
Tehenek számára kialakított szellőzőrendszerek tervezési hibáinak megoldása

Nigel B. Cook
Wisconsin-Madison Egyetem
Állatorvosi Iskola



Áttekintés

- A rossz szellőzés kedvezőtlen hatásai és felismerésük
- A szellőzőrendszerek típusai és tervezési szabványai
- A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai
- A szellőzőrendszerek értékelésének módszere

A víz a tehenek hűtéséhez is fontos, de nem befolyásolja azok pihenőidejét

Az „okos nedvesítés” ismérvei:

Alsó hőmérsékleti tartomány:
21-24 °C

Permetezési idő: 0,4-0,5 perc
Intervallum: 12–15 percenként

Felső hőmérsékleti tartomány:
28-29 °C

Permetezési idő: 0,4-0,5 perc
Intervallum: 6–10 percenként

Áttekintés

- A rossz szellőzés kedvezőtlen hatásai és felismerésük
- A szellőzőrendszerek típusai és tervezési szabványai
- A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai
- A szellőzőrendszerek értékelésének módszere

A rossz szellőzés egészségügyi és állatjóléti aggályokat vet fel

- A levegő minősége hideg időben
 - tüdőgyulladás kialakulásának fokozott kockázata
 - védelem az extrém hideg ellen – testtömegvesztés, végtagok fagysérülése, elhullás
- Hőstressz nyáron
 - élettani és viselkedésbeli változások, melyek hatással vannak a tejtermelésre, a termékenységre és az egészségi állapotra

Állományszintű jelek

- Nyáron a tejhozam visszaesése
- Nyáron a termékenység romlása
- Nyáron a tej szomatikus sejtszámának (SCC) emelkedése
- Egészségügyi problémák nagyobb aránya – megjelenésük ideje változó:
 - Nyáron tüdőgyulladás
 - Ősszel sántaság
 - Télen tüdőgyulladás (meghatározása problémás!)

A hőstressz hatása ~ 68-as THI-értéknél (hőmérséklet-páratartalom index)

**THI = kültéri (száraz) hőmérséklet °F – (0,55 – (0,55 x relatív páratartalom %/100))
x (kültéri hőmérséklet °F – 58)**

Celsius fokban: THI= (1,8 x T + 32) - ((0,55-0,55 x RH/100) x (1,8 x T-26))

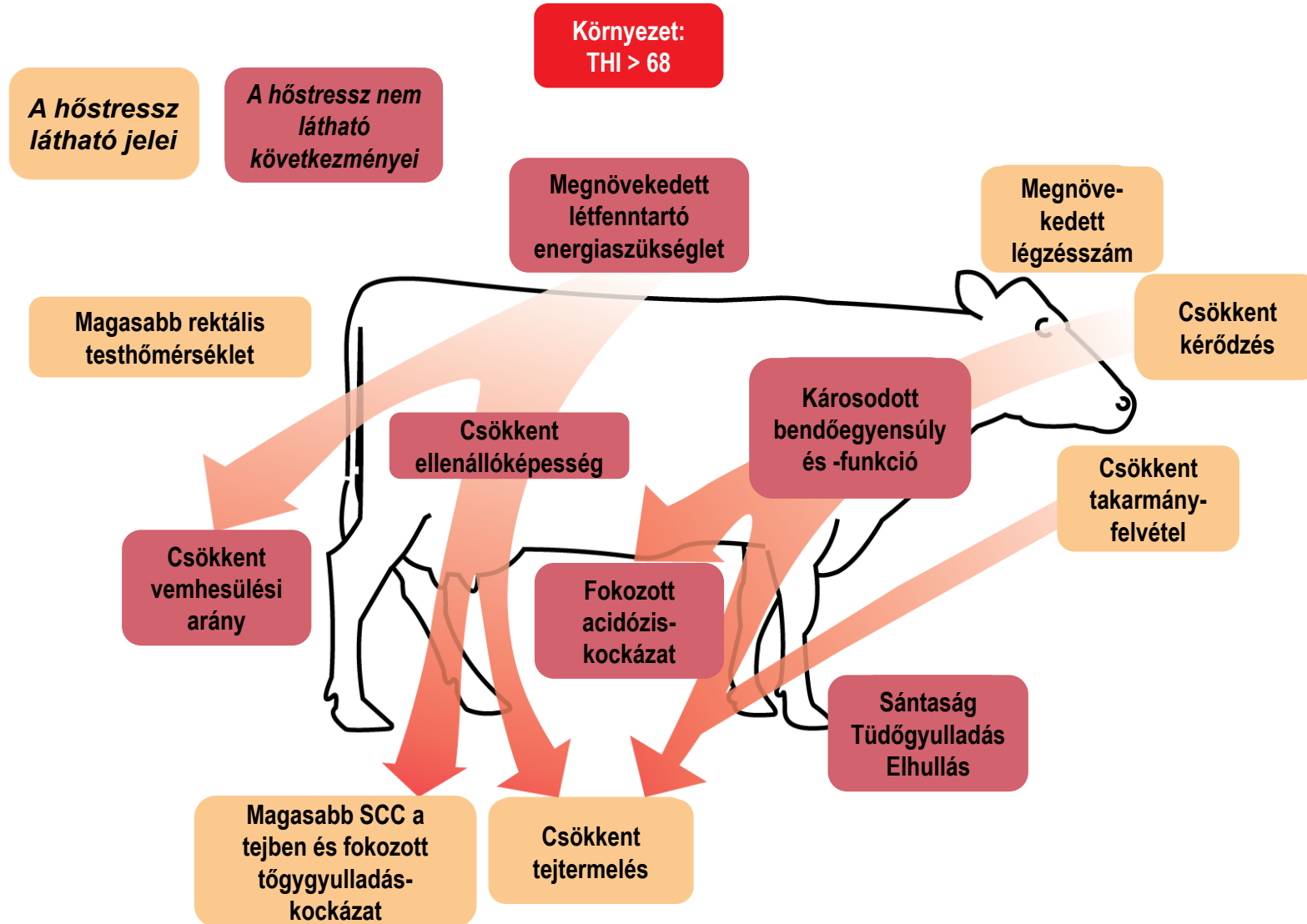
A THI kiszámításakor figyelembe vesszük a relatív páratartalom (RH) hatását

THI 68:

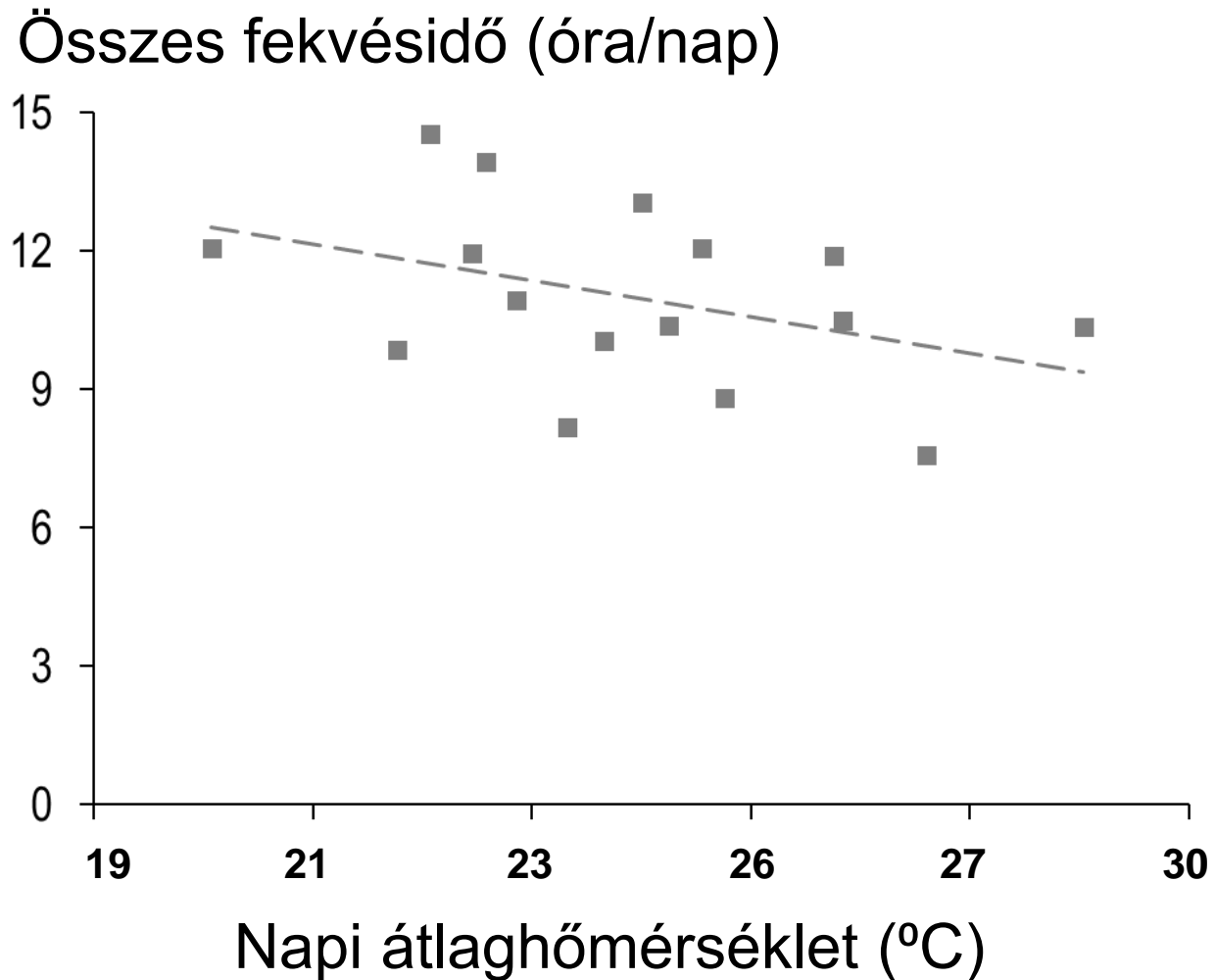
20%-os páratartalom mellett a hőmérséklet 24 °C lenne,
90%-os páratartalom mellett pedig 21 °C.

Levegő hőmérséklete °C	Relatív páratartalom (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
18	61	61	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	63	64	64	64	64	64	65	65	65
21	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70
24	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
27	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80
29	70	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
32	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90
35	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
38	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100
40	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	101	102	104	105
43	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97	99	100	101	103	104	106	107	109	110

A hőstressz fiziológiai következményei



A hőstressz viselkedésbeli következményei



A hőstressz fekvés-
időre gyakorolt
hatása: ~ 3 óra/nap
veszteség



Csoportosulás

Csoportosulás

- A hőség és a legyek miatt!
- Ne feledjük, a hőstressznek kitett tehenek árnyékokat keresnek a legelőn – ugyanezt teszik az istállóépületekben („menjünk valami sötét helyre”)
- A tehenek eltávolodnak az istállók hosszanti és rövidebb oldalfalaitól (rosszabb a helyzet az észak-déli tájolású épületek esetében)
- A tehenek olyan helyeket keresnek, ahol a levegő áramlása intenzívebb, kerülik az álló levegőjű helyeket
- Zárjuk be a végfalajtókat, permetezzünk a legyek ellen, helyezzünk el árnyékhálót/eresszük le a függönyöket, gondoskodjunk megfelelő légcseréről, fokozzuk a hűtést

Áttekintés

- A rossz szellőzés kedvezőtlen hatásai és felismerésük
- A szellőzőrendszerek típusai és tervezési szabványai
- A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai
- A szellőzőrendszerek értékelésének módszere

A szellőző- rendszerek típusai

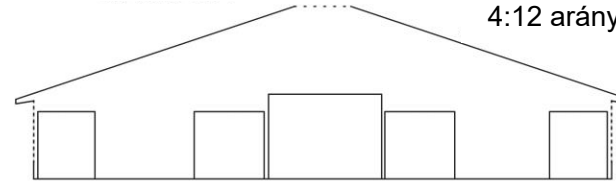
Természetes szellőzés

Nyitott tetőgerinc

Legalább 2,5 cm-es nyílás az istálló szélességének minden 3 m-ére számítva

4:12 arányú tetőlejtés

Oldalfalfüggönyök
az istálló teljes
hosszában



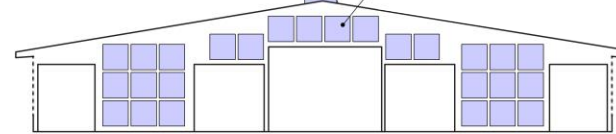
Hibrid szellőzés

Kupolás (tornyos) szellőzőrendszer

Levegőelvezető ventilátorok

2:12 (vagy 1:12) arányú tetőlejtés

Oldalfalfüggönyök
az istálló teljes
hosszában

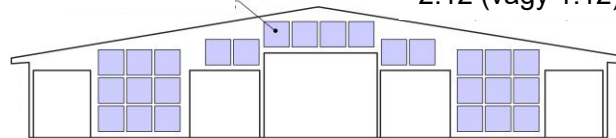


Alagútszellőzés

Levegőelvezető ventilátorok

2:12 (vagy 1:12) arányú tetőlejtés

Oldalfalfüggönyök
Légbeömlő nyílások az
istálló ellentétes végén

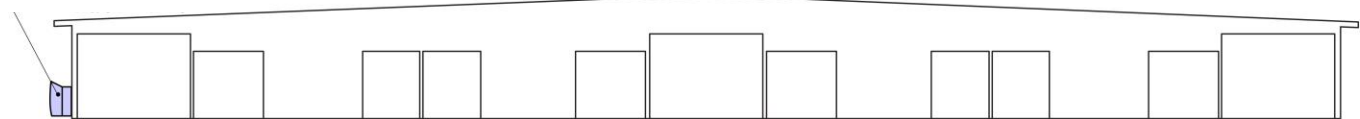


Keresztszellőzés

Levegőelvezető ventilátorok

0,5:12 arányú tetőlejtés

Oldalfalfüggönyök
jellemzően az istálló
teljes hosszában



Megjegyzés:

A hibrid rendszerek egyaránt
tartalmaznak természetes és
gépi szellőzési elemeket is.

A különféle kialakítási lehetőségek közül a következő szempontok figyelembevételével válasszunk:

- éghajlat
- istálló elrendezése
- anyagi vonzat
- tűrés a ventilátortisztítás és -karbantartás vonatkozásában
- társadalmi hatások
- teljesítménymutatók



A természetes szellőzés továbbra is jó megoldás számos helyzetben, és gazdaságilag életképes választás különféle klimatikus viszonyok között

Az istállók mechanikus szellőztetésének 2 módja:

- Pozitív nyomású
 - A ventilátorok a külső levegőt benyomják az épületbe. A levegő passzívan elszökik a nyílásokon keresztül, vagy a levegőelvezető ventilátorok segítségével távozik az istállóból („semleges nyomás”)
- Negatív nyomású
 - Negatív nyomást hozva létre, a ventilátorok kiszívják a levegőt az épületből, amelynek révén friss levegő áramlik be oda az erre szolgáló légbeömlő nyílásokon keresztül
 - Tipikus alagút- és keresztzellőzési megoldások



A pozitív nyomású, hibrid kialakítású szellőzési rendszer szezonális rugalmasságot biztosít

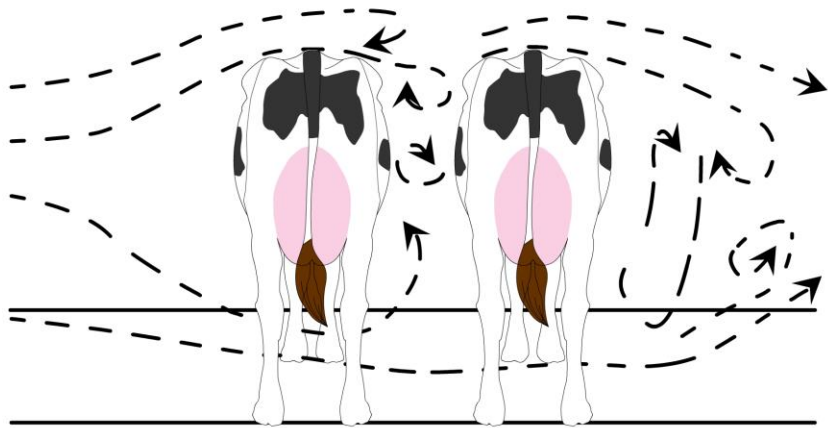
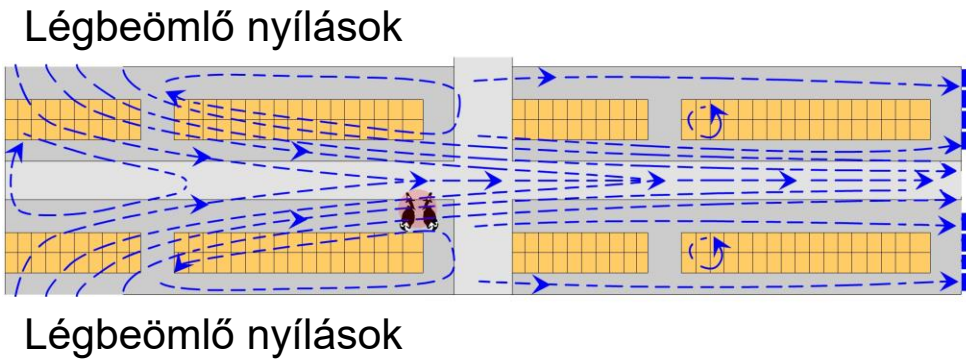


Pozitív nyomású csőszellőzés



Alagút- vs. keresztzellőzés

Alagútszellőzés

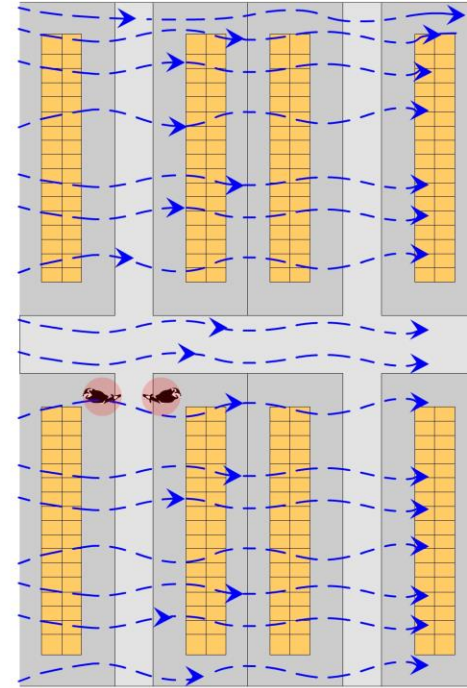


Keresztzellőzés

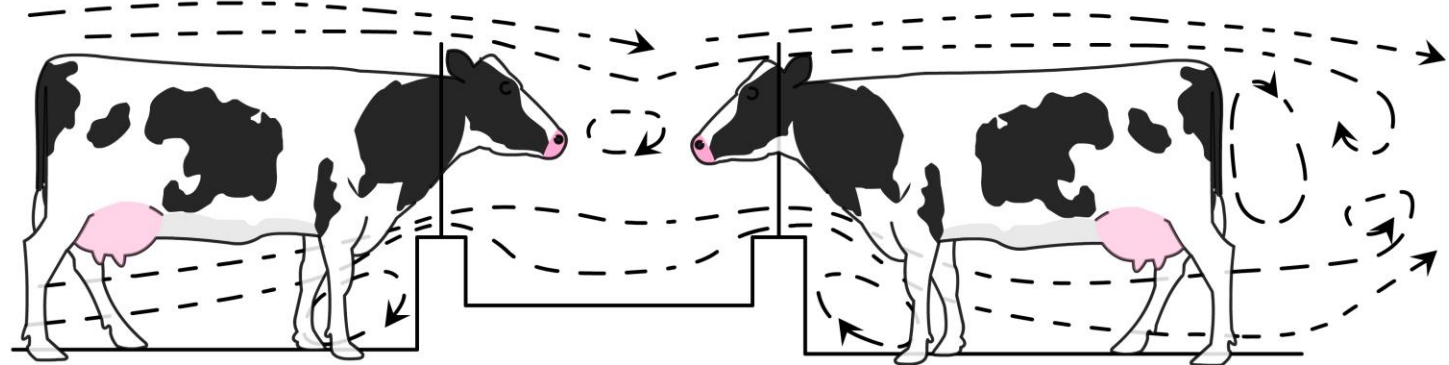
Légbeömlő nyílások

Ventilátorok

Légbeömlő nyílások



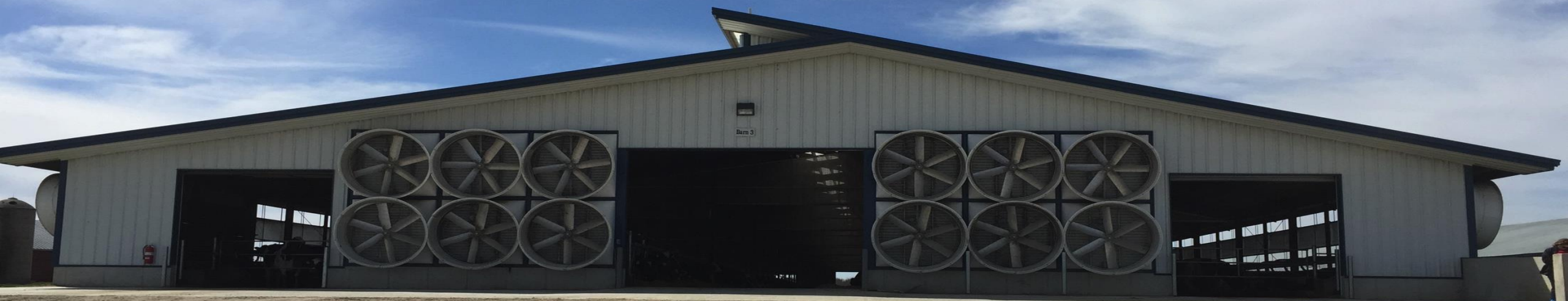
Ventilátorok





Alagútszellőzés

A hibrid alagútszellőzés megépítésének magasabb költsége valószínűleg nehezen indokolható egész évben forró éghajlat esetén, de az általa biztosított rugalmasság előnyös a változatos éghajlati viszonyok között.



Hibrid alagútszellőzés



Keresztzellőzés légterelőkkkel



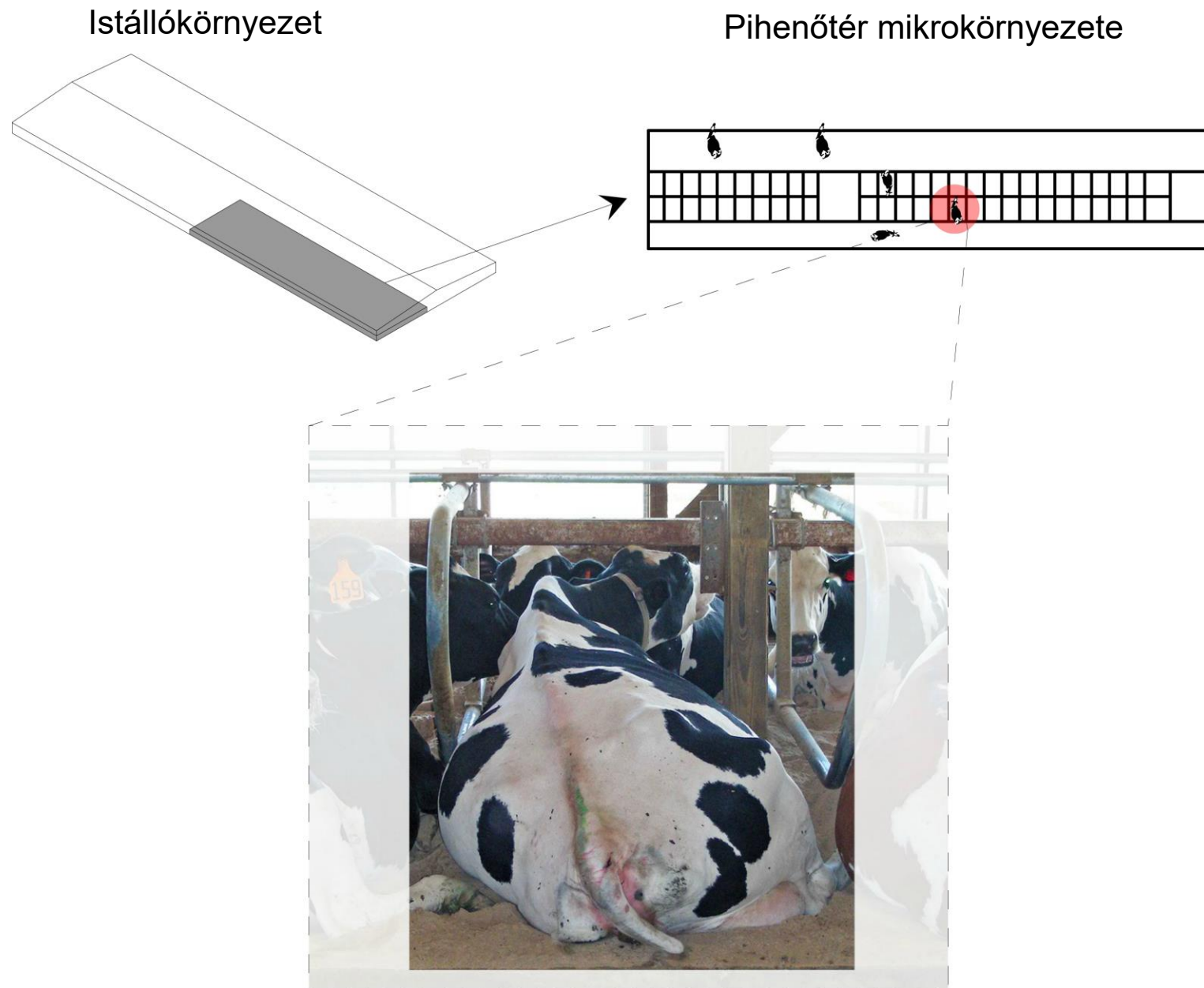
Légterelők nélküli keresztzellőzés esetén ventilátorokat használnak a pihenőboxok felett annak érdekében, hogy azok gyors légmozgást keltsenek, de ez növeli a költségeket.

- Mind a 6 opció megtervezhető és kialakítható úgy, hogy hatékonyan működjön.
- Sajnos azonban megtervezhetők és kialakíthatók rosszul is, ami kudarcot eredményez!
- Eltérő éghajlati, társadalmi és gazdasági körülmények között bizonyos típusok jobb választásnak bizonyulnak.
- Ahol az áram drága (2-4x US), a hőstressz okozta költségek magasak, vagy az istálló nagyon nagy, ott ez indokolhatja a mechanikus (gépi) szellőzési rendszerek kiépítését

Áttekintés

- A rossz szellőzés kedvezőtlen hatásai és felismerésük
- A szellőzőrendszerek típusai és tervezési szabványai
- **A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai**
- A szellőzőrendszerek értékelésének módszere

**A rendszereknek
úgy kell
működniük, hogy
a tehenek
tartózkodási
helyét is
szellőztessék, ne
csak az istálló
üres tereit!**



A pihenőállás mikrokörnyezete

A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai


1. Elegendő légcserre biztosítása a hő, a por, a mérgező gázok és a nedvesség eltávolításához az istállóból
2. Megfelelő légsebesség elérése a pihenőtér mikrokozmoszében
3. Minden évszakban egyaránt jó működés
4. Gazdaságosság!



A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai

1. Elegendő légcserre biztosítása a hő, a por, a mérgező gázok és a nedvesség eltávolításához az istállóból
2. Megfelelő légsebesség elérése a pihenőtér mikrokozmoszában
3. Minden évszakban egyaránt jó működés
4. Gazdaságosság!





A természetes szellőzésű istállókban kulcsfontosságú, hogy valóban cserélődjön a levegő – ez egyes napokon remekül működik, más napokon azonban nem annyira!

Néha nem fúj a szél!



[MSN] MADISON

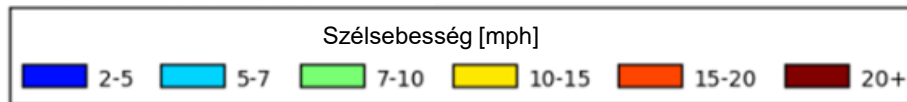
Szélrózsa ábrázolása [időtartomány: júl.]

Mérési időszak: 1970. júl. 1. – 2015. júl. 31.

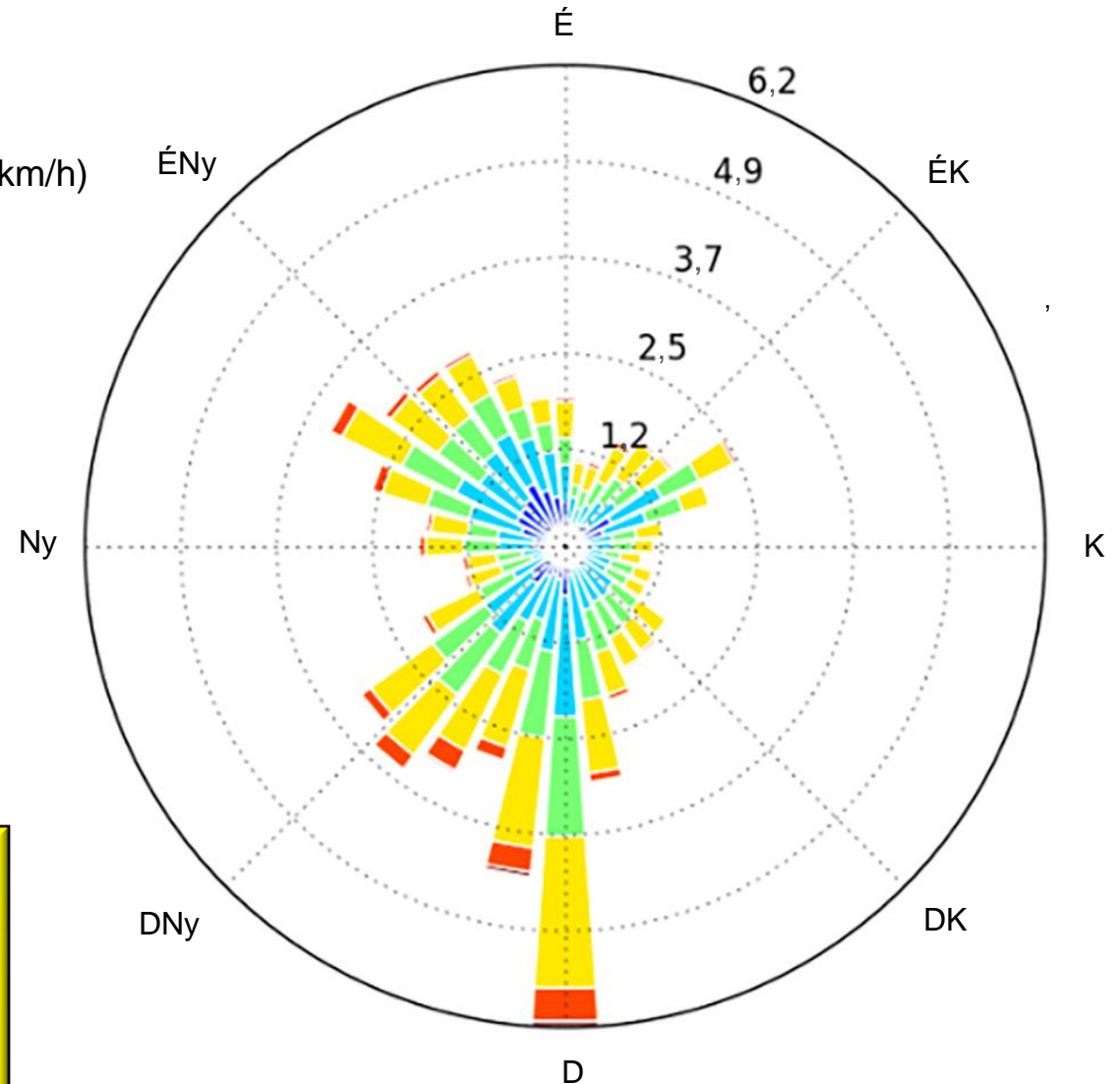
Megfigy. száma: 34 433; **szélcsend: 19,9%**; átl. széseb.: 6,8 mph* (11 km/h)

Az idő 19,9%-ában júliusban szélcsend uralkodik Madisonban

Létrehozva: 2015. okt. 11.



Az uralkodó szélirány túlnyomórészt déli és dél-nyugati



Júliusi szelek a Wisconsin állambeli Madisonban

* mph (miles per hour): mérföld per óra

Gyakorlati tervezési tanácsok

- Megfelelő óránkénti légcserre (air change per hour, ACH)
 - 4-8 ACH télen
 - 40-60 ACH nyáron (~40 ACH alagútszellőzés, ~50 ACH keresztzellőzés esetén)
- Nyáron megfelelő légcserre egységnyi testtömegre vetítve
 - ~ 2 550 m³/óra kifejlett tehenenként
- Keresztmetszeti légsebesség
 - csak légterelővel kiegészített keresztzellőzésnél hasznos mutató, cél a ~ 2,0-2,5 m/s
- Légbeömlés sebessége
 - ~ 2,5-4,0 m/s légbeömlési sebességet kell fenntartani a levegő megfelelő keveredésének biztosítására, anélkül, hogy a ventilátorok légáramlását korlátoznánk

A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai

1. Elegendő légcserre biztosítása a hő, a por, a mérgező gázok és a nedvesség eltávolításához az istállóból
2. Megfelelő légsebesség elérése a pihenőtér mikrokozmoszában
3. Minden évszakban egyaránt jó működés
4. Gazdaságosság!





Valóban segíti a légáramlás sebességének növelése a tehenek pihenését?

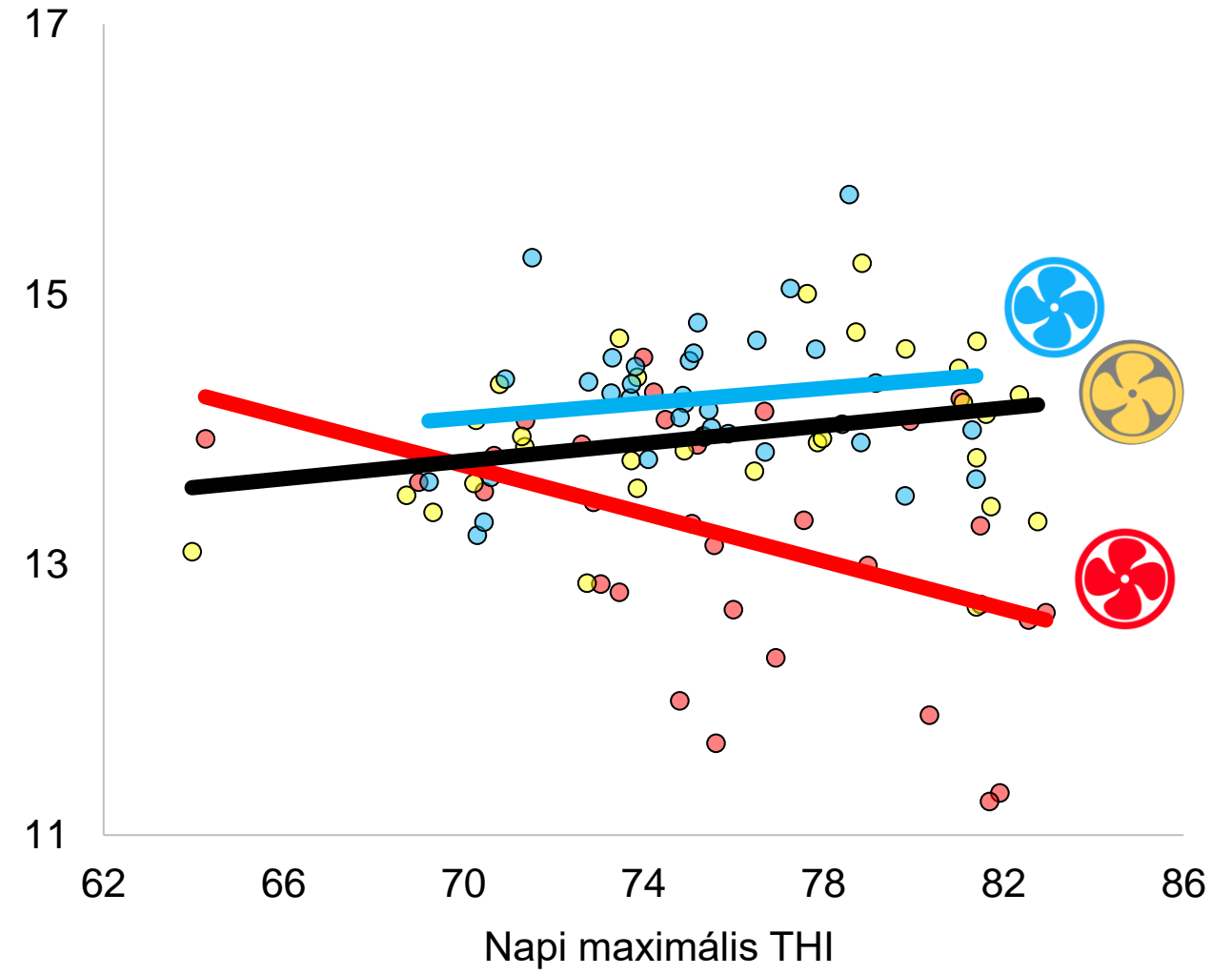
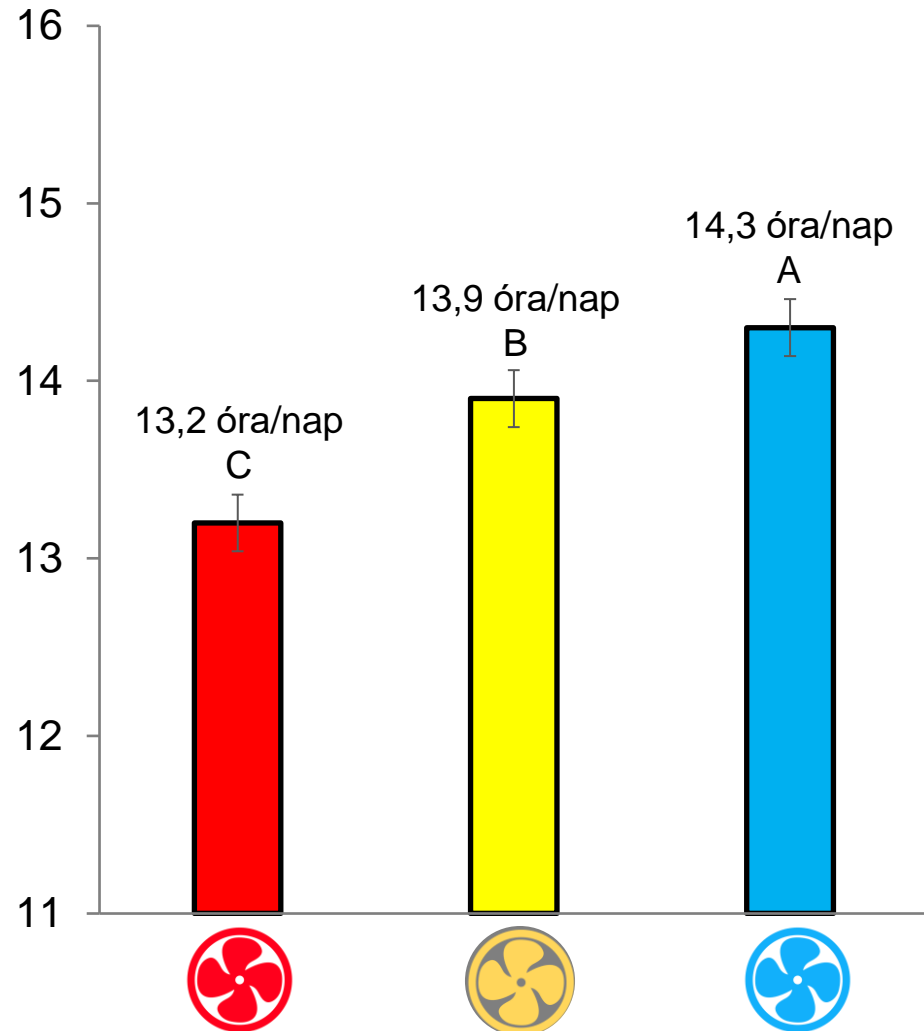
- Légsebesség szabályozása a tehenek magasságában 2 db 130 cm átmérőjű ventilátorral
- 2 istállóban egyidejűleg fut a 3 kísérlet egyike (**kontroll, 60% és 100%-os sebesség**)
- 8 csoport egyenként 16 tehénnel (összesen 128 egyed)

a légáramlás sebességének mérése 0,5 m magasságban

Ventilátorral „támogatott” összes fekvőidő



Összes fekvőidő (óra/nap)



Reuscher, Cook, Mondaca és Van Os (a tanulmány megjelenés alatt)

Minimális hűtési légsebesség

(minimum cooling airspeed, MCAS)

Legalább 1 m/s pihenőmagasságban (0,5 m)
mérve.

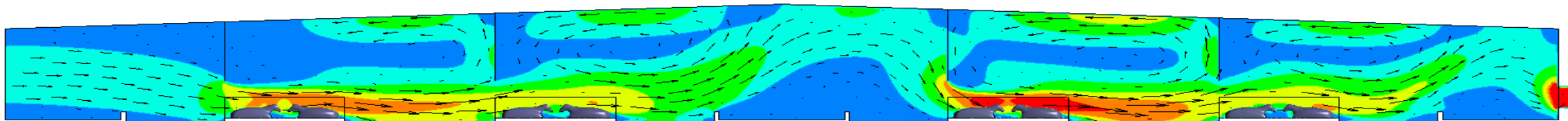
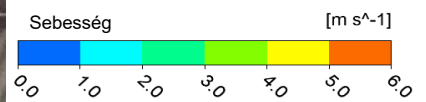
A jelenlegi kutatások azt sugallják, hogy mérsékelt
éghajlati viszonyok között 2-2,5 m/s sebességnél
csökkennek az előnyök

A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai

1. Elegendő légcserre biztosítása a hő, a por, a mérgező gázok és a nedvesség eltávolításához az istállóból
2. Megfelelő légsebesség elérése a pihenőtér mikroörmnyezetében
3. Minden évszakban egyaránt jó működés
4. Gazdaságosság!



Ködképződés és páralecsapódási problémák télen



Nyáron lent



Télen fent

A kívánt légsebesség elérése a pihenőtérben *légterelők használatával* üzemeltetési előnyt jelent egy keresztzellőzésű istállóban, de a légterelőknek télen felhúzóknak kell lenniük.

Légáramlási problémák – pókhálók!



A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai

1. Elegendő légcserre biztosítása a hő, a por, a mérgező gázok és a nedvesség eltávolításához az istállóból
2. Megfelelő légsebesség elérése a pihenőtér mikrokozmoszában
3. Minden évszakban egyaránt jó működés
4. **Gazdaságosság!**



Mennyibe kerül mindez?

							Madison, Wisconsin	Jacksonville, Florida
Rendszer típusa	Légforgató ventilátorok száma	Légelve- zető venti- látorok száma	Kupola- ventiláto- rok száma	HVLS* ventilá- torok száma	Összes ventilátor száma	Becsült ventilátortelepí- tési költség (\$/tehén)	Működési költség (\$/tehén/év)	Működési költség (\$/tehén/év)
Természetes szellőzés	68				68	\$104,98	\$23,10	\$69,30
Pozitív nyomású hibrid	192			11	203	\$275,13	\$22,05	\$57,88
Alagút	68	53			121	\$226,54	\$52,70	\$112,23
Alagút hibrid	68	56	15		139	\$249,11	\$55,68	\$116,11
Keresztszellőzés légterelővel		61			61	\$139,92	\$40,50	\$66,10
Keresztszellőzés ventilátorral	68	56			124	\$233,43	\$59,86	\$129,30

800 férőhelyes istálló 2 helyszínen
\$0,10/kWh áramdíjjal

* HVLS (high volume, low speed): nagy légmennyiséget kis sebességgel mozgató
Becslés alapján napi \$1,50-ba kerül a HVLS ventilátorok évi 200 napos működtetése

Telepítési költségek	
Típus	Költség/venti- látor
Légforgató ventilátor, 55 hüvelyk átm.	\$800
Pozitív nyomású vagy kupolaventilátor, 36 hüvelyk átm.	\$400
Légelvezető ventilátor, 55 hüvelyk átm.	\$1 400
HVLS ventilátor	\$5 000
Felszerelési költség	\$85
Kábelezési költségek	\$350

Ventilátorteljesítmény

- Légáramlás-sebesség (ventilátorkapacitás) és állandó nyomás
 - általában a ventilátor által szállított légmennyiséget CFM*-ben (vagy m³/óra-ban) 0,05-0,2 vízoszlophüvelyk (~ 5-13 mmH₂O; 12,5-50 Pa) nyomáson adják meg.
- Ventilátor-hatásfok vagy ventilációs hatékonysági arány (ventilation efficiency ratio, VER)
 - CFM (m³/óra) per watt (W)
- Légáramlási arány (airflow ratio, AFR)
 - A 0,2 vízoszlophüvelyk (50 Pa) nyomáson mért légáramlási sebesség osztva a 0,05 vízoszlophüvelyk (12,5 Pa) nyomáson mért légáramlási sebességgel

* CFM (cubic feet per minute): köbláb per perc

Ventilátorválasztási példa – egy gyártótól származó termékek

Alagútszellőzés biztosítása pihenőboxok feletti ventilátorokkal 1 560 tehén számára 40 ACH (óránkénti légcseré) mellett Madisonban (Wisconsin).

A hőstressz okozta költség 123 US dollár/tehén/év.

Ventilátor-választék (átmérő szerint)	Légáramlás- sebesség CFM (m ³ /óra)	Ventilátor- hatásfok CFM/W	Légelvezető ventilátor	Telepítési költség/tehén	Működési költség/tehén
55 hüvelyk (140 cm)	22 722	20,80	87	\$227,21	\$48,43
60 hüvelyk (152 cm)	26 800	17,20	74	\$211,92	\$54,71
60 hüvelyk (152 cm)	30 300	16,40	66	\$202,51	\$56,58
60 hüvelyk (152 cm)	36 900	13,10	54	\$200,39	\$66,00
72 hüvelyk (183 cm)	41 527	21,60	48	\$199,79	\$47,74

Megjegyzés: A ventilátor kiválasztását nem kizárólag a CFM/W határozza meg (hanem emellett az AFR, a szerelési követelmények, a zajszint stb. is)

Villamosenergia-költség – változtatható frekvenciájú meghajtók

Ventilátorok száma	Modell	Sebesség-beállítás	kW/ventilátor	Összes kW	Költség/óra	Futási idő (óra)	Éves becsült költség
1	AX51DG43-HR	100%	1,337	1,337	\$0,15	4 380	\$644,17
1	AX51DG43-HR	60%	0,665	0,665	\$0,07	4 380	\$320,40
						KÜLÖNBSÉG	\$323,77
					Áramköltség	0,110	per kWh

Tisztítás és karbantartás!!




- A zsaluk beépítése 24%-kal csökkentheti a ventilátorok hatékonyságát (Simmons és Lott, 1997, 13(5):671-673)

Minden beépített ventilátor tisztítást és karbantartást igényel!

Áttekintés

- A rossz szellőzés kedvezőtlen hatásai és felismerésük
- A szellőzőrendszerek típusai és tervezési szabványai
- A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai
- A szellőzőrendszerek értékelésének módszere

Eszközök

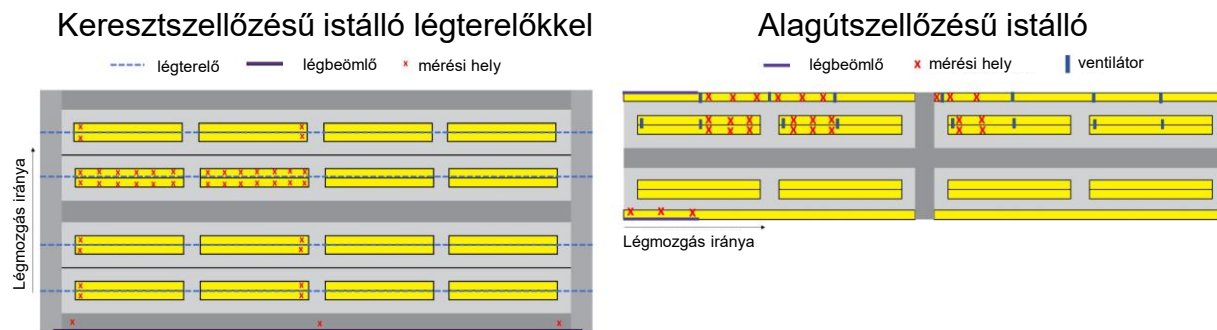
Ködgenerátor	Burgess-féle hordozható, propánmelegítő kültéri rovarirtó, amely ásványolajködöt állít elő	
Propelleres légáramlásmérő	Képes 2 másodpercenként méréseket végezni (pl. Kestrel 5000AG LiNK *-kel)	
Hőmérséklet- (T-) és relatív páratartalom- (RH-) érzékelők (legalább 2)	Pl. Kestrel DROP D2AG (2 másodpercenként vagy 10 percenként képes naplózni a paramétereket a telepen végzett mérési időszak hosszától függően)	

*LiNK: vezeték nélküli adattovábbítási lehetőséggel



Légsebesség „feltérképezése”

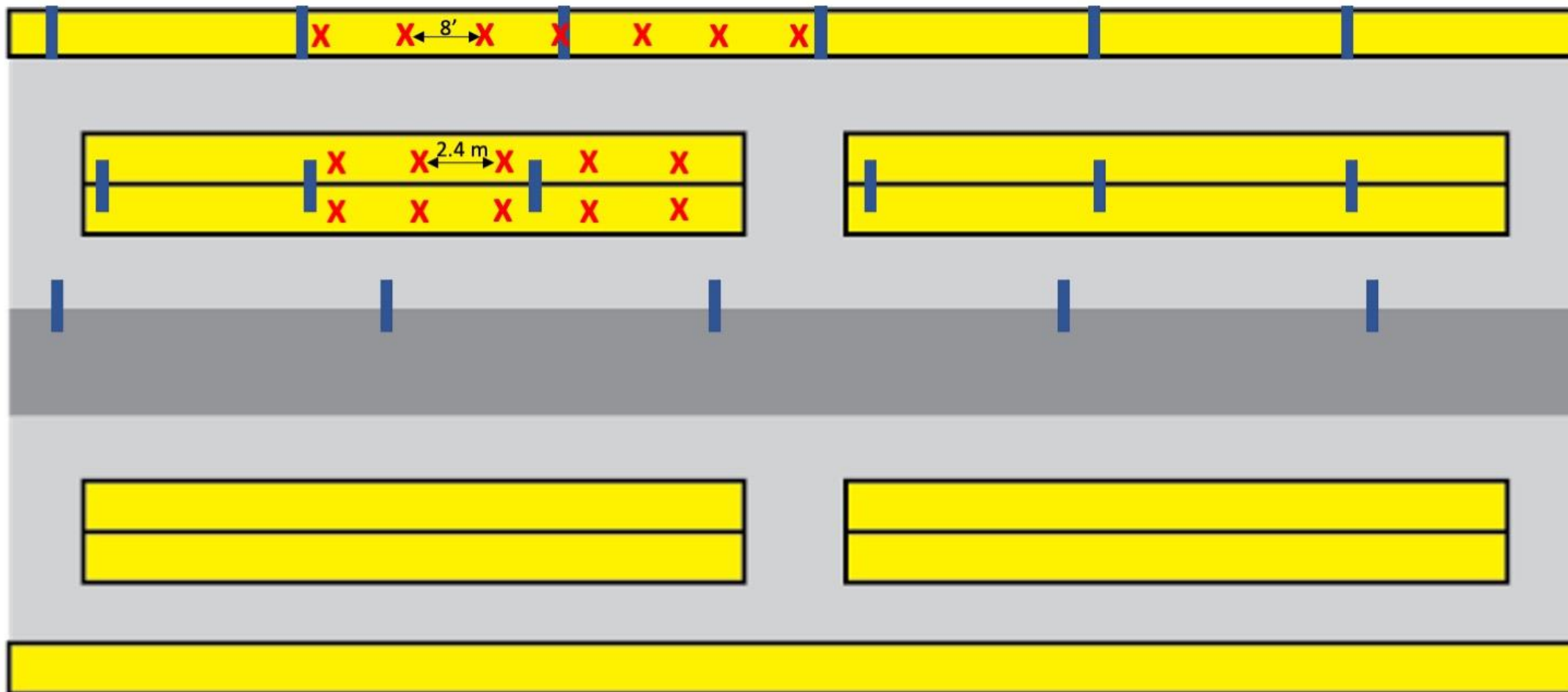
- Propelleres légáramlásmérő
 - 0,5 m-re a talajtól, vagyis az állat pihenőmagasságában méri a légsebességet
- 1 perc mérési helyenként



Természetes szellőzésű istálló

X Mérési pont

┃ Ventilátor



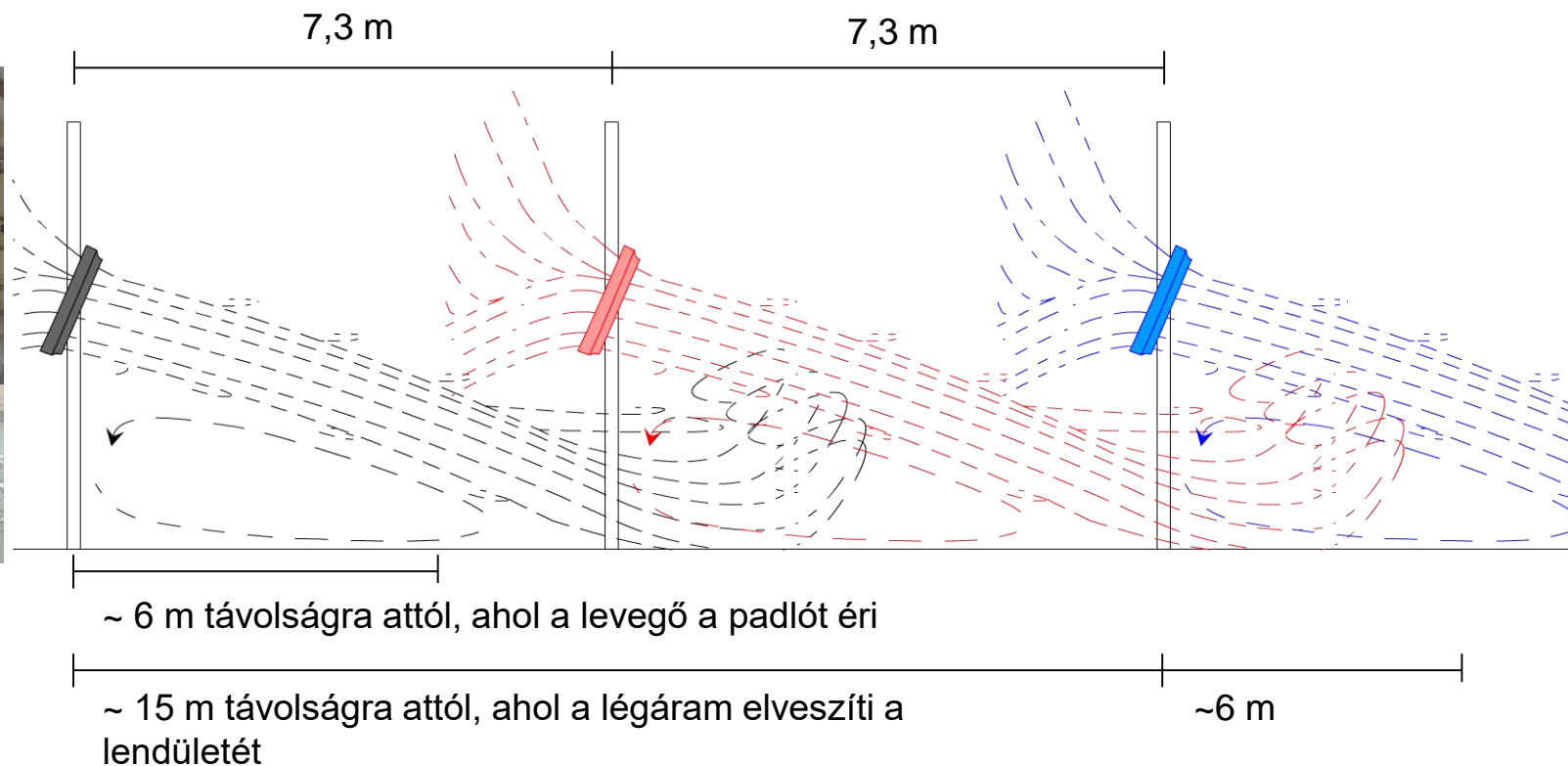
Ventilátorok telepítési távolsága

(Jellemzően 122-140 cm átmérőjű panelventilátorok)



~ 6 m távolságra
attól, ahol a levegő a padlót éri

~ 15 m távolságra
attól, ahol a légáram elveszíti a lendületét



A cél pihenőbox-platformonként egy ventilátor elhelyezése egymástól
7-9 m távolságra, amelyek ~ 20°C-on kapcsolnak be

Dupla ventilátorok vagy nagyobb ventilátorok egymástól 12-18 m-re

Kisebb kábelezési és felszerelési költségek



Hőmérséklet és relatív páratartalom (T és RH) mérése

Természetes szellőzésű istállók esetén szereljük fel egy T- és RH-érzékelőt annak az istállónak a közepére, ahol a légsebességet mérni szeretnénk. Ezek 2, 30 vagy 600 másodperces időközönként rögzítik a T-t és a RH-t. Az értékeket a telepi adatgyűjtés teljes időtartamában mérni kell.

A mechanikusan szellőztetett istállók esetén az ASABE* szellőzési szabványai szerint az istálló légbeömlési és -kiömlési pontjai közötti hőmérséklet-különbség ne lépje túl a 2 °C-t. Helyezzünk el két-két T- és RH-érzékelőt a légbeömlő és a kiömlőnyílások bármely végére. Az értékeket a telepi adatgyűjtés teljes időtartamában mérni kell.



* ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers):
Amerikai Mezőgazdasági és Biológiai Mérnöki Társaság

Lihegés: szembetűnő, de késői jelző

Nyáladzás

A tehén szájából (tisztá, átlátszó) nyál folyik; a tehén nem kérődzik; bármilyen mennyiségű látható nyál nyáladzásnak számít



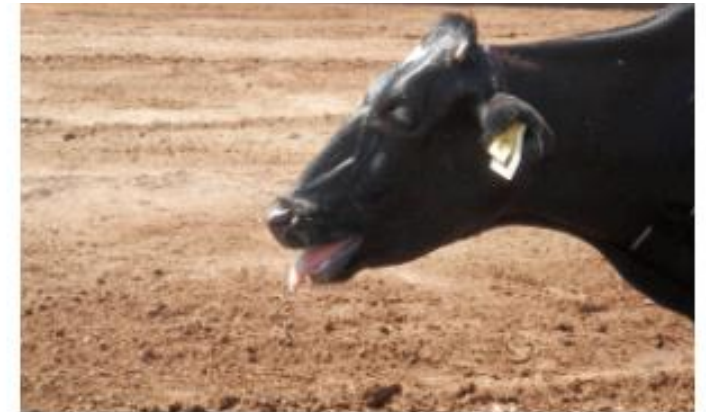
Lihegés

A száj nyitott; az ajkak között rés látható; a tehén nem kérődzik



Nyelv kinyújtása

Előre álló nyelv; a nyelv hegye vagy ennél nagyobb része anélkül nyúlik át az alsó fogakon, hogy bármilyen testrészt érintene (pl. az állat nem nyalogatja magát).



Egy korai mutató, a légzésszám mérése

Ökölszabály: ≥ 60 légzés/perc értéknél kell beavatkozni

Módszer:

1. Figyeljük meg a tehenet, és rögzítsünk 10 teljes lélegzetvételt úgy, hogy „1”-et számolunk, amikor a tehén belélegzi a levegőt, illetve „és”-t mondunk, amikor kilélegzi.
2. Először vegyük fel a ritmust az „1 és” „1 és” „1 és”... számolással, ezt követően indítsuk el a stoppert a következő „1 és” előtt, majd számoljunk el így „10 és”-ig, és ekkor állítsuk le a stoppert.
3. Osszuk el 600-at 10 teljes lélegzetvétel másodpercben mért idejével, hogy megkapjuk a percenkénti lélegzetvételek számát.



Pl. 10 teljes lélegzetvétel 10 másodpercet vesz igénybe = $600/10 = 60$ lélegzetvétel/perc

Az értékelés eredményeinek összegzése



Ventilációs kritériumok	Cél
Nyári időszakban a pihenőmagasságban 1-2 m/s légsebességgel jellemezhető pihenőboxok aránya	> 90%
Légcsere óránként – nyáron	40-60 ACH
Légcsere óránként – télen	4-8 ACH
Légcsere tehemenként (m ³ /óra)	> 2 550
Mért bemeneti légsebesség	2,5-4,0 m/s
Kimeneti levegő hőmérséklet-emelkedése a bemenetihez képest	< 2 °C
Páralecsapódás előfordulása a gerendákon	nincs
Állatok csoportosulásának előfordulása	nincs
Csoportosuló tehenek aránya (minimum ~ 20 tehén)	0%
Nagyobb, mint 60 lélegzetvétel/perc légzésszámú tehenek aránya (minimum ~ 20 tehén)	< 25%

Áttekintés

- A rossz szellőzés kedvezőtlen hatásai és felismerésük
- A szellőzőrendszerek típusai és tervezési szabványai
- A hatékony szellőzőrendszerek tervezési kritériumai
- A szellőzőrendszerek értékelésének módszere



Szponzorok

Premier

Saputo

Program



Workshop





www.thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu

Köszönöm!