

Česká zemědělská univerzita v Praze

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2012

Bc. Martin DĚDEČEK

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Samočinné větrací systémy

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Miroslav Přikryl, CSc.

Autor práce: Bc. Martin Dědeček

Praha 2012

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Miroslava Přikryla, CSc. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Podbořany, 27. března 2012

Bc. Martin DĚDEČEK

Abstrakt: Cílem diplomové práce bylo zhodnocení a možnosti použití samočinného větracího systému s praktickým návrhem na rekonstrukci objektu. V kapitole „Přehled poznatků z literatury“ jsou obecně popsány konkrétní zařízení určené k zajištění větrání. V kapitole „Výchozí podmínky podniku, postupy a metody řešení“ je zhodnoceno umístění podniku a klimatické podmínky, velikost stáje v závislosti na počtu umístěných zvířat, faktory ovlivňující vzduch ve stáji, zhodnocení stávající budovy a větracího systému – postupy a metody řešení. V kapitole „Návrh řešení a dosažené výsledky“ je zpracováno konkrétní řešení a hrubé náklady pro pořízení ventilačních turbín, zavírání prostoru okenního otvoru od parapetu směrem nahoru pod střechu, zavírání otvoru (vrata) směrem od střechy dolů a dosažené výsledky. Práce je ukončena diskusí a závěrem o dané problematice.

Klíčová slova: ventilační stěna, ventilační turbína, velkoobjemové ventilátory

Automatic ventilation systems

Summary: The aim of this diploma thesis was to evaluate the possibility of using a self-ventilation system with a practical proposal for the reconstruction. In the chapter "Overview of findings from the literature" are generally described specific device intended to provide ventilation. In the chapter "Starting business conditions, procedures and methods of solution" is evaluated business location and climatic conditions, the size of the stable, depending on the number of mounted animals, factors affecting the air in the barn, evaluation of current buildings and ventilation systems -procedures and methods of solution. In the chapter "The proposed solution and the results achieved" concrete solution is processed and gross acquisition costs for ventilation turbines, closing the window opening area of the sill up under the roof, closing the opening (doors) away from the roof down and the results obtained. The work is completed and the conclusion of discussions on the subject. This diploma thesis is concluded with discussion about certain problems together with its summary.

Key words: wall ventilation, ventilation turbine, volume fans

Obsah:

1. Úvod	1
2. Přehled poznatků z literatury	2
2.1 Obecné informace a základní pojmy	2
2.2 Výběr základních legislativních požadavků	4
2.3 Obvodový plášť -ventilační stěna, protiprůvanové rolety	6
2.4 Meteostanice	10
2.5 Hřebenová větrací štěrbiná	11
2.6 Ventilační turbíny	13
2.7 Velkoobjemové ventilátory	14
2.8 Zmlžovače	17
2.9 Střešní konstrukce a izolace	18
3. Výchozí podmínky podniku, postupy a metody řešení	19
3.1 Umístění podniku a klimatické podmínky	19
3.2 Velikost stáje v závislosti na počtu umístěných zvířat	20
3.2.1 Objem stájových objektů	21
3.2.2 Počet kusů v závislosti na hmotnosti	22
3.2.3 Výsledný poměr objemu vzduchu v závislosti na živé hmotnosti	23
3.3 Faktory ovlivňující vzduch ve stáji	24
3.4 Zhodnocení stávající budovy a větracího systému – postupy a metody řešení	25
3.4.1 Konstrukční řešení střechy – metody řešení	26
3.4.2 Bok stavby (vrata, okna) – metody řešení	32
3.4.3 Štít stavby (vrata) – metoda řešení	39
4. Návrh řešení a dosažené výsledky	40
4.1 Návrh ventilačních turbín	42
4.2 Návrh zavírání prostoru okenního otvoru od parapetu směrem nahoru pod střechu	43
4.3 Návrh zavírání otvoru (vrata) směrem od střechy dolů	44
4.4 Dosažené výsledky	44
5. Diskuze a závěry	46
Seznam použité literatury:	47
Seznam obrázků:	49

1. Úvod

V řadě evropských zemí sílí tlak veřejnosti na chovatele hospodářských zvířat v souvislosti s dodržováním podmínek welfar a ochranou proti týrání. Tím že člověk vyloučil zvířata z jejich přirozeného prostředí, musí na sebe přijmout odpovědnost za vytvoření podmínek odpovídajících jejich přirozeným nárokům a požadavkům.

Pro úspěch chovatelské činnosti je zásadní dodržení čtyř faktorů:

- plemeno
- krmení a výživa
- prostředí
- člověk (chovatel)

Z hlediska welfar by bylo ideální, kdyby se zvířata mohla chovat v „prostředí“ s optimální teplotou zamezující tepelnému stresu. Jedním z prostředků, jak se přiblížit k těmto podmínkám, může být návrh samočinných větracích systémů, které jsou zhodnoceny v této práci. Další tři faktory zde nejsou hodnoceny.

V této práci jsou nejdříve popsány a zhodnoceny druhy ventilačních systémů - hřebenová větrací štěrbinová, ventilační turbína, ventilační stěna, protiprůvanové rolety, velkoobjemové ventilátory atd., které nám v kombinaci tvoří jeden celek. Dále je zde zhodnocen výchozí stav podniku a proveden návrh rekonstrukce stávajícího objektu pro chov zvířat, se zaměřením na ventilační systém v objektu v závislosti na finanční náročnosti navrženého projektu.

2. Přehled poznatků z literatury

2.1 Obecné informace a základní pojmy

Vhodné prostředí v halách pro živočišnou výrobu je jedním z parametrů, které nám pomáhá zajistit celoročně maximální produkci. Základním parametrem pro prostředí ve stáji je „*stájový vzduch*“. Jedná se o směs plynů, vodní páry a příměsí v prostoru, kde se nachází zvířata.

Stav stájového vzduchu je charakterizován:

- teplotou vzduchu
- relativní vlhkostí v daném prostoru
- rychlostí proudění vzduchu v hale / halách
- složením a obsahem příměsí ve vzduchu - jedná se zejména o plyny, prach, mikroorganismy

Pro odstranění příměsí ze vzduchu se vychází z předpokladu, že při větrání s výkonem větším než je nutný pro odvod CO₂ (oxid uhličitý), se odvedou i ostatní škodliviny obsažené ve vzduchu na požadované (nezávadné) koncentrace.

Bilance oxidu uhličitého: součet hmotnostních toků oxidu uhličitého do stáje přiváděného, ve stáji vznikajícího (kladné složky) a ze stáje odváděného (záporné složky); v ustáleném stavu je nulová. [ČSN 73 0543-2, 1997]

V celém prostoru haly je ideální udržovat konstantní hodnoty stavu vzduchu, teploty a relativní vlhkosti za dodržení ostatních podmínek, ale v reálném prostoru musíme připustit určité rozdíly, např. prostor pod stropem, kdy teplejší vzduch stoupá vzhůru; v prostoru přiváděného vzduchu.

Bilance vodní páry: součet hmotnostních toků vodní páry do stáje přiváděné, ve stáji vznikající (kladné složky) a ze stáje odváděné (záporné složky) při provozní teplotě; v ustáleném stavu je nulová. [ČSN 73 0543-2, 1997]

Pokud se budeme bavit o **přiváděném vzduchu**, jedná se o veškerý vzduch, který proudí do prostoru. Obvykle tvoří proud čerstvého vzduchu nebo směsi vzduchu čerstvého s oběhovým (oddělená část odváděného vzduchu, která se vrací zpět do haly). Zbývající část odváděného vzduchu je odpadní, který je odváděn z větraného prostoru do venkovního prostředí mimo halu. **Odpadní vzduch** může být také veškerý vzduch odváděný z haly.

Větrání stájového prostoru může být zajištěno přirozenou výměnou vzduchu nebo nucenou výměnou vzduchu, která je potřebná k dosažení požadovaného stavu stájového vzduchu. Při větrání stájového prostoru dochází zejména k tepelným ztrátám, dále se při navrhování uvažuje se ztrátami u prostupu konstrukcí. Naopak tepelné zisky vznikají především ve stájovém prostoru nebo se jedná o ohřev budovy z okolních prostor. Tepelný zisk je dán zejména biologickou produkcí. (*Biologická produkce*: celková produkce tepla, vlhkosti a plynů působící na stájový vzduch způsobená ustájenými zvířaty, jejich exkrementy a stájovým prostředím; výpočtové hodnoty jednotlivých složek jsou závislé na druhu, kategorii a hmotnosti zvířat, technologii ustájení a stavu stájového vzduchu. [ČSN 73 0543-2, 1997]) Další zisky jako například technologická zařízení, osvětlení atd. se při návrhu a výpočtech přehlížejí, pokud nejsou významným zdrojem tepla. *Z toho vyplývá, že tepelné ztráty větráním nahrazuje dodané teplo, které musí ohřát čerstvý vzduch na teplotu vnitřního vzduchu.* Větrání stájového prostoru nám zajišťuje soubor prvků /zařízení/, které budou popsány v následujících kapitolách.

Zařízení k vytápění je soubor prvků kryjící schodek v tepelné bilanci vnitřního prostoru. K energetické úspoře je možno dále využít rekuperaci tepla neboli zařízení pro zpětné získávání tepla. Jedná se o zařízení s výměníky tepla, která slouží ke zpětnému získání tepla z odváděného vzduchu jeho ochlazováním, například pro částečný ohřev přiváděného vzduchu. **Průtok vzduchu zařízením** je množství vzduchu, které zařízení vymění za jednotku času mezi halou (stájí) a jejím okolím, jedná se o přiváděný vzduch, odváděný vzduch a venkovní vzduch. S tím souvisí požadavek na **intenzitu výměny vzduchu**, který lze spočítat jako podíl hodinového objemového průtoku přiváděného vzduchu a vnitřního objemu prostoru (haly) – jeden z důležitých parametrů pro výsledný návrh. **Při správném navržení budovy pro ustájení skotu a počtu ustájených zvířat není zapotřebí řešit vytápění budovy případně rekuperaci tepla. Dostatečným tepelným zdrojem budou ustájená zvířata a sluneční záření.**

U otevřených prostorů se nepředpokládá v zimním období dodržení parametrů stájového vzduchu, ale je zde nutné zajistit ostatní provoz objektu proti zamrznutí napáječek a přívodního rozvodu (potrubí, nádrže), vhodný způsob odklizení exkrementů, vybavení a zajištění obsluhy dle legislativních požadavků pro práci ve venkovním prostředí.

Rozdělení podle provozů:

Kontinuální provoz: provoz ve stájovém prostoru, při kterém jsou zvířata do stáje zastavována a vyskladňována průběžně. Průměrný stav a průměrná hmotnost zvířat jsou přibližně stálé. Biologická produkce se mění pouze v závislosti na teplotě stájového vzduchu a na technologických přesunech zvířat. [ČSN 73 0543-2, 1997]

Turnusový provoz: provoz ve stájovém prostoru, při kterém jsou zvířata do stáje zastavována jednorázově nebo postupně ve vymezeném krátkém časovém úseku a vyskladňována jednorázově. Biologická produkce se mění také v závislosti na změně hmotnosti zvířat v důsledku jejich růstu, popř. se změnou reprodukčního cyklu. [ČSN 73 0543-2, 1997]

2.2 Výběr základních legislativních požadavků

Požadavky na řešení staveb jsou zakotveny v legislativě **Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby** (v platném znění) § 50 a § 51

Vybrané odstavce z §50 Stavby pro hospodářská zvířata:

(1) Technické řešení staveb pro hospodářská zvířata musí umožňovat, aby rychlost proudění, teplota a relativní vlhkost vzduchu, prašnost, koncentrace plynů, osvětlení a hlučnost byly v mezích, které nejsou pro zvířata škodlivé. Pokud nároky na zdraví zvířat vyžadují nucené větrání a úpravu vzduchu, požaduje se nouzový systém, zajišťující jeho dostatečnou výměnu, úpravu a zabudování zařízení pro signalizaci poruchy systému.

(2) Řešení, použité materiály a povrchová úprava staveb, zvláště pak krmné žlaby a další zařízení, s nimiž přicházejí zvířata do styku, nesmí být z hlediska zdraví zvířat závadné. Potrubní rozvod studené vody nemusí být tepelně izolován s výjimkou zabránění zamrznutí.

Všechny prvky a části staveb pro ustájení zvířat musí být řešeny a udržovány tak, aby se zamezilo zranění zvířat.

(4) Stavby pro chov hospodářských zvířat bez možnosti přirozené výměny vzduchu a přirozeného osvětlení musí mít zabezpečenou plynulou dodávku elektrické energie doplněnou nouzovým zdrojem. Výkon nouzového zdroje elektrické energie se stanoví individuálně na navržený technologický systém a technické vybavení pro zachování nejdůležitějších životních funkcí. [Vyhláška č. 268/ 2009 Sb.]

Požadavky na ochranu zvířat proti týrání neboli základní podmínky chovu určuje **Zákon 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání** (v platném znění) § 12a) odst. (3), (4); tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství: *Směrnice Rady 98/58/ES ze dne 20. července 1998 o ochraně zvířat chovaných pro hospodářské účely.*

(3) Pro zajištění pohody a zdraví hospodářských zvířat v intenzivních chovech, pokud větrání závisí na umělém větracím systému, musí být tento systém vybaven poplašným systémem, který bude varovat při selhání, nebo musí být k dispozici náležitý pomocný systém, který zaručí obnovení větrání. Všechna automatická a mechanická zařízení, která mají podstatný význam pro zdraví a pohodu zvířat, musí být kontrolována alespoň jednou denně. Jsou-li shledány závady, musí být okamžitě odstraněny, nebo není-li to možné, musí být podniknuty náležité kroky k zajištění zdraví a příznivého stavu zvířat.

(4) Hospodářským zvířatům, která nejsou chována v budovách, se poskytuje přiměřená ochrana před nepříznivými povětrnostními podmínkami, predátory a riziky ohrožujícími jejich zdraví. [Zákon č. 246/ 1992 Sb.]

Požadavky na minimální standardy zařízení pro hospodářská zvířata určuje **Vyhláška 208/2004 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat** (v platném znění) §1b, odst. (1)

Vybraný odstavec z § 1b Minimální standardy zařízení pro hospodářská zvířata:

(1) Stáje musí být v souladu s použitou technologií chovu dispozičně, technicky a provozně řešeny tak, aby cirkulace vzduchu, prašnost, teplota a relativní vlhkost vzduchu,

koncentrace plynů, osvětlení a hlučnost byly udrženy v mezích, které nejsou pro zvířata škodlivé. [Vyhláška č. 208/ 2004 Sb.]

2.3 Obvodový plášť -ventilační stěna, protiprůvanové rolety

Systém ventilačních stěn nám nahrazuje klasické větrání okny, vraty. Boční otvory slouží pro přívod čerstvého vzduchu do stáje, který znehodnocený stájový vzduch vytlačí ze stáje a dále je pak částečně odváděn hřebenovou štěrbinou nebo ventilačními turbínami. Technické řešení zabezpečuje vysokou životnost, bezúdržbový provoz a v neposlední řadě velmi snadnou manipulaci při vlastním nastavení. Plachtu lze kombinovat s protiprůvanovou sítí.

Ventilační plachty jsou vyráběny a dodávány na míru podle daného objektu. Ovládání plachet může být jak manuální (na kliku), tak i elektrické s možností dálkového ovládání popř. napojeno na automatický systém regulace v závislosti na venkovní teplotě či intenzitě větru.

Každá ventilační nebo rolovací stěna musí být opatřena ochranou před zvířaty. Ochranou je myšleno zamezení přístupu k plachtě např. kovovou branou, hrazením, volným prostorem.

Ventilační stěna

Zavírání boků haly směrem od podlahy haly ke střeše (viz obr. 2.1).

Konstrukce je provedena tak, že zdvihací lanové mechanismy jsou umístěny pod střechou haly a vytahují plachtu, která je složena u podlahy haly na fošně nebo narolována na válci, směrem ke střeše. Plachty se pohybují mezi lanovody (zezadu a zepředu plachty), které vymezují její průhyb vlivem tlaku vzduchu. Starším provedením je vymezením průhybu plachty. [Preisler V., 2011]

Obr. 2.1 Zavírání boků haly směrem od podlahy haly ke střeše



Zdroj: <http://ztkveton.cz/sites/default/files/oli%2026.jpg>

Rolovací stěna

Zavírání boků haly směrem od střechy dolů (viz obr. 2.2).

Jde o systém, kde je celá mechanika, včetně plachet schována pod střešou (boky haly jsou otevřeny). Otvor boků haly se zavírá od střechy směrem dolů k podlaze haly. Plachty se opět pohybují mezi opěrnými lany a jsou navinuty na válce schované pod střešou. Výhodou je dlouhodobá životnost a čistota plachet. [Preisler V., 2011]

Obr. 2.2 Zavírání boků haly směrem od střechy dolů



Vrata pro vjezd do stáje

Nahrazují se klasická křídlová vrata dříve hojně používaná ve stájích za rolovací a tvoří prvek ventilace stáje. Mohou být manuálně ovládaná a to pomocí kliky či řetízkové převodovky, nebo s elektrickým pohonem s možností dálkového ovládní. Rolety jsou vyráběny podle konkrétního rozměru stavebního otvoru. Je také možno vyrobit vrata z protiprůvanové sítě, nebo ji kombinovat s plachtou. Uvnitř objektu za rolovacími vraty nachází-li se přímo stáj, je nutné doplnit kovovou branou k zamezení úniku zvířat, jak je zobrazeno na obrázku (viz obr. 2.3).

Obr. 2.3 Rolovací vrata s kovovou branou k zamezení úniku zvířat



Zdroj: http://www.haze.cz/images/foto/rolovaci_vrata_rucni3.jpg

Protiprůvanové sítě

Sítě slouží pro zabezpečení správného větrání stáje a nahrazují rovněž zčásti obvodové stěny stáje. Propustnost zmiňovaných sítí je až 80 % pokud jsou udržovány v čistotě (viz obr. 2.4).

Obr. 2.4 Protiprůvanové sítě



Zdroj: <http://ztkveton.cz/sites/default/files/oli%2030.jpg>

2.4 Meteostanice

Meteostanice je plně automatický elektronický systém ovládající větrání, který umožňuje bezobslužné otevírání a zavírání stáje v závislosti na počasí. Zamezuje tepelnému šoku a brání průvanu, což podstatně zvyšuje komfort ustájeného skotu. Systém reaguje na intenzitu větru, teplotu, déšť a umožňuje větrání úplné nebo částečné v několika krocích. [Haze s.r.o.]

2.5 Hřebenová větrací štěrbina

Jedná se o jednoduché zařízení, které nám slouží k přirozenému odvětrání hal / stájových prostor (viz obr. 2.5) a je základem každé stáje.

Výhodou tohoto systému je:

- bezproblémový provoz
- stálé bezprůvanové větrání
- při navržení průhledné krytiny dochází k přirozenému osvětlení haly (viz obr. 2.6) oproti přístupu denního světla s klasickými okny
- snížení nákladů na zhotovení při rekonstrukci zastřešení objektu
- šetří energii na provětrávání

Hřebenové větrací štěrby lze rozdělit podle provedení:

- bez regulace větrací štěrby
- s regulací větrací štěrby např. pro odvětrání čekáren před dojením.

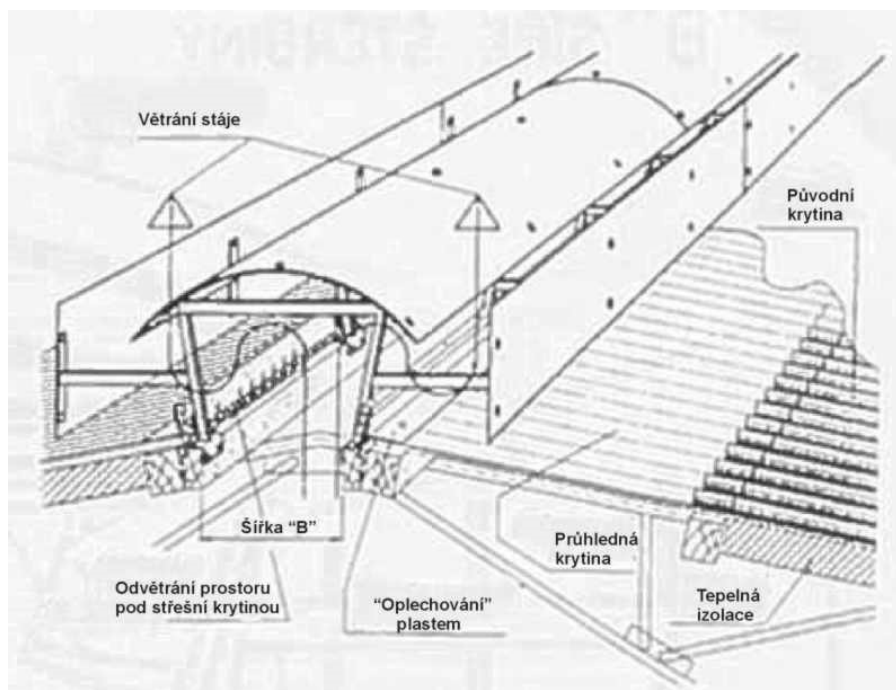
Konstrukční provedení je navrženo na konkrétní objekt. Šířka štěrby se pohybuje od 400 mm do 1400 mm a délka je neomezená (limitující je pouze délka objektu). Boční deflektory jsou navrhovány tak, aby co nejučinněji napomáhaly odtahu vzduchu zevnitř stáje a naopak zamezovali pronikání dešťových srážek dovnitř stáje.

Výkon ventilační štěrby je závislý na natočení haly vůči převládajícímu větru. Maximální výkon je dán polohou haly tak, aby vítr působil do boku haly.

Při návrhu hřebenové větrací štěrby platí obecné pravidlo:

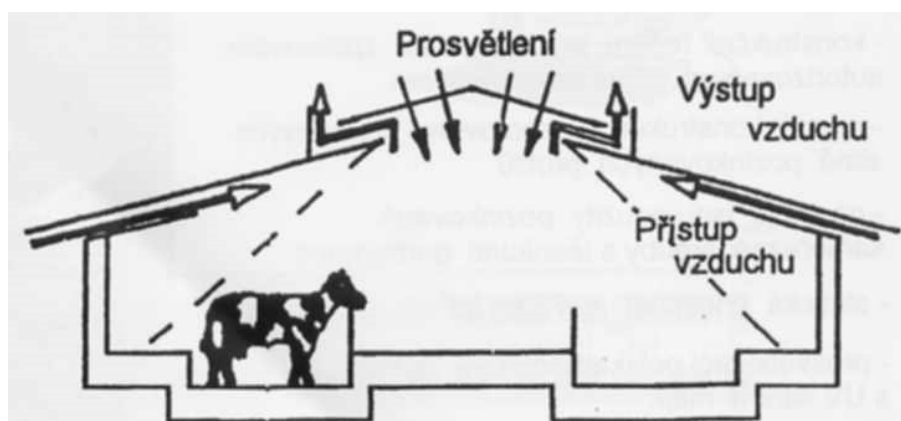
1 m rozponu stáje = minimálně 0,025 m šířka otvoru štěrby. [Best-Cover s.r.o., 2010]

Obr. 2.5 Řez hřebenovou větrací štěrbinou



Zdroj: <http://www.brunnthaller.com/cs/produkty-a-sluzby/detail-hrebenova-ventraci-sterbina/>

Obr. 2.6 Přirozené osvětlení haly při použití průhledné krytiny u hřebenové větrací štěrbině



Zdroj: <http://www.brunnthaller.com/data/images/katalog/prov-sterbina-schema-2.jpg>

2.6 Ventilační turbíny

Ventilační turbíny nám zajišťují další způsob přirozeného větrání stájí, hal a dalších zemědělských prostor. Jako první výhodou se jeví šetření energie při provětrávání navrhovaného prostoru, jelikož není zapotřebí dodání elektrické energie.

Turbína pracuje na principu přirozené proudění vzduchu, který roztáčí lopatky turbíny. Při rotaci se vytváří na závětrné straně podtlak, který způsobí nasátí vzduchu z vnitřku objektu. Dále činnosti turbíny napomáhá rozdíl vnitřní a venkovní teploty a komínový efekt (jedná se především o přirozené stoupání teplejšího vzduchu vzhůru a v případě dlouhého potrubí vzniká komínový efekt a tím ventilační turbína zajistí prakticky trvalé přirozené odvětrání).

Turbíny využíváme všude tam, kde je potřeba zajistit odtah vlhkosti, škodlivin jako je např. oxid uhličitý, čpavek nebo zbavení se zápachu a snížení tepelné zátěže uvnitř objektu.

Instalace turbíny do stávajících /nových objektů je velice jednoduchá a lze ji instalovat na jakýkoliv typ střechy bez velkých zásahů do konstrukce (viz obr. 2.7). Oproti hřebenovým štěrbinám, kde je instalace složitější v případě stávajících budov.

Obr. 2.7 Ukázka ventilační turbíny zabudované ve střeše



Zdroj: <http://www.best-cover.cz/ventilace/ventilacni-turbiny.html>

Velkou výhodou je také skutečnost, že hřebenová štěrbinová spolehlivě funguje pouze za předpokladu, že vítr fouká kolmo na její deflektory (následkem čehož za nimi vzniká podtlak), kdežto u ventilačních turbín je naprosto jedno, z které strany vane. [Best-Cover s.r.o., 2010]

Zmiňované systémy, které pracují na principu přirozeného větrání a komínového efektu nám napomáhají také v případech, kdy vznikne v objektech požár. Následně dochází k odvětrávání prostorů od kouře a zplodin hoření. Tím dochází k ulehčení zásahu Hasičského záchranného sboru se spoluprácí zaměstnanců (chovatelů) při evakuaci zvířat. Jedná se pouze o podpůrné zařízení při požárech, na které se při záchraně nesmíme spoléhat.

2.7 Velkoobjemové ventilátory

Ventilátory jsou speciálně navrženy do hal (stájí) pro hospodářská zvířata. V návrhu se zaměřujeme na dostatečné proudění vzduchu, výměnu vzduchu v daném prostoru a chladící účinek.

Správný návrh nám poskytuje pomocí přesných výpočtů, parametry pro konkrétní halu.

- ***správné umístění ventilátorů***
do jaké výšky budou ventilátory umístěny, možnost upevnění ventilátoru, vzájemnou vzdálenost a směr proudu vzduchu (viz obr. 2.8)
- ***vhodný počet ventilátorů***
zde se jedná o závislost na velikosti haly a potřebný objem dodaného /proudícího vzduchu
- ***druh ventilátorů***
výkon ventilátoru; možnost upevnění doplňkových zařízení nebo součást ventilátorů např. zmlžovače; typu vertikálních a horizontálních ventilátorů

Ovládací čidla lze použít na regulaci podle teploty a vlhkosti. Řídící jednotky umožňují napojení kontrolních a poplachových přístrojů (alarm), nasávacích klapek, topení, zvlhčování, chlazení apod., k řízení celkového klimatu v objektu.

Obr. 2.8 Umístění vertikálního ventilátoru na konstrukci



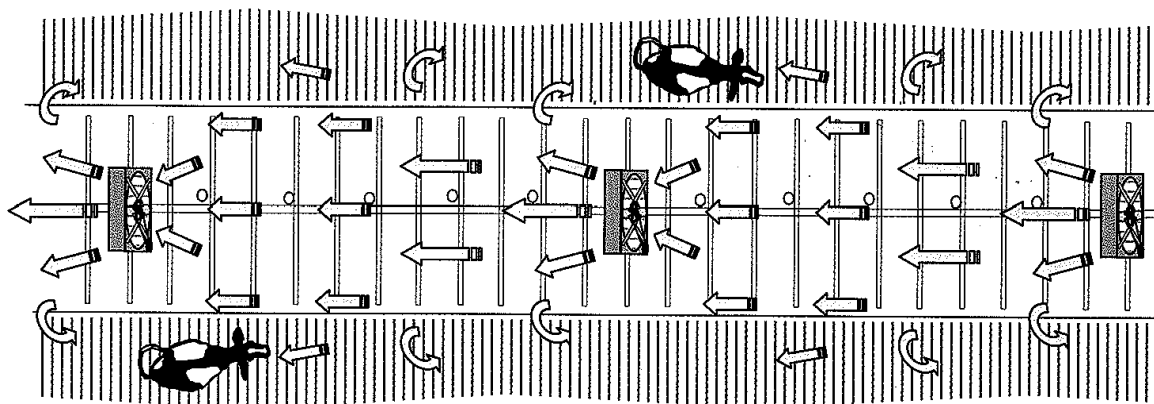
Zdroj: <http://www.brunnthaller.com/data/images/katalog/velkoobjem-ventilatory-2.jpg>

Vertikální ventilátory:

U vertikálních ventilátorů probíhá ventilace stáje většinou v podélném směru (viz obr. 2.9). Proto vhodné umístění ventilátorů je do haly, kde je možné provést otevření vrat (otvorů) ve štítové konstrukci na obou stranách s dosažením co největší otevřené plochy. Naopak boční otvory se snažíme uzavřít a utěsnit (okna, dveře, stěnové rolety).

Díky vytvoření těchto podmínek můžeme pokračovat v dalším návrhu. Počet ventilátorů, výkon ventilátorů, umístění ventilátorů atd. Nejvhodnějším umístěním se jeví střed haly, kde musí být pevná konstrukce k upevnění ventilátoru a přívod elektrické energie. Doporučuje se proud vzduchu z ventilátoru směřovat s převládajícím směrem větrů ve venkovním prostředí, aby podporoval výměnu vzduchu ve stáji. Při splnění této podmínky bude vzduch na jedné štítové straně vstupovat, zároveň bude nasáván přes ventilátory umístěné v hale a vytlačován na druhé štítové straně do venkovního prostředí.

Obr. 2.9 Půdorysný příklad zavěšení vertikálních ventilátorů nad lehacím dvojboxem



Zdroj: HAVLÍK, Vlastimil. Možnosti ventilace stájí pro dojnice. *Chov skotu*, 2011 – červen, č. 3, s. 27.

Horizontální ventilátory:

Na rozdíl od vertikálního ventilátoru je zde potřeba zajistit co největší počet otevřených ploch jak ve štítové konstrukci, tak i v boční konstrukci. Dalším rozdílem je dostatek prostoru pod stropem k zavěšení horizontálního ventilátoru, který má větší průměr (cca 4 až 7 m). Proud vzduchu je rovnoměrný, který se šíří všemi směry (viz obr. 2.10).

Výhodou tohoto systému je výměna velkého objemu vzduchu v celém prostoru, menší náklady na elektrickou energii v poměru na objem vyměněného vzduchu, případně rychlé osušení podlah, v zimním období dochází k promíchání teplejšího vzduchu pod střechou se vzduchem u země.

Obr. 2.10 Zobrazení proudu vzduchu u horizontálního ventilátoru



Zdroj: HAVLÍK, Vlastimil. Možnosti ventilace stájí pro dojnice. *Chov skotu*, 2011 – červen, č. 3, s. 27.

2.8 Zmlžovače

K úpravě stájového klimatu jsou určeny nejen velkoobjemové ventilátory, ale i zmlžovače jako doplňková součást zařízení k vytvoření jemné mlhy. Zmlžovačem lze upravit stájové prostředí tak, aby se zvířata nepřehřívala, mohla se u nich projevit vysoká užitkovost a nenarušila se reprodukce. Proto bývají součástí ventilátoru stacionární zmlžovače v podobě vysokotlakých rozvodů a zmlžovacích trysek nebo mobilní zmlžovač s rotační hlavicí (viz obr. 2.11). Volba odlišných technologií závisí na místním principu použité vzduchotechniky. Dosavadní praxe prokázala, že přehřátím zvířat se snižuje užitkovost až o deset procent a proto těmto negativním dopadům chceme zabránit.

Obr. 2.11 Ochlazování vzduchu ve stáji - zmlžováním



Zdroj: <http://www.brunnthaller.com/cs/produkty-a-sluzby/detail-zmlzovac/>

2.9 Střešní konstrukce a izolace

Pro návrh vhodné ventilace do stájových objektů je důležité zhodnotit stav střešní konstrukce u stávajících objektů, případně provést vhodný návrh střešní konstrukce u nových objektů. Izolace střechy je důležitá hlavně v letních měsících, kdy se do střech opírá slunce a tím ji zahřívá. Na vnitřní prostředí stájových objektů se vztahují technické normy, kde je i zahrnuta část na střešní konstrukce pro navrhování.

E.2.1 Jednoplášťové a nevětrané střešní konstrukce jsou pro stájové objekty nevhodné a nedoporučuje se je navrhovat.

E.2.2 Podhled střešní a stropní konstrukce nad prostorami stájového objektu má být v maximální míře rovinný (bez výstupků) a hladký, aby nebylo bráněno volnému proudění vzduchu podél podhledu, což snižuje kondenzaci.

E.2.3 Při ověřování kondenzace vodních par uvnitř konstrukce musí být vždy uvažováno i s vlivem spárové difuze vodních par (montované konstrukce, konstrukce z dílců). [ČSN 73 0543-1, 1998]

Vyloučení povrchové kondenzace vodních par přichází v úvahu zejména na podhledové ploše nad zónou převážného pobytu zvířat. [ČSN 73 0543-1, 1998]

3. Výchozí podmínky podniku, postupy a metody řešení

3.1 Umístění podniku a klimatické podmínky

Zapsání a registrace aktivního subjektu je podle obchodního rejstříku vedeného Ministerstvem spravedlnosti na internetových stránkách, kde je možné dohledat i historii zavedené společnosti.

Registrace aktivního subjektu:

soud:	Krajský soud v Ústí nad Labem
spisová značka:	C 16579
IČ:	25414925
obchodní firma:	Zápotocký, s.r.o.
právní forma:	Společnost s ručením omezeným
sídlo:	Revoluční čp. 56, 431 56 Mašťov
stav subjektu:	aktivní subjekt
datum zápisu:	9. 3. 2000 [Obchodní rejstřík.cz]

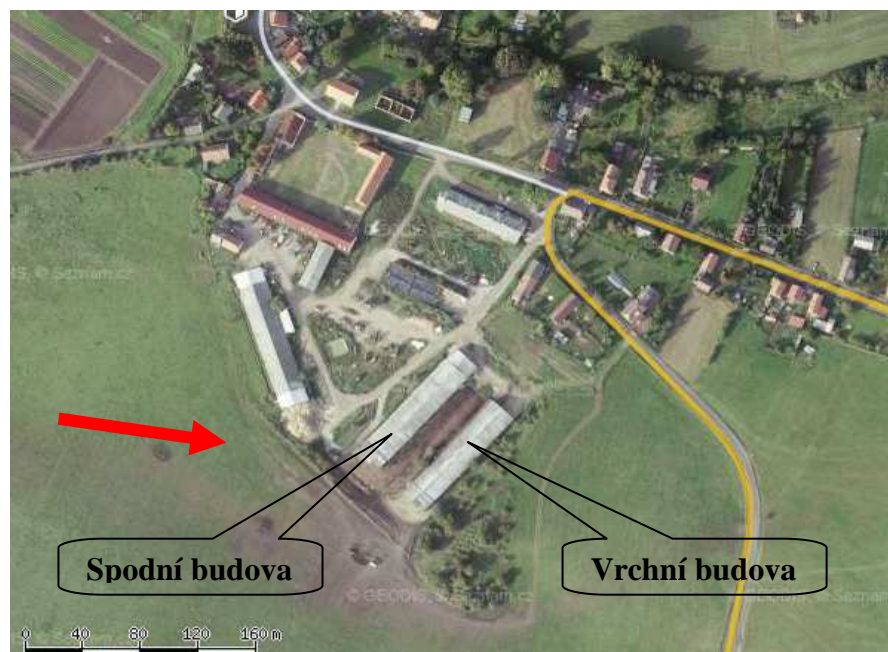
Sídlo firmy a umístění objektu, který budeme řešit, se liší. Zkoumané objekty a návrhy na rekonstrukci v rámci větracího systému leží v obci Podbořanský Rohozec, deset kilometrů západním směrem od Podbořan.

Nadmořská výška: 491 m n. m.

Klimatické podmínky:

V České republice jsou klimatické podmínky ovlivněny výškovou rozmanitostí terénu, ve vztahu k převládajícímu směru větru a teplotě vzduchu (směrem vzhůru klesají průměrné teploty a naopak přibývá srážek). Hory u hranic představují jakési hráze, které brání přesunu atmosférických hmot, které sebou nesou určitý počet tepla a srážek. Vytvářejí tak tzv. srážkové stíny. V našem případě se jedná o Krušné hory, na které navazují Doupovské hory. Obec Podbořanský Rohozec leží na úbočí Doupovských hor, které nám ovlivňují *převládající směr větru, jak je vyznačeno na obrázku červenou šipkou* (viz obr. 3.1).

Obr. 3.1 Podbořanský Rohozec, okres Louny



Zdroj: <http://www.mapy.cz/#x=13.268559&y=50.213315&z=15&l=15>

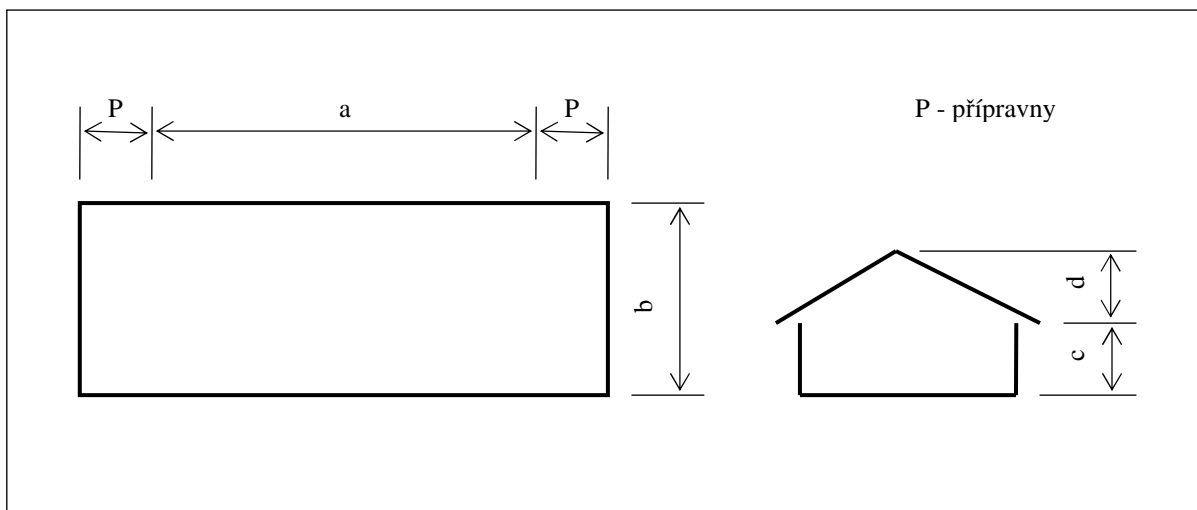
3.2 Velikost stáje v závislosti na počtu umístěných zvířat

Velikost stáje pro dosažení optimálního prostředí pro skot je důležitý. Jedná se o poměr mezi celkovým objemem stáje a zatížením tohoto prostoru zvířaty. V minulosti bylo provedeno několik pokusů a měření těchto prostorů. Postupným měřením se zjistilo, že **poměr min. 6 m³ na 100 kg živé hmotnosti** je pro náš skot, klimatické poměry a navrhnuté stavební konstrukce nejvhodnější. Tento poměr pokud je dodržen nám zaručuje dobré předávání přebytečného tělesného tepla do okolního prostoru ve stáji a zamezuje přehřívání a tepelnému stresu při správném navržení větracího systému a naopak v zimním období dochází k vytápění uzavřené stáje teplem produkovaným zvířaty.

V následujících kapitolách je zhodnocen objem stájových objektů - spodní i vrchní budovy (viz obr. 3.1), počet kusů umístěných v prostoru v závislosti na hmotnosti a výsledný poměr objemu vzduchu v závislosti na živé hmotnosti.

3.2.1 Objem stájových objektů

Obr. 3.2 Velikost stájových objektů



Spodní budova:

Velikost stájového objektu (viz obr. 3.2):

$$a = 70 \text{ m}; \quad b = 25 \text{ m}; \quad c = 3 \text{ m}; \quad d = 2,8 \text{ m}; \quad P = 10 \text{ m}$$

Výpočet objem prostoru, kde se nachází zvířata:

$$V_1 = a \times b \times c = 70 \times 25 \times 3 = 5\,250 \text{ m}^3$$

$$V_2 = b/2 \times d \times a = 12,5 \times 2,8 \times 70 = 2\,450 \text{ m}^3$$

Celkový objem prostoru, kde se nachází zvířata:

$$V = V_1 + V_2 = 7\,700 \text{ m}^3$$

Vrchní budova:

Velikost stájového objektu (viz obr. 3.2):

$$a = 60 \text{ m}; \quad b = 25 \text{ m}; \quad c = 3 \text{ m}; \quad d = 2,8 \text{ m}; \quad P = 10 \text{ m}$$

Výpočet objem prostoru, kde se nachází zvířata:

$$V_1 = a \times b \times c = 60 \times 25 \times 3 = 4\,500 \text{ m}^3$$

$$V_2 = b/2 \times d \times a = 12,5 \times 2,8 \times 60 = 2\,100 \text{ m}^3$$

$$\text{Celkový objem prostoru, kde se nachází zvířata:} \quad V = V_1 + V_2 = 6\,600 \text{ m}^3$$

3.2.2 Počet kusů v závislosti na hmotnosti

Spodní budova:

Průměrný celkový počet ustájených kusů je 200.

Býků

Počet kusů: 80

Průměrná hmotnost jednoho kusu: 680 kg

Celková hmotnost 80 kusů býků: 54 400 kg

Krav

Počet kusů: 90

Průměrná hmotnost jednoho kusu: 560 kg

Celková hmotnost 90 kusů krav: 50 400 kg

Telat

Počet kusů: 30

Průměrná hmotnost jednoho kusu: 150 kg

Celková hmotnost 30 kusů krav: 4 500 kg

Průměrná celková hmotnost živé váhy je: $54\,400 + 50\,400 + 4\,500 = \underline{109\,300 \text{ kg}}$

Vrchní budova:

Průměrný celkový počet ustájených kusů je 120.

Býků

Počet kusů: 85

Průměrná hmotnost jednoho kusu: 680 kg

Celková hmotnost 85 kusů býků: 57 800 kg

Krav

Počet kusů: 35

Průměrná hmotnost jednoho kusu: 560 kg

Celková hmotnost 35 kusů krav: 19 600 kg

Průměrná celková hmotnost živé váhy je: $57\,800 + 19\,600 = \underline{77\,400\text{ kg}}$

3.2.3 Výsledný poměr objemu vzduchu v závislosti na živé hmotnosti

Jak už bylo zmíněno na začátku kapitoly nevhodnější poměr je min. 6m^3 na 100kg živé hmotnosti.

Spodní budova:

Celkový objem prostoru, kde se nachází zvířata:

$$V = 7\,700\text{ m}^3$$

Průměrná celková hmotnost živé váhy je: 109 300 kg

$$7\,700\text{ m}^3 \quad \text{na } 109\,300\text{ kg živé hmotnosti}$$

$$X\text{ m}^3 \quad \text{na } 100\text{ kg živé hmotnosti}$$

$$X = (7\,700 / 109\,300) \times 100 = 7,05\text{ m}^3$$

Výsledný poměr objemu vzduchu v závislosti na živé hmotnosti je $7,05\text{ m}^3$ na 100 kg živé hmotnosti.

Vrchní budova:

Celkový objem prostoru, kde se nachází zvířata:

$$V = 6\,600 \text{ m}^3$$

Průměrná celková hmotnost živé váhy je: 77 400 kg

$$6\,600 \text{ m}^3 \quad \text{na } 77\,400 \text{ kg živé hmotnosti}$$

$$X \text{ m}^3 \quad \text{na } 100 \text{ kg živé hmotnosti}$$

$$X = (6\,600 / 77\,400) \times 100 = 8,53 \text{ m}^3$$

Výsledný poměr objemu vzduchu v závislosti na živé hmotnosti je 8,53 m³ na 100 kg živé hmotnosti.

3.3 Faktory ovlivňující vzduch ve stáji

Stájová teplota a vlhkost:

Při zvažování rekonstrukce a hodnocení stávajícího stavu je nutné se zaměřit na extrémní podmínky, které mohou nastat. Skot lépe snáší chladnější prostředí než vysoké teploty v letním období.

Vysoké teploty v letním období negativně ovlivňují organismus skotu. Ten se působení vysokých teplot brání, což se následně projeví na užitkovosti, reprodukci, zdravotním stavu, odolnosti zvířat atd.

Při **vysokých teplotách** dochází ke vzniku **tepelného stresu** v závislosti na vzdušné vlhkosti ve stáji. Při 40% vlhkosti vzduchu se vznik tepelného stresu projeví při 28°C. Pokud vlhkost vzduchu dosáhne 80%, teplota bude o dost nižší a příznaky stresu začnou už při teplotě 23°C. [Doležal O., 2002]

Při **nízkých teplotách** může dojít k tepelnému stresu za předpokladu vysoké vlhkosti, která snižuje izolační působení srsti při poklesnutí teploty pod -17°C.

Škodlivé plyny a mikroorganismy:

Při dýchání a z výkalů zvířat vzniká velké množství škodlivin.

Jedná se hlavně o škodliviny:

- oxid uhličitý (CO₂),
- čpavek (NH₃),
- metan (CH₄),
- sirovodík (H₂S) atd.

Koncentrace škodlivin ve stáji je závislá na způsobu chovu zvířat, množství ustájených zvířat, pravidelném čištění prostoru od výkalů, skladování kejdy mimo prostor stáje.

U nedostatečného větrání je nebezpečí zvýšení mikroorganismů ve vzduchu a tím může dojít k nekontrolovanému šíření infekcí. Tomuto jevu můžeme zabránit pomocí správného způsobu větrání stáje (výměny vzduchu), kdy se kontinuálně vyměňuje teplý a vlhký vzduch (znečištěný) za suchý a chladný vzduch (čistý).

3.4 Zhodnocení stávající budovy a větracího systému – postupy a metody řešení

Majitelem pozemků a budovy je Pozemkový fond České republiky, z toho vyplívá stav budov a způsob hospodaření. Budovy jsou pronajaty a pro zvýšení produktivity bude provedena rekonstrukce stávajících budov s ohledem na vynaložené finanční prostředky a jejich zhodnocení. Předpokládaná rekonstrukce se týká dvou budov (stájí), které jsou svojí konstrukcí stejné, pouze budova níže uložená je na délku o 10 m delší než vrchní budova, další vybavení je totožné. V první fázi se provede rekonstrukce spodní budovy, kde je ustájeno větší množství kusů zvířat (v následujících kapitolách bude zhodnocen a zpracován návrh rekonstrukce spodní budovy). V druhé fázi dle prostředků by se pokračovalo vrchní budovou.

3.4.1 Konstrukční řešení střechy – metody řešení

Střecha je stavební konstrukce, která ukončuje stavbu shora a chrání ji proti povětrnostním vlivům. V našem případě se jedná o sedlovou střechu, která má zachovalou nosnou konstrukci a střešní krytinu (viz obr. 3.3). Střešní krytina je celistvá a nedochází k pronikání vody do stáje při dešti (sněžení).

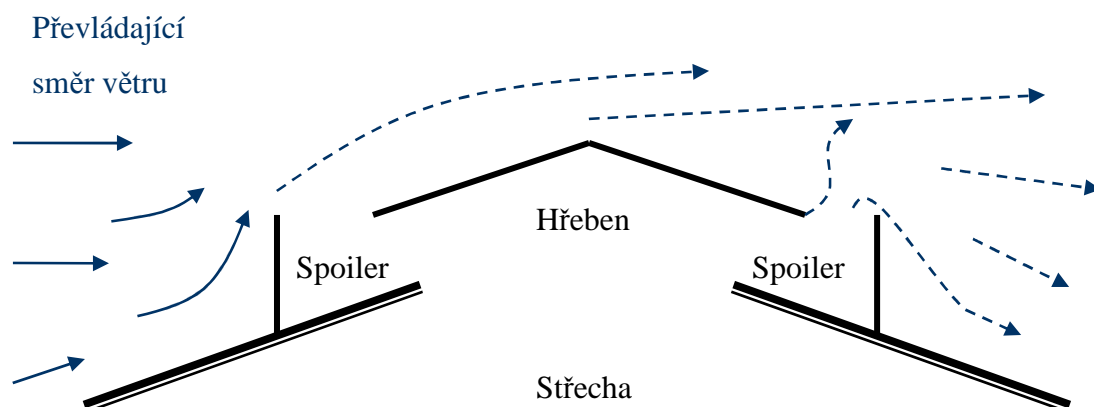
Obr. 3.3 Pohled na objekt určený k rekonstrukci



Hřebenová větrací štěrbin (systém stávajícího větrání)

Hřebenová větrací štěrbin je neudržovaná, postupem času do ní byly zaneseny nečistoty. Z toho vyplývá, že funkčnost hřebenové větrací štěrbin je snížena na minimum. Díky převládajícímu směru větru, který neproudí kolmo na hranu hřebenové štěrbin, nedochází k dokonalému odvětrání a vytváření podtlaku na návětrné a závětrné straně jak je ukázáno na obrázku (viz obr. 3.4)

Obr. 3.4 Hřebenová větrací štěrbinina – správné proudění vzduchu



Ventilační turbíny

Vhodným způsobem větrání stáje se jeví použití ventilačních turbín místo hřebenové větrací štěrbininy. Při použití ventilační turbíny nejsme závislí na směru budovy, jinak řečeno, štítu budovy a umístění hřebenové větrací štěrbininy. Jedná se o důležitý aspekt při návrhu pro rekonstrukci, jelikož v našem případě jsou budovy pootočený oproti převládajícímu větru a nejsou směřovány kolmo. Z toho důvodu je navržená hřebenová větrací štěrbinina nevhodná. Ventilační turbína není závislá na směru větru a i při nízkém proudění nám zajišťuje dostatečné odvětrání stájí.

Tak jak je naznačeno na obrázku (viz obr. 3.5) při zkoušce funkčnosti odvětrání stáje pomocí kouře, zjistíme, že dochází ke strhávání vzduchu (kouře) i na závětrné straně díky podtlaku, který zde vzniká - vyznačeno šipkou na obrázku (viz obr. 3.5).

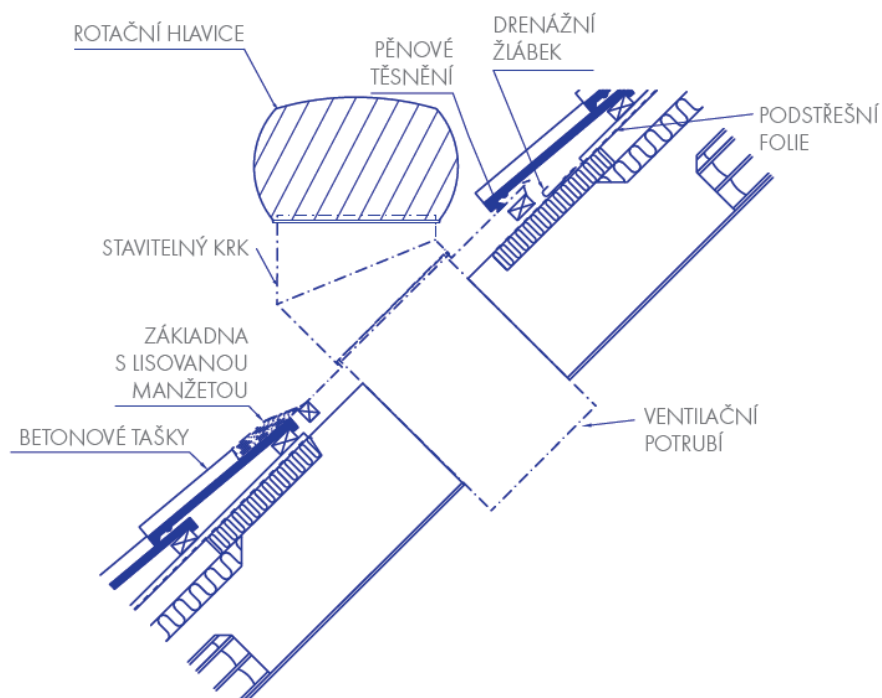
Obr. 3.5 Kouřová zkouška ventilační turbíny



Ventilační turbína se skládá z těchto hlavních částí (viz obr. 3.6):

- rotační hlavice je hlavní pracovní prvek celé turbíny, kde dochází k vytvoření podtlaku a k odsávání vzduchu z prostoru pod hlavicí
- tvarované lopatky nám zajišťují přenos síly větru na rotační část turbíny
- ložiska umožňují volnou rotaci hlavice umístěné na hřídeli a musí mít co nejmenší odpor při rotaci (ložiska jsou zcela uzavřena a díky tomu bezúdržbová)
- konstrukce turbíny je nosná část, která zajišťuje odolnost při nárazovém větru
- stavitelný krk se používá u šikmé střechy, aby rotační hlavice byly ve vodorovné poloze a nedocházelo k zatěžování ložisek
- základna ventilační turbíny je rovná nebo tvarovaná dle krytin umístěných na střeše

Obr. 3.6 Technické detaily umístění ventilační turbíny na šikmou střechu

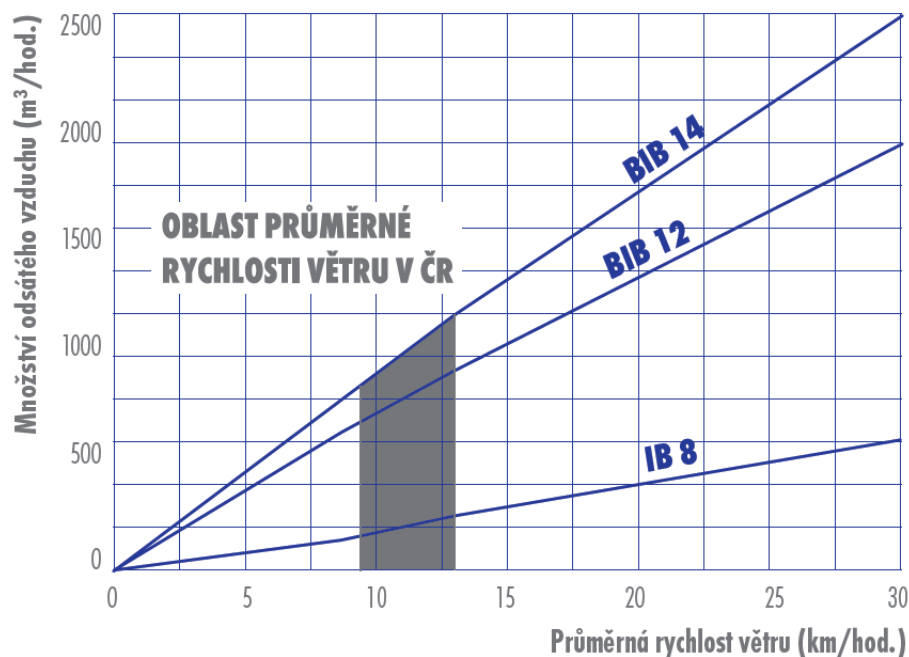


Zdroj: <http://www.abcweb.cz/lomanco-ventilacni-turbiny/letak-lomanco.pdf>

Výkonné parametry turbín od firmy LOMANCO (viz obr. 3.7)

Uvedené výkonové parametry byly získány měřením v nejmodernějším aerodynamickém tunelu firmy LOMANCO za podmínek simulujících skutečné použití. Zkoušky byly provedeny dle nejnovějších vědeckých poznatků. Metodiku prověřovala nezávislá engineeringová společnost Ryan Engineering (Arkansas). Lomanco si trvale hlídá svoji výkonnost a průběžně je porovnává s konkurencí. Právě proto si drží ve světě svoji silnou pozici. [ABC s.r.o., 2010]

Obr. 3.7 Výkonové parametry turbíny



Zdroj: <http://www.abcweb.cz/lomanco-ventilacni-turbiny/letak-lomanco.pdf>

K návrhu je možné použít tabulky od firmy LOMANCO, které nás nasměřují na vhodný typ ventilační turbíny. Z tabulky 3.1 zjistíme rychlost odvětrání vzduchu z interiéru v m^3/h při rychlosti proudění vzduchu ve venkovním prostoru a zvolíme vhodný typ ventilační turbíny (viz tab. 3.1). Tabulka 3.2 nám určuje počet kusů ventilačních turbín potřebných k odvětrání střešních plášťů – prostorů (viz tab. 3.2). Při větrání je nutné vzduch do prostoru přivádět v tabulce 3.3 je minimální plocha vstupních větracích otvorů cm^2 / ks v závislosti na velikosti větrané plochy (viz tab. 3.3).

K regulaci odsávaného vzduchu pod ventilační turbínou je možné použít regulační klapky. Regulační klapky mohou být ovládány elektricky nebo mechanicky a vyrábí se pouze s polohou otevřeno / zavřeno. Jedná se o nepřímou regulaci větrací turbíny, kdy dochází k omezení odvodu vzduchu.

Tab. 3.1 Tabulka pro výpočet odvětrání interiérů (m^3/h)

TYP	8 km/h	13 km/h	24 km/h
BIB 12	590 m^3/h	930 m^3/h	1750 m^3/h
BIB 14	710 m^3/h	1200 m^3/h	2250 m^3/h
GT 12	590 m^3/h	930 m^3/h	1750 m^3/h
IB 8	165 m^3/h	295 m^3/h	565 m^3/h
TIB 12	590 m^3/h	930 m^3/h	1750 m^3/h
TIB 14	710 m^3/h	1200 m^3/h	2250 m^3/h

Zdroj: <http://www.abcweb.cz/lomanco-ventilacni-turbiny>

Tab. 3.2 Tabulka pro výpočet odvětrání střešních pláštěů (počet kusů)

Větraná plocha	IB 8	BIB 12	BIB 14
0-90 m^2	3	2	2
90-140 m^2	6	2	2
140-185 m^2	9	3	2
185-230 m^2	12	4	3
230-275 m^2	12	4	3

Zdroj: <http://www.abcweb.cz/lomanco-ventilacni-turbiny>

Tab. 3.3 Minimální plocha vstupních větracích otvorů (cm^2/ks)

Větraná plocha	IB 8	BIB 12	BIB 14
0-90 m^2	1006	1508	1508
90-140 m^2	782	2346	2346
140-185 m^2	689	2067	3100
185-230 m^2	642	1972	2570
230-275 m^2	768	2305	3072

Zdroj: <http://www.abcweb.cz/lomanco-ventilacni-turbiny>

3.4.2 Bok stavby (vrata, okna) – metody řešení

Jedná se o svislou nosnou stavební konstrukci, která přenáší veškeré zatížení až do základů. Stejně jako střecha nám poskytuje ochranu proti povětrnostním podmínkám, teplu, chladu, dešti, případně akustické nebo protipožární zabezpečení.

Stávající stavební konstrukce je z plných cihel a omítky. Používané otvory v konstrukci k větrání jsou zabudovaná okna a vrata, která se otvírají ručně v závislosti na klimatických podmínkách. Vrata nám dále slouží pro případný průchod zvířat do venkovního prostoru. (viz obr. 3.8)

Na boku stavby je sedm otvorů se zabudovanými vraty a stejný počet na druhé straně budovy. Na krajích a mezi vraty jsou otvory se zabudovanými okny s možností otevření. Počet oken v jednom otvoru je šest a těchto celků na jednom boku stavby je osm.

Obr. 3.8 Bok stavby (okna, vrat, ohrazený venkovní prostor)



Okenní otvory

Stávající okenní otvory jsou o velikosti 0,8 m na výšku a 6 m na šířku. V otvoru je zabudováno šest samostatně otvíratelných oken, které se otvírají systémem vyklopení. Spodní okraj oken (parapetu) je cca 1,4 m nad zemí z venkovního prostoru. Stav stávajících okenních rámců a oken je vhodný v nejbližší době k rekonstrukci. Možné způsoby a metody řešení budou zhodnoceny v následujících odstavcích.

Stávající systém okenních otvorů je možné nahradit vhodnějším konstrukčním řešením s ohledem na vynaložené finanční prostředky a jejich zhodnocení.

Jeden ze způsobů nahrazení stávajících oken je za použití systému ventilačních stěn, který nám nahrazuje klasické větrání okny a vraty. Obecné informace jsou popsány v kapitole 2.3 Obvodový plášť - ventilační stěna, protiprůvanové rolety.

Způsoby řešení:

- 1) Zavírání prostoru okenního otvoru od parapetu směrem pod střechu***
- 2) Zavírání prostoru okenního otvoru od střechy směrem k parapetu***
- 3) Zavírání prostoru okenního otvoru z jednoho boku na druhý***

Použití jakéhokoliv způsobu je možné, ale pro naše řešení se jeví nejvhodnější zavírání prostoru okenního otvoru od parapetu směrem pod střechu, abychom zanechali co největší volný prostor okenního otvoru. Nebude se jednat o skládání plachty na fošnu ani o rolování plachty na tyč, ale použijeme systém protažení plachty pod úroveň parapetu, který v následujících odstavcích popíšeme.

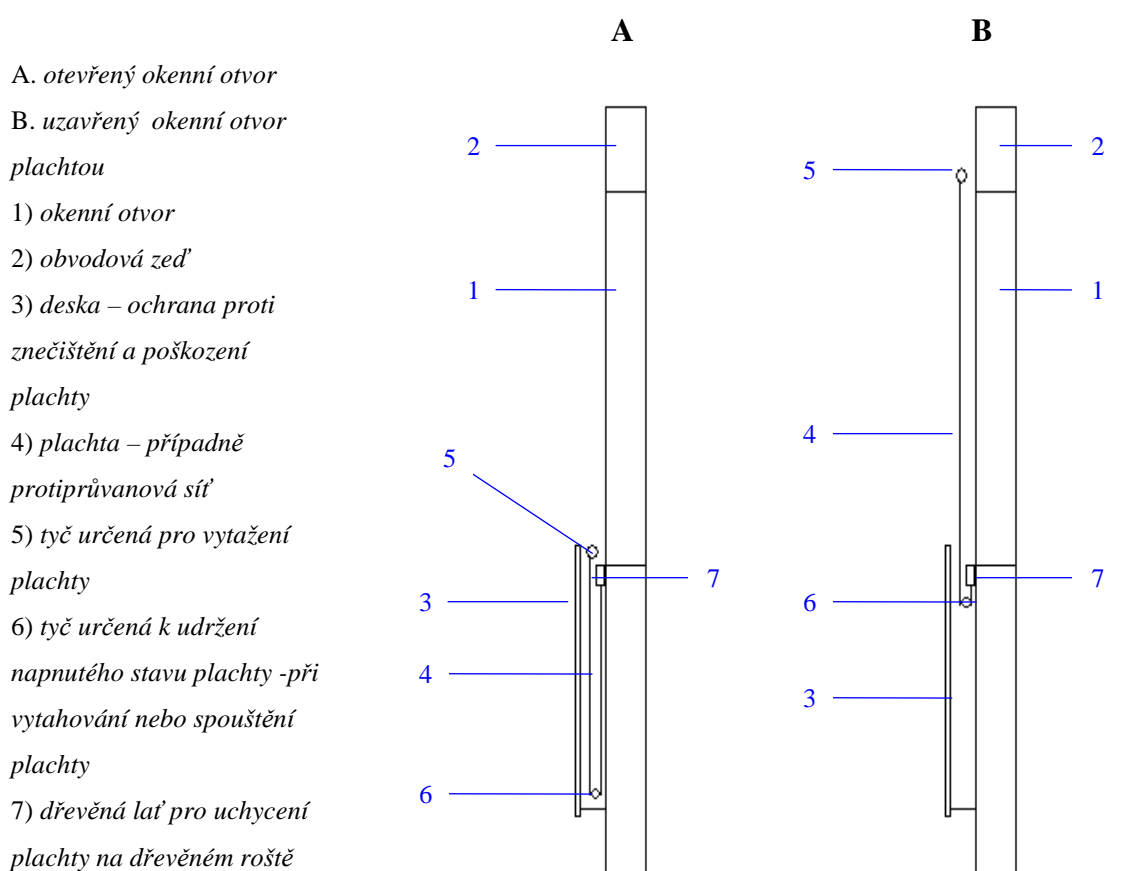
Na obrázku (viz obr. 3.9) je ukázka návrhu daného systému, bez znázornění dřevěného roštu a lanovodů s mechanismem, který bude vytahovat plachtu nahoru a uzavírat tak okenní otvor a naopak. U stávající budovy dojde při rekonstrukci ke snížení parapetu (o cca 0,4 m) a tím ke zvětšení okenního otvoru. Okenní otvor bude na výšku 1,2 m a šířka zůstane 6 m. Výška parapetu od země bude cca 1m. Tento prostor využijeme ke svinutí plachty pod úroveň parapetu. V ideálním případě pro otevření celého okenního prostoru (1,2 m na výšku) nám postačí polovina uvedené hodnoty a to 0,6 m. Jelikož svinovací plachta musí být v prostoru u parapetu upevněna a také je potřeba připravit prostor pro tyč, která nám zajišťuje

stálé napnutí plachty a napomáhá při otevírání okenního prostoru. Je potřeba počítat i s tímto prostorem, který nám zabere přibližně 0,1 m od parapetu směrem dolů. Při úplném otevření okenního prostoru nám zůstane od země k plachtě minimálně volný prostor 0,3 m, který nám zajistí čistotu systému od země. Na jedné straně budovy ve venkovním prostoru je možný přístup zvířat ke svinovacím plachtám. K zamezení přístupu a mechanickému poškození, případně znečištění od exkrementů je zde možné použít desky, které nám ochrání plachtu od poškození a zároveň nám ochrání celý navržený systém. Zároveň můžeme z bezpečnostního hlediska využít tyto desky k zamezení přístupu ke sbíhavým částem, kde by mohlo dojít k úrazu jak zvířat, tak i zaměstnanců.

Otvírání a uzavírání okenních otvorů může být řešeno pomocí automatického nebo manuálního ovládání. Pro automatické ovládání je možné navrhnout meteostanici, která nám v závislosti na počasí bude zajišťovat celý systém větrání. Při manuálním řešení musí být zajištěna obsluha zařízení, která bude řádně proškolená a zajišťovat ovládání celého systému.

Otvírání a uzavírání okenních otvorů je možné řešit po sekcích, záleží pouze na systému vedení lan (lana vedena pod střechou), které nám zajistí možnost ovládání z jednoho místa. V našem případě se bude jednat o ovládání jednoho boku budovy, kdy ovladač bude na jedné straně budovy s možností vizuální kontroly funkčnosti zařízení.

Obr. 3.9 Zjednodušený náčrt ventilační stěny



Vrata

Na boku budovy jsou umístěna vrata určena pro průchod zvířat z vnitřního prostoru do venkovního a naopak. Velikost těchto otvorů je 2,2 m na výšku a 1,6 m na šířku. Zabudovaná vrata jsou dřevěná a dvoudílná, které se otvírají směrem do venkovního prostoru. Za vrata (uvnitř objektu) jsou kovové zábrany.

Doporučuje se veškeré vrata, zábrany otvírat po směru chodu zvířat z budovy. V opačném případě, kdy vrata, zábrany se otvírají směrem do budovy (proti směru chodu zvířat) se může stát, že při nahrnutí zvířat ke vratům nebudou moci být otevřeny a v případě požáru nebudeme schopni provést evakuaci zvířat z budovy.

Stávající řešení otvírání vrat je možné považovat za dostatečné, ale v případě rekonstrukce by se měl zhodnotit stávající stav vrat, u nichž bude nutno provádět opravy (některé jeví známky poškození už nyní). Proto navrhuje, aby boční otvory tím je myšleno i vrata byly rekonstruovány zároveň s okenními otvory a celý systém větrání zapadal do jednoho konceptu. Výhodou je jednotná montáž, zjednodušení příprav před rekonstrukcí a úspora času.

Možný způsob nahrazení stávajících vrat je za použití systému ventilačních stěn, podobně jako u okenních otvorů. Obecné informace jsou popsány v kapitole 2.3 Obvodový plášť - ventilační stěna, protiprůvanové rolety.

Způsoby řešení:

- 1) *Zavírání otvoru z jednoho boku na druhý***
- 2) *Zavírání otvoru směrem od střechy dolů***

Jak již bylo popsáno, nebudeme zde hodnotit systém použití dvoukřídlých vrat, ale zkusíme navrhnout řešení, aby byl vytvořen jeden celek za přijatelné náklady. Celkový systém musí do sebe zapadat a bude přínosem jak pro pohodu ustájených zvířat, tak pro zaměstnance.

První případ řešení při použití systému zavírání otvoru z jednoho boku na druhý pomocí svinovací plachty v tomto případě nebude vhodný, jelikož by došlo k zúžení průchodu a s velkou pravděpodobností k poškození plachet, případně celého mechanismu.

Druhý případ řešení se jeví pro naše podmínky vhodnější. Zavírání otvoru směrem od střechy dolů. V tomto případě nedochází k zužování prostoru. Plachta je při otvírání vytahována neboli namotávána od země směrem ke střeše a je vedena na bokách, jedná se o případ, kdy chceme zachovat stávající otvor s využitím pro průchod zvířat. V případě, že bychom se rozhodli otvory nevyužívat pro průchod, mohl by se změnit celý systém a jednalo by se pouze o ventilační otvor, kde by plachta nemusela být vedena na bokách. Následně by se použily lanovody zezadu i zepředu plachty. U stávající budovy jsou boční otvory využívány i pro průchod a proto bude preferováno zachování všech průchodů. Důležitým faktorem u tohoto systému je skutečnost, že plachta nám nedělá pevnou zábranu a vždy musí být chráněna kovovou zábranou proti dosahu zvířat (viz obr. 2.3).

Zhodnocení evakuace zvířat z budovy

V případě elektrického ovládání vrat je nutné zajistit přívod záložního zdroje. Záložní zdroj může být velice složité řešení, a proto vhodnější způsob může být doplnění o mechanické ovládání vrat (ruční - pomocí kliky). To v danou chvíli může být zdlouhavé a ustájená zvířata se dostávají postupně do většího stresu, kdy se zvyšuje riziko jejich poranění. Následně je složitější provádět evakuaci zvířat pro zaměstnance (případně hasiče), kteří se pohybují v blízkosti vystresovaných zvířat, a zvyšuje se nebezpečí pro záchránce.

Další možností je přeříznutí plachty v co nejvyšším místě, kdy následně dojde k sesunutí plachty směrem k zemi. V tomto případě je nutné zajistit dostupnost vhodného nože v místě použití. Nevýhodou v dané situaci se jeví plachta, která je odříznuta a bude ležet na zemi přímo v průchodu, kde hrozí velké nebezpečí zakopnutí, pokud nebude odstraněna neboli vyháknuta z vodících lišt.

Po zvážení celkového návrhu budovy z pohledu praktického využití, finančního hlediska, montáže a konstrukce bude doporučeno použít ventilační roletu s pružinou.

Ventilační roleta s pružinou (viz obr. 3.10) je umístěna nad otvorem v konstrukci, kde musí být pevně připevněna, aby nedošlo k vytržení při stahování rolety. Stahování rolety je řešeno manuálním způsobem, kdy zaměstnanec stáhne každou roletu zvlášť směrem k zemi. U země jsou zabudovány háky k zachycení rolety. Do háků se zasouvá tyč, která je zabudovaná v tunelu plachty. Konec plachty není zakončen tyčí, ale je zde přesah plachty cca o 20 cm. I v tomto případě je nutné plachtu chránit před zvířaty a zabudovat ze strany prostoru ustájených zvířat kovovou zábranu, otvíratelnou směrem do venkovního prostoru pro případnou evakuaci zvířat z uzavřeného prostoru.

Obr. 3.10 Ventilační roleta s pružinou manuálně ovládaná

a) Stažená ventilační roleta zachycená v hákách



b) otevřená ventilační roleta s hrazením proti poškození



3.4.3 Štít stavby (vrata) – metoda řešení

Jedná se o svislou nosnou stavební konstrukci, která přenáší veškeré zatížení až do základů. Stejně jako střecha nám poskytuje ochranu proti povětrnostním podmínkám, teple, chladu, dešti, případně akustické nebo protipožární zabezpečení.

Stávající stavební konstrukce je z plných cihel a omítky. Ve stávající konstrukci jsou otvory (vrata) používané k navážení krmiva a vyhrnování exkrementů. Vrata jsou dřevěná a dvoukřídlá, která se otvírají směrem do venkovního prostoru. Na jedné straně budovy jsou celkem tři otvory s vraty, protější stěna je řešena stejně. Z obou stran budovy jsou za obvodovou (štítovou) zdi prostory pro přípravu krmiva případně technické zázemí, které jsou odděleny od stájového prostoru pomocí zdi a posuvných vrat do boku.

Vrata jsou vhodná pro rekonstrukci, ale z našeho pohledu nemají podstatný vliv na větrání stájového prostředí. S otvory ve štítové zdi uvažujeme pouze pro najíždění techniky, navážení krmiva atd. Velikost krajních otvorů je 3 m na výšku a 3,8 m na šířku. Prostřední otvor je o velikosti 3 m na výšku a 4,4 m na šířku. V případě rekonstrukce vrat umístěných ve štítu se doporučuje řešení (viz obr. 3.11) podle kapitoly 2.3 Obvodový plášť - ventilační stěna, protiprůvanové rolety, odstavec: Vrata pro vjezd do stáje

Jeden způsob ovládání vrat je pomocí ovladače umístěného na budově nebo s kombinací dálkového ovládání pro jednodušší najíždění techniky do haly.

Obr. 3.11 Rolovací vrata umístěné ve štítu



Zdroj: http://www.haze.cz/rolovaci_vrata.html

4. Návrh řešení a dosažené výsledky

Návrh řešení vychází z požadavků na potřeby ustájeného skotu z pohledu zajištění vhodného klimatu. Jedná se o jednu část řešení v závislosti na dodržování podmínek welfar a ochranu proti týrání.

Welfar (anglický termín – životní pohoda zvířete):

jedná se o zásady chovu nezbytné k zachování života a zdraví zvířete (fyziologické potřeby) a také k zajištění psychické pohody zvířete. To má bezprostřední vliv na užitkovost, zdraví a ekonomiku chovu.

Mezi welfar neboli zajištění pohody zvířete patří:

- zajištění čerstvé pitné vody a krmiva
- zajištění přirozeného chování zvířete, pokud možno volného pohybu zvířete
- možnost kontaktu s jedinci stejného druhu, vytváření a řešení sociálních vazeb
- zajištění vhodného mikroklimatu, větrání a dostatečného osvětlení (zamezení tepelného stresu zvířat)
- zajištění vhodného konstrukčního řešení a technologického zařízení (povrch podlah, velikost boxů, umístění zábran atd.) z toho vyplývá zamezení vzniku poranění zvířete
- zajištění péče o zvířata (osobní kontakt, elektronické hlídání zvířat, veterinární péče atd.)
- zajištění při havarijních situacích (živelné pohromy – požáry, povodně atd.)

Návrh řešení bude zpracován pouze pro spodní budovu, kde je ustájeno větší množství kusů zvířat. V návrhu se zaměříme na větrací systémy a hrubé náklady na jejich pořízení. Do nákladů nebudeme započítávat bourací práce, stavební práce (např. příprava roštu z latí na boku budovy).

Návrh řešení pro rekonstrukci:

- ventilační turbíny (viz obr. 3.6)
- zavírání prostoru okenního otvoru od parapetu směrem nahoru pod střechu (viz obr. 3.9)
- zavírání otvoru (vrata) směrem od střechy dolů (viz obr. 3.10)
- vrata ve štítové konstrukci (viz obr. 3.11) – jelikož z našeho pohledu nemají podstatný vliv na větrání stájového prostředí a v návrhu nepočítáme s jejich použitím k větrání, nebude se s nimi v návrhu dále počítat.

4.1 Návrh ventilačních turbín

Základní informace k návrhu jsou popsány v kapitole 3.4.1 Konstrukční řešení střechy - metody řešení.

Výpočet počtu ventilačních turbín:

Celkový objem prostoru, kde se nachází zvířata je 7 700 m³.

Při rychlosti proudu vzduchu 8 km/h dochází k odvětrání prostou/ stáje 710 m³/h (viz tab. 3.1). Hodnota bude použita pro určení počtu ventilačních turbín na budovu.

Celkový objem prostoru dělíme výkon jedné ventilační turbíny pro získání informace za jakou dobu je schopna vyměnit vzduch v celém prostoru.

$$7\,700 / 710 = 10,85 \text{ h} \rightarrow \text{po zaokrouhlení směrem nahoru } 11 \text{ h}$$

Pro odvětrání celého prostoru bude zapotřebí instalovat 11 kusů ventilačních turbín.

Přibližná cena instalace:

Cena ventilační turbíny: 3 600 Kč

Držák ventilační turbíny: 2 300 Kč

Cena za montáž: 2 000 Kč

Celková cena za jednu ventilační turbínu včetně montáže: 7 900 Kč

Celková cena za jedenáct ventilačních turbín včetně montáže: 11 x 7900 = **86 900 Kč**

4.2 Návrh zavírání prostoru okenního otvoru od parapetu směrem nahoru pod střechem

Základní informace k návrhu jsou popsány v kapitole 3.4.2 Bok stavby (vrata, okna) – metody řešení.

Na krajích a mezi vraty jsou otvory se zabudovanými okny, které budeme nahrazovat. Jeden okenní otvor po vybourání a přípravě k instalaci je na délku 6 m. Počet těchto celků na jednom boku budovy je osm.

Přibližná cena instalace:

Cena včetně montáže je za 1 100 Kč/ bm (bm ... běžný metr)

Celková délka otvoru na jednom boku budovy: $6 \times 8 = 48$ m

Celková délka otvoru pro celou budovu: $48 \times 2 = 96$ m

Celková cena včetně montáže: $96 \times 1\,100 = \mathbf{105\,600\,Kč}$

Dále k této ceně je nutné připočítat stavební připravenost. Jedná se o bourací práce, odvoz a likvidace vzniklého materiálu, rošt z dřevěných latí, fošny.

4.3 Návrh zavírání otvoru (vrata) směrem od střechy dolu

Základní informace k návrhu jsou popsány v kapitole 3.4.2 Bok stavby (vrata, okna) – metody řešení.

Na boku stavby je sedm otvorů se zabudovanými vraty a stejný počet na druhé straně budovy.

Cena za jednu ventilační roletu s pružinou manuálně ovládanou: 10 000 Kč

Cena za montáž: 2 000 Kč

Celková cena za jednu ventilační roletu s pružinou včetně montáže: 12 000 Kč

Celková cena včetně montáže: $14 \times 12\,000 = \mathbf{168\,000\,Kč}$

Do ceny není zahrnuta kovová zábrana proti dosahu zvířat, jelikož zábrany k přístupu k plachtě jsou již ve stávajícím objektu instalovány.

Důležitým faktorem u tohoto systému je skutečnost, že plachta nám nedělá pevnou zábranu a vždy musí být chráněna kovovou zábranou proti dosahu zvířat. V zimním období bude roleta stažena (uzavřen otvor) a v letním období ve většině případů bude roleta vytažena (otevřen otvor).

4.4 Dosažené výsledky

Skot patří mezi zvířata s dobrou termoregulační schopností. I přesto je vhodnější pro pobyt zvířat prostředí s nízkými teplotami. Snaha návrhu ventilačního systému je vytvořit prostředí s optimálními klimatickými podmínkami a to hlavně v letním období, kdy venkovní teploty na sluníčku dosahují vysokých teplot.

V případě správného návrhu jsme schopni snížit tepelný stres zvířete a zamezit těmto následkům:

- pokles užitkovosti
- pokles příjmu krmiva
- zvýšení příjmu vody
- menší váhové přírůstky atd.

V případě, že klimatické podmínky a prostředí ve stáji je příznivé a i přesto dochází k některému z těchto jevů (vyjmenovaných v bodech), je zapotřebí zjistit příčinu a provést nápravu.

Pro posouzení návratnosti investic je zapotřebí, zhodnotit stav před rekonstrukcí a po rekonstrukci. V našem případě se jedná o objekt, který z pohledu větracího systému je v dnešní době nevyhovující a je vhodný k rekonstrukci i z důvodu opotřebení (vrat, oken). Jako hodnotícím kritériem pro masnou výrobu bude zejména kvalita masa a dosažené přírůstky za dané období před rekonstrukcí a po rekonstrukci. V tomto případě nesmíme zapomenout na souvislost s kvalitou podávaného krmení.

Při správném odvětrání stájového prostoru a tím zlepšení kvality vzduchu, můžeme dále hodnotit zdravotní stav zvířete, který se objeví ve snížení nákladů na léčení.

Zhoršení kvality vzduchu se nám odráží ve špatně větraných stájích, kde dochází k hromadění škodlivin uvnitř stáje. Z volných ploch dochází k odpaření velkého množství vodní páry, když není navržena dostatečná ventilace, vzniká zde vlhké prostředí. Ve vlhkém prostředí se dobře daří nejrůznějším plísním a patogenům, které nám ovlivňují zdravotní stav zvířete. Při dýchání se ve vzduchu spotřebovává kyslík a do vzduchu produkuje oxid uhličitý. Z výkalů zvířete je v podestýlce zadržován čpavek, který se uvolňuje do ovzduší jako plyn a poškozují dýchací orgány zvířete.

Pomocí dobře navržené ventilace v celé budově lze zabránit těmto negativním vlivům.

5. Diskuze a závěry

Stavební dispozice a konstrukce stájových objektů musí být řešeny spolu s větráním a technologií ustájení tak, aby byla zajištěna nejehospodárnější tvorba požadovaného stavu stájového prostředí. Výstavba nových objektů pro chov skotu a použití nových technologií znamená finanční náročnost. Z těchto důvodů je vhodné využít stávající objekty, které jsou používány v České republice a daly by se zrekonstruovat podobným způsobem jako objekt uvedený v této diplomové práci. Zrekonstruováním stávajících objektů a použitím vhodného návrhu větracího systému, je jedním z parametrů, které nám pomáhají zajistit celoročně maximální produkci.

V dnešní době je možné využít několik systémů samočinného větrání. Každý způsob větrání má své výhody a nevýhody, které se musí zhodnotit jako celek a provést návrh řešení s ohledem na daný objekt (stájový prostor) a okolí. U rekonstrukce objektů se budeme zabývat střešní konstrukcí jako celku, při zachování ventilační štěrby nebo výměna za ventilační turbínu. U obvodové stěny budeme následně uvažovat o nejvhodnějším návrhu řešení, jako jsou ventilační stěny, protiprůvanové rolety (elektricky nebo manuálně ovládané), případné doplnění ventilátorů (vertikálních, horizontálních) pro vhodné provětrání celé budovy, kdy nám nestačí otevřít boky budovy.

Navržený systém větrání nám napomáhá udržet vhodné prostředí ve stáji a brání vzniku tepelného stresu zvířat. Ventilační turbíny nám zefektivní větrání oproti stávajícímu systému, který je závislý na směru větru. Na bocích haly budou zvětšeny otvory pro přívod a odvod vzduchu. Návrh musí být řešen pro extrémní podmínky jak v letním tak v zimním období. V letním období dochází k otevření boků hal, provětrání je v horizontálním směru. Odvod teplého vzduchu pod střešou nám zajišťuje ventilační turbína. V zimním období uzavíráme boky hal, odvod vzduchu a škodlivin zajišťují ventilační turbíny. Při dodržení poměru 6 m³ na 100 kg živé váhy zvířete dojde k udržení vhodných podmínek ve stáji.

Návrhem samočinného větracího systému zajistíme lepší tepelné podmínky ve stávajících nebo nových objektech. Přívodem čerstvého a odvodem znečištěného vzduchu zlepšíme celkové prostředí, které by se mělo následně projevit na zdravotním stavu zvířat, kvalitě masa, zvýšení přírůstku hmotnosti na den atd.

Seznam použité literatury:

ABC - AMERICAN BOHEMIAN CORPORATION s.r.o. LOMANCO ventilační turbíny [online]. Vystaveno 25. 10. 2010 [cit. 2012-1-12].

Dostupné z: <http://www.abcweb.cz/lomanco-ventilacni-turbiny>

Best-Cover s.r.o. Ventilace [online]. Vystaveno roku 2010 [cit. 2012-1-12]. Dostupné z: <http://www.best-cover.cz/ventilace.html>

ČSN 73 0543-1. Vnitřní prostředí stájových objektů - Část 1: Tepelná ochrana. Praha: Český normalizační institut, 1998, 32 s. třídicí znak 730543

ČSN 73 0543-2. Vnitřní prostředí stájových objektů - Část 2: Větrání a vytápění. Praha: Český normalizační institut, 1997. 36 s. třídicí znak 730543

Doležal, Oldřich et.al.. Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojnic. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2002. 129 s. ISBN 80-86454-23-1.

Haze s.r.o. Meteostanice [online]. [cit. 2012-1-12]. Dostupné z: <http://www.haze.cz/meteostanice.html>

Obchodní rejstřík.cz. Zápotocký s.r.o. [online]. [cit. 2012-1-18]. Dostupné z: <http://obchodnirejstrik.cz/zapotocky-s-r-o-25414925/>

Preisler, Vlastimil. Klimatické prostředí v halách pro živočišnou výrobu. Náš chov, 2011 - září, č. 9, s. 44-46

Vyhláška č. 208 ze dne 14. dubna 2004 o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat [online]. [cit. 2012-1-18]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=57804>

Vyhláška č. 268 ze dne 12. srpna 2009 o technických požadavcích na stavby [online]. [cit. 2012-1-18]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=69147>

Zákon č. 246 ze dne 15. dubna 1992 na ochranu zvířat proti týrání [online]. [cit. 2012-1-18].
Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=39964>

Seznam obrázků:

Obr. 2.1 Zavírání boků haly směrem od podlahy haly ke střeše	7
Obr. 2.2 Zavírání boků haly směrem od střechy dolů	8
Obr. 2.3 Rolovací vrata s kovovou branou k zamezení úniku zvířat.....	9
Obr. 2.4 Protiprůvanové sítě.....	10
Obr. 2.5 Řez hřebenovou větrací štěrbinou	12
Obr. 2.6 Přirozené osvětlení haly při použití průhledné krytiny u hřebenové větrací štěrbině	12
Obr. 2.7 Ukázka ventilační turbíny zabudované ve střeše	13
Obr. 2.8 Umístění vertikálního ventilátoru na konstrukci	15
Obr. 2.9 Půdorysný příklad zavěšení vertikálních ventilátorů nad lehacím dvojboxem.....	16
Obr. 2.10 Zobrazení proudu vzduchu u horizontálního ventilátoru	17
Obr. 2.11 Ochlazování vzduchu ve stáji - zmlžování.....	17
Obr. 3.1 Podbořanský Rohozec, okres Louny	20
Obr. 3.2 Velikost stájových objektů	21
Obr. 3.3 Pohled na objekt určený k rekonstrukci	26
Obr. 3.4 Hřebenová větrací štěrbiná – správné proudění vzduchu.....	27
Obr. 3.5 Kouřová zkouška ventilační turbíny	28
Obr. 3.6 Technické detaily umístění ventilační turbíny na šikmou střechu	29
Obr. 3.7 Výkonové parametry turbíny.....	30
Obr. 3.8 Bok stavby (okna, vrat, ohrazený venkovní prostor)	32
Obr. 3.9 Zjednodušený náčrt ventilační stěny.....	35
Obr. 3.10 Ventilační roleta s pružinou manuálně ovládaná	38
Obr. 3.11 Rolovací vrata umístěné ve štítu	40