mleka daje znacznie większe nadzieje w diagnostyce i leczeniu chorób niż same bolusy pH. W przypadku dowolnej technologii stosowanej w tej przestrzeni fałszywe alarmy będą wyzwaniem, szczególnie na wczesnym etapie rozwoju.



Podziękowania dla współpracowników

- Ian Lean, Helen Golder
- Joachim Kleen, Matt Denwood
- Giovanni Capuzzello, Lorenzo Viora
- Stefan Rosenkranz, Thomas Wittek
- Elena Borelli, Malcolm MacColl
- Stefan Yerby, Rheinallt Jones
- Craig Michie, Andrew Hamilton, Ivan Andonovic
- Holly Ferguson, Chris Davison, Christos Tachtatzis



Dziękuję za uwagę

