



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra techniky a kybernetiky

Bakalářská práce

Návrh 3D modelu konstrukčního řešení technologie pro
živočišnou výrobu

Autor práce: Mikuláš Fořt
Vedoucí práce: Ing. Radim Kuneš, Ph.D.
Konzultant práce: Petr Šedivý, DiS.

České Budějovice
2024

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

.....

Podpis

Abstrakt

Tato bakalářská práce se v první kapitole literární rešerše zaměřuje na počítačový program Autocad Revit, jeho různé možnosti a výstupy z důvodu využití tohoto softwaru pro modelaci praktické části. Dále je popsán jeden z možných výstupů zmíněného programu, tzv. renderování. Literární rešerše poté rozebírá technologii ustájení skotu, což obsahuje jak popis jednotlivých metod a jejich vzájemné porovnání možných způsobů, tak i náhled do historie této oblasti. Práce pokračuje kapitolou se související oblastí - welfare. Poté navazuje představení vybraných technologií nastýlání a odklízu a využívaných systémů napájení a ohradníkového uspořádání ve stájích.

Výstupem bakalářské práce je 3D model stáje pro skot, který byl modelován ve zmíněném počítačovém programu a je detailně popsán v další - praktické části. Zde je představena zadavatelská společnost AGRICO s.r.o., poté popsán průběh práce v jednotlivých krocích, které modelace vyžadovala a následně uvedeny vybrané, technické parametry modelovaných objektů. Zmíněn je i přínos a výhody vymodelované konstrukce s ohledem na její využití.

Klíčová slova: Software Autodesk Revit, renderování, AGRICO s.r.o., skot, technologie ustájení, welfare, halová konstrukce

Abstract

In the first chapter of the literature review, this bachelor's thesis focuses on the computer program Autocad Revit, its various options and outputs due to the use of this software for modeling the practical part. Next, one of the possible outputs of this program, so-called rendering, is described. The literary research then analyzes the technology of cattle housing, which includes both a description of individual methods and their mutual comparison of possible methods, as well as an insight into the history of this area. The work continues with a chapter related to welfare. This is followed by a presentation of selected bedding and removal technologies and used power supply systems and enclosure arrangement in the stables.

The output of the bachelor's thesis is a 3D model of a stable for cattle, which was modeled in the mentioned computer program and is described in detail in the next - practical part. Here, the contracting company AGRICO s.r.o. is introduced, then the progress of the work is described in the individual steps that the modeling required, and then selected technical parameters of the modeled objects are presented. The contribution and advantages of the modeled construction with regard to its use are also mentioned.

Keywords: Software Autodesk Revit, rendering, AGRICO s.r.o., cattle, technology of stables, welfare, shed construction

Poděkování

Zde bych rád poděkoval společnosti AGRICO s.r.o., za možnost spolupráce a ochotný přístup s poskytnutím podkladů pro tuto práci, konkrétně panu Petrovi Šedivému, DiS., a panu Ing. Michalovi Karmazínovi. Dále panu Ing. Radimovi Kunešovi Ph.D. za odborné vedení a dohled ze strany Zemědělské a technologické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární rešerše	8
1.1 Program Autodesk Revit	8
1.2 Renderování.....	9
1.3 Technologie ustájení skotu.....	11
1.3.1 Historie ustájení.....	12
1.3.2 Systémy ustájení	14
1.4 Welfare.....	19
1.5 Technologie nastýlání	20
1.6 Technologie odklizu	23
1.7 Napájecí zařízení	26
2 Praktická část	28
2.1 Cíl práce	28
2.2 Představení společnosti AGRICO s.r.o.....	28
2.3 Metodika práce	29
2.4 Vlastní práce.....	32
2.4.1 Technické řešení 3D modelu.....	33
2.4.2 Halová konstrukce stáje	36
3 Diskuse	38
Závěr	40
Seznam použité literatury.....	41
Seznam obrázků.....	46
Seznam tabulek.....	47

Úvod

Oblasti 3D modelování se autor věnuje již delší dobu, a to jak v rámci studia, tak i mimo studijně. Tvorba 3D modelu stáje probíhala v softwaru Revit od firmy Autodesk s využitím studentské verze. Tato bakalářská práce vznikla za podpory a spolupráce společnosti AGRICO s.r.o. Model byl navržen na základě stavebních výkresů, technické dokumentace a obrázků technologického vybavení, s cílem co nejvěrněji napodobit reálnou podobu stáje. Práce byla průběžně konzultována s projektanty ze společnosti AGRICO s.r.o., aby splňovala požadavky na rozměrové řešení stavby, instalaci specifického technologického vybavení a brala v potaz welfare skotu. Díky této spolupráci se podařilo dosáhnout odpovídající kvality a podobnosti modelu navrhované stáje se zadáním. Tento výsledek práce může posloužit jako podklad pro prezentaci např. při realizaci stavby, nebo po dokončení skutečné stáje.

1 Literární rešerše

Tato část bakalářské práce řeší teoretické poznatky z daných oblastí. Nejprve je popsán počítačový software Autocad Revit např. čím vším disponuje, tak i jeho možný výstup, tzv. renderování, kterého bylo využíváno v praktické části. Poté jsou uvedeny dnes hlavní způsoby ustájení skotu, jak se v průběhu historie vyvíjely, či upřednostňovaly. Zmiňovány jsou klady i zápory, nebo na který typ skotu jednotlivé způsoby cílí. Také je uveden dnes hojně rozšířený pojem – welfare, který souvisí s předchozí kapitolou. Poslední kapitoly se zaměřují na vybrané technologické vybavení, které lze do stáji pro skot implementovat.

1.1 Program Autodesk Revit

Autodesk Revit je CAD (Computer aided design/drawing) a BIM (Building information modeling/management) multifunkční platforma pro navrhování a konstruování primárně stavebních konstrukcí. CAD je v překladu počítačem podporované projektování/kreslení. Jedná se o širokou část IT programů, které se specializují na různé typy modelování, jak 2D výkresů, tak 3D výkresů, různých simulací, strojařských či jiných inženýrských projektů. BIM znamená v překladu modelování budov, což je opět obecný název/zkratka pro počítačové programy, které spadají do této kategorie (*bimfo.cz*, 2023). Revit je špičkový nástroj pro informační modelování budov (BIM), který umožňuje architektům, projektantům a inženýrům efektivně a přesně navrhovat, konstruovat a dokumentovat stavební objekty. Nabízí robustní sadu funkcí pro zmíněné činnosti (*adeon.cz*, 2022).



Obrázek 1 - Logo společnosti Autodesk
(Wikipedia, 2013)



Obrázek 2 - Logo programu Revit
(Seeklogo, 2023)

Program Revit je vlastněn a vyvíjen americkou společností Autodesk (Obr. 1), kterou byl zakoupen v roce 2002, pod kterou spadá velké množství obdobných programů s různou specializací, dle určení. Revit (Obr. 2) je navržen pro 3D kreslení/modelování prvků pro tvorbu stavebních projektů. Revit umožňuje uživatelům pracovat s 3D modely, ze kterých lze generovat 2D výkresy, plány a další dokumentaci. Program také

nabízí nástroje pro analýzy a simulace, které umožňují inženýrům zkoumat různé aspekty projektu, jako jsou energetická účinnost, proudění vzduchu a další. Revit také obsahuje rozsáhlou knihovnu standardních prvků stavebního a technického vybavení, která je součástí programu, což usnadňuje rychlý a konzistentní návrh. Prvky, které tato databáze neobsahuje, jsou stažitelné na různých internetových stránkách (*autodesk.com*, 2023).

1.2 Renderování

Jedná se o proces v počítačové grafice, při kterém se vytváří dvoudimenzionální nebo trojrozměrný obraz (render) z trojrozměrného digitálního modelu nebo scény. Tento proces umožňuje vytvářet fotorealistické vizualizace, které simulují světelné efekty, stíny, textury a další vizuální vlastnosti. Renderovaný výsledek je poté vhodný pro prezentaci nebo publikaci, na rozdíl např. od pouhého screenshotu (snímek obrazovky), který nezohledňuje výše zmíněné světelné efekty (Obr. 3).

V kontextu architektury a designu se renderování často využívá k vizualizaci návrhů budov, interiérů a urbanistických projektů. Rendery mohou poskytnout realistický náhled na to, jak bude projekt vypadat v reálném prostředí, s různými světelnými podmínkami a materiály (Obr. 4).

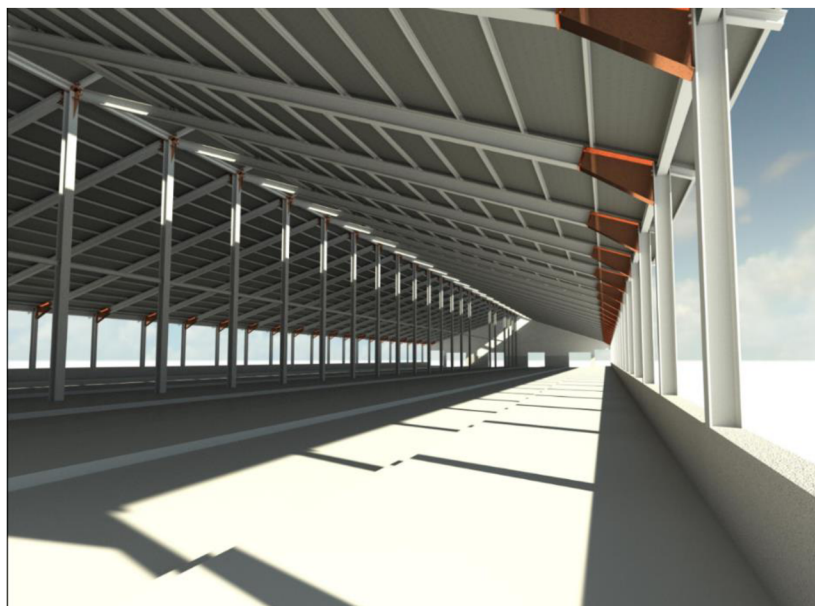
Proces renderování zahrnuje několik kroků. Digitální model, nebo scéna se vytvoří v počítačovém grafickém programu (*Wong a Gabriyel*, 2013). Tento model může zahrnovat geometrii, materiály, osvětlení a různé pohledy kamer, které scénu zachycují. Na povrchy objektů v modelu se aplikují virtuální materiály, které určují, jak se budou chovat ve vztahu k světlu. Definují se zdroje světla a jejich vlastnosti, které ovlivní osvětlení scény. Určení pohledu kamery a dalších parametrů, které ovlivní perspektivu a kompozici výsledného obrazu. Software pro renderování vypočítá všechny světelné efekty, stíny, odrazy a další vizuální prvky v scéně, aby vytvořil konečný obraz. Existují různé techniky a algoritmy pro renderování, a jejich výběr závisí na požadovaném výsledku a dostupných prostředcích výpočetního výkonu. Profesionální nástroje pro 3D modelování, jako například popisovaný Autodesk Revit, konkurenční programy Blender, nebo Cinema 4D, poskytují možnosti pro vytváření a renderování

těchto scén. Celý proces renderování trvá časově výrazně déle (řádově hodin), než pořízení běžného obrázku, ale výsledná kvalita, jak již bylo uvedeno je výrazně lepší (dyso.cz, 2023).

Zde je dále uvedeno porovnání konkrétních pluginů (doplňkových modulů pro hlavní software - Revit) V-Ray a Enscape, které patří k výkonným renderovacím pluginům. Oba nabízejí rozmanité možnosti pro vytváření realistických a poutavých vizualizací. V-Ray je synonymem pro vysokou kvalitu. Poskytuje realistické textury, stíny a odrazy, čímž vytváří vizualizace téměř nerozeznatelné od fotografií. Nabízí širokou škálu možností nastavení pro materiály, osvětlení, kamery a další, takže umožňuje dosáhnout přesně požadovaného výsledku. Enscape vyniká svým intuitivním rozhraním, které umožňuje i začátečníkům rychle dosáhnout výsledků. Jednou z jeho hlavních předností je rychlost. Poskytuje téměř okamžitou náhledovou vizualizaci, čímž usnadňuje iteraci a rychlé úpravy. Díky technologii real-time renderingu mohou uživatelé okamžitě vidět účinky změn osvětlení, pohledů a dalších parametrů. Nevýhodami programu V-ray jsou vysoké hardwarové nároky a složitější orientace v uživatelském prostředí. Naopak nevýhody programu Enscape jsou omezená kompatibilita a nižší výběr u pokročilých funkcí. Výběr mezi V-Ray a Enscape, závisí na individuálních preferencích, potřebách projektu a úrovně zkušeností (sketchup.cz, 2023). Také je možné renderovat přímo v Revitu, což je časově méně náročné, ale nenabízí tak širokou paletu funkcí, jako zmiňované programy.



Obrázek 3 - Příklad vizualizace bez použití renderování (Fořt, 2024)



Obrázek 4 - Příklad vizualizace při použití renderování (Fořt, 2024)

1.3 Technologie ustájení skotu

Tato technologie obecně zahrnuje veškeré činnosti, které souvisejí s chovem skotu, jako např. ustájení, krmení, napájení, dojení nebo odkliz exkrementů. Technologie se zásadně liší dle toho, o jaké plemeno a jeho účel se jedná. Dojný skot tvoří nejčastěji skupinu o 40 - 100 jedincích, kteří procházejí obdobím laktace (tvorba mléka po otelení) a tzv. stáním na sucho (od ukončení laktace do otelení). Tento skot je ustájen po celou roční dobu, na rozdíl od plemen, která nejsou určena pro tvorbu mléka, a jedná se tedy o masný dobytek. Ten je v našich podmínkách ustájen většinou pouze v zimních měsících a druhou část roku je chován volně na pastvinách, zde se opět jedná o ucelené skupiny s jasně vytvořenou hierarchií (*Webster, 2020*).

Během života prochází dobytek různými vývojovými fázemi, které vyžadují specifické podmínky ustájení. Nejmladší jedinci (telata do 6 měsíců, samice jsou označovány jako jalovičky), bývají do několika hodin po porodu přesunuta do speciálních boxů a následně společných kotců, kde je jim zajištěn optimální přísun mléka, živin, nebo prostoru bez rizika, které by představovalo ponechání s dospělou skupinou. Mladý dobytek (jalovice od 6 měsíců do prvního otelení) má větší nároky na prostor a potřebuje již výběhy a tuhé krmivo, v případě masného dobytka je již běžně na pastvině. Po otelení se z jalovice stane kráva, která v ustájení vyžaduje nejvíce prostoru

(*Stupka, 2013*). Chov plemenných býků je jiná kapitola, jejich vzrůstající sílu či agresivitu v dospívání je nutno řešit separátním ustájením.

Znalost potřeb a struktury stáda nebo skupiny je klíčová pro správné ustájení a chov dobytka. Poskytnutím optimálních podmínek v každé fázi života můžeme zajistit dobrý zdravotní stav a produktivitu chovaného dobytka (*Gálik, 2015*).

Tabulka č. 1 – Příklad průměrného počtu kusů v jednotlivých fázích na 100 dojnic (*Gálik, 2015*)

Skupina dojnic	100
Produkční	83
Období stání na sucho	13
Období otelení	4

1.3.1 Historie ustájení

Ustájení skotu existuje celá řada druhů. Vhodná volba závisí na mnoha faktorech, jako účel chovu, druh skotu, podnebí dané oblasti nebo finanční možnosti chovatele. Rozvoj živočišné produkce v posledních dekadách, může být charakterizován slovy intenzifikace a specializace (*Tucker, 2021*).

Historicky nejznámější jsou v České republice (Československu) dvě hlavní kategorie, tzv. vazné a volné. V 50. letech 20. století došlo v Československu k zahájení kolektivizace. Tento proces měl za následek výstavbu větších stájí s vazným ustájením pro dojný skot (*Kučera, 2020*). Tyto stáje byly často navrhovány tak, aby vyhovovaly produkčním požadavkům, aniž by se přihlíželo na potřeby zvířat. V této době stáje téměř nedisponovaly žádnou mechanizací (škrabáky, krmné vozy). V důsledku toho docházelo k řadě problémů, jako sebou nese např. zmíněný vazný systém, který je založen na tom, že jsou zvířata připoutána k pevným bodům ve stáji, jako jsou ohrady, sloupky atp. (*Hartung, 2013*).

Výhody vazného ustájení:

- Menší náklady na provoz
- Jednodušší údržba
- Snadná kontrola a přístup ke zvířeti

-
- Snadné operativní přemístění zvířete

Nevýhody vazného ustájení:

- Zhoršené pohodlí zvířete (omezený pohyb)
- Riziko poranění krku a hlavy
- Těžko poznatelná optimální síla uvázání
- Nižší dojivost a užitkovost
- Neplnění požadavků na dostatečný prostor (kubatura) pro 100 kg živé hmoty
- Špatné mikroklima stáje

Obecně lze říci, že je tento typ přežitok a např. celoroční vazné ustájení je již zcela zakázáno, velmi zásadně snižuje welfare (životní pohodu zvířat), na což je dnes brán velký zřetel. Vazné stáje jsou proto i v méně rozvinutých částech světa ve velké míře rekonstruovány na druhý, volný typ ustájení. V dnešní době se lze setkat s vazným ustájením pouze v malochovech (*zootechnika.cz*, 2009).

Volné ustájení skotu se poprvé objevuje v 50. letech 20. století v USA, odkud se následně rozšiřuje do Evropy. V 60. letech 20. století se na našem území poprvé objevuje volné ustájení na hluboké podestýlce, inspirované vývojem v zahraničí. Jednalo se o jednoprostorové kotce. V 70. letech se experimentovalo s bezstelivovými boxovými systémy, ale kvůli nezvládnuté technologii odklizu tekutých exkrementů díky nespolehlivé technice se tato metoda více neprosadila (*Austin*, 2022). Špatná hygiena měla vliv na faktor CPM (celkový počet mikroorganismů), který se sleduje u získaného mléka. Následoval návrat k podestýlkovému ležení i přes částečnou modernizaci stájí v 80. letech. Tlak na zvyšování produktivity a kvalitu práce, dostupnost moderní techniky a hlavně rostoucí znalosti chovatelů vedly v 90. letech k rozsáhlé modernizaci chovů. Od počátku se prosazovalo jednoduché, podestýlkové, kotcové ustájení, které je později nahrazováno volnými boxy. V minulých letech se mnozí chovatelé rozhodli pro bezstelivové chovy (*eagri.cz*, 2024).

Vzhledem ke snížení stavu dobytka po roce 1989 se v naprosté většině případů uchýlili chovatelé k rekonstrukci starých stájí s bývalým vazným systémem. Nová výstavba s volným ustájením je spíše výjimkou. V současnosti v České republice převa-

žuje volné ustájení na hluboké podestýlce a volné boxy. Bezstelivové systémy se vyskytují méně často a jsou spíše doménou velkých chovů, stále naráží na technické, ekonomické a ekologické překážky (*Doležal a Staněk, 2015*).

1.3.2 Systémy ustájení

Způsob ustájení zvířat tvoří základní kámen technologického systému chovu. Jeho parametry by měly vytvářet optimální prostředí pro chovaná zvířata, aby se plně využil jejich ekonomický potenciál a dosáhlo se tak maximální produktivity a pohody zvířat. Při navrhování stáje je nezbytné dbát na dostatečný prostor a respektovat etologické potřeby daného plemene (*Ofner-Schröck, 2017*).

Zvířata by se v ustájení měla cítit komfortně a chovat se přirozeně. Moderní systémy ustájení by měly být navrženy tak, aby minimalizovaly nutnost manuálního čištění a údržby, čímž se sníží náročnost na práci chovatelů (*agritech.tnau.ac.in, 2015*). Toho lze dosáhnout například vhodnou volbou materiálů a povrchů, které se snadno čistí, automatizací procesů krmení, napájení a odstraňování exkrementů, nebo využitím moderních technologií pro monitoring a řízení stájového prostředí. Na stájové prostředí působí makroklima a mikroklima (*Phillips, 2018*).

Makroklima jsou denní a noční teploty, srážky, vítr a ostatní projevy počasí, které sebou nesou sezónní problémy, na které musí chovatel reagovat.

Mikroklima je soubor faktorů ovlivňující naopak vnitřní prostor stáje (*Tenffen de Sousa, 2021*).

Hlavní sledované faktory:

- Teplota
- Rychlost proudění vzduchu
- Relativní vlhkost
- Obsah škodlivých látek
- Přísun denního světla
- Hluk
- Další faktory, které ovlivňují interiér stáje

Cílem chovatele je tyto vlivy, pokud působí negativně, v největší míře eliminovat pomocí vhodně zvolených postupů, nebo doplňků (*cit.vfu.cz, 2024*). Klíčové je zajistit

dostatek ventilace a odvádění vlhkosti, pravidelný odklíz exkrementů se znečištěnou podestýlkou a zajistit čistotu vybavení. Způsob ustájení hraje klíčovou roli v chovu zvířat a ovlivňuje jejich produktivitu a celkově zdravotní stav. Volba vhodného systému ustájení s ohledem na všechny zmíněné aspekty je tedy nutným krokem k dosažení požadovaných výsledků v chovu, např. doživnost. Investice do kvalitního ustájení se v konečném důsledku vrátí v podobě zdravějších a produktivnějších zvířat (Gálik, 2015).

Rozdělení hlavních způsobů ustájení krav:

1. Volné ustájení s boxy

- a. S podestýlkou (stelivové)
- b. Bez podestýlky (bezstelivové)

2. Volné ustájení kotcové

- a. S hlubokou podestýlkou

Volné ustájení boxové se využívá především v chovu dojníc a to jak v produkčním, tak v tranzitním období. Tento systém je možné úspěšně použít i v chovu jalovic. Udržuje zvířata čistá, což je důležité hlavně při dojení. Zároveň dispozice umožňuje dostatek místa pro pohodlí a odpočinek a minimalizuje vzájemné rušení mezi zvířaty. Uvedené přednosti jsou dosaženy, pouze při správné velikosti rámců, které je potřeba dimenzovat na odpovídající velikost jedinců. Ve společném prostoru se rozprostírá hnojná chodba, která je určena pro volný pohyb zvířat, na ní ze stran navazují zmíněné boxy. V boxu musí být zajištěn prostor pro pohodlné ležení a stání, ale i prostor pro manipulaci s hlavou při lehání a vstávání. Zvířata musejí do boxu jednoduše vlézt a vylézt. Na druhé straně musejí zábrany do určité míry zvířata omezovat, například možnost se otočit (Ostojić Andrić, 2009).

Existuje typ boxů s čelní uzavřenou stěnou, např. proti zdi. A úsporný typ boxu, otevřený, ty jsou umístěna například přímo proti sobě (Obr. 5), nebo ke krmišti, tento box může být kratší. Šířkové a délkové rozměry boxu vycházejí z rozměrových tabulek, v kterých jsou zahrnuta všechna vývojová stádia, nebo plemena. Zadní hrana boxu je vyvýšená oproti chodbě o 200 - 300 mm. Toto vyvýšení musí být dostatečně vysoké, aby se hnůj nedostával do boxů. Ale ne příliš, aby hrana mohla způsobovat poranění vemene při kontaktu. Zadní hranu boxu s podestýlkou uzavírá stelivový práh široký 100 mm, ten je nejčastěji vyroben z betonu. Stelivové lože může být vyplněno různými

materiály pomocí sendvičové metody, kde nejčastěji hlavní surovinu představuje sláma. Jednotlivé boxy jsou od sebe oddělené bočními zábranami. Zábrana nesmí zvířata omezovat, ale zároveň musí vymezit jejich prostor. Nejvýhodnější je ukotvení zábrany v přední vyvýšené části boxu, která je čistší a sušší. Tím se zabrání korozi a prodlužuje se životnost materiálu. Tato zábrana by měla být kratší, než je celková délka boxu, aby zvířata procházející chodbou nenarážela bokem do zábran (*best-cover.cz*, 2017). Tyto zábrany jsou vyráběny z profilované ocelové tyče v různých tvarech a konstrukcích.

Jak uvádí například *agroporadenstvo.sk*, tak je výhodné montovat i příčný profil, který nad boxem zabraňuje vzeskoku býkům nad stojící jalovicí a dodává torzní pevnost celé řadě boxů. Pokud se jedná o bezstelivový způsob, je stáj schopna produkovat kvalitní kejdu. Povrch podlahy je potažen rohožemi, pogumovaným povrchem, nebo určitým dezénem. Povrch lože je pravidelně posypáván mletým vápencem, krátce drčenou slámou, nebo jinou dobře nasákavou přírodní hmotou (piliny) (*Singh*, 2020).



Obrázek 5 - Ustájení volné boxové s kratšími boxy v opozici (zootechnika.cz, 2024)

Volné ustájení kotcové (Obr. 6) se nejprve vyvinulo z výběhů s krmištěm, které byly v části zastřešeny a následně přibylo zastřešení i krmiště. V současné době patří k perspektivním systémům ustájení různé kombinace, jako tzv. vzdušné a přístřeškové stáje. Tyto stáje jsou prostorné a poskytují zvířatům dostatek pohodlí a prostoru pro pohyb. Mají dostatečnou kubaturu (6 m³ na 100 kg živé hmotnosti) a stěny opatřené proti průvanovou sítí, nebo svinovacími plachtami z důvodu vystavení alespoň jedné strany venkovním podmínkám. Tyto prvky pomáhají vytvořit vhodné mikroklima, které je

pro zvířata optimální. Stáje jsou také dostatečně osvětlené přirozeným světlem (Fabian, 2016).

Přístřeškové stáje jsou typem ustájení skotu, který vychází z poznatku, že skot je všeobecně velmi přizpůsobivý druh a konstrukce je tedy z části přímo otevřená venkovnímu prostředí. Skot má schopnost regulovat svou tělesnou teplotu prostřednictvím termoregulačních mechanismů, jako jsou pocení, změna průtoku krve do kůže a změna chování. Tento systém je vhodný zejména pro nižší teploty prostředí (Rajib, 2022).

Pokud je skot delší dobu vystaven teplotě nad 23 °C, může docházet k projevům tzv. tepelného stresu, jako jsou například ztráta hmotnosti, snížení produkce mléka nebo zvýšené riziko infekcí. Kotcový typ ustájení, spočívá také ve volném pohybu zvířat po určitém prostoru stáje, ať už s přístřeškovou nebo vzdušnou konstrukcí. Výhodami této metody je vyšší možnost pohybu a přirozenější prostředí. Mezi nevýhody lze zařadit horší přístup pro personál ke konkrétnímu kusu nebo složitější organizaci stáda (thuenen.de, 2024).



Obrázek 6 - Ustájení volné kotcové s hlubokou podestýlkou (agropress.cz, 2019)

Další dělení konstrukce stájí se týká rozdělení podlah a s tím související podestýlka. Nejnebezpečnější variantou jsou kluzké povrchy, to se řeší pomocí drážkování pro zajištění většího součinitele tření a eliminaci zranění dolních končetin (Obr. 7). Ale naopak vyšší eroze chodidla, nebo poškození paznehtů je spojováno s příliš drsnými povrchy, které vynikají vyšší abrazivitou. I na pastvě mohou nebezpečné přístupové cesty významně poškodit končetiny skotu (Hernandez, 2007).

Stelivové stáje mají podlahu pokrytou podestýlkou, která absorbuje moč a výkaly. Podestýlka může být vyrobena z různých materiálů, například nejčastěji slámy, řezané slámy, kejdrového separátu, pilin, hoblin, papírového recyklátu nebo písku. Stelivové stáje jsou levnější než bezstelivové stáje, ale vyžadují více údržby. Výhodami tohoto typu je produkce kvalitní chlévské mrvy a vyšší čistota zvířat, nevýhody mohou být např. prašnost při zastýlání nebo vyšší výskyt obtížného hmyzu (Leso, 2019).

Bezstelivové stáje mají podlahu tvořenou rošty, které umožňují odvádět moč a výkaly do jímky pod podlahou (Obr. 8). Bezstelivové stáje jsou na výstavbu dražší než stelivové stáje, ale jsou jednodušší na údržbu. Je zde vyšší automatizace technologických procesů a odpadá práce při nakládání s podestýlkou. Naopak nevýhodami jsou zhoršená kvalita končetin skotu a problémy vznikajících plynů z uchované, shrnuté kejdy (zootechnika.cz, 2009).

Do bezstelivových boxů se řadí i tzv. matrace, které suplují podestýlku a dělají boxové lože pohodlnější. Tato technologie je velmi snadná na údržbu. Tyto matrace lze v některých chovech přistýlat slámou, pilinami, separátem nebo pískem. Pro omezení výskytu otlaků hlezenních kloubů dojnic byly zkonstruovány tzv. vodní matrace. Jedná se o sendvičovou konstrukci, kde je umístěn v latexové pěně vak s vodou, který snižuje tepelný stres ustájených dojnic (agropress.cz, 2019).



Obrázek 7 - Odkliz kejdy v bezstelivovém stání, plná podlaha (Dairy lane systems)



Obrázek 8 - Zarošťovaná podlaha (Zootechnika.cz, 2024)

1.4 Welfare

Welfare je pojem převzatý z anglického jazyka a označuje v doslovném překladu blahobyť. V dnešní době je často spojován právě s intenzivní živočišnou produkcí. Pod tento široký pojem lze zahrnout veškeré dění, péči (Obr. 9), podmínky, způsoby nebo prostředí, kterému jsou chovaná zvířata vystavena. Prohlubování znalostí a postupů k docílení lepšího welfare hospodářských zvířat ze strany chovatelů, je dlouhodobým cílem zemědělské politiky EU a v programech venkova je přiřčeněn velký objem financí, který je podmíněn opatřeními podporujícími welfare.

Velké množství diskusí v této oblasti se točí okolo etických a morálních pravidel, která je nutná dodržovat při chovu hospodářských zvířat. Dnes si již valná většina hospodářů uvědomuje podstatu myšlenky a nevnímá pojem pejorativně. Napsáno ve zkratce: čím budu mít svá zvířata “spokojenější“, tím z nich dostanu více peněz (Obr. 10). V chovu ustájeného skotu může být tento ukazatel převeden na dojvost nebo na kvalitu masa a zdravotní stav zvířat (Šarapatka, 2006). Welfare zohledňuje jejich základní potřeby, jako je přístup k dostatku potravy a vody, komfortní prostředí, možnost pohybu a sociální interakce.

Mezi klíčové faktory welfare skotu patří: dostatek prostoru a volnost pohybu, pohodlná ložní plocha, dostupnost čisté a čerstvé vody, vhodná teplota a vlhkost, ochrana před predátory a nepřízní počasí, dostatek kvalitní potravy, dostupnost čerstvé a čisté vody, správná skladba krmiva, prevence a léčba nemocí, dostupnost veterinární péče, očkování proti běžným chorobám, možnost sdružování s jinými zvířaty, kontakt s matkou v raném věku, minimalizace stresu z přepravy a manipulace, zacházení se zvířaty s respektem, minimalizace bolesti a utrpení, poskytování podmínek pro přirozené chování. Dodržování principů welfare skotu přináší mnoho benefitů. Dodržování welfare a případná počáteční investice vede k nižším nákladům na chov a k většímu zisku pro chovatele (Rushen a Pasillé, 2008).

Welfare skotu je dnes již důležitý i z hlediska image chovu a důvěry spotřebitelů. V České republice existuje řada legislativních norem a dobrovolných standardů, které se zabývají welfare skotu. Mezi nejvýznamnější patří uvést zákon na ochranu zvířat proti týrání nebo vyhláška o ochraně zvířat chovaných pro užitek. Vědci a odborníci v oblasti welfare skotu neustále pracují na zlepšování podmínek chovu a vývoji nových metod pro hodnocení welfare zvířat. Díky jejich práci se stále více chovatelů zaměřuje na welfare skotu a vytváří tak zvířatům optimální podmínky pro život (svscr.cz, 2023).



Obrázek 9 - Zábavný doplněk pro vyžití telete (reddit.com, 2018)



Obrázek - 10 Instalovaný drbací kartáč pro dojnice (kvia.dk, 2020)

1.5 Technologie nastýlání

Strohmatic je systém vyvíjený v rakouské společnosti Schauer Agrotronic GmbH, která je přední značka v oblasti nových technologií v ustájení chovných zvířat, jako skotu, prasat, drůbeže, koní i ryb. Společnost se zabývá technologií výkrmu, zastýlání, odklizu exkrementů ze stáje nebo odvětráváním. Systém Strohmatic je dopravní, automatická linka na přípravu a umístění podestýlky ve stájích (*multi-service-elevage.fr*, 2024).

Na stránkách výrobce je uvedeno, že ušetří až 66 % slámy, oproti klasické zastýlací technologii, zároveň umožňuje nastavitelné množství podestýlky, kde se nemusí



Obrázek 11 - Vkládací ústrojí systému Strohmatic (schauer-agrotronic.com, 2024)

jednat pouze o slámu, např. je uvedena sloní tráva. Celý systém umožňuje různé kombinace a variace způsobu dopravy podestýlky, hlavně v závislosti na ustájená zvířata, nemusí se tedy vždy jednat o dále popisovanou linku.

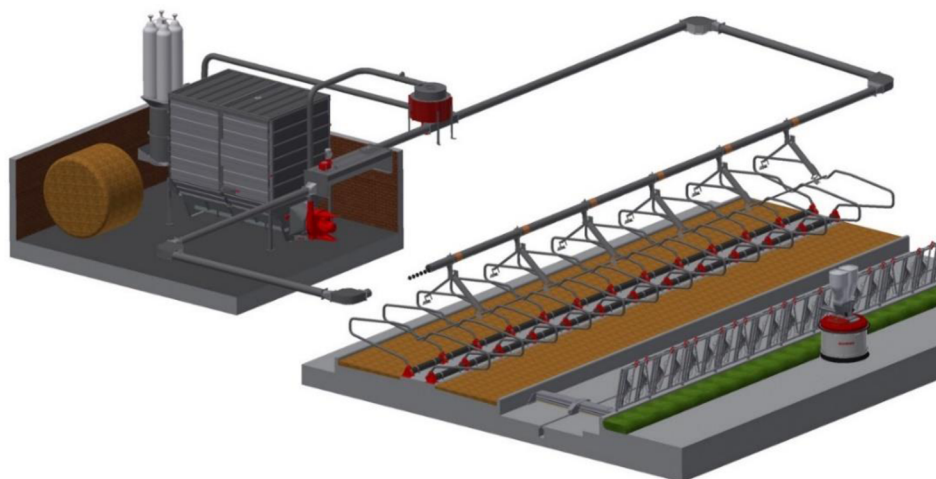
Hlavními komponentami systému jsou, rozdružovač balíků, který je schopen pracovat s kulatými i kvádrovými (*naschov.cz, 2022*). Toto vkládací ústrojí (Obr. 11) je umístěno mimo prostor stáje, pro jeho snadnou obsluhu při vkládání balíků z čelních nakladačů. Jediný požadavek je odstranění vazných vláken a poté se může naplnit kapacita tohoto zařízení, která je ve spodní části obstarána pásovými dopravníky. Ta souvisí s tvarem balíků (hrnatých až 12) a velikostí samotného vkládacího zařízení. Zároveň se vložená dávka nemusí celá aplikovat najednou, řídicí jednotka sama vyhodnocuje a dle nastavení uživatele pracuje s vloženým materiálem. Sláma dále putuje zařízením k řezacímu ústrojí, které je schopno vytvořit řezanku o délce materiálu 2 - 4 cm. Řezanka dále putuje pomocí potrubního, dopravního systému (průměr trubek od rozdružovacího ústrojí k přechodové jednotce je 150 mm, z přechodové jednotky, kde je změna směru pohybu řezanky, je průměr k otvorům 200 mm) k výpustným otvorům, které jsou umístěny průběžně v délce dopravního potrubí, nad stáním skotu, či jiných ustájených zvířat. Těchto otvorů může mít jeden systém až 90. U široko plošného rozdělování slámy je nutná instalace vícecestného rozdělovače s rozhozovými lištami (Obr. 12), které materiál usměrní až do čtyř směrů od dopravního potrubí, to zvyšuje kapacitu zařízení. Drcená podestýlka padá rovnoměrně do předem určených oblastí, ustájenému dobytku to nikterak nevádí a není tím rušen. Tento systém může být ve stáji veden jako flexibilní, potrubí je ukotveno pomocí lan a kladek a můžou se operativně měnit jeho prostorové rozměry dle požadavku farmáře, nebo se jedná o statický systém, rozdíl je pouze v ukotvení, princip činnosti stejný. Velmi důležitou součástí systému je filtrační zařízení na odsávání prachu, které je umístěno u vkládacího ústrojí. Zajišťuje omezení rozptylu prachových částic až o 80 %, částice chycené ve filtrech jsou odváděny pomocí šnekového dopravníku mimo prostor stáje. Celý systém ovládá automaticky řídicí jednotka, která reguluje jednotlivé komponenty.

Velký důraz je kladen na bezpečnost provozu tohoto zařízení. Z protipožárních opatření se uvádí uzavřené rozdružovací zařízení balíků, odkud by se oheň nemohl šířit dále i kvůli hasicímu zařízení Sprinkler, které se automaticky zapne při zjištěném požáru. Pro plynulost provozu je zařízení vybaveno lapačem kamenů, které může dodaný materiál do rozdružovače obsahovat. Součástí je též senzor jisker, nebo senzor výkonu řezacího ústrojí. Mezi zmíněné technické parametry zařízení patří výkon, který

je uváděn 300 – 400 kg/hod zvoleného materiálu k podestýlání. Maximální dopravní délka zařízení až 200 m (Obr. 13). Vlhkost u vkládané slámy, by neměla překročit 14 % a její délka 35 cm. Pro lepší představu o popisovaném systému jsou přiloženy obrázky a schémata (Schauer-agrotronic.com, 2024).



Obrázek 12 - Výpusť s rozhozovými lištami
(schauer-agrotronic.com, 2024)



Obrázek 13 - Celkové schéma systému Strohmatic (Schauer-agrotronic.com, 2024)

Na podobném principu je založen zastýlací robot FlyPit (Obr. 14) od taktěž rakouské firmy Wasserbauer. Zařízení se obdobně skládá ze vstupního ústrojí pro příjem kulatých, nebo hranatých balíků a řezacího ústrojí, kde je sláma pomocí fréz rozsekána.

Poté je dopravníkem naplněn mobilní robot FlyPit, který se pohybuje po instalovaných kolejnicích, které jsou 4 m nad úrovní podlahy. Kapacita robota závisí na konkrétním provedení, ale může dosahovat až 3 000 l. Rychlost jízdy je uváděna do 13 m/min. Výhoda robota je, že uživatel může nastavit určitou hodnotu podestýlky pro každou kóji zvlášť a tím přizpůsobit optimální množství na daném místě. Uváděno je též, že lze robota přenastavit ze zastýlacího režimu do krmného, jedná se tedy o víceúčelové zařízení (*stajeodracka.cz, 2024*).

System lze využít pro zastýlání mimo skot i v chovech prasat, koz, drůbeže nebo koní. Montáž kolejnic umožňuje minimální poměr oblouku 1,5 m a závěsné body ve vzdálenosti 5 m. Podobně jako systém Strohmatic je velký důraz kladen na odsávání prachu a nečistot. Výrobce udává, že systém snižuje spotřebu slámy o 50 %. Různými způsoby může být řešen i rozhoz řezanky z robota, buď statickou výpustí (otvorem), který cílí na dané místo, nebo rozhozovými disky, které pokryjí výrazně větší plochu stáje (*wasserbauer.at, 2024*).



Obrázek 14 - Robot FlyPit (Wasserbauer.at, 2024)

1.6 Technologie odklizu

Vyhrnovací lopata (Obr. 15) je zařízení instalované ve stájích, určené k odklizu všech nežádoucích látek produkované ustájenými zvířaty (chlévková mrva, tekuté výkaly),

nebo i podestýlky. Důležitým parametrem při odklizu těchto látek ze stáje je jejich součinitel tření, protože přímo ovlivňuje spotřebu energie zařízení. Dále pak objemová hmotnost, která je velmi proměnlivá. Pro porovnání viz tabulka níže.

Tabulka č. 2 – Porovnání objemové hmotnosti (sila-nadrze.cz, 2024)

Stelivová sláma	120 kg/m ³
Čerstvá chlévská mrva	600 kg/m ³
Hnůj	< 800 kg/m ³
Hluboká podestýlka v uleženém stavu	< 1 200 kg/m ³



Obrázek 15 - Vyhrnovací lopata tažená pomocí tyče (mikrostech.cz, 2014)

Ve volných boxových stájích s plnými podlahami v hnojných chodbách a stelivovém ustájení, probíhá odklíz chlévské mrvy. Zde je vývod materiálu směřován ven ze stáje na hnojiště nebo k místu dalšího odvozu pomocí mobilního prostředku. Druhá varianta je odsunutí na propadliště příčného kanálu s vynášecím dopravníkem (*extension.ok-state.edu*, 2024).

V bezstelivovém ustájení se jedná pouze o tekuté výkaly. Zde navazuje shrnovací lopata na propadliště (může být chráněno zvedacími deskami) do příčného kanálu umístěného uprostřed nebo na konci stáje (dle velikosti). Z tohoto příčného kanálu se výkaly odstraňují hydromechanicky (přerodem) do sběrných, přečerpávacích a skladovacích jímek. U volných boxových stájí se zarošťovanými podlahami probíhá odkliz z roštů nízko hmotnostními lopatami (ty mohou být také taženy lanem, řetězem nebo hydraulicky ovládaným táhlem), které přes rošty usměřňují mrvu do podrošťových kanálů, pokud nejsou exkrementy přímo zašlapovány dobyt看em do kanálu skrz rošt, pak má lopata nebo robot pouze dočišťovací funkci. Lopaty lze dělit podle způsobu tažení na tažené lanem nebo řetězem, zde je výkon obstarán pomocí elektromotoru. Druhá kategorie je tažená tyčí (hydraulické shrnovače). Šířka záběru lopaty může dosahovat až 4 m. Prvním uvedeným druhem jsou lopaty příčné, vybaveny pevnými bočními lištami. Ty jsou tvořeny pod úhlem skloněnou (zakloněnou) deskou, pro částečné nesení mrvy při hnutí. Deska lopaty je na bocích zavěšena v rámu v čepech (*Dairy-power.com, 2024*).

Druhý typ je lopata s bočními, příčně sklopenými rameny. Ty se mohou přizpůsobit šířce hnojné chodby. Dalším typem jsou sklopné, neboli šípové lopaty. Jedná se o dvě shrnovací desky spojené v čepu, vytvářející tvar V. K čepu je připevněno tažné lano, nebo řetěz. V pracovním směru se desky rozloží, přitisknou se k okrajům hnojné chodby a tlačí mrvu před sebou. Na zpětný pohyb jsou desky složeny k sobě, a tedy nekladou odpor. Použití lopat není omezeno dle typu povrchu stáje, lze je aplikovat na betonové podlahy, s pogumovaným svrškem nebo na rošťové chodby. Použití všech typů lopat zachovává průjezdnost chodby pro traktory, nebo jiné stroje. Moderní alternativou k těmto lopatám je automatický, čistící robot, který nabranou hmotu koncentruje ve svém ložném prostoru a není omezen dráhou pohybu, jako je tomu u lopat. U pohybu lopat (stejně jako u robota) je kladen maximální důraz na šetrnost k ustájenému dobytku. To je docíleno nízkou pojezdovou rychlostí (nepřekračující 7m/min), aby projíždějící lopata nemohla poranit spodní končetiny dobytku a ten je mohl v klidu překročit. Při nárazu do překážky se systém sám hned zastaví a po určitém čase se sám dá opět do pohybu. Zároveň je chod tichý a není tak rušivým elementem pro stáj (*Moso.cz, 2024*).

Lopaty mohou být vybaveny vyhřívacím zařízením, které poskytuje v zimě ochranu před zamrznáním v místech, kde je systém exponován venkovní teplotě. Sys-

tém lopaty je osazen řídicí jednotkou, která pracuje s cyklickým úklidem stáje (nastavení periody činnosti). Například jak uvádí *braeuer.cc* řídicí jednotka lopaty Scrapper Control II umožňuje konstantní provoz 24 hodin. Kromě měření odporu, tak se permanentně hlídá i poloha samotné lopaty.

1.7 Napájecí zařízení

Mladší kusy skotu mají ve svém těle procentuálně více vody, než zvířata starší. Novorozené tele obsahuje 75 - 80 %, zatímco dospělý skot 50 - 60 %. Na vyprodukování 1 l mléka je zapotřebí 4 - 5 l vody. Na 1 kg sušiny v příjmu potravy je nutné dodat u skotu až 6 l vody. Dodávaná voda by měla mít teplotu od 8° C do 15° C. Při nižších teplotách dodané vody ji musí tělo zahřát a tím vynaloží energii navíc, což může snižovat například doživost až o 10 % (*Čermák, 2000*).

Systém napájecího zařízení je tedy ve stájích nepostradatelná součást, nezbytná při chovu všech hospodářských zvířat. Systém musí splňovat hygienické, zootechnické a technické požadavky. Musí vždy obsahovat čerstvou vodu v požadované teplotě a množství, což zajišťuje obvykle přítok 25 - 100 l/min. Zařízení je nutné umístit v místě s bezproblémovým přístupem, v optimální výšce. Ideálně zajistit bezporuchovost s jednoduchou montáží či demontáží a systém plnění nastaven automaticky, bez nutnosti lidské práce, pouze provádět případnou kontrolu stavu. Konstrukce nesmí obsahovat nebezpečné rohy či hrany, o které by se ustájená zvířata mohla poranit nebo zachytit. Spotřebu vody zvířete ovlivňuje nejvíce množství sušiny v krmné dávce, teplota prostředí a samozřejmě velikost. Jak je uváděno v knize *Gálik, 2015*, tak přirozené je pro dobytek pít z hladiny, která svírá s hlavou skotu úhel 60°. V této poloze je skot schopen vypít 12 - 20 l vody za minutu. Abychom vyloučili riziko, že skot bude hltat na prázdno vzduch, je ideální aby byl přítok minimálně oněch 12 l/min a hloubka žlabu 100 mm.

Materiál je v dnešní době nejčastěji nerezový kov (Obr. 16) nebo odolná umělá hmota a podobné materiály, ale lze spatřit i žlaby betonové, kamenné a dříve dřevěné. Jak je uvedeno na stránkách společnosti *AGRICO s.r.o.*, žlaby lze vybavit vyhřívacím systémem, který pracuje s napětím 24 V, a zajišťují ochranu proti zamrznutí v nízkých teplotách. Tyto nerezové žlaby se připevňují pomocí konzol do podlahy stáje, nebo ke stěně. Další variantou jsou kuličkové napáječky (Obr. 17), ty jsou založeny na principu

překonání odporu kuličky, tekutina neproudí, dokud nedojde k jejímu stlačení. Zároveň neumožňují pít zvířatům přirozeným způsobem, myšleno poloha hlavy k hladině. Voda je též v napáječce v zimním období velmi studená, až 2° C, což se dá vyřešit její vyhřívanou variantou. Časté jsou miskové napáječky (Obr. 18), kde pomocí stejného principu (stlačitelné páčky) dojde ke spuštění vody. Miska může být o různém objemu a materiálu, např. litina (*farmshop.cz, 2024*).



Obrázek 16 - Nerezový napájecí žlab
(Agrico.cz, 2024)



Obrázek 17 - Mosazná kuličková napáječka
(Selko.cz, 2024)



**Obrázek 18 - Misková napáječka (vyba-
veni-staji-a-sedloven.heureka.cz, 2024)**

2 Praktická část

2.1 Cíl práce

Cílem práce je navrhnout pomocí 3D modelu technologii pro ustájení skotu. Model vychází z reálné zakázky společnosti AGRICO s.r.o. a je definován pomocí stavebních výkresů, které byly poskytnuty. Modelovaná stáj (rekonstruovaná) se nachází v obci Bubovice v okrese Příbram. Zadavatelem zakázky je družstvo Agrospol, VOD Bubovice, s kterým již firma AGRICO s.r.o. úspěšně spolupracovala. Tato zakázka nese dle výkresů označení Modernizace zemědělského areálu a přímo ve stáji se jedná o aplikaci nových, moderních prvků, jako je nové uspořádání prostoru, nové povrchové protiskluzové úpravy, zastýlací systém, instalace automatických robotů na dojení atd. VOD Bubovice se zaměřuje na rostlinnou i živočišnou výrobu.

2.2 Představení společnosti AGRICO s.r.o.

Jedná se o českou firmu (Obr. 19) se sídlem v Jihočeském kraji, konkrétně v Třeboni. Její historie se začala psát v roce 1991, kdy své první aktivity započala v pronajatých prostorách Státního statku Třeboň, kdy začínala pouze se dvěma stálými zaměstnanci. V těchto počátcích byla hlavní pracovní náplní firmy dodávka a montáž počítačově řízených krmných technologií, konkrétně pro chov prasat. Postupem času se k těmto pracím připojila vlastní výroba, nejprve plastových koryt, poté přibyly díly pro vzduchotechniku, následně kovovýroba stájového hrazení či boxů a ostatních technologických prvků, které naleznou uplatnění na farmách, či jiných zařízeních pro chov zvířat.

V dnešní době má firma široký sortiment produktů, který obsahuje veškeré potřeby pro farmáře v souvislosti s potřebnými zařízeními, jako např. systém krmení, větrání, hrazení, uskladnění obilí či kejdy. V prvních letech existence, byla firma zaměřena pouze na chov a výkrm prasat, což dneska již doplňuje stejně bohatá nabídka sortimentu i v oblasti chovu a produkce skotu. Dalšími živočišnými odvětvími, kde firma nabízí své technologie a montáže je oblast chovu a výkrmu drůbeže, či pro rybáře v rybochovném hospodářství. Firma patří na českém trhu k předním dodavatelům stájové a výkrmové technologie v oblasti chovu prasat.

Nedílnou součástí firmy jsou zahraniční zakázky ve více než 7 zemích Evropy. Jak je uvedeno na oficiálních stránkách firmy, tak již byly roku 2003 založeny dceřiné společnosti v Srbsku, Černé Hoře, Chorvatsku a dalších zemích. Produkty označené “

Made in AGRICO “ byly nejdále exportovány na Tchaj-wan, nebo na Filipíny (Agrico.cz, 2008).



Obrázek 19 - Logo společnosti
(Agrico.cz, 2024)

2.3 Metodika práce

Jako program pro vytvoření samotného 3D modelu byl zvolen již uvedený software Revit, z důvodu již částečné zkušenosti s tímto programem, na rozdíl např. od podobného programu SolidWorks nebo taktéž od Autodesku, programem Inventor, který je zaměřen primárně na prvky z oblasti strojního inženýrství. Z hlediska uživatele programu, se jedná o intuitivní prostředí tvorby, které si lze po pár hodinách osvojit. Jednalo se tedy o pozitivní zkušenost práce s tímto softwarem.

1. Obecně lze říci, že po spuštění programu je prvním krokem vytvoření tzv. nového projektu v hlavním menu. Dále zvolíme typ projektu, Revit nabízí škálu předdefinovaných typů projektů, jako např. rodinné domy, kancelářské budovy, průmyslové budovy atd. Poté by si měl uživatel ověřit správnost nastavení programu. V programu je možné vytvořit si šablonu definující určité parametry. A následně šablonu využívat v dalších nezávislých projektech.
2. V programu se modeluje v měřítku 1:1 v předem navolených jednotkách. Požadovaná měřítka dokumentačních výkresů se volí až při exportu. Udávané délkové jednotky, zobrazené velikosti textu, styl kót, tak tyto parametry se volí spíše operativně až ve chvíli, kdy je soubor/výkres exportován. Samotná fáze

modelování probíhá pomocí předdefinovaných prvků či stavebních konstrukcí, kdy uživatel dle svého zadání vybírá stavební prvky, upravuje je např. prodlužováním dle své potřeby, nebo modeluje nové plochy, křivky, přímky, tělesa a vzniká tak 3D model. V Revitu je možné jednotlivé čáry 2D dokumentace ve formátu dwg. aktivně označovat.

3. Autor si tedy označil obrys objektu ve 2D výkresu. Následně zvolil linii tvořící osu pro prvek ‚Tažení‘. Tato funkce umí podél zvolené osy vymodelovat objem o profilu, který autor nakreslí v řezu. Takto se tedy z 2D výkresu stane 3D model daného prvku. Prvky vytvořené v samostatných rodinách je pak možné vložit do projektu, kde je s nimi dále manipulováno jako s jednoduším prvkem. Kdykoliv je pak možné se vrátit zpátky do rodiny, prvek tam upravit a znovu načíst upravenou verzi zpátky do projektu. Pro zdatnější autory je obrovskou výhodou umění vytvořit si rodinu takovou, která umožňuje parametrické upravování prvku přímo v projektu. Příklad: V projektu je potřeba umístit 3 napájecí žlaby. Každý o jiné délce. Konstrukční princip žlabu je ale stále stejný, mění se pouze parametr její délky. Proto si autor vytvoří rodinu žlab, ve které správně navolí možnosti parametrického upravování rodiny. Rodinu žlab si následně nahraje do projektu a přímo v projektu může operativně měnit rozměr žlabu. Aniž by se musel vracet k úpravám v rodině daného prvku. Jedná se tedy o cennou úsporu času a zefektivnění práce. Autor zatím nedisponuje dostatečnou zdatností, aby těchto možností dokázal plně využít. Jednotlivé prvky jako vyhrnovací lopata, zábrana, napájecí žlab tedy není možné takto editovat přímo v projektu.
4. Po vytvoření modelu je možné přejít k vizualizacím. Ty je možné tvořit v dříve zmíněných programech. Ale také přímo v Revitu, což je nejjednodušší a nejrychlejší varianta, zároveň ale výstup nedosahuje takových kvalit. Pro někoho kdo se naučil modelovat v Revitu tedy nemusí být tato varianta špatnou volbou, pokud ještě nestihl nabít dostatečných znalostí přímo se jmenovanými renderovacími programy. Výhodou programu je možnost využívání knihovnic prvků, které je možné upravovat dle potřeby. Příklad: knihovní prvek stěna - je volena tloušťka zdi a detailní skladba zdi včetně konkrétních materiálů. Další

příklad: prvek podlaha- zvoleny parametry podlahy a detailní skladba. Poté zadány půdorysné rozměry a podlaha se vymodeluje sama v celé ploše.

5. Program umožňuje libovolný pohled na objekt (půdorys, bokorys...) a jeho operativní natáčení s možností přiblížení či oddálení na konkrétní detail. Poté, co je model vytvořen, nabízí program grafický výstup práce v podobě tzv. renderování, kterého bylo využito i při této bakalářské práci. Posledním krokem při zhotovování modelu, je po jeho schválení vytvořit samotnou výkresovou dokumentaci, dle které probíhá realizace. Program Revit nám umožňuje v libovolně zvolených rovinách (řezech) budovy (objektu) automaticky vygenerovat již okótovaný výkres, který lze doplnit veškerými potřebnými informacemi. V neposlední řadě se k výkresu přidává legenda, která může zmiňovat informace o využitých materiálech, nebo popis situace, kterou nelze do výkresu promítnout. A rozpiska, která budoucího čtenáře informuje o autorovi, projekční kanceláři, datu vyhotovení apod.
6. Celá tvorba bakalářské práce probíhala v bezplatné, studentské verzi. Plná (placená) verze a studentská se v mnohých ohledech shodují. Obě poskytují základní funkce pro navrhování, technickou dokumentaci (výstup) a vizualizaci. Kromě těchto základních funkcí nabízí plná verze programu také funkce a nástroje, které umožňují pokročilejší modelování, které vytváří přesnější a detailnější modely např. pro povrchy těles a konstrukcí. V dokumentování výkresů nabízí plná verze pokročilé nástroje pro formátování, kótování a tisk. Studentská verze je poskytována v časovém rozsahu 1 roku a je omezena, dle podmínek společnosti pro využití pouze ze strany studentů či pedagogů.

Výstupy z této práce jsou vytvořeny výhradně za pomoci programu Revit - včetně vizualizací. Pro vizualizaci je stěžejní správně umístit kameru, ta se umísťuje přímo do půdorysu, a nastavit její zorný uhel, výšku oka a výšku cíle- záběru. Záběr kamery autor v Revitu přímo vidí a může ho pohodlně upravovat, po umístění v půdorysu následně i v 3D pohledu. Ve chvíli kdy je záběr takový, jaký autor požaduje, může přejít k renderování. Samotný render má v revitu jen značně omezené nastavení. Je možné zvolit kvalitu obrazu, sytost, jas a podobně. Výsledný obraz je pak možné uložit například ve formátu jpg.

2.4 Vlastní práce

V rámci zpracovávaného modelu, byla nejdříve vyhotovena stavební konstrukce, dle poskytnuté stavební dokumentace a později jednotlivé, vybrané, technologické prvky, konkrétně: zastýlací systém Strohmatic od firmy Schauer, vyhrnovací lopaty pro odklíz kejdy, napájecí žlaby pro ustájený dobytek a dělicí ocelové konstrukce ohraničující jednotlivé stání dojnic či porodních boxů. Při tvorbě modelu byly ukládány průběžně grafické výstupy z různých fází modelace.

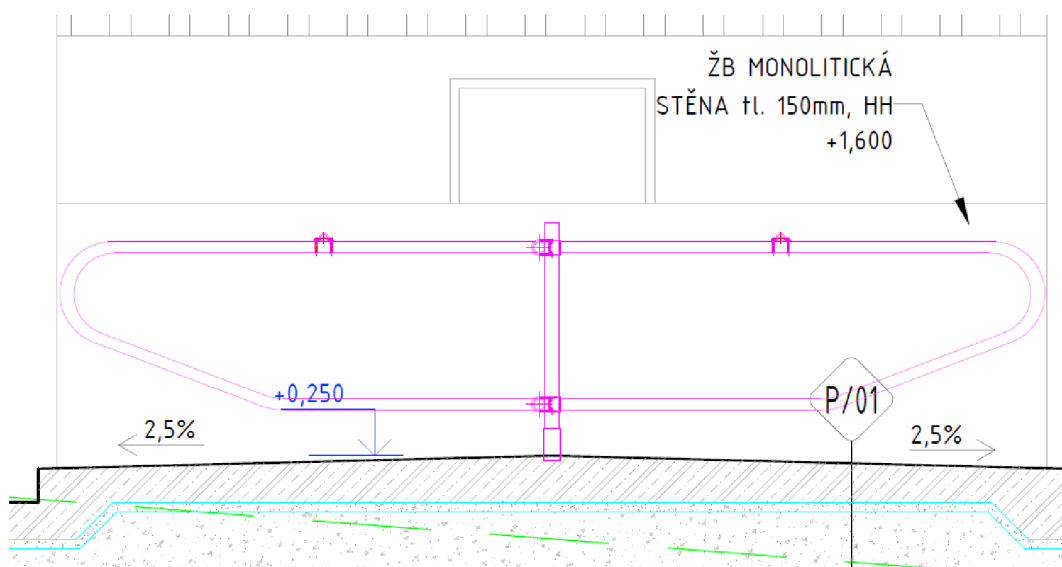
1. Nejprve se autor seznámil s projektovou dokumentací poskytnutou firmou AGRICO s.r.o. Ta zahrnovala celkový půdorys a příčný řez objektem (v měřítku: 1:50). Součástí dokumentace byly i základní skladby konstrukcí a jednoduchá legenda materiálu.
2. Autorem byly bez použití počítače vytvořeny náčrty a grafické návrhy podoby stáje, vycházející z poskytnutých výkresů od firmy AGRICO s.r.o., které zahrnovaly jak stavební dokumentaci, tak částečnou dokumentaci technologického vybavení, jehož instalací se firma zabývá.
3. Dokumentační výkresy byly poskytnuty v programu AutoCad, a z něj následně vyexportovány ve formátu dwg. Tento formát je výhodný z hlediska následující práce v Revitu. Výkres je možné vložit přímo do programu.
4. V Revitu byly nejprve vymodelovány základní stavební konstrukce: základové pasy, podlaha, ocelový skelet, střecha. Díky přímo vloženému výkresu dwg. je možné pracovat efektivně a bez chyb- veškeré rozměry jsou přejímány přímo z výkresové dokumentace. Tyto konstrukce byly vytvořeny za pomoci knihovních prvků, jako je: podlaha, sloup, střecha.
5. Úprava a výběr zvolených materiálů na jednotlivé části a doladění detailů (okna, okapní žlaby...)
6. Tvorba na zábranách, vyhrnovací lopatě a napájecím žlabu. Tyto objekty nebyly zhotoveny za pomoci knihovních prvků. Objekty byly vytvořeny v samostatné parametrické rodině, ve které se nepracuje za pomoci knihovních prvků, ale pouze vytvářením libovolných objemů. Tyto objemy byly modelovány za pomoci základních geometrických těles: čtverec, kvádr, kruh... atd. a také v 3D verzích těchto objektů: krychle kvádr, válec, kužel atd. U těchto objemů byl dále volen použitý

materiál. Příklad vytvoření zábran: z Autocadu byla vyexportována dokumentace zábrany a následně vložena do Revitu.

7. Modelace nastýlacího systému Schauer-Strohmatic, pomocí techniky zmíněné v předchozím bodě.
8. Vytvoření výstupních snímků, pomocí renderování. Snímky ukazují každý objekt zvlášť, i celkový pohled interiéru i exteriéru stavby.

2.4.1 Technické řešení 3D modelu

Stáj je dlouhá 136,7 m. Výška stavby dosahuje 14 m. Prostor je dělen pomocí monolitických, železobetonových stěn na části s ustájením dojnic a přidružené místnosti pro technologické zázemí, či nezbytné prostory zajišťující plynulý provoz stáje. Hlavní prostor stáje je tvořen boxovým systémem pro ustájení. Těchto boxů je 346. V praxi se jedná o 2 dojené skupiny o 174 kusech skotu. Boxy jsou uspořádány ve 3 řadách, vstřícně v opozici, oddělené 2 hnojnými chodbami a z krajů na ně navazuje krmný stůl a krmiště. Boxové lože (Obr. 20) je na železobetonové desce o tloušťce 200 mm s maximálním povoleným průsakem 40 mm, vyztužena kari sítí, nižší vrstvy obsahují vyrovnávací vrstvu z drcené frakce o tloušťce 50 mm, na tu navazuje štěrkový, hutněný podsyp s tloušťkou 250 mm, až do hutněného rostlého terénu. Povrch lože je tvořen betonovou mazaninou. Celý pás lehacích boxů je vypádován se sklonem 2,5 % směrem k hnojné chodbě v celé délce 2 750 mm.



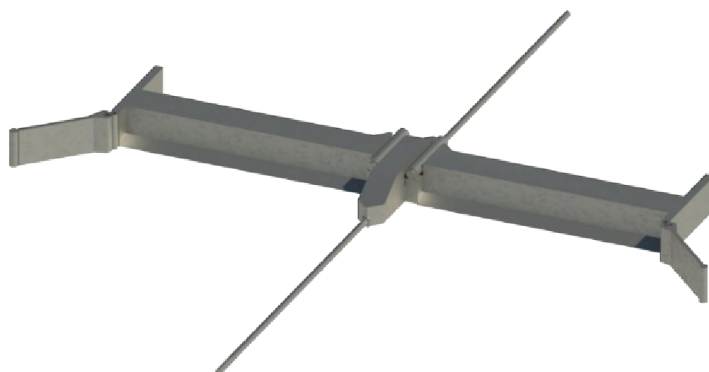
Obrázek 20 - Výkresový řez-lehací boxy (Koblíška, 2023)

Hnojná chodba, průchody a krmiště jsou taktéž založeny na ŽB desce stejné mocnosti, jako boxy, pouze u krmného stolu je šířka o 100 mm větší, tedy 300 mm. Ten je opatřen navíc speciální kyselinovzdornou dlažbou *Rako Taurus* s tloušťkou 20 mm. Hnojná chodba a krmiště disponují v povrchové, betonové mazanině místo toho podélným drážkováním v šíři 100 mm a hloubce 15 mm. Průchody mezi chodbami jsou opatřeny podlahovou gumou. Konstrukce zábran (Obr. 21), oddělující jednotlivé boxy a prostory je z duté, profilované, nerezové tyče o průměru 60 mm s ukotvením v přední části boxů do železobetonové desky.



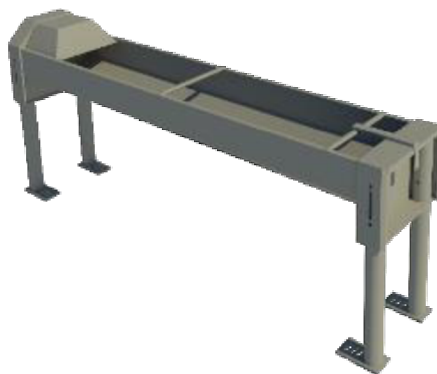
Obrázek 21 - Model základního prvku zábrany (Fořt, 2024)

Vyhrnovací automatická lopata (Obr. 22), tažená lanem usměřňuje kejdu z hnojné chodby do zarošťovaného prostoru na konci chodby skrz příčný kejdový kanál, ten byl pro účely modelu pouze znázorněn, bez odpovídajících rozměrů a materiálů. Tato lopata má pevně danou desku se sklopnými rameny na okrajových částech, pro nastavitelnou šířku záběru a lze je kombinovat. Klapky lopaty tahají průběžné, lanové navijáky pomocí lanka z nerezové oceli.



Obrázek 22 - Vymodelovaná vyhrnovací lopata tažená lanem (Fořt, 2024)

24 Napájecích žlabů (Obr. 23) je umístěno v pravidelných intervalech a přišroubováno k železobetonové desce.



**Obrázek 23 - Vymodelovaný napájecí žlab
(Fořt, 2024)**

Prvek, který obstarává přísun nové podestýlkové drtě je zařízení Strohmatic od firmy Schauer. U 3D modelu se jedná o 3 okruhy. Okruh 1 a 2 je veden nad hlavním prostorem s ustájením dojnic, naopak okruh č. 3 směřuje ke kapacitně menším stánům a separačním boxům. Rozdíl je i v rozměrech výpustných otvorů, u okruhu č. 2 je rozteč 1 m a u okruhu č. 1 a 3, jde o dvoucestné rozdělovače (levá, pravá), u okruhu č. 2 jde o posuvné uzávěry. Pro přehlednost jsou uvedeny tabulky s konkrétními parametry, které jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci a 3D model je tudíž dle nich modelován. Všechny 3 okruhy systému Strohmatic vycházejí z jednoho rozdružovacího ústrojí.

Tabulka č. 3 - Rozměrové řešení okruhů (Schauer, 2024)

Okruh	Trubka \varnothing 200 mm	Trubka \varnothing 150 mm	Výpusť slámy	Rohová kladka 90°
1	186 m	75 m	60 ks	4 ks
2	174 m	1 m	Posuvný uzávěr, 54ks	4 ks
3	144 m	76 m	20 ks	8 ks

Tabulka č. 4 - Přehled součástí, jejich hmotností a energetická náročnost (Schauer, 2024)

Hmotnost + pohon součástí systému		Název
1 550 kg	3 x 1,5 kW	Rozdružovač
650 kg	2 x 1,1 kW	Podávací stůl pro balíky
130 kg	11 kW/14,7 kW	Řezačka slámy
240 kg	1,1 kW	Hnací jednotka
195 kg	1,1 kW	Přechodová jednotka
232 kg	2,2 kW	Odsávač prachu, 4 filtry 700 l
50 kg		Rohová kladka
8 kg		Potrubní vedení \varnothing 200 mm + dopravní řetěz 1 m
7 kg		Dvojitý rozdělovač slámy, 1 m rozteč

Boční stěnové panely mají šíři 300 mm, materiál beton a ocel. Na nich jsou přichyceny svinovací plachty nebo okapní žlab. Obvodový plášť stáje na západním štítě je řešen pomocí PUR panelů s tloušťkou 40 mm, v odstínu světle šedé. Naopak východní štít je z transparentního polykarbonátu (20 mm) v odstínu – opál. Sedlová střecha stáje se skládá z PUR panelů s tloušťkou 60 mm, ocelových Z profilů a nosného ocelového rámu. Vnitřní hlavní prostor stáje je segmentován pomocí čtrnácti železobetonových stěn o tloušťce 150 mm a výšce 1 600 mm. Na západní straně stáje se jedná o místnosti, kde jsou usazeny dojící roboty, zde je keramická úprava podlah (dlažba) a stěn. Celá konstrukce stojí na železobetonových, základových nosnících zahloubených v zemi.

2.4.2 Halová konstrukce stáje

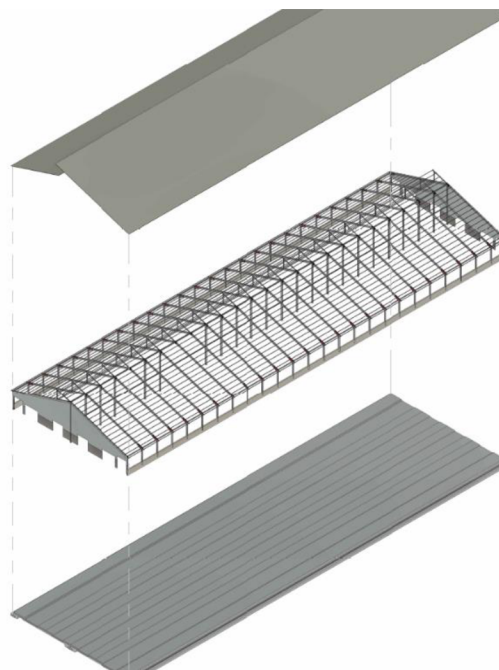
Modelovaná konstrukce, odpovídá jednomu ze stavebních systémů, který umožňuje vytvoření otevřeného prostoru (Obr. 24) s nosnými sloupy v jedné linii uprostřed a dalšími dvěma na krajích. Jedná se o skeletovou ocelovou konstrukci. Tato konstrukce je vhodná pro různé typy budov, jako jsou průmyslové haly, sportovní areály, letištní hangáry, výstavní pavilony, nebo jak je zde uveden zemědělský objekt. Střešní krytina je nesena vazníky, různě uspořádanými do soustavy dle velikosti objektu. Primární vazníky mohou mít obloukový nebo trojúhelníkový tvar, což poskytuje stavbě pevnost a stabilitu. Sekundární vazníky, označovány jako vaznice jsou horizontální, nosné

prvky uspořádaný kolmo k vazníkům a přímo nesou střešní krytinu. Vaznice mohou být vyrobeny z ocelových válcovaných profilů nebo z ocelových příhradových konstrukcí, ale i v průmyslových objektech se lze setkat např. s dřevěnou střešní konstrukcí. Typy střešních krytin jsou nejčastěji z materiálů, jako je plech, skleněné nebo plastové panely (pro průsvitné střechy a zlepšení přirozeného světla), střešní tašky nebo u starších plochých střech asfaltová lepenka.

Tíhu střešní konstrukce přenášejí nosníky na sloupy, sloupy přenášejí tíhu do základové konstrukce (Obr. 25), v tomto případě se jedná o základové pasy. Stěny mohou být jak zděné, tak v případě hal pouze plechové, či z jiného materiálu. V objektech je kladen důraz na velké okenní a dveřní prostory, jak z důvodu přívodu denního světla, tak v případě dveří (vrat) na rozměr odpovídající normám daného provozu. Základy objektu jsou buď ze základové desky, která přenáší tíhu stavby do země, nebo obdobně fungující základové pasy, jejichž velikost odpovídá zatížení budovy. Obecně lze říci, že je v těchto budovách velký podíl materiálu jako ocel a beton anebo jiných prefabrikovaných prvků.



Obrázek 24 - Interiér halové konstrukce (Fořt, 2024)



Obrázek 25 - Schéma konstrukce stáje při modelaci (Fořt, 2024)

3 Diskuse

Zprvé lze diskutovat vhodnost zvoleného poctacoveho programu na modelaci stáje a vybavení. Autor zvolil pro celou práci program Autodesk Revit, který je primárně určen, pouze na modelovanı budov a stavebních objektů. Na technologickou ást práce, by zpětným pohledem bylo vhodnejı vybrat k práci napr. program Autodesk Inventor, který je určen právě pro modelace strojırenskych součastí a sestav (Autodesk.com, 2024). Vezmeme-li v potaz neznalost práce s tímto programem a prıpadnou dobu vevnovanou edukaci, tak se jeví Revit jako vhodná varianta, která byla schopna zastoupit Inventor v požadovane kvalitě. Jiné poctacove programy, by z pohledu autora nedavaly takový smysl, z důvodu poskytnuté stavební dokumentace v programu AutoCad (formát dwg.), který je tez vyvíjen od společnosti Autodesk, proto sdílení dat a převody objektů z 2D prostředí do 3D prostředí probíhali velmi plynule. S jinými programy je možné, e by software nebyl tolik kompatibilní. Dalıım tématem souvisejícím s modelem, jsou jeho výstupy, které byly vytvořeny pomocí tzv. renderovací techniky. Ta je obecne receno vhodná pro kvalitnejı grafický výstup, než pouhý obrázek, formát pdf a podobne soubory, které konstrukční programy nabízejí. K renderovanı obrázků byl zvolen plugin, který je prımo součastí programu Revit, z důvodu nepotřebné instalace dalıho programu, který by umožňoval renderovanı. Tyto pluginy, jako napr. V-Ray a Enscape, jsou svými funkcemi pokrocilejı a umožňují autorovi více nastavitelnych parametrů (Sketchup.cz, 2023).

Z práce dále vyplývá, e způsobu ustájení dojného skotu je vícero možností. Jedním z hlavních požadavku dneını doby je tzv. welfare zvırat, na tuto oblast v historii nijak nebyl brán zřetel, což mělo za následek horıı zdraví skotu a nııı dojivost (svscr.cz, 2023). Dojnice byly ustájeny vazným systémem, který jim znemožňoval prırozeny pohyb, nebo byly drženy v boxech, kde byl prostor pro zvíře si maximálně lehnout (Zootechnika.cz, 2009). Dnes je v chovech standardem, e zvířata jsou umístěna volne, v urcıtem prostoru stáje, což je prıpad i u 3D modelu. Mezi nevýhody patrı horıı prıstup ke konkrétnímu kusu nebo riziko poranění od jinych krav (bykvu) prı nevhodne zvolené skupině, nebo agresivním jedinci (thuenen.de, 2024). Takto může bít skot ustájen na podestýlce, nebo bezstelivové. Výhody podestýlkového systému jsou hlavně lepıı zdraví koncetın skotu, produkce kvalitního hnoje, který jako komodita najdeı široké uplatnění nebo lepıı mikroklima ve stáji (Doležal, 2015). Mezi nevýhody

lze naopak zařadit vyšší prašnost při zastýlání a vyšší nečistotu krav, proto se podestýlka nedoporučuje u dojnic, kde dochází ke kontaktu vemene s exkrementy a následně u vzorku mléka horší CPM (celkový počet mikroorganismů) faktor, což je hlavní ukazatel syrového kravského mléka (Austin, 2022). Bezsteličkové chovy vynikají menšími nároky na lidskou práci, což šetří čas a peníze, vyšší mírou hygieny, což ovlivňuje pozitivně zdraví a produkci, ale naopak jsou méně pohodlnými pro skot (šlape po tvrdé podlaze), skot může mít problémy s kopyty, paznehty (Gálik, 2015). Obecně lze říci, že nelze jednoznačně určit, který typ ustájení je lepší a horší, jedná se o komplexní činnost, která musí být navázána na celkový stav farmy/podniku. Chovatel musí zvolit vhodnou variantu ustájení svého chovu dle následujících kritérií: plemeno skotu, účel chovu (dojení, produkce masa...), velikost chovu, konkrétní podmínky v dané oblasti (podnebí) a finanční možnosti (Agroporadenstvo.sk, 2024). Související kapitola je odklíz hnoje, případně kejdy u bezsteličkových chovů. V této práci je zvolen automatický, vyhrnovací systém, který disponuje výhodami oproti klasickému způsobu odklíz, jako snížení lidské práce, nebo plynulý a kontinuální chod (Moso.cz, 2024). Negativní stránky hledat těžko, pro někoho se může jednat například o vyšší vstupní investici či nedůvěru v bezporuchovost systému (braeuer.cc, 2024). V samotné konstrukci stáje těžko něco rozporovat. Jedná se o rekonstrukci, tudíž nutno brát v potaz původní stav objektu. Z hlediska uspořádání interiéru, se stáj jeví jako standardní. Na první pohled vykazuje možnost být velmi praktickou s ohledem na rozvržení jednotlivých místností, technologií a jiných pracovních místech. Trendem posledních let je např. že stáje se dnes již konstruují bez oken (otvory vyplněny sítí) pro lepší mikroklima stáje a původní těžká vrata jsou nahrazena automaticky ovládanou roletou (AGRICO s.r.o., 2023). V střešní konstrukci bych osobně volil větší otvor pro vstup denního světla, které je vhodné pro klidnější a přirozenější chování skotu (Phillips, 2018).

Všechny doplňující poznámky ze strany autora mohou být ovlivněny plnou neznalostí daného prostředí, které je nutné brát při realizaci v potaz. Rekonstrukce stáje, kterou tato bakalářská práce řeší, se proto jeví, jako standardní s využitím moderních technologií a trendů.

Závěr

Celkově lze říci, že technologie ustájení skotu stojí stále na stejném principu, jako v historii, tedy získat co nejlepší jakost a kvantitu produktů za nejnižší náklady, ovšem v dnešní době, je i z tohoto důvodu brán větší zřetel na kvalitu samotného ustájení skotu a péči o něj, což se promítá i v této práci. Moderní nastýlací a odklizová technologie je toho důkazem. Stejně jako navržené stavební prvky stáje, např. otvory pro průchod denního světla, prostorové uspořádání nebo gumou potažený povrch podlah. Požadavku a zadání ze strany společnosti AGRICO s.r.o. bylo vyhověno a 3D model stáje s technologickým vybavením odpovídá výkresové dokumentaci, která byla podkladem k této práci. Obecně se dá konstatovat, že stáj ve všech hlediscích splňuje náročné požadavky, které dnešní doba klade na chovatele skotu, i v zásadách welfare. Při modelaci objektů byl zvolen program Autodesk Revit, který poskytl v dostatečné míře požadované funkce pro tvorbu. Pro prezentování vymodelovaných objektů byla zvolena grafická metoda tzv. renderování, která se pro tento účel práce jeví, jako vhodná.

Seznam použité literatury

Citace webových zdrojů

Adeon.cz (2022) *Autodesk Revit* [online] [cit. 2024-01-25]. Dostupné z: <https://www.adeon.cz/katalog/autodesk/revit/>

Agriculture (2015) *Animal husbandry* [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://agritech.tnau.ac.in/>

Agroporadensto.sk (2024) *Živočišna výroba* [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.agroporadenstvo.sk/chov-hovadzi-dobytok>

Agropress.cz (2024) *Vodní matrace* [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/optimalni-pohodli-pro-dojnice-po-cely-rok-vsadte-na-vodni-matrace-aquastar/>

ANIMAL WASTE MANAGEMENT. [online] [cit. 2024-04-05] Dostupné z: Oklahoma State University, <https://extension.okstate.edu/programs/animal-waste-nutrient-management/>.

Autodesk.cz (2024) *AUTODESK. Revit*. [online] [cit. 2024-01-25]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Best-cover.cz (2024) *Ustájení skotu* [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.best-cover.cz/zemedelske-technologie/vybaveni-staji/ustajeni-skotu/>

Bimfo.cz, (2023). ARKANCE SYSTEMS CZ S.R.O CASUA SPOL. S.R.O.. *Co je BIM* [online] [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Co-je-BIM.aspx>

Braeuer.cc (2024) *Entmisting und Gülletechnik*. [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: https://www.braeuer.cc/cz/entmisting_guelletechnik/

Dairypower.com (2024) *Eco-Clean Rope Scraper System*. [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.dairypower.com/product/eco-clean-rope-scraper/>

Dyso.cz, (2024). DYNAMIC SOFTWARES. *Dyso.cz*. [online] [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.dyso.cz/slovník/rendering/>

FABIAN, Eileen. (2016) *Horse Stable Ventilation*. [online] [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://extension.psu.edu/horse-stable-ventilation>.

-
- Farmshop.cz (2024) *Napáječky miskové*. [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.farmshop.cz/Napajecky-miskove>
- HARTUNG, Joel. (2013) *A short history of livestock production*. [online] [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://www.wageningenacademic.com/doi/pdf/10.3920/978-90-8686-771-4_01.
- HERNANDEZ, Mendo. (2007) *Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows*. [online] [cit. 2024-04-05] Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207716089>.
- KUČERA. (2020) *SIMMENTAL CATTLE IN THE CZECH REPUBLIC* [online] [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://www.simentale.pl/en/sim_cz_en.html.
- LESO, Lorenzo (2019) *Compost-bedded pack barns for dairy cows*. [online] [cit. 2024-04-05] Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/337949251_Invited_review_Compost-bedded_pack_barns_for_dairy_cows.
- MSE-MULTI SERVICE ELEVAGE. (2023) *SCHAUER Pailleuse automatique aire paillée*. [online]. [cit. 2024-03-21] Dostupné z: <https://www.pailleuseautomatique.fr/fr/pailleuseautomatique.asp>
- Moso.cz (2024) *Efektivní manipulace kejdy s DeLaval technologií*. [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.moso.cz/sortiment/system-vyhrnovani-kejdy/>
- Naschov.cz (2022) *Strohmatic v chovatelské praxi* [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://naschov.cz/strohmatic-v-chovatelske-praxi/>
- OSTOJIĆ ANDRIĆ, Dušica. (2009) *Dairy cows welfare quality in loose vs tie housing system*. [online] [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/265568303_Dairy_cows_welfare_quality_in_loose_vs_tie_housing_system.
- RAJIB, Deb. (2022) *Genetic Basis of Thermoregulation in Livestock* [online]. [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2022.839612/full>
- Schauer-agrotronic.com, (2024). *SCHAUER. Strohmatic*. [online] [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://en.schauer-agrotronic.com/sheep-and-goats/spreading-system/strohmatic>
- Sketchup.cz, (2024). *V-ray versus Enscape*, [online] [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://sketchup.cz/v-ray-versus-enscape/>
- Skot. (2024) [online] [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/mze/zemedelstvi/zivocisna-vyroba/zivocisne-komodity/skot>.

Stajeodracka.cz (2024) *Zastýlací robot FLYPIT* [online]. 2024 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://stajeodracka.cz/roboticka-staj/zastylaci-robot/>

SINGH, Amit Kumar. (2020) *A Review: Effect of Bedding Material on Production, Reproduction and Health and Behavior of Dairy Animals*. [online] [cit. 2024-04-05] Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/342177042_A_Review_Effect_of_Bedding_Material_on_Production_Reproduction_and_Health_and_Behavior_of_Dairy_Animals.

STÁTNI VETERINÁRNÍ SPRÁVA. *Ochrana pohody zvířat – welfare* [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.svs-cr.cz/zdravi-zvirat/ochrana-pohody-zvirat-welfare/>

TENFFEN DE SOUSA, Karolini. (2021) *Influence of microclimate on dairy cows' behavior in three pasture systems during the winter in south Brazil*. [online] [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: [Influence of microclimate on dairy cows' behavior in three pasture systems during the winter in south Brazil](#).

Thuenen.de, (2024) *Konventionelle Milchviehhaltung*. [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/nutztierhaltung-und-aquakultur/haltungsverfahren-in-deutschland/konventionelle-milchviehhaltung>

TUCKER, Andrews. (2021) *Livestock housing* [online] [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221005178>

VFU BRNO. (2024) *Ochrana zvířat* [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/oz/Oz/obsah.htm>

Wasserbauer.at (2024) *FlyPit* [online] [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://wasserbauer.at/en/products/flypit>

Zootechnika.cz, (2009). *Zootechnika.cz* [online] [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/zaklady-ustajeni-skotu---dojnice.html>

Citace knižních zdrojů

AUSTIN, Hank. *Beginner's Handbook to Raise Beef Cattle*. English: Independently published, 2022. ISBN 979-8846035300.

ČERMÁK, Bohuslav. *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat*. České Budějovice: DTP Č.Budějovice, 2000. ISBN 80-7040-422-1.

DOLEŽAL, Oldřich a STANĚK, Stanislav. *Chov dojeného skotu*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-70-0.

GÁLIK, Roman. *Technika pre chov zvierat*. Nitra, 2015. ISBN 978-80-552-1407-8.

OFNER-SCHRÖCK, Elfriede; LENZ, Vitus a BREININGER, Walter. *Stallbau für die Rinderhaltung*. Stocker, 2017. ISBN 978-3-7020-1665-4.

PHILLIPS, Clive. *Principles of Cattle Production*. 3. United Kingdom: CABI Publishing, 2018. ISBN 1786392712.

RUSHEN, Jeffrey a PASILLÉ, Anne Marie. *The Welfare of cattle*. Springer Dordrecht, 2008. ISBN 978-1-4020-6558-3.

STUPKA, Roman. *Chov zvířat*. Praha: Powerprint, 2013. ISBN 978-80-87415-66-5.

ŠARAPATKA, Bořivoj a URBAN, Jiří. *Ekologické zemědělství v praxi*. Šumperk: PRO-BIO Šumperk, 2006. ISBN 978-80-903583-0-0.

WEBSTER, John. *Understanding the Dairy Cow*. 3. John Wiley, 2020. ISBN 9781119550228.

WONG a GABRIYEL. *Real-Time Rendering*. United States: Taylor & Francis, 2013. ISBN 9781466583597.

Zdroje uvedených obrázků

Agrico Logo [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://www.agrico.cz/>

Autodesk Design Department. *Logo of software company Autodesk*. [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Autodesk_Logo.svg

Autodesk Revit Logo PNG Vector. *Seeklogo.com* [online]. [cit. 2024-01-29]. Dostupné z: <https://seeklogo.com/vector-logo/482393/autodesk-revit>

Automatisches einstreusystem Strohmatic *Einstreusystem-Strohmatic* [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://www.schauer-agrotronic.com/rinderstall/strohmatic>

Automatizovaný podstielkový systém *Podstielkový systém Strohmatic* [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://sk.schauer-agrotronic.com/hovaedzi-dobytok/podstielkovy-system-strohmatic>

Boxové lože a typy podestýlek *Foto č.1: Podestýlka – sláma* [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/boxove-loze-a-typy-podestylek/>

Boxy stlané separátem (plastickou podestýlkou). [online]. [cit. 2024-02-29] In: *Zootechnika.cz*. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/boxove-loze---skot.html>

Cow bedding system *Schauer-Strohmatic* [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://en.schauer-agrotronic.com/cattle/bedding-system>

Cow playing with a ball [online] [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: https://www.reddit.com/r/aww/comments/865gpy/cow_playing_with_a_ball/?rdt=41962

Dairy lane systems [online]. [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://dairylane.ca/files/brochures/4%20Manure%20Management/5%20JOZ%20Scrapper%20Systems/JOZ%20productbrochure%20Innovatieve%20mestsyste-men%20EN%20v3%20LR.pdf>

DeLaval shrnovací lopata na kejdu DM *Hydraulické shrnovače chodeb* [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://www.mikrostech.cz/produkty-a-systemy/stajove-technologie/odkliz-hnoje-a-kejdy/>

GOOD ANIMAL WELFARE ALL YEAR ROUND [online]. [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.kvia.dk/en/2020/10/22/good-animal-food-all-around/>

Napájecí žlaby pro skot [online]. [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.agrico.cz/napajeci-zlaby-2-122.html>

Napáječka kuličková AquaGlobe, 3/4", *prasnice/skot, mosaz/nerez* [online]. [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://www.selko.cz/kulickove-napajacky-aquaglobe/103-napajicka-kulickova-aquaglobe-3-4-prasnice-skot-mosaz-nerez.html>

Napáječka misková G16 litina pro skot a koně [online]. [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://vybaveni-staji-a-sedloven.heureka.cz/napajicka-miskova-g16-litina-pro-skot-a-kone/#prehled/>

Landwirtschaftlicher Betrieb / Farm in Luxemburg [online]. [cit. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://wasserbauer.at/produkte/einstreu-und-fuetterungsroboter-flypit-2in1>

Zootechnika *Roštová podlaha ve stáji pro dojnice*. [online]. [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: https://www.zootechnika.cz/fotoalbum/farmy_ustajeni-zvirat/pohledy-do-staji/rostova-podlaha-ve-staji-pro-dojnice.html

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Logo společnosti Autodesk (Wikipedia, 2013).....	8
Obrázek 2 - Logo programu Revit (Seeklogo, 2023).....	8
Obrázek 3 - Příklad vizualizace bez použití renderování (Fořt, 2024).....	10
Obrázek 4 - Příklad vizualizace při použití renderování (Fořt, 2024).....	11
Obrázek 5 - Ustájení volné boxové s kratšími boxy v opozici (zootechnika.cz, 2024)..	16
Obrázek 6 - Ustájení volné kotcové s hlubokou podestýlkou (agropress.cz, 2019)....	17
Obrázek 7 - Odkliz kejdy v bezstelivovém stání, plná podlaha (Dairy lane systems)..	18
Obrázek 8 - Zarošťovaná podlaha (Zootechnika.cz, 2024).....	18
Obrázek 9 - Zábavný doplněk pro vyžití telete (reddit.com, 2018).....	20
Obrázek 10 - Instalovaný drbací kartáč pro dojnice (kvia.dk, 2020).....	20
Obrázek 11 - Vkládací ústrojí systému Strohmatic (schauer-agrotronic.com, 2024)...	20
Obrázek 12 – Výpusť s rozhozovými lištami (schauer-agrotronic.com, 2024).....	22
Obrázek 13 - Celkové schéma systému Strohmatic (Schauer-agrotronic.com, 2024)..	22
Obrázek 14 - Robot FlyPit (Wasserbauer.at, 2024).....	23
Obrázek 15 - Vyhrnovací lopata tažená pomocí tyče (mikrostech.cz, 2014).....	24
Obrázek 16 - Nerezový napájecí žlab (Agrico.cz, 2024).....	27
Obrázek 17 - Mosazná kuličková napáječka (Selko.cz, 2024).....	27
Obrázek 18 - Misková napáječka (vybaveni-staji-a-sedloven.heureka.cz, 2024).....	27
Obrázek 19 - Logo společnosti (Agrico.cz, 2024).....	29
Obrázek 20 - Výkresový řez-lehací boxy (Koblíška, 2023).....	33
Obrázek 21 - Model základního prvku zábrany (Fořt, 2024).....	34
Obrázek 22 - Vymodelovaná vyhrnovací lopata tažená lanem (Fořt, 2024).....	34
Obrázek 23 - Vymodelovaný napájecí žlab (Fořt, 2024).....	35
Obrázek 24 - Interiér halové konstrukce (Fořt, 2024).....	37
Obrázek 25 - Schéma konstrukce stáje při modelaci (Fořt, 2024).....	37

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Příklad průměrného počtu kusů v jednotlivých fázích na 100 dojnic (Gálik, 2015).....	12
Tabulka č. 2 - Porovnání objemové hmotnosti (sila-nadrze.cz, 2024).....	24
Tabulka č. 3 - Rozměrové řešení okruhů (Schauer, 2024).....	35
Tabulka č. 4 - Přehled součástí, jejich hmotností a energetická náročnost (Schauer, 2024).....	36