

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY A STROJŮ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Modernizace průmyslového objektu kompletní
rekonstrukcí elektroinstalace**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Zdeněk SZMITEK**
Osobní číslo: **E17B0045P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**
Téma práce: **Modernizace průmyslového objektu kompletní rekonstrukcí elektroinstalace**
Zadávací katedra: **Katedra výkonové elektroniky a strojů**

Zásady pro vypracování

1. Popište současný stav vybraného objektu.
2. Popište současné trendy elektroinstalací v průmyslových objektech.
3. Vytvořte kompletní projekt elektroinstalace průmyslového objektu včetně všech výkresů nutných pro realizaci projektu.
4. Vytvořte technicko-ekonomickou analýzu navrhované rekonstrukce.
5. Shrňte všechny aspekty rekonstrukce pro majitele průmyslového objektu.

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Aleš Hromádka**
Regionální inovační centrum elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. května 2021**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan





Prof. Ing. Václav Kús, CSc.
vedoucí katedry

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce se zabývá modernizací elektroinstalace v zemědělském komplexu s využitím současných trendů v oblasti vytápění a osvětlení. Cílem práce je provést modernizaci stávající elektroinstalace, díky které dojde ke zlepšení pracovních podmínek v podniku a zároveň se zvýší ochrana před úrazem elektrickým proudem.

Klíčová slova

elektroinstalace, tepelné čerpadlo, systém DALI, zemědělský komplex, dílna, stáj

Abstract

This Bachelor thesis is focused on modernization of electrical installation in the agricultural complex using current trends in heating and lighting. The aim of the thesis is modernizing the building wiring, which will improve working conditions in the company and at the same time to create a protection against injury.

Key words

wiring, heat pump, DALI system, agricultural complex, agricultural machinery workshop, stable

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 27.5.2021

Zdeněk Szmitěk

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Aleši Hromádkovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	9
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
1 SOUČASNÝ STAV ZEMĚDĚLSKÉHO KOMPLEXU	11
1.1 CHARAKTERISTIKA ZEMĚDĚLSKÉHO KOMPLEXU.....	11
1.2 SEZNÁMENÍ S JEDNOTLIVÝMI OBJEKTY FARMY.....	13
1.2.1 Dolní kravín.....	13
1.2.2 Dílna.....	14
1.2.3 Přístřešek pro třídičku brambor.....	18
1.2.4 Seník.....	19
1.2.5 OMD (odchovna mladého dobytka).....	20
1.2.6 Horní Kravín.....	23
1.2.7 Sklad pohonných hmot a olejů.....	25
1.2.8 Oblouková Hala.....	27
1.2.9 Přístřešek pro zemědělskou techniku.....	28
1.2.10 Zimoviště skotu se zakrytou krmnou chodbou.....	28
2 MOŽNOSTI INOVACE STÁVAJÍCÍ ELEKTROINSTALACE	30
2.1 VÝMĚNA FUNKČNÍCH PRVKŮ VE STÁVAJÍCÍ ELEKTROINSTALACI.....	30
2.1.1 Rozváděče – obecný popis.....	30
2.1.2 Jističe – obecný popis.....	32
2.2 PŘECHOD ZE SOUSTAVY TN-C NA SOUSTAVU TN-C-S U VYBRANÝCH OBJEKTŮ.....	33
2.3 ZAVEDENÍ SYSTÉMU ŘÍZENÉHO OSVĚTLENÍ VE STÁJI OMD.....	36
2.4 VYUŽITÍ TEPELNÉHO ČERPADLA PRO VYTÁPĚNÍ DÍLNY.....	39
2.4.1 Tepelné čerpadlo obecně.....	39
2.4.2 Princip tepelného čerpadla.....	40
2.4.3 Parametry tepelného čerpadla.....	41
2.4.4 Typy tepelných čerpadel.....	41
2.4.5 Výběr TČ pro vytápění dílny.....	43
3 EKONOMICKÁ BILANCE PROJEKTU	45
3.1 VÝMĚNA ROZVÁDĚČŮ VE ŠPATNÉM TECHNICKÉM STAVU.....	45
3.2 RETROFIT BAKELITOVÝCH JISTIČŮ ITV A ITM.....	45
3.3 MODERNIZACE ELEKTROINSTALACE DÍLNY.....	46
3.4 SYSTÉM ŘÍZENÉHO OSVĚTLENÍ VE STÁJI OMD.....	47
3.5 CELKOVÁ EKONOMICKÁ BILANCE PROJEKTU.....	48
4 SHRUTÍ VŠECH ASPEKTŮ PROJEKTU PRO MAJITELE OBJEKTU	49
ZÁVĚR	51
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	52
PŘÍLOHY	1

Úvod

Tato bakalářská práce se zaměřuje na modernizaci průmyslového objektu s kompletní rekonstrukcí elektroinstalace. Konkrétně se jedná o zemědělský komplex, který se nachází v blízkosti mého bydliště. Práce je zpracována v souladu s platnými normami ČSN IEC a je rozdělena do čtyř kapitol.

První kapitola je věnována popisu současného stavu elektroinstalace v zemědělském komplexu. V této kapitole jsou postupně popsány jednotlivé budovy, způsob jejich připojení k distribuční síti, stav elektroinstalace včetně stavu funkčních prvků. Dále jsou v této kapitole popsány shledané nedostatky v provedení současné elektroinstalace.

Ve druhé kapitole jsou popsány možnosti inovace stávající elektroinstalace, včetně zahrnutí současných trendů, které lze do stávající elektroinstalace v zemědělském komplexu implementovat. Inovace elektroinstalace zahrnuje výměnu funkčních prvků, retrofit jističů a v neposlední řadě také přechod ze soustavy TN-C na soustavu TN-C-S, s možností využití proudových chráničů pro zvýšení bezpečnosti zaměstnanců a také hospodářských zvířat. Dále se kapitola zaměřuje na využití současných trendů, konkrétně na využití tepelného čerpadla pro vytápění zemědělské dílny. Součástí této kapitoly je také zavedení systému řízeného osvětlení ve stáji OMD, které bude respektovat zootechnické požadavky hospodářských zvířat.

Třetí kapitola řeší ekonomickou bilanci navrhovaných změn a inovací. Cenová bilance je pro každou navrhovanou inovaci provedena zvlášť.

V poslední čtvrté kapitole jsou shrnuty všechny aspekty rekonstrukce pro majitele zemědělského komplexu. V kapitole jsou popsány konkrétní změny a výhody, jaké s sebou inovace přinese.

Součástí příloh jsou veškeré potřebné plány na realizaci projektu včetně technické zprávy. Výkresová dokumentace byla vypracována pomocí softwaru AutoCAD 2021.

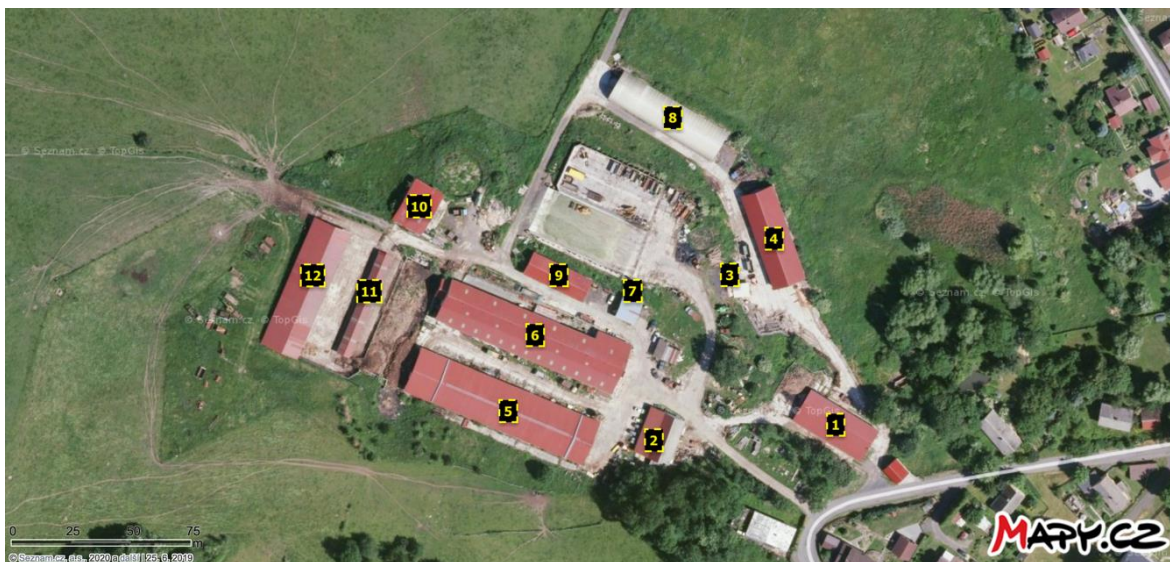
Seznam symbolů a zkratk

OMD	odchovna mladého dobytka
TTP	trvalý travní porost
nn	nízké napětí
FeZn.....	pozinkovaný drát
AlFe	lano složené ze dvou materiálů (ocel – jádro, plášť – hliník)
CYKY – J	složení kabelu: měděné jádro, PVC izolace, výplňový obal, PVC plášť
AYKY – J	složení kabelu: hliníkové jádro, PVC izolace, výplňový obal, PVC plášť
I _n	jmenovitý proud (A)
L ₁ L ₂ L ₃	fázové vodiče
PE	ochranný vodič
N	střední vodič
PEN.....	spojený ochranný a střední vodič
Ø	průměr vodiče (mm)
IP.....	Ingress Protection
ČSN	česká technická norma
ČSN IEC.....	mezinárodní norma přejata do soustavy českých norem
EN.....	evropská norma
DIN.....	Deutsche Industrie-Norm
DALI.....	Digital Addressable Lighting Interface
LED	Light Emitting Diode
TČ	tepelné čerpadlo
TUV	teplá užitková voda
EZS	elektronický zabezpečovací systém
EPS	elektronická požární signalizace
LAN	Local Area Network

1 Současný stav zemědělského komplexu

1.1 Charakteristika zemědělského komplexu

Vybraný zemědělský komplex se nachází ve vesnici Javorná, patřící pod katastrální území Javorná u Toužimi ve výšce 660 m n. m. K farmě jsou přidruženy ohraničené pozemky, jako jsou louky, pole a pastviny, čítající výměru 1028 ha (857 ha TTP a 171 ha orné půdy). V roce 1993 došlo k privatizaci bývalého státního statku a farma přešla do soukromého vlastnictví. Majitel farmy, se postupem času snaží o renovaci zemědělských budov, které jsou pro chod farmy klíčové a již neodpovídají požadovanému technickému stavu. Jsou realizovány i nové stavby, které na farmě dosud chyběly, příkladem může být výstavba obloukové haly na uskladnění zemědělských plodin (budova číslo 8 na *Obr. 1.1*) či budování přístřešků, které chrání zemědělskou techniku před nepříznivými vlivy počasí (budova číslo 9 a 10 na *Obr. 1.1*).



Obr. 1.1 – Letecký snímek zemědělského objektu z roku 2019. Foto Mapy.cz (upraveno) [1]

Tab. 1.1 – Seznam budov na leteckém snímku zemědělského objektu z roku 2019

1	Dolní kravín (chov býků ve výkrmu)	2	Dílna (kancelář, kotelna, sklad, šatna)
3	Přístřešek pro třídičku brambor	4	Seník
5	OMD (odchovna mladého dobytka)	6	Horní kravín (v současnosti nevyužíván)
7	Sklad pohonných hmot a olejů	8	Oblouková hala
9	Přístřešek pro zemědělskou techniku	10	Přístřešek pro zemědělskou techniku
11	Zakrytá krmná chodba pro dobytek	12	Zimoviště skotu

Na leteckém snímku *Obr. 1.1* je vidět současné situační řešení farmy. Na farmě nyní probíhá chov dobytka bez tržní produkce mléka a ekologicky se zde pěstuje oves, triticales, peluška hrách a brambory. Charaktery budov byly po privatizaci postupně přetvářeny pro chov masného skotu. Ovšem původně, za doby státního statku, byly budovy využívány pro chov krav k tržní produkci mléka. Prakticky to tedy znamenalo odstranit mlékárenskou technologii a zemědělské budovy připravit na výkrm skotu za účelem produkce hovězího masa. Nyní je na farmě a přilehlých pozemcích chováno přes 400 kusů hovězího dobytka.

Jak probíhala rekonstrukce vybraných zemědělských objektů a celkové utváření farmy je dobře patrné z leteckého snímku *Obr. 1.2* zachyceného před 16 lety. Stály zde pouze 4 budovy, které byly součástí i původního státního statku, ještě před rokem 1993, kdy statek přešel do soukromého vlastnictví. Lze si všimnout, že původní střešní krytinu tvořil eternit (azbestocement) typický svou šedou barvou. V 80. letech minulého století se jednalo o krytinu, která se využívala zcela běžně pro tento typ zemědělských staveb. Vzhledem k nevyhovujícímu stavu a škodlivosti azbestu, obsaženého v eternitu, musela být střešní krytina odborně odstraněna. Po demontování eternitové střešní krytiny, nechal majitel nainstalovat na tyto původní stavby bitumenové vlnité desky. U staveb nově postavených se zvolila vlnitá sklolaminátová střešní krytina.



Obr. 1.2 – Letecký snímek z roku 2003. Foto GEODIS BRNO, s.r.o. a Mapy.cz (upraveno) [2]

Tab. 1.2 – Seznam budov na leteckém snímku zemědělského objektu z roku 2003

1	Dolní kravín (chov býků ve výkrmu)	2	Dílna (kotelna, sklad, šatna, dnes rozšířené o kancelář)
3	OMD (odchovna mladého dobytka)	4	Horní kravín (dnes nevyužíván, v minulosti zde bylo přibližně 90 dojnic)

1.2 Seznámení s jednotlivými objekty farmy

Rozloha zemědělského komplexu je cca. 29 000 m². V současnosti zahrnuje komplex celkem 12 objektů, které jsou pro chod farmy nepostradatelné. Jednotlivé objekty budou představeny blíže v následujících „podpodkapitolách“. Zvolené pořadí respektuje číslování z *Tab. 1.1*.

1.2.1 Dolní kravín

Budova s označením dolní kravín měla zprvopočátku úplně jiný druh využití, než má dnes. Vystavěli ji sudetští Němci a sloužila jako hostinec. Později došlo k požáru a budova byla poničena. V době státního statku byla budova opravena a využívána pro chov hovězího dobytka. Po roce 1993, kdy farma přešla do soukromého vlastnictví, nechal majitel budovu znovu opravit, došlo k výměně střešní krytiny z původní eternitové na bitumenovou. Byl proveden soubor zednických prací, zahrnující výstavbu venkovního krmného žlabu, instalaci systému železného hrazení pro snadnější a rychlejší manipulaci s dobytkem. Do kravínu byla nainstalována velkoobjemová nádrž na vodu, ze které je udělaný rozvod vody do míčových napáječek. To jsou plastové nádoby vybavené plovákovým ventilem, díky kterému se voda automaticky doplní, pokud dobytek vodu vypije.



Obr. 1.3 – Dolní kravín

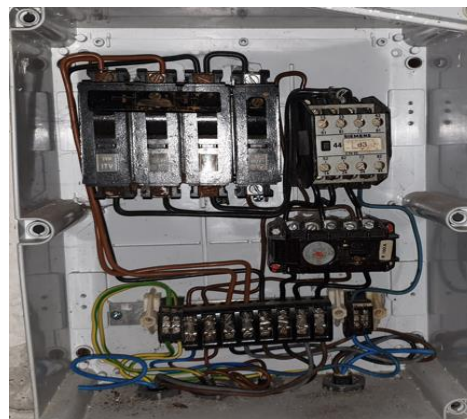
Objekt je napájen z místní distribuční sítě, která je tvořena venkovním vedením (svazkové izolované vodiče). Z distribučního betonového sloupu, který je situován před Dolním kravínem *Obr. 1.3* je provedena odbočka do přípojkové skříně, umístěné v obvodové zdi. Ta je vyzbrojena nožovými pojistkami s jmenovitou hodnotou proudu 63 A. Elektroměrový rozváděč je umístěn též v obvodové zdi objektu. Měření spotřeby elektrické

energie provádí jednosazbový třífázový elektroměr. Před elektroměrem je osazen třífázový hlavní jistič s jmenovitou hodnotou proudu 50 A. Dolní kravín je jako jediný připojený k distribuční síti samostatně. Ve zbylých objektech zemědělského komplexu je zavedený systém podružných rozváděčů spojených s jedním hlavním, který připojuje objekty k distribuční síti. Hromosvod na tomto objektu není nainstalovaný.

Na *Obr. 1.5* je rozváděč, ve kterém je umístěný silový obvod pro ponorné čerpadlo. Součástí čerpadla je i tlaková nádoba s tlakovým spínačem. Pokud tlak v nádobě klesne na minimální hodnotu, dojde k sepnutí tlakového spínače, který přivede impuls na cívku stykače. Po vybavení stykače se zapne elektromotor čerpadla a dochází k čerpání vody, dokud není dosaženo maximálního požadovaného tlaku, pak se tlakový spínač vypne. V případě nedostatku vody, je čerpadlo vybaveno ochranou proti běhu na sucho.



Obr. 1.4 – Elektroměrový rozváděč pro dolní kravín

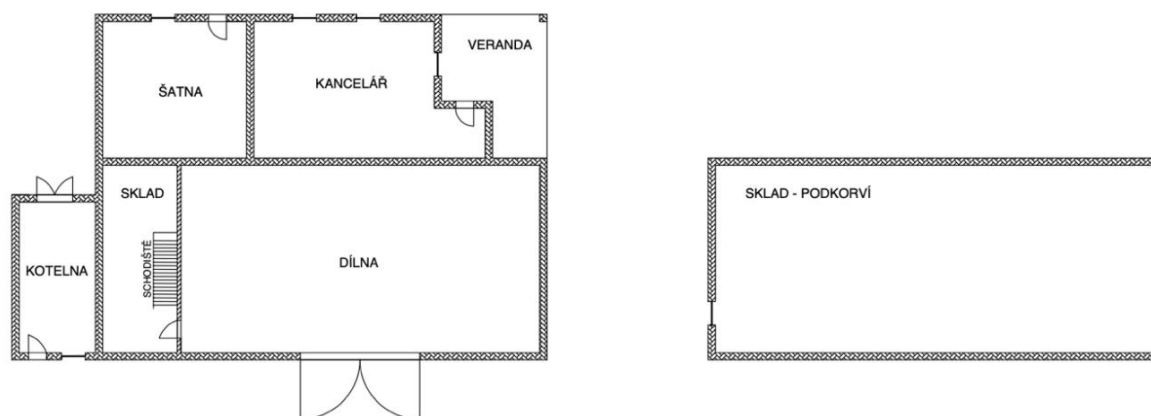


Obr. 1.5 – Rozváděč pro ponorné čerpadlo

1.2.2 Dílna

Budova s pracovním označením jako dílna je dnes rozdělena na několik sektorů, s různým typem využití. Primárně však byla budova určena pouze pro opravářenskou činnost. Sekce označená jako dílna viz. *Obr. 1.6* je prostor vybavený základní dílenskou technikou pro opravu zemědělských strojů. K dílně je připojený sklad, kde se nachází rozsáhlá škála náhradní dílů pro zemědělské stroje. Díly, které nejvíce podléhají opotřebení, příkladem mohou být kuličková ložiska, řemeny, hydraulické hadice. Ty jsou umístěné v přízemí a zbylé díly jsou uloženy v regálech v podkroví. V kotelně je uložené dřevo, společně s kotlem na tuhá paliva, který vytápí celou budovu. Mezi lety 2004–2006 byla provedena přístavba, a budova se rozšířila o 2 místnosti, šatnu a kancelář. Šatna je sanitární prostor, kde se zaměstnanci mohou převléknout nebo využít umývárnu či záchod. Přístavěná

kancelář nahradila dvě nevyhovující stavební buňky, kde se dříve prováděly úkony spojené s vedením podniku a administrativou.



Obr. 1.6 – Půdorys budovy



Obr. 1.7 – Dílna

Budova je napájena z podružného rozváděče, umístěného ve zděném pilíři, který je umístěný venku u obvodové zdi Obr. 1.8. Do podružného rozváděče vede závěsný kabel z rozpojovací jisticí skříně Obr. 1.9. Při výstavbě se upustilo od možnosti vložit kabel do výkopu, protože mezi rozpojovací skříní a podružným rozváděčem je umístěna soustava betonových panelů. Během výkopových prací by mohlo dojít k popraskání betonových panelů a muselo by dojít k jejich výměně. Z tohoto důvodu byl instalován závěsný kabel mezi rozpojovací jisticí skříní a podružným rozváděčem. Rozpojovací jisticí skříně je umístěna ve zděném pilíři, který je součástí obvodové zdi horního kravínu, to je budova číslo 6 na Obr. 1.1.



Obr. 1.8 – Podružný rozváděč pro dílnu (elektroměr není zaplombovaný).



Obr. 1.9 – Rozpojovací jisticí skříň

Od rozpojovací jisticí skříně je vedený kabel v zemi a po 130 metrech je proveden přechod na venkovní vedení (AlFe lana) Obr. 1.10. To dále pokračuje zhruba 200 m směrem k distribuční trafostanici. Před příhradovou distribuční trafostanicí 22/0,4 kV, která je situována na začátku vesnice Obr. 1.11, je provedený přechod z AlFe lan na svazkové izolované vodiče, ty jsou přichyceny kotevní svorkou na konzoli trafostanice. Izolované vodiče vedou do elektroměrového rozváděče, který se nachází u paty stožáru. Elektroměrový rozváděč je osazený třífázovým jednosazbovým elektroměrem a jištění před elektroměrem je provedeno třífázovým jističem s jmenovitou hodnotou proudu 50 A. Elektroměrový rozváděč je provedený v kombinaci s přípojkovou skříní, v té jsou umístěné nožové pojistky s jmenovitou hodnotou proudu 63 A. Přípojková skříň připojuje vybrané objekty farmy k distribučnímu rozváděči, který se nachází pod distribučním transformátorem viz. Obr. 1.12. Zmíněný třífázový jednosazbový elektroměr měří celkovou spotřebovanou energii ze všech budov na farmě, kromě jedné. Tou je budova s označením dolní kravín (budova číslo 1 na Obr. 1.1). Tato budova je připojena k distribuční síti samostatně.



Obr. 1.10 – Přechod kabelu na venkovní vedení (AlFe lana), které vede k trafostanici na začátku vesnice



Obr. 1.11 – Elektroměrový rozváděč u trafostanice

Dílna je bezpochyby nejvyužívanější prostor celé budovy a zaměstnanci zde stráví mnoho času. Ať už jde o přípravu strojů na následující sezónu, nebo řešení nejrůznějších závad, které vzniknou při práci na polích během sezóny. K těmto účelům je dílna vybavena různými typy elektrického nářadí. Od menších typů například vrtačka, úhlová bruska, až po třífázová zařízení jako je soustruh, kompresor nebo invertorová svářečka. V prostoru, kde se opravují zemědělské stroje, je malý počet zásuvkových vývodů, nebo se nacházejí ve špatném stavu viz *Obr. 1.13*. Tento nedostatek bývá nejvíce pocíťován v letních měsících, kdy jsou zemědělské práce v plném proudu. Například pokud se sejdou před dílnou dva traktory, přičemž jeden z řidičů chce použít tlakový čistič a druhý použít kompresor, musejí se domluvit, kdo komu dá přednost. Obě zařízení totiž vyžadují třífázové připojení a třífázová zásuvka, která je v dosahu je pouze jedna. Horší případ nastane, pokud je do této zásuvky připojená třífázová invertorová svářečka a dotyčný s ní svařuje. V takovém případě musejí oba řidiči počkat, jelikož oprava je přednější. Taktéž osvětlení v dílně není příliš ideální. V místnosti nejsou žádná okna a sluneční paprsky vstupují do místnosti pouze skrz polykarbonátové desky, které jsou zabudované v konstrukci vrat viz. *Obr. 6*. Umělé osvětlení uvnitř dílny tvoří osm zářivkových svítidel. Při opravách se stává, že některá místa opravovaného stroje zůstávají neosvětlena. V takovém případě se musejí používat externí zdroje světla, nejčastěji reflektory umístěné na stativu. V letních měsících je situace poněkud příznivější, jelikož lze opravy provádět venku před dílnou. Kromě toho při venkovních opravách se plyny vzniklé při svařování uvolňují do ovzduší a neakumulují se uvnitř místnosti. Vnitřní prostor dílny není totiž vybavený odtahovým ventilátorem, který by škodlivé plyny odsával pryč.



Obr. 1.12 – Vnitřní prostor dílny, generální oprava Zetoru Crystal 16145



Obr. 1.13 – Zásuvkový vývod v dílně

1.2.3 Přístřešek pro třídičku brambor

Pod přístřeškem se nacházejí dva válečkové přebírací stoly *Obr. 1.14*. Na každém stole je připevněný třífázový asynchronní motor o výkonu 0,37 kW, který posouvá válečkový pás. Osoba, která provádí obsluhu přebíracího stolu mačká spínací tlačítko, které přivede napětí na kontakty cívky stykače. Následně dojde k vybavení stykače a motor začne posouvat pás. Po uvolnění stisku tlačítka se obvod přeručí a pás se zastaví. Po pásech putují brambory do pytlů, které jsou přichyceny na konci stolu. Než se brambory přivezené z pole dostanou do pytlů je potřeba odstranit mechanické nečistoty a brambory roztrždit podle velikosti. K tomu slouží právě tyto třídící stoly. Pod přístřeškem se také nachází stavební rozváděč, do kterého se připojují zmíněné dva asynchronní motory. Rozváděč disponuje sedmi třífázovými zásuvkovými vývody a šesti jednofázovými vývody. Třífázové vývody jsou jištěny jističi s různými hodnotami jmenovitých proudů od 16 A, až po 63 A. Jištění jednofázových obvodů je provedeno jističi s jmenovitou hodnotou proudu 10 A. Možnost, že by všechny zásuvkové vývody rozváděče byly obsazeny se vylučuje. Souvisí to s plánem prací během roku. Během žní se využívá předčistička a čistička obilí *Obr. 1.15*, společně s dvěma šnekovými dopravníky, které nejsou na obrázku. Dohromady jsou obsazeny čtyři třífázové vývody. Začátkem září se vyorávají brambory a v činnosti jsou dva asynchronní motory na třídících stolech. To jsou prakticky všechny možnosti, kdy se tento stavební rozváděč využívá. Přívod elektřiny do stavebního rozváděče je proveden prodlužovacím kabelem z podružného rozváděče, který je umístěný na obvodové zdi obloukové haly. Prodlužovací kabel je v tomto případě největší přítěží. Vzdálenost mezi obloukovou halou (budova číslo 8 na *Obr. 1.1*) a přístřeškem je vzdušnou čarou přibližně 60 metrů. Prodlužovací kabel, ale

nelze vést přímo, protože by ležel na cestě, po které projíždí traktory a auta. Z tohoto důvodu je veden podél zdi seníku (budova číslo 4 na Obr. 1.1) a v blízkosti přístřešku je pak prodlužovací kabel zdvižen až na úroveň okapu, kde je omotán kolem krokví viz Obr. 1.16. Dále pokračuje vzduchem, až k stavebnímu rozváděči. Pro tento typ kabelu CYKY-J je daný způsob uchycení zcela nevhodný. Na ostrých hranách krokví dochází vlivem napnutí kabelu k mechanickému poškození izolace.



Obr. 1.14 – Přístřešek pro třídíčku brambor a stavební rozváděč



Obr. 1.15 – Čistička obilí



Obr. 1.16 – Prodlužovací kabel omotaný kolem krokví

1.2.4 Seník

Budova s názvem seník slouží ke skladování usušené zelené píce neboli sena. To je přivezeno ve sběrném voze, se kterým se zacouvá až dovnitř seníku. Po vyprázdnění vozu se seno teleskopickým manipulátorem shrne, aby vzniklo místo pro další fůru sena. Seno se neskladuje v balících ale volně, proto je potřeba seno po přivezení vždy shrnout, aby se ho do seníku vešlo co nejvíce. Během uskladňování sena se navíc uvolňuje poměrně velké

množství prachu. Důležité je, aby se seno uskladnilo suché. V případě, že by se uskladnilo vlhké seno, mohlo by dojít k plesnivění a fermentaci, což by mohlo mít za následek i samovznícení sena. Na seníku je nainstalovaný hromosvod. Jímač tvoří hřebenová soustava s jímacími hroty. Jímací soustava je provedena vodičem FeZn \varnothing 8 mm. Svodů je celkově šest. Čtyři jsou umístěny v rozích budovy a zbylé dva svody jsou umístěny mezi dvojicí vjezdových vrat na boční straně seníku. Objekt není připojen k distribuční síti. Nejsou zde zásuvkové ani světelné obvody.

Před seníkem je umístěna kmenová pásová pila poháněná třífázovým asynchronním motorem s výkonem 7,5 kW. Pila má svůj vlastní elektrický rozváděč, pro napájení hlavního motoru, počítače a centrálního ovládání. Přívod do rozváděče je provedený prodlužovacím kabelem, který vede z obloukové haly. Podobný případ je popsán i v předchozí „podpodkapitole“, kdy z obloukové haly je vedený prodlužovací kabel do stavebního rozváděče pod přístřeškem.



Obr. 1.17 – Foto seníku společně s kmenovou pásovou pilou (vpravo)

1.2.5 OMD (odchovna mladého dobytka)

Stájový objekt pro odchov mladého dobytka, zkráceně „OMD“. Výstavba proběhla zhruba před 40 lety, v dobách státního statku. Účel stájového objektu zůstává i dnes stejný, a to sice ustájení choulostivějších kusů skotu a zároveň zde probíhá odchov mladého dobytka. Základní konstrukční materiál zvolený při výstavbě bylo dřevo. Vzhledem k agresivnímu prostředí a stáří dřeva, byly některé části stájového objektu za hranicí života. Po přechodu statku do soukromého vlastnictví provedl majitel částečnou rekonstrukci. Došlo

k výměně střešní krytiny a na místech, kde byly poškozené dřevěné obvodové stěny, byly namontovány trapézové pozinkované plechy. Nosnou konstrukci tvoří ocelové traverzy, které jsou pospojované trubkami. Podlaha je betonová. Vnitřní prostor je podélně rozdělený krmnou chodbou. Tou projíždí traktor s krmným vozem a na každou stranu doplňuje krmivo, převážně siláž. Po celé délce a na obou stranách krmné chodby jsou kotce. Dohromady je stáj rozdělena na 10 kotců a do každého kotce se vejde přibližně 15 kusů dobytka. Kapacita stájového objektu je zhruba 150 kusů dobytka. Každý kotec lze přepažit zábranami, což se využívá při vyhrnování chlévské mrvy. Skot se přesune do jedné části kotce a druhá část kotce, která zůstala prázdná se vyklidí. Chlévská mrva, neboli směs výkalů, moči a podestýlky se vyhrne teleskopickým manipulátorem do hnojiště, které se nachází přímo za stájí. Do vyklizené části se naveze podestýlka a skot se přesune do vyklizené části. Poté se vyklízí zbylá část. Ve stáji není instalována žádná ventilační technika, vzduch vstupuje do stáje pouze přirozenou cestou.



Obr. 1.18 – Venkovní pohled na stájový objekt OMD

Stájový objekt OMD je napájen z podružného rozváděče Obr. 1.19, který je umístěn ve vnitřní části objektu. Rozpojovací jističí skříň Obr. 1.8, ze které je napájený podružný rozváděč je umístěna v obvodové zdi horního kravínu, to je budova číslo 6 na Obr. 1.1. Podružný rozváděč je osazený hlavním třífázovým jističem s jmenovitou hodnotou proudu 63 A. Pokud nebudeme počítat hlavní jistič, tak se celkově v podružném rozváděči nachází 14 jističů. Tři jističe jsou třífázové a 11 jističů je jednofázových. Ne všechny jističe jsou využívány. Ve stáji byl původně nainstalovaný systém k ohřevu vodního potrubí. V zimě se mohlo snadno stát, že by voda v potrubí zamrzla a dobytek by tak zůstal bez vody. Dnes je

tento systém mimo provoz a jištění pro tento systém taktéž. V podružném rozváděči *Obr. 1.19* se nachází bílá ovládací tlačítka a signalizace jako pozůstatek tohoto nefunkčního systému.



Obr. 1.19 – Podružný rozváděč ve stáji OMD



Obr. 1.20 – Jednofázová zásuvka, určená pro napájení elektrického ohradníku

Ve stáji jsou nainstalované tři světelné okruhy. Jeden je určený pro venkovní osvětlení stáje a dva okruhy slouží pro osvětlení vnitřních prostorů stáje. Pro venkovní osvětlení se používají 2 stará pouliční svítidla. Jako zdroj světla v těchto lampách jsou použité obyčejné žárovky. Z tohoto světelného okruhu, který je určený pro venkovní osvětlení je udělaný vývod pro jednofázovou zásuvku. Do této jednofázové zásuvky je trvale připojený elektrický ohradník *Obr. 1.20*. Ve vnitřním prostoru jsou realizovány 2 světelné okruhy, na každé straně krmné chodby je vedený jeden okruh. Na jeden světelný okruh je připojeno 6 zářivkových svítidel a na druhý světelný okruh je připojeno 7 zářivkových svítidel. Všechny tři světelné obvody jsou jištěny jednofázovým jističem s jmenovitou hodnotou proudu 10 A.



Obr. 1.21 – Osvětlení vnitřního prostoru „OMD“

Zásuvkový obvod je ve stáji pouze jeden a je určený k napájení třífázové zásuvky. Jištění tohoto obvodu je provedeno jističem s jmenovitou hodnotou proudu 20 A. V celé stáji jsou instalovány pouze dva zásuvkové vývody, jeden jednofázový (připojený do světelného obvodu) a druhý třífázový.

Na stájovém objektu je namontovaný hromosvod. Jímač tvoří hřebenová soustava s jímacími hroty, provedená vodičem FeZn \varnothing 8 mm. Svodů je celkově osm. V každém rohu stáje je umístěn jeden svod a zbylé čtyři jsou umístěné po obvodu stáje.

1.2.6 Horní Kravín

Horní kravín byl v dobách státního statku využíván pro chov krav k tržní produkci mléka. Po přechodu statku do soukromého vlastnictví, majitel nějaký čas v této činnosti pokračoval. Ovšem z důvodu malé poptávky a neplnění smluvních závazků mlékárny, která mléko odebírala se majitel rozhodl od produkce mléka upustit. Veškerá technologie spojená s dojením mléka byla odstraněna. Kravín dostal novou střešní krytinu a byly na něm provedeny zednické práce. I přesto, že budova dostala alespoň částečnou rekonstrukci, tak se dnes pro chov dobytka nevyužívá. V budoucnu by se mohla situace změnit a kravín by se využíval k výkrmu skotu za účelem produkce hovězího masa.



Obr. 1.22 – Horní kravín

Horní kravín je napájen z podružného rozváděče *Obr. 1.23*, který je umístěn v obvodové zdi. Rozpojovací jističí skříň *Obr. 1.9*, ze které je napájený podružný rozváděč je umístěna ve zděném pilíři, který je součástí obvodové zdi horního kravínu. Podružný rozváděč je osazený hlavním vypínačem s jmenovitou hodnotou proudu 63 A. Dále se v podružném rozváděči nachází dva třífázové jističe s hodnotami jmenovitých proudů 10 a 16 A. Třífázový jistič s jmenovitou hodnotou 16 A byl určen k jištění zařízení, které dnes už není v provozu. Druhý třífázový jistič s jmenovitou hodnotou proudu 10 A slouží k jištění obvodu pro ponorné čerpadlo. To je ponořené ve studni, odkud čerpá vodu do velkoobjemové nádrže, která je umístěna v dolním kravínu (budova číslo 1 na *Obr. 1.1*). Z velkoobjemové nádoby je pak udělaný rozvod vody do dalších budov na farmě. V podružném rozváděči je umístěné i ovládání pro ponorné čerpadlo. To se skládá z časového spínače, třífázového stykače a jednofázového jističe s jmenovitou hodnotou proudu 2 A, pro jištění časového spínače. Časový spínač je nastavený tak aby sepnul čtyřikrát denně a zůstal sepnutý po dobu tří hodin. Pracovní cyklus začíná v brzkých ranních hodinách, aby ponorné čerpadlo stihlo dočerpávat vodu do velkoobjemové nádoby, odkud je udělaný rozvod vody k napáječkám. Ráno, kdy se dobytek probouzí je odběr vody největší a od toho se odvíjí začátek pracovního cyklu.

Podružný rozváděč je dále osazený dvěma jednofázovými jističi s jmenovitou hodnotou proudů 16 A, ty jsou určeny pro jištění dvou zásuvkových obvodů. Zbylé tři jednofázové jističe s jmenovitou hodnotou proudu 10 A, slouží k jištění tří světelných obvodů, jednoho venkovního a dvou vnitřních. Na venkovní světelný obvod je připojené pouliční svítidlo se sodíkovou výbojkou. Osvětlení ve vnitřních prostorách není zcela všude dokončeno.

Na horním kravínu je nainstalovaný hromosvod. Jímač tvoří 7 jímacích tyčí, které jsou umístěné v sérii po hřebenu střechy. Jímací vedení je provedeno z ocelového lana o průřezu 70 mm². Svody jsou celkem čtyři a jsou provedeny vodičem FeZn Ø 10 mm.



Obr. 1.23 – Podružný rozváděč pro horní kravín



Obr. 1.24 – Podružný rozváděč (vlevo) a rozpojovací jističí skříň ve zděném pilíři (vpravo)

1.2.7 Sklad pohonných hmot a olejů

Sklad je provedený ve formě dřevěného přístřešku s dřevěnými obvodovými stěnami a vnitřní zděnou stěnou ve tvaru písmene L. Střešní krytinu tvoří pozinkované trapézové plechy. Sklad měří na délku 9 metrů a na šířku 10 metrů. Motorová nafta je skladována v nádrži k tomu určené. Jedná se o dvouplášťovou mobilní nádrž pro skladování a zároveň distribuci pohonných látek. Motorové oleje, hydraulické oleje, případně další typy olejů jsou uchovávány v sudech, které jsou uskladněny v kontejneru s havarijní jímkou. Kontejner společně s nádrží na motorovou naftu se nachází pod střechou skladu viz. Obr. 1.25.

Z rozpojovací jističí skříně Obr. 1.9 je vedený kabel CYKY – J 4x10 zemí, až ke skladu pohonných hmot a olejů, kde končí v odbočné krabici Obr. 1.26. Z té je pak provedena odbočka k litinovému podružnému rozváděči a k třífázové zásuvce jištěné závitovými pojistkami s jmenovitou hodnotou proudu 32 A. Z podružného rozváděče je napájený starý čerpací stojan, který je umístěný uvnitř skladu za zděnou stěnou. Dnes se čerpání pohonných hmot provádí z mobilní nádrže, která je umístěna pod střechou. Ta vyžaduje pouze

jednofázové připojení oproti starému čerpacímu stojanu, který je připojený třífázově. Dále je z podružného rozváděče vyvedený jednofázový zásuvkový vývod se zvýšeným krytím IP 44, který je připevněný na boku rozváděče. Jištění zásuvkového vývodu je provedeno jističem s jmenovitou hodnotou proudu 16 A. Do zmíněného zásuvkového vývodu se připojuje přívodní kabel ze strojovny mobilní nádrže na motorovou naftu. Ve strojovně se nachází čerpadlo, měřič průtoku, automatická pistole s hadicí a další příslušenství nezbytné pro správnou činnost mobilní nádrže. Čerpání olejů ze sudů se provádí pneumatickým čerpadlem, sací trubice se ponoří do sudu a převlečenou matkou se čerpadlo uchytí k sudu. Vzduch, který pohání čerpadlo generuje malý přenosný kompresor na 230 V, který se připojuje do stejného zásuvkového vývodu jako přívodní kabel z mobilní nádrže.



Obr. 1.25 – Sklad pohonných hmot a olejů



Obr. 1.26 - Podružný rozváděč s třífázovou zásuvkou

1.2.8 Oblouková Hala

Využití haly je víceúčelové, primárně se ale oblouková hala využívá jako sklad pro sklizené obilí, například oves či tritikále. Nosnou konstrukci tvoří ocelové obloukové spojovací prvky, které jsou ukotveny do betonového základu. Střešní krytina je ze sklolaminátových vlnitých desek. Přední a zadní štítové stěny jsou plechové a jsou doplněné vjezdovými vraty. Hala měří na délku 50 metrů a na šířku 13 metrů.



Obr. 1.27 – Oblouková hala

Na betonovém základu je zvenku připevněný litinový podružný rozváděč Obr. 1.28, ze kterého je realizovaný vývod do odbočné krabice, z té jsou následně provedeny odbočky ke třem třífázovým zásuvkovým vývodům. Jistič, který jistí vývod k odbočné krabici má jmenovitou hodnotu proudu 40 A. Přívod do litinového podružného rozváděče je provedený odbočkou z vedení, které vede od elektroměrového rozváděče, až k rozpojovací jistící skříně (popsáno v „podpodkapitole“ 1.2.2). Uvnitř obloukové haly je umístěný mačkač zrnin, poháněný třífázovým asynchronním motorem o výkonu 7,5 kW. Mačkač zrnin má vlastní rozváděč, vybavený motorovým spouštěčem a start stop tlačítkem. Připojuje se k jednomu ze tří zásuvkových vývodů. Zbylé dva třífázové zásuvkové vývody se používají k připojení prodlužovacích kabelů. Jeden je vedený k přístřešku pro třídičku brambor, kde napájí stavební rozváděč (popsáno v „podpodkapitole“ 1.2.3). Druhý prodlužovací kabel se používá k připojení kmenové pásové pily, která se nachází před seníkem (popsáno v „podpodkapitole“ 1.2.4).



Obr. 1.28 – Litinový podružný rozváděč u obloukové haly



Obr. 1.29 – Mačkač zrnin

1.2.9 Přístřešek pro zemědělskou techniku

Celkem se v zemědělském komplexu nacházejí dva přístřešky, které jsou určeny pro garážování zemědělské techniky, během její nečinnosti. Jsou to přístřešky s čísly 9 a 10 na Obr. 1.1. Konstrukce přístřešků je dřevěná, obvodové stěny a střecha jsou ze sklolaminátových vlnitých desek. Do žádného z těchto přístřešků není zavedený přívod elektřiny.



Obr. 1.30 – Přístřešek číslo 9



Obr. 1.31 – Přístřešek číslo 10

1.2.10 Zimoviště skotu se zakrytou krmnou chodbou

Zimoviště skotu (objekt číslo 12 na Obr. 1.1), společně se zakrytou krmnou chodbou (objekt číslo 11 na Obr. 1.1) jsou objekty, které fungují společně jako jeden celek. S příchodem zimy se dobytek stahuje z pastvin do areálu zimoviště, kde se ustájí. Stáj je z jedné strany otevřená za účelem zlepšení odvětrávání, ovšem stále chrání zvířata před nepřízní počasí a průvanem. Zakrytou krmnou chodbou projíždí traktor s krmným vozem a na každou stranu doplňuje krmivo. Na obou objektech je nainstalovaný hromosvod. Přívod elektřiny do těchto objektů není zaveden.



Obr. 1.32 – Zimoviště (vlevo), zakrytá krmná chodba (vpravo)

2 Možnosti inovace stávající elektroinstalace

Druhá kapitola bakalářské práce bude věnována možnostem inovace stávající elektroinstalace. V inovaci bude zahrnuta výměna funkčních prvků, dále možnost přechodu ze soustavy TN-C na soustavu TN-C-S. Tato kapitola zároveň pojednává o možnosti využití současných trendů v oblasti vytápění a osvětlení, které lze do stávající elektroinstalace zařadit.

2.1 Výměna funkčních prvků ve stávající elektroinstalaci

2.1.1 Rozváděče – obecný popis

Rozváděče se řadí mezi elektrická zařízení, jejímž úkolem je rozdělit přívodní vedení na několik dalších obvodů. Takto nově vzniklé vývody, určené například pro napájení zásuvkových či světelných obvodů, jsou navrženy na menší zatížení, než má přívodní vedení. Na vstupu rozváděče je nainstalovaný hlavní vypínač a následně každý nově vzniklý vývod je vybavený jističem, který chrání obvod proti zkratům a přetížení. Pro správnou a bezpečnou elektrickou instalaci se využívají i další funkční prvky, jako jsou proudové chrániče, přepětové ochrany, stykače, relé, akční členy. Všechny tyto prvky jsou též umístěny v rozváděči. [3]

V domovních elektroinstalacích se zpravidla využívá jeden rozváděč pro celý dům či byt. Rozvod u větších objektů bývá proveden ve formě hlavních a podružných rozváděčů. To znamená, že z jednoho hlavního rozváděče je napájený vyšší počet podružných rozváděčů. Z podružných rozváděčů se následně realizují vývody pro napájení světelných a zásuvkových obvodů, případně jednotlivých spotřebičů. Tento způsob zjednoduší a zpřehlední celkové provedení silnoproudého rozvodu. U systémových instalací se navíc tento způsob provedení rozvodů stává nezbytným. [3]

Rozváděče bývají konstruovány z plastů, ocelových plechů, případně se můžeme setkat s litinovým provedením. Jsou vyráběny pro vnitřní i venkovní užití, mohou být instalovány napevno, nebo v mobilním provedení (stavební rozváděče). Konstrukční provedení rozváděče se odvíjí od prostředí, ve kterém bude rozváděč umístěn a zároveň se posuzuje účel, ke kterému bude rozváděč určený. Do silně korozivních nebo i jinak chemicky agresivních prostředí je výhodnější umístit plastový rozváděč, než oceloplechový nebo

litinový. Přednost rozváděčů vyrobených z odolného plastu (polykarbonát nebo polyester) je i nižší pořizovací cena. Nevýhodou plastových rozváděčů, oproti oceloplechovým nebo litinovým, je menší stupeň požární ochrany. Rozváděče se vyrábějí v různých stupních krytí. Ochrana krytem, chrání elektrická zařízení proti možnému vniknutí cizích těles, dále proti vnějším vlivům (např. vniknutí vody) a v neposlední řadě, slouží také jako ochrana před nebezpečným dotykem živých částí. Stupně této ochrany udává tzv. IP kód, za kterým následují dvě číslice (IP XX), případně se používají i doplňující písmena. Ochrana elektrických zařízení pomocí krytu je definovaná normou ČSN EN 60529. Dostatečný stupeň krytí, je nutné zabezpečit i při otevření dvířek rozváděče, abychom předešli náhodnému dotyku živých částí. Z tohoto důvodu jsou živé části přístrojů schované pod krytem, a jejich ovládací části (např. páčka jističe) vystupují skrz tento kryt ven. Minimální požadavky na stupeň krytí u rozváděčů, udává norma ČSN EN 61439-1 ed. 2. [3][4][5]

Elektrické přístroje, které se umísťují do rozváděče jsou vyráběny v tzv. modulových rozměrech. To v praxi znamená, že přístroje mají rozměrově shodné kryty, které se liší jen svou šířkou, která je vždy dána násobkem šířky jednoho modulu (1 modul = 18 mm). Takové provedení přístrojů, značně urychlí proces montáže. Jednotlivé elektrické přístroje se montují na tzv. DIN lištu, což je normalizovaná kovová lišta uvnitř rozváděče o šířce 35 mm. Elektrické přístroje je možné na lištu nacvaknout nebo nasunout z boku. Po namontování všech přístrojů, by v rozváděči měla zůstat prostorová rezerva, pro případné rozšíření elektroinstalace v budoucnu. [3]

2.1.1.1 Výměna rozváděčů v zemědělském komplexu

Některé rozváděče se vzhledem k jejich stáří a působením vnějších vlivů nacházejí ve špatném technickém stavu, z toho důvodu budou vyměněny za nové. Rozváděče vykazují známky koroze, například podružný rozváděč ve stáji OMD Obr. 1.19. Mimo koroze se některé rozváděče potýkají i s mechanickým poškozením dvířek, které nejdou zcela dovřít. Zámkové vložky u rozváděčů jsou často nefunkční a dvířka rozváděčů není tak možné bezpečně zajistit. Šroubové spoje, které drží víka litinových rozváděčů jsou silně zkorodované a prakticky velmi ztěžují demontování víka. Gumové těsnění pod víky je zpuchřelé a odlupuje se.

2.1.2 Jističe – obecný popis

Účelem těchto elektrických přístrojů je jištění jednotlivých obvodů a zařízení, před přetížením (odebíraný proud je vyšší než I_n) a zkratem. Při těchto poruchových stavech jistič samočinně odpojí daný obvod nebo spotřebič od sítě. Velikou výhodou jističů oproti pojistkám je možnost opětovného použití. Princip jističe je založený na tzv. tepelné a zkratové spoušti. [6]

- ***Tepelná spoušť***

Slouží k detekci přetížení. To se projevuje tím, že obvodem protéká větší proud, než je jmenovitý I_n . Princip tepelné spouště je založený na bimetalovém pásku. Bimetalový pásek je vyrobený ze dvou kovů, z nichž každý má různou tepelnou roztažnost. Tepelné účinky zvýšeného el. proudu způsobují ohřev bimetalu. Tím, že je pásek složený ze dvou kovů, které se působením tepla roztahují různou rychlostí, se zapříčiní deformace (prohnutí) pásku. Po nástupu tohoto jevu se uvolní západka, která spustí vypínací proces. Velikost nadproudu má přímý vliv na rychlost reakce tepelné spouště. Čas, kdy dojde k vybavení spouště může být v rozmezí sekund až minut. [6]

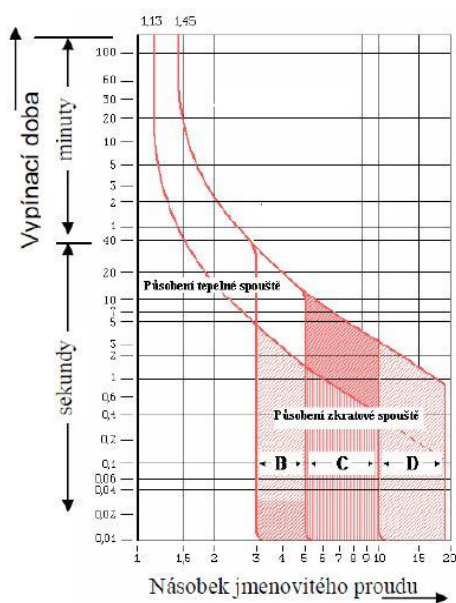
- ***Zkratová spoušť***

Oproti tepelné reaguje prakticky okamžitě v řádu desítek milisekund. Hlavní úkol zkratové spouště je co možná nejrychleji odpojit postižený obvod od sítě. Princip zkratové spouště je založený na elektromagnetickém vypínači. Průchodem zkratového proudu cívkou, dojde k vytvoření elektromagnetického pole, cívka následně přitáhne kotvu, která vypne jistič. [6]

- ***Vypínací charakteristika***

Jde o závislost doby vypnutí jističe (svislá osa) na velikosti násobku jmenovitého proudu (vodorovná osa). Běžně se můžeme setkat s charakteristikami značené písmeny B, C, D. Tyto tři typy vypínacích charakteristik jsou definovány normou ČSN EN 60898-1. Oblast působení tepelné spouště je pro všechny tři charakteristiky stejná. Změna nastává v oblasti působení zkratové spouště. Charakteristika B má oblast působení zkratové spouště v rozmezí od tří do pěti násobku I_n a reaguje na nadproud ze všech charakteristik nejrychleji. Jističe s charakteristikou B se využívají například k jištění vedení. Pole působnosti zkratové spouště u charakteristiky C je v rozmezí od pěti do deseti násobku I_n . Jističe s charakteristikou typu C se používají k jištění menších motorů, kde se mohou projevit menší

proudové rázy. Poslední charakteristika typu C, reaguje ze všech nejpomaleji, oblast působení zkratové spouště je od deseti do dvaceti násobku I_n . Jističe s touto charakteristikou se používají k jistění velkých motorů, které při rozběhu odebírají ze sítě velký rázový proud. [6]



Obr. 2.1 – Vypínací charakteristiky B, C, D – dle normy ČSN EN 60898-1 [6]

2.1.2.1 Retrofit jističů v zemědělském komplexu

Některé zásuvkové, případně světelné okruhy jsou v současnosti jistěny starými bakelitovými jističi. Jsou to jističe typu ITV (jistič pro vedení) a ITM (jistič pro motory) od výrobce SEZ. Tyto jističe jsou osazeny například v podružném rozváděči ve stáji OMD viz. Obr. 1.19. Rozměry a způsob uchycení těchto jističů se od dnešních standardů liší. V případě výměny starých jističů za nové, je možné využít adaptér do které se nový jistič vloží a namontuje se na původní místo v rozváděči. Parametry nového jističe by měly respektovat vypínací charakteristiku a jmenovitý proud původního jističe.

2.2 Přechod ze soustavy TN-C na soustavu TN-C-S u vybraných objektů

Základní druhy střídavých elektrických sítí IT, TT, TN jsou definovány normou ČSN 33 2000-4-41 ed. 3, která se zabývá ochranou před úrazem elektrickým proudem. Druhy těchto sítí jsou významné zejména pro zajištění ochrany samočinným odpojením od zdroje.

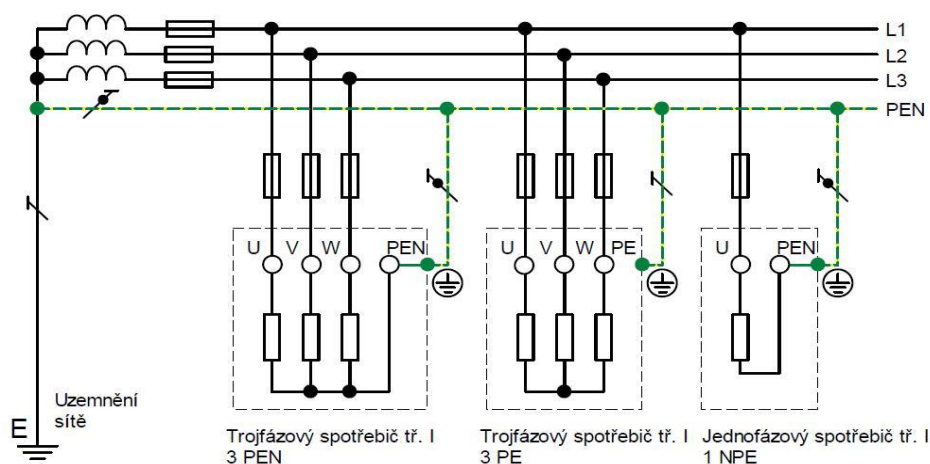
Každá soustava má svůj písmenový kód, který specifikuje způsob uzemnění. Význam jednotlivých písmenových kódů je popsán v následující tabulce. [7]

Tab. 2.1 – Význam písmenových kódů [7]

Prvé písmeno – vyjadřuje vztah uzlu zdroje a uzemnění	T	Uzel zdroje je uzemněný
	I	Uzel zdroje je izolovaný od země
Druhé písmeno – vyjadřuje vztah neživých částí a uzemnění	T	Neživé části jsou přímo spojené se zemí
	N	Neživé části jsou spojeny s uzlem zdroje pomocí ochranného vodiče
Doplňující písmeno (pokud existuje) – vyjadřuje uspořádání středních a ochranných vodičů	C	Funkce středního a ochranného vodiče je spojena do jednoho vodiče tzv. PEN vodič
	S	Ochranný vodič PE a střední vodič N jsou rozděleny

- **Střídavá síť TN-C**

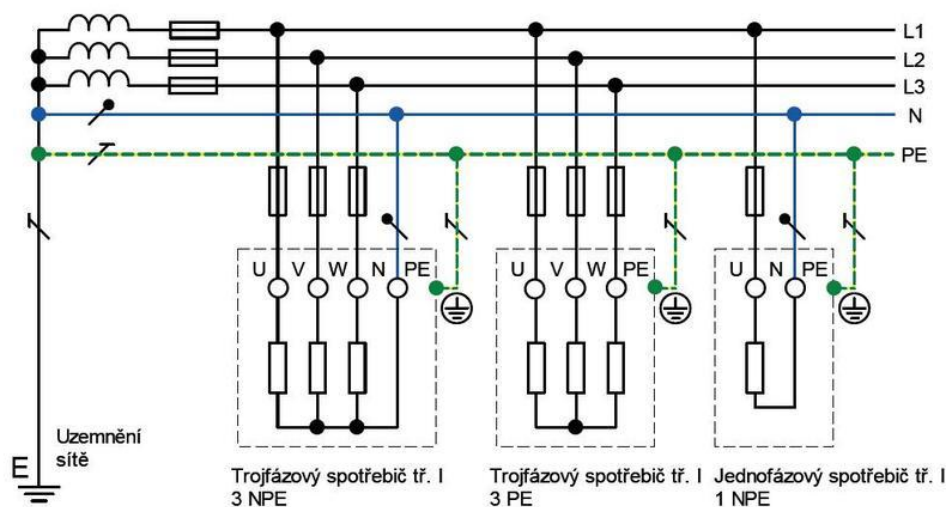
Síť tvoří tři fázové vodiče (L1, L2, L3) a vodič PEN (**P**rotective **E**arthing and **N**eutral Conductor). Uzel sítě je uzemněný a vodič PEN plní funkci ochranného a středního vodiče zároveň. Neživé části jsou spojeny s uzemněným uzlem zdroje pomocí vodiče PEN a tím jsou chráněny před nebezpečným dotykovým napětím. Pokud by u napájeného zařízení došlo k průrazu izolace mezi živou a neživou částí, tak dojde ke zkratu a následně k vybavení zařízení, která zajišťují samočinné (automatické) odpojení od zdroje. Pozitivní vlastnost soustavy TN-C spočívá v možné finanční a materiální úspoře, protože funkci středního a ochranného vodiče zastává jeden vodič (PEN). Tato pozitivní vlastnost s sebou přináší i možná rizika. Pokud se vodič PEN přeruší, tak hrozí, že se na neživých částech el. zařízení objeví nebezpečné dotykové napětí, při takové poruše jističe ani pojistky nevybaví. [7]



Obr. 2.2 – Střídavá síť TN-C [8]

- ***Střídavá síť TN-S***

U soustavy TN-S je vodič PEN rozdělený na střední vodič N a ochranný vodič PE přímo u zdroje. Po separaci se vodiče N a PE nesmějí znovu spojit. Díky tomuto konstrukčnímu uspořádání lze v síti TN-S použít proudový chránič jako doplňkovou ochranu. Pokud by u zařízení, které je provozováno v síti TN-S došlo ke zkratu vlivem průrazu izolace mezi živou a neživou částí, tak dojde k vybavení jističe, případně proudového chrániče a ty zajistí samočinné odpojení od zdroje. V případě, že by se ochranný vodič PE přerušil, tak by poruchový proud neměl kudy odtékat a na neživých částech by se objevilo nebezpečné dotykové napětí. V takové situaci jistič ani proudový chránič nezareaguje. V momentě, kdy by se osoba dotkla neživé části, na které je nebezpečné dotykové napětí, tak se proud může uzavřít přes tělo dotyčné osoby. V okamžiku, kdy proud naroste na hodnotu reziduálního proudu, tak vybaví proudový chránič a zařízení se odpojí od zdroje. Tímto způsobem je zajištěna vyšší ochrana osob před úrazem elektrickým proudem, než v síti TN-C. [7]

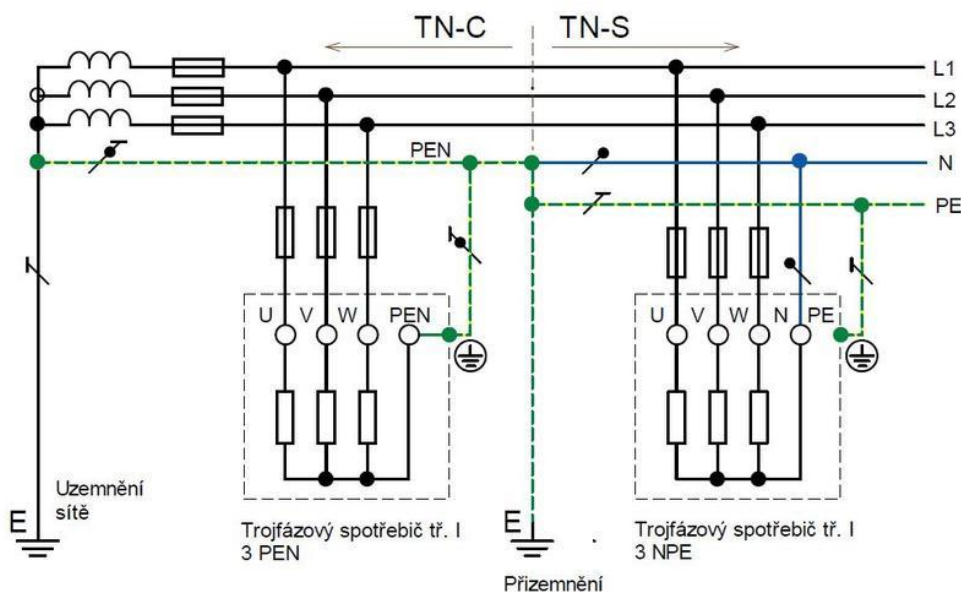


Obr. 2.3 – Střídavá síť TN-S [8]

- ***Střídavá síť TN-C-S***

Spojením sítí TN-C a TN-S vzniká síť TN-C-S. Tato síť v sobě kombinuje výhody obou sítí. Vedení směrem od zdroje (distribuční transformátor) k elektroměrovému rozváděči nebo k domovnímu rozváděči je provedeno v soustavě TN-C, což je finančně výhodnější. V elektroměrovém rozváděči nebo v domovním rozváděči se vodič PEN rozdělí na dva vodiče N a PE. Po rozdělení se tyto vodiče N a PE nesmějí znovu spojit. Od místa rozdělení

pokračuje soustava TN-S, ve které lze použít proudový chránič, k ochraně před nebezpečným dotykovým napětím. [8]



Obr. 2.4 – Střídavá síť TN-C-S [8]

- **Situace v zemědělském komplexu**

Elektroinstalace v dílně a ve stáji OMD je v současnosti provedena v soustavě TN-C, ve které nelze použít proudové chrániče. Za účelem zvýšení ochrany osob a hospodářských zvířat před úrazem el. proudem, by bylo vhodné realizovat přechod ze soustavy TN-C na soustavu TN-C-S. Soustava TN-C-S na rozdíl od soustavy TN-C umožňuje implementovat doplňkovou ochranu proudovým chráničem.

2.3 Zavedení systému řízeného osvětlení ve stáji OMD

Dostatečné osvětlení a optimální světelný režim ve stáji, mají pozitivní vliv na zdravotní stav zvířat a jejich užitkovost. Ve stájích bývá osvětlení řízeno chovateli ručně, bez ohledu na intenzitu vnějšího osvětlení a zároveň bez uvážení zootechnických požadavků zvířat. Tento problém lze odstranit zavedením systému automatického řízení osvětlení ve stáji, který bude regulovat osvětlení uvnitř stáje v závislosti na denní intenzitě osvětlení. Systém automatického řízení osvětlení je navržený tak, aby byl nezávislý na lidském faktoru a zároveň byl i energeticky úsporný. [9]

Ve stáji je nainstalované čidlo, které měří intenzitu osvětlení a zároveň komunikuje s řídicí jednotkou, které předává změřené údaje. Pokud je přirozené osvětlení ve stáji nedostatečné, tak dochází k plynulému řízení výkonu osvětlovacích těles, aby byla zajištěna požadovaná hodnota intenzity osvětlení. Světloteknické parametry osvětlovací soustavy předepisuje norma ČSN EN 12464-1. Podle této normy je ve stájích pro hospodářská zvířata požadovaná udržovací osvětlenost 50 lx. Systém umožňuje řízení jednotlivých svítidel, díky tomu je možné zajistit minimální intenzitu osvětlení v téměř celém půdorysu stáje, nebo nastavit individuální režim pro určitou oblast stáje. Pro systém automatického řízení osvětlení je vhodné použít svítidla s LED technologií. LED svítidla mají dlouhou životnost, dobře se regulují od nulového až po maximální výkon a mají také nízkou spotřebu energie. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena těchto svítidel. [9]

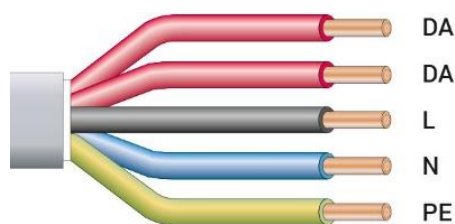
Vhodná osvětlovací tělesa, která by se dala použít pro osvětlení stáje vyrábí např. firma ESSE-CI, která se zabývá výrobou průmyslových svítidel. Závěsné lineární led svítidlo STILLA/WB od firmy ESSE-CI má nejen dobré světloteknické parametry, ale zároveň se vyrábí s krytím IP 66. Díky zvýšenému krytí lze svítidlo použít i ve stájích, kde je mírně agresivní prostředí obsahující amoniak a další nepříznivé látky. Svítidlo má v sobě také zabudovanou řídicí elektroniku, která zajišťuje plynulou změnu výkonu, na základě pokynu z řídicí jednotky. Svítidlo, případně celá osvětlovací soustava komunikuje s řídicí jednotkou přes sériovou sběrnici s protokolem DALI.



Obr. 2.5 – Svítidlo STILLA/ WB (Příkon 119 W, IP66, CRI 80, světelný tok 10540 lm) [10]

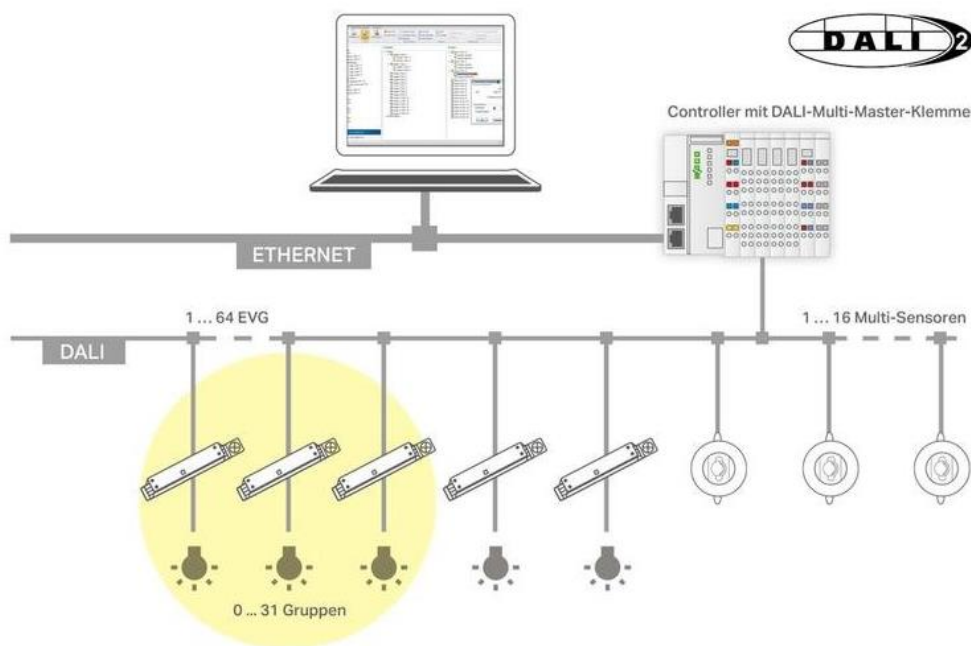
- **DALI (Digital Addressable Lighting Interface)**

Zkratka DALI v překladu znamená digitální adresovatelné osvětlovací rozhraní. Protokol DALI se běžně používá k automatizaci světelných soustav v průmyslových objektech, kdy je možné řídit jednotlivá svítidla nebo ovládat celou soustavu svítidel. Pomocí řídicí jednotky lze ovládat až 64 svítidel, u kterých lze provádět zapínání, vypínání a stmívání. Jednotlivá svítidla lze rozvrhnout až do 16 skupin a každou skupinu je možné řídit individuálně podle potřeby. Komunikace mezi svítidlem a řídicí jednotkou je obousměrná. Obousměrná komunikace umožňuje nejen ovládání svítidla, ale také zasílání chybových hlášení do řídicího modulu, pokud se objeví závada na některém ze svítidel. Okruh pro řízení svítidla je oddělený od okruhu, který zajišťuje jeho napájení. Kabel, který umožňuje přenášet informace o řízení a zároveň dokáže napájet svítidlo má označení NYM-J 5x1,5. Vodiče s označením DA (Obr. 2.6) připojují svítidlo ke sběrnici DALI a zbylé tři vodiče L, N, PE zajišťují připojení svítidla k napájecímu okruhu. [11]



Obr. 2.6 – Kabel NYM-J 5x1,5 [12]

Na následujícím Obr. 2.7 je znázorněné principiální schéma propojení všech zařízení, která jsou připojená do systému DALI. Všechna svítidla společně se senzory (jasu, pohybu) jsou dvojvodičově spojeny s řídicí jednotkou (DALI Multi–Master). Řídicí jednotka komunikuje s počítačem prostřednictvím ethernetového kabelu. Uživatel pomocí softwaru DALI Configurator může provádět změny v řízení osvětlení. Každé svítidlo má svoji unikátní adresu a uživatel pomocí softwaru může každé svítidlo řídit zvlášť, nebo může provádět řízení svítidel v rámci vytvořené skupiny. Systém umožňuje uživateli velkou flexibilitu, protože pomocí softwaru je možné provádět úpravy v řízení osvětlení bez nutnosti fyzického zásahu do zapojení. [11]



Obr. 2.7 – Principiální schéma propojení komponentů v systému DALI [11]

- **Situace ve stáji OMD**

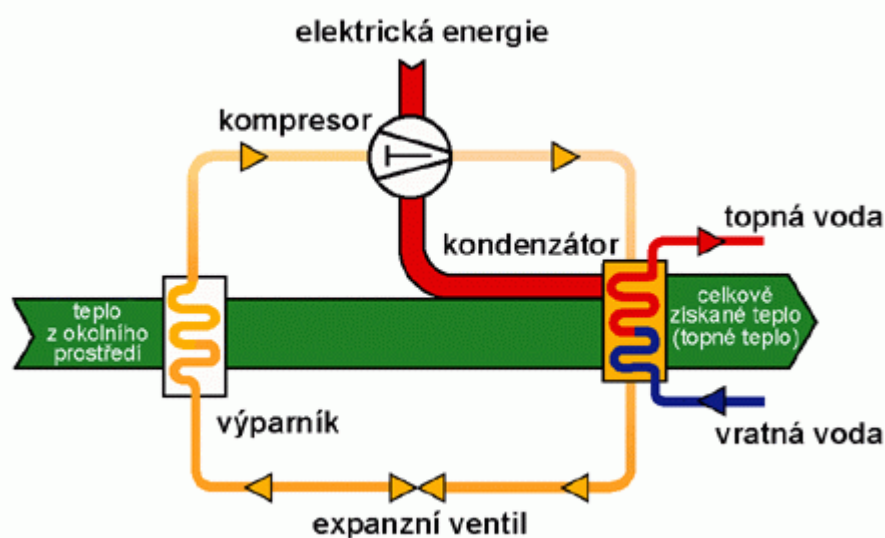
Vnitřní prostor stáje OMD je v současnosti osvětlen zářivkovými svítidly a celá osvětlovací soustava je ovládána ručně při vstupu do stáje. Zavedením systému DALI s příslušnými svítidly STILLA/WB dojde ke zlepšení walfare (pohody zvířat). Systém je schopný udržovat požadovanou intenzitu osvětlení, která odpovídá zootechnickým požadavkům zvířat, takovou možností současná osvětlovací soustava nenabízí. Nevýhodou inovativního systému bude vyšší pořizovací cena.

2.4 Využití tepelného čerpadla pro vytápění dílny

2.4.1 Tepelné čerpadlo obecně

Tepelné čerpadlo je zařízení, které se řadí do kategorie alternativních zdrojů energie. Účelem tepelného čerpadla je odnímat teplo z nižší teplotní hladiny a převádět ho na vyšší teplotní hladinu. Tepelné čerpadlo je vlastně opačně zapojený tepelný stroj, který pracuje na principu Carnotova vratného cyklu. Tepelný stroj odebírá teplo z teplejšího zásobníku, část přemění na práci a zbytek tepla vrací do chladnějšího zásobníku. U tepelného čerpadla je tento proces obrácený. Z chladnějšího zásobníku se odebírá teplo, které se využije k ohřevu teplejšího zásobníku. Aby toto bylo možné a zároveň byla zachována druhá termodynamická věta, je potřeba do systému přivádět další energii. Tento fakt je znázorněn na Obr. 2.8 ve smyslu elektrické energie, kterou dodáváme kompresoru. [13] [14]

Tepelné čerpadlo je složeno ze dvou základních částí, z venkovní a vnitřní jednotky. Venkovní jednotka zajišťuje odebrání nízkopotenciálního tepla z okolního prostředí vytápěného objektu. Konkrétním zdrojem může být např. vzduch, zemský masiv, rybník, řeka, případně i odpadní voda. To jakou bude mít venkovní jednotka podobu a velikost závisí na tom, jaký konkrétní zdroj nízkopotenciálního tepla zvolíme. Venkovní jednotka je tvořena expanzním ventilem, výparníkem a kompresorem. Základní částí vnitřní jednotky je kondenzátor, ten zajišťuje předávání tepla do topného systému objektu. [13]



Obr. 2.8 – Schéma tepelného čerpadla [15]

2.4.2 Princip tepelného čerpadla

Celý proces využití energie z okolního prostředí začíná u výparníku. Teplo např. ze země je odebráno pomocí kolektorů, ve kterých proudí nemrznoucí kapalina (solanka, glykol). Teplota nemrznoucí kapaliny je vždy nižší, než teplota okolního prostředí, díky tomu může kapalina přijímat teplo z okolního prostředí. Kapalina zahřátá okolním prostředím se odvádí do výparníku tepelného čerpadla. Ve výparníku cyrkuluje chladicí látka, které říkáme chladivo. Tato látka má schopnost odpařování už při velmi nízkých teplotách. Chladivo přebírá teplo od nemrznoucí kapaliny a začíná se odpařovat. Kompresor chladivo v plynném skupenství nasaje a stlačí. Vlivem komprese se zvýší jeho teplota. Chladivo po kompresi může dosahovat teploty až 80 °C. Z kompresoru je následně vedeno chladivo do kondenzátoru, kde předá své teplo topnému okruhu. Po předání tepla topnému okruhu se chladivo ochladí a změní své skupenství na kapalnou. Tlak chladiva je ale stále vysoký a také teplota, kterou chladivo má by neumožňovala znovu přijímat teplo z okolního

prostředí. Je proto potřeba snížit tlak i teplotu chladiva, než se vrátí zpět do výparníku. K tomuto účelu slouží expanzní ventil, který sníží tlak chladiva, a tím dojde i ke snížení jeho teploty. Po průchodu expanzním ventilem se chladivo vrací do výparníku. Chladivo je nyní podchlazené natolik, že opět umožňuje přijímat teplo z okolního prostředí a celý cyklus se může opakovat. [13]

2.4.3 Parametry tepelného čerpadla

- *Topný faktor (COP – Coefficient of Performance)*

$$COP = \frac{Q}{E} \quad (2.1)$$

Topný faktor COP vyjadřuje teoretický poměr mezi vyrobeným teplem (Q) a elektrickou energií (E), kterou tepelnému čerpadlu musíme dodat. COP je bezrozměrné číslo, které ukazuje uživateli „účinnost“ tepelného čerpadla. Čím vyšší je topný faktor COP, tím je provoz tepelného čerpadla úspornější, protože při teplotě objektu spotřebuje tepelné čerpadlo menší množství elektrické energie. Díky tomu může uživatel ušetřit více finančních prostředků za vytápění. Pokud je topný faktor například 5, tak to znamená že na 1kW spotřebované elektrické energie kompresorem získáme 5kW tepelné energie. Při optimálních podmínkách se u moderních tepelných čerpadel můžeme dostat na hodnotu COP 7. Běžné hodnoty COP se však pohybují v rozmezí 2,5 až 5. Topný faktor je navíc závislý na okolních podmínkách, ve kterých tepelné čerpadlo pracuje. Pokud roste teplota přírodního zdroje (vzduchu, vody, atd.) roste zároveň i topný faktor a pro uživatele to znamená ušetření výdajů za vytápění. Na velikost topného faktoru má vliv i teplota vody v topném okruhu. Čím nižší bude teplota vody v topném okruhu, tím vyšší bude topný faktor. Z praktického hlediska je proto dobré instalovat s tepelným čerpadlem i podlahové topení, to pro svůj provoz vyžaduje nižší teplotu než radiátory. [13]

2.4.4 Typy tepelných čerpadel

Systém který se používá ke značení typů tepelných čerpadel se skládá ze dvou výrazů oddělených lomítkem. První výraz označuje zdroj ze kterého získáváme teplo (voda, vzduch, země) a druhý výraz označuje jakým způsobem je teplo dodáváno do objektu. Například označení země/voda znamená, že tepelné čerpadlo odebírá teplo ze země pomocí kolektorů a předává ho vodě, která koluje v topném systému. [13]

- ***Tepelné čerpadlo země/voda***

Teplu je ze země čerpáno pomocí kolektorů. Rozlišujeme dva základní typy kolektorů horizontální a vertikální. Horizontální kolektor, někdy označovaný jako zemní plošný kolektor je umístěn ve výkopu v nezámrazné hloubce přibližně 1,5 m. Vertikální kolektor odebírá geotermální teplo z vrtu v hloubce 70–140 m. Tepelné čerpadlo země/voda patří mezi nejstabilnější, protože zemský povrch má velkou akumulaci schopnost a teplota země se prakticky nemění. S tepelným čerpadlem země/voda jsou spjaty i vyšší náklady na realizaci, oproti ostatním typům TČ. Nejdražší položkou jsou samotné výkopové práce, zejména pokud chceme realizovat hloubkový vrt. Na druhou stranu provoz TČ země/voda je oproti ostatním typům nejlevnější. [13]

- ***Tepelné čerpadlo vzduch/voda***

Tepelné čerpadlo vzduch/voda je zpravidla tvořené dvěma jednotkami, vnitřní a venkovní. Venkovní jednotka tvořená ventilátorem zajišťuje odebrání tepla ze vzduchu. Zpravidla je umístěna venku před objektem, případně může být umístěna na střeše objektu. Vnitřní jednotka předává teplo do topné soustavy. TČ vzduch/voda se vyznačuje svou univerzálností a snadnou instalací. Oproti systému země/voda není potřeba realizovat výkopové práce, tudíž pořizovací náklady jsou nižší a ekonomická návratnost rychlejší. Hlavní nevýhodou systému vzduch/voda spočívá v závislosti topného faktoru na teplotě venkovního vzduchu. Pokud teplota vzduchu roste, zvyšuje se i topný faktor, pokud teplota vzduchu klesá, topný faktor se snižuje. Při nízkých teplotách samotné tepelné čerpadlo k vytopení objektu nestačí a je potřeba použít doplňkový zdroj tepla. Zpravidla se používá elektrokotel. Pokud teplota vzduchu klesne pod určitou mez (-3 °C až -5 °C) elektrokotel se zapne a společně s tepelným čerpadlem zajišťují ohřev vody v topném systému. Tepelná čerpadla vzduch/voda patří k těm nejvíce využívaným v našich klimatických podmínkách. Zásahu na to má především nižší pořizovací cena oproti jiným systémům. [13]

- ***Tepelné čerpadlo voda/voda***

Tepelná čerpadla voda/voda dosahují nejvyššího topného faktoru. Teplu je možné odnímat buď z povrchové, nebo podzemní vody. Získávání tepla z povrchové vody se provádí pomocí kolektorů, obdobně jako u systému země/voda. Používání povrchových zdrojů (řeka, rybník, jezero) je spíše raritní záležitost. Pokud zřizovatel systému nevlastní zmíněný povrchový zdroj vody, musí požádat majitele, případně provozovatele o svolení.

Navíc teplota povrchové vody nevykazuje takovou stabilitu jako podzemní voda. K odnámání tepla z podzemní vody je potřeba instalovat dvě studny, čerpací a vsakovací. Z jedné studny se voda čerpá a po odebrání jejího tepla se voda vrací do druhé studny. Spodní voda si během roku zachovává poměrně stálou teplotu, díky tomu dosahují tepelná čerpadla voda/voda lepšího tepelného faktoru, než TČ se systémem země/voda. I přesto, že tepelná čerpadla voda/voda mají nejvyšší topný faktor, tak v našich podmínkách je jen málo lokalit, kde se tento systém dá aplikovat. [13]

- ***Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch***

Tepelná čerpadla se systémem vzduch/vzduch se skládají ze dvou jednotek, z venkovní a vnitřní. Venkovní jednotka odnámá teplo okolnímu vzduchu a vnitřní jednotka ohřívá vzduch v dané místnosti. Tento systém je pro vytápění celého domu nevhodný. Tepelný výkon je předáván vzduchu v místě kde je zároveň nainstalována vnitřní jednotka. Do zbylých částí domu se tak teplo dostává obtížněji. Tepelná čerpadla se systémem vzduch/vzduch vytápějí např. malé byty, hotelové pokoje, případně kanceláře. [13]

2.4.5 Výběr TČ pro vytápění dílny

- ***Popis vytápěného objektu***

Objekt je dvoupodlažní s celkovou vytápěnou plochou 226 m². Zateplená je střecha a některé obvodové stěny. Okna v prvním podlaží jsou plastová a v druhém jsou dřevěná s dvojitým zasklením. Rozvod tepla po objektu je proveden pomocí radiátorů. Jako stávající zdroj tepla se používá litinový kotel na pevná paliva. Tepelná ztráta objektu je 22,5 kW, při venkovní teplotě -15 °C.

- ***Výběr vhodného typu TČ***

Tepelné čerpadlo se systémem země/voda je pro vytápění dílny nejvhodnější volbou. Kolem objektu jsou přilehlé pozemky, na kterých je možné nainstalovat horizontální (plošné) kolektory. Pro realizaci není potřeba stavební povolení, stačí pouze ohlášení příslušnému stavebnímu úřadu. Majitel zemědělského komplexu navíc disponuje technikou pro výkopové práce, se kterou by byl schopen realizovat klasický výkop o šířce 0,6–0,8 m a hloubce 1,2–1,5 m. Pokud by majitel provedl výkopové práce svépomocí, ušetřil by tím podstatnou část nákladů, které je potřeba vynaložit na realizaci plošného kolektoru.

- ***Určení potřebné velikosti TČ***

Tepelná čerpadla země/voda v bivalentním provozu se dimenzují na pokrytí 60–80 % tepelných ztrát objektu. Pokud bude tepelné čerpadlo pracovat v monovalentním provozu (bez přídatného zdroje tepla), je potřeba ho dimenzovat na 100 % tepelných ztrát. [13]

Pro vytápění dílny bylo zvoleno tepelné čerpadlo IVT Premiumline EQ E17 země/voda s plošným zemním kolektorem. Tepelné čerpadlo disponuje topným výkonem 17 kW (pokrytí 75% tepelných ztrát objektu). Tepelné čerpadlo bude provozováno v bivalentním režimu, jako přídatný zdroj tepla slouží vestavěný elektrický kotel s kaskádním spínáním 3–6–9 kW. Kromě vytápění bude tepelné čerpadlo zajišťovat také ohřev teplé užitkové vody. Zásobník teplé užitkové vody lze připojit přímo k TČ, pomocí trojcestného směšovacího ventilu. Tepelné čerpadlo IVT se vyznačuje i vysokou výstupní teplotou vody, až 62 °C. Díky tomu lze připojit tepelné čerpadlo ke stávajícímu systému rozvodu tepla, který je tvořený radiátory.

- **Určení přibližné plochy plošného kolektoru**

Určení přibližné plochy plošného kolektoru můžeme provést, na základě dostupných údajů z datasheetu tepelného čerpadla a dále ze znalosti extrakční kapacity půdy, ve které bude umístěn kolektor.

$$Q_c = Q_H - P_T \quad (2.2)$$

Chladicí výkon tepelného čerpadla (Q_c) je podle vztahu (2.2) dán rozdílem topného výkonu (Q_H) a příkonu tepelného čerpadla (P_T). Pro zvolené čerpadlo IVT Premiumline EQ E17 země/voda je topný výkon (Q_H) rovný 17 kW a příkonu tepelního čerpadla (P_T) je rovný 11,5 kW, tyto hodnoty jsou dostupné v datasheetu (příloha A) výrobce tepelného čerpadla IVT. Chladicí výkon (Q_c) pro zvolené čerpadlo vychází po dosazení do vzorce (2.2) 5,5 kW.

Plochu plošního kolektoru určíme ze vzorce (2.3), kdy plocha kolektoru je dána podílem chladicího výkonu tepelného čerpadla a extrakční kapacitou půdy, ve které bude kolektor uložen. Předpokládá se, že plošný kolektor bude uložen ve vlhké půdě. Pro vlhkou půdu je dle normy VDI 4640 hodnota extrakční kapacity půdy $Q_{zp} = 15$ (W/m²).

$$S = \frac{Q_c}{q_{zp}} \quad (2.3)$$

Po dosazení do vzorce (2.3) dostáváme přibližnou plochu kolektoru 367 m².

3 Ekonomická bilance projektu

Třetí kapitola bakalářské práce se zabývá finančním zhodnocením navrhovaných inovací. V následujících podkapitolách je provedena finanční analýza všech komponentů, které jsou pro realizaci projektu potřeba

3.1 Výměna rozváděčů ve špatném technickém stavu

Vyměněny budou rozváděče u obloukové haly, skladu pohonných hmot a olejů, stáje OMD a dílny.

Tab. 3.1 – Finanční analýza výměny rozváděčů

Popis materiálu	Umístění	Množství (ks)	Cena včetně DPH za kus (Kč)	Celková cena včetně DPH (Kč)
SEZ, Nástěnný rozváděč IP65 (Plastový)	oblouková hala	1	2 322	2 322
SEZ, Nástěnný rozváděč IP65 (Plastový)	sklad pohonných hmot a olejů	1	2 322	2 322
SEZ, Nástěnný rozváděč IP65 (Plastový)	stáj OMD	1	2 322	2 322
SEZ, Zapuštěný rozváděč IP30 (Plastový)	dílna	1	1 819	1 819
CELKEM				8 785

3.2 Retrofit bakelitových jističů ITV a ITM

Retrofit bakelitových jističů bude proveden u dolního kravínu a u skladu pohonných hmot a olejů. U stáje OMD a dílny, kde se též nacházejí staré jističe bude proveden rozsáhlejší zásah do elektroinstalace, z tohoto důvodu je pro tyto objekty vytvořen samostatný seznam materiálů s finančním zhodnocením.

Tab. 3.2 – Finanční analýza retrofitu jističů ITV a ITM

Popis materiálu	Umístění	Množství (ks)	Cena včetně DPH za kus (Kč)	Celková cena včetně DPH (Kč)
Jistič, SEZ PR 61 B 6 A, 1f	dolní kravín	1	79	79
Jistič, SEZ PR 61 B 16 A, 1f	sklad pohonných hmot a olejů	1	74	74
Jistič, SEZ PR 61 B 10 A, 1f	sklad pohonných hmot a olejů	1	74	74
Jistič, SEZ PE 63 C 20 A, 3f	dolní kravín	1	321	321
CELEKM				548

3.3 Modernizace elektroinstalace dílny

Tab. 3.3 – Finanční analýza modernizace elektroinstalace dílny

Popis materiálu	Množství (ks/m)	Cena včetně DPH za (ks/m) (Kč)	Celková cena včetně DPH (Kč)
-----------------	-----------------	--------------------------------	------------------------------

KONCOVÉ PRVKY ELEKTROINSTALACE

ABB Zásuvka Tango IP 20, 16 A, 230 V	8	147	1 176
ABB Dvojzásuvka Tango IP 20, 16 A, 230 V	2	202	404
ABB Rámeček Tango	5	30	150
ABB Dvojnásobný rámeček Tango	2	49	98
ABB Trojnásobný rámeček Tango	1	70	70
ABB Zásuvka Tango IP 54, 16 A, 230 V	20	130	2 600
ABB Zásuvka IP 54, 16 A, 400 V, 5-pól	5	269	1 345
ABB Datová zásuvka Tango CAT 5E	4	299	1 196
ABB Stop tlačítko IP 66	3	1 598	4 794
ABB Vypínač Tango jednopólový (č.1) IP 20	1	164	164
ABB Variant+ Vypínač jednopólový (č.1) IP 54	1	136	136
ABB Vypínač Tango sériový (č.5) IP 20	1	268	268
ABB Variant+ Vypínač sériový (č.5) IP 54	1	193	193
ABB Variant+ Vypínač střídavý (č.6) IP 54	6	193	1 158

CELKEM

13 752

OSVĚTLENÍ

Prisazené LED stropní svítidlo 40 W IP 20	6	1 649	9 894
Venkovní svítidlo s PIR čidlem IP 44	1	2 999	2 999
LED Technické zářivkové svítidlo IP 65	25	3 540	88 500

CELKEM

101 393

VODIČE A KABELY

CYKY-J 3x1,5	300	16	4 800
CYKY-J 3x2,5	270	26	7 020
CYKY-J 5x2,5	140	44	6 160
CYKY-J 5x4	30	72	2 160
CYKY-J 5x6	40	100	4 000
CYKY-J 4x16	75,3	227	17 093
CY 6	60	34	2 040
UTP Cat. 6	20	15	300

CELKEM

43 537

MODULÁRNÍ PŘÍSTROJE + POJISTKY

Jistič, SEZ PR 61 B, 6 A, 1f	2	79	158
Jistič, SEZ PR 61 B, 10 A, 1f	8	74	592
Jistič, SEZ PR 61 B, 16 A, 1f	8	74	592
Jistič, SEZ PE 63 B, 16 A, 3f	6	264	1 584
Jistič, SEZ PE 63 B, 20 A, 3f	1	316	316
Jistič, SEZ PE 63 C, 32 A, 3f	1	409	409
Jistič, SEZ PE 63 B, 50 A, 3f	1	547	547
Proudový chránič, 3f, 63 A, 30 mA, AC	1	1 622	1 622
Proudový chránič, 3f, 40 A, 30 mA, F	1	3 216	3 216
Hlavní vypínač, SEZ RV 63, 63 A, 3f	1	553	553
Propojovací lišta hřebenová, 1f	2	232	464
Propojovací lišta hřebenová ,3f	2	328	656
Nožová výkonový pojistka, SEZ, 63 A, GG	3	101	303

CELKEM

11 012

BLESKOSVOD

Vodič FeZn ø 8 mm	70	50	3 500
Vodič FeZn ø 10 mm	13	72	936
Zemnicí tyč	6	482	2 892

Zkušební svorka	6	43	258
Okapová svorka	6	24	144
Křížová svorka	4	28	112
Svorka SS FeZn spojovací	20	11	220
Ochranný úhelník	6	203	1 218
Podpěra svodiče na hřebenače	25	25	625
Plastová podpěra	80	16	1 280

CELKEM
11 185
EZS + EPS + LAN

Ústředna	1	13 222	13 222
Přístupový modul s klávesnicí	1	2 386	2 386
PIR detektor pohybu	5	569	2 845
Magnetický detektor otevření – bezdrátový	2	1 088	2 176
Kombinovaný detektor kouře a teploty	4	1 024	4 096
Venkovní siréna	1	2 161	2 161
Routr	1	3 009	3 009

CELKEM
29 895
TEPELNÉ ČERPADLO

IVT Premiumline EQ E17	1	208 500	208 500
Zásobník TUV	1	28 000	28 000
Plošný kolektor GEROtherm ø 32 mm	336	51	17 136
Rozdělovač a sběrač pro kolektor	1	10 190	10 190
STABILfrost (ethylenglykol)	762 litrů	94	71 628
Montáž + revize	1	40 000	40 000

CELKEM
396 976
OSTATNÍ MATERIÁL

Elektroměrový rozváděč	1	3800	3 800
Nástěnný průmyslový ventilátor	1	2 765	2 765
Instalační krabice pod omítku	25	8	200
Bezšroubová svorka WAGO	100	3	300
Elektroinstalační lišty	100	77	7 700
Korugovaná trubka 40 mm	200	17	3 400

CELKEM
18 165
CELKOVÁ CENA MODERNIZACE ELEKTROINSTALACE DÍLNY
625 915

3.4 Systém řízeného osvětlení ve stáji OMD

Tab. 3.4 – Finanční analýza systému řízeného osvětlení ve stáji OMD

Popis materiálu	Množství (ks/m)	Cena včetně DPH za (ks/m) (Kč)	Celková cena včetně DPH (Kč)
Svítilno STILLA/WB IP 65, systém DALI	64	7 100	454 400
Senzor intenzity osvětlení, IP65, systém DALI	2	2 865	5 730
ABB Variant+ Vypínač střídavý (č.6) IP 54	8	193	1 544
DALI PCU	4	2 983	11 932
WAGO – Modul DALI Multi Master	2	6 546	13 092
WAGO – PLC Ethernet G1 ECO	1	8 636	8 636
Software pro PLC WAGO	1	3 600	3 600
Kabel NYM-J 3x1,5	350	26	9 100
Jistič, SEZ PR 61, B, 10 A, 1f	4	74	296
Kabelový žlab Merkur 50x50	15	90	1 350

CELEKEM
509 680

3.5 Celková ekonomická bilance projektu

Tab. 3.5 – Celková finanční analýza projektu

Název inovace	Celková cena včetně DPH (Kč)
Výměna rozváděčů ve špatném technickém stavu	8 785
Retrofit bakelitových jističů ITV a ITM	548
Modernizace elektroinstalace dílny	625 915
Systém řízeného osvětlení ve stáji OMD	509 680
CELKOVÁ CENA PROJEKTU	1 144 928

4 Shrnutí všech aspektů projektu pro majitele objektu

Realizací tohoto projektu v zemědělském komplexu dojde nejen ke zvýšení bezpečnosti, alelepší se i pracovní podmínky v podniku. Budou vyměněny rozváděče, které jsou v současnosti ve špatném technickém stavu a již nesplňují požadavky z hlediska krytí a také zabezpečení, před vniknutím nepovolaných osob. Dále dojde k výměně starých bakelitových jističů typu IVT a ITM, které jsou stále zakomponovány ve stávající elektroinstalaci.

Projekt se také zaměřuje na modernizaci elektroinstalace dílny. Bude provedena její kompletní rekonstrukce s přihlédnutím k nedostatkům, které má ta stávající. Oproti současné elektroinstalaci, bude nová elektroinstalace provedena v soustavě TN-C-S, ve které budou zařazeny proudové chrániče, sloužící k ochraně před nebezpečným dotykovým napětím. V dílně také dojde k celkovému navýšení počtu zásuvkových vývodů, tato skutečnost by se měla pozitivně projevit především v letních měsících, kdy je dílna nejvíce vytižena. Ke zlepšení pracovních podmínek v dílně, také pozitivně přispěje nová osvětlovací soustava. Stávající soustava má nedostačující světloteknické parametry a při opravách zemědělských strojů jsou zaměstnanci nuceni používat přenosné zdroje světla. V dílně budou také nově nainstalovány bezpečnostní ovládací prvky dle ČSN 33 200-1 ed.2, kdy v případě nebezpečí je možné dílnu okamžitě odpojit od zdroje, stisknutím vypínacího tlačítka s aretací. Vytápění dílny bude nově zajišťovat tepelné čerpadlo IVT Premiumline EQ E17, které nahradí stávající kotel na tuhá paliva. Tepelné čerpadlo kromě vytápění bude také zajišťovat ohřev TUV. Tepelné čerpadlo bude schopné udržovat požadovanou teplotu v průběhu celého roku, tím se zajistí vhodné pracovní podmínky i v zimních měsících. V současnosti se vytápění dílny v době pracovního volna na konci týdne neprovádí, díky tomu je teplota v dílně na začátku nového pracovního týdnu, nižší než je obvyklá teplota. Tepelné čerpadlo je možné nastavit, aby provádělo teplotu i v průběhu pracovního volna, tím je možné docílit optimální teploty i na začátku pracovního týdne.

Projekt se dále zaměřuje na implementaci řízeného osvětlení do stáje OMD. Současná osvětlovací soustava je ovládána zaměstnanci ručně při vstupu do stáje, a její světloteknické parametry neodpovídají zootechnickým požadavkům zvířat. Nový systém bude přizpůsobovat výkon svítidel, v závislosti na denní intenzitě osvětlení. Systém je také možné ovládat pomocí softwaru, což zvýší flexibilitu a zároveň ušetří náklady za elektřinu.

V případě, že stáj nebude plně obsazena, nemusí se osvětlovat celý půdorys stáje, ale lze osvětlovat pouze vybrané selekční kotce.

Cena projektu je odhadnuta přibližně na částku 1 144 928 Kč. V této částce však nejsou zahrnuty náklady za demontáž stávající elektroinstalace a zároveň montáž navržené elektroinstalace. Cena za montáž může být různá, záleží na požadavcích konkrétní firmy, která bude projekt realizovat.

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo provést modernizaci stávající elektroinstalace v zemědělském komplexu v souladu s platnými normami ČSN IEC. Před zahájením návrhu modernizace jsem nejprve provedl analýzu současného stavu elektroinstalace ve všech objektech zemědělského komplexu. Poukázal jsem na nedostatky stávající elektroinstalace a současně jsem zmínil i omezující faktory, které vycházely z reálného provozu.

Po analýze stavu elektroinstalace jsem se věnoval možnostem její inovace. Zmínil jsem možnost výměny rozváděčů ve špatném technickém stavu, dále retrofit bakelitových jističů ITV a ITM, které se v současnosti stále používají k jistění zásuvkových a světelných obvodů. Zabýval jsem se také možností přechodu ze soustavy TN-C na soustavu TN-C-S, z důvodu použití proudových chráničů, protože stávající elektroinstalace jejich zařazení neumožňuje. Mezi další možnosti inovace jsem zahrnul využití tepelného čerpadla pro vytápění dílny a zavedení systému řízeného osvětlení ve stáji OMD.

Pro dílnu (objekt číslo 2 na *Obr. 1.1.*) jsem provedl návrh kompletní rekonstrukce elektroinstalace. Při navrhování nové elektroinstalace jsem vycházel ze zjištěných nedostatků a ty se snažil odstranit. Mimo návrh elektroinstalace jsem také provedl výběr vhodného tepelného čerpadla IVT Premiumline EQ E17 země/voda, které bude dílnu vytápět. Pro dílnu jsem také zhotovil návrh nové hlavní přípojky, protože ta stávající by nevyhověla z hlediska dimenzování. Návrh nové hlavní přípojky jsem ověřil výpočtovým programem Sichr. Dále jsem pokračoval návrhem řízeného osvětlení ve stáji OMD.

Na závěr jsem vytvořil ekonomickou bilanci projektu a shrnul všechny aspekty projektu pro majitele zemědělského komplexu.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Screenshot letecké mapy (upraveno). In: Mapy.cz [online]. [Cit. 20. 11. 2020]. [Vid. 25.6.2019]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=12.9552557&y=50.1337875&z=18>
- [2] Screenshot letecké mapy (upraveno). In: GEODIS BRNO, s.r.o. a Mapy.cz [online]. [Cit. 20. 11. 2020]. [Vid. 2001-2003]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka-2003?x=12.9551752&y=50.1340575&z=17>
- [3] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem – 2., zcela přepracované vydání*. Praha: Grada Publishing, 2010. 120 s. ISBN 978-80-247-6804-5
- [4] ŠTEKRT, Vladimír. Oceloplechové, nebo plastové rozváděče? *Elektro* [online]. Praha: FCC Public, 2001, 11, [cit. 16.3.2021]. ISSN 1210-0889. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/oceloplechove-nebo-plastove-rozvadec--15056>
- [5] HRUBÝ, Jaromír. Stupně krytí elektrických rozváděčů nízkého napětí. *Elektroinstalatér* [online]. Praha: ČNTL, 2004, 3, [cit. 16.3.2021]. ISSN 1211-2291. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/2129-stupne-kryti-elektrickyh-rozvadecu-nizkeho-napeti>
- [6] BEŠTA, Miloš. Jističe. *Mbest.cz: Studijní materiály elektro* [online]. [Cit. 16.3.2021]. Dostupné z: <http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T1.4-JISTI%C4%8CE.pdf>
- [7] KRÁL, Miloš. Výhody a nevýhody sítí TN-C a TN-S. *Elektro* [online]. Praha: FCC Public, 2002, 1, [cit. 29.3.2021]. ISSN 1210-0889. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/vyhody-a-nevyhody-siti-tn-c-a-tn-s--15044>
- [8] <https://eluc.kr-olomoucky.cz/> [online] 2021 [cit. 29.3.2021]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/391>
- [9] ČEŠPIVA, M., P. ZABLOUDILOVÁ a J. ŽID. Rekonstrukce stáje pro odchov jalovic s využitím nových poznatků. *Náš chov*. 2018, 78(4), 61-63, [cit. 29.3.2021]. ISSN 0027-8068. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2018/012.pdf>
- [10] <https://www.enika.cz> [online] 2021 [cit. 29.3.2021]. Dostupné z: https://www.enika.cz/stilla-wb-57w-4000k-05wb57149065_z24187/
- [11] <https://www.wago.com> [online] 1.9.2020 [cit. 29.3.2021]. Dostupné z: <https://www.wago.com/cz/dali>
- [12] <https://www.bega.com> [online] 2021 [cit. 29.3.2021]. Dostupné z: <https://www.bega.com/en/products/light-control/bega-control/technologies/contentseite-dali/>

- [13] KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grand Publishing, 2009. 119 s. ISBN 978-80-247-6803-8
- [14] KABRHEL, Michl. Obnovitelné zdroje energie. [online prezentace] 2017 [cit. 29.3.2021]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/30319235-Obnovitelne-zdroje-energie-budovy-a-energie.html>
- [15] <http://tzb.fsv.cvut.cz> [online] 2021 [cit. 29.3.2021]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/podklady/vyt/tepcerp/>
- [16] <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz> [online] 2021 [cit. 29.3.2021]. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/ivt-premiumline-eq-zeme-voda>

Přílohy

Příloha A – Technické parametry tepelného čerpadla

Příloha B – Technická zpráva, modernizace elektroinstalace dílny

Příloha C – Zásuvkové obvody 1. patro, dílna

Příloha D – Zásuvkové obvody 2. patro, dílna

Příloha E – Světelné obvody 1. patro, dílna

Příloha F – Světelné obvody 2. patro, dílna

Příloha G – Slaboproudé rozvody, dílna

Příloha H – Situační plán tepelného čerpadla

Příloha CH – Zapojení tepelného čerpadla

Příloha I – Rozváděč, dílna

Příloha J – Bleskosvod, dílna

Příloha K – Řízené osvětlení DALI, stáj OMD

Příloha A – Technické parametry tepelného čerpadla

Tab. 1 – Technické parametry tepelného čerpadla IVT Premiumline EQ E17 [16]

TEPELNÉ ČERPADLO		E6	E8	E10	E13	E17
Energetická třída - produkt		A++	A++	A++	A++	A++
Výkon při 0°C / 35°C ¹	kW	5,8	7,6	10,4	13,3	17,0
Příkon	kW	1,32	1,63	2,19	2,80	3,64
Topný faktor při 0°C / 35°C		4,4	4,7	4,8	4,8	4,7
Výkon při 0°C / 45°C ²	kW	5,6	7,3	10,0	12,8	16,1
Příkon	kW	1,65	2,03	2,63	3,37	4,47
Topný faktor při 0°C / 45°C		3,4	3,6	3,8	3,8	3,6
Vestavěný elektrický kotel 9 kW		Kaskádně spínaný s výkony 3—6—9 kW				
Nominální průtok na studeném okruhu	l/s	0,36	0,47	0,64	0,83	1,05
Vestavěné čerpadlo - externí tlak	kPa	55	90	100	98	94
Max. tlak na studeném okruhu	bar	4				
Objem studeného okruhu v TČ	l	5				
Nominální průtok na teplém okruhu	l/s	0,20	0,26	0,36	0,46	0,58
Max. tlak na teplém okruhu	bar	3				
Objem teplého okruhu v TČ	l	7				
Pojistka při dotopu 3 / 6 / 9 kW	A	10/16/20	16/16/20	16/20/25	16/25/25	20/25/32
Startovací proud bez softstartéru/ se softstartérem ³	A	27/-	38/27,5	45/29,5	53/28,5	65/<30
Max. příkon kompresoru	kW	2,5	3,0	4,1	5,5	7,0
Max. proud kompresoru	A	4,2	5,0	6,5	9,0	11,5
Hladina akustického výkonu Lw ⁴	dB(A)	45	46	47	49	47
Hmotnost	kg	144	157	167	185	192
Připojení na studeném okruhu	mm	Cu 28			Cu 35	
Připojení na teplém okruhu	mm	Cu 22			Cu 28	
Množství chladiva	kg	1,55	1,95	2,4	2,65	2,8
Chladicí médium		Bezfreonové chladivo R 410A				
Max.tlak kompresorového okruhu	bar	42				
Rozměry (š x h x v)	mm	600 x 645 x 1520				
Elektrické zapojení		400 V, N3 fáze				
Elektrické krytí		X1				
Výměníky		Nerezové deskové				
Kompresor		Scroll Copeland				
Rozsah teplot studeného okruhu		-5 až 20 °C				
Max. výstupní teplota topné vody		62°C				
Vestavěná ekvitermní regulace		Ekvitermní REGO 1000				

1) Při podmínkách +35 °C na výstupu z tepelného čerpadla a 0 °C na vstupu do tepelného čerpadla. (podle evropské normy EN 14511) 2) Při podmínkách +45 °C na výstupu z tepelného čerpadla a 0 °C na vstupu do tepelného čerpadla. (podle evropské normy EN 14511) 3) Tepelné čerpadlo možno objednat vč. softstartéru, vyjma modelu IVT PremiumLine EQ E6 4) Dle EN ISO 3743-1

