



JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Obor: zemědělská technika, obchod, servis a služby

Vyhodnocení světelných parametrů v objektech živočišné výroby.

**Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Alois Peterka, CSc.
Autor diplomové práce : Martin Šimek**

2006

Prohlašuji, že závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením Doc. Ing.
Aloise Peterky, CSc., za použití uvedené literatury.

V Čejeticích dne

.....

Děkuji Doc. Ing. Aloisi Peterkovi, CSc., za odborné vedení a pomoc při vypracování této závěrečné práce.

OBSAH

- 1. ÚVOD**
- 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED**
 - 2.1. Elektromagnetické záření
 - 2.2. Viditelné záření a světlo
 - 2.3. Zdroje světla
 - 2.4. Základní fotometrické veličiny
 - 2.5. Druhy elektrických zdrojů světla
 - 2.6. Ukazatele kvality zdrojů světla
 - 2.7. Doba životnosti světelného zdroje
 - 2.8. Zrakový orgán a vidění
- 3. VLASTNÍ PRÁCE**
 - 3.1. Cíl práce
 - 3.2. Metodika práce
 - 3.2.1. Zájmové objekty
 - 3.2.2. Použitá měřicí technika
 - 3.2.3. Postup měření
 - 3.2.4. Naměřené hodnoty
 - 3.2.5. Odkazy na příslušnou legislativu
- 4. ENERGETICKÉ VYHODNOCENÍ**
 - 4.1. Instalovaný osvětlovací výkon a finanční náklady - Oldřichov
 - 4.2. Instalovaný osvětlovací výkon a finanční náklady - Velké Nepodřice
 - 4.3. Instalovaný osvětlovací výkon a finanční náklady - Dobev
 - 4.4. Instalovaný osvětlovací výkon a finanční náklady - Kestřany
 - 4.5. Celkové finanční náklady
 - 4.6. Návrhy na snížení finančních nákladů
 - 4.6.1. Celkové roční náklady při užití běžných svítidel
 - 4.6.2. Celkové roční náklady při užití úsporných svítidel
 - 4.6.3. Další návrhy na snížení finančních nákladů na osvětlení
- 5. DISKUZE**
 - 5.1. Oldřichov
 - 5.2. Velké Nepodřice
 - 5.3. Dobev
 - 5.4. Kestřany
- 6. ZÁVĚR**

1.Úvod

Mezi významné činitele podmiňující zdravé životní prostředí patří kromě vzduchu, vody a půdy také světlo, neboť zásadně ovlivňuje podmínky zrakového vnímání a přispívá k vytváření celkové duševní pohody lidí. Prostřednictvím svého zraku získává člověk asi 80 až 90% všech informací o prostředí, které ho obklopuje. V procesu přijímání a zpracování těchto informací spotřebuje organismus člověka přibližně čtvrtinu energie přijaté v potravě. Proto se lidé snaží využitím vhodných technických prostředků dosáhnout co nejlepších podmínek pro práci zraku. Příjemný psychofyzilogický stav, při němž zrak plní své funkce s maximální účinností a při němž má člověk nejen pocit, že dobře vidí, ale cítí se také psychicky dobře a rovněž prostředí, v němž se nachází, je mu vzhledově příjemné, se označuje pojmem zraková pohoda. Činnost lidí zaměřená k dosažení podmínek zrakové pohody včetně využití různých technických prostředků se nazývá osvětlování.

Působením světelného záření vyvolává okolní prostředí v člověku nejen fyziologické, ale i psychologické reakce, které jsou ovlivněny jak množstvím světelné energie, tak také jejím prostorovým a časovým rozdělením, druhem světla a jeho barevnou jakostí. Dobré osvětlení v průmyslových podnicích umožňuje výrazně zvýšit produktivitu práce, její bezpečnost, a rovněž jakost výroby. Dokonalejším uličním osvětlením lze snížit počet dopravních nehod po setmění téměř o jednu třetinu a zabránit tak mnoha hmotným škodám i ztrátám na lidských životech. Neméně závažnou roli hraje kvalitní osvětlení zdravotnických zařízení, kulturních a společenských prostorů i domácností.

V souvislosti se zvyšujícími se požadavky na kvalitu, efektivnost i množství vykonávané práce i se vzrůstajícími úkoly v oblasti zlepšování pracovního a životního prostředí stále stoupají nároky na úroveň osvětlení a zvětšuje se i rozsah a doba využití prostorů s umělým osvětlením.

Technika osvětlování je proto důležitým prostředkem, kterým lidé ve značné míře mohou ovlivnit úroveň svého životního prostředí. Při dodržení zásad správného osvětlení lze totiž v souladu s technickými a ekonomickými možnostmi vytvořit příznivé podmínky pro požadovanou činnost lidí a pro vznik jejich zrakové pohody. Na druhé straně musí společnost vynakládat na výrobu, výstavbu a údržbu osvětlovacích zařízení nemalé prostředky. Nezanedbatelný je také podíl soustav umělého osvětlení na energetické bilanci. V evropských zemích se na osvětlování spotřebovává asi 10-15% z celkové spotřeby elektrické energie. Výkonovou bilanci ovlivňuje umělé osvětlení právě v období energetických špiček, což se pochopitelně výrazněji projevuje v zimním období.

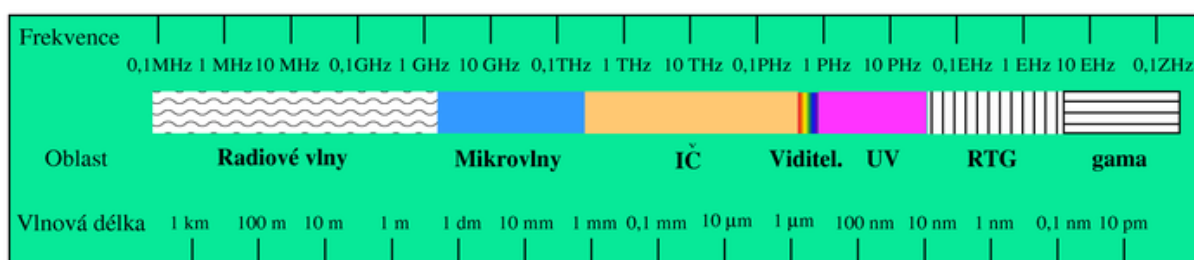
Uvedené okolnosti ukazují, že neustále narůstající kvantitativní a kvalitativní požadavky na umělé osvětlení musí být řešeny s maximální hospodárností, s využitím moderních, efektivních zdrojů světla a jakostních svítidel. To vše ovšem vyžaduje jak zabezpečení na cílevědomě řízený výzkum a vývoj navazující výroby kvalitních světelných zdrojů, svítidel dalšího potřebného příslušenství, tak na systematické zdokonalování návrhů a projektů osvětlovacích soustav a v neposlední řadě i podstatné zlepšení samotné výstavby, provozu a zejména údržby osvětlovacích zařízení.

2. Literární přehled

2.1. Elektromagnetické záření

Záření je vysílání či přenos energie ve formě elektromagnetických vln, nebo hmotných částic. Libovolné záření lze rozložit na složky se sinusovým průběhem. Každá složka je charakterizována jediným kmitočtem ν (Hz), popřípadě vlnovou délkou λ . Záření jediného kmitočtu se označuje názvem monofrekvenční. Seřadí-li se složky záření podle jejich kmitočtů či vlnových délek, získá se spektrum záření. Přehled různých druhů elektromagnetických záření sestavený podle kmitočtů a vlnových délek je na obrázku 1.

Obr.1



Vlnová délka λ obecně závislá na rychlosti šíření záření. Ve vakuu se vlnová délka záření určuje ze vztahu $\lambda = C_0 \cdot \lambda^{-1}$, kde C_0 je rychlost šíření elektromagnetických vln ve vakuu. $C_0 = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Délka vlny se udává v délkových mírách.

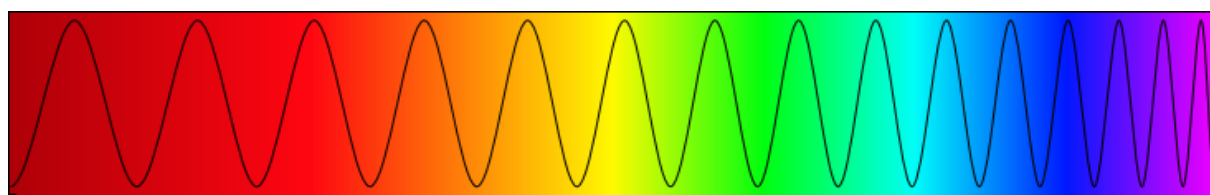
2.2. Viditelné záření a světlo

Záření v rozmezí vlnových délek asi od 380 nm do 770 nm (obr.2) je schopno vyvolat zrakový vjem a nazývá se proto viditelným zářením. Ve viditelné oblasti spektra budí každé monofrekvenční záření zcela určitý barevný počitek a proto se toto záření nazývá monochromatické. Ve spektru slunečního záření může oko člověka rozeznat asi 128 barevných tónů. Záření ve viditelné oblasti spektra jsou většinou důležitá pro život organismů, u rostlin zajišťují tvorbu chlorofylu a mají praktický význam nejen pro světelnou techniku, ale i v dalších oblastech, např. v optice, ve fotografii, v elektrotechnice, v chemii atd.

Pod pojmem světelné záření (světlo) se rozumí viditelné záření, které je zhodnoceno zrakovým orgánem pozorovatele podle citlivosti oka k záření různých vlnových délek.

S viditelným zářením sousedí v oblasti kratších vlnových délek paprsky ultrafialové (UV) a v oblasti delších vlnových délek záření infračervené (IR). (Viz obr.1) Záření UV, viditelné a IR tvoří tzv. optické záření.

Obr.2 – Viditelné záření



770 nm.....380 nm

Obr.3 – Tabulka barev, vlnových délek a frekvencí.

Barva	Vlnová délka	Frekvence
Červená	~ 625 až 740 nm	~ 480 až 405 THz
Oranžová	~ 590 až 625 nm	~ 510 až 480 THz
Žlutá	~ 565 až 590 nm	~ 530 až 510 THz
Zelená	~ 520 až 565 nm	~ 580 až 530 THz
Azurová	~ 500 až 520 nm	~ 600 až 580 THz
Modrá	~ 430 až 500 nm	~ 700 až 600 THz
Fialová	~ 380 až 430 nm	~ 790 až 700 THz

2.3. Zdroje světla

Zdroje, vysílající záření, které je určeno pro přeměnu ve světlo, se nazývají světelné zdroje. Mohou být přírodní (slunce, blesk apod.), nebo umělé (např. svíčka, plynová lampa, žárovka, výbojka). Předmět, či jeho povrch, vyzařující viditelné záření, jež vzniklo v něm samém, je prvotní světelný zdroj.

Druhotný světelný zdroj je pak předmět, nebo jeho povrch, který pouze odráží, popřípadě propouští světelné paprsky na něj dopadající. Světelné zdroje jsou základním prvkem osvětlovacích soustav. Z umělých zdrojů mají pro osvětlování největší význam zdroje napájené elektrickou energií, tedy elektrické zdroje světla.

2.4. Základní fotometrické veličiny

Vzhledem k tomu, že zrakový orgán člověka nemá schopnost vnímat souhrnné působení světla za určitou dobu, není pro vidění důležité celkové množství světelné energie vyzářené zdroji za určitý čas, ale rozhodující je výkon, tedy zářivý tok zdrojů zejména pak jeho prostorové rozdělení. Ve světelné technice se při hodnocení kvality osvětlení jako prostředku podmiňujícím úroveň informace přijímané zrakem sledují důsledky působení záření na zrakový orgán a na zrakový vjem. Proto se ve světelné technice neposuzují energetické veličiny (např. zářivý tok), ale pracuje se s fotometrickými pojmy a veličinami, které respektují proměnlivou citlivost oka pozorovatele k záření různých vlnových délek.

1) Světelný tok

Světelně technická veličina, která odpovídá zářivému toku a vyjadřuje schopnost zářivého toku způsobit zrakový vjem, se nazývá světelný tok. Jednotkou světelného toku je 1 lumen (lm)

2) Prostorový úhel

Důležitou geometrickou veličinou používanou ve světelně technických výpočtech je prostorový úhel. Jeho velikost je určena velikostí plochy, vyřaté obecnou kuželovou plochou na povrchu jednotkové koule, jejíž střed (vrchol prostorového úhlu) je totožný s vrcholem uvažované kuželové plochy. Jednotkou prostorového úhlu je steradián (sr), určený jednotkovou plochou (1m^2) na povrchu jednotkové koule ($r = 1\text{m}$).

3) Svítivost

Při nerovnoměrném rozložení světelného toku zdroje či svítidla do různých směrů prostoru je třeba kromě hodnoty úhrnného světelného toku znát ještě prostorovou hustotu světelného toku v různých směrech, to je svítivost zdroje v těchto směrech. Svítivost je možno stanovit pouze pro bodový zdroj, tj. pro zdroj, jehož rozměry jsou prakticky zanedbatelné ve srovnání se vzdáleností zdroje od kontrolního bodu. Jednotkou svítivosti je 1 kandela (cd), která patří k základním jednotkám soustavy SI.

4) Osvětlenost

Též intenzita osvětlení nebo jen osvětlení je fotometrická veličina vyjadřující světelný tok dopadající na určitou plochu. Je tedy podílem světelného toku (v lumenech) a plochy (v metrech čtverečních). Jednotkou osvětlení je lux (lx), což je osvětlení způsobené světelným tokem 1 lm dopadajícím na plochu 1m^2 .

2.5. Druhy elektrických zdrojů světla

Podle vzniku světla se elektrické zdroje světla dělí na zdroje:

- 1) Teplotní (např. žárovky),
- 2) Výbojové - a) nízkotlaké (např. zářivky, nízkotlaké sodíkové výbojky)
b) vysokotlaké (např. vysokotlaké rtuťové či sodíkové výbojky)

Vznik světla je podmíněn vybuzením, popřípadě až ionizací elementárních částic. U teplotních zdrojů dochází průchodem el. proudu k zahřátí vodivé pevné látky (kovu) na teplotu, při které potřebnou budící energii vytváří tepelný pohyb. Tato energie se předává částicím, které jsou schopny vybuzení či ionizace a které se pak stávají elementárními zdroji světla – látka (např. vlákno žárovky) vysílá optické záření. Spektrum teplotního záření je spojitě.

Výbojové zdroje světla (výbojky) jsou založeny na principu elektrických výbojů v plynech a parách různých kovů a využívají přeměny el. energie na kinetickou energii elektronů, pohybujících se rychle mezi elektrodami. Při srážkách elektronů s atomy plynů kovových par se jejich energie mění na optické záření. Spektrum záření výbojových zdrojů je

čárové. Rozložení spektrálních čar závisí na druhu výboje i na složení a tlaku plynné náplně. U řady výbojových zdrojů (např. zářivek) se využívá luminiscence pevných látek a proto bývají tyto zdroje označovány jako luminiscenční zdroje.

Luminiscence pevných látek je jev, při němž se z atomů, molekul či krystalů látky ve formě fotonů vyzařuje energie uvolněná při samovolném návratu atomů do základní polohy z nestabilního vybuzeného stavu, kam se dostaly určitým vnějším vlivem. Je-li zmíněné vybuzení vyvoláno elektrickým polem, hovoří se o elektroluminiscenci, na jejímž principu jsou založeny svítící kondenzátory – elektroluminiscenční panely. Pokud je vybuzení způsobeno dopadajícím zářením, jde o fotoluminiscenci. Například u zářivek se převážně ultrafialové záření nízkotlakového výboje, probíhajícího uvnitř trubice ve rtuťových parách, transformuje v luminiscenční vrstvě nanesené na vnitřní straně trubice na viditelné záření. Vzhledem k tomu, že elektrony mohou obíhat jen ve zcela určitých drahách, kterým odpovídá určitá energetická hladina, může mít foton vyzářený při luminiscenci též jen určité hodnoty energie. Luminiscenční záření obsahuje proto záření jen některých vlnových délek. Spektrum luminiscenčního záření je tedy čárové.

2.6. Ukazatele kvality zdrojů světla

Jakost světelných zdrojů se posuzuje dle:

- Vyzařovaného světelného toku, který odpovídá určitému světelnému příkonu
- Měrného světelného výkonu zdroje
- Délky životnosti zdroje
- Barevné jakosti vyzařovaného světla
- Stability světelného toku
- Rozdělení světelného toku do prostoru a podle možností jeho optické úpravy
- Provozních vlastností, např. na závislosti světelného toku na napájecím napětí, popřípadě na teplotě okolí, dále podle rychlosti ustálení jmenovitých parametrů po zapálení výbojového zdroje, podle způsobu zapalování výboje, dovolené pracovní polohy apod.
- Geometrických rozměrů, tvaru, hmotnosti
- Výše pořizovacích a provozních nákladů, které hrají důležitou roli při hodnocení efektivnosti zdrojů

2.7. Doba životnosti světelného zdroje

Světelný tok zdrojů klesá i během jejich života vlivem stárnutí zdrojů. U žárovek se sníží po 1000 hodinách jejich jmenovité životnosti asi na 90% počáteční hodnoty. U výbojových zdrojů se většinou požaduje, aby po uplynutí 70% doby života nepoklesl jejich světelný tok pod 70% hodnoty jmenovitého toku, tj. světelného toku po 100 hodinách hoření. Život žárovek obvykle končí přepálením vlákna. U plynem plněných žárovek vzniká pak většinou elektrický oblouk a vyvinutý zkratový proud často přerušuje jistící prvek elektrické instalace. Výbojové zdroje se nejčastěji vyměňují po uplynutí hospodárné doby života, kdy jejich světelný tok poklesne tak, že by jejich další provoz byl neefektivní a osvětlovací soustava by nezajišťovala potřebnou jakost osvětlení.

2.8. Zrakový orgán a vidění

Při osvětlování se vychází z rozboru systému, složeného v zásadě z pozorovaných objektů, světla a zrakového orgánu. V tomto systému je zrakový orgán zařízením pro příjem a zpracování informace o vnějším prostředí a světlo pak je médiem tuto informaci přenášející. To znamená, že světlo a způsob jeho využití, tedy osvětlování, jsou prostředky, které mohou proces vnímání buď usnadnit nebo ztížit.

Čidlem zrakového orgánu je oko, které má, zjednodušeně vzato, část optickou a část nervovou. Optická část (rohovka, přední komora, duhovka se zornicí, čočka, sklivec) také jen zprostředkovává příjem informací. Vady této části oka lze většinou korigovat optickými prostředky. Ovšem i tak je téměř vždy refrakční vada oka (např. krátkozrakost, dalekozrakost a další) i při přiměřené korekci brýlemi spojena se zmenšením rozlišovací schopnosti oka a se zhoršením zpracování informace nervové části. Proto je v těchto případech zapotřebí zajistit kvantitativně i kvalitativně lepší osvětlení.

K nervovému systému oka náleží kromě nervového zásobení zejména sítnice, což je průsvitná poměrně tenká blána s velmi složitou buněčnou skladbou. V jedenácti vrstvách složité struktury sítnice jsou kromě fotoreceptorů (asi 6,5 milionu čípků a 125 milionů tyčinek) rozmístěny i další důležité nervové buňky (nazývané např. bipolární, horizontální, amakrinní a gangliové), které svými komplikovanými vzájemnými účinky fotoreceptory zachycenou informaci zpracovávají, zakódovávají i vybírají a dále přes vlákna zrakového nervu předávají do centra nervové soustavy. Rozmístění fotoreceptorů v sítnici není rovnoměrné. Čípky jsou soustředěny více ke středu sítnice, zatímco tyčinky jsou hustěji umístěny při kraji sítnice. V místě, kde vstupuje do sítnice zrakový nerv, nejsou žádné nervové buňky, tedy ani fotoreceptory a toto místo se proto nazývá slepá skvrna. Uprostřed sítnice je jasně hnědá, cév plná oblast, tzv. žlutá skvrna, jejíž střední prohloubená část (centrální jamka – fovea) je místem přímého vidění a největší rozlišovací schopností a obsahuje z fotoreceptorů pouze čípky (asi 800 tis.)

Základní funkční jednotkou sítnice není však jen receptor, ale vjemové pole, což je část plochy sítnice, z níž lze podráždit jedno vlákno zrakového nervu (tj. jednu gangliovou buňku sítnice). Protože existují nervová spojení i mezi samostatnými receptory, mohou se vjemová pole též částečně překrývat.

Vjemová pole jsou organizována antagonisticky. U některých polí reaguje zvýšenými elektrickými impulsy střed pole na začátek podnětu, zatím co okrajová část pole na konec podnětu. Při osvětlení celého takového pole je výsledná reakce zjištěna v osovém nervovém vlákne menší než při osvětlení samotného středu takového vjemového pole. U jiných vjemových polí jsou reakce opačné. Existují však i vjemová pole vykazující oba typy reakcí.

Gangliové buňky se dělí do dvou skupin, podle toho, zda odpovídají na podráždění vjemového pole po celou dobu podnětu nebo jen krátce (přechodně). První typ zprostředkovává informace o kontrastech jasů či barev a o drobných detailech (což je důležité z hlediska rozlišovací schopnosti). Druhý typ je důležitý pro určení časových změn ve světelném podnětu.

Vjemová pole se liší i podle umístění v sítnici. V okrajové části sítnice je s jednou gangliovou buňkou spojeno až několik tisíc receptorů. Ve foveální oblasti bývá jeden čípek spojen s jedinou gangliovou buňkou, což podmiňuje největší rozlišovací schopnost zraku v této části sítnice.

Přizpůsobení oka různým hladinám osvětlenosti se nazývá adaptace. Oko je schopné přizpůsobit se osvětlenostem v rozmezí asi 0,25Lx až do 100 000 Lx. Těmto velkým změnám osvětlenosti se oko přizpůsobuje jednak změnou otvoru zornice, jednak změnou citlivosti fotoreceptorů a dále změnou velikosti vjemových polí sítnice. Významné v tomto směru je i uplatnění pouze čípků při vysokých hladinách osvětlenosti a jasů, např. při denním světle, (takové vidění se nazývá fotopické a uskutečňuje se při jasech vyšších než 10 cd.m⁻²) A naopak uplatnění jen daleko citlivějších tyčinek při hladinách jasů nižších než asi 0,001 cd.m⁻² (vidění skotopické). Vidění, při němž se uplatňují oba druhy fotoreceptorů se nazývá mezopické (oblast jasů cca 0,001 cd.m⁻² – 10 cd.m⁻²).

Podle tzv. trojkomponentní teorie existují 3 druhy čípků, které se vzájemně liší spektrální citlivostí k záření různých vlnových délek. Jeden druh je citlivý na záření v modré oblasti spektra, druhý na žlutozelené světlo a třetí na dlouhovlnné červené světlo. Tímto je při fotopickém vidění umožněno barevné vidění. Ani tyčinky nejsou stejně citlivé na všechny barvy. Nejcitlivější jsou na modrofialovou barvu, podstatně méně na barvu červenožlutou.

Přizpůsobení se oka vzdálenosti pozorovaného předmětu k dosažení ostrého zobrazení se nazývá akomodace. S věkem akomodační schopnost klesá a u starších lidí se obvykle upravuje brýlemi.

Zrak člověka nepracuje staticky. Oči se neustále pohybují a obraz na sítnici se proto též mění (asi 5 obrázků za sekundu). Dojem o státnosti pozorovaného prostředí vzniká vlivem kompenzačních mechanismů, které ruší informaci o změně vyvolané pohybem očí, hlavy či těla. Proto člověk vnímá jako takové pouze ty změny, které skutečně ve vnějším prostředí proběhly. Dynamičnost zrakových funkcí je nutno brát v úvahu zvláště při návrhu rozložení jasů v daném prostoru. Překročí-li se totiž meze adaptability zraku, vzniká oslnění.

K lepšímu rozlišování a identifikaci povrchů a detailů značně přispívá dvojoké (binokulární) vidění, při němž se jedinečně může plně uplatnit stereoskopický mechanismus hloubkového vidění. Jednooký člověk nejen, že je zbaven hloubkového vidění, ale má i zúžené zorné pole a navíc nezískává celý soubor informací zprostředkovaných kvalitativními parametry osvětlení.

V centrech nervové soustavy vyvolávají informaci o světelných popudech jednak reflexní reakce organismu nezávislé na vědomí člověka (přizpůsobování zrakového orgánu, vliv na metabolismus, krevní skladbu apod.) a jednak reakce plynoucí ze zrakového vjemu a uvědomění si situace (souvisí s myšlením, cítěním, pozorností, představivostí, vzrušením apod.). Úzká souvislost práce zraku s centrální nervovou soustavou zapříčiňuje, že na zrakové vnímání mají podstatný vliv různé rušivé či uklidňující momenty a vlivy obklopujícího prostředí, např. vzrušení, hněv, chlad, zvýšená teplota, hluk, pracovní vypětí, na druhé straně dobrá nálada, radost, příjemné prostředí, klid, pocit z dobře vykonané práce apod.). Zraková nepohoda nevede tedy jen k narušení zrakových funkcí a tím k oční únavě, ale projevuje se nepříznivě v celkové kondici a náladě člověka a v jeho výkonnosti.

3. Vlastní práce

3.1 Cíl práce

Cílem této závěrečné práce je zjistit světelné podmínky v objektech živočišné výroby daného podniku a v případě nedodržení normou daných minimálních požadavků navrhnout taková opatření, která povedou k nápravě.

3.2 Metodika práce

3.2.1 Zájmové objekty

Veškeré budovy, ve kterých bylo měření prováděno jsou majetkem ZOD Máj Kestřany. Jmenovitě se jedná o stavby v těchto obcích:

- Oldřichov

Průjezdná budova typu K120. Zavážení krmení krmným vozem, odklíz výkalů oběžným shrnovačem. Dojení do potrubí. V době měření bylo ustájeno 82ks dojnic.

- Velké Nepodřice

Průjezdná budova typu K144 se dvěma krmnými chodbami. Krmení krmným vozem, odklíz výkalů oběžným shrnovačem. Dojení do potrubí. V době měření bylo ustájeno 123ks dojnic.

- Dobev

Neprůjezdná starší budova. Krmení nadhlavníkovými sklopnými deskami, odklíz výkalů oběžným shrnovačem. Dojení do potrubí. V době měření bylo ustájeno 66ks dojnic.

- Kestřany

Průjezdná budova typu K144 se dvěma krmnými chodbami. Krmení krmným vozem, odklíz výkalů oběžným shrnovačem. Dojení do potrubí. V době měření bylo ustájeno 134ks dojnic.

3.2.2 Použitá měřicí technika

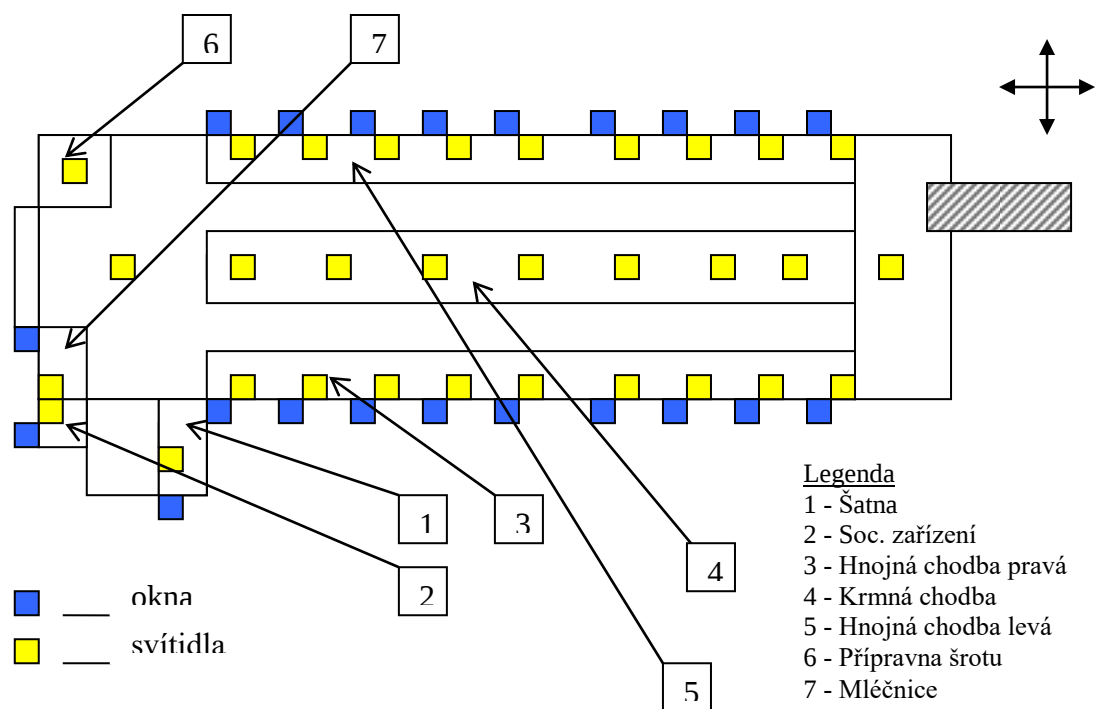
K měření osvětlenosti byl používán luxmetr PU 150 od firmy Metra Blansko. Luxmetr PU 150 se skládá z přijímače s fotočlánkem a z měřícího přístroje. Přístroj je konstruován tak, že pouzdro s fotočlánkem je nezávislé na měřícím přístroji. K napájení je potřeba jedna 9V baterie. Tento luxmetr je vybaven selenovým fotočlánkem a umožňuje měřit osvětlenosti do 5000 lx a s využitím redukčního filtru až do 100 000 lx. Měřicí sonda přístroje je dále opatřena korigovaným fotoodporem s kosinusovým nástavcem pro měření osvětleností do 10 lx, popřípadě s redukční clonou do 40 lx.

3.2.3 Postup měření

1) Oldřichov

- Stanoviště č.1 - Šatna. Měření bylo uskutečněno přímo uprostřed místnosti, čelem směrem k oknu.

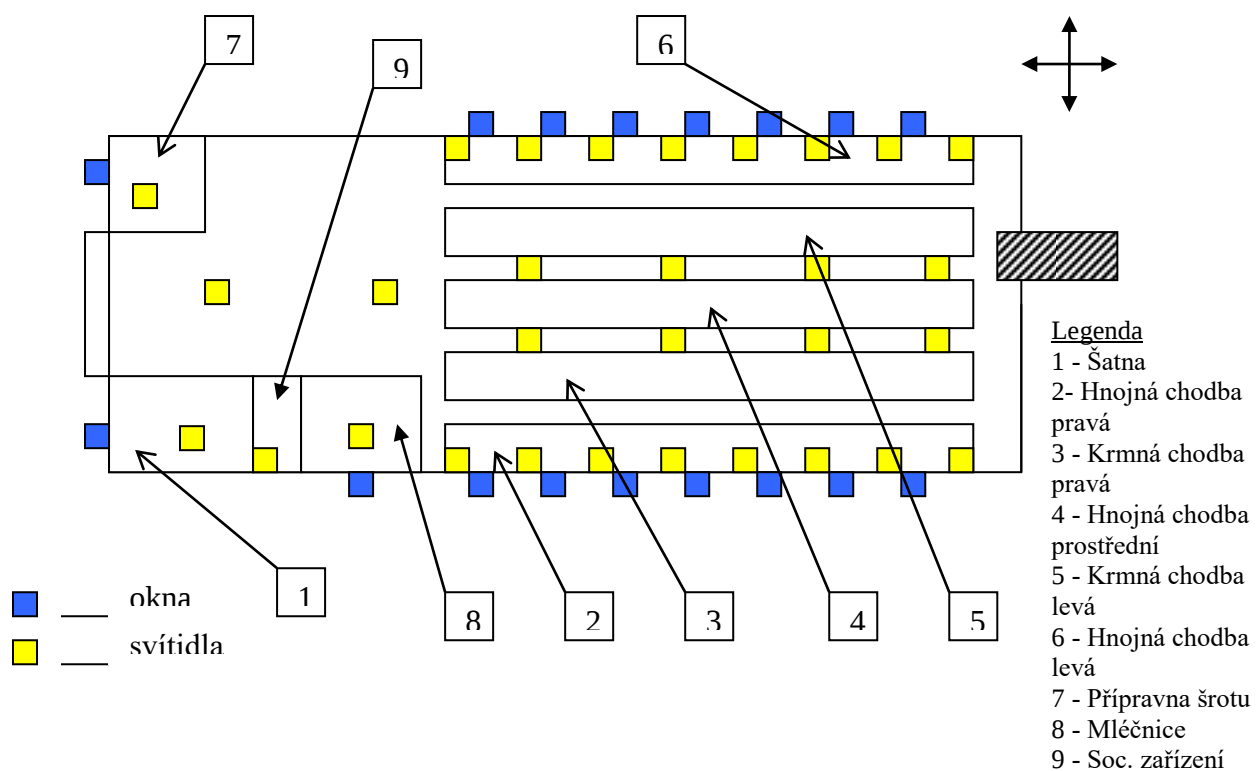
- Stanoviště č.2 - Sociální zařízení. Uprostřed místnosti čelem ke dveřím.
- Stanoviště č.3 - Hnojná chodba pravá. - 4, 26, 52 m od levého kraje, ve výšce 1,2 m a ve vzdálenosti 0,6 m od krajní zdi.
- Stanoviště č.4 - Krmná chodba. - 4, 26, 52 m od levého kraje, ve výšce 1,2 m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.5 - Hnojná chodba levá - 4, 26, 52 m od levého kraje, ve výšce 1,2 m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.6 - Přípravna šrotu - Uprostřed místnosti ve výšce 1,2. Čelem ke dveřím.
- Stanoviště č.7 - Mléčnice - Uprostřed místnosti ve výšce 1,2. Čelem ke dveřím.



- Schematický náčrt budovy v Oldřichově.

2) Velké Nepodřice

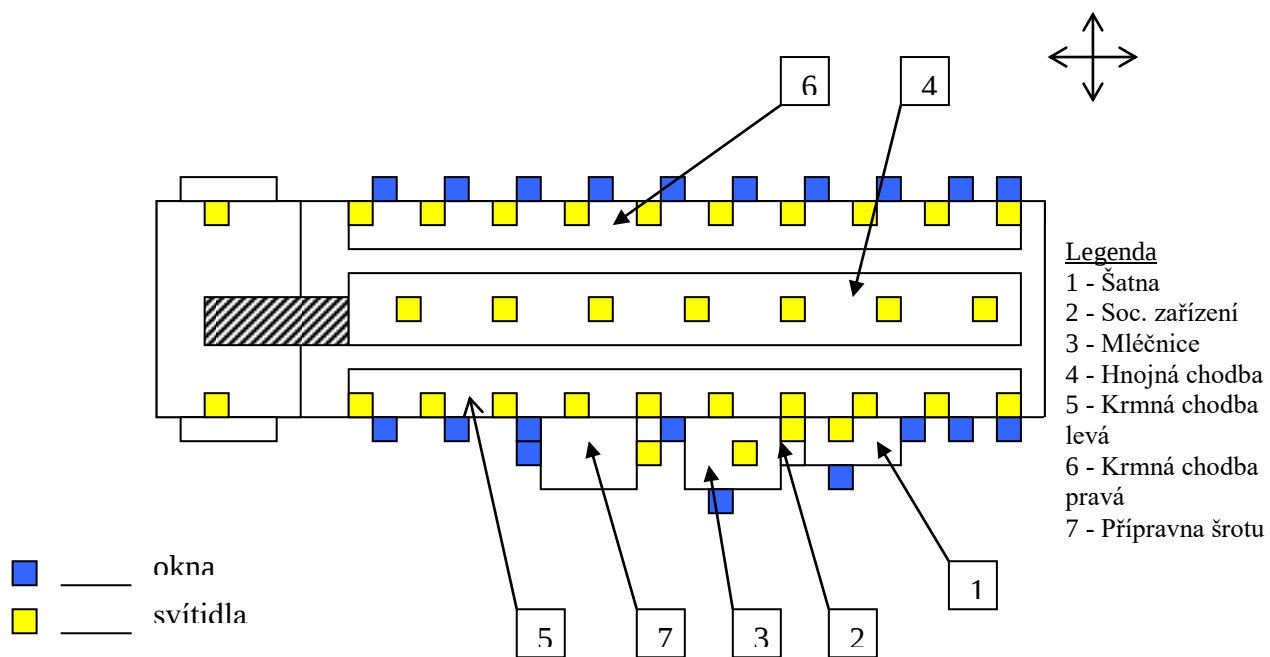
- Stanoviště č.1 - Šatna. Měření bylo uskutečněno přímo uprostřed místnosti, čelem k oknu.
- Stanoviště č.2 - Hnojná chodba pravá. - 3, 30, 48 m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2 m a ve vzdálenosti 0,6 m od obvodové zdi objektu.
- Stanoviště č.3 - Krmná chodba pravá. - 3, 30, 48 m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2 m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.4 - Hnojná chodba prostřední. - 3, 30, 48 m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.5 - Krmná chodba levá. - 3, 30 , 48m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.6 - Hnojná chodba levá. - 3, 30, 48 m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.7 - Přípravná šrotu. - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.
- Stanoviště č.8 - Mléčnice - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.
- Stanoviště č.9 - Sociální zařízení - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.



- Schématický náčrt budovy ve Velkých Nepodřicích.

3) Dobev

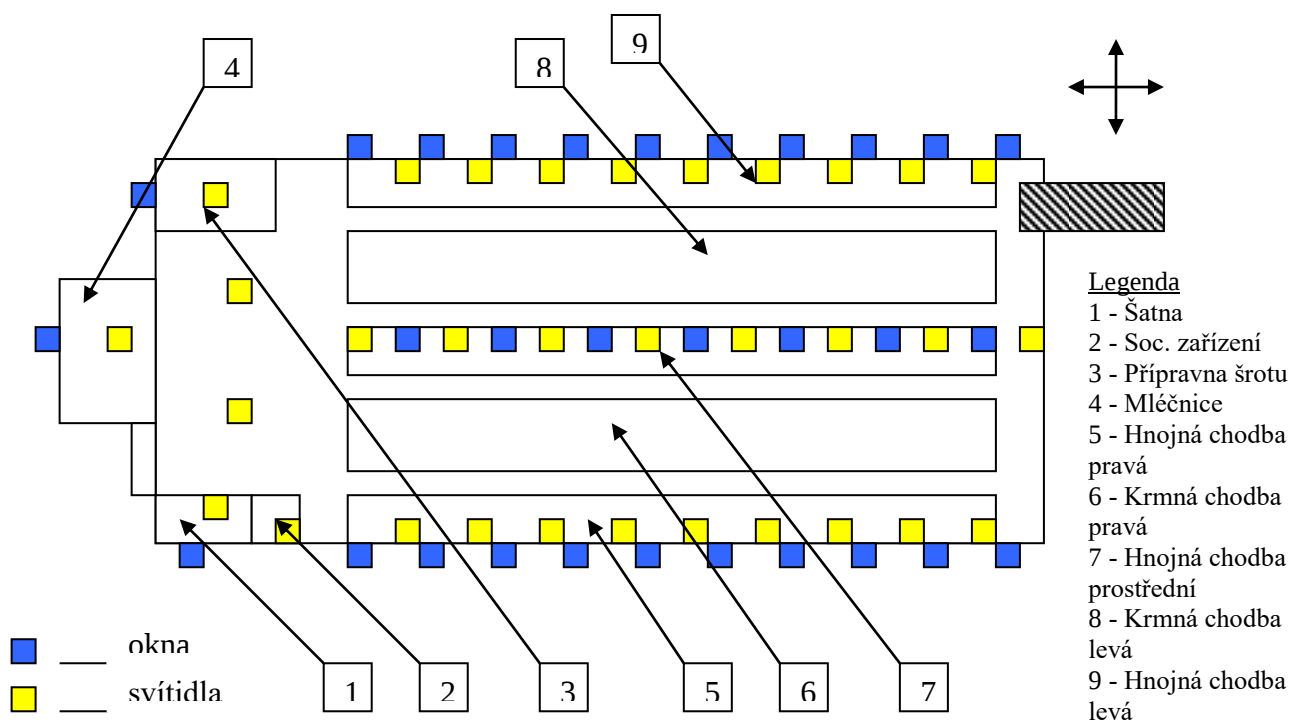
- Stanoviště č.1 - Šatna. Měření bylo uskutečněno přímo uprostřed místnosti, čelem k oknu.
- Stanoviště č.2 - Sociální zařízení - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.
- Stanoviště č.3 - Mléčnice - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.
- Stanoviště č.4 - Hnojná chodba - 5, 15, 30m od levého okraje budovy, ve výšce 1,2m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.5 - Krmná chodba levá - 5, 15, 30m od levého okraje budovy, ve výšce 0,9m, 0,5m ode zdi.
- Stanoviště č.6 - Krmná chodba pravá - 5, 15, 30m od levého okraje budovy, ve výšce 0,9m, 0,5m ode zdi.
- Stanoviště č.7 - Přípravná šrotu - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.



- Schématický náčrt budovy v Dobeři.

4) Kestřany

- Stanoviště č.1 - Šatna - Měření bylo uskutečněno přímo uprostřed místnosti, čelem k oknu.
- Stanoviště č.2 - Sociální zařízení - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.
- Stanoviště č.3 - Přípravná šrotu - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.
- Stanoviště č.4 - Mléčnice - Uprostřed místnosti, čelem ke dveřím, ve výšce 1,2m.
- Stanoviště č.5 - Hnojná chodba pravá - 3, 30, 48 m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2 m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.6 - Krmná chodba pravá. - 3, 30, 48 m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2 m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.7 - Hnojná chodba prostřední - 3, 30, 48 m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.8 - Krmná chodba levá. - 3, 30 , 48m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2m, uprostřed chodby.
- Stanoviště č.9 - Hnojná chodba levá. - 3, 30, 48 m od levého kraje budovy, ve výšce 1,2m, uprostřed chodby.



- Schématický náčrt budovy v Kestřanech

3.2.4 Naměřené hodnoty

Oldřichov

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
------	------------	-----------------------

1.	Šatna	85
2.	Sociální zařízení	172
3.	Hnojná chodba pravá	12
4.	Krmná chodba	5
5.	Hnojná chodba levá	15
6.	Přípravna šrotu	32
7.	Mléčnice	170

Tab.č1 - 14.12.2006 - noční provoz

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Šatna	480
2.	Sociální zařízení	172
3.	Hnojná chodba pravá	165
4.	Krmná chodba	50
5.	Hnojná chodba levá	150
6.	Přípravna šrotu	10
7.	Mléčnice	101

Tab. č.2 - 15.12.2006 - denní provoz, difúzní světlo

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Šatna	1350
2.	Sociální zařízení	172
3.	Hnojná chodba pravá	210
4.	Krmná chodba	60
5.	Hnojná chodba levá	215
6.	Přípravna šrotu	32
7.	Mléčnice	115

Tab. č.3 - 20.2.2006 -denní provoz, slunečný den

Velké Nepodřice

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Šatna	91
2.	Hnojná chodba pravá	15
3.	Krmná chodba pravá	8
4.	Hnojná chodba prostřední	15
5.	Krmná chodba levá	5
6.	Hnojná chodba levá	12
7.	Přípravna šrotu	55
8.	Mléčnice	35
9.	Sociální zařízení	180

Tab.č.4 - 14.2.2006 - noční provoz

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Šatna	80
2.	Hnojná chodba pravá	230

3.	Krmná chodba pravá	55
4.	Hnojná chodba prostřední	155
5.	Krmná chodba levá	135
6.	Hnojná chodba levá	240
7.	Přípravna šrotu	55
8.	Mléčnice	55
9.	Sociální zařízení	175

Tab.č.5 - 15.2.2006 - denní provoz, difúzní světlo

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Šatna	175
2.	Hnojná chodba pravá	720
3.	Krmná chodba pravá	101
4.	Hnojná chodba prostřední	450
5.	Krmná chodba levá	510
6.	Hnojná chodba levá	343
7.	Přípravna šrotu	75
8.	Mléčnice	72
9.	Sociální zařízení	180

Tab.č.6 - 20.2.2006 - denní provoz, slunečný den

Dobev

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Mléčnice	105
2.	Šatna	90
3.	Sociální zařízení	230
4.	Přípravna šrotu	6
5.	Hnojná chodba	42
6.	Krmná chodba pravá	31
7.	Krmná chodba levá	49

Tab.č.7 - 14.2.2006 - noční provoz

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Mléčnice	112
2.	Šatna	600
3.	Sociální zařízení	232
4.	Přípravna šrotu	255
5.	Hnojná chodba	20
6.	Krmná chodba pravá	53
7.	Krmná chodba levá	175

Tab.č.8 - 15.2.2006 - denní provoz, difúzní světlo

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Mléčnice	121
2.	Šatna	780
3.	Sociální zařízení	236
4.	Přípravna šrotu	288
5.	Hnojná chodba	70
6.	Krmná chodba pravá	90
7.	Krmná chodba levá	435

Tab.č.9 - 20.2.2006 - denní provoz, slunečný den

Kestřany

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Šatna	80
2.	Sociální zařízení	141
3.	Přípravna šrotu	44
4.	Mléčnice	25
5.	Hnojná chodba pravá	36
6.	Krmná chodba pravá	12
7.	Hnojná chodba prostřední	43
8.	Krmná chodba levá	15
9.	Hnojná chodba levá	13

Tab.č.10 - 14.2.2006 - noční provoz

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Šatna	66
2.	Sociální zařízení	140
3.	Přípravna šrotu	52
4.	Mléčnice	45
5.	Hnojná chodba pravá	173
6.	Krmná chodba pravá	62
7.	Hnojná chodba prostřední	121
8.	Krmná chodba levá	28
9.	Hnojná chodba levá	118

Tab.č.11 - 15.2.2006 - denní provoz, difúzní světlo

č.s.	stanoviště	naměřená hodnota (Lx)
1.	Šatna	74
2.	Sociální zařízení	142
3.	Přípravna šrotu	80
4.	Mléčnice	100
5.	Hnojná chodba pravá	322
6.	Krmná chodba pravá	275
7.	Hnojná chodba prostřední	330
8.	Krmná chodba levá	177
9.	Hnojná chodba levá	630

Tab.č.12 - 20.2.2006 - denní provoz, slunečný den

3.2.5 Odkazy na příslušnou legislativu

ČSN 73 0580-1

Je základním měřítkem pro hodnocení světelných parametrů v průmyslových objektech je. Tato norma platí pro navrhování a posuzování denního osvětlení vnitřních prostorů budov (dále jen denního osvětlení) a pro posuzování návrhu stavebních objektů z hlediska jejich vlivu na denní světlo okolních budov. Při návrhu vnitřních prostorů, určených pro trvalý pobyt lidí, se musí v souladu s jejich funkcí co nejvíce využívat denního osvětlení, které je pro člověka nenahraditelné. U ostatních vnitřních prostorů se má denní osvětlení navrhovat tam, kde je to účelné a hospodárné (využití sluneční energie). Denní osvětlení musí být navrženo tak, aby byly vytvořeny podmínky zdravé zrakové pohody a dobrého vidění pozorovaných předmětů, aby se zabránilo vzniku předčasné a nadměrné únavy a předešlo se možnosti úrazu podmíněného zhoršeným viděním. Ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí se doporučuje zabezpečit nerušený výhled osvětlovacími otvory do okolí. Současně se však musí dbát na hospodárnost a optimalizaci spotřeby všech druhů energie.

Požadavky na úroveň denního osvětlení pro jednotlivé zrakové činnosti se stanoví podle zrakové obtížnosti, náročnosti a dalších charakteristik zrakového úkolu. Základním hlediskem pro stanovení požadavků na úroveň denního osvětlení je zařazení zrakové činnosti podle zrakové obtížnosti v souladu s poměrnou pozorovací vzdáleností kritického detailu a charakteristikou zrakové činnosti do tříd podle tab.č.13.

Třída zrakové činnosti	Charakteristika zrakové činnosti	Poměrná pozorovací vzdálenost (mm)	Příklady zrakových činností	Hodnota činitele denní osvětlenosti v %	
				minimální e_{min}	průměrná e_m
I	mimořádně přesná	3330 a větší	Nejpřesnější zraková činnost s omezenou možností použití zvětšení, s požadavkem na vyloučení chyb v rozlišení, nejobtížnější kontrola	3,5	10
II	velmi přesná	1670-3330	Velmi přesné činnosti při výrobě a kontrole, velmi přesné rýsování, velmi jemné umělecké práce.	2,5	7
III	přesná	1000-1670	Přesná výroba a kontrola, rýsování, technické kreslení, náročné vyšetření, vyšívání.	2	6
IV	středně přesná	500-1000	Středně přesná kontrola a výroba, běžné laboratorní práce, obsluha strojů, pletení.	1,5	5
V	hrubší	100-500	Hrubší práce, manipulace s předměty a materiálem, konzumace jídla a obsluha.	1	3
VI	velmi hrubá	menší než 100	Udržování čistoty, sprchování, mytí, převlékání, chůze po veřejných komunikacích.	0,5	2
VII	celková orientace	-----	Chůze, doprava materiálu, skladování hrubého materiálu, celkový dohled.	0,25	1

Tab.č.13 - Třídění zrakových činností a hodnoty činitele denní osvětlenosti

Denní osvětlení se kontroluje měřením a vyhodnocením. S ohledem na omezenou přesnost měření se považuje denní osvětlení za vyhovující, neodchylují-li se výsledky měření od požadovaných hodnot o více než 15%.

ČSN 73 0580-4

Denní osvětlení budov - část 4: Denní osvětlení průmyslových budov. Tato norma platí pro navrhování a posuzování denního osvětlení vnitřních prostorů průmyslových budov. Platí i pro i jiné vnitřní prostory, pokud se v nich vykonávají činnosti obdobného charakteru (drobná výroba nebo služby, speciální dílny škol atd.) Norma navazuje na ČSN 73 0580-1. Požadavky na roveň denního osvětlení pro různé zrakové činnosti a vnitřní prostory se stanoví podle zrakové obtížnosti, náročnosti a dalších charakteristik zrakových úkolů v souladu s poměrnou pozorovací vzdáleností kritického detailu zařazením do tříd dle ČSN 73 0580-1 (Tabulka č.13).

ČSN 36 0020-1

Sdružené osvětlení: základní požadavky. Tato norma platí pro sdružené osvětlení vnitřních prostorů, to je současné osvětlení denním a doplňujícím umělým světlem. Používá se společně s ČSN 36 0450 ČSN 730580-1, které obsahují podrobnější ustanovení o řešení obou složek sdruženého osvětlení. Sdružené osvětlení při dlouhodobém působení není z hlediska vlivu na člověka rovnocenné v plném rozsahu dennímu osvětlení, ale je podstatně příznivější, než osvětlení umělé.

ČSN EN 12464-1

Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory. Tato norma je českou verzí evropské normy EN12464-1:2002. Touto normou se nahrazuje se mimo jiné nahrazuje i norma ČSN 36 0450 z 1986-01-10. Tato norma stanovuje požadavky na osvětlení pro vnitřní pracovní prostory z hlediska zrakové pohody a zrakového výkonu. Uvedeny jsou všechny běžné zrakové úkoly.

Pro potřeby této bakalářské práce došlo k zúžení obsahu normy pouze na prostory, jež jsou vzhledem k cílům této práce relevantní. Viz tabulka č.14.

Druh prostoru	Žádoucí míra osvětlení (lx)
Stáje pro hospodářská zvířata	50
Přípravna krmiv	200
Mléčnice	200
Šatny	200
Sociální zařízení	200
Uličky s obsluhou	150

Tab.č.14 - Výběr prostorů relevantních k této práci.

4. Energetické vyhodnocení

Pro objektivní vyhodnocení finančních nákladů je nejprve nutno rozdělit kalendářní rok na dvě období.

I. období: říjen - březen - (182 dnů) Období zvýšené potřeby umělého osvětlení zejména z důvodů krátké světlé části dne. Doba použití osvětlení v tomto období dosahuje přibližně 9 hodin/den.

II. období: duben - září - (183 dnů) Dostatek přírodního světla podmiňuje využití umělého osvětlení téměř výhradně pouze pro noční směny. Doba použití osvětlení v tomto období dosahuje přibližně 3 hodiny/den.

K vypočtení finančních nákladů na osvětlení je použit tento vzorec:

$$F = a.b.c.d \text{ [Kč]}$$

F - celkové náklady v Kč

a - instalovaný výkon v kw.

b - denní využití světel v hod.

c - cena za 1 kwh elektrické energie.

d - počet dnů/období

4.1. Instalovaný osvětlovací výkon a finanční náklady - Oldřichov

Počet svítidel = 31 ks

Příkon svítidla = 0,1kw

$P_c = 31 \times 0,1 = 3,1 \text{ kw}$

I.období: $N_1 = 3,1 \times 9 \times 4 \times 182 = 20311,2 \text{ Kč}$

II.období: $N_2 = 3,1 \times 3 \times 4 \times 183 = 6807,6 \text{ Kč}$

$G_1 = N_1 + N_2 = 27118,8$

Celkem tedy 27118,8 Kč/rok

4.2. Instalovaný osvětlovací výkon a finanční náklady - Velké Nepodřice

Počet svítidel = 30 ks

Příkon svítidla = 0,1kw

$P_c = 30 \times 0,1 = 3,0 \text{ kw}$

I.období: $N_1 = 3,0 \times 9 \times 4 \times 182 = 19656 \text{ Kč}$

II.období: $N_2 = 3,0 \times 3 \times 4 \times 183 = 6588 \text{ Kč}$

$G_2 = N_1 + N_2 = 26244$

Celkem tedy 26244 Kč/rok

4.3. Instalovaný osvětlovací výkon a finanční náklady - Dobev

Počet svítidel = 32 ks

Příkon svítidla = 0,1kw

$$P_c = 32 \times 0,1 = 3,2 \text{ kw}$$

$$\text{I.období: } N_1 = 3,2 \times 9 \times 4 \times 182 = 20966,4 \text{ Kč}$$

$$\text{II.období: } N_2 = 3,2 \times 3 \times 4 \times 183 = 7027,2 \text{ Kč}$$

$$G_3 = N_1 + N_2 = 27993,6$$

Celkem tedy 27993,6 Kč/rok

4.4. Instalovaný osvětlovací výkon a finanční náklady - Kestřany

Počet svítidel = 32 ks

Příkon svítidla = 0,1kw

$$P_c = 32 \times 0,1 = 3,2 \text{ kw}$$

$$\text{I.období: } N_1 = 3,2 \times 9 \times 4 \times 182 = 20966,4 \text{ Kč}$$

$$\text{II.období: } N_2 = 3,2 \times 3 \times 4 \times 183 = 7027,2 \text{ Kč}$$

$$G_4 = N_1 + N_2 = 27993,6$$

Celkem tedy 27993,6 Kč/rok

4.5. Celkové finanční náklady

Celkové vynaložené finance (C) za 1 rok provozu tudíž činí:

$$C = G_1 + G_2 + G_3 + G_4$$

$$C = 27118,7 + 26244 + 27993,6 + 27993,6 = 109349,9 \text{ Kč/rok}$$

4.6 Návrhy na snížení finančních nákladů

1) Použitím úsporných světelných zdrojů, které mají při stejném světelném výkonu o cca 75% nižší spotřebu elektrické energie.

Úsporná žárovka je v podstatě zářivka miniaturizovaná do té míry, aby se vešla do běžných svítidel a je vybavená příslušnou patičí. Světlo v ní vzniká na zcela odlišném principu než v běžných žárovkách, kde září rozžhavené vlákno. Zde vyzařují ionty (kladně nabitě částice) plynu v zářivé části a odevzdají tak část energie, kterou jim dodal průchod elektrického proudu. Tento způsob vzniku světla je znám již od poloviny 19. století a na jeho konci již Nikola Tesla představil své zářivky pro praktické použití. Až velký pokrok elektroniky v posledních dvaceti letech umožnil snížení rozměrů elektrických zařízení nutných k provozu zářivky do té míry, že mohla vzniknout úsporná žárovka.

Cena úsporné žárovky	200 Kč
Cena běžné žárovky	12 Kč
Ekvivalentní příkony (úsporná / běžná)	23/100w
Cena za 1 kWh elektrické energie	4 Kč
Životnost úsporné žárovky	6000 hodin

Tab.č.15 - Porovnání úsporné a běžné žárovky

Cena úsporné žárovky je kalkulována na žárovku vyšší kvality proto, aby její životnost dosáhla skutečně deklarované hodnoty a její světlo bylo příjemné. Lze ji nakoupit i za čtvrtinovou cenu, kvalita však není zaručena. Informace o ekvivalentních příkonech respektive svítivých výkonech a životnosti jsou čerpány z tabulek uváděných výrobcí. U životnosti byla brána v úvahu obvyklejší nižší hodnota přesto, že někteří výrobci deklarují životnost až 15 tisíc hodin.

Při nákupu nás nejvíce zajímá, zda nižší náklady na provoz ospravedlní výrazně vyšší nákupní cenu. Náklady na provoz každé žárovky lze snadno vyčíslit vynásobením jejího příkonu cenou jedné kWh a dobou svícení. Když k této hodnotě přičteme pořizovací cenu, zjistíme, na kolik nás přišel daný počet hodin svícení.

Obr.č.4 - Porovnání nákladů na svícení běžnou a úspornou žárovkou.



Je vidět, že přibližně po šesti stech hodinách svícení celkové náklady na svícení běžnou žárovkou předstihnou náklady na úspornou.

4.6.1. - Celkové roční náklady při užití běžných svítidel

Celkový počet instalovaných svítidel ve sledovaných objektech zemědělského družstva ZOD Máj Kestřany je 125 ks. (Oldřichov - 31 ks, Velké Nepodřice - 30 ks, Dobev - 32 ks, Kestřany - 32 ks) Příkon každého svítidla je 100w (0,1 kw) Pořizovací cena všech 125 ks svítidel tedy činí:

$$C_{p1} = R.T = 125 \times 12 = 1500 \text{ Kč}$$

R - celkový počet svítidel

T - cena za 1ks svítidla (viz Tab.č.15.)

C_{p1} - pořizovací cena

Provozní náklady za 1 rok byli vypočteny výše a činí 109349,9Kč

Celkové náklady:

$$C_{c1} = C + C_{p1} = 1500 + 109349,9 = 110849,9 \text{ Kč}$$

4.6.2. - Celkové roční náklady při užití úsporných svítidel

$$C_{p2} = R.T = 125 \times 200 = 25000 \text{ Kč}$$

R - celkový počet svítidel

T - Cena za 1ks svítidla (viz Tab.č.15.)

C_{p2} - pořizovací cena

Počet svítidel - 125ks

Příkon jednoho ks úsporného svítidla - 0,023 kw (viz Tab.č.15.)

Cena za 1 kw - 4 Kč.

Náklady za I. období (doba provozu svítidel cca 9 hod/den)

$$N_1 = 125 \times 9 \times 0,023 \times 4 \times 182 = 18837 \text{ Kč}$$

Náklady za II. období (doba provozu svítidel cca 3 hod/den)

$$N_2 = 125 \times 3 \times 0,023 \times 4 \times 183 = 6316,5 \text{ Kč.}$$

Celkové náklady při užití úsporných svítidel

$$C_{C2} = C_{p2} + N_1 + N_2 = 25000 + 18837 + 6316,5 = 50150,5 \text{ Kč.}$$

Z výše provedených výpočtů je zřejmé, že investice do úsporných zdrojů je velice výhodná. I přes vysokou počáteční cenu svítidel jsou náklady na rok provozu svítidel sníženy o více než 50% oproti nákladům při použití běžných svítidel.

4.6.3 - Další návrhy na snížení finančních nákladů na osvětlení

Je samozřejmé, že pouhá instalace úsporných žárovek není jediným řešením. Další důležité možnosti snížení nákladů na osvětlení skýtá i samotný personál hospodářské budovy. Řádné poučení personálu je levný a časově nenáročný krok, který však může provozovateli budovy výrazně snížit celkové náklady na osvětlení. Je pak na vlastníku nemovitosti, jak důsledně dohlíží na provoz osvětlení v dané budově. Na jednu stranu však není možno omezovat provoz svítidel příliš a tudíž vystavovat pracovníky zvýšenému riziku pracovního úrazu a rovněž zrakové nepohodě. Ke kvalitnímu a finančně šetrnému provozu osvětlení v budově je možno využít níže uvedené prostředky.

- 1) Zodpovědné zapínání/vypínání světel v okamžiku kdy to skutečně je třeba/ není třeba.
- 2) Udržováním čistých oken.
- 3) Udržováním čistých svítidel.
- 4) Využitím pohybových senzorů.
- 5) Využitím časových spínačů.
- 6) Udržováním okolí budovy (od stínících keřů apod.).

Správně zvolenou kombinací výše navrhovaných opatření by bylo možno docílit významných finančních úspor za osvětlení. Při současném trendu zvyšování sazby za 1 kwh elektrické energie je maximálně žádoucí věnovat pozornost efektivnosti osvětlení, jež se nemalou měrou podílí na celkových nákladech plynoucích z provozu hospodářské budovy.

5. Diskuze

5.1. Oldřichov

Norma ČSN EN 12464 - 1 vyžaduje minimální hodnotu osvětlení pro stáje hospodářských zvířat 50 lx. Zároveň však udává i přesněji zvolené části daných objektů a příslušných úrovní osvětlenosti. Šatna, pro níž je vyžadována minimální hodnota 200 lx je v Oldřichově v nočním pracovním režimu nasvícena nedostatečně, hodnotou 85 lx. Za denního provozu s nasvícením difúzním světlem je tato hodnota 480 lx, což lze považovat za ideální. Při slunečném dni dochází k nárůstu hodnoty osvětlení až na 1350 lx. To je hodnota, která již může vyvolávat pocit oslnění a zrakové nepohody, ovšem je možno se proti tomuto stavu bránit zatažením závěsů v oknech.

Místnost sociálního zařízení je vybavena velice malým oknem, které téměř nepropouští světlo a je zde pravděpodobně pouze pro větrací účely. Vzhledem k těmto okolnostem byly veškeré hodnoty měřené bez nasvícení rovny 0. Při nasvícení pak shodně 172 lx. Tato hodnota vyhovuje požadavkům výše zmíněné normy, jelikož je oproti normě snížena o přípustných 15%.

Hnojné chodby (pravá - 12 lx a levá 15 lx) v nočním režimu práce hrubě nesplňují minimální předepsanou mez, která je pro uličky s obsluhou stanovena na 150lx. V denním režimu při difúzním světle jsou naopak hodnoty velice dobré (165 lx a 150 lx). Za denního režimu při slunečném dnu jsou 210 lx respektive 215 lx a to je také velice dobrý výsledek.

Krmná chodba, na kterou též můžeme nazírat jako na uličku s obsluhou, v nočním pracovním režimu hladinou osvětlení 5 lx taktéž hrubě nesplňuje minimální normou dané požadavky. Za denního provozu při osvětlení difúzním světlem je tato hodnota zvýšena na 50 lx, avšak i tento údaj je hluboko pod požadovanou hodnotou. Při slunečném dni dochází k dalšímu posunu až na hodnotu 60 lx. Ani toto číslo však není vyhovující a tudíž se o krmné chodbě objektu v Oldřichově nechá říci, že nesplňuje minimální stanovené požadavky ani v jednom z pozorovaných světelných režimů.

Přípravná krmiv (šrotu) je další slabinou objektu v Oldřichově. Při nočním provozu byla naměřena hodnota 32 lx. Při denním měření za osvitu difúzním světlem byla tato hodnota snížena na pouhých 10 lx. Za slunečného dne došlo opět k nárůstu na 32 lx, avšak žádná z těchto hodnot není pro daný prostor přijatelná, neboť norma stanovuje osvětlení 200 lx.

Posledním sledovaným místem byla mléčnice. Za nočního provozu a tudíž při rozsvíceném osvětlení bylo naměřeno 170 lx, což je akceptovatelná hodnota. Za denního provozu došlo ke snížení této hodnoty na 101 lx a při slunečném dni na 115 lx. Pro místnost mléčnice určuje výše zmíněná norma hodnotu 200 lx.

Na závěr je třeba říci, že budova v Oldřichově vyžaduje zvýšenou péči o osvětlovací zařízení zejména v prostorech krmné chodby a to za všech světelných režimů. Dále by bylo vhodné zajistit kvalitnější osvětlení hnojných chodeb za nočního provozu, přípravný krmiv za všech světelných režimů a prostor mléčnice za obou denních režimů. Výsledkem by byla vyšší zraková pohoda pracovníků a snížené riziko pracovního úrazu, které je v některých částech objektu vlivem špatného osvětlení poměrně vysoké.

5.2. Velké Nepodřice

Šatna ve Velkých Nepodřicích za nočního provozu vykazovala nedostatečných 91 lx. Při denním provozu za difúzního světla došlo k dalšímu poklesu hodnoty osvětlení a to až na 80 lx. Za slunečného dne naopak došlo k navýšení této hodnoty na 175 lx, což už je hodnota normou ČSN EN 12464 - 1 přípustná.

Místnost sociálního zařízení byla stejně jako v předchozím případě vybavena pouze malým oknem a proto zde docházelo k naprosto minimálnímu průniku přírodního světla. Při zhasnutém osvětlení zde bylo naměřeno 0 lx, při rozsvíceném osvětlení pak 180 lx, což je hodnota přijatelná.

Pravá hnojná chodba vykazovala za rozdílných podmínek velmi rozdílné hodnoty. Zatímco v nočním provozu bylo naměřeno pouhých 15 lx a tedy hodnota hluboko pod přípustnou mezí, došlo za dne s difúzním osvětlením k nárůstu na hodnotu 230 lx a to je plně v souladu s výše uvedenou normou. Za slunečného dne zde byl naměřen další výrazný posun až na hodnotu 720 lx. Extrémní nevyrovnanosti hladiny osvětlení v této chodbě by bylo vhodné věnovat pozornost a parametry upravit.

V prostorech pravé krmné chodby byla za nočního provozu naměřena hodnota 8 lx a tento výsledek je silně nedostatečný. Za denního provozu při osvitu difúzním světlem došlo ke zvýšení hodnoty na 55 lx. Tato hodnota je z hlediska výše jmenované normy dostatečná pro prostory stájí hospodářských zvířat, avšak pohlédneme-li na tento prostor jako na uličku s obsluhou, pro níž je vyžadováno min. 150 lx, je toto číslo nedostatečné. Za slunečného dne došlo k dalšímu nárůstu hodnoty osvětlení a to na 101 lx. Ani toto však není dostačující údaj.

Prostřední hnojná chodba vykazovalo v nočním provozu nedostatečných 15 lx. Při denním provozu s difúzním osvětlením bylo naopak naměřeno velmi dobrých 155 lx. Za slunečného dne byl patrný další posun a to až na vynikající hodnotu 450 lx.

Levá krmná chodba vykazovala za nočního provozu vůbec nejhorší světelné podmínky z celého objektu. Průměrná hodnota v těchto místech nepřekročila 5 lx. Za dne s difúzním světlem však dochází k prudkému nárůstu hladiny osvětlení až na hodnotu 135 lx, což už číslo poměrně blízké spodní hranici tolerance příslušné normy. Ve slunečných dnech dosahuje hladina osvětlení až 510 lx, kterým již není co vytýkat.

Levá hnojná chodba dosáhla při nočním provozu taktéž hrubě neuspokojivého výsledku a to pouhých 12 lx. Toto svědčí o naprosto nevhodně zvoleném rozmístění svítidel a jejich výkonových parametřů. Chodba totiž není sama o sobě tmavá a za difúzního okolního světla vykazuje velice kvalitních 240 lx, za slunečného dne dokonce 343 lx.

Prostor přípravný krmiv ve Velkých Nepodřicích je vybaven přiměřeně velkým oknem. Toto však bylo v době měření silně znečištěno a vlivem toho docházelo pouze k mírnému propouštění okolního světla. Výsledkem byla potřeba neustálého svícení ve všech sledovaných světelných režimech. V nočním provozu a za osvitu difúzním světlem bylo naměřeno nevyhovujících 55 lx, za slunečného pak mírně vyšších, avšak taktéž nevyhovujících 75 lx.

Mléčnice vykazovala za nočního provozu nedostatečných 35 lx. Mírné zlepšení bylo zřetelné za osvitu difúzním světlem, avšak ani 55 lx není pro tento prostor dostatečný. Mírný posun na 72 lx za slunečného dne rovněž nesplňuje minimální požadovanou úroveň osvětlení.

Budova ve Velkých Nepodřicích vyžaduje zvýšenou péči a to zejména a v částech s extrémními rozdíly v hladinách osvětlení za různých režimů provozu. Dále pak obecně zkvalitnění světelných podmínek v prostorech s trvale nízkou hladinou osvětlení.

5.3. Dobe

Šatna v objektu v Dobe vykazovala při nočním měření hodnotu 90 lx, což nelze akceptovat jako vyhovující. Avšak za denního měření při difúzním osvětlení došlo k nárůstu na 600 lx a to již je hodnota velice dobrá. Při slunečném dnu pak byl zaznamenán nárůst až na 780 lx.

Místnost se sociálním zařízením byla vybavena stejně jako v předchozích případech pouze malým oknem a tudíž bylo při užití nutno svítit v každém z sledovaných provozních režimů. Hodnoty se od sebe téměř nelišily a bylo naměřeno 230 lx, 232 lx respektive 236 lx. Všechny tyto údaje jsou velmi dobré a plně vyhovují požadavkům výše citované normy.

Hnojná chodba vykazovala při nočním provozu nedostatečných 42 lx, ale bude vyžadovat pozornost i za denních podmínek, kdy bylo měřením zjištěn pokles na pouhých 20 lx za difúzního osvětlení a poté mírný nárůst na 70 lx za slunečného dne. Tyto hodnoty nejsou v žádném případě akceptovatelné a výrazně zvyšují riziko vzniku pracovního úrazu obsluhy.

V levé krmné chodbě bylo v průběhu měření za nočního provozu dosahováno přibližně 49 lx a to k naplnění minimálních normou daných požadavků nestačí. Za difúzního světla ovšem došlo k výraznému nárůstu na 175 lx a to už je přijatelný výsledek. Navíc by bylo možno dosáhnout dalšího zlepšení očištěním oken. Při slunečném dni tytéž prostory zaznamenaly výborných 435 lx.

Pravá krmná chodba ovšem zaznamenala výrazně horších hodnot, zřejmě kvůli expozici objektu. V nočním provozu bylo naměřeno pouhých 31 lx a k výraznému zlepšení nedošlo ani za denních režimů. Při difúzním světle 53 lx a za slunečného dne pak 90 lx, což jsou hodnoty hluboko pod minimálními požadavky.

Přípravná krmiv zaznamenala za nočního provozu vůbec nejhorší dosažený výsledek z celého objektu. Naměřeno bylo pouhých 6 lx. Instalované svítidlo má pro daný úkol evidentně hrubě nedostatečný světelný výkon. Za difúzního světla bylo zjištěno přijatelných 232 lx a při slunečném dni pak až 288 lx. Kromě nočního režimu je tedy přípravná krmiv vyhovující.

Mléčnice v hospodářském objektu Dobe vybavena středně velkým oknem, které však bylo v době měření pokryto nečistotami. V mléčnici bylo trvale puštěno osvětlení a změny okolních světelných podmínek se v tomto prostoru vyznačovali pouze mírnými změnami. Za nočního provozu tak bylo naměřeno 105 lx, za difúzního světla 112 lx a konečně za slunečného dne 121 lx. Ačkoliv jsou tyto hodnoty velmi vyrovnané, nesplňují minimální požadavky. Je zde však poměrně snadná možnost nápravy pouhým očištěním okna a případně instalací mírně výkonnějšího světelného zdroje.

Závěrem se nechá říci, že tento objekt, až na některé výjimky nemá vážnější nedostatky. Opatření která by zde zajistila téměř 100% plnění minimálních požadavků by ani nebyla příliš finančně náročná.

5.4. Kestřany

Šatna v Kestřanech za nočního provozu vykazovala pouhých 80 lx. Při denním provozu za difúzního světla došlo k dalšímu poklesu hodnoty osvětlení a to až na 66 lx. Za slunečného dne došlo k mírnému zvýšení této hodnoty na 74 lx, což ale také není přípustná hodnota.

Místnost sociálního zařízení byla stejně jako v předchozích případech vybavena pouze malým oknem a proto zde docházelo k naprosto minimálnímu průniku přírodního světla. Při zhasnutém osvětlení zde bylo naměřeno 0 lx, při rozsvíceném osvětlení pak hodnoty kolísaly okolo 140 lx a to již není příliš dobrý výsledek. Vzhledem k povaze místnosti je však akceptovatelný.

Pravá hnojná chodba vykazovala za rozdílných podmínek velmi rozdílné hodnoty. Zatímco v nočním provozu bylo naměřeno pouhých 36 lx a tedy hodnota hluboko pod přípustnou mezí, došlo za dne s difúzním osvětlením k nárůstu na hodnotu 173 lx a to je téměř v souladu s výše uvedenou normou. Za slunečného dne zde byl naměřen další výrazný posun až na hodnotu 322 lx. Extrémní nevyrovnanosti hladiny osvětlení v této chodbě by bylo vhodné věnovat pozornost a parametry upravit.

V prostorech pravé krmné chodby byla za nočního provozu naměřena hodnota 12 lx a tento výsledek je silně nedostatečný. Za denního provozu při osvitu difúzním světlem došlo ke zvýšení hodnoty na 62 lx avšak ni toto číslo není vyhovující. Za slunečného dne došlo k dalšímu nárůstu hodnoty osvětlení a to na vynikajících 275 lx. Toto číslo jako jediné ze tří pozorovaných světelných režimů splňuje minimální požadavky.

Prostřední hnojná chodba vykazovalo v nočním provozu nedostatečných 43 lx. Při denním provozu s difúzním osvětlením bylo naměřeno mírné zvýšení na taktéž nedostatečných 121 lx. Za slunečného dne byl zřejmý další posun a to až na velmi dobrých 330 lx.

Levá krmná chodba vykazovala za nočního provozu špatné výsledky jež v průměru nepřekročili 15 lx. Ani za dne s difúzním světlem však nedochází k výraznému nárůstu hladiny osvětlení. Průměrná hodnota byla pouhých 28 lx. Obě tyto hodnoty je nutno považovat za hrubě nedostačující. Ve slunečných dnech dosahuje hladina osvětlení až 177 lx, což je možno uznat jako spodní hranici tolerance příslušné normy.

Levá hnojná chodba dosáhla při nočním provozu taktéž hrubě neuspokojivého výsledku a to pouhých 13 lx. Toto svědčí o naprosto nevhodně zvoleném rozmístění svítidel a jejich výkonových parametřů. Chodba však trpí zejména nízkou hygienou okolních oken a tak i při difúzním osvětlení vykazuje pouhých 118 lx. Za slunečného dne však až 630 lx.

Prostor přípravný krmiv je vybaven přiměřeně velkým oknem. Toto však bylo v době měření silně znečištěno a vlivem toho docházelo pouze k mírnému propouštění okolního světla. Výsledkem byla potřeba neustálého svícení ve všech sledovaných světelných režimech. V nočním provozu a za osvitu difúzním světlem bylo naměřeno nevyhovujících 44 lx respektive 52 lx, za slunečného pak mírně vyšších, avšak taktéž nevyhovujících 80 lx.

Mléčnice vykazovala za nočního provozu nedostatečných 25 lx. Mírné zlepšení bylo zřetelné za osvitu difúzním světlem, avšak ani 45 lx není pro tento prostor přijatelný výsledek. Posun na 100 lx za slunečného dne rovněž nesplňuje minimální požadovanou úroveň osvětlení.

Budova v Kestřanech trpí stejnými potížemi, jako téměř totožný objekt ve Velkých Nepodřicích. To jsou zejména velké rozdíly v hladinách osvětlení za různých režimů provozu a pak také obecné zkvalitnění světelných podmínek v prostorech s trvale nízkou hladinou osvětlení.

6. Závěr

Hlavním záměrem této práce bylo posoudit úroveň a kvalitu osvětlení ve vybraném zemědělském podniku, jímž bylo ZOD Máj Kestřany. Cílem bylo posoudit naměřené údaje s platnou legislativou a zjistit tak, zda podmínky v jednotlivých provozech skutečně odpovídají minimálním zákonem daných požadavků.

Po vyhodnocení se však ukázalo, že výrazný počet z prověřovaných prostor minimální míry osvětlení hrubě nesplňuje. Na vině bylo zejména výrazné znečištění instalovaných svítidel, znečištění oken a nahrazování rozbitých oken neprůsvitnými materiály. Je tedy zřejmé, že se nejedná o problémy, jejichž řešení by bylo nějak mimořádně nákladné, avšak je nutno k nim přistoupit aktivně. Teprve po odstranění těchto nedostatků by bylo vhodné provést další měření a na základě jeho výsledků optimalizovat rozložení a počet svítidel. Pokud by však ani toto nepřineslo alespoň znatelné zlepšení světelných podmínek, a to zejména v prostorech, jejichž osvětlenost byla kriticky nízká, bylo by nutné uvažovat o radikálnějších zásazích do osvětlovací soustavy budov. Je však otázkou, zda-li by případné stavební úpravy, jež budou zajisté mimořádně nákladné, dokázaly přinést takovou míru zlepšení, aby vedla ke snížení nákladů za osvětlení a tudíž i k postupnému splacení prvotní investice.

Seznam použité literatury

- 1) Habel, J.: Osvětlování, 1. vydání ČVUT, Praha 1991.
- 2) Habel, J.: Světelná technika, 1. vydání ČVUT, Praha 1990.
- 3) Hutla, J.: Osvětlování v zemědělství, Praha, ÚZPI 1998.
- 4) Chalupský, L.: Světlo a svítidla, SNTL, Praha 1981.
- 5) Chalupský, L.: 100x o umělém osvětlení, ROH, Praha 1969.
- 6) ČSN 36 0011-1. Měření osvětlení vnitřních prostorů. Část 1: Základní ustanovení. 1996.
- 7) ČSN 36 0011-2. Měření osvětlení vnitřních prostorů. Část 2: Měření umělého osvětlení. 1996.
- 8) ČSN 36 0011-3. Měření osvětlení vnitřních prostorů. Část 3: Měření umělého osvětlení. 1996.
- 9) ČSN 36 0020-1. Sdružené osvětlení. Část 1: Základní požadavky
- 10) ČSN 36 0450. Umělé osvětlení vnitřních prostorů. 1986.
- 11) ČSN 73 0580. Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky.

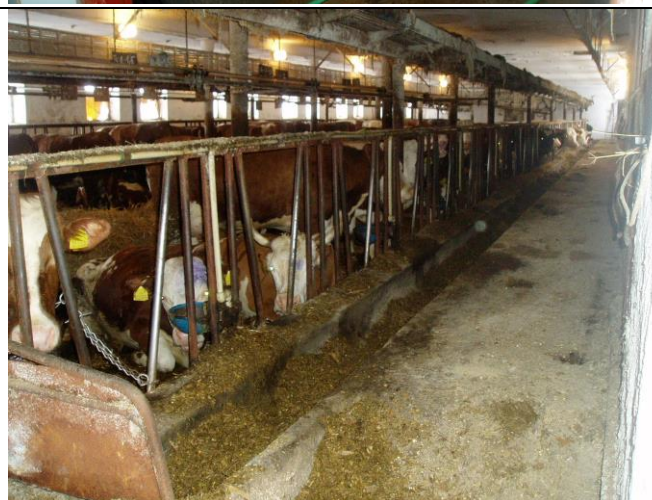
Příloha - fotografie



Tab.č.1. - Fotografie z budovy v Oldřichovč.



Tab.č.2. - Fotografie z budovy ve Velkých Nepodřicích.



Tab.č.3. - Fotografie z objektu v Dobevi.



Tab.č.4. - Fotografie z objektu v Kestřanech