

R. Stupka a kol.

ŘÍZENÍ MIKROKLIMA V CHOVU PRASAT II



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky

Kamýcká 129, Praha 6 - Suchbát, ČR

tel.: +420 224 383 062

e-mail: stupka@af.czu.cz

www.czu.cz

ZDARMA - neprodejné

ISBN 978-80-213-2401-5

METODIKA

2014



Metodika je zpracována v rámci
řešení dlouhodobého koncepčního rozvoje „Institucionální podpora“,
institucionálního projektu č. 21320/1322/320-9.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

ŘÍZENÍ MIKROKLIMA V CHOVU PRASAT II

METODIKA

Autoři:

Doc. Ing. Roman Stupka, CSc.

Ing. Karel Líkař, Ph.D.

Doc. Ing. Michal Šprysl, CSc.

Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.

Technická spolupráce:

Ladislav Šedivý

2014

Ministerstvo zemědělství České republiky vydalo pro metodiku „Řízení mikroklima v chovu prasat II“ osvědčení č. 17210/2014 - 2 O uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

1. Oponent: Prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.
JU v Českých Budějovicích
Studentská ul.
České Budějovice

2. Oponent: Ing. Markéta Roubalová, CSc.
MZe ČR, Těšnov 65/17
110 00 Praha 1

Kontaktní adresa: Doc.Ing. Roman Stupka, CSc.
ČZU Praha, FAPPZ, KSZ
Kamýcká 129
165 21 Praha 6 Suchbát

© Roman Stupka, Karel Líkař, Michal Šprysl, Jaroslav Čítek.

ISBN 978-80-213-2401-5

Obsah

I. Cíl metodiky

II. Vlastní popis metodiky

1. Úvod
2. Zásady návrhu technologických systémů
 - 2.1. Ventilační systém
 - 2.2. Topný systém
 - 2.3. Systém chlazení vzduchu
 - 2.4. Řídicí systém

III. Metodika

1. Návrh ventilačního systému
 - 1.1. Kalkulace ventilačního systému
 - 1.2. Profil stáje – kontrola počtu výměn vzduchu
 - 1.3. Návrh typu větrání
 - 1.4. Návrh počtu a umístění ventilátorů a přívodních vzduchových klapek
 - 1.5. Návrh komponentů ventilačního systému
2. Návrh topného systému
 - 2.1. Parametry topného systému
 - 2.2. Návrh komponentů topného systému
3. Návrh chladicího systému
 - 3.1. Parametry chladicího systému
 - 3.2. Návrh komponentů chladicího systému
4. Návrh řídicího systému

IV. Srovnání „novosti postupů“

V. Popis uplatnění metodiky

VI. Ekonomické aspekty

VII. Seznam použité související literatury

VIII. Přílohy

I. Cíl metodiky

Reálná kvalita životního prostředí je výsledkem teplotně-vlhkostních parametrů. Z pohledu chovatele hospodářských zvířat, který v podmínkách indoorů, má nesporný vliv na jejich zdravotní stav, tedy na efektivitu a prosperitu jejich produkce. Obzvláště se to týká chovu prasat, neboť právě prasata, díky své ontogenezi, jsou ze všech savců hospodářských zvířat nejvíce vnímavé k teplotně-vlhkostním podmínkám prostředí, ve kterém jsou chována.

Období stále zřetelnější orientace na průmyslový charakter živočišné výroby způsobuje, že stájové mikroklima se stává významným hygienickým, zdravotním, výrobním a ekonomickým faktorem. Udává se, že tyto nealimentární vlivy v prvé řadě snižují míru efektivnosti využití krmiv (KYRIAZAKIS, 2003) a s doprovodnými negativními efekty (HOSTE, 2003) snižují výši užitkovosti jednotlivých kategorií prasat až o 30%. Lze se tedy domnívat, že úspěch chovů prasat a efektivnost jejich produkce, tedy výroby vepřového masa, je funkcí správně nastavených faktorů jejich stájového prostředí.

Dnes, s ohledem na moderní genotypy prasat a nové, sofistikované technologie, lze podle současných platných směrnic jen velice složitě optimalizovat stájové prostředí. Proto je nutné tento problém řešit novou přístupnou formou. Jedná se o možnost zpracování návrhů různých systémů tvorby a udržení kvalitního mikroklima s důrazem na řešení interakce teplota a ventilace stáje.

V ČR není dosud pro chovatele dostupná jednoduchá metodika, řešící tuto problematiku v přístupné formě. Rovněž je všeobecně opomíjen již zmíněný fakt, že prase je jeden z nejcitlivějších živočichů s ohledem na vlivy prostředí. Prasata reagují velice intenzivně na veškeré nedostatky ve stáji stresem, jehož důsledek je katabolismus organismu (REECE, 1998; NOVÁK et al., 2007; STUPKA et al., 2009). Pozitivní vliv kvalitního mikroklimatu na zdravotní stav prasat a zlepšení výsledků chovů za podmínky, že prasata budou chována v ideálních mikroklimatických a následně zoohygienických podmínkách indoorů, skýtá významné možnosti snížení nákladů (NOVÁK, 1993).

Cíl metodiky směřuje k chovatelům, projektantům a orgánům veterinárního dozoru. Navazuje na Metodiku I (LÍKAŘ et al., 2013) a přehledně dokládá, jakými prostředky lze navrhnout ve stájích prasat takové stájové mikroklima, které vytvoří zvířatům optimální podmínky pro dosažení maximální užitkovosti. Z hlediska tvorby stájového prostředí se tak metodika zabývá

- technologickými systémy ventilace, vytápění, chlazení a jejich řízením (všeobecně „Systémy tvorby a řízení mikroklimatu“),
- parametry systémů ventilace, vytápění, chlazení.

II. Vlastní popis metodiky

Metodika se zabývá technologickými a technickými prostředky, kterými lze vytvořit optimální stájové prostředí v objektech pro jednotlivé kategorie prasat.

První okruh specifikuje zásady návrhu jednotlivých technologických systémů, tedy systémů ventilace, vytápění, chlazení, včetně jejich řízení.

Druhý okruh se zabývá technickými požadavky a zásadami instalace či inovace výše uvedených technologických systémů a jejich vlivem na tvorbu stájového mikroklimatu. Jedná se o problematiku doposud zjednodušeně a nesprávně nazývané „Systémy větrání stájí“, které však obsahují jak technologické či provozní soubory zahrnující ventilaci, vytápění, chlazení, tak i řízení stájového mikroklimatu. Tyto systémy, pokud jsou dobře navrženy, minimalizují působnost interakcí genotyp x ustájení, počet zvířat na kapacitní jednotku, personál, výživa a krmení, ventilace, teplota, RV, přenos agens, imunita (HOSTE, 2003; STEGEMAN, 2003).

1. Úvod

Současná populace Země čítá cca 7 miliard obyvatel, kteří zkonzumují 270 milionů tun masa ročně. Předpokládá se, že v roce 2050 bude na planetě přes 9 miliard lidí se spotřebou 470 milionů tun. Vystává tedy otázka, jak tuto populaci nasytit levnou a kvalitní živočišnou bílkovinou.

Jednou z možností je zakládání moderních velkochovů, či rekonstrukce dosavadních farem multiparních hospodářských zvířat. Těmi jsou prasata a drůbež. Díky jejich výhodným užitkovým vlastnostem, kvalitní produkci masa a při mírné ceně (STUPKA et al., 2012), dochází, zvláště v asijských zemích, k dramatickému nárůstu poptávky po této komoditě (BEEK, 2012, SLUIS, 2012, LUMB, 2012).

Další celosvětovou problematikou je omezená krmivová základna hospodářských zvířat, která, při zachování zemědělské půdy, se řeší postupným zvyšováním výnosů spolu a uplatněním nových biotechnologií (LYONS, 2007; STRATILOVÁ, 2011).

Jako evropské trendy chovu prasat posledních dvou dekád, lze uvést chov prasat v ekologických podmínkách (SLUIS, BEEK, 2012) a tendence výrazného zvyšování podílů velkých a středních výrobců prasat s produkcí 5-10 000 kusů za rok (HARTOG, 2009; MAES, 2012). Podstata obou fenoménů vychází ze skutečnosti, že EU má cca 4% nadprodukcí vepřového masa. Realizace tohoto přebytku mimo EU je však značně problematická. Je to díky konkurenci neschopné ceně, která je zapříčiněna drahou pracovní silou, „welfar-kodexem prasat“ (svoboda od hladu, žízně, nepohodlí, bolesti, zranění, nemoci, stresu a svoboda projevu normálního chování), biosekuritou (typy chovů, výchozí plemena hybridizací, obraty stáda, techniky a technologie ustájení, krmení, napájení, větrání, biotechnologie, výživa a krmení prasat, další opatření,

včetně HACCP), apod. Vysoký náklad na produkci 1 kg vepřového masa pak logicky nemůže konkurovat průměrným nákladům ostatního světa. Problém EU se tedy řeší dotovanou ekologizací chovu prasat a zvyšováním koncentrací, kooperací a specializací chovů prasat, jehož výsledkem je vyšší konkurenceschopnost, která na druhé straně působí tak, že cca polovina chovatelů prasat každých 10 let v EU se svými chovy končí (BEEK, 2008) nebo bankrotuje.

Nárůstem velikosti chovu lze zvýšit produktivitu práce, rentabilitu, produkční užitek prasat a zároveň snížit citlivost na stress pomocí moderních technologií, umožňujících mimo jiné optimální řízení ventilace. Optimální řídicí systémy mikroklima zajišťují správnou činnost ventilačních systémů (NOVÁK, 1993; STUPKA et al., 2009), které eliminují prach (virózy, zápal plic), minimalizují vlhkost (zima), obsah škodlivých plynů (NH_3 inaktivuje řasinkový epitel dýchacího traktu), obsah endotoxinů (z mrtvých bakterií), vysokou teplotu (léto), průvan (pneumonie a kolitida). Jejich kapacita (ventilátory, vodní chladicí systémy, čidla v zóně zvířat) by obecně měla zabezpečit výměnu vzduchu v jakékoliv stáji cca 40x/hodinu (AIRSTREAM, 2000). Je to jedna z podmínek vedoucí k využití maximálního potenciálu z poznatků genetiky, výživy, technologií a managementu, což je předpoklad udržení chovu, jeho konkurenceschopnosti a rentability produkce (STUPKA et al., 2009). Bohužel, u mnohých českých chovatelů, z důvodu chybějící metodiky, je tento fakt všeobecně často opomíjenou skutečností.

Spolu s dalšími problémy při optimalizaci položek fixních a variabilních nákladů na jednotku produkce, se pak nelze divit, že se početní stavy prasat v ČR stále snižují. Z tohoto důvodu je žádoucí aby správně navrženým a provozovaným systémem řízení mikroklimatu stáje došlo k dosažení optimálních hodnot hlavních proměnných pro jednotlivé kategorie prasat (teplota, RV), a tím k vytvoření „komfortní zóny“, pro realizaci optimální výrobní zóny s nejvyšší efektivností produkce z hlediska prostředí.

2. Zásady návrhu technologických systémů

Na základě podrobně popsanych kritérií tvorby, úpravy, řízení mikroklimatu ve stáji a jeho nastavení v Metodice I (LÍKAŘ et al., 2013), je možné navrhnout optimální mikroklimatický systém pro každou stáj, kategorii prasat, klimatickou oblast.

Cílem návrhu mikroklimatu stáje, tedy výsledku působení systémů ventilace, chlazení, resp. vytápění a řízení, je zajistit vytvoření relativně stabilních podmínek v průběhu života zvířete. Ideálem je dlouhodobý neutrální stav jednotlivých složek prostředí, eliminující teplotně-vlhkostní stres. Kvalitní mikroklima je tak zajištěno

- permanentní substitucí čerstvého vzduchu,
- snižováním RV,

- modulací teplotně-fyzikálních parametrů prostředí (Mc GLONE et al., 2002).

Výsledkem každého technologického řešení je minimum výkyvů jednotlivých parametrů stájového vzduchu v průběhu dne, měsíce, roku, tedy vybilancování topných, ventilačních a chladicích systémů a jejich řízení tak, aby rozdíly v kvalitě mikroklima (teplotně-vlhkostní parametry), byly minimální. Samozřejmě existují i další faktory, jako teplota obvodových stěn stavby, vlhkost a teplota podlah, apod., s nimiž je nutné rovněž kalkulovat.

Kvalita mikroklima je funkcí jak prvků aktivních (technologické systémy ventilace, chlazení, vytápění, apod.), tak i pasivních, mezi něž řadíme zejména systémy tepelné izolace staveb, systémy krmení (vlhkost, prašnost), způsob ustájení (typ podlahy, uspořádání kotců, roštů ve vztahu k prvkům ventilace, apod.). Správným návrhem lze již na počátku vytvořit podmínky pro kvalitní mikroklima a pohodu zvířat (AIRSTREAM, 2000).

Rozhodující pro návrh aktivních prvků ventilace jsou teplotně-vlhkostní kritéria, limitující přítomnost škodlivých plynů v zóně zvířat (SCHAUBERGER, 2005). Současné výpočtové systémy používají pro návrh ventilačních prvků jen kvantitativní empirické dimenzování bez možnosti zohlednění skutečné kvality vzduchu (kubatura vzduchu a jiné).

Doposud tedy v praxi chybí hodnocení mikroklimatu stájí pro prasata podle těchto výše uvedených hlavních kritérií, včetně jeho hodnocení dle dalších spolupůsobících faktorů (systémy výpočtu EET, HSI a THI). Veškeré návrhy a regulace ventilačních systémů se provádí s cílem udržet v životním prostoru zvířete ideální podmínky vycházející z definice „komfortní zóny“ (OBERREUTER, 2005).

2.1. Ventilační systém

Ventilace stáje v podstatě znamená výměnu vzduchu, který je vlhký, teplý, kontaminovaný různými agens včetně mnoha plynů, za vzduch čerstvý (WATHES, CHARLES, 2002). Problém výměny je však komplikován rozdílnými fyzikálními vlastnostmi vzduchu v zimě, létě, odlišnou termoregulací prasat v období tepla, chladu a citlivostí prasat k průvanu.

Každý ventilační systém má být schopen vytvořit žádoucí mikroklima stáje bez ohledu na podmínky venkovního prostředí. Dle LÍKAŘE (2001, 2005) je důležité dimenzovat systém na

- minimální kapacitu vzduchu (minimální ventilace) na zvíře/hodinu v chladném období,
- maximální kapacitu vzduchu (maximální ventilace) na zvíře/hodinu v teplém období,
- optimální kapacitu vzduchu v období průměrných teplot.

Tabulka 1. Požadované hodnoty kapacity ventilace (výměn vzduchu)

Kapacity vzduchu / období / zvíře	Hmotnost (kg)	Chladné období	Kapacita (m ³ /h/ks)	Kapacita (m ³ /h/ks)	Horké období					
					Větrání bez tunelového efektu		Tunelové větrání bez chlazení (*a)		Tunelové větrání a chlazení (*a)	
Kategorie prasat					Kapacita (m ³ /h/ks)	Výměny vzduchu	Rychlost proudění (m/s)	Výměny vzduchu	Rychlost proudění (m/s)	Výměny vzduchu
Prasnice březí	více 147	20		68	255	35	1,7	30-35	1,7	30-45
Prasnice rodící	181	34		136	1100	40(*b)	****	****	****	****
Odchov selat	4- 27	3-9		25	65	****	****	****	****	****
Výkrm prasat	27-120	9-17		59	200	40	1,7	30-40	1,7	30-45
Kanci	181	24		85	510	35	1,7	30-35	1,7	30-45

*a - Podmínka - max. proudění vzduchu do 2,2 metří/sekundu.

*b - Používání chladicího systému minimálně 45 sekund

Jedná se o primární návrh a následné nastavení parametrů dle období a příslušného objemu vzduchu. Kvalitní ventilační systém, navržený pro vytvoření optimálního bioklimatu a pohody zvířat („komfortní zóny“), musí splňovat i další kritéria (VOSTOUPAL et al., 2003). Pro podmínky ČR se navrhuje dělení období roku na chladné, přechodné a horké, s příslušnými objemy vzduchu. Ventilační systém se navrhuje na maximální objem (horké období), regulace pak musí umožnit i dávkování menších objemů pro chladnější období.

U jednotlivých kategorií prasat se stále zvyšují nároky na množství vzduchu. V dochovu selat a porodnách se preferuje zejména jemnost rozptýleného vzduchu v kombinaci se zajištěním přívodu čerstvého vzduchu až do zóny zvířat (podroštové větrání), u prasnic a výkrmu prasat se preferuje velký objem vzduchu, který sníží počet výměn vzduchu ve stáji (FUNKI, 1999).

Pokud se jedná o vliv kvality budovy na mikroklima stáje, za hlavní proměnné nutno považovat tepelně izolační vlastnosti obvodových konstrukcí stáje a vliv teplejších či chladnějších stěn a podlah.

Obecným problémem stáji je nerovnoměrnost teplotně vlhkostního mikroklima v průběhu určitého období, způsobeného nekvalitní nebo nesprávně instalovanou technologií (kvalita ventilačního / topného / chladicího systému), nebo nesprávně navrženou, resp. nekvalitní konstrukcí stáje.

Při návrhu větracích stájových systémů je nutno dodržet hlavní zásady, které se později projeví na správné funkci větracího systému (AIRSTREAM, 2000). Jedná se zejména o výměny vzduchu, tedy o

- přesnost regulace přiváděného vzduchu (závisí od rovnoměrnosti rozmístění přírodních otvorů, jejich množství a výšky od podlahy a jejich profilu),
- regulaci odváděného vzduchu (běžně dodávané systémy regulují jak množství vzduchu, tak i otevření profilu odsávacích otvorů, případně i diagnostikují skutečně odváděné množství vzduchu),
- rychlost proudícího vzduchu na přírodních šterbinách (doporučeno 2,8-5 m/s),
- rychlost proudění vzduchu ve stáji,
- nastavení odpovídajícího podtlaku ve stáji k zajištění ideální homogenity vzduchu,
- možnost kontroly jak teploty, tak RV_{INT} vzduchu (LÍKAŘ, 2013).

Z výše uvedených faktorů vychází pak vhodnost či nevhodnost jednotlivých ventilačních systémů pro chovy prasat v různých klimatických oblastech (LÍKAŘ, 2005). V zásadě lze v praxi u prasat používat systémy větrání, umožňující větší či

menší regulaci na minimální a maximální hodnoty větrání (LÍKAŘ, 2007). Jedná se o typy systémů větrání dělených podle navrhovaného provozního podtlaku stáje s

- podtlakovým systémem větrání - ideální pro většinu stájí prasat,
- rovnotlakým systémem větrání, tedy systém s nízkou úrovní podtlaku, vhodný pro extrémně široké stáje a monoblokové stáje, kde přívod vzduchu stěnou již nelze, kvůli malé účinné výšce, realizovat s podtlakem blížícím se hodnotě 0 Pa, spočívající v míchání přiváděného chladného vzduchu s teplým vzduchem stáje,
- přetlakovým systémem větrání - vhodný v omezené míře pro teplé oblasti a úzké, nízké, staré stáje.

Z hlediska funkce ventilačního systému, tedy způsobu přívodu a odtahu vzduchu, resp. pohybu vzduchu ve stáji, lze volit

- klasické systémy příčného větrání, lze uplatnit pouze u úzkých objektů do 12 metrů šířky a převážně u výkrmu, výjimečně u prasníc. Dále tam, kde není extrémní potřeba regulace malých objemů vzduchu a kde nejsou velké objemy výměn vzduchu (v zimním období by byl problém s regulací přívodu extrémně chladného vzduchu do zóny zvířat) a také v objektech, ve kterých není požadavek na využití chladicího efektu proudícího vzduchu. Optimální variantou příčného větrání je návrh podélné chodby okolo jedné stěny, kde se vzduch temperuje,
- kombinované systémy větrání, jsou založené na tom, že minimální ventilace prochází přes jeden systém, např. difúzní nebo atikový, a v době vyšších teplot se zapojuje systém další, většinou tunelový, dimenzovaný na velké objemy výměn vzduchu,
- difúzními systémy větrání jsou založené na přívodu vzduchu přes porézní strop nebo kanály se systémem zajišťujícím jemné rozptýlení vzduchu na přívodu. Jsou ideální pro chladné období roku, problémové při vedru, neboť lze jen obtížně instalovat doplňkový chladicí systém vstupního vzduchu,
- tunelové větrání, je používáno při nemožnosti regulace průtoku vzduchu v režimu minimální ventilace (ve středoevropské oblasti- výjimečný).

2.1.1. Ventilační systém a počet výměn vzduchu

Problém minimální výměny vzduchu ve stáji je vztažen na množství čerstvého vzduchu přiváděného do jednotlivých míst stáje v chladném období. Hovoříme o

minimální ventilaci. Počet maximální výměny vzduchu za časovou jednotku je pak charakterizován jako maximální ventilace.

Větrání v období vysokých teplot se jednoznačně realizuje jako „maximální“ ventilace, resp. ventilace na maximální objemy vzduchu, odvádějící přebytečné teplo a snižující tak teplotní zátěž, resp. riziko teplotního stresu prasat. V současnosti se vychází z požadavků ON 734502 a Technických doporučení MZE ČR, 2006. Z dnešního pohledu, hodnoty v nich uvedené, jednoznačně neodpovídají jak současným potřebám moderních genotypů prasat, tak poznatkům a zásadám welfare ustájení (FRASER et al., 1990; Komise ES, 2001). V průběhu celé řady sledování a měření se totiž prokázala nedostatečnost systémů větrání dimenzovaných podle těchto norem. Jedná se hlavně o nedostatečný výkon větracích systémů v podmínkách ČR v období vysokých teplot u většiny stájí. Skutečnost lze dokázat i výpočtem produkce tepla zvířaty při optimálních teplotách. Pokud se však výkon ventilace nekontrolovatelně zvyšuje nad určitý rámec, stáj nemá odpovídající objemové parametry, pak hrozí riziko vzniku průvanu. I když je tento termín používán nesprávně pro jakoukoliv vyšší rychlost proudění vzduchu, průvan, jako takový, je rizikový pouze ve vazbě na nízkou teplotu přiváděného vzduchu v chladném období, nebo při vysoké vnější relativní vlhkosti (RV_{EXT}) v teplém období. V létě přitom vyšší rychlost proudění vzduchu může pomoci ochlazování zvířat („wind-chill“ efekt). Proto je nezbytné ventilační systémy navrhovat nejen z hledisek teplotně-vlhkostní pohody, avšak zároveň kontrolovat počet výměn vzduchu ve stáji, což má vazbu zejména na výšku stáji (FUNKI, 1999).

U stáji s rovným podhledem je doporučený počet výměn vzduchu (kapacita větracího systému po odečtení ztrát/objem stáje) maximálně 30-35x/hod; u šikmého podhledu 35-40x/hod. Nutné je však splnit další podmínku, kterou je dosah proudu vzduchu, který je maximálně 2,5-3 násobkem efektivní účinné výšky (od podlahy po spodní hranu přívodní vzduchové klapky). Jinak hrozí situace, že nebude část stáje odvětrána.

2.1.2. Ventilační systém - podtlakové poměry ve stáji.

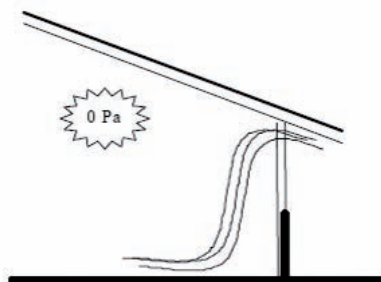
Prioritou každého funkčního systému je optimální volba způsobu odvětrání stáje, návrh komponentů systému řízení mikroklima a jejich správné umístění ve stáji. Pak je možné očekávat optimální plnění požadovaných parametrů stájového vzduchu. K dosažení požadované funkce systému a kvality vzduchu ve všech místech stáje, tedy bezproblémovému odvětrání všech míst ve stáji (rozptřčení vzduchu, optimální teplota a RV_{INT}), je nutné znát stav jeho základních fyzikálních parametrů. To lze splnit pouze v případě, že odpovídá a je v pořádku

- kubatura přiváděného a odváděného vzduchu,
- podtlak ve stájovém prostoru (daný z rozdílu předchozích dvou veličin).

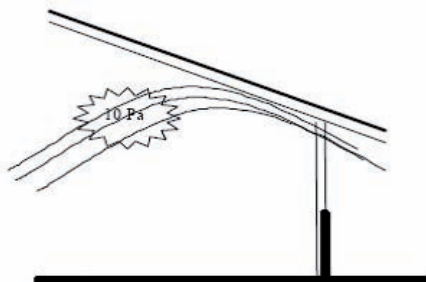
Význam podtlaku a jeho vliv na kvalitní odvětrání stáje a stabilitu parametrů stájového mikroklima je všeobecně podceňován (BOTTCHEER et al, 2001). Významným poznatkem je, že zcela jinak se nastavuje podtlak (rovněž další parametry) v létě, jinak v zimě. Pokud parametry podtlaku neodpovídají dané stáji a instalovaným prvkům, nikdy nelze dosáhnout ve stáji optimálních podmínek. Toto zjištění v podstatě diskriminuje rovnotlaké či difuzní systémy ventilace, kde lze parametry podtlaku regulovat a kontrolovat jen velice obtížně, zejména v režimu minimální ventilace. Důležitá je znalost vztahu rychlosti proudění vzduchu při zvyšování podtlaku (CZARICK, 2000).

Obr. 1. Vliv podtlaku na proudění vzduchu ve stáji (BOTTCHEER et al., 2001).

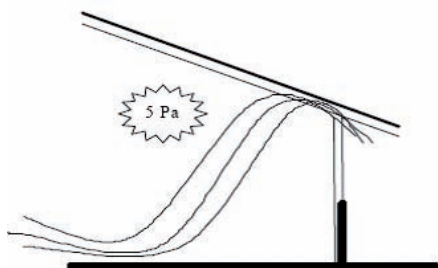
Proudění vzduchu při 0 m/sec a podtlaku 0 Pa



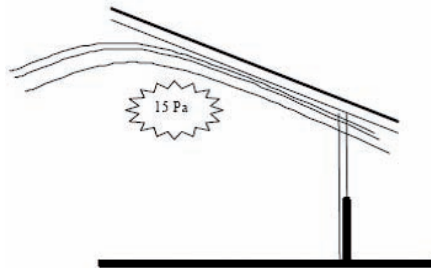
Proudění vzduchu při 3,5 m/sec a podtlaku 10 Pa



Proudění vzduchu při 2,5 m/sec a podtlaku 5 Pa



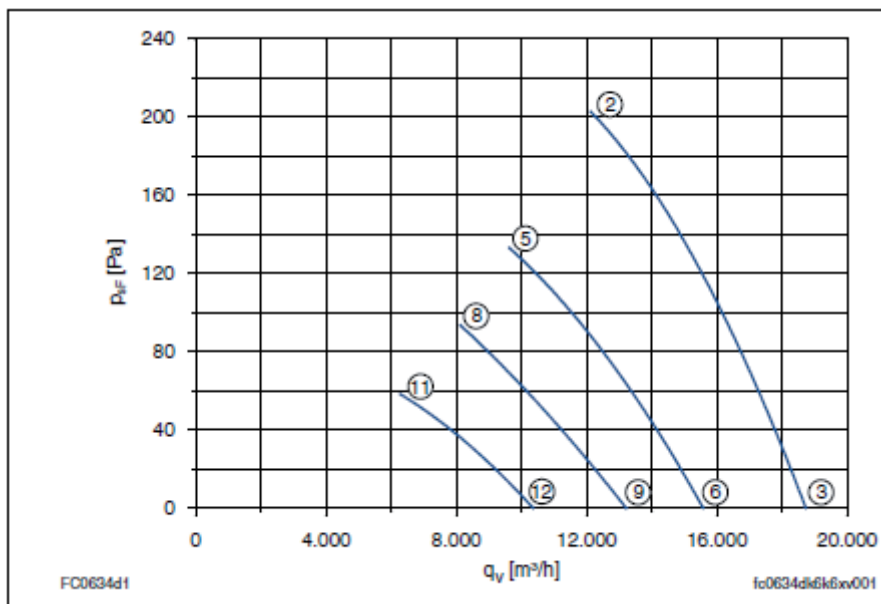
Proudění vzduchu při 4,5 m/sec a podtlaku 15 Pa



Poznátky o fungování podtlaku lze účelně využít při regulaci dopadu vzduchu do zóny praset. Zvýšenou rychlostí vzduchu na vstupu do stáje lze eliminovat studený průvan v zóně praset v chladném období, naopak lze tohoto poznatku ideálně využít

v režimu maximální ventilace, kdy je potřeba rychle zajistit substituci čerstvého vzduchu v zóně prasat u obvodové stěny. Chování vzduchu za různé úrovně proudění vzduchu a podtlaku dokládá „profil proudění vzduchu“ (obr 1). Vzduch vstupuje do stáje pod stropem, ohřívá se a zpomaluje. Je zřejmé, že při rychlosti 4,5 m/s na přírodní klapce zpomalí na méně než 0,5 m/s před tím, než dosáhne oblasti prasat, kde je optimální statický tlak. Tam má vzduch nejen optimální rychlost, ale i teplotu. V létě je proces opačný. Vzduch je nutno dostat do zóny prasat co nejdříve, než se ve stáji ohřeje.

Graf 1. Vliv podtlaku na výkon ventilátoru



Lze tedy dle AIRSTREAMA (2000) konstatovat, že

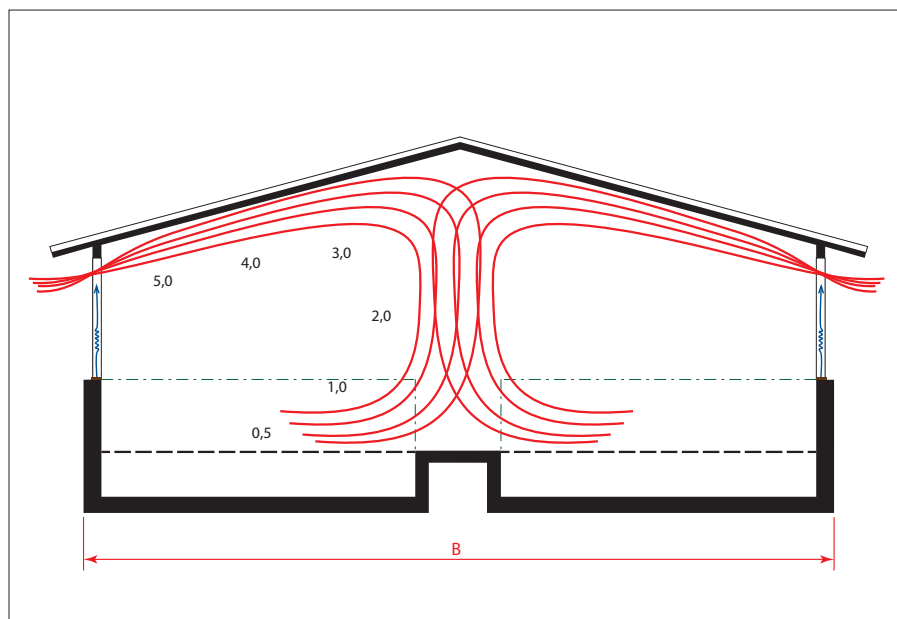
- správný statický tlak (podtlak) v chladném období zadrží přicházející studený proud vzduchu u stropu a ohřeje ho tím více, čím se blíží více středu stáje,
- každých 2,5 Pa nárůstu statického tlaku přesune přicházející studený vzduch přibližně o 600mm horizontálním směrem blíže k centru stáje,
- růst statického tlaku zvyšuje rychlost vzduchu,
- správné nastavení statického tlaku v chladném období sníží proudění chladného vzduchu do zóny prasat na úrovni podlahy; přicházející vzduch

má dostatek času k ohřátí a zpomalení před dosažením životní zóny prasat u podlahy,

- správné nastavení statického tlaku nasměruje proud vzduchu napříč stájí, aby se ohřál a absorboval vlhkost,
- v teplém a horkém období se musí snížit podtlak a zvýšit rychlost proudění pomocí vyššího výkonu ventilačního systému.

Je důležité si uvědomit, že s rostoucím podtlakem ve stáji rostou i ztráty výkonu u ventilátorů (viz výkonové křivky výrobců ventilátorů). Standardně uvažovaný podtlak ve stájích pro prasata vychází z přibližné podmínky dimenzovat systému tak, že 1Pa odpovídá 1m šířky stáje. V některých literárních pramenech (FUNKI, 1999) se jako pomůcka uvádí optimální hodnoty podtlaku pro projektování ventilace. Minimální 2-3Pa, maximální 25-30Pa.

Obr. 2. Profil proudění a rychlosti vzduchu (0,5-5m/s) ve vazbě na podtlak (AIRSTREAM, 2000)



2.2. Topný systém

Primární záležitostí stáje je její správná dimenze ventilace, tedy kapacita systému. Sekundární pak, stabilita všech parametrů všech prostorů stáje. Hlavním parametrem je rovnoměrnost teploty a hodnota RV. Topné systémy lze hodnotit z hlediska typu (technické hledisko) a umístění (LÍKAŘ, 2005). Topný systém se navrhuje s ohledem na

- teplotu v prostoru před sekcemi stáje (chodby),
- prostorovou teplotu již předem upraveného vzduchu v závislosti na věku prasat, a to stacionárními topnými systémy (box-topidla, „kanony“, registry, Delta-Astro trubky) v kombinaci s topidly v zóně prasat,
- prostorové vytápění (vytápění vzduchu teplotovzdušnými topidly typu „kanon“),
- zónové vytápění, tedy vytváření zón s odlišnou teplotou pomocí topných desek, infralamp či doupat.

2.3. Systém chlazení vzduchu

Chlazení mikroklima stáje se stává v podmínkách ČR nepostradatelnou součástí každého větracího (mikroklimatického) systému. Pokud je nutné udržovat v teplém období roku zvíře v komfortní zóně, nelze toho dosáhnout jinak, než návrhem jednoho z chladicích systémů (BULL et al., 1997). Základem pro výpočet je vždy tzv. „efektivní teplota“, což je teplota, kterou zvíře pociťuje. V zásadě lze systém navrhnout tak, aby efektivní teplota a THI byly v souladu. V tomto ohledu se dle LÍKAŘE (2007) realizují systémy chlazení

- proudem vzduchu, kdy se po krátké období používá vyšší, než optimální rychlost proudění vzduchu; pro střední teploty jsou větrací systémy dimenzovány tak, že lze zvýšit rychlost proudění vzduchu, čímž lze snížit „pocitově vnímanou úroveň teploty“ a eliminovat tepelný stres (LEE et al., 2004),
- deskami „PAD“, konstruované z voštin, modifikovaného papíru a uplatňující se zejména u stájí s centrálním přívodem vzduchu, nebo u tunelových systémů; výhodou jsou nízká cena, vysoká účinnost, nevýhodou možnost poškození v zimě, přičemž existují 2 systémy, a to
- uzavřené, z UV-stabilizovaného PVC, kde se zvlhčuje povrch voštinové desky stékající vodou,
- otevřené, z nerezových prvků, kde trysky zvlhčují povrch voštin stříkáním, funkce je lépe kontrolovatelná, a kdy rychlost proudění vzduchu musí být v rozmezí 1-1,5 m/s; součástí je recyklační nádoba na vodu s automatickým

doplňováním čerstvé vody a čerpadlo; lze snížit teplotu v běžných podmínkách ČR o 5-8°C,

- nízkotlaké zmlžovací, fungující na principu rozptylu vody tryskami do proudícího vzduchu, čímž lze vzduch ochladit; čím vyšší jsou požadavky na systém, tím vyšší musí být použitý tlak a jemnější trysky (průtok 0,5-0,8 l/min),
- nízkotlaké systémy pracují s tlaky vody běžné ve vodovodním řádu do 0,2-0,6 MPa. Snížení teploty v běžných podmínkách je do 5°C. Při průtoku 25-35 l/hod je postřikovaný okruh cca 1-2,5m, vzdálenost mezi tryskami musí být maximálně 2-5m. Tyto systémy jsou zajímavé zejména nízkou cenou, používají se pouze v období extrémně vysokých teplot. Systém se uplatňuje i tam, kde je třeba usměrnit kálení zvířat,
- vysokotlaké zmlžovací, pracující s tlaky 100-150 MPa, dodávají se většinou v provedení s nerez potrubím, vysokotlakými tryskami (průtok 0,05-0,08 l/min) a čerpadly; jsou vhodné u prasat pro jemný rozptýl vody,
- zmlžovacími ventilátory, které jsou opatřeny po obvodu tryskami nebo rozptylovými hlavami; pracují s nízkými tlaky z vodovodního potrubí, nebo vysokými tlaky z vysokotlakého čerpadla, přičemž reálný dosah činí 20-30 metrů; u prasat je nutné je navrhovat velice opatrně z důvodu tvorby velkých kapek (zvlhčení podlah).

Pro chladicí systémy platí, že pro každou kategorii zvířat, každé klimatické podmínky, musí být jiný systém rozptýlení, jemnost kapek i množství vody, které může vzduch pojmout. Základem dimenzování je větrací systém stáje, jeho kapacita, rozmístění ventilátorů včetně stěnových ventilů (COLLI et al., 2001).

2.4. Řídicí systém

Veškeré výše uvedené faktory se musí nutně promítnout do nastavení řídicího systému. Ten obsahuje jednotlivé provozní soubory ventilace, vytápění a chlazení mikroklima. Musí fungovat jako celek. Jeho optimální řízení se koriguje přes teplotu, nejlépe však přes teplotu a RV (odděleně, nikoliv cestou propojení obou veličin). Ideální je řídit mikroklima na základě přepočtu vlivu RV a proudění vzduchu přes „pocitovou“ teplotu (MIDWEST, 2002).

III. METODIKA TVORBY A ŘÍZENÍ KLIMATU STÁJE

Navrhnout komplexní systém řízení mikroklima stáje je funkcí řady navzájem provázaných kroků, souvisejících s návrhy a realizací systémů ventilace, vytápění a chlazení.

1. Návrh ventilačního systému

1.1. Parametry ventilačního systému

Při návrhu ventilačního systému je nutné zvolit nejdříve, v závislosti na kategorii prasat, požadované parametry, zejména kubaturu vzduchu na zvíře, sekci, resp. celou stáj. Doporučené kapacity výměny vzduchu uvádí tabulka 2. V levé její části jsou kategorie prasat a hmotnosti. Pro jiné kategorie a hmotnosti se doporučuje navrhovaný výkon upravit interpolací. Ve zbytku tabulky jsou hodnoty výměny vzduchu pro 3 režimy provozu, tedy pro ventilaci

- minimální, v chladném období roku,
- v období s průměrnými teplotami (jaro-podzim),
- maximální, v období s vysokými teplotami.

Hodnoty jsou uvedeny v $\text{m}^3/\text{hod}/\text{zvíře}$. Pro období s vysokými teplotami jsou uvedeny 3 režimy větrání, a to

- klasické, bez možnosti využití tunelového efektu pro ochlazení zvířat,
- s možností využití tunelového efektu v době nejvyšších teplot bez možnosti chlazení vzduchu,
- s možností využití tunelového efektu v době nejvyšších teplot s možností provozu chladicího systému.

Tabulka 2. Požadované hodnoty kapacity ventilace (výměn vzduchu)

Kapacity vzduchu na období a zvíře									
Kategorie prasat	Živá hmotnost (kg)	Chladné období	Období středních teplot	Horké období					
				Větrání bez tunelového efektu		Tunelové větrání bez chlazení (*a)		Tunelové větrání a chlazení (*a)	
				Kapacita (m ³ /h/ks)	Výměny vzduchu	Rychlost proudění (m/s)	Výměny vzduchu	Rychlost proudění (m/s)	Výměny vzduchu
Prasnice březí	147	20	68	255	35	1,7	30-35	1,7	30-45
Prasnice rodící	180	34	136	1100	40 (*b)	****	****	****	****
Odchov selat	4-27	3-9	25	65	****	****	****	****	****
Výkrm prasat	27-100	9-17	59	200	40	1,7	30-40	1,7	30-45
Kanci	181	24	85	510	35	1,7	30-35	1,7	30-45

*a - podmínka - max. proudění vzduchu do 2,2 metrů/sekundu, *b - používání chladicího systému minimálně 45 sekund.

Uvedené hodnoty minimální a maximální ventilace jsou vypočítány na základě průměrných statistických dat pro území ČR. Pro přesný výpočet je možné použít následujících kalkulací, tedy

- bilance na odvod vzdušné vlhkosti (režim minimální ventilace), pak

$$M_O W_O + M_P = M_I W_I \quad , \quad M = \frac{Q}{V} \quad , \quad Q = \frac{M_P V_I}{(W_I - W_O)} \quad , \text{ kde}$$

M = hmotnost suchého vzduchu (kg_a / hod),

W = vlhkostní poměr (g_w / kg_a),

M_P = produkce vodních par (g_w / hod),

Q = průtok suchého vzduchu (m^3/hod),

V = specifický objem (m^3/kg_a),

I = vnitřní parametr,

O = externí parametr,

- bilance na snížení teploty (režim maximální ventilace), pak

$$q_a + q_m + q_h + q_{vo} + q_s = q_w + q_p + q_{vi} \quad , \quad \text{ kde}$$

q_a = tepelný zisk od zvířete,

q_s = tepelný zisk od povrchů stáje,

q_m = tepelný zisk od instalované technologie,

q_w = tepelné ztráty konstrukcemi,

q_h = tepelné zisky od topidel,

q_p = obvod tepelné ztráty,

q_{vo} = tepelný zisk větráním,

q_{vi} = tepelné ztráty větráním, přičemž

Podmínkou funkčnosti systému v režimu maximální ventilace je dodržení podmínky hodnoty 30-40 výměn vzduchu/hod, výjimečně u systému s instalovaným chladicím systémem 45 výměn vzduchu/hod. Kalkulace se provede tak, že počet zvířat se násobí kapacitou vzduchu m^3/hod v režimu maximální ventilace, čímž se získá hodnota maximálního potřebného výkonu pro sekci nebo stáj. Následně se provede stejným způsobem kontrolní výpočet pro režim minimální ventilace. Velikost a počet ventilátorů i přívodních vzduchových klapek musí odpovídat reálným kapacitním možnostem a rozměrům stáje. Malé množství velkých ventilátorů by v režimu minimální ventilace způsobilo problémy s regulací, ventilátory by se nacházely mimo zónu optimálního výkonu. Velké množství malých ventilátorů by bylo příliš investičně náročné.

1.2. Kalkulace ventilačního systému

Stanovuje se tak, že do níže uvedené tabulky 3 (vzor) se postupně vyplňují do sloupců, dle jednotlivých kategorií prasat, jejich počty v sekci či stáji a v případě nutnosti se upraví požadované kapacity vzduchu ($\text{m}^3/\text{ks}/\text{hod}$). Pro většinu případů by však měly vyhovovat předvyplněné hodnoty. Takto vyplněná tabulka slouží pro návrh počtu ventilátorů a vzduchových klapek. V dolní části tabulky bude automaticky vypočítán počet výměn vzduchu (viz www.microclimasystems.com). V tabulce 3 se vyplní počet zvířat v sekci, nebo stáji (uzavřeném celku, pro který se kalkulace provádí, tj. většinou jen pro uvažovanou jednu kategorii zvířat. Pokud výsledek v tabulce 4 neodpovídá požadavkům, je nutno upravit buď počet zvířat, nebo výkon ventilace. Získané hodnoty se po započtení ztrát ventilátorů (Graf 1) doplní do tabulky, čímž bude získán počet konkrétních ventilátorů a klapek. V případě, že ve stáji je centrální chodba pro přívod vzduchu, dimenzují se přívodní klapky dle LÍKARĚ et al. (2103). Konkrétní výpočty pro dané stáje jsou uvedeny na www.microclimasystems.com.

Tabulka 3. Výpočet ventilace (šedé – vyplňované údaje)

Výpočet potřeby	Kategorie	Počet ks	Minimální ventilace		Průměrná ventilace		Maximální ventilace	
			$\text{m}^3/\text{ks.hod}^*)$	Celkem $\text{m}^3/\text{hod}^{**})$	$\text{m}^3/\text{ks.hod}^*)$	Celkem $\text{m}^3/\text{hod}^{**})$	$\text{m}^3/\text{ks.hod}^*)$	Celkem $\text{m}^3/\text{hod}^{**})$
	Selata 7-15 kg	100	3	300	17	1 700	50	5 000
	Prasata 7-30 kg	100	6	600	25	2 500	65	6 500
	Prasata 30-120 kg	100	13	1 300	59	5 900	200	20 000
	Prasničky 100-150 kg	100	17	1 700	65	6 500	250	25 000
	Prasnice rodící a kojící	100	34	3 400	136	13 600	550	55 000
	Prasnice jalové, připuštěné a březí	100	20	2 000	68	6 800	275	27 500
	Kanci	1	24	24	85	85	510	510
	CELKEM v m^3		9 324		37 085		139 510	

*) Konstantní hodnota požadované hodnoty ventilace - vychází z empirických hodnot odvozených z doporučení genetických firem a pokusů,

**) Dopotčítá se automaticky jako celkový výkon ventilace. Na tuto hodnotu se vypočítá počet ventilátorů (hodnotu dosadit do tabulky 5).

Počet topidel se dimenzuje dle zásad uvedených v tabulce 3, resp. 5 (pro případ, že vzduch se přivádí nikoliv odděleně do stáje nebo sekcí, ale přes centrální chodbu). Rovněž případ konkrétních výpočtů pro dané stáje lze řešit na www.microclimasystems.com.

Tabulka 4. Výpočet počtu výměn vzduchu za hodinu (vzor- original viz www.microclimasystems.com)

Rozměry stáje	Výpočet výměny vzduchu		Minimální ventilace		Průměrná ventilace		Maximální ventilace	
			m ³ /ks.hod	Celkem m ³ /hod	m ³ /ks.hod	Celkem m ³ /hod	m ³ /ks.hod	Celkem m ³ /hod
	Celkem výkon ventilace (z tabulky 3 v m ³ *)		9 324		37 085		139 510	
	délka v m	40,00						
	šířka v m	16,40						
	výška v m	2,75						
	objem v m ³ (O)	1 804						
	Počet výměn/hod**)		5,2		20,6		77,3	

Rozměry stáje zadat do šedých polí,

*) *Hodnoty přenesené z tabulky 3 = výpočet celkové hodnoty výkonu ventilace,*

**) *Maximální doporučený počet výměn 35-40x/hodinu = vzduchový objem stáje O/výkon ventilace.*

Tabulka 5 (vzor). Výpočet přívodních klapek do centrální chodby (příklad vyplnění tabulky počtu ventilátorů a vzduchových klapek)

Výpočet / sekci	Popis	Minimální výkon m ³ /hod/ks *)	Skutečný počet v ks	Skutečný výkon m ³ /hod**)
Odvod vzduchu	Podroštová ventilace			
	Ventilátor FE035-4EQ.OC.A7	3 050	6	18 300
	Komínová / stěnová ventilace			
	Ventilátor FC050-4EQ.4LA7	8 000	6	48 000
	Celkem***)	66 300,00		
Přívod vzduchu	Samotížná stěnová klapka 1000x300 mm	3 900	18	70 200
	Celkem***)	70 200,00		
	Tunelová ventilace			
	1 m ² při rychlosti proudění vzduchu 2m/s	70 000	35 100	
	Celkem***)	0,00		
Vytápění	Topidlo	kW		suma kW
Sekce	Teplovzdušné topidlo PSI 18/60kW (2 stupně výkonu)	18	4	72
Chodba	Teplovzdušné topidlo Monzum TE 3.2.420 (44,1kW)	44,1	6	264,6

*) - dle údajů výrobce ventilátor,

**) - skutečný výkon bez započtení ztrát,

***) - musí odpovídat vypočtené hodnotě z tabulky 3.

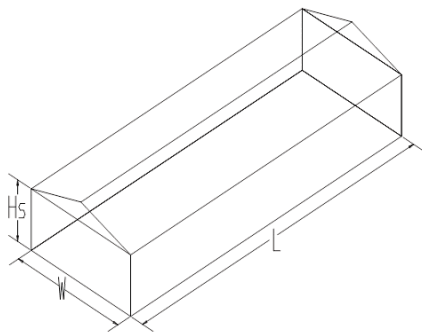
Pro výpočet velikosti otvoru pro tunelové větrání lze použít maximální rychlost proudění 1,5-2 m/s.

1.3. Profil stáje – kontrola počtu výměn vzduchu

Rozhodující pro správnou funkci systému je dodržení parametrů ventilačního systému v tabulce 4, týkající se požadovaných maximálních výměn vzduchu. Jde o parametr udávající poměr výkonu ventilace a objemu stáje. Rozhodující jsou šířkové a výškové parametry stáje, které jsou dané tím, zda jde o novostavbu či rekonstrukci.

Obr. 3. Výpočty objemů stájí

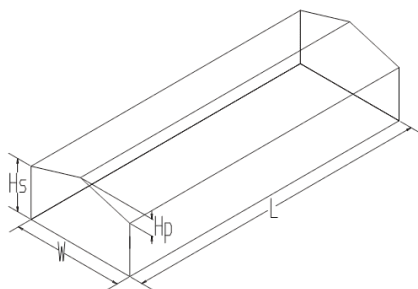
Stáj s vodorovným podhledem



$$\text{Plocha stáje (A)} = W \times H_s$$

$$\text{Objem stáje (V)} = A \times L$$

Stáj s šikmým podhledem



$$\text{Plocha stáje (A)} = W \times [H_s + (H_p/2)]$$

$$\text{Objem stáje (V)} = A \times L$$

Výpočet

Výměna vzduchu za sekundu: $(A_x) = V / (m^3/3600)$

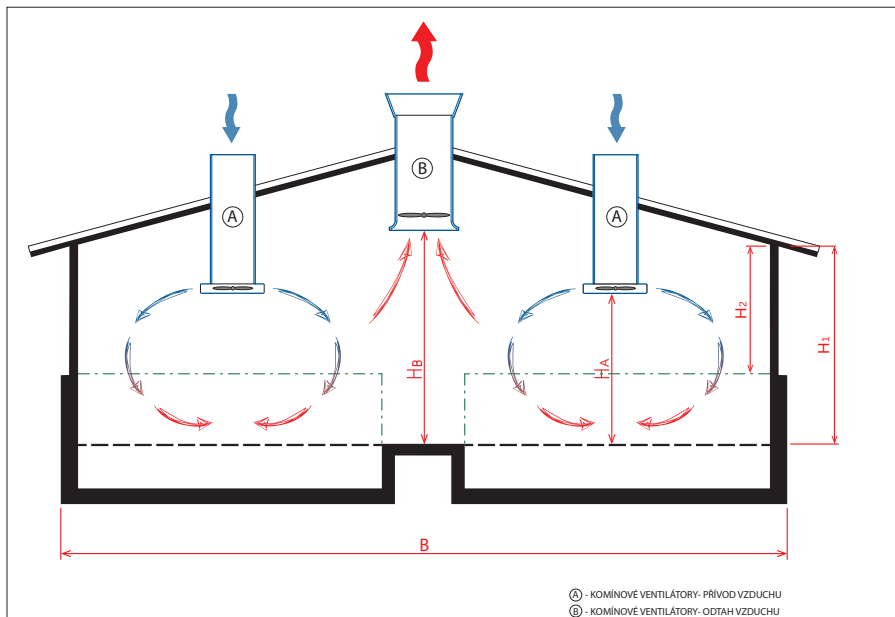
Rychlost proudění vzduchu v m/sec: $(A_s) = (m^3 \times 3600) / A$.

1.4. Návrh typu větrání

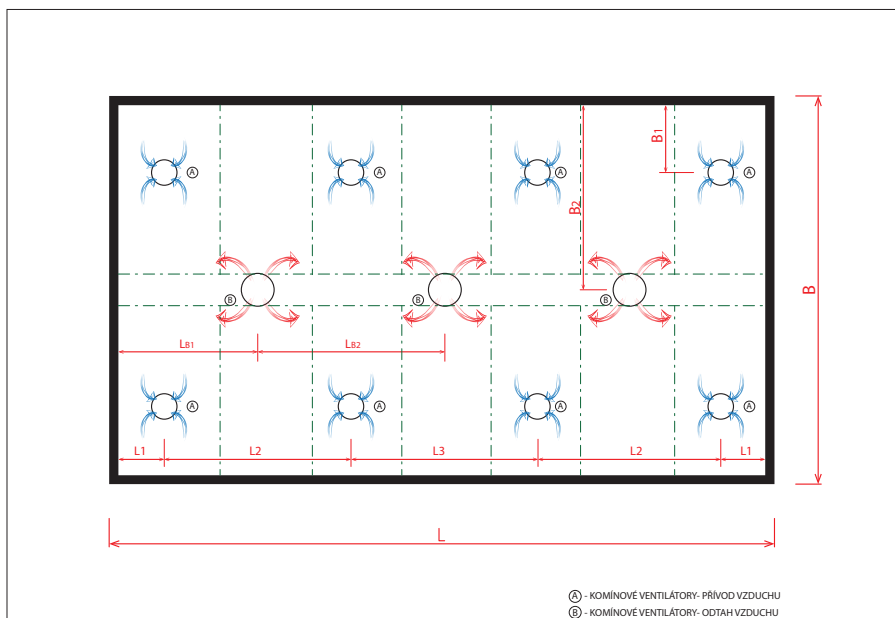
Pro každý typ stáje je vždy optimální nějaký typ ventilačního systému. U rekonstrukcí starých stájí je typ ventilace více či méně předurčen umístěním farmy, parametry stáje, počtem a kategoriemi zvířat, počtem výměn vzduchu. U nových stájí lze rozměry budovy přizpůsobit zvolenému systému ventilace. Lze volit systém

I. Rovnotlaké ventilace, tedy systém s extrémně nízkou úrovní podtlaku, který znázorňují obr. 4 a 5.

Obr. 4. Systém rovnotlaké ventilace (ventilace s extrémně nízkým pod tlakem)



Obr. 5. Systém rovnotlaké ventilace (ventilace s extrémně nízkým pod tlakem)



Podstatou systému je přívod i odtah vzduchu přes speciální šachty (větrací komíny ve střeše stáje) osazené ventilátory a škrticími klapkami. Přívodní komín má v dolní části míchací hlavici, která zajišťuje míchání chladného vnějšího vzduchu a teplého vzduchu ve stáji, čímž se chladný vzduch nikdy nedostane do zóny zvířat. Výhodou je, že v případě dostatečné kubatury stáje lze uspořít značné množství energie na vytápění. Nevýhodou je vyšší cena systému a nutnost speciálního řídicího systému. Standartní průměr šachet je 630-710 mm, výkon 12-15.000 m³/hod.

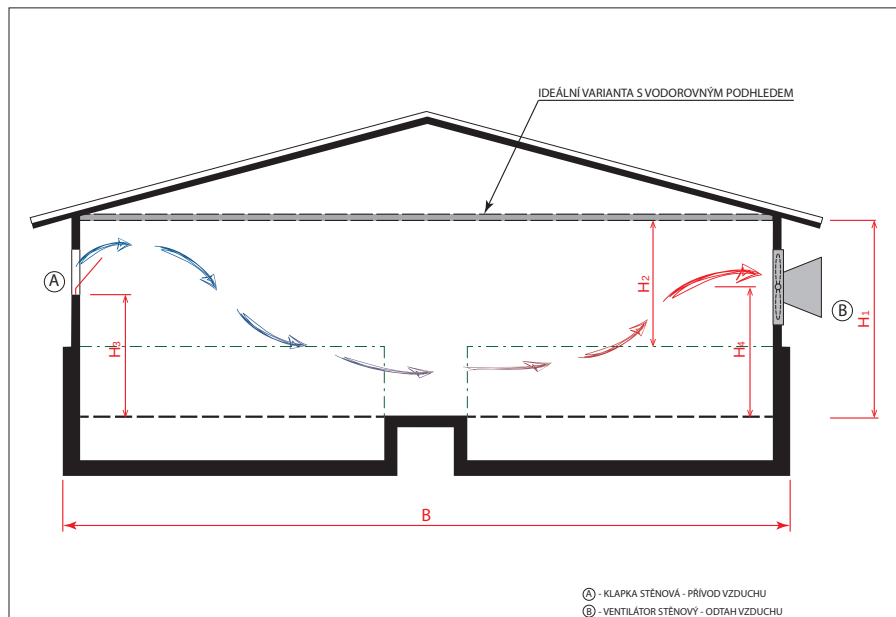
Systém je vhodný pro široké stáje (od 24 m) a monoblokové stáje, kde přívod vzduchu stěnou již nelze, kvůli malé účinné výšce, a podtlaku blížící se hodnotě 0 Pa, realizovat. Systém funguje v režimu

- minimální ventilace (v chladném období) s minimem přívodu vzduchu do stáje, odtahová šachta je uzavřena, míchací hlavice na přívodních komínech zajišťují intenzivní míchání stájového vzduchu,
- průměrných teplot, kdy se otevírá klapka v odtahovém komínu a zapíná se odtahový ventilátor (otáčky v závislosti na nastaveném režimu teploty a relativní vlhkosti), míchání není příliš intenzivní,
- maximální ventilace (v teplém období), kdy je omezen míchací efekt přívodních ventilátorů, umožňujících přívod přibližně stejného množství vzduchu do stáje na úkor odtahovaného.

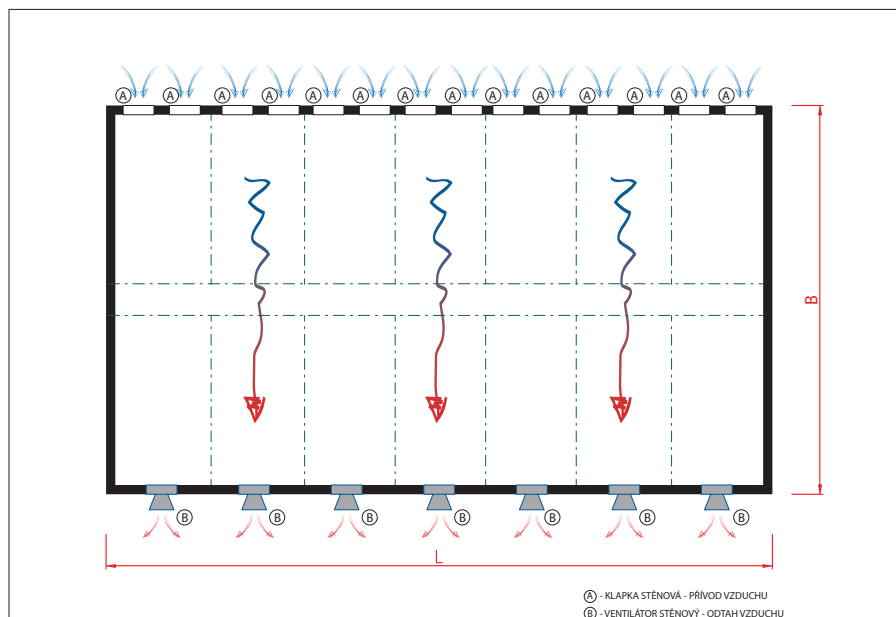
II. Příčného větrání, založeném na principu přívodu vzduchu z jedné strany stáje a odtahu ventilátory na druhé straně stáje, kdy lze použít variantu

A. odvětrání klasických stájí klasickou příčnou ventilací, jejíž podstatu znázorňuje obr. 6 a 7. Je vhodná pro stáje šířky do 12 m a uplatňuje se převážně u výkrmů, výjimečně u jalovárů a březárů.

Obr. 6. Systém klasické příčné ventilace



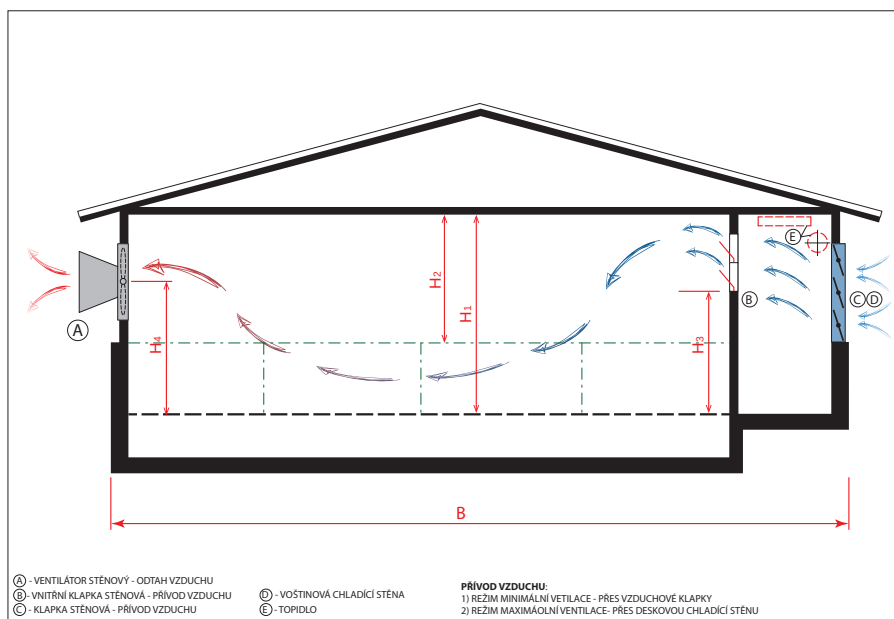
Obr. 7. Systém klasické příčné ventilace



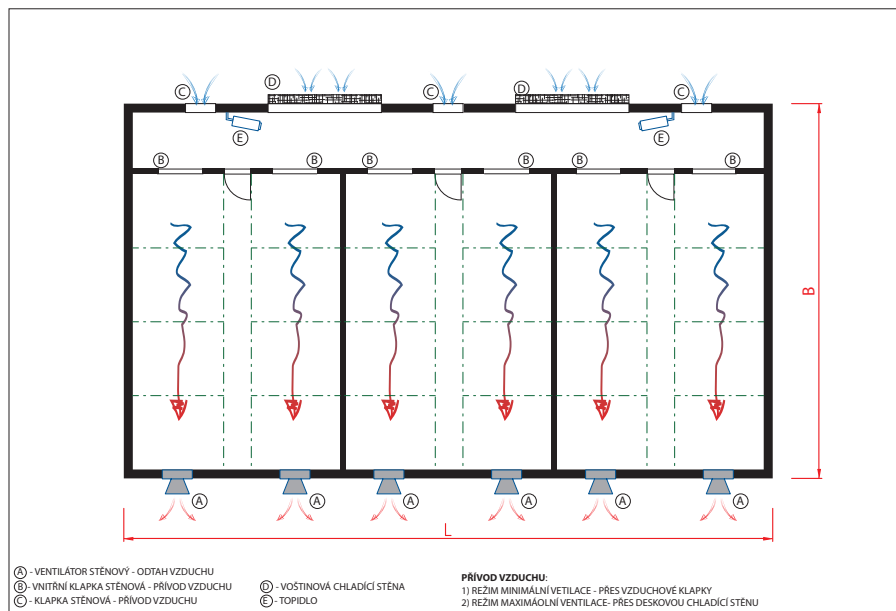
Hlavním problémem je, že při minimální ventilaci vzniká riziko přívodu chladného vzduchu do zóny zvířat (je problém s regulací malých objemů vzduchu na přívodních vzduchových klapkách), při maximální ventilaci je problém s přívodem čerstvého vzduchu do zóny zvířat a využití chladicího efektu proudícího vzduchu (kvůli vysoké rychlosti přiváděného vzduchu nelze zajistit jeho nasycení vodními parami),

B. větrání přes podélnou chodbu ve stáji, kdy se vzduch nejprve temperuje, a teprve pak se přivádí do jednotlivých sekcí, jak je zřejmé z obr. 8 a 9.

Obr. 8. Systém klasické příčné ventilace (systém s podélnou chodbou varianta I)



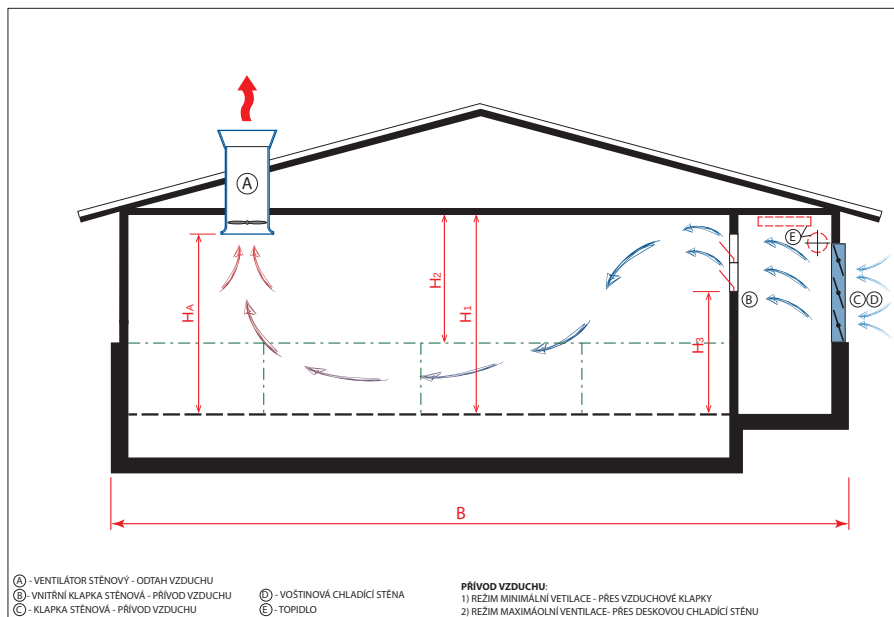
Obr. 9. Systém klasické příčné ventilace (systém s podélnou chodbou varianta I)



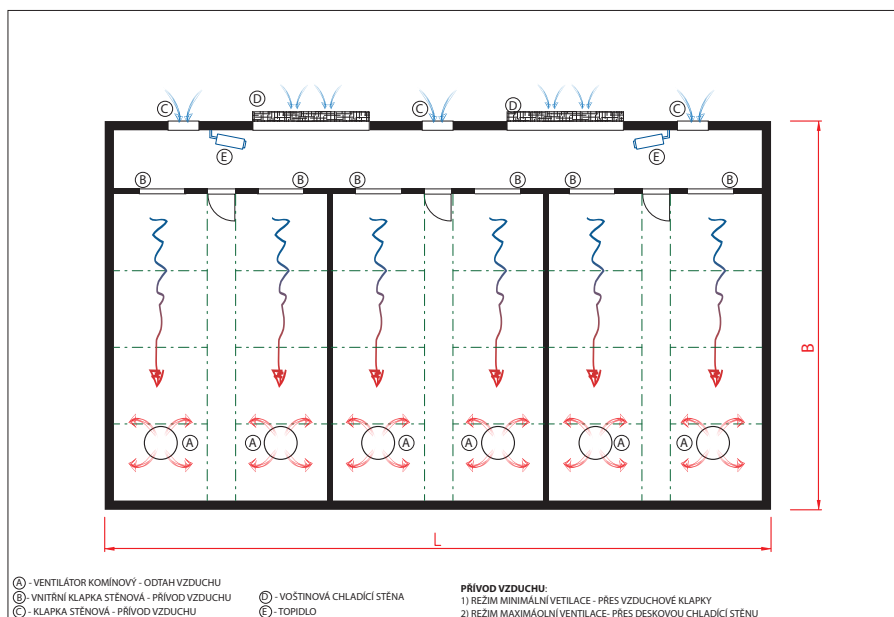
Výhodou je možnost přehřátí/zchlazení vzduchu v chodbě, tedy kvalitní možnost regulace všech parametrů. V takovém případě lze uvažovat s šířkou stáje až do 15-18 metrů. Odtah vzduchu je buď do stěny, nebo přes komín do střešní šachty. Tento systém je ideální pro porodny a odchovny selat, neboť lze zajistit, díky montáži chladicího systému do podélné chodby, stabilní teplotu v chodbě po celý rok. Toho se dá docílit, pakliže

- do systému se včlení chlazení vzduchu vstupujícího do stáje, jak dokumentují obr. 10 a 11,
- odtah vzduchu v režimu minimální ventilace se realizuje přes systém podroštové ventilace (dimenzována na 30 % výkonu celkové) a stěnové či střešní ventilátory (dimenzována na 70 % celkové), které se spínají až s rostoucí teplotou venkovního vzduchu, jak uvádí obr. 12 a 13.

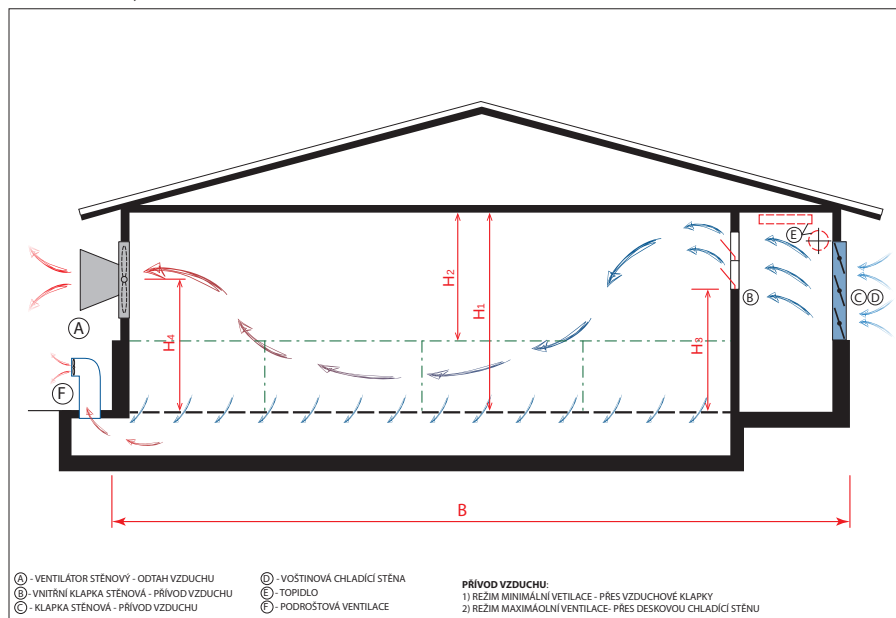
Obr. 10. Systém klasické příčné ventilace (systém s podélnou chodbou varianta II)



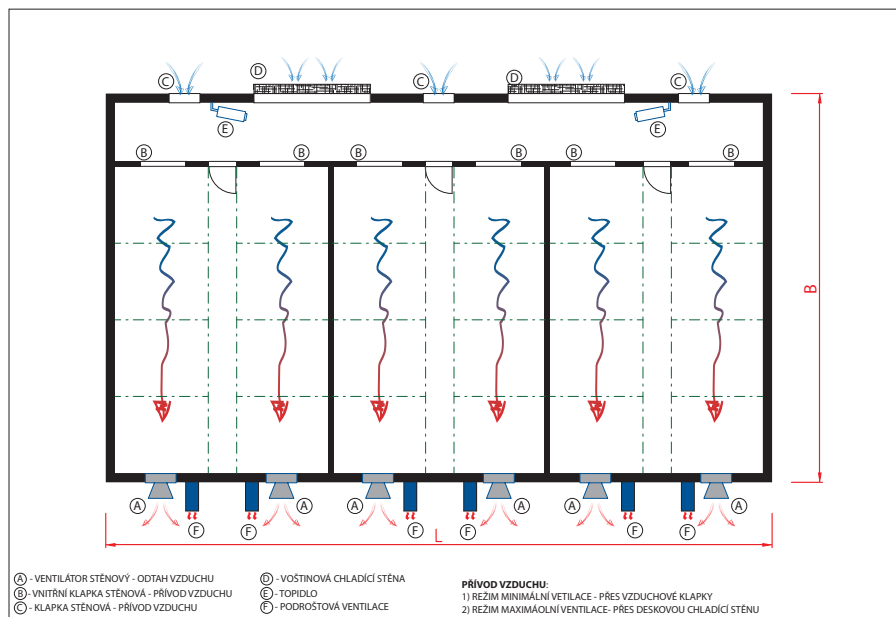
Obr. 11. Systém klasické příčné ventilace (systém s podélnou chodbou varianta II)



Obr. 12. Systém klasické příčné ventilace (systém s podélnou chodbou a podroštovým ventilátorem)



Obr. 13. Systém klasické příčné ventilace (systém s podélnou chodbou a podroštovým ventilátorem)

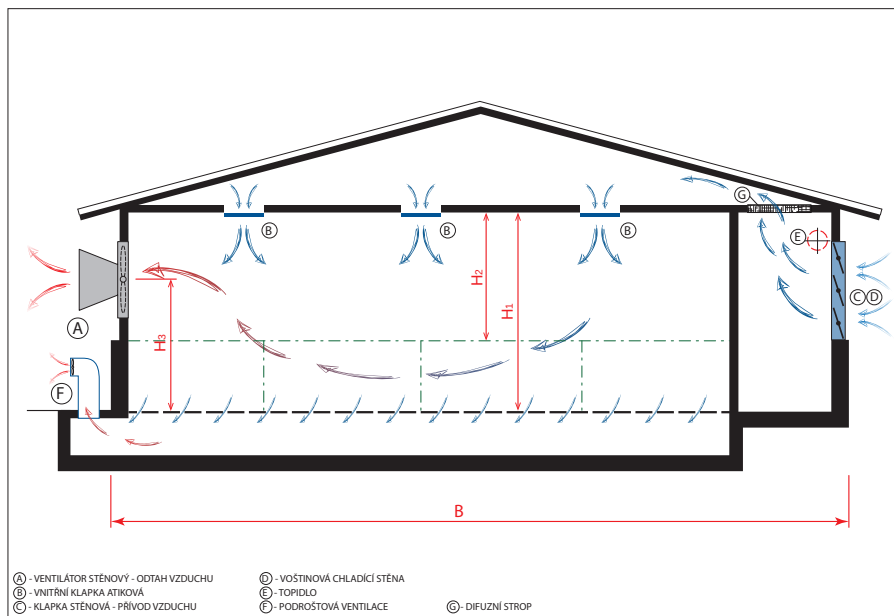


Výhodou systému jsou nižší náklady na energii (teplý vzduch se přivádí do zóny zvířat, čímž se oproti konvenčním systémům využívá až o 40% lépe) a skutečnost, že v zóně zvířat je vždy čerstvý a teplý vzduch. Samozřejmě systém podroštové ventilace lze provozovat i v režimu běžných a maximálních teplot,

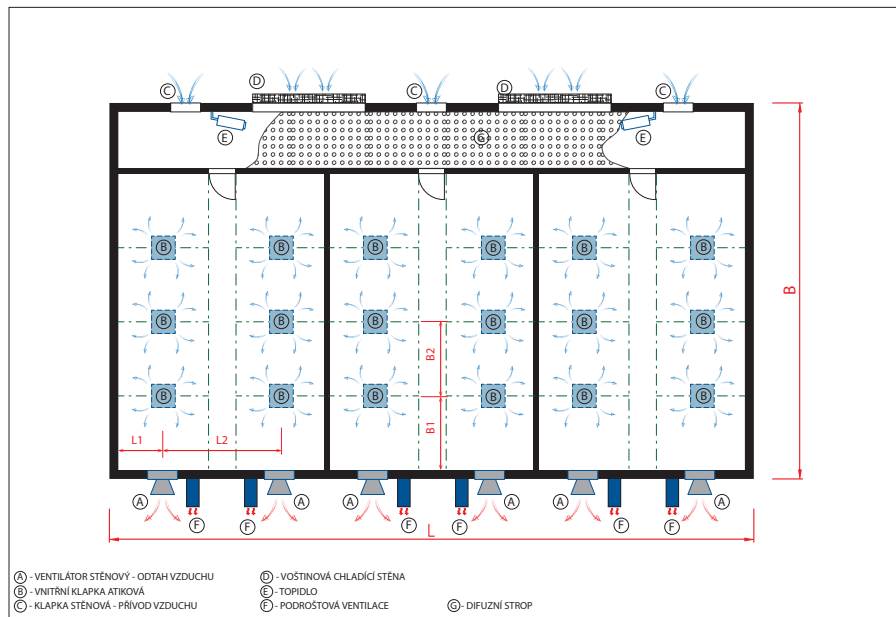
- přívod vzduchu, jak dokumentuje obr. 14 a 15 je přes systém atikových klapek, což je ideální zejména v oblastech s extrémními nízkými teplotami vnějšího vzduchu.

Výhodou je lepší rozptřeni vzduchu po profilu sekce, možnost jeho ohřátí při pádu do zóny zvířat, nevýhodou pak nutnost izolace podhledu i střeby stáje, čímž se zvyšují investiční náklady,

Obr. 14. Systém příčné ventilace (systém s podélnou chodbou, přívodem vzduchu, atikovými klapkami a podroštovým odvětráním)



Obr. 15. Systém příčné ventilace (systém s podélnou chodbou, přívodem vzduchu, atikovými klapkami a podroštovým odvětráním)

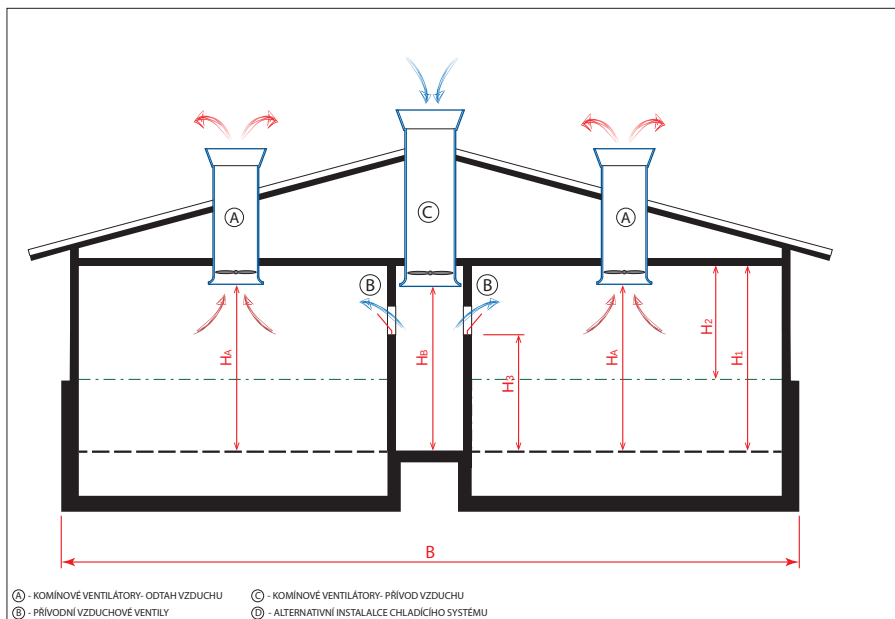


C. větrání přes středovou chodbu ve stáji, což je vhodné pro široké stáje nad 24m, kde jiný způsob větrání je složitě proveditelný, neb účinná výška ve většině případů neumožňuje odvětrat celou stáj. Systém uvádí obr. 16 a 17.

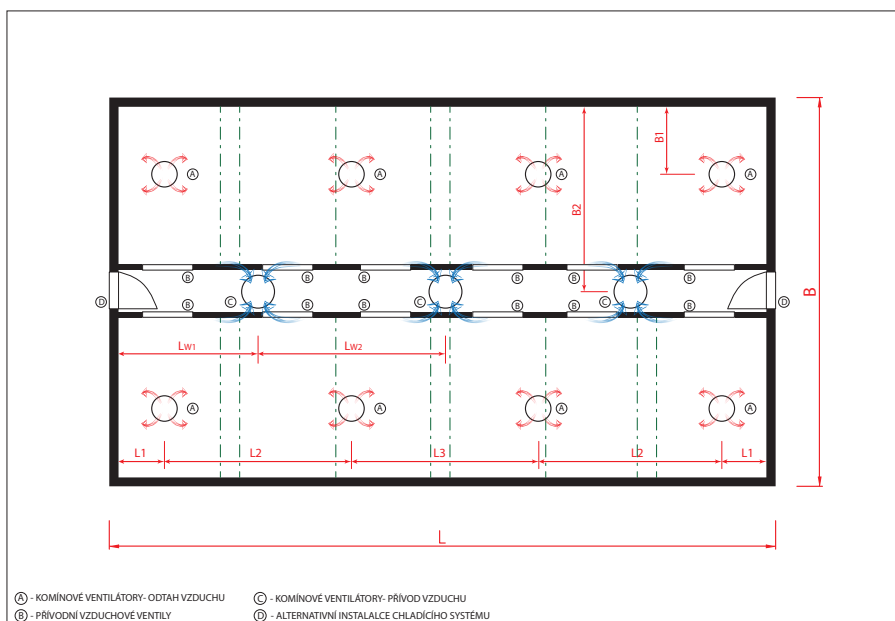
Problémem tohoto typu větrání je nutnost rozšířit středovou chodbu na takovou šířku, která by umožňovala distribuci potřebného objemu vzduchu do sekcí při zachování rychlosti proudění vzduchu v chodbě do 3-5m/s. Na šířce středové chodby závisí i možnost instalace chladicího systému vzduchu. Rychlost na vstupu do chodby nesmí přesáhnout 1,5m/s. Rovněž pro tuto variantu platí možnost uplatnění podroštové ventilace a atikového přívodu vzduchu v režimu minimální ventilace.

Při návrhu je nutné velice obezřetně kalkulovat přívod vzduchu z centrální chodby do jednotlivých sekcí, protože pokud by na opačných stranách chodby byly sekce s různou potřebou vzduchu (např. výkrm větších prasat, odchov selat), systémem s oddělenou regulací přívodu i odtahu vzduchu by mohl omezit přívod čerstvého vzduchu do sekcí s menší potřebou vzduchu. Výhodou systému se středovou chodbou je možnost přehřátí/zchlazení vzduchu, tedy kvalitní možnost regulace všech parametrů vzduchu,

Obr. 16. Systém příčné ventilace s centrální chodbou

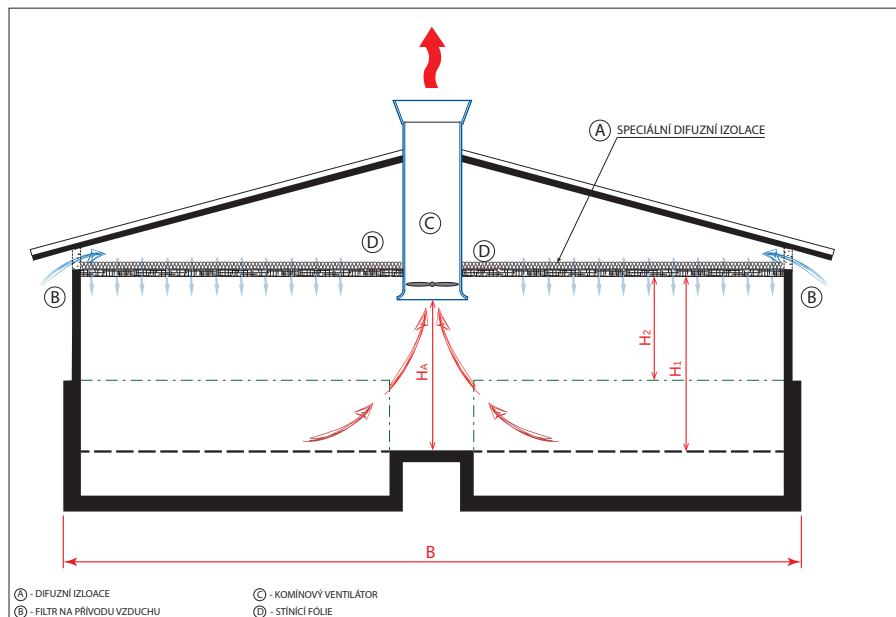


Obr. 17. Systém příčné ventilace s centrální chodbou



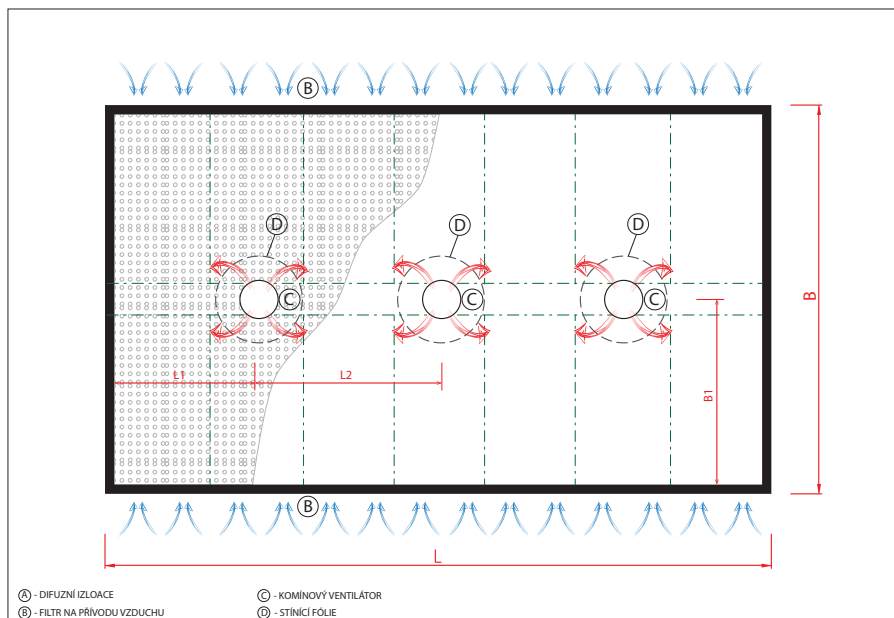
III. Difúzního větrání, založeném na přívodu vzduchu přes porézní strop nebo kanály se systémem zajišťujícím jemné rozptýlení vzduchu na přívodu do stáje, jak uvádějí obr. 18 a 19.

Obr. 18. Systém difúzní ventilace



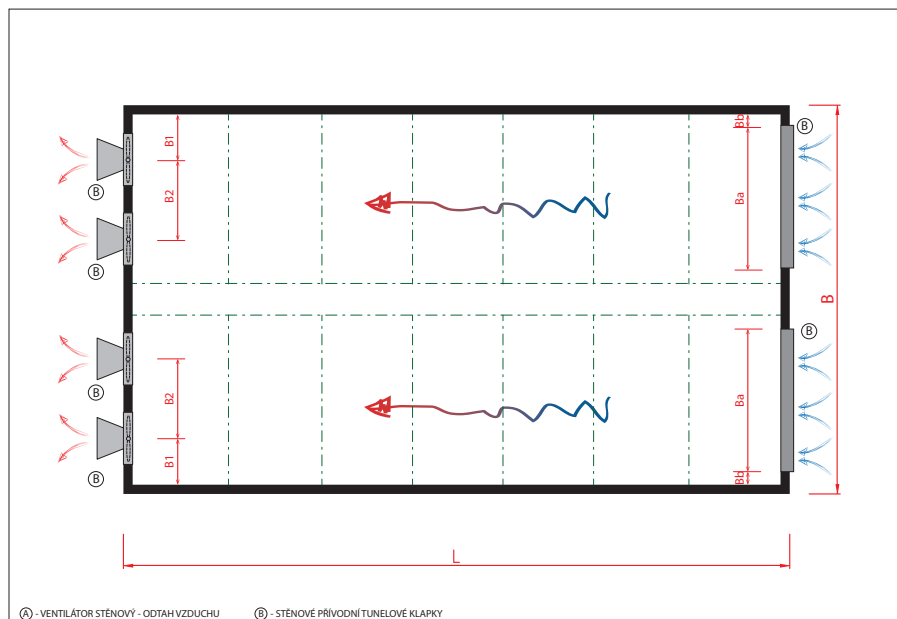
Systém je ideální pro teploty do 22-25°C. Odtah vzduchu je přes šachty (komíny) ve stropu stáje, okolo kterých je nutno instalovat folii tak, aby nedocházelo ke „zkratovému“ přisávání vzduchu. Difúzní systém je ideální pro oblasti bez extrémních výkyvů teplot a pro chladné období roku, poněkud problémový je v období vysokých teplot, neboť lze jen velice obtížně instalovat doplňkový chladicí systém vstupního vzduchu. Přívod vzduchu je přes římsu do podstřešního prostoru (vstup je opatřen filtrem) a dále přes porézní strop do stáje,

Obr. 19. Systém difuzní ventilace

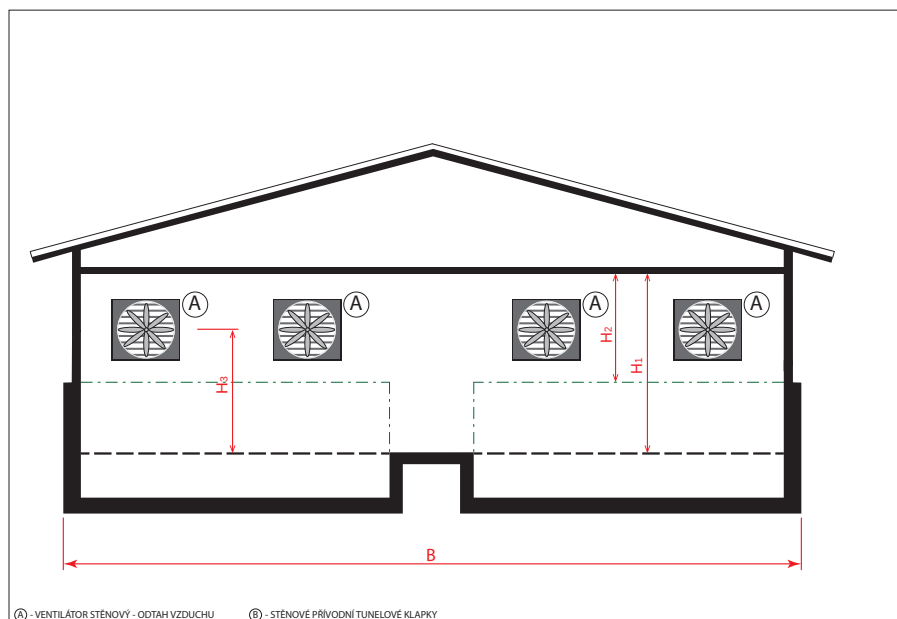


IV. **Tunelového větrání**, použitelné pouze pro kategorie prasat, kde není zásadní požadavek na přesnost dávkování vzduchu (výkrm větších prasat), resp. pro sezónní chov prasat v období plusových teplot. Schéma tohoto větrání znázorňují obr. 20 a 21.

Obr. 20. Systém klasické tunelové ventilace

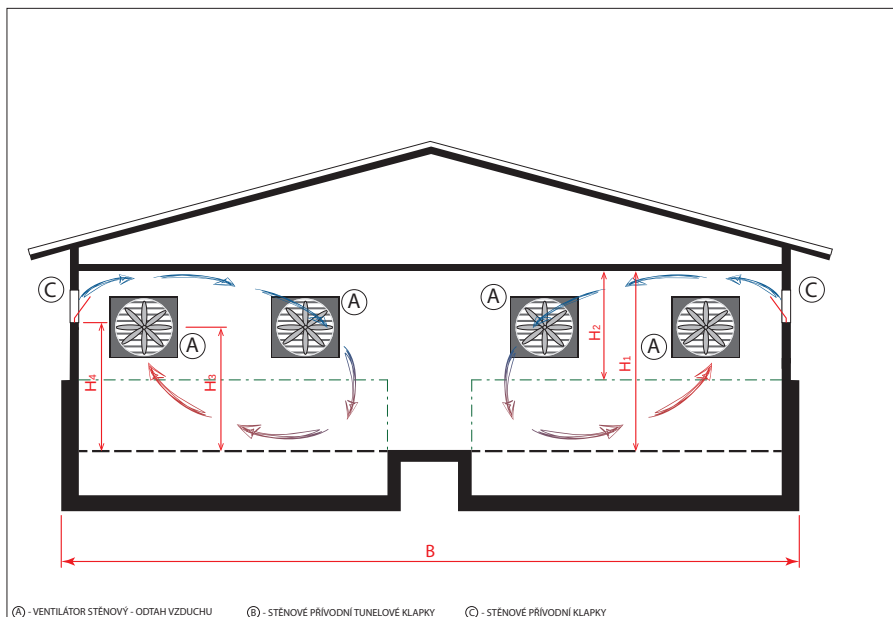


Obr. 21. Systém klasické tunelové ventilace

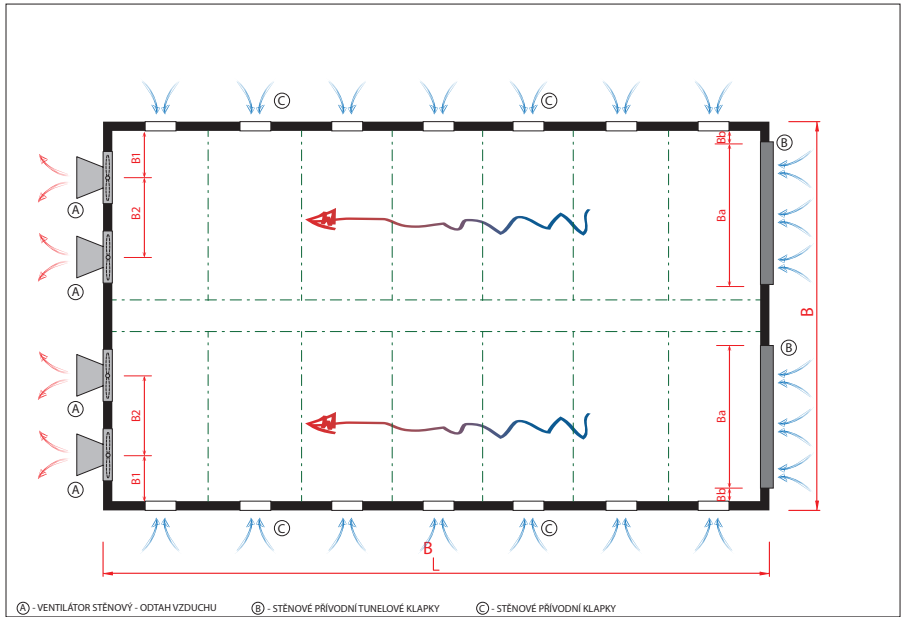


Ve středoevropské oblasti jde o výjimečně používaný systém vzhledem k nemožnosti regulace průtoku vzduchu v režimu minimální ventilace. Pokud by měl být používán celoročně i v podmínkách ČR, je nutné instalovat oddělený systém minimální ventilace pro nejméně chladnější období roku, např. systém přívodu vzduchu přes stěnové vzduchové klapky, což uvádí obr. 22 a 23, nebo lépe přes atikové vzduchové klapky v podhledu, jak dokumentují další obr. 24 a 25.

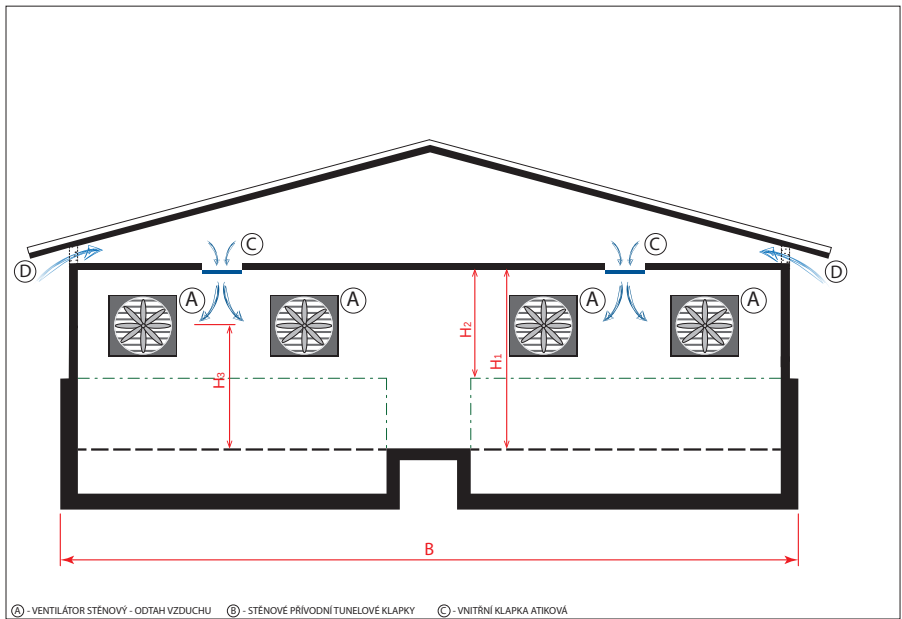
Obr. 22. Systém klasické tunelové ventilace (včetně větrání pro režim minimální ventilace) varianta I



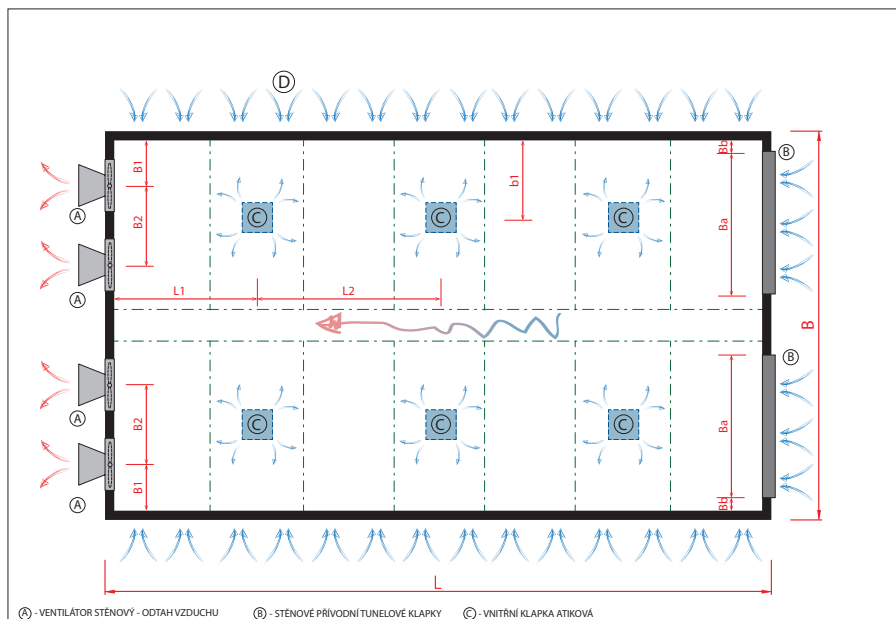
Obr. 23. Systém klasické tunelové ventilace (včetně větrání pro režim minimální ventilace) varianta I



Obr. 24. Systém klasické tunelové ventilace (včetně větrání pro režim minimální ventilace, atikové klapky) varianta II



Obr. 25. Systém klasické tunelové ventilace (včetně větrání pro režim minimální ventilace, atikové klapky) varianta II



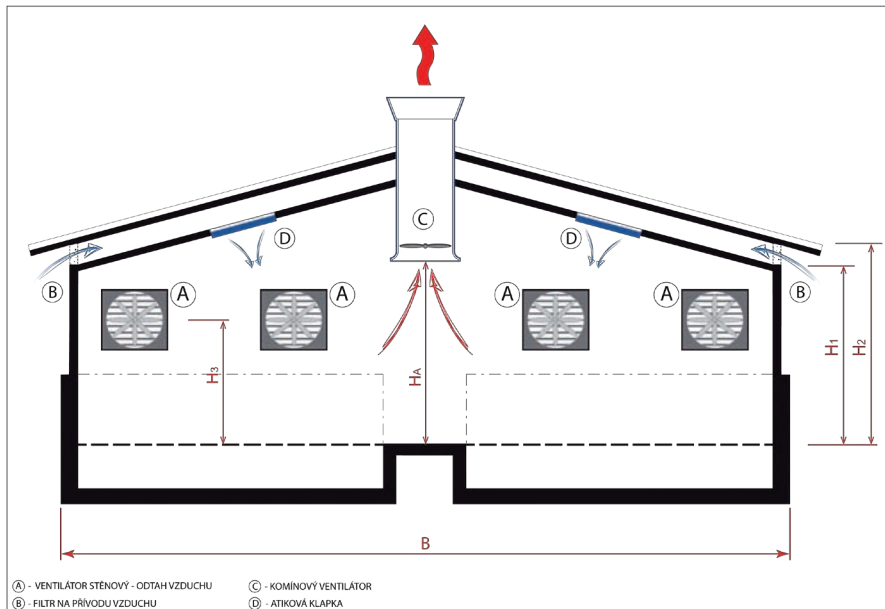
Vzduch u klasického systému vstupuje na jedné straně (většinou štítem) do stáje, odsáván je ventilátory ve druhém štítu. Systém je funkční do 100-120 m délky stáje, pro delší stáje je nutné realizovat přívod vzduchu středem stáje a odtah ventilátory v obou štítech. Na přívodu vzduchu se běžně instaluje chladicí systém vstupního vzduchu. V případě instalovaného přívodu vzduchu v chladném období přes atikové ventily se vzduch přivádí přes římsu stejným způsobem jako u difuzní ventilace. V období zvýšených teplot se systém vypíná a funguje pouze klasické tunelové větrání,

V. Kombinovaného větrání, pro podmínky ČR ideální. Je založeno na tom, že minimální ventilace prochází přes jeden systém (difuzní, atikový, případně stěnové ventily) a v době vyšších teplot nastupuje systém další (většinou tunelový), dimenzovaný na velké objemy výměn vzduchu.

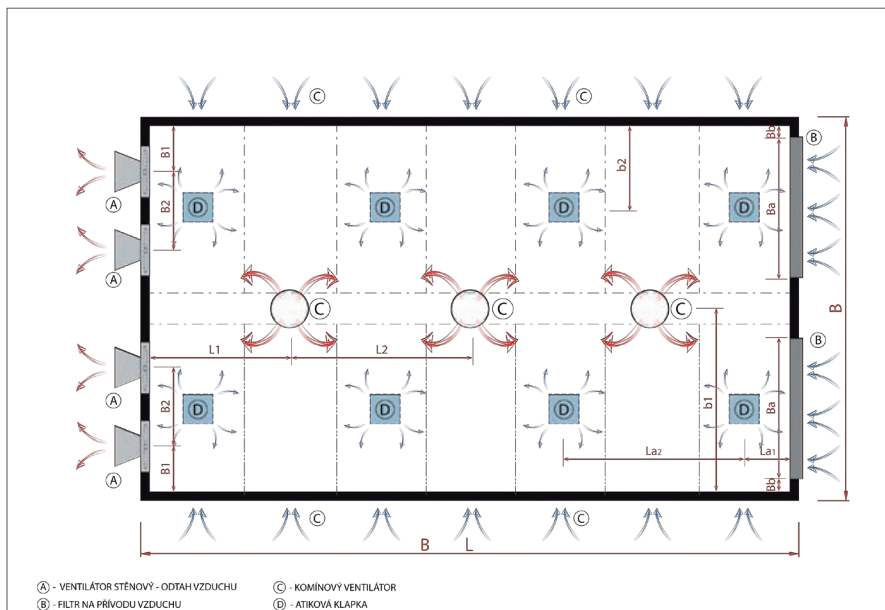
Pro střeoevropské klimatické podmínky lze doporučit kombinovaný systém založený na přívodu vzduchu

- atikovými klapkami a odtahem vzduchu střešními jednotkami v období vysokých teplot je potom vhodné kombinovat s tunelovým větráním. Technicky je v období nízkých teplot ideální přívod vzduchu dvojitým střešním pláštěm, kde dochází k temperaci vzduchu, jak dokumentují obr. 26 a 27,

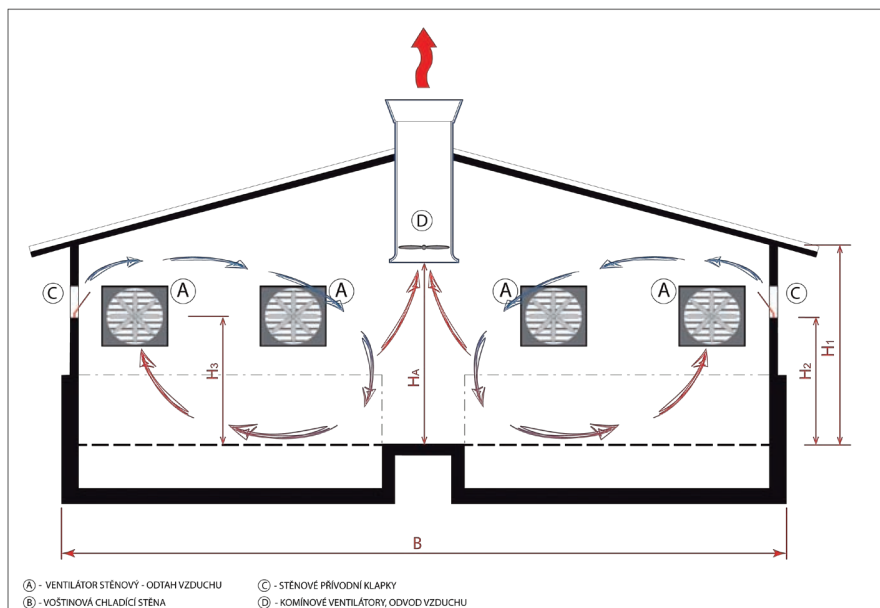
Obr. 26. Systém kombinované ventilace (včetně tunelové ventilace pro režim maximální ventilace) varianta I



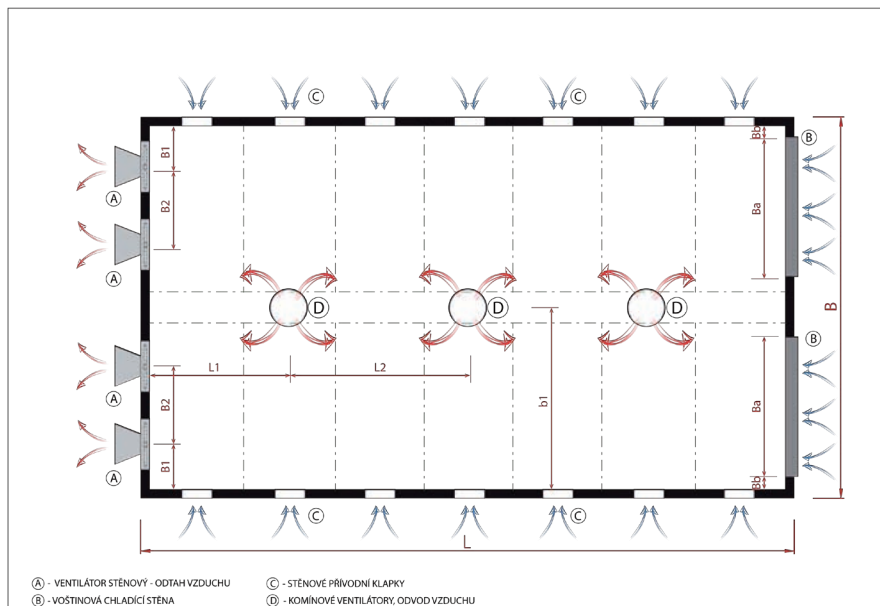
Obr. 27. Systém kombinované ventilace (včetně tunelové ventilace pro režim maximální ventilace) varianta I



Obr. 28. Systém kombinované ventilace (včetně tunelové ventilace pro režim maximální ventilace) varianta II



Obr. 29. Systém kombinované ventilace (včetně tunelové ventilace pro režim maximální ventilace) varianta II



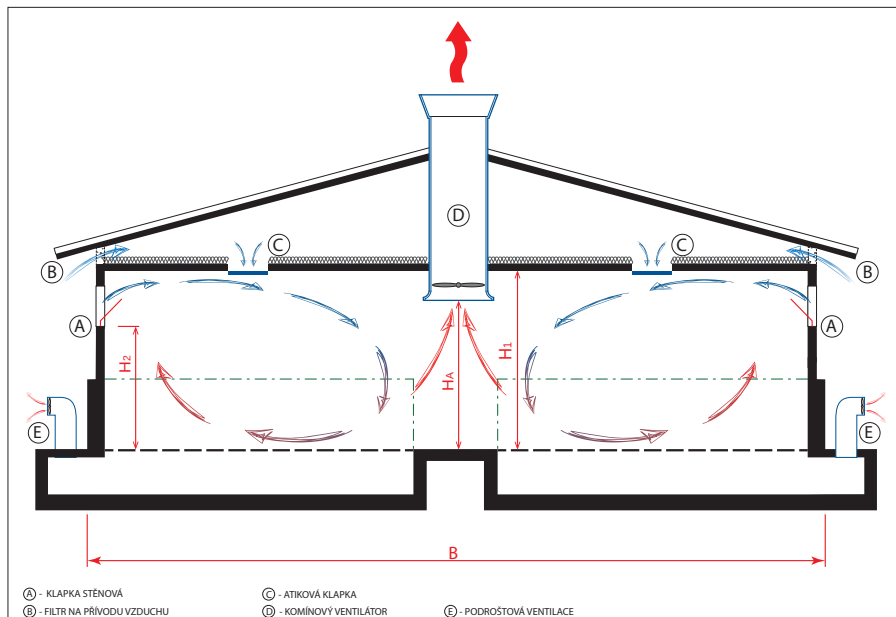
- stěnovými klapkami a odtahem vzduchu střešními jednotkami, vhodné opět v období vysokých teplot je vhodné ho kombinovat s tunelovým větráním dle schématu obr. 28 a 29,
- atikovými nebo stěnovými klapkami a odtahem vzduchu střešními jednotkami, v období vysokých teplot je vhodné ho kombinovat s tunelovým větráním.

Pro režim minimální ventilace je systém, jak dokumentují obr. 30 a 31, doplněn podroštovými ventilátory, opět s dimenzováním 30-40% přes podroštovou ventilaci a zbytek do komínů.

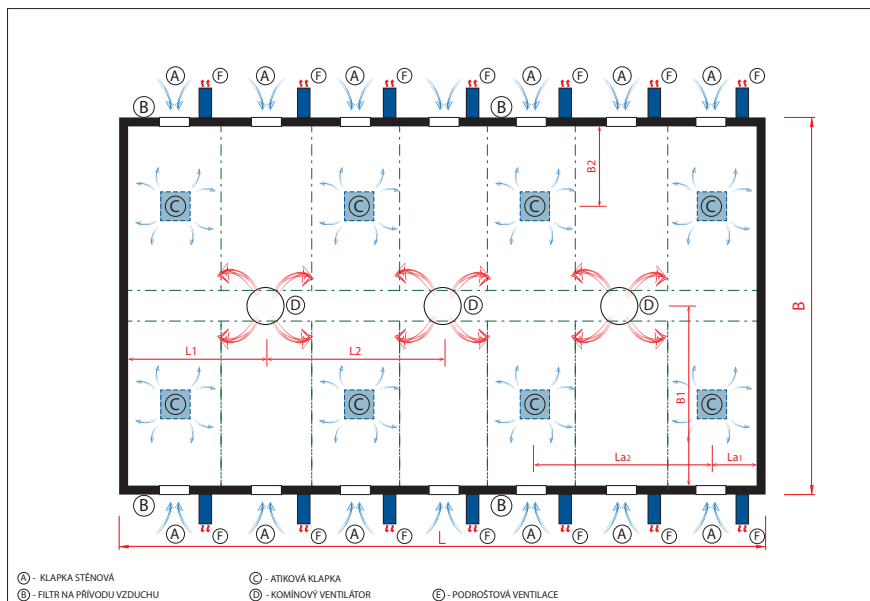
Výhodou kombinace systému s podroštovým systémem je odtah kontaminovaného vzduchu z prostoru pod rošty do vnějšího prostředí. Jde o velice účinný systém, pokud se však odvádí podroštovou ventilací veškerý stájový vzduch, byl by systém investičně velice náročný, proto se většinou kombinuje s předchozími systémy. Za optimální lze považovat kombinaci podroštového větrání, jež je dimenzováno kapacitně do 30-40% s klasickým podtlakovým systémem ve střeše stáje, případně ještě s tunelovým větráním pro režim maximální ventilace. Bez problémů lze systém doplnit chlazením vstupního vzduchu deskovým nebo vysokotlakým chlazením v režimu

- minimální ventilace žaluziemi (viz obr. 25), a odtah vzduchu komínovými jednotkami,
- maximální ventilace, kdy je systém přepnut na tunelové větrání s přívodem vzduchu přes chladicí stěnu a odtahem přes štítové ventilátory, přičemž žaluzie je uzavřena. Jde o tzv. US-systém, což znázorňují obr. 32 a 33.

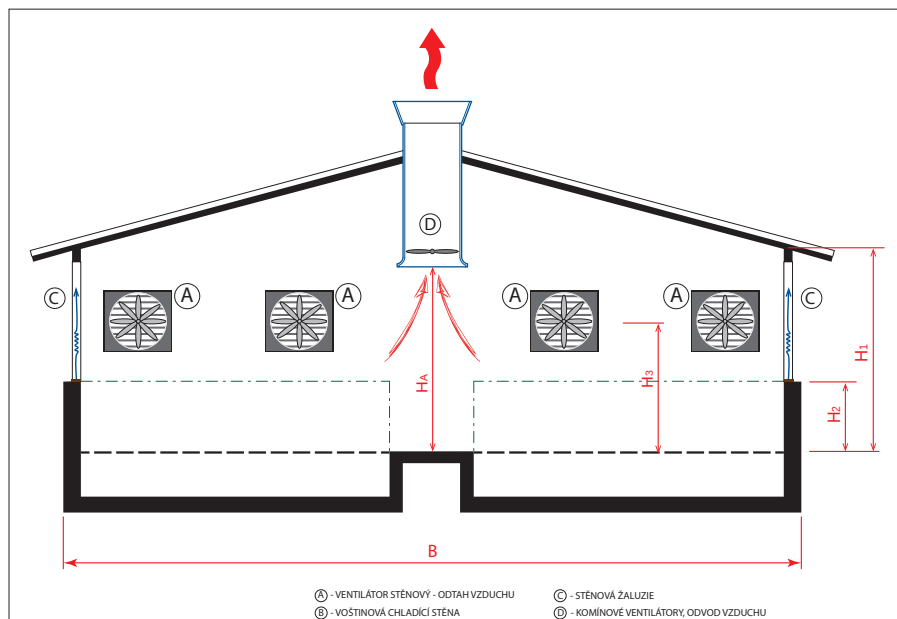
Obr. 30. Systém kombinované ventilace (včetně atikových klapek pro režim mininální ventilace)



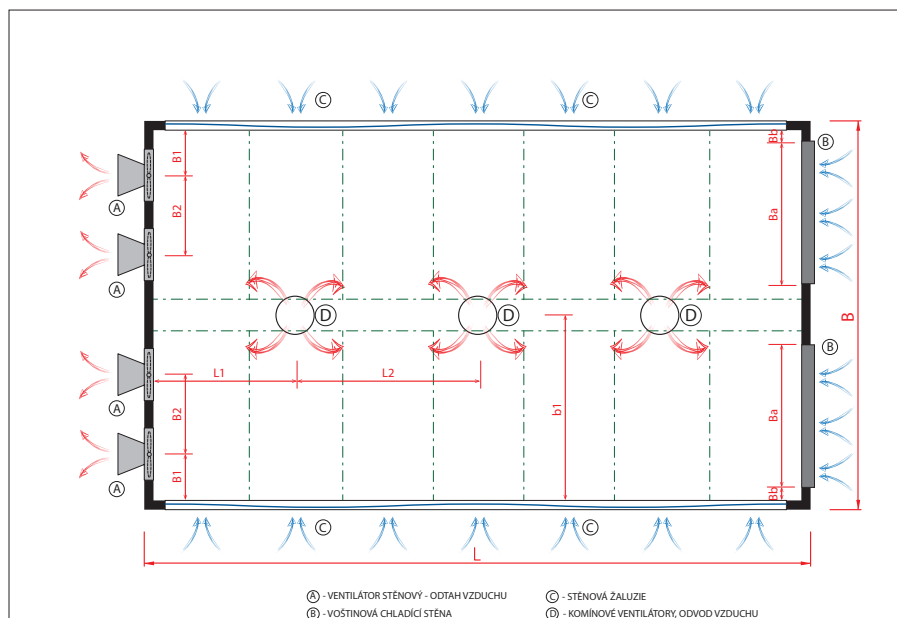
Obr. 31. Systém kombinované ventilace (včetně atikových klapek pro režim mininální ventilace)



Obr. 32. Systém kombinované ventilace (přívod vzduchu žaluziemi „US systém“)



Obr. 33. Systém kombinované ventilace (přívod vzduchu žaluziemi „US systém“)

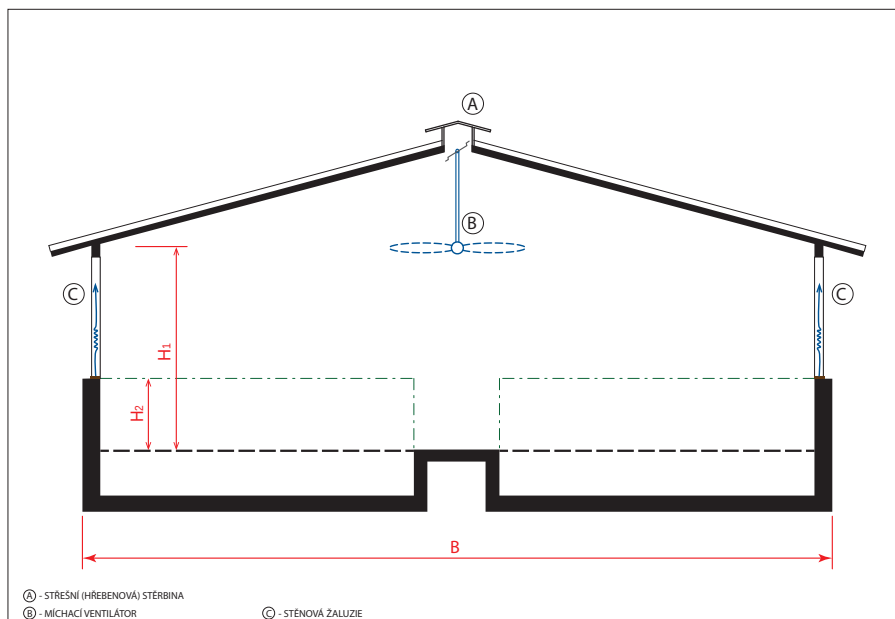


VI. Přirozeného větrání, ve středoevropských klimatických podmínkách výjimečně používaný systém, který bývá navrhován pro chovy na podestýlce, nebo v oblastech s vyššími výpadky elektrické energie.

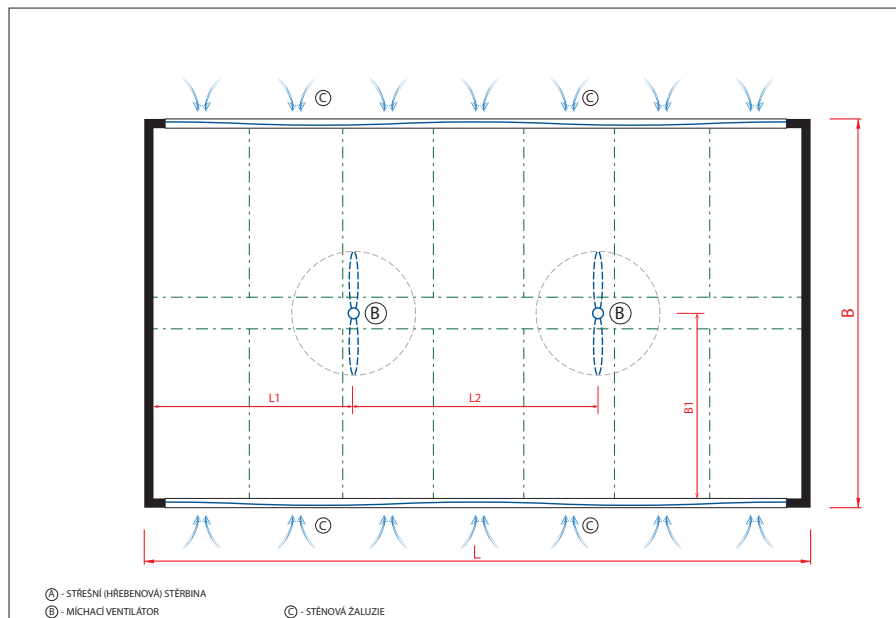
Systém umožňuje odvětrání stáje i v době výpadku energie, bez zapojení náhradního zdroje energie. Lze jej kombinovat, jak dokumentují obr. 34 a 35, s odtahem vzduchu střešní větrací štěrbinou, nebo s gravitačními turbínami (obr. 36 a 37).

Mohou se použít i klasické střešní komínové jednotky (velký počet má však vliv na zvýšení investičních nákladů). Žaluzie ve stěnách pro přívod vzduchu jsou buď foliové sendvičové, s tepelně izolační vložkou uvnitř, nebo z PMMA desek, nebo se používají nafukovací žaluzie typu SECO. Při výpadku zásobování stáje elektrickou energií dojde k částečnému nebo úplnému povolení předpětí na servomotorech a otevření stěny stáje. Systém lze po vzoru USA kombinovat s ventilátory i chladicími systémy vzduchu, nebo míchacími ventilátory. Jde o levný a funkční systém, s vyššími nároky na management stáje.

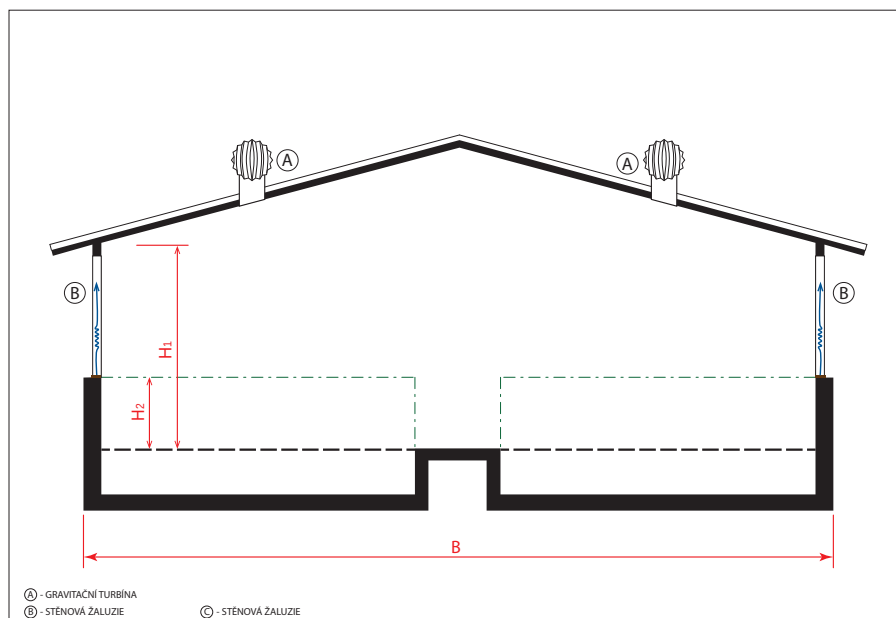
Obr. 34. Systém přirozené ventilace varianta I



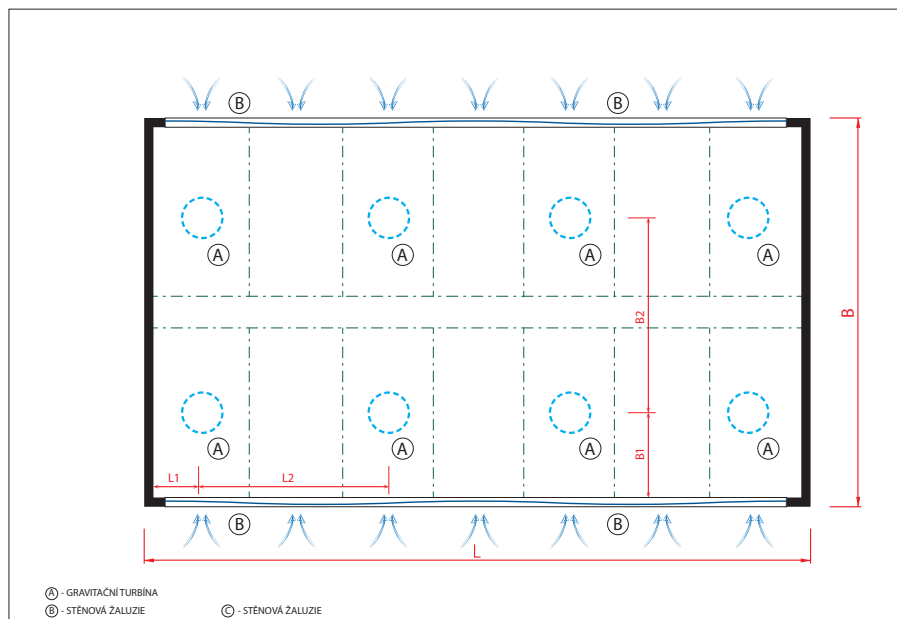
Obr. 35. Systém přirozené ventilace varianta I



Obr. 36. Systém přirozené ventilace varianta II



Obr. 37. Systém přirozené ventilace varianta II



1.5. Návrh počtu a umístění ventilátorů a přívodních vzduchových klapek

Správná funkce ventilačního systému znamená na jedné straně použití odpovídajícího počtu správných komponentů, na druhé pak jejich instalaci. V zásadě jde o návrh

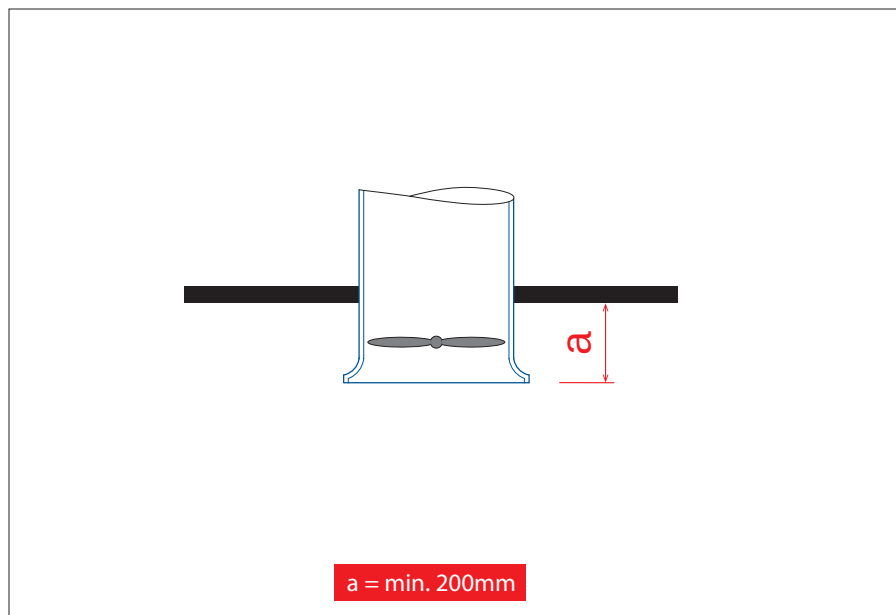
- **typu a počtu ventilátorů**, stanovení ztráty výkonu v závislosti na podtlaku ve stáji (odečíst z tabulek výrobců ventilátorů v závislosti na podtlaku) a způsobu zabudování (podle průměru odtahových šachet, vestavěných žaluzií apod., je účelné odečíst cca 10-30%).

Pokud se jedná o umístění větracích šachet, které níže uvádějí obr 38-40, zásadou je, že čím menší kategorie praset (čím vyšší požadavky na přesnost větrání, jemné rozptýlení vzduchu a čím menší množství vzduchu), tím menší musí být průměr ventilátorů a větší jejich počet,

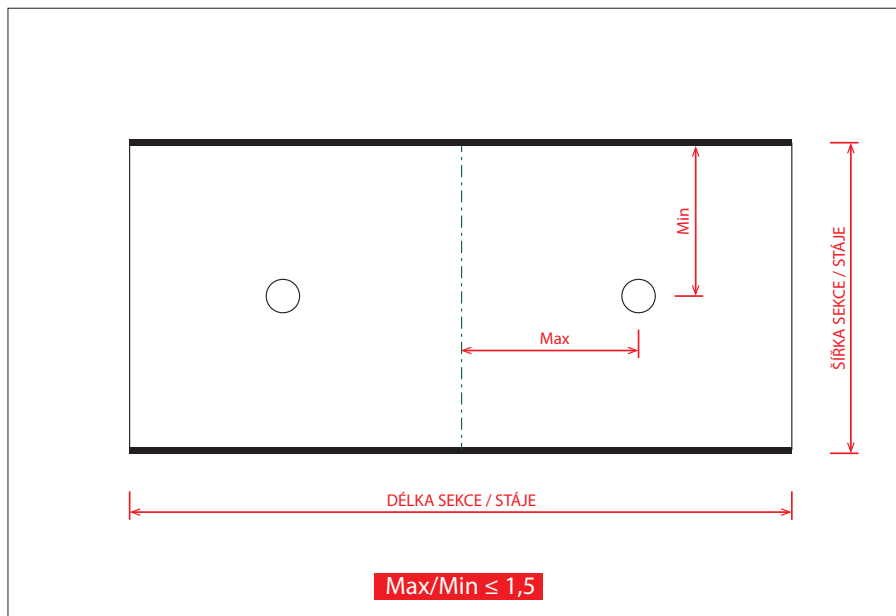
- **počtu přívodních vzduchových klapek**, vycházející z údajů výrobců, přičemž je ale nutno přihlédnout k projektované rychlosti proudění na klapkách (doporučuje se kalkulovat na 2,8, maximálně na 5m/s). Orientačně

je možné uvažovat s průtokem vzduchu 1cm^2 průřezu na $1\text{m}^3/\text{hod}$ při $3\text{m}/\text{sec}$. Z celkové vypočítané potřeby vzduchu za hodinu dělené vzduchovým výkonem jedné klapky získáme celkový počet klappek na sekci či stáj. Klapky se rozmístí rovnoměrně po délce stěny sekce nebo stáje (viz výše obr. 39 a 40). První klapka se umísťuje maximálně 1m od rohu stáje nebo 750mm od příčky ve stáji stěnové vzduchové klapky. Výškové umístění je závislé na efektivní výšce. Zásady umístění stěnových klappek dokládají obr 41 a 42.

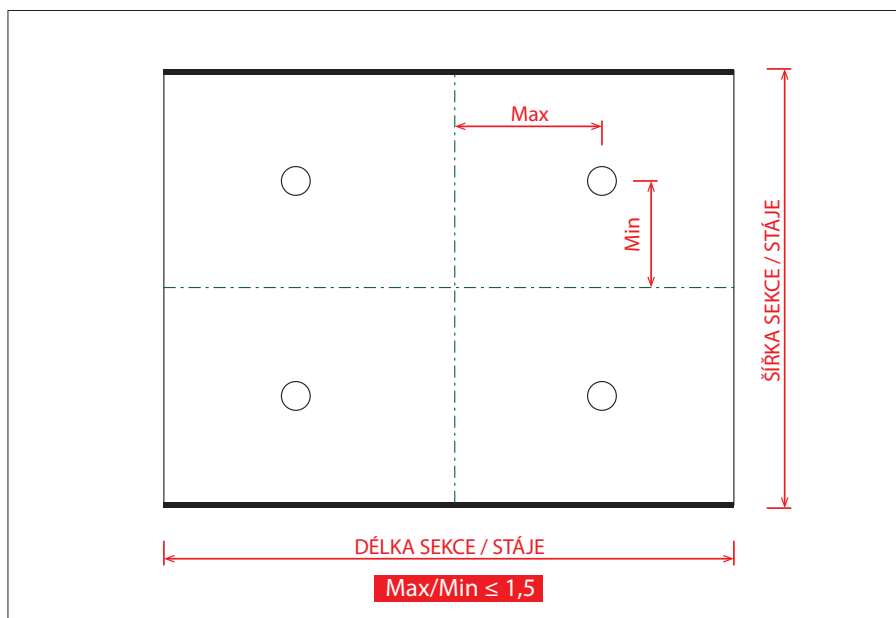
Obr. 38. Umístění větracích šachet



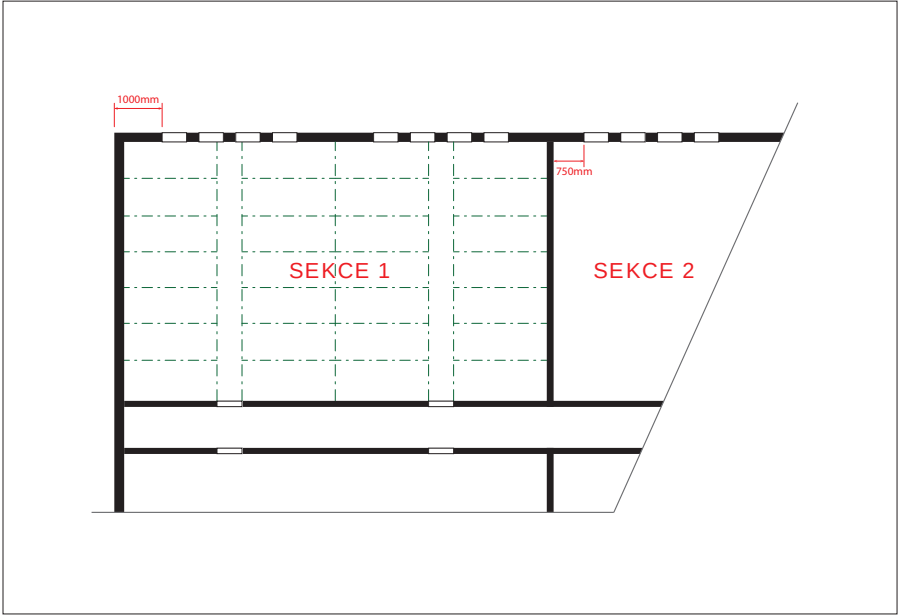
Obr. 39. Umístění větracích šachet úzké stáje



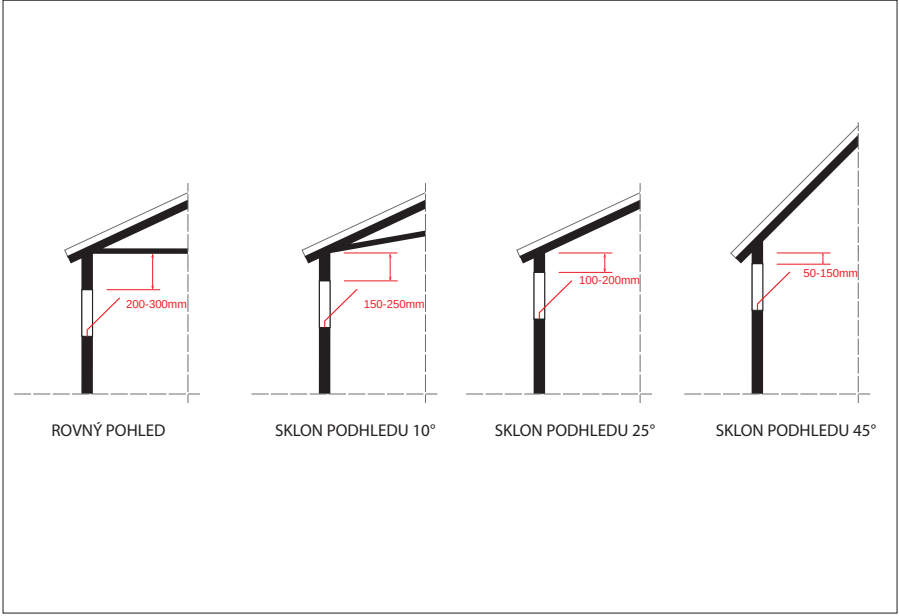
Obr. 40. Umístění větracích šachet široké stáje



Obr. 41. Umístění stěnových klapek

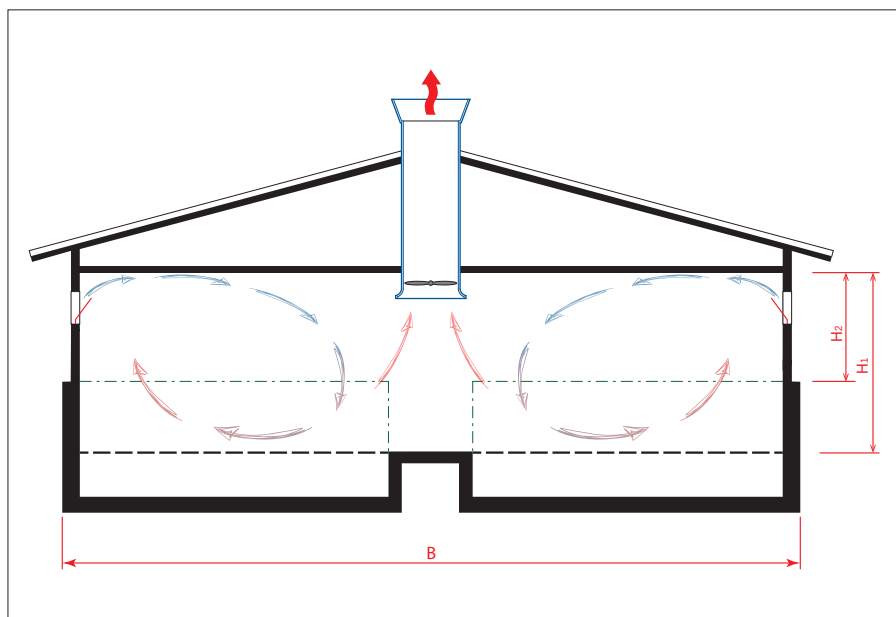


Obr. 42. Umístění stěnových klapek

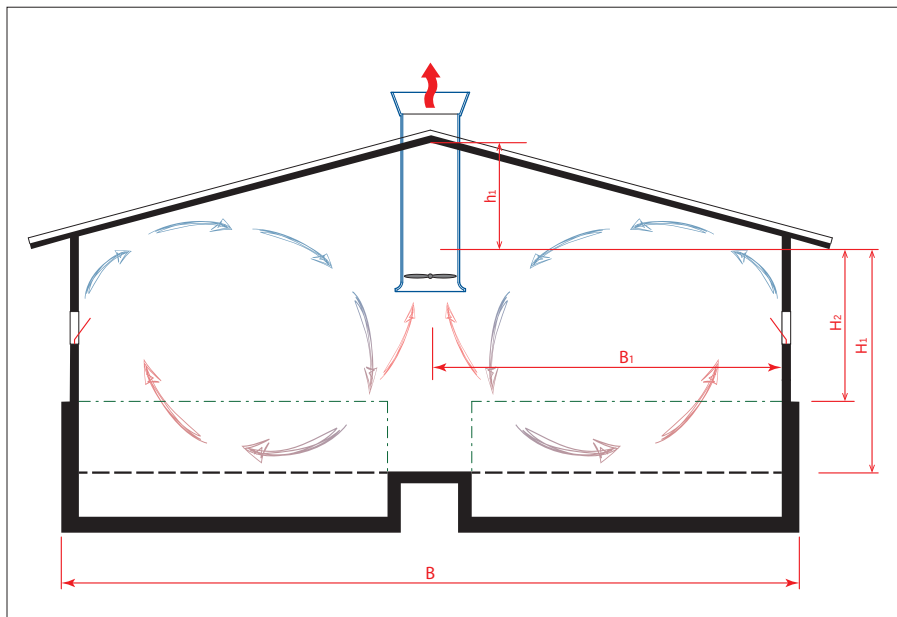


Pro kvalitní odvětrání stáje je rozhodující tzv. „účinná výška“ klapky. Tu ovlivňuje typ hrazení (prostupné pro vzduch nebo s plnou stěnou). Tato účinná výška rozhoduje o dosahu proudu vzduchu. U stájí s rovným podhledem dosah proudu vzduchu je roven třináásobku účinné výšky stáje ($H^{\text{Efektivní}}$). U běžných typů stájí to bývá maximálně 7-10 metrů, u stájí se šikmým podhledem maximálně 10-12 metrů. Stanovení efektivní výšky stáje vychází od různých typů. $H^{\text{Efektivní}}$ různých typů stájí dokumentují obr. 43-46.

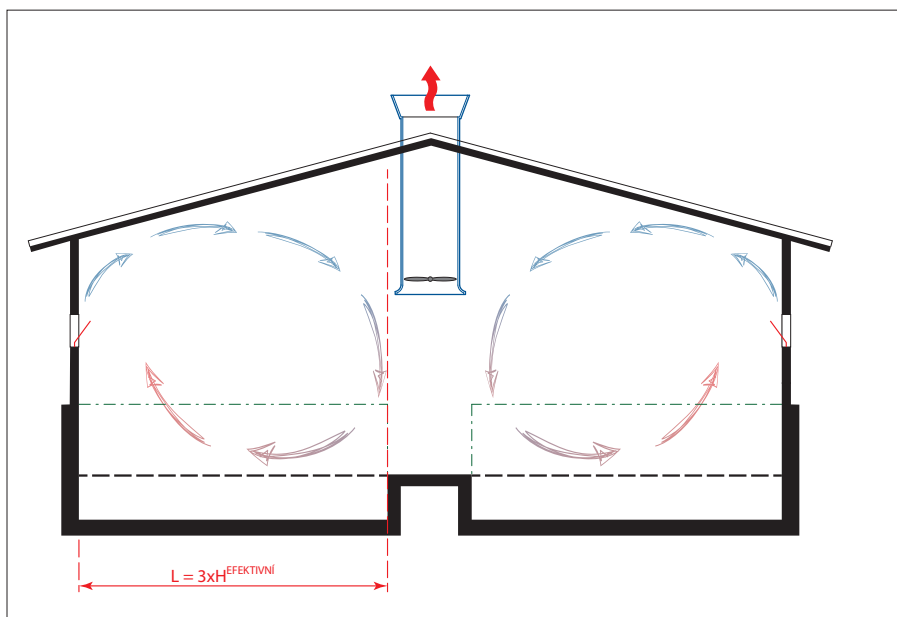
Obr. 43. Zobrazení efektivní výšky u různých typů stájí



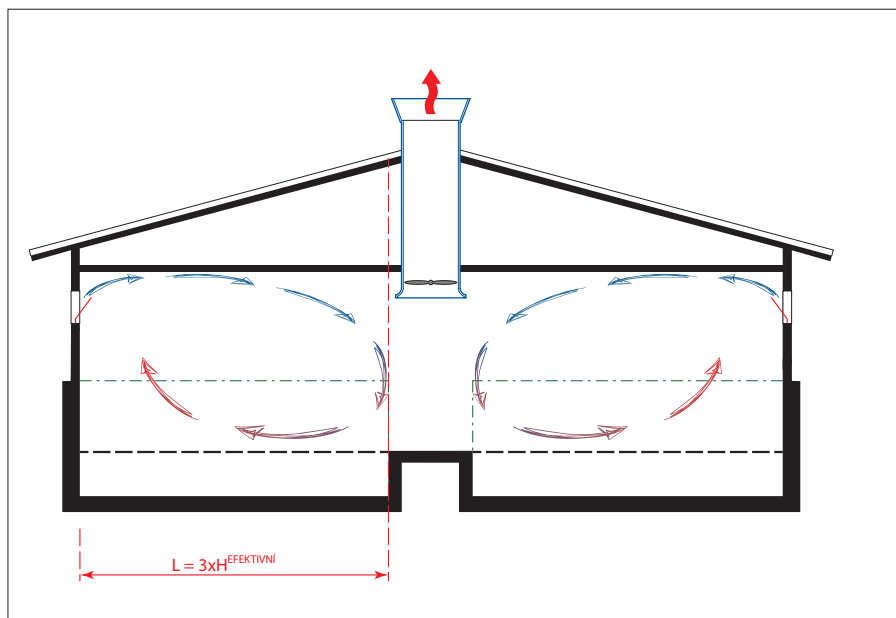
Obr. 44. Zobrazení efektivní výšky u různých typů stájí



Obr. 45. Proudění vzduchu u různých typů stájí



Obr. 46. Proudění vzduchu u různých typů stájí



Jak je z výše uvedených obr. 43-46 zřejmé, u stájí s

- vodorovným pohledem je $H^{\text{EFFECTIVNI}}$
 - u otevřeného hrazení kotců rovna $H1$,
 - u uzavřeného hrazení kotců rovna $H2$,
- šikmým pohledem (min. $\alpha 10^\circ$) je $H^{\text{EFFECTIVNI}}$
 - u otevřeného hrazení kotců rovna $H1 + (h1/2) = H1 + [(\tan \alpha * B1)/2]$,
 - u uzavřeného hrazení kotců rovna $H2 + (h1/2) = H2 + [(\tan \alpha * B1)/2]$, kde
 - $H1$ - výška stáje (podlaha – strop)
 - $H2$ - výška stáje (hrazení kotce – strop)
 - $h1$ - výška stáje v hřebeni,
 - $B1$ - 1/2 šířky stáje,
 - α - sklon pohledu.

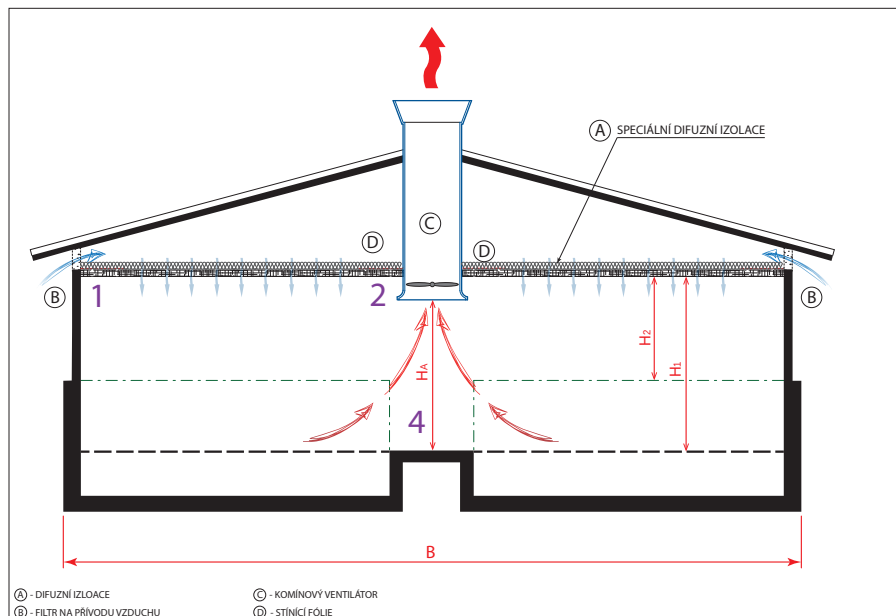
Dosah proudu vzduchu, respektive jeho proudění, je funkcí typu stáje, tedy přítomnosti či nepřítomnosti podhledu. Pro správné dimenzování ventilace je důležité stanovit

- rychlost proudění vzduchu na vstupu - u stěnových klapek standardně 2,8m/sec, u chladicího systému maximálně 1,5m/s,

- dimenzování vstupu vzduchu - cca $1\text{cm}^2/\text{m}^3$ objemu vzduchu/hod,
- podtlaku při režimu minimální, resp. maximální ventilace - 2-3, resp. 30-40 Pa.

Zcela odlišné je dimenzování stájí s **difuzní ventilací** (viz obr. 47), které se používá u poroden.

Obr. 47. Dimenzovaná difuzní ventilace

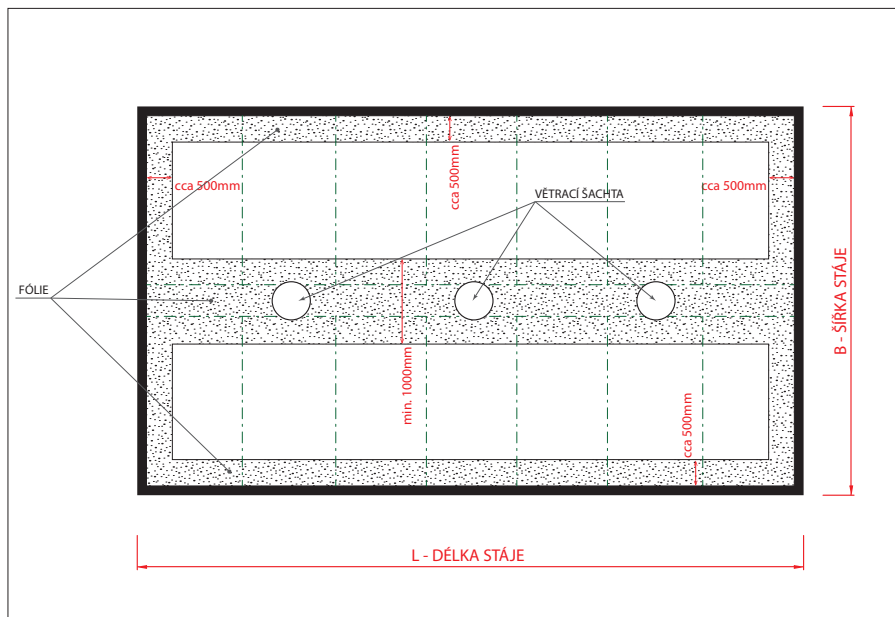


Pro její správné dimenzování je důležité stanovit

- rychlost proudění vzduchu na vstupu (maximálně 1m/s),
- dimenzování vstupu vzduchu (cca $4-5\text{cm}^2/\text{m}^3$ objemu vzduchu/hod),
- podtlak při režimu minimální, resp. maximální ventilaci (2-3, resp. 30-40 Pa).

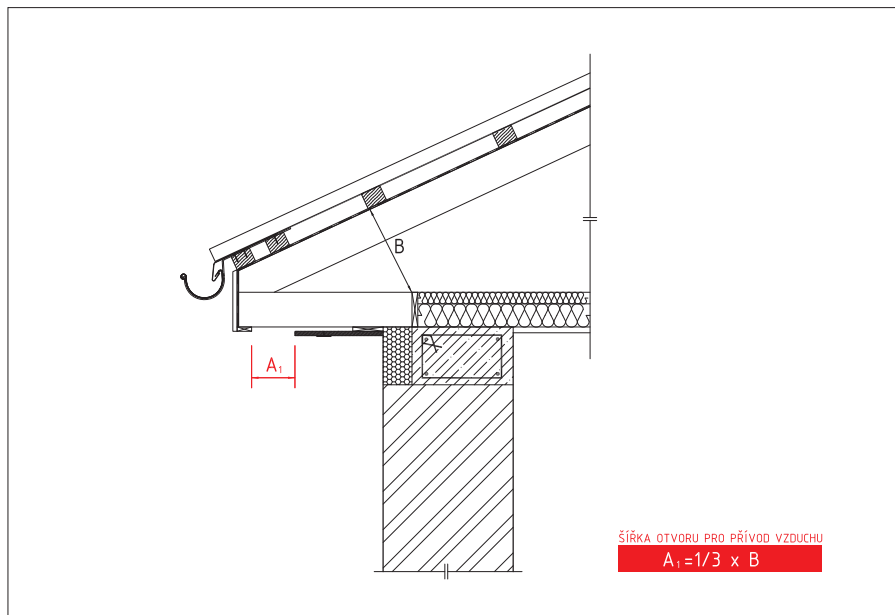
U tohoto systému ventilace je rovněž nutné, aby okolo obvodové zdi byl pás folie šířky cca 500 mm, jak dokládá obr. 48, který musí být jak okolo ventilátorů, tak i nad zadní částí individuálních kotců rodících a kojících prasnic. U izolace, přes kterou prochází vzduch, je zapotřebí počítat s tím, že izolaci tloušťky 100/150/200mm odpovídá minimální podtlak 15/20/30Pa způsobeným odporem při průchodu vzduchu izolační rohoží.

Obr. 48. Dimenzovaná difuzní ventilace

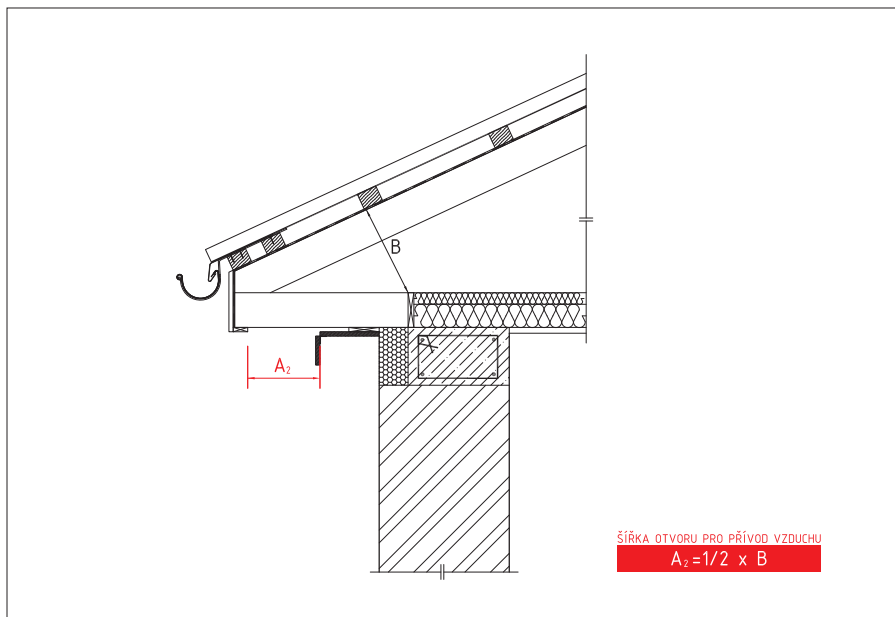


Správná funkce difuzní ventilace je funkcí řešení šířky otvoru pro vstup vzduchu u římsy, což zobrazují obr. 49 - 51.

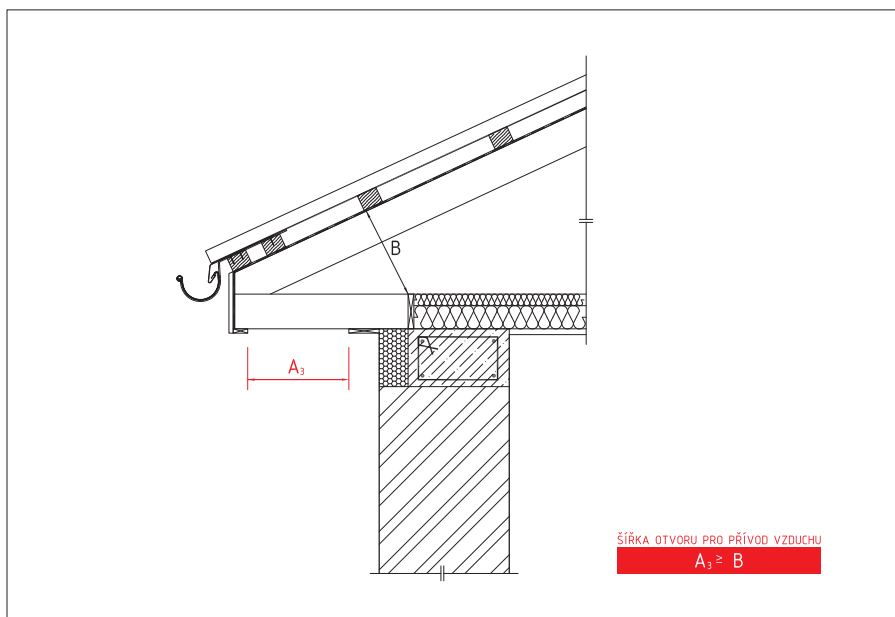
Obr. 49. Přívod vzduchu u římsy varianta pro zimní období



Obr. 50. Přívod vzduchu u římsy varianta pro jarní a podzimní období



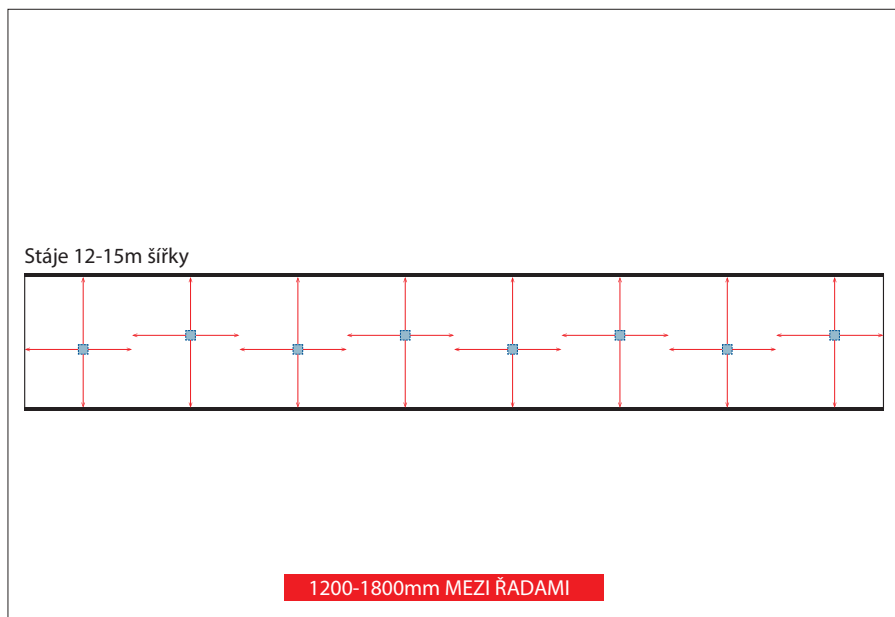
Obr. 51. Přívod vzduchu u římsy varianta pro letní období



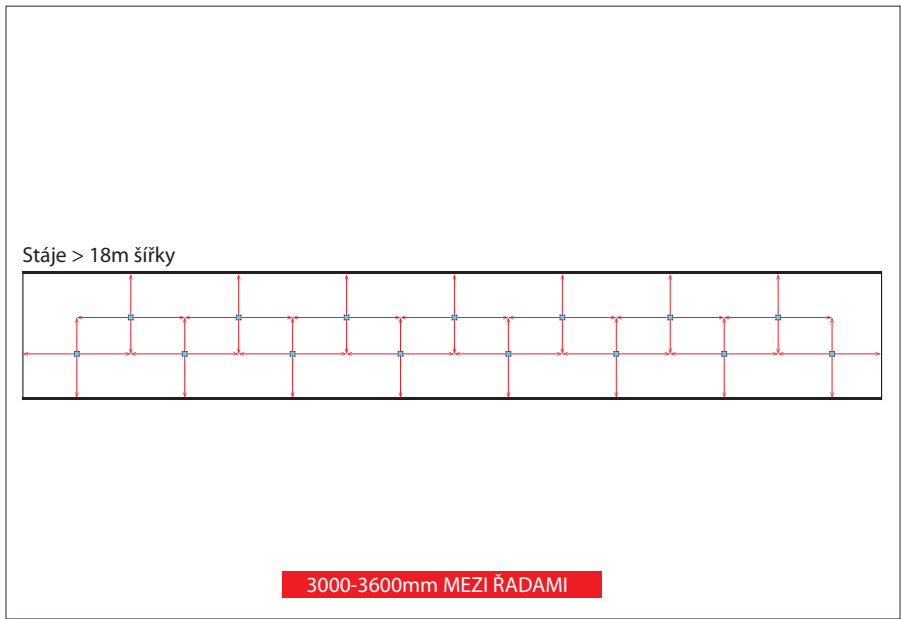
Specifické zásady platí i pro dimenzování atikových (stropních) klappek, kde se vychází z plochy stáje (Q), danou její délkou (H) a šířkou (L). Potom například u stáje široké 12-15m bude celkový počet potřebných klappek roven $Q/140$. ($Q=(L \times H)/140$) doplnit

U stájí širokých 12-15m je první atikové klapky nutné umístit 600-900mm od vrcholu střechy. První a poslední klapka má být cca 600mm od příčné stěny (příčky sekce, štítové stěny, apod.). Zbývající délka mezi první a poslední klapkou se rozdělí rovnoměrně mezi počet potřebných klappek. Umístění klappek ve stáji do 12-15m šířky znázorňuje obr. 52, u širších stájí pak obr. 53.

Obr. 52. Dimenzování atikových (stropních) klappek



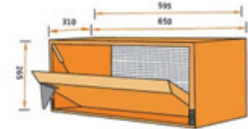
Obr. 53. Dimenzování atikových (stropních) klapek

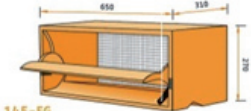
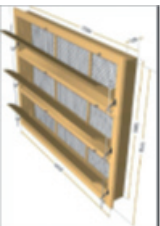


1.6. Návrh komponentů ventilačního systému

Pro správnou funkci ventilačního systému musí být použity odpovídající komponenty. Ventilační systém se skládá z přívodních vzduchových ventilů (klapek), ventilátorů, ovládacích a řídicích prvků, upevňovacích prvků a sensorů (čidel).

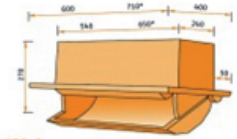
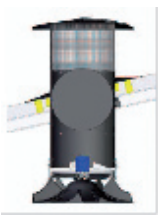
Tabulka 6. Příklady jednotlivých komponentů systému

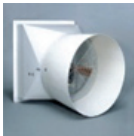
Komponent	Popis komponentu	Použití - zásady
Přívodní vzduchové klapky		
 135-ER	Standartní stěnová klapka pro přívod vzduchu do stáje. Ovládá se servomotory.	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8-3,0m/sec. Rozměry se kalkulují na přibližně 1cm ² /1m ³ požadovaného přívodu vzduchu.

 145-EG	Stěnová klapka tvaru "křídla" pro přívod vzduchu do stáje. Ideálně přivádí vzduch k patě i pod pohled stáje (princip 2 profilů pod a nad otočnou klapkou). Ovládá se servomotory.	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8-3,0m/sec. Rozměry se kalkuluji na přibližně 1cm²/1m³ požadovaného přívodu vzduchu.
	Gravitační stěnová klapka pro přívod vzduchu do stáje (z centrální vzduchové chodby do sekce). Podtlak se nastavuje pomocí závaží na klapce.	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8-3,0m/sec. Rozměry se kalkuluji na přibližně 1cm²/1m³ požadovaného přívodu vzduchu.
	Standartní stěnová klapka pro přívod velkého množství vzduchu do stáje (většinou se používá pro letní větrání - tunelový systém ventilace). Ovládá se servomotory.	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8-3,0m/sec. Rozměry se kalkuluji na přibližně 1cm²/1m³ požadovaného přívodu vzduchu.
<i>Komínové ventilátory</i>		
	Ventilátor na zastavení do komína. Standardně se používají axiální ventilátory.	Kapacita závisí na průměru a konstrukci ventilátoru. Průměr 315 až 1 250 mm, dodává se v obou směrech výstupu vzduchu, objemový proud (volné proudění) od 2 000 do 62 000 m³/h. Ztráty dle způsobu zabudování a úrovně podtlaku (viz tabulky výrobců).

	Ventilátor s rámem na zastavění do stěny. Standardně se používají axiální ventilátory.	Kapacita závisí na průměru a konstrukci ventilátoru. Průměr 315 až 1 250 mm, dodává se v obou směrech výstupu vzduchu, objemový proud (volné proudění) od 2 000 do 62 000 m³/h. Ztráty dle způsobu zabudování a úrovně podtlaku (viz tabulky výrobců).
	Ventilátor s kónusem na zastavění do stěny. Standardně se používají společně s axiálními ventilátory pro tunelové větrání.	Kapacita závisí na průměru a konstrukci ventilátoru. Průměr od 630 až 1 500 mm, objemový proud (volné proudění) od 12 000 do 62 000 m³/h. Ztráty dle způsobu zabudování a úrovně podtlaku (viz tabulky výrobců).
<i>Ventilátory pro podroštové větrání</i>		
	Ventilátor s kónusem na zastavění do potrubí. Standardně se používají axiální ventilátory.	Kapacita závisí na průměru a konstrukci ventilátoru. Průměr 250 - 315 mm, objemový proud (volné proudění) od 2 000 do 3 500 m³/h. Ztráty dle způsobu zabudování a úrovně podtlaku (viz tabulky výrobců).
	Ventilátor s kónusem na zastavění na šachtu podroštového kanálu. Standardně se používají axiální ventilátory.	Kapacita závisí na průměru a konstrukci ventilátoru. Průměr 315 až 1 250 mm, objemový proud (volné proudění) od 2 000 do 62 000 m³/h. Ztráty dle způsobu zabudování a úrovně podtlaku (viz tabulky výrobců).

<i>Atikové (podhledové) kapky</i>		
	Křídlová stropní klapka pro přívod vzduchu (zabudování do podhledu mezi podhled stáje a podstřešní prostor).	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8-3,0 m/sec. Rozměry se kalkuluji na přibližně $1\text{cm}^2/1\text{m}^3$ požadovaného přívodu vzduchu. Podtlak se reguluje závažím nebo servomotorem.
	Desková stropní klapka pro přívod vzduchu (zabudování do podhledu mezi podhled stáje a podstřešní prostor).	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8-3,0 m/sec. Rozměry se kalkuluji na přibližně $1\text{cm}^2/1\text{m}^3$ požadovaného přívodu vzduchu. Podtlak se reguluje závažím nebo servomotorem.
	Desková stropní nebo stěnová klapka pro přívod vzduchu z centrální chodby, vzduchové komory, nebo podstřešního prostoru.	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8-3,0 m/sec. Rozměry se kalkuluji na přibližně $1\text{cm}^2/1\text{m}^3$ požadovaného přívodu vzduchu. Podtlak se reguluje závažím.
	Křídlová stropní klapka pro přívod vzduchu ze 4 stran (zabudování do podhledu mezi podhled stáje a podstřešní prostor).	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8-3,0 m/sec. Rozměry se kalkuluji na přibližně $1\text{cm}^2/1\text{m}^3$ požadovaného přívodu vzduchu. Podtlak se reguluje závažím.

	Křídlová stropní klapka pro přívod vzduchu (zabudování do podhledu mezi podhled stáje a podstřešní prostor).	Běžně se rozměr a počet kalkuluje pro rychlosti přívodu vzduchu 2,8- 3,0 m/sec. Rozměry se kalkulují na přibližně $1\text{cm}^2/1\text{m}^3$ požadovaného přívodu vzduchu. Podtlak se reguluje závažím nebo servomotorem.
<i>Odsávací komíny</i>		
	Komínové těleso pro odtah vzduchu ze stáje (zabudovaný ventilátor)s horním krytem.	K zabudování do střešního pláště. Běžné průměry 510- 900 mm.
	Komínové těleso pro odtah vzduchu ze stáje (zabudovaný ventilátor)s difusorem pro urychlení průtoku vzduchu.	K zabudování do střešního pláště. Běžné průměry 510- 900 mm.
<i>Komíny pro rovnotlakou ventilaci</i>		
	Komínové těleso pro přívod vzduchu do stáje (zabudovaný ventilátor) s míchací hlavici ve spodní části (pro homogenizaci přívodního vzduchu se stájovým).	K zabudování do střešního pláště. Běžné průměry 510- 900 mm.
	Komínové těleso pro odtah vzduchu ze stáje (zabudovaný ventilátor)s kónusem pro zrychlení průtoku vzduchu.	K zabudování do střešního pláště. Běžné průměry 510- 900 mm.
<i>Příslušenství ventilace</i>		
	Krycí samotížná žaluzie před ventilátor (stěnový).	Rozměry dle velikosti ventilátoru. Umísťují se na vnější stěnu stáje.

	Kónus pro odtah vzduchu před stěnový ventilátor.	Rozměry dle velikosti ventilátoru. Umísťují se na vnější stěnu stáje.
	Lineární servomotor pro ovládání vzduchových klapek (většího množství).	Pro otevírání vzduchových klapek. Velikost (síla) dle počtu ventilátorů.
	Polohovací servomotor pro ovládání vzduchových klapek (jednotlivých nebo menšího množství).	Pro otevírání vzduchových klapek. Velikost (síla) dle počtu ventilátorů.
	Navíjecí servomotor pro ovládání vzduchových klapek (většího množství).	Pro otevírání vzduchových klapek. Velikost (síla) dle počtu ventilátorů.
	Teplotní a vlhkostní čidla (sensory), senzory pro NH ₃ , CO ₂ ,...	Pro řízení kvality stájového prostředí, ovládání ventilátorů a klapek
	Řídící jednotky a počítače pro nastavení úrovně stájového prostředí.	Pro řízení kvality stájového prostředí, ovládání ventilátorů a klapek.
	Alarm - jednotka pro vyhlášení alarmu v krizové situaci či výpadku systému.	Pro kontrolu nadlimitních a podlimitních stavů mikroklimatu ve stáji.
	Ventilátor s měřicí vrtulí.	Pro zjištění skutečného protékajícího množství vzduchu přes ventilátor a přenastavení ostatních ventilátorů v sekci/stáji.

2. Návrh topného systému

Primární záležitostí funkčně správného návrhu řízení stájového mikroklima je ventilační systém a substituce čerstvého vzduchu do stáje. Tím, že se odvádí stájový vzduch, se zároveň ovlivňuje teplotní bilance stáje. V případě přivádění čerstvého chladného vzduchu do stáje je nutné tento vzduch temperovat, v případě opačném, je nutno vzduch chladit.

2.1. Parametry topného systému

V zásadě jde o návrh typu vytápění a jeho správné dimenzování. Celková kalkulace topného systému je sumou kalkulací

- teplotní ztráty obvodovými konstrukcemi stáje a infiltrací,
- teplotní ztráty z důvodu ventilace stáje,
- požadovaného tepla na ohřev vzduchu v sekcích pro zajištění tepelné pohody zvířat (výpočet počtu topidel s ohledem na ventilaci stáje),
- požadovaného tepla na ohřev vzduchu v obslužných chodbách.

Pro kalkulaci tepelných ztrát a počtu topidel existuje celá řada profesionálních programů. Pro předběžné kalkulace lze použít zjednodušený systém výpočtu teplotní bilance stáje dle tabulek 6-13, přičemž možnosti změn proměnných ve zvýrazněných sloupcích tabulek 6, 10, 11, 13 lze počítat on-line na www.microclimasystems.com.

Primárně se provede specifikace konstrukcí stáje (tabulka 6), „R“ faktor se odvodí v tabulce 7. V tabulce se vyplní rozměry stáje včetně výšky a „R“ faktor hlavních konstrukcí.

Tabulka 7. Příklad detailního výpočtu počtu a topidel ve stáji – krok „1“ – specifikace konstrukce stáje (on-line výpočet na www.microclimasystems.com)

Délka stáje (m)	6	Délka vytápěného prostoru
Šířka stáje (m)	17	Šířka vytápěného prostoru
Výška stěny 1 (m) ⁽²⁾	2,7	Viz pozn. níže ⁽²⁾
Výška stěny 2 (m) ⁽²⁾		Viz pozn. níže ⁽²⁾
Výška štítové stěny (m)	4,8	
Podhled - "R" factor, ⁽¹⁾	5,45	
Stěna "R" factor 1 ⁽¹⁾	5,45	
Stěna "R" factor 2, ⁽¹⁾		
Štítová stěna "R"factor ⁽¹⁾	5,45	
Teplotní spád (°C)	40	

(1) Viz níže tabulku "R" factor

(2) Pokud je stěna tvořena dvěma materiály nebo konstrukcemi (zdivo, okenní pás, větrací žaluzie), použijte výšku materiálu 1 do řádku 1 a materiál 2 pro řádek 2. Pokud je stěna tvořena jedním materiálem, pak řádek 2 se nevyplňuje.

V tabulce 8. jsou příklady tepelného odporu – „R“ faktoru. Detailní hodnoty dalších materiálů lze najít v libovolných stavebně-fyzikálních tabulkách.

Tabulka 8. "R" faktor - průtok vzduchu různými materiály stáje (příklady tepelných odporů)

Stěna/sendvičové panely (PIR)	Tloušťka	Koeficient konstrukce (R)
KS1000 TF	40 mm	1,82
KS1000 TF	50 mm	2,27
KS1000 TF	60 mm	2,73
KS1000 TF	70 mm	3,18
KS1000 TF	80 mm	3,64
KS1000 TF	100 mm	4,55
KS1000 TF	120 mm	5,45
Stěna/sendvičové panely (PIR)	Tloušťka	R
KS1000 RW	25 mm	1,14
KS1000 RW	40 mm	1,82
KS1000 RW	50 mm	2,27
KS1000 RW	60 mm	2,73
KS1000 RW	70 mm	3,18
KS1000 RW	80 mm	3,64
KS1000 RW	100 mm	4,55
KS1000 RW	120 mm	5,45
Stropní panely (PIR)	Tloušťka	R
Pouze izolace	12,7 mm	0,55
Pouze izolace	25,4 mm	1,10
Pouze izolace	50,8 mm	2,20
Panel	12,7 mm	0,63
Panel	25,4 mm	1,27
Panel	50,8 mm	2,53
Jiné materiály		R
Ocel		0,11
Zdivo		0,18
Žaluzie		0,15

Dále je nutné provést výpočet požadovaného topného výkonu na pokrytí tepelných ztrát konstrukcemi (W), který zahrnuje ztráty stropem, stěnami a štíty včetně ztrát infiltrací. Výpočet se provede dle vzorců

- $(\text{Délka stáje} \times \text{šířka stáje}) / (R \times \text{Teplotní spád}) \times 1,15,$
- $[(\text{Délka otvorů} \times \text{šířka otvorů}) \times 0,8] \times \text{Teplotní spád} \times 1,15.$

Tabulka 9. Tepelné ztráty konstrukcemi

Ztráty strop (W)	861
Ztráty stěny (W)	238
Ztráty štít (W)	1 377
Ztráty infiltrací (W)	1 693
Tepelné ztráty celkem (W)	4 169

Jedná-li se o požadavky na pokrytí tepelných ztrát ventilací stáje, tu dokumentuje tabulka 10. Vychází se z kubatury vzduchu pro danou kategorii prasat (viz tabulka 9) a počtu zvířat. Tyto hodnoty se dosazují do tabulky 10. Hodnota „Výměna vzduchu (m³/sec)“ se získá vydělením hodnoty kubatury stáje (m³) hodnotou 3600 (hodnota za vteřinu). Hodnota v řádku „Ventilace (m³/sec)“ se získá vynásobením počtu zvířat kubaturou minimální ventilace a sečtením všech kalkulovaných kategorií (sloupce 1,2,3) a vydělením hodnotou 3600 (hodnota za vteřinu).

Topný výkon pro ohřev vzduchu (W) získáme ze vztahu (Výměna vzduchu (m³/sec) * Ventilace (m³/sec)) * Hodnota teplotního rozdílu * 1,18 * 1006. Celková potřeba topného výkonu (W) je rovna součtu hodnot z tabulky 8 a 10.

Tabulka 10. Hodnoty minimální ventilace pro jednotlivé kategorie prasat

Kategorie prasat	Hmotnost (kg)	m ³ /hod/ks
Prasnice rodící a kojící	181	34
Selata	5 - 14	3
Odchov selat	14 - 34	5
Výkrm I.	34 - 68	12
Výkrm II.	68 - 100	17
Prasničky	147	20
Kanci	181	24

Tabulka 11. Požadovaný výkon topidel na pokrytí tepelných ztrát ventilací dané stáje

Výměna vzduchu (m ³ /sec)	0,0765		
	Kategorie prasat		
	1	2	3
Počet zvířat ⁽¹⁾	320		
m ³ /hodinu/zvíře ⁽²⁾	6,00		
Ventilace (m ³ /sec)	0,5333		
Topný výkon pro ohřev vzduchu (W)	25 324		
Celková potřeba topného výkonu (W)	29 493		

(1) Celkový počet zvířat ve vytápěné sekci stáji. Pokud je ve stáji více kategorií zvířat, počty je nutno upřesnit ve sloupci 2 a 3.

(2) Požadované potřeby vzduchu na zvíře - viz všeobecné údaje v m³/hod/zvíře.

Pokud se jedná o počet topidel, ty udává následující tabulka 12.

Tabulka 12. Celkový počet topidel - kalkulace

Model topidla	PSI 150	Výbraný typ topidla
Topný výkon	18 000	Výkon topidla
Požadovaný topný výkon stáje (W)	29 493	Celkový požadavek na všechny zdroje tepla
Počet topidel (výpočtově)	1,64	Celkový počet topidel (výpočtově)
Navržený počet topidel	2	
+/- rozdíl ve výkonu	6 507	

2.2. Návrh komponentů topného systému

Pro každou kategorii prasat, každý typ haly a ustájení, existuje optimální systém vytápění. V současné době jsou, s ohledem na výše uvedené, doporučované následující systémy.

Pro **porodní prasat** je ideálním systémem temperace vzduchu v centrální chodbě pomocí teplovodního systému (žebrové trubky) nebo teplovzdušných topidel. Ve vlastní porodní zóně (porodní boxy) musí být oddělen systém vytápění pro prasnice (prostorové vytápění) od systému vytápění v zóně selat. Optimální je systém vodních podlážek v podlaze, doplněný o systém infralamp v horní části doupat, zakrývajících zónu ležení selat.

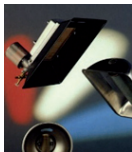
Kompromisem je použití pouze infralamp v kombinaci s plastovými nebo gumovými podlahami, nebo systém podlahového vytápění (obecně teplovodní systém je vhodnější než elektrický) v kombinaci s doupaty.

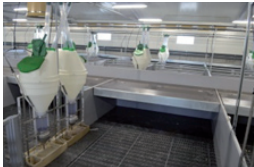
Prostorové temperace přehřátého vzduchu přiváděného z centrální chodby se dosahuje opět pomocí teplovzdušných topidel nebo méně vhodných teplovodních potrubí (žebrované trubky nebo teplovodní výměníky).

Pro **odchovny selat** je ideálem systém temperace vzduchu v centrální chodbě pomocí teplovodního systému (žebrové trubky) nebo teplovzdušných topidel. Ve vlastní sekci dochovu musí být navržen systém prostorového vytápění, případně i systém vytápění v zóně běhounů. Běžně postačují podlahové desky v zóně ležení zvířat v kombinaci s doupaty. Lze navrhnout i systém topných vodních podlah v podlaží, poté však není nutný systém doupat.

Pro **stáje jalových a březích prasnic** a výkrmny prasat běžně postačuje temperace vzduchu pomocí teplovodního systému (žebrové trubky) nebo, ideálně, teplovzdušných topidel.

Tabulka 13. Příklady jednotlivých komponentů systému

Název komponentu	Popis komponentu	Použití, zásady
<i>Topidla</i>		
	Standartní vytápění pro selata elektrickou nebo teplovodní deskou v podlaze a infralampou v horní části "doupěte".	Standardní rozměr desky je 600x1000mm, výkon lampy podle žárovky.
	Topidlo typu kanon (teplovzdušné) na bázi přírodního plynu, PB nebo elektro.	Výkon od 10 do 100kW, běžně se používají topidla 18-20kW nebo 60-70KW.
	Boxové topidlo (teplovzdušné) na bázi přírodního plynu, PB nebo elektro.	Výkon od 10 do 100kW, běžně se používají topidla 18-20kW nebo 60-70KW.
	Plynové bodové topidlo (infra.).	Výkony od 2 do 10kW, vhodné použití na porodnách prasat.

 Spiralflex Spiralribberer	Teplovodní registr (žebrovaná trubka) pro temperování vzduchu.	Ideální pro temperaci vzduchu v centrálních chodbách, přiváděného vzduchu do sekcí atd. Výkon dle průměru 200-250W/m.
	Teplovodní registr (žebrovaná trubka) pro temperování vzduchu.	Ideální pro temperaci vzduchu v centrálních chodbách, přiváděného vzduchu do sekcí atd. Výkon dle průměru 80-100 W/m.
	"Doupě" pro porodny selat (neopominutelný prvek topného systému).	Ideální zónování z hlediska teploty části kotce zvyšuje komfort chovu.
	"Doupě" pro odchovny selat (neopominutelný prvek topného systému).	Ideální zónování z hlediska teploty části kotce zvyšuje komfort chovu. Rozměr se kalkuluje na 0,08m²/sele do 25kg hmotnosti.

3. Návrh chladicího systému

Modelovat ideální podmínky stájového mikroklimatu bez instalace chladicího systému vzduchu je prakticky nemožné. Bez jeho použití bude ve většině oblastí a typech stájí docházet k přehřívání stájového vzduchu, tedy k teplotnímu stresu a v důsledku toho následné snížení užitkovosti a tím i rentability chovu.

3.1. Parametry chladicího systému

Každý typ chladicího systému vyžaduje specifický systém dimenzování. Pro běžné chladicí systémy se vychází ze vzduchové kapacity instalovaného ventilačního systému. V níže uvedených tabulkách (13,14) se vychází z běžných parametrů venkovního vzduchu v ČR. Pokud by byl systém navrhován pro oblasti s vyšší či nižší relativní vlhkostí vzduchu, je nutné vstupní údaje korigovat. Tabulka 13 vychází z

návrhu „mlžících“ trysek s průtokem 0,08888 litrů za minutu. Pro jiné trysky je nutno výpočet upravit. Hodnota vzduchového výkonu je převzata z tabulky 3.

Tabulka 14. Propočet chladicího systému dané jedné kategorie prasat (prasnice rodící a kojící se selaty) s využitím vysokotlakých čerpadel a trysek (příklad)

Kategorie prasat (kg)	Počet ks	Vzduch výkon m ³ /ks.hod	Vzduch. výkon m ³ /hod	Množství vody při 3 g/sec	Celkem l/min	Počet trysek při 0,08888 l/min/trysku
Prasata 7-30 kg	0*	50	0	0	0	0
Prasata 30-120 kg	0*	150	0	0	0	0
Prasničky 100-150 kg	0*	180	0	0	0	0
Prasnice rodící a kojící se selaty	100	550	55000	165	2,75	31
Prasnice jalové a nízkobřezí	0*	250	0	0	0	0
Kanci	0*	300	0	0	0	0

Pro ostatní uvedené kategorie prasat () možnosti změn proměnných ve zvýrazněném sloupci tabulky (0) lze měnit a počítat on-line na www.microclimasystems.com.*

V tomto ohledu se u nás praktikují 2 varianty chladicích systémů využívajících efektu

- **mlžení**, zahrnující nízkotlaké a vysokotlaké systémy s tryskami či mlžícími ventilátory. Podle typu trysek se dimenzuje počet a umístění součástí systému. V zásadě se umísťují trysky na potrubí rovnoměrně, a to před přívodní vzduchové klapky. Pro vysokotlaké systémy chlazení se běžně používají trysky o výkonu 0,089 l/min. Systém se používá běžně pro výkrmny, jalovárny a březárny,
- **zchlazování vzduchu vstupujícího do stáje** přes voštinové stěny (PAD-chlazení). Zásadou je rychlost vzduchu nepřevyšující 1,5m/sec. Velikost chladicí stěny vychází ze vzduchového výkonu ventilace. Systém je vhodný pro stáje s centrální chodbou, nebo pro stáje, kde je instalován systém tunelové ventilace, avšak pokud je v kombinaci s jinými systémy ventilace. Tunelový efekt musí převládat, přičemž má existovat možnost vypnutí těchto systémů.

Příklad – výpočet velikosti PAD stěny s výškou 1,5 m umístěné do podélné chodby stáje se 3 sekcemi porodny, výměna vzduchu 1100 m³/hod/prasnice, resp. 132.000m³/sekcí=396.000m³/stáj=110m³/sec. Kapacita je uvažována pro 1m/s=3.600m/min

Tabulka 15. Propočet chladičího systému s využitím voštinových PAD-stěn

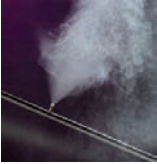
Kategorie prasat (kg)	Počet ks / sekci	Počet sekcí	Maximální výměna m ³ /hod	Celková potřeba	Kapacita m ² PAD při rychlosti proudění 1m/s=3600m/hod	Délka PAD stěny při výšce 1,5 m	Počet x délka stěny/ výška
Prasata 7-30 kg	0*	0*	65	0	3 600	0	
Prasata 30-120 kg	0*	0*	200	0	3 600	0	
Prasničky							
100-150 kg	0*	0*	250	0	3 600	0	
Prasnice rodící a kojící se selaty	120	3	1 100	396 000	3 600	73,33	4 x 12 / 1,5 m
Prasnice jalové a nízkobřezí	0*	0*	275	0	3 600	0	
Kanci	0*	0*	510	0	3 600	0	

Pro ostatní uvedené kategorie prasat () možnosti změn proměnných ve zvýrazněném sloupci tabulky (0) lze měnit a počítat on-line na www.microclimasystems.com.*

3.2. Návrh komponentů chladicího systému

Komponenty chlazení používané ve stájích pro chov prasat jsou, z hlediska nutnosti jemně regulovat přívod vodní páry do stáje, poměrně omezené.

Tabulka 16. Příklady jednotlivých chladicích komponentů systému

<i>Komponenta</i>	<i>Popis</i>	<i>Použití, zásady</i>
	Stěnový chladicí systém PAD	Vhodný pro systémy tunelového větrání. Kalkuluje se běžně na rychlost proudění vzduchu 1,5m/sec, výjimečně 1m/sec nebo do 2m/sec
	Vysokotlaký/nízkotlaký systém chlazení vzduchu	Vhodný pro kombinované systémy větrání s přívodem vzduchu přes stěnové klapky
	Mlžící ventilátor s rozptylem vzduchu hlavici s kanálky	Výkon 5-12 000m ³ /hod., vhodný do výkrmen, jalováren, březáren.
	Mlžící ventilátor s rozptylem vzduchu doplňkovým ventilátorem	Míchací ventilátor s doplňkovým ventilátorem pro rozptyl vzduchu. Výkon 6-12 000m ³ /hod., vhodný do výkrmen, jalováren, březáren.
	Mlžící ventilátor s rozptylem vzduchu pomocí trysek v čele ventilátoru	Míchací ventilátor s tryskami pro rozptyl vzduchu. Výkon 30-40 000m ³ /hod., vhodný do výkrmen, jalováren, březáren.

4. Návrh řídicího systému

Řídicí systém je možné použít od celé řady výrobců. Rozdíly jsou však jednak v komfortu obsluhy, možnostech připojení počtu sekcí i jednotlivých komponent. Rozhodujícím kritériem by měla být možnost řízení

- teplotně (vnitřním a venkovním čidlem teploty) vlhkostního režimu (RV), ideálně spolu s NH_3 a CO_2). To však představuje vyšší cenu a relativně krátkou životnost čidel, použité především u kategorií prasat náročných na přesnost řízení, tedy v odchovných selat, u prasniček, v porodnách a eroscentrech.
- teplotního režimu, bez řízení vlhkostního režimu, což platí pro ostatní kategorie,
- kontroly podtlaku ve stáji, a to u všech kategorií prasat.

U většiny stájí návrhy systémů vycházejí z řízení teploty u jednotlivých kategorií prasat ve vztahu k RV podle grafů 1, 2, 3 a 4, uvedených v příloze.

IV. NOVOSTI POSTUPŮ

Vzhledem k tomu, jak uvádí Metodika I (LÍKAŘ et al., 2013), že mikroklima je významným, limitujícím faktorem dosahované užitkovosti chovů i zdravotního stavu prasat, Metodika II představuje přehled a postupy návrhu systémů optimalizujících mikroklima stájí jednotlivých kategorií prasat, včetně jejich řízení.

Negativní skutečností v současnosti je, že tyto systémy pro mnohé chovatele prasat představují často položku, z jejich pohledu, mnohdy zbytečnou nebo drahou. Nicméně lze konstatovat, že dosažení optimálních parametrů klimatu stájí, tedy odpovídající teplotně-vlhkostní pohodu zvířete, představuje až 20% z celkových nákladů na jednotku jeho produkce (energie na vytápění, ventilaci a chlazení vzduchu). Z toho jasně vyplývá, že každá optimalizace těchto parametrů s cílem lepšího využití vkládaných energií má významný ekonomický dopad.

Hypotéza metodiky, oproti dosavadním, vychází ze skutečnosti, že

- mikroklima tvoří složky (teplota, vlhkost, proudění vzduchu), významně ovlivňují kvalitu chovu,
- kvalitní chov jakékoliv kategorie prasat lze realizovat pouze ve stáji s komfortní zónou stájového prostředí,
- komfortní zóny lze docílit návrhem technologických systémů ventilace, vytápění, chlazení a jejich řízením,
- správný propočtení jednotlivých technologických systémů má významný dopad na efektivitu a rentabilitu chovu.

V. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Konkrétním výstupem je metodika pro šlechtitele i chovatele prasat. Metodika umožňuje jednoduchou formou navrhnout žádoucí ventilační, topný a chladicí systém. Používá nové, dostupné principy tvorby a hodnocení mikroklima.

VI. EKONOMICKÉ ASPEKTY

O vlivu kvalitních mikroklimatických podmínek na užitkovost vybraných kategorií prasat nemůže být diskuse (MOUNT, 1968; GRUDNIEWSKA, 1996). Rozdíl mezi kvalitním a nekvalitním prostředím běžně ovlivňuje hospodářský výsledek až do 10%. Prioritou dnešního chovu prasat je vedle využívání vynikající genetiky, technologie a techniky chovu, navrhnout potřebné technologické systémy ventilace, vytápění a chlazení. Správná volba, instalace a řízení těchto technologií znamená ekonomickou stabilizaci výroby vepřového masa, jejíž podstata spočívá v realizaci a správné funkčnosti minimální, respektive maximální ventilace v chladném, respektive v horkém období. Tím se docílí požadovaných parametrů stájového mikroklima uvedené v Metodice I (LÍKAŘ et al., 2013) a následně i požadovaných parametrů užitkovosti.

VII. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Aistream, G., S., I. (2000): Ventilation system guide. Assumption, USA, 13-15.
- Beek, V.: North Carolina: No corn, but great pig farming. Pig Progres, 28, 6, 2012, 18-20.
- Beek, V.: Pig production in Eastern Europe – to go or not to go? Pig Progres, 24, 4, 2008, 6-9.
- Bottcher, R., W., Matthis., S., Roberts, J. (2001): Ventilation in the pig farm – swine facilities ventilation from Tudory to application. Greenville, N.Carolina healthy hogs seminar., 2-8.
- Bull, R.P., Harrison, P.C., Riskowski, G.L., Gonyou, H.W. (1997): Preference among cooling systems by gilts under heat stress. J. Anim.Sci., 75, 2078-2083.
- Caldier, P.: The pig industry returns to St Petersburg. Pig Progres, 22, 7, 2006, 21-23.
- Czarik, M., Lay, M., P. (2000): Negative pressure ventilation basics. Cooperative extension service. Univ.Georgia, Proceeding 5/2000, 15-30.

- Fraser, A., F., Broom, D., M. (1990): Farm animal behaviour and welfare. Bailiere, Tindall, London, 32-34.
- Funki (1999): Ventilation systems for pig stables. Funki Gjellerup (Firemní literatura), 2-20.
- Hartog, L.: Optimising production efficiency is key. Pig Progres, 25, 9, 2009, 4-6.
- Hoste, S.: Genotype environment interactions. In: Wiseman, J., Varley, M.A., Kemp, B.: Perspective in Pig Sci., Nottingham Univ. Press, England, 2003, 25-39.
- Komise ES (2001): Směrnice komise 2001/93/ES ze dne 9. listopadu 2001, měnící směrnici 91/630/EHS, stanovující minimální požadavky ochrany prasat.
- Kyriazakis, I.: The control and prediction of food intake in sickness and in health. In: Wiseman, J., Varley, M.A., Kemp, B.: Perspective in Pig Sci., Nottingham Univ. Press, England, 2008, 381-404.
- Lee, I.B., You, B.K., Kang, Ch.H., Jeun, J.G., Kim, G.W., Sung, S.H., Sase, S. (2004): Study on forced ventilation system of a piglet house. JARQ, 38, 2, 81-90.
- Líkař, K. (2001): Kvalitní selata – základ úspěchu. Sborník Aktuální problémy chovu prasat, ČZU Praha, 86 - 92.
- Líkař, K. (2005): The influence of the controlled microclimate level for the achieved parameters of the livestock efficiency by the selected pig categories. Seminář Aktuální problémy šlechtění, chovu, zdraví a produkce prasat. ZF, JČU Č. Budějovice, 82-86.
- Líkař, K. (2005): Zásadní vliv prostředí a technologických prvků ventilace na zdravotní stav selat. Sborník Aktuální problémy chovu prasat, ČZU Praha, 81-92.
- Líkař, K. (2007): Ventilace – prostředek minimalizace látek ve stájovém prostředí prasat. Sborník Aktuální problémy v chovu prasat. ČZU Praha, FAPPZ, 27.11.2007, 17-31.
- Líkař, K., Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. (2013): Řízení mikroklima v chovu prasat. Metodika I. ČZU Praha, FAPPZ, 34.
- livestock buildings. Aktuální otázky bioklimatologie. 1. Vydání, VUŽV Praha, 71-77.
- Lumb, S.: New challenges for Vietnam's developing farms. Pig Progres, 28, 7, 2012, 18-20.
- Lyons, P.T.: Cesta vpřed. Alltech proceedings: Feeding the gene for performance profitability. Brno, 21. 2. 2007, 7-12.
- Maes, D.: 2012 approaches: What are the alternatives. Pig Progres, 28, 4, 2012, 28-30.

- McGlone, J., J., POND, W., G. (2002): Ventilation, air quality and environmental management. Swine Care Handbook, National Pork Producers Council, 13.
- Midwest Planning Service (2002): Swine housing and equipment handbook. MWPS-8, 5th Edition, Handbook 1/2002.
- Novák, P. (1993): Systém vyhodnocování mikroklimatických faktorů ve vztahu k zabezpečení pohody ve stájích pro skot a prasata. HP, VFU Brno, Ústav zoohygieny, 7-23.
- Novák, P., Dvořánková, J., Kamarád, M., Kellerová, E., Odehnalová, S. (2007). Technologická opatření minimalizace výskytu čpavku v chovech prasat. Sborník Aktuální problémy v chovu prasat. ČZU Praha, FAPPZ, 27.11.2007, 9-14.
- Oberreuter, M. (2005): Swine ventilation. GSI International, AP-book, Illinois, USA, Proceedings, 142.
- Reece, W.O.: Fyziologie domácích zvířat. Grada Publishing. 1998, 449.
- Schauberger, G. (2005): Steady-state balance model to calculate the indoor climate of Sluis, W., Beek, V.: The discussion goes on: Organic pork production and global warming. Pig Progress, 24, 1, 20012, 24-26.
- Sluis, W.: China aims for higher pork production. Pig Progress, 28, 5, 2012, 6-8.
- Stegeman, A.: Strategies to control on-farm transmission of infectious agents. In: Wiseman, J., Varley, M.A., Kemp, B.: Perspective in Pig Sci., Nottingham Univ. Press, England, 2003, 241-255.
- Stratilová, Z.: Geneticky modifikované potraviny a krmiva. Genetické modifikace v ČR, MŽPČR, 2011, 16-20.
- Stupka, R., Čítek, J., Šprysl, M., Okrouhlá, M., Brzobohatý, L. (2012): The impact of MYOG, MYF6 and MYOD1 genes on meat quality traits in crossbred pigs. African J. Biotech., 88, 11, 15405-15409.
- Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J., (2009) : Základy chovu prasat. Power Print Praha, 182.
- Vostoupal, B., Jelínek, A., Plíva, P., Dědina, M., Tauc, V. (2003): Bioklima a fenomén pohody u prasat. Sborník Aktuální problémy v chovu prasat. ČZU Praha, FAPPZ, 30.4.2003, 48-58.
- Wathes, C. M., Charles, D.R. (2002): Livestock Housing. CABI Publishing. UK, ADAS, Nottingham, 180.

VIII. SEZNAM ZKRATEK, NÁZVOSLOVÍ

T	°C	Temperature(general)	Teplota všeobecně
Ti	°C	Temperature interior air	Teplota vnitřního vzduchu
Te	°C	Temperature exterior air	Teplota vnějšího vzduchu
Tdb	°C	Dry bulb temperature	Teplota suchého teploměru
Twb	°C	Wet bulb temperature	Teplota mokrého teploměru
TDW	oC	Dew point temperature	Teplota rosného bodu
TTHI	oC	Strain temperature T-H	Pocitová teplota T-H
TCALC	oC	Temperature calculated	Kalkulovaná teplotapodle THI
RV	%	Relativ humidity	Relativní vlhkost
THI	.	Temperature-humidity index	Teplotně vlhkostní index
ME	MJ/den	Metabolise energy	Metabolizovaná energie
NE	MJ/den	Non-metabolise energy	Nemetabolizovaná energie
MVR	m3/hod	Minimum ventilation rate	Minimální ventilační intenzita
UPR	°C	Upper Critical Temperature	Horní kritická teplota
LCT	°C	Lower Critical Temperature	Dolní kritická teplota
DW=Tdp	°C	Dew-point	Rosný bod
H=Mz	Kg	Weight	Hmotnost
Y	MJ/den	Daily energy intake	Denní příjem energie
Ta	°C	Ambient temperature	Okolní teplota
ETH	kJ/kg BW 0,75/°C	Heat factor additional energy production	Faktor produkce tepla produkovaného v chladu navíc
HP	kJ	Heat production	Produkce tepla
EET	°C	Effective environmental temperature	Efektivní teplota
Tde	°C	Evaporative temperature	Teplotní rozdíl z evaporace
Tw	°C	Wind chill temperature	Teplotní rozdíl z ochlazení prouděním vzduchu
V	m/sec	Air speed	Rychlost proudění vzduchu
B	.	Biological production	Biologická produkce
VMIN	m ³	Min. air volume	Minimální objem vzduchu
VMAX	m ³	Max. air volume	Maximální objem vzduchu
BW	kg	Body weight	Tělesná hmotnost
HIS	.	Heat stress index	Teplotní stresový faktor
WCI	.	Wind chill index	Index proudění vzduchu

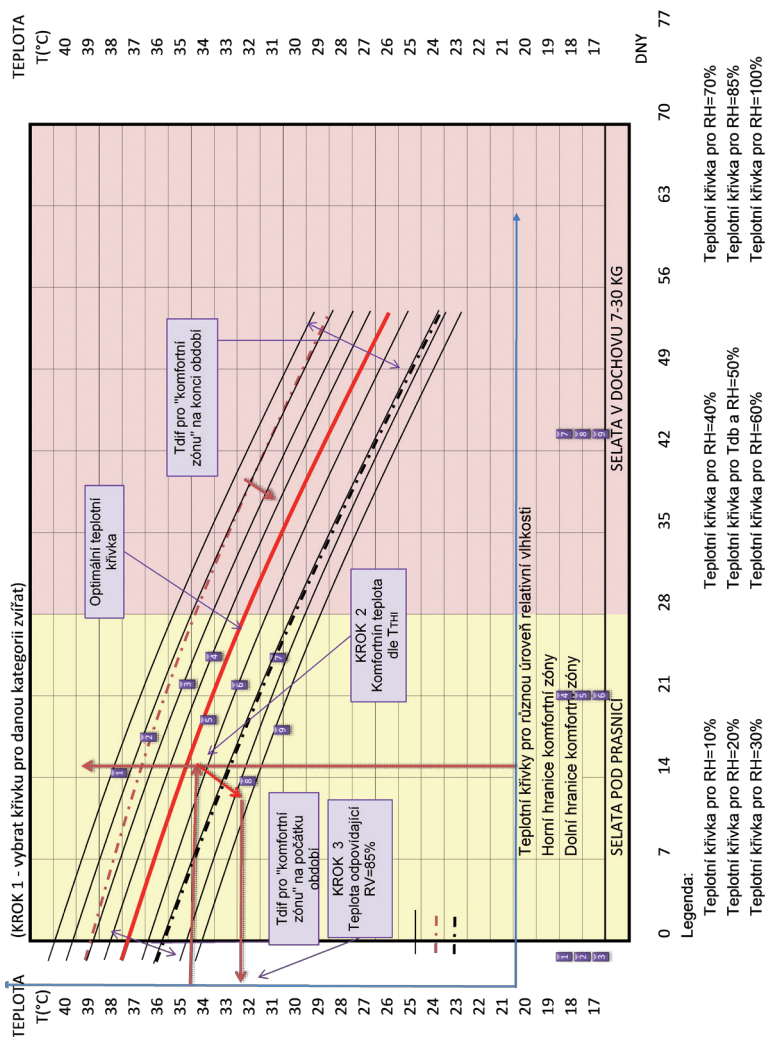
Přílohy:

Příloha 1. Doporučené křivky TTHI

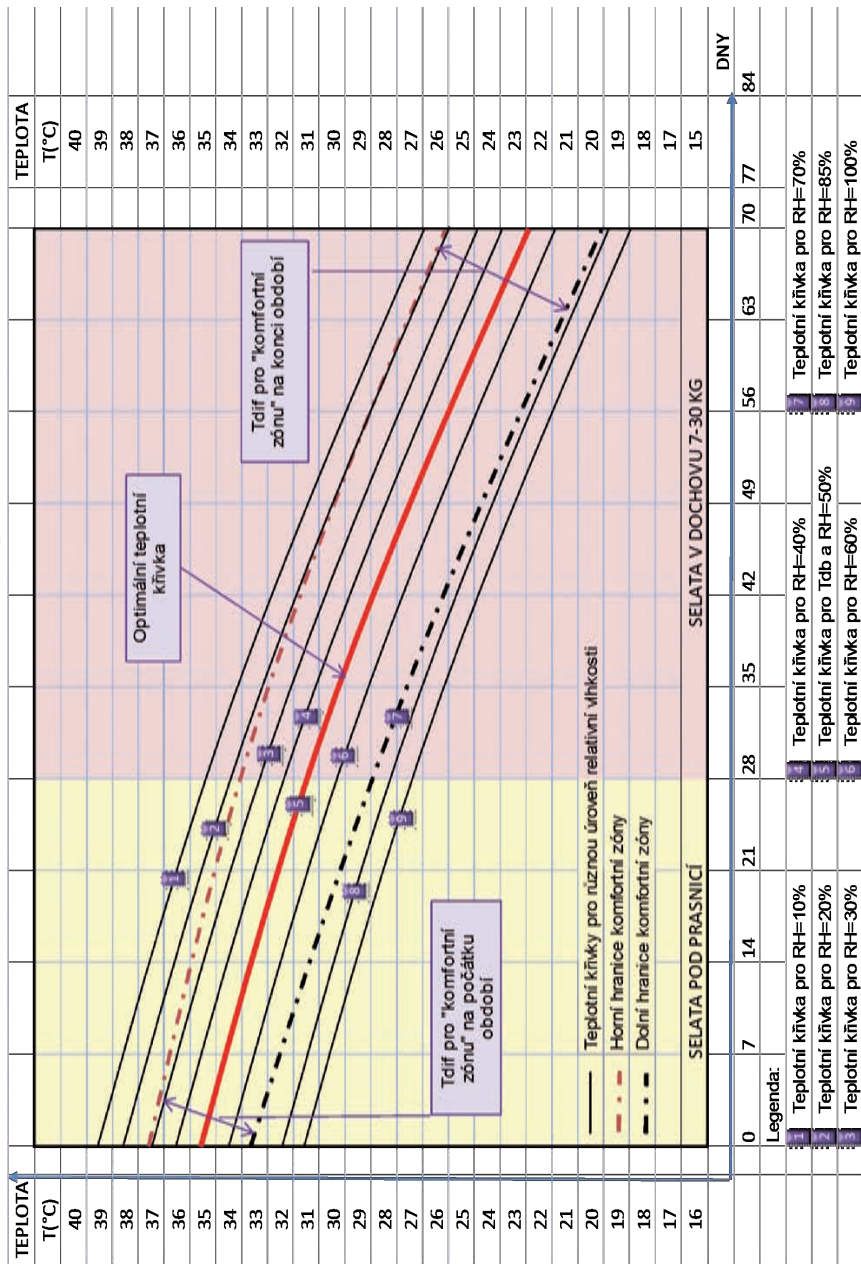
Níže jsou uvedeny následující schémata

- návod na práci s grafy,
- graf TTHI pro odchov selat,
- graf TTHI pro výkrm prasat,
- graf TTHI pro prasníčky a prasnice.

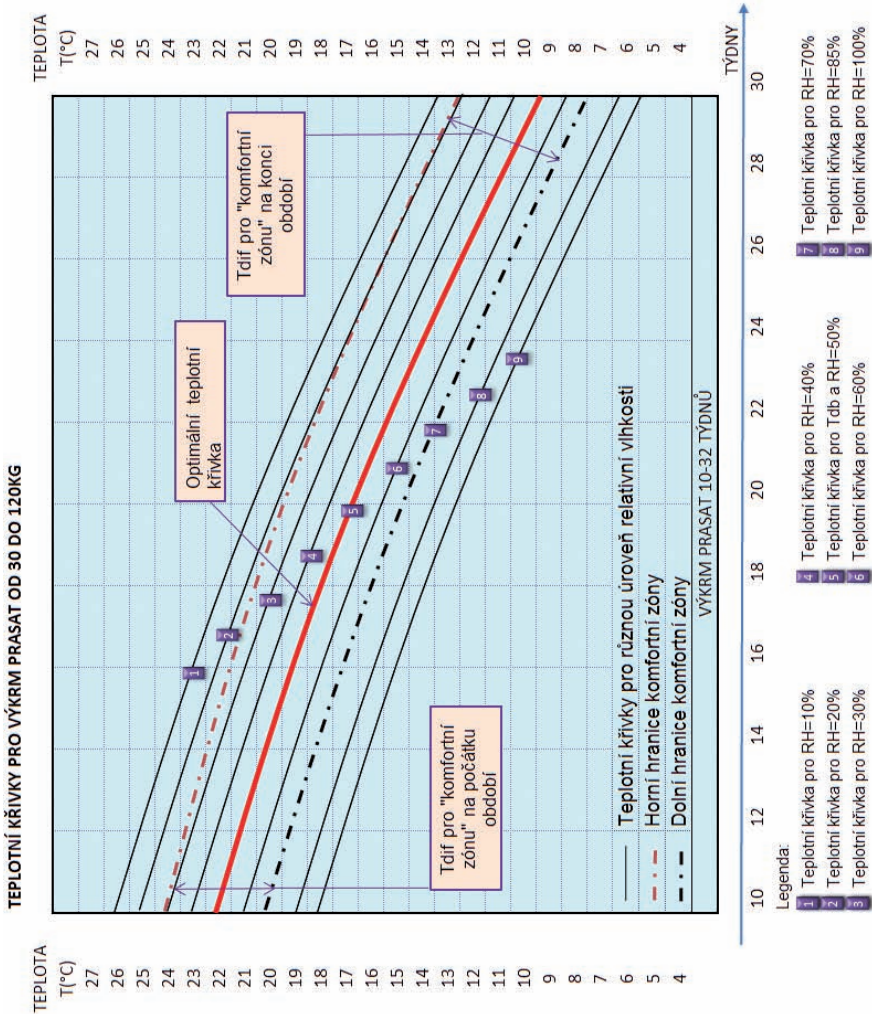
Graf 2. Návod na práci s grafy - příklad práce s pomůckou - teplotní křivky pro selata od narození do 30-35kg



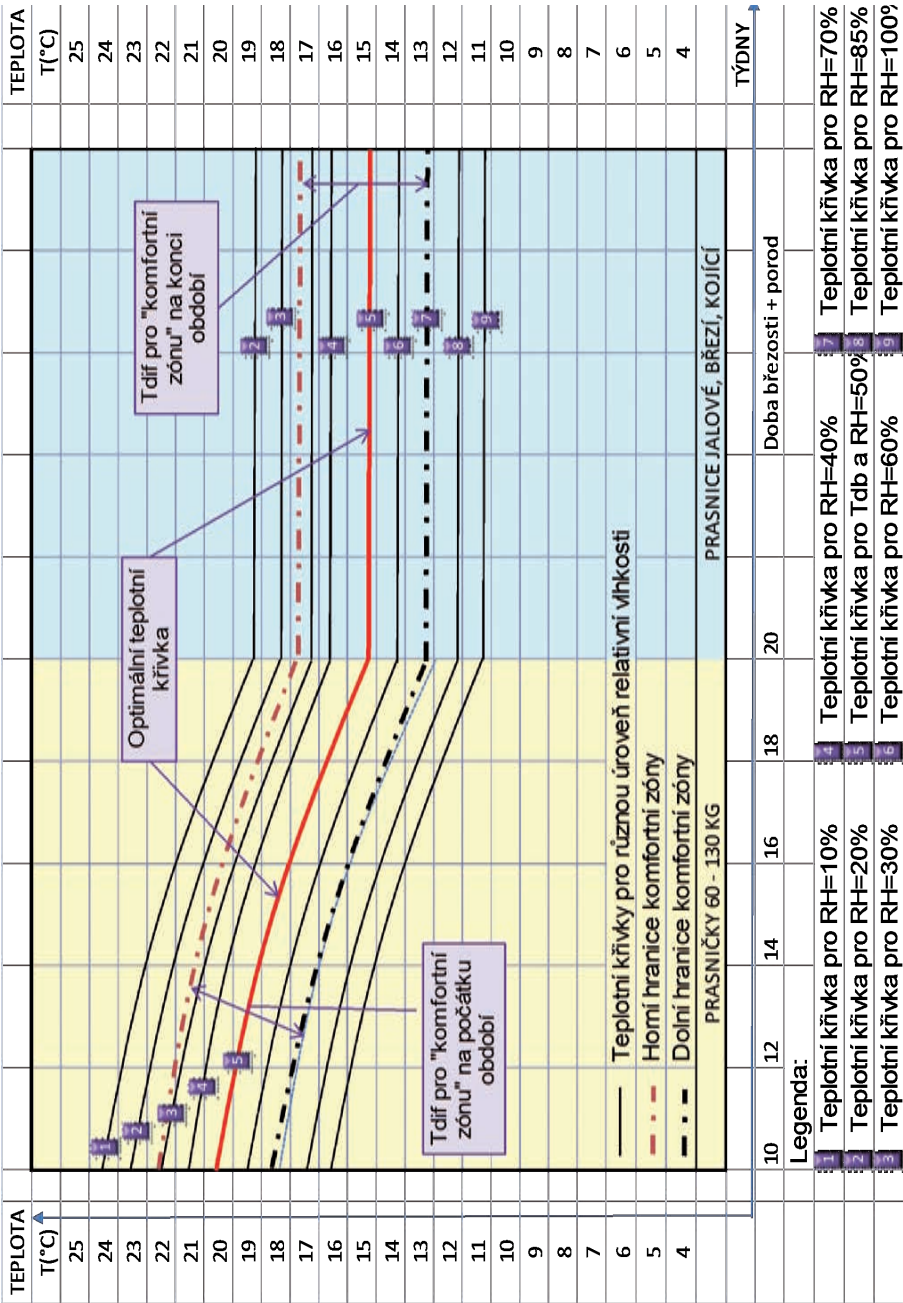
Graf 3. Teplotní křivka pro selata od narození do 30-35 kg pro RVINT=0-100%



Graf 4. Teplotní křivka pro výkrm prasat od 30 do 120 kg pro RVINT=0-100%



Graf 5. Teplotní křivka pro prasníčky od 60 kg a prasnice pro RVINT=0-100%



Název: Stanovení a optimalizace mikroklima v chovu prasat II

Autor: Doc. Ing. Roman Stupka, CSc.
Ing. Karel Líkař, Ph.D.
Doc. Ing. Michal Šprysl, CSc.
Ing. Jaroslav Čítek, PhD.

Technická spolupráce: Ladislav Šedivý

Vydal: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových
a přírodních zdrojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 Suchdol

Tisk: Copy Centum Powerprint, Kamýcká 1219, 165 21 Praha 6 Suchdol

Náklad: 50 ks

Vydáno bez jazykové úpravy

ISBN 978-80-213-2401-5