

# Jak dosáhnout optimálního komfortu krav pro zdravější a ziskovější chov 2. část

**Nigel B. Cook**

Škola veterinární medicíny  
Univerzita Wisconsin-Madison



# The Components of Cow Comfort



# Dopady tepelného stresu při THI ~ 68

**THI = (suchá baňka) venkovní teplota °F - (0,55- (0,55 x (relativní vlhkost %/100)) x (venkovní teplota °F – 58)**

*THI zohledňuje vliv relativní vlhkosti (RH)*

THI 68:

Při 20% relativní vlhkosti by teplota byla 24°C.

Při 90% relativní vlhkosti by teplota byla 21°C.

Air Temperature (°F)	Relative Humidity (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
65	61	61	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	63	64	64	64	64	64	65	65	65
70	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70
75	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
80	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80
85	70	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
90	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90
95	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
100	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100
105	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	101	102	104	105
110	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97	99	100	101	103	104	106	107	109	110

# Dospělé krávy vyrábějí spoustu tepla!



# Příznaky na úrovni stáda

- Pokles nádoje v létě
- Zhoršení plodnosti v létě
- Zvýšené počty somatických buněk v létě
- Zvýšený výskyt zdravotních problémů – v různých obdobích:
  - mastitidy v létě
  - kulhání na podzim
  - respirační onemocnění v zimě  
(nepřesně definovaná!)

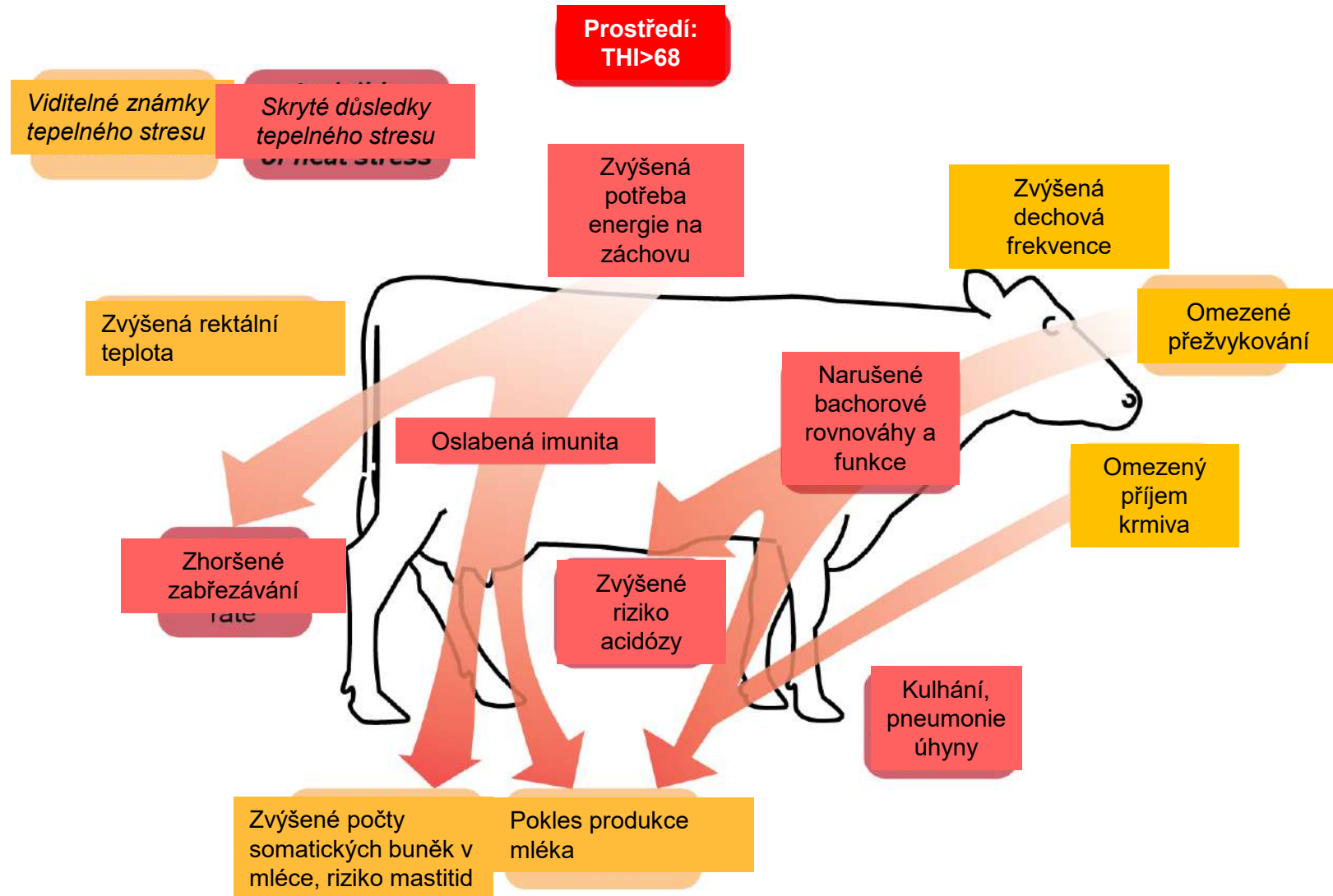


Shlukování

# Shlukování krav

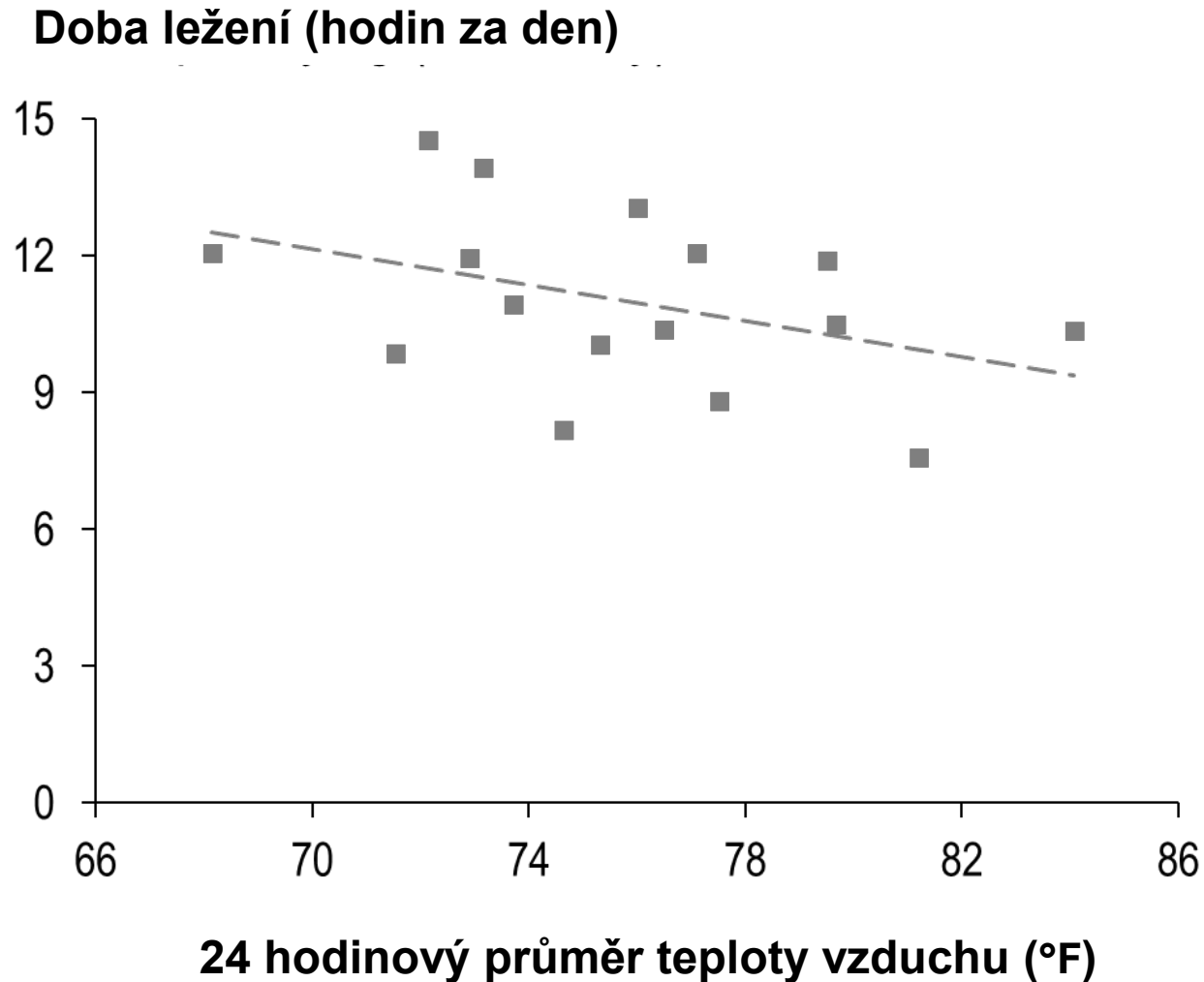
- Kvůli horku a mouchám!
- Pamatujte, že krávy při stresu z horka vyhledávají stín na pastvině - totéž dělají ve stájích („jdou do tmavších míst“).
- Krávy se vzdalují od bočních a koncových stěn stáje (horší situace ve stájích se severojižní orientací).
- Krávy také vyhledávají rychleji se pohybující vzduch a vzdalují se od míst s nehybným vzduchem.
- Zavřete vrata na koncích stáje, použijte postřik proti mouchám, stáhněte opony nebo použijte plachtu ke stínění, zajistěte dostatečnou výměnu vzduchu, zlepšete chlazení

# Důsledky tepelného stresu: fyziologické



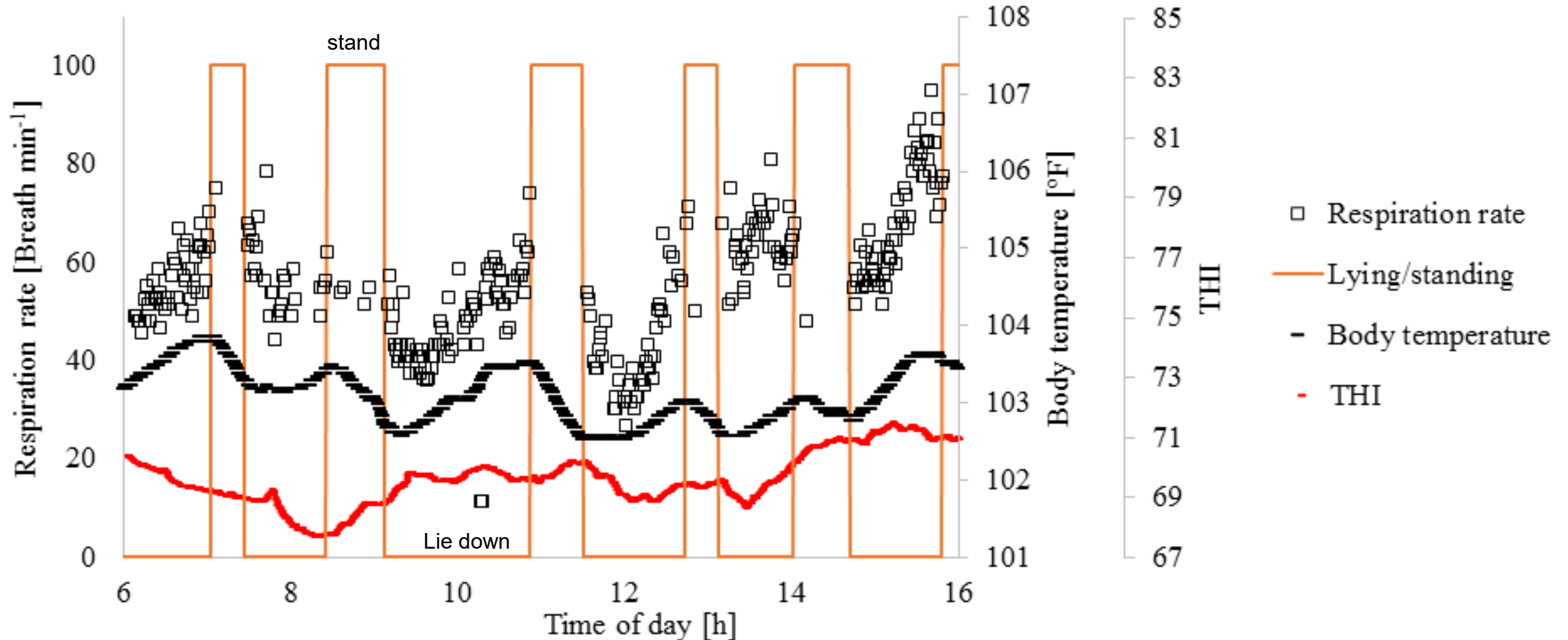


# Důsledky tepelného stresu: chování

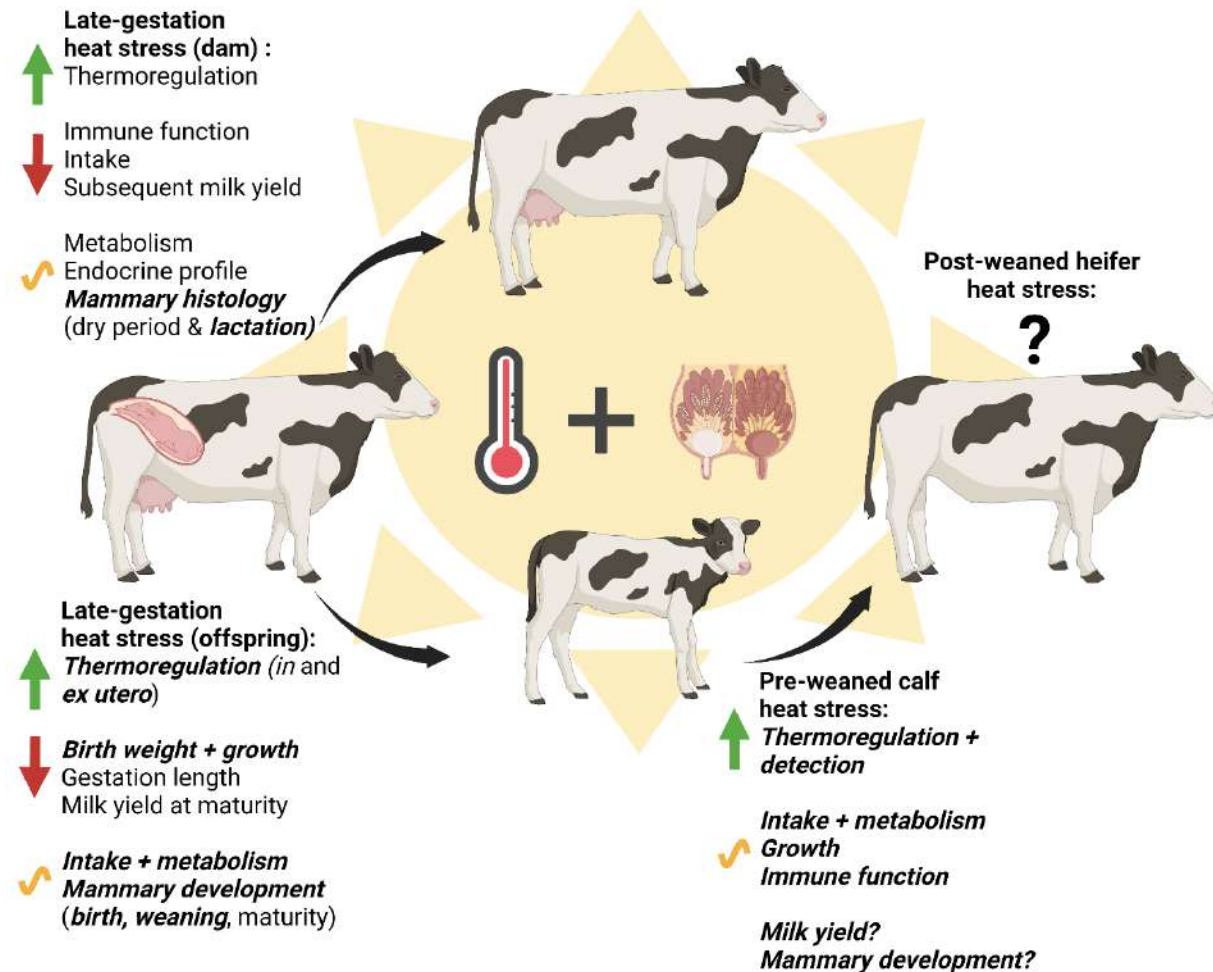


Dopad na délku doby ležení:  
zkrácení  
o 3h/d v důsledku  
tepelného stresu

# Krávy akumulují teplo, když leží a ochlazují se, když stojí



# Tepelný stres ke konci březosti



Tepelný stres v období stání na sucho negativně ovlivňuje nejen krávu (zdraví a užitkovost), ale i nenarozené tele a jeho budoucí užitkový potenciál. Pravděpodobně působí i na tele další generace....

# Ztráty způsobené tepelným stresem – v laktaci i během stání na sucho

Table 5. Estimated annual production losses by dairy cows and duration and extent of heat stress periods under minimum heat abatement intensity.

State	DMI Reduction (kg/cow per yr)	Milk production loss (kg/cow per yr)	Increase in average days open	Annual Reproductive Cull (per 1000 cows)	Deaths to heat stress (per 1000 cows)	Heat stress (h/yr)	THI <sub>Load</sub> <sup>1</sup> (units/yr)
AL	648	1305	40.5	48.8	10.4	2679	19,233
AR	611	1233	37.0	44.5	9.5	2418	17,552
AZ	362	729	25.6	24.7	5.2	1889	12,119
CA	145	293	12.1	9.1	1.9	1039	5587
CO	88	176	8.3	6.0	1.2	739	3777
CT	78	157	8.1	5.8	1.2	785	3670
DE	229	461	18.7	16.9	3.5	1527	8802
FL	894	1803	59.2	79.9	17.2	4261	28,152
GA	600	1209	38.9	45.6	9.7	2765	18,448
IA	242	487	17.6	15.6	3.2	1271	8238
ID	51	102	8.8	3.9	0.8	581	2558
IL	291	586	20.8	19.4	4.1	1498	9793
IN	214	430	17.0	14.6	3.0	1333	7951
KS	334	672	23.5	22.8	4.8	1731	11,082
KY	400	807	27.1	27.7	5.8	1811	12,810
LA	1028	2072	57.7	88.2	19.3	3551	27,355
MA	99	200	9.4	7.1	1.5	865	4310
MD	212	428	17.5	15.4	3.2	1458	8212
ME	42	84	4.7	3.0	0.6	455	2007
MI	80	160	7.8	5.5	1.1	708	3495
MN	116	234	10.0	7.5	1.5	816	4566
MO	464	936	29.0	31.5	6.7	1875	13,734
MS	808	1629	47.0	63.2	13.6	2993	22,293
MT	49	98	5.4	3.6	0.7	527	2370
NC	337	679	24.5	23.5	4.9	1840	11,565
ND	104	210	8.9	6.5	1.3	725	4047
NE	352	710	21.9	21.4	4.5	1376	10,300
NH	161	325	12.1	9.6	2.0	870	5582
NJ	127	256	11.7	9.2	1.9	1073	5425
NM	168	338	23.0	22.2	4.6	1756	11,205
NV	82	166	8.9	6.4	1.3	860	4029
NY	69	139	7.3	5.1	1.0	715	3280
OH	159	320	13.7	11.0	2.3	1146	6390
OK	737	1486	40.8	51.9	11.1	2434	19,349
OR	86	173	7.6	5.3	1.1	639	3429
PA	159	321	13.2	10.6	2.2	1061	6140
RI	71	143	7.8	5.6	1.2	789	3504
SC	484	975	33.2	37.3	7.9	2547	15,768
SD	251	506	16.7	14.7	3.1	1109	7827
TN	378	761	26.8	26.8	5.6	1902	12,684
TX	996	2007	53.9	73.7	15.9	3185	25,597
UT	67	135	7.7	5.4	1.1	780	3452
VA	311	627	22.3	20.8	4.3	1584	10,502
VT	61	123	6.7	4.6	0.9	652	2956
WA	82	166	7.0	4.9	1.0	566	3127
WI	91	183	8.7	6.3	1.3	776	3935
WV	216	436	17.4	14.8	3.1	1357	8149
WY	34	68	4.3	2.7	0.5	448	1811
U.S. Weighted Average						1218	7463

<sup>1</sup>THI<sub>Load</sub> is the integral of the daily THI sine curve above THI<sub>threshold</sub>, which is the THI above which heat stress occurs.

J. Dairy Sci. 86:(E. Suppl.):E52-E77  
© American Dairy Science Association, 2003.

## Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries<sup>1</sup>

N. R. St-Pierre\*, B. Cobanov\*, and G. Schnitkey†  
\*Department of Animal Sciences  
The Ohio State University, Columbus, OH 43210  
†Department of Agricultural and Consumer Economics  
University of Illinois, Urbana, IL 61801

### ABSTRACT

Economic losses are incurred by the US livestock industries because farm animals are raised in locations and seasons where effective temperature conditions venture outside their zone of thermal comfort. The objective of this review was to estimate economic losses sustained by major US livestock industries from heat stress. Animal classes considered were: dairy cows, dairy heifers (0 to 1 yr and 1 to 2 yr), beef cows, finishing cattle, sows, market hogs, broilers, layers, and turkeys. Economic losses considered were: 1) decreased performance (feed intake, growth, milk, eggs), 2) increased mortality, and 3) decreased reproduction. USDA and industry data were used for monthly inventories of each animal class in each of the contiguous 48 states. Daily weather data from 257 weather stations over a range of 68 to 129 yr were used to estimate mean monthly maximum and minimum temperatures, relative humidity, and their variances and covariances for each state. Animal responses were modeled from literature data using a combination of maximum temperature-humidity index, daily duration of heat stress, and a heat load index. Monte Carlo techniques were used to simulate 1000 times the weather for each month of the year, for each animal class, for each state, and for each of four intensities of heat abatement (minimum, moderate, high, and intensive). Capital and operating costs were accounted for each heat abatement intensity. Without heat abatement (minimum intensity), total losses across animal classes averaged \$2.4 billion annually. Optimum heat abatement intensity reduced annual total losses to \$1.7 billion. Annual losses averaged \$897 million, \$369 million, \$299 million, and \$128 million for dairy, beef, swine, and poultry industries, respectively. Across states, Texas, California, Oklahoma,

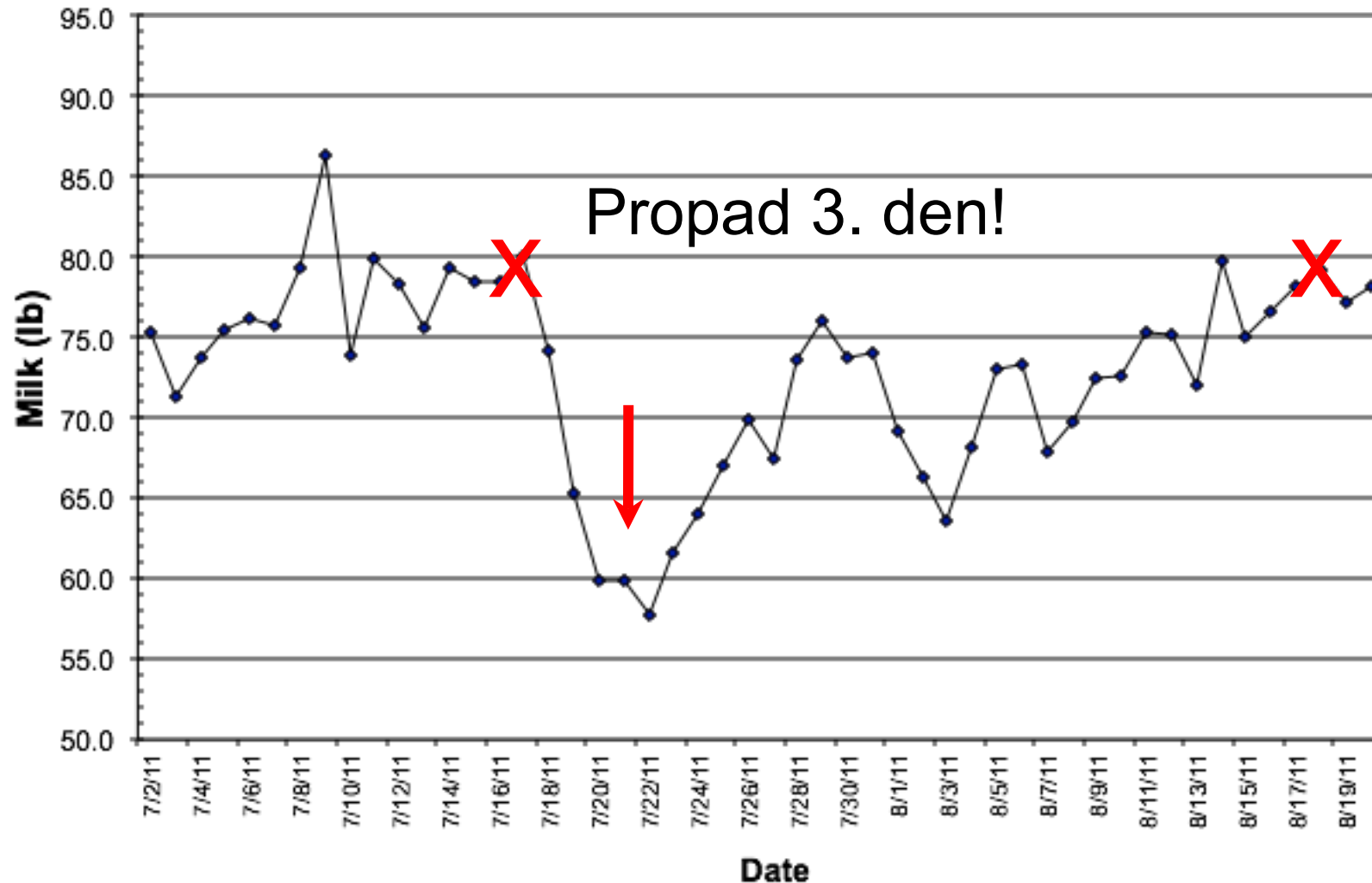
Nebraska, and North Carolina accounted for \$728 million of annual losses, or 43% of total national losses. Results point to a need for more energy and capital efficient heat abatement systems.  
**(Key words:** heat stress, temperature-humidity index, livestock economics, livestock production)

**Abbreviation key:** DMI<sub>Loss</sub> = the reduction in DMI from heat stress (kg per animal or per 1000 birds per day), DO<sub>Loss</sub> = the change in the average number of days open from heat stress, ΔTHI = the change in apparent THI from a heat abatement system, EGG<sub>Loss</sub> = the loss in egg production from heat stress (kg per hen per day), Gain<sub>Loss</sub> = the loss in body weight gain (kilogram per animal or per 1000 birds per day), H = relative humidity (%), PDeath = the change in monthly death rate from heat stress, PR = monthly pregnancy rate, RCullRate = the change in monthly reproductive cull rate due to heat stress, T = temperature (°C), THI = the daily THI sine curve above THI<sub>threshold</sub>, THI<sub>Load</sub> = integral of the average monthly THI<sub>Load</sub>, THI<sub>max</sub> = daily maximum THI, THI<sub>min</sub> = daily minimum THI, THI<sub>threshold</sub> = THI threshold above which heat stress occurs in a given animal class, ZTC = zone of thermal comfort.

### INTRODUCTION

Environments of high temperatures and humidity are detrimental to the productivity of commercial animal agriculture (Fuquay, 1981; Morrison, 1983). Farm animals have known zones of thermal comfort (ZTC) that are primarily dependent on the species, the physiological status of the animals, the relative humidity, and the velocity of ambient air, and the degree of solar radiation (NRC, 1981). Economic losses are incurred by the US livestock industries because farm animals are raised in places and seasons where temperature conditions venture outside the ZTC. Heat stress results from a mismatch between the net amount of energy surrounding environment

# Propad mléčné užitkovosti: denní nádoj x měsíční kontrola užitkovosti



Měsíční kontroly užitkovosti vynechat nebo těžce podcenit ztrátu mléka v důsledku periodického tepelného stresu!

# V Madisonu (Wisconsin) máme 77 dnů s teplotou vyšší než 68°F (20°C) a vypočtené mezní náklady na tepelný stres činí 123 \$ na krávu a rok

Estimated Operating Costs						
Energy Price (\$/kW-h)		0.10				
Barn Location						
US ZIP Code	State	Location	Lat	Long	Temperature Threshold (°F)	Milk Price \$/cwt
53706	WI	Madison	43.1	-89.4	68	\$ 18.00
					Ib DM/Ib Marginal Milk	TMR Price \$/Ib
					0.44	\$ 0.11
Exhaust Stage	Set-Point (°F)	Stage Days per Year	Cumulative Exhaust System Cost per Hour		Exhaust System Stage Operating Cost	
Winter	<32	94	\$	0.73	\$	1,656
	<39	49	\$	1.75	\$	2,054
	<46	32	\$	2.84	\$	2,159
	<53	36	\$	3.82	\$	3,307
	<68	78	\$	4.92	\$	9,178
Summer	>=68	77	\$	6.12	\$	11,232
	Days:	365				
Annual Operating Cost			Marginal Milk Cost of Heat Stress			
	Total	Annual Operating Cost Per Cow	Milk loss (lb) per cow per day	Milk loss (lb) per cow per year	Loss (\$) per year	Loss (\$) per cow per year
Exhaust System Cost	\$ 29,585	\$ 36.98				
Circulation Fan Cost	\$ 14,962	\$ 18.70				
<b>Total Annual Operating Cost</b>	<b>\$ 44,547</b>	<b>\$ 55.68</b>	2.57	939	\$ 98,883	\$ 123.60

Za předpokladu, že ztráta na krávu je podhodnoceným odhadem skutečných nákladů na tepelný stres a špatné větrání, pak provozní náklady na krávu za rok v dané lokalitě nižší než ~120 \$ považujeme za ekonomicky životaschopný systém.

# Ztráta mléka v laktaci následující po suchostojném období s tepelným stresem

Reference	Dry period length (d)	Milk production measured in the subsequent lactation (d)	Milk loss in the subsequent lactation (kg/d)
Collier et al. (1982)	60	100	1.2
Collier et al. (1982)	60	305 <sup>1</sup>	2.6
Wolfenson et al. (1988)	60	150	3.5
Avendaño-Reyes et al. (2006)	60	100	2.6
Urdaz et al. (2006)	28 <sup>2</sup>	60	1.4
Adin et al. (2009)	60	90	2.1
do Amaral et al. (2009)	46	210	7.5
do Amaral et al. (2011)	46	140	2.3
Tao et al. (2011)	46	280	5
Tao et al. (2012)	46	294	6.3
Thompson et al. (2014)	46	280	3.8

<sup>1</sup>305-d predicted yield adjusted for age, month of calving, and estimated relative producing ability.

<sup>2</sup>Cooling in the close-up period only.

Průměrná ztráta mléka je 3,5 kg na kus a den



## MLŽÍCÍ systém Soaking Smarter:

Nízký dosah při ~ 20-24 °C  
Délka mlžení 0,4-0,5 min.  
Interval 12-15 min.

Vysoký dosah při ~ 28-29 °C  
Délka mlžení 0,4-0,5 min.  
Interval 6-10 min.



# Inteligentní mlžící systém

- Trysky jsou zapnuty jen v přítomnosti krav – ultrazvukový senzor detekuje přítomnost krávy u krmného stolu.
- Snižuje množství použité vody (až o 70% méně?)
- Pravděpodobně je ještě příliš drahý...



# Mlžící trysky umístěné v krmišti neprodłużují významně dobu ležení!

Studie	Doba ležení u skupiny s mlžícím systémem (h/d)	Doba ležení v kontrolní skupině (h/d)
Legrand et al., JDS 94:3376, 2011	11.1	11.5
Chen et al., JDS 96:5035, 2013	11.3	11.0
Chen et al., JDS 99:4607, 2016	12.1	11.9

Ovlivňují tělesnou teplotu, příjem krmiva a produkci mléka.

# Krávy ohřívají a zvlhčují vzduch

- Nahrazení teplého a vlhkého vzduchu čerstvým vzduchem pomáhá udržet příznivý gradient přestupu tepla – podobně jako když foukáme na horkou ranní kávu!
- Rychlost proudění vzduchu má **SKUTEČNĚ** významný vliv!

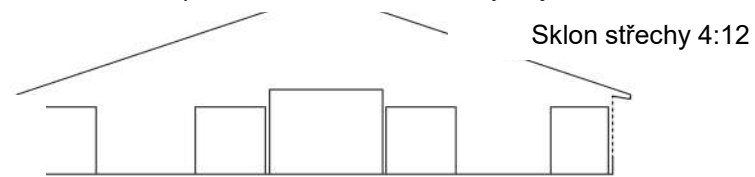


# Typy ventilačních systémů

## Přirozená ventilace

Otevřená hřebenová štěrbin  
Alespoň 2,5 cm na každé 3m šířky stáje

Boční svinovací  
plachty  
Po celé délce stáje



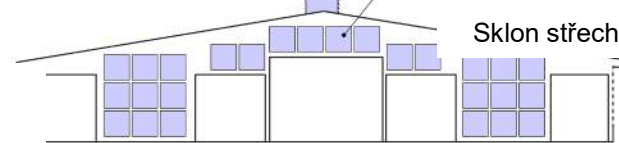
## Kombinovaná ventilace

Cupola Ventilation System

Odtahové ventilátory

Sklon střechy 2:12 (nebo 1:12)

Boční svinovací  
plachty  
Po celé délce stáje

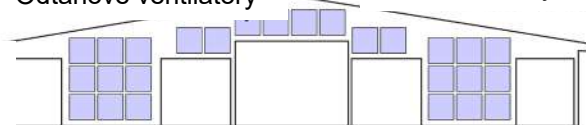


## Tunelová ventilace

Odtahové ventilátory

Sklon střechy 2:12 (nebo 1:12)

Boční svinovací plachty  
Vstupní otvory na  
protilehlých koncích stáje



## Příčná ventilace

Sklon střechy 0,5:12

Odtahové ventilátory

Boční svinovací plachty  
Obvykle po celé délce stáje



Poznámka: Hybridní  
systémy obsahují prvky  
přirozené i nucené  
ventilace



# 6 Běžné systémy větrání:

1. Přirozené větrání s ventilátory nad lehacími boxy
2. Nucená hybridní ventilace – ventilátory vhánějí vzduch do stáje
3. Tunelová ventilace s ventilátory nad lehacími boxy
4. Tunelová hybridní ventilace s cupola ventilátory a bočními oponami
5. Příčná ventilace s usměrňovacími lištami nad lehacími boxy
6. Příčná ventilace s ventilátory nad lehacími boxy

 J. Dairy Sci. 106:9552–9567  
<https://doi.org/10.3168/jds.2023-23364>  
© 2023, The Authors. Published by Elsevier Inc. and FASS Inc. on behalf of the American Dairy Science Association®.  
This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Effect of different air speeds at cow resting height in freestalls on heat stress responses and resting behavior in lactating cows in Wisconsin**

Kimberly J. Reuscher,<sup>1</sup> Nigel B. Cook,<sup>2</sup> Tadeu E. da Silva,<sup>1</sup> Mario R. Mondaca,<sup>2\*</sup> Karen M. Lutchterhand,<sup>3</sup> and Jennifer M. C. Van Os<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal and Dairy Sciences, University of Wisconsin–Madison, Madison, WI 53706  
<sup>2</sup>Department of Medical Sciences, School of Veterinary Medicine, University of Wisconsin–Madison, Madison, WI 53706  
<sup>3</sup>Novus International Inc., Chesterfield, MO 63005

# Podporuje rychlejší proudění vzduchu odpočinek krav?

- Řízení rychlosti proudění vzduchu v úrovni krav pomocí ventilátorů diameter Munters Aerotech VFD 2 x 51”
- 2 ventilátory/kotec, každý pokrývá 8 lehacích boxů.
- 2 kotce, v nichž současně probíhaly vždy 2 ze 3 pokusných zásahů (kontrola, nízká a vysoká rychlost vzduchu).
- Adaptační období 3 dny + 4 periody po 24 hodinách pro sběr dat v každém pokusném zásahu (ve vyváženém pořadí)
- 8 skupiny po 16 kravách (celkem 128 krav)



Rychlost proudění vzduchu měřena ve výšce 0,5 m

# Mapa rychlosti proudění vzduchu ve výšce 0,5 m v jednotlivých pokusných zásazích

Nízká rychlost (ventilátory 60% maxima)

1.4	2S	3S	4S	1.9	6S	7S	1.4
1.0	2N	3N	4N	1.8	6N	7N	1.1

Vysoká rychlost (ventilátory 100% maxima)

2.5	2S	3S	4S	3.4	6S	7S	2.5
1.4	2N	3N	4N	3.0	6N	7N	2.0

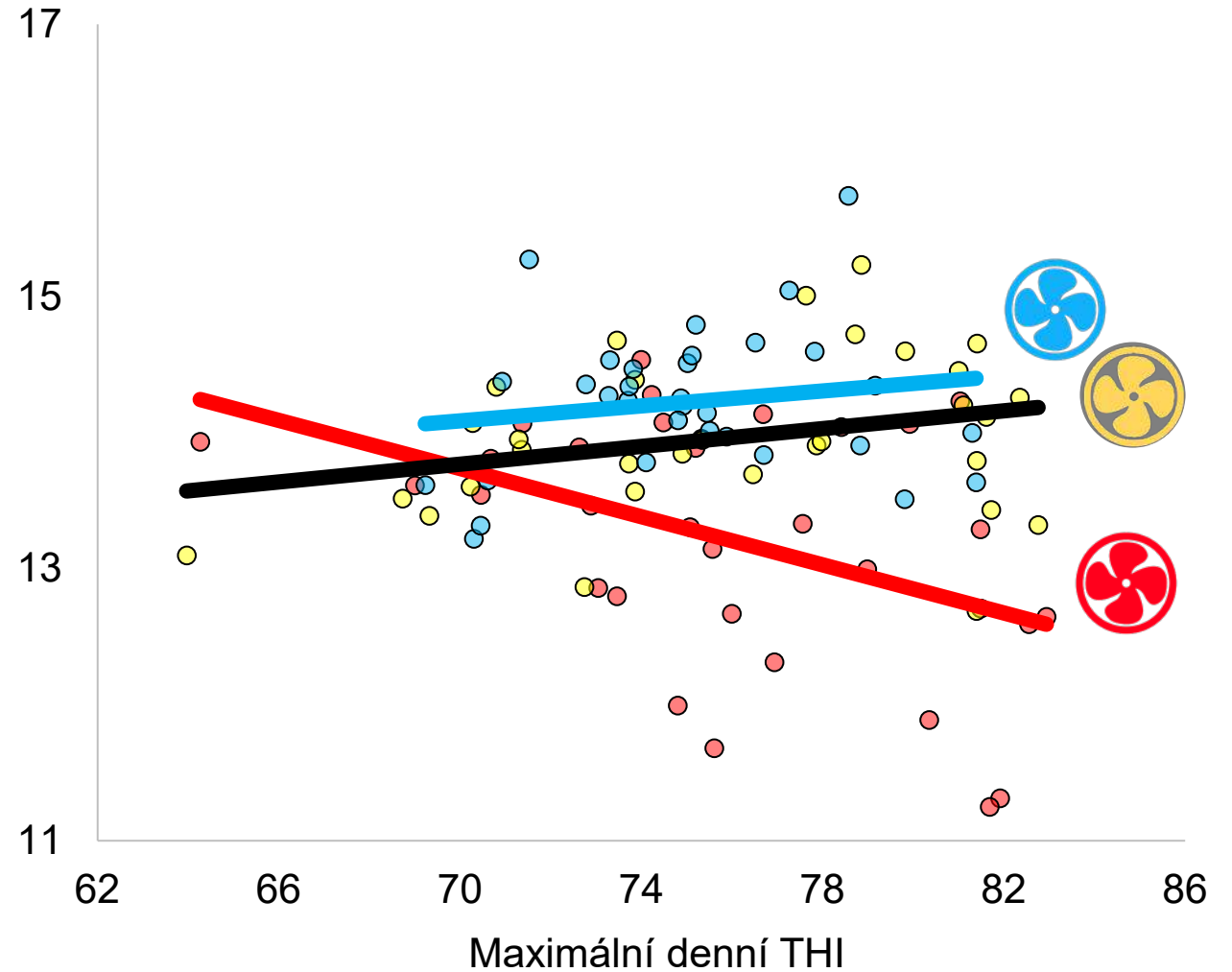
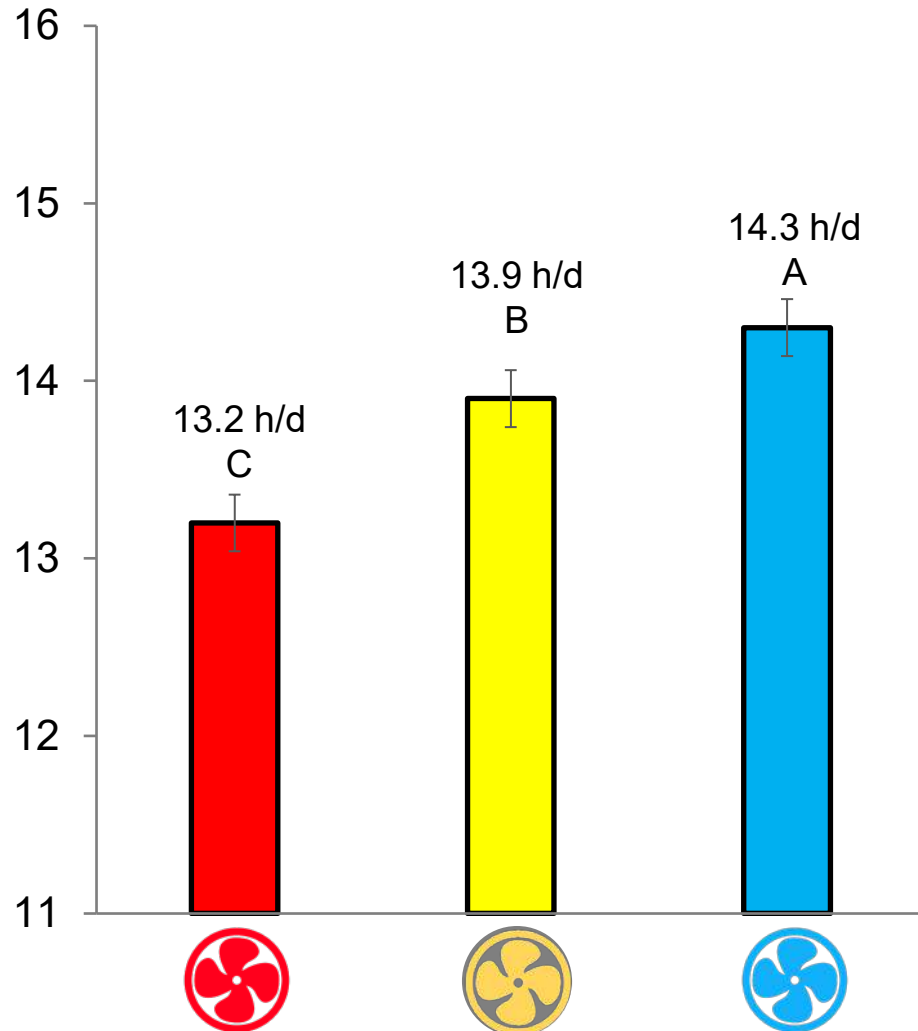
- Kontrola (vypnuté ventilátory):  $0,4 \text{ m/s} \pm 0,2 \text{ m/s}$
- Nízká rychlost vzduchu:  $1,7 \text{ m/s} \pm 0,5 \text{ m/s}$
- Vysoká rychlost vzduchu:  $2,4 \text{ m/s} \pm 0,8 \text{ m/s}$



# Ventilátory podporovaly dobu ležení

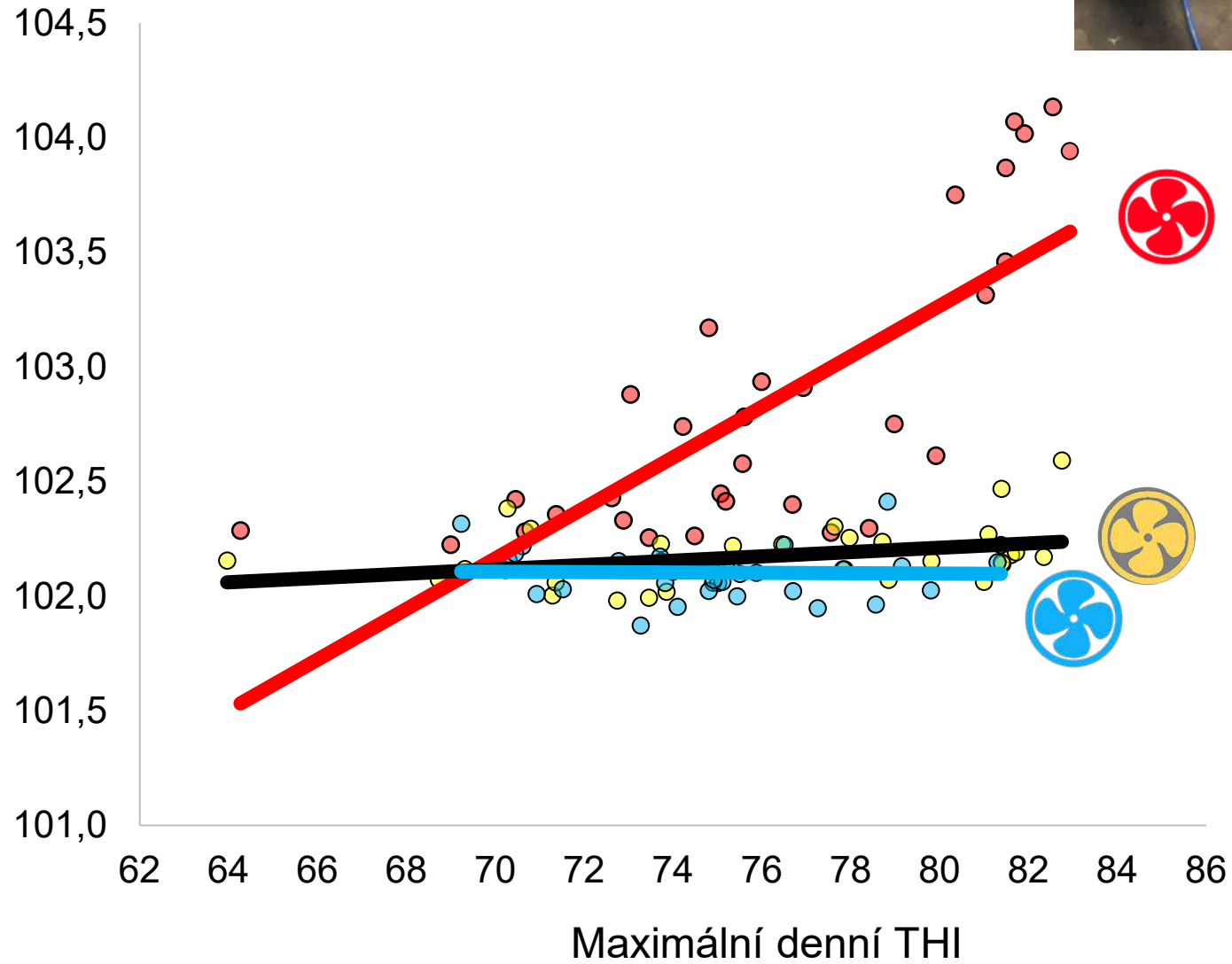
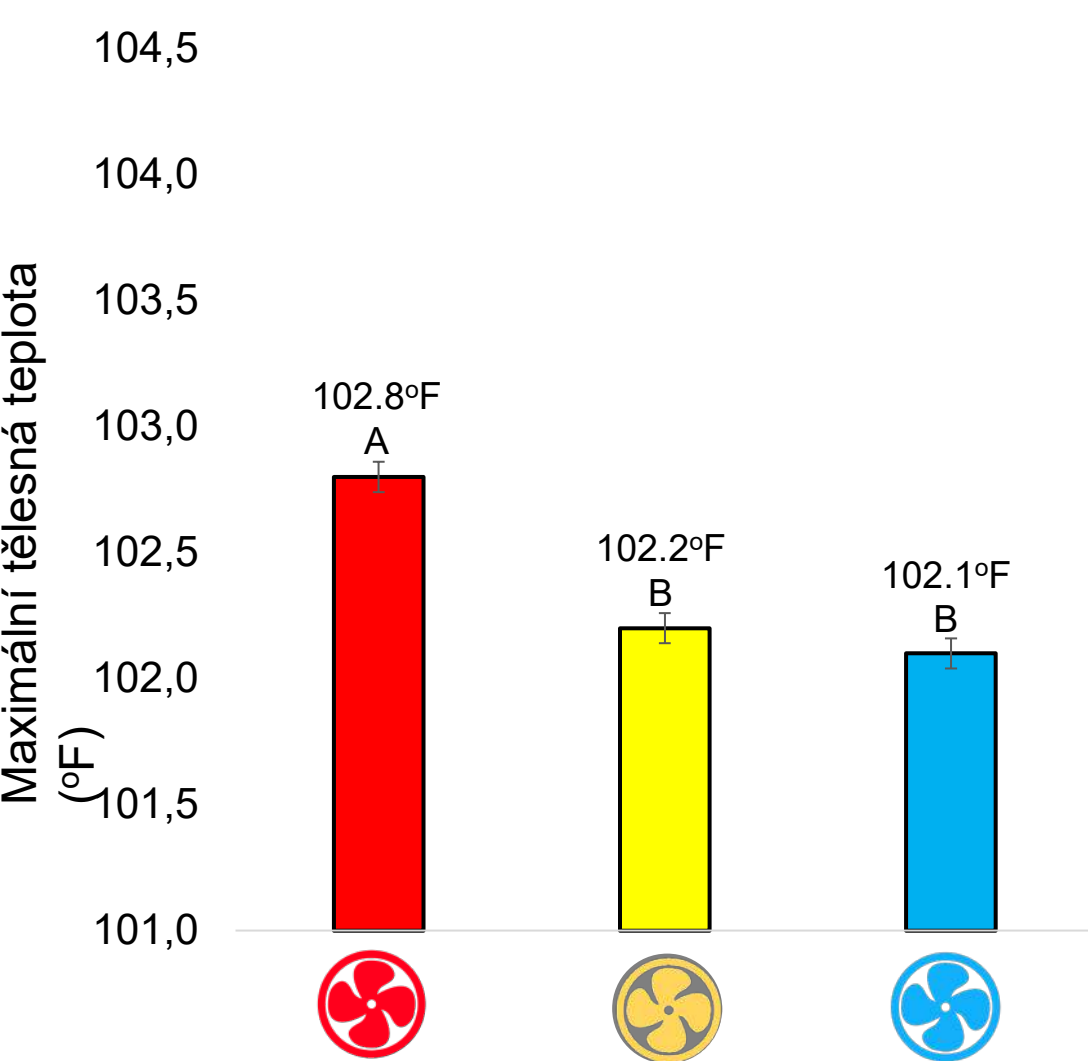


Doba ležení (hodiny/den)

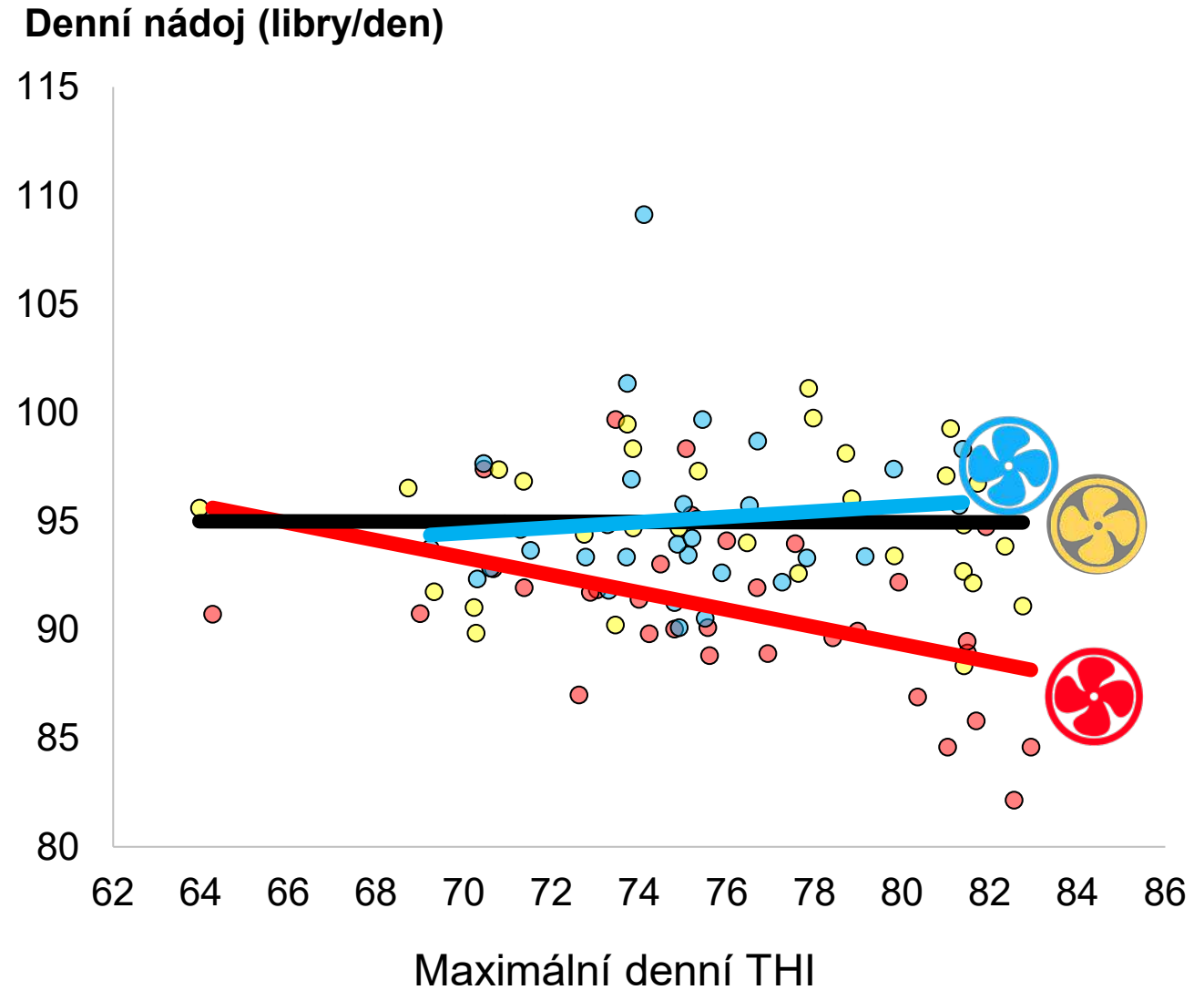
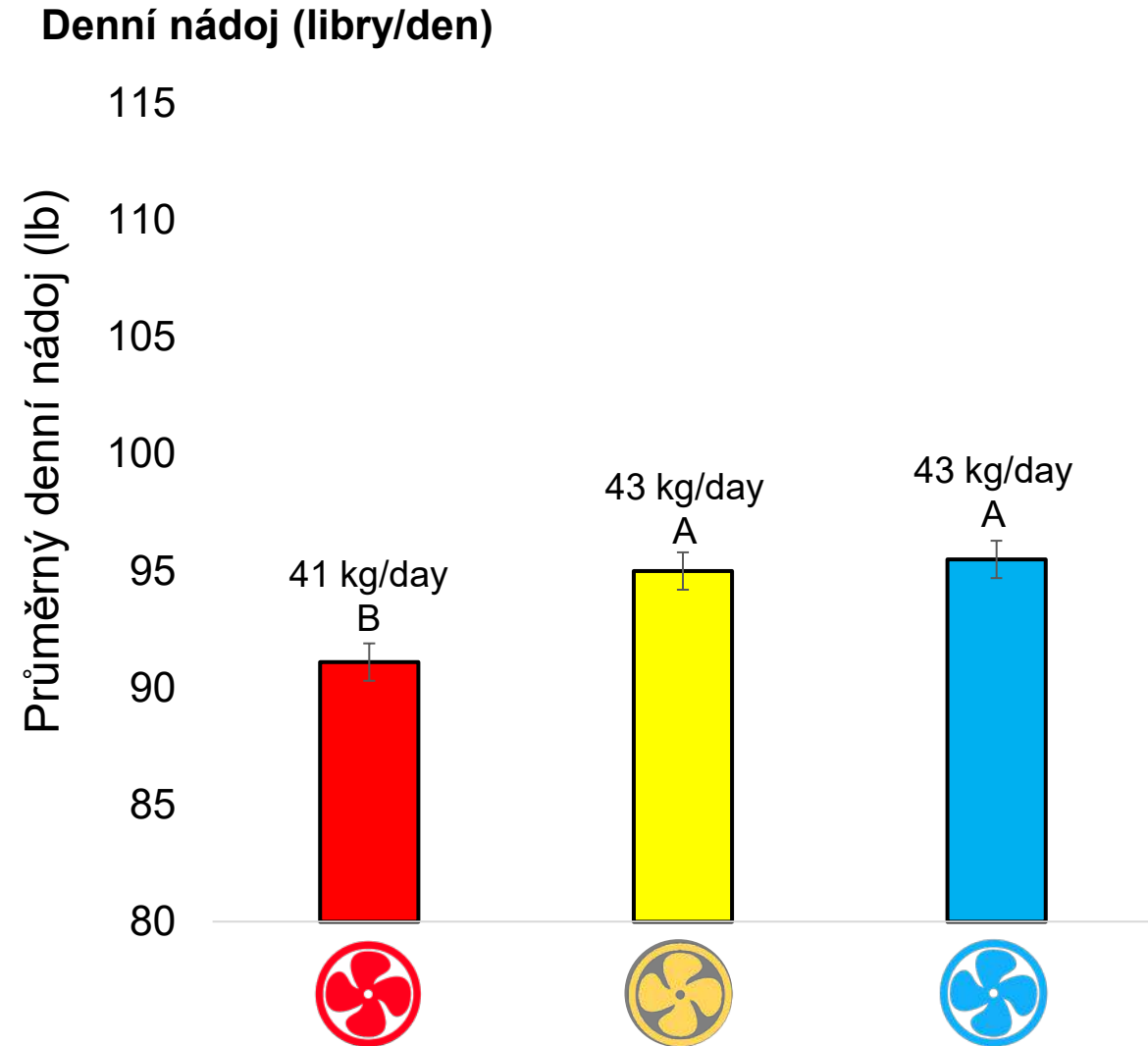




# Ventilátory udržovaly normální tělesnou teplotu



# Ventilátory chránily nádoj



# Závěry

- Rychlost proudění vzduchu v zóně odpočinku krav ovlivňuje denní dobu ležení, vaginální teplotu a mléčnou užitkovost v podmínkách tepelného stresu.
- Pozitivní dopady byly zjištěny při průměrné rychlosti vzduchu ~340 stop/min (4 m/h, 1,7 m/s). Při zvýšení rychlosti vzduchu na průměrnou hodnotu ~475 stop/min (5,4 m/h, 2,4 m/s) byl zjištěn menší dodatečný přínos. To je pravděpodobně důležitější při vyšším THI prostředí.
- Zvýšením otáček ventilátoru ze 60 % na 100 % se náklady na elektřinu více než zdvojnásobily!
- Tyto výsledky ukazují, že je třeba zajistit **minimální rychlost ochlazovacího vzduchu (MCAS)** v mikroprostředí, kde krávy odpočívají (1-2 m/s ve výšce 0,5 m nad ložem).

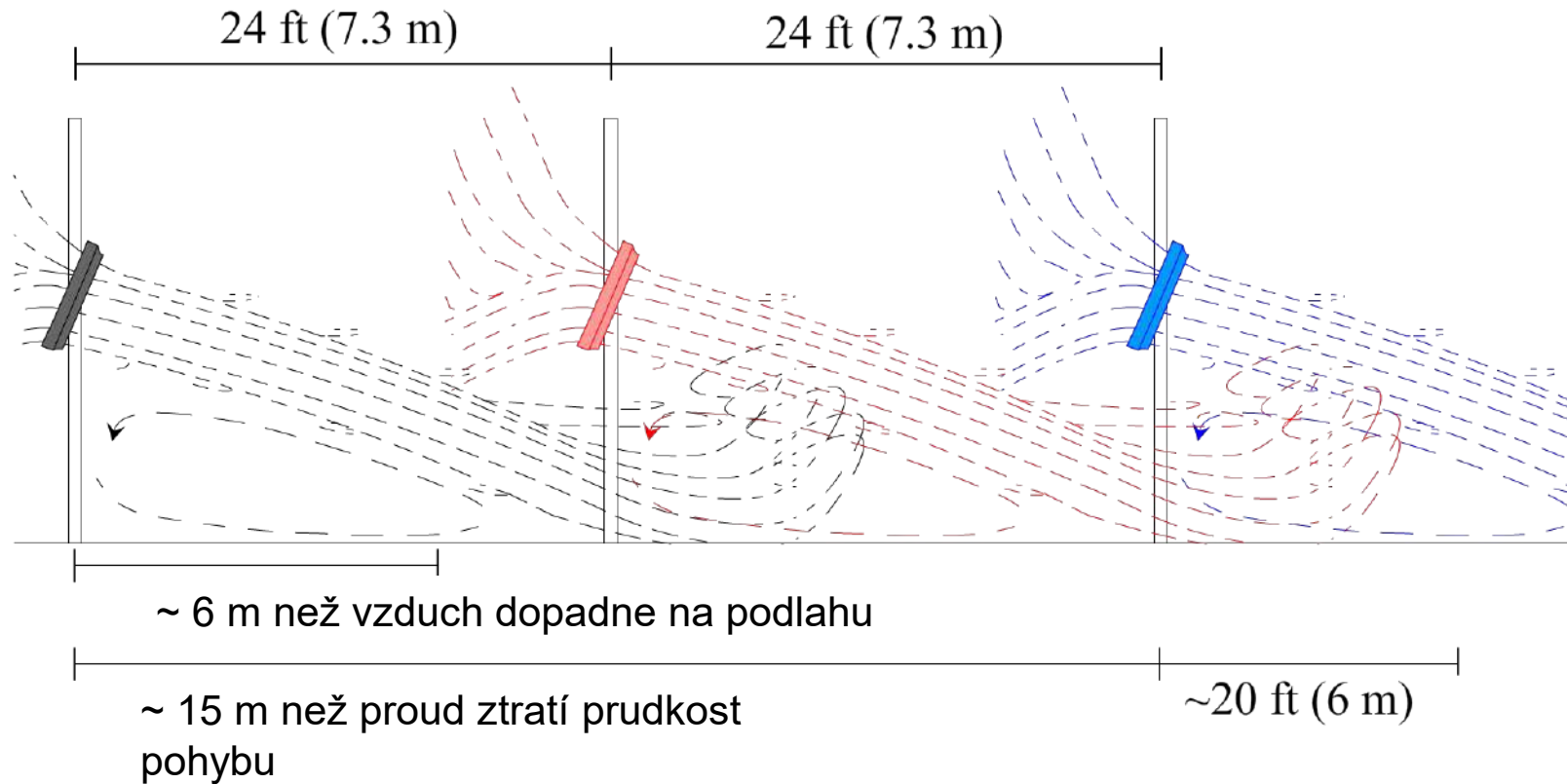
# Rozestupy mezi ventilátory a úhel sklonu

(běžné ventilátory o průměru 122 – 140 cm)



~ 6 m než vzduch dopadne na podlahu

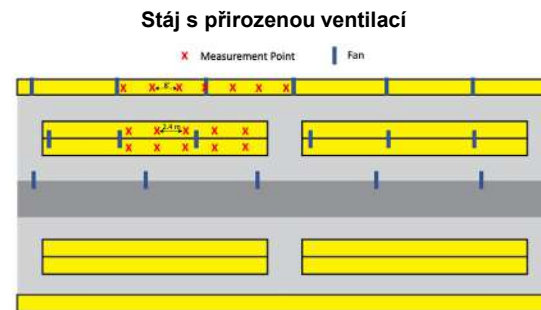
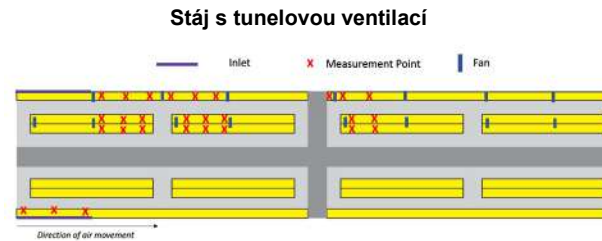
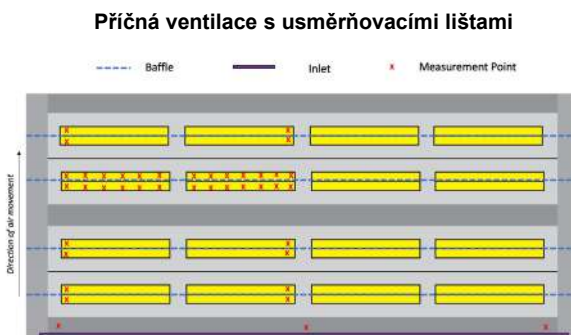
~ 15 m než proud ztratí prudkost pohybu



Jeden ventilátor na plošinu s lehacími boxy, vzdálenost mezi ventilátory 7-11 m, spuštění ventilátorů při teplotě 20°C

# Mapování rychlost proudění vzduchu

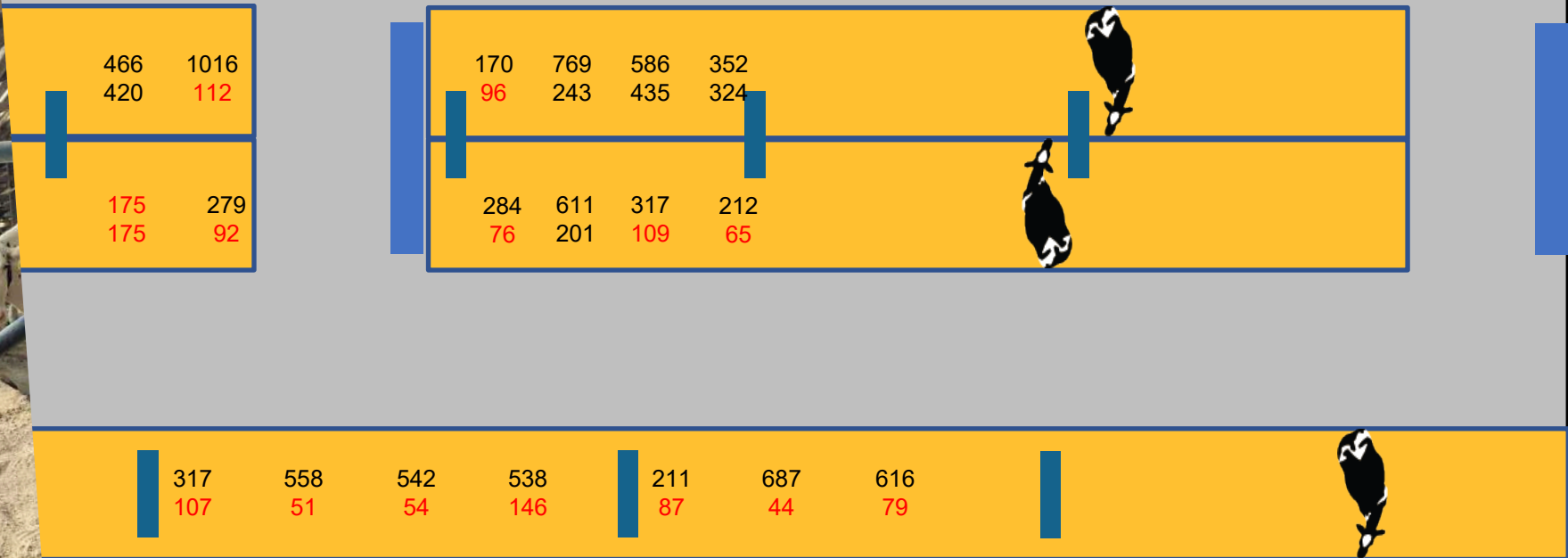
- Vrtulový anemometr
  - 0,5 m nad zemí = rychlost vzduchu v zóně odpočinku
- 1 min na každé místo



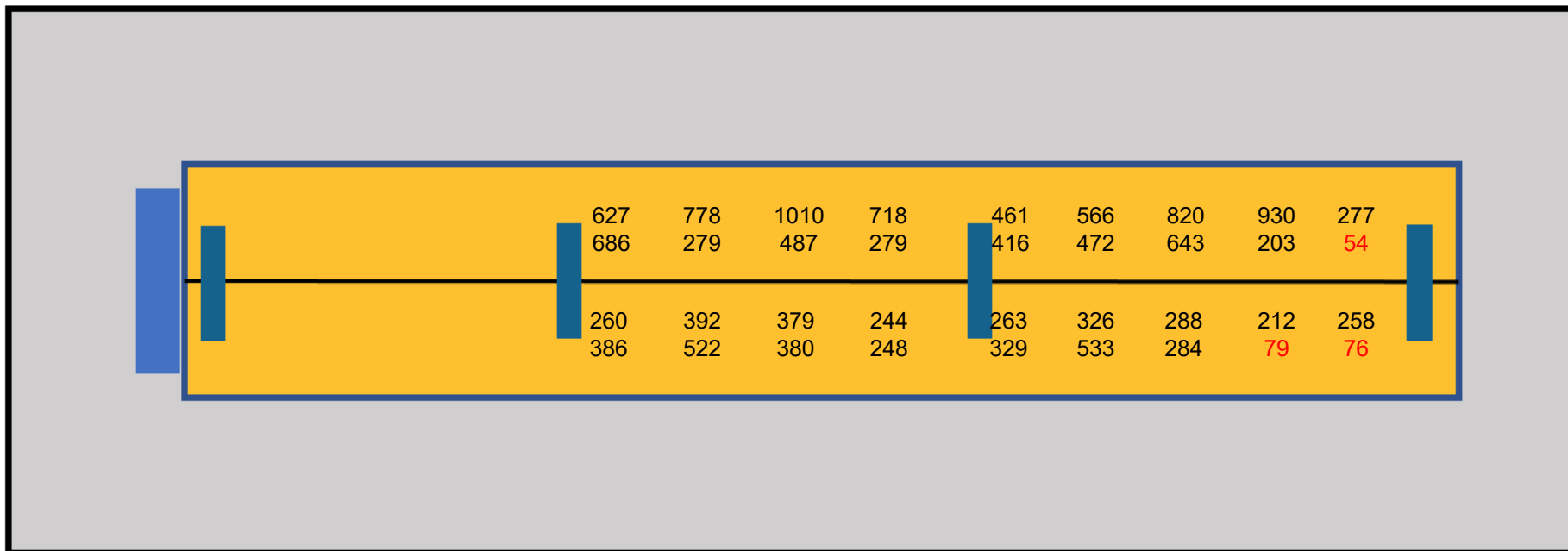
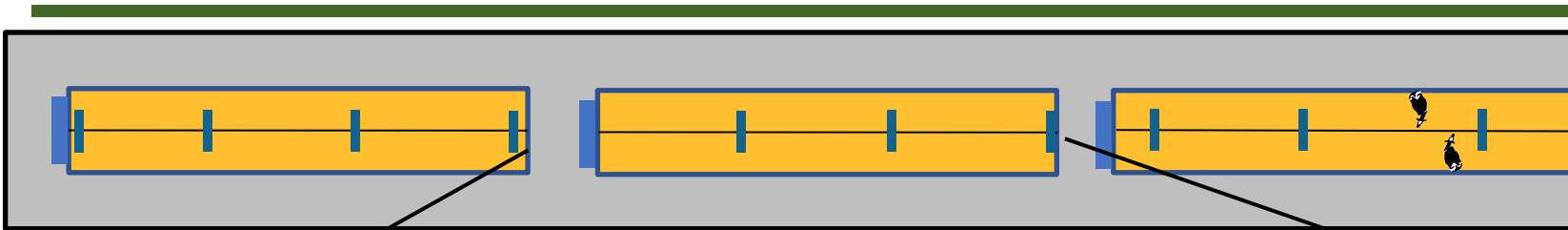


Přirozené větrání je v mnoha situacích stále dobrou volbou a v proměnlivých klimatických podmínkách je ekonomicky výhodné.

Jednotlivé 50" (1,3 m) panelové ventilátory rozmístěné 24 stop (7,3 m) od sebe (od hlavy k hlavě), s odstupem 36 stop (11 m) od boční stěny - nedostatečný sklon a ne úplně vhodný směr.



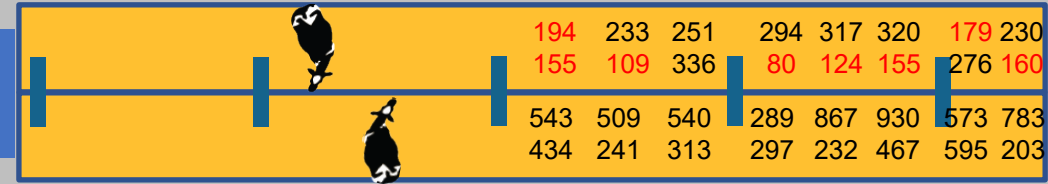
Směr proudění vzduchu →



← Směr proudění vzduchu

Jednotlivé 55“  
(1,4 m)  
panelové  
ventilátory  
rozmístěné 36  
stop (11 m) od  
sebe – vhodný  
sklon a  
umístění!





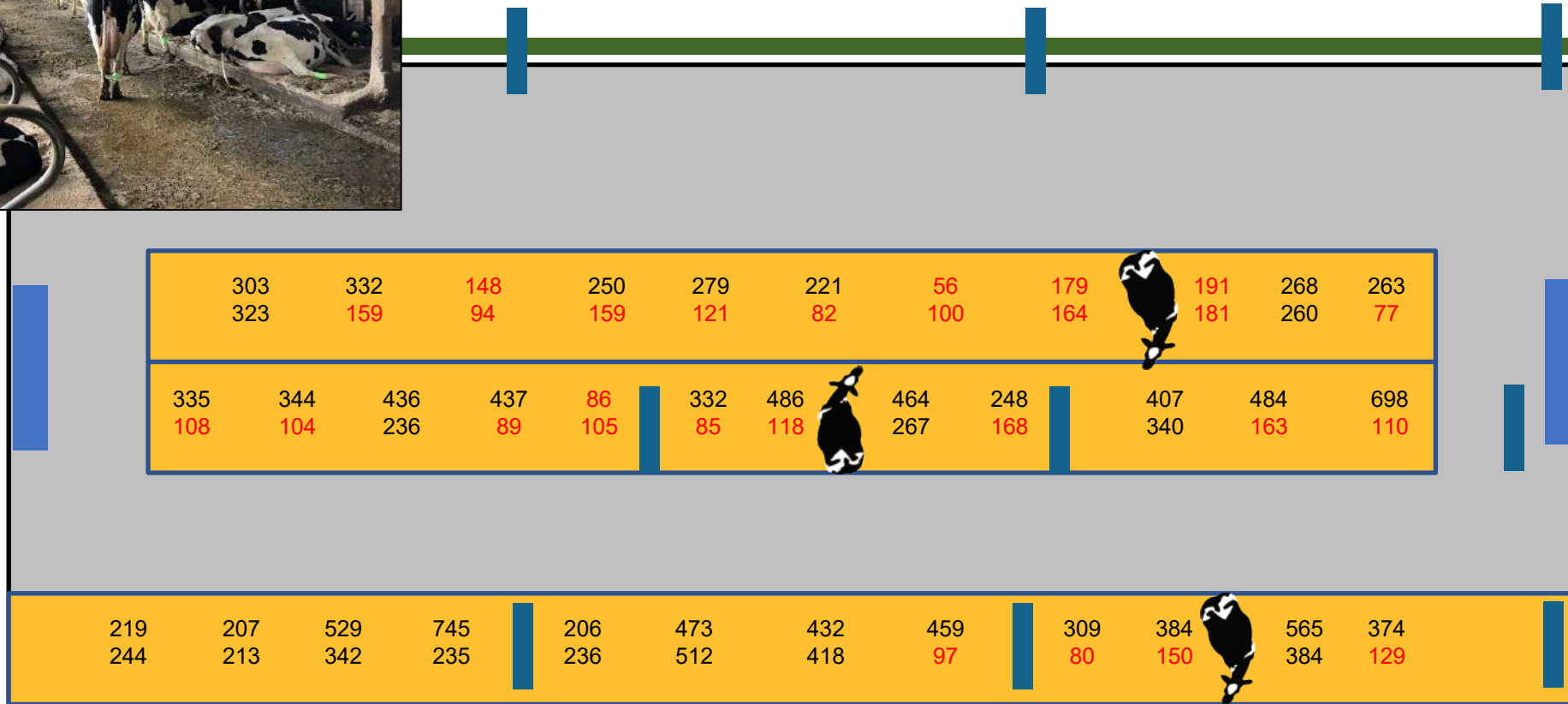
Air Flow →

Jednotlivé 50" (1,3 m) panelové ventilátory rozmístěné ve vzdálenosti 24 stop (7,3 m) od sebe, ale nasměrované k chodbě za lehacími boxy.



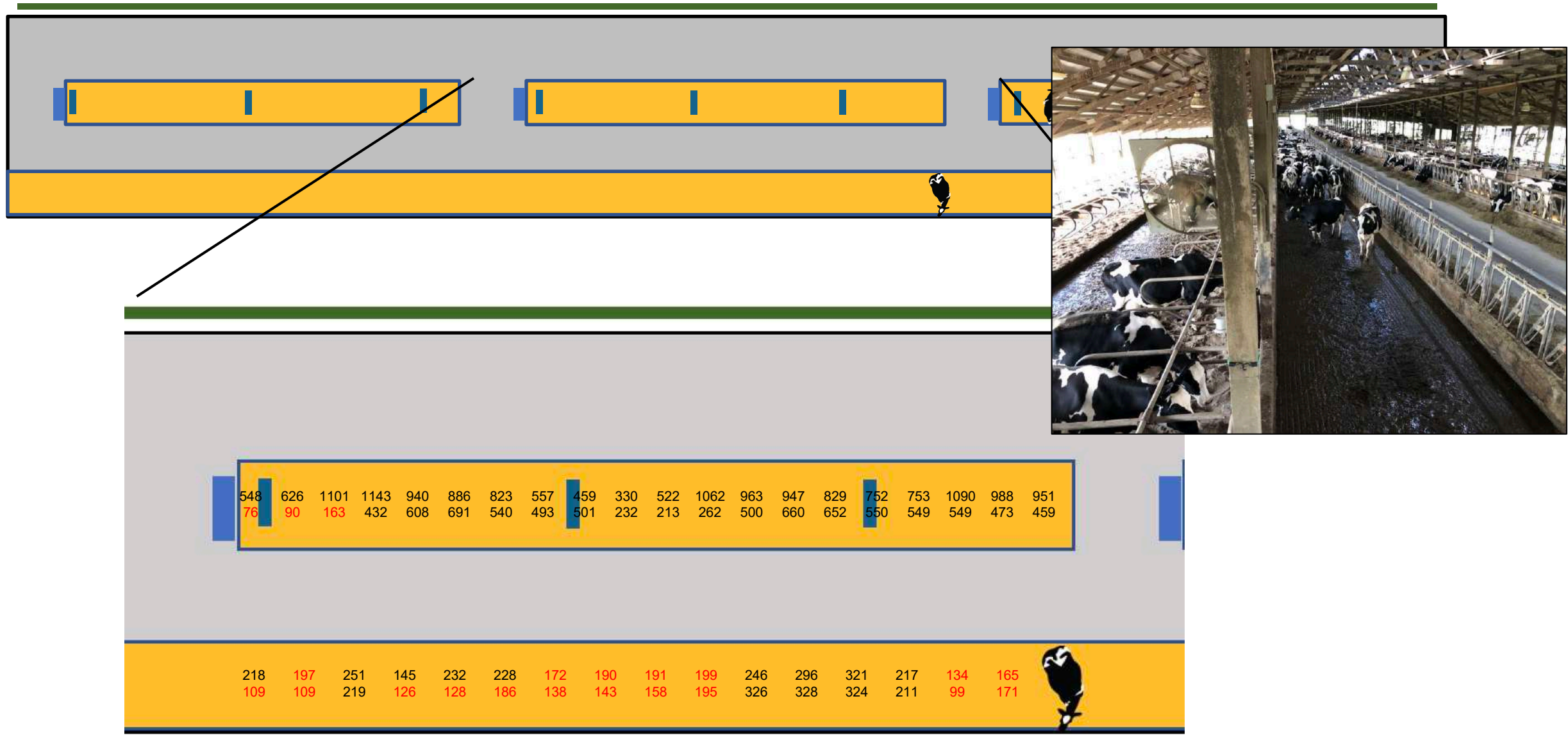


Jednotlivé 48" (1,2 m) panelové ventilátory  
s rozestupy 32 stop (9,8 m) mezi středy



Směr proudění vzduchu

Jednotlivé 48" (1,2 m) panelové ventilátory s rozestupy 36 stop (11 m) mezi středy, umístěné pouze nad stranou lehacích boxů směrem ke krmné chodbě



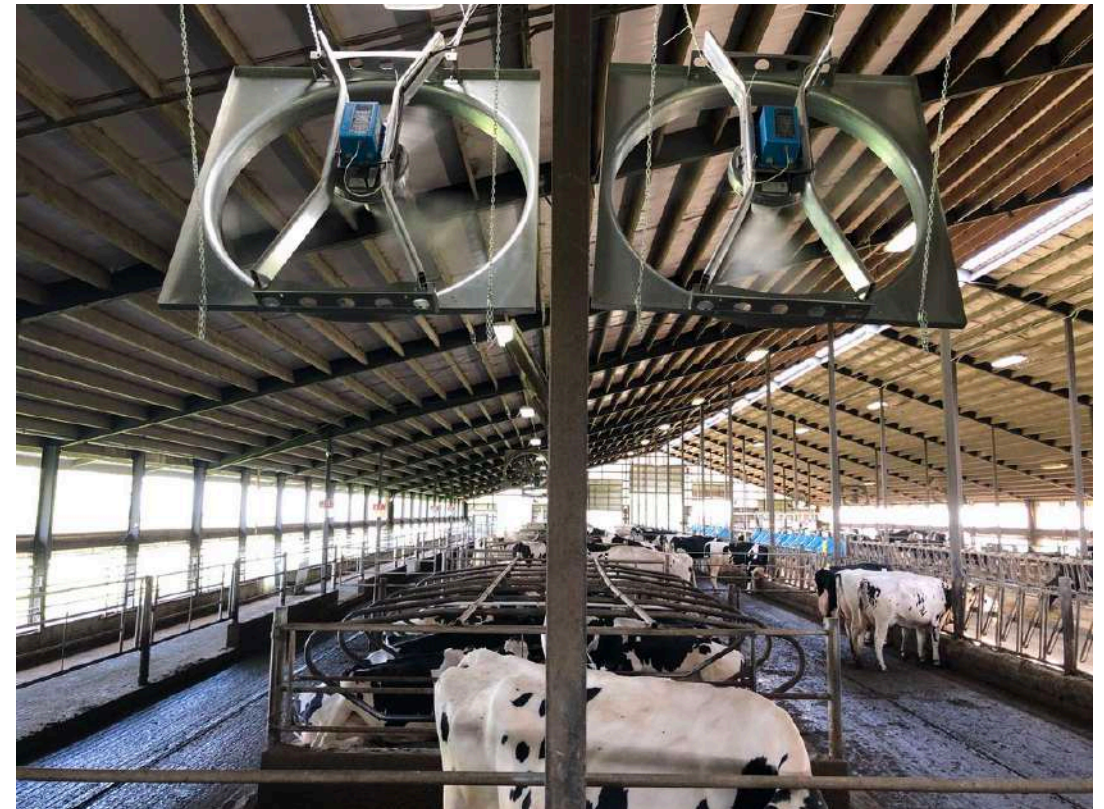
548	626	1101	1143	940	886	823	557	459	330	522	1062	963	947	829	752	753	1090	988	951
76	90	163	432	608	691	540	493	501	232	213	262	500	660	652	550	549	549	473	459

218	197	251	145	232	228	172	190	191	199	246	296	321	217	134	165
109	109	219	126	128	186	138	143	158	195	326	328	324	211	99	171

Směr proudění vzduchu →

Dvojité ventilátory nebo větší ventilátory s rozestupy 40-60' (12-18 m)

Nižší náklady na kabeláž a instalaci

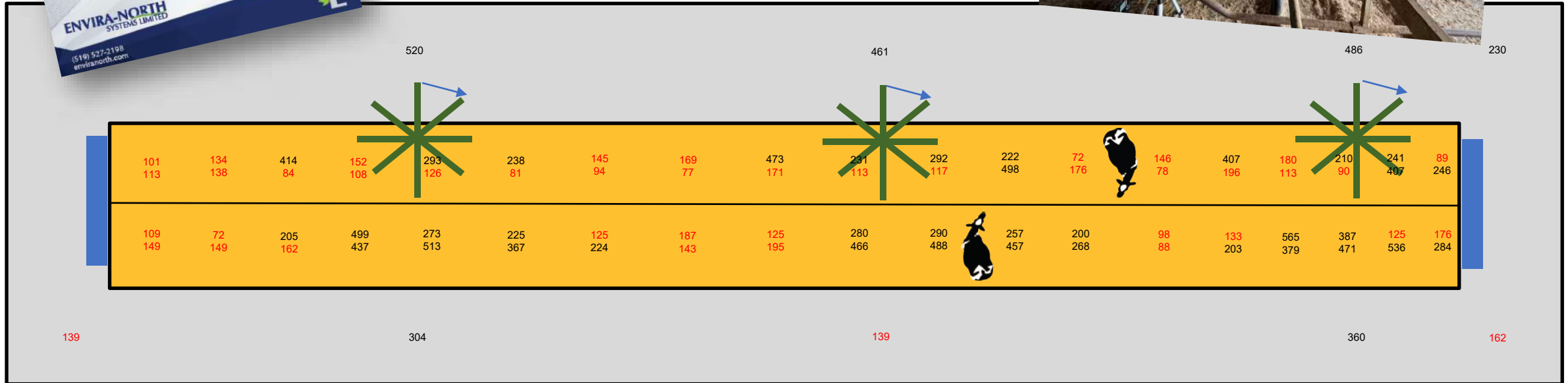
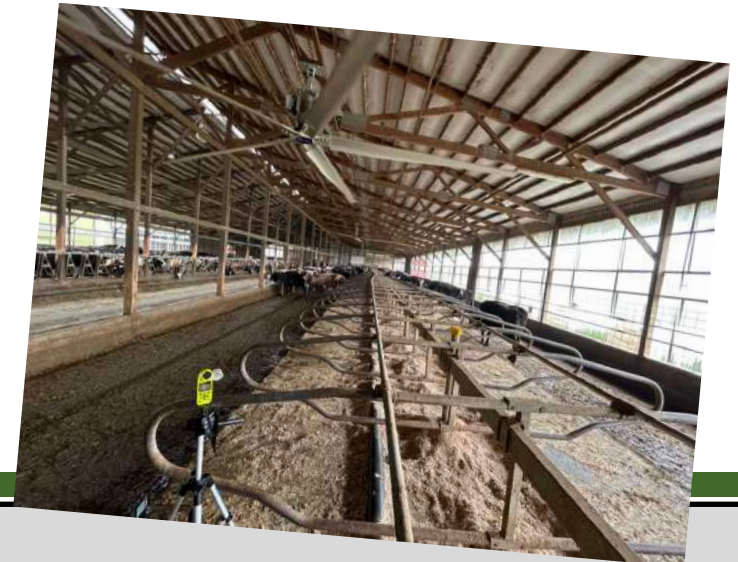


# Ventilátory HVLS (vysoký objem, nízká rychlost)





Ventilátory HVLS s rozestupy  
 48' (14,6 m), 58% lehacích  
 boxů <200 stop/min (1 m/s)  
 ve výšce 1,5' (0,5 m)



Legenda:



stání



voda



krmivo



Orientace krav

# Přirozená ventilace - závěry

- Široká škála možností a rozestupů ventilátorů umožňuje dosáhnout cílového pokrytí  $>90\%$  lehacích boxů  $>1\text{ m/s}$  ve výšce  $0,5\text{ m}$ .
- Úhel sklonu a směr jsou nejdůležitějšími faktory!



## 2 Způsoby nucené ventilace stáje:

- Přetlak
  - Ventilátory tlačí vnější vzduch do stáje. Vzduch pasívně uniká otvory nebo je odsáván pomocí odtahových ventilátorů (,neutrální tlak’)
- Podtlak
  - Ventilátory odvádějí vzduch z budovy a vytvářejí podtlak, který nasává čerstvý vzduch přes k tomu určené vstupní otvory.





Přetlaková kombinovaná ventilace poskytuje sezónní flexibilitu

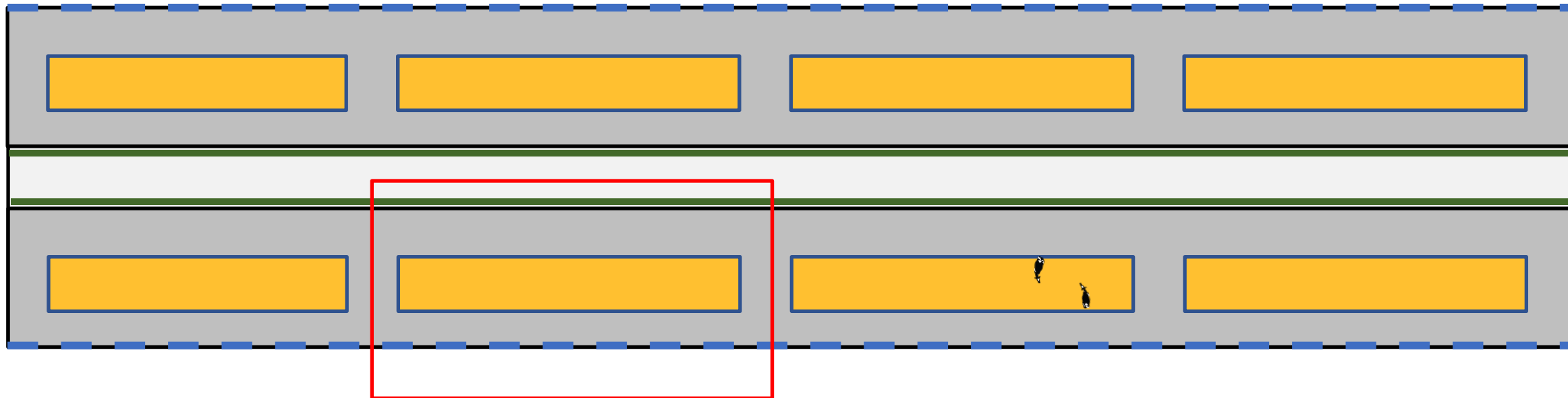




Ventilátory o rozměrech 36 x 48" (1,2 m) podél bočních stěn se vzdáleností mezi středy 12' (3,7 m).

Střešní štěrbina, výška hřebene 37' (11,3 m) a bočních stěn 16' (5 m).

↑ Parlor



Hodnocená plocha

Legenda:



stání

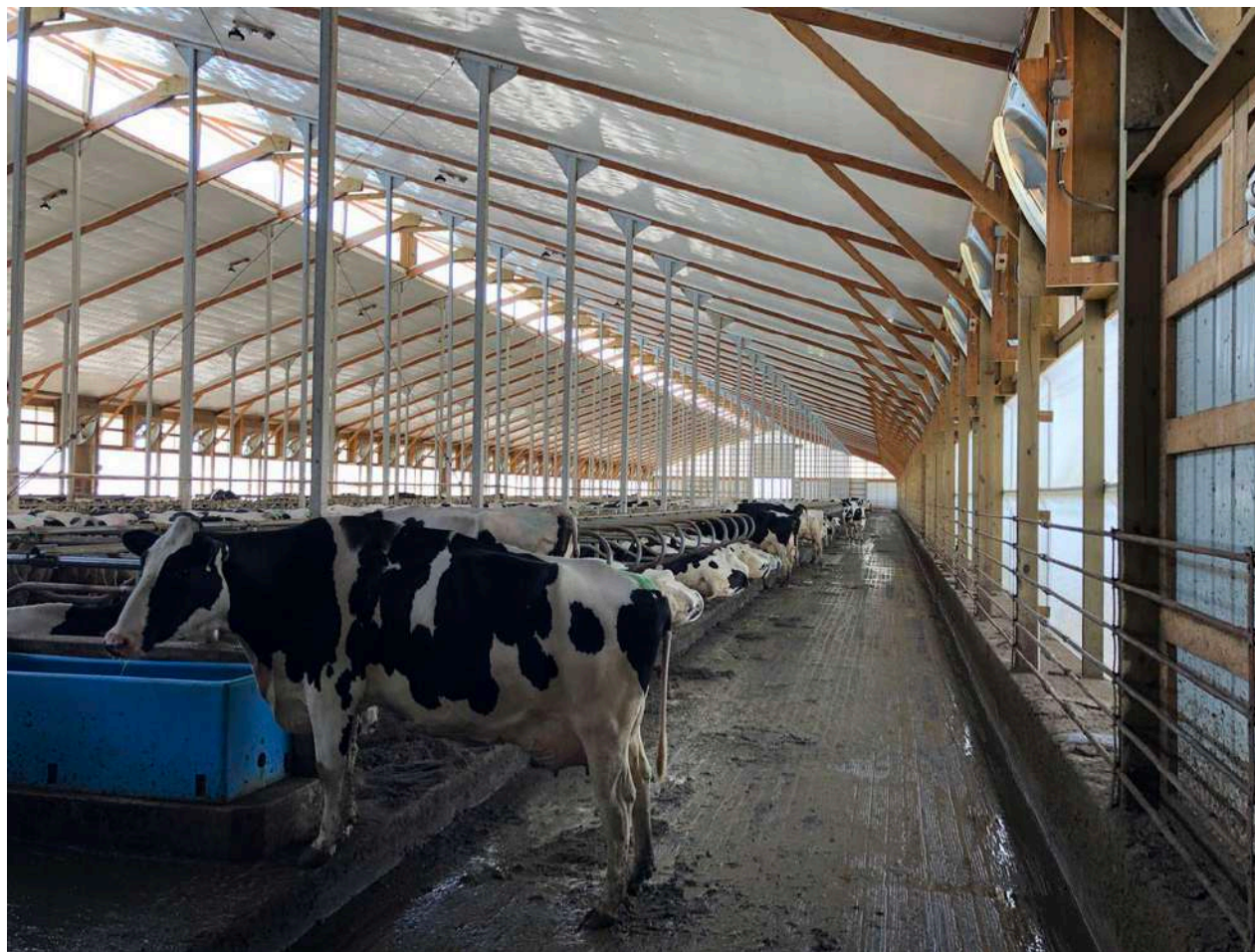


Krmný  
stůl

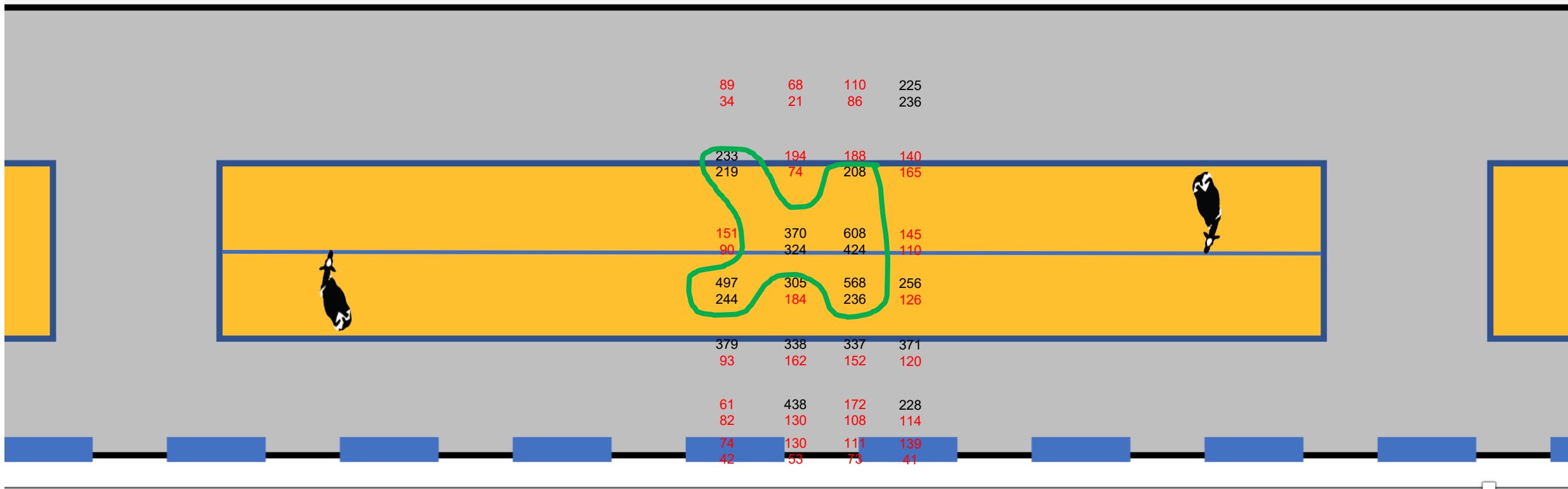


Orientace krav

# Ukázka mlženi



Rychlost proudění vzduchu vzhledem k umístění ventilátoru (horní číslo) je ve výšce stojícího zvířete (1,5 m) nad ložem, dolní číslo je ve výšce ležící krávy (0,5 m) nad ložem.



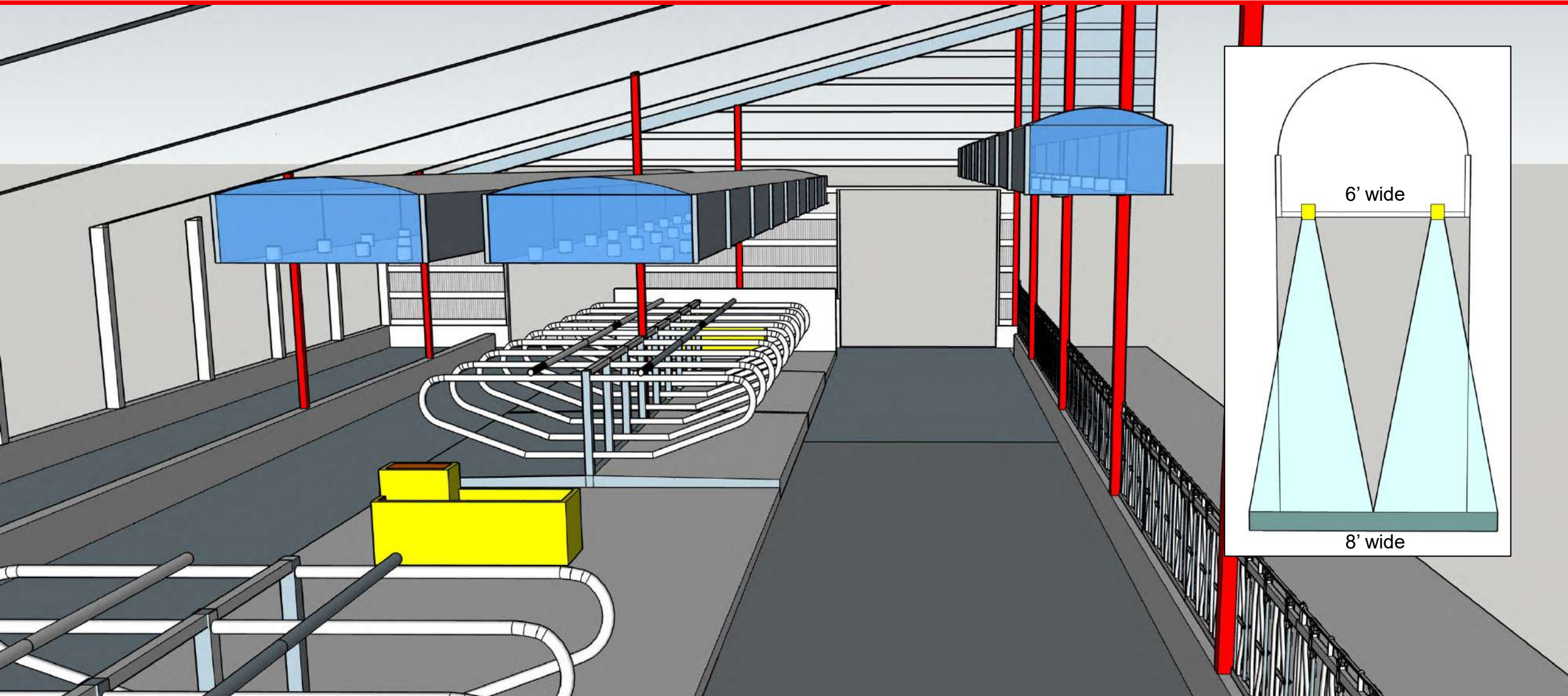
12' (3,7 m)

Čísla vyznačená červeně jsou <200 stop/min (1 m/s). Zelená oblast je optimální zóna pro odpočinkové mikroprostředí krávy. Ventilátory jsou instalovány pod nesprávným úhlem!

# Přetlaková tubusová ventilace

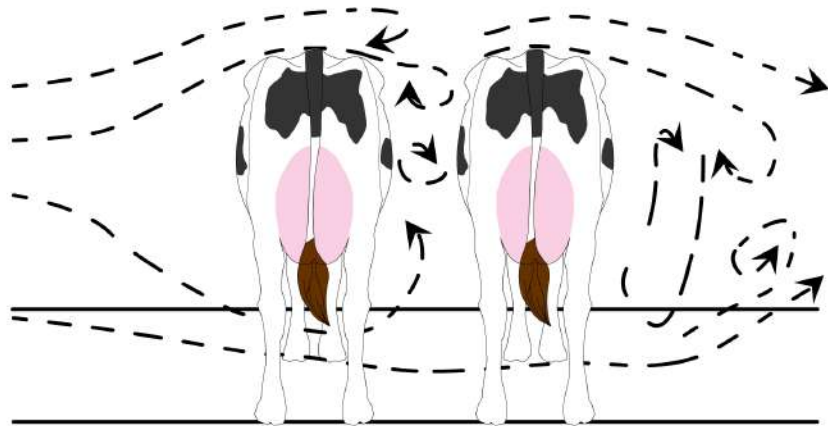
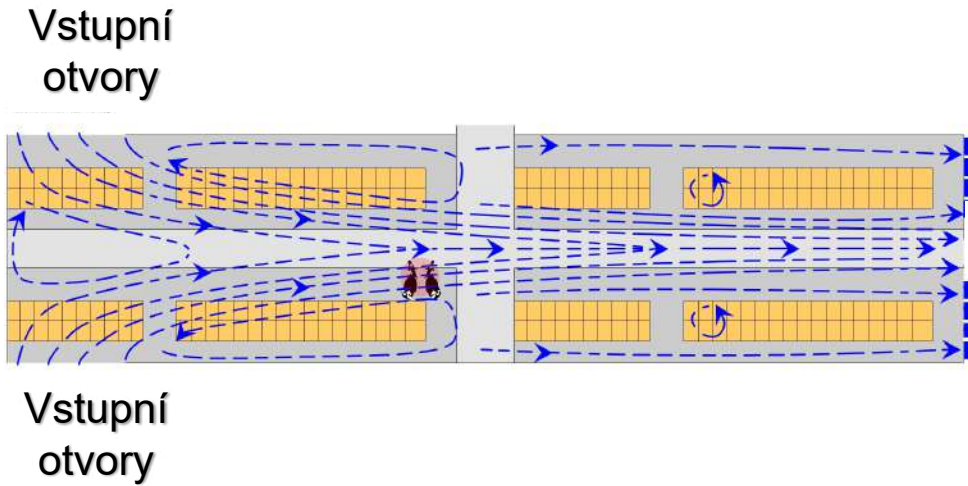


# Prostorové uspořádání přetlakové ventilace

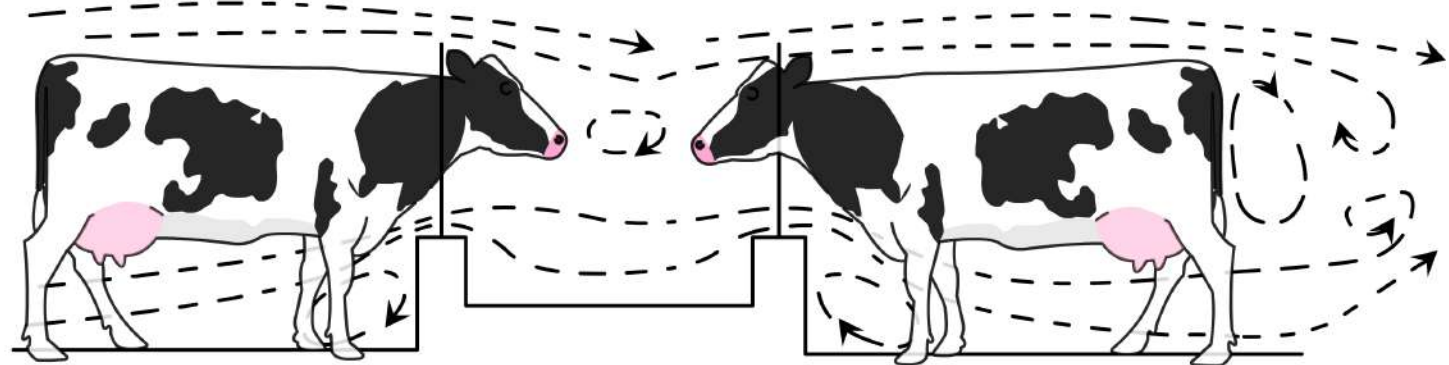
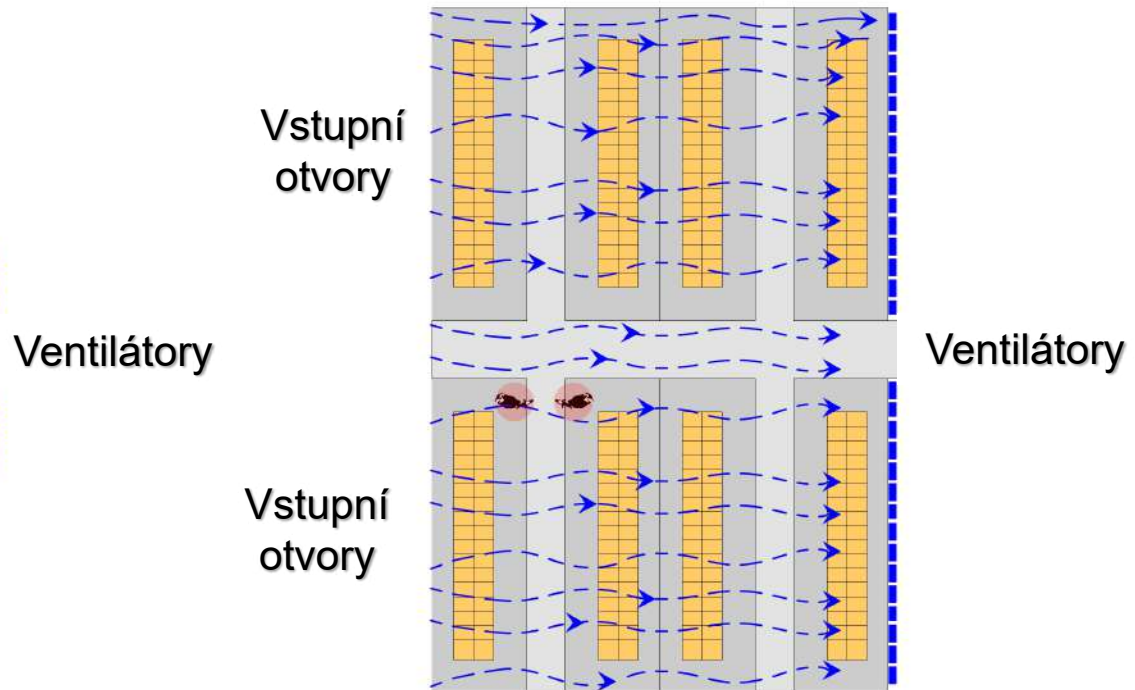


# Tunelová x příčná ventilace

Tunelová ventilace



Příčná ventilace







Tunelová ventilace

# Nová a dodatečné instalovaná tunelová ventilace

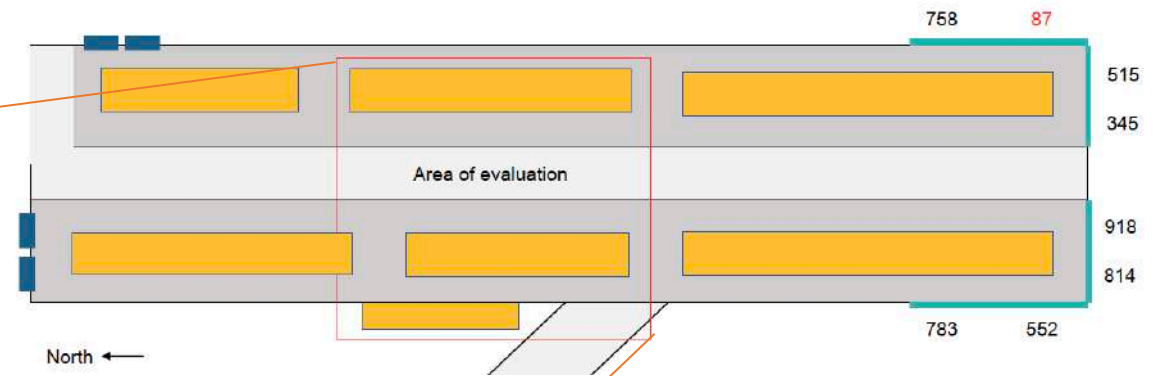
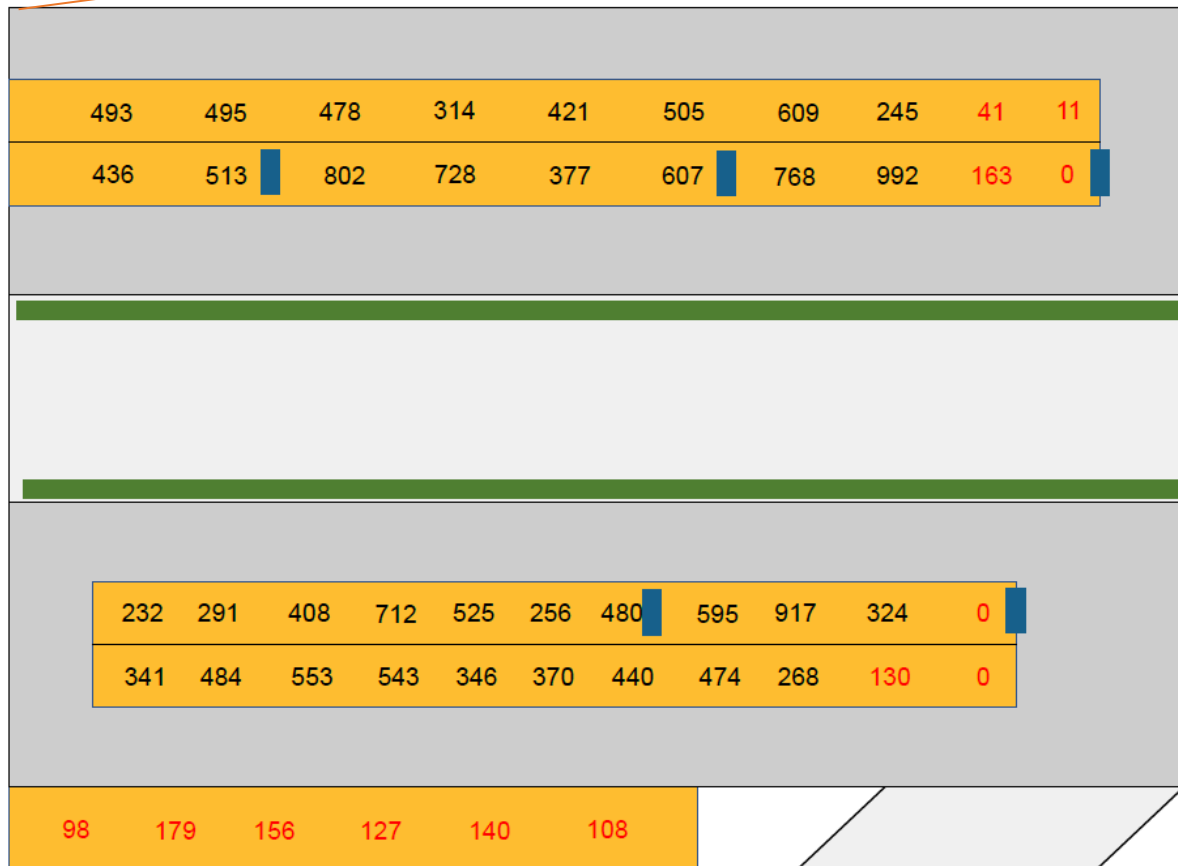




Key:

stalls feed fans inlet

112 (airspeed at 1.5 ft above stall (ft/min)) \*colored red if <200 ft/min



Při správném umístění ventilátoru a přívodu vzduchu lze dosáhnout vynikající výměny vzduchu v > 90 % lehacích boxů při rychlosti proudění vzduchu > 200 stop/min (1 m/s) ve výšce 1,5 m.



**Kombinované – tunelové větrání**



Příčná ventilace s usměrňovacími lištami



Příčná ventilace bez usměrňovacích lišt využívá ventilátory pro dosažení požadované rychlosti vzduchu v lehacích boxech, ale zvyšuje náklady.

- Všech 6 možností lze navrhnout a instalovat tak, aby fungovaly efektivně.
- Snadno se může stát, že jsou navrženy a instalovány nesprávně, a pak selžou!
- Některé jsou lepší volbou než jiné. Záleží na klimatických, sociálních a ekonomických podmínkách.
- Tam, kde je elektřina drahá (2-4 x dražší než v USA), musí být náklady na tepelný stres vysoké nebo musí být stáj velmi velká, aby to ospravedlnilo volbu nuceného větrání.

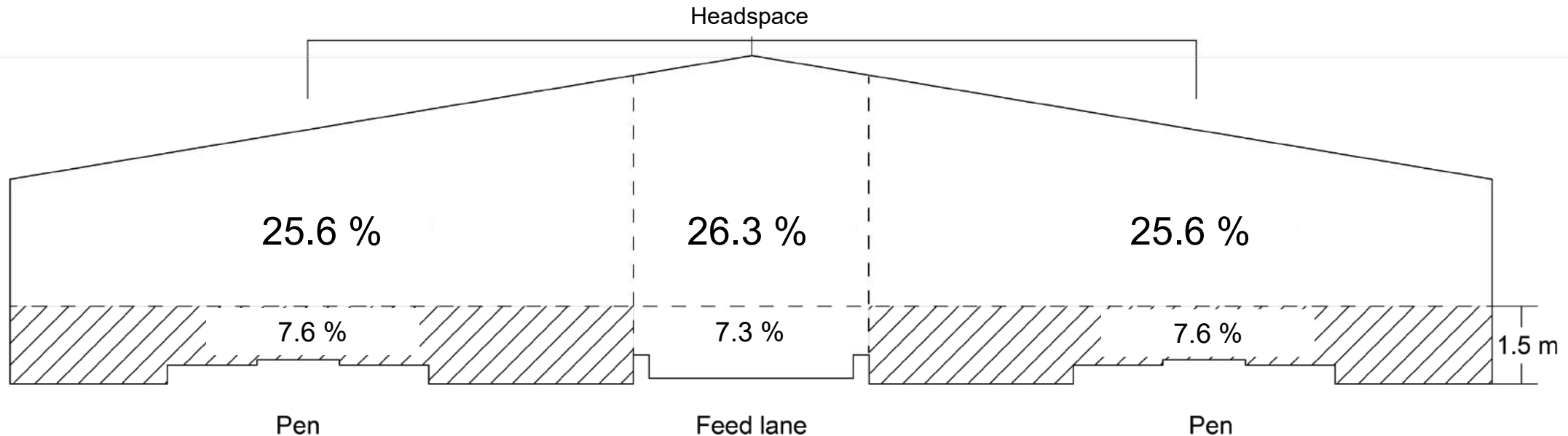


Normy pro větrání jsou založeny na chybném principu. ....

**VZDUCH NENÍ ROVNOMĚRNĚ  
ROZVÁDĚN PO CELÉM PROSTORU  
STÁJE!**

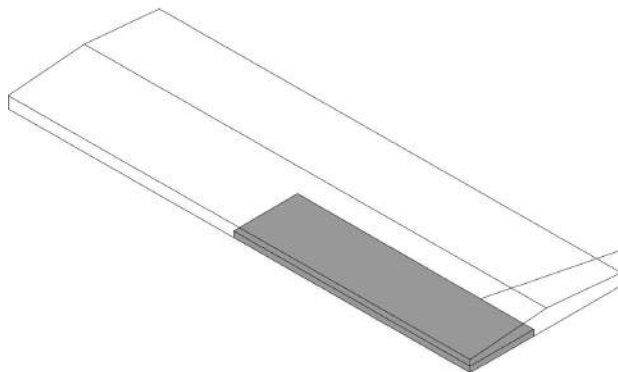
# Distribuce proudění vzduchu – Tunelová ventilace

Kotce tvoří pouze 22 % plochy příčného průřezu stáje a přijímají pouze 13 % celkové ventilace (při ACH 60 (počet výměn vzduchu za hodinu)).

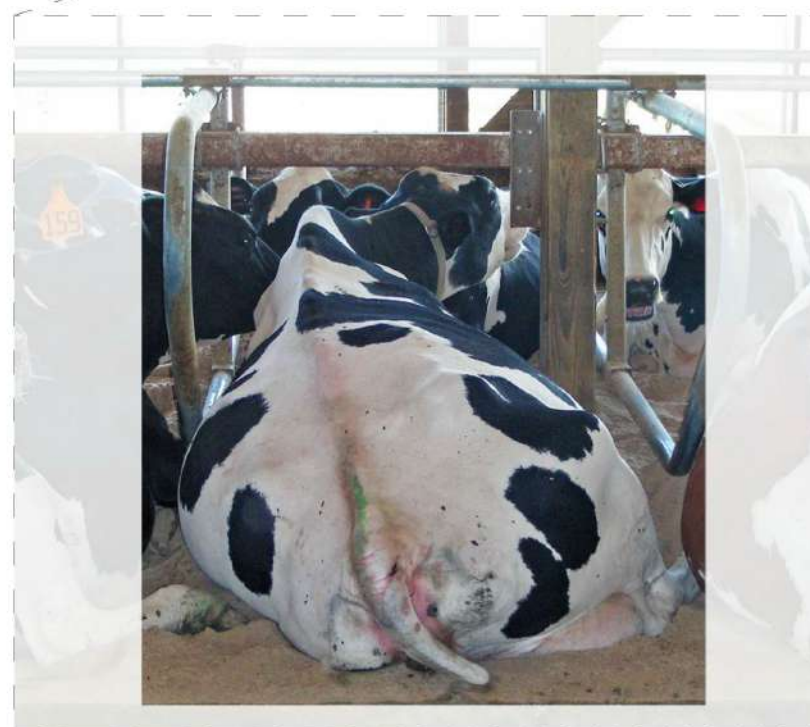
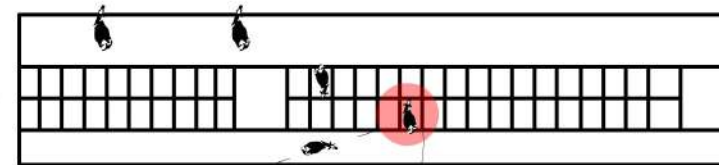


Systemy musí fungovat tak, aby větraly nejen prostor stáje, ale také prostor, kde se nacházejí krávy!

Mikroprostředí stáje



Mikroprostředí kotce



Mikroprostředí lehacího boxu

# Kritéria pro efektivní návrh větrání

1. Dostatečná výměna vzduchu pro odvod tepla, prachu, škodlivých plynů a vlhkosti ze stáje
2. Vhodná rychlost proudění vzduchu v mikroprostředí pro odpočinek
3. Systém by měl fungovat stejně dobře ve všech ročních obdobích
4. Musí být hospodárný!

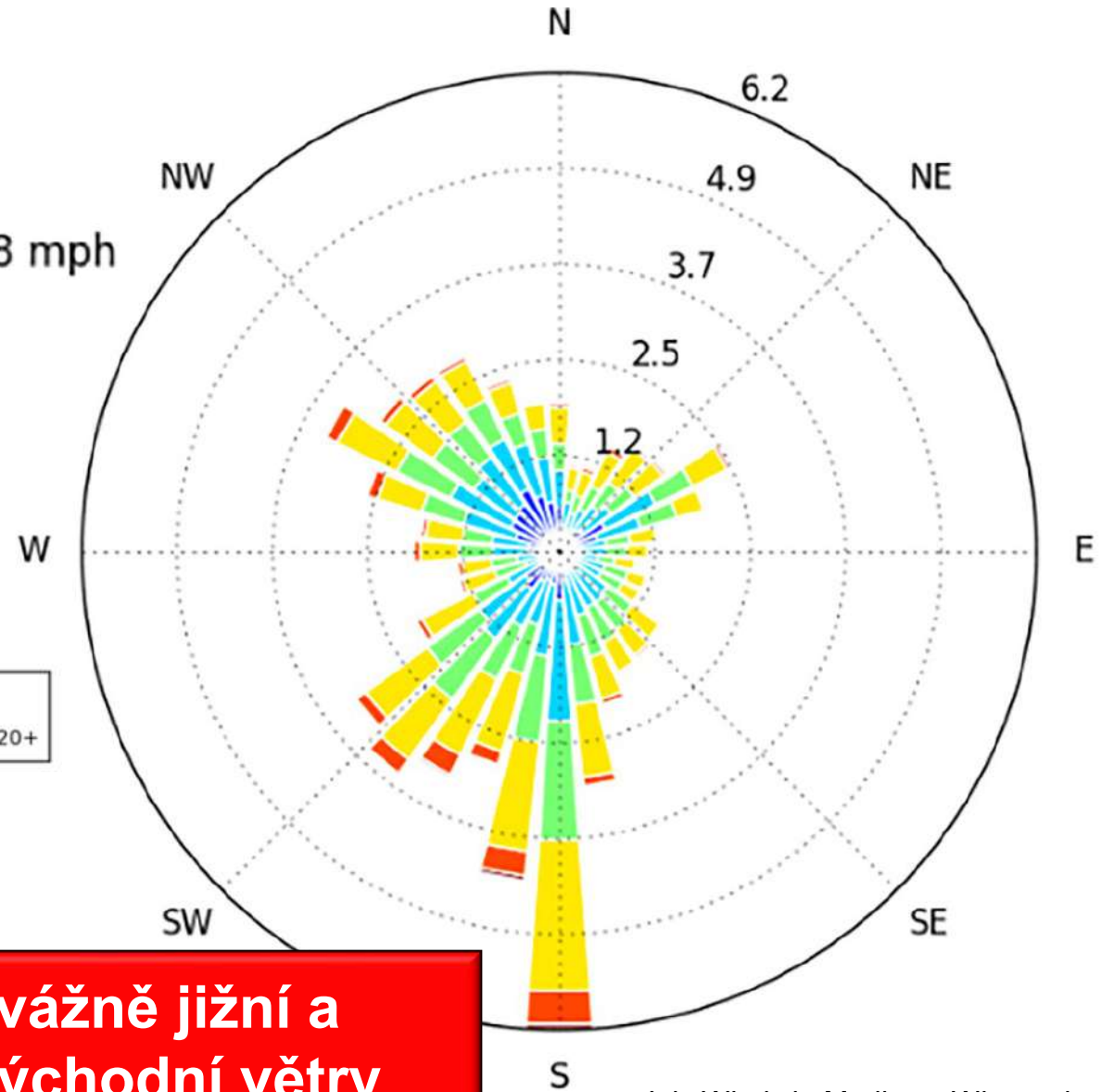
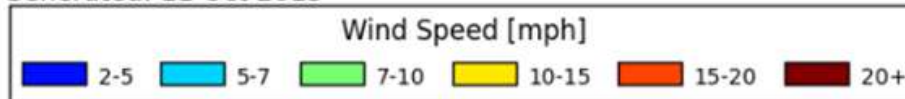
# Někdy vítr nefouká!



[MSN] MADISON  
Windrose Plot [Time Domain: Jul,]  
Period of Record: 01 Jul 1970 - 31 Jul 2015  
Obs Count: 34433 **Calm: 19.9%** Avg Speed: 6.8 mph

V červenci je v Madisonu  
19.9% času bezvětrí

Generated: 11 Oct 2015



Převážně jižní a  
jihovýchodní větry

July Winds in Madison, Wisconsin

# Problémy s prouděním vzduchu - pavučiny!



# Jaká je dostatečná výměna vzduchu (v létě)?

Intenzita větrání (m <sup>3</sup> /h na zvířecí jednotku)	Intenzita větrání (průtok vzduchu – zde CFM = krychlové stopy/zvířecí jednotku)	Zdroj	Zvířecí jednotka	Určeno pro	ACH
<b>535</b>	<b>315</b>	MWPS-1 1983	453 kg kráva	Intenzita v horkém počasí	9
<b>798</b>	<b>470</b>	MWPS-7 2013	635 kg kráva	Intenzita v horkém počasí	13
<b>1,700</b>	<b>1000</b>	Tyson et al. 2014 and Gooch 2009	-	Letní intenzita	29
<b>1,787</b>	<b>1052</b>	MWPS-1 1983	453 kg kráva	Alternativní intenzita pro horké počasí	30
<b>2,383</b>	<b>1403</b>	Nordlund 2003	-	Minimální intenzita pro horké počasí	40
<b>2,549</b>	<b>1500</b>	Tyson et al. 2014	-	Letní intenzita	43
<b>3,574</b>	<b>2104</b>	MWPS-7 2013	635 kg (1400 lb) cow	Alternativní intenzita pro horké počasí	60
<b>5,957</b>	<b>3506</b>	Stowell et al. 2003	-	Intenzita v horkém počasí	100

.... Tedy někde mezi 9 až 100 ACH a 500 až o 6 000 m<sup>3</sup>/h na krávu!

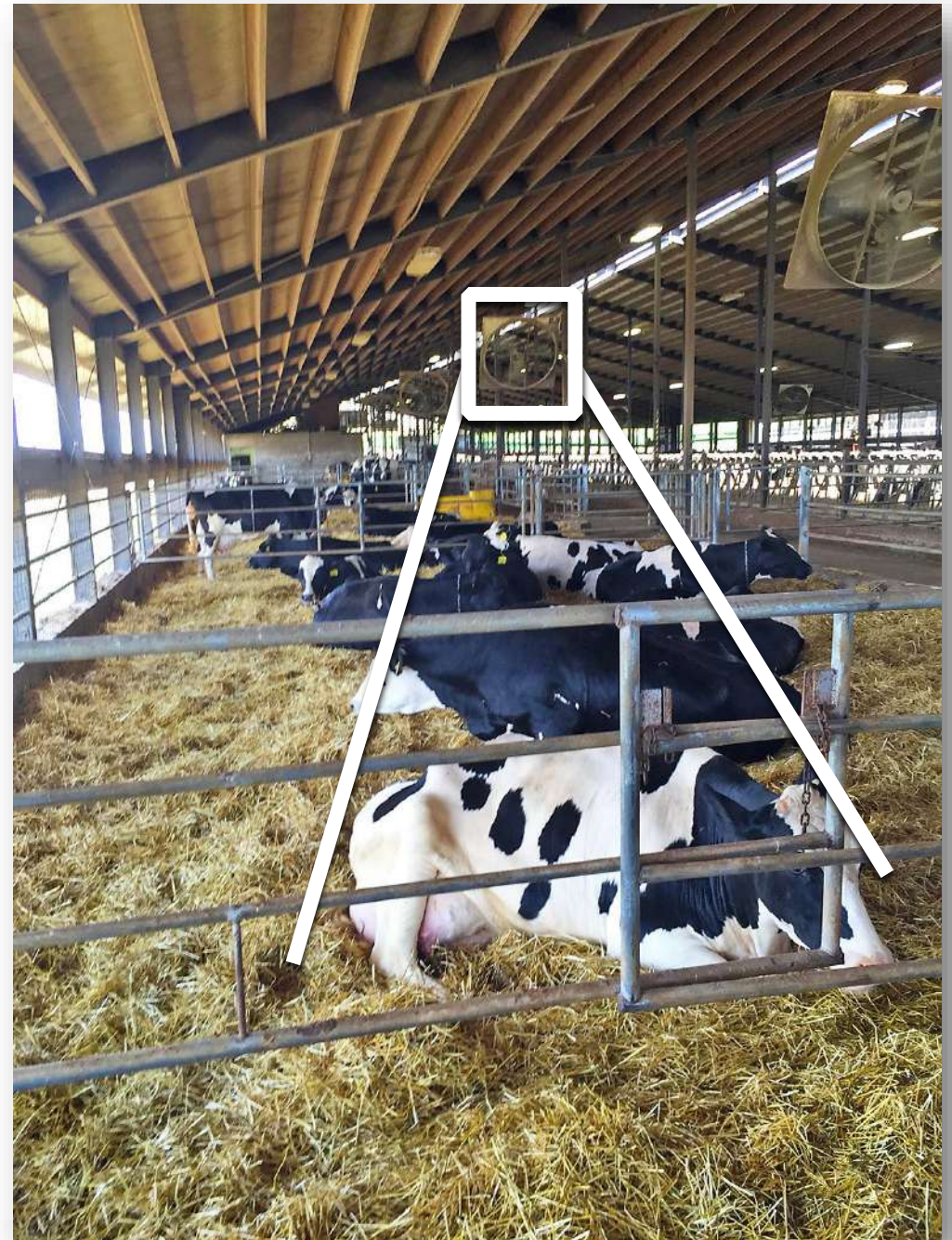
# Praktická doporučení pro návrh větrání

- Dostatečná výměna vzduchu za hodinu (ACH)
  - ACH 4-8 v zimě
  - ACH 40-60 v létě (ACH ~40 tunelová ventilace, ACH ~50 příčná ventilace)
- Dostatečná výměna vzduchu na jednotku tělesné hmotnosti v létě
  - ~2 550 m<sup>3</sup>/h na dospělou krávu
  - Vyšší rychlost výměny vzduchu může být potřeba v teplejším a vlhčím prostředí než je v kontinentálních oblastech USA.
- Příčná rychlost vzduchu
  - Užitečné pouze pro příčné ventilátory s usměrňovacími lištami, cíl je ~2-2,5 m/s
- Rychlost vstupujícího vzduchu
  - Udržujte rychlost vstupujícího vzduchu ~2,5-4,0 m/s, abyste zajistili dobré promíchání vzduchu bez omezení proudění vzduchu k ventilátorům.



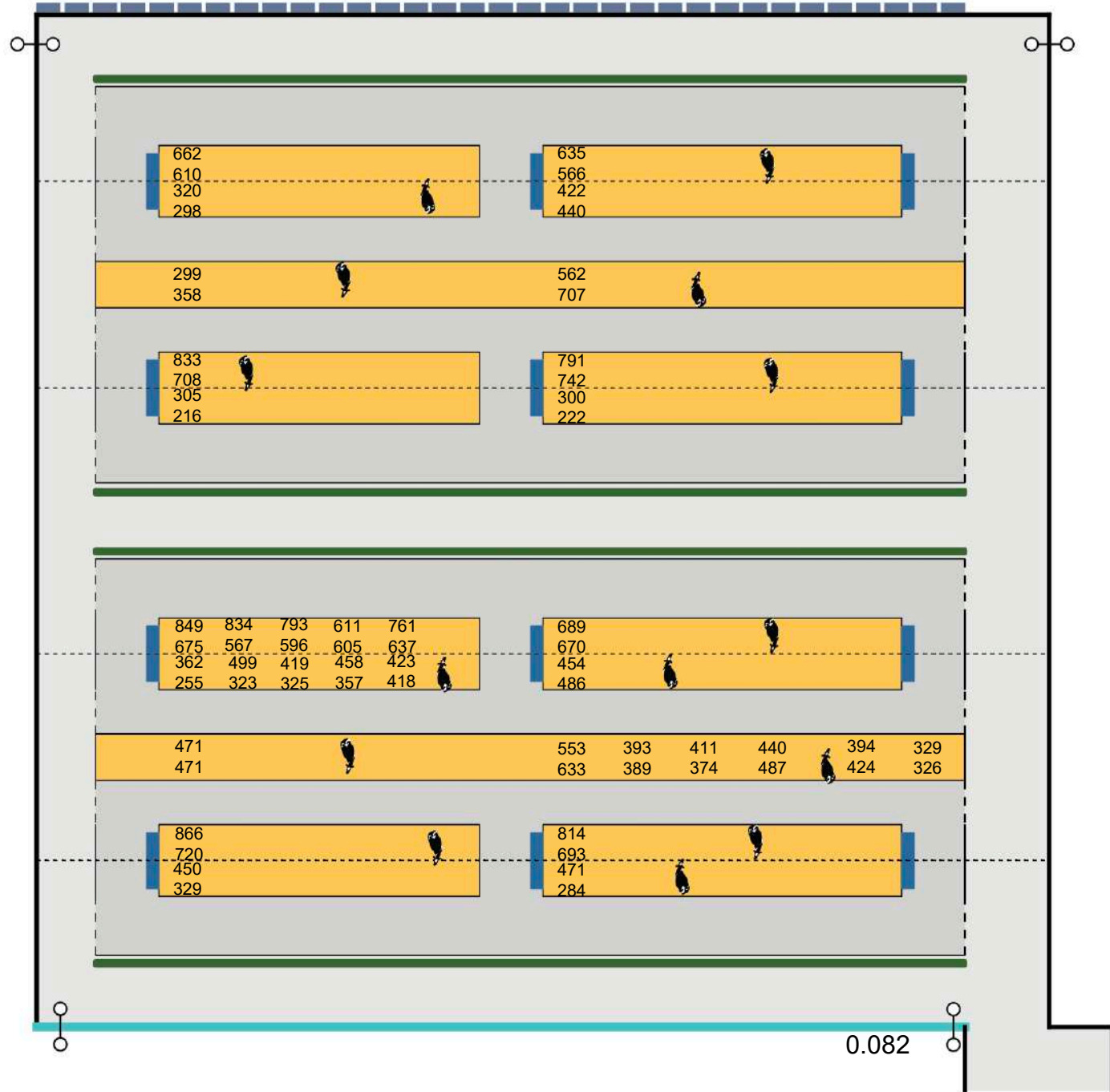
**Krávy dívají  
přednost rychlému  
proudění vzduchu,  
když je jim horko!**

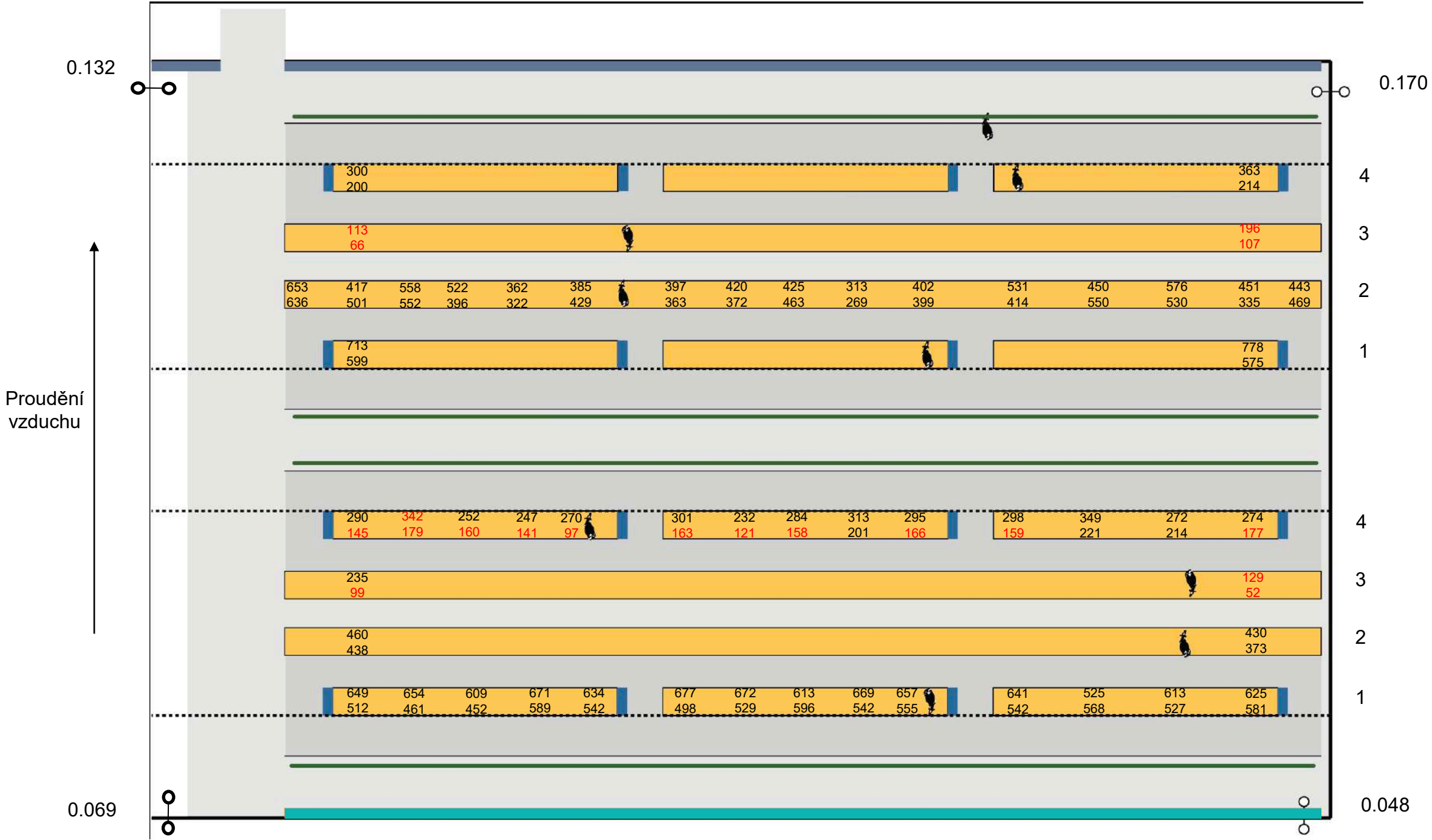
Pravděpodobně se jedná spíše  
o **behaviorální** než **fyziologický**  
efekt.



0.137

0.201





0.132

0.170

Proudění vzduchu

0.069

0.048

300 200 363 214

113 66 196 107

653 417 558 522 362 385 397 420 425 313 402 531 450 576 451 443  
636 501 552 396 322 429 363 372 463 269 399 414 550 530 335 469

713 599 778 575

290 342 252 247 270 4 301 232 284 313 295 298 349 272 274  
145 179 160 141 97 163 121 158 201 166 159 221 214 177

235 99 129 52

460 438 430 373

649 654 609 671 634 677 672 613 669 657 641 525 613 625  
512 461 452 589 542 498 529 596 542 555 542 568 527 581

4

3

2

1

4

3

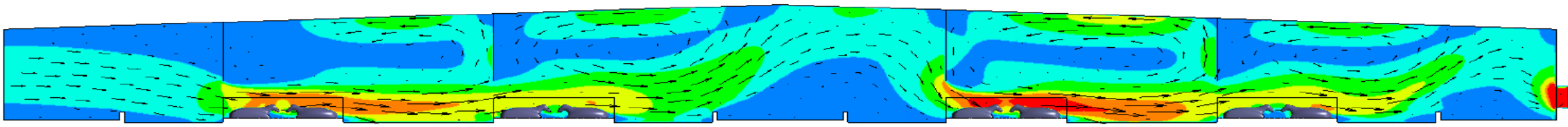
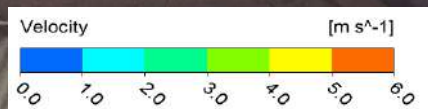
2

1





# Problémy s mlžením a kondenzací v zimě



Dole v létě



Nahoře v zimě

Použití usměrňovacích lišt pro dosažení požadované rychlosti vzduchu v odpočinkové zóně je provozní výhodou pro stáje s příčnou ventilací. Je však potřeba, aby lišty byly v zimě zatáhnuté.

# Výkonnost příčné ventilace

Parametr	Stádo					
	1	2	3	4	5	6
Minimální výměna vzduchu za hodinu (ACH >4)	7	4	4	5	4	4
Maximální výměna vzduchu za hodinu (ACH >40)	70	45	57	77	101	60
Výměna vzduchu na lehací box (>2550 m <sup>3</sup> /h)	3728	3541	4663	5904	7604	4196
Odhadované provozní náklady na krávu za rok (\$)	\$64	\$46	\$61	\$89	\$123	\$77



# Kolik to všechno stojí?

							Madison WI	Jacksonville FL
Typ systému	Počet recirkulačních ventilátorů	Počet odtahových ventilátorů	Počet cupola ventilátorů	Počet HVLS ventilátorů	Celkový počet ventilátorů	Odhadované náklady na instalaci ventilátorů (USD/krávu)	Provozní náklady (USD/krávu/rok)	Provozní náklady (USD/krávu/rok)
Přirozená ventilace	68				68	\$117	\$ 28	\$ 83
Přetlaková kombinovaná	192			11	203	\$415	\$ 46	\$ 118
Tunelová	68	57			125	\$285	\$ 84	\$ 175
Tunelová hybridní	28	64	19		111	\$353	\$ 82	\$ 160
Příčná s usměrňovacími lištami		70			70	\$207	\$ 64	\$ 107
Příčná s ventilátory	68	56			124	\$282	\$ 80	\$ 168

Stáj 800 krav, 2 lokality, cena elektřiny 0,15 USD/kWh

Náklady na instalaci	
Typ	Náklady na ventilátor
Cirkulační ventilátor 55"	\$800.00
Přetlakový nebo cupola ventilátor 36"	\$500.00
Odtahový ventilátor 55"	\$1,800.00
HVLS ventilátor	\$5,000.00
Náklady na instalaci	\$120.00
Náklady na kabeláž	\$450.00

\*Odhadovaný náklad na HVLS ventilátory je 2 USD/den při provozu 200 dnů/rok

# Výkon ventilátoru

- Rychlost proudění vzduchu (kapacita ventilátoru) a statický tlak
  - Běžně se nastavuje průtok vzduchu (CFM) ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) při tlaku 0,05 až 0,2 palců vodního sloupce (12,5 až 50 Pa)
- Poměr vzduchového výkonu ventilátoru (VER)
  - Průtok vzduchu ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) na watt
- Poměr průtoku vzduchu (AFR)
  - Průtok vzduchu při tlaku 0,2“  $\text{H}_2\text{O}$  (50 Pa) děleno průtokem vzduchu při tlaku 0,05“  $\text{H}_2\text{O}$  (12,5 Pa)

# Příklad výběru ventilátorů – jeden výrobce

Tunelová ventilace pro 1560 krav při ACH 40 s ventilátory umístěnými nad lehacími boxy, Madison, WI.  
Náklady na tepelný stres 123 \$ /kus/rok.

Velikost zvoleného ventilátoru	Průtok vzduchu (CFM)	CFM/Watt	Počet odtahových ventilátorů	Instalační náklady/krávu	Provozní náklady/krávu
55 palců (1,4 m)	22,722	20.80	87	\$227.21	\$48.43
60 palců (1,5 m)	26,800	17.20	74	\$211.92	\$54.71
60 palců (1,5 m)	30,300	16.40	66	\$202.51	\$56.58
60 palců (1,5 m)	36,900	13.10	54	\$200.39	<b>\$66.00</b>
72 palců (1,8 m)	41,527	21.60	48	\$199.79	<b>\$47.74</b>

Poznámka: Výběr ventilátoru nezávisí pouze na CFM/Watt (např. také na poměru průtoku vzduchu, náročnosti montáže, hlučnosti apod.).

# Náklady na elektřinu - frekvenční měniče

Počet ventilátorů	Model	Nastavení rychlosti	kW/ventilátor	Celkové kW	Náklady/h	Hodiny provozu	Odhadované náklady/rok
1	AX51DG43-HR	100%	1.337	1.337	\$0.15	4380	\$644.17
1	AX51DG43-HR	60%	0.665	0.665	\$0.07	4380	\$320.40
						<b>ROZDÍL</b>	<b>\$323.77</b>

O 40% nižší rychlost,  
ale o 50% nižší náklady!

Náklady na  
elektřinu

0.110 na kWh

Údaje od:






# Čištění a údržba!!

- Nánosy na žaluziích mohou snížit účinnost ventilátoru o 24 % (Simmons a Lott, 1997).

Každý instalovaný ventilátor musíte čistit a udržívat.!

# Vybavení

Postřikovač	Přenosný propanový mlžící postřikovač proti hmyzu s minerálním olejem	
Vrtulový anemometr	Schopnost zaznamenávat měření každé 2 sekundy (např. <a href="#">Kestrel 5000AG with LiNK</a> )	
Senzory teploty a relativní vlhkosti (alespoň 2)	Např. <a href="#">Kestrel DROP D2AG</a> (záznam každé 2 sekundy nebo 10 minut v závislosti na době strávené na farmě)	

# Měření teploty a relativní vlhkosti

Ve stájích s přirozeným větráním nainstalujte jeden senzor teploty a relativní vlhkosti doprostřed kotce, ve kterém budete měřit rychlost proudění vzduchu. Teplota a relativní vlhkost se snímá ve 2, 30 nebo 600 sekundových intervalech. Měření by mělo probíhat po celou dobu návštěvy.



U stájí s nucenou ventilací doporučují normy ASABE pro větrání, aby byl teplotní rozdíl mezi vzduchem vstupujícím a vzduchem vystupujícím menší než 3,6 °F

(2 °C). Nainstalujte čidla teploty a relativní vlhkosti obou koncích u vstupu vzduchu a na obou koncích u výstupu vzduchu. Provádějte měření po celou dobu návštěvy.

# Zrychlené dýchání: nápadný, ale pozdní indikátor

## Slinění

Sliny (čiré, průhledné) vycházejí z ústní dutiny krávy. Zvíře nepřežvykuje. Jakékoli množství slin je považováno za slinění.



## Zrychlené dýchání

Otevřená tlama, prostor mezi rty je viditelný, kráva nepřežvykuje.



## Vyplazený jazyk

Jazyk nebo jeho špička vyčnívá z tlamy až za spodní zuby a nedotýká se žádné části těla (tj. nejedná se o péči olizováním)





# Jak měřit frekvenci dýchání – včasný indikátor

**Základní pravidlo: zasáhnout při frekvenci dýchání  $\geq 60$  za minutu**

## **Metoda:**

1. Metoda: Pozorujte krávu a zaznamenejte 10 úplných nádechů, počítejte „jedna“, když se kráva nadechne, a „a“, když vydechne.
2. Nejprve získejte rytmus počítáním „jedna a jedna a jedna a...“, pak spusťte časovač před dalším „jedna a“ a počítejte až do „deset a“ a zastavte časovač.
3. Vydělte 600 počtem sekund, které byly potřebné k zaznamenání 10 úplných nádechů = počet nádechů za minutu.

Např. 10 sekund na 10 dechů =  $600/10 = 60$  dechů za minutu



# Shrnutí výsledků hodnocení

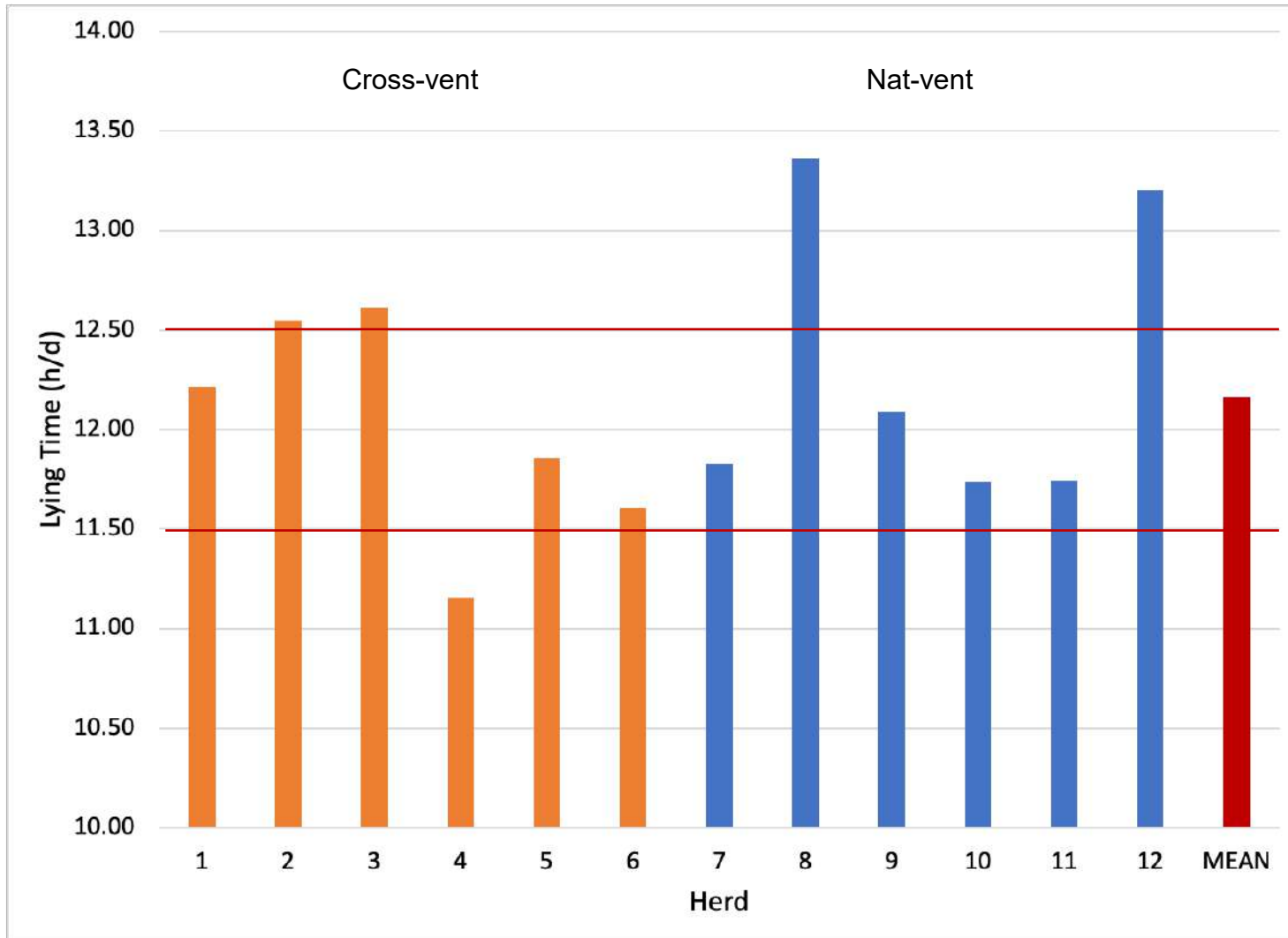


<b>Kritéria větrání</b>	<b>Cíl</b>
<b>% lehacích boxů s rychlostí vzduchu 1-2 m/s ve výšce ležících zvířat v létě</b>	<b>&gt;90%</b>
<b>Výměna vzduchu za hodinu – léto</b>	<b>40-60</b>
<b>Výměna vzduchu za hodinu – zima</b>	<b>4-8</b>
<b>Výměna vzduchu na krávu (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>&gt;2,550</b>
<b>Změřená rychlost vstupujícího vzduchu</b>	<b>2,5-4,0 m/s</b>
<b>Zvýšení teploty vzduchu mezi jeho vstupem do stáje a výstupem</b>	<b>&lt;2° C</b>
<b>Vlhké pruhy podél střešních trámů</b>	<b>Ne</b>
<b>Docházelo ke shlukování krav</b>	<b>Ne</b>
<b>% krav se zrychleným dýcháním (minimum ~ 20 krav)</b>	<b>0%</b>
<b>% krav s frekvencí dýchání &gt;60 dechů/min (minimum ~ 20 krav)</b>	<b>&lt;25%</b>

# Dosažitelný cíl pro odpočinek - teorie

- Zdravé krávy, které nekulhají
- Hluboce stlané, pohodlné lehací boxy
- Krmení TMR
- >21 h/d v kotci
- 1 kráva na lehací box
- Příznivé mikroprostředí ležiště
- Průměrná doba ležení by měla být 11,5 až 12,5 h/d s průměrnou délkou epizody ležení 1,2 h.

# Dosažitelný cíl pro odpočinek - skutečnost



- 12 vysokoprodukčních stád dojnic (dojení 3x denně) ve volném boxovém ustájení stlaném pískem, Wisconsin
- Návštěva v létě 2021
- 6 stájí příčná ventilace, 6 stájí přirozená ventilace
- Data od 24-30 krav na stádo, po 3 dnech
- Průměrná doba ležení ve všech stádech 12,1 h/d (směrodatná odchylka 2,0)
- **Cílem je průměrná doba ležení 11,5-12,5 h/d**



# Sponzoři

*Premier*

# *Saputo*

*Program*



*Workshop*





[www.thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu](http://www.thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu)

Děkuji!