



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

NÁVRH OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY STOLAŘSKÉ DÍLNY

DESIGN OF THE LIGHTING SYSTEM IN THE JOINERY WORKSHOP

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Přemysl Ševčík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Škoda, Ph.D.

BRNO 2023



Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Přemysl Ševčík

ID: 230433

Ročník: 3

Akademický rok: 2022/23

NÁZEV TÉMATU:

Návrh osvětlovací soustavy stolařské dílny

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Zhodnoďte stávající stav osvětlení.
2. Navrhněte novou osvětlovací soustavu.
3. Zhodnoďte nový stav osvětlení.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

doporučená literatura podle pokynů vedoucího závěrečné práce

Termín zadání: 6.2.2023

Termín odevzdání: 29.5.2023

Vedoucí práce: Ing. Jan Škoda, Ph.D.

prof. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na zhodnocení stávající osvětlovací soustavy v dílně a vytvoření modelu nové osvětlovací soustavy. V teoretické části jsou rozebrány sledované parametry osvětlovacích soustav a měření osvětlenosti. Praktická část se věnuje zhodnocením stávající osvětlovací soustavy na základě provedeného měření. Dále je vytvořen model nového osvětlení dílny, tak aby práce byla z hlediska osvětlenosti příjemná a hospodárná. K novému osvětlení je vytvořen i ekonomický návrh, který porovnává stávající a novou osvětlovací soustavu.

Klíčová slova

Osvětlovací soustava, osvětlení, měření osvětlenosti, návrh osvětlení, stolařská dílna, světlo

Abstract

The bachelor thesis deals with evaluation of current lighting system in workshop and creation a new model of lighting system. In the theoretical part, the thesis deals with lighting parameters of lighting system. Practical part is dedicated to evaluation of current lighting system that is based on performed measurement. Further the new model of lighting system is created so that the work in workshop would be pleasant and economical. An economical proposal is created for the new lighting, which is compared with the current lighting system.

Keywords

Lighting system, model of lighting, lighting measurement, workshop, light

Bibliografická citace

ŠEVČÍK, Přemysl. *Návrh osvětlovací soustavy stolařské dílny*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/151359>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Jan Škoda.

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení studenta:	<i>Přemysl Ševčík</i>
VUT ID studenta:	230433
Typ práce:	<i>Bakalářská práce</i>
Akademický rok:	2022/23
Téma závěrečné práce:	<i>Návrh osvětlovací soustavy stolařské dílny</i>

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: 7. června 2023

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Janu Škodovi, Ph.D. za odborné vedení, rady a připomínky, které mi při zpracování bakalářské práce ochotně poskytl.

V Brně dne: 7. června 2023

podpis autora

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	9
SEZNAM TABULEK	10
ÚVOD	11
1. TEORETICKÁ ČÁST	12
1.1 SVĚTELNÉ VELIČINY	12
1.2 MĚŘENÍ OSVĚTLENOSTI.....	12
1.2.1 <i>Luxmetry.....</i>	<i>12</i>
1.2.2 <i>Měření osvětlenosti</i>	<i>13</i>
1.2.3 <i>Faktory ovlivňující měření</i>	<i>13</i>
1.3 PARAMETRY SVÍTIDEL A SVĚTELNÝCH ZDROJŮ	13
1.4 POŽADAVKY NA OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVU	14
1.4.1 <i>Udržovací činitel.....</i>	<i>15</i>
2. SOUČASNÝ STAV OSVĚTLENÍ DÍLNY	16
2.1 MĚŘENÍ A MODEL STÁVAJÍCÍHO OSVĚTLENÍ.....	20
2.1.1 <i>Porovnání naměřených a vymodelovaných hodnot</i>	<i>21</i>
2.1.2 <i>Model intenzity osvětlení pracovních ploch</i>	<i>22</i>
2.1.3 <i>Model intenzity osvětlení volných ploch</i>	<i>25</i>
2.2 ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU OSVĚTLENÍ	26
3. NÁVRH NOVÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY.....	27
3.1 PŘEHLED NÁVRHŮ	27
3.2 NÁVRH 1	28
3.3 NÁVRH 2	29
3.4 NÁVRH 3	30
3.5 NÁVRH 4	31
3.6 NÁVRH 5	32
3.7 NÁVRH 6	33
3.8 NÁVRH 7	34
3.9 NÁVRH 8	35
4. VÝSLEDNÝ NÁVRH NOVÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY.....	37
4.1 ZMĚNY OPROTI STÁVAJÍCÍ ELEKTROINSTALACI.....	39
4.2 MODEL NOVÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY	41
4.2.1 <i>Porovnání pracovních ploch stávající a nové osvětlovací soustavy.....</i>	<i>41</i>
4.2.2 <i>Porovnání volných ploch stávající a nové osvětlovací soustavy</i>	<i>44</i>
4.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	45
4.4 ZHODNOCENÍ NOVÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY	46
5. ZÁVĚR.....	47
6. LITERATURA.....	48
PŘÍLOHA 1 – STÁVAJÍCÍ STAV OSVĚTLENÍ	49

Seznam symbolů a zkratek

Zkratky:

FEKT	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
VUT	Vysoké učení technické v Brně
ČSN	Česká technická norma
ČSN-EN	Evropská norma
LED	Light emitting diode

Symboly:

ϕ	Světelný tok	(lm)
Ω	Prostorový úhel	(sr)
I	Svítivost	(cd)
E	Intenzita osvětlení	(lx)
E_m	Udržovaná intenzita osvětlení	(lx)
E_{min}	Minimální intenzita osvětlení	(lx)
E_{max}	Maximální intenzita osvětlení	(lx)
L	Jas	(cd·m ⁻²)
t	čas	(h)
t_z	Životnost světelného zdroje	(h)
P	Příkon	(W)
M_z	Měrný výkon	(lm/W)
λ	Vlnová délka	(mm)
T_c	Teplota chromatičnosti	(K)
R_a	Index podání barev	(-)
U_0	Rovnoměrnost	(-)
R_{UGL}	Index oslnění	(-)
z	Udržovací činitel	(-)
S	Plocha	(m ²)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2-1 Půdorys dílny s rozmístěním pracovních ploch.....	17
Obrázek 2-2 Stávající rozmístění svítidel	18
Obrázek 2-3 3D model dílny – jasový pohled 1	19
Obrázek 2-4 3D model dílny – jasový pohled 2	20
Obrázek 2-5 Model stávajícího osvětlení v programu Relux.....	21
Obrázek 2-6 Naměřené hodnoty	21
Obrázek 2-7 Posuvná pila stávající stav.....	22
Obrázek 2-8 Pracovní stůl s vrtačkou stávající stav	22
Obrázek 2-9 Frézka stávající stav	23
Obrázek 2-10 Hoblovačka stávající stav	23
Obrázek 2-11 Pracovní stůl stávající stav	24
Obrázek 2-12 Pásová bruska stávající stav	24
Obrázek 2-13 Velká část dílny stávající stav	25
Obrázek 2-14 Malá část dílny stávající stav	25
Obrázek 2-15 Měření spektrometrem na posuvné pile	26
Obrázek 2-16 Měření spektrometrem na pracovním stole	26
Obrázek 3-1 Modus PL14000 [3]	28
Obrázek 3-2 Návrh 1 - intenzita osvětlení.....	28
Obrázek 3-3 Návrh 2 - intenzita osvětlení.....	29
Obrázek 3-4 Trevos Futura 2.5ft [4]	30
Obrázek 3-5 Návrh 3 - intenzita osvětlení.....	31
Obrázek 3-6 Návrh 4 - intenzita osvětlení.....	32
Obrázek 3-7 Návrh 5 - intenzita osvětlení.....	33
Obrázek 3-8 Návrh 6 - intenzita osvětlení.....	34
Obrázek 3-9 Modus Megal W4M4V1 [5].....	34
Obrázek 3-10 Návrh 7 - intenzita osvětlení.....	35
Obrázek 3-11 Trevos Canopus [6].....	36
Obrázek 3-12 Návrh 8 - intenzita osvětlení.....	36
Obrázek 4-1 Výsledný návrh – intenzita osvětlení	37
Obrázek 4-2 Nový stav – jasový pohled 1	38
Obrázek 4-3 Nový stav – jasový pohled 3	38
Obrázek 4-4 Změny osvětlení – nový stav	40
Obrázek 4-5 Porovnání frézka	41
Obrázek 4-6 Porovnání posuvná pila	42
Obrázek 4-7 Porovnání pracovní stůl.....	42
Obrázek 4-8 Porovnání hoblovačka	43
Obrázek 4-9 Porovnání pásová bruska.....	43
Obrázek 4-10 Porovnání velká část dílny	44
Obrázek 4-11 Porovnání malá část dílny	44
Obrázek 4-12 Ekonomické porovnání nové a stávající osvětlovací soustavy	46
Obrázek 6-1 Pohled na posuvnou pilu	49
Obrázek 6-2 Pohled od vstupu.....	50
Obrázek 6-3 Pohled na svítidla v malé části dílny.....	50
Obrázek 6-4 Pohled na pracovní stůl	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1-1 Požadavky na osvětlení dle ČSN EN 12464-1 Zpracování dřeva [2]	15
Tabulka 2-1 Stávající svítidla	19
Tabulka 3-1 Soupis návrhů nové osvětlovací soustavy	27
Tabulka 3-2 Návrh 1	29
Tabulka 3-3 Návrh 2	29
Tabulka 3-4 Návrh 3	30
Tabulka 3-5 Návrh 4	31
Tabulka 3-6 Návrh 5	32
Tabulka 3-7 Návrh 6	33
Tabulka 3-8 Návrh 7	35
Tabulka 3-9 Návrh 8	36
Tabulka 4-1 Výsledný návrh – přehled	37
Tabulka 4-2 Nová svítidla	39
Tabulka 4-3 Nový stav – světelné parametry hodnotících ploch	41
Tabulka 4-4 Cenový návrh nové osvětlovací soustavy	45
Tabulka 4-5 Energetická náročnost nové a stávající osvětlovací soustavy	45

ÚVOD

V moderní době se osvětlení stalo neodmyslitelnou součástí každodenního života, proto je na osvětlení a jeho parametry kladen stále větší důraz. V různých oblastech využití jsou na světlo odlišné požadavky, jinak tomu není ani u osvětlování pracovišť, kde dochází k detailní a precizní činnosti.

Aby pracovníci mohli vykonávat svoji práci kvalitně, je vyhovující osvětlení jedním z hlavních parametrů každého pracoviště. Pro dobré pracovní prostředí je nejen potřebná intenzita osvětlení, která snižuje namáhání zraku, ale například i vysoký index podání barev, aby pracovník byl schopný bez problémů rozeznat jednotlivé odstíny barev. Pro jednotlivé druhy pracovišť jsou předepsány normou minimální požadované hodnoty, ze kterých je vycházeno při hodnocení stávajícího osvětlení dílny a tvorbě nového osvětlení. Návrhy nového osvětlení se modelují ve speciálních programech, díky kterým můžeme vybrat nejvhodnější a ekonomicky nejvýhodnější variantu požadovaného osvětlení.

Cílem bakalářské práce je navrhnout takovou osvětlovací soustavu, která bude poskytovat dostatečné světelné parametry, při kterých je práce vykonávána pohodlně, a která bude bezpečná a hospodárná.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Světelné veličiny

Světelný tok ϕ = (lm)

Vyjadřuje schopnost zářivého toku působit na zrakový požitek. Lumen je jednou ze základních veličin charakterizující výkon světelného zdroje [1].

Prostorový úhel Ω = (sr)

Vymezuje část prostoru, který je vymezen obecně definovanou kuželosečkou. Vrchol dané kuželosečky je ve středu zdroje záření a velikost úhlu je shodná s velikostí plochy vytnutou na povrchu jednotkové koule. Prostorový úhel může nabývat maximální hodnoty $\Omega = 4\pi$ sr, znamená to tedy, že je osvětlován celý povrch koule a světelné záření je vyzařováno do všech směrů [1].

Svítivost I = (cd)

Vektorová veličina vyjadřující množství světelného toku ϕ , který je vyzářený světelným zdrojem do prostoru pod úhlem γ . Svítivost světelného zdroje lze graficky znázornit v polárních souřadnicích [1].

Osvětlenost E = (lx, lux)

Nazývaná také jako intenzita osvětlení, udává množství světelného toku dopadajícího na plochu o velikosti A [1].

Jas L = (cd·m⁻²)

Vyjadřuje množství světelného toku ϕ , které vychází nebo se odráží od dané plochy k pozorovateli [1].

1.2 Měření osvětlenosti

1.2.1 Luxmetry

Měřením osvětlenosti lze ověřit, zda v dané osvětlovací soustavě jsou dodrženy veškeré požadavky na osvětlení. Pro měření osvětlenosti jsou nejvhodnější přístroje luxmetry, které se skládají z přijímače v podobě fotoelektrického článku a z indikátoru, který může být digitální nebo analogový. Propoj mezi fotočlánkem a indikátorem je obvykle

proveden delším stíněným kabelem, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků při odečítání z přístroje.

Luxmetry se zařazují celkem do čtyř skupin dle přesnosti měření, kterým odpovídá souhrnná chyba 2, 5, 10 a 20 %. Luxmetry třídy přesnosti 1–2 jsou využívány jako etalony a pro přesná laboratorní měření. Pro běžná provozní měření jsou dostačující luxmetry s třídou přesnosti 3. Luxmetry s třídou přesnosti jsou určeny pouze pro orientační měření. Přesnost luxmetrů se posuzuje podle celkem 11 druhů chyb [1].

1.2.2 Měření osvětlenosti

Pro měření je nutné pokusit se minimalizovat faktory ovlivňující měření. Měřením se kontrolují hodnoty osvětlenosti v pracovních bodech a bodech srovnávací roviny. Ve vnitřních prostorech se měří osvětlenost v síti pravidelných bodů. Výsledkem měření je porovnání průměrné hodnoty osvětlenosti s hodnotami předepsanými [1].

1.2.3 Faktory ovlivňující měření

Pro měření je nutné vyloučit vliv denního světla.

- Nové zářivky a výbojky musí být před měřením provozovány alespoň 100 hodin a žárovky alespoň 10 hodin.
- Před měřením musí být ustálen světelný tok svítidel, průměrná hodnota ustálení se pohybuje kolem 15 min, ale například u výbojových zdrojů může být i delší.
- Teplota ovlivňuje světelný tok světelných zdrojů.
- Jestliže je odchylka napájecího napětí, je nutné zavést korekci [1].

1.3 Parametry svítidel a světelných zdrojů

Příkon $P = (W)$

Příkon svítidla je základním parametrem k určení energetické náročnosti. Příkon svítidla udává odebíraný příkon ze sítě pro světelný zdroj a pro ztráty v zapnutém stavu [1].

Měrný výkon $M_z = (\text{lm/W})$

Je jedním z hlavních parametrů vypovídající o energetické náročnosti svítidla. Teoretická maximální hodnota měrného výkonu je 683 lm/W pro vlnovou délku $\lambda = 555 \text{ nm}$. Měrný výkon je dán poměrem světelného toku ϕ a příkonem světelného zdroje P [1].

Teplota chromatičnosti $T_c = (\text{K})$

Teplota chromatičnosti popisuje barvu vyzařovaného světla. Obvyklé rozmezí pro obvyklé použití je od 2700–6500 K, kdy 2700 K je označována jako teplá bílá, 4000 K je označována jako neutrální bílá a 6500 K je označována jako studená bílá [1].

Životnost světelného zdroje $t_z = (\text{h})$

Doba v hodinách, po kterou je světelný zdroj využitelný. Po uplynutí této doby je světelný zdroj stále funkční, ovšem se značně zhoršenými vlastnostmi, proto se po této době považuje za nepoužitelný [1].

Index podání barev $R_a = (-)$

Index podání barev charakterizuje podání barevného vjemu ze světelného zdroje v porovnání, jaký barevný vjem by vznikl za osvětlení sluncem. Nabývá hodnot 0-100, kde 100 je osvětlení s přirozeným podáním barev např. Slunce [1].

Stupeň krytí IP

Stupeň ochrany se skládá ze dvou číslic, kde první číslice 0-6 udává ochranu zařízení proti vniknutí cizích těles a druhá číslice 0-8 udává ochranu proti vniknutí vody do zařízení. Svítidla do prašných prostor mají stupeň ochrany IP65 nebo IP66 [1].

1.4 Požadavky na osvětlovací soustavu

Požadavky na kvalitní osvětlovací soustavu vycházejí nejen z předepsaných hodnot intenzity osvětlení, ale také ze tří předpokladů a to zrakové pohody, zrakového výkonu a bezpečnosti.

S pojmem zraková pohoda souvisí i rozložení a adaptace jasu, aby nedocházelo k oslnění nebo namáhání zraku je potřeba zohlednit jasy všech povrchů.

Dle normy je možné zvýšit minimální osvětlenost, pokud platí alespoň dvě z níže uvedených podmínek (Tab. 1-1 zahrnuje upravenou osvětlenost) [2]:

- zraková činnost je při práci rozhodující
- chyby se nákladně opravují
- přesnost a vysoká produktivita jsou důležité
- zrakové úkoly jsou malé nebo málo kontrastní
- dlouhá doba vykonávání úkolu
- v místě úkolu je nízký příspěvek denního světla
- zrak u pracovníků je ve zhoršeném stavu

Tabulka 1-1 Požadavky na osvětlení dle ČSN EN 12464-1 Zpracování dřeva [2]

Druh místa zrakového úkonu/činnosti	E_m (lx) upravená	U_o (-)	R_a (-)	R_{UGL} (-)
práce na truhlářské stoličce, lepení, montáž	500	0,60	80	25
broušení, lakování, umělecké truhlářství	1 000	0,70	80	22
práce na dřevoobráběcích strojích, např. soustružení, drážkování, rovinné frézování, spárování, drážkování, řezání, frézování	750	0,60	80	19
výběr dýh	1 000	0,70	90	22
kontrola kvality, zkoušení	1 500	0,70	90	19

1.4.1 Udržovací činitel

Během provozu osvětlovací soustavy dochází ke snižování světelného toku, které je zapříčiněno znečištěním svítidla, stěn a stropů, a dále stárnutí světelného zdroje.

Udržovací činitel je roven poměru průměrné udržované osvětlenosti E_m a průměrné osvětlenosti v novém stavu E_0 .

$$z = \frac{E_m}{E_0} (-)$$

Dílny se zpracováním dřeva jsou považovány jako špinavé prostředí, kde se předpokládá vysoká prašnost a znečištění svítidel. Kontrolní interval udržovacího činitele je stanoven na 1 rok [1].

2. SOUČASNÝ STAV OSVĚTLENÍ DÍLNY

Dílna se nachází v obci Sudoměřice, Chaloupky 198, okres Hodonín. Jedná se o dílnu, kde je jedno hlavní pracoviště o rozloze 73 m², která je pomyslně rozdělena na dvě části a dvě přilehlé místnosti, sklad a kotelnu. Měření a modelování osvětlení je vztaženo pouze na hlavní pracovní prostor, kde se během provozu svítí nepřetržitě. Dílna je v provozu přibližně 30 let.

Charakteristika prostoru

Podlaha dílny je betonová s tmavě šedou barvou, nutno podotknout, že během provozu je zde prašné prostředí ze zpracovávání a upravování dřevěného materiálu.

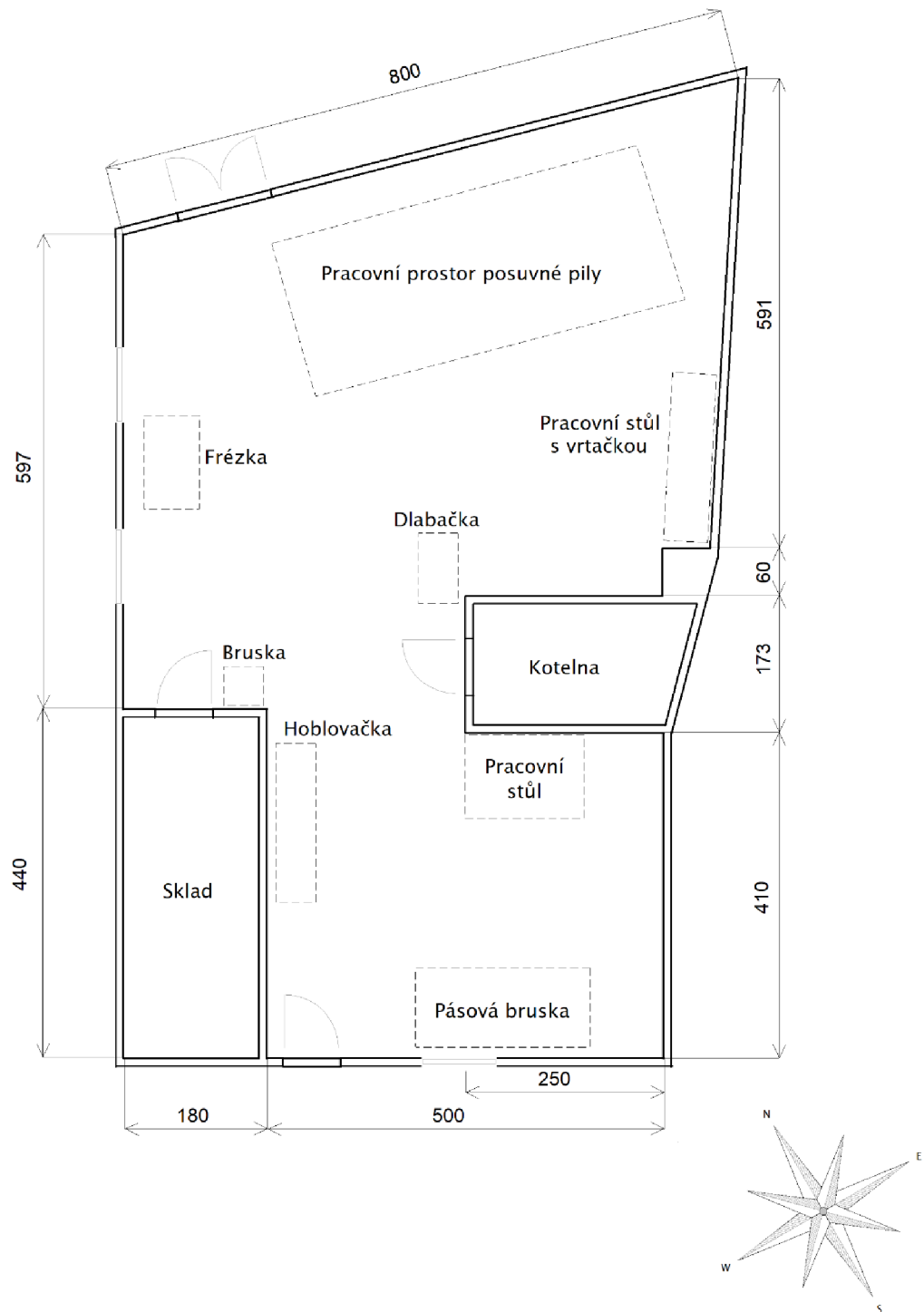
Zdi jsou natřeny bílou barvou, která již není výrazná z dlouhodobého provozu, v dílně jsou celkem tři okna, která jsou poměrně malá a přes den nepropouští dostatečné množství světla pro provoz bez světelných zdrojů.

Strop ve velké pracovní části dílny je vysoký 3,54 m a v malé pracovní části dílny je vysoký 2,38 m. Ve velké části je strop dřevěný s tmavě hnědou barvou. V malé části je betonový s bílou barvou.

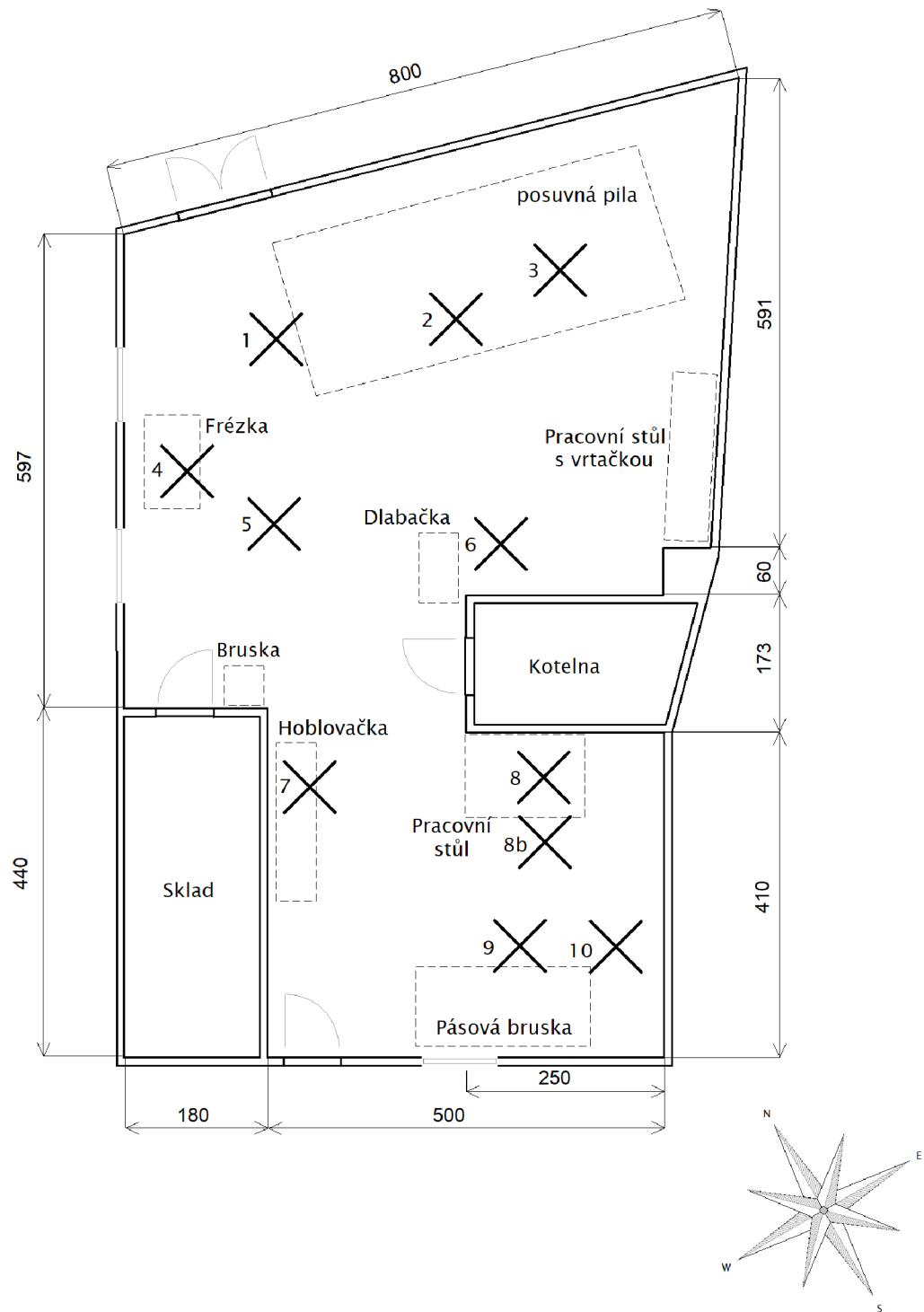
Stávající osvětlovací soustava

Stávající hlavní osvětlení dílny je tvořeno celkem z 11 svítidel, 10 svítidel jsou trubicové zářivky o různém počtu trubic s výkonem 40 wattů a 1 LED svítidlo, které bylo zřejmě doděláno dodatečně nad pracovním stolem s neznámými štítkovými údaji. Některé z trubicových zářivek nemají kryt svítidla.

Součástí některých pracovních stolů je i stolní lampa. Konkrétně u dlabačky, brusky a pracovního stolu s vrtačkou je lampička s klasickou 60 W žárovkou.



Obrázek 2-1 Půdorys dílny s rozmístěním pracovních ploch



Obrázek 2-2 Stávající rozmístění svítidel

Tabulka 2-1 Stávající svítidla

Svítidlo	Druh svítidla	Trubice (W)
1	Trubicová zářivka	4x36
2	Trubicová zářivka	2x36
3	Trubicová zářivka	4x36
4	Trubicová zářivka	2x36
5	Trubicová zářivka	4x36
6	Trubicová zářivka	2x36
7	Trubicová zářivka	2x36
8	Trubicová zářivka	1x36
8b	LED svítidlo	-
9	Trubicová zářivka	1x36
10	Trubicová zářivka	1x36

Stávající stav osvětlení dílny, lze zobrazit pomocí jasového pohledu, ze kterého je patrné, že intenzita osvětlení je vyšší v malé části dílny, to je dáno především nižší výškou stropu.



Obrázek 2-3 3D model dílny – jasový pohled 1



Obrázek 2-4 3D model dílny – jasový pohled 2

2.1 Měření a model stávajícího osvětlení

Měření stávajícího osvětlení:

Datum: 23.10.2022

Čas: 18:00 – 21:00

Podmínky okolí:

Teplota: 17,3 °C

Měřicí přístroje:

Laboratorní fotočlánek PRC Krochman N.o. 051113-2

Luxmetr CRI

Pomocné přístroje a zařízení:

Nástavec pro fotočlánek

Bosch GLM 100C v.č. 404050269

Bosch GLL 3-80P

Metr

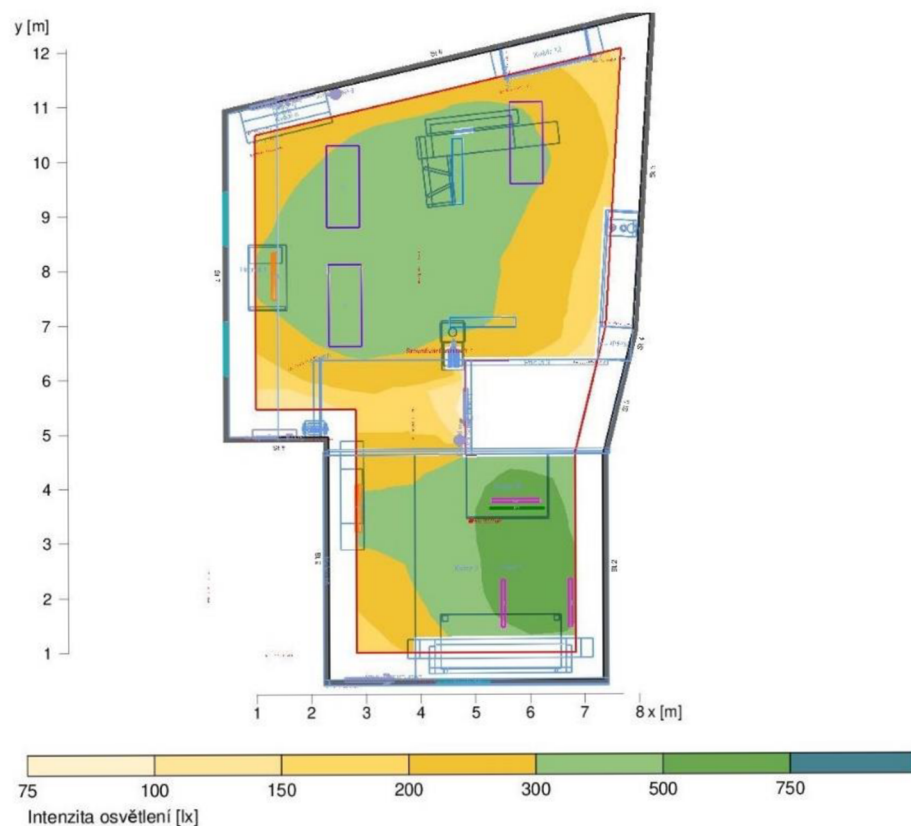
Doplňující údaje k měření:

Před samotným měřením byly zářivky v provozu přibližně 1 h. Měření bylo provedeno na základě normy ČSN 36 0011-1.

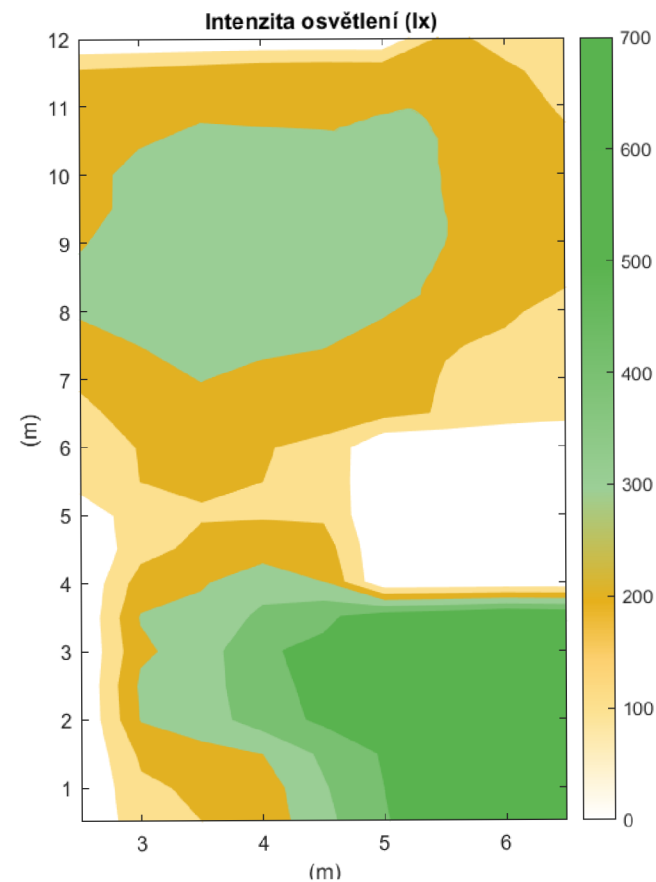
2.1.1 Porovnání naměřených a vymodelovaných hodnot

Výsledky výpočtu, Prostor 1

Pseudobarvy, Srovnávací rovina 1.1 (E)



Obrázek 2-5 Model stávajícího osvětlení v programu Relux



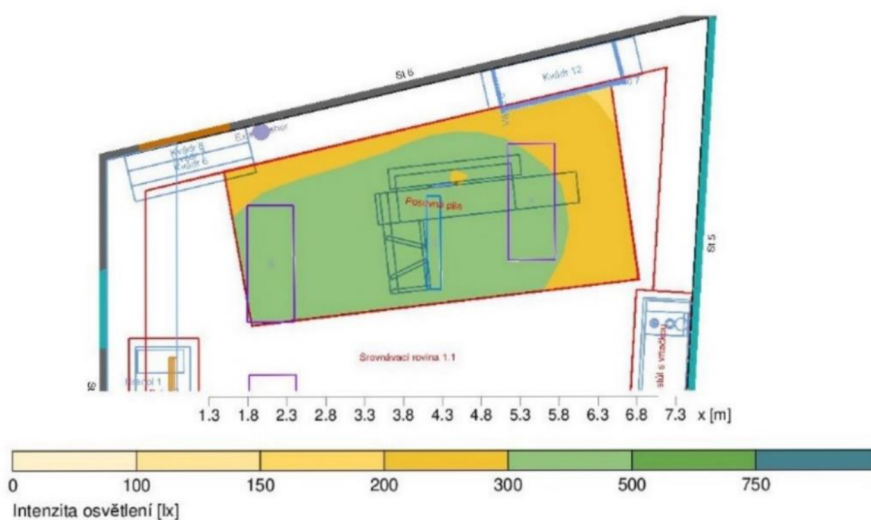
Obrázek 2-6 Naměřené hodnoty

2.1.2 Model intenzity osvětlení pracovních ploch

Pro jednotlivá pracovní místa, byly vytvořeny při modelování pracovní prostory, které pokrývají danou pracovní plochu. Kde se vykonává činnost, a také v jejím blízkém okolí, aby bylo patrné, zda v okolí pracovních ploch nejsou příliš velké rozdíly intenzit osvětlení.

Přehled výsledků, Prostor 1

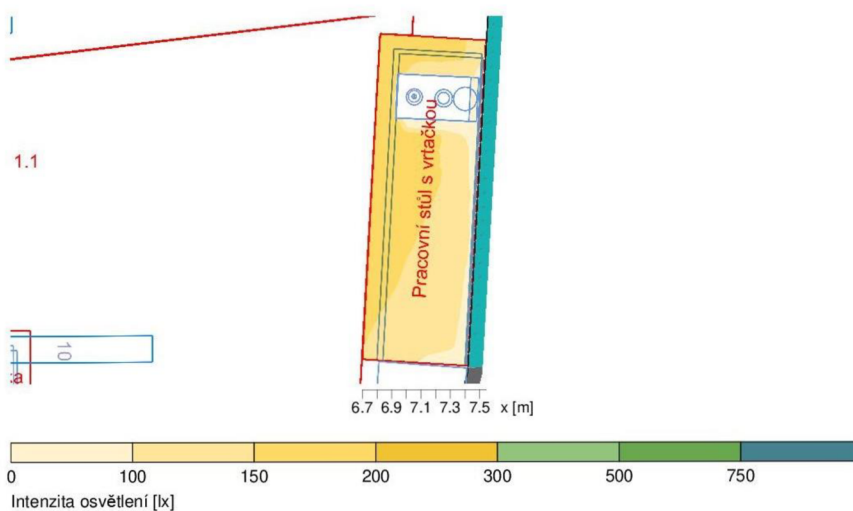
Přehled výsledků, Posuvná pila



Obrázek 2-7 Posuvná pila stávající stav

Přehled výsledků, Prostor 1

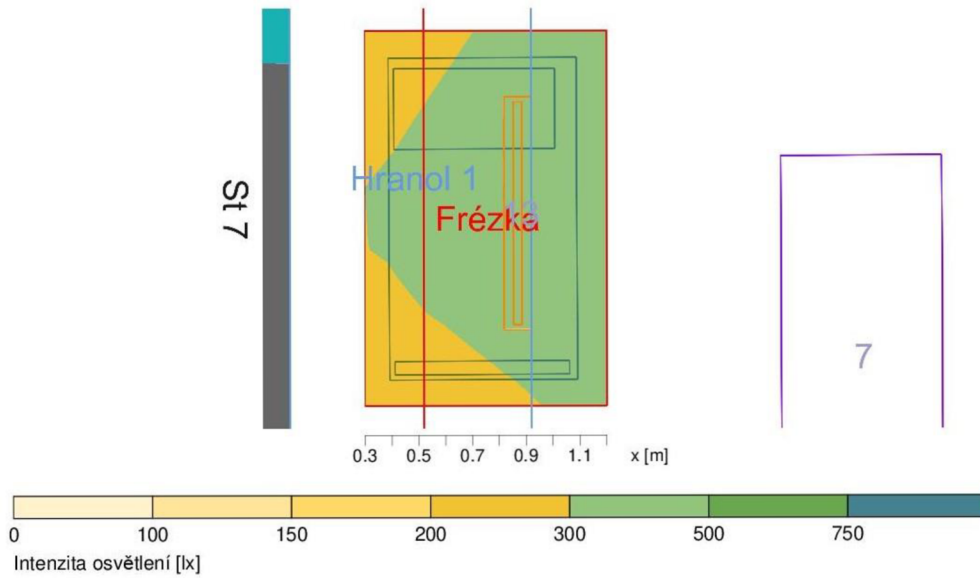
Přehled výsledků, Pracovní stůl s vrtačkou



Obrázek 2-8 Pracovní stůl s vrtačkou stávající stav

Přehled výsledků, Prostor 1

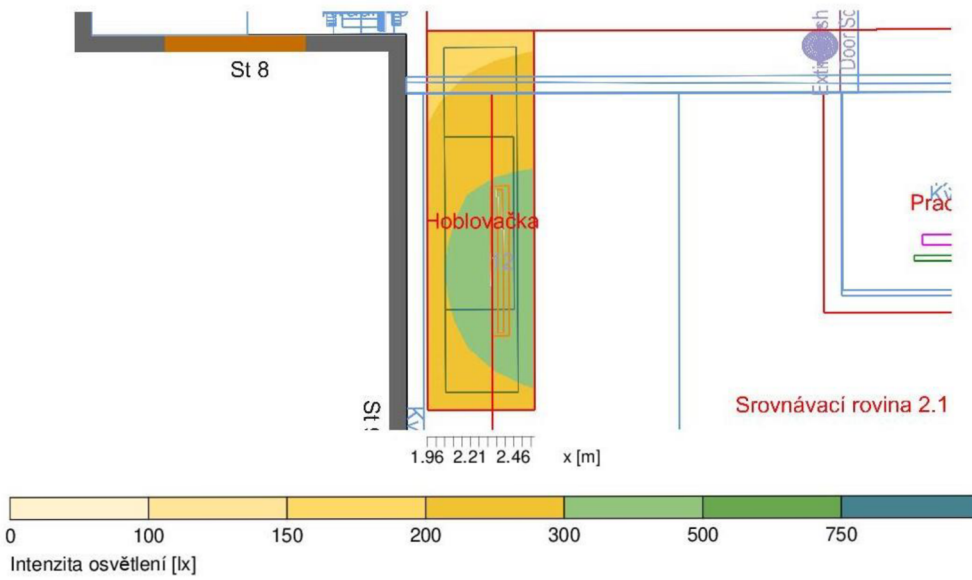
Přehled výsledků, Frézka



Obrázek 2-9 Frézka stávající stav

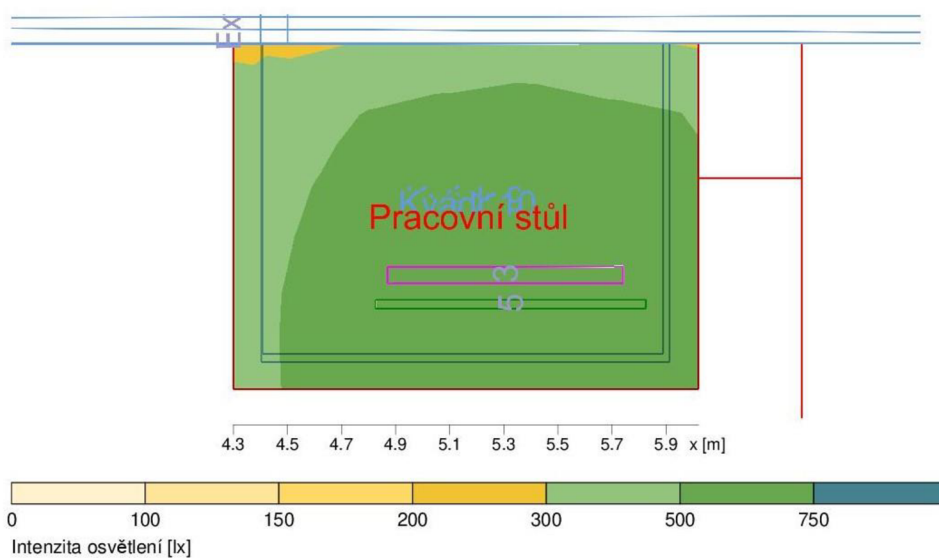
Přehled výsledků, Prostor 1

Přehled výsledků, Hoblovačka



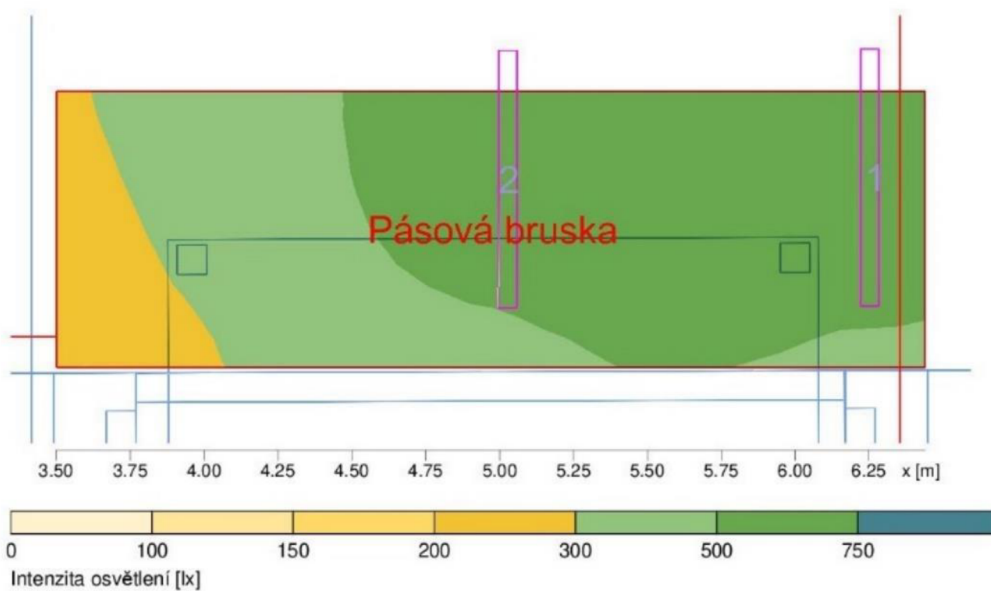
Obrázek 2-10 Hoblovačka stávající stav

Přehled výsledků, Prostor 1
Přehled výsledků, Pracovní stůl



Obrázek 2-11 Pracovní stůl stávající stav

Přehled výsledků, Prostor 1
Přehled výsledků, Pásová bruska

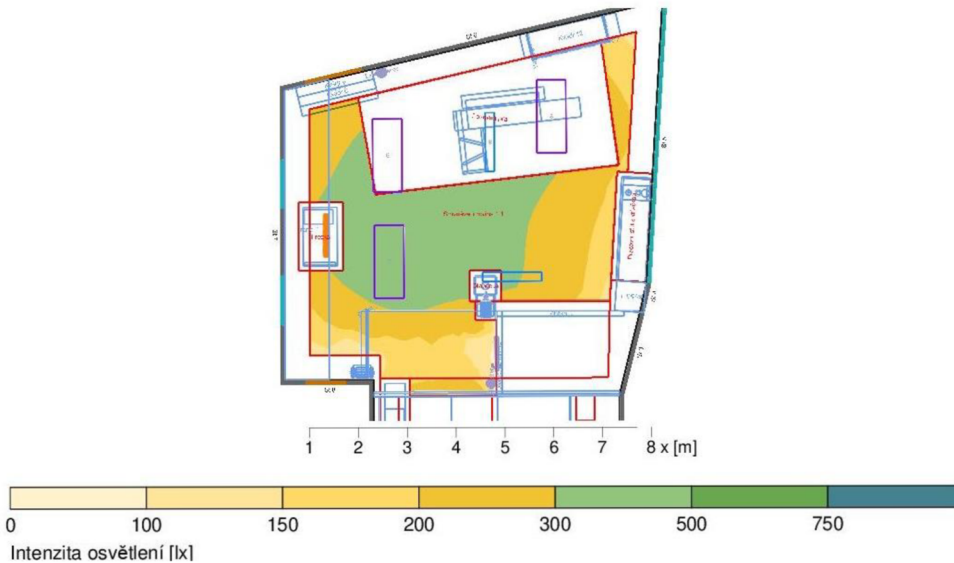


Obrázek 2-12 Pásová bruska stávající stav

2.1.3 Model intenzity osvětlení volných ploch

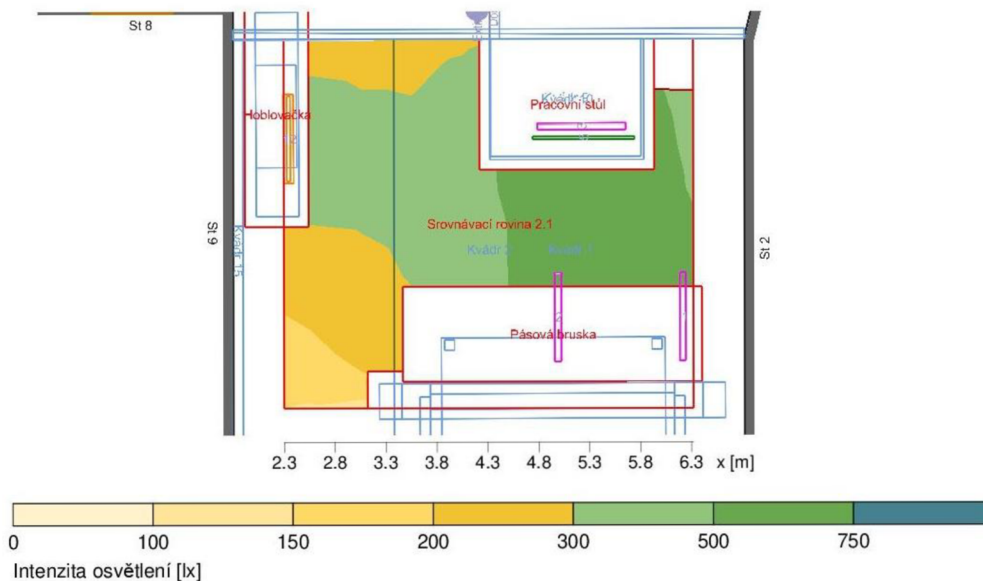
Dílna obsahuje i prostory, které neslouží primárně ke zpracování dřeva, jsou to prostory mezi jednotlivými pracovišti. V těchto prostorách se provádí manipulace s materiálem a výsledné sestavování nábytku, proto bude při návrhu na tyto prostory pohlíženo jako na místa, kde probíhá montáž podle tab. 1-1.

Přehled výsledků, Hodnotící plocha 1

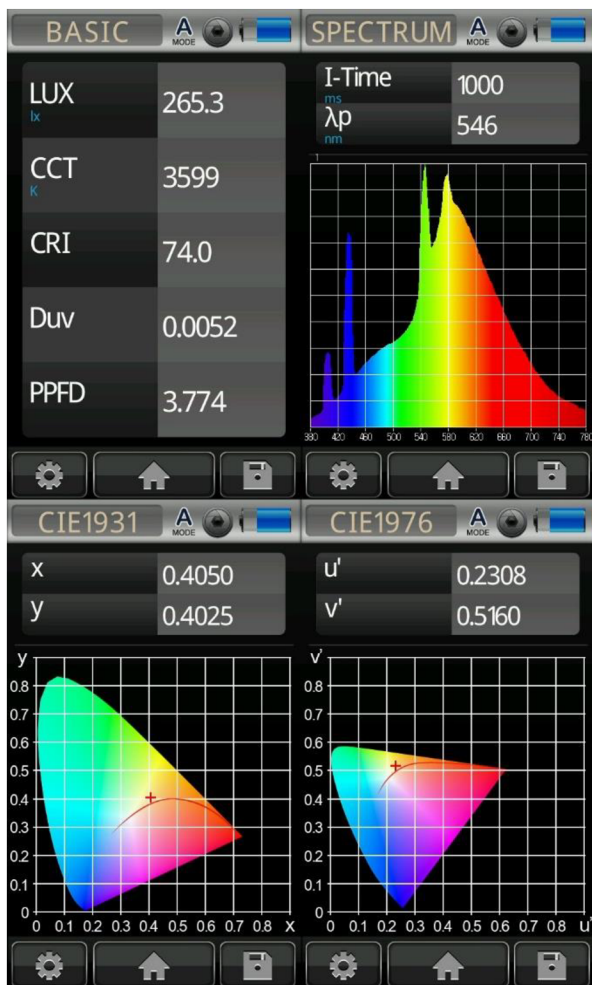


Obrázek 2-13 Velká část dílny stávající stav

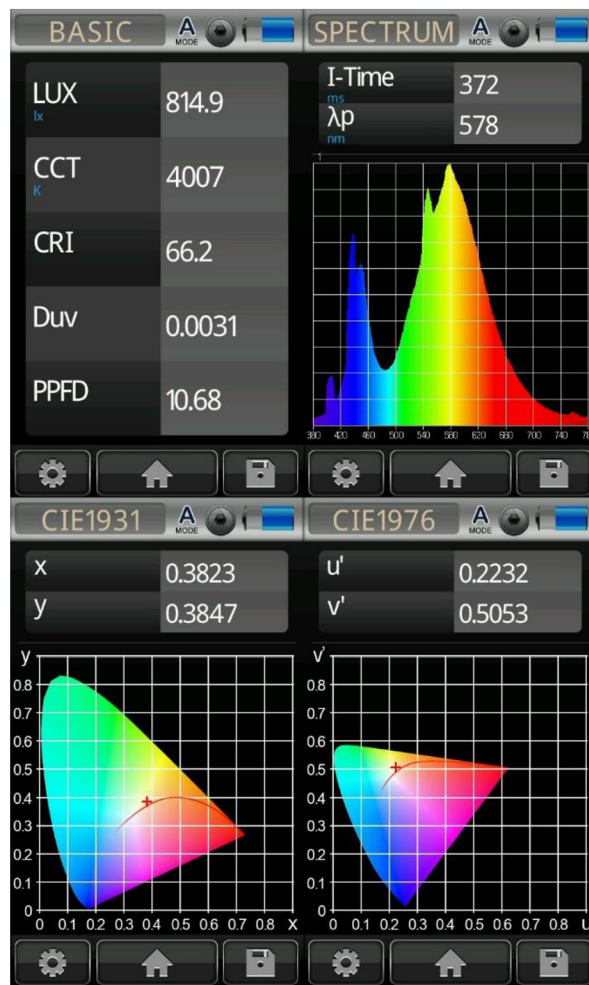
Přehled výsledků, Hodnotící plocha 2



Obrázek 2-14 Malá část dílny stávající stav



Obrázek 2-15 Měření spektrometrem na posuvné pile



Obrázek 2-16 Měření spektrometrem na pracovním stole

2.2 Zhodnocení stávajícího stavu osvětlení

Stávající osvětlovací soustava dílny je nevyhovující z několika parametrů. Především nízká intenzita osvětlení, která je několikanásobně nižší oproti normě. Dalším nevyhovujícím parametrem je nízký index podání barev, který je nad pracovním stolem pouze 66,2 viz. obrázek 2-16. Tento nedostatek může zapříčinit horší rozlišovací schopnosti barev. V každé části dílny je odlišná teplota chromatičnosti osvětlení, to může mít za následek neustálou re-adaptaci zraku pracovníků.

Osvětlovací soustava nevyhovuje požadavkům na zrakovou pohodu a zrakový výkon, z hospodárního hlediska je soustava neefektivní.

3. NÁVRH NOVÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

Návrhy nové osvětlovací soustavy jsou vytvořeny v programu Relux, ve kterém byla vytvořena jednotná hodnotící rovina ve výšce 1,05 m, tak aby zobrazovala intenzitu osvětlení nad všemi pracovními plochami, které jsou výše jak 0,85 m. Tato dodatečně vytvořená rovina slouží pouze k přehlednému porovnání jednotlivých návrhů.

Ve všech návrzích je přidáno svítidlo nad pracovní stůl s vrtačkou, jelikož stávající osvětlovací soustava tuto pracovní část přímo neosvětluje.

3.1 Přehled návrhů

Tabulka 3-1 Soupis návrhů nové osvětlovací soustavy

Návrh	Svítidlo	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
Návrh při zachování stávajícího rozmístění svítidel						
1	Modus PL14000 (95W)	22,7	1 045	104,5	2 940	32 340
2	Modus PL14000 (95W)	22,7	1 140	114,0	2 940	35 280
3	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	21,3	913	91,3	3 741 3 150	37 014
4	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	19,9	875	87,5	3 741 3 150	34 455
Návrh při částečném zachování stávajícího rozmístění						
5	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	18,3	804	80,4	3 741 3 150	31 305
6	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	20,3	946	94,6	3 741 3 150	37 605
Návrh nezávislý na stávajícím rozmístění						
7	Modus Megal W4M4V1 (125W) Modus PL14000 (95W)	17,8	1 010	101,0	10 700 2 940	44 920
8	Trevos Canopus 22000 (125W) Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	19,9	879	87,9	10 500 3 741 3 150	45 414

*1 Výpočet oslnění byl měřen u vybraných pracovišť, v tabulce je uvedeno oslnění u pracovního stolu, které bylo nejvíce proměnné, u ostatních pracovišť oslnění vycházelo velice podobně.

*2 Cena elektřiny byla pro výpočet stanovena na 10 Kč/kWh.

*3 Cena svítidel je bez DPH, ceny jsou buď přímo od výrobce nebo od dodavatele viz následující podkapitoly

3.2 Návrh 1

Návrh využívá v maximálním rozsahu stávající elektroinstalaci, spočívá pouze ve výměně svítidel. Svítidlo bylo zvoleno Modus PL14000.

Parametry Modus PL14000 [3]

Příkon: 95 W

Měrný výkon: 138 lm/W

Světelný tok: 13 100 lm

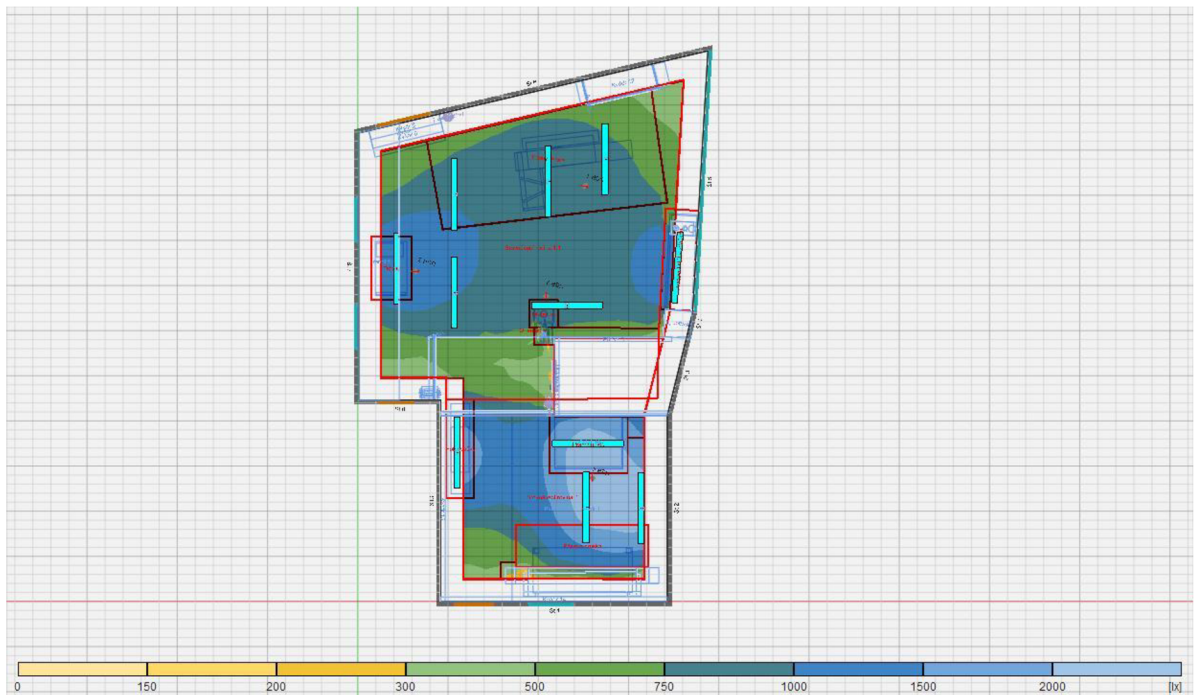
Stupeň krytí: IP65

Doba životnosti: 80 000 h

Cena: 2 940 Kč/kus (bez DPH)



Obrázek 3-1 Modus PL14000 [3]



Obrázek 3-2 Návrh 1 - intenzita osvětlení

Tabulka 3-2 Návrh 1

Návrh	Svítilidlo	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
1	Modus PL14000 (95W)	22,7	1 045	104,5	2 940	32 340

3.3 Návrh 2

Návrh vychází z předešlého návrhu. Využívá svítidla Modus PL14000. Oproti návrhu 1 se odlišuje přidáním svítidla nad pracovní prostor posuvné pily, za docílením vyšší intenzity osvětlení z důvodu hraničních hodnot dle normy.



Obrázek 3-3 Návrh 2 - intenzita osvětlení

Tabulka 3-3 Návrh 2

Návrh	Svítilidlo	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
2	Modus PL14000 (95W)	22,7	1 140	114,0	2 940	35 280

3.4 Návrh 3

Návrh využívá stávající rozmístění světelné elektroinstalace. Svítidlo bylo zvoleno Trevos Futura o dvou různých příkonech. Svítidla s příkonem 104 wattů (růžová svítidla viz. obr. 3-5) jsou umístěna nad pracovní plochu posuvné pily a nad pracovní stůl, kde jsou požadovány vyšší intenzity osvětlení. Svítidla s příkonem 71 wattů (červená svítidla viz. obr. 3-5) jsou umístěna nad pracovními plochami s požadavkem na nižší intenzitu osvětlení.

Parametry Trevos Futura 2.5ft PC Al 16000/840 [4]

Příkon: 104 W
Měrný výkon: 159 lm/W
Světelný tok: 16 500 lm
Stupeň krytí: IP66
Doba životnosti: 50 000 h
Cena: 3 741 Kč/kus (bez DPH)



Obrázek 3-4 Trevos Futura 2.5ft [4]

Parametry Trevos Futura 2.5ft PC Al 11000/840 [4]

Příkon: 71 W
Měrný výkon: 160 lm/W
Světelný tok: 11 330 lm
Stupeň krytí: IP66
Doba životnosti: 50 000 h
Cena: 3 150 Kč/kus (bez DPH)

Tabulka 3-4 Návrh 3

Návrh	Svítidlo	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
3	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	21,3	913	91,3	3 741 3 150	37 014



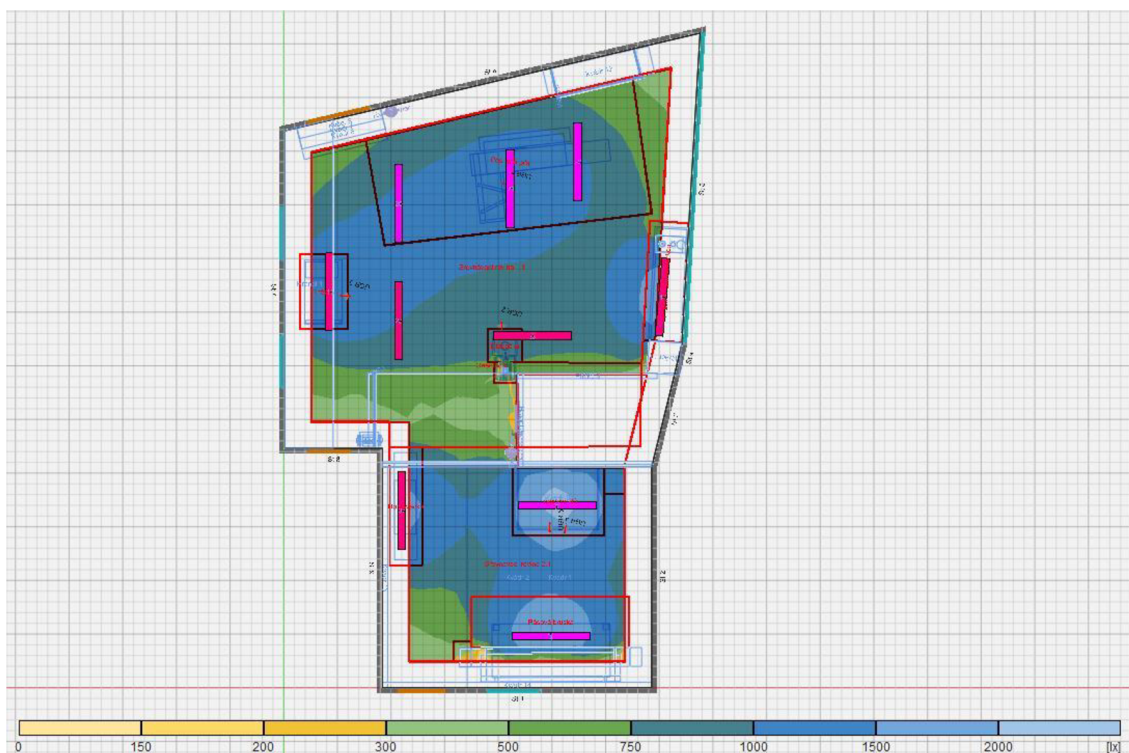
Obrázek 3-5 Návrh 3 - intenzita osvětlení

3.5 Návrh 4

Návrh 4 upravuje předešlý návrh 3 v prostoru nad posuvnou pilou za docílením vyšší rovnoměrnosti. Svítidla nad tímto pracovním stolem jsou zredukována na jedno, které dostatečně osvětluje daný prostor a je pootočeno o 90°. Výsledkem bude dostatečná a rovnoměrná intenzita osvětlení a nižší spotřeba el. energie se zachováním stávající elektroinstalace.

Tabulka 3-5 Návrh 4

Návrh	Svítidlo	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
4	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	19,9	875	87,5	3 741 3 150	34 455



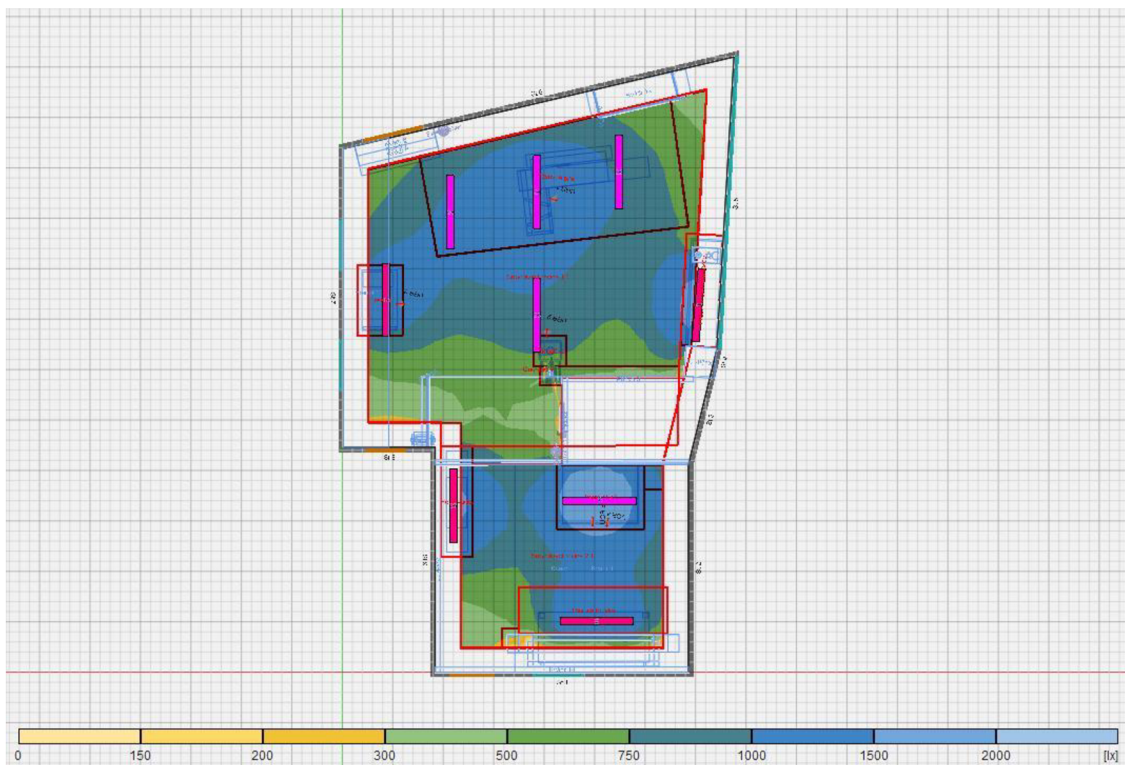
Obrázek 3-6 Návrh 4 - intenzita osvětlení

3.6 Návrh 5

Návrh 5 upravuje předešlé návrhy 3 a 4 do nejvíce ekonomické podoby, kde v malé části dílny jsou svítidla dle návrhu 4. Ve velké části dílny je prostřední svítidlo nad posuvnou pilou posunuto tak, aby vzájemná vzdálenost byla stejná. Další dvě svítidla nad volným prostorem jsou zrušena a nahrazena jedním centrálním svítidlem, které bude v řadě s prostředním svítidlem nad posuvnou pilou. Dále je ve velké části dílny ponechána rezerva pro další dvě svítidla, aby v případě potřeby mohly vzniknout tři řady svítidel.

Tabulka 3-6 Návrh 5

Návrh	Svítidlo	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
5	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	18,3	804	80,4	3 741 3 150	31 305



Obrázek 3-7 Návrh 5 - intenzita osvětlení

3.7 Návrh 6

Návrh 6 využívá ponechanou rezervu z návrhu 5, zaměřuje se na vyšší intenzitu osvětlení a na celkovou rovnoměrnost osvětlení v celém prostoru dílny.

Tabulka 3-7 Návrh 6

Návrh	Svítilno	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
6	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	20,3	946	94,6	3 741 3 150	37 605



Obrázek 3-8 Návrh 6 - intenzita osvětlení

3.8 Návrh 7

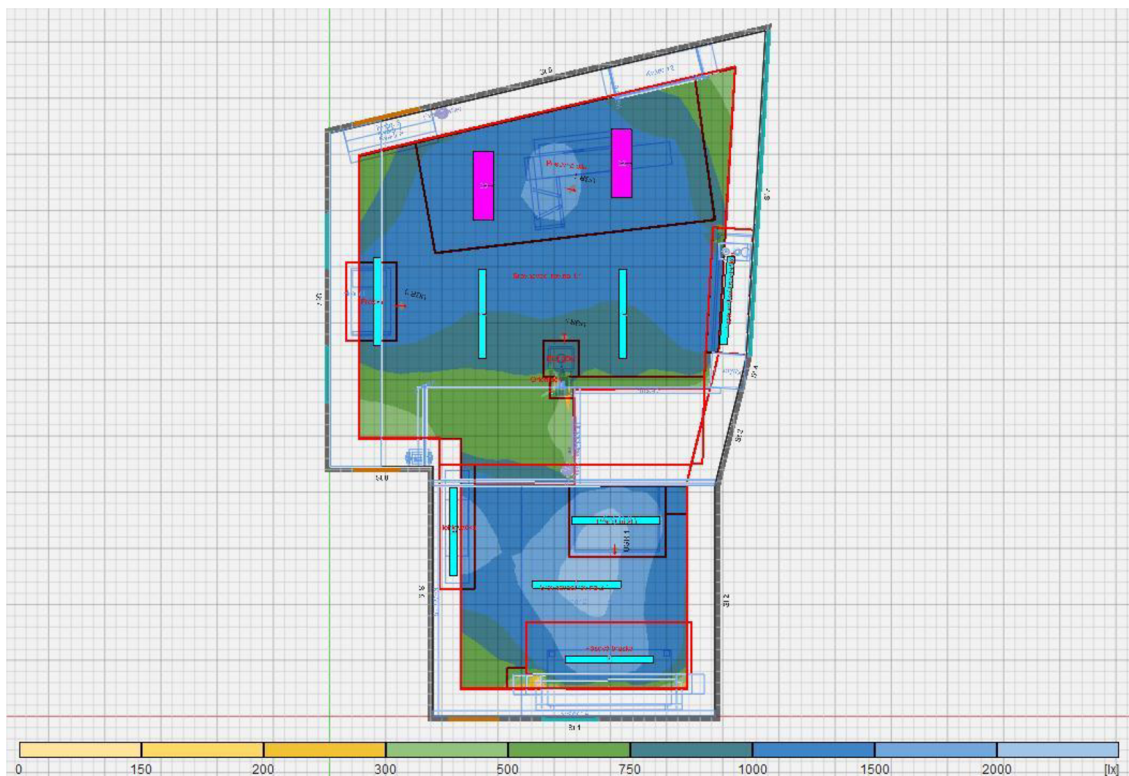
Návrh 7 zahrnuje dva širokozářiče nad pracovním prostorem posuvné pily Modus Megal (růžová svítidla viz obr. 3-9) s vysokým měrným výkonem, společně se svítidly Modul PL14000 (popis viz. návrh 1) jsou vytvořeny dvě řady svítidel ve velké části dílny. V malé části dílny je umístěno centrální svítidlo do středu místnosti a nad každou pracovní plochou, za účelem přisvícení jednotlivých pracovišť dle potřeby.

Parametry Modus Megal W4M4V1 [5]

Příkon: 125 W
Měrný výkon: 164 lm/W
Světelný tok: 20 500 lm
Stupeň krytí: IP65
Doba životnosti: 80 000 h
Cena: 10 700 Kč/kus (bez DPH)



Obrázek 3-9 Modus Megal W4M4V1 [5]



Obrázek 3-10 Návrh 7 - intenzita osvětlení

Tabulka 3-8 Návrh 7

Návrh	Svítilno	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
7	Modus Megal W4M4V1(125W) Modus PL14000 (95W)	17,8	1 010	101,0	10 700 2 940	44 920

3.9 Návrh 8

Návrh 8 je obdobou návrhu 7 s využitím svítidel od výrobce Trevos. Jako obdoba širokozářičů bylo zvoleno LED svítidlo Trevos Canopus (žlutá svítidla viz. obr. 3-11) společně se svítilny Trevos Futura o příkonech 71 a 104 wattů (popsány viz. návrh 3). Oproti předchozímu návrhu je v pracovním prostoru celé dílny nižší intenzita osvětlení, která je dle normy dostačující. Tato varianta má nižší provozní náklady.

Parametry Trevos Canopus [6]

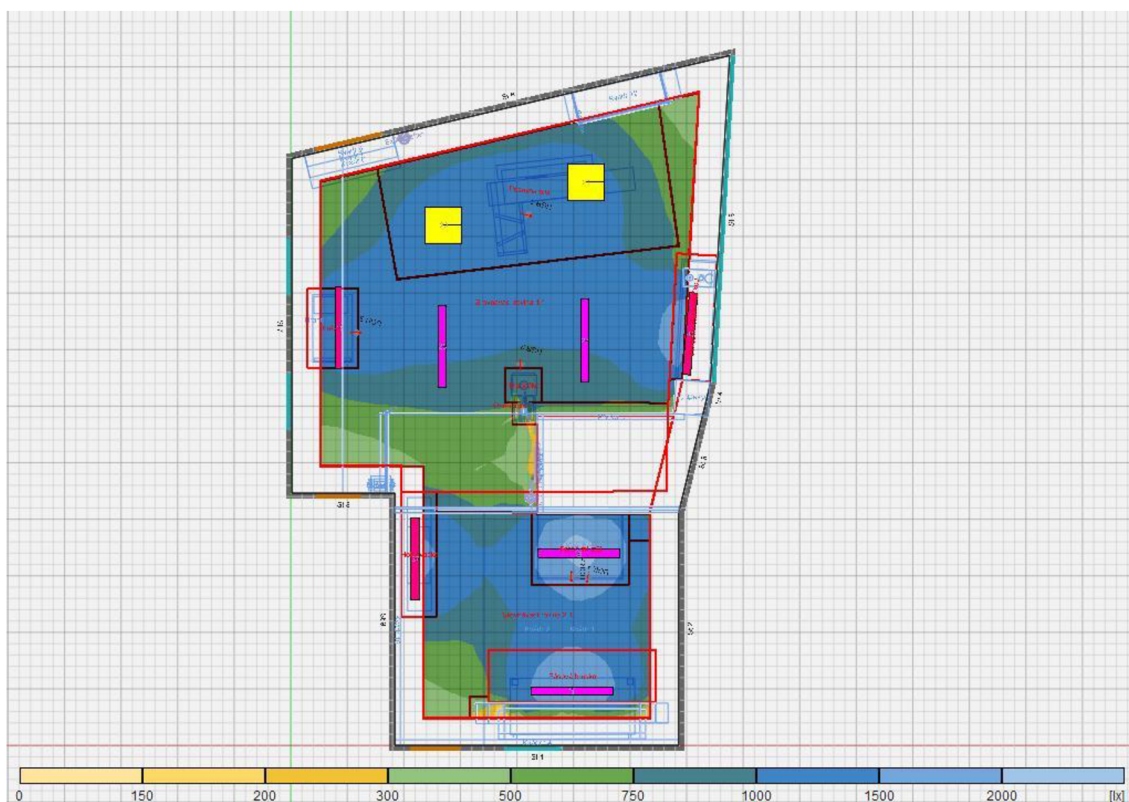
Příkon: 125 W
 Měrný výkon: 144 lm/W
 Světelný tok: 18 040 lm
 Stupeň krytí: IP66
 Doba životnosti: 50 000 h
 Cena: 10 500 Kč/kus (bez DPH)



Obrázek 3-11 Trevos Canopus [6]

Tabulka 3-9 Návrh 8

Návrh	Svítilno	R_{UGL}^{*1}	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) ^{*2}	Cena za 1ks (Kč) ^{*3}	Cena svítidel (Kč) ^{*3}
8	Trevos Canopus 22000 (125W) Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	19,9	879	87,9	10 500 3 741 3 150	45 414



Obrázek 3-12 Návrh 8 - intenzita osvětlení

4. VÝSLEDNÝ NÁVRH NOVÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY

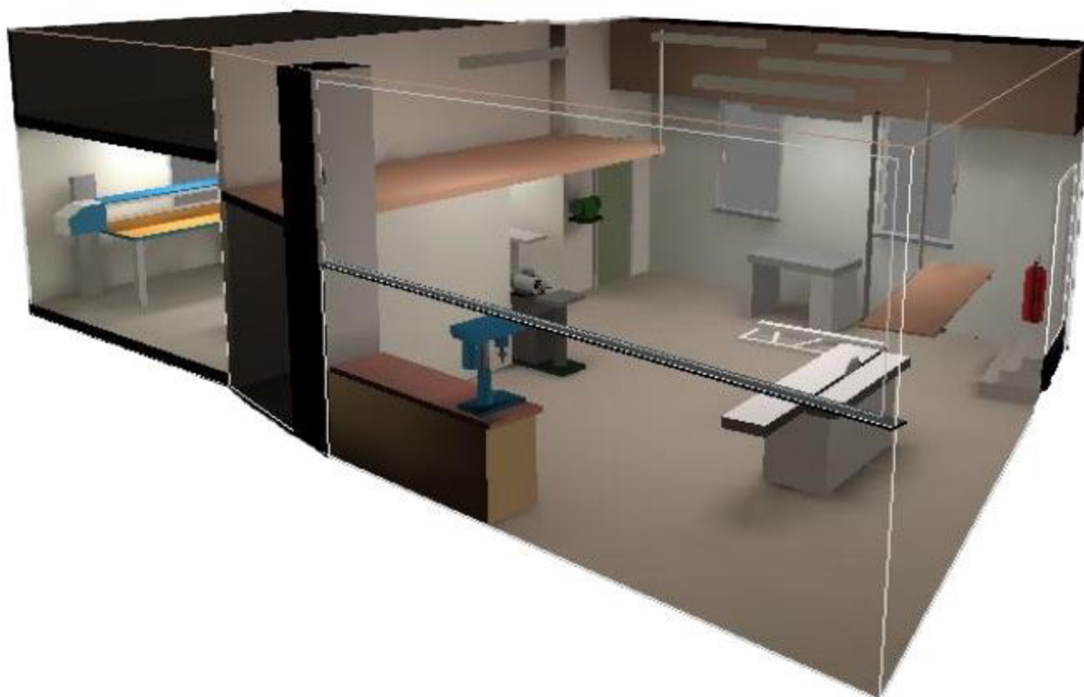
Na základě požadavků investora, o zachování stávající elektroinstalace, byl zvolen návrh č. 4 bez svítidla nad pracovním stolem s vrtačkou a s dalšími drobnými úpravami, které jsou detailně popsány v následující podkapitole. Osvětlení pracovního stolu s vrtačkou bude provedeno místním přisvícením v podobě stolní lampy, která je vhodnější k charakteru pracovních úkonů.

Tabulka 4-1 Výsledný návrh – přehled

	Svítidlo	Příkon Soustavy (W)	Cena provozu za 10 h (Kč) *2	Cena za 1ks (Kč) *3	Cena svítidel (Kč) *3
Výsledný Návrh	Trevos Futura 16000 (104W) Futura 11000 (71W)	837	83,7	3 741 3 150	31 896



Obrázek 4-1 Výsledný návrh – intenzita osvětlení



Obrázek 4-2 Nový stav – jasový pohled 1



Obrázek 4-3 Nový stav – jasový pohled 3

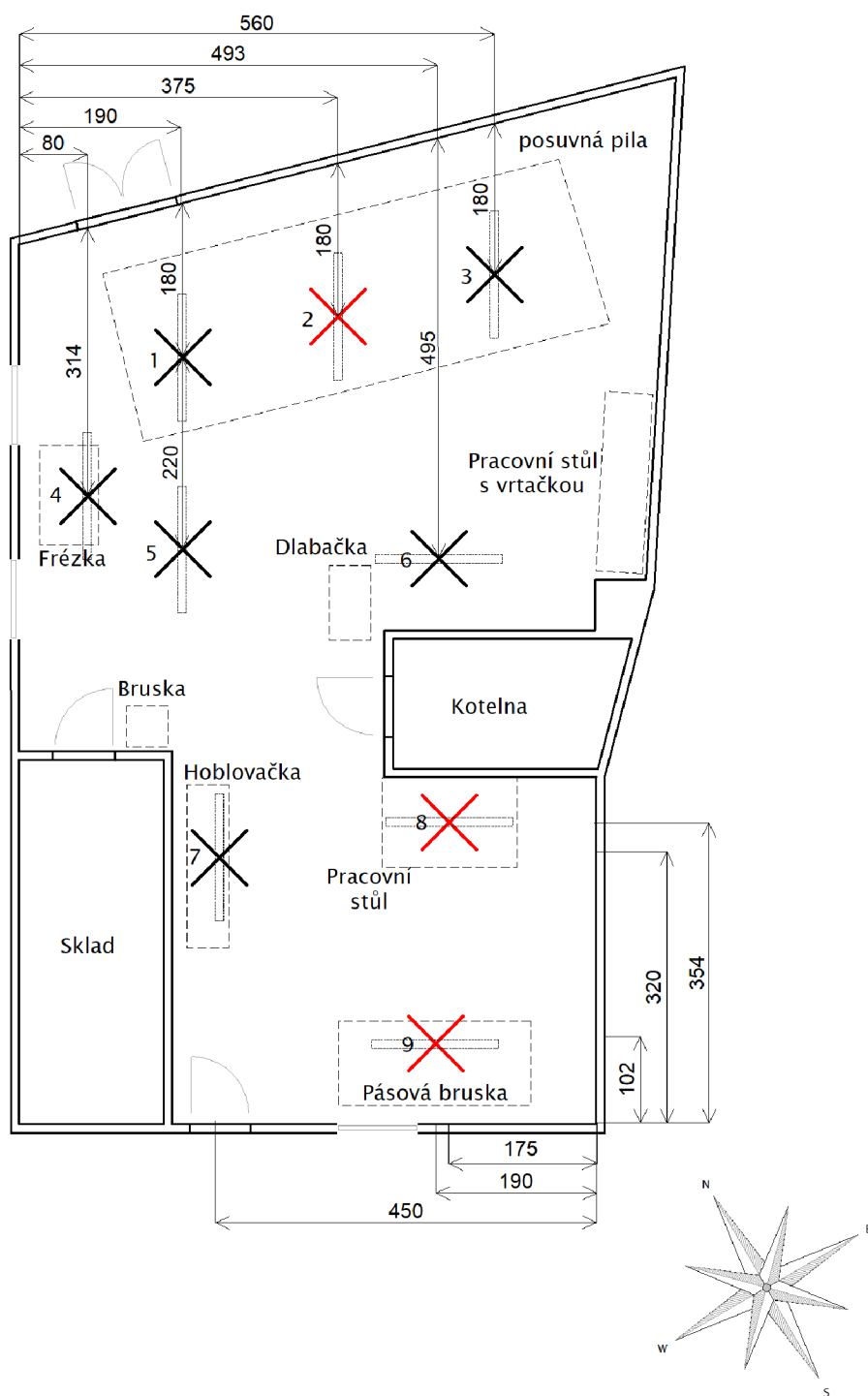
4.1 Změny oproti stávající elektroinstalaci

Veškeré změny se odkazují na upravený stav umístění svítidel znázorněný na obr. 4-4. Svítidla, u kterých je provedena změna v umístění jsou znázorněna červeně, černě jsou znázorněna svítidla, která se pouze vymění za nová svítidla.

- Svítidlo č.2 bude posunuto do středu mezi svítidla č. 1 a 2, tak aby bylo dosaženo rovnoměrného osvětlení nad pracovním prostorem posuvné pily.
- Svítidla 8 a 8b nad pracovním stolem budou nahrazena jedním novým svítidlem na místě stávající trubicové zářivky. Stávající LED svítidlo nemá vhodné parametry do pracovního prostoru truhlářské dílny.
- Svítidla č. 9 a 10 budou zrušena a nahrazena novým svítidlem, které bude otočeno o 90° oproti původním, tak aby bylo nad středem pracovního prostoru pásové brusky.

Tabulka 4-2 Nová svítidla

Svítidla (viz. obr. 4-4)	Název svítidla	Příkon (W)	Celkový počet (ks)
1, 2, 3, 6, 8, 9	Trevos Futura 16000	104	6
4, 5, 7	Trevos Futura 11000	71	3



Obrázek 4-4 Změny osvětlení – nový stav

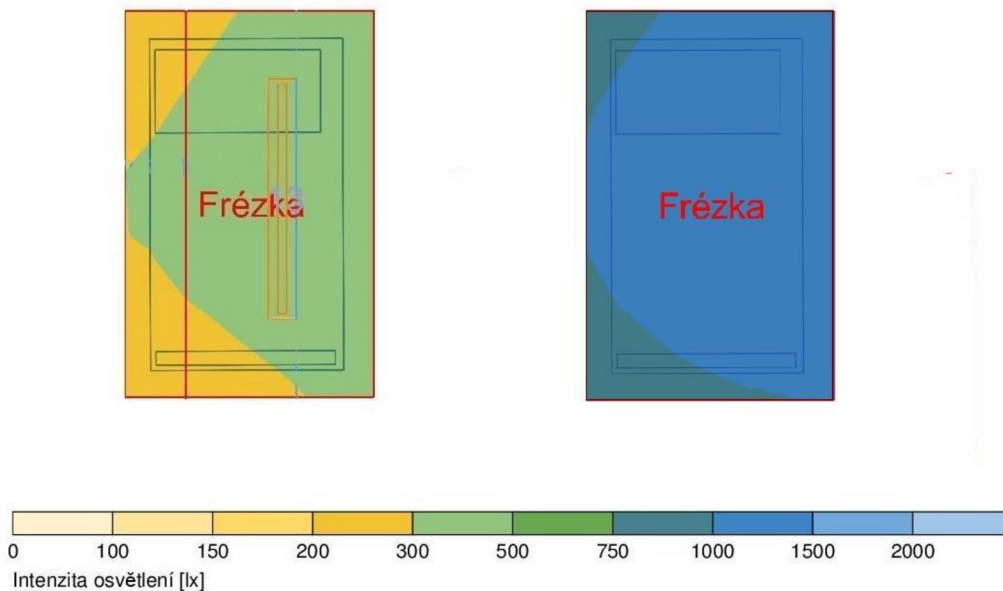
4.2 Model nové osvětlovací soustavy

Tabulka 4-3 Nový stav – světelné parametry hodnotících ploch

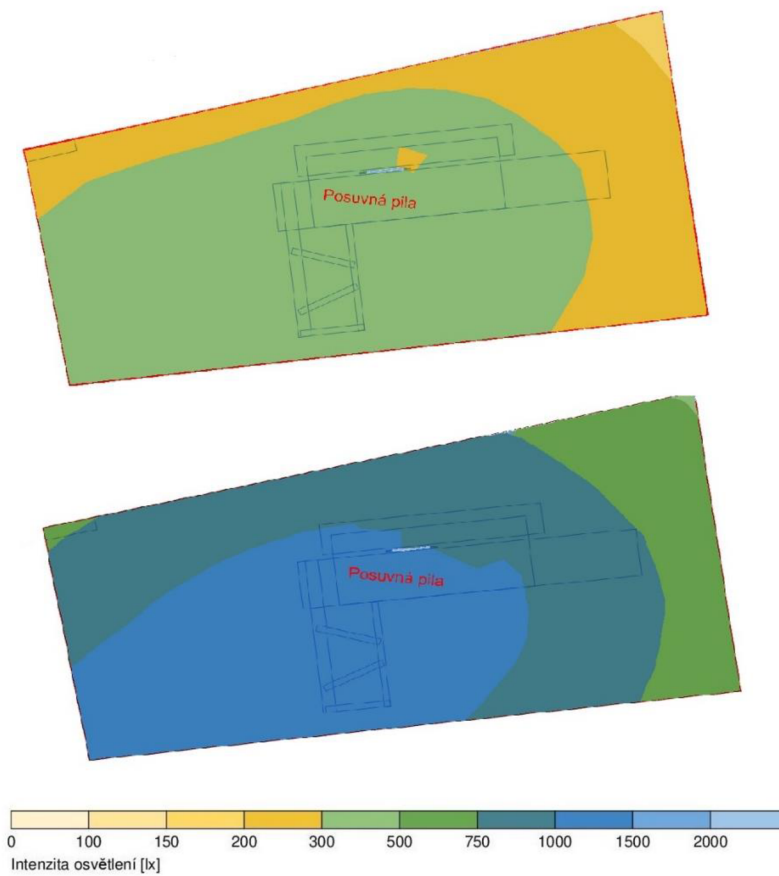
Pracovní Prostor	Namodelované hodnoty				Norma ČSN EN 12464-1			
	E_m (lx)	U_0 (-)	R_a (-)	R_{UGL} (-)	E_m (lx)	U_0 (-)	R_a (-)	R_{UGL} (-)
Posuvná pila	932	0,64	90	18,7	750	0,60	80	19
Frézka	1 090	0,85	90	18,5	750	0,60	80	19
Pracovní stůl	1 640	0,73	90	19,7	1 500	0,70	90	22
Hoblovačka	1 140	0,67	90	18,9	750	0,60	80	19
Pásová bruska	1 290	0,71	90	21,3	1 000	0,70	80	22
Velká dílna	788	0,66	90	23,5	500	0,60	80	25
Malá dílna	1 040	0,61	90	24,5	500	0,60	80	25

4.2.1 Porovnání pracovních ploch stávající a nové osvětlovací soustavy

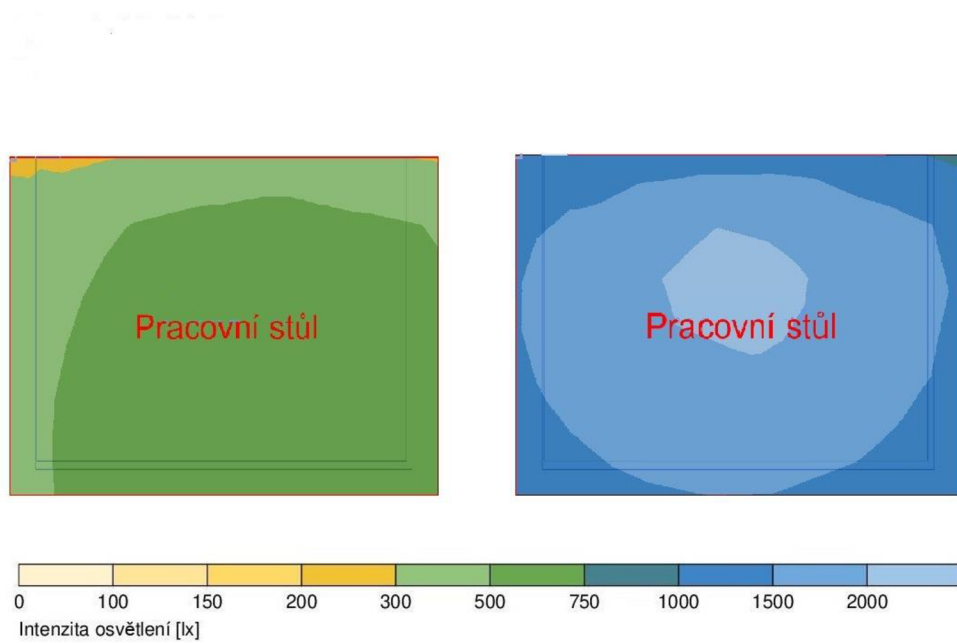
Pro názorné porovnání jednotlivých pracovních ploch jsou vedle sebe, případně nad sebou, umístěny jednotlivé pracovní plochy. Z výsledného porovnání je patrné o kolik je intenzita osvětlení vyšší u nového stavu než u stávajícího stavu osvětlení.



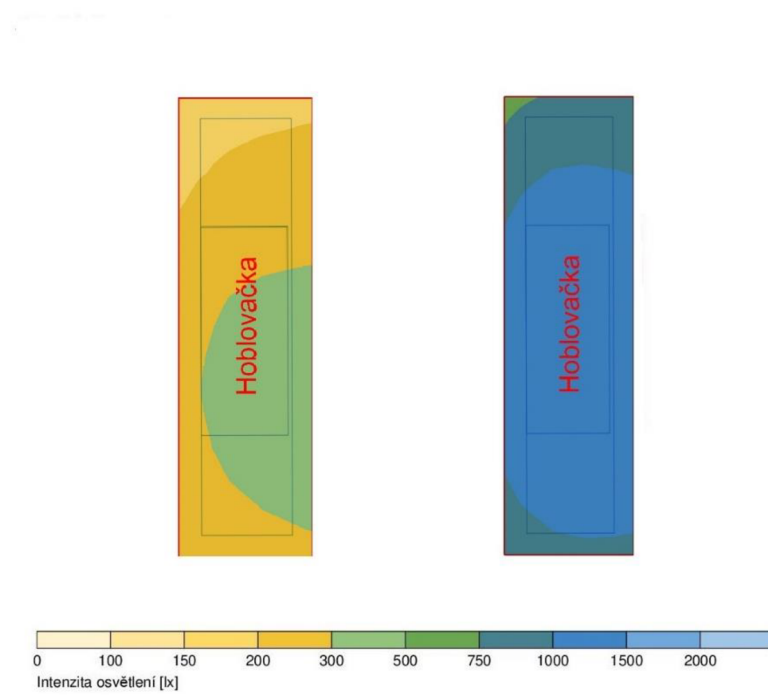
Obrázek 4-5 Porovnání frézka



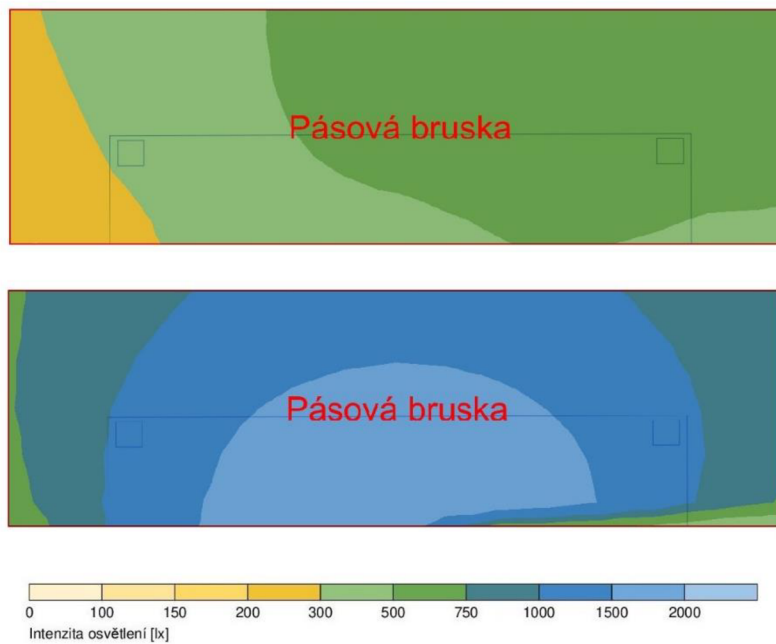
Obrázek 4-6 Porovnání posuvná pila



Obrázek 4-7 Porovnání pracovní stůl

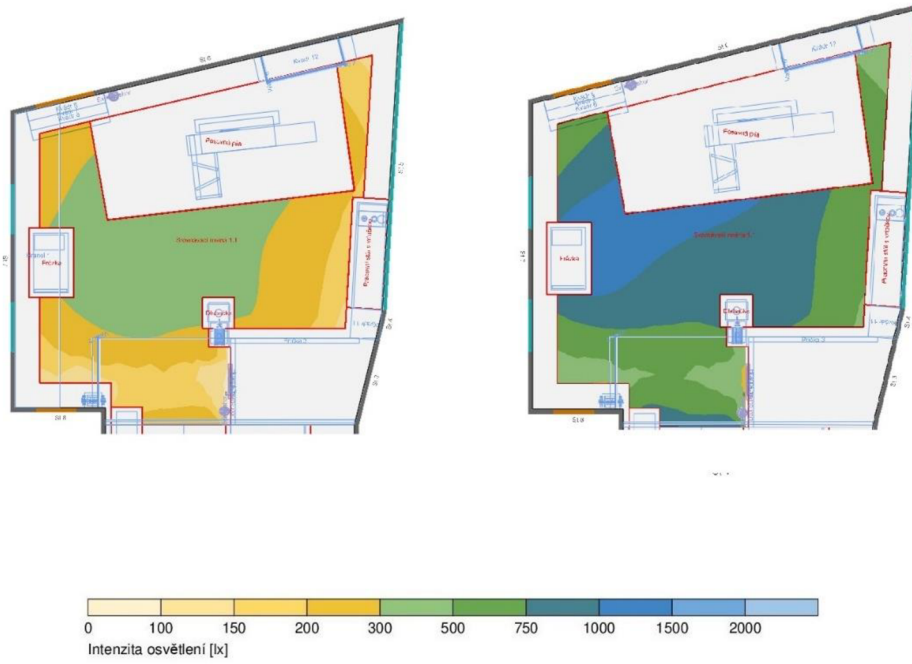


Obrázek 4-8 Porovnání hoblovačka

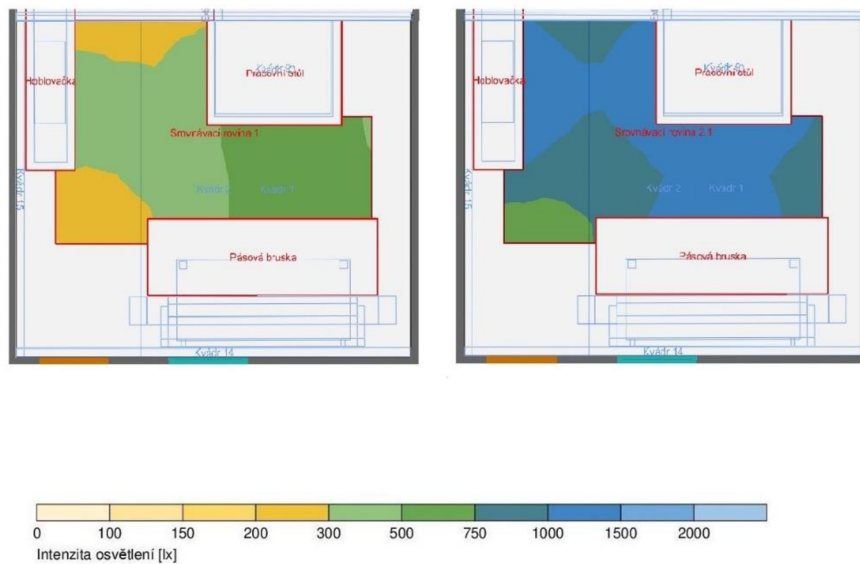


Obrázek 4-9 Porovnání pásová bruska

4.2.2 Porovnání volných ploch stávající a nové osvětlovací soustavy



Obrázek 4-10 Porovnání velká část dílny



Obrázek 4-11 Porovnání malá část dílny

4.3 Ekonomické zhodnocení

Výsledné investiční náklady jsou zobrazeny v tab. 4-4, která se skládá z pořizovací ceny svítidel, z celkové ceny elektromontáže a pomocného elektroinstalačního materiálu. Cena montáže bude provedena svépomocí rodinným příslušníkem s elektrotechnickou kvalifikací.

Cena pomocného elektroinstalačního materiálu byla odhadem zvolena, tato cena zahrnuje materiál pro uchycení svítidel, napojení krátkých kabelů stávající elektroinstalace a uložení kabelů u svítidel, které se budou posouvat oproti svému původnímu stavu.

Tabulka 4-4 Cenový návrh nové osvětlovací soustavy

Nová osvětlovací soustava		
Cena svítidel	(Kč)	31 896
Cena: pomocný elektroinstalační materiál	(Kč)	2 000
Cena montáž	(Kč)	0
Cena celkem	(Kč)	33 896

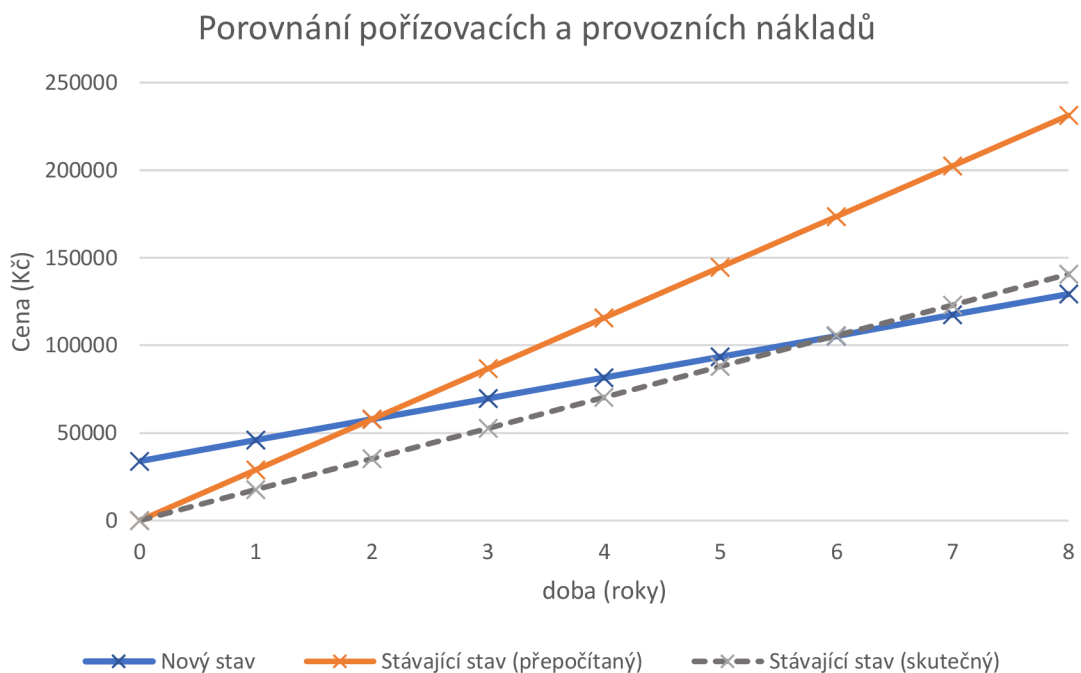
Při výpočtu spotřeby elektrické energie je uvažována pracovní doba 8 hodin a pět pracovních dnů v týdnu. Cena elektřiny je uvažována 10 Kč/kWh, jako u návrhů v kapitole 3. Pro větší reálnost výsledků se předpokládá současné využití osvětlovací soustavy přibližně na 70 % z důvodu pouze jednoho pracovníka v dílně.

Aby bylo možné stávající a novou osvětlovací soustavu porovnat z hlediska spotřeby elektrické energie, musíme ke stávající soustavě připočítat přibližně dvojnásobný příkon, aby stávající soustava dosahovala srovnatelných intenzit osvětlení.

Tabulka 4-5 Energetická náročnost nové a stávající osvětlovací soustavy

		Nová soustava	Stávající soustava	
			Přepočítaná	Skutečná* ¹
Maximální příkon soustavy	(W)	837	2 052	1 026
Spotřeba za 1 den	(kWh)	4,7	11,5	7,0
Spotřeba za 1 rok	(kWh)	1 191,4	2 890,9	1 713,6
Cena provozu 1 rok	(Kč)	11 914	28 909	17 136

*1 – Z důvodu nízké intenzity osvětlení u stávající osvětlovací soustavy, je soustava při provozu zatížena více, než soustava s dostatečnou intenzitou osvětlená. Při výpočtu bylo uvažováno využití 85%.



Obrázek 4-12 Ekonomické porovnání nové a stávající osvětlovací soustavy

4.4 Zhodnocení nové osvětlovací soustavy

Nová osvětlovací soustava dílny je tvořena svítidly Trevos Futura o dvou různých výkonech, které poskytují dostatečnou intenzitu osvětlení, jak pracovních prostor, tak i ve volném prostoru dílny. V celé dílně je zvolena teplota chromatičnosti 4000 K a index podání barev 90+. Intenzita nové osvětlovací soustavy je v průměru 2krát až 3krát vyšší oproti stávajícímu stavu. Nová osvětlovací soustava poskytne pracovníkovi dílny jednak dostatečný komfort při práci, tak i finanční úsporu za osvětlení.

Pro ekonomické porovnání nové a stávající osvětlovací soustavy musel být stávající stav přepočítán na obdobnou intenzitu osvětlení, aby bylo možné tyto dva modely porovnat. Na obr. 4-14 je patrná finanční úspora při použití moderních LED svítidel ve srovnání se starými trubicovými zářivkami. Do porovnání je zahrnuta i skutečná spotřeba stávající soustavy, jejíž světelné vlastnosti jsou nedostatečné pro kvalitní a komfortní práci, z toho důvodu ji nelze adekvátně porovnat s novou osvětlovací soustavou.

Nová soustava bude nejen poskytovat dostatečné světelné parametry, ale i dohlednou návratnost počáteční investice.

5. ZÁVĚR

Podle předpokladů bylo měřením potvrzeno, že stávající osvětlení je již nedostatečné a neposkytuje dostatečný komfort a pohodlí pro práci. Pracovníkovi se proto z důvodu nižší intenzity osvětlení a časté re-adaptace zraku práce znesnadňuje. Světelné parametry a vlastnosti svítidel stávajícího osvětlení nevyhovují současným požadavkům norem pro práci v průmyslových prostorách. Tyto parametry jsou rozebrány v teoretické části a poskytují základní přehled pro orientaci v oblasti osvětlení a technických vlastností svítidel. Nevyhovujícími parametry jsou např. nízká intenzita osvětlení v oblasti pracovních ploch a nízký index podání barev, který je pro výrobu nábytku podstatný. S přihlédnutím ke stavu stávajících svítidel, jejichž stáří je přibližně 30 let, bylo přistoupeno k celkové obměně osvětlovací soustavy. Stávající stav svítidel je nevhodný i z hlediska technických a ekonomických důvodů, například absence krytů některých svítidel, to je nebezpečné z důvodu poletavého prachu ze dřeva a s tím spojeným rizikem vzniku požáru. Dalším důvodem je nehospodárnost celé osvětlovací soustavy.

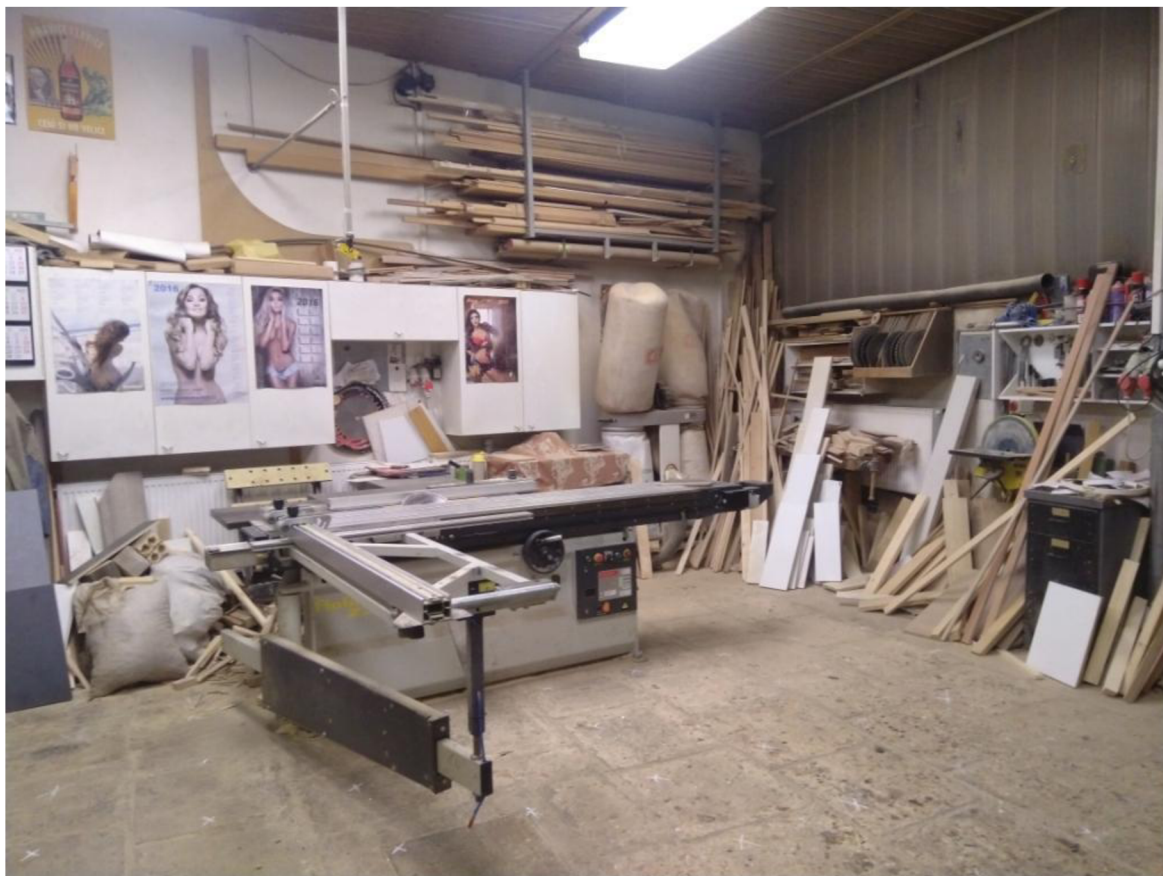
Pro návrh nové osvětlovací soustavy byl využit program Relux, jehož výsledky stávajícího osvětlení se přibližně rovnaly hodnotám naměřeným. Bylo vytvořeno celkem 8 návrhů viz kap.3, které byly předloženy investorovi. Všechny návrhy jsou tvořeny vhodnými svítidly do prašných prostor. Návrhy 1-4 byly navrženy především jako výměna stávajícího osvětlení s minimálními zásahy do stávající elektroinstalace. Návrh 5 a 6 částečně zachovává stávající rozmístění svítidel a část svítidel je rozmístěno podle potřeby pro vytvoření vyšší rovnoměrnosti osvětlení. Návrh 7 a 8 uvažuje použití tzv. širokozářičů nad pracovním prostorem posuvné pily, který je v dílně nejčastěji užívaným pracovištěm. S požadavkem investora na alespoň částečném zachování stávajícího osvětlení byl zvolen návrh č.4 s drobnými úpravami, tak aby bylo dosaženo lepších světelných parametrů. Tyto konkrétní úpravy jsou popsány v kap. 4.1. K výslednému návrhu byl vytvořen stručný ekonomický návrh, který porovnává stávající a novou osvětlovací soustavu. Ačkoliv příkon nové soustavy je nižší pouze o 200 W je nutno podotknout, že v dílně je pouze jeden pracovník, který pro práci při současném osvětlení zapíná svítidla, která nejsou přímo nad pracovištěm. S novým osvětlením si pracovník vystačí se zapnutým centrálním osvětlením a osvětlením přímo nad pracovištěm. V tomto přístupu je shledána vyšší úspora elektrické energie oproti stávajícímu stavu.

Na začátku května 2023 byla nová svítidla objednána, jejich osazení se očekává během června 2023. Jelikož svítidla ještě nejsou nainstalována, zhodnocení je provedeno pouze na základě modelu.

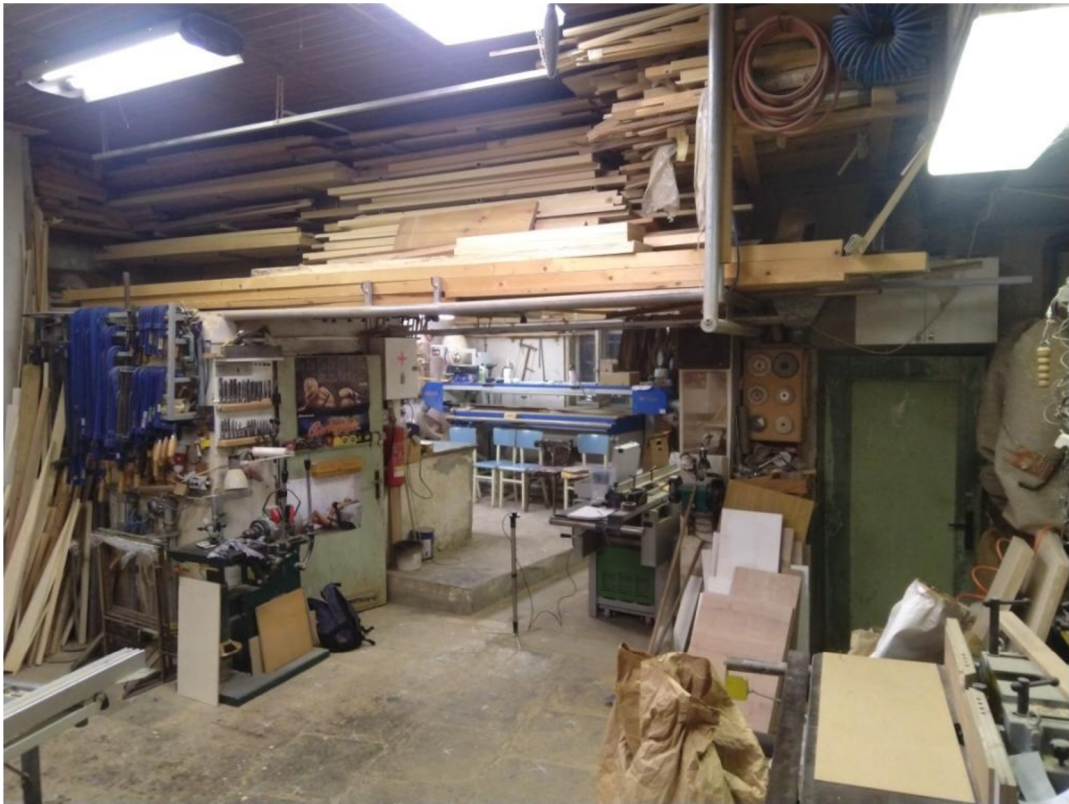
6. LITERATURA

- [1] HABEL, Jiří, Karel DVOŘÁČEK, Vladimír DVOŘÁČEK a Petr ŽÁK. *Světlo a osvětlování*. Praha: FCC Public, 2013. ISBN 9788086531213.
- [2] ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory*. 1. Praha: ÚNMZ, 2022, 96 s.
- [3] MODUS PL 14000. In: *Modus* [online]. Jinočany: Modus, 2018 [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://www.modus.cz/modus-pl-14000-siroky-korpus-1575mm-led-840-korpus-pe-opalovy-pc-kryt-ip65-zdroj-2800ma/>
- [4] Trevos Futura. In: *Trevos* [online]. Nová Ves: Trevos, 2023 [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: <https://www.trevos.eu/cz/katalog/FUTURA/FUTURA>
- [5] Modus Megal. In: *Modus* [online]. Jinočany: Modus, 2018 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.modus.cz/modus-mega-led-1220mm-sirokozaric-4x-led-840-zavesne-zdroj-1400ma-nestmivatelny-s-predr.-skrini/>
- [6] Trevos Canopus. In: *Trevos* [online]. Nová Ves: Trevos, 2023 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.trevos.eu/cz/katalog/CANOPUS/CANOPUS>

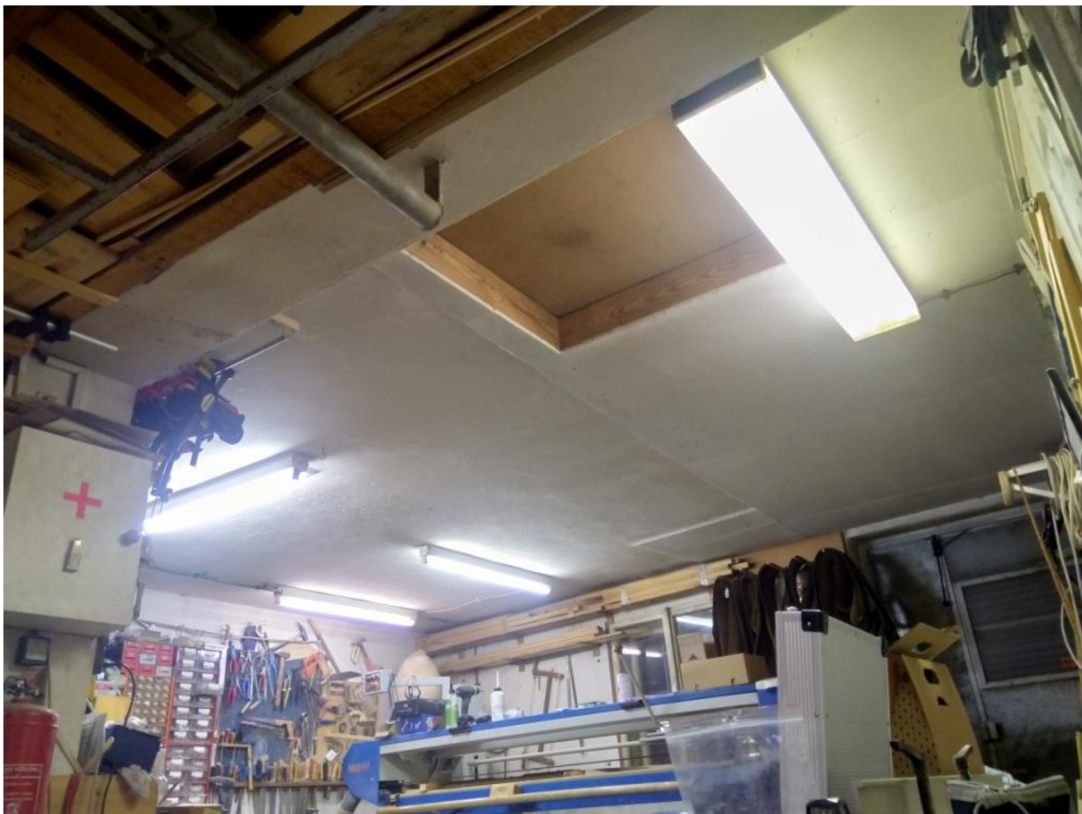
PŘÍLOHA 1 – STÁVAJÍCÍ STAV OSVĚTLENÍ



Obrázek 6-1 Pohled na posuvnou pilu



Obrázek 6-2 Pohled od vstupu



Obrázek 6-3 Pohled na svítidla v malé části dílny



Obrázek 6-4 Pohled na pracovní stůl