

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
TECHNICKÁ FAKULTA
KATEDRA TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ STAVEB



OSVĚTLENÍ V ZEMĚDĚLSKÝCH OBJEKTECH
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE: prof. Ing., Pavel Kic, DrSc.

AUTOR PRÁCE: Andrea Krejzová

PRAHA 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Krejzová Andrea

Technologická zařízení staveb

Název práce

Osvětlení v zemědělských objektech

Anglický název

Illumination of animal houses

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je provést zhodnocení osvětlení v zemědělských provozech. Zaměřit se na problematické stáje a skleníky, případně jiné významné provozy, ve kterých denní a umělé osvětlení představuje významnou složku pracovních a technologických podmínek v daném prostředí.

Metodika

Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah posoudit podmínky osvětlení v různých objektech pro hospodářská zvířata a sklenících. Uvést základní principy výpočtu a řešení vhodného osvětlení, navrhnout a využít vhodnou metodiku měření potřebných parametrů a doporučit vhodná opatření a řešení pro praxi.

Osnova práce

1. Úvod
2. Význam denního a umělého osvětlení
3. Výpočet základních podkladů
4. Výběr vhodných metod denního a umělého osvětlení
5. Metodika měření základních parametrů
6. Zhodnocení výsledků
7. Závěr a doporučení pro praxi

Rozsah textové části

30 až 40 stran textu

Klíčová slova

stáje; skleníky; osvětlení; energie

Doporučené zdroje informací

Pavlíček, I.: Návrh a výpočet umělého osvětlení. ČVUT, Praha, 1994, 78 s.

Bystřický, V.- Kaňka, J.: Osvětlení. ČVUT, Praha, 1994, 76 s.

Hutla, P.: Osvětlování v zemědělství. ÚZPI, Praha, 1998, 53 s.

Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s

Weiglová, J. - Kaňka, J.: Denní osvětlení a oslunění budov. ČVUT, Praha, 2005, 172 s.

Rybář, P. et al.: Denní osvětlení a oslunění budov. ERA, Brno, 2002, 271 s.

Vedoucí práce

Kic Pavel, prof. Ing., DrSc.

Termín zadání

listopad 2013

Termín odevzdání

duben 2015

Elektronicky schváleno dne 12.1.2012

doc. Ing. Jan Malaták, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25.1.2012

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení:

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci na téma **Osvětlení v zemědělských objektech** jsem vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Pavla Kice, DrSc. a s pomocí uvedené literatury.

V Praze dne 4. 4. 2015

.....

Andrea Krejzová

Poděkování:

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc. za odborné vedení, ochotu a pomoc při zpracování této práce.

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce bylo provést literární rešerši a zhodnocení osvětlení v zemědělských objektech. První část této práce je zaměřena na pohodu prostředí, zejména na zrakovou pohodu a vliv světla na člověka, zvířata a rostliny. V následující kapitole jsou popsány základní veličiny charakterizující světlo a parametry osvětlení, které jsou důležité pro samotný návrh osvětlení ve vnitřních prostorech. Další kapitola se věnuje popisu osvětlovacích soustav a vhodných metod denního a umělého osvětlení. Praktická část obsahuje charakteristiku místa měření, naměřené hodnoty a jejich zpracování.

Klíčová slova:

stáje, skleníky, osvětlení, energie

Abstract:

The aim of this work was to perform a literature search and evaluation of lighting in agricultural buildings. The first part of this work is focused on the welfare of the environment, especially for visual comfort and light effect on humans, animals and plants. In the following chapter described basic variables characterizing light and illumination parameters, which are important for the entire design lighting indoors. Another chapter is devoted to the description lighting systems and appropriate methods of daylight and artificial lighting. The practical part contains characteristic points of measurement, measured values and their processing.

Keywords:

Stables, greenhouses, lighting, energy

Obsah

1	ÚVOD	- 1 -
2	VÝZNAM DENNÍHO A UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ	- 2 -
2.1	VÝZNAM POHODY PROSTŘEDÍ PRO ČLOVĚKA	- 2 -
2.1.1	Zrakový orgán a schopnost vidění.....	- 2 -
2.2	WELFARE ZVÍŘAT.....	- 3 -
2.3	OSVĚTLENÍ Z POHLEDU ROSTLIN.....	- 4 -
3	PODKLADY PRO VÝPOČET	- 5 -
3.1	ZÁKLADNÍ VELIČINY A POJMY SVĚTELNÉ TECHNIKY	- 5 -
3.1.1	Světelný tok.....	- 5 -
3.1.2	Svítivost	- 5 -
3.1.3	Osvětlenost	- 6 -
3.1.4	Jas	- 7 -
3.1.5	Světlení.....	- 7 -
3.1.6	Prostorový úhel	- 8 -
3.1.7	Měrný výkon světelného zdroje.....	- 8 -
3.2	PARAMETRY OSVĚTLENÍ.....	- 9 -
3.2.1	Osvětlenost	- 9 -
3.2.2	Rozložení jasů	- 9 -
3.2.3	Stálost osvětlení	- 10 -
3.2.4	Rovnoměrnost osvětlení	- 10 -
3.2.5	Oslnění.....	- 11 -
3.2.6	Chromatičnost světla.....	- 11 -
3.2.7	Činitel denní osvětlenosti.....	- 12 -
3.2.8	Rovnoměrnost denního osvětlení.....	- 12 -

4	VÝBĚR VHODNÝCH METOD DENNÍHO A UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ	- 13 -
4.1	OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY	- 13 -
4.1.1	Denní osvětlení.....	- 13 -
4.1.2	Umělé osvětlení.....	- 14 -
4.1.3	Sdružené osvětlení	- 15 -
4.2	OSVĚTLOVACÍ SYSTÉMY	- 16 -
4.2.1	Boční osvětlovací systém	- 16 -
4.2.2	Horní osvětlovací systém	- 16 -
4.2.3	Kombinovaný osvětlovací systém	- 17 -
4.3	SVĚTELNÉ ZDROJE	- 18 -
4.3.1	Žárovky	- 18 -
4.3.2	Zářivky	- 20 -
4.3.3	Výbojky	- 22 -
4.3.4	LED žárovky	- 22 -
5	METODIKA MĚŘENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ	- 24 -
5.1	POUŽITÉ PŘÍSTROJE.....	- 24 -
5.2	POSTUP MĚŘENÍ.....	- 25 -
5.3	CHARAKTERISTIKA ZD POJBUKY	- 25 -
5.3.1	Osvětlení v ZD Pojbuky.....	- 26 -
5.3.2	Průběh měření.....	- 27 -
6	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	- 28 -
6.1	MĚŘENÍ OSVĚTLENÍ V ZD POJBUKY.....	- 28 -
7	ZÁVĚR.....	- 30 -
8	POUŽITÁ LITERATURA.....	- 31 -
9	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A VÝZNAM SYMBOLŮ.....	- 33 -
9.1	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	- 33 -

9.2	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	- 34 -
9.3	VÝZNAM SYMBOLŮ	- 35 -
10	PŘÍLOHY	I
10.1	FOTODOKUMENTACE ZEMĚDĚLSKÉHO DRUŽSTVA POJBUKY.....	I

1 ÚVOD

Světlo je nenahraditelnou součástí našeho životního prostředí. Díky němu může na Zemi existovat vše živé, od rostlin až po člověka. Tak jako je důležité pro růst a vývoj všeho živého, tak je důležité i v hygieně prostředí člověka. Bez světla by neprobíhaly základní biochemické procesy a život bez něho by nebyl možný. Rozeznáváme dva druhy světla, a to přírodní a umělé. S nepřetržitým vývojem rostou požadavky na umělé osvětlení. Světlo se hodnotí na základě různých parametrů, které mají vliv na všechno živé.

V této práci jsem se zaměřila na osvětlení vnitřních prostor zemědělského objektu. Mým základním cílem bylo zjistit, jestli jsou splněny požadavky na osvětlení. Hlavním úkolem osvětlení je zajistit vhodné požadavky pro práci zraku v různých typech osvětlovaných prostorů a také zajistit pohodu prostředí pro zvířata. Každý prostor musí splňovat určité stanovené parametry, které jsou důležité pro zrakovou pohodu. Zraková pohoda je velmi důležitá pro psychický a fyzický stav člověka a zvířat, ale také zajišťuje optimální funkci oka.

Světlo bylo, je a stále bude součástí civilizovaného světa.

2 VÝZNAM DENNÍHO A UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ

2.1 VÝZNAM POHODY PROSTŘEDÍ PRO ČLOVĚKA

Pohoda prostředí zahrnuje mnoho faktorů, které mají vliv na zdraví, na psychiku osobnosti a také ovlivňují schopnost osobám podávat pracovní výkon. Jedním z možných vlivů má hygienická pohoda, která popisuje kvalitu vzduchu, zda je v místnostech koncentrace zdraví škodlivých látek. Další významný vliv má tepelná pohoda, což je označení pro příjemné podmínky v prostorách, ve kterých se člověk cítí nejlépe a jejichž ideální teplota se pohybuje v rozmezí 20 až 24 °C. Do pohody prostředí spadá i akustická pohoda. A když je obtížné přesně definovat tento pojem, protože se nevyskytuje v normách ani předpisech, dá se alespoň definovat akustická nepohoda, což můžeme specifikovat jako hluk, který vnímáme jako nepříjemný lidskému sluchu.

Jedním z dalších neméně důležitých vlivů je vizuální (zraková) pohoda a ta vzniká tehdy, pokud v mozku může nerušeně probíhat proces zrakového vnímání. Nerušené vnímání zajišťuje, že jsou optimalizovány základní schopnosti oka, jako je např. rychlost vnímání a zrakový výkon. Na druhé straně může docházet i k omezení procesu vnímání a to oslňováním, nesprávným rozložením jasů, nevhodným uspořádáním místnosti atd. Vizuální pohodu ovlivňují barvy světla, intenzita osvětlení a v neposlední řadě kontakt s vnějším světem, případně i pohled zvenku dovnitř. Na zrakové vnímání mají zásadní vliv i různé uklidňující či rušivé momenty a vlivy obklopujícího prostředí např. radost, klid, dobrá nálada a opačně negativní vlivy jako hluk, nepořádek, chlad, teplo apod. Zraková pohoda je tedy pojem, pod kterým třeba rozumět vyvážený psychofyzilogický stav, při kterém celý zrakový systém optimálně plní své funkce a při kterém má člověk nejen pocit, že dobře vidí, ale cítí se psychicky dobře a prostředí, ve kterém se nachází, je mu příjemné na pohled a toto pociťuje i po delším pobytu. [DANIELS, 2000], [HABEL, 2013]

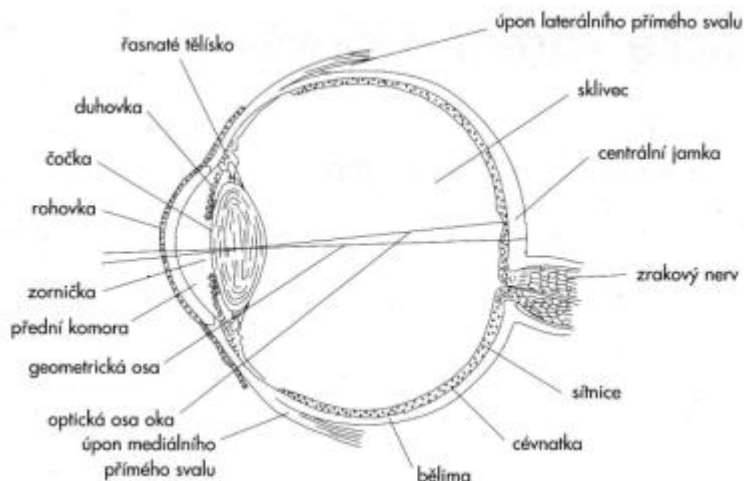
2.1.1 Zrakový orgán a schopnost vidění

Lidské oko je smyslový orgán, který dokáže zprostředkovat člověku obrazový vjem o prostředí, které ho obklopuje. Pomocí zraku dokáže člověk vnímat až 80% všech informací ze svého okolí.

Světlo při dopadu na naše oko nejprve prochází průhlednou rohovkou, kde se nejvíce láme. Dále pak pokračuje přes čočku, kde je usměrňováno duhovkou. Ta svým roztahováním a stahováním ovlivňuje velikost zornice. Nakonec světlo dopadá na sítnici, kde je pomocí buněk citlivých na světlo (tyčinek a čípků) vytvořen zmenšený, převrácený a skutečný obraz. Ze sítnice je informace o obrazu přenášena zrakovým nervem do mozkové kůry, ve které se promítá přesná smyslová informace a vzniká tak obrazový vjem o okolním prostředí.

[online: <http://techmania.cz/edutorium/clanky.php?key=732>]

Obr. 1 : Řez oční bulvou dospělého člověka



Zdroj: RYBÁR, 2002

2.2 WELFARE ZVÍŘAT

Welfare (pohodu) lze definovat jako stav, kdy jsou naplněny všechny materiální i nemateriální podmínky, které jsou základním předpokladem zdraví organismu a kdy je zvíře v harmonii s jeho životním prostředím. Nejde jen o splnění základních podmínek, ale také o ochranu před fyzickým i psychickým strádáním a týráním. I zvíře má právo na to, aby mu byly vytvářeny předpoklady pro zabezpečení vyššího stupně uspokojení jeho základních životních potřeb. A pokud jsou mu tyto potřeby zajištěny na dostatečné úrovni, tak může poskytovat maximální užitkovost, může optimálním způsobem zhodnocovat krmnou dávku, uchovat si zdraví, produkční schopnost i přirozené projevy chování a jeho chov tak může být zcela ekonomicky úspěšný. A právě

osvětlení je jednou z nejdůležitějších složek pro vytvoření pohody prostředí zvířat, zvláště pak pro růst, vývoj, reprodukci a produkci zvířat. Je třeba si uvědomit, že světlo nemá jen příznivé účinky, ale může působit i negativně.

[online: <http://www.zootechnika.cz/file/76/307--1-.pdf>]

2.3 OSVĚTLENÍ Z POHLEDU ROSTLIN

Bez světla by nebylo rostlin a stejně tak bez rostlin by nebylo života na Zemi. Rostliny jsou na samém počátku potravního řetězce a umožňují život dalším živým organismům tím, že produkují organické látky a kyslík. Většina rostlin získává energii procesem zvaným fotosyntéza, která využívá světelné záření k přeměně CO₂ a vody na sacharidy a následně na další látky, které společně vytváří stavební kameny rostlinných tkání. Světlo je jedním z nejdůležitějších faktorů pro zdárný růst rostlin, a pokud je přirozené denní světlo limitujícím faktorem, je velmi omezena i optimalizace ostatních faktorů. V takovém případě používáme doplňkové umělé osvětlení a lze ho využít především v zahradnictví ve sklenících k stimulaci růstu rostlin a tvorbě květů a plodů. U skleníků je třeba počítat s tím, že vlivem odrazu a pohlcování konstrukce do něj vstupuje v závislosti na ročním období a použitém materiálu zasklení jen 65-80% energie, proto zde využíváme i umělé osvětlení. Svítidla jsou v chodu tehdy, pokud intenzita globálního slunečního záření uvnitř skleníku je nižší než doporučená hodnota. Umělé osvětlení je možné využít také jako úplnou náhradu přirozeného denního osvětlení v růstových komorách.

[online: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41827.pdf>]

3 PODKLADY PRO VÝPOČET

3.1 ZÁKLADNÍ VELIČINY A POJMY SVĚTELNÉ TECHNIKY

Stejně jako ve vědních oborech jsou i ve světelné technice fyzikální veličiny a jednotky, které jsou sjednocené a platí všude na světě. U tohoto oboru jsou sjednoceny pod záštitou Mezinárodní komise pro osvětlování CIE a všechny tyto veličiny a jednotky se vztahují na takzvaného normálního fotometrického pozorovatele. Tohoto pozorovatele zastupují standardní vlastnosti lidského oka, protože každý člověk může mít různou vnímavost k různým vlnovým délkám světla. [SOKANSKÝ, 2011]

3.1.1 Světelný tok

Označení: Φ

Jednotka: **lumen** (lm)

Udává nám, kolik světla celkem vyžáří zdroj do svého okolí. Jde o zářivý tok představující výkon, který je posuzován z hlediska lidského oka. [SOKANSKÝ, 2011]

3.1.2 Svítivost

Označení: I


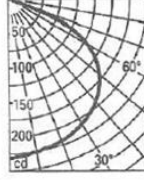

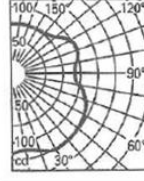
Jednotka: **kandela** (cd)

Tato veličina nám popisuje šíření světelného záření do prostoru a udává, kolik světelného toku vyžáří světelný zdroj do prostorového úhlu v určitém směru. Svítivost je tedy rovna světelnému toku Φ vyzařujícím v jednotkovém prostorovém úhlu Ω a je dána vztahem: [SOKANSKÝ, 2011]

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad [\text{cd}; \text{lm}, \text{sr}]$$

Nanesou-li se zjištěné hodnoty svítivosti světelného zdroje do kruhového diagramu, získáme jeho směrovou charakteristiku (viz. Obr. 2), která vystihuje směrovost jeho vyzařování. [PAPEŽ, 2007]

Obr. 2: Směrové vyzařovací charakteristiky

zobrazení svítidla a vyzařování	vyzařování v % směrem		směrová vyzařovací charakteristika pro 1 000 lm
	dolů	nahoru	
 usměrněné	100 až 90	0 až 10	
 neusměrněné	60 až 40	40 až 60	

Zdroj: PAPEŽ, 2007

3.1.3 Osvětlenost

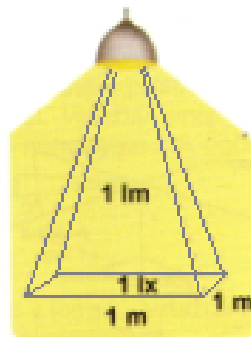
Označení: E

Jednotka: **lux** (lx)

Osvětlenost, či také intenzita osvětlení, představuje množství světelného toku, které dopadá na osvětlovanou plochu. Říká nám tedy, jak je určitá plocha osvětlována a je dána vztahem: [SOKANSKÝ, 2011]

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad [\text{lx}; \text{lm}, \text{m}^2]$$

Obr. 3: Definice osvětlenosti



Zdroj: SOKANSKÝ, 2011

3.1.4 Jas

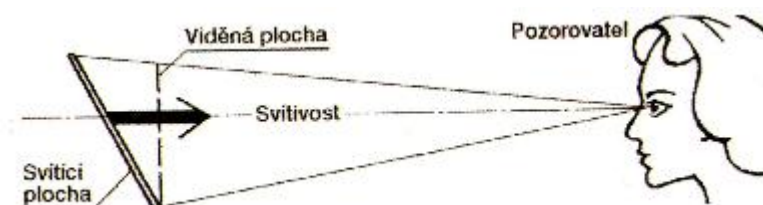
Označení: L

Jednotka: **kandela na čtvereční metr** ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$)

Jas je definován jako měrná svítivost a je to veličina, na kterou zrakový orgán bezprostředně reaguje. Je roven poměru svítivosti I a průmětu svítící plochy S_p , kterou pozorovatel vidí. Pokud nepozorujeme plochu kolmo, ale vidíme ji pod určitým úhlem, bude průmět této plochy menší než skutečná plocha (viz. Obr. 4) a čím ostřejší je úhel, tím menší se plocha jeví. [SOKANSKÝ, 2011]

$$L = \frac{I}{S_p} \quad [\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}; \text{cd}, \text{m}^2]$$

Obr. 4: Definice jasu



Zdroj: SOKANSKÝ, 2011

3.1.5 Světlení

Označení: M

Jednotka: **lumen na metr čtvereční** ($\text{lm}\cdot\text{m}^{-2}$)

Světlení lze definovat jako velikost světelného toku vycházejícího z plochy a je rovno podílu světelného toku vyzařovaného z dané plochy Φ a velikostí této plochy A dle vztahu: [SOKANSKÝ, 2011]

$$M = \frac{\Phi}{A} \quad [\text{lm}\cdot\text{m}^{-2}; \text{lm}, \text{m}^2]$$

3.1.6 Prostorový úhel

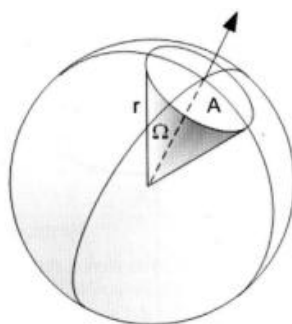
Označení: Ω

Jednotka: **steradián** (sr)

Prostorový úhel představuje část prostoru vymezeného kuželovou plochou, která vytvoří na povrchu koule o poloměru r plochu A . Takovýto kužel má vrchol ve středu koule. Velikost prostorového úhlu, pod nímž je ze středu koule vidět plocha, se určí ze vztahu: [SOKANSKÝ, 2011]

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \quad [\text{sr}; \text{m}^2, \text{m}]$$

Obr. 5: Vymezení prostorového úhlu



Zdroj: SOKANSKÝ, 2011

3.1.7 Měrný výkon světelného zdroje

Označení: η

Jednotka: **lumen na watt** ($\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$)

Měrný výkon vyjadřuje, jak účinně je ve zdroji světla přeměňována elektrická energie na světelnou energii, tzn. kolik světelného toku lze získat z jednoho wattu. Z hlediska spotřeby elektrické energie a hospodárnosti osvětlovacího systému je velmi důležitý, poněvadž osvětlovací zařízení jsou jedním z největších spotřebitelů energie. Je roven podílu světelného toku Φ a příkonu zdroje P dle vztahu: [SOKANSKÝ, 2011], [DANIELS, 2000]

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad [\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}; \text{lm}, \text{W}]$$

Tab. 1: Přehled měrných výkonů světelných zdrojů

Světelný zdroj	Měrný výkon (lm/W)
obyčejné žárovky	10 až 18
halogenové žárovky	20 až 30
světelné diody (LED)	60 až 160
směšové výbojky	20 až 28
vysokotlaké rtuťové výbojky	40 až 60
indukční výbojky	60 až 97
kompaktní zářivky	40 až 87
lineární zářivky	50 až 104
halogenidové výbojky	50 až 130
sírné výbojky	135
vysokotlaké sodíkové výbojky	70 až 150
nízkotlaké sodíkové výbojky	100 až 200

Zdroj: HABEL, 2013

3.2 PARAMETRY OSVĚTLENÍ

3.2.1 Osvětlenost

Osvětlenost a její distribuce v místě zrakového úkolu a v jeho nejbližším okolí má zásadný vliv na to jak rychle, bezpečně a pohodlně osoba vnímá a vykonává zrakový úkon. [SOKANSKÝ, 2011]

3.2.2 Rozložení jasů

Jasy a jejich rozložení v zorném poli jsou rozhodující pro zrakový výkon, zrakovou pohodu a pro zábranu únavy. Pracovní prostředí vyžaduje vysoké adaptační jasy a relativně nejnižší adaptační jasy vyžaduje intimní nálada. K vytvoření vyváženého rozložení jasů se musí zvažovat a zvolit vhodný činitel odrazu a hodnoty osvětlenosti vnitřních povrchů. Pro zemědělské objekty jsou hodnoty činitele odrazu vnitřních povrchů uvedeny v tab. 2. [PAVLÍČEK, 1994], [HUTLA, 1998]

Tab. 2: Odraznost povrchů v zemědělských objektech

Prostor	Činitel odrazu			
	Strop		stěny	
	omítka, nátěry	hliník aj.	omítka, nátěry	hliník aj.
Stáje pro skot a prasata	0,75	0,50	0,65	0,45
Drůbežárny s podestýlkou či rošty	0,75	0,50	0,70	0,50
Drůbežárny s klecemi	0,75	0,50	0,60	0,50
Úpravny, sklady	0,75	0,50	0,65	0,45

Zdroj: HUTLA, 1998

3.2.3 Stálost osvětlení

Rychlé časové změny osvětlenosti rušivě ovlivňují zrakový vjem a navíc mohou způsobit stroboskopický jev, při kterém se pohyb jeví jako přerušovaný či se zdánlivě zastaví. Rychlé časové změny jsou způsobovány kolísáním napětí nebo mechanickými příčinami. Zlepšení časové stálosti osvětlenosti dosáhneme:

- *u elektrických příčin* - zapojením sousedních svítidel na různé fáze, napájením výbojových zdrojů proudem s vysokou frekvencí, zapojením vícezdrojového svítidla tak, aby jednotlivé zdroje byly napájeny proudem s vhodným fázovým posunem;
- *u mechanických příčin* - upevněním svítidel, správným rozmístěním svítidel (zamezení vzniku rušivých stínů);

[PAVLÍČEK, 1994]

3.2.4 Rovnoměrnost osvětlení

Rovnoměrnost umělého osvětlení se stanoví ze vztahu:

$$r = \frac{E_{\min}}{E_p} \quad [-]$$

kde E_{\min} je nejmenší osvětlenost v místě zrakového úkonu; E_p je místně průměrná osvětlenost ve srovnávací rovině;

Při celkovém osvětlení musí být hodnoty rovnoměrnosti nejméně:

- pro trvalý pobyt $r = 0,65$ (1 : 1,5)
- pro krátkodobý pobyt $r = 0,4$ (1 : 2,5)
- pro občasný pobyt $r = 0,1$ (1 : 10)
- pro skleníky $r = 0,25$ (1 : 4)

[HUTLA, 1998]

3.2.5 Oslnění

Oslnění může být způsobeno buď přímo zdroji světla, svítidly nebo odrazy od lesklých povrchů a je nepříznivým stavem pro zrak. Při návrhu osvětlení je nutné omezit oslnění na nejmenší míru a toho dosáhneme vhodným rozmístěním svítidel, užitím svítidel s malým jasem a antireflexními úpravami povrchů. [SOKANSKÝ, 2011]

3.2.6 Chromatičnost světla

Patří mezi důležité kvantitativní a kvalitativní parametry osvětlení. Světelné zdroje se dělí podle chromatičnosti světla charakterizované teplotou chromatičnosti T_c do tří skupin (tab. 3). [HUTLA, 1998]

Tab. 3: Třídění umělých zdrojů podle chromatičnosti světla

Rozsah teplot chromatičnosti (K)	Barevný tón světla	Světelné zdroje
< 3 300	teple bílý	žárovky, halogenové žárovky zářivky výbojky vysokotlaké sodíkové výbojky halogenidové
3 300 až 5 300	bílý	zářivky výbojky rtuťové výbojky halogenidové
>5 300	denní	zářivky výbojky halogenidové

Zdroj: HUTLA, 1998

3.2.7 Činitel denní osvětlenosti

Při hodnocení osvětlenosti denním světlem je činitel denní osvětlenosti základním kvantitativním parametrem a jeho hodnota se udává v procentech. Definuje se jako poměr osvětlenosti denním světlem dané roviny v interiéru E_i k současné srovnávací osvětlenosti venkovní nezacloněné roviny E_e za předpokládaného či známého rozložení jasu oblohy. Zjednodušeně lze tedy říct, že jde o podíl intenzity osvětlení, který se z venkovního prostředí dostává do vnitřního prostoru. [HUTLA,1998]

$$e = \frac{E_i}{E_e} \cdot 100 \quad [\%; lx, lx]$$

3.2.8 Rovnoměrnost denního osvětlení

Tento parametr nám vypovídá o tom, jak je denní světlo distribuováno ve vnitřním prostoru. V zemědělství pak zaujímá velmi významné místo především u systémů ustájení, kdy je možné tímto způsobem zjistit velké výkyvy v intenzitě osvětlení, na které zvířata sama nemohou reagovat. Určuje se jako podíl nejmenší a největší hodnoty činitele denní osvětlenosti. Tyto hodnoty jsou zjištěné v kontrolních bodech sítě na vodorovné srovnávací rovině.

- U vnitřních prostor kde je využito **boční osvětlení** pak platí:

$$r = \frac{e_{\min}}{e_{\max}}$$

kde e_{\min} je nejnižší hodnota činitele denní osvětlenosti; e_{\max} je nejvyšší hodnota činitele denní osvětlenosti;

Požadovaná hodnota rovnoměrnosti je u stájových prostor $\geq 0,15 - 0,20$

- U vnitřních prostor s **horním či kombinovaným osvětlením** platí:

$$r = \frac{e_{\min}}{e_m}$$

kde e_{\min} je nejnižší hodnota činitele denní osvětlenosti; e_m je průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti;

Požadovaná hodnota rovnoměrnosti je u stájových prostor $\geq 0,30$

[online: <http://cit.vfu.cz/mikroklima/mikroklima.pdf>]

4 VÝBĚR VHODNÝCH METOD DENNÍHO A UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ

Osvětlení vnitřního prostoru je spolu s vytápěním a větráním třetí složkou technického zabezpečení vnitřního mikroklimatu. Účelem osvětlování je vytvářet optimální světlené podmínky zrakové pohody a dobrého vidění pozorovaných předmětů, aby se zabránilo vzniku předčasné a nadměrné únavy. Kvalitní osvětlení přispívá k vyšší produktivitě práce, ke kvalitnějším výsledkům a je také jedním z nejdůležitějších faktorů bezpečnosti práce. Pro osvětlení se využívají jako zdroje světla jak umělé světelné zdroje, tak přírodní záření slunce a oblohy.

V zemědělství má světlo i funkci důležitého technologického činitele. Technologické osvětlení musí v objektech s chovanými zvířaty či pěstovanými rostlinami zajistit příznivé podmínky pro jejich biologické funkce. Zvláště pak v živočišné výrobě je nutné technologické osvětlení řešit v kombinaci s osvětlením pro práci lidí.

Základní požadavky na osvětlování vycházejí z norem ČSN EN 12 461-1 (světlo a osvětlení – osvětlení pracovních prostorů), ČSN 73 0580-1 (denní osvětlení budov) a ČSN 36 0450 (umělé osvětlení vnitřních prostorů).

[HUTLA, 1998]

4.1 OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

4.1.1 Denní osvětlení

Je osvětlení vnitřních prostor jak přímým přírodním světlem, které proniká do místností osvětlovacími otvory přímo, tak i přírodním světlem odraženým od vnějších a vnitřních překážek. Hlavním zdrojem denního světla je Slunce a v současné době je znovu považováno za nenahraditelné ve všech prostorech s trvalým pobytem lidí. Denní světlo se během dne a roku mění, což se projevuje nejen změnou úrovně osvětlení, ale také změnami barevných a směrových vlastností osvětlení. Boční osvětlení okny vytváří specifické podání prostorových předmětů a rozložení jasů v místnosti a současně umožňuje žádoucí vizuální kontakt s venkovním prostředím, což přispívá k zrakové pohodě a obě skutečnosti mají příznivý psychologický i fyziologický dopad na člověka. Zároveň však může denní světlo způsobovat velký kontrast jasů mezi

osvětlenými a neosvětlenými plochami a také odraz od lesklých povrchů, což zrakovou pohodu může rušit.

V praxi dáváme přednost osvětlení denním světlem před osvětlením umělým ze dvou důvodů:

1. **hygienický důvod** – pro lidský organismus je denní světlo důležitou potřebou a při dlouhodobém působení má denní osvětlení v porovnání s osvětlením umělým příznivější účinky na člověka např. z hlediska barevného podání a funkce některých orgánů v lidském těle.
2. **ekonomický důvod** – denní osvětlení přímo využívá sluneční energie bez potřeby transformace nebo akumulace a při optimálním využití denního světla omezujeme potřebu a dobu používání umělého osvětlení, které ke svému provozu potřebuje nějakou energii např. elektrickou nebo chemickou. Z ušetřené energie vyplývá úspora provozních nákladů.

[HABEL, 2013], [BYSTRICKÝ-KAŇKA, 1992]

4.1.2 Umělé osvětlení

K zajištění podmínek pro zrakovou činnost při nedostatku denního osvětlení v prostorech se zanedbatelným denním osvětlením a v bezokenních prostorech nám slouží soustavy umělého osvětlení. Umělé osvětlení je prováděno pomocí umělých světelných zdrojů, které v dnešní době vytvářejí osvětlení kvantitativně srovnatelné s denním světlem.

Podle zdroje napájení, provozního účelu a rozmístění svítidel dělíme soustavy umělého osvětlení na:

- **Normální osvětlení** – to je určeno pro činnost osvětlení v bezporuchovém stavu hlavní napájecí sítě, a to se dále dělí na:
 - **Hlavní** – slouží k vytvoření světelných podmínek pro zrakové činnosti, pro které je daný prostor určen a podle způsobu zajištění a rozložení osvětlenosti ho můžeme dělit na:
 - celkové;
 - odstupňované;
 - místní;

- kombinované – seskupení celkového nebo odstupňovaného osvětlení s osvětlením místním;
 - **Pomocné** – osvětlení pro zabezpečení pomocných prací mimo hlavní provoz, které zpravidla souvisejí s údržbou a kontrolou;
 - **Bezpečnostní** – osvětlení zejména v technologických provozech, kde při poruše zařízení může dojít ke zhoršení prostředí v místnosti. Toto osvětlení je realizováno pomocí svítidel se zvýšeným krytím či nevýbušná;
- **Poruchové osvětlení** – zabezpečuje osvětlení v případě přerušení dodávky elektrické energie z hlavní rozvodné sítě napájející normální osvětlení. Napájení je zabezpečováno z jiného (obvykle nezávislého) zdroje. Toto můžeme dále dělit na:
- **Náhradní** – osvětlení pro nezbytné dokončení započaté pracovní činnosti nebo pro zabezpečení minimálních požadavků technologického osvětlení a to zejména v případě, kdy by mohlo dojít k úrazu nebo vzniku škod;
 - **Nouzové, únikové** – slouží k osvětlení únikových cest a důležitých manipulačních prostorů, které musí osoby přítomné v daném prostoru účinně rozeznat a bezpečně použít;
 - **Protiúrazové** – osvětlení k zajištění bezpečnosti osob při úrazově rizikové práci;

[PAVLÍČEK, 1994], [HABEL,2013]

4.1.3 Sdružené osvětlení

Sdružené osvětlení je kombinací denního a doplňujícího umělého osvětlení. Lze ho použít jen v odůvodněných případech, kdy ze závažných příčin nelze zajistit denní osvětlení na požadované úrovni. Zajišťuje tedy potřebné osvětlení v prostorech nebo jejich funkčně vymezených částech, kde není zajištěno dostatečné denní osvětlení pro danou zřakovou činnost např. pracoviště umístěná ve větší vzdálenosti od oken nebo při zastínění pracovních ploch vnitřním vybavením interiéru. Jeho další důležitou funkcí je vytvořit přijatelné rozložení jasů a zabránění tzv. siluetovému jevu, který vzniká při

pozorování předmětu proti pozadí s velkým jasem a pozorovatel je schopen vnímat pouze obrysy předmětu.

Hlavními důvody zavedení tohoto osvětlení do norem byla jednak potřeba využít starší budovy s nedostatečným denním osvětlením pro zrakově obtížné a náročné práce, jednak snaha optimalizovat vnitřní prostředí z hlediska celkové energetické náročnosti budov. Z pohledu působení na člověka není sdružené osvětlení rovnocenné dennímu osvětlení, ale je mnohem příznivější než samotné umělé osvětlení.

[HABEL, 2013]

4.2 OSVĚTLOVACÍ SYSTÉMY

Do osvětlovacího systému patří otvory, které jsou zdrojem denního světla v interiéru a prvky, které regulují, upravují nebo přesměrovávají světlo procházející osvětlovacími otvory. Osvětlení v osvětlovaném prostoru nebo v jeho části může být navrženo buď jako boční, horní nebo jako kombinované. [RYBÁR, 2002]

4.2.1 Boční osvětlovací systém

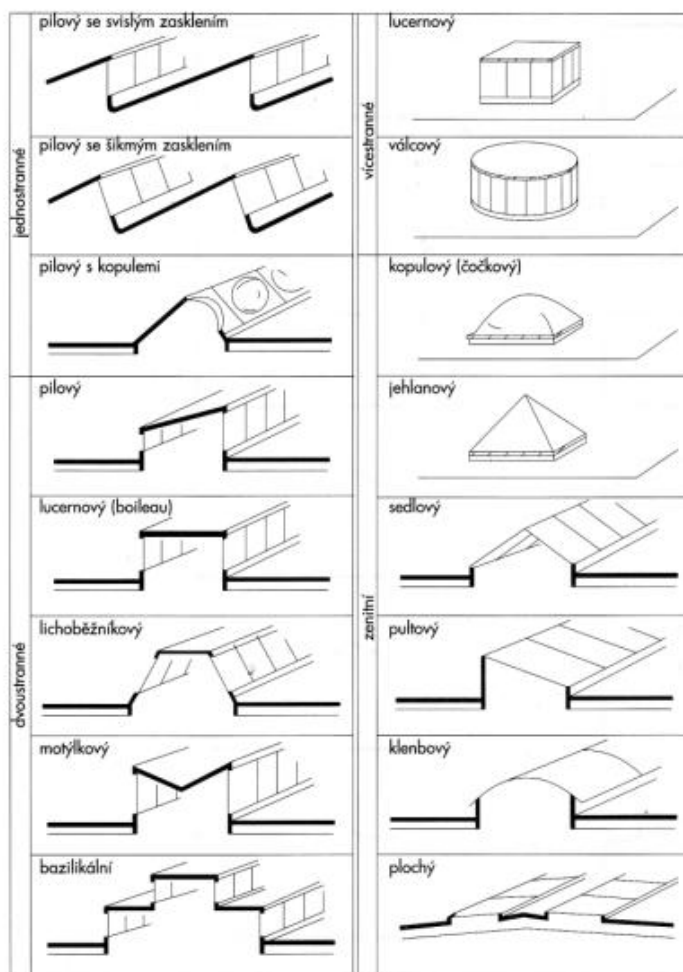
V praxi je to nejčastěji se vyskytující osvětlovací systém a je realizován osvětlovacími otvory osazenými do obvodových stěn zpravidla ve výši očí a tím umožňující výhled do exteriéru. Navrhují se jednostranné, dvoustranné i vícestranné. Světlo dopadá na horizontální pracovní rovinu převážně z boku, pod úhlem menším než 45 °C. Osvětlenost se v různých částech prostoru poměrně liší, klesá se vzdáleností od osvětlovacích otvorů. Účinnost bočních soustav je značně závislá na výšce otvorů, protože z horních částí otvorů denní světlo proniká pod příznivějším úhlem a zároveň i jas oblohy je v těchto částech otvorů vyšší. Ve většině případů zařídíme mezi boční systémy i šikmá střešní okna. [SOKANSKÝ, 2011]

4.2.2 Horní osvětlovací systém

Tento systém je nejčastěji tvořen světlíky různých tvarů a typů (viz. Obr. 6), které jsou umístěny ve stropu. Světlo dopadá na vodorovnou pracovní rovinu převážně shora. V porovnání s bočním systémem je pro osvětlení vodorovné pracovní roviny účinnější horní osvětlovací systém, ale obtížněji se u tohoto systému zajišťuje

požadovaná rovnoměrnost osvětlení a možnost výhledu z interiéru je omezena, nebo zcela chybí. [WEIGLOVÁ-BEDLOVIČOVÁ-KAŇKA, 2006], [SOKANSKÝ, 2011]

Obr. 6: Horní osvětlovací otvory



Zdroj: RYBÁR, 2002

4.2.3 Kombinovaný osvětlovací systém

Kombinovaný systém slučuje vlastnosti systému bočního i horního a je možné sem zařadit i takové způsoby osvětlení, které nelze jednoznačně zařadit. Typickým příkladem kombinovaného systému jsou hluboké místnosti, které jsou částečně osvětleny okny z boku a ve větší hloubce místnosti jsou pak osvětleny světlíky shora. Doporučuje se obzvláště v případech, kdy je předmět zrakové činnosti velkých rozměrů. [WEIGLOVÁ-BEDLOVIČOVÁ-KAŇKA, 2006], [SOKANSKÝ, 2011]

4.3 SVĚTELNÉ ZDROJE

Světelné zdroje zažívají v dnešní době soustavný a hojný rozvoj, objevují se nové zdroje využívající dříve neznámé principy generování světla, ale navíc i u již existujících skupin dochází ke stálému zlepšování jejich parametrů, k prodlužování jejich užitečného života a zlepšování jejich spolehlivosti. Pro kvalitní a hospodárný návrh osvětlovací soustavy je základním předpokladem správný výběr světelného zdroje. [HUTLA, 2013]

4.3.1 Žárovky

- **Klasické žárovky** – jsou nejznámějším a nejrozšířenějším zdrojem světla (obr. 7). Světlo žárovek vzniká pomocí elektrického proudu, který prochází wolframovým vláknem. Až 95% dodané elektrické energie je odvedeno do okolí jako tepelné záření a jen zbylých 5% se promění na světelné záření. Klasické žárovky patří mezi nejnáročnější druh osvětlení z důvodu jejich vysoké energetické a ekonomické náročnosti, proto je lepší používat je místech, kde se osvětlení používá pouze občas a krátkou dobu např. ve sklepích. [SOKANSKÝ, 2011]

Obr. 7: Standardní žárovka



Zdroj: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/osvetleni/druhy-svetelnych-zdroju/>

Výhody:

- ✓ jednoduché použití, okamžitý start
- ✓ přesné podání barev – klasická barva světla
- ✓ nízké pořizovací náklady

Nevýhody:

- × velká spotřeba energie a nízká účinnost přeměny energie
- × životnost jen cca 1000 hodin provozu
- × relativně vysoká povrchová teplota

- **Halogenové žárovky** – pracují na podobném principu jako standardní žárovky. Mají též wolframové vlákno, ale baňka má navíc náplň s příměsí halových prvků (viz. Obr. 8), díky kterým se wolfram odpařený z vlákna žárovky rozpadá a nezpůsobuje tak černání baňky. Oproti standardním žárovkám mají moderní halogenové žárovky spoustu předností. Doporučují se používat tam, kde je potřeba zdůraznění některých částí provozu a především tam, kde chceme zdůraznit reprezentativnost a individualitu osvětlovaného prostoru.
[SOKANSKÝ, 2011], [PAVLÍČEK, 1994]

Obr. 8: Halogenová žárovka



Zdroj: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/osvetleni/druhy-svetelnych-zdroju/>

Výhody:

- ✓ spotřeba o 20-30% nižší než u klasické žárovky
- ✓ 2x delší životnost oproti běžné žárovce
- ✓ možnost postupného stmívání

Nevýhody:

- × vyšší cena oproti klasickým žárovkám
- × nižší účinnost než kompaktní úsporné zářivky

4.3.2 Zářivky

- **Lineární zářivky** – jedná se o nízkotlaké rtuťové výbojky a jsou nejrozšířenějším typem zářivek (obr.9). Princip jejich funkce spočívá v tom, že ve skleněné trubici jsou vlivem elektrického pole mezi elektrodami vybuzeny páry rtuti, ve kterých dochází k vyzařování neviditelného UV záření. Toto se přeměňuje na viditelné světlo pomocí luminoforu na vnitřním povrchu trubice. Volbou luminoforu lze ovlivnit barvu světla zářivky. Uplatňují se zejména tam, kde je potřeba rovnoměrně osvětlit velkou plochu. [SOKANSKÝ, 2011]

Obr. 9: Lineární zářivka



Zdroj: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/osvetleni/druhy-svetelnych-zdroju/>

Výhody:

- ✓ vysoká životnost (až 16 000)
- ✓ úspora energie až o 85% oproti klasické žárovce

Nevýhody:

- × pomalejší náběh do plné svítivosti
- × omezený výběr svítidel
- × velké rozměry

- **Kompaktní zářivky** – principem jsou shodné s lineárními zářivkami, ale jejich trubice jsou ohnuty nebo zatočeny a to z důvodu dosažení kompaktnějších rozměrů (obr. 10). Byly vyvinuty jako úspornější náhrada za klasické žárovky a vyrábí se jak elektronickým předřadníkem, tak bez něj (pokud je vestavěný ve svítidle). [SOKANSKÝ, 2011]

Obr. 10: Kompaktní zářivka



Zdroj: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/osvetleni/druhy-svetelných-zdroju/>

Výhody:

- ✓ vysoká životnost (až 15 000 hodin u kvalitních výrobků, tj. 15x delší než u běžných žárovek)
- ✓ úspora energie až 80%
- ✓ široká nabídka tvarů a barvy světla

Nevýhody:

- × vyšší pořizovací náklady
- × nebezpečný odpad

4.3.3 Výbojky

Výbojkové zdroje se jako osvětlení vnitřních prostorů používají všude tam, kde je potřeba docílit vysokého světelného toku, zejména ve vysokých místnostech a halách. Je vyráběna celá řada druhů, které se liší světelným podáním a měrným výkonem. Výbojka je uzavřená trubice, které je naplněná směsí různých par a plynů, podle typu výbojky. Podle tlaku plynové náplně je dělíme na vysokotlaké (sodíkové, rtuťové, xenonové, halogenidové) a nízkotlaké (sodíkové, indukční). [SOKANSKÝ, 2011]

Výhody:

- ✓ barevné světlo – vhodné k dekorativnímu osvětlení
- ✓ vysoká svítivost
- ✓ účinnost až 90%
- ✓ žádné blikání, velká odolnost proti vibracím

Nevýhody:

- × vysoká povrchová teplota (podle typu)
- × nízký index podání barev

4.3.4 LED žárovky

LED žárovky se v posledních letech stále více využívají ve všech oblastech osvětlovací techniky a za to vděčí především vysokému výkonu. Fungují na principu polovodičových destiček, které přeměňují elektrický proud přímo na světlo a na první pohled vypadají stejně jako klasické žárovky (obr. 11). Jejich největší výhodou je extrémně dlouhá životnost, úspora energie a odolnost vůči častému vypínání a zapínání. [online:<http://www.energetickypradce.cz/cs/uspory-energie/osvetleni/druhy-svetelnych-zdroju/>]

Obr. 11: LED žárovka



Zdroj: <http://www.energeticky poradce.cz/cs/uspory-energie/osvetleni/druhy-svetelnych-zdroju/>

Výhody:

- ✓ nižší spotřeba než úsporné zářivky
- ✓ dekorativní využití, možné změny barvy světla, bez barevných filtrů
- ✓ extrémně dlouhá životnost
- ✓ odolné vůči nárazům a nešetrnému zacházení
- ✓ odolné k častému vypínání a zapínání
- ✓ rychlé rozsvícení
- ✓ neobsahují rtuť

Nevýhody:

- × vyšší pořizovací náklady
- × světlo z bílých LED diod může zkreslovat barvy

5 METODIKA MĚŘENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ

Měření proběhlo v zemědělském družstvu Pojbuky v Rodné u Malé Vožice u dojníc a telat.

5.1 POUŽITÉ PŘÍSTROJE

K měření osvětlenosti byl použit luxmetr EXTECH 407026 (obr. 12) zapůjčený Technickou fakultou České univerzity v Praze.

Obr. 12: Měřicí přístroj EXTECH 407026



Zdroj: vlastní foto

Luxmetr se skládá z přijímače s fotočlánkem a z měřicího a vyhodnocovacího systému. Fotočlánek obsahuje detektor citlivý na světlo, který pak převádí světlo na elektrický signál. Luxmetr má měřicí rozsahy 2 000, 20 000, 50 000 lx se základní přesností $\pm 4\%$. Umožňuje volit čtyři druhy světla a se zabudovaným sériovým rozhraním RS232 ho lze připojit k PC.

Technické údaje:

- Rozměry: 178x74x33 mm;
- Hmotnost: 176 g;
- Zobrazení: LCD 1,4'';

- Napájení: 9 V;
- Funkce: Data Hold, Automatické vypnutí;
- Rozsah: 2 000, 20 000, 50 000 lx;
- Výstup: sériové rozhraní RS232;
- Přesnost: $\pm 4\%$

[online: <http://www.extech.com/instruments/product.asp?catid=10&prodid>]

5.2 POSTUP MĚŘENÍ

Měření probíhalo v objektu za plného provozu a v přítomnosti zvířat ve zvolených kontrolních bodech ve vodorovné poloze. Při hodnocení denního osvětlení byly prostory osvětleny jen denním světlem a při hodnocení umělého osvětlení byly prostory osvětleny jen umělým osvětlením při nulové venkovní osvětlenosti. Měření proběhlo ve stájích pro dojnice a v dojárně. Kontrolní body byly zvoleny na vodorovné srovnávací rovině tak, aby dávaly dostatečnou představu o průběhu osvětlení a jak to jen umožňoval typ ustájení, viz schéma objektu Obr. 15. Výška srovnávací roviny byla 0,5 m nad podlahou. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tab.

5.3 CHARAKTERISTIKA ZD POJBUKY

Obr. 13: Letecký pohled na Rodnou



Zdroj: <http://www.mapy.cz/>

V zemědělském družstvu Pojbuky se věnují živočišné i rostlinné výrobě, ve které převládá zejména pěstování obilnin (pšenice, žito, ječmene a kukuřice), řepky a také brambor. Samostatné zemědělské družstvo Pojbuky vzniklo jako poslední v okrese Pacov až v roce 1960.

Od roku 2009 zde můžeme najít nově zrekonstruovaný kravín s dojnicemi, teletník a silážní a senážní žlaby. Ustájení dojnic je řešeno jako volná boxová stáj, bezstelivová, šestiřadá se středovým krmným průjezdem. Dojnice jsou ustájené v lehacích boxech, které jsou od sebe odděleny speciálními zábranami a jejichž povrch je opatřen matracemi přizpůsobenými k pohodlnému ležení zvířat. Ve stáji jsou také krávy před porodem, v porodu a po porodu a tyto jsou odděleny od krav produkčních.

Dojení ustájených dojnic je prováděno v rybinové dojárně s 12 dojícími místy, která je spolu s čekárnou před dojením řešena v samostatném objektu. Dojnice si samostatně podle potřeby dojdou do čekárny, odtud jsou pak puštěny po 12 kusech do dojírny.

Telata jsou ustájena v teletníku, který je rozdělen do několika kotců a každý je plně podestlaný slámou a vybaven kbelíky pro vodu a krmení. [Petra Smetanová]

5.3.1 Osvětlení v ZD Pojbuky

- **KRAVÍN**

Denní osvětlení bylo zajištěno okenními otvory po celé délce a po obou stranách objektu s vytahovacími roletami a světlíkem ve středu střešní konstrukce.

Umělé osvětlení bylo realizováno zářivkami na ocelovém laně ve 4 řadách po 9 kusech (4x9).

(viz. Obr. 14)

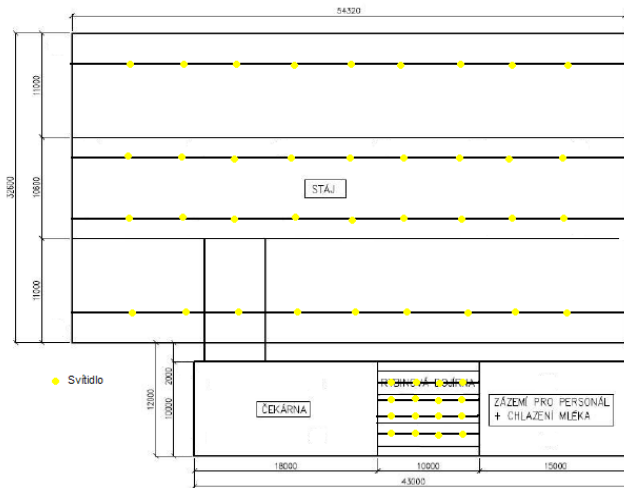
- **DOJÍRNA**

Denní osvětlení bylo zabezpečeno okenními otvory (1200x1200mm) po 4 kusech na každé straně a světlíkem šířky 500mm ve střešní konstrukci.

Umělé osvětlení bylo udržováno pomocí 16 ks zářivek. Svítidla byla umístěna ve 4 řadách po 4 kusech. Umělé osvětlení se zapínalo a vypínalo manuálně pomocí obsluhy.

(viz. Obr. 14)

Obr. 14: Umístění svítidel umělého osvětlení



Zdroj: vlastní zpracování

5.3.2 Průběh měření

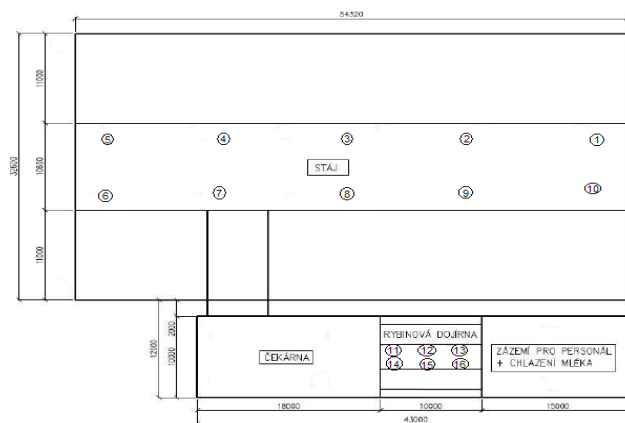
Měření pro denní osvětlení probíhalo v časovém rozmezí od 11:30 - 12:30 při rovnoměrně zatažené obloze. Úroveň denní osvětlenosti byla naměřena 15 000lx. Měření bylo provedeno jednorázově.

Druhé měření, pro umělé osvětlení, proběhlo v 19:30 a úroveň denní osvětlenosti byla 0x. Osvětlení stáje a dojírny bylo zajištěno jen pomocí umělého světla.

6 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

6.1 MĚŘENÍ OSVĚTLENÍ V ZD POJBUKY

Obr. 15: Schéma objektu a rozmístění kontrolních bodů



Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4: Měření osvětlení ve stáji

Bod měření	Denní osvětlení	Umělé osvětlení
	Stáj	stáj
	Naměřená hodnota [lx]	Naměřená hodnota [lx]
1	97	122
2	102	128
3	109	119
4	113	117
5	115	111
6	95	125
7	93	109
8	121	103
9	119	118
10	105	125
MIN	93	103
MAX	121	128

Tab. 5: Měření osvětlení v dojárně

Bod měření	Denní osvětlení	Umělé osvětlení
	dojírna	Dojírna
	Naměřená hodnota [lx]	Naměřená hodnota [lx]
11	103	286
12	97	273
13	111	281
14	106	253
15	108	265
16	99	268
MIN	97	253
MAX	111	286

V objektu ZD Pojbuky byla zjištěna vyhovující hodnota osvětlenosti a v obou případech byla osvětlenost vyšší, než požadují normy [ČSN EN 12 464-1, ČSN 73 0580-1]. Norma požaduje hodnotu fyziologického osvětlení 60 luxů ve stájích pro zvířata a hodnotu osvětlenosti umělého světlení v místě pracovní činnosti 200 luxů.

Vysoké úrovni denního osvětlení ve stáji napomáhala otevřená vrata a prosvětlovací střešní okna z průhledného plastu. Vysokou hodnotu umělého osvětlení v dojárně zajišťovala výkonná svítidla a jejich pravidelná údržba.

7 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo změřit, vyhodnotit a posoudit osvětlení v zemědělských objektech. V praktické části jsem provedla měření na vybraném místě v interiéru a exteriéru. Naměřené hodnoty jsem zpracovala do tabulek, vyhodnotila a porovnávala s normami.

Naměřené hodnoty odpovídaly požadavkům stanovených normami ČSN EN 12 464-1, ČSN 73 0580-1. Ve všech měřených bodech byla hodnota osvětlenosti vysoko nad minimem, které norma udává. Byla zabezpečena psychická a zraková pohoda všech zúčastněných ve vnitřním prostoru ZD Pojbuky. Na vysoké intenzitě denního osvětlení se podílela správně zvolená osvětlovací soustava, tvořená světlíky ve střešní konstrukci, prosvětlovacími střešními okny z průhledného plastu a okenními otvory. V roce 2009 prošlo DJ Pojbuky rekonstrukcí, která také významně přispěla k splnění základních požadavků na osvětlení vnitřních prostorů.

Závěrem této práce bych ráda poukázala na jeden zásadní fakt. Řešení osvětlení ve vnitřních prostorech pro zemědělské objekty je u nově zrekonstruovaných budov na vysoké úrovni. V dnešní moderní době se vymýšlí stále nové a pořád lepší technologie, které jsou velkým přínosem nejen pro zemědělství.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- BYSTRICKÝ, Václav – KAŇKA, Jan. Osvětlení. 1 vydání. Praha: ČVUT, 1992, 76 s. ISBN 80-01-00832-0.
- DANIELS, Klaus. Technika budov: příručka pro architekty a projektanty. 1. české vydání. Bratislava: Jaga group, 2003, 519 s. ISBN 80-88905-63-x.
- HABEL, Jiří et.al. Světlo a osvětlování. Praha: FCC Public, 2013, 622 s. ISBN 9788086534213.
- HUTLA, Petr. Osvětlování v zemědělství: (studijní zpráva). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998, 53 s. ISBN 80-86153-96-7.
- HUTLA, Petr et.al. Modelová řešení osvětlovacích soustav ve vybraných zemědělských objektech: certifikovaná metodika. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2013, 35 s. ISBN 978-80-86884-72-1.
- PAPEŽ, Karel et.al. Energetické a ekologické systémy budov 2: vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. 1 vydání. Praha: ČVUT, 2007, 284 s. ISBN 978-80-01-03622-8.
- PAVLÍČEK, Igor. Návrh a výpočet umělého osvětlení: doplňkové skriptum. 1. vydání. Praha: ČVUT, 1994, 78 s. ISBN 80-01-01205-0.
- RYBÁŘ, Peter et.al. Denní osvětlení a oslunění budov. 1. vydání. Brno: ERA, 2002, 271 s. ISBN 80-86517-33-0.
- SOKANSKÝ, Karel et.al. Světelná technika. 1 vydání. Praha: ČVUT, 2011, 255 s. ISBN 978-80-01-04941-9.

- WEIGLOVÁ, Jiřina - BEDLOVIČOVÁ, Daniela - KAŇKA, Jan. Stavební fyzika 1. 1 vydání. Praha: ČVUT, 2006, 130 s. ISBN 80-01-03392-9.
- Lidské oko. [online]. [cit. 2015-02-14]. KRÁLOVÁ, Magda. Dostupné z: < <http://www.techmania.cz/edutorium/clanky.php?key=732>>
- Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu. [online]. [cit. 2015-03-20]. DOLEŽAL, Oldřich – BÍLEK, Miloslav – DOLEJŠ, Jan. Dostupné z: < <http://www.zootechnika.cz/file/76/307--1-.pdf>>
- Osvětlení z pohledu rostlin. [online]. [cit. 2015-03-05]. HLADKÝ, Luděk. Dostupné z: < <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41827.pdf>>
- Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata. [online]. [cit. 2015-03-17]. CHLOUPEK, Jan – SUCHÝ, Pavel. Dostupné z: < <http://cit.vfu.cz/mikroklima/mikroklima.pdf>>
- Druhy světelných zdrojů. [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z : <<http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/osvetleni/druhy-svetelnych-zdroju>>
- ČSN EN 12464-1. Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- ČSN 73 0580-1. Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2007.

9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A VÝZNAM SYMBOLŮ

9.1 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1	Řez oční bulvou dospělého člověka
Obr. 2	Směrové vyzařovací charakteristiky
Obr. 3	Definice osvětlenosti
Obr. 4	Definice jasu
Obr. 5	Vymezení prostorového úhlu
Obr. 6	Horní osvětlovací systém
Obr. 7	Standardní žárovka
Obr. 8	Halogenová žárovka
Obr. 9	Lineární zářivka
Obr. 10	Kompaktní zářivka
Obr. 11	LED žárovka
Obr. 12	Měřicí přístroj EXTECH 407026
Obr. 13	Letecký pohled na Rodnou
Obr. 14	Umístění svítidel umělého osvětlení
Obr. 15	Schéma objektu a rozmístění kontrolních bodů

9.2 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. 1	Přehled měrných výkonů světelných zdrojů
Tab. 2	Odraznost povrchů v zemědělských objektech
Tab. 3	Třídění umělých zdrojů podle chromatičnosti světla
Tab. 4	Měření osvětlení ve stáji
Tab. 5	Měření osvětlení v dojárně

9.3 VÝZNAM SYMBOLŮ

ZNAČKA	NÁZEV	JEDNOTKY
Φ	Světelný tok	lm
I	Svítivost	cd
E	Osvětlenost	lx
A	Plocha	m ²
L	Jas	cd/m ²
M	Světlení	lm/m ²
Ω	Prostorový úhel	sr
R	Poloměr	m ²
H	Měrný výkon světelného zdroje	lm/W
P	Příkon zdroje	W
E_{min}	Minimální osvětlenost	lx
E_p	Průměrná osvětlenost	lx
T_c	Telota chromatičnosti	K
E	Činitel denní osvětlenosti	%
E_i	Osvětlenost v interiéru	lx
E_e	Osvětlenost v exteriéru	lx
e_{min}	Minimální činitel denní osvětlenosti	%
e_{max}	Maximální činitel denní osvětlenosti	%
e_m	Průměrný činitel denní osvětlenosti	%

10 PŘÍLOHY

10.1 FOTODOKUMENTACE ZEMĚDĚLSKÉHO DRUŽSTVA POJBUKY

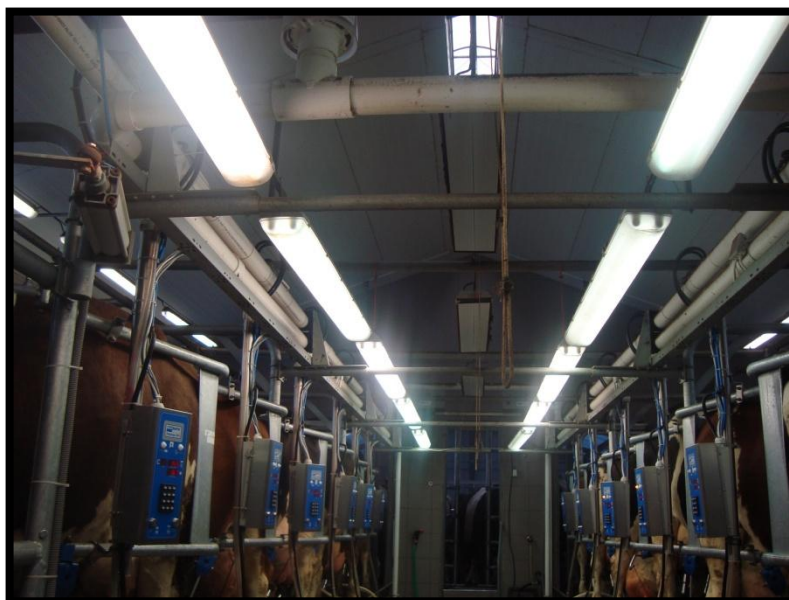
Obr. 1.1: Pohled na stáj s dojírnou



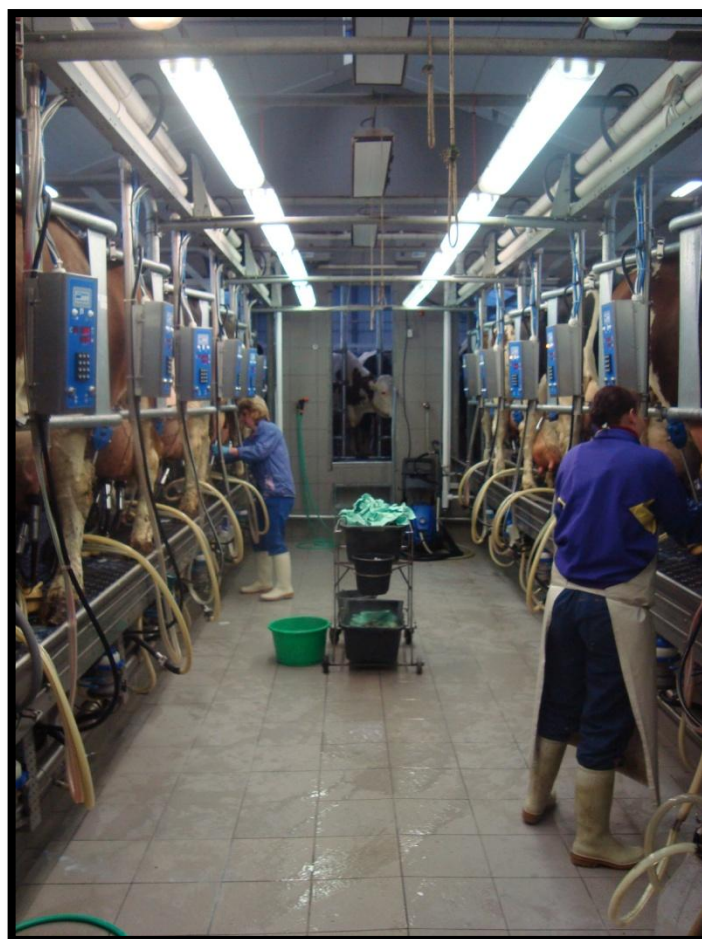
1.2: Interiér stáje při denním osvětlení



Obr. 1.3: Pohled na umělé osvětlení v dojárně



Obr. 1.4: Interiér dojírny při provozu



Obr. 1.5: Pohled na osvětlovací soustavu ve stáji



Obr. 1.6: Čekárna u dojírny

