

## A precíziós tejtermelés megvalósítása a gyakorlatban – DeLaval „Smart Farming”

**Boldizsár Péter**

DeLaval Kft., Budaörs  
peter.boldizsar@delaval.com

**Kulcsszavak:** precíziós tejtermelés, intelligens gazdálkodás, azonosítási rendszer, fejés, információs rendszer, ALPRO telepírányítási rendszer, DelPro telepírányítási rendszer, fejés automatizálás, VMS fejőrobot, AMR körforgós automatikus fejőberendezés, Herd Navigator, biomodell, ALPRO aktivitásmérő rendszer

**Keywords:** precision dairy farming, smart farming, identification system, ALPRO herdmanagement system, DelPro herdmanagement system, VMS robot milking, AMR automatic rotary milking, Herd Navigator, biomodel, ALPRO activity system

### A PRECÍZIÓS TEJTERMELÉS JELENTÉSE

A Delaval megfogalmazása szerint a „Precision Dairy Farming” vagy „Smart Farming” az egyedi állatok élettani, viselkedési és termelési jeleinek mérésére alkalmaz különböző technológiákat. A precíziós farm management a tejtermelésben egyfajta automatizálást jelent, ahol különböző érzékelő eszközöket alkalmaznak és amely érzékelők által szolgáltatott adatokra alapozva meghatározhatók az állatok szükségletei. Jellemző módon egyre többféle labor diagnosztikai színvonalú berendezés épül be a telepírányítási rendszerekbe. A precíziós farm management ugyanakkor robot berendezést is jelent, amely automatikusan szolgáltatja az egyedi tehenhez illeszthető fejési, etetési, stb. alkalmazásokat. A precíziós tejtermelés (irányítás) új modellként jelenik meg a tejtermelés munkahatékonyságában, amit mutat a fejőrobotok kifejlesztése is, amelyek drámaian csökkentik az élőmunkaigényt, kiváltják az emberi gondoskodást. A robotfejésen túl, a precíziós technológiával megfigyelhetővé válik az állatok egészségi állapota és komfortja, jóléte, továbbá a termelékenysége az aktivitáson, a testtömegén, tőgyegészségén és tejösszetételén keresztül. Ezen információkra alapozva kerülnek meghatározásra az egyes állat szükségletei.

### A PRECÍZIÓS TEJTERMELÉS CÉLJA

Az alkalmazott új, precíziós technológia javítson a telepvezetési stratégiákon és a tejtermelő telep teljesítményén. Mindez úgy legyen megvalósítható, hogy a beépített technológia minél kevésbé zavarja az állat természetes viselkedését. Olyan technológiákat kell kifejleszteni és alkalmazni, amelyek megfelelnek ezeknek a követelményeknek: a lehető legkevesebb stresszt okozzák (állat komfort, állat jólét), ugyanakkor a termelést ne csökkentse, hanem növelje, valamint az állatról a lehető legtöbb információhoz jussunk emberi beavatkozás nélkül. Az elsődleges cél: maximalizálni az egyedi állat potenciális teljesítményét a betegségek korai észlelése által valamint csökkenteni a gyógyszerek használatát a megelőző egészségügyi intézkedésekkel.

### ALAPELVEK A GYAKORLATBAN

A gyakorlatban csak az az információ kerül a telepvezetés figyelmébe, amely az aktuális eredmények jelentős eltérését jelzi a várható értékektől és így lehetővé teszi a telepvezetés számára a valóban fontos dolgokra való összpontosítást. A tapasztalatok szerint minden 1000 állatra jut 10–30 tehén, amelyeknek egyenként és naponta szükségük van speciális odafigyelésre. A DeLaval telepírányítási programok (ALPRO, DelPro) segítségével lehetséges az ilyen kivételek kezelése:

- szükség esetén a csoportok és egyedi tehenek figyelése,
- betegségek megelőzése, diagnosztizálása és kezelése,
- tehéncsoportok teljesítményének követése,
- tehenek teljesítményének követése egyedileg,
- tehenek egyedi válogatása, mérlegelése és etetése,
- dolgozók és berendezések teljesítményének követése,
- reagálás helyett kezdeményezés, megelőzés.

A kivételek kezelésének megfelelő alkalmazásával jó eséllyel lehet:

- hatékonyságot növelni,
- termelés minőségét javítani,
- költséget csökkenteni,
- kedvezőtlen környezeti hatásokat csökkenteni,
- javítani az állategészségen és állat jóléten.

Az egyetlen módja a sikeres „kivételek kezelése” gyakorlatnak az elektronikus azonosítási rendszerek alkalmazása! Bármely információs rendszer teljesítményének kulcsfontosságú eleme a pontos adatbevitel.

Az adatok bevihetők a rendszerbe kézzel vagy eszközök, érzékelők segítségével. Az egyedi állatazonosító transzponder egy eszköz, és arra használjuk, hogy összekösse a tehen különböző érzékelőkkel összegyűjtött valós idejű teljesítményét saját tárolt adataival az ALPRO vagy DelPro rendszer adatbázisában.

A Delaval ma már egyre több innovatív automatizálási megoldást kínál, melyek segítségével a tejtermelő telepek megújulhatnak, új életre kelhetnek, kialakíthatnak egy termelékenyebb, fenntarthatóbb és gazdagabb jövőt. A DeLaval által kifejlesztett „Smart farming” (intelligens gazdálkodás) koncepció az alábbi 7 kulcsterületre összpontosít:

1. Fejés: a hagyományos fejőházak mellett a kisebb telepeken a VMS fejőrobot, nagyobb állományok csoportos vagy önkéntes fejését az automatizált körforgós fejőház teszi lehetővé.
2. Tejanalízis: a tej kulcsfontosságú paramétereinek mérése a termelési és reprodukciós zavarok korai

- felismerése és megelőzése céljából, ahol az egyedi tejtermelés teljeskörű ellenőrzés alatt van és a rendellenes tej időben észlelhető (HerdNavigator).
3. Tejhűtés: a tej minőségének megóvása érdekében a hűtési folyamat teljes ellenőrzés alatt áll az energiahatékonysági szempontok figyelembevétele mellett, a tejhűtők tisztítása és megfigyelése automatizált.
  4. Tehénforgalom és tehen válogatás, tehenállapot figyelés: a tehenek automatikus válogatása a válogatókapuk segítségével a szükségleteknek megfelelően és az előre meghatározott telepi tevékenységek, igények alapján. Automatikus ivarzásészlelés ALPRO aktivitásmérő rendszerrel.
  5. Takarmányozás: a takarmányozás optimalizálása az automatikus takarmány előkészítés és kiosztás révén. Az ALPRO illetve DelPro telepírányítási programok segítségével on-line etetés elemzés végezhető.
  6. Istálló környezet: törekedni kell a tehenek számára optimális istálló környezet kialakítására. Ebben segít az időjárási és éghajlati viszonyoknak megfelelő automatizált szellőztetés illetve a megvilágítás.
  7. Trágyakezelés: automatikus istállótakarítás és trágyagyűjtés. Trágyafolyosó tisztító robotok használata a VMS telepeken. A megfelelően alkalmazott trágyatechnológia a trágya tapanyagtartalmának optimalizálását is elősegíti.

A DeLaval intelligens gazdálkodási rendszer egy teljesen integrált rendszer, melynek középontjában az ALPRO vagy DelPro számítógépes telepírányítási program illetve a rendszervezérlő áll. A program különböző döntést segítő alkalmazásokat és eszközöket tartalmaz. A telepvezetés döntését segítő alkalmazások lehetnek különböző riasztási üzenetek a berendezések felől és az állatoktól. A DelPro és ALPRO rendszerben nyomkövethető és dokumentálható a rendszer, az állatok, a fejőház illetve egyes telepi alkalmazottak (fejők, inszeminátor) teljesítménye, hatékonysága. A mai információs technológiai elvárásoknak megfelelően a rendszervezérlő számítógép külső, távoli partnerrel, hálózatban is képes működni.

Az intelligens vagy precíziós tejtermelés középontjában végül is maga a tehen áll. A cél naponta minél több és megbízhatóbb adat begyűjtése a technológia részét képező különféle vezeték nélküli érzékelőkkel a fejés, takarmányozás, szaporodás és tehenforgalom során.

A következőkben az intelligens gazdálkodás néhány legfontosabb és legmeghatározóbb elemét ismertetem.

## Fejés

### Tej mérés

A rendszer egyik eleme az MM27BC optikai elven működő tejmérő, amely nem csak a tej mennyiséget méri. MPC580 és MPC680 fejéspontokkal összekötve méri a tehen egyedi tejhozamát, a fejés során méri a tej vezetőképességét (mS/milliSiemens) és vértartalmát (ppm). Ezen túl, a rendszer megvalósít egyfajta tejminőség védelmet is, hiszen képes érzékelni és dokumentálni a fejőkészülék eltérő viselkedését fejés alatt: a fejőkelyhek csúszását, a fejőkészülék lerugását illetve

a légbeeresztő nyílás eltömődését. Ezek az adatok fejésenként minden egyes tehénrel illetve fejőállással megjelennek a listában. A fejőkészülék lerugásakor, leesésekor a vákuum azonnal elzáródik, így nem kerülhet be szennyező anyag a fejőkészülékbe illetve a tejbe. Ezzel egyidőben a fejéspontvezérlő kijelzője megmutatja a tehen elvárható tejhozamát is, így a fejő el tudja dönteni, hogy szükséges-e visszarakni és továbbfejteni a tehenet, vagy sem. A gyakori fejőkehely csúszás vagy a légbeeresztő nyílás blokkolása jelezhet fejőgumi és vákuumszint problémákat vagy a készülékek nem megfelelő tisztítását.

A rendszer riasztást ad, ami alapján könnyen ellenőrizhető a problémás fejőkészülék vagy állat, de akár a fejők fejési rutinja is.

### VMS fejőrobot

A VMS fejőrobotnál valósidejű tőgynegyed fejés történik, ennek megfelelően minden adat tőgynegyedre vonatkozva jelenik meg a listákban illetve olvasható le a robot érintőképernyőjén. A VMS fejésnél az állatok természetesebben viselkednek, nyugodtabbak. A tőgynek is kisebb stresszt jelent az ilyen fejés, kevesebb a tőgygyulladás is. A tőgynegyed fejésnek köszönhetően nem fordulhat elő a fejőházakban gyakori túlfajás. VMS robot alkalmazásakor az állatok többet tartózkodnak az istállóban.

A VMS a tejminőségre is pozitív hatással van, hiszen az alapvető fontosságú „fejési rutin” következetesen mindig ugyanaz. Minden egyes tehen után kehelyöblítés történik. A VMS robot és a tejfolyás által vezérelt tejhűtés egy speciálisan kialakított integrált rendszert alkot.

A DeLaval VMS fejőrobotjának egyik legjellemzőbb és legfontosabb eleme a hidraulikus működésű robusztus, de gyors és finom működést biztosító robotkar, ami a legtöbb tehenhez használható. A tőgyet a robotkaron elhelyezett optikai kamera és két lézer ismeri fel, és ezek segítségével helyezi fel pontosan a fejőkelyheket a tőgybimbókra, akár még a 45 fokos szögben helyeződött bimbókra is. A gyorsan alternáló lézer és a 3D kép képes követni a mozgó tehen tőgybimbóját. A flexibilis robotkarral a legtöbb tőgytípus lefejhető, legyen az kis vagy nagy méretű vagy akár magas vagy alacsony tőgyfüggesztésű. Ennek hatása a tőgyalakulások miatti selejtezések lecsökkenésében is megjelent.

A VMS tőgyelőkészítési mechanizmusa igen hatékony: a fejési rendszertől teljesen külön egység végzi víz és sűrített levegő segítségével, ami tisztításból, előfejésből, stimulálásból és szárításból áll. A tőgyelőkészítés tehenenként beállítható. VMS fejésnél a rendellenes tej érzékelésekor a „rossz” tej automatikusan elkülönítésre kerül. A robotfejés alatt a VMS rendszeresen és automatikusan tisztítja a berendezése elemeit: padozat tisztítást végez, két fejés közt pedig átöblíti a kelyheket valamint tisztítja a kamerát.

A VMS rendelkezik automatikus tejmintavevő berendezéssel és felszerelhető OCC online sejtszámlálóval is, amely igen magas diagnosztikai specificitással és szenzitivitással bír.

VMS telepeken a hatékony üzemeltetés megköveteli az istálló megfelelő kialakítását is, hogy a tehenforgalom irányítottan és ellenőrizhetően történjen,

hogya a tehenek meg legyenek fejve. Az intelligens tevelő- és válogatókapuk alkalmazásával egyenletesebb fejési időközök alakulnak ki, melyek kedvezően hatnak a tögyegészségre és a szomatikus sejtszámra. Emelkedik a fejések száma is, nő a VMS teljesítménye. Az istálló több pontján elhelyezett intelligens kapuk, azonosítópontok segítségével a VMS érintőképernyőjén megtekinthető, hogy merre található a tehen az istállóban, mennyi ideje tartózkodik az adott területen.

#### DeLaval AMR körforgós automatikus fejőberendezés

Az intelligens fejési rendszerek csúcspontját jelenti a világon első DeLaval AMR körforgós automatikus fejőberendezés, amely már a nagy telepek igényeit is kielégíti. Ez teljesen integrált körforgós platform és fejőberendezés, amely robotkarok használatával végzi a fejési műveleteket, a tögyelőkészítést, kehelyfelhelyezést és tögyfertőtlenítést. Az AMR további rendszermodulokat is tartalmaz a padozat és kehelyöblítéshez, üzem és munkabiztonsághoz valamint az érintőképernyő és rendszervezérlő a telepírányítási rendszerrel összekapcsolva. Külön robotmodulok vannak egy vagy két karral a tögyelőkészítéshez, a kehelyfelhelyezéshez és a tögyfertőtlenítéshez.

#### Tejanalízis

A Delaval „Smart farming” koncepciójában központi helyen áll a HerdNavigator rendszer, amely egy proaktív telepírányítási rendszer a VMS fejőrobotnál és a fejőházakban. A HerdNavigator rendszer egy biomodell alapján végzi az automatikus, egyedi mintavételt a fejések során. Az adatelemzések megjelennek a DelPro telepírányítási rendszerben, melyben igen nagy pontossággal kimutatható az egyes állat szaporodásbiológiai helyzete, egészségi állapota illetve takarmányozási színvonala. A biomodell által meghatározott – mikor, melyik tehéntől – tejmintavétellel a tejből a fejés során az alábbi (1. táblázat) online analízisek végezhetőek.

A HerdNavigator ivarzásjelzés pontossága 95%, beleértve a csendes ivarzókat is. Megbízhatóan jelzi a vemhes és cisztás teheneket. A mastitis diagnózis teljesen specifikus, tögygyulladásat akár már 3 nappal a tej pelyhesedése előtt jelzi a rendszer. A gyakran súlyos végkimenetelű ketózist már szubklinikai fázisban észleli, így az esetenként akár 600 kg tejvesztés jelentősen csökkenthető. A HerdNavigator észlelési arányait és diagnosztikai pontosságát mutatja az alábbi táblázat (2. táblázat).

A HerdNavigator rendszer automatikusan és online működik a fejőházban kézi mintavételezés és állat kiválogatás nélkül és egy telep specifikus standard működési eljárás (SOP) szolgálat biztosítva a pontos és egységes kezelést a tehenek számára. A HerdNavigator adatai, figyelmeztetései a DelPro telepírányítási rendszer kimutatásaiban és grafikonjain elemezhetőek ki egyedi tehenre vagy akár csoportra vetítve.

#### Tehénállapot figyelés

A Delaval ALPRO aktivitásmérő rendszere az intelligens gazdálkodás egy szintén jelentős és jellemző eleme. A tehenek nyakán elhelyezett érzékelő, amely egyben adatfeldolgozó processzor és rádiófrekvenciás

adó is, óránként küldi a tehen aktivitási adatait az antenna vevőegységnek, ahonnan az adatkábelen át jut a telepírányítási vezérlő processzorba.

#### 1. táblázat

#### A HerdNavigator alkalmazási területei, az analizált kémiai vegyület a tejben és a rendszer által kiadott figyelmeztetések

Vizsgált terület(1)	Analizált vegyület a tejben(2)	Figyelmeztetések(3)
Reprodukció(4)	Progeszteron(7)	Ivarzás, csendes ivarzás Sikeres termékenyítés valószínűsége Vemhesség Vetelés Petefészkek ciszta Anösztrusz
Tögyegészség(5)	LDH laktát-dehidrogenáz(8)	Mastitis Mastitis Szubklinikai mastitisz
Takarmányozás és energiaellátottság(6)	Karbamid(9) BHB - beta-hidroxibutirát)	Takarmányanyag – protein Ketózis Szubklinikai ketózis Másodlagos metabolikus zavarok

Table 1: Application of HerdNavigator, the analysed chemical substance in milk and the notifications of the system

Focus area(1), Parameter analysed in milk(2), Early/on-time alarms(3), Reproduction(4), udder health(5), Feeding and energy(6)

#### 2. táblázat

#### A HerdNavigator találati/észlelési aránya és diagnosztikai pontossága

Paraméter(1)	Észlelés(2)	Pontosság(3)
Tögygyulladás(4)	80% (92,8*)	98% (98*)
Ivarzás megfigyelés(5)	≥95%	98%
Vemhesség/vetelés figyelés(6)	>90%	99%
Sárgatest ciszta(7)	90%	99%
Tüsző ciszta(8)	70%	95%
Ketózis(9)	>80%	95%

\*=Forrás: Friggens et al., 2007

Table 2: HerdNavigator detection rate and accuracy

Parameter(1), Detection(2), Accuracy(3), Mastitis(4), Cow in heat detection(5), Pregnancy/abortion monitoring(6), Luteal cyst(7), Follicular cyst(8), Ketosis(9), \*=Source: Friggens et al., 2007

A nagy aktivitás modell algoritmus a egy idősor alapú adaptív filter (Kalman-filter) különösen magas megbízhatósági (konfidencia) szinten. Az aktivitásmérő 5 nap alatt „megtanulja” a tehen egyedi mozgásmintáját. A nap minden órájában egy külön becslést/mérést végez minden egyes tehenre. Az idősoros analízis következtében a rendszer jó munkát végez az új aktivitási szintekhez való alkalmazkodáshoz (csoportváltás, legetetés stb.). A nagy aktivitás figyelmeztetések létrehozásához a rendszer a standard eltérést (szórás) alkalmazza. Az a tény, hogy egy becslési modellünk van a nap minden 24 órájára, azt jelenti, hogy meg tudjuk

mondani nem csak azt, hogy az aktivitás lényegesen emelkedik, hanem azt is, melyik órában kezdődött. Ha az új mért aktivitási érték eltér illetve nagyobb a számított becsült értéktől, aktivitás riasztás keletkezik. A küszöbértékek (38/50/60) közvetlenül megfelelnek az aktivitási modell becsülés szórásának. Mivel a szórás normál eloszlású, nyilvánvaló, hogy a küszöbérték 4-ről 3-ra változtatása sokkal több nagy aktivitás riasztást generál mint a küszöbérték 6-ról 5-re váltása – nincs lineáris összefüggés a várható aktivitás riasztások száma és a küszöbérték között.

Ez teszi lehetővé számunkra a megnövekedett aktivitás becsült kezdési idejének képzését, ami különösen fontos, nevezetesen két ok miatt: a tehén megfelelő időkereten belüli termékenyítése különösen kritikus pont. Az ivarzó tehén megtalálása egy dolog..., illetve a csak a fejések közti aktivitásméréssel lecsökkenne az esélye azon tehenek megtalálásának, melyek aktivitása emelkedni kezdett éppen a fejesi műszak előtt.

A rendszer nagy előnye, hogy fejőháztól távol is alkalmazható, külön állatazonosító rendszer nélkül és üszöknél is jól működik. Az ALPRO nem csak azt közli, mikor termékenyítsünk. A kezdési időpont arról is tájékoztat, ha túl késő már termékenyíteni, ez hosszútávon jelentős költség megtakarítást eredményezhet. Az idősoros modell gyorsan alkalmazkodik a megváltozott aktivitási mintákhoz. A statisztikailag szignifikáns riasztási szinteken alapuló aktivitás riasztások sokkal megbízhatóbbak mint amikor azok csak százalékos szinteken alapulnak. A riasztások nem csak pontos kezdési idővel keletkeznek, hanem gyorsan is.

ALPRO aktivitásmérő használatával az állomány szaporodásbiológiai mutatói egyértelműen javulnak. Vizsgálatok szerint az ALPRO aktivitásmérés egyik nyilvánvaló előnye a fogamzási arány javulása. Az aktivitásmérővel észlelt teheneknél a fogamzási arány 42% volt szemben a vizuálisan megfigyelt tehenekkel, ahol ez 33% volt (Murray és Giudice, 2006).

### **KÖVETKEZTETÉSEK**

Az előzőekben említettekől is kitűnik, hogy a korábbi fejésirányítás egyre inkább eltolódik a farm menedzsment irányába. Hasonlóképpen az elmúlt 20 év egyre bővülő gépesítéséhez, amely javította a termelékenységűt, a jövőben a precíziós technológiák fogják meghatározni a fejőgépgyártó cégek fejlődését. Az automatizálás ma már nem csak kiegészítésként szerepel, hanem a technológia szerves részét képezi a tejtermelés gépesítésében. Az új információs technológia a tejtermelésben, a mezőgazdaságban még csak a kezdeteknél tart (GPS, SMS mobilalkalmazások), és a jövőbeli fejlődés lehetőségei ennél jóval nagyobbak. A DeLaval már alkalmazza telepein a telepírányítási rendszereinek távoli elérhetőségét Interneten keresztül: a felhasználó áttekintheti termelési adatait, beavatkozhat a napi feladatokba, fejésbe stb. a világ bármely pontjáról.

A Delaval által kialakított Smart Farming koncepció elemei ma már megtalálhatók a modern tejtermelő telepeken, ahol a gyakorlatban bizonyítja, hogy az intelligens gazdálkodásnak létjogosultsága van, a vevők keresik a kényelmes, megbízható megoldásokat.

### **IRODALOM**

Friggens, N. C.–Ridder, C.–Lovendahl, P. (2007): On the use of milk composition measures to predict energy balance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 90: 5453–5467.

Murray, R.–Giudice, P. (2006): Heat detection analysis using the DeLaval Activity Meter in Grassland systems. Province of Buenos Aires. Argentina.