



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Diplomová práce

Návrh 3D modelu reálného ustájení skotu pro potřeby
počítačových simulací

Autor práce: Bc. Vítězslav Malý

Vedoucí práce: Mgr. Zbyněk Havelka, Ph.D.

České Budějovice

2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Bc. Vítězslav Malý

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na tvorbu 3D modelu reálného ustájení skotu, který bude dále sloužit pro počítačové simulace. Model je vytvářen podle předlohy vzorové stáje pro chov 300 dojnic. Jako podklady pro tvorbu modelu slouží výkresová dokumentace budovy stáje. Model stáje je vytvořen za pomoci 3D počítačového modelování. K tvorbě modelu byl využit program SolidWorks v bezplatné studentské verzi.

Práce v rešeršní části představuje zásady welfare zvířat, druhy ustájení skotu, automatické systémy v chovu skotu a počítačové simulace. Praktická část pak obsahuje pracovní postup při tvorbě jednotlivých částí modelu a jejich následné sestavení v konečný model stáje.

Klíčová slova: zemědělství 4.0; welfare; ustájení skotu; počítačové simulace; 3D modelování

Abstract

This master's thesis focuses on the creation of 3D model of real cattle housing. The model is meant to serve the needs of computer simulations in the future. The model's creation is based on a template of sample barn meant for 300 dairy cows. The drawing documentation of the barn's building serves as a basis for the creation of the model. The barn's model is made using a 3D modeling technology. For the creation of the model is used a free student version of the computer programme SolidWorks.

The theoretical part of this thesis introduces the principles of animal welfare, different types of cattle housing, automatic systems in livestock farming and computer simulations. The practical part of this thesis contains the procedure of creation of individual parts of the model, their compilation and the final 3D model of the barn.

Keywords: agriculture 4.0; welfare; cattle housing; computer simulations; 3D modeling

Poděkování

Děkuji tímto panu Mgr. Zbyňku Havelkovi, Ph.D. za jeho cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Stagra a.s. za poskytnutí materiálů pro tvorbu modelu. V neposlední řadě chci poděkovat své přítelkyni, rodině a přátelům za jejich podporu.

Obsah

Úvod	8
1 Stručný úvod do problematiky	9
1.1 Hygiena stájového prostředí	10
1.1.1 Mikroklima a mikroklimatické faktory	11
1.2 Průběh stresových reakcí u skotu	12
1.3 Vliv stresu na hospodářsky významné vlastnosti	13
2 Druhy ustájení skotu	15
2.1 Vazné ustájení	15
2.1.1 Krmný žlab	15
2.1.2 Vázání	16
2.1.3 Parametry stání	16
2.2 Volné ustájení	17
2.2.1 Vzdušné stáje	18
2.2.2 Přístřeškové stáje	18
2.3 Cirkulace vzduchu ve vzdušných stájích	19
2.3.1 Vliv tepelného stresu na reprodukci samic	21
2.3.2 Opatření k eliminaci tepelného stresu	21
3 Použití chytrých technologií v ustájení skotu	24
3.1 Zemědělství 4.0	24
3.2 Sledování pohybové aktivity hospodářských zvířat	25
3.2.1 Úvod do problematiky	26
3.2.2 Provoz a umístění pedometrů	26

3.2.3	Detekční prvky pedometrů	27
3.2.4	Přenos dat z pedometrů	28
3.2.5	Detekce přežvykávání	29
3.2.6	Lokalizace	29
3.2.7	Detekce druhů pohybů	30
3.3	Robotizace v zemědělství	31
3.3.1	Robotizované dojení	31
3.3.2	Automatické krmné linky	34
3.3.3	Automatické přihrnování krmiva	37
3.3.4	Mobilní čističe stáje	38
3.4	Počítačové simulace	40
3.4.1	Simulace proudění	41
4	Cíle a metodika práce	42
4.1	Metodika	42
5	Popis a postup výroby modelu	43
5.1	Modelování součástí základní konstrukce	44
5.1.1	Základní deska	45
5.1.2	Ocelový nosník	45
5.1.3	Štít	46
5.1.4	Složení sestavy základní konstrukce	46
5.2	Modelování součástí štítové konstrukce	48
5.2.1	Složení sestavy štítová konstrukce	49
5.3	Modelování součástí střešní krytiny	50
5.3.1	Složení sestavy střešní krytina	51
5.4	Modelování součástí střešního průduchu	51
5.4.1	Složení sestavy střešního průduchu	52
5.5	Modelování součástí bočních rolet	52
5.5.1	Složení sestavy bočních rolet	53
5.6	Modelování součástí lehacích boxů	54
5.6.1	Modelování součástí jednostranných lehacích boxů	55

5.6.2	Složení sestavy jednostranných lehacích boxů	56
5.6.3	Modelování součástí oboustranných lehacích boxů	57
5.6.4	Složení sestavy oboustranných lehacích boxů	58
5.7	Modelování součástí sestavy krmiště	59
5.7.1	Složení sestavy krmiště	59
5.8	Modelování součástí sestavy napajedla	60
5.8.1	Složení součástí sestavy jednostranné napajedlo	61
5.8.2	Složení součástí sestavy oboustranné napajedlo	61
5.9	Složení konečné sestavy stáje	62
5.9.1	Skládání budovy stáje	62
5.9.2	Skládání vnitřního vybavení stáje	64
6	Diskuse	67
	Závěr	69
	Seznam použitých zdrojů	70
	Seznam obrázků	73

Úvod

Chov skotu se v dnešní době ubírá stále více cestou automatizace a robotizace. Většina zařízení a strojů je ovládáno pomocí chytré technologie. Většinou se jedná o zařízení, která nepotřebují neustálý dozor obsluhy a dokáží pracovat i na špatně přístupných místech. Velkou výhodou strojů ovládaných umělou inteligencí je jejich neomezený celodenní provoz, který by se pomocí lidských sil těžko realizoval.

Chytré technologie nezasahují pouze do uměle řízených strojů. Díky těmto technologiím můžeme ovládat například proudění vzduchu ve stáji, automatické branky pro přehánění dobytka či regulovat osvětlení.

Aby stáj odpovídala nárokům požadovaným pro výše zmíněné technologie, je potřeba při jejím navrhování uskutečnit analýzy pomocí počítačových simulací. Pomocí počítačových simulací můžeme zjistit pevnost konstrukce stáje. Díky tomu můžeme navrhnout vybavení stáje, které je například zavěšeno na nosných konstrukcích (osvětlení, ventilátory). Důležitým faktorem, který ovlivňuje klima ve stáji, je i proudění vzduchu. Analýzu proudění vzduchu lze provést pomocí počítačových simulací velmi snadno. Je ovšem potřeba vytvořit 3D model stáje, který následně vystavíme potřebné simulaci. Důvodem simulování proudění vzduchu ve stáji je předcházení vzniku průvanu, obměna vzduchu ve stáji a případný návrh nucené cirkulace. Všechny tyto faktory působí na zvířata velice negativně a vylučují se se zásadami welfare.

Aby bylo možné simulaci proudění vzduchu provést správně, musíme mít potřebná vstupní data k zahájení analýzy. Výsledkem analýzy jsou data, která nám určují, jaké systémy použít ve stáji, aby bylo dodrženo požadovaných klimatických podmínek pro chov skotu. Na základě těchto výsledků může být stáj vybavena systémem nucené ventilace či instalací přímého chlazení povrchu zvířat v letních měsících.

1 Stručný úvod do problematiky

Tato kapitola se bude zabývat podmínkami welfare zvířat. Jedná se o požadavky na chov zvířat bez omezení jejich základních podmínek života a zdraví.

Pojem welfare (pohoda zvířat) představuje správný stav psychického i fyzického zdraví zvířete, které žije v souladu se svým prostředím. Pojem welfare zajišťuje plno podmínek, které je potřeba dodržet pro spokojený život a hlavně zdraví a životní pohodu zvířat. Podobně jako lidé jsou zvířata schopna vnímat pozitivní i negativní situace, na které následně reagují. Reakce na dané situace se mohou projevovat různými způsoby. Od projevů radosti a uspokojení až po propuknutí stresu, strachu nebo dlouhodobé deprese.

Zvíře má nárok na vytváření dostatečných předpokladů ze strany chovatele, aby byl zajištěn vyšší stupeň jeho uspokojení a životních potřeb.

Z tohoto důvodu je potřeba přistupovat ke zvířatům ohleduplně a upravovat jejich techniku i technologii chovu podle požadavků na jejich přirozený průběh životních projevů. Důležité je vytvořit podmínky chovu pro uspokojení jejich fyziologických a etologických potřeb. Nesmí se ovšem zapomínat na základní humánní a etické zásady. Narušení zmíněných zásad může vést ke změnám chování zvířat, k fyziologickým změnám a také ke změně struktury tkání.

Aby zvíře mohlo žít na úrovni mentální pohody je potřeba, aby mu bylo k dispozici prostředí, ve kterém by se vyhnulo hladu, žízni, strachu, bolesti, frustraci a stresu.

Aby bylo zvíře schopno udržet se i ve fyzické zdatnosti musí být metody techniky a technologie chovu upraveny tak, aby nenarušovaly schopnost zvířete prožít život bez utrpení způsobeného fyzickými problémy (chronická bolest, hlad, vyčerpání) (Filipčík, 2015).

Kvalita života a míra utrpení závisí na dvou faktorech. **Intenzita a délka trvání negativních podnětů** – Je obecně známé, že působení ač nízké míry negativních podnětů

dlouhodobě, způsobuje vyšší nepříjemnosti, než vystavení krátkodobému intenzivnímu působení těchto podnětů. Která kategorie hospodářských zvířat je těmto podmínkám vystavena nejvíce, nelze přesně určit. Když ovšem zohledníme **časové hledisko** – celkovou dobu života a produkčního života, je nejvíce zatěžovanou kategorií hospodářských zvířat skot a především dojnice (Strapák, 2013).

Pro pochopení podstaty welfare je potřeba provést podrobnou analýzu faktorů ovlivňujících život zvířat. Důležité zásady k zajištění života zvířat podle podmínek welfare jsou formulovány podle Šoch (2005) následujícími zásadami:

1. svoboda od žízně, hladu a podvýživy,
2. svoboda od nepohodlí,
3. svoboda od zranění, bolesti a nemoci,
4. svoboda od strachu a bolesti,
5. svoboda volby možnosti projevu normálního chování.

Těchto pět základních zásad (dříve nazývaných zákonem pěti svobod) bylo doplněné o šestou zásadu vykonávat svobodně a osobně kontrolu nad vlastní životní pohodou.

1.1 Hygiena stájového prostředí

Dodržení hygieny stájového prostředí je základem chovu hospodářských zvířat. Při správném dodržování zásad hygieny je dobrý předpoklad k tomu, že bude zachován dobrý zdravotní stav zvířat, produkce a zároveň rentabilita chovu.

Jednotlivé faktory stájového mikroklimatu neovlivňují pouze produkci zvířat, ale mají také vliv na jejich celkový zdravotní stav a optimální pohodu (Gálik, 2015).

1.1.1 Mikroklima a mikroklimatické faktory

Pojem mikroklima představuje ovzduší v uzavřeném prostoru stáje. Je ovšem v přímém vztahu k venkovnímu prostředí (makroklimatu). To, jak ovlivňuje makroklima změny mikroklimatu, záleží podle Gálik (2015) na několika faktorech:

- konstrukce stavby,
- způsob větrání,
- klimatizace,
- způsobem vstupu do stáje.

Velkou roli v ovlivňování mikroklimatu stáje hraje složení vzduchu. Změny složení jsou způsobeny vydechovanými plyny zvířat, plyny při odpařování výkalů a moči a biochemickými pochody v podestýlce. Vytváření mikroklimatu ve stáji vzniká působením několika faktorů, které lze podle Gálik (2015) rozdělit do dvou základních skupin:

1. faktory abiotické

fyzikální faktory: teplota a vlhkost vzduchu, proudění vzduchu a jeho ochlazování, sluneční záření, hluk a barometrický tlak.

chemické faktory: koncentrace toxických plynů v ovzduší stáje – čpavek, oxid uhličitý, sirovodík, metan atd.

2. faktory biotické

biologické faktory: prašnost a mikrobiologické znečištění (plísně, bakterie).

Nejčastěji se pro udržení správného mikroklimatu ve stáji využívá proces přirozené cirkulace vzduchu. Tento způsob větrání je založen na rozdílu tlaků vnitřního a vnějšího vzduchu na střešní konstrukci stáje. Tento rozdíl vzniká následkem rozdílných teplot vně a uvnitř stáje a zároveň dynamickým účinkem větru. Pro udržení správného proudění vzduchu je zapotřebí otevřených postranních konstrukcí. Jde o nízké boční stěny. Mezi stěnami a střešní konstrukcí je větrací prostor vybavený protiprůvanovými sítěmi (Kunc, 1997).

1.2 Průběh stresových reakcí u skotu

Stresové reakce můžeme rozdělit do tří fází:

1. alarmová reakce,
2. stadium odolnosti,
3. stadium vyčerpání.

Stadium alarmové reakce

Při tomto druhu stresové reakce se organismus uvede do stavu mobilizace. Organismus uvolní velké množství energie, což zajistí správný chod krevního systému. Tato fáze bývá většinou krátkodobá a vyznačuje se typickými projevy, jako například pokles svalového napětí, pokles teploty těla, pokles krevního tlaku a zhoustnutí krve (Šoch, 2005).

Při nastání tohoto stavu se mobilizují obranné a ochranné mechanismy organismu, které tělo chrání před negativními vlivy prostředí. Na základě toho se urychlí proces rozpadu organických látek. Může docházet k hubnutí a poklesu produkce. Toto stádium můžeme podle Šoch (2005) dělit na dva stupně:

- Šok – Tento stupeň se projevuje srdeční slabostí a nervovou depresí. Dochází také k poklesu krevního tlaku a zpomaluje se srdeční činnost zvířete.
- Protišok – V první fázi tohoto stupně se uvolní velké množství adrenalinu. To vyvolá zvýšení tlaku a tělesné funkce se opět vrací k běžným hodnotám. Po regeneraci organismus přechází do stádia rezistence.

Stádium odolnosti

V tomto stádiu stále působí na zvíře stres. Organismus se už tomuto druhu stresu přizpůsobil. Při postupném opouštění stresové situace se organismus s působením zátěže vyrovnává a stává se proti němu imunním. Pokud ovšem dochází k neustálému vystavování organismu nadměrné míře stresu, organismus vliv zátěže nezvládne a přesouvá se do stádia vyčerpání (Šoch, 2005).

Stádium vyčerpání

Při trvalém působení stresu se vyčerpají rezervy látek potřebných pro vznik hormonů v nadledvinkách. Organismus už se nemůže bránit svojí regenerací. Nastává stádium úplného vyčerpání. Následkem toho stádia může být selhání organismu a následná smrt.

První příznaky projevující se na zvířatech z důvodu vystavení vysoké míře stresu mohou být:

- otřesy svalů a ocasu,
- dušnost,
- zvýšení tělesné teploty,
- zrudnutí, zblednutí kůže.

Po smrti zvířete vlivem vystavení stresu lze sledovat okamžitou posmrtnou ztuhlost kosterního svalstva. To naznačuje tuhnutí svalstva ještě před smrtí zvířete (Šoch, 2005).

1.3 Vliv stresu na hospodářsky významné vlastnosti

Dlouhodobé vystavení stresu nemá vliv pouze na zvířata. Na základě této situace dochází k ovlivnění hospodářských vlastností. To může mít za následek finanční ztráty a vliv na kvalitu výrobků (Šoch, 2005).

Vliv stresu na růst

Problém s růstem se nejčastěji vyskytuje u velmi mladých jedinců, kteří jsou často vystaveni zátěžím. Z důvodu stresu organismus vyplavuje adrenalin, který má nepříznivý vliv na trávení a to přispívá i k omezení růstu (Šoch, 2005).

Vliv stresu na plodnost

Následkem produkce obranných hormonů v organismu se dostávají do pozadí hormony, které zajišťují správnou funkci pohlavních orgánů. Tím může docházet ke snížení plodnosti.

Vliv stresu na produkci a kvalitu mléka

Aby se mléko uvolnilo z mléčných alveol, je zapotřebí oxytocinu. Antagonistou tohoto hormonu je adrenalin. Zvýšená hladina adrenalinu v krvi zvířete zabraňuje i vzniku prolaktinu, který je důležitý pro tvorbu mléka. Společně s adrenalinem se do krve uvolňuje i noradrenalin, který způsobuje zužování cév. Následkem zúžení cév je nedostatečné prokrvení vemene a s tím spojená snížená produkce mléka.

Pokud je zvíře vystaveno zátěži, nesnižuje se pouze produkce mléka, ale je taky výrazně omezená jeho kvalita. Nejčastěji dochází ke snížení titrační kyselosti a zhoršuje se i kysací schopnost mléka (Šoch, 2005).

Vliv stresu na kvalitu masa

Pokud je zvíře před porážkou vystaveno psychickému nebo fyzickému stresu, dochází tak k narušení pochodů probíhajících v mase před a po porážce. Dochází k tunutí masa. To může mít za následek extrémně světlou barvu masa, maso si neudrží svou šťávu a rozpadá se jeho struktura (Šoch, 2005).

2 Druhy ustájení skotu

2.1 Vazné ustájení

Vazné stání se postupně vyvíjelo z dlouhého podestlaného stání až ke krátkému stání s nízkou požlabnicí. Stání bylo nastýláno buďto vhodnou podestýlkou, nebo pryžovou matrací. Vývoj vazného ustájení probíhal v několika desetiletích minulého století. Ohled byl brán hlavně na ekonomiku provozu. Postupně však byly zohledňovány i požadavky na ochranu zvířat a tvorba podmínek welfare.

Pokud bychom hodnotili podmínky ustájení, je třeba vycházet ze skutečnosti, že pokud je zvíře omezeno na osobním prostoru, je nutné zvířeti zajistit, aby tento omezený prostor odpovídal požadavkům a potřebám zvířete (Bouška, 2006).

Důležité prvky u vazného ustájení skotu

- prostor krmného žlabu a jeho tvar,
- vázací zařízení,
- parametry stání (délka, šířka, povrch, sklon).

2.1.1 Krmný žlab

Umístění krmného žlabu by mělo být takové, aby mohla kráva přijímat krmivo bez zvýšených tlaků na zábrany a bez nutnosti dosahování krmiva s vyplazeným jazykem. Krmivo by mělo být dosažitelné v celé šířce krmného žlabu. Krmné stoly ve vazném ustájení skotu nemají velké uplatnění. Pokud není krmivo pravidelně přihrnováno, může při snaze zvířete dosáhnout krmiva dojít k deformaci končetin, popřípadě k uklouznutí a následnému poranění karpálního kloubu. Je potřeba také dbát, aby výška krmného žlabu byla v optimální

výšce. Zvíře by při příjmu krmiva mělo být schopno zaujmout přirozenou pastevní polohu s předsunutím jedné končetiny. Proto je potřeba dno krmného žlabu umisťovat 10 až 15 cm nad úroveň předních končetin (Urban, 1997).

2.1.2 Vázání

Při uléhání a vstávání krav ramenní kloub vykonává horizontální pohyb o délce 37 až 45 cm. Z toho vyplývá, že při použití krčních chomoutů, či příliš napnutých grabnerských řetězů dochází k nadměrné zátěži spojené s opakovanými pokusy o vstávání. Při neúspěšných pokusech o vstávání dochází u většiny krav k využívání nepřirozeného stylu vstávání. Nejdříve se zvíře staví na přední končetiny, poté zvedá tělo pomocí zadních. Proto je potřeba styl vázání zvířat upravovat podle jejich přirozených potřeb pohybu na stání (Bouška, 2006).

2.1.3 Parametry stání

Nejdůležitějším rozměrem jednotlivých stání u vazného způsobu ustájení skotu je jeho délka. Musí být zvolena tak, aby bylo zvířeti umožněno přirozené a pohodlné stání a ležení. Zadní končetiny nesmí být představeny a zároveň nesmí stát v kališti či v dráze oběžné shrnovací radlice. Pánev a vemeno musí být vždy uloženo na ploše stání. Délka musí být optimální i z důvodu přímého kálení zvířat do kaliště, nikoliv na plochu stání.

Podlaha stání musí být navržena tak, aby zajišťovala přirozený pohyb a postoj zvířat. Sklon podlahy by se měl pohybovat v rozmezí 2,5° až 3°. Podlaha by měla být z materiálu, který je neklouzavý, měkký, suchý, kyselinovzdorný, snadno čistitelný a s dostatečnou tepelnou izolací. Automatické napáječky by měly být nejlépe umístěny nad krmné žlaby každého stání. V případě přetékání vody z napáječek by nemělo dojít ke znečištění samotného lehacího lože (Bouška, 2006).

Vazný typ ustájení skotu lze z dnešního hlediska považovat za překonaný. Své opodstatnění a uplatnění nachází pouze v drobnochovech (Zootechnika, 2009).

Mezi hlavní nevýhody vazného ustájení patří:

- nedodržení kubatury stáje,
- nevyhovující mikroklima,
- nedostatečná prosvětlenost,

- nemožnost volného pohybu a utváření sociálních skupin,
- dojení na stání,
- nízká efektivita práce.

Vazné ustájení v dnešní době nachází své uplatnění pouze v chovech s nízkým počtem kusů skotu. V chlévech je většinou chována pouze jedno dojnice, nebo jalovice či několik býků pro výkrm (Zootechnika, 2009).

Při provozování takového typu chovu je zapotřebí dodržet základní požadavky standardu drobného chovu:

- pravidelné denní ošetření zvířete,
- posouzení zdravotního stavu zvířete,
- kvalitní a vyvážená krmná dávka,
- pravidelná péče o paznehty.

2.2 Volné ustájení

V 50. letech 20. století se do Evropy začalo z USA přesouvat i ustájení volné. Jako první stáje, které byly budovány podle vzorů volného ustájení, byly pouze výběhy s krmištěm. Dodnes můžeme tyto styly volného ustájení vidět v Jižní Americe v Brazílii, která je největším vývozcem hovězího masa na světě. V další etapě vývoje volného ustájení byly tyto výběhy opatřeny přístřešky, kde mohl skot odpočívat, a zároveň přístřešek plnil i funkci lože. Dalším krokem bylo i následné zastřešení krmiště (Urban, 1997).

Velkým mezníkem v chovu skotu byl vývoj nových koncepcí uspořádání stáje, které byly rozvíjeny ve dvou koncepcích. Koncepce vazného systému ustájení a koncepce volného systému ustájení. U volného ustájení skotu byly nejdříve stáje koncepčně uspořádány jako volné kotcové. S postupem času přišlo na řadu volné boxové ustájení (Zootechnika, 2009).

V dnešní době se v ustájení skotu nejvíce používají dva systémy volného ustájení:

- vzdušné stáje,
- přístřeškové stáje.

2.2.1 Vzdušné stáje

Koncepce vzdušných stájí se zakládá na dostatečné kubatuře. Ta by měla být na 100 kg živé hmotnosti každého zvířete 6 m³. Vzdušné stáje by měly být opatřeny hřebenovou šterbinou a stěny by měly být tvořeny protiprůvanovou sítí či svinovacími plachtami. Díky těmto vlastnostem je možné vytvořit pro zvířata vhodné a efektivní chovné prostředí.

Při dodržení těchto požadavků je zvířatům umožněno bezproblémové mikroklíma, velmi dobrá zoohygiena chovu, dostatečná osvětlenost stáje přirozeným světlem a dostatečná pohybová plocha pro zvířata. Díky tomu je možno zajistit bezproblémové spontánní chování zvířat (Zootechnika, 2009).

2.2.2 Přístřeškové stáje

Koncepce těchto stájí vychází z poznatků, že skot je velmi přizpůsobivým druhem. Díky jeho termoregulačním mechanismům se dokáže velice rychle přizpůsobit podmínkám prostředí. Toto tvrzení je však bráno obecně. Skot se dokáže dobře přizpůsobit nízkým teplotám. Velký problém mu ovšem dělají vyšší teploty a to nad hranicí 23 °C. Při delším působení teplot vyšších než je již zmíněná hodnota, dochází především u vysokoprodukčních dojnic k tzv. tepelnému stresu. Koncepce přístřeškového ustájení se řadí k tzv. minimalistickým technologiím v chovech (Zootechnika, 2009).

Doporučené podmínky ustájení skotu v minimalistických objektech pro zimní a letní období podle Doležal (2018):

Zimní období v minimalistických chovech

- Dostatečné zajištění izolace napájecího systému. Ochrana proti zamrznutí může být zajištěna i pomocí cirkulačních systémů či vlastním vyhříváním celého systému. Při výpadcích el. proudu potřeba rychlé kontroly napájecího systému.

- Dostatečné zastřešení stáje. Podmínkou je ochrana loží před srážkami.
- Ochrana před nadměrným vnějším prouděním. Výsledku lze dosáhnout pomocí stromů a keřů, využitím existujících budov, stěnami s protiprůvanovými sítěmi.
- Ochrana všech částí a prvků pro automatický odkliz výkalů před ledem (lopaty, lana, drážky pro lana).
- Umožnění průjezdnosti hnojných chodeb pro potřeby vyklízení výkalů pomocí traktorů.

Letní období v minimalistických chovech

- Omezení působení tepelného stresu zvířat pomocí všech dostupných prostředků.
- Posílení přirozeného větrání pomocí otevření všech stěnových ploch a hřebene.
- Vybavení objektů nízkoobrátkovými ventilátory a skrápěcím zařízením zvířat.
- Zajištění dostatečného stínu. Naprostá eliminace ozáření loží.
- Adlibitní napájení ve všech objektech stáje. Napajedla by měla být umístěna co nejblíže lehacím ložím pro omezení nadměrného pohybu zvířat.
- Situování napajedel do stínu. Voda s teplotou vyšší jak 28 °C je pro dojnice málo přijatelná.
- Pravidelné a důsledné čištění napajedel a celého napájecího systému.
- V případě využití pastvy ji omezit na večerní či noční období.
- Ochlazování zvířat pomocí skrápění. Zmlžování pouze zchlazuje vzduch. Skrápěním docílíme zchlazování těl zvířat odpařováním (evaporací).

2.3 Cirkulace vzduchu ve vzdušných stájích

Tepelný stres nastává v případě, kdy běžné fyziologické termoregulační mechanismy (pocení, mělké povrchové dýchání) nedokáží zajistit dostatečné ochlazování organismu

zvířete při extrémně vysokých teplotách okolního prostředí. Důsledkem tepelného stresu u zvířat může být zvýšená tělesná teplota, nižší příjem krmiva, nižší přírůstky a produkce mléka.

Vliv tepelného stresu může působit i v reprodukci hospodářských zvířat. To může způsobovat jednotlivým chovatelům významné ekonomické problémy. Tepelný stres nepůsobí na všechna hospodářská zvířata stejně. Na působení tepelného stresu jsou nejcitlivější prasata, skot a buvoli. Tepelnému stresu dobře odolávají například ovce (Chmelíková, 2021).

U skotu se setkáváme s pojmem termoneutrální zóna, což je optimální teplota, při které je zvíře v pohodě s ohledem na okolní prostředí. V případě, že se skot nachází v termoneutrální zóně, spotřebovává pouze minimální množství energie pro udržení optimální tělesné teploty. V okamžiku, kdy teplota okolí stoupá nebo klesá mimo termoneutrální zónu, musí zvíře využívat k produkci či uvolňování tepla vlastní metabolickou energii. Tím se snižuje množství energie potřebné pro ostatní tělesné funkce.

Jedním z velice důležitých faktorů ovlivňujících tepelný stres zvířat a působení tepla na organismus je i barva srsti. V případě vystavení zvířete přímému slunečnímu svitu může dojít k rychlému přehřátí organismu zvířete a k jeho úhynu. Více ohrožené skupiny jsou zvířata s tmavou srstí než se světlou srstí. V případě pastvy skotu na volných pastvách je potřeba v letních měsících vybírat lokaci pastviny tak, aby se její část nacházela v oblasti s přirozeným stínem (pastviny u lesů). Zvířata si tak mohou sami určit místo k odpočinku s ideální teplotou prostředí. Pokud se pastvina nachází na místě, které neodpovídá požadavkům zmíněným výše, je potřeba zajistit zvířatům dostatečný stinný úkryt pomocí přístřešků (Velechovská, 2020).

Na míře odolnosti proti tepelnému stresu má velký vliv i plemeno. Mléčná plemena skotu snášejí horké podnebí mnohem hůř než masná plemena. Důvodem větší citlivosti na zvládnání tepelného stresu u vysokoužitkových dojnic je velký výdej vody během laktace. Dojnice s nízkou produkcí mléka zvládají tepelný stres mnohem lépe. Optimální rozmezí teplot je pro mléčný skot 25–26 °C. Při překročení těchto hodnot dochází k poklesu produkční i reprodukční výkonnosti zvířat (Chmelíková, 2021).

2.3.1 Vliv tepelného stresu na reprodukci samic

Tepelný stres u dojnic negativně ovlivňuje vývoj folikulů na vaječníku, negativně ovlivňuje míru pohlavních hormonů (progesteron) a snižuje životaschopnost vajíček. To může zapříčinit několik nežádoucích výsledků:

- změna meziříjového intervalu,
- zvýšený výskyt tichých říjí,
- pokles plodnosti.

Z toho vyplývá kratší říje zvířat a nižší intenzita jejích příznaků. Procentuální úspěšnost zabřeznutí v období zimních měsíců může být v porovnání s letním obdobím až o 30 % nižší. Vlivem vysokých teplot dochází ke snižování pohybové aktivity zvířat, což brání detekci říje pomocí pedometrů. Dalším faktorem, který zabraňuje snazší detekci říje u zvířat během teplého období, je přesunutí příznaků říje do chladnější části dne (noc, časně ráno) (Chmelíková, 2021).

2.3.2 Opatření k eliminaci tepelného stresu

Jednou z neúčinnějších metod eliminace tepelného stresu u krav je metoda evaporačního ochlazování. Je založena na základě přímého odvádění tepla z těla zvířat pomocí ochlazování prostředí či zvířat kapalinou. Evaporační ochlazování můžeme dělit do dvou skupin:

- ochlazování vzduchu,
- přímé ochlazování těla krav.

Ochlazování vzduchu Tato metoda je založena na ochlazování vzduchu pomocí rozstříku vody do prostředí. Stájový vzduch je tedy ochlazován částicemi vody, nejčastěji mlhami (lehká mlha – FOG, těžká mlha – MIST) [viz obrázek 2.1 (DeLaval, 2021)]. Tato metoda je odborníky neustále dosti doporučována, i když naráží na plno negativ jejího použití. Rozprašované částičky vody mohou negativně ovlivňovat vlhkost vzduchu stáje (zvyšovat), čímž roste míra tepelného stresu. Dalším negativem této metody je působení proudění vzduchu ve stáji na vytvořené mlhové částice vzduchu. Proudění vznikající mezi

otevřenými stěnami stáje a hřebenovou štěrbinou může mlhové částice odnášet směrem ze stáje, což brání dosažení námi požadovaného ochlazování životní zóny zvířat (v místě hlav stojícího či ležícího zvířete) (Zootechnika, 2015).



Obrázek 2.1: *Chlazení prostředí stáje pomocí mlh*

Posledním negativem této metody je vytvoření izolační vrstvy na těle zvířete. Mlhové částice, které dopadnou na tělo zvířete, se nedostanou až na kůži, ale pouze vytvoří izolační vrstvu, která brání odchodu tepla z těla zvířete (Prýmas, 2018).

Přímé ochlazování těla zvířat Tato metoda je v dnešní době nejvíce doporučována. Jedná se o ochlazování těl zvířat částicemi vody o velikosti 0,15 mm. Je známo, že čím větší částice vody, tím vyšší schopnost průniku srstí a lepší odvod tepla z povrchu těla zvířete. Pokud chceme dosáhnout vyšší účinnosti tohoto systému ochlazování, je zapotřebí dovybavit stáj ještě ventilátory pro nucenou cirkulaci vzduchu ve stáji [viz obrázek 2.2 (DeLaval, 2021)] (Zootechnika, 2015).



Obrázek 2.2: *Ventilátory pro nucenou cirkulaci vzduchu*

Instalací ventilátorů dojde k rychlému odparu vody a tím i k rychlejšímu ochlazení těla zvířat. Při aplikování této metody ochlazování zvířat je ovšem zapotřebí dbát, z důvodů skrápění celé stáje, na častější péči a údržbu pohybové chodby. Měla by se tedy zvýšit frekvence vyhrnování mrvy popř. častěji shrnovat kejdu stěrkami či lopatami.

Umístění skrápěcích trysek je možné volit dle potřeby. Nejčastěji se volí umístění nad vymezení žlabovou zábranou [viz obrázek 2.3(Best-cover, 2021)]. Zvířata jsou při krmení skrápěna horizontálním proudem vody. Další možností je instalace tzv. průchozích sprch. Tyto sprchy se umísťují ke vstupu do čekáren. Zvíře je při průchodu sprchováno čerstvou vodou. Pod sprchou se nachází sběrací jímka, která rovnou odvádí znečištěnou vodu pryč ze stáje. Sprchy mohou být vybaveny řídicími jednotkami. Ty dokáží detekovat jednotlivá zvířata pro spuštění trysek a zároveň snižují spotřebu vody (Zootechnika, 2015).



Obrázek 2.3: *Umístění skrápěcích trysek*

Využití mobilní aplikace k eliminaci tepelného stresu K lepší detekci a následné eliminaci tepelného stresu mohou chovatelé využít i volně dostupné mobilní aplikace pro chytré telefony. Tyto aplikace jsou schopny vypočítat intenzitu tepelného stresu zvířat ve stáji. Aplikace pomocí přístupu k poloze zjistí aktuální teplotu a relativní vlhkost v lokalitě stáje. Následně musí chovatel změřit u několika zvířat dechovou frekvenci, kterou následně zadá do aplikace. Aplikace na základě těchto informací vypočítá intenzitu tepelného stresu ve stáji (Zootechnika, 2015).

3 Použití chytrých technologií v ustájení skotu

3.1 Zemědělství 4.0

Zemědělství 4.0 je výraz, který se často používá k pojmenování moderního zemědělství dnešní doby. Myšlenka tohoto systému spočívá v práci s informacemi (BigData) prostřednictvím internetu věcí (IoT). Bigdata jsou soubory informací, jejichž rozměry jsou takřka mimo schopnosti zachycení. Pojem internet věcí se označuje sít' zařízení, která jsou vybavena elektronikou, softwarem a jsou si schopna mezi sebou pomocí síťové komunikace vyměňovat data.

V dnešní době se stroje a zařízení na farmách začínají nahrazovat stroji s chytrými funkcemi či autonomním režimem činnosti. Zároveň jsou stáje vybavovány čidly a senzory, které zachytávají aktuální klimatické podmínky ve stáji a okolí a dokáží například měřit i obsah nežádoucích plynů a látek v prostředí stáje.

K nejnovějším technologiím využívaným v moderních stájích patří také monitorování pozemků pomocí dronů. Pomocí dronů (malých bezpilotních letounů) je možné monitorovat porost polí či pastvin. Tím lze předcházet chorobám či škůdcům, které napadají plodiny určené ke krmení. Také s nimi ale můžeme monitorovat přímo jednotlivá stáda dobytka. Tím můžeme jednoduše zjistit, kde se stáda nacházejí, zdali není na pastvině nějaké nebezpečí a můžeme tak kontrolovat i aktivitu zvířat (Ježková, 2020).

Pro lepší přehled dění ve stáji je dnes také možné nainstalovat do stáje speciální kamery, které pomáhají s monitorováním stáje. Většinou se jedná o kamery, které mají výhled 360°. Jsou vybaveny digitálním zoomem a infračervenými diodami pro noční režim [viz obrázek 3.1(Kamír, 2021)]. Mohou být vybaveny i stěračem nečistot, aby funkce

kamery byla možná bez zásahu obsluhy. Záznam získaný pomocí této kamery lze přehrát pomocí internetového přenosu na jakémkoliv zařízení (chytré telefon, tablety, počítač) (Vaculík, 2020).



Obrázek 3.1: Kamera pro monitorování stáje

Největší potenciál moderního digitálního zemědělství spočívá v monitorování a analýze jednotlivých zvířat. Díky individuálnímu přístupu ke každému zvířeti, zabezpečení podmínek welfare pro každého jedince můžeme dosahovat vysoké produktivity za minimálního stresu zvířat a také za minimální finanční náklady.

Zemědělství 4.0 je strukturou velmi podobné průmyslu 4.0. Stroje, zákazníci i výrobci spolu komunikují během celého procesu získávání finálního výrobku. V průmyslu 4.0 je možné těchto postupů dosáhnout bez větších zásahů z vnějšku. V zemědělství je však plno faktorů, které ovlivňují zemědělskou produkci. Jedná se hlavně o přírodní a biologické faktory, které nelze řídit, ani jim plně předcházet (Vaculík, 2020).

3.2 Sledování pohybové aktivity hospodářských zvířat

Měření pohybové aktivity přispívá k lepšímu zjišťování říje zvířat. Jde taky o důležitý faktor při sledování jejich zdravotního stavu. Určení říje je důležité pro stanovení vhodného času inseminace. Je prokázáno, že v době říje se aktivita zvířete až ztrojnásobí. Pohybová aktivita zvířat je snímána tzv. pedometry. Jedná se o krokoměry, které jsou ovšem vybavovány novými technologiemi (viz kapitoly níže) (Novotná et al., 2015).

3.2.1 Úvod do problematiky

Sledováním pohybové aktivity zvířat se začali chovatelé zabývat ve chvíli, kdy bylo potřeba sledovat velká volně ustájená stáda skotu. U plemenic lze pozorovat několik různých symptomů říje, které většinou nejdou rozeznat pouze vizuálně:

- menší příjem krmiva,
- dočasný pokles užitkovosti,
- změny ve složení mléka,
- zkrácení doby odpočinku,
- zkrácení doby přežvykování,
- nárůst pohybové aktivity.

Ve stádech s vysokou koncentrací zvířat je průběh říje narušován různými vlivy a vizuální rozpoznání není možné. Ke sledování těchto symptomů byly vyvinuty speciální přístroje pedometry.

Zpočátku šlo o mechanické přístroje a jednoduchá počítadla kroků. Postupem času byly vynalezeny pedometry elektronické, které byly poprvé testovány v roce 1977. Tato zařízení byla schopna monitorovat pohyb jednotlivých zvířat. Zvýšená aktivita zvířat prozrazovala blížící se říji. Naopak snížená aktivita naznačovala různé zdravotní problémy (Novotná et al., 2015).

V době 12 až 18 hodin před říjí pedometr zjistí zvýšenou pohybovou aktivitu zvířete. Plemence je neklidná, pokouší se naskakovat na jiné krávy. V tuto dobu je dobré provést inseminaci zvířete. Říje trvá 8 až 16 hodin. Během tohoto časového úseku se plemence nebrání naskakování ostatních krav. Zařízení k monitorování krav nabízí plno společností. Liší se pouze svými schopnostmi (např. dosah, životnost, cena, kvalita zpracování dat) (Musil, 2019).

3.2.2 Provoz a umístění pedometrů

Pedometry jsou vyráběny vždy jako aktivní zařízení. Potřebují tedy vlastní zdroj elektrické energie, kterým je nejčastěji baterie. Tato vlastnost bývá často velmi limitující. Životnost

provozu pedometrů od jednotlivých výrobců se liší od 3 do 10 let. Jelikož je celé zařízení pedometru zalito do plastického materiálu, je výměna baterií takřka nemožná. Po vybití baterie je proto potřeba zakoupit nový přístroj.

Jak už název napovídá, zařízení se nejdříve umísťovalo na nohu zvířete pomocí tkaného pásku. Pásek [viz obrázek 3.2 (crvcz, 2021)], který přiléhal na nohu zvířete, ovšem podléhal znečištění výkaly zvířat. To vedlo k vzniku infekcí. Bezpečnější umístění pedometru u krav je na obojku. Je to výhodné jak kvůli hygieně, tak kvůli možnosti měření dalších parametrů. Nevýhodou umístění pedometru na krk zvířete může být jeho zničení následkem úderů o zábrany krmniště.



Obrázek 3.2: *Pedometr umístěný na noze*

Při upevnění pedometru na krk je potřeba použít složitější detekční algoritmus pro měření pohybu. Na krku je detekováno plno pohybů – žraní, přežvykování, chůze. Všechny tyto pohyby je třeba detekovat a následně od sebe rozlišit (Novotná et al., 2015).

3.2.3 Detekční prvky pedometrů

Hlavním faktorem ovlivňujícím výběr prvku k detekci pohybu je spotřeba energie daného prvku. S vývojem elektroniky se spotřeba energie detekčních prvků snižuje. Z počátku vývoje pedometrů bylo používáno pouze pasivních prvků. Tyto prvky jsou dnes nahrazeny moderními 3D senzory.

První pedometry používali k detekci pohybu rtuťový senzor. Tento senzor snímal pouze pohyb ve vertikálním směru. Při chůzi generoval z jednotlivých otřesů impulzy, které byly následně zpracovávány pomocí mikroprocesorů. Tento druh pedometrů se umisťoval pouze na nohu. Zaznamenaný počet impulzů byl pomocí antén v dojírně načítán do systému. Porovnáním s počtem impulzů při předchozím průchodu dojírnou byl dopočítán počet kroků za dané časové období. Jestliže odchylka impulzů přesáhne požadovanou mez (pokud zvíře zdvojnásobí pohybovou aktivitu), je toto zvíře v systému označeno pro inseminaci. Nevýhodou těchto pedometrů je načítání impulzů v dojírně. Těmito pedometry je tedy možno monitorovat pouze dojnice. Nelze je použít u jalovic.

Dalším pasivním detektorem pohybu v pedometrech byl senzor založený na principu magnetické kuličky v kulové cívce. Na základě otřesů při chůzi se kulička uložená v kulovém prostoru cívky pohybuje a vytváří tak elektrické napětí na cívce. Toto napětí bylo následně zesilováno a snímáno pomocí mikroprocesorů. Nevýhodou těchto snímačů je, že citlivost pohybu není ve všech směrech stejná. Díky snímání všech směrů je možné použít pedometry s tímto detektorem k detekci pohybu na noze i na krku.

V současné době se ve většině pedometrů používají k detekci pohybu akcelerometry. Akcelerometr je schopen snímat zrychlení ve třech osách. Jedná se o aktivní druh snímačů. Potřebují ke své funkci zdroj elektrické energie, což je limitní parametr jejich životnosti (Novotná et al., 2015).

3.2.4 Přenos dat z pedometrů

Data, která pedometr získá, musí být převedena do počítače k jejich vyhodnocení. Před samotným bezdrátovým přenosem jsou tato data zpracována mikroprocesorem. Ten je upraví na relevantní informace (počet pohybů za periodu). Většinou jsou data přenášena pomocí jednostranného přenosu na frekvencích 868 MHz nebo 2,4 GHz. Data jsou do počítače odesílána po určitém časovém úseku, jehož hodnotu lze určit předem (15 minut, 1 hodina).

V prostoru stáje je umístěna anténa, která funguje jako přijímač dat z pedometrů. Jedna anténa je schopna pokrýt prostor stáje o poloměru 50 až 70 m. Mimo stáj (volné prostranství) je anténa schopna pokrýt prostor s poloměrem až 200 m.

V případě, že by anténa nezachytila informaci z pedometru, je tento údaj nahrazen dopočítanou informací z předešlých dat. Jednotlivé pedometry mají i svou vnitřní paměť a jsou schopny uchovávat až 24 předešlých hodnot (Novotná et al., 2015).

3.2.5 Detekce přežvykování

Dnešní pedometry jsou často vybavovány i funkcí detekce přežvykování. Doba přežvykování zvířete je pro chovatele jednou z důležitých informací. Nejen že díky správnému přežvykování monitorujeme zdravotní stav zvířete, ale můžeme tak detekovat i blížící se říji. Během říje se doba přežvykování zkracuje na úkor zvýšení pohybové aktivity (Pavlata, 2018).

První pedometry používali k detekci přežvykování mikrofon. Tento systém byl založen na snímání frekvence kolem 10 Hz a následně detekoval přežvykování. V tomto frekvenčním pásmu je možné na krku detekovat vibrace vznikající pohybem čelistí zvířete. Pedometry vybavené akcelerometrem ovšem dokáží pomocí svého trojosého snímání pohybu snímat jak pohyb, tak i přežvykování zvířete (Novotná et al., 2015).

3.2.6 Lokalizace

Další funkcí, která začíná být přidávána do pedometrů, je lokalizace zvířat ve stáji či na pastvě. Díky této funkci je možné vyhledat při velké koncentraci zvířat ve stáji požadovaného jedince. Systém GPS, který se hojně využívá k lokalizaci, je však nemožné použít. Je to z důvodu jeho vysokých požadavků na zdroj el. napětí a potřeby přímé viditelnosti satelitů.

Možným řešením úsporné a přesné lokalizace zvířat je použití vlastního lokalizačního systému. Tyto systémy jsou založeny na měření doby letu rádiové vlny od vysílače po přijímač (radar). K dokonalé detekci je potřeba použít nejméně tři antény, aby bylo možné pomocí triangulace přesně určit polohu zvířete (Novotná et al., 2015).

3.2.7 Detekce druhů pohybů

Při měření pohybové aktivity pedometrem umístěným na noze je možné měřit plno činností, které zvíře za celý den vykonává:

- doba ležení,
- doba stání,
- doba chůze,
- počet kroků,
- počet vstání.

Pedometr umístěný na obojku zvířete zvládne měřit stejné činnosti jako pedometr na noze [viz obrázek 3.3 (crvcz, 2021)]. Je navíc schopen zaznamenávat dobu strávenou přežvykáním a dobu krmení (Novotná et al., 2015).



Obrázek 3.3: *Pedometr umístěný na obojku zvířete*

3.3 Robotizace v zemědělství

3.3.1 Robotizované dojení

Robotizace je v pojetí zemědělství 4.0 jednou z nejdůležitějších témat. Proto robotizované stroje pronikají takřka do všech odvětví zemědělství. Jedním z nejdůležitějších a zároveň nejvíce zkoumaných robotizovaných jednotek je automatické dojení pomocí dojicího robota [viz obrázek 3.4 (Catinari, 2020)]. Přístroje, které by byly schopny sami podojit zvíře, byly vyvíjeny již od 80. let minulého století. Postupně se však tyto technologie posunuly na úroveň autonomie (Bouška, 2006).



Obrázek 3.4: *Dojicí robot DeLaval*

Robotizované dojení bylo vyvíjeno na základě snížení ekonomických nákladů podniků. Hlavním snížením ekonomických nákladů je vidina práce dojicího robota bez potřebného zásahu obsluhy (autonomní činnost).

Dojicí robot zajišťuje podle Bouška (2006) následující pracovní operace a úkony

- identifikace zvířat,
- čištění vemene,
- příprava na dojení (stimulace),
- oddojení prvních stříků,

- zkouška kvality mléka a kontrola vemene,
- nasazení dojicího stroje,
- vlastní dojení a dodojení,
- sejmutí dojicího stroje,
- sběr dat o nadojeném množství mléka.

Identifikace zvířat a udělení přístupu k dojení Při vstupu krávy do dojicího zařízení dojde pomocí RTG snímání k její identifikaci. Počítač dojicího přístroje prověří veškerá data o zvířeti (jaký byl předchozí nádoj a kdy byl provedeno poslední dojení). Po zpracování těchto dat dojde buď k vypuštění zvířete zpět do prostoru stáje, nebo ke vpuštění do prostor dojicího automatu. To znamená, že v jednom stádě mohou být některé krávy dojeny čtyřikrát denně, některé dvakrát. Po vstupu do prostor dojicího automatu dostane kráva přesně vypočítanou krmnou dávku jaderného krmiva (Bouška, 2006).

Příprava vemene na dojení Po vstupu krávy do dojicího zařízení je potřeba provést přípravu vemene před dojením. Důležitá je dostatečná stimulace vemene, která společně s omytím struků zajistí dostatečnou přípravu před dojením. Stimulace vemene je důležitá kvůli uvolňování oxytocinu. Tento hormon zajišťuje uvolnění mléka z mléčných alveol a následný dokonalý výdoj. Většina dojicích robotů používá ke stimulaci a očištění struků speciální přípravný strukový násadec. Ten po nasazení provádí pomocí vody, vzduchu a mycích prostředků přípravu vemene na dojení. Při přípravě vemene dochází pomocí tohoto násadce také k odběru prvních stříků mléka. Tyto odebrané vzorky jsou pomocí speciálního potrubí vedeny k analýze před dojením. Díky používání přípravných násadců nedochází k možné křížné kontaminaci mléka. Poté už je struk osušen a připraven k dojení (Bouška, 2006).

Nasazení strukových násadců Při nasazování strukových násadců je potřeba dbát na dokonalé a přesné nasazení. U většiny dojicích robotů se o mapování vemene a vyhledávání jednotlivých struků starají laserová čidla, která dokáží rychle a přesně vyhledat struk a umístit na něj násadec. Díky automatické identifikaci zvířat si dojicí robot pomocí softwaru ukládá data o mapování vemene při každém dojení. To napomáhá nasazování násadců při dalších dojeních (Bouška, 2006).

Vlastní dojení Po nasazení jednotlivých strukových násadců dojde k fázi vlastního dojení. Dojicí roboti dokáží pomocí čidel v násadcích dojit každou čtvrt' vemene zvlášť. To znamená, že robot pomocí aktuálních dat, historických dat a modelových dat dokáže přizpůsobit pulzaci každého struku tak, aby došlo k co nejrychlejšímu a nejšetrnějšímu vydojení mléka.

Během dojení lze sledovat okamžité porovnání s předchozím dojením. Tak lze předcházet možným infekcím či zdravotním komplikacím zvířat. Díky sledování těchto dat na jednotlivých čtvrtích vemene, lze odhalit onemocnění zvířete hned v rané fázi nemoci a nemocného jedince tak oddělit co nejdříve od stáda (Bouška, 2006).

Sejmutí dojicí soupravy Během dojení je každá čtvrt' (struk) kontrolován. Po vydojení každé čtvrti je potřeba daný násadec co nejdříve sejmut. Pokud by se tak nestalo, mohlo by dojít ke zbytečnému namáhání a poranění struku. Po vydojení všech struků se dojicí souprava sama odpojí a systém přejde do režimu dezinfekce struků. Nadojené mléko dále podléhá podrobné analýze. Na základě výsledků této analýzy je pomocí mlékovodů odvedeno do nádrží pro mlezivo, závadné mléko nebo mléko do tanku (Bouška, 2006).

Dezinfekce struků Po odpojení dojicích násadců robot provede dezinfekci struku. Tato operace se provádí nástřikem dezinfekčního prostředku pomocí kruhové trysky. Díky podrobnému mapování vemene každého zvířete je možné dezinfekci struků provést s vysokou přesností (Bouška, 2006).

3.3.2 Automatické krmné linky

Proces krmení je v chovu skotu nejdůležitější každodenní aktivitou, na které závisí následná kvalita produkce mléka. V chovech masného dobytka se krmení promítá do denních přírůstků na váze zvířete.

Jelikož je proces krmení náročný jak na čas, tak i na kapacitu zaměstnanců, jsou vyvíjeny nové technologie, které zajišťují automatické krmení bez potřeby obsluhy.

Krmící robot značky LELY Vector Společnost Lely v roce 2012 představila na trhu plně automatický systém krmení, který je schopný zajišťovat krmení dobytka nepřetržitě celý den a rozlišovat mezi sebou jednotlivé skupiny zvířat [viz obrázek 3.5 (Lely, 2021a)] (Lely, 2021d).

Automatický krmící systém vector se skládá z několika částí:

- kuchyně,
- sila s koncentráty a minerály,
- míchací a krmící robot.



Obrázek 3.5: Grafický přehled částí automatického krmného systému LELY

Kuchyně je část automatické krmné linky. Je zde naskladněno krmivo, které postupně odebírá krmící zařízení pro přípravu krmné směsi. Při dodržení prostoru kuchyně, které předepisuje výrobce, je možné doplňovat suroviny pro přípravu krmných dávek jednou za tři dny. To znamená, že po navezení všech potřebných surovin do prostoru kuchyně je automatická krmná linka schopna pracovat po dobu tří dnů. Prostor kuchyně musí být uzavíratelný a musí být zabráněno jakékoliv kontaminaci připravených surovin.

Krmící zařízení pro přípravu krmné směsi se skládá ze tří částí. První součástí je drapák na krmivo, který slouží pro nabírání tuhých surovin a jejich následnou přepravu do prostoru míchacího a krmícího robota. Drapák se pohybuje po prostoru kuchyně pomocí střešní kolejnicové konstrukce. Pomocí jeřábového ustrojí je poté spouštěn a zvedán [viz obrázek 3.6 (Lely, 2021a)].



Obrázek 3.6: *Drapák pro nabírání surovin*

Dalšími částmi krmícího zařízení pro přípravu krmné dávky je dávkovač minerálů a doplňků a dávkovač koncentrátu. Jedná se o statická zařízení, jejichž ústí spočívá přímo v prostoru nad míchacím a krmícím robotem. Pomocí těchto zařízení je možné do krmné dávky přesně a precizně dávkovat doplňkové složky krmiva (Agropartner, 2021).

Sila s koncentráty a minerály V těchto vysokoobjemových silech jsou uskladněny již zmíněné doplňkové sypké složky krmiva, které jsou pomocí dávkovačů odebírány a vmíchávány do krmné dávky. Tato sila jsou umístěna v bezprostřední blízkosti kuchyně a tvoří tak společně s kuchyní část pro přípravu krmné dávky (Lely, 2021d).

Míchací a krmící robot Míchací a krmící robot je autonomní prostředek, který zajišťuje dvě operace. První z nich je míchání vložených surovin v prostorách kuchyně a vytváření kompletní krmné dávky. V době, kdy je krmící a míchací robot v prostorách kuchyně, probíhá nabíjení jeho baterií. Hnací agregát tohoto zařízení je plně elektrický, proto splňuje i ekologické normy.

Druhou operací, kterou zařízení vykonává, je konečný proces krmení skotu. Po namíchání kompletní krmné dávky v prostorech kuchyně se míchací a krmící robot na základě předem připravené ocelové dráhy rozjede směrem ke stáji. Ocelová dráha plně splývá s povrchem okolí. Robot se na ní drží pomocí indukčních elektronických čidel. Nedochozí tak k opotřebení dráhy. Když se robot dostane do prostoru krmné chodby určené stáje, zachytí pomocí čidel tvar a umístění krmného stolu a začne s aplikací krmiva [viz obrázek 3.7 (Lely, 2021a)]. Při aplikaci krmiva rotuje válcová část podvozku stroje a přihrnuje tak krmivo z předešlého krmení zpět na krmný stůl. Když míchací a krmný robot dojede až na konec stáje, je schopen vykonat automatickou otočku a zachytit se pomocí čidel druhé strany krmného chodby. Cestou zpět poté vykoná krmení i na druhé půlce stáje. Po aplikaci krmiva na všech potřebných místech se opět napojí na ocelovou dráhu a dojede zpět do kuchyně k případnému dobití a namíchání nové krmné dávky (Lely, 2021d).



Obrázek 3.7: Aplikace krmiva Krmícím robotem

3.3.3 Automatické přihrnování krmiva

Přihrnování krmiva zpět na krmný stůl je důležité pro neustálý přístup krav ke krmivu. Zvířata při konzumaci krmivo odhrnují pryč od krmné zábrany. Proto se provádí přihrnování krmiva zpět na krmný stůl.

Proces se většinou provádí mechanicky či manuálně pomocí čelních nakladačů s lopatami a nebo přímo pracovníky stáje. Na trhu je dnes však plno automatických přihrnovacích přístrojů. Jedná se o malá vozítka, která dokáží mapovat prostor krmného stolu a podle potřeby automaticky přihrnovat krmivo zpět na krmný stůl. Jelikož se jedná o roboty, je možné jejich celodenní nasazení a díky jejich tichosti nedochází k rušení zvířat (Lely, 2021c).

Přihrnovací roboti značky Lely Juno Oproti systému automatického krmení od společnosti Lely není při používání přihrnovačů Juno zapotřebí přestavby stáje. Jedná se o malé válcové roboty, kteří vykonávají svůj pohyb pouze po stáji. Podle nastaveného programu přejíždí podél krmného stolu stáje a odhrnuté krmivo přihrnují pomocí oběžného válcového kola zpět ke zvířatům. Pohon těchto robotů je pomocí elektromotorů. Jejich provoz je proto tichý a neruší prostředí stáje.

Společnost Lely vyrábí dva typy přihrnovacích robotů. Juno 150 a Juno 100. Menší z robotů (Juno 100) je určen k použití v menších chovech, většinou o jedné stáji a s úzkým profilem krmného stolu. Robot Juno 150 je větší již svým tvarem a také flexibilitou použití. Díky větší baterii a lepšímu vybavení je schopný přejíždět mezi více stájemi a zajistit tak přihrnování krmiva na celé farmě [viz obrázek 3.8 (Lely, 2021c)] (Lely, 2021c).



Obrázek 3.8: *Lely Juno 150 - přihrnování krmiva*

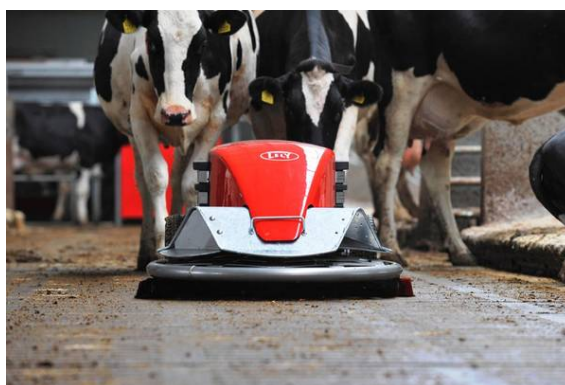
Společnost Lely vybavuje své roboty i možností dynamického přihrnování. Díky sensorům je robot schopný identifikovat množství krmiva na krmném stole a poté přihrnout zbylé krmivo do potřebné vzdálenosti. Tato funkce přispívá k lepšímu příjmu potravy i pro hierarchicky níže postavené jedince. Přihrnovací roboti společnosti Lely jsou schopni přihrnovat až 65 cm vysokou vrstvu krmiva.

Výsledkem používání automatických přihrnovacích robotů je větší pohoda zvířat, lepší doживost (neustálý příjem sušiny), automatický provoz po celý den (Lely, 2021c).

3.3.4 Mobilní čističe stáje

Čištění podlahy stájí je potřeba provádět několikrát denně i při použití roštových podlah. Nejčastěji se tento úkon provádí pomocí hydraulických shrnovačů, které v celé šířce hnojné chodby shrnují výkaly směrem k centrálnímu odtokovému kanálu (plné podlahy stáje), nebo výkaly propadávají roštovými podlahami do odtokových kanálů (roštové podlahy stáje). Tyto stroje ovšem vytváří hluk a také tvoří překážku pro zvířata, která je po celé délce hnojné chodby. Mají však velké výkony a jsou schopny čistit hnojné chodby o velké délce (Lely, 2021b).

Mobilní čističe stáje značky Lely Discovery Společnost Lely nabízí ve svém sortimentu stájových robotů také mobilní čističe. Jsou to čističe určené do stájí s roštovou podlahou. Jedná se o malé elektřinou poháněné stroje, které průběžně jezdí po stáji a pomocí stírací lišty na spodní části podvozku shrnuje kejdu a výkaly skrz roštovou podlahu do odtokových kanálů [viz obrázek 3.9(Lely, 2021b)] (Lely, 2021b).



Obrázek 3.9: *Lely Discover při odkluzu výkalů ve stáji*

Stírací lišta je chráněna ocelovou obručí, která slouží zároveň jako dotykové čidlo. Tato obruč se při čištění podél stěn stáje dotýká jejich povrchu a otáčivým pohybem sleduje jejich tvar. Také slouží jako čidlo proti nárazu do překážek. Při doteku pevné překážky se robot natočí a objede ji pomocí rotačního pohybu obruče (Lely, 2021b).

Výkonnější modely těchto mobilních čističů nabízí i možnost nástřiku vody na plochu určenou k čištění. Musí být vybaven nádrží na vodu a systémem pro její přímé vstříkávání na povrch. Trysky na vodu jsou umístěny v podvozku přímo před stírací lištou stroje [viz obrázek 3.10(Lely, 2021b)]. Tento systém je výhodný v prostorech, kde vznikají suché usazeniny výkalů (silně větraná místa, kouty stájí). Nástřikem vody na čištěný povrch se zvyšuje účinnost čištění mobilního čističe (Lely, 2021b).



Obrázek 3.10: *Nástřik vody před stírací lištu*

Pohyb po stáji je řízen pomocí přesných ultrazvukových čidel, která mapují prostor stáje, v kterém se stroj aktuálně nachází. Mobilní čističe díky tomu mohou čistit jak plochy u stěn, tak i plochy v prostoru hnojných chodeb.

Důležitou částí mobilních čističů je jejich dokovací stanice. Stanice je umístována do klidné části stáje s přístupem elektrické energie a zdrojem užitkové vody. Mobilní čistič se nejdříve připojí na stanici pro doplňování vody. Zde se pomocí naváděcího trychtýře napojí na přepouštěcí ventil. Následuje režim plnění, který trvá několik minut. Poté se mobilní čistič přesune na dobíjecí stanici, kde se pomocí hákových kontaktů připojí na svorky dobíjecí soupravy.

Výhodou použití těchto mobilních čističů je neustálé udržování ploch stájí. Tím lze předcházet znečištění paznehtů a vemen a jejich následným nemocem. Hlavními výhodami jsou ekologie, nízké provozní náklady a malé rozměry (Lely, 2021b).

3.4 Počítačové simulace

Počítačové simulace nachází v dnešní době velké uplatnění. Většinou se jedná o analýzy různých prostředí a materiálů. Pro realizaci počítačových simulací můžeme na trhu nalézt spoustu produktů od světových vývojářů.

Všechny produkty nabízené na českém i zahraničním trhu nabízí poměrně stejnou škálu možností simulací (moduly). Nejčastějšími možnostmi počítačových simulací jsou podle Kožíšek (2021):

- přestup tepla,
- elektromagnetismus,
- potrubní systémy,
- optika,
- proudění,
- akustika,
- strukturální mechanika,
- chemické a elektrochemické reakce.

Počítačové simulace se využívají v technice velmi často. Důvodem jejich používání je, že jimi lze nahradit fyzické testy na již vyrobených prototypch. Můžeme tak tedy předcházet finančním ztrátám při vývoji nových výrobků. Navržené výrobky lze zkonstruovat jako 3D model, který můžeme následně vystavit různým simulacím. Díky tomu lze odhalit nedostatky výrobku ještě ve fázi vývoje.

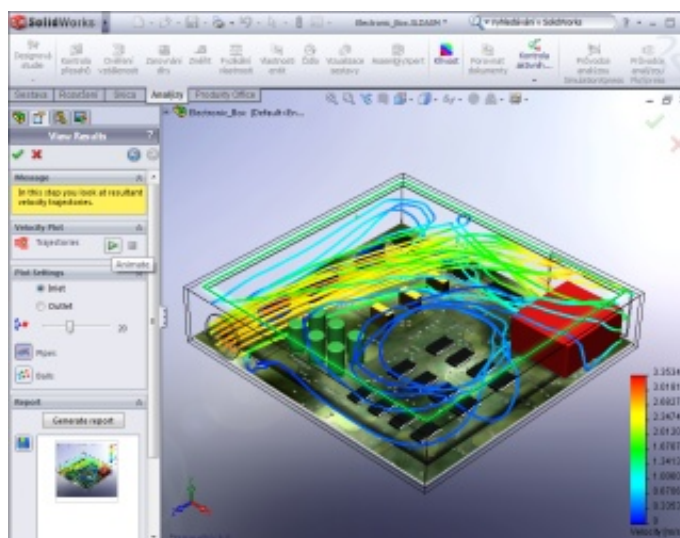
Model, který bude v rámci této práce vytvářen, by měl sloužit k budoucí simulaci proudění vzduchu. Proto se následující přehled jednotlivých produktů pro simulace bude ubírat cestou simulace proudění.

3.4.1 Simulace proudění

Při analýzách proudění se většinou zjišťuje, jak bude daný výrobek vhodný pro použití v praxi. Pomocí simulace proudění lze simulovat proudění kapalin a plynů. Obě tato média mají podobné vlastnosti, proto jsou programy pro realizaci jejich simulací spojovány v jeden (Luguang, 2006).

Pomocí simulací proudění lze zjišťovat, pohyb tekutin procházející objektem nebo kolem něj. Během jedné analýzy je možné provádět během jednoho výpočtu plno operací (přenos tepla, míchání a nestále a stlačitelné proudění) (Toptech, 2021).

Pro spuštění simulace je zapotřebí splnit vstupní podmínky geometrie modelu a musí být zadána všechna potřebná data. Po skončení simulace proudění lze výsledky výpočtu zobrazit jako trajektorie proudění [viz obrázek 3.11 (Kožíšek, 2021)] (proudnice mezi vstupním a výstupním otvorem) (SolidVision, 2021).



Obrázek 3.11: *Výsledky výpočtu zobrazené jako trajektorie proudění*

Výsledky analýz je možné prezentovat i pomocí 3D modelu. Další z nabízených možností jsou grafy nebo údaje zobrazované v reálném čase. Pro názornost výpočtu je možno vytvořit animaci proudění (Arkance-systems, 2021).

4 Cíle a metodika práce

Cílem této práce je zpracování rešerše na dané téma a následná tvorba 3D modelu reálné stáje pro chov skotu. Model bude konstruován ve studentské verzi programu SolidWorks. Pro vytvoření modelu budou použity editory pro vytváření součástí a sestav. Vzhled stáje bude identický reálnému vzhledu vzorové stáje. Vzniklý model bude vytvořen v měřítku 1:1. Model bude sloužit jako materiál pro následné počítačové simulace.

4.1 Metodika

Na základě poznatků nabitých při tvorbě rešeršní části bude zvolen postup pro vytvoření modelu stáje. Nejdříve bude podrobně prozkoumána výkresová dokumentace stáje a budou zjištěny rozměry potřebné pro realizaci modelu. Některé rozměry bude potřeba ručně naměřit a přepočítat pomocí měřítka.

Následně bude stanoven postup modelování jednotlivých částí. Model bude rozdělen na několik podsestav, které budou postupně modelovány. Vždy po vymodelování všech součástí jedné podsestavy budou všechny součásti vloženy a svázány v jeden celek.

Po vymodelování a složení všech podsestav bude vytvořena celková sestava stáje. Do ní budou jednotlivé vedlejší podsestavy vkládány a spojovány. Tím vznikne finální podoba stáje.

Na závěr bude jednotlivým součástem všech podsestav určen materiál. Tím se stanoví fyzikální vlastnosti součástí. Na základě přiřazení materiálu všem součástem, získá stáj svůj barevný vzhled.

5 Popis a postup výroby modelu

V této části práce bude popsán postup modelování jednotlivých součástí modelu a jejich následné sestavování do konečné sestavy. Vzorem pro tento model stáje byla vybraná stáj pro chov 300 dojnic, která je ve vlastnictví společnosti Stagra, s.r.o., která se nachází v okrese Jindřichův Hradec. Jedná se o čtyři roky starou stáj, která je postavena v souladu se všemi pravidly welfare a stáj je navržena také jako tzv. vzdušná stáj.

Zemědělská společnost, která je vlastníkem této stáje, poskytla pro vypracování modelu výkresovou dokumentaci, díky které mohl být dodržen takřka identický vzhled modelu. Reálný vzhled stavby můžete vidět na obrázku (viz obrázek 5.1). Celý model je vymodelován ve studentské verzi programu SolidWorks, Je zhotoven v měřítku 1:1. Toto měřítko bylo zvoleno z důvodu následných počítačových simulací, aby nedocházelo ke zkreslování výsledků z důvodu zmenšení v měřítku.



Obrázek 5.1: *Reálná stavba stáje*

V další části práce budou všechny podsestavy modelu rozebrány postupně tak, jak byly vytvářeny. Konečný model stáje se skládá z těchto podsestav:

- Základní konstrukce,
- Štítová konstrukce,
- Střešní krytina,
- Střešní průduch,
- Boční rolety,
- Jednostranné lehací boxy,
- Oboustranné lehací boxy,
- Krmiště,
- Napajedla.

5.1 Modelování součástí základní konstrukce

Sestava základní konstrukce je hlavní soustavou celé stáje, proto budou popsány postupy modelování jednotlivých součástí. V popisu dalších sestav stáje bude modelování jednotlivých součástí shrnuto v jedné kapitole. Základní konstrukce se skládá z pěti součástí:

1. Základní deska,
2. Ocelový nosník,
3. Překrytí nosníků,
4. Vzpěry,
5. Obvodová zeď.

5.1.1 Základní deska

Na začátku bylo potřeba vymodelovat nejdůležitější část celé stáje – základní desku. Rozměry této součásti byly stanoveny z výkresové dokumentace. Jedná se o betonovou desku, která má v sobě otvory pro umístění jednotlivých rámových konstrukcí.

V první části modelování této součásti byly vytvořeny tzv. patky ocelových nosníků, které v sobě měly již zmíněné poziční díry. Nejdříve byl vytvořen 2D náčrt jednotlivých patek, které byly následně vysunuty do prostoru.

V druhé části modelování této součásti byla přes všechny patky ocelových nosníků vysunuta deska, která udělala ze součásti celistvou plochou desku. Poziční otvory v celé desce zůstaly. Stejně jako v předchozím odstavci byl nejdříve vytvořen 2D náčrt součásti, který byl poté prostorově vysunut.

5.1.2 Ocelový nosník

Model ocelového nosníku je základním nosným prvkem celé konstrukce, je rozmístěn po pěti metrech po délce celé konstrukce a tvoří tak jakousi kostru celé stáje.

Při modelování součásti ocelový nosník se postupovalo postupným prostorovým modelováním směrem od základní desky.

Jako první byly vytvořeny stojky nosníku, které se dotýkají svými podstavami základní desky. Nejdříve byl vytvořen 2D náčrt těchto stojek a poté byly vysunuty do prostoru směrem od plochy základní desky.

V druhé části modelování této součásti byla vytvořena střešní část ocelového nosníku, která nasedá na již vytvořené stojky a zároveň s ní byly vytvořeny zpevňovací tyče ve špičce nosníku. Nejdříve byl vytvořen 2D náčrt střešní konstrukce ocelového nosníku a jeho zpevňovacích tyčí a následně byly prostorově vytvořeny pomocí funkce tažení po křivce.

Poté už byly vytvořeny na jednotlivých stojkách pláty s pozičními dírami, kterými se součást připojí k základní desce. Byly také vytvořeny spojky střešní konstrukce a jednotlivých zpevňovacích tyčí.

5.1.3 Štít

Aby mohla být vytvořena pomocí jednotlivých ocelových nosníků celá kostra stáje, bylo zapotřebí, aby první a poslední nosníky byly sestrojeny jako odlišné štítové díly, které v sobě mají jednotlivé přesné otvory pro vrata či pro zdi štítu.

Na základě této potřeby byly vymodelovány dva štíty (přední a zadní). Pro základ těchto konstrukcí byla použita základní konstrukce součásti ocelový nosník. Poté bylo potřeba vymodelovat jednotlivé vzpěry, které slouží nejen jako konstrukční součást kostry štítu, ale také na ní jsou hlavní rámy vrat a držáky pro dřevěnou štítovou krytinu. Jednotlivé stojky štítu musely být orientovány svým profilováním tak, aby následně mohly tvořit futra jednotlivých vrat a také sedla pro štítové stěny.

5.1.4 Složení sestavy základní konstrukce

Po vymodelování všech součástí základní konstrukce bylo potřeba vytvořit sestavu základní konstrukce. Do editoru tvorby soustav programu SolidWorks byly tyto součásti postupně vkládány a vzájemně na sebe vázány.

Jako první součást byla do soustavy základní konstrukce vložena základní deska. Roviny této součásti byly sjednoceny s rovinami celé soustavy, tudíž byla tato součást nastavena jako pevná součást. Zároveň se stala i hlavní součástí celé stáje.

Jako další součástí vázanou k základní desce byl ocelový nosník. Tento díl byl vložen do prostředí programu a poté svázán se základní deskou pomocí vazeb pozičních děr.

Poté bylo vytvořeno lineární pole součástí, kterým byla součást ocelový nosník rozkopírována po celé délce modelu stáje. Bylo vytvořeno 18 kopií, které mezi sebou měli rozestupy 5 000 mm.

Po vložení a rozkopírování ocelových nosníků bylo potřeba vložit na začátek a konec stáje štíty, které uzavřou tzv. kostru celé stáje, do těchto konstrukcí budou následně vkládány vrata a obložení štítu stáje.

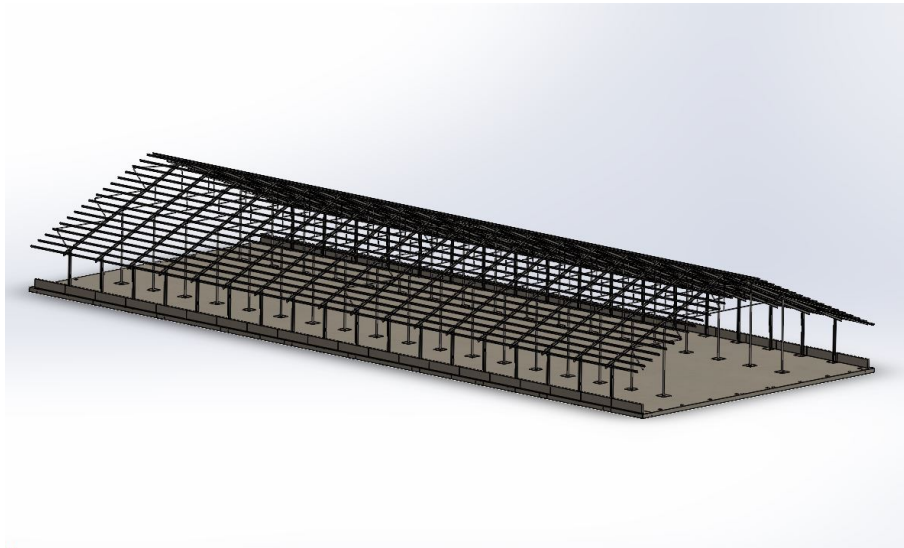
Poté bylo potřeba pomocí jednotlivých střešních spojek svázat všechny ocelové nosníky k sobě a vytvořit tak podklad pro střešní krytinu stáje. Do sestavy byly vloženy dvě střešní spojky nosníků, které byly vázány vždy na spodních okrajích obou stran střešní části.

Tyto součásti byly poté rozkopírovány směrem k hřebeni střechy. Byl vytvořeno 17 kopií, které mezi sebou měli rozestupy 1285 mm.

V další fázi kompletování sestavy základní konstrukce byly mezi krajní a prostřední ocelové nosníky vloženy vzpěry, které zpevňují celou konstrukci. Nejdříve byly vloženy dvě protichůdné vzpěry na jednom boku střechy stáje, které byly následně rozkopírovány po celé délce střechy. Pro vytvoření stejných vzpěr i na opačně nakloněné části střechy byla použita operace zrcadlení podle osy. Jako osa zrcadlení těchto součástí byla zvolena rovina, která probíhá po celé délce štítu střechy.

Poslední součástí, která byla vložena do sestavy základní konstrukce, byly jednotlivé zdi, které se nacházejí po delších stranách stáje. Do sestavy byla vložena pouze jedna zeď, která byla pevně svázána s ocelovými nosníky a základní deskou.

Tato zeď byla následně rozkopírována pomocí funkce lineárního pole po celé délce stáje. Nakopírováno bylo celkem 20 součástí s rozestupy 4758 mm. Následně byla použita funkce zrcadlit a zdi byly zrcadlově vytvořeny i na druhá straně stáje. Tím vznikl finální vzhled sestavy kostra stáje (viz obrázek 5.2).



Obrázek 5.2: *Kostra stáje*

5.2 Modelování součástí štítové konstrukce

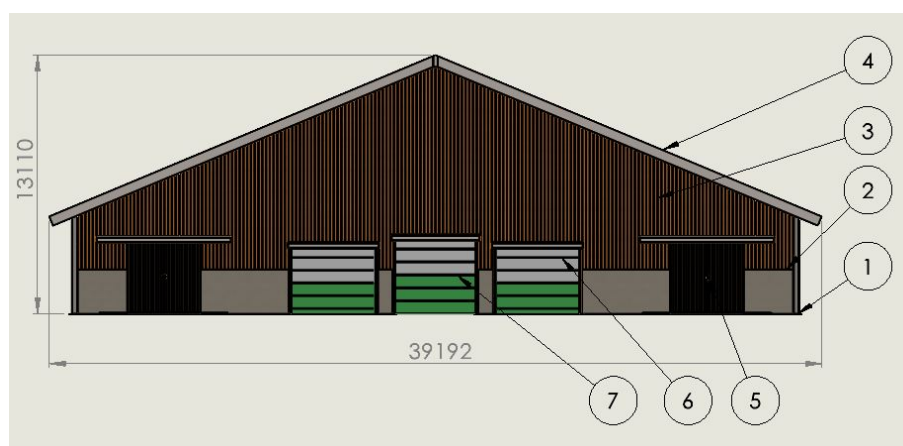
Štítové konstrukce této stáje jsou základní konstrukcí pro mnoho ostatních součástí (např. vrata apod.). Proto byla vytvořena jednotná sestava štítové konstrukce, která na sobě již nese veškeré součásti a poté nahradí v celkové sestavě součást štít. Do této sestavy štítové konstrukce patří jednotlivé součásti a podsestavy (viz obrázek 5.3).

Samostatné součásti

1. Štít
2. Štítové zdi
3. Dřevěné obložení
4. Krycí plechy štítu

Podsestavy

5. Malá dřevěná vrata
6. Malá barevná vrata
7. Velká barevná vrata



Obrázek 5.3: Popis součástí štítové konstrukce

5.2.1 Složení sestavy štítové konstrukce

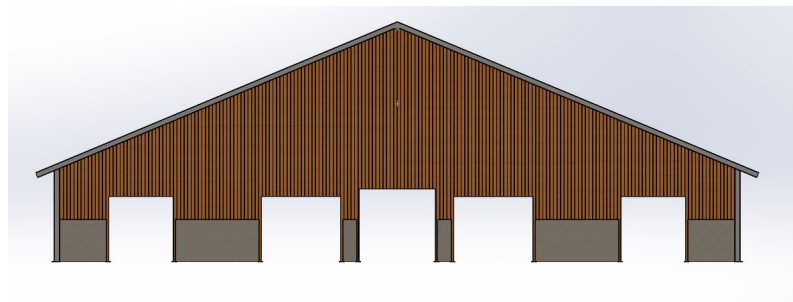
Po vymodelování všech součástí štítové konstrukce a vymodelování všech součástí podstav byly tyto součásti svázány do jednoho celku. Nejdříve byly spojeny samotné součásti štítové konstrukce a poté byla do sestavy doplněna jednotlivá vrata se svými komponenty.

Jako základní součást této sestavy byla zvolena součást štít, na kterou se postupně skládali jednotlivé části. Rýsovací roviny součástí štít byly sjednoceny s rovinami prostředí a vznikla nám tak základní pevná součást.

Jako první součásti vložené do sestavy štítové konstrukce byly jednotlivé zdi. Zdi byly vloženy do svých připravených pouzder. Každá zeď zasedá do přesné mezery a do profilování jednotlivých stojek štítu. Postupně byly vloženy všechny zdi (zeď 1, zeď 2, zeď 3).

Další vloženou součástí štítové konstrukce bylo dřevěné obložení. Při provádění tohoto úkonu byl vložen a svázán se štítem pouze jeden díl dřevěného obložení. Pro vytvoření obložení i na druhé polovině štítu byla použita operace zrcadlit součásti. Pomocí této operace byl již vložený díl dřevěného obložení zrcadlově zkopírován na druhou polovinu štítu.

Nyní už byly všechny součásti sestavy štítové konstrukce vloženy (viz obrázek 5.4) a mohly být vkládány podsestavy štítové konstrukce.



Obrázek 5.4: Složení součástí štítové konstrukce

Nejdříve byla vložena podsestava dřevěných vrat, pro kterou byly připraveny nejkrajnější otvory (futra) v sestavě štítové konstrukce. Tato již svázaná podsestava byla celá vložena do štítové konstrukce a pomocí tří vazeb upevněna ve všech směrech.

Následně byla opět použita funkce zrcadlit součásti a dřevěná vrata byla zkopírována i na druhou stranu štítu. Tím už nám zbyly pouze tři otvory uprostřed štítu, které slouží pro uložení rolovacích vrat.

Jako další podsestavou vkládanou do sestavy štítové konstrukce byla podsestava malých rolovacích vrat. Pro tuto součást náležely dva menší zbylé otvory. Podsestava byla opět vložena a pomocí tří vazeb pevně svázána s celou sestavou. Pro vytvoření vrat i v druhém otvoru byla použita funkce zrcadlit součásti a podsestava malých rolovacích vrat byla zkopírována.

Nakonec byla vložena poslední podsestava celé štítové konstrukce a to velká rolovací vrata. Tato podsestava byla vložena na místo posledního prostředního otvoru. Stejně jako předešlé podsestavy byla pevně svázána s celou sestavou. Tím vznikla kompletní sestava štítové konstrukce (viz obrázek 5.5).



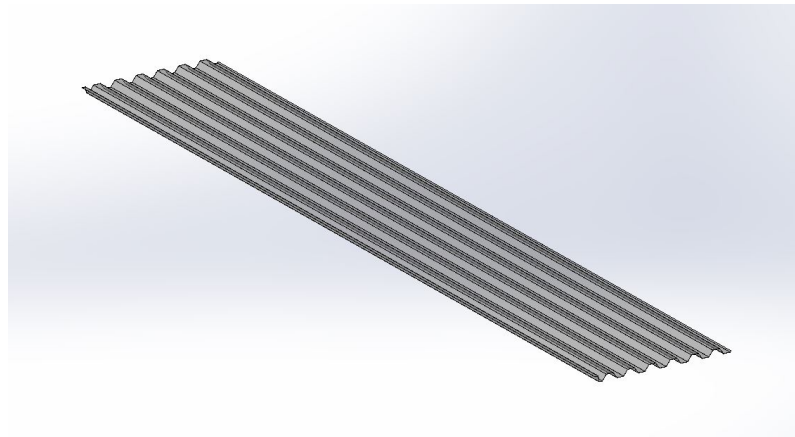
Obrázek 5.5: *Sestava štítové konstrukce*

5.3 Modelování součástí střešní krytiny

Střešní krytina se skládá z sestavy vlnitých polykarbonátových plechů, které jsou přes sebe překrývány a tvoří tak jednotnou plochu střešní krytiny. Sestava je skládána celkově ze čtyř součástí:

- Střešní plech,
- Spodní malý plech,
- Koncový plech,
- Koncový malý plech.

Hlavní součástí je součást střešní plech (viz obrázek 5.6). Ostatní součásti jsou použity na bocích střechy modelu stáje. Při použití pouze jednoho typu (rozměru) plechu na celou střechu by vzniklo velké množství překryvů. Proto musely být vymodelovány součásti (plechy) menších rozměrů.



Obrázek 5.6: *Střešní plech*

5.3.1 Složení sestavy střešní krytina

Jako první krok při skládání této sestavy bylo změření kostry stáje a zjištění celkových rozměrů plochy střechy, kterou má střešní krytina zakrýt. Na základě těchto rozměrů bylo, po vložení součásti střešní plech, vytvořeno lineární pole součástí. Tím vzniklo pole překrývaných plechů.

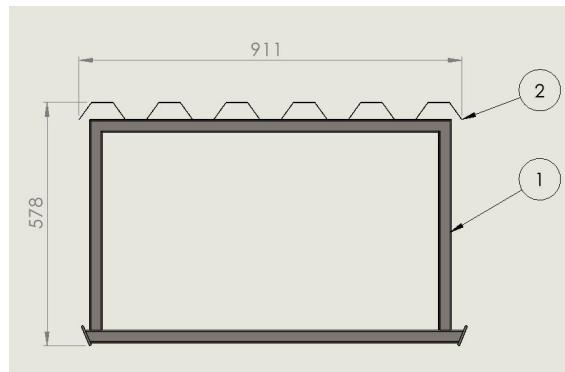
Poté byly na spodní část této plochy vloženy střešní plechy půlené. Tím bylo dosaženo přesné šířky střešní krytiny. Na závěr bylo potřeba zakončit střechu pomocí koncových plechů. Tak bylo dosaženo i přesné délky krytiny. Která svými rozměry odpovídá ploše střechy stáje.

5.4 Modelování součástí střešního průduchu

Po délce celého hřebene stáje je otvor, sloužící k cirkulaci vzduchu ve stáji. Tento otvor je krytý speciální konstrukcí krytou polykarbonátovými plechy. Tato konstrukce brání vnikání srážek do prostředí stáje.

Sestava průduchu se skládá ze dvou součástí (viz obrázek 5.7):

1. Rám průduchu,
2. Horní krycí plech.



Obrázek 5.7: Popis částí sestavy střešní průduch

5.4.1 Složení sestavy střešního průduchu

Hlavním konstrukčním prvkem této soustavy je součást rám průduchu. Z toho důvodu byla také první vloženou součástí. Osy této součásti byly pevně svázány s osami sestavy. Poté byla tato součást rozkopírována tak, že vznikla základní konstrukce střešního průduchu. Jednotlivé rámy od sebe byly vzdáleny 3050 mm a celkem jich bylo rozkopírováno 30.

Poté byl do sestavy vložen horní krycí plech, který byl svázán s horní plochou konstrukce a následně vystředěn s rámem. Součást horní krycí plech byla opět rozkopírována po celé délce průduchu ve stejných rozestupech jako rámy průduchu.

5.5 Modelování součástí bočních rolet

Sestava bočních rolet se nachází na obou delších stranách stáje. Jedná se o mechanismus, který brání přímému vstupu vzduchu do stáje. Hlavní částí tohoto mechanismu jsou protiprůvanové sítě. Tyto sítě tvoří pomyslnou stěnu, která už podle názvu brání vzniku průvanu ve stáji. Díky rolovacímu mechanismu těchto sítí je možné úplně zavřít boky stáje, či pouze zakrýt jejich část. V letních měsících, kdy dochází k velkému nárůstu teplot, je možné nechat boky stáje úplně otevřené. Tím docílíme dokonalé výměny čerstvého vzduchu ve stáji.

Sestava bočních rolet se skládá z těchto součástí (viz obrázek 5.8):

1. Hlavní rám rolet,
2. Vnitřní a vnější rám rolet,
3. Hřídel rolet,
4. Kluzná kola.



Obrázek 5.8: *Popis součástí sestavy bočních rolet*

Spojením těchto součástí vznikne funkční mechanismus tvořící výplň boků stáje.

5.5.1 Složení sestavy bočních rolet

Prvním prvkem vkládaným do této sestavy byl hlavní rám rolet. Jedná se o dřevěný trám obdélníkového průřezu, který je pevně spojen s kostrou stáje. Díky tomu také tvoří hlavní konstrukční součást celé sestavy.

Do sestavy byly poté vloženy součásti vnitřní a vnější rám rolet. Pomocí vazeb byly spojeny s hlavním rámem a rozkopírovány po celé délce hlavního rámu. Tyto součásti tvoří vedení pro samotnou roletu. Zabraňují pohybu rolety do stran a tím brání jejímu poškození.

Další vkládanou součástí byla kluzná kola. Tato kola byla svými vnějšími zářezy vázána s jejich vedením ve vnějším rámu rolet. Poté byla kola rozkopírována po celé délce hlavního rámu.

Následně byla do středů těchto kol vložena trubková hřídel rolet. Jedná se o horní hřídel, která se stará o vysouvání rolet směrem nahoru (zavírání stěn). Na tuto hřídel jsou navíjena obslužná lana rolet. Tato lana jsou jedním koncem pevně spojena s hřídelí a druhým s roletou.

Na závěr byla vložena roleta, která byla svázána s hřídelemi. Pro správnou funkci bočních rolet bylo potřeba v nastavení programu definovat parametr, který určuje výšku vysunutí rolet. Díky tomu lze regulovat výšku vysunutí rolet zadáním procentuálního údaje vysunutí.

Jako poslední součást této sestavy byly vloženy výkryty rolet. Tyto součásti se nachází na hranicích bočních stěn a štítových konstrukcí. Zakrývají volná místa, na bocích stáje, kterými by mohl proudit studený vzduch.

5.6 Modelování součástí lehacích boxů

Lehací boxy jsou hlavními prvky interiéru stáje. Rozměry každého boxu jsou v souladu s welfare a v celé stáji jsou stejné. Celkově můžeme lehací boxy stáje rozdělit do dvou kategorií.

První kategorií jsou **jednostranné lehací boxy**. Tyto boxy se nacházejí na bocích stáje při stěnách. Jedná se o boxy, které jsou dlouhé a mají velkou kapacitu.

Druhou kategorií lehacích boxů jsou **oboustranné lehací boxy**. Tyto boxy jsou uvnitř stáje mezi jednotlivými sloupy. Díky své přístupnosti z více stran mohou být konstruovány pro oboustranné ležení. Tyto boxy jsou oproti jednostranným lehacím boxům kratší.

Jednostranné lehací boxy

- Jednostranné lehací boxy 36
- Jednostranné lehací boxy 38

Oboustranné lehací boxy

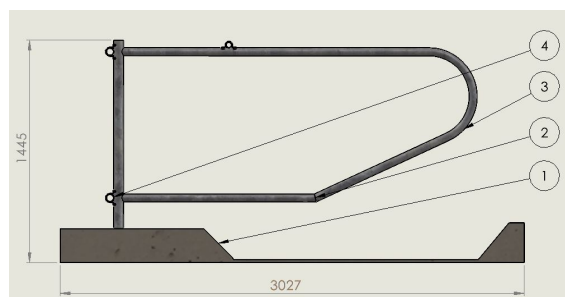
- Oboustranné lehací boxy 24
- Oboustranné lehací boxy 26
- Oboustranné lehací boxy 28
- Oboustranné lehací boxy 34

Číslice za názvem lehacích boxů označuje počet lehacích loží (kapacitu).

5.6.1 Modelování součástí jednostranných lehacích boxů

Tato sestava jednostranných lehacích boxů se skládá celkem ze čtyř součástí (viz obrázek 5.9):

1. Lehací lože,
2. Stranová zábrana,
3. Stranová zábrana otevřená,
4. Nosná a vymežovací trubka.



Obrázek 5.9: *Popis součástí jednostranných lehacích boxů*

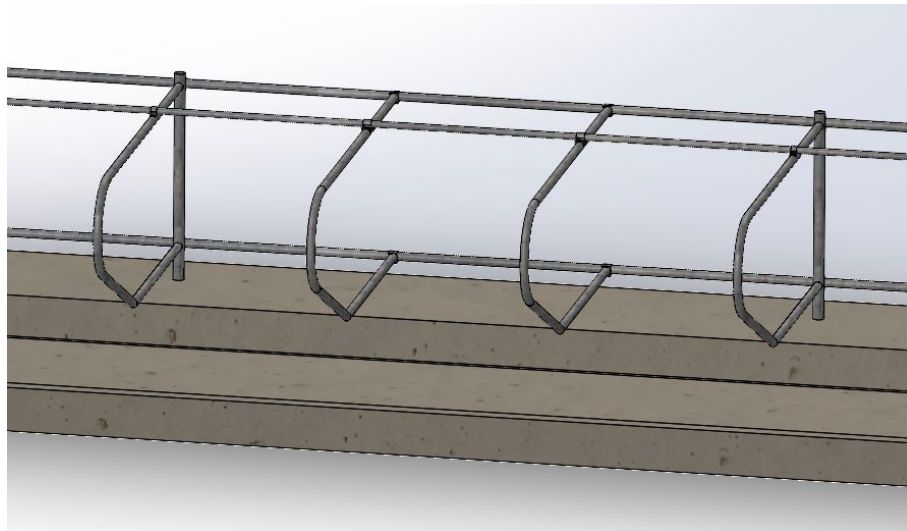
5.6.2 Složení sestavy jednostranných lehacích boxů

Nejdříve bylo do sestavy vloženo lehací lože, které bylo následně ukotveno pomocí svázání rovin sestavy s rovinami součástí. Vznikla tak hlavní pevná součást celé sestavy.

Následně byla do sestavy vložena stranová zábrana. Tato součást byla spodním koncem hlavní trubky vložena do krajního otvoru v lehacím loži. Poté byla ukotvena, aby křídlo stranové zábrany bylo rovnoběžné s bokem lehacího lože. V dalším kroku byla použita operace lineární pole a stranová zábrana byla rozkopírována po celé délce lehacího lože. Správným nastavením rozteče kopírování zapadaly vzniklé kopie do předem připravených otvorů.

Dále byly do sestavy vloženy dvě nosné trubky. Tyto trubky byly soustředně svázány s objímkami na hlavních trubkách stranové zábrany. Dále byly svázány s okraji lehacího lože.

Další vkládanou částí byla stranová zábrana otevřená, která byla vložena pomocí objímek na nosné trubky. Mezi každou stranovou zábranou byly vloženy dvě otevřené stranové součásti. Prostor mezi stranovými zábranami tak byl rozdělen na tři části (viz obrázek 5.10).



Obrázek 5.10: Rozdělení lehacích boxů na tři ležení

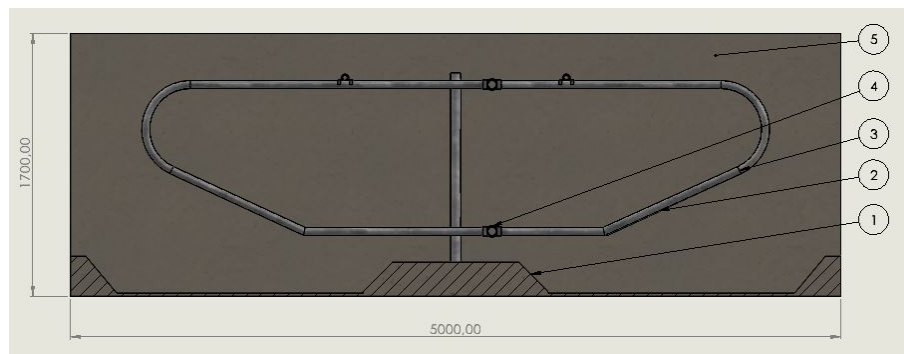
Nakonec byla vložena součást vymežovací trubka, která byla svázána s objímkami na křídle stranové zábrany.

5.6.3 Modelování součástí oboustranných lehacích boxů

Oboustranné lehací boxy se skládají na rozdíl od jednostranných z více částí. V této sestavě nemohly být použity součásti z jednostranných lehacích boxů kromě nosné a vymežovací trubky. Kvůli přístupu z obou stran musely být některé součásti zdvojeny a zvětšeny. Celý systém nosných trubek musel být přesunut mimo střed lehacího lože, jelikož by byl v kolizi s ocelovými stojkami rámu.

Tato sestava se skládá z těchto součástí (viz obrázek 5.11):

1. Lehací lože oboustranné,
2. Stranová zábrana oboustranná,
3. Stranová zábrana oboustranná otevřená,
4. Nosná a vymežovací trubka,
5. Zed' oboustranných boxů.



Obrázek 5.11: *Popis součástí oboustranných lehacích boxů*

Všechny tyto součásti jsou vymodelovány pro veškeré velikosti oboustranných lehacích boxů. Konstrukce i složení různých velikostí oboustranných lehacích boxů zůstávají stejná. Liší se pouze v počtu jednotlivých míst k ležení. To znamená, že se délka lehacího lože a trubek mění v závislosti na počtu již zmíněných ležení. Mění se i počet vkládaných stranových zábran.

5.6.4 Složení sestavy oboustranných lehacích boxů

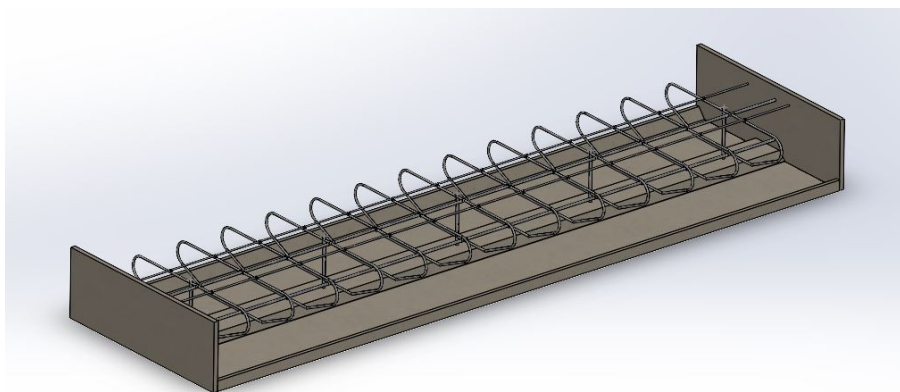
Jako první součástí vloženou do této sestavy bylo oboustranné lehací lože. Tato součást byla následně svázána svými konstrukčními rovinami s rovinami sestavy. Díky tomuto svázání se stala hlavní konstrukční součástí.

V dalším kroku byla vložena součást stranová zábrana oboustranná. Tato součást byla vložena do otvorů oboustranného lehacího lože a její ramena byla rovnoběžně svázána s jeho boky. Následně byla tato součást rozkopírována pomocí lineárního pole do všech otvorů oboustranného lehacího lože.

Dalšími součástmi vkládanými do sestavy byly nosné a vymežovací trubky. Tyto trubky byly vloženy vždy dvakrát. Nosné trubky byly soustředně svázány s objímkami na stranových zábranách a jejich kraje byly sjednoceny s délkou lehacího lože. Vymežovací trubky byly soustředně vázány do sedel na horních částech křídel stranových zábran a jejich kraje byly také sjednoceny s délkou lehacího lože.

Poté byla vložena součást stranová zábrana oboustranná otevřená. Tato součást byla připojena k sestavě svými objímkami. Ty se napojovali na nosné a vymežovací trubky. Následně byla rozkopírována pomocí lineárního pole tak, že rozdělovala celou sestavu na jednotlivá místa k ležení. Na závěr byly do sestavy vloženy dvě zdi oboustranných boxů. Tyto zdi byly svázány s boky oboustranného lehacího lože a srovnány s jeho rozměry.

Tím vznikla kompletní sestava oboustranných lehacích boxů (viz obrázek 5.12).



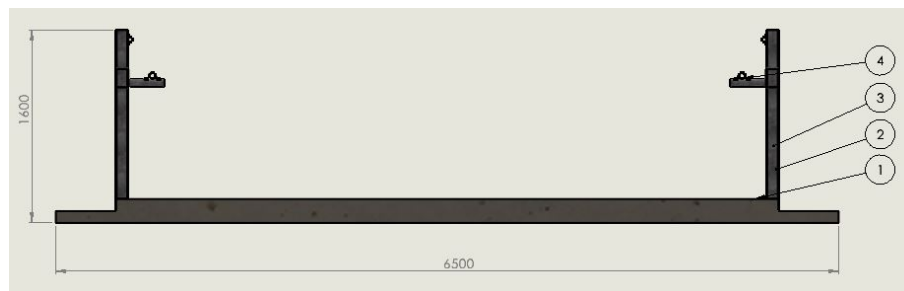
Obrázek 5.12: *Kompletní sestava oboustranných lehacích boxů*

5.7 Modelování součástí sestavy krmiště

Uprostřed podlahy stáje je ve směru hřebene stavby uloženo krmiště. Svým dnem bude sjednoceno s podlahou stáje a středově svázáno se středem velkých barevných vrat.

Tato sestava se skládá ze čtyř součástí (viz obrázek 5.13).

1. Krmný stůl
2. Sloupek krmiště
3. Zed' krmiště
4. Horní a dolní zábranová trubka



Obrázek 5.13: Popis součástí sestavy krmiště

Tato sestava bude oddělovat prostor s lehacími boxy s prostorem pro průjezd krmné zemědělské techniky. Bude také místem pro průjezd samojízdného příhrnovacího robota.

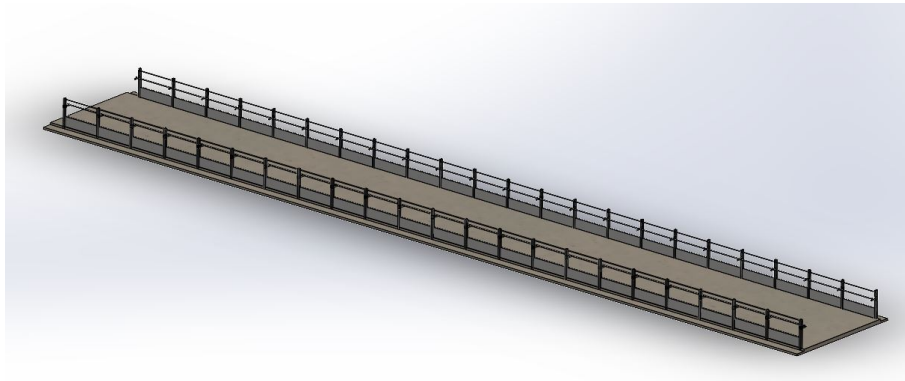
5.7.1 Složení sestavy krmiště

Nejdříve byla do sestavy vložena součást krmný stůl. Tato součást byla pevně svázána svými rovinami s rovinami sestavy. Tím vznikla pevná součást, která byla hlavní konstrukční součástí sestavy.

Následně byla vložena součást sloupek krmiště. Sloupek byl svázán s bokem jednoho konce krmného stolu a s plochou přechodu krmného stolu a nášlapového schůdku. Poté byl tento sloupek rozkopírován do poloviny délky krmného stolu. V dalším kroku byla do sestavy vložena zed' krmiště, která byla pevně svázána s krmným stolem i s jednou dvojicí sloupků. Poté byla rozkopírována pomocí lineárního pole mezi všechny sloupky.

Posledními vkládanými součástmi byly horní a dolní zábranové trubky. Ty byly soustředně svázány s objímkami na sloupcích krmiště.

Na závěr byly tyto sloupky, zdi i trubky pomocí operace zrcadlit přeneseny i na protilehlou stranu krmného stolu a pomocí lineárního pole rozkopírovány po celé délce krmného stolu. Tím vznikla kompletní sestava krmiště (viz obrázek 5.14).



Obrázek 5.14: *Kompletní sestava krmiště*

5.8 Modelování součástí sestavy napajedla

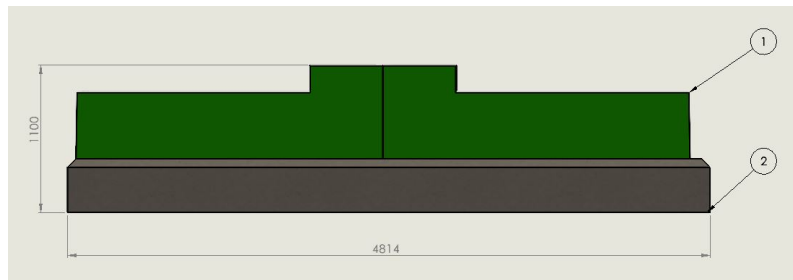
Při modelování součástí napajedla se postupovalo podle rozměrů naměřených přímo ve stáji. Napajedlo má systém automatického dopouštění, které je schováno pod modrou částí napajedla.

Ve stáji se nachází dva druhy napajedel

- Jednostranné napajedlo
- Oboustranné napajedlo

Byly vymodelovány dvě součásti, z kterých se obě napajedla skládají (viz obrázek 5.15)

1. Plastové napajedlo
2. Podstava napajedla



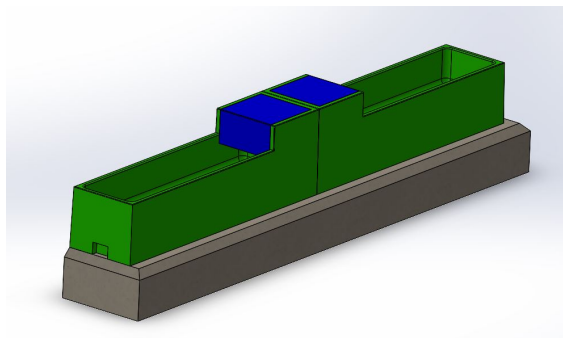
Obrázek 5.15: Popis součástí napajedla

5.8.1 Složení součástí sestavy jednostranné napajedlo

Nejdříve byla do sestavy vložena součást podstava napajedla. Ta byla svými rovinami pevně svázána se sestavou. Na tuto součást bylo následně vloženo plastové napajedlo. Stěny plastového napajedla byly z obou stran svázány se stěnami podstavy.

5.8.2 Složení součástí sestavy oboustranné napajedlo

Stejně jako v předchozí sestavě byla první vloženou součástí podstava napajedla. Od podstavy předchozí sestavy se lišila svou dvojnásobnou délkou. Poté byly do sestavy vloženy dvě plastová napajedla. Nejdříve byly zadní stěny obou napajedel svázány. Poté byly již takto spojná napajedla umístěna pomocí vazeb na jejich postavu (viz obrázek 5.16).



Obrázek 5.16: Kompletní sestava oboustranného napajedla

5.9 Složení konečné sestavy stáje

Když byly vytvořeny všechny potřebné podsestavy, mohlo se přejít k složení konečné sestavy stáje. Bylo proto vytvořeno prostředí sestavy, do které byly výše zmíněné podsestavy postupně vkládány. Všechny poziční rozměry, které musely být dodrženy pro správný vzhled stáje, byly čerpány z výkresové dokumentace reálné stáje. Tím bylo dosaženo pravdivého vzhledu stáje a následná práce s modelem nebude jakkoliv zkreslena.

Podsestavy modelu:

- Základní konstrukce,
- Štítová konstrukce,
- Střešní krytina,
- Střešní průduch,
- Boční rolety,
- Jednostranné lehací boxy,
- Oboustranné lehací boxy,
- Krmiště,
- Napajedla.

Složení konečné sestavy stáje bylo rozděleno na dvě části. První část se zabývá pouze skládáním budovy stáje (plášť budovy), druhá část se zabývá vnitřním vybavením stáje.

5.9.1 Skládání budovy stáje

Hlavní podsestavou celé sestavy je základní konstrukce. Tato podsestava byla jako první vložena a její roviny byly pevně spojeny s rovinami prostředí sestavy. Tím vznikla hlavní část sestavy.

V podsestavě základní konstrukce nejsou vloženy štíty stáje. Je to z toho důvodu, že štít stáje je součástí podsestavy štítová konstrukce. Další vloženu součástí byla právě

štitová konstrukce, která byla vložena a zavazbena na místa štítů. Štitová konstrukce je podsestava, která v sobě skrývá další podsestavy (viz kapitoly výše). Svázání těchto podsestav do jednotné štitové konstrukce bylo zvoleno proto, aby se zabránilo při tvorbě konečné sestavy stáje vkládání velkého množství dat.

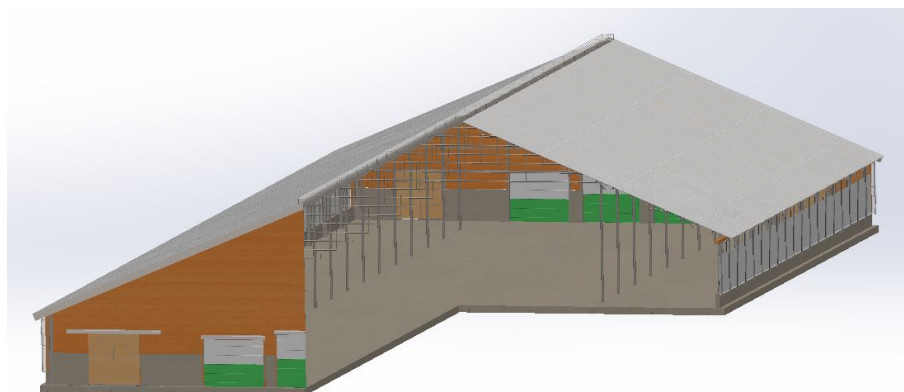
Vložením podsestavy štitová konstrukce vznikla nosná kostra stáje, která byla následně osazována dalšími podsestavami.

Po složení kostry stáje byla vkládána podsestava střešní krytiny. Tato sestava se skládala pouze z jednoho kusu navzájem navazbených polykarbonátových desek o rozměrech plochy jedné strany sedlové střechy. Díky přesným rozměrům střešní krytiny stačilo zavazbit podsestavu pouze ve třech směrech. Tím došlo k fixaci střešní krytiny na základní konstrukci.

Vložením střešní krytiny do konečné sestavy vznikl v hřebeni stavby volný prostor. Tento prostor se nachází po celé délce hřebene stáje. Jedná se o tzv. střešní průduch, který zajišťuje dostatečnou cirkulaci vzduchu ve stáji. Průduchem by ovšem mohly do stáje vnikat srážky a znečišťovat tak místo krmiště. Proto je tento otvor opatřen rámem s krytinou, které dohromady tvoří podsestavu střešní průduch. Rámové konstrukce střešního průduchu svými rozměry přesně vyplňují místo mezi hřebenovými spojkami základní konstrukce. Díky tomu byla celá konstrukce střešního průduchu jednoduše spojena s základní konstrukcí. Tím se otvor průduchu zakryl.

Aby bylo zabráněno vzniku průvanu ve stáji a zároveň bylo docíleno dokonalé cirkulace vzduchu, jsou boční stěny stáje opatřeny protiprůvanovými roletami. Tento mechanismus, který umožňuje otevírání a zavírání bočních stěn, se skládá z několika součástí (viz kapitoly výše). Nejdůležitější součástí je samotná roleta. Materiál, z kterého je roleta vyrobena, nezabraňuje průstupu vzduchu do stáje. Pouze brání vzniku průvanu. Tato schopnost je docílena strukturou tohoto materiálu. Jedná se o hrubě tkanou textilií, která díky velké pórovitosti propustí průchozí vzduch. Hlavní funkcí je ovšem zpomalení proudu vstupujícího vzduchu. Tím se zabrání rychlému proudění vzduchu stáji (vzniku průvanu). Zbylé pevné součásti sestavy bočních rolet tvoří rám pro síťovou boční roletu. Pohyblivé části sestavy (hřídele, kola) se starají o možnost zavírání a otevírání rolet. Při otevírání bočních rolet se na spodní hřídel navíjí síťová roleta. Při zavírání se ze spodní hřídele odvíjí zpět a je pomocí lanových vedení přitahována k horní hřídeli.

Tím byly sestaveny hlavní komponenty budovy stáje. To znamená, že kostra stáje byla osazena jednotlivými sestavami a vznikla tak budova stáje bez vnitřního vybavení (viz obrázek 5.17).



Obrázek 5.17: *Budova stáje bez vnitřního vybavení*

5.9.2 Skládání vnitřního vybavení stáje

Vnitřní vybavení stáje můžeme rozdělit na dvě části. Jedná se o rozdělení na základě používání jednotlivých prostor stáje.

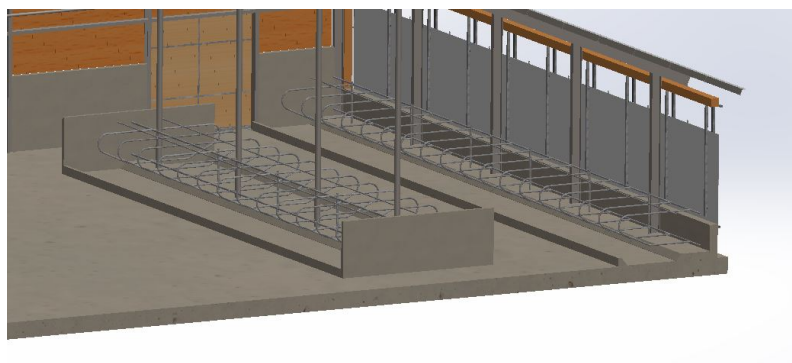
- Část pro odpočinek (lehací boxy),
- Krmiště.

Lehací boxy Část lehacích boxů zabírá většinu plochy stáje. Lehací boxy jsou jednotlivá lože pro zvířata, na kterých tráví většinu dne. Mohou zde odpočívat a přežvykovat. Lehací boxy se dělí do dvou skupin:

- Jednostranné,
- Oboustranné.

Jednostranné lehací boxy se nachází vždy u bočních stěn stáje. Jedná se o dlouhé boxy, které čítají desítky lehacích loží. Jsou orientovány tak, aby hlava zvířete při odpočinku směřovala do stěny stáje. Důvodem této orientace je možnost kálení zvířat přímo do hnojné chodby, odkud jsou výkaly snadno odebírány.

Oboustranné lehací boxy jsou umístěny vždy v prostoru stáje, tudíž je do nich možný přístup z více stran. Orientace těchto boxů je vždy taková, že zvířata leží hlavami k sobě. Kálení zvířat probíhá opět do hnojných chodeb, které jsou dimenzovány ke snadné údržbě (viz obrázek 5.18).

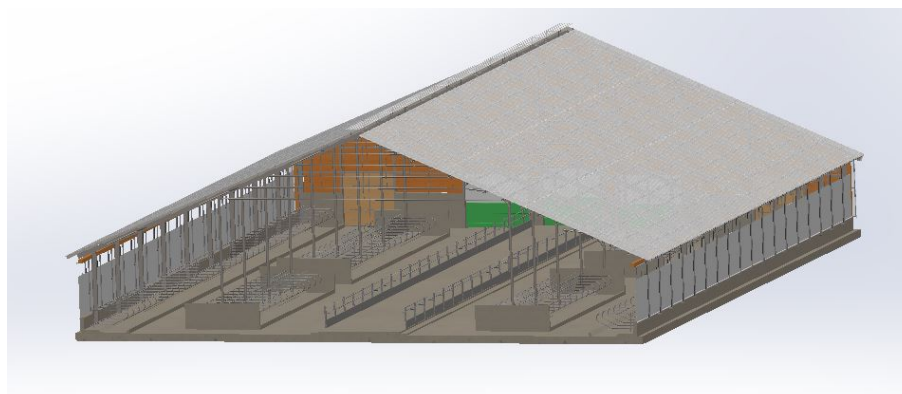


Obrázek 5.18: *Umístění oboustranných lehacích boxů*

Podestavy lehacích boxů byly vkládány na základě výkresové dokumentace budovy stáje do sestavy. Jejich umístění bylo pevně dané a zároveň stáj rozdělilo na několik sektorů.

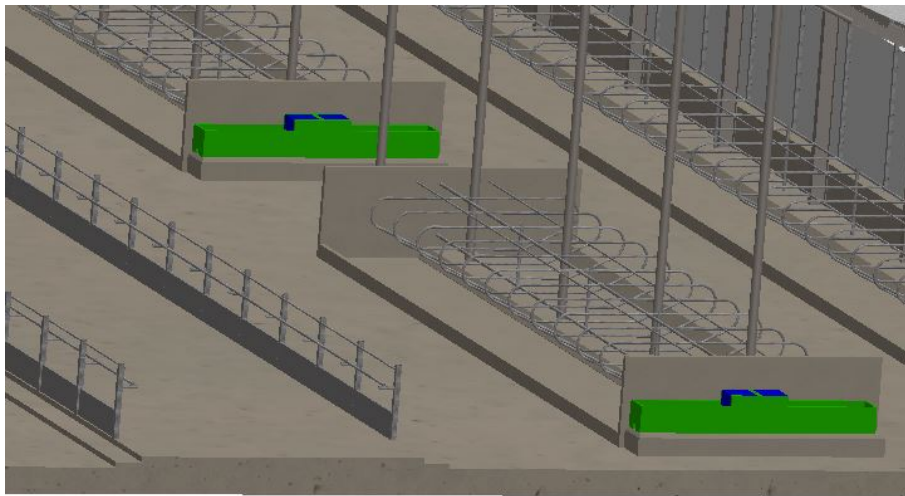
Krmiště Podstava krmiště se nachází po celé délce stáje pod úrovní hřebene střechy. Jedná se o vyvýšenou část podlahy stáje se zábranami. Celé krmiště tvoří uprostřed stáje krmnou chodbu. Touto chodbou zaváží krmný vůz krmivo do stáje.

Sestava krmiště byla vložna do celkové sestavy stáje a svojí spodní stranou byla svázána s podlahou stáje. Poté byla ukotvena uprostřed stáje. Vložením této podstavy vznikla krmná chodba (viz obrázek 5.19).



Obrázek 5.19: *Vznik krmné chodby uprostřed stáje*

Napajedla Poslední důležitou částí vybavení stáje jsou napajedla. Tato zařízení slouží k dostatečnému napájení zvířat. Jsou rozmístěna vždy po stranách oboustranných lehacích boxů (viz obrázek 5.20). Jsou doplňována automaticky pomocí tlakové vody a zvířatům umožňují napájení z volné hladiny. Tento systém napájení je pro zvířata přirozený. U tohoto druhu napajedel je ovšem potřeba dbát na jejich dezinfekci. Voda, která je v napajedle, může být kontaminována cizími tělesy a může dojít k ohrožení zvířat.



Obrázek 5.20: *Umístění napajedel*

6 Diskuse

Při porovnávání vytvořeného modelu se vzhledem reálné můžeme nalézt několik odlišností. Jako první lze zmínit to, že v modelu stáje chybí po celé jeho ploše oddělovací zábrany jednotlivých skupin skotu. Tyto zábrany dělí stáj na čtyři části a tím vytváří možnost ustájení krav v jiné době laktace. Tyto zábrany nebyly v modelu zohledňovány kvůli další práci s modelem. Vytvořený model by měl sloužit k použití při počítačových simulacích. Jelikož nejsou oddělovací zábrany konstrukčním prvkem stáje nejsou potřeba při simulaci pevnosti konstrukce. Pokud budeme model vystavovat simulacím proudění vzduchu, jsou tyto zábrany také postradatelné. Stejně postradatelné součásti jsou i zařízení pro osvětlování stáje nebo pro odklíz výkalů.

Při modelování budovy stáje také nebyly použity žádné spojovací materiály. Jedná se především o šrouby. Spojovací materiály nebyly modelovány z podobného důvodu jako součásti v předešlém odstavci. Pro potřebu počítačových simulací jsou zanedbatelné.

Některé součásti byly modelovány pouze ve zjednodušené podobě. Tyto součásti se úzce podílí na výsledcích počítačových simulací, je ovšem potřeba pouze identického vzhledu jejich plášťů. Proto byla např. napajedla vymodelována jako jedna součást.

Vytvořený model by mohl najít své uplatnění i v situaci, že by se provozovatel této popř. podobné stáje rozhodl zavést do chovu technologie zemědělství 4.0. Díky již vytvořenému modelu je možné vyzkoušet a otestovat všechny potřebné technologie ještě před samotnou instalací do objektu. Můžeme například zjistit, kde bude ideální výhled pro umístění chytrých kamer či pomocí simulace proudění navrhnout umístění ventilátorů pro nucenou ventilaci.

Při tvorbě modelu bylo zjišťováno i plno nesrovnalostí mezi výkresovou dokumentací budovy a reálným vzhledem. Jednalo se pouze o sestavu střešního průduchu, která se táhne po celé délce hřebene střechy stáje. Tento průduch byl v dokumentaci zohledněn pouze

ve zjednodušené podobě. Proto bylo zapotřebí navštívit vzorovou stáj a potřebné součásti pro tvorbu průduchu nafotit fotoaparátem. Následné modelování probíhalo na základě srovnávání pořízených fotografií s výkresovou dokumentací.

Závěr

Cíle, které byly dány v zadání Diplomové práce, byly splněny. Byla zpracována rešerše dané problematiky. V programu SolidWorks byl zhotoven 3D model reálné stáje skotu, který byl vymodelován v požadovaném měřítku. Budova stáje i vybavení stáje byly zhotoveny a rozmístěny totožně jak se uvádělo ve výkresové dokumentaci vzorové stáje.

Výsledkem této práce je 3D model, který lze dále používat pro počítačové simulace. Pro dokonalé vytvoření parametrů budovy stáje byly boční rolety modelu zhotoveny jako posuvné. Jednoduchou změnou parametru rozměru lze měnit jejich otevření a zavření. Tím můžeme při použití simulacích proudění dosáhnout přesných hodnot. Výsledný model stáje můžete vidět v porovnání s fotografií vzorové stáje na obrázku 6.1.



Obrázek 6.1: Porovnání fotografie reálné stáje a vytvořeného modelu

Seznam použitých zdrojů

- Agropartner (2021). Automatický systém krmení – Lely Vector. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <https://www.agropartner.cz/automaticky-system-krmeni-lely-vector-p255.html>.
- Arkance-systems (2021). Autodesk CFD. [online]. [cit. 2021-04-13], Dostupné z: <https://www.arkance-systems.cz/produkty/cad-cam-pro-strojirenstvi/autodesk-cfd>.
- Best-cover (2021). Úprava klima ve stáji. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <https://www.best-cover.cz/ventilace-a-klima/uprava-klima-ve-staji/>.
- Bouška, J. (2006). *Chov dojeného skotu*. Profi press. s.r.o., Praha. ISBN: 80-86726-16-9.
- Catinari, M. (2020). All-new Evanza Milking Cluster Improves Milking Time, Udder Health. [online]. [cit. 2021-04-010], Dostupné z: <https://www.americafem.com/2020/02/21/all-new-evanza-milking-cluster-improves-milking-time-udder-health/>.
- Chmelíková, E. (2021). Dopad klimatických změn na reprodukci hospodářských zvířat. *Náš chov*, (1). ISSN: 0027-8068.
- crvcz (2021). Ovalert–pedometry. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <https://www.crv.cz/service/ovalert/>.
- DeLaval (2021). DeLaval ochlazování krav v systémech automatického dojení. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <https://www.delaval.com/cs/about-us/cs/vice-informaci/delaval-ochlazovani-krav-v-systemech-automatickeho-dojeni/>.
- Doležal, O. (2018). Přístřeškové ustájení a klimatická změna. *Náš chov*, (8). ISSN: 0027-8068.

Filipčík, R. (2015). Welfare zvířat. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <http://www.chovzvirat.cz/clanek/675-welfare-zvirat/>.

Gálik, R. (2015). *Technika pre chov zvierat*. Garmond Nitra, Nitra. ISBN: 978-80-552-1407-8.

Ježková, A. (2020). Zemědělství 4.0 – revoluce i v živočišné výrobě. [online]. [cit. 2021-04-07], Dostupné z: <https://www.naschov.cz/co-je-zemedelstvi-4-0/>.

Kamír (2021). Kamera IPCam 360° HD. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <https://www.kamir.cz/online-kamera-kerbl-ipcama-360-hd>.

Kožíšek, M. (2021). COMSOL Multiphysics v pěti odstavcích. [online]. [cit. 2021-04-13], Dostupné z: <https://www.humusoft.cz/blog/20210217-comsol-multiphysics-v-peti-odstavcich/>.

Kunc, P. (1997). *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat*. VFU Brno, Brno. ISBN: 80-85114-18-6.

Lely (2021a). Feed kitchen. [online]. [cit. 2021-04-08], Dostupné z: <https://www.lely.com/solutions/feeding/vector/feed-kitchen/>.

Lely (2021b). Lely Discovery 90 S/SW. [online]. [cit. 2021-04-08], Dostupné z: https://www.lely.com/gb/solutions/housing-and-caring/discovery/?gclid=CjwKCAjw07qDBhBxEiwA6pPbHvvoZmhwLudU39C89K5okhT6-QuzRQliyu7tBXG1yOatMb77FvlABoCna4QAvD_BwE&gclsrc=aw.ds.

Lely (2021c). Lely Juno. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <https://www.lely.com/gb/solutions/feeding/juno/>.

Lely (2021d). Lely Vector. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: https://www.lely.com/gb/solutions/feeding/vector/?gclid=Cj0KCQjwsLWDBhCmARIsAPSL3_2_KeU

Luguang, Y. (2006). Simulation technology for refrigeration and air conditioning appliances. *Chinese Science Bulletin*, 51(16):1913–1928.

Musil, V. (2019). Nechte krávy vyprávět náš příběh, Allflex Livestock Intelligence. *Náš chov*, (11):10–11. ISSN: c.

- Novotná, I., Smolík, P., a SMutný, L. (2015). Sledování pohybové aktivity hospodářských zvířat. *Automa*, (7):16–18. ISSN: 1210-9592.
- Pavlatá, L. (2018). Využití monitoringu v kontrole výživy a zdraví dojníc. *Náš chov*, (11). ISSN: 0027-8068.
- Prýmas, L. (2018). Ochlazování podle libosti krav. *Náš chov*, (7). ISSN: 0027-8068.
- Šoch, M. (2005). *Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. ISBN: 80-7040-742-5.
- SolidVision (2021). FloXpress. [online]. [cit. 2021-04-13], Dostupné z: <https://www.solidvision.cz/simulace-zdarma/floexpress/>.
- Strapák, P. (2013). *Chov hovädzieho dobytku*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra. ISBN: 978-80-552-0994-4.
- Toptech (2021). Flow Simulation. [online]. [cit. 2021-04-13], Dostupné z: <https://www.top-tech.cz/produkty/simulace-cae/proudeni/flow-simulation>.
- Urban, F. (1997). *Chov dojeného skotu*. APROS, Praha. ISBN: 80-901100-7-X.
- Vaculík, P. (2020). Úvod do digitalizace živočišné výroby. [online]. [cit. 2021-04-07], Dostupné z: <https://www.naschov.cz/uvod-do-digitalizace-zivocisne-vyroby/>.
- Velechovská, J. (2020). Vysoké teploty skotu nesvědčí. *Farmář*, (6). ISSN: 1210-9789.
- Zootechnika (2009). Základy ustájení skotu – dojnice. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/zaklady-ustajeni-skotu—dojnice.html>.
- Zootechnika (2015). Tepelný stres. [online]. [cit. 2021-04-06], Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/tepelny-stres.html>.

Seznam obrázků

2.1	Chlazení prostředí stáje pomocí mlh	22
2.2	Ventilátory pro nucenou cirkulaci vzduchu	22
2.3	Umístění skrápěcích trysek	23
3.1	Kamera pro monitorování stáje	25
3.2	Pedometr umístěný na noze	27
3.3	Pedometr umístěný na obojku zvířete	30
3.4	Dojící robot DeLaval	31
3.5	Grafický přehled částí automatického krmného systému LELY	34
3.6	Drapak pro nabírání surovin	35
3.7	Aplikace krmiva Krmícím robotem	36
3.8	Lely Juno 150 - přihrnování krmiva	37
3.9	Lely Discover při odklizu výkalů ve stáji	38
3.10	Nástřík vody před stírací lištu	39
3.11	Výsledky výpočtu zobrazené jako trajektorie proudění	41
5.1	Reálná stavba stáje	43
5.2	Kostra stáje	47
5.3	Popis součástí štítové konstrukce	48
5.4	Složení součástí štítové konstrukce	49
5.5	Sestava štítové konstrukce	50
5.6	Střešní plech	51
5.7	Popis částí sestavy střešní průduch	52
5.8	Popis součástí sestavy bočních rolet	53
5.9	Popis součástí jednostranných lehacích boxů	55

5.10	Rozdělení lehacích boxů na tři ležení	56
5.11	Popis součástí oboustranných lehacích boxů	57
5.12	Kompletní sestava oboustranných lehacích boxů	58
5.13	Popis součástí sestavy krmiště	59
5.14	Kompletní sestava krmiště	60
5.15	Popis součástí napajedla	61
5.16	Kompletní sestava oboustranného napajedla	61
5.17	Budova stáje bez vnitřního vybavení	64
5.18	Umístění oboustranných lehacích boxů	65
5.19	Vznik krmné chodby uprostřed stáje	65
5.20	Umístění napajedel	66
6.1	Porovnání fotografie reálné stáje a vytvořeného modelu	69