

PLF

Solymosi Norbert

2015-03-26

Precíziós állattartás

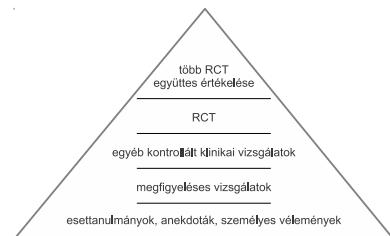
A haszonállattartásban az egy állaton érvényesíthető profit alacsony. Így pl. egy broiler csirkén a haszon kb. 0.11 Euro, vagyis a gazda 50 000 eladása esetén keres 5 500 Eurót, vagy egy hízón az átlagos haszon 5-10 Euró. Az érvényesíthető eladási árakat szemlélteti az is, hogy egy liter ásványvíz ára megközelíti vagy meghaladja egy liter tej árát. Ahhoz, hogy a termelés kifizetődő legyen, az egyik lehetséges változtatás a termelő részről, hogy egyre nagyobb állományokban termel.¹ Nyugat európában nagyjából 3 millió gazdálkodó termel több, mint 500 millió fogyasztóra, de a termelők száma folyamatosan csökken.

A nyugat európai gazdálkodás szerkezetének a tömegtermelés irányba való eltolódását erősítheti az is, hogy a húsfogyasztás világ-szerte növekszik. Mértékadó becslések azt mutatják, hogy a Földön a hús iránti kereslet a következő 15 évben 40%-al emelkedhet. Földünkön jelenleg kb. 60 milliárd állatot vágnak le évente. Ennek a 40%-os növekedése várható kevesebb, mint két évtizeden belül.

Ez az igény jelentős kérdéseket vet fel a mezőgazdaság, állattartás vonatkozásában. Ilyen pl. az egészséggel kapcsolatos téma-kör, amiben az egészséges élelmiszer előállítása nem lehetséges az állat egészségének figyelembe vétele nélkül. A nyugati világban egyre nagyobb hangsúlyt kapó állatjállítás szintén nem hagyható figyelmen kívül. Az intenzív állattartás a környezetre vonatkozóan jelentős terhelést jelent, ennek kezelése nem megkerülhető. Számos szociális és gazdasági kérdést (pl. munkanélküliség, munkakörülmények, méltányolható jövedelem) ugyancsak felvet az agrárium ilyetén átalakulása.

A növekvő állományméretek miatt a termelési, reprodukciós, által-egészségügyi, állatjállíti mutatók állományszintű megfigyelése, értékelése meglehetősen nagy feladatot ró a termelőre. További fontos szempont, hogy e mutatókat folyamatosan kell értékelni. A napi egy-szeri szemrevételezés sok esetben nem jellemzi az állomány állapotát. A napszaki változások követése szintén nem megoldható pontszerű szemrevételezéssel (itt megjegyzendő, hogy a mutatók éjszakai szintje gyakorlatilag teljes homályban marad). Pedig pl. a ventilláció az azt szabályozó hőmérséklet csökkenése miatt alacsonyabb szinten működik, így a károsgáz-koncentráció megemelkedik. Vagy az éjszakai agresszivitásnak esetleg csak a reggeli kimart hulla adja jelét. Egy-

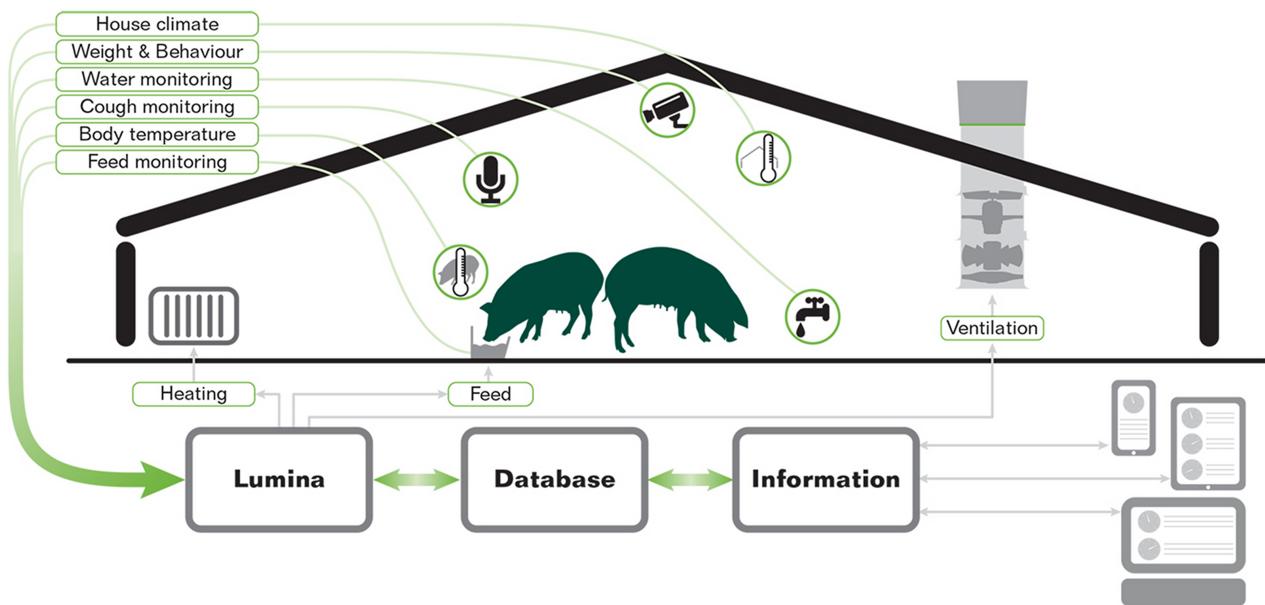
¹ Természetesen egy másik irány lehet az is, hogy drágában értékesít, amit azonban a fogyasztó csak extra minőségről fizet meg. Illetve ennek az értékesítési köre korlátozottab, mint az olcsóbb és alacsonyabb haszont adó tömegáru.



bek mellett ezekre jelent megoldási kísérletet a precíziós állattartás.

Precíziós állattartás (Precision Livestock Farming, PLF) alatt a haszonállattartás olyan menedzsmentjét értjük, ami a termelésnek/szaporodásbiológiának, az egészséggel, illetve a jólléttel kapcsolatos mutatóknak, valamint a környezeti hatásoknak a folyamatos, automatikus felügyeletén/szabályozásán alapszik. A PLF folyamatosan működő, automatikus felügyeleti rendszerek (kép-, hangelemzés és szenzorok felhasználásával) segítségével követi nyomon az állatok egészségi állapotát és jóllétét, illetve teszi lehetővé a betegségek, rendellenességek korai detektálását. Az automatizáltság lehetővé teszi, hogy a gazda valós idejű információkat szerezhessen olyan mutatókra vonatkozóan, amelyek a legfontosabbak számára annak érdekében, hogy menedzszerje, optimalizálja a termelést és az állatjóléket, gyors és megbízható módon.

A PLF különböző érzékelési technológiák segítségével gyűjt információkat az állatokra és azok környzetére vonatkozóan. Ezeket modellek, algoritmusok segítségével feldolgozza, elemzi és olyan szakmailag értelmezhető formába alakítja át, amit a gazda, az állatorvos fel tud használni a munkája során. Az 1. ábra egy olyan jövőbeli istálló műszaki, technológiai vázlatát mutatja be, ami lehetővé teszi a PLF-et.



1. ábra. A jövő istállója (Vranken et al., 2012)

Állategészségügyi, állatorvosi szempontok

A PLF által nyújtott állategészségügyi, állatjólléti problémák korai detektálhatósága mindenképpen hasznos segítője lehet az állatorvosnak. Azonban nagyon fontos, hogy az állatorvosi szakmai ismereteket nem helyettesítheti semmilyen technológia sem, így az állatorvos nem válik nélkülözhetővé a PLF esetén sem.

Az PLF technológiák nyújtotta információk az állatorvosi munka kiegészítői és nem helyettesítői. Talán hasonlíthatjuk a technológia nyújtotta információkat a klinikusok munkáját segítő kiegészítő diagnosztikai módszerekhez (pl. RTG, UH, biomarkerek). Az ezekből származó kiegészítő információk az állatorvosi munkát, beavatkozást pontosabb alapokra helyezik.

Állatorvosi szempontból a kulcs a korai detektálás, ami korai beavatkozást tesz lehetővé (*elsődleges vagy másodlagos prevenció*).² Ezáltal alacsonyabb gyógyszerfelhasználást, mérsékeltebb kieséseket.

Mivel a PLF-technológiák kimeneti adatai általában valamelyen adatbázisban tárolódnak és onnan internetes felületek segítségével olvashatók, lekérdezhetők, az állatorvos távolból is nyomon követheti az általa ellátott telepek mutatóit.

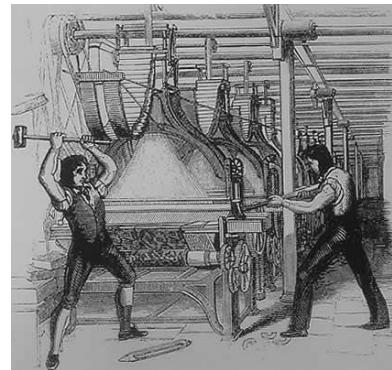
A PLF-technológiák által szolgáltatott információk kvantitatív jellege segíti a kutatást is. Különböző kondíciók között tartott állatok állománszintű kvantitatív elemzését teszi lehetővé, ami a korábbiakban csak kivételes esetekben volt lehetséges.

Köhögésszám

A köhögés számos légzőszervi betegség tünete lehet. A sertések állománszintű, teremszintű „köhögésvizsgálata” régóta alkalmazott állománydiagnosztikai módszer. A hizlaldában, miután az állatokat felállásra készítetjük, 5 percig számoljuk a köhögések számát. A *Welfare Quality®* (2009) protokoll szerint egy vizsgálati ponton legalább két kutricát³ figyelve számoljuk meg az 5 perc alatt megfigyelhető köhögések számát.

Azonban ez a fajta vizsgálat csak pontszerű becslést enged meg az állomány vagy egyes hizlaldák légzőszervi érintettségével kapcsolatban. Számos kutatás tényező, hogy a haszonállatok légzőszervi megbetegedését, annak súlyosságát a köhögés elektronikus érzékelésével és mesterséges intelligencia alkalmazásával (Exadaktylos et al., 2008; Ferrari et al., 2010) figyeljük meg.

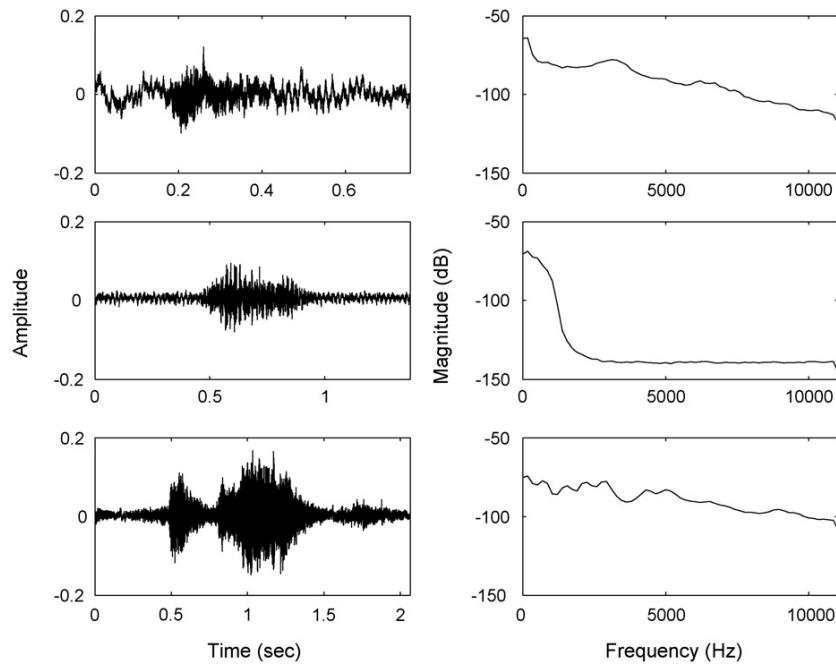
A valós idejű köhögésdetektálás jelenleg még komoly informatikai, modellezési feladat. Az alapfeladat az, hogy hogyan lehet az egyéb zajoktól (pl. ajtócsapódás, ventillátor zaja, az állatok verekedése során adott hangok) elkülöníteni a köhögés során adott hangot.



² A betegség-prevenció három szintre bontható. Az elsődleges prevenció a betegség megjelenésének megakadályozását jelenti, vagyis az állomány egészségének fenntartását. A másodlagos prevenció (vagy betegség-visszasorítás) a betegség következményeként megjelenő károk minimalizálását célozza, miután már megjelent a betegség és az elsődleges prevenció eredménytelen volt. A harmadlagos prevenció az állomány rehabilitációját jelenti, miután az elsődleges és a másodlagos prevenció is sikertelen volt.

³ kb. 20-40 állat

A rendszerek működésük során folyamatosan rögzítik a hizlalda légtérében képződött hangokat, zajokat. Ezek frekvenciáját, amplitúdóját és hosszát elektronikus jelé alakítják és továbbíták a klasszifikáló algoritmus felé. A klasszifikáló algoritmus a köhögésre jellemző mintázatokat (frekvencia, amplitúdó, időtartam) elkülöníti a légtérben rögzített egyéb zajuktól (2. ábra).



2. ábra. Az istállóban rögzített különböző hangok frekvencia – amplitúdó – időtartam mintázatai. A felső sorban a beteg köhögés, középen a röfögés, alul pedig a vizítás mintázata látható (Exadaktylos et al., 2008)

Az említett mintázatok alapján történő klasszifikálás azt célozza, hogy az érzékelt hangokat különböző osztályokba soroljuk. A köhögésszámlálás legegyszerűbb esetében egy adott zajról eldöntsük, hogy köhögés vagy nem köhögés. Vagyis az érzékelt zaj két osztályba kerülhet: vagy azt mondjuk, hogy köhögés volt vagy azt, hogy *nem volt köhögés*.

A klasszifikáló algoritmusok álatlábán úgy működnek, hogy ún. tanuló adathalmazon „megtanulják” elkülöníteni a különböző osztályokat a mért adatok alapján. Azonban ahhoz, hogy ez megtörténheszen, valamilyen ún. gold standard módszerrel meg kell adnunk azt, hogy a megfigyelések során mit tekintsen az algoritmus köhögésnek, illetve mit nem. Az állatok köhögésszámlálása során a gold standard az istállóban hallható zajok emberi osztályozása.

Képzeljük el azt a helyzetet, hogy az említett hangérzékelő rendszer működése mellett egy ember egy készülékkal a kezében rögzíti azt, hogy egy adott időpontban hallott-e köhögést. Mivel itt nagyon rövid ideig hallatszó hangokról van szó, fontos, hogy a hangérzékelő

rendszer és a manuális köhögésszámláló eszköz órája szinkronizált legyen. Miután hosszú órákon keresztül ez a párhuzamos vizsgálat megtörtént, a klasszifikáló algoritmust meg lehet tanítani, hogy a megfigyelt hangmintázatok közül mi köhögés és mi nem. Természetesen (általában) a tanulás során kialakult szabályrendszer nem tökéletes. Vagyis van úgy, hogy a köhögést nem köhögésként azonosítja és van, hogy egyéb zajokat köhögésként azonosít. Ezt nevezzük a klasszifikáció hibájának.⁴ A klasszifikáció hibáját számszerűsíteni szoktuk, amivel mérni tudjuk, hogy mennyire megbízható a rendszer, amit használunk. Erre leginkább a szenzitivitás és a specificitás értékeket használjuk.⁵ A köhögésdetektálás szenzitivitása (SE), annak a valószínűsége, hogy egy valóban köhögési hangot, az algoritmus köhögésként azonosít. Míg a specificitása (SP), annak a valószínűsége, hogy egy nem köhögési zajt nem azonosít köhögésként.

Vandermeulen et al. (2013) által bemutatott vizsgálatban az imént vázolt vizsgálatot elvégezték, és szakemberek segítségével 5319 hangot különítettek el az istállóban. Ebből 2034 volt köhögés és 3285 nem-köhögés. Az általuk alkalmazott algoritmus a 2034 köhögésből 1923-at köhögésként azonosított, míg 102-t nem-köhögésként. A 3285 nem-köhögésből az algoritmus 2589-et azonosított helyesen, nem-köhögésként és 696-ot tévesen köhögésként.

Ezek alapján a köhögésdetektálási rendszer szenzitivitása $SE = 1932/2034 = 0.9598$, vagyis 96%-os, míg a specificitása $SP = 2589/3285 = 0.7881$, vagyis 79%-os.

Amikor állatorvosként hasonló rendszerekkel kapcsolatban kérdeznek meg bennünket, ezeket a hibaértékeket mindenig meg kell ismerünk ahhoz, hogy megalapozott véleményt tudunk megfogalmazni a rendszer megbízhatóságával kapcsolatban. A szenzitivitás érték azt mutatja, hogy a köhögéseknek minden össze 4%-át nem jelzi nekünk a rendszer, azonban az alacsony specificitás érték az esetek majdnem egynegyedében nem-köhögési zajokat is köhögésként jelezhet felénk.

Érdemes tudni e két hibamutatóról, hogy ha az egyik értéke emelkedik, akkor a másik értéke csökken. A rendszerek finomhangolása során van arra lehetőség, hogy a kívánt célnak jobban megfelelő szenzitivitás-specificitás értékpárral működtessük a rendszereket.

Az eddig leírt megközelítésben csak a köhögések számának detektálásáról volt szó. Vannak azonban olyan fejlesztések, kutatások, amelyek azt célozzák meg, hogy a köhögés minősége alapján különböző légzőszervi körképeket különítsenek el, ezáltal betegségspecifikus korai detektálást lehetővé téve. Gutierrez et al. (2010) PCV2, PRRS, illetve Mycoplasma hyopneumoniae okozta légzőszervi megbetegedések köhögésének vizsgálata során találtak elkülönítő mintázatokat.

Az ALL SMART PIGS FP7-es projektben alkalmazott, a Sound-

⁴ diagnosztikai teszteknél, eljárásoknál ugyanilyen klasszifikációs hibák vannak

⁵ használhatjuk még többek között a prediktív értékeket is

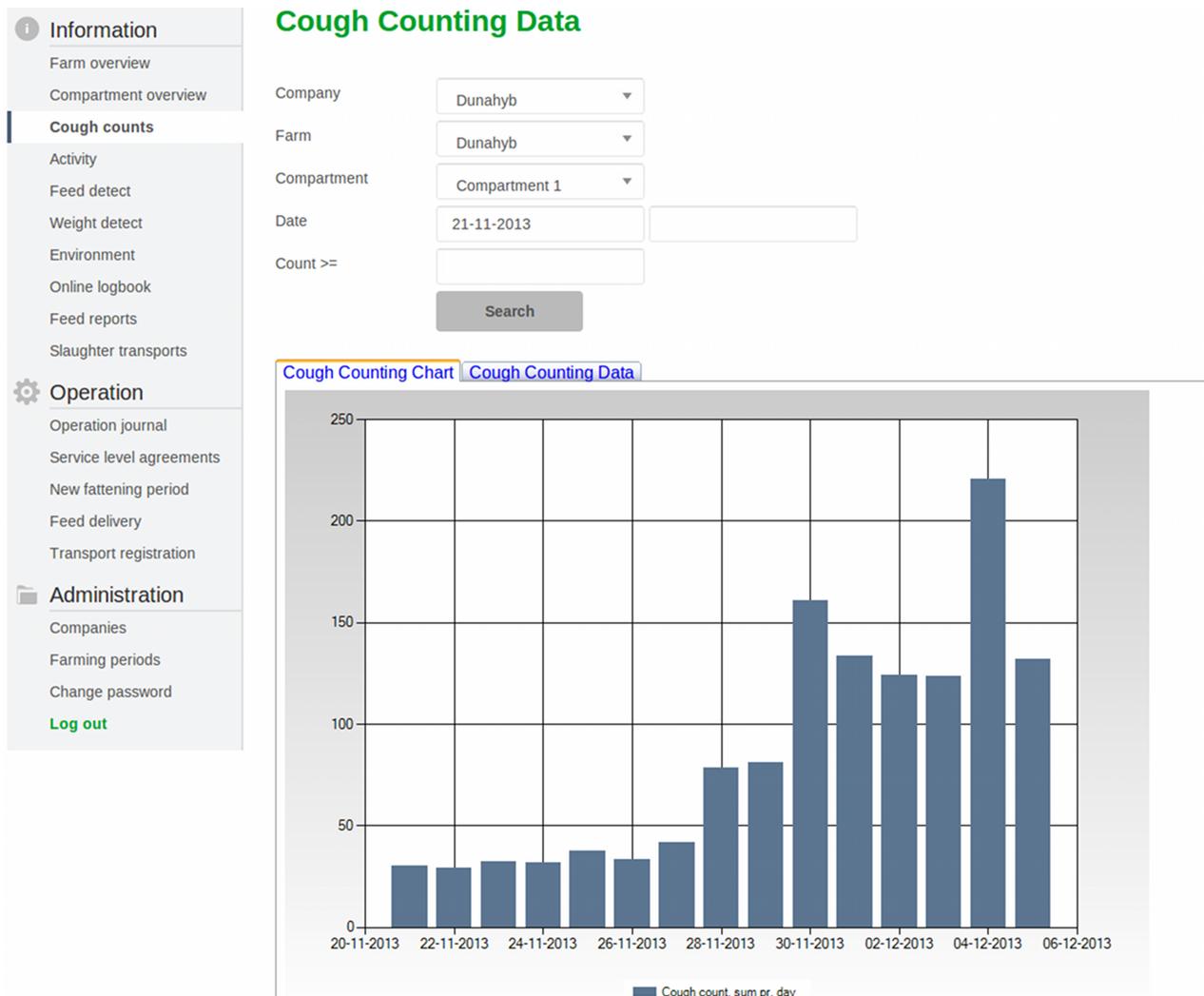
	<i>Ember által azonosított</i>	
	Köhögés	Nem-köhögés
<i>Műszer alapján</i>		
Köhögés	1932	696
Nem-köhögés	102	2589
Összesen	2034	3285

Talks által fejlesztett Pig Cough Monitorral (3. ábra) detektált napi köhögésszámokat mutatja a 4. ábra.

A 4. ábrán látható, hogy november végén – december elején az azt megelőző időszakhoz képest jelentős emelkedés volt a napontkénti köhögések számában. Ez az emelkedés a napi, szokásos állománya-szemle során nem szűrt szemet. Azonban a rendszer által adott információ alapján sikeresen azonosítani légzörszervi megbetegedést mutató hízókat. Ez egy jó példa lehet arra vonatkozóan, hogy a PLF-technológiák olyan kiegészítő információkkal szolgálnak, amelyeket egyébként a minden napokban talán nem is figyeltük volna meg (pl. éjszaka jelentkezik a köhögésszám-többlet). Ugyanakkor a rendszer segítségével történő észlelésük után a célzott vizsgálatnál már szükséges az állatorvosi szaktudás, tapasztalat.



3. ábra. SoundTalks – Fancom: Pig Cough Monitor (Vandermeulen et al., 2013)



4. ábra. Hizlalda napi köhögésszámok az ALL SMART PIGS projekt felhasználói felületén (NEMA)

Levegőminőség

A haszonállatartó épületek légterében számos szennyező anyag fordul elő, mint pl. az ammónia, metán, széndioxid, szénmonoxid, kénhidrogén, mikroorganizmusok, szálló por. Ezek hajlamosító tényezőként betegségek kialakulásában játszhat szerepet. Pl. az ammónia és/vagy szállópor-tartalom a légtérben megemelkedése légzőszervi betegségek kialakulásához vezethet mind az állatokban, mind a dolgozókban.

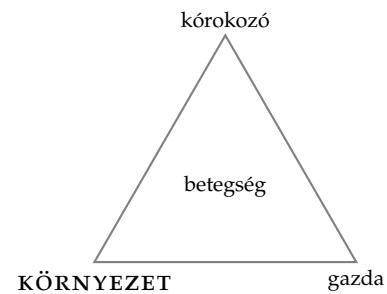
Ugyanakkor az istállók légterének hőmérséklete és páratartalma, a légmozgás mértéke is nagyon fontos mutató az állatok egészsége és jólléte szempontjából. Ezért fontos lenne, hogy az állattartó épületek légterében e paraméterek jelenlétének mértékéről folyamatos és pontos információval rendelkezzünk.

Annak ellenére, hogy az említett paramétereknek betegségek kialakulásában játszott szerepe közismert, egészen napjainkig gyakorlatilag nem léteztek olyan állattartáshoz társuló technológiák, amelyek folyamatosan, nagy gyakorisággal mértek volna és a mért adatokhoz automatikus kiértékelő rendszer is kapcsolódott volna. Általános volt, hogy egyszerű, kézi kvalitatív, szemkvantitatív vagy rövidtávú mérést lehetővé tevő kvantitatív eszközöket használtak egyes paraméterekre. Azonban a pontszerű mérések csak a vizsgálat időpontjára vonatkozóan adnak információkat. Pl. egy nappali mérés esetén nincsen információnk az éjszakai ammónia-koncentrációról. Pedig mivel éjszaka mind az istállóbeli, mind a kívüli levegő hőmérséklete alacsonyabb a nappalinál, az általánosan használt hőmérsékletre optimalizált ventillációs rendszerek alacsonyabb mértékű légcserét biztosítanak, így az istálló levegőjének ammóniakoncentrációja magasabb lesz. Ugyancsak nem szerezhetünk információt a szezonális változásokról a pontszerű, vagy rövidtávú mérésekkel.

Ezért a PLF-technológiák egyik fontos eleme a levegőhigiéniai-lag fontos paraméterek folyamatos méréset, elemzését és az ehhez kapcsolódó értelmezését végző rendszer. Egy ilyen rendszer mérőegységét⁶ mutatja be a 7. ábra. A műszer segítségével folyamatosan mérhetjük az istállóbeli levegőhőmérsékletet, páratartalmat, NH_3 -, CO_2 -, illetve a szállópor koncentrációt.⁷

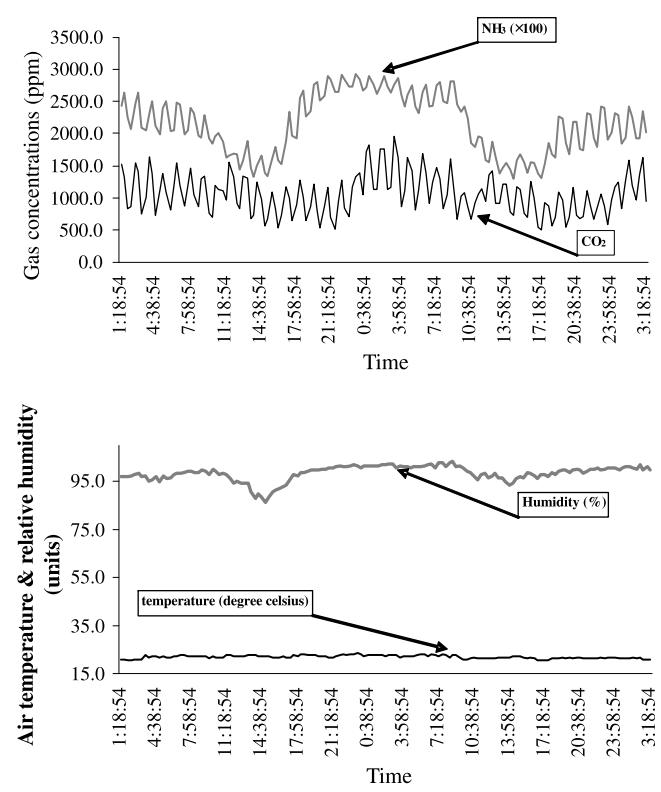
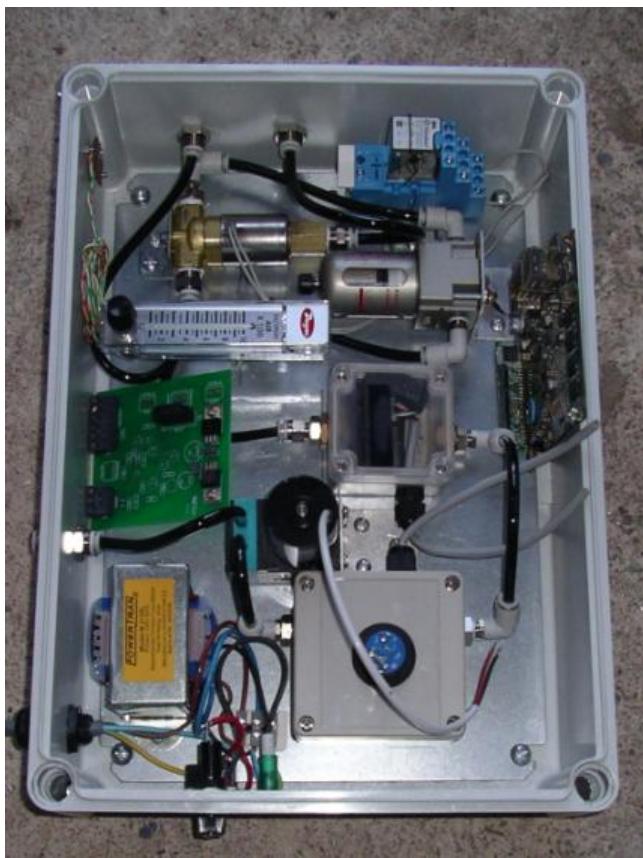
A levegőkémiai műszereknél különösen fontos megemlíteni, hogy attól függően, hogy milyen minőségű szenzorokat használ a műszer időszakosan kalibrációra szorulnak. Továbbá azt is fontos tudni, hogy az elektrokémiai szenzorok a kalibráció mellett is csak meghatározott ideig használhatók, vagyis cserére szorulnak.

Kutatásban és gyakorlatban egyaránt használnak úgynevezett loggereket környezeti paraméterek rögzítésére. Az ezek által szolgáltatott információk szintén hasznosak. Azonban általában ezek



⁶ PLF Agritech EU Ltd

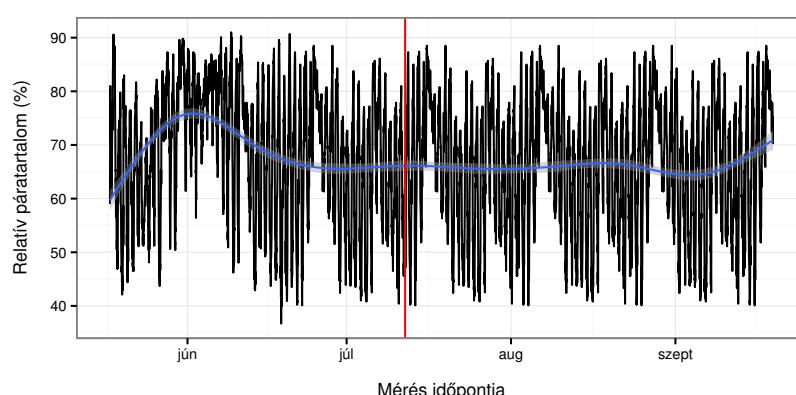
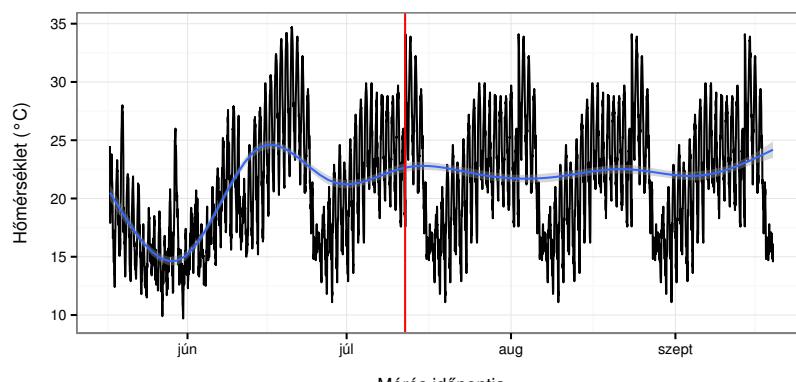
⁷ A műszer csak a teljes szállópor-koncentrációt tudja mérni, nem alkalmas különböző frakcióinak mérésére. Erre elérhetők más mérőrendszerek.



5. ábra. Enviro-Detect (PLF Agritech EU Ltd) készülék és valós idejű mérési eredmények grafikonjai ([Banhazi, 2009](#))

nem nyújtanak lehetőséget az online, folyamatos adatleolvasásra. Ebben alapvetően eltérnek a PLF-rendszerektől, egy példát láthatunk a folyamatos adatleolvasás hiányának veszélyére az alábbiakban.

Egy kutatás kapcsán a 6. ábrán látható loggert függgesztettük ki egy szarvasmarhatartó telep egyik istállójában, a nyár elején. A vizsgálat célja az állatok hőstresszének középtávú követése volt.



A műszer által mért eredményeket szeptember végén leolvastuk, és azt látuk, hogy július közepétől az adatsorunkban szabályosan ismétlődő értékek vannak. Vagyis a műszer meghibásodott. Ezért a július közepe után mért adatok nem voltak használhatók további elemzésekre. Mivel ez a műszer ugyan folyamatos mér, de nem olvasható online eléréssel, ezért nem észleltük az eszköz meghibásodását. Ha távoli elérésű, PLF-technológiát alkalmaztunk volna, akkor a meghibásodást korábban észlelhettük volna és a műszert idejében cserélhettük volna.



6. ábra. Hőmérséklet-páratartalom logger

7. ábra. A hőmérséklet-páratartalom logger mérési eredményei. A piros függőleges vonal utáni mérési eredmények szabályosan ismétlődők, műterméknek tekinthetők, így használhatatlanok

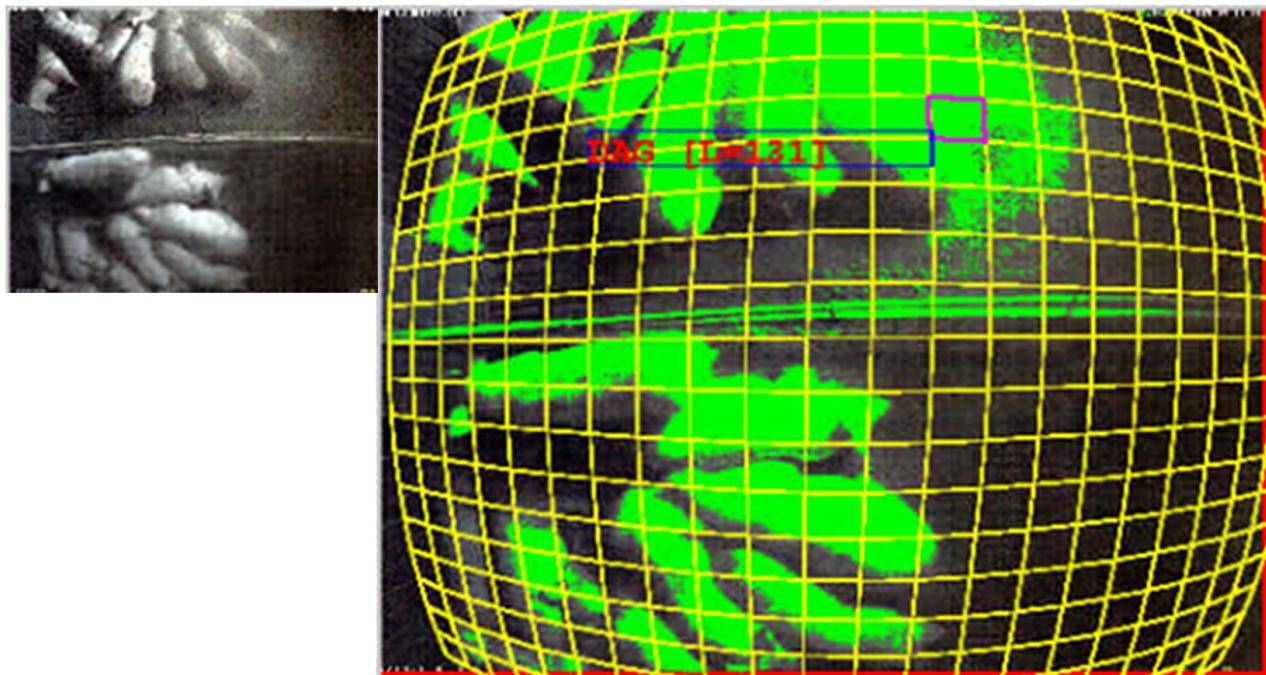
Viselkedés

Az állatok mozgásintenzitásából, illetve az istállóbeli eloszlásából a viselkedésükre, jóllétükre vonatkozóan vonhatunk le következtetéseket. A PLF-technológiák között vannak olyan rendszerek, amelyek folyamatosan rögzítnek digitális fényképeket az állatokról, és azokat különböző módon feldolgozva értékelik ki az aktivitás szempontjáról.

Sertés és baromfi esetében ilyen a Fancom eYeNamic rendszere (8. ábra). Ennél kamerák vannak az istálló plafonjára rögzítve, úgy hogy függőlegesen lefelé irányul a lencséjük. Az elemző szoftver nyers felvételek (9. ábra bal felső kép) fólé egy rácshálót illeszt (9. ábra jobb kép). Az állatok színét maszkolja és elkülöníti a környezet színeitől. Ezek után azt elemzi, hogy a rácsháló egyes celláinak milyen a lefedettsége az állatokat jelentő színnel. A lefedettségnek, illetve annak változásának elemzéséből hasznos információkhoz juthatunk az állatok viselkedésére, aktivitására (10. ábra) vonatkozóan.

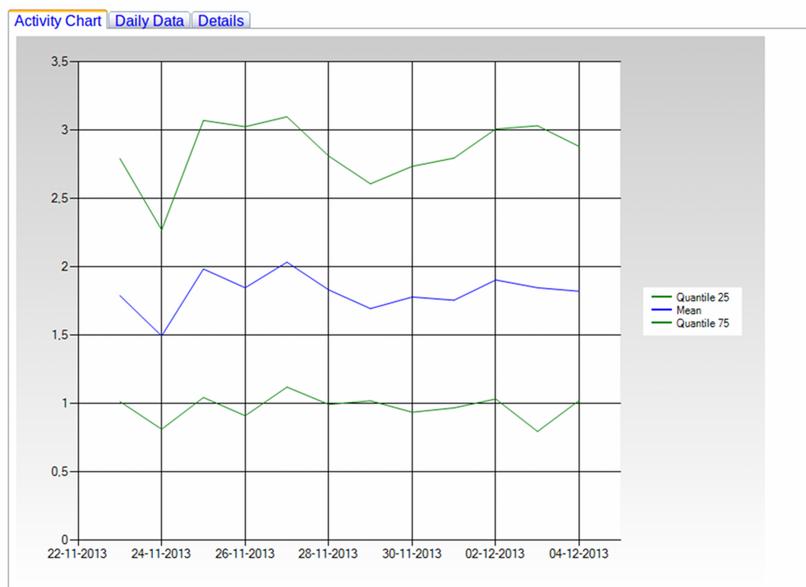


8. ábra. Fancom: eYeNamic kamera (Vranken et al., 2012)

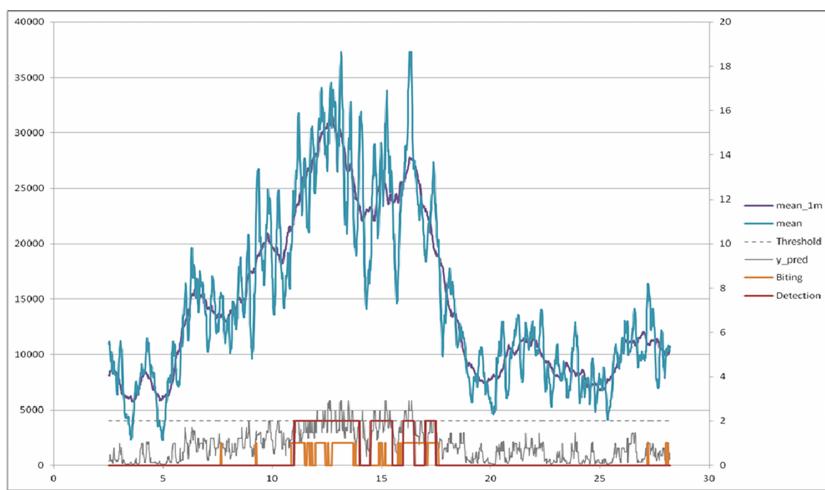


9. ábra. eYeNamic nyers és feldolgozott felvételek (Fancom)

Az állatok aktivitásának emelkedése több okra is visszavezethető, pl. a csoporton belüli agresszivitás fokozódása (11. ábra). De lehet oka az is, hogy a használható területük csökkent (pl. vízállásos rész jön létre csőtörés miatt) és így kisebb lett a pihenőtér, kevesebben tudnak feküdni és több állat keres helyet.

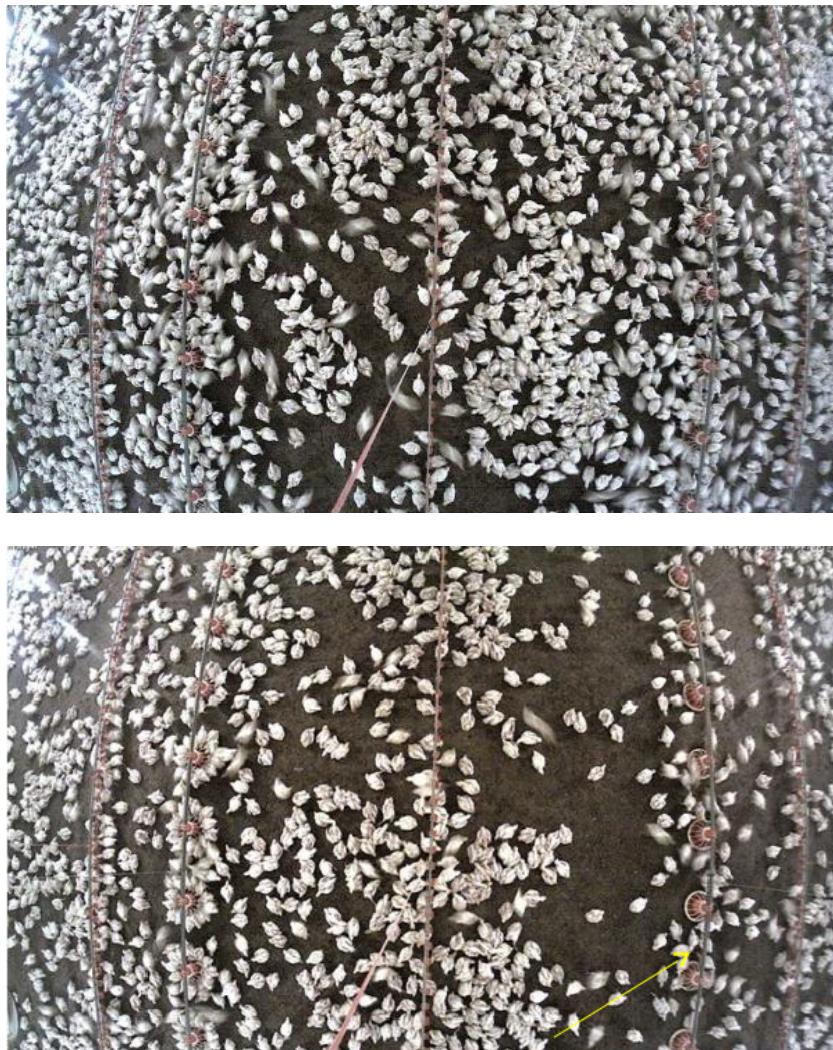


10. ábra. eYeNamic aktivitási grafikon (NEMA)



11. ábra. Aggresszió automatikus detektálása a mozgásintenzitás alapján

A broiler csirkék térbeli eloszlásában az eszköz segítségével feltátható heterogenitás felhívhatja a figyelmet takarmány- vagy vízellátási zavarokra (12. ábra).



12. ábra. eYeNamic kamera felvételek. A felső ábrán a csirkék nagyjából homogén eloszlást mutatnak az etetők környezetében. Az alsó képen a jobb oldali etető körül jóval kevesebb csirke látható, mint a többi etető körül. Ennek az oka az, hogy abban kevesebb takarmány volt technológiai hiba miatt (Vranken et al., 2012)

Testsúly

A gazdasági haszonállatok testsúlyának ismerete több szempontból is fontos. Egyrészt a termelés célja lehet az értékesítési testsúly előtti, minél gazdaságosabb elérése (pl. hízósertés, broiler csirke). Másrészt az állat általános kondíciójára vonatkozóan nyújt információt, ami az állat egészségi állapotáról, illetve jöllétérről tájékoztat. A testsúly növekedésének várt ritmusától való eltérés szintén egészségügyi vagy takarmányozási problémákra hívhatja fel a figyelmet. Azonban ahhoz, hogy ilyen jellegű növekedési törést észlelhessünk egyáltalán, aránylag gyakori testsúly mérésre lenne szükség. Például naponkénti, csoportonkénti átlagos testsúlyokra. Nagylétszámú állományokban a testsúly hagyományos mérése egyrészt igen munkágényes feladat, másrészt jelentős stresszor az állatokra vonatkozóan.

A PLF-technológiák között számos olyan fejlesztése történt már meg vagy folyik éppen, ami az állatok mérését folyamatosan, stresszmentesen teszi lehetővé.

Broiler csirkék testsúlyát folyamatosan mérlegelő rendszerrel rendelkező istálló képet láthatjuk a 13. ábrán. A rendszer napi legalább 3000 mérést végez úgy, hogy a csirkék maguktól lépnek fel rá. Természetesen a nyers mérési eredmények kiértékelése meglehetősen bonyolult számításokat igényel, de a rendszer ezt automatikusan elvégzi és az eredményeket könnyen értelmezhető számok, és grafikonok formájában teszi elérhetővé a gazda és/vagy állatorvos részére.



13. ábra. Broilerek folyamatos mérlegelése (Opticon Agri-Systems)

Sertések testsúlyának mérésére is vannak hasonló beépített mérlegek, pl. olyanok, amelyeknél a sertéseknek valamilyen folyósón kell időnként áthaladniuk, aminek a padlójában mérleg van (14. ábra). Azonban a sertések esetén ez a mozgatás már stresszt jelent, ezért

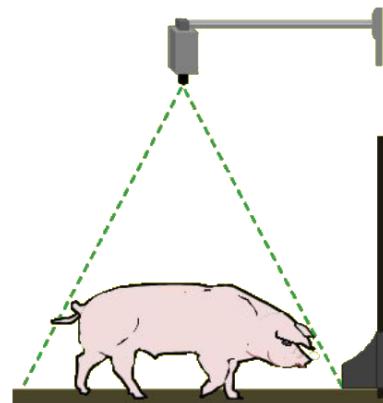
14. ábra. BioSelect (Fancom)

ennél az állatfajnál inkább olyan irányba történnek fejlesztések a PLF technológiák vonatkozásában, amelyek az állatok mozgatása, törése nélkül teszi lehetővé az állatok testsúlyának méréset, becslését.

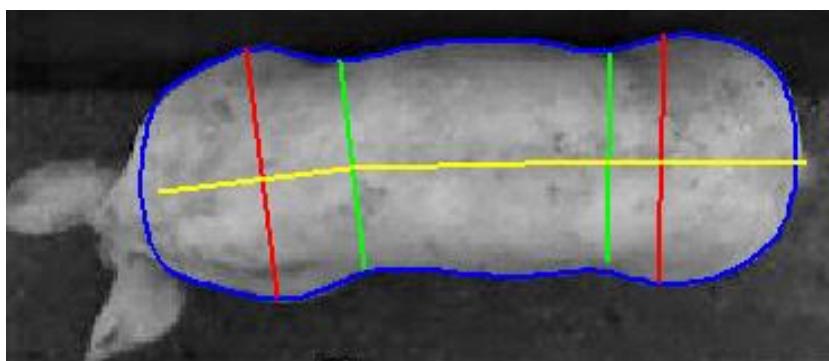
A 15. ábrán látható a PLF Agritech EU Ltd Weight-Detect elnevezésű technológiája, ami kamerával készített digitális képeken végzett mérések alapján becsüli a kutricában lévő sertések átlagos testsúlyát. A kamera automatikus és folyamatos mérést tesz lehetővé anélkül, hogy az állatokat törnének. Segítségével naponta kaphatunk egy átlagos testsúlyértéket az egy kutricában tartott sertésekre vonatkozóan. A rendszer központi eleme egy kamera, ami az etető fölött van rögzítve és folyamatosan készít digitális felvételeket az ott megforduló állatokról (15. ábra).

A digitális képet egy mikroszámítógép dolgozza fel, mégpedig úgy, hogy a képen szereplő sertés körvonalát automatikusan határozza meg. A körvonal által határolt terület alapján pedig becslést ad a testsúlyra vonatkozóan. Az egy nap alatt az etetőnél megforduló sertések így becsült testsúlyát átlagolja a rendszer.

A technológia telepítése, üzemeltetése során szükséges a képek alapján végzett testsúly becslés kalibrálása hagyományos mérlegeléssel. Erre többek között azért van szükség mert az egyes állományokban tartott sertések fajtája eltérő, aminek következtében a húsformákban, a „test sűrűségében” különbségek lehetnek. Mivel a kamera képe a körvonalat, „térfogatot” elemzi, a testsúly becsléséhez szükséges ismerni az állatok „sűrűségét”. Ennek meghatározása pedig jelenleg igényli az említett hagyományos mérlegeléseket.



15. ábra. PLF Agritech EU Ltd Weight-Detect



16. ábra. Sertés körvonalának automatikus detektálása (Weight-Detect)

Takarmány- és vízfogyasztás

A takarmány- és vízfogyasztás folyamatos ismerete is információval szolgálhat az állatok egészségi állapotára, jóllétére vonatkozóan. A takarmányfogyasztás csökkenése utalhat betegégre vagy a takar-

mánykiosztó rendszer hibájára. A takarmányfogyasztás mérése a testsúlygyarapodás ismeretében a fajlagos takarmányfelhasználás számítására is lehetőséget ad. Amennyiben mindenki mérési eredmény napi szinten rendelkezésre áll, azok elvárhatótól való eltérése klinikai tünetekben megnyilvánuló megbetegedések perevencióját, vagy rendszerhibák korai észlelését teszi lehetővé.

Azonban jelenleg még kivételes helyzet az, ha tartási egységenkénti takarmányfogyasztási, takarmánykiosztási adatok napi szinten mérhetők.

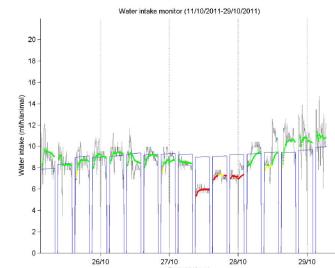
Az ivóvíz fogyasztása utalhat lázas megbetegedésekre, csökkenése pedig szintén rendszerhibára (17. ábra). A vízfogyasztás folyamatos mérése tartási egységenként (pl. kutrica) egyszerűen megoldható elektronikus vízórák alkalmazásával.

A takarmányfogyasztás mérése már bonyolultabb kérdés, többek között azért, mert a különböző formájú (pl. granulált, dercés) takarmányok sűrűsége eltérő, illetve a takarmány kiosztása akár istállóról istállóra változhat, nem csak telepről telepre. A 18. ábrán látható mérleg az adott kutrica etetőjébe kiosztott takarmány mennyiségett méri. Azonban fontos megjegyezni, hogy a kiosztott takarmány mennyisége nem feltétlenül egyezik meg az elfogyasztott takarmány mennyiséggel.

Sántaság

A tejelő tehenészletekben a sántaság nagy jelentőségű az állomány egészségügyi menedzsmentje és termelési mutatói szempontjából. Jelenleg az állományszintű sántaságvizsgálat szakember személyes megfigyelése alapján, pontozással történik. Mivel szakértelmet igényel, illetve időigényes feladat, a legtöbb állományban nem napi rutinként végezik. Így gyakran már csak súlyos sántaságot állapíthatnak meg sok esetben az időszakos állományvizsgálat során. Az állományszintű, napi sántaságpontozás mesterséges intelligencia alkalmazásával történő támogatására vonatkozóan több képfeldolgozási, mozgásérzékelési kutatás folyik napjainkban is.

A szakirodalomban közölt módszerek a mozgás különböző jellemzőit próbálják félautomatikus vagy teljesen automatikus módon ki-nyerni digitális film- és/vagy képfelvéttelekből. Majd ezeket elemezve minél jobb klasszifikációs algoritmusokat kialakítani, természetesen a párhuzamos szakértői pontozási eredmények felhasználásával. A különböző módszerek által használt mozgást jellemző paraméterek: a lépéshossz, lépések átfedése, lépés időtartama, lendítés és állás időtartama, érintési szög, felemelési szög, hát íve (19. ábra). A felsorolt és a 19. ábrán bemutatott megközelítések legtöbb esetben félautomatikus feldolgozást igényelnek. Ami azt jelenti, hogy a rögzített



17. ábra. Vízfogyasztási szintek (Vranken et al., 2012)

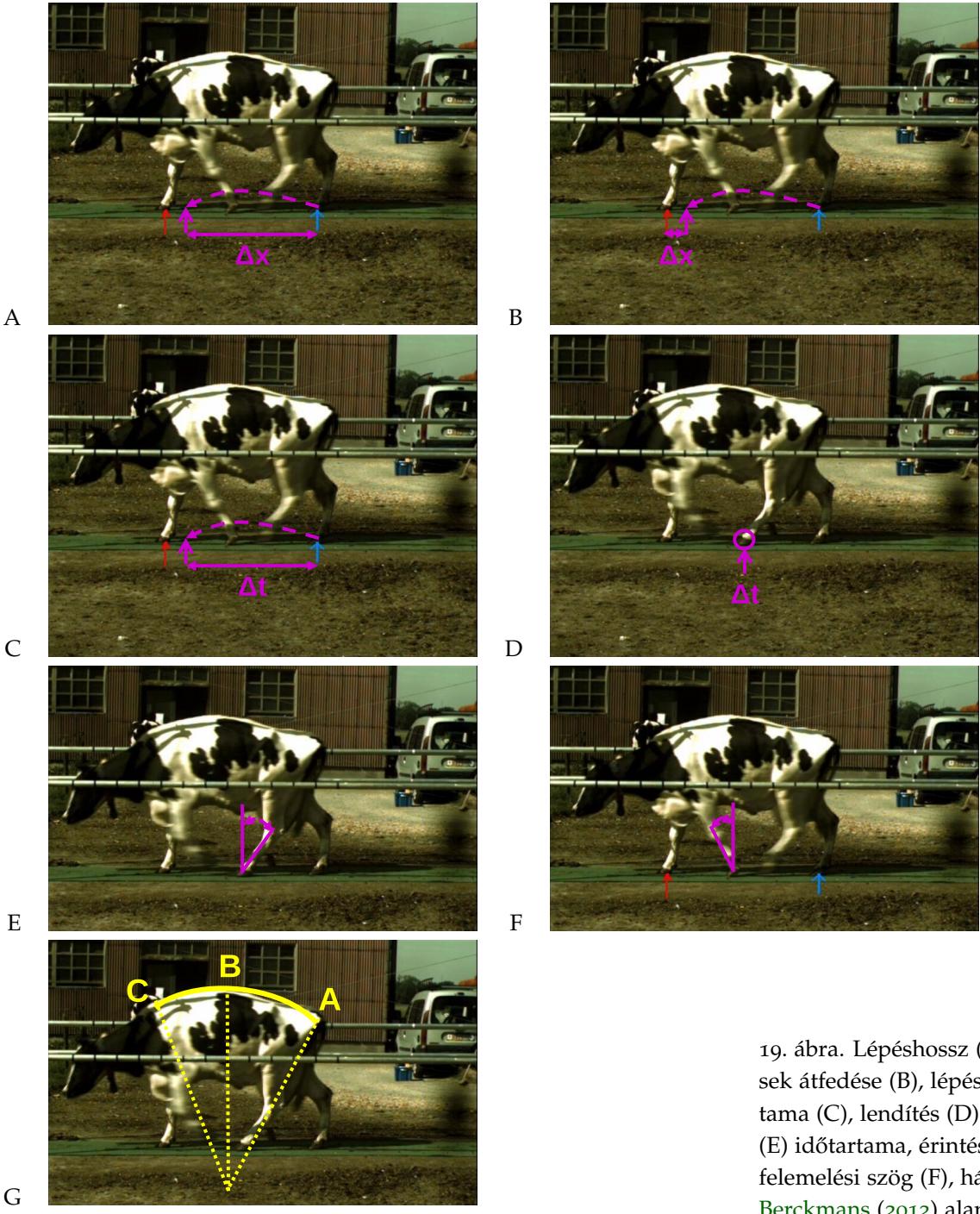


18. ábra. Kiosztott takarmány mérésére szolgáló mérleg (Feed-Detect)

digitális mozgóképből emberi beavatkozásal azonosítani kell a megfelelő képkockát. Ezen azután be kell jelölni anatómiai pontokat, illetve esetenként a talaj szintjét is. Ezen jelölések koordinátákat jelentenek a rendszer számára, amelyek alapján a sántaságbecsléshez szükséges mértékeket a szoftver kiszámítja, és becslést ad a sántaság mértékére.

A lépés-átfedettség vizsgálatának teljes automatizálásában már vannak olyan eredmények, amelyek akár rövidtávon lehetővé teszik a módszer felhasználásával akár a napi állományszintű sántaság-pontozást. A módszer képfeldolgozási lépéseit mutatja be a 20. ábra. Miután a nyers képből kinyerik a lábvégek és a talaj érintkezési pontjainak koordinátáit, kiszámítható a lépések átfedettsége. A számítás során a koordináták X-értékét használják. Az egyoldali elülső láb X-értékéből kivonják a hátulsó láb X-értékét (21. ábra). Így ha a hátulsó láb megelőzi az elülsőt, akkor az átfedettség értéke negatív lesz, ha pedig nem előzi meg, akkor pozitív. Az átfedettség értékelése során a negatív érték egészséges mozgást, a pozitív érték pedig valamilyen szintű sántaságot jelez.

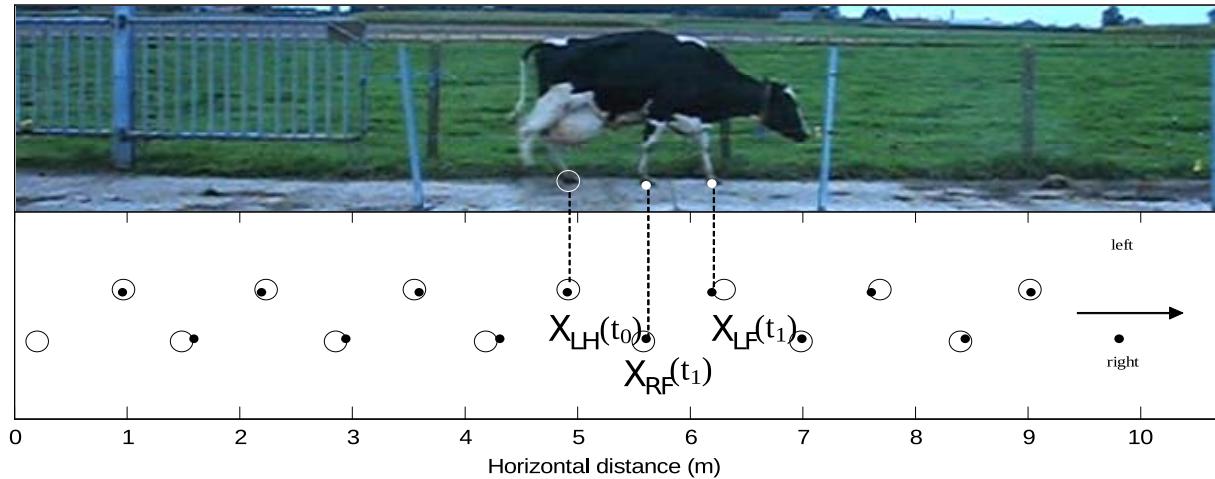
Ahogy korábban is láttuk, az ilyen pontozási, klasszifikációs helyzetekben nagyon fontos kérdés, hogy a rendszer/algoritmus által adott pontszám/osztály hogyan viszonyul a szakemberek által adott pontszámokhoz. Ennek érdekében a szerzők (Bahr et al., 2008) összvetették az átfedettségi értékeiket szakértői sántaságpontozási értékkkel, ennek eredményei a 22. ábrán láthatók. Látható, hogy a két megközelítés alapján meghatározott sántasági állapotok vonatkozásában van egy eltérő besorolású egyed (36. tehén). Ennél az alacsony szakértői pont alapján azt várnánk, hogy a lépés-átfedettség negatív érték lesz, ezzel szemben pozitív értékű.



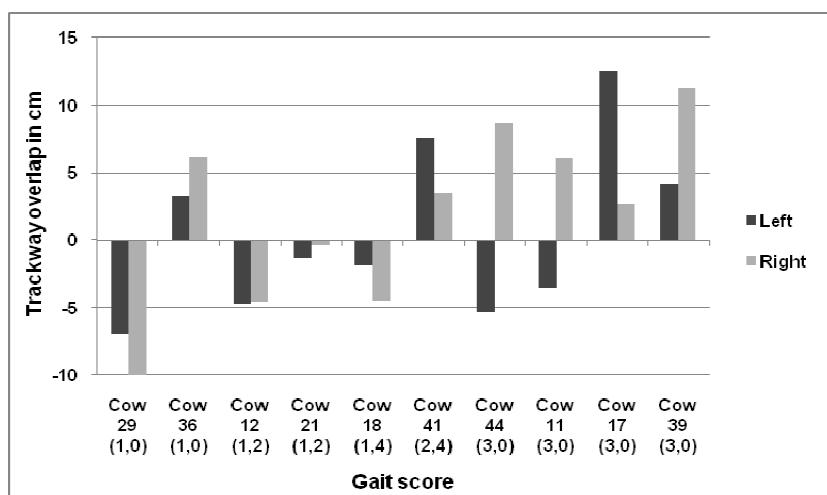
19. ábra. Lépéshossz (A), lépések átfedése (B), lépés időtartama (C), lendítés (D) és állás (E) időtartama, érintési szög (F), felemelési szög (F), hát íve (G), Berckmans (2012) alapján



20. ábra. A képfeldolgozás lépései (a, eredeti kép; b, szűrkítva; c, szarvasmarha testének kiemelése a háttérből; d, az állat körvonalának kinyerése; e, a talajszintet jelző kalibrációs felület; f, a csülök területének kiemelése; g, kép-törlés és tágítás; h, apró részletek törlése) (Song et al., 2008)



21. ábra. A lépés átfedettség számítása (Bahr et al., 2008)

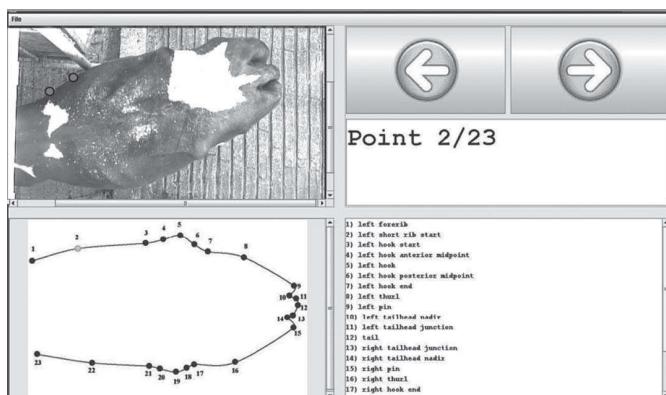


22. ábra. A lépés átfedettség számítási értékek és a szakértői becslések összefüggése (Bahr et al., 2008)

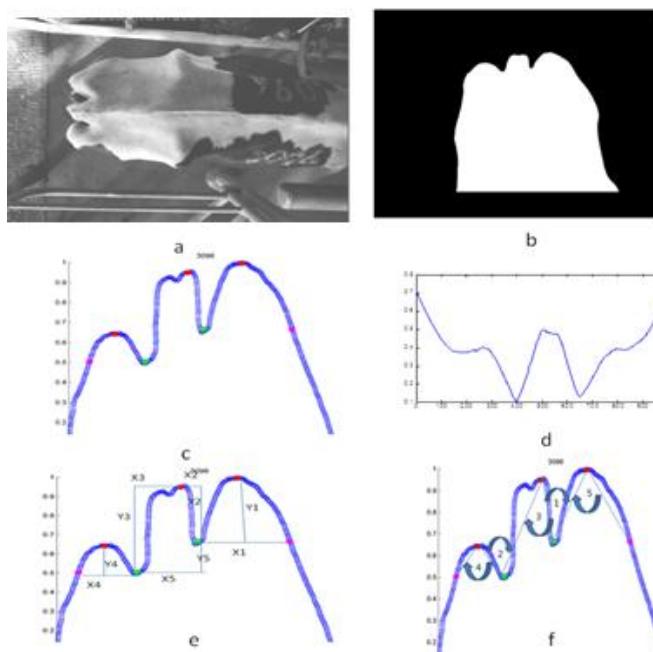
Kondíciópontozás

A szarvasmarha az energiát zsírdepókban tárolja, illetve onnan mobilitálja a termelési és szaporodási időszakokban. Ezeknek a depóknak a feltöltöttségi állapota fontos az állatok tejtermelése, jólléte, szaporodási teljesítménye és általánosan az állomány termelése szempontjából. Mivel az állatok kondíciópontozása, ami az energiaellátottságuk egyik különösebb technikai felszereltséget nem igénylő módja, meg lehetősen munka- és időigényes, azonkívül szakértelmet, gyakorlatot igényel, több kutatócsoport próbálkozik ennek teljes vagy félautomatizálásával (Azzaro et al., 2011; Bercovich et al., 2012).⁸

⁸ <http://iplab.dmi.unict.it/bcs/>



23. ábra. Félautomatikus kondíciópontozás (Azzaro et al., 2011). A megnevezett pontokat manuálisan kell megadni, ami alapján a rendszer kialakítja az állat testének körfonalát és ez alapján végzi a kondícióbecslését



24. ábra. Teljesen automatikus kondícióbecslés (Bercovich et al., 2012).

A tej vezetőképessége

A tej vezetőképessége a tőgyben különböző tényezők hatására megváltozik. Ez figyelhető meg a tőgyben lezajló gyulladásos folyamatok során. Ilyenkor a tej vezetőképessége megnő, mivel megemelkedik a benne lévő ionok koncentrációja. Ezt különböző valós idejű mérési rendszerek a fejés során folyamatosan mérik. A mérési eredményeket kifejezhetik az ellenállóképesség csökkenésével vagy a vezetőképesség növekedésével. Ezek számszerűsítésére különböző mértékeket használnak.

Számos tanulmány tárgya, hogy a vezetőképesség megváltozása milyen kapcsolatban van a szubklinikai vagy klinikai tőgygyulladással. Ezek az eredmények jelenleg még meglehetősen bizonytalanná teszik a módszer PLF-ben való alkalmazását, bár kétség nem fér hozzá, hogy a közeljövőben az eredmények értelmezésének finomítása gyakorlatilag hasznosítható eredményekkel kecsegtetnek. Reddy et al. (2014) a kaliforniai mastitis tesztet (CMT), a tej elektromos vezetőképességét (EC) és a szomatikus sejtszámot (SCC) vizsgálták abból a szempontból, hogy a szubklinikai mastitist milyen pontossággal jelzik. A szubklinikai mastitis detektálására vonatkozóan standard referencia módszerként a baktériumtenyésztést alkalmazták. Ezek alapján kapták az 1. táblázatban látható teszt-megbízhatósági értékeket.

Teszt	Szenzitivitás (%)	Specificitás (%)
CMT	71.01	75.75
EC	56.52	84.84
SCC	65.21	78.78
Tenyésztés	100.00	100.00

Az 1. táblázatból látható, hogy ehhez a standard referenciához viszonyítva az EC szenzitivitási értéke a lagelacsonyabb, míg ugyanennek a specificitása a legmagasabb.

1. táblázat. A kaliforniai mastitis tesztnek (CMT), a tej elektromos vezetőképességének (EC) és a szomatikus sejtszámnak (SCC) subklinikai mastitis vizsgálatában talált megbízhatósági eredmények.

Hivatkozások

- Azzaro, G., Caccamo, M., Ferguson, J. D., Battiato, S., Farinella, G. M., Guarnera, G. C., Puglisi, G., Petriglieri, R., & Licita, G. (2011). Objective estimation of body condition score by modeling cow body shape from digital images. *J. Dairy Sci.*, 94(4), 2126–2137.
- Bahr, C., Leroy, T., Song, X., Vranken, E., Maertens, W., Vangeyte, J., Van Nuffel, A., Sonck, B., & Berckmans, D. (2008). Automatic detection of lameness in dairy cattle – analyzing image parameters related to lameness. In *Livestock Environment VIII* Iguassu Falls, Brazil: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Banhazi, T. M. (2009). User-friendly air quality monitoring system. *Applied Engineering in Agriculture*, 25(2), 281–290.
- Berckmans, D. (2012). Why precision livestock farming (PLF) ?
- Berckmans, D. (2014). Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 33(1), 189–196.
- Bercovich, A., Edan, Y., Alcahantis, V., Moallem, U., Parmet, Y., Honig, H., Maltz, E., Antler, A., & Halachmi, I. (2012). Automatic cow's body condition scoring. In *4th International Workshop on Computer Image Analysis in Agriculture* Valencia, Spain.
- Exadaktylos, V., Silva, M., Aerts, J.-M., Taylor, C. J., & Berckmans, D. (2008). Real-time recognition of sick pig cough sounds. *Computers and Electronics in Agriculture*, 63, 207–214.
- Ferrari, S., Piccinini, R., Silva, M., Exadaktylos, V., Berckmans, D., & Guarino, M. (2010). Cough sound description in relation to respiratory diseases in dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 96, 276–280.
- Gutierrez, W. M., Kim, S., Kim, D. H., Yeon, S. C., & Chang, H. H. (2010). Classification of porcine wasting diseases using sound analysis. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 23(8), 1096–1104.
- Reddy, Sekhar Soma B and, K. N., Reddy, R. Y., Reddy, V. B., & Reddy, S. (2014). Comparison of different diagnostic tests in subclinical mastitis in dairy cattle. *Inter J Vet Sci*, 3(4), 224–228.
- Song, X., Leroy, T., Vranken, E., Maertens, W., Sonck, B., & Berckmans, D. (2008). Automatic detection of lameness in dairy cattle – vision-based trackway analysis in cow's locomotion. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64, 39–44.
- Vandermeulen, J., Decre, W., Berckmans, D., Exadaktylos, V., Bahr, C., & Berckmans, D. (2013). The pig cough monitor from research topic to commercial product. soundtalks.
- Vranken, E., van den Berg, G., Koenders, E., Oczak, M., & Rooijakkers, L. (2012). Precision livestock farming. from the comfort zone of science to the battle field of business. fancom.
- Welfare Quality[©] (2009). *Welfare Quality[©] assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs)*. Welfare Quality Consortium[©], Lelystad, Netherlands.